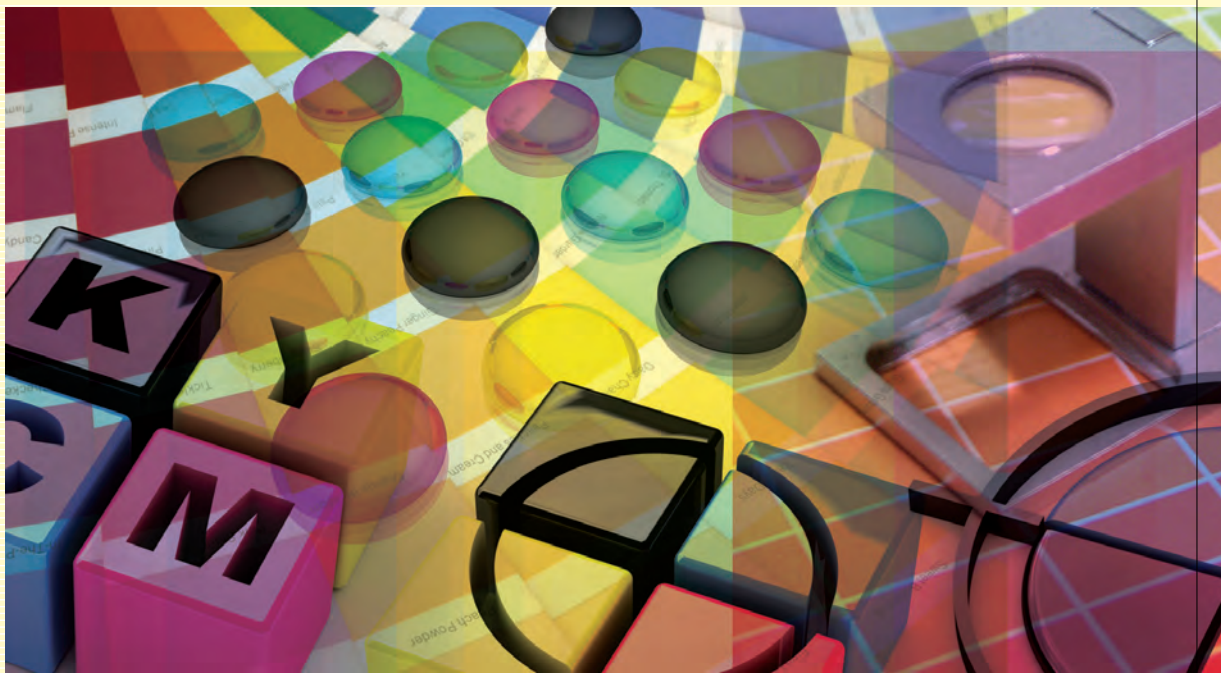


CÔNG TY HUYNH ĐỆ ANH KHOA
(ANH KHOA'S BROTHER CO.)

QUẢN LÝ & KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM IN



NGÔ ANH TUẤN

Nhà Xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh



ANH KHOA'S BROTHER

Quà tặng của công ty Huynh đệ Anh Khoa (AnhKhoa's Brother Co.)
nhân dịp kỉ niệm 18 năm ngày thành lập.

Tất cả kiến thức đều đến từ kho tàng tri thức của nhân loại
nên chúng tôi rất vui mừng được chia sẻ những kiến thức này
đến những người biết nâng niu và quý trọng nó.

Các Bạn được quyền chia sẻ tài liệu này
nhưng xin trích dẫn đầy đủ nguồn gốc và tên tác giả
vì đây là tài liệu có bản quyền.

Chúng tôi sẵn lòng giải đáp mọi thắc mắc của các Bạn
và sẽ chia sẻ thêm tất cả các giáo trình do chúng tôi biên soạn
trên Facebook của công ty Huynh đệ Anh Khoa

<https://www.facebook.com/huynhdeanhkhoa/> hoặc

<http://www.anhkhoabrother.com>

QUÀ TẶNG CỦA CÔNG TY ANH KHOA'S BROTHER

CÔNG TY HUYNH ĐỆ ANH KHOA (ANH KHOA'S BROTHER CO.)

GIÁO TRÌNH

QUẢN LÝ & KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM IN

NGÔ ANH TUẤN

Lời nói đầu

Những năm đổi mới, ngành in nước ta đã có những bước tiến bộ vượt bậc. Sản lượng in tăng gấp nhiều lần, chất lượng sản phẩm in tăng triển rõ rệt, đặc biệt là in màu. Công nghệ in đã chuyển hoàn toàn sang công nghệ in tự động, chế bản điện tử phát triển rất nhanh, Các lưu đồ làm việc hiện đại đã xuất hiện.

Tuy nhiên, để thực sự hoà nhập và cạnh tranh bình đẳng với các nước trong khu vực, chúng ta còn phải cố gắng nhiều, phải khắc phục mạnh mẽ những yếu kém. Một trong những điểm yếu kém nhất hiện nay của chúng ta chính là nguồn nhân lực được trang bị kiến thức quản lí in vững vàng và ý thức quản lý để nâng cao chất lượng toàn diện. Nếu không làm được điều này thì dù có đầu tư máy móc thiết bị mắc tiền và công nghệ hiện đại đến đâu đi nữa chúng ta vẫn không thể vươn lên cạnh tranh với các nước trong khu vực.

Giáo trình này được biên soạn nhằm mục đích trang bị cho các kỹ thuật viên chuyên ngành in và đặc biệt là các kỹ sư tương lai những kiến thức căn bản nhất để kiểm tra và quản lí chất lượng sản phẩm in trong đó chú trọng đến phương pháp in phổ biến nhất hiện nay là Phương pháp in Offset.

Giáo trình gồm 7 chương với các nội dung cơ bản sau:

- Chương 1: Mật độ và phép đo mật độ
- Chương 2: Các phép đo màu
- Chương 3: Các đặc điểm in và các thuộc tính của chúng
- Chương 4: Đo và kiểm tra các đặc điểm in
- Chương 5: Các loại thang kiểm tra độ chính xác
- Chương 6: Kiểm tra quá trình làm phim và phơi bản
- Chương 7: Kiểm tra quá trình in và đánh giá chất lượng tờ in.

Các chương được trình bày theo cấu trúc từ đơn giản đến phức tạp và lần lượt theo quá trình công nghệ sản xuất In.

Hy vọng rằng giáo trình này sẽ làm rõ những vấn đề mà ngành in hiện nay đang gặp phải đồng thời trang bị những kiến thức cần thiết nhất cho người kỹ sư chuyên ngành in trong tương lai.

MẬT ĐỘ VÀ PHÉP ĐO MẬT ĐỘ

1

Nguyên lý đo của máy đo mật độ phản xạ	3
Các thành phần của một máy đo mật độ	5
Vai trò của các tiêu chuẩn trong hoạt động của máy đo mật độ	6
Phản hồi của máy đo mật độ	7
Bảng rộng, bảng hẹp và bảng thông	7
Nên sử dụng loại máy đo mật độ nào?	11
Sử dụng các kính lọc trong đo mật độ	11
Các kính lọc phân cực	12
Các giá trị đo trong phép đo mật độ	13
Đo mật độ	15
Diện tích che quang học hiệu dụng (giá trị tầng thứ trên tờ in)	16
Các ứng dụng cơ bản của máy đo mật độ trong việc kiểm tra chất lượng	16
Các giới hạn của máy đo mật độ	18
Những biến đổi gây bởi kích thước lỗ đo	21
Các lưu ý khi thực hành đo mật độ	23
Lưu ý về cân chỉnh máy đo mật độ	24
Lưu ý khi đo mật độ chênh lệch giữa mực ướt và mực khô	24
Máy đo mật độ thích hợp	25
Các yếu tố cần lưu ý khi mua máy đo mật độ	25
Độ nhạy của máy đo mật độ với các bề mặt không bình thường	26
Các tiêu chuẩn và kiểm tra việc tuân thủ các quy định	29

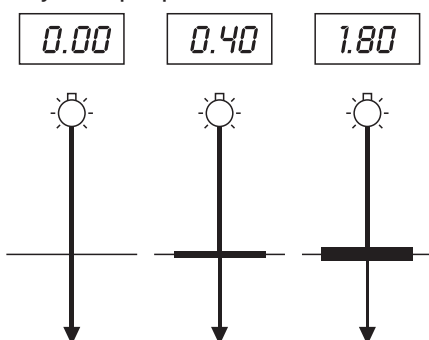
MẬT ĐỘ & PHÉP ĐO MẬT ĐỘ 1

Đo mật độ là phương pháp đo phổ biến nhất trong lĩnh vực chế bản và in. Các máy đo mật độ được dùng như các thiết bị cầm tay hay dưới dạng các thiết bị đo tự động (các máy đo mật độ tự động kéo thang đo vào và đo từng ô kiểm tra).

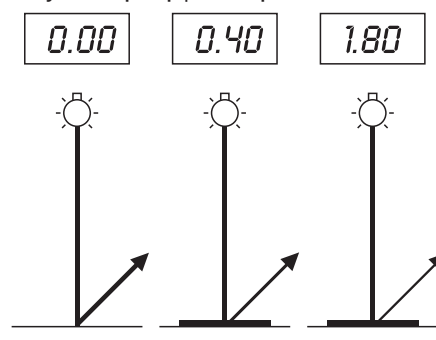
Có hai loại máy đo mật độ được dùng cho các mục đích khác nhau:

- Các máy đo mật độ thấu minh được dùng trong chế bản để đo độ đen của phim (để trong).
- Các máy đo mật độ phản xạ được dùng để đo hình ảnh in (để đọc).

Máy đo mật độ thấu minh



Máy đo mật độ phản xạ



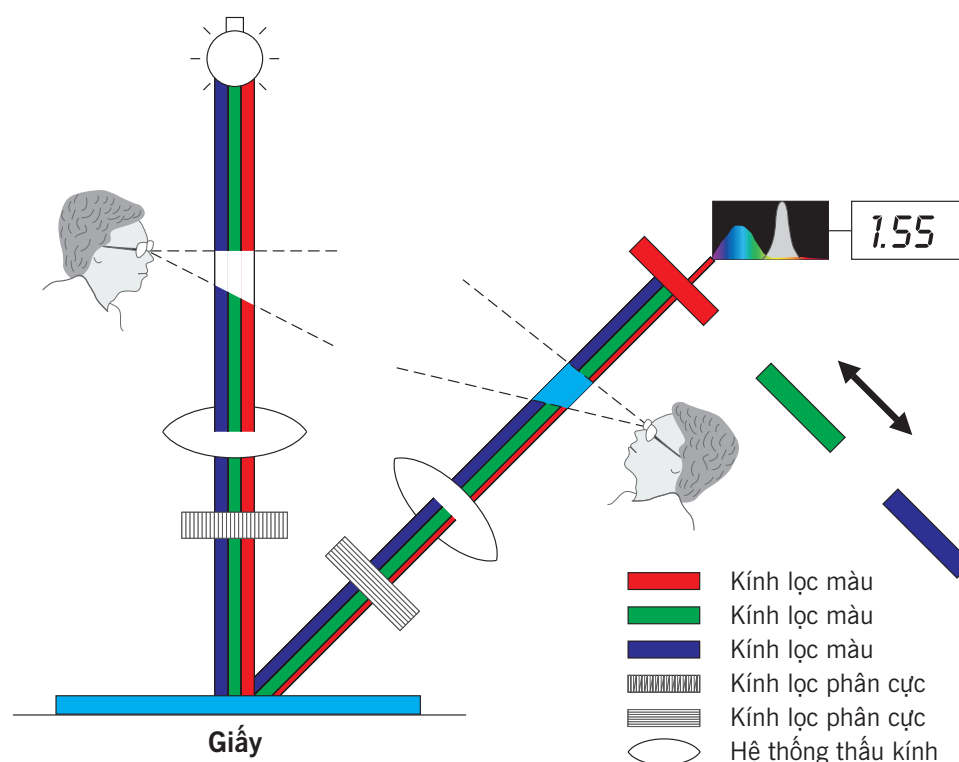
Nguyên lý đo của máy đo mật độ phản xạ

Trong kỹ thuật đo mật độ phản xạ, lớp mực in sẽ được chiếu sáng bởi một nguồn sáng. Tia sáng đi qua lớp mực không trong suốt hoàn toàn được hấp thụ một phần. Phần ánh sáng không được hấp thụ bị phân tán trên bề mặt

giấy in (hoặc các vật liệu khác) và được phản xạ. Phần ánh sáng phản xạ này lại đi qua lớp mực một lần nữa và lại bị hấp thụ một phần. Phần ánh sáng còn lại không bị hấp thụ sẽ đi đến bộ cảm nhận của máy đo và được chuyển thành tín hiệu điện. Kết quả của việc đo với máy đo mật độ phản xạ được thông báo dưới dạng các đơn vị mật độ.

Trong quá trình đo, các hệ thống thấu kính được dùng để tập trung ánh sáng. Các kính lọc phân cực dùng để tránh sự khác biệt giữa các giá trị được đo từ bề mặt mực in còn ướt và đã khô. Các kính lọc màu thích hợp phải được dùng cho các màu đo. Hình vẽ dưới đây giải thích nguyên lý này, lấy một lớp mực màu đo làm ví dụ. Trong điều kiện lý tưởng, ánh sáng trắng chiếu tới bao gồm các phần phổ Red, Green, Blue bằng nhau. Mực in chứa các hạt màu hấp thụ phần phổ Red và phản xạ phần phổ Green và Blue mà chúng ta gọi là màu Cyan ($\text{Cyan} = \text{Green} + \text{Blue}$). Các máy đo mật độ được dùng để đo trong phạm vi khoảng hấp thụ của mỗi màu, nơi mật độ và độ dày lớp mực tương quan chặt chẽ với nhau. Điều này có nghĩa là người ta có thể đo độ dày lớp mực thông qua việc đo hấp thụ màu hay mật độ của lớp mực.

Hình 1: Nguyên lý máy đo mật độ



Mật độ của một lớp mực chủ yếu phụ thuộc vào chất lượng hạt mực, mật độ tập trung của các hạt mực và độ dày của lớp mực. Cần lưu ý rằng mật độ là một phép đo độ dày lớp mực chứ nó không cho ta biết gì về màu sắc của mực.

Các thành phần của một máy đo mật độ:

Để thực hiện việc đo đạc và tính toán một máy đo mật độ gồm 3 phần chính:

Hệ thống chiếu sáng

Bao gồm một đèn chiếu sáng và một nguồn cung cấp năng lượng cho đèn hoạt động. Theo các tiêu chuẩn ANSI/ISO*, các đèn chiếu sáng phải cung cấp ánh sáng có màu sắc đạt chất lượng (ví dụ như sự cân bằng giữa các màu Red, Green, Blue được gọi là nguồn sáng A). Đèn chiếu sáng của máy đo quang phổ được cấp năng lượng bởi một mạch điện luôn giữ cho độ sáng ổn định hoặc điều chỉnh sao cho lượng sáng phát ra từ đèn không đổi. Dù cho đèn và nguồn năng lượng có thay đổi thì các thiết bị trên máy đo vẫn duy trì một nguồn sáng ổn định để chiếu sáng mẫu đo.

Hệ thống thu nhận và đo

Bao gồm một bộ cảm biến quang học, một bộ phận quang học thu thập ánh sáng và các kính lọc màu. các kính lọc màu phải tuân thủ các tiêu chuẩn ANSI/ISO.

Các máy đo mật độ sử dụng trong ngành in và xuất bản được trang bị một bộ kính lọc có đặc tính gần giống với các đặc tính tách màu cho quá trình in. Các giá trị phổ này được định ra bởi ủy ban ANSI IT2 trong một văn bản về tiêu chuẩn được gọi là tham chiếu T. Các thông số kỹ thuật này giúp cho các máy đo mật độ được chế tạo bởi các nhà sản xuất đều giống nhau. Tham chiếu T là kết quả của quá trình nghiên cứu lâu dài và đã được công nhận với mục đích đáp ứng được các định nghĩa chuẩn.

Bộ phận xử lý dữ liệu

Có nhiệm vụ thu nhận các tín hiệu điện đại diện cho năng lượng sáng chiếu tới bề mặt của mẫu đo và năng lượng sáng phản xạ thu thập được rồi tính toán và hiển thị số liệu. Hệ thống này có thể là một máy đo tỷ lệ

đơn giản và một mạch đo được nối với bộ hiển thị analog hoặc digital, nó cũng có thể có bộ nhớ để tính toán và xử lý thêm các thông số về sự gia tăng tầng thứ và độ tương phản in.

Ngoài ra nó cũng còn có thêm một máy tính để phân tích ánh sáng đo được.

Vai trò của các tiêu chuẩn trong hoạt động của máy đo mật độ

Mối quan hệ qua lại của các bộ phận phức tạp trong máy đo mật độ nhấn mạnh đến các tiêu chuẩn chế tạo và sử dụng. Viện tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ ANSI và tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO đã đưa ra các tiêu chuẩn thống nhất để chế tạo máy đo mật độ. Ví dụ bộ phận quang học chiếu sáng và thu nhận tín hiệu được giới hạn ở góc nhìn 5 độ và quang trục của tia sáng hướng tới mẫu đo được đặt vuông góc với bề mặt mẫu đo. Qua các thỏa thuận về tiêu chuẩn máy đo mật độ hơn bốn mươi năm qua, tất cả các máy đo mật độ phản xạ đã được chế tạo với góc chiếu sáng 0 độ hoặc 45 độ, vì thế ánh sáng phản xạ từ bề mặt mẫu đo được thu thập ở góc 0 độ hoặc 45 độ.

Mối quan hệ giữa các góc chiếu và các bề mặt bóng

Trong trường hợp các bề mặt phẳng và bóng, một phần ánh sáng chiếu tới được phản xạ tại đúng góc mà nó được chiếu tới, do vậy nó không được các bộ phận thu nhận tín hiệu phản xạ đặt ở góc 45 độ cảm nhận. Khi đo các bề mặt phẳng và bóng với một máy đo mật độ có bộ phận thu nhận tín hiệu đặt ở góc 45 độ thì các máy đo cho kết quả cao hơn mức hấp thụ thực tế của mẫu đo.

Hiện tượng phản xạ cùng góc tới được con người cảm nhận như độ bóng, nhưng chỉ tại một góc quan sát đặc biệt. Khi người quan sát nhận thức được hiện tượng này thì có thể cố định bề mặt tờ in ở một góc thích hợp nhằm loại trừ được nó. Vì thế khi quan sát và đo mật độ bề mặt in, các phép đo mật độ cũng có cảm nhận giống như cảm nhận của con người. Việc cán láng bề mặt tờ in bằng vecni hay OPP tạo cho tờ in một bề mặt phẳng khiến cho nó tạo ra nhiều hiện tượng phản xạ cùng góc tới và thường được dùng để tạo cảm giác hình ảnh đậm đà hơn.

Phản hồi của máy đo mật độ

Các máy đo mật độ có thể đọc các giá trị mật độ khác nhau nếu có bất kỳ thiết bị nào bên trong như kính lọc, bộ cảm biến hay bộ phận phân tích, tính toán quan hệ logarit khác nhau. Sự phản hồi của máy đo mật độ được xác định như giá trị mật độ được đọc bởi máy đo đó dựa trên tất cả các biến số đầu vào để cho ra các giá trị mật độ. Vì thế cần phải có 1 tiêu chuẩn phản hồi chung cho tất cả các máy đo mật độ để chúng cung cấp các giá trị mật độ đồng nhất bất kể đến các khác biệt về thiết bị như bộ kính lọc, thiết bị cảm nhận sáng hay bộ phận chuyển đổi quan hệ logarit.

Băng rộng, băng hẹp và băng thông

Sự khác nhau giữa các máy đo mật độ băng rộng và mật độ băng hẹp

Thuật ngữ “băng” liên hệ đến khoảng quang phổ khả kiến mà một kính lọc cho đi qua. Các kính lọc băng rộng cho phép một khoảng quang phổ rộng hơn đi qua so với kính lọc băng hẹp.

Để hiểu một cách tổng quát sự khác biệt giữa kính lọc băng rộng và kính lọc băng hẹp cần lưu ý rằng máy đo mật độ được dùng chủ yếu để đo bề mặt của một vật thể theo cách giống như con người nhìn bề mặt đó.

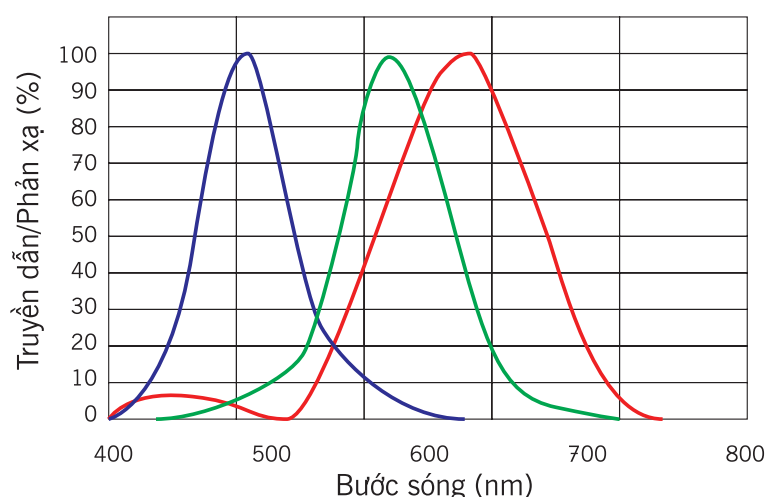
Một máy đo mật độ phản xạ đo sự phản xạ ánh sáng của các bề mặt, các bề mặt thường khác nhau về cấu tạo, về màu và tỷ lệ phản xạ ba thành phần phổ Red, Green, Blue. Ba thành phần này nói chung phù hợp với cảm nhận thị giác về ánh sáng Red, Green, Blue.

Con người có thể nhìn ánh sáng trong khoảng quang phổ khả kiến có bước sóng từ 400 đến 700 nm. Độ phân giải giai đo là 1nm. Vùng phổ mà ta thấy là màu Blue kéo dài trong khoảng 400 đến 500 nm trong khi vùng phổ Green từ 450 đến 640 nm và vùng phổ Red từ 500 đến 700 nm.

Cũng giống các bộ thu nhận tín hiệu Red – Green – Blue của mắt người, mỗi kính lọc băng rộng cho đi qua khoảng giai đo (1nm, 10 nm hay 1/3 khoảng quang phổ thấy được). Các kính lọc băng rộng được sử dụng trong máy quét màu để phân màu hình ảnh. Các kính lọc băng hẹp thường là các kính lọc nhiễu có băng thông xấp xỉ 20nm (cho phép 20nm quang phổ thấy được đi qua). Các quy cách phổ của một máy đo mật độ băng hẹp

đòi hỏi phải đo ở đỉnh của tín hiệu phản hồi, bằng thông tại 50% tín hiệu thu được và quan trọng nhất là một vài phép đo không được chấp nhận (thiếu tín hiệu phản hồi) do tín hiệu phản hồi nằm ngoài khoảng băng rộng.

Hình 2: Độ nhạy với ba màu của mắt. Tất cả các giá trị được điều chỉnh để đỉnh luôn ở 100%



Tại Châu Âu, các ngành công nghiệp đã sử dụng kính lọc Wratten 47B có khoảng quang thông xấp xỉ 55-60nm để đo mật độ của mực in màu vàng trong nhiều năm. Ở Mỹ, người ta lại sử dụng kính lọc Wratten 47 có băng thông xấp xỉ 70-80nm để đo màu vàng. Viện tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ đã tiêu chuẩn hóa chuẩn phản hồi theo kính lọc Wratten 47 và đôi khi các máy đo mật độ sử dụng kính lọc 47B được coi là loại máy đo mật độ băng rộng (vì máy đo mật độ băng hẹp đặc trưng có khoảng phổ đi qua là 20nm) .

Tác dụng kính lọc băng rộng

Kính lọc băng rộng cung cấp các phép đo theo các hàm toán học. Một phép đo theo hàm toán học chỉ ra một mẫu đo sẽ được nhìn như thế nào. Các phép đo theo kính lọc băng rộng thông thường phù hợp với các thuộc tính của quá trình in như độ dày lớp mực, sự truyền mực, độ sai lệch tông màu, độ tương phản in, sự gia tăng tầng thứ, thời gian lộ sáng...

Các kính lọc băng rộng cho các số liệu đo có thể so sánh được với phép đo màu, đo thời gian lộ sáng và các kỹ thuật đo khác khi chúng được dùng để đánh giá quá trình chế bản màu.

Ngoài ra, độ nhạy của mắt người với ba thành phần quang phổ khả kiến tương tự (mặc dù không tuyệt đối) với các máy đo mật độ có kính lọc băng

rộng. Trên thực tế, sự tương quan này đủ tốt trong bối cảnh phục chế bốn màu trong ngành in.

Bảng A: So sánh khoảng màu mà mắt người thấy được với các kính lọc khác

Loại kính lọc băng rộng	Đo mực in màu vàng (phản hồi màu Blue)
	Khoảng phổ Blue mắt người thấy được 400 - 500 nm.
	Kính lọc băng rộng 47 đo được từ 400 - 481 nm
	Kính lọc băng rộng 47B đo được từ 400 - 510 nm
	Kính lọc băng hẹp đo được từ 415 - 445 nm
	Đo mực in màu magenta (phản hồi màu Green)
	Khoảng phổ Green mắt người thấy được 450 - 640 nm.
	Kính lọc băng rộng 58 đo được từ 490 - 570 nm
	Kính lọc băng rộng 61 đo được từ 500 - 560 nm
	Kính lọc băng hẹp đo được từ 515 - 545 nm
	Đo mực in màu Cyan (phản hồi màu Red)
	Khoảng phổ Red mắt người thấy được 500 - 700 nm.
	Kính lọc băng rộng 25 đo được từ 580 - 640 nm
	Kính lọc băng rộng 29 đo được từ 590 - 640 nm
	Kính lọc băng hẹp đo được từ 605 - 630 nm

Tác dụng kính lọc băng hẹp

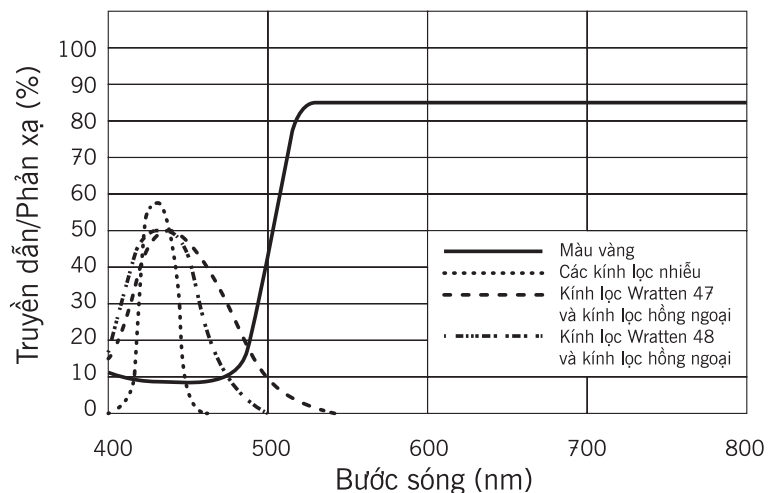
Ngược lại với các máy đo mật độ dùng kính lọc băng rộng, các máy đo mật độ dùng kính lọc băng hẹp cho một khoảng phổ đi qua khoảng 20nm. Nếu các vùng phổ này đặt tại tâm của bước sóng tối đa được hấp thụ thì các máy đo với kính lọc băng hẹp cho độ nhạy của phép đo cao nhất.

Các phép đo này được dùng để phân tích vì chúng chỉ ra sự hấp thụ tối đa được thể hiện như thế nào tại mỗi bước sóng. Tuy nhiên các máy đo với kính lọc băng hẹp có các vùng mù giữa các băng thông của chúng. Trong các vùng mù này, các máy đo mật độ không nhạy với bất kỳ thứ gì phản xạ từ mẫu đo. Hệ quả là hai loại mực in được các máy đo mật độ với kính lọc băng hẹp cảm nhận là giống nhau, có thể xuất hiện khác nhau dưới mắt người nếu các đặc tính phổ của chúng khác nhau trong vùng mù. Để

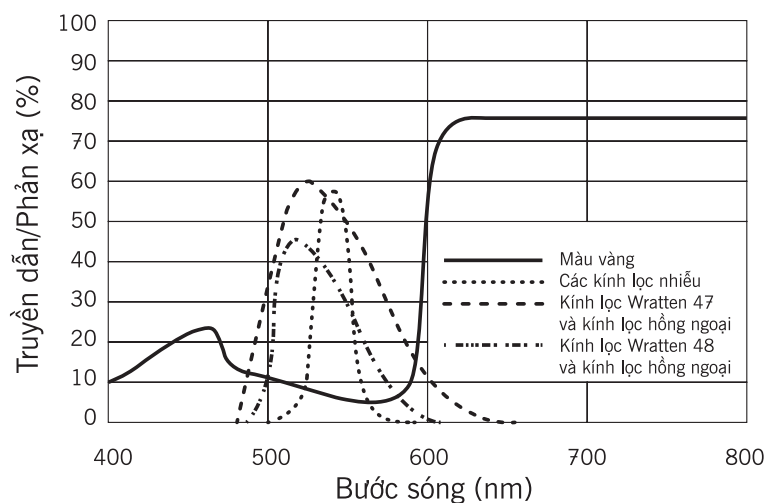
liên hệ việc đo bằng kính lọc băng hẹp với kính lọc băng rộng, người sử dụng phải biết các đặc tính phổ của mẫu đo.

Ưu điểm của kính lọc băng hẹp là chúng thể hiện sự khác biệt rõ rệt khi đo sự thay đổi của độ dày lớp mực. Các máy đo mật độ sử dụng kính lọc băng hẹp cũng ít lệ thuộc vào đèn chiếu sáng và các biến đổi của bộ cảm biến. Tuy nhiên các thử nghiệm cho thấy tỉ lệ tín hiệu / nhiễu thu được từ máy đo kính lọc băng hẹp không tốt bằng tỉ lệ tín hiệu / nhiễu của máy đo kính lọc băng rộng. Vì máy đo mật độ dùng kính lọc băng hẹp không thể nhìn ra bất cứ thứ gì tại các vùng mù nằm giữa các vùng nhạy của băng thông nên chúng không cho số liệu hoàn toàn giống như sự cảm nhận của mắt người.

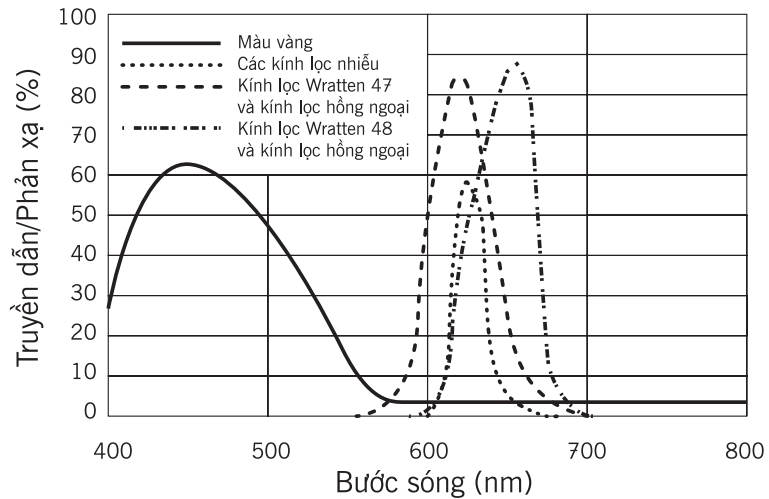
Hình 3: Phổ phản xạ của màu Yellow được in tông nguyên và sự truyền dẫn tín hiệu của các kính lọc màu (các kính lọc hồng ngoại cũng được thử nghiệm)



Hình 4: Phổ phản xạ của màu Magenta được in tông nguyên và sự truyền dẫn tín hiệu của các kính lọc màu (các kính lọc hồng ngoại cũng được thử nghiệm)



Hình 5: Phổ phản xạ của màu Cyan được in tông nguyên và sự truyền dẫn tín hiệu của các kính lọc màu (các kính lọc hồng ngoại cũng được thử nghiệm)



Nên sử dụng loại máy đo mật độ nào?

Mặc dù ngành công nghiệp điện tử và các tiêu chuẩn đã được cải tiến nhưng các máy đo mật độ có kính lọc băng rộng ngày nay vẫn chưa đạt đủ độ nhạy để ghi nhận những thay đổi nhỏ về ánh sáng khi đo lặp đi lặp lại. Các chuyên gia đề nghị rằng có những lĩnh vực sản xuất đặc biệt là đo màu nên sử dụng máy đo mật độ với kính lọc băng hẹp nhưng họ lại khuyến cáo rằng các lĩnh vực in ấn, xuất bản, bao bì và các ứng dụng đo đặc kiểm tra khác không nên sử dụng kính lọc băng hẹp vì có nhiều dữ liệu không thể thu nhận được.

Sử dụng các kính lọc trong đo mật độ

Các kính lọc màu và các kính lọc độ sáng

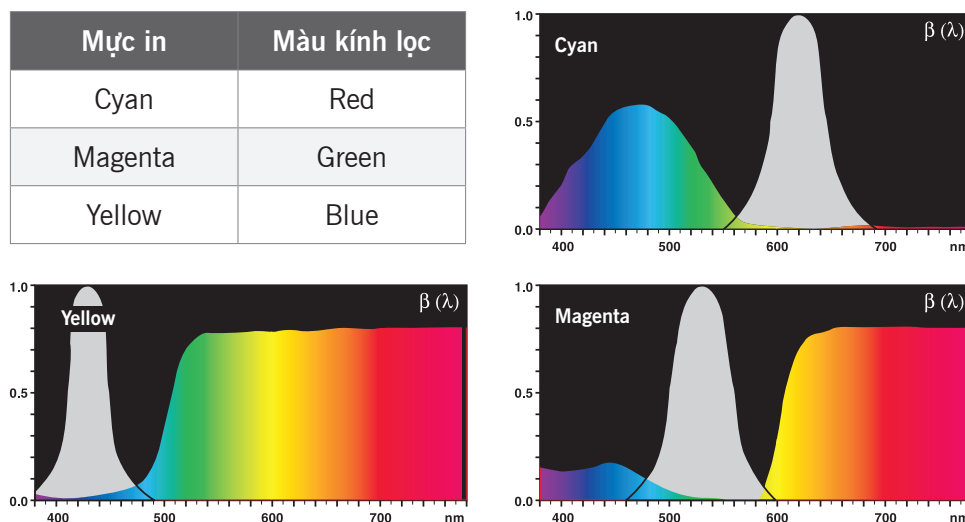
Các kính lọc màu trong một máy đo mật độ được dùng phù hợp với hiệu quả hấp thụ của các màu Cyan, Magenta và Yellow.

Các tiêu chuẩn chung như DIN 16536 và ISO/ANSI 5/3 xác định các băng truyền phổ và các vị trí tương ứng của sự truyền qua tối đa.

Các kính lọc màu băng rộng và băng hẹp được nêu ra ở đây liên hệ đến tiêu chuẩn A và T trong ISO một cách tương ứng. Các kính lọc băng hẹp phải được sử dụng vì sự khác biệt kết quả đo của các loại kính lọc của các nhà sản xuất khác nhau thấp hơn so với kính lọc băng rộng.

Các kính lọc màu phải luôn được chọn lựa sao cho màu của nó là màu bù của màu mực in được đo. Màu đen được đo với một kính lọc thị giác được điều chỉnh cho phù hợp với cảm nhận độ sáng phổ của mắt người.

Hình 6: Các màu đặc biệt được đo với kính lọc cho giá trị đo cao nhất.



Ba hình minh họa trên cho thấy các đường cong phản xạ phổ của các màu Cyan, Magenta và Yellow cùng các kính lọc màu tương ứng theo DIN 16 536.

Các kính lọc phân cực

Các máy đo mật độ có thể được dùng để đo cả lớp mực ướt lẫn khô. Các màu mực ướt có một bề mặt phẳng và bóng.

Trong suốt quá trình khô, mực in hoà hợp với cấu trúc không đều đặn của bề mặt giấy và hiệu quả phản chiếu bị giảm đi. Nếu một lớp mực được đo lại sau khi đã khô thì kết quả đo sẽ khác.

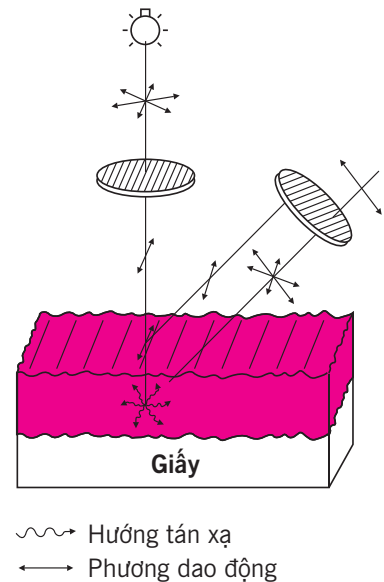
Để loại trừ hiệu ứng này hai kính lọc phân cực với các đường chéo nhau được lắp ngang qua đường đi của tia sáng. Các kính lọc phân cực chỉ cho phép ánh sáng dao động theo một phương nhất định đi qua và chặn lại các sóng ánh sáng dao động theo phương khác. Một phần các tia sáng được phân cực bởi kính lọc phân cực đầu tiên sẽ phản xạ theo hiệu ứng từ lớp mực tức là không thay đổi phương dao động của nó. Kính lọc phân cực thứ hai được đặt ở góc 90° so với kính lọc phân cực đầu tiên để chặn các tia sáng phản xạ ngược lại theo hiệu ứng gương này.

Tuy nhiên các tia sáng xuyên qua lớp mực và bị phản chiếu bởi lớp mực

hay nền vật liệu in sẽ mất phương phân cực ban đầu của chúng. Vì lẽ đó chúng có thể đi qua kính lọc phân cực thứ hai và tới bộ cảm nhận tín hiệu của máy đo mật độ.

Bằng cách chặn các phần tử ánh sáng phản xạ từ bề mặt mực in còn ướt ta có thể có được giá trị đo xấp xỉ bằng nhau cho mực in còn ướt và đã khô.

Do bị chặn bởi các kính lọc phân cực nên các tia sáng tới được bộ cảm nhận của máy đo sẽ ít hơn. Vì lẽ đó các giá trị đo được từ các máy đo có kính lọc phân cực sẽ thấp hơn khi đo bởi các máy đo khác.

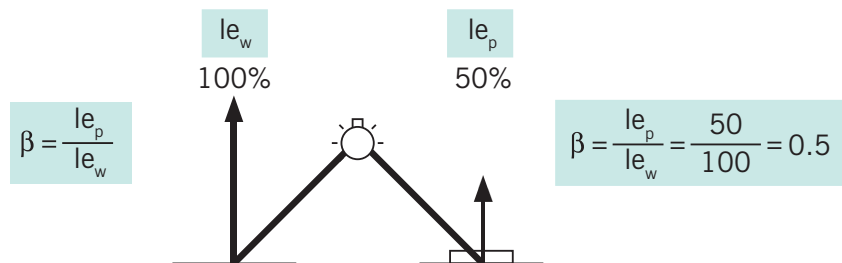


Các giá trị đo trong phép đo mật độ

Các máy đo mật độ hiển thị các số đo của chúng cho mật độ mực D dưới dạng số. Đó là tỷ số logarit giữa ánh sáng được hấp thụ bởi một nền trắng tham chiếu* với lượng sáng được hấp thụ của lớp mực được đo. Trong thực tế các số liệu mật độ mực hầu như được gọi chung là “mật độ”.

Giá trị mật độ mực được tính toán theo công thức sau: $D = \lg \frac{1}{\beta}$

Hệ số phản xạ β được tính toán như sau:



Với le_p là một lượng sáng phản xạ từ mực in và le_w là lượng sáng phản xạ từ nền trắng tham chiếu.

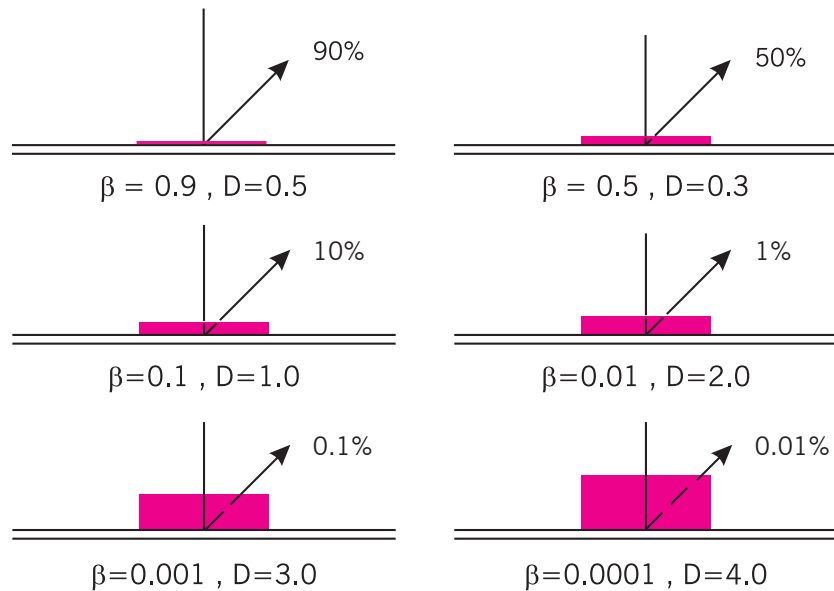
Hệ số phản xạ là tỷ số giữa ánh sáng phản xạ từ một mẫu đo (mực in) và từ một điểm trắng (giá trị tham chiếu).

Với giá trị được tính toán theo như trên, mật độ được tính theo công thức:

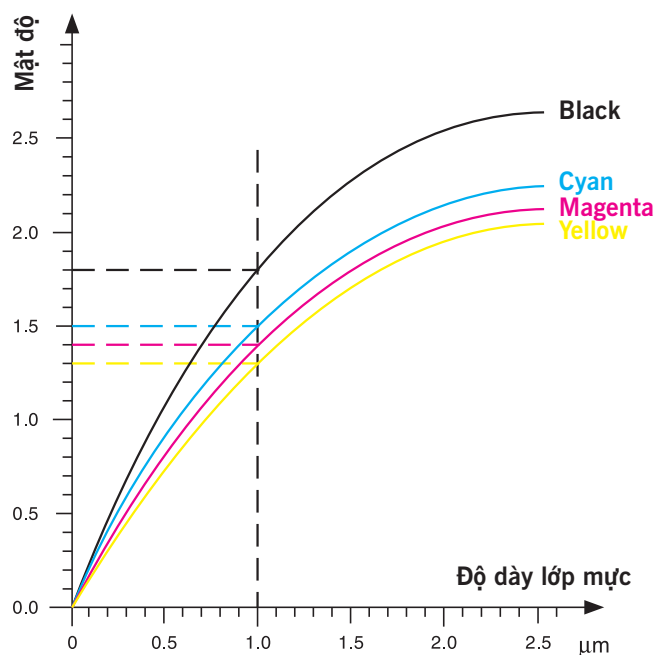
$$D = \lg \frac{1}{\beta} = \lg \frac{1}{0.5} = \lg 2 = 0.3$$

Có một mối tương quan chặt chẽ giữa độ dày lớp mực và mật độ mực. Hình vẽ dưới đây cho thấy rằng với độ dày lớp mực tăng, sự phản xạ ánh sáng giảm và giá trị mật độ tăng.

Hình 7: Mối tương quan chặt chẽ giữa độ dày lớp mực và mật độ mực



Hình 8: Đồ thị thể hiện mối tương quan giữa độ dày lớp mực và mật độ mực của 4 màu cơ bản trong in offset



Đường thẳng đứng đánh dấu khoảng độ dày lớp mực xấp xỉ 1mm thường được dùng trong in offset. Đồ thị cũng cho thấy rằng các đường cong mật độ dốc ở phần đầu và nằm ngang khi độ dày lớp mực cao nhất đạt được. Từ độ dày lớp mực này trở lên hầu như không có sự gia tăng mật độ mực nào nữa. Tuy nhiên, độ dày của lớp mực này không còn thích hợp cho in offset.

Đo mật độ

Lấy điểm zero trên giấy trắng

Trước khi bắt đầu đo, các máy đo mật độ phải được định chuẩn về zero trên nền trắng của giấy (nền trắng tham chiếu) để loại trừ các ảnh hưởng về màu sắc và đặc tính bề mặt của giấy lên việc xác định độ dày lớp mực in. Vì mục đích này, mật độ của giấy trắng liên hệ đến “nền trắng tuyệt đối” được đo và số đo này được xác lập là zero ($D=0.00$).

Khi tiến hành các phép đo với điểm zero lấy trên tờ in, ta sẽ gặp các bất lợi quan trọng như sau:

- Khi lấy điểm zero chuẩn trên giấy, người sử dụng máy đo báo cho máy tự động trừ đi các giá trị mật độ của giấy ở những lần đo. Điều này rất quan trọng vì trên thực tế màu của tờ in là tất cả các màu ta thấy khi quan sát tờ in kể cả màu của giấy (các màu mực in có tính trong suốt và thực sự đóng vai trò của các kính lọc ánh sáng phản xạ từ tờ giấy và tới mắt người).
- Ngày nay, các nhà nghiên cứu đã biết rằng mật độ của giấy phía bên dưới lớp mực tông nguyên không giống với mật độ của giấy chưa in trên cùng một tờ in, vì thế loại trừ mật độ nền giấy ra khỏi mật độ tổng cộng khi đo – định chuẩn điểm zero trên giấy – chưa thực sự cho thấy mật độ của lớp mực in

Mật độ tông nguyên

Số đo trên một vùng tông nguyên (tông 100% hay tông in nền) được coi như mật độ tông nguyên (DV). Nó được đo trên dải kiểm tra quá trình in và được bố trí trên tờ in đặt thẳng góc với hướng in.

Ngoài các phần tử kiểm tra khác, dải kiểm tra in còn có các ô tông nguyên cho cả 4 màu cơ bản và nếu cần thiết còn có các màu bổ sung. Mật độ

tông nguyên cho phép kiểm tra và duy trì độ dày lớp mực đều đặn (trong khoảng dung sai nhất định) trên toàn bộ tờ in và quá trình in.

Mật độ tầng thứ

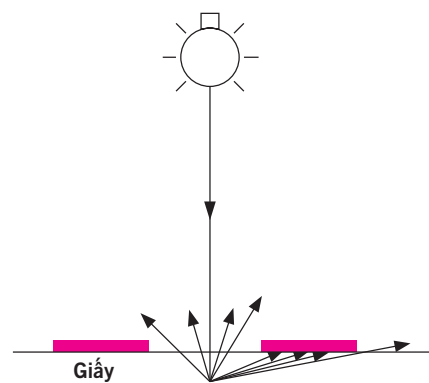
Mật độ tầng thứ được đo trên các ô tầng thứ của dải kiểm tra in. Trong vùng đo có chiều rộng khoảng 3 đến 4 mm có sự phối hợp giữa các điểm tram và nền trắng của giấy, giống như khi được nhìn bởi mắt người.

Giá trị đo được là giá trị mật độ mực tại vùng có tầng thứ (% diện tích điểm tram). Tỷ lệ giữa diện tích của các điểm tram và tổng diện tích bề mặt tại vùng được đo càng lớn thì độ dày lớp mực càng cao và giá trị mật độ tầng thứ càng lớn.

Diện tích che quang học hiệu dụng (giá trị tầng thứ trên tờ in)

Khi một máy đo mật độ đo một vùng tram, nó không chỉ đo mật độ thông qua độ che phủ diện tích hình học mà còn đo độ che diện tích quang học hiệu dụng.

Độ che diện tích hình học là tỷ lệ diện tích giữa các điểm tram và nền trắng của giấy. Độ che diện tích quang học tính luôn cả phần ánh sáng chiếu đi vào trong nền giấy và bị giữ lại bên dưới các hạt tram trong quá trình phản xạ và coi như được hấp thụ.



Hiệu ứng này được gọi là “sự tán quang”. Nó làm cho các điểm tram xuất hiện về phương diện quang học to hơn kích thước thật của nó. Độ che diện tích quang học hiệu dụng phối hợp cả độ che diện tích hình học lẫn sự gia tăng diện tích quang học.

Các ứng dụng cơ bản của máy đo mật độ trong việc kiểm tra chất lượng

Từ các giá trị đo mật độ tông nguyên và mật độ tầng thứ ta có thể tính được sự gia tăng tầng thứ và độ tương phản in. Tuy nhiên trước hết tất cả các thiết bị đo phải được cân chỉnh về zero trên nền giấy trắng.

Giá trị tầng thứ trong in

Từ các giá trị mật độ tông nguyên (DV) và giá trị mật độ của tầng thứ được đo (DR), giá trị tầng thứ (% diện tích điểm tram) của tờ in F_D có thể tính được bằng phương trình Murray - Davies

$$F_D(\%) = \frac{1 - 10^{-DR}}{1 - 10^{-DV}} \cdot 100$$

Sự gia tăng tầng thứ

Sự gia tăng tầng thứ $Z(\%)$ là hiệu số giữa giá trị tầng thứ đo được trên tờ in (F_D) và giá trị tầng thứ đã biết trên phim (F_F).

$$Z(\%) = F_D - F_F$$

Độ tương phản in

Độ tương phản in tương đối cũng được tính từ giá trị mật độ tông nguyên D_V và mật độ tông tram D_R . Giá trị D_R ở đây tốt nhất nên được đo ở tông $\frac{3}{4}$ (Tông 75%).

$$K(\%) = \frac{D_V - D_R}{D_V} \cdot 100$$

Sự nhận mực

Sự nhận mực được tính toán từ các giá trị mật độ tông nguyên cho mỗi màu riêng biệt, nó cũng được tính từ các ô màu tông nguyên được in chồng 2 màu và 3 màu trên thang kiểm tra in tương ứng với thứ tự màu in.

Sự nhận mực được tính toán bằng công thức sau cho thấy tỷ lệ % sự truyền một lớp mực này lên trên một lớp mực khác. Màu nằm bên dưới (màu in đầu tiên lên giấy) được coi là có tình trạng nhận mực 100%.

In chồng 2 màu

$$FA_2(\%) = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \cdot 100$$

với D_{1+2} : Mật độ mực in của cả hai màu

D_1 : Mật độ mực của lớp mực in đầu tiên

D_2 : Mật độ mực của lớp mực in sau cùng

Chú ý: Tất cả các mật độ mực phải được đo với kính lọc màu của màu in thứ 2.

In chồng 3 màu

$$FA_3(\%) = \frac{D_{1+2+3} - D_{1+2}}{D_3} \cdot 100$$

với D_{1+2+3} : Mật độ mực in của cả ba màu
 D_3 : Mật độ mực của lớp mực in sau cùng
 D_{1+2} : Mật độ mực của hai lớp mực in đầu tiên

Chú ý: Tất cả các mật độ mực phải được đo với một kính lọc màu của màu in thứ ba.

Công thức trên cũng được dùng trong bộ phận kiểm tra chất lượng CPC 21 của Heidelberg. Thêm vào đó còn có các phương pháp khác để tính toán việc nhận mực. Tất cả các phương pháp này đang còn là các vấn đề tranh luận, do các giá trị đạt được hiểu một cách quá cứng nhắc. Tuy nhiên, để so sánh giữa các lần in và đặc biệt là giữa các tờ in trong cùng một đợt in thì chúng thực sự có ý nghĩa. Giá trị FA càng cao việc nhận mực càng tốt.

Các giới hạn của máy đo mật độ

Cũng giống như kỹ thuật tách màu, các máy đo mật độ hoạt động với các kính lọc được điều chỉnh cho phù hợp với 4 màu cơ bản. Chúng cung cấp một giá trị tương đối về độ dày lớp mực nghĩa là chúng không đo sự thể hiện quang học của màu.

Các yếu tố này đặt ra một số giới hạn nhất định cho việc ứng dụng các máy đo. Bảng phía trên liệt kê các lĩnh vực áp dụng tiêu biểu khi so sánh với máy đo màu và máy đo phổ.

Một bất lợi chủ yếu của phép đo mật độ là các mật độ màu giống nhau không nhất thiết dẫn tới các cảm nhận quang học giống nhau. Đây là trường hợp khi các chất liệu màu được so sánh cho thấy sự khác biệt giữa chúng với nhau. Vì lẽ đó các giá trị tham chiếu có thể không được lấy từ các bản in thử hay các mẫu khác.

Các hạn chế của 3 kính lọc màu Red, Green, Blue là tương đối quan trọng. Khi các màu mẫu được phối trộn bởi nhiều hơn 4 màu cơ bản, việc đo các màu bổ sung trở thành một vấn đề nan giải. Trong hầu hết các trường hợp, không có kính lọc nào thích hợp cho các màu bổ sung như thế kết quả là các giá trị mật độ mực đo được quá thấp và sự gia tăng tầng thứ cũng sai.

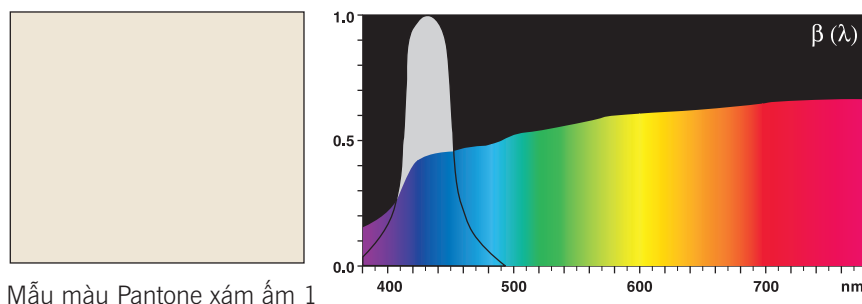
QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM IN

<i>X : thích hợp cho các màu cơ bản</i> <i>• : thích hợp cho các màu đặc biệt</i> <i>() : thích hợp một phần</i>	Máy đo mật độ	Máy đo màu	
		PP. kích thích	PP. Đo phổ
Công thức mực			•
Điều chỉnh mực			
• Trên cơ sở các tiêu chuẩn	X (•)	X •	X •
• Trên cơ sở các dãy kiểm tra in thử	X (•)	X •	X •
• Trên cơ sở các số liệu chủ yếu		(X) (•)	X •
• Trên cơ sở bản in thử		X •	X •
• Trên cơ sở các dãy ngẫu nhiên		X •	X •
• Trên cơ sở dữ liệu hình ảnh (QT Chế bản)		(X) (•)	X •
• Xác định mực in thích hợp		(X) (•)	X •
Hòa hợp màu (so sánh)		X (•)	X •
Kiểm soát quá trình in			
• Trên cơ sở ô tông nguyên	X (•)	X •	X •
• Trên cơ sở ô tầng thứ đơn sắc	X (•)	X •	X •
• Trên cơ sở ô tầng thứ in nhiều màu	(X)	X •	X •
• Dựa theo hình ảnh		X •	X •
• Xác định yếu tố sai hỏng do mực		X •	X •
• Xác định các thay đổi của giấy in		X •	X •
Đo đặc			
• Mật độ tông nguyên	X (•)	X (•)	X •
• Sự gia tăng tầng thứ	X (•)	X (•)	X •
• Sự nhận mực (tương đối)	X (•)	X (•)	X •
• Sự nhận mực (tuyệt đối)		X •	X •
• Hiện tượng mêta		X •	X •
• Ấn tượng cảm nhận		X •	X •

Việc sử dụng các máy đo mật độ cũng bị phê phán khi kiểm tra màu trên cơ sở các ô tăng thứ chồng nhiều màu như là các ô kiểm tra sự cân bằng xám. Nếu một ô cân bằng xám được đo với 3 kính lọc màu thì các giá trị mật độ mực đạt được khác với các giá trị nhận được khi đo riêng từng màu bằng kính lọc dành cho nó. Điều này xảy ra vì mỗi một màu mực trong 3 màu mực in sẽ góp phần vào tổng mật độ mực và các màu cơ bản không phải là những mực in hoàn hảo (hấp thụ hoàn hảo 1/3 vùng quang phổ thấy được và phản xạ 2/3 còn lại) nên chúng sẽ hấp thụ thêm các khoảng phổ mà lẽ ra chúng không được hấp thụ.

Các máy đo mật độ rất hữu ích trong việc theo dõi quá trình in của một máy in 4 màu. Trong tất cả các trường hợp khác, các máy đo mật độ đều bị giới hạn khi sử dụng. Hai ví dụ dưới đây cho thấy các màu bổ sung được đo với máy đo mật độ như thế nào.

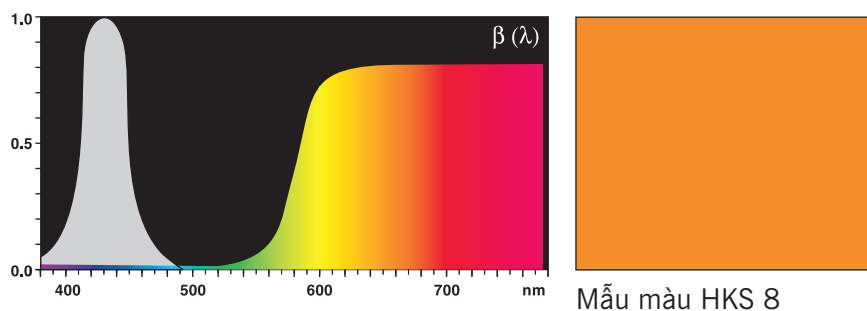
Hình 9: Phổ thể hiện của mẫu đo màu pantone



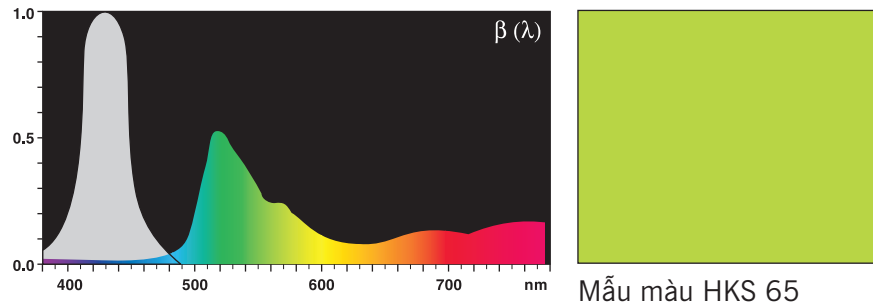
Mẫu màu Pantone xám ám 1

Tông màu “xám” được trình bày ở đây có độ phản xạ tương đối cao, hơi giảm đi về phía khoảng phổ Blue (380 - 500 nm). Do vậy giá trị mật độ cao nhất (0.17) được đo với một kính lọc màu Blue. Giá trị thấp này không thể thay đổi một cách dễ dàng, vì thay đổi độ dày lớp mực chỉ dẫn tới làm thay đổi không đáng kể mật độ. Vì lẽ đó trên thực tế, các màu nhạt chủ yếu được đánh giá bằng mắt trên cơ sở tờ in khách hàng đồng ý và được điều chỉnh thủ công.

Hình 10: Sự khác nhau về tông màu được thể hiện qua sự khác nhau về đường cong phản xạ phổ



Mẫu màu HKS 8

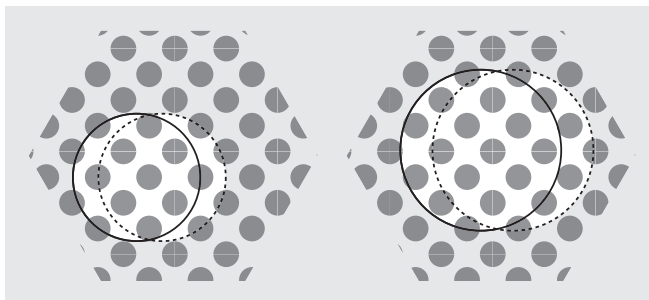


Các màu bổ sung HKS 8 và HKS 65 ở ví dụ thứ 2 này có sự khác biệt hoàn toàn về tông màu và có thể thấy được từ đường cong phản xạ phổ của nó. Đối với cả hai màu sự hấp thụ trong phạm vi phổ Blue (380 - 500 nm) là lớn nhất. Và kết quả là mật độ cao nhất (1.6 cho mỗi màu) được đo bằng kính lọc màu Blue. Do vậy các giá trị mật độ bằng nhau được đo bởi cùng một kính lọc màu không có nghĩa là các tông màu của chúng như nhau! Vì vậy sự thể hiện của một màu chỉ có thể đánh giá được bởi phép đo màu.

Những biến đổi gây bởi kích thước lỗ đo

Trong các máy đo mật độ phản xạ, kích thước lỗ đo thay đổi từ 2mm đến 4mm. Mặc dù kích thước lỗ đo trong máy đo mật độ không gây ảnh hưởng lớn đến sự biến đổi khi đo các mẫu tông nguyên hay nền giấy nhưng nó lại có ảnh hưởng lớn khi đo các giá trị tầng thứ (các tông tram). Điều này xảy ra vì lỗ đo xác định một vùng đo trên vật liệu mà máy đo sẽ thu nhận ánh sáng phản xạ. Kích thước lỗ đo nhỏ hơn xác định một vùng được đo nhỏ hơn trên bề mặt tờ in và sự gia tăng biến đổi khi đo có thể xảy ra khi có sự thay đổi nhỏ của vị trí đặt lỗ đo trên tờ in (xem hình 8). Vì thế kích thước lỗ đo là một yếu tố biến đổi được gây bởi cả máy đo mật độ lẫn người vận hành.

Hình 11: Khi đo với máy đo mật độ có lỗ đo nhỏ hơn, sự thay đổi nhỏ tại vị trí đặt lỗ đo có thể tạo ra sự biến đổi đáng kể



Để quyết định sự gia tăng biến đổi này, nên có trong tay hai máy đo mật độ được sản xuất bởi cùng một hãng và hai máy này càng giống nhau càng tốt (lưu ý rằng hai máy này ohari có kích thước lỗ đo như nhau) sau đó:

- Định chuẩn cả hai máy đo mật độ, kiểm tra lại bằng tham chiếu T. Bảo đảm rằng cả hai máy đều tuân thủ theo tiêu chuẩn phản hồi T.
- Sử dụng thanh kiểm tra in có độ phân giải tram 133lpi (hoặc 150lpi hay 120lpi). Đo kiểm tra trên ô tram 50%. Tiến hành đo bằng lỗ đo lớn rồi tiếp tục đo bằng lỗ đo nhỏ hơn. Ghi lại các giá trị đo lên biểu đồ phân tích cho từng loại lỗ đo.
- Lập lại thử nghiệm này cũng trên mẫu đo 50%, cùng một người đo tiến hành 20 chu kỳ đo trên một mẫu đo, mỗi chu kỳ đo 3 lần liên tiếp với 2 loại lỗ đo (120 lần đo, 60 lần đo bằng lỗ đo lớn và 60 lần đo bằng lỗ đo nhỏ). Người vận hành cũng nên thử để đầu đọc lệch sang một chút trên mẫu đo. 120 lần đo nên được đo cách nhau khoảng một thời gian cố định tuy nhiên không bắt buộc phải là 5 phút hay bất kỳ khoảng thời gian nào.
- Phân tích 2 biểu đồ số liệu cho lỗ đo lớn và nhỏ. Giả sử rằng 2 máy đo giống nhau và mẫu đo cũng như người đo không đổi, kết quả sẽ cho thấy sự khác biệt giữa lỗ đo có kích thước lớn và nhỏ cũng như phần đóng góp của chúng vào tổng sai lệch mật độ trong hệ thống đó.

Các tùy chọn sau đây cũng giúp phát hiện thêm ảnh hưởng của lỗ đo:

- Đo và phân tích các mẫu đo 25% và 75% và tổng nguyên (100%).
- So sánh bảng phân tích và thống kê khi đo trên các mẫu đo có độ phân giải tram khác nhau và hình dạng các điểm tram khác nhau.
- Đo các mẫu đo được in trên các loại giấy khác nhau vì độ mịn của giấy cũng ảnh hưởng đến kết quả đo.

Dưới đây là một cách đo kiểm tra nhanh (nhưng không có tính thống kê) sẽ giúp ta hiểu rõ ảnh hưởng của kích thước lỗ đo lên sự phối hợp mực – giấy – độ phân giải tram:

- Đo mẫu đo 50% một lần sử dụng lỗ đo nhỏ rồi ghi số liệu đo lại.
- Đo lại mẫu đo đó 10 lần, ghi lại các số liệu đo và tính ra giá trị trung bình (trong mỗi lần đo ta có thể dời nhẹ đầu đọc qua vị trí kế bên).
- Lập lại bước 1 sử dụng lỗ đo lớn.

- Lập lại bước 2 với lỗ đo lớn.
- So sánh 4 giá trị thu nhận được. Chúng sẽ chỉ ra:
 - Phép đo một lần với lỗ đo nhỏ sẽ khác với đo một lần với lỗ đo lớn như thế nào.
 - Sự khác biệt giữa phép đo một lần với phép đo 10 lần và lấy giá trị trung bình.
 - Sự khác biệt giữa giá trị trung bình trong 10 lần đo trên lỗ đo lớn với lỗ đo nhỏ.

Khi đề cập đến kích thước lỗ đo và độ phân giải tram, các chuyên gia lưu ý rằng khi độ phân giải tram tăng thì kích thước lỗ đo có thể giảm mà không ảnh hưởng nhiều đến phép đo. Điều này cũng hợp lý vì khi độ phân giải tram tăng có nghĩa là kích thước của hạt tram nhỏ đi.

Lưu ý rằng việc đo với các lỗ đo nhỏ có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như độ mịn của giấy và các thay đổi trong việc truyền mực. Khi phải dùng lỗ đo nhỏ để đo mật độ trên các mẫu kiểm tra có độ phân giải tram thô, ta vẫn có thể đạt được độ chính xác nếu chịu khó đo nhiều lần với các vị trí đo lân cận điểm đo đầu tiên và lấy giá trị trung bình.

Các nghiên cứu của viện GAFT được báo cáo năm 1989 cho thấy rằng khi đo trên các loại giấy in báo, các máy đo mật độ với lỗ đo lớn cho các số đo ổn định hơn. Trong quá trình kiểm tra với các thang kiểm tra có diện tích các ô kiểm tra chỉ nhỏ bằng một nửa so với các ô chuẩn, ta phải sử dụng lỗ đo nhỏ để tránh bị sai lệch do ảnh hưởng của các vùng kề cận. Các nghiên cứu của Franzsgg ở viện nghiên cứu RIT chỉ ra rằng khi đo với lỗ đo có đường kính 2mm trên loại tram có độ phân giải 85lpi thì độ biến đổi số đo là $\pm 2\%$ có nghĩa là điểm tram 50% có thể được đo là 48% hay 52%. Sai số này chỉ còn $\pm 1\%$ khi đo trên loại giấy có độ mịn cao.

Các lưu ý khi thực hành đo mật độ

Các tiêu chuẩn cân chỉnh luôn được cung cấp kèm theo từng thiết bị. Việc cân chỉnh căn bản nên được tiến hành theo chỉ dẫn trong sách hướng dẫn sử dụng, sau đó các máy đo mật độ được thiết lập các thông số để đo cho phù hợp với các màu theo các hướng dẫn và định giá trị zero cho nền giấy trắng.

Nếu máy đo mật độ không thể trả về 0.00 cho nền giấy trắng thì các giá trị đo được phải trừ bớt đi mật độ của giấy trắng (điều này chỉ xảy ra với các máy đo mật độ cũ). Khi xác định mật độ phải lưu ý rằng hầu hết các vật liệu in (trừ kim loại và một số loại plastic) đều cho ánh sáng mặt sau qua. Vì thế ảnh hưởng của bề mặt mà mẫu đo được đặt lên trên đó phải được cân nhắc kỹ. Các chuyên gia ngành in đều khuyên rằng vật liệu được in một mặt phải được đo khi mẫu đo nằm trên bề mặt trắng và vật liệu được in cả hai mặt khi đo phải đặt mẫu đo lên nền đen. Tùy thuộc vào dạng cấu tạo hình học của các máy đo mật độ phản xạ, các giá trị đo được phụ thuộc chủ yếu vào khoảng cách. Để đảm bảo cho các thiết bị đo đáng tin cậy, các mẫu đo phải được đặt trên một bề mặt phẳng và không bị đánh dấu bởi bất kỳ thứ gì. Các màu pha được đo bằng cách thiết lập các thông số trong máy đo mật độ để tạo ra các giá trị cao nhất. Trong trường hợp các thiết bị có bộ phận tự động chọn kính lọc, các kính lọc đúng sẽ được chọn một cách tự động.

Lưu ý về cân chỉnh máy đo mật độ

Giá trị đo được trên giấy trắng tùy thuộc vào loại giấy và kính lọc. Trong trường hợp các phép đo được tiến hành trên nhiều loại giấy khác nhau, thiết bị phải được đặt về giá trị zero tại bề mặt trắng của giấy trước khi đo.

Lưu ý khi đo mật độ chênh lệch giữa mực ướt và mực khô

Sử dụng máy đo mật độ quang học không có kính phân cực để đo các giá trị mật độ. Khi mực còn ướt, mật độ $D = 1,45$, cũng tại điểm đó khi mực đã khô sau hơn 30 phút có mật độ $D = 1,38$. Vậy mật độ chênh lệch giữa mực ướt và mực khô là 0,07. Nếu mật độ mực khô đo được là $D = 1,40$ thì mật độ mực ướt thực sự là $D = 1,40 + 0,07 = 1,47$.

- Lưu ý luôn giữ cho đầu đo của máy đo mật độ quang học sạch sẽ.
- Các giá trị mật độ chỉ có tính chất tương đối, chúng không thể dễ dàng chuyển từ giá trị này sang giá trị khác. Mực của các hãng sản xuất khác nhau hay ngay cả những loại mực khác nhau của cùng một hãng sản xuất đều có các giá trị mật độ khác nhau, ngay cả khi ta in trên cùng một loại giấy với cùng độ dày lớp mực.

- Để kiểm soát mật độ trong quá trình in đòi hỏi phải có các thang kiểm tra chính xác (vd: thang kiểm tra FOGRA - PMSI, FOGRA - PMS).
- Các phép đo mật độ thường cung cấp các báo cáo không chính xác về tông màu của mực in thí dụ như màu Magenta được tạo ra “ấm hơn” hay “lạnh hơn”. Chỉ có các thiết bị đo màu mới cung cấp các giá trị đáng tin cậy về tính chất này.
- Việc cân chỉnh máy đo mật độ có liên quan đến giấy trắng phải được kiểm tra nhiều lần mỗi ngày với mỗi màu.
- Nên sử dụng máy đo mật độ quang học với chế độ tự động chọn kính lọc và tính toán được kích thước hạt tram cũng như sự gia tăng tầng thứ.

Thuật ngữ mật độ mực ướt được dùng để diễn tả giá trị mật độ đo được từ mẫu 30 giây sau khi in.

Thuật ngữ mật độ mực khô được dùng để diễn tả giá trị đo được từ mẫu tối thiểu 30 phút sau khi in.

Máy đo mật độ thích hợp

Một máy đo mật độ hiện đại thích hợp nhất cho các hoạt động kiểm tra chất lượng. Các máy đo mật độ được sản xuất từ những năm 1985 thường được coi là máy đo hiện đại. Một máy đo mật độ hiện đại phải có phần lớn các đặc điểm sau:

- Cấu tạo chủ yếu bởi các thiết bị điện tử
- Bộ phận hiển thị số đo điện tử
- Tuân thủ các thông số kỹ thuật của ANSI/ISO
- Dễ dàng cân chỉnh
- Có chức năng giao tiếp được với máy tính qua các cổng giao tiếp với máy tính thông dụng
- Sử dụng đèn halogen có bộ phận ổn định nguồn sáng
- Dùng pin và sử dụng linh hoạt với các nguồn điện
- Dễ dàng tháo lắp và di chuyển

Các yếu tố cần lưu ý khi mua máy đo mật độ.

Khi cân nhắc mua một máy đo mật độ phải đặt các câu hỏi sau rồi kết hợp với các thông tin từ phần trên để so sánh các máy đo mật độ:

- Máy có thể đo được bao nhiêu lần rồi mới thay pin?
- Việc đo đặc có ảnh hưởng khi nguồn pin cạn không?
- Nguồn sáng có phải là nguồn tiêu chuẩn A không? (Mặc dù ta khó xác minh rằng nó có phù hợp với tiêu chuẩn không, ta vẫn có thể thấy sự khác biệt bằng cách so sánh nguồn sáng của máy đo mật độ đó với một nguồn sáng halogen.)
- Bao lâu thì máy đo mật độ phải được cân chỉnh lại? mỗi ngày, mỗi tuần, mỗi tháng...?
- Bộ phận cân chỉnh có thay đổi khi thay đổi đèn?
- Máy đo có thể được nối với máy tính và việc kết nối này có thể thực hiện hoàn hảo không?
- Độ chính xác của máy đo khi đọc một vật liệu chuẩn như tham chiếu T*. Máy đo mật độ có chính xác khi đọc mẫu tham chiếu T như quy cách nhà sản xuất?
- Độ bền của máy đo khi bị rơi từ trên bàn xuống? (khoảng 60cm)
- Việc thay đèn có dễ dàng hay không?
- Chính sách bảo trì sửa chữa của nhà sản xuất hay nhà cung cấp.
- Kích thước của lỗ đo? Phải đảm bảo rằng kích thước của lỗ đo đủ rộng để có thể thu nhận được chính xác các đặc tính in và đủ nhỏ để đo các thang màu hay các ô kiểm tra in. Lưu ý rằng nếu đo hình ảnh in tram thô với máy đo mật độ có lỗ đo nhỏ thì các số đo trở nên kém chính xác và ổn định (xem phụ lục C).

Chú ý rằng các câu trả lời cho hầu hết các câu hỏi trên chỉ có thể là được hoặc không được khi so sánh các máy đo về hiệu quả hoạt động và giá thành và không nên đánh giá thấp điểm nào.

Độ nhạy của máy đo mật độ với các bề mặt không bình thường

Các máy đo mật độ phù hợp với các tiêu chuẩn ANSI/ISO hoàn toàn nhạy với các bề mặt đo. Mặc dù các tiêu chuẩn này yêu cầu phải đo mật độ trên

bề mặt cứng và phẳng nhưng đôi khi người sử dụng phải đo trên bề mặt xấp xỉ và bị uốn như chồng giấy in. Để tìm hiểu các bề mặt không ổn định ảnh hưởng như thế nào đến máy đo người ta thường sử dụng quy trình sau:

- Định điểm zero trên bề mặt cứng và phẳng.
- Đọc các số liệu trên thang kiểm tra màu hoặc các thang kiểm tra khác được đặt trên một bề mặt phẳng và cứng rồi ghi lại các số đo.
- Đọc các số liệu trên các thang màu và thang kiểm tra tương tự với máy đo mật độ được đặt một cách cân đối lên trên hai miếng đệm bằng bìa cứng hay các vật liệu tương tự rồi đo ghi lại các số liệu.
- Tiến hành như bước 3 nhưng máy đo mật độ được đặt nghiêng một bên bằng một miếng đệm và ghi lại các số.

Hình 12: Một máy đo mật độ phù hợp với các tiêu chuẩn ANSI/ISO sẽ nhạy với sự thay đổi trên bề mặt tiếp xúc.



Máy đo được đặt trên mặt phẳng

Máy đo được kê đều hai bên bằng hai miếng đệm

Máy đo được kê một bên bằng một miếng đệm

Chú ý rằng một thiết bị mà số liệu đo được từ nó ít bị biến đổi khi máy đo được chèn đều hoặc chèn một bên có thể không nhạy với các bề mặt bất thường và có thể không có giới hạn 5° trên các góc đo được xác định bởi tiêu chuẩn ANSI/ISO. Việc thiếu phù hợp với tiêu chuẩn này cho thấy máy đo không được lấy tiêu cự tốt trên bề mặt đo có thể góp một phần vào sự biến đổi chung các số liệu đo được. Một hệ quả của việc sử dụng máy đo mật độ không phù hợp với tiêu chuẩn là người sử dụng sẽ không biết khi có một sự thay đổi nhỏ về mật độ tờ in hay các thuộc tính khác xảy ra.

Các cải tiến trong phép đo mật độ

Bằng nhiều cách các máy đo mật độ đã được cải tiến đáng kể trong 15 năm qua. Theo các điều tra của Hiệp hội thông tin ngành in GCA các cải tiến gồm:

- Một tiêu chuẩn phản xạ ISO 5/3 (tiêu chuẩn T) hiện đang sử dụng để xác định các thông số phổ của các máy đo mật độ phản xạ. Hiện tại các nhà sản xuất có một tiêu chuẩn để nhằm vào những người sử dụng theo một định nghĩa toán học để từ đó mật độ tuyệt đối của các mẫu đo có thể được xác định qua các tiêu chuẩn của Viện nghiên cứu quốc gia Hoa Kỳ.
- Sự chính xác của các thiết bị điện tử - bao gồm các bộ cảm biến, nguồn sáng và bộ kính lọc khiến các máy đo mật độ ngày nay cho kết quả ổn định hơn. Các ống nhân quang đã được thay thế bởi các diod quang và các bộ cảm biến cho sự chính xác và ổn định mà các ống nhân quang trước đây không thể đạt được. Các lớp kính lọc được bọc rất kín, bộ khuếch đại FET đã được cải thiện làm tăng tính ổn định.
- Các thiết bị điện tử số hóa cũng giúp nâng cao sự chính xác và tính ổn định của thiết bị. Các thiết bị điện tử này làm rút ngắn thời gian hoặc không cần phải chờ đợi máy đo khởi động và quan trọng hơn nữa là hạn chế tối đa các biến đổi số đo khi đầu đọc bị nóng lên (do điện thế dao động). Các thiết bị ổn định hơn nhiều và vận hành với độ nhiễu thấp (một vài máy đo mật độ còn cho phép đọc tới 3 số lẻ). Các thiết bị mới cho phép lưu giữ các thông số cân chỉnh trong một thời gian dài để hạn chế việc thay đổi khi cân chỉnh lại nhiều lần. Các máy đo ngày nay đòi hỏi ít bảo hành hơn và ít hư hơn.
- Các đèn dây tóc halogen nhỏ thích hợp cho các máy đo mật độ cung cấp một nguồn sáng ổn định hơn và sáng hơn.
- Đầu đo được thiết kế lại để dễ đo hơn.
- Việc cân chỉnh máy đo luôn là vấn đề lớn nhất trong phép đo mật độ. Việc cân chỉnh dễ dàng hơn trên các máy đo mật độ mới làm cho chúng trở nên thân thiện với người sử dụng hơn. Đây là một trong những cải tiến quan trọng nhất về máy đo mật độ.
- Việc cải tiến các bộ vi xử lý đã mở rộng khả năng đo đặc và tính toán trên máy đo mật độ. Những cải tiến bao gồm việc đọc trực tiếp phần trăm diện tích điểm tram, sự truyền mực, độ sai lệch tông màu, độ nhuộm đen. Các cải tiến này đã cho phép lập chương trình nối kết với các máy tính cho mục đích phân tích, cung cấp những thông tin nhanh chóng, chính xác và làm cho thiết bị dễ điều chỉnh hơn. Các máy đo có thể được lấy điểm zero và thay đổi chế độ đọc dễ dàng hơn.

- Hầu hết các máy đo mật độ đều được trang bị một máy in cho phép in trực tiếp các dữ liệu được đo.
- Có nhiều lỗ đo rộng hơn và hẹp hơn để lựa chọn.
- Có nhiều loại máy phối hợp cả đo mật độ phản xạ lẫn mật độ thấu minh.
- Có khả năng đo cùng một lúc với các kính lọc thị giác, kính lọc Red, Green, Blue...

Các cuộc nghiên cứu cũng cho thấy các phép đo mật độ sử dụng kính lọc băng hẹp hiện nay không có cải tiến gì đặc biệt.

Các tiêu chuẩn và kiểm tra việc tuân thủ các quy định

Tiêu chuẩn ANSI / ISO

Tiêu chuẩn ANSI PH2.18, tiêu chuẩn ISO 5/3 dùng cho việc đo mật độ được chấp thuận vào năm 1984. Các điều kiện phổ xác định một bộ số hiển thị sự phản hồi phổ tiêu chuẩn cho:

- **Tiêu chuẩn A:** xác định hàm phản hồi cho phép đo các mẫu ảnh chụp, các phim Slide 35, các bài mẫu để trong nhìn trực tiếp hay chiếu bằng máy phóng ảnh.
- **Tiêu chuẩn M:** xác định hàm phản hồi cho việc đo những phim âm bản.
- **Tiêu chuẩn T:** xác định hàm phản hồi cho các bản in thử không qua vỏ bài, các bản in thử bố bài và các tờ in cũng như các vật liệu in khác được đo bằng cách sử dụng kính lọc băng rộng.

Cách thực tế duy nhất mà các nhà sản xuất máy đo mật độ, những người sử dụng máy đo mật độ trong ngành in và xuất bản có thể xác định máy đo của họ có phù hợp với tiêu chuẩn T hay không bằng cách sử dụng các tham chiếu của Viện tiêu chuẩn và công nghệ Hoa Kỳ (NIST). Tờ tham chiếu T của GCA cũng phù hợp với các quy định này.

Ủy ban ANSI IT2-28 cũng đã hoàn tất một tiêu chuẩn I, và một tiêu chuẩn cho các máy đo sử dụng kính lọc băng rộng 47B được coi là tiêu chuẩn E, cùng với các tiêu chuẩn liên quan là các tiêu chuẩn dùng cho ngành in để đo mật độ, đo màu và đo phổ.

Tiêu chuẩn DIN

Một tiêu chuẩn cho việc đo mật độ cũng được phát triển bởi tổ chức tiêu chuẩn Đức (DIN). Tiêu chuẩn DIN 16536 có tên là “Đo mật độ cho ngành in”: những yêu cầu về dụng cụ đo cho phép đo mật độ phản xạ, bao gồm ba phần: các thuật ngữ, các yêu cầu đối với máy đo mật độ màu, và các trình tự đo. Ngược lại với các tiêu chuẩn của Mỹ ANSI và tiêu chuẩn quốc tế ISO, các tiêu chuẩn DIN không có các phần tiêu chuẩn phản hồi.

Các tiêu chuẩn cho đo mật độ của DIN gồm có: Các tài liệu qui định góc đo, loại ánh sáng dùng để chiếu sáng mẫu vật, độ nhạy phổ của các bộ cảm biến, các kính lọc, các giá trị đo được báo cáo như thế nào? Kích thước vùng được đo, tính ổn định của thiết bị và phương pháp cân chỉnh thiết bị.

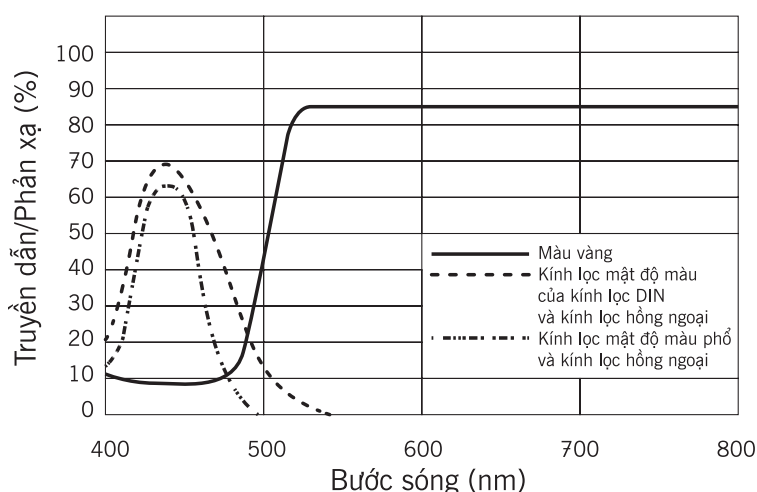
- Góc đo, góc chiếu sáng $45^\circ / 0^\circ$ hay $0^\circ / 45^\circ$, $\pm 5^\circ$ với một hệ thống vòng khuyên được khuyên cáo nếu dùng để đo các bề mặt in như giấy.
- Loại ánh sáng dùng chiếu sáng mẫu đo: Nguồn sáng A ($2854\text{ K} \pm 100\text{ K}$)
- Độ nhạy phổ của các bộ cảm biến: các bộ cảm biến quang điện phải hoạt động hiệu quả từ bước sóng 380 nm đến 720 nm. Một sự nhạy cảm với các bước sóng gồm tia hồng ngoại (trên 720 nm) phải được loại bỏ bằng kính lọc tia hồng ngoại.
- Các kính lọc: Các kính lọc có thể được đặt trước hoặc sau mẫu đo trên đường đi của tia sáng (lưu ý rằng tiêu ANSI/ISO đã loại bỏ phần booser sung về vị trí của kính lọc màu vì sự khác biệt của phép đo có thể xảy ra do thay đổi vị trí của kính lọc. Ảnh hưởng của sự khác biệt này được đề cập trong tài liệu phụ lục của DIN).

Việc đo mật độ màu của kính lọc được đo bằng phương pháp “Lượng phổ” sử dụng một kính lọc hấp thụ, thí dụ như kính lọc Wratten. Đối với việc đo mật độ màu bằng kính lọc DIN đã chỉ ra:

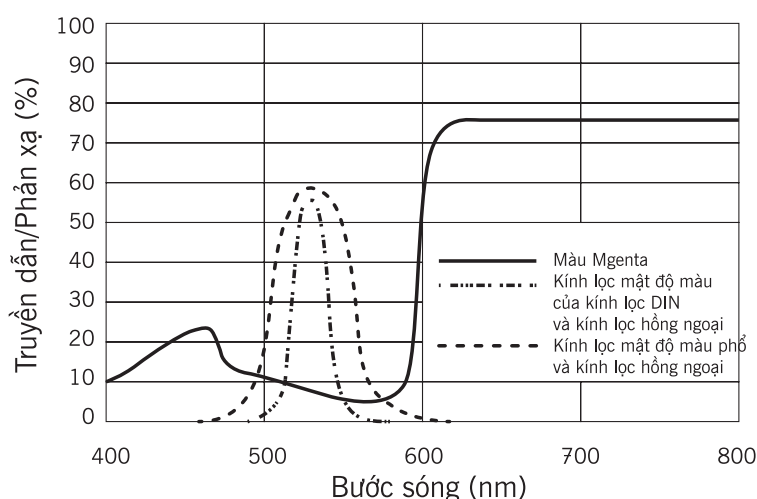
- **Để đo màu vàng:** Dùng kính lọc Blue có định nhạy phổ ở $430\text{nm} \pm 5\text{nm}$ và có băng thông tối đa là 40nm khi lượng ánh sáng phản xạ từ mẫu đo được kính lọc cho qua 50% và băng thông tối đa là 80nm khi lượng sáng phản xạ được kính lọc cho qua 10% (xem biểu đồ 13a).

- **Để đo màu Magenta:** Dùng kính lọc Green có đỉnh nhạy phổ ở $530\text{nm} \pm 5\text{nm}$ và có băng thông tối đa 60nm khi kính lọc cho ánh sáng phản xạ từ mẫu đo đi qua 50% và băng thông tối đa là 100nm khi kính lọc cho qua 10% (xem biểu đồ 13b).
- **Để đo màu Cyan:** Dùng kính lọc Red có đỉnh nhạy phổ ở $620\text{nm} \pm 5\text{nm}$ và dùng thêm kính lọc tia hồng ngoại, băng thông tối đa là 50nm khi kính lọc cho qua 50% lượng sáng phản xạ từ mẫu đo và 100nm khi kính lọc cho qua 10% lượng sáng từ mẫu đo.

Hình 13a: Phản xạ phổ của màu vàng tông nguyên và sự truyền dẫn (cho qua) của kính lọc theo tiêu chuẩn DIN để đo mật độ màu qua kính lọc và mật độ phổ



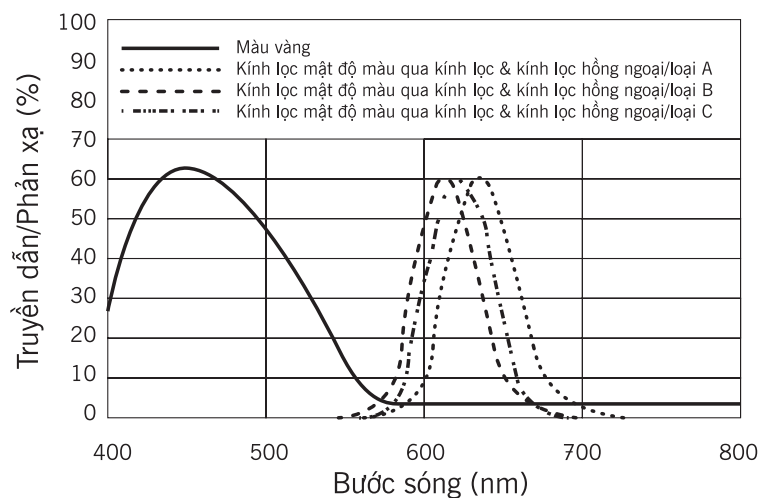
Hình 13b: Phản xạ phổ của màu magenta tông nguyên và sự truyền dẫn (cho qua) của kính lọc theo tiêu chuẩn DIN để đo mật độ màu qua kính lọc và mật độ phổ



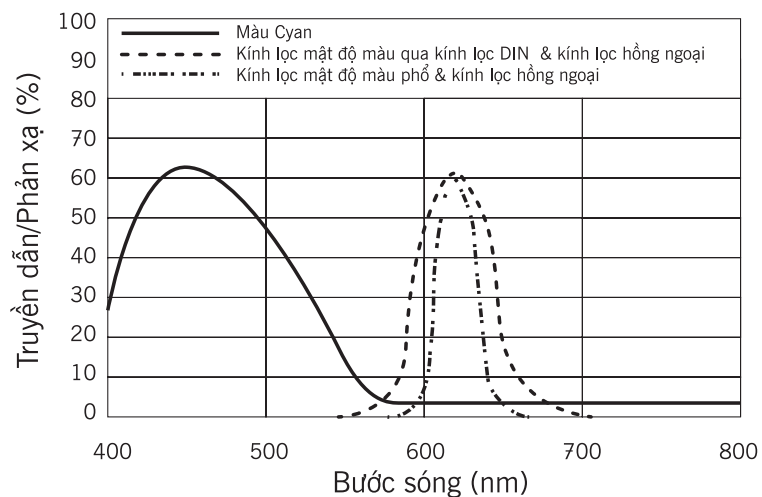
Các kính lọc cũng đọc sai số ± 0.1 đơn vị mật độ khi đo màu phổ theo định nghĩa của DIN.

Thuật ngữ “Mật độ màu phổ” liên quan đến phép đo màu vô sắc là phép đo ước lượng sự phản xạ và mật độ của chất tạo màu tại cùng một bước sóng. Các giá trị thu nhận được bằng một máy đo phổ cũng được đề cập trong tiêu chuẩn DIN. Để đo mật độ màu phổ, DIN đưa ra qui cách:

Hình 13c: Phản xạ phổ của màu cyan tông nguyên và sự truyền dẫn (cho qua) của kính lọc theo tiêu chuẩn DIN để đo mật độ màu qua kính lọc và mật độ phổ



Hình 13d: Các kính lọc với các đường cong chỉ ra tất cả các tiêu chuẩn phù hợp với DIN nhưng không tạo ra số đo lý tưởng cho màu Cyan



- **Để đo màu vàng:** Dùng kính lọc Blue có đỉnh nhạy phổ ở 430nm ± 5 nm, có băng thông tối đa là 20nm khi kính lọc cho 50% lượng sáng phản xạ từ mẫu đo đi qua và 30nm khi kính lọc cho qua 10% (xem biểu đồ 13A).
- **Để đo màu Magenta:** Dùng kính lọc Green có đỉnh nhạy phổ ở 530nm ± 5 nm và có băng thông tối đa 20nm khi kính lọc cho qua

50% lượng sáng phản xạ từ mẫu đo và 30nm khi kính lọc cho qua 10% (xem biểu đồ 13B).

- **Đế đo màu Cyan:** Dùng kính lọc Red có đỉnh nhạy phổ ở 620nm ± 5 nm và có băng thông tối đa là 20nm khi kính lọc cho qua 50% lượng sáng phản xạ từ mẫu đo và 30nm khi kính lọc cho qua 10% lượng sáng ỏ từ mẫu đo (xem biểu đồ 13C).

Các tài liệu tiêu chuẩn DIN không cho các hướng dẫn rõ ràng về các thiết kế máy đo dùng đo mật độ màu phổ. Đây là lý do chủ yếu tại sao trên thực tế các máy đo phổ không có khả năng đo theo kiểu đo màu vô sắc một cách chính xác. Vì thế hai máy đo phổ không được xác lập và cân chỉnh kỹ lưỡng có thể cho các giá trị đo màu vô sắc khác nhau. Cuối cùng để đảm bảo rằng máy đo mật độ đang cảm nhận ánh sáng theo qui cách yêu cầu, các tiêu chuẩn DIN đặc không nêu đầy đủ vì đã loại bỏ ít nhất một khoảng mật độ nằm ngoài mật độ cao nhất khi đo chỉ ra. Vì thế việc áp dụng cho ngành in và chế bản phải xác định các máy đo sẽ cảm nhận một mật độ có giá trị 3.0 như thế nào?

- **Hiển thị các giá trị đo:** các máy đo nên hiện thị trực tiếp các số đo, thí dụ 1.61, 0.53, 0.25.
- **Kích thước lỗ đo:** Đường kính các lỗ đo trên máy đo mật độ nên là 3.5mm dù cho đường kính 3mm được coi là giới hạn thấp nhất. Đường kính các lỗ đo nên được lựa chọn trên cơ sở độ phân giải tram 150lpi. DIN lưu ý rằng khi đó các hình ảnh được in với độ phân giải thô hơn thì đường kính các lỗ đo phải được kiểm tra thử. DIN cũng lưu ý rằng vùng đo phải không bị ảnh hưởng của vùng xung quanh, kể cả nền giấy trắng. DIN đã đề nghị một phương pháp xác định kích thước vùng đo nhỏ nhất có thể đo được trước khi các vùng xung quanh ảnh hưởng đến kết quả đo. Trái lại tiêu chuẩn ANSI PH2.17 xác định qui cách đồng nhất của nguồn sáng và độ nhạy qua lỗ đo, nó cũng xác định các yếu tố không đồng nhất, giấy là một mẫu đo không đồng nhất. Các tiêu chuẩn DIN không nói đến các yếu tố này.
- **Sự ổn định của thiết bị:**
 - Máy đo phải ổn định trong phạm vi ± 0.02 đơn vị mật độ từ một thang xám đã được cân chỉnh hoàn hảo. Nếu thang kiểm tra biến đổi ± 0.02 đơn vị mật độ từ một thang xám đã được cân chỉnh hoàn hảo. Nếu thang kiểm tra biến đổi ± 0.02 đơn vị mật độ thì

người sử dụng có thể mong đợi sự biến đổi tổng cộng của số đo trong khoảng ± 0.04 .

- Máy đo mật độ phải duy trì sự ổn định khi đo với các kính lọc bổ sung.

- **Cân chỉnh máy đo:**

- Máy đo nên được cân chỉnh bằng cách dùng một nền trắng lí tưởng được định nghĩa bởi các tiêu chuẩn khác của DIN để tham chiếu.
- Một phương pháp đo khác của ANSI chứ không phải của DIN - liên quan đến sự chiếu sáng dư, tiêu chuẩn ANSI PH2 - 17 yêu cầu rõ là mẫu đo phải lớn hơn vùng đo 2mm. Sự chiếu sáng dư này sẽ làm giảm thiểu các lỗi khi đo gây bởi ánh sáng được phản xạ bên dưới bề mặt của mẫu đo cũng như ánh sáng từ bên ngoài bề mặt đo.
- Hiệu ứng này có thể gây ảnh hưởng trong quá trình in vì các bề mặt thô và không cứng (thí dụ như giấy ảnh thông thường) cũng như các đặc tính vật lý của giấy in cho phép ánh sáng phản xạ từ bên dưới bề mặt.

- Một số điểm cần cân nhắc khi dùng tiêu chuẩn DIN:

- Nó xác định góc đo và sự chiếu sáng giống như các tiêu chuẩn ANSI/ISO.
- Mặc dù các máy đo cũng được xác định các tiêu chuẩn - kể cả các giá trị truyền qua chọn lọc cho các kính lọc - nhưng nó không phải là tiêu chuẩn phản hồi phổ (màu) mà máy đo mật độ phải có. Đối với người sử dụng, các biến đổi chấp nhận trong DIN cho phép các nhà sản xuất tuân thủ tiêu chuẩn DIN mà sản xuất ra các máy đo mật độ có sai số lớn. Sự cho phép biến đổi cũng có nghĩa là một thiết bị kiểm tra có bất kỳ số liệu nào tuân thủ theo DIN (như mẫu tham chiếu T dùng cho kiểm tra việc tuân thủ tiêu chuẩn ANSI/ISO) không thể phát triển được. Tóm lại, trên thực tế cũng có thể là một máy đo mật độ tuân thủ các tiêu chuẩn DIN cũng tuân thủ các tiêu chuẩn T của ANSI/ISO. Cách kiểm tra là nên dùng mẫu tham chiếu T.
- Nó cho phép các nhà sản xuất lựa chọn loại kính lọc có luôn trong máy đo gồm một bộ kính lọc băng rộng và một bộ kính lọc băng hẹp. Kết quả là người sử dụng phải biết bộ kính lọc tiêu chuẩn DIN nào đã được dùng cho máy đo (xem biểu đồ 7D)

CÁC PHÉP ĐO MÀU 2

Đo màu	37
Các giá trị kích thích 3 thành phần/ Điểm trắng tham chiếu	38
Các điều kiện chiếu sáng chuẩn	39
Người quan sát chuẩn - Các đường cong phối hợp màu	40
Đo màu bằng máy đo phổ	41
Khoảng sai biệt màu ΔE	42
Không gian màu CIE LAB	45
Không gian màu CIE LUV	47
Không gian màu CIE LCH	48
Hệ CMC	49
Hệ Munsell	50
Đo màu bằng phương pháp kích thích ba thành phần màu	50
Đo màu phổ	51
Nguyên lý đo của bộ phận kiểm tra chất lượng phổ CPC 21 của Heidelberg	52
Các dải kiểm tra màu và in thử	54
Kiểm soát mực với CPC 21 của Heidelberg	55



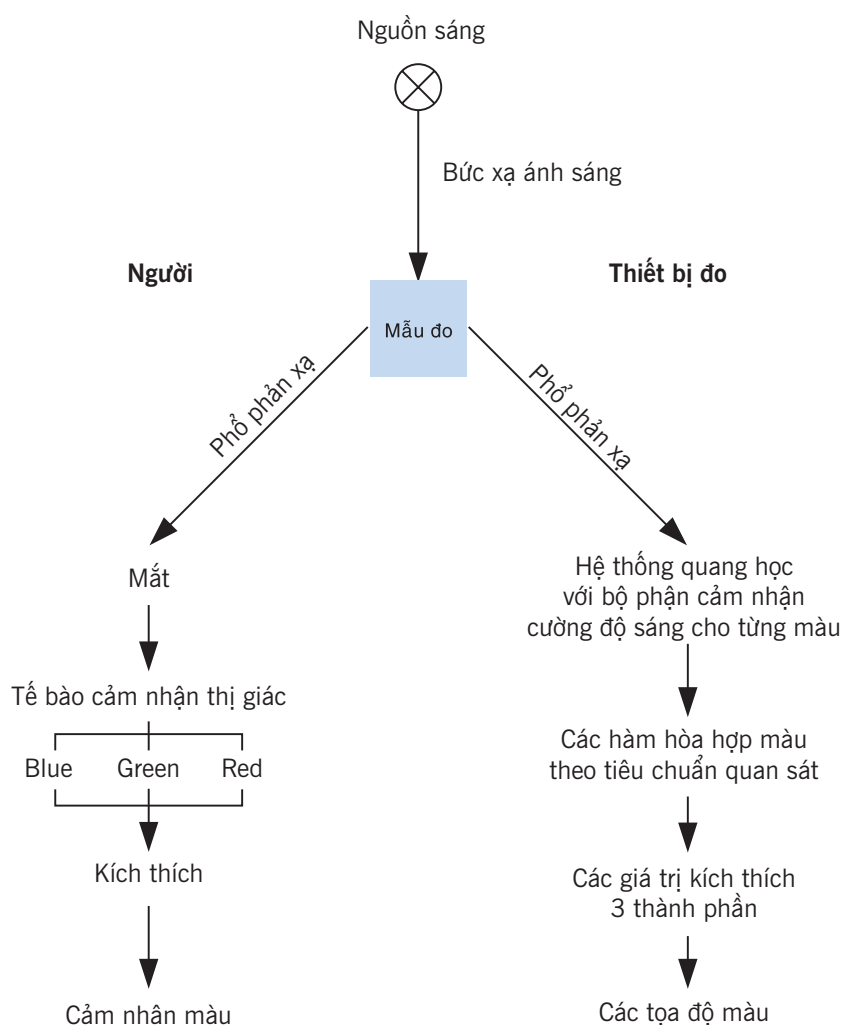
CÁC PHÉP ĐO MÀU 2

Đo màu

Có hai phép đo màu cơ bản: đo màu theo phương pháp kích thích 3 thành phần và đo phổ màu. Đo màu bằng phương pháp kích thích 3 thành phần màu dựa trên nguyên lý giống như cảm nhận của mắt người còn đo phổ màu sẽ đo phổ phản xạ tại từng bước sóng hay từng khoảng bước sóng.

Khi đo màu theo phương pháp kích thích 3 thành phần, mực (mẫu đo) được chiếu sáng bởi một nguồn sáng phát xạ. Một phần ánh sáng chiếu tới bị mẫu đo hấp thụ và phần còn lại phản xạ. Ánh sáng phản xạ được mắt người thu nhận. Khi ánh sáng chiếu tới mắt, các tế bào hình nón nhạy với các màu Red, Green, Blue bị kích thích và được các tế bào thần kinh thị giác chuyển tín hiệu kích thích tới não bộ cho phép cảm nhận màu.

Tiến trình cảm nhận màu tự nhiên này được mô phỏng lại trong các thiết bị đo. Trong quá trình đo, ánh sáng được chiếu tới mẫu đo. Ánh sáng phản xạ đi qua một hệ thống ống kính và tới bộ cảm biến, bộ cảm biến này dùng để đo cường độ ánh sáng của mỗi màu và chuyển tín hiệu cảm nhận được cho một máy tính. Tại đó, các tín hiệu này được đối chiếu với giá trị cảm nhận tương ứng của 3 loại tế bào hình nón trong mắt người được xác định theo chuẩn quan sát của CIE. Kết quả nhận được là các giá trị kích thích X, Y và Z. Sau cùng, các giá trị này được chuyển đổi thành các độ màu hay các tọa độ của các không gian màu khác (thí dụ như CIE LAB hay CIE LUV).



Các giá trị kích thích 3 thành phần/ Điểm trắng tham chiếu

Trong đo màu, việc xác định các giá trị kích thích 3 thành phần từ các vật phản xạ hoặc phát xạ đòi hỏi những điều kiện phải được chuẩn hoá trước. Hầu hết các điều kiện được chuẩn hoá này được nhà sản xuất thiết bị tính toán kỹ. Tuy nhiên, trong phép đo màu của vật thể có 3 yếu tố thường thay đổi và phải được người sử dụng điều chỉnh, đó là: điểm trắng tham chiếu, loại ánh sáng và người (chủ thể) quan sát.

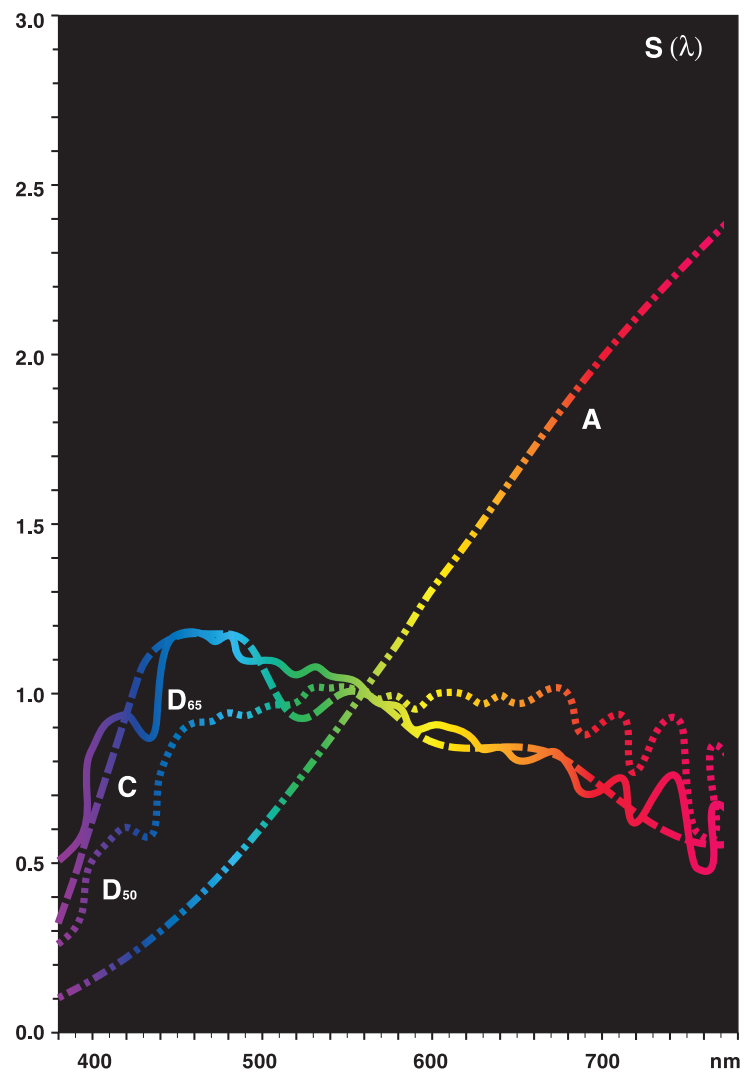
Thông thường, các giá trị đo màu liên quan tới độ trắng tuyệt đối. Vì thế, việc cân chỉnh chính là cân chỉnh các đơn vị đo lần lượt theo một độ trắng tuyệt đối theo lý thuyết. Ngược với phép đo mật độ, giấy chỉ được dùng như điểm trắng tham chiếu trong những trường hợp ngoại lệ.

Các điều kiện chiếu sáng chuẩn

Không có ánh sáng - không có màu sắc. Nhưng điều này cũng có nghĩa loại ánh sáng đó ảnh hưởng đến việc cảm nhận màu của chúng ta. Màu sắc của ánh sáng được xác định bởi thành phần quang phổ của nó.

Trong tự nhiên, ánh sáng mặt trời, tùy theo thời tiết cũng như mùa và từng thời điểm trong ngày đều có ảnh hưởng đến thành phần quang phổ ánh sáng.

Các nhà đạo diễn phim hoặc nhiếp ảnh gia thường phải đợi một thời gian dài cho đến khi điều kiện chiếu sáng đạt được như ý họ.

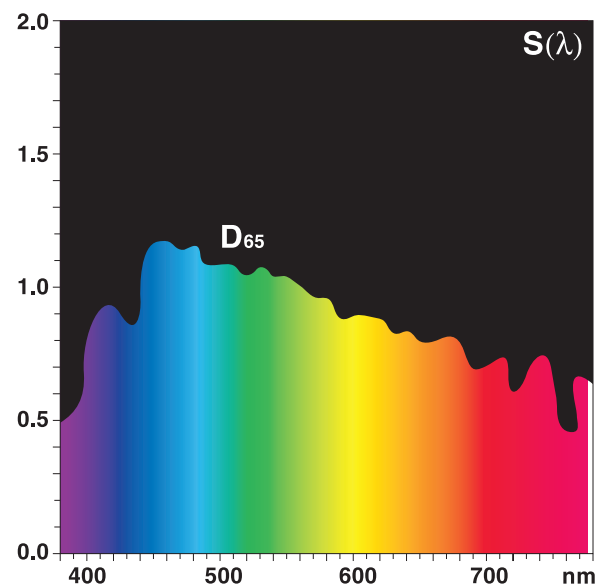


Hơn nữa, có sự khác biệt trong thành phần quang phổ của đèn chiếu sáng nhân tạo. Một vài loại đèn tạo ra ánh sáng hơi ngả sang đỏ trong khi loại đèn khác toả ra ánh sáng hơi ngả sang lục hoặc xanh nhạt.

Sự phản xạ phổ và cảm nhận màu thay đổi tùy thuộc vào điều kiện chiếu sáng. Do đó, việc xác định các giá trị kích thích 3 thành phần phải dựa trên cơ sở ánh sáng chuẩn.

Theo tiêu chuẩn, sự phân bố cường độ sáng cho các loại ánh sáng khác nhau nằm trong khoảng giữa 380nm và 780 nm (cách nhau từng khoảng 5 nm). Hình minh hoạ ở trên cho thấy sự phân bố phổ cho các nguồn chiếu sáng chuẩn A, C, D50 và D65.

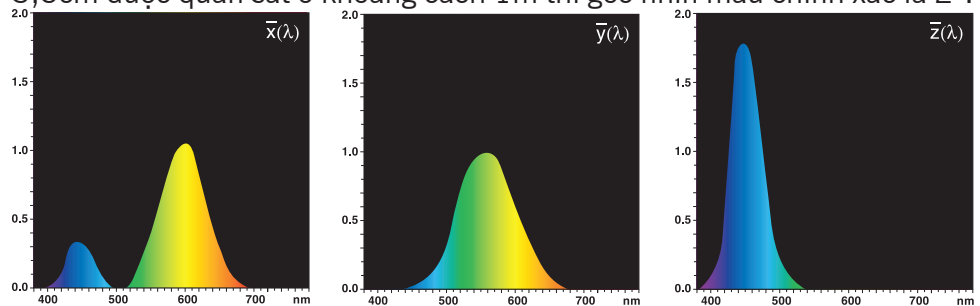
Các nguồn chiếu sáng chuẩn C, D50 và D65 tương đồng như ánh sáng trung bình ban ngày với cường độ bức xạ cao nhất ở vùng màu tím. Hình minh hoạ kế bên cho thấy thành phần của nguồn sáng D65. Một nguồn chiếu sáng chuẩn A có cường độ đỉnh (cường độ cao nhất) nằm trong vùng màu Red thì nó ngả đỏ (ánh sáng buổi chiều và đèn điện)



Người quan sát chuẩn - Các đường cong phối hợp màu

Mỗi người có 3 đường cong phối hợp màu tương ứng với 3 loại tế bào cảm nhận màu để cảm nhận các màu Red, Green và Blue. Đối với những người nhìn màu bình thường thì các đường cong này hầu như giống nhau. Vì thế, các màu chỉ được cảm nhận khác nhau tại các vùng biên. Ví dụ, có những màu được người này cảm nhận là xanh ngả lục, nhưng người khác lại cho là lục ngả xanh. Rõ ràng là việc cảm nhận màu mang tính chủ quan của người quan sát, do vậy để loại bỏ yếu tố chủ quan trong đo màu, cần phải định nghĩa một người với cảm nhận về màu bình thường

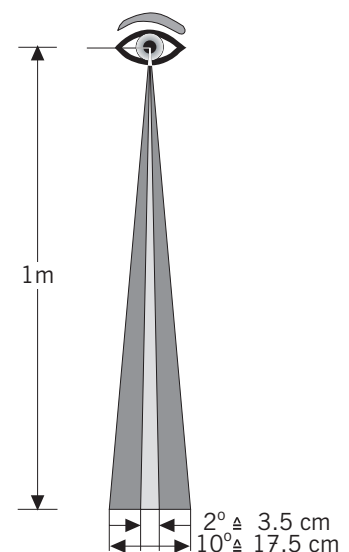
được xem như là “người quan sát chuẩn”. Một loạt các cuộc thử nghiệm toàn diện với một số lượng lớn cho những người nhìn màu bình thường được tiến hành vào năm 1931. Trên cơ sở thử nghiệm này, các đường cong phối hợp màu $\bar{x}$, $\bar{y}$ và $\bar{z}$ được xác định và trở thành các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế như DIN 5033 và ISO/ DC 12 647. Việc nghiên cứu được tiến hành cho người quan sát ở góc 2° . Góc quan sát trong bối cảnh các tiêu chuẩn của phép đo màu là góc nhìn vào một vùng màu đang được quan sát (xem hình vẽ bên). Ví dụ: nếu một vùng màu có đường kính 3,5cm được quan sát ở khoảng cách 1m thì góc nhìn màu chính xác là 2° .



Năm 1964, cuộc thử nghiệm tương tự đã được lặp lại nhưng với góc quan sát 10° , và cũng như trước, các kết quả được trở thành tiêu chuẩn bổ sung. Người ta còn gọi góc quan sát 10° là “người quan sát chuẩn 1964”.

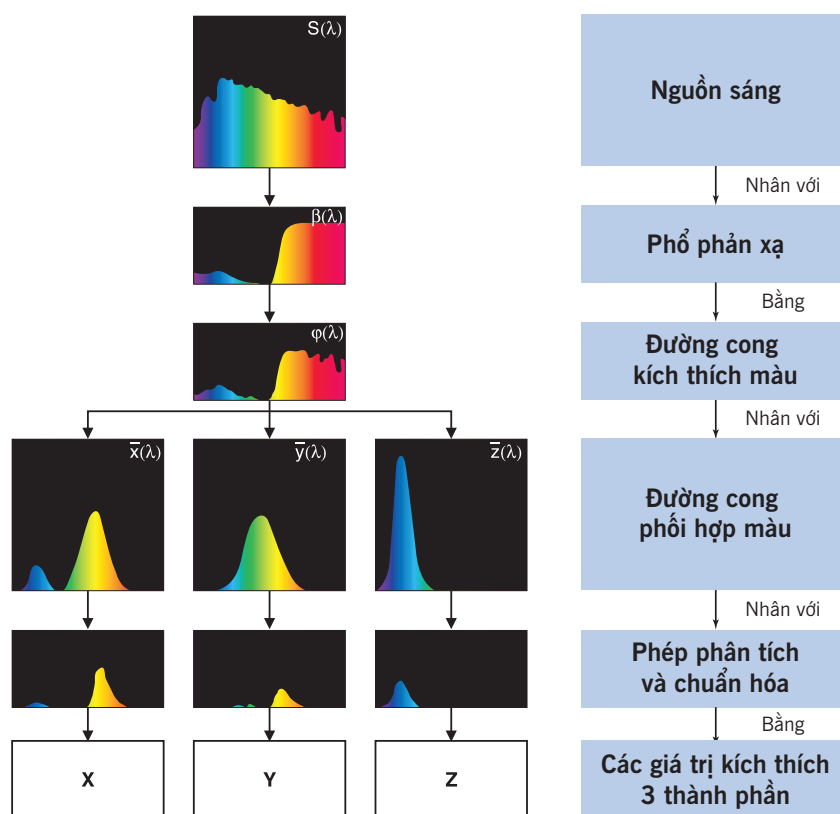
Đo màu bằng máy đo phổ

Các giá trị màu tiêu chuẩn được tính từ đường cong bức xạ của nguồn sáng $S(\lambda)$, phản xạ phổ đo được từ một mẫu đo (I) cũng như là các đường cong phối hợp màu $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ và $\bar{z}(\lambda)$ của chuẩn quan sát. Việc tính toán các giá trị màu phụ thuộc vào bước sóng λ của ánh sáng (vd: trong bước sóng giữa khoảng 400-700 nm, cách khoảng 5 nm). Trong bước đầu tiên của việc tính toán, các giá trị của hàm bức xạ của nguồn chiếu sáng chuẩn $S(\lambda)$ được nhân với giá trị phổ phản xạ $b(\lambda)$ của mẫu đo cho mỗi bước sóng. Kết quả là có đường cong mới - đường cong kích thích màu $j(\lambda)$.



Ở bước thứ hai, các giá trị từ đường cong kích thích màu được nhân với các giá trị từ đường cong phối hợp màu x_l , y_l và z_l . Kết quả cho ra 3 đường cong mới.

Cuối cùng, bằng phép tích phân và nhân với các thông số được chuẩn hoá, các giá trị kích thích 3 thành phần X, Y, Z được tính từ các vùng nằm trong đường cong bằng phép tích phân khiến nó có khả năng mô tả màu đo một cách chính xác.

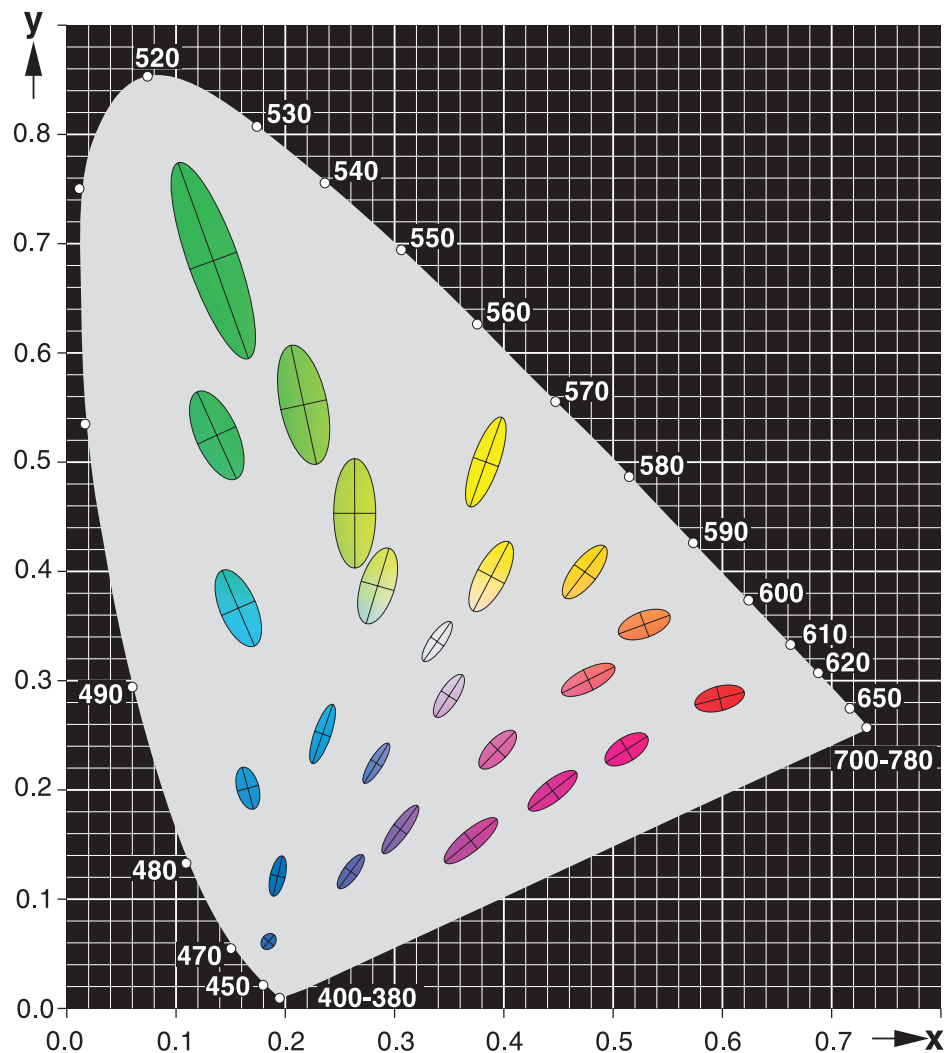


Khoảng sai biệt màu ΔE

Khoảng sai biệt màu là phép đo khoảng cách giữa hai vị trí màu trong không gian màu (thí dụ giữa màu trên bài mẫu và màu trên tờ in).

Không gian màu CIE có một nhược điểm chủ yếu, đó là: không phải tất cả các màu được cảm nhận bởi mắt người tại các vị trí khác nhau đều có độ khác biệt tương ứng với việc cảm nhận.

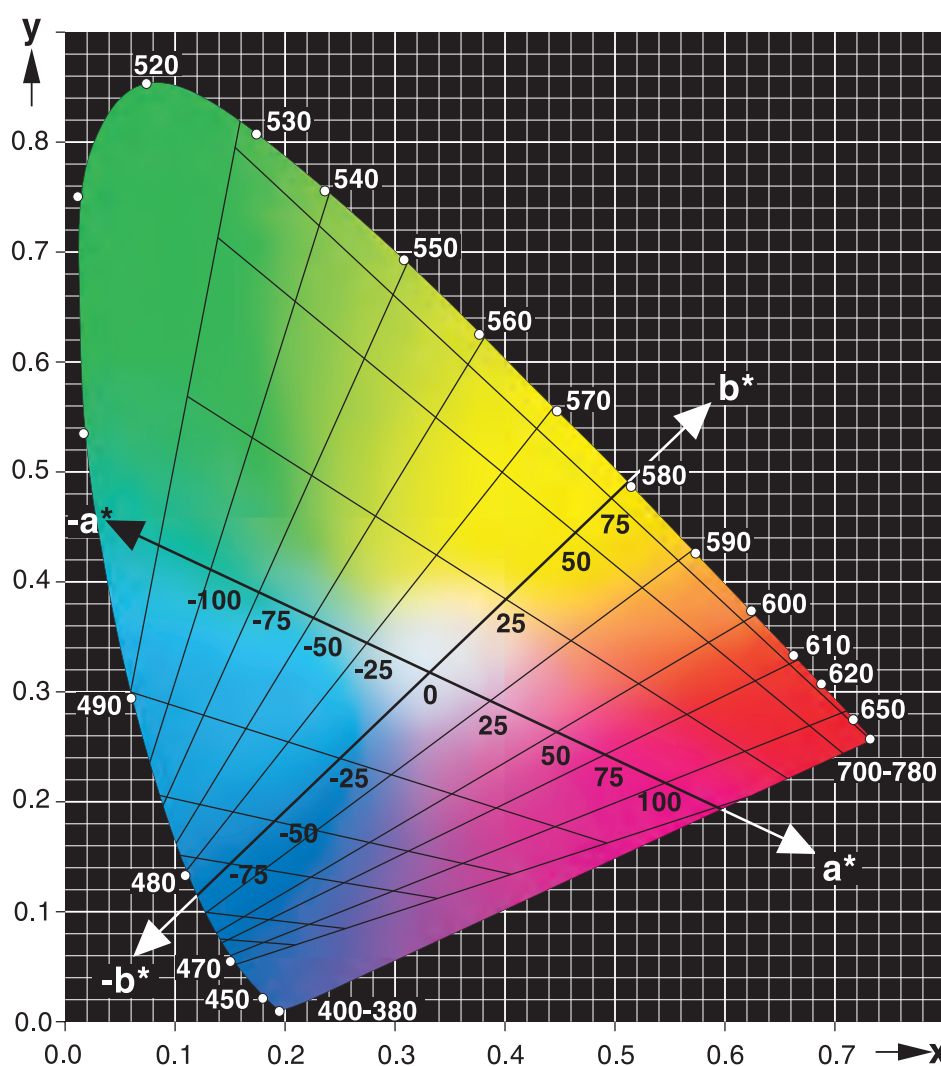
MacAdam, một người Mỹ đã nghiên cứu hiện tượng này trong một loạt các thử nghiệm. Ông đã phân tích và minh họa các kết quả theo hình bên dưới. Hình vẽ cho thấy các hình elip MacAdam được phóng đại gấp 10 lần. Vì không gian màu CIE là không gian màu 3 chiều nên hình elip thực sự là các khối elip. Kích thước của các khối elip này là một sự đo đạc từ ngưỡng cảm nhận của các độ lệch màu (mỗi khối elip được nhìn từ tâm và cho từng tông màu riêng biệt).



Hệ thống này không được sử dụng trong thực tế để ước lượng khoảng sai biệt màu vì nó ngụ ý rằng các dung sai có thể chấp nhận được đều khác nhau giữa các tông màu. Để việc tính toán khoảng sai biệt màu đáng tin

cậy hơn, cần phải có một không gian màu, trong đó những sự khác biệt về màu được cảm nhận như nhau đều có cùng một trị số như nhau. CIE LAB và CIE LUV là hai hệ thống có ưu điểm như thế. Chúng được phát triển bằng cách chuyển đổi toán học từ không gian màu CIE.

Thông qua sự chuyển đổi này, các khối elip MacAdam với các kích thước khác nhau được ánh xạ lên các khối cầu có kích thước giống như nhau. Bằng cách này, mắt người cảm nhận sự sai biệt màu cho tất cả các màu như nhau. Vào năm 1976, các không gian màu CIE LAB và CIE LUV- các không gian màu sử dụng thông dụng nhất trong ngành in được tiêu chuẩn hoá quốc tế.



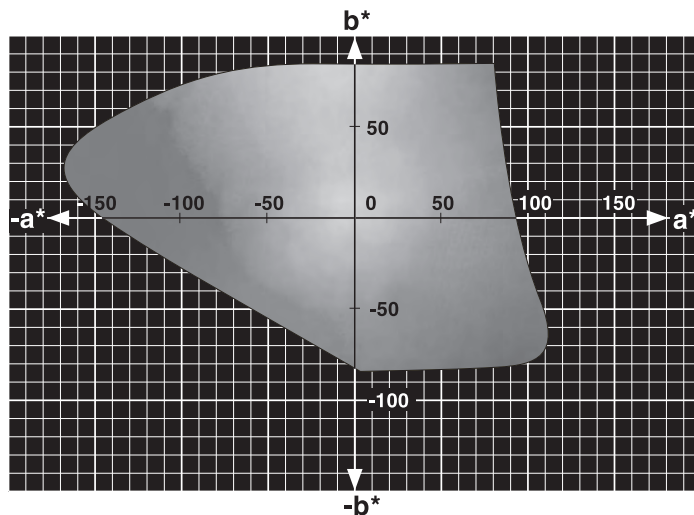
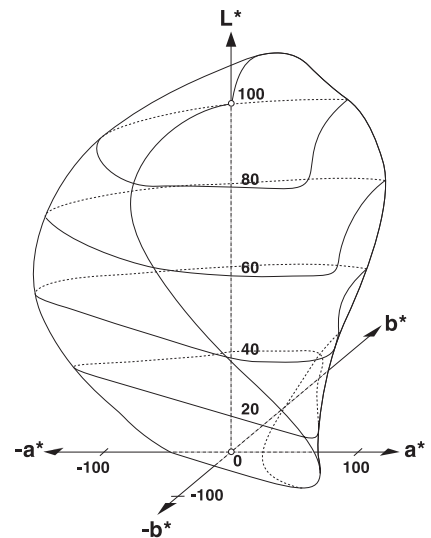
Hình minh hoạ cho thấy các vị trí của các trục a^* và b^* của không gian màu CIE LAB trong bảng màu xy.

Các không gian màu khác như hệ thống CMC và không gian màu Munsell cũng được sử dụng tại Mỹ.

Không gian màu CIE LAB

Không gian màu CIE LAB được sử dụng nhiều nhất cho việc đo màu vật thể (mực in), ví dụ, để pha một công thức mực hay kiểm tra chất lượng in. Các tông màu và độ bão hoà màu được vẽ trên các trục a^* và b^* . Trục a^* chạy từ $-a^*$ (Green) đến $+a^*$ (Red) và trục b^* chạy từ $-b^*$ (Blue) đến $+b^*$ (Yellow). Trục độ sáng L^* có giá trị từ 0 (đen ở đáy) đến 100 (trắng ở đỉnh).

Hình minh hoạ dưới đây cho thấy không gian màu CIE LAB dùng để đo màu các vật thể. Vì nó là kết quả của quá trình chuyển đổi nên hình dạng của nó khác với không gian màu CIE. Cũng vậy, hình dạng của mỗi giá trị độ sáng thay đổi với L^* .

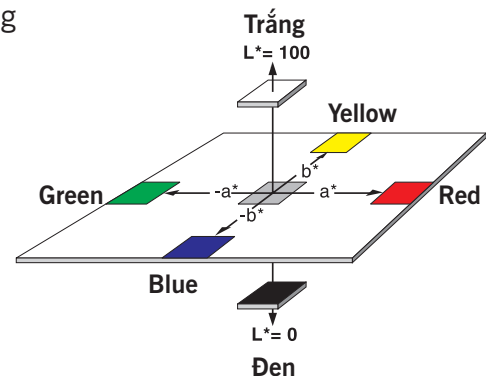


Trong hình minh họa, mặt cắt ngang qua không gian màu CIE LAB cho thấy các màu của vật thể có giá trị độ sáng $L^* = 50$. Vùng màu Green được thu hẹp lại và vùng màu Blue được thấy rõ hơn.

Đối với những người sử dụng trong thực tế, giản đồ này rất cần thiết.

Những sai biệt màu được tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_{\text{act}} - L^*_{\text{ref}} \\ \Delta a^* &= a^*_{\text{act}} - a^*_{\text{ref}} \\ \Delta b^* &= b^*_{\text{act}} - b^*_{\text{ref}} \\ \Delta E^*_{\text{ab}} &= \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}\end{aligned}$$

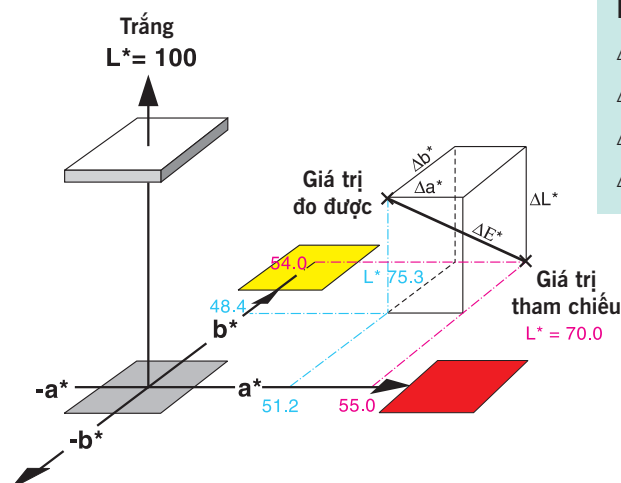


Ví dụ:

	Màu tham chiếu đã biết giá trị	Màu đo được
L^*	70.0	75.3
a^*	55.0	51.2
b^*	54.0	48.4

$L^* = 75.3$ có nghĩa là một màu sáng nằm giữa vàng và đỏ cờ có giá trị $a^* = 51.2$ và $b^* = 48.4$. Vì vậy, ta có thể đoán đây là một màu cam sáng.

Màu tham chiếu: trong trường hợp so màu được hiểu là màu được chọn để làm chuẩn hay màu cần phải phục chế lại.



Kết quả tính được:

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= 75.3 - 70.0 = 5.3 \\ \Delta a^* &= 51.2 - 55.0 = -3.8 \\ \Delta b^* &= 48.4 - 54.0 = -5.6 \\ \Delta E^*_{\text{ab}} &= \sqrt{5.3^2 + (-3.8)^2 + (-5.6)^2} = 8.6\end{aligned}$$

Kết quả: Màu tham chiếu và màu đo có vị trí khác nhau trên không gian màu nên màu của chúng khác nhau.

Sự khác biệt về vị trí màu có thể được phân loại như sau:

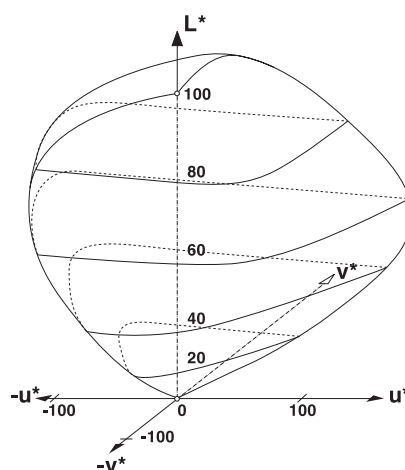
ΔE nằm giữa 0 và 1	Sự khác biệt này không thể cảm nhận được.
ΔE nằm giữa 1 và 2	Sự khác biệt này gần như không thể cảm nhận được.
ΔE nằm giữa 1 và 2	Khác biệt rất nhỏ, chỉ cảm nhận được bởi người có kinh nghiệm.
ΔE nằm giữa 2 và 3.5	Khác biệt tương đối, có thể cảm nhận được bởi người không có kinh nghiệm.
ΔE nằm giữa 3.5 và 5	Khác biệt lớn.
ΔE lớn hơn 5	Khác biệt rất lớn.

Vì việc chuyển đổi không tuyến tính nên các quy luật của không gian màu CIE không áp dụng được cho không gian màu CIE LAB.

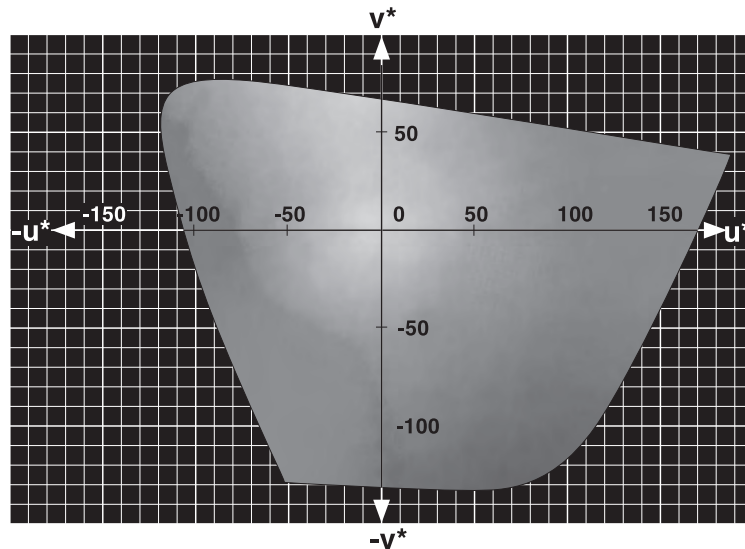
Không gian màu CIE LUV

Không gian màu CIE LUV cũng được tạo thành qua sự chuyển đổi từ không gian màu CIE nhưng sử dụng công thức chuyển đổi khác. Ba trục tọa độ được xác định bởi các giá trị L^* , u^* và v^* .

Vì không gian màu CIE LUV và CIE LAB là kết quả của sự chuyển đổi khác nhau nên chúng có hình dạng khác nhau. Cả hai không gian này đều được dùng để đo màu của vật thể.



Hình minh họa dưới đây cho thấy, mặt cắt ngang qua không gian màu CIE LUV cho các màu của vật thể có độ sáng $L^* = 50$. Vùng màu Green trên không gian màu CIE LUV được định vị gần tâm hơn so với không gian màu CIE LAB, hơn nữa, vùng màu Blue cũng rộng hơn.



Không gian màu CIE LUV thường được dùng cho việc đánh giá màu trên màn hình (thí dụ như trên hàng ngày máy quét hay máy tính). Ưu điểm của nó là có sự chuyển đổi tuyến tính để tất cả các tính cân đối của không gian màu CIE được giữ nguyên không đổi (khác với không gian màu CIE LAB).

Không gian màu CIE LCH

Thuật ngữ CIE LCH được sử dụng khi tọa độ cực C (khoảng cách so với tâm) và góc tông màu h được dùng thay cho các trục tọa độ Đề-cát a, b hay u, v trong không gian màu CIE LAB hay CIE LUV. Không gian màu CIE LCH là không gian màu bổ sung.

Độ sáng L^* giữ nguyên không đổi.

Cường độ màu C^*_{ab} được tính bởi

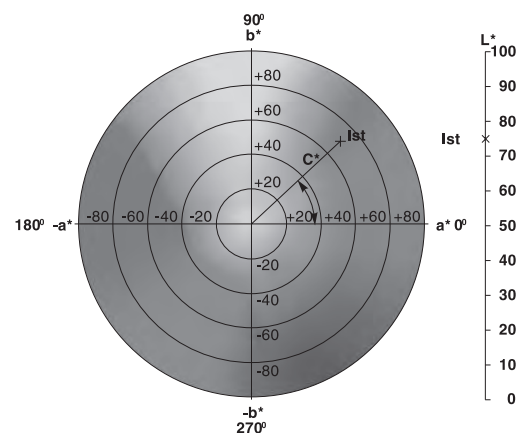
công thức:
$$C^*_{ab} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Góc tông màu h^*_{ab} được tính bởi

công thức:
$$h^*_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

Đối với không gian màu CIE LUV việc tính toán cũng tương tự.

Vị trí màu thực: $L^*=75.3$; $C^*=70.5$; $h^*=43.40$.



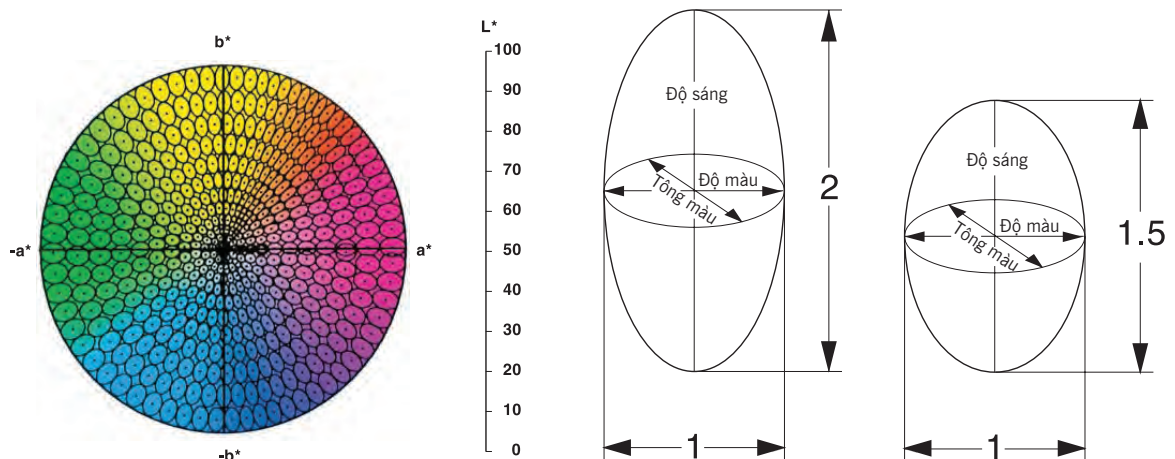
Hệ CMC

CMC là một cách ước lượng sự khác biệt vị trí màu trên không gian màu CIE LAB, được phát triển tại Anh năm 1988 bởi Ủy ban Đo đạc màu sắc của Hiệp hội Các nhà chế tạo màu và thuốc nhuộm. Nó không mô tả sự cảm nhận khác biệt màu (như CIE LAB hay CIE LUV).

Thông thường sự thay đổi màu gần trục độ sáng được cảm nhận nhiều hơn sự thay đổi về độ bão hoà màu. Hơn nữa, sự khác biệt độ bão hoà màu dễ dàng được chấp nhận hơn là góc tông màu.

Hình vẽ cho thấy nguyên lý đánh giá màu CMC cho các vị trí màu khác nhau trong không gian màu CIELAB. Mỗi hình elip chỉ ra các vị trí với sự khác biệt màu không đổi phù hợp với công thức CMC. Ta có thể thấy rõ ràng là các hình elip (khoảng dung sai trong không gian màu CMC) trong vùng không gian màu nhỏ hơn so với hình elip tại vùng có độ bão hoà cao. Thêm vào đó hình dạng của chúng được thiết lập sao cho góc tông màu nhỏ hơn ở độ bão hoà màu. Các hình elip cũng có khả năng được điều chỉnh riêng rẽ giữa sự khác biệt độ sáng và tông màu. Sự điều chỉnh này được thực hiện bởi hai hệ số l và c . (l là hệ số đo độ sáng và c là hệ số đo lường tông màu thường = 1). Ngành công nghiệp dệt thường dùng tỷ lệ $l : c = 2 : 1$ điều này có nghĩa là sự biến đổi gấp đôi về độ sáng sẽ được chấp nhận như độ biến đổi về tông màu.

Tỷ lệ này có thể đáp ứng được các nhu cầu ứng dụng đang được bàn luận. Vì vậy các giá trị về sự khác biệt vị trí màu có ý nghĩa và có thể so sánh được chỉ trong mối liên hệ với các hệ số đo lường.

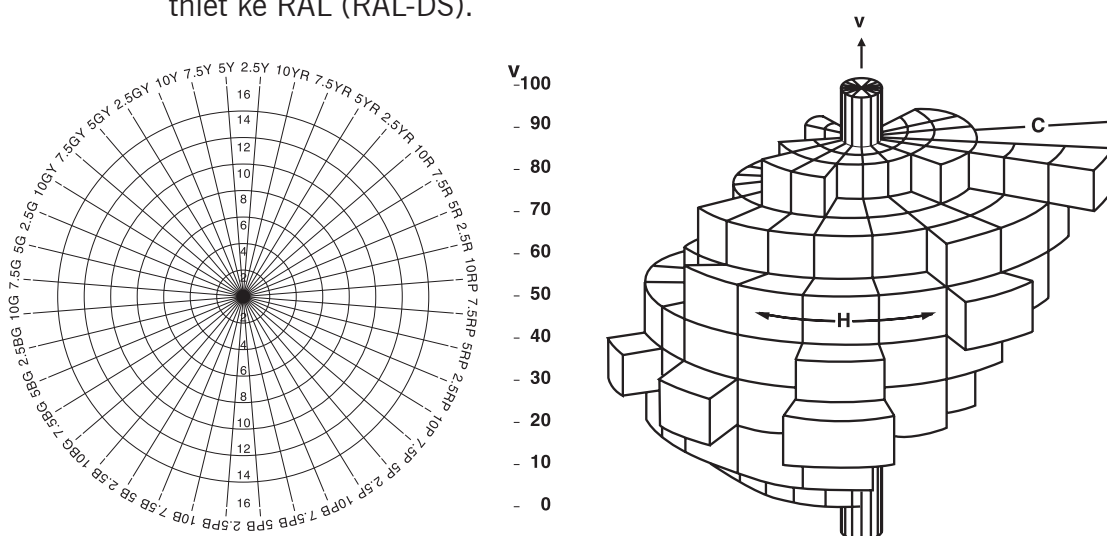


Hệ Munsell

Munsell đã phát triển một hệ thống phân loại màu với khoảng cách về sự khác biệt màu đều nhau vào năm 1905. Trong hệ thống này, các màu được sắp xếp theo tông màu, độ sáng và độ bão hòa màu. Các tông màu cơ bản là Red, Yellow, Green, Blue và Purple (đỏ tím). Hệ thống được phát hành vào năm 1915 dưới dạng “Sách màu Munsell” cho 40 tông màu, ánh sáng loại C và mẫu in trên giấy sáng và bóng mờ.

Năm tông màu cơ bản lại được chia nhỏ ra thành 100 tông, mỗi tông có 16 độ bão hoà màu và 10 mức độ sáng. Hình minh hoạ cho thấy một mặt cắt 40 tông màu. Kết quả cho ra một không gian màu không bình thường, vì đối với một số màu và giá trị độ sáng không bao trùm tất cả mọi vùng đo màu.

Toạ độ màu Munsell không thể chuyển sang toạ độ màu CIE. Các hệ thống phân loại màu sau này là các thẻ màu DIN (DIN 6164). Hệ màu tự nhiên NCS, hệ màu của Hiệp hội Quang học Hoa Kỳ OSA và hệ màu thiết kế RAL (RAL-DS).

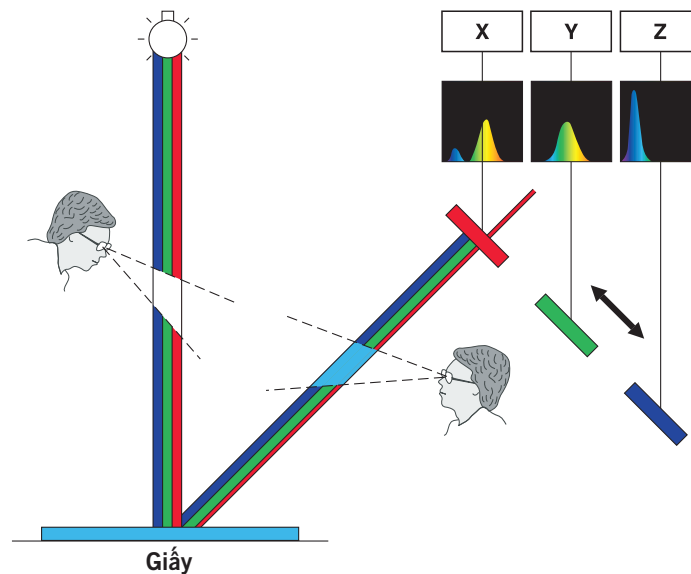


Đo màu bằng phương pháp kích thích ba thành phần màu

Cấu tạo của các máy đo kích thích 3 thành phần màu giống với cấu tạo của máy đo mật độ. Thay vì dùng 3 kính lọc màu Red, Green, Blue và kính lọc thị giác để lọc màu đen như máy đo mật độ người ta phối hợp nhiều kính lọc để mô phỏng 3 đường cong phối hợp màu x_{λ} , y_{λ} , z_{λ} .

Tuy nhiên các máy đo màu theo phương pháp kích thích 3 thành phần màu có độ chính xác tuyệt đối thấp hơn phương pháp đo phổ vì các đường cong phối hợp màu có thể được mô phỏng chính xác hay không còn tùy thuộc và sự chiếu sáng chuẩn. Tuy nhiên, chúng thích hợp cho việc đánh giá sự sai biệt màu vì trong trường hợp này các giá trị tuyệt đối không cần thiết phải có độ chính xác. Thêm vào đó, các thiết bị dùng để chế tạo máy đo theo phương pháp kích thích 3 thành phần màu rẻ hơn nhiều so với máy đo phổ.

Vùng đo được chiếu sáng với đèn có các thành phần quang phổ giống như ánh sáng chuẩn. Trong ví dụ dưới đây của chúng ta, màu Cyan đang được đo. Phổ phản xạ được đo bằng việc phối trộn 3 kính lọc khác nhau và giá trị kích thích X được đo với kính lọc Red, Y với kính lọc Green và Z với kính lọc Blue.



Sau khi đo, các giá trị kích thích có thể được chuyển đổi sang không gian màu (CIELAB hay CIELUV) để có thể đánh giá sự khác biệt màu.

Đo màu phổ

Trong tiến trình đo màu phổ, toàn bộ quang phổ thấy được từ 380nm đến 780nm đều được đo. Ánh sáng phản xạ từ lớp mực in được tách thành các thành phần phổ bằng một thiết bị nhiễu xạ và được đo bằng một loạt các bộ cảm biến.

Tùy thuộc vào độ mức độ chính xác mà mẫu đo được đo theo từng khoảng 1 nm, 5 nm hay 10 nm. Các giá trị kích thích X, Y, Z được tính từ các phổ phản xạ được đo. Để tính toán, các đường cong phối hợp màu sẽ được lưu trong máy tính. Vì những đường cong này được mô phỏng bởi các kính lọc nên độ chính xác tuyệt đối của máy đo phổ rất cao. Tuy nhiên, chúng đắt hơn nhiều so với các máy đo theo phương pháp kích thích 3 thành phần.

Ngoài độ chính xác tuyệt đối cao, một ưu điểm lớn của phương pháp đo màu phổ là nó có thể đọc được các giá trị kích thích theo tất cả các loại nguồn sáng và tất cả các chuẩn quan sát nếu các giá trị đó được lưu trong máy tính. Hơn thế nữa, chúng có thể tính mật độ màu cho tất cả các tiêu chuẩn kính lọc.

Cho đến nay, phương pháp đo phổ đã được áp dụng nhiều trong ngành công nghiệp chế tạo mực in.

Trong quá trình nghiền mực, các nhà sản xuất mực phải tuân thủ nghiêm ngặt theo các mẫu màu cho trước. Điều này rất quan trọng trong trường hợp mực in đã được tiêu chuẩn hoá. Trong những trường hợp như thế các mẫu mực phải được đo bằng máy đo phổ và tỷ lệ phối trộn các loại mực in được tính toán trên máy tính qua chương trình tính toán tỷ lệ mực pha trộn.

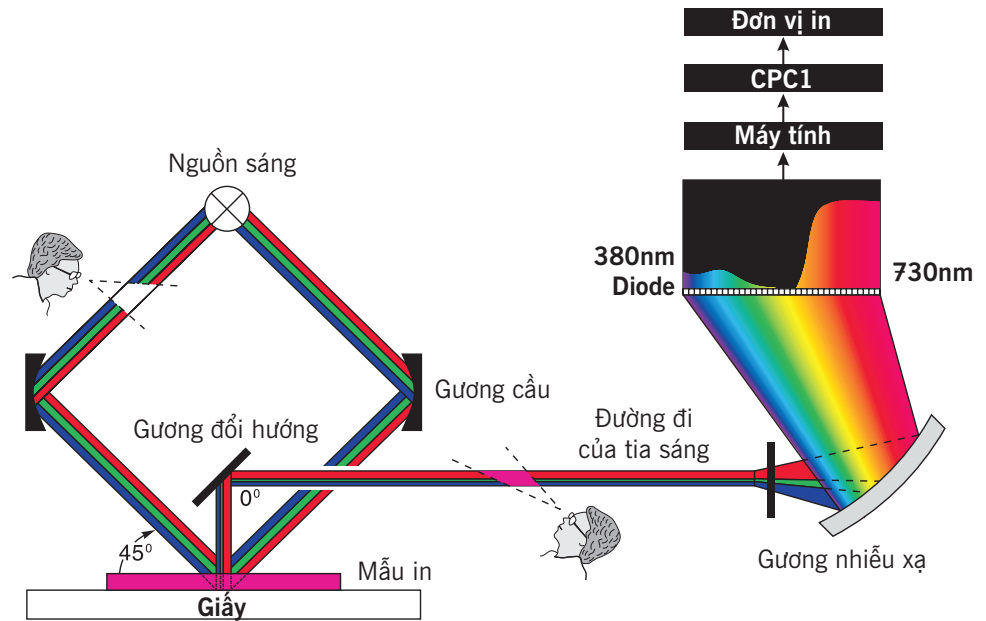
Trước đây, đo màu bằng phương pháp này trong các nhà in người ta không thể khai thác tối ưu máy đo phổ bởi vì chúng quá đắt và cồng kềnh cũng như không thể sử dụng chúng một cách trực tiếp cho các màu cơ bản. Vì lẽ đó chúng chỉ được sử dụng để đo các màu đặc biệt và kiểm tra nguyên vật liệu (thí dụ giấy và mực in) và người ta đã không quan tâm sử dụng chúng trong việc kiểm soát chất lượng in.

Nguyên lý đo của bộ phận kiểm tra chất lượng phổ CPC 21 của Heidelberg

Tại Drupa năm 1990, hãng Heidelberg là nhà sản xuất đầu tiên và duy nhất giới thiệu một bộ phận đo phổ cho máy in offset: CPC 21, bộ phận này được nối trực tiếp với các máy in offset qua bộ phận kiểm tra màu tự động từ xa CPC 1.

Trong quá trình đo, một đầu đo sẽ quét qua dải kiểm tra màu để đo phổ của tất cả các phần tử kiểm tra, các nguồn sáng trên chuẩn A, C, D50 hay

D65 và các chuẩn quan sát 1931 và 1964 có thể được sử dụng.
Nguyên lý đo của bộ CPC 21 được mô tả trong hình vẽ dưới đây.



Trước tiên, nguồn sáng được chiếu tới mẫu in qua gương phản xạ hình cầu ở góc tới 45° . Ánh sáng phản xạ tại góc 0° hướng đến gương chuyển hướng rồi đi qua một sợi cáp quang dẫn sáng từ đầu đo đến máy đo phổ. Tại đó ánh sáng phản xạ từ mẫu đo được tách thành các màu phổ bằng một bộ phận nhiễu xạ ánh sáng hoạt động như một lăng kính.

Các diod quang sẽ đo sự phân bố bức xạ trên toàn bộ dải quang phổ thấy được (từ 380 đến 730nm) và gửi kết quả đến máy tính theo phép đo màu. Kết quả đưa ra dưới dạng các giá trị kích thích X, Y, Z và các trục tọa độ màu x, y và Y.

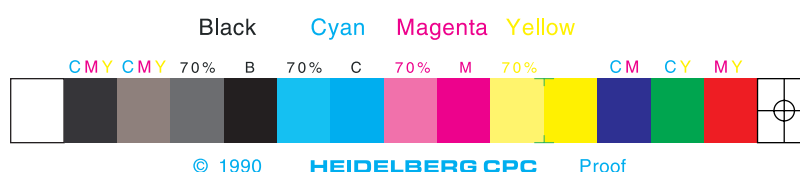
Các giá trị có thể được đổi qua các không gian màu CIELAB hay CIELUV. Sau khi các giá trị đo được từ mẫu in được so sánh với các giá trị tham chiếu đã được thiết lập từ trước (để kiểm tra xem khoảng dung sai DE có phù hợp không), các yêu cầu sửa đổi sẽ được chuyển qua CPC 1 để nó truyền tín hiệu đến các lô cấp mực của các bộ phận in để chúng tiến hành điều chỉnh ngay lập tức.

Các dải kiểm tra màu và in thử

Các dải kiểm tra in thử

Các tờ in thử kỹ thuật số ngày càng được sử dụng nhiều, vì chúng rẻ hơn và có thể tạo ra nhanh hơn các tờ in thử bằng máy in offset. Có nhiều phương pháp in thử khác nhau, tất cả các phương pháp này đều không dùng mực in offset. Tuy nhiên, các chất tạo màu dùng in thử (ví dụ như bột hoặc mực nước) và mực in offset khác nhau về thành phần.

Hãng Heidelberg đã phát triển một dải kiểm tra in thử đặc biệt (xem hình vẽ dưới đây).



Dải kiểm tra này gồm có: các ô vuông tông nguyên màu Đen, Cyan, Magenta và vàng, các ô tăng thứ 70% cho mỗi màu, các ô kiểm tra việc truyền mực và các ô xám gồm có 70% Cyan, 60% Magenta và 60% Vàng. Ngoài ra còn có các ô giúp cho máy đo tự động đọc các giá trị tham chiếu trong CPC 21. Khi các ô kiểm tra này được đặt đúng vị trí, máy đo màu sẽ lần lượt ghi nhận tất cả các giá trị của các ô, từ đó các giá trị được đo có thể được lưu trữ như các giá trị tham chiếu.

Các dải kiểm tra màu

Dải kiểm tra màu cho việc đo đặc đặc biệt với CPC21 cũng được phát triển bởi hãng Heidelberg và bao gồm các phần tử đo kiểm tra in thử. Ngoài ra, còn có các phần tử kiểm tra việc phơi bản.

Hãng Heidelberg cung cấp 3 dải kiểm tra màu khác nhau: dải kiểm tra in loại 4GS (gồm các ô kiểm tra xám và các ô tông nguyên) cho in 4 màu, dải kiểm tra loại 6GS cho in 5 và 6 màu và dải kiểm tra loại 8GS cho in 7 và 8 màu.



Dữ liệu về các dải kiểm tra màu và kiểm tra in này của các bộ phận đo mật độ cũ hơn loại CPC 201 được lưu trữ trong CPC 21.

Người sử dụng cũng có thể nạp các dải kiểm tra in bổ sung bằng phương pháp thủ công.

Kiểm soát mực với CPC 21 của Heidelberg

CPC 21 cho phép 3 dạng kiểm tra mực:

- Kiểm soát thông qua việc đo màu trên các ô xám.
- Kiểm soát thông qua việc đo màu ở các ô màu tông nguyên hoặc ô tầng thứ.
- Kiểm soát thông qua việc đo mật độ ở các ô màu tông nguyên và ô tầng thứ.

Kiểm soát màu qua các ô xám

Việc cân bằng màu là tiêu chuẩn quyết định thông qua việc đo màu thông qua việc đo màu đến cảm nhận quang học của một hình ảnh in. Các lỗi về cân bằng màu có thể thấy rõ ràng ở các ô xám. Vì lẽ đó ta có thể sử dụng các ô xám làm cơ sở điều chỉnh phép đo cũng như để kiểm tra và theo dõi tính ổn định của quá trình in. Các phép đo màu thực sự thích hợp cho việc này nên các mực in Cyan, Magenta, Vàng nên được kiểm tra theo phép đo màu trên cơ sở các ô xám (nếu có thể được nên dùng các tông 3/4).

Các tiêu chuẩn trong nhà in lẫn các giá trị từ dải kiểm tra in thử có thể được sử dụng như các giá trị tham chiếu.



Hình trên cho thấy màn hình hiển thị của CPC 21. Toạ độ của màu tham chiếu được hiện ra trên mặt phẳng toạ độ a-b ở góc trên bên trái.

Trong ví dụ của chúng ta nó được định vị ở tâm tức là nằm trên trục sáng. Vòng tròn lớn ở giữa màn hình cho thấy vùng xung quanh toạ độ màu tham chiếu được phóng lớn. Ba vòng tròn đánh dấu đường biên của 3 khoảng dung sai ΔE thấp, trung bình và cao. Trục độ sáng được đặt gần mép bên phải của màn hình cũng tương ứng với toạ độ màu tham chiếu và ở đây 3 khoảng dung sai cũng được đánh dấu. Mỗi một dấu thập đánh dấu vị trí của các vùng màu lệch về phía Yellow - Green và sáng hơn.

Nếu sự sai lệch lớn hơn khoảng dung sai ΔE cho phép các bộ phận xử lý sẽ tự động tính toán việc chỉnh sửa cần thiết cho màu Cyan, Magenta và Yellow. Trước khi tiến hành chỉnh sửa tất cả các yếu tố liên quan cũng phải cân nhắc kỹ lưỡng, ngoài việc đo màu ở ô xám, máy đo sẽ đo phổ ở các ô kiểm tra màu Cyan, Magenta và Yellow cũng như các trị số phổ đọc được của các ô chồng màu tông nguyên. Việc chỉnh sửa trên máy in sẽ được thực hiện tự động qua bộ phận kiểm soát CPC 1.

Kiểm soát màu với các ô tông nguyên

Việc kiểm tra các màu tông nguyên nói chung thích hợp hơn cho màu đen và các màu đặc biệt. Màu đen chủ yếu ảnh hưởng đến độ sáng. Vì mắt người có khuynh hướng nhạy với các biến đổi về độ sáng hơn là về màu, màu đen có thể được kiểm tra trên cơ sở các ô tông nguyên. Kinh nghiệm cho thấy rằng ảnh hưởng của màu đen lên việc cân bằng màu cần thiết phải được lưu ý đến.

Các màu in bổ sung đa số được in riêng biệt và in tông nguyên nên chúng ta có thể cảm nhận, theo dõi nó và chỉnh sửa để trên cơ sở các ô tông nguyên. Ở các ô kiểm tra tông nguyên, việc đo phổ và tính toán màu có nhiều ưu điểm hơn so với kiểm tra bằng máy đo mật độ: nó có thể xác định một cách chính xác các tông màu chuẩn có đạt được hay không. Ngoài ra các toạ độ màu tham chiếu có thể được nạp vào dưới dạng các trị số màu hay bằng việc đo các mẫu tham chiếu. Điều này không thể thực hiện được bằng việc đo mật độ màu.

Sau lần đo đầu tiên, CPC 21 cho biết các toạ độ màu tham chiếu có thể đạt được với một màu mẫu hay không. Nếu không, sự khác biệt toạ độ màu có thể xảy ra và ΔE_p sẽ được thông báo.



Hình trên cho thấy màn hình của CPC 21 khi kiểm tra các ô tông nguyên. Ở phía trên bên trái là tọa độ màu tham chiếu trên mặt phẳng tọa độ a-b, vòng tròn ở giữa màn hình là vùng phóng lớn cho thấy các tọa độ màu tốt nhất sẽ đạt được với dung sai nhỏ nhất $\Delta E_{\text{possible}}$ so với tọa độ màu tham chiếu.

Tọa độ của màu tham chiếu theo lý thuyết được đánh dấu bởi một vòng tròn (Trong thí dụ trên trục Red nằm thẳng góc với trục Yellow).

Nếu có các độ lệch vượt ra ngoài khoảng dung sai cho phép các điều chỉnh cần thiết sẽ được tính toán lại bằng máy tính.

Các số liệu phổ của các ô màu tông nguyên đơn hay các ô màu tầng thứ đơn được dùng để tính toán.

Kiểm soát mật độ tông nguyên

Thêm vào các dữ liệu màu, các máy đo phổ cũng có thể thiết lập các giá trị mật độ cho bất kỳ kính lọc màu nào. Để hỗ trợ cho người sử dụng, bộ phận CPC 21 của Heidelberg cũng cung cấp các giá trị mật độ màu độc lập với các loại hình kiểm tra.

Đặc biệt đối với các lệnh tái bản, các giá trị tham chiếu mật độ màu đã được tính toán rồi thì việc kiểm soát mật độ tông nguyên cũng được sử dụng.

CÁC ĐẶC TRƯNG IN VÀ THUỘC TÍNH CỦA CHÚNG

3

Các đặc trưng in	61
Các thuộc tính của các đặc trưng in	61
Bề mặt tờ in	62
Tông màu sơ cấp	64
Tông màu in thứ hai và thứ ba	65
Truyền tông	65
Cân bằng xám	66
Xác định qui cách của các đặc trưng in	66
Các qui cách in tiêu chuẩn	67
Độ dày lớp mực	67
Sự chuyển dịch tầng thứ trong quá trình phục chế	69
Sự nhận mực và thứ tự màu in	83

CÁC ĐẶC TRƯNG IN VÀ THUỘC TÍNH CỦA CHÚNG

3

Các đặc trưng in

Đối với chế bản, các đặc trưng in có thể được định nghĩa là “Các ảnh hưởng được kết hợp của một số các đặc trưng cần phải được bù trừ khi tạo ra các bản tách màu”.

Trong quá trình chế bản, các đặc trưng in xác định sự cân chỉnh máy quét và thường được xác định theo các dữ liệu về mật độ tờ in và cân bằng xám.

Đối với quá trình in, các đặc trưng in được định nghĩa là : “Tập hợp các đặc trưng có ảnh hưởng đến phục chế in và ảnh hưởng đến sự chính xác giữa tờ in thử và tờ in thật cũng như giữa các tờ in trong một lần in hay giữa nhiều lần tái bản”

Các thuộc tính của các đặc trưng in

Có nhiều yếu tố biến đổi gây ra sự khác biệt giữa tờ in thử và tờ in thật, giữa các tờ in trong một lần in và giữa các lần in. Các yếu tố này có thể được phân thành các thuộc tính cơ bản như sau:

- Bề mặt tờ in
- Màu mực cơ bản (tông màu, mật độ)
- Sự truyền tông (gia tăng tăng thứ)
- Màu mực sơ cấp (sự nhận mực, thứ tự in chồng màu)
- Cân bằng xám.

Mặc dù các thuộc tính này được liệt kê như những thuộc tính riêng lẻ nhưng chúng không thể tách rời nhau mà trong thực tế chúng có ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Tuy nhiên chúng ta cần phải đo các thuộc tính này một cách riêng biệt để có thể xem xét ảnh hưởng của chúng đến sự biến đổi tổng thể.

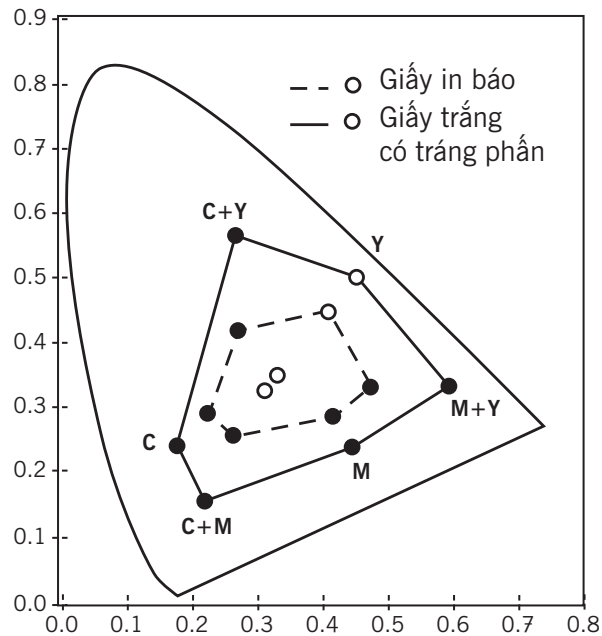
Bề mặt tờ in

Bề mặt tờ in có ảnh hưởng quan trọng đến các đặc trưng in xét cả về yếu tố thị giác lẫn các thuộc tính đo được trên tờ in. Phần lớn các kỹ thuật viên ngành in đều trải qua các khó khăn khi cố gắng in cho giống bài in thử (đã được in trên giấy tráng phần) với giấy in thật là giấy không tráng phần. Các ảnh hưởng của bề mặt tờ in có thể được thấy rõ ràng khi đo mật độ của các loại giấy khác nhau. Chúng cũng cho thấy rõ khi phục chế hình màu hay thậm chí hình một màu có một sự khác biệt lớn về các đặc trưng khi in.

Những sự khác biệt này cho thấy những khó khăn khi phải truyền tải thông tin trên các loại giấy khác nhau. Dưới đây là khoảng mật độ tối đa có thể đạt được khi in trên các loại giấy khác nhau.

Loại giấy	Khoảng mật độ
Giấy in báo	1.1
Giấy không tráng phần	1.4
Giấy couché matte (bề mặt không bóng)	1.6
Giấy couché mặt bóng	1.9

Ngoài những sự khác biệt về mật độ còn có sự khác biệt về khoảng màu phục chế khi in trên các loại giấy khác nhau. Hình vẽ dưới đây cho thấy khoảng phục chế màu khi in trên loại giấy in báo nhỏ hơn nhiều so với khi in trên loại giấy trắng có tráng phần, vì lý do này mà khoảng màu sắc in trên giấy in báo thường có độ bão hoà màu thấp hơn khi in trên các loại giấy khác. Mặc dù cũng có sự dịch chuyển về tông màu nhưng sự chuyển dịch này không thể xác định một cách chính xác từ biểu đồ này vì mực in sử dụng để in trên hai loại giấy này khác nhau.



Các ảnh hưởng của bề mặt tờ in đối với các tông màu mực có thể được quan sát một cách rõ ràng khi in cùng một loại mực lên nhiều loại giấy khác nhau. Sự so sánh như thế có thể không chính xác hoàn toàn vì sự sai biệt về tông màu mực bị ảnh hưởng chủ yếu bởi độ dày lớp mực được in lên các bề mặt tờ in đó. Trong thực tế, sự sai biệt màu sẽ ít hơn nếu độ dày lớp mực được điều chỉnh để đạt được giá trị độ sáng chung trên từng loại giấy. Độ sai biệt màu cho một khoảng mật độ tiêu biểu của các loại giấy được thể hiện trong bảng dưới đây.

Loại giấy	Khoảng sai biệt màu tối đa giữa các loại giấy trong cùng 1 nhóm			
	Khi chưa in	Red	Green	Blue
Giấy không tráng phần với bề mặt không bóng	13.3	6.3	7.6	8.4
Giấy tráng phần, bề mặt bóng	1.2	2.7	3.6	1.1
Phối trộn tất cả các loại giấy	13.3	20.6	26.5	16.1

Khoảng sai biệt màu chỉ ra trong bảng là khoảng sai biệt tối đa giữa các loại giấy trong cùng một nhóm giấy.

Ta có thể nhận thấy một điều thú vị ở đây là sự sai biệt màu giữa các loại giấy trong cùng nhóm giấy không tráng phần khi in thấp hơn so với khi chưa in, các loại giấy trong nhóm giấy có tráng phần thì ngược lại. Có một sự gia tăng khoảng sai biệt màu đáng kể khi tất cả các loại giấy được đưa ra so sánh, đây là kết quả của sự khác biệt về độ bóng, độ hấp thụ, độ nhẵn bề mặt và các đặc trưng quang học của các loại giấy. Màu sắc của giấy rõ ràng là có ảnh hưởng lên tông màu của mực in. Nhưng có một điều cần phải lưu ý là khi xem xét một quá trình phục chế màu, giấy in mặc nhiên được xem như một nền trắng tham chiếu và trong tiềm thức chúng ta luôn có sự điều chỉnh này. Màu sắc của giấy in còn có ảnh hưởng nhiều hơn khi in các nền màu lớn lên trên đó vì các nền màu này loại trừ bất kỳ khả năng bù trừ nào của hệ thống thị giác của chúng ta.

Một thuộc tính nữa bị ảnh hưởng bề mặt của tờ in chính là sự gia tăng tầng thứ. Chúng ta đã biết rằng sự gia tăng tầng thứ chính là hiện tượng các hạt tram trên tờ in lớn hơn các hạt tram trên phim, hiện tượng này cũng bị ảnh hưởng một phần bởi sự tán xạ ánh sáng trên bề mặt tờ in, Có một sự khác biệt đáng kể giữa sự tán xạ ánh sáng trên bề mặt giấy tráng phần và giấy không tráng phần. Một lần nữa ta lại thấy việc so sánh giữa các loại giấy với nhau không hoàn toàn chính xác khi các thuộc tính khác như mật độ và độ dày lớp mực cũng thay đổi. Tuy nhiên, các số liệu đo đạc cho thấy có một sự khác biệt khoảng 3% trong sự gia tăng tầng thứ ở phần tông trung gian giữa các loại giấy tráng phần cao cấp và các loại giấy không tráng phần và sự gia tăng tầng thứ cao nhất nằm ở các loại giấy không tráng phần.

Ngoài các ảnh hưởng của bề mặt tờ in, khoảng mật độ, sự gia tăng tầng thứ và khoảng màu phục chế, chúng ta cũng phải xem xét các ảnh hưởng thị giác như cấu trúc bề mặt tờ in và các đặc trưng quang học khác.

Tông màu sơ cấp

Tông của các màu mực in cơ bản khi được in lên một loại giấy cụ thể được xác định bởi các tiêu chuẩn phù hợp, thí dụ như tiêu chuẩn BS 4666. Tuy nhiên cũng có sự biến đổi về tông màu giữa các bộ mực của các hãng sản xuất mực khác nhau. Sự khác biệt về tông màu giữa các bộ mực sẽ ảnh hưởng đến khoảng màu phục chế và do vậy cũng ảnh hưởng đến kết quả

in khi in cùng một bộ phim nhưng bằng nhiều loại mực khác nhau. Lý do có sự khác biệt về tông màu chính là giá thành của các loại hạt màu. Vì quá trình in không hoàn hảo nên nó có thể làm tăng hay giảm khoảng màu phục chế tại một màu nào đó thí dụ như màu Red bằng cách thay đổi các tông màu như Cyan và Magienta nhưng lại làm giảm khoảng màu phục chế của các màu khác.

Thậm chí nếu mực in và bề mặt tờ in giống nhau nhưng độ dày lớp mực khác nhau thì các tông màu cũng sẽ thay đổi. Hiệu ứng thị giác về sự biến đổi tông màu do độ dày lớp mực cũng giống như khi in trên các loại giấy khác nhau. Việc điều chỉnh giảm độ dày lớp mực khi in trên giấy trắng phần hoặc giấy không trắng phần sẽ làm giảm độ bão hoà màu và khoảng mật độ màu phục chế.

Tông màu in thứ hai và thứ ba

Các màu mực in thứ hai và thứ ba bị ảnh hưởng bởi tông màu mực in và độ dày lớp mực in trước đó. Chúng cũng bị ảnh hưởng bởi các đặc trưng về sự truyền mực. Trong thực tế, có nhiều tờ in khi so các màu mực in đầu tiên thì giống nhau nhưng khi in chồng thêm một màu nữa thì lại nhìn khác nhau, đặc biệt khác nhau ở độ bão hoà màu.

Công việc in nhiều màu bao gồm việc in chồng nhiều lớp mực lên nhau và điều quan trọng là lượng mực in chồng lên một màu đã được in trước đó cũng được chấp nhận như lượng mực in lên phần trắng của giấy (vùng chưa in). Khả năng in chồng một màu này lên một màu khác được gọi là thuộc tính truyền mực. Việc truyền mực kém có nghĩa là mực in được truyền lên trên một lớp mực khác ít hơn lượng mực cần thiết nên màu tổng hợp bị ngả sang màu của lớp mực in trước đó.

Truyền tông

Quá trình tram hoá hình ảnh tạo ra những sự biến đổi về độ bão hoà màu, các điểm tram có kích thước khác nhau khi được quan sát từ một khoảng cách thích hợp sẽ được hoà trộn bởi quá trình thị giác của chúng ta. Cường độ của màu mà chúng ta thấy được tại bất kỳ một phần nào trên thang đo kiểm tra tông màu phụ thuộc vào cả lượng mực được truyền lên giấy lẫn mật độ của phần tông nguyên cũng như kích thước của điểm

tram được in. Vì các điểm tram có thể thay đổi kích thước từ phim sang bản in nên có khả năng một tông màu thay đổi không phụ thuộc vào sự thay đổi tông màu chung. Mặc dù kích thước điểm tram có thể bị thay đổi theo hướng nhỏ đi nhưng thông thường chúng thay đổi theo hướng lớn lên (sự gia tăng tầng thứ). Việc giảm độ dày lớp mực có thể cho phép đạt được một tông màu nào đó nhưng lại làm cho tông màu chung thay đổi nhiều.

Các đặc trưng in còn bị ảnh hưởng nhiều bởi các hiệu ứng thị giác của các điểm tram có kích thước khác nhau và sự khác biệt giữa tờ in thử và in thật. Trong tình huống các điểm tram lớn hơn mức cho phép do lỗi của quá trình chế bản, khi in ta không thể nào đạt được mật độ yêu cầu trên tất cả các tông cùng một lúc.

Mặc dù hiện nay các nhà in đã biết nhiều về sự truyền tông màu nhưng phần lớn các sai hỏng vẫn liên quan đến các vấn đề về kiểm soát sự truyền tông hay phục chế tông không chính xác đặc biệt là sự sai biệt tông màu giữa các tờ in thử và in thật (trên cùng một loại giấy hay khác loại giấy), giữa các tờ in trong cùng một lần in và giữa các lần in.

Cân bằng xám

Cân bằng xám không phải là yếu tố tự biến đổi mà bị biến đổi do nhiều yếu tố khác. Nếu các lớp mực được in chồng lên đúng như yêu cầu thì ở phần xám của hình ảnh sẽ có màu trung tính, nếu các lớp mực truyền lên nhau không chính xác thì phần màu xám của hình ảnh sẽ bị ngả sang một tông màu nào đó. Như ta đã phân tích ở trên, sự truyền mực chính xác còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như sự gia tăng tầng thứ...nên cân bằng xám cũng phụ thuộc vào toàn bộ các yếu tố đã kể trên. Cân bằng xám dễ bị phát hiện bằng mắt thường khi in những ảnh có mảng tông xám lớn nhưng lại ít bị phát hiện khi in những hình có nhiều tông màu. Cân bằng xám thực chất cũng là cân bằng màu vì việc truyền tông màu không chính xác được phát hiện nhanh nhất tại những vùng tông xám.

Xác định qui cách của các đặc trưng in

Ảnh hưởng của các đặc trưng lên việc phục chế màu cần phải được mô tả hay xác lập thành qui cách. Có hai cách xác lập qui cách. Một qui cách có

thể được xác định bởi các thang kiểm tra in nhằm thiết lập các đặc trưng in cần thiết cho một bài in hay một tiêu chuẩn in trong một điều kiện cụ thể. Một qui cách in như thế có thể được thiết lập cho một máy in cụ thể hay một nhóm các máy in. Một phương pháp khác để xác lập qui cách là tuân thủ một số các tiêu chuẩn in đã được công bố.

Cách đầu tiên nên được thực hiện khi công việc in có những điểm không bình thường thí dụ như bề mặt giấy in đặc biệt hay độ phân giải tram cao. Đây cũng chính là phương pháp tốt nhất khi các phim tách màu được thực hiện dưới sự kiểm soát của nhà in vì nó cho phép thiết lập các điều kiện tối ưu cho quá trình in của nhà máy ngay tại khâu chế bản. Tuy nhiên khi các phim tách màu được khách hàng cung cấp cho nhà in và các bộ phim này không tuân thủ các qui cách mà nhà in đang sử dụng thì một qui cách tiêu chuẩn sẽ được dùng để thay thế

Các qui cách in tiêu chuẩn

Để có thể thoả hiệp với nhiều qui cách in khác nhau người ta đã đưa ra các tiêu chuẩn chung và chúng được coi như những tiêu chuẩn công nghiệp thông thường. Các qui cách đang dùng cho báo và tạp chí là tiêu chuẩn của hiệp hội các nhà in định kỳ (FIPP) và qui cách cho in báo bằng phương pháp in offset của Anh Quốc (UKONS). Các qui cách tương tự cũng được áp dụng ở Hoa Kỳ, đó là qui cách cho in offset cuộn (SWOP) và qui cách cho in quảng cáo không sấy (SNAP). Ngoài ra còn nhiều qui cách nữa mà các nhà in phải lưu ý tìm hiểu để sử dụng cho phù hợp.

Sự chuyển dịch tầng thứ trong các quá trình phục chế là những nguyên nhân cơ bản gây ra sự chênh lệch các giá trị mật độ giữa bài mẫu và tờ in cũng như giữa các giai đoạn của quá trình phục chế. Bên cạnh mực in và màu của giấy in, các thông số quan trọng nhất là độ dày lớp mực, giá trị tầng thứ, cân bằng màu, sự nhận mực và thứ tự chồng màu.

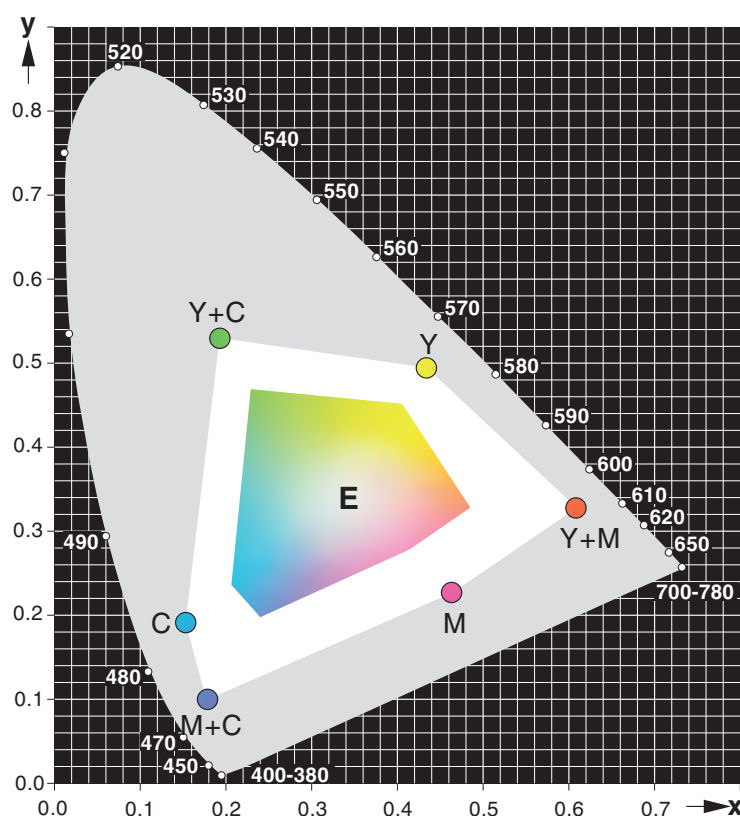
Độ dày lớp mực

Cảm giác về màu của một hình ảnh in phụ thuộc vào lớp mực in ở một mức độ nhất định. Vì các lý do kỹ thuật, độ dày lớp mực tối đa trong kỹ thuật in offset vào khoảng 3,5 mm.

Đối với giấy trắng phần và các màu mực theo tiêu chuẩn DIN 16 539, các vị trí màu chính xác có thể đạt được với độ dày lớp mực nằm giữa khoảng 0,7 và 1,1 mm.

Tuy nhiên, nếu sử dụng giấy và mực in không thích hợp ta không thể phục chế được các màu nằm ở các góc của biểu đồ màu CIE (các màu có độ bão hoà màu cao nhất). Khoảng màu có thể phục chế được cũng giảm nếu độ bão hoà màu không đủ. Trong minh hoạ mô tả ở trang bên, vùng màu trắng cho thấy khoảng màu phục chế bị thu hẹp lại khi in bằng các loại mực không đạt chất lượng.

Xét về khía cạnh vật lý, ảnh hưởng của độ dày lớp mực lên các đặc tính quang học có thể được giải thích như sau: Mực in không che phủ giấy mà chúng trong suốt. Ánh sáng xuyên qua mực in. Trong quá trình đi qua mực in, ánh sáng sẽ đụng phải các hạt màu, các hạt màu này sẽ hấp thụ nhiều hay ít các bước sóng nào đó của ánh sáng. Sự tập trung của các hạt màu và độ dày lớp mực càng cao thì càng có nhiều hạt màu đụng phải ánh sáng và ánh sáng sẽ được hấp thụ nhiều hơn.



Cuối cùng, các tia sáng tới được bề mặt giấy màu trắng và được phản xạ. Trong quá trình phản xạ, ánh sáng lại phải đi qua độ dày lớp mực một lần nữa rồi mới tới mắt người quan sát.

Một lớp mực in dày hấp thụ nhiều và phản xạ ít ánh sáng hơn so với lớp mực in mỏng, vì lẽ đó người quan sát cảm nhận màu tối hơn và có độ bão hoà cao hơn. Vì vậy, phần ánh sáng đi đến mắt người được coi là cơ sở để đánh giá màu.

Sự chuyển dịch tầng thứ trong quá trình phục chế

Tiếp theo mực in, các giá trị tông tram là thông số quan trọng nhất để đánh giá tông màu.

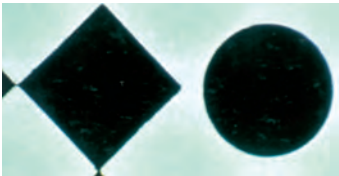
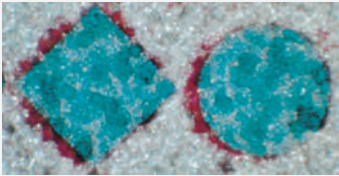
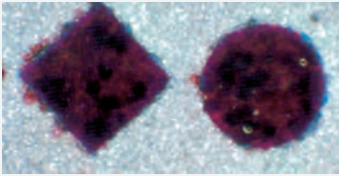
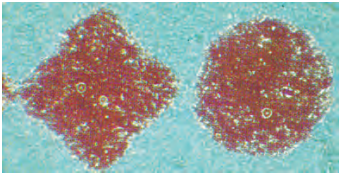
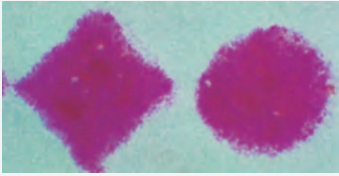
Ứng với mỗi diện tích (độ lớn) của điểm tram ta sẽ có một giá trị tầng thứ, người ta thường gọi là giá trị tông tram F (%). Nó cho biết tỉ lệ phần trăm về diện tích của các điểm tram và phần giấy trắng. Trong trường hợp giấy trắng $F=0\%$, khi in phủ nền $F=100\%$. Nếu $F=40\%$ thì có nghĩa là các điểm tram che 40% diện tích và 60% diện tích còn lại là phần trắng của giấy. Các tông màu càng sáng thì giá trị tông tram càng nhỏ.

Sự dịch chuyển tầng thứ

Khi một hạt tram được truyền từ phim sang bản in rồi từ bản in qua tấm cao su, rồi cuối cùng truyền lên giấy, hàng loạt các yếu tố có thể làm thay đổi kích thước hình học của nó.

Sự thay đổi các giá trị tầng thứ gây ra bởi các quá trình trên có thể được bù trừ từ công đoạn chế bản. Một đường cong mô tả các đặc tính truyền tầng thứ có thể được vẽ bằng cách đo các thang kiểm tra in và so sánh chúng với bài mẫu. Nếu trong toàn bộ quá trình in (từ khi quét hình cho đến khi in hoàn chỉnh) nếu đạt được các thông số so với tiêu chuẩn thì có thể mong đợi sản phẩm in ra giống bài mẫu.

Tuy nhiên, sự dịch chuyển tầng thứ là vấn đề khó của ngành in không thể thấy trước được. Chúng cần được lưu ý, đặc biệt trong suốt quá trình in. Các yếu tố quan trọng nhất là:

Đường đi của điểm tram	Các yếu tố ảnh hưởng	Hình dạng điểm tram
Phim Bình bản Ép phim Hiện phim	Gờ cạnh phim, băng keo, keo dán Hoá chất, thời gian hiện	 <i>Hai điểm tram trên phim (Phóng đại khoảng 150 lần)</i>
Bản in Phơi bản Làm ẩm Chà mực In	Vật liệu in, độ mài mòn theo số lượng in Thời gian phơi, hút chân không, chiều sáng ngang hông. Lượng nước ẩm, độ pH, sức căng bề mặt, độ cứng của nước, nhiệt độ. Độ dày lớp mực, độ quán, nhiệt độ Quá trình lăn ép	 <i>Điểm tram trên bản sau khi chà mực</i>  <i>Điểm tram trên bản sau khi chà mực</i>
Tấm cao su Cao su/ vật liệu in	Vật liệu, tình trạng bề mặt Quá trình ép lăn	 <i>Hạt tram trên tấm cao su</i>
Vật liệu in Truyền giấy Ra giấy	Bề mặt, chất lượng giấy Sự ăn khớp khi truyền giấy Quệt lem	 <i>Hình phóng đại cho thấy rõ kết quả tốt nhất của một điểm tram</i>

SỰ TĂNG / GIẢM CÁC GIÁ TRỊ TỔNG TRAM

Hạt tram to ra 	Hiện tượng hạt tram to ra chính là sự gia tăng diện tích điểm tram trong quá trình in khi so sánh với điểm tram trên phim. Sự gia tăng diện tích này một phần là do quá trình in, vật liệu in và máy in và không bị ảnh hưởng bởi người thợ in. Ở một góc độ nào đó người thợ in cũng góp phần làm tăng tăng thứ đặc biệt là khi họ điều chỉnh việc cấp mực.
Phần trắng bị bít	Hiện tượng các phần không in (để trắng) bị nhỏ đi cho đến khi bị bít hẳn. Đôi khi sự kéo dịch và đúp nét cũng gây bít.
Hạt tram bị nhỏ đi 	Là hiện tượng các hạt tram trên tờ in nhỏ hơn so với hạt tram trên phim.

SỰ BIẾN DẠNG ĐIỂM TRAM

Hạt tram to ra 	Kéo dịch là hiện tượng hình dạng một điểm tram thay đổi trong quá trình in do chuyển động tương đối giữa bản in và tấm cao su, chính vì lý do này mà một điểm tram tròn có thể biến dạng thành hình bầu dục. Kéo dịch phía góc phải của hướng in được gọi là kéo dịch bên. Kéo dịch chéo chỉ xảy ra khi cả hai dạng kéo dịch trên xảy ra cùng một lúc.
Hạt tram bị đúp nét 	Trong in offset, đúp nét có nghĩa là một điểm bóng không mong muốn có hình dạng giống như điểm tram xuất hiện kế bên điểm tram.

Hạt tram bị quệt lem

Là sự biến dạng của điểm tram gây ra bởi các tác động cơ học sau in. Thuật ngữ “quệt lem” cũng được sử dụng trong trường hợp mực in dính vào mặt lưng của tờ in sau nó.

CÁC ĐIỂM CẦN LƯU Ý KHI KIỂM TRA

	ĐÚNG	SAI
Với sự giúp đỡ của thang kiểm tra, sự gia tăng tầng thứ có thể được kiểm tra bằng mắt và đo được. Để phục vụ cho việc kiểm tra bằng mắt, các thang tín hiệu rất hữu dụng. Hiện tượng phần tử trắng bị bít có thể theo dõi được tốt nhất với sự trợ giúp của các phần tử đo tram với các giá trị tầng thứ cao.		
Hiện tượng hạt tram to ra và phần trắng bị bít chủ yếu gây ra bởi sự cấp mực quá nhiều và cấp không đủ nước, áp lực in quá lớn giữa bản in và tấm cao su, cao su căng không chặt. Hơn thế nữa, các lô chà mực và chà bản có thể không được điều chỉnh thích hợp.		
Trong các điều kiện in bình thường và phơi bản chính xác, các phần tử in thường to hơn so với phim. Các khiếm khuyết như bay bản hoặc tụ mực có thể làm cho phần tử in nhỏ lại. Trong trường hợp đó ta nên khắc phục như sau: thường xuyên lau rửa tấm cao su và bộ phận mực, thay đổi loại mực in và thứ tự chồng màu. Kiểm tra các lô chà bản, áp lực in.		
Hiện tượng kéo dịch thấp nhất ở các loại tram đường. Các đường song song thường chỉ ra hướng kéo dịch. Kéo dịch theo hướng in thường do sai lệch lăn ép giữa ống bản và ống cao su hoặc do áp lực in quá cao. Đây là lý do tại sao quá trình lăn ép in và áp lực in cần được kiểm tra thận trọng nhất.		

Đúp nét được kiểm tra bằng các phần tử dùng để kiểm tra kéo dịch. Thêm vào đó, các hạt tram phải được kiểm tra bằng kính phóng đại vì tram đường bản thân nó không cho phép phân biệt giữa kéo dịch và đúp nét. Có nhiều nguyên nhân gây ra đúp nét, hầu hết các nguyên nhân không ít thì nhiều đều liên quan đến giấy in.		
Hiện tượng quệt lem ít khi xảy ra với các máy in tờ rời hiện đại. Những vùng trên máy in tờ rời, nơi tờ giấy và mặt giấy mới in tiếp xúc cơ học là nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng quệt lem. Quệt lem có thể xảy ra khi xếp chồng giấy hoặc khi in trên các máy in đảo mặt giấy.		

Các phần tử tín hiệu in kèm với tài liệu như dải SLUR là một công cụ có giá trị để kiểm tra một cách nhanh chóng những sự thay đổi giá trị tăng thứ. Các phần tử này phóng đại những lỗi xảy ra trong quá trình in.

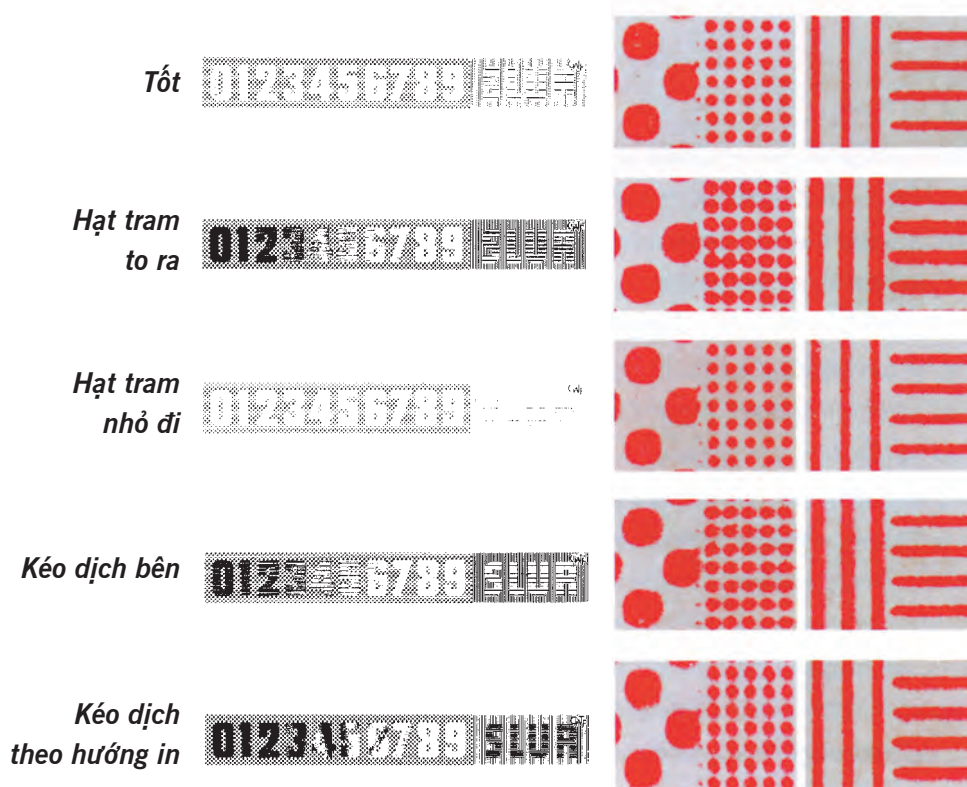
Các lỗi như hạt tram bị to ra, bị thu nhỏ, kéo dịch hay đúp nét ảnh hưởng đến các phần tử tram hạt nhuyễn nhiều hơn là các phần tử tram hạt lớn. Nguyên nhân xảy ra hiện tượng này có thể được lý giải như sau: các điểm tram nhỏ (tram độ phân giải cao) tăng hoặc giảm diện tích bằng với sự tăng giảm xảy ra đối với các hạt tram lớn (tram có độ phân giải thấp) do vậy khi in tram có độ phân giải cao ta sẽ có nhiều hạt tram hơn nên dễ bị tăng hoặc giảm nhiều hơn so với tram thô. Đó chính là lý do tại sao trong suốt quá trình in có nhiều mực in tụ quanh các hạt tram mịn hơn và hậu quả là hình ảnh in ở độ phân giải cao sẽ tối hơn. Hiện tượng này là cơ sở để thiết lập nên các phần tử tín hiệu và đo đạc.

Cấu trúc và chức năng của dải SLUR sẽ giải thích ngắn gọn cho hiện tượng trên. Trong dải SLUR các phần tử tram thô (phần viền quanh) được phối hợp với các phần tử tram mịn (các con số).

Trong dải thang kiểm tra SLUR có các giá trị tông tram bằng nhau được tạo ra từ tram thô. Các số từ 0 tới 9 được tạo ra từ tram mịn có các giá trị tông thu nhỏ dần. Trong quá trình in sản lượng, trên tờ in chuẩn sẽ có số 3 trên thang kiểm tra và khi nào vùng tram thô xung quanh nó có cùng

giá trị tông thì có thể số 3 không còn đọc được nữa. Tuy nhiên, nếu sự gia tăng tầng thứ xảy ra trong suốt quá trình in thì con số cao hơn kế tiếp với tầng thứ thấp hơn sẽ có cùng tông với vùng tram thô bao quanh nó. Sự gia tăng tầng thứ càng cao thì sự cân bằng tông giữa số và vùng tram thô bao quanh sẽ dịch chuyển về con số cao hơn.

Đối với hiện tượng hạt tram bị thu nhỏ thì mọi việc diễn ra ngược lại.

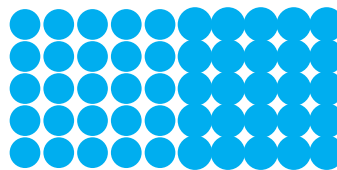


Trong trường hợp này các con số 2, 1 hay thậm chí 0 có thể không đọc được. Các con số chỉ đơn thuần cho biết hiện tượng gia tăng tầng thứ hoặc hiện tượng thu nhỏ hạt tram có thể xảy ra hay không. Các nguyên nhân gây ra hai hiện tượng này phải được xem xét bằng kính phóng đại trên tờ in hoặc trên bản in. Phần chữ SLUR phía bên phải của các con số cho biết tờ in dạng chuẩn, hạt tram to ra, kéo dịch hay đúp nét. Khi in, nếu hiện tượng gia tăng tầng thứ xảy ra thì chữ SLUR sẽ không rõ ràng hơn so với tờ in tốt, mặc dù toàn bộ vùng chứa chữ SLUR trông tồi hơn.

Tuy nhiên, các điểm tram trên thang kiểm tra ít thích hợp để nhận biết sự kéo dịch hay đúp nét. Ở phần tram ta có thể nhận thấy sự to ra nhưng

sự biến dạng điển hình kèm theo hướng kéo dịch có thể thấy rõ hơn phần chữ SLUR. Thí dụ trong trường hợp kéo dịch theo hướng in, các đường kẻ nằm ngang tạo nên chữ SLUR (song song với cạnh nhíp) sẽ rộng ra làm ta thấy rõ chữ. Ngược lại, trong trường hợp kéo dịch bên, phần bao quanh chữ SLUR có các đường kẻ dọc sẽ trở nên tối hơn.

Hình minh họa dưới đây cho thấy ảnh hưởng của sự thay đổi giá trị diện tích điểm tram đến ảnh in, đây là một ví dụ về sự gia tăng tầng thứ. Thậm chí nếu các điểm tram của chỉ một màu cơ bản lớn hơn mức yêu cầu thì cũng dẫn đến sự thay đổi giá trị tông màu.



Đúng

Sai

Dĩ nhiên, điều này cũng quan trọng đối với việc truyền tầng thứ chính xác trên máy in. Quá trình truyền tầng thứ trong in offset (từ bản sang cao su và từ cao su sang tờ in), thường làm cho các điểm tram lớn hơn. Hiện tượng này được gọi là sự gia tăng tầng thứ.

Các dải thang kiểm tra giúp kiểm soát được chất lượng tờ in, nhưng chúng không cung cấp các thông tin về các giá trị sai lệch cụ thể và các lỗi. Để có thể biết được chất lượng của các giá trị tông cần phải dùng đến các phương pháp đo.

Sự gia tăng tầng thứ

Sự gia tăng tầng thứ là sự khác biệt giữa các giá trị tông tram trên phim và trên tờ in. Đây là kết quả của việc biến dạng hình học của điểm tram lẫn hiệu ứng quang học (hiện tượng tán quang*)

Cũng giống như giá trị tông tram F , giá trị gia tăng tầng thứ Z thường được tính bằng phần trăm (công thức tính sự gia tăng tầng thứ Z được đề cập ở chương 3.5.1).

Sự gia tăng tầng thứ là sự khác biệt giữa giá trị tông tram khi in F_D và giá trị tông tram trên phim F_F

Vì sự gia tăng tầng thứ khác nhau tùy thuộc vào các khoảng giá trị tông, các số liệu về sự gia tăng tầng thứ cũng nên nói rõ về giá trị tầng thứ tương ứng trên phim. Ví dụ: độ gia tăng tầng thứ là 15% đối với $F_F = 40\%$, hoặc gọn hơn là $Z_{40} = 15\%$.

Các thiết bị đo hiện đại cho biết độ gia tăng tầng thứ một cách trực tiếp.

Chú ý: Độ gia tăng tầng thứ $Z(\%)$ là hiệu số giữa giá trị tông tram khi in F_D và giá trị tông tram trên phim F_F . Do vậy giá trị này không liên quan đến giá trị tông tram trên phim F_F .

** Hiện tượng tán quang là hiện tượng ánh sáng bị giữ lại trên tờ in, không phản xạ lại mắt hay máy đo.*

Đường đặc trưng in

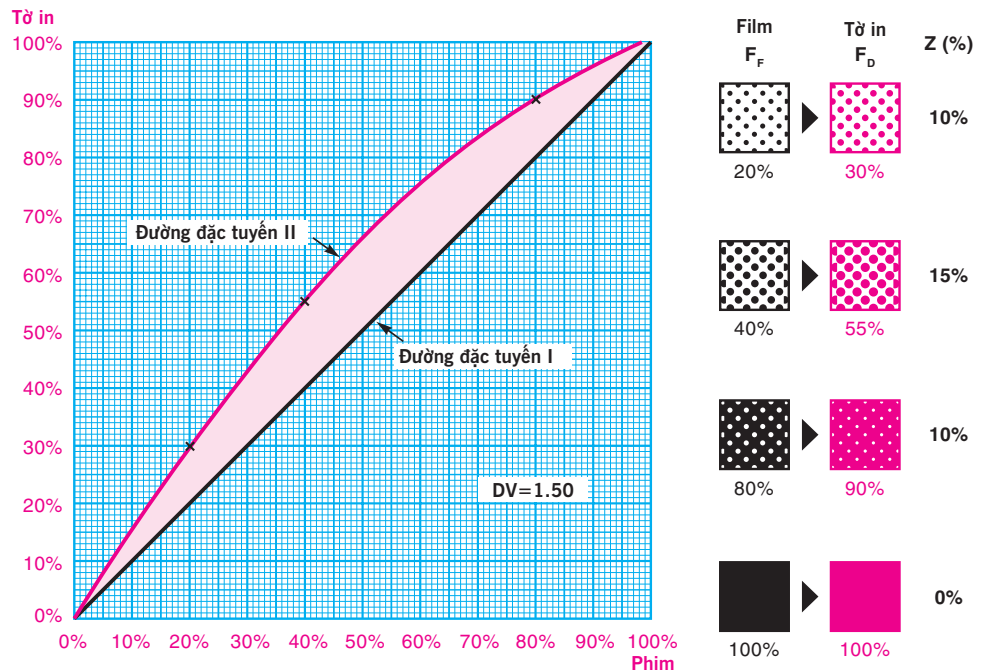
Sự biến đổi giá trị tông tram khi in F_D so với giá trị tông tram trên phim F_F có thể được mô tả một cách rõ ràng để điều chỉnh quá trình chế bản qua đường đặc trưng in.

Để xác định đường đặc trưng in, người ta sử dụng thang tram có ít nhất là 3 nấc tầng thứ và một ô tông nguyên, có nhiều thang đo có các ô chuyển đổi giá trị tông từ 0% đến 100% với các giá trị tông cách nhau một khoảng 5%. Với máy đo mật độ ta có thể đo mật độ mực ở tông nguyên và các bậc trong thang tram để từ đó xác định tầng thứ tram. Đưa tọa độ các điểm đo được vào đồ thị đã vẽ sẵn các giá trị tầng thứ trên phim tương ứng, ta sẽ có đường đặc trưng truyền tầng thứ từ phim sang tờ in khi quá trình phơi bản được tiêu chuẩn hóa.

Đường đặc trưng này chỉ có giá trị đối với sự phối hợp mực in, giấy, áp lực in, cao su và bản in theo điều kiện kiểm tra vì chúng là những yếu tố từ đó mà ta xác định đường đặc trưng. Nếu người ta kiểm tra trên một loại máy in khác với mực in và giấy khác thì mỗi trường hợp sẽ cho ra một đường đặc trưng khác.

Trên đồ thị đường đặc trưng I nghiêng một góc 45° biểu diễn đường đặc trưng in lý tưởng thông thường không đạt được. Trong trường hợp này, các giá trị tăng thứ trên phim và trên tờ in hoàn toàn trùng với nhau.

Đường đặc trưng II thể hiện tăng thứ tram đo được trên tờ in chỉ rõ sự thay đổi tăng thứ giữa phim và tờ in. Thí dụ giá trị tổng tram trên phim là 40% nhưng trên đường đặc trưng in thứ hai chỉ ra giá trị tổng trên tờ in là 55%. Từ đó ta có độ tăng thêm tăng thứ $Z(\%) = 55\% - 40\% = 15\%$. Khi xác định sự gia tăng tăng thứ trong quá trình in, phần tông trung gian nói lên nhiều ý nghĩa nhất. Đường đặc trưng in chỉ ra rằng tại phần tông này các giá trị tăng thứ dịch chuyển nhiều nhất. Qua đường đặc trưng in thứ hai, ta có thể điều chỉnh các giá trị tăng thứ tram trên phim để cân bằng và bù trừ cho độ gia tăng tăng thứ khi in.



Độ tương phản K(%)

Độ tương phản in tương đối K(%) dùng để kiểm tra ở tông $\frac{3}{4}$.

Một tờ in cần có độ tương phản cao hết mức mà nó có thể. Điều đó có nghĩa là các tông nguyên (in nền) cần có mật độ mực cao, nhưng tông tram vẫn còn hở không bị bít lại (tầng thứ tối ưu). Khi tăng lượng mực, mật độ mực trong các điểm tram tăng lên và như vậy độ tương phản cũng tăng lên. Tuy nhiên, việc tăng lượng mực được cấp chỉ có ý nghĩa đến một giới hạn nhất định, vì khi độ dày của lớp mực tăng lên vượt quá giới hạn đó, điểm tram to ra và phần trắng nền giấy ở tông $\frac{3}{4}$ bị bít lại. Như vậy, phần trắng trên giấy bị giảm bớt dẫn đến độ tương phản bị giảm đi.

Nếu ta không có sẵn thiết bị đo hiển thị trực tiếp độ tương phản thì độ tương phản tương đối khi in có thể tính toán hay xác định trên cơ sở thang kiểm tra FOGRA PMS.

Điểm tương phản tương đối được sử dụng để kiểm tra chất lượng điểm tram ở tông $\frac{3}{4}$. Khi in sản lượng, mặc dù mật độ màu mực ở tông nguyên không thay đổi, nhưng khi trị số độ tương phản K bị giảm đi thì đó là lúc cần lau rửa tấm cao su.

$$K(\%) = \frac{(D_V - D_R)}{D_V} \cdot 100$$

Nếu mật độ mực ở tông nguyên đạt yêu cầu, các giá trị độ tương phản có thể được sử dụng để đánh giá các yếu tố khác ảnh hưởng đến quá trình in như:

- Sự lăn ép in và áp lực in.
- Các tấm cao su và tờ lót.
- Sự làm ẩm bản.
- Mực in và phụ gia.

Không giống như sự gia tăng tầng thứ, giá trị độ tương phản phụ thuộc một phần lớn vào sự gia tăng mật độ ở tông nền, nên nó không được coi là một biến số cho việc chuẩn hoá. Đó là lý do tại sao cho đến nay tầm quan trọng của nó ngày càng giảm đi đáng kể.

Cân bằng màu

Như đã giải thích ở phần trên, các tông màu được phục chế trong in bốn màu bằng sự phối trộn các thành phần khác nhau của mực Cyan, Magenta, Yellow và Black. Nếu thành phần phối hợp giữa chúng thay đổi chúng sẽ cho ra màu khác. Để tránh điều này thành phần các màu cấu tạo nên tông màu mong muốn phải được cân bằng chính xác và ổn định.

Nếu chỉ có màu Black thay đổi, tông màu trở nên sáng hoặc tối hơn, chúng ta không xem hiện tượng này như tông màu bị rối loạn. Tình trạng tương tự cũng xảy ra khi thành phần tất cả các màu hữu sắc thay đổi một cách tương đối đều nhau và cùng hướng.

Tuy nhiên, chúng ta chỉ can thiệp khi tông màu thay đổi. Sự thay đổi tông như thế chỉ xảy ra khi các màu phối trộn thay đổi không đều nhau hoặc tệ hơn nếu chúng thay đổi theo hướng ngược nhau.

Sự thay đổi cân bằng màu có thể nhận ra rất rõ ràng trên các vùng kiểm tra cân bằng xám. Vì lẽ đó cân bằng màu thường được gọi là cân bằng xám. Sự gia tăng các biến số không thể tránh khỏi của mỗi loại mực trong quá trình in chủ yếu phụ thuộc vào nguyên lý cấu tạo ảnh được chọn trong quá trình chế bản.

Tiếp theo đây, các dạng thiết lập ảnh quan trọng nhất sẽ được diễn giải. Các biểu đồ giản lược cho thấy các loại mực lý tưởng không tồn tại trong thực tế. Thêm vào đó có những thay đổi về màu do việc nhận mực trong quá trình in ướt chồng ướt (xem thêm chương 2.5). Đây là lý do tại sao trong thực tế các giá trị tăng thứ thay đổi so với giá trị lý thuyết. Để đạt được các tông màu đều nhau, các ô kiểm tra in chồng màu phải được chỉnh sửa tương ứng.

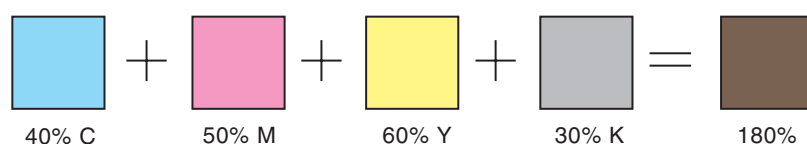
Hỗn hợp các sắc màu

Việc phối trộn màu bao gồm các màu sơ cấp của tổng hợp trừ Cyan (C), Magenta (M), Yellow (Y) và Black (K) thông thường được sử dụng để nhấn thêm chiều sâu của hình ảnh và để cải thiện các đường viền. Các tông màu tối được phục chế bằng cách phối trộn ba màu sơ cấp.

Lấy ví dụ, màu mực in Cyan trở nên tối hơn nếu các thành phần bằng nhau của Yellow và Magenta được thêm vào và lúc đó thành phần của chúng phải được duy trì thấp hơn màu Cyan. Tỷ lệ màu Magenta và

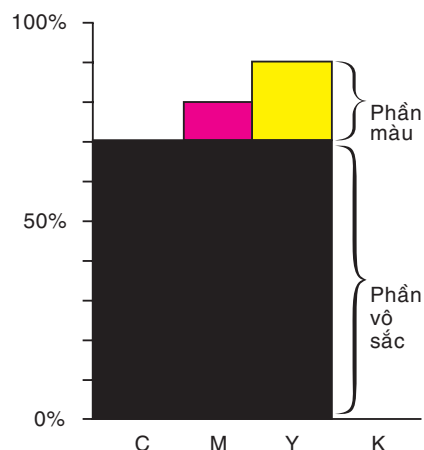
Yellow nếu được phối trộn với màu Cyan cùng tỷ lệ nó sẽ tạo ra màu đen và vì thế nó làm tối phần còn lại của màu Cyan.

Điều này được minh họa bằng một ví dụ:



Màu nâu được đưa ra trong hình minh họa được thiết lập theo cấu trúc màu 70% Cyan + 80% Magenta và 90% Yellow. Lượng màu phủ lên bề mặt vật liệu lên đến 240%. Màu Black không được sử dụng. Tuy nhiên do các màu được phối trộn với tỷ lệ cao nên cân bằng màu rất khó được duy trì trong suốt quá trình in.

Thêm vào đó, với một bề mặt được phủ mực sẽ gia tăng. Cấu trúc các màu của màu nâu được chỉ ra ở hình minh họa kế bên bao gồm hai màu hữu sắc và một thành phần màu vô sắc (màu đen). Thành phần màu vô sắc được phối trộn bởi 70% Cyan, 70% Magenta và 70% cho ra màu xám (vô sắc). 10% Magenta và 20% Yellow còn lại là phần màu hữu sắc.

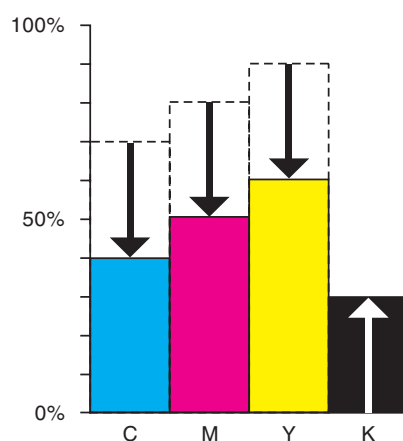


Hỗn hợp các màu hữu sắc và thay thế các màu bằng màu đen

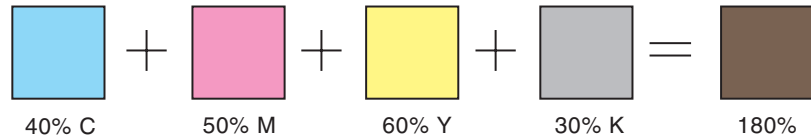
Kỹ thuật thay thế các màu vô sắc bằng màu đen (UCR Under Color Removal) là một sự biến đổi thành phần màu hữu sắc với một thành phần màu vô sắc được thay bằng màu đen.

Giả sử rằng 30% các màu được loại bỏ từ màu nâu của ví dụ trên.

Phần màu vô sắc bao gồm Cyan, Magenta và Yellow được loại bỏ đi 30% và thay thế bởi phần màu Black 30%



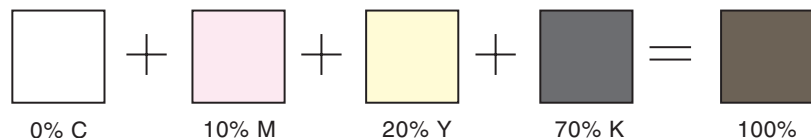
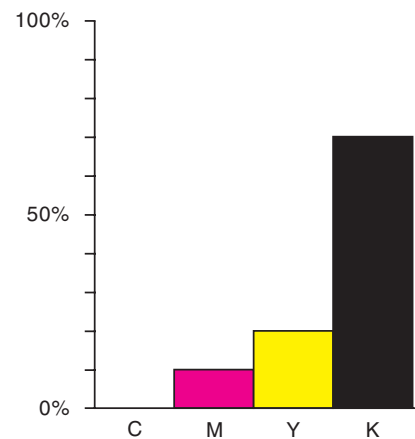
tương ứng. Kết quả là bề mặt phủ mực không còn là 240% nữa mà chỉ còn 180% với tông màu không đổi.



Đây là một sự hỗ trợ rất lớn cho thợ in vì nguy cơ thẩm mực qua giấy được giảm thiểu và sự cân bằng màu có thể được duy trì dễ dàng hơn.

Hỗn hợp màu vô sắc

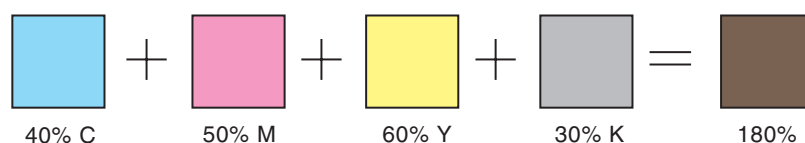
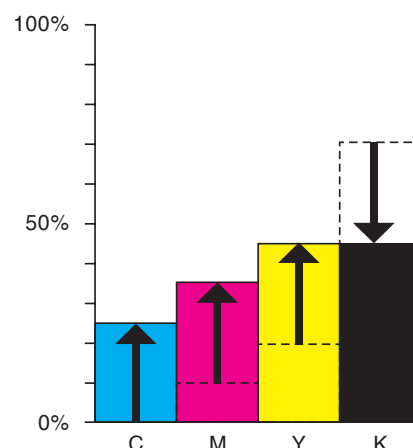
Ngược lại với sự phối trộn các màu, trong việc phối trộn màu vô sắc tất cả các thành phần màu vô sắc được thay thế bởi màu Black. Các tông màu vì thế không còn bị làm tối bằng các màu bổ sung mà được làm tối bằng màu Black. Cấu trúc vô sắc ở ví dụ dưới đây chỉ gồm có màu đỏ, vàng và đen. Nói chung bề mặt giấy được phủ một lượng mực không quá 100%. Kỹ thuật này cho phép các thành phần màu Cyan, Magenta và Yellow được giảm thiểu một cách đáng kể trong tất cả các hình ảnh và tông màu. Tiến trình in như thế trở nên đáng tin cậy hơn và việc nhận mực được cải thiện đáng kể.



Hỗn hợp vô sắc với sự bổ sung các màu hữu sắc

Việc thêm các màu hữu sắc vào là một sự biến đổi thành phần màu vô sắc. Nếu mật độ của mực in màu đen trung tính không đủ thì các màu Cyan, Magenta và Yellow được thêm vào cấu trúc màu vô sắc một lần nữa để cải thiện chiều sâu của hình 0% ảnh trung tính (theo ví dụ ở đây là 25%)

Kiểu phối trộn này được sử dụng rộng rãi ngày nay, nó đã được cải thiện để trở thành một phương pháp có giá trị trong thực tế và cho chất lượng in ảnh tốt.

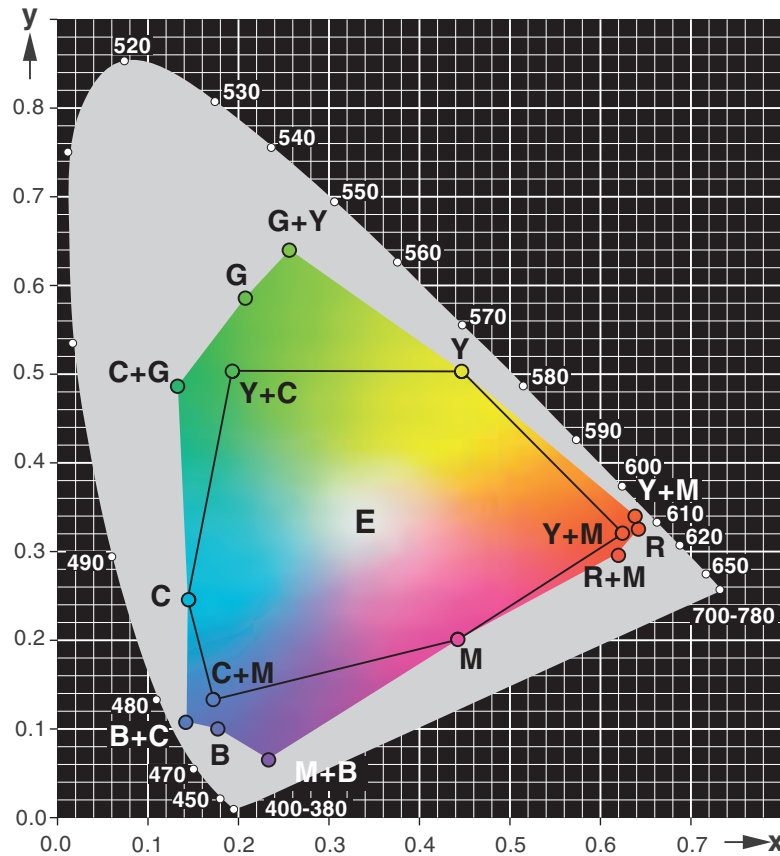


In 5-6-7 màu

Kiểu in 4 màu hiện đại cho phép đạt được các tiêu chuẩn chất lượng cao. Tuy nhiên, trong một số bài mẫu ta cần một sự phối trộn nhiều màu hơn để đạt được yêu cầu chất lượng cao nhất.

Khoảng màu phục chế có thể được mở rộng bằng cách sử dụng các màu đặc biệt (bên cạnh 4 màu cơ bản của tổng hợp trừ). Thí dụ nếu màu đỏ cơ được sử dụng bổ sung cho 4 màu cơ bản thì khoảng màu đỏ cơ được phục chế có thể được mở rộng. Nếu cần thiết một vài màu đặc biệt cũng được in bổ sung thêm.

Hình minh họa dưới đây chỉ ra các giá trị màu đo được từ việc in 7 màu được định vị trong biểu đồ màu CIE.



Hình lục giác nằm trong phạm vi đường biên của biểu đồ màu được giới hạn bởi viền đen cho thấy khoảng màu phức chế từ các màu in cơ bản Cyan, Magenta, Yellow (các giá trị được đo). Hình 12 cạnh bao quanh nó cho thấy các khoảng màu có thể được nới rộng như thế nào khi in thêm các màu Red, Green và Blue.

Sự nhận mực và thứ tự màu in

Sự nhận mực

Một biến số khác ảnh hưởng đến việc phức chế tông màu là tình trạng nhận mực. Nó chỉ ra rằng một lớp mực được chấp nhận như thế nào khi in lên một lớp mực khác. Có sự khác biệt khi in một màu lên giấy trắng và lên một màu đã in, khác biệt giữa kiểu in ướt chồng ướt và ướt chồng khô.

Thuật ngữ in “ướt chồng khô” được dùng khi in một lớp mực được in trực tiếp lên bề mặt vật liệu hoặc một lớp mực khác đã khô. Ngược lại nếu

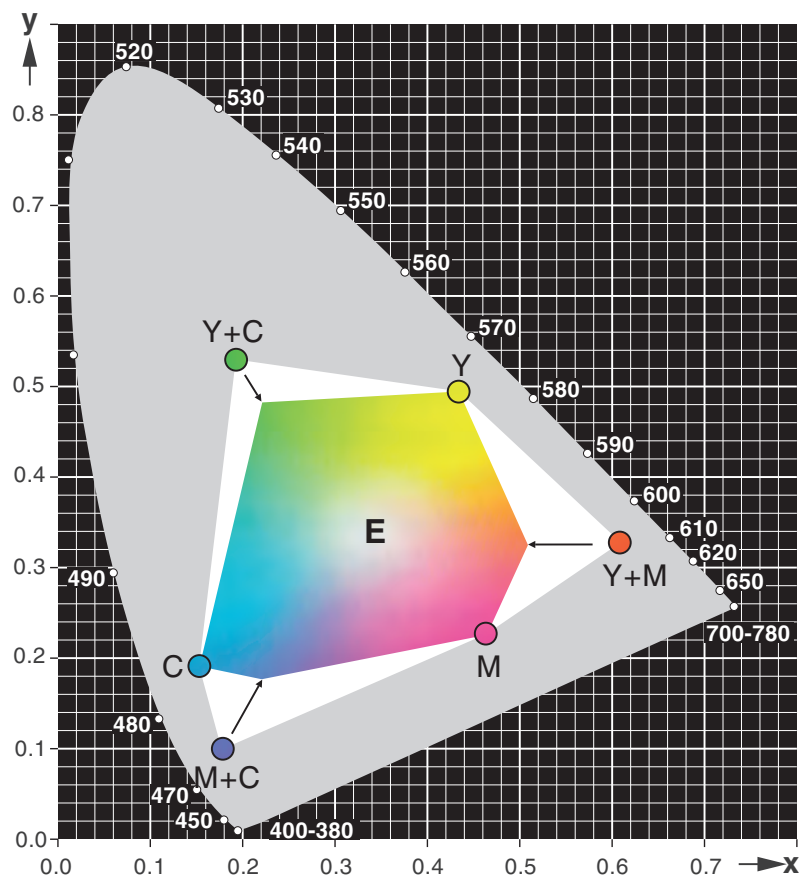
mực in được in chồng lên một lớp mực được in trước đó và còn ướt thì ta dùng thuật ngữ “ướt chồng ướt”. Đối với máy in nhiều màu thuật ngữ “ướt chồng ướt” thường được sử dụng.

Nếu mực phủ đều và tông màu nằm đúng vị trí (toạ độ) ta gọi đó là tình trạng nhận mực tốt.

Mặc khác, nếu tông màu mong muốn không đạt được thì tình trạng nhận mực đã bị sai (xáo trộn).

Điều này cũng xảy ra đối với tất cả các màu mực pha khác. Hậu quả là khoảng phục chế màu bị thu nhỏ và có những sắc màu không thể tái tạo được.

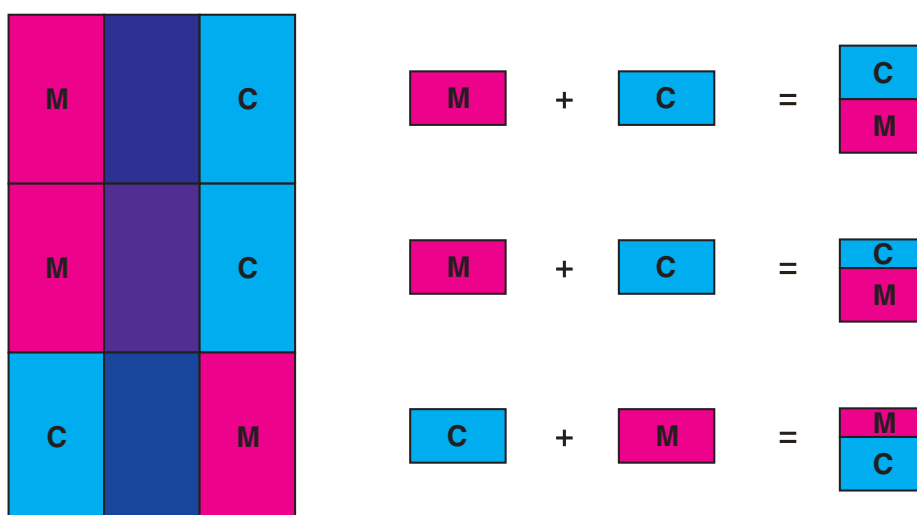
Nếu độ dày lớp mực in đúng thì vị trí (toạ độ) các màu Cyan, Magenta và Yellow được đặt đúng, nếu không thì toạ độ các màu Red, Green, Blue không thể đạt được do lỗi trong việc in chồng màu trong quá trình in.



Biểu đồ màu CIE trên cho thấy ảnh hưởng của sự nhận mực kém hay thứ tự chồng màu không đúng ảnh hưởng đến chất lượng tờ in. Vùng trắng cho thấy khoảng tông phục chế bị thu hẹp lại do lỗi của sự nhận mực.

Thứ tự màu in

Hình minh họa dưới đây cho thấy các kết quả của ba lần in chồng màu khác nhau của màu Cyan và Magenta do việc thay đổi thứ tự chồng màu giữa chúng.



Ở ví dụ đầu một lớp mực màu Magenta được in trên máy in một màu là màu in đầu tiên. Sau đó lớp mực in màu Cyan được in chồng lên sau khi lớp mực thứ nhất đã khô (kiểu in ướt chồng khô). Độ dày lớp mực của hai màu đều lý tưởng, sự truyền mực tốt và tọa độ màu mong muốn đạt được yêu cầu.

Ví dụ thứ hai cho thấy việc in chồng màu trên máy in nhiều màu. Đầu tiên một lớp mực Magenta được in trên giấy khô (ướt chồng khô). Sau đó lớp mực in cyan được in lên trên lớp mực Magenta vẫn còn ướt (kiểu in ướt chồng ướt). Ngược lại với lớp mực in Magenta được chấp nhận tốt bởi giấy in, sự nhận lớp mực cyan không đạt (do việc đổi thứ tự in màu trong quá trình in chồng màu). Kết quả, ta sẽ có một màu đỏ cờ ngả xanh. Trong thí dụ thứ ba, kiểu in ướt chồng ướt cũng được sử dụng nhưng thay đổi thứ tự in chồng màu (in chồng Cyan lên Magenta). Kết quả, ta có màu xanh ngả đỏ.

Khi in chồng 4 màu, thứ tự màu Cyan - Magenta - Yellow - Black thông thường được chấp nhận là tiêu chuẩn. Thứ tự in chồng màu này cũng là cơ sở để điều chỉnh độ sệch của mực in trong quá trình sản xuất mực.

Để giảm thiểu các lỗi do sự nhận mực gây ra, trong một số trường hợp đặc biệt, bản in nên được kiểm tra kỹ lưỡng trước khi gắn lên máy. Lấy ví dụ, đối với các vùng màu tông nguyên kết quả in sẽ tốt hơn khi in các màu nhạt trước và màu đậm sau.

Đặc biệt, điều này được áp dụng khi in chồng các nền tram với nền tông nguyên. Đầu tiên nền tram nên được in trước lên giấy trắng rồi sau đó mới in nền đậm hơn lên trên nó.

ĐO VÀ KIỂM TRA CÁC ĐẶC TRƯNG IN 4

Các loại thang kiểm tra	89
Vị trí của các thang kiểm tra trên tờ in	90
Nên dùng thang kiểm tra nào?	90
Các phần tử kiểm tra màu mực và độ dày lớp mực	91
Các phần tử kiểm tra sự truyền mực	91
Các phần tử kiểm tra sự cân bằng xám	92
Các ô kiểm tra sự chồng màu chính xác	92
Các ô kiểm soát sự truyền tông	92
Các đường cực mảnh	93
Các điểm tram ở phần sáng và phần tối	93
Các ô kiểm tra dùng để đo mật độ	97
Các ô kiểm tra gồm các đường mảnh	99
Đường cong đặc trưng của sự gia tăng tầng thứ	104
Các phép đo sự truyền mực	106
Đo độ lệch tông màu và độ ngả xám	107
Biểu đồ màu lục giác của GAFT	109
Độ tương phản màu	111
Đo cân bằng xám	112

ĐO VÀ KIỂM TRA CÁC ĐẶC TRƯNG IN 4

Các loại thang kiểm tra

Việc đo các đặc tính của các đặc trưng in không những quan trọng trong việc cung cấp các qui cách trong các giai đoạn sản xuất in mà còn giúp kiểm soát kết quả in thật đúng như tờ in thử. Các thông số kiểm tra được xác định thông qua các phần tử kiểm tra được gắn kèm hình ảnh in.

Các dải kiểm tra in.

Các dải kiểm tra in thường có các phần tử như bảng dưới đây

Thuộc tính	Phần tử kiểm tra	Cách kiểm tra
Màu của mực in và độ dày lớp mực	Ô tông nguyên	Quan sát, máy đo màu, máy đo phổ màu, máy đo mật độ
Sự truyền tông (Làm bản in)	Thang kiểm tra các bước liên tục Các đường cực mảnh Hạt tram phần sáng và phần tối Các ô kiểm tra hình sao	Quan sát Kính lúp Kính lúp Quan sát
Sự truyền tông (In)	Các ô kiểm tra hình sao Phần tử có kích thước biến đổi Các vùng tram mịn hay thô Các ô tăng thứ	Quan sát Kính lúp Quan sát máy đo Máy đo mật độ

Sự truyền tông (Kéo dịch hay đúp nét)	Các ô kiểm tra hình sao Các vòng tròn đồng tâm Các đường mảnh	Quan sát Quan sát Quan sát hay máy đo
Sự truyền mực	Các ô tông nguyên in chồng lên nhau	Quan sát hay máy đo mật độ
Cân bằng xám	Các ô trung tính in chồng 3 màu	Quan sát, máy đo màu, máy đo phổ màu, máy đo mật độ
Chồng màu chính xác	Các dấu canh point chồng màu, các vòng tròn đồng tâm	Kính lúp

Vị trí của các thang kiểm tra trên tờ in

Một trong những điều cần cân nhắc khi sử dụng các thang hay dải kiểm tra in chính là vị trí của nó trên tờ in. Theo nguyên tắc chung, nó phải được đặt tại vị trí nào mà có thể biểu thị tốt nhất tình trạng của toàn bộ tờ in và sau đó nó phải được cắt hay dấu đi trong quá trình thành phẩm. Trên máy in offset tờ rời, vị trí thuận tiện nhất để đặt thang kiểm tra cạnh đuôi của tờ in, tuy nhiên tại vị trí này giấy thường bị biến dạng nên ta nên đặt các thang kiểm tra tại tâm hay nửa phía trên của tờ in. Trên máy in, cuộn mực in gần như chà liên tục lên bản in vì khoảng hở trên ống bản gần như không đáng kể, vì vậy vị trí đặt tờ in không quan trọng như in tờ rời, người ta có thể đặt ở những nơi thuận tiện để khi thành phẩm nó sẽ bị cắt đi, tránh đặt thang kiểm tra tại những vị trí mà bản in bị đục lỗ định vị.

Nên dùng thang kiểm tra nào?

Việc dùng thang kiểm tra nào tùy thuộc vào những thuộc tính in nào mà ta muốn kiểm tra và phương tiện kiểm tra là gì? Nếu ta không có sẵn những thiết bị kiểm tra như máy đo mật độ hay máy đo màu thì ta phải dùng những thang kiểm tra nào có thể giúp ta kiểm tra các thuộc tính in bằng cách quan sát qua kính lúp. Nếu không có máy đo màu mà chỉ có máy đo mật độ thì phải tìm cách bố trí thang đo sao cho qua mật độ các màu ta có thể kiểm tra được màu. Việc bố trí thang kiểm tra phải tuân thủ các

qui cách chuẩn của các nhà sản xuất máy in nếu như trên máy in đó có các thiết bị đo kiểm tra tự động.

Các phần tử kiểm tra màu mực và độ dày lớp mực

Việc đo mật độ tông nguyên là một phương thức hiệu quả để theo dõi và kiểm soát độ dày lớp mực. Nếu chỉ để kiểm tra mật độ tông nguyên ta có thể chỉ bố trí các ô tông nguyên cho các màu cũng như các ô tông nguyên tạo ra do các màu chồng lên nhau, việc tạo ra các ô kiểm tra tông nguyên hết sức đơn giản. Tuy nhiên trong in offset, chúng ta phải đối mặt với các khó khăn gây ra do việc kiểm soát cả vùng phủ mực nằm theo chiều ngang của bản in. Theo lý thuyết, ta phải bố trí một thang đo trải dài từ đầu này đến đầu kia theo chiều ngang của tờ in nhưng trên thực tế điều này không thể thực hiện được vì nếu chiều cao của một ô kiểm tra là 1 cm thì ta phải dùng đến 4 cm giấy (4 màu) để chứa các thang kiểm tra trong khi còn nhiều ô kiểm tra các cũng cần được in.

Tất cả các thang kiểm tra hiện nay gồm có một số ô tông nguyên cho mỗi màu và chúng được bố trí theo từng khoảng lập đi lập lại dọc theo chiều dài của thang kiểm tra. Nếu thang kiểm tra chỉ dùng cho một loại máy in cụ thể nào đó thì chiều dài của thang kiểm tra sẽ bằng độ rộng của vùng phủ mực. Theo quan điểm kiểm soát việc cấp mực, càng có nhiều ô kiểm tra tông nguyên lập đi lập lại thì càng tốt, tuy nhiên càng có nhiều ô kiểm tra tông nguyên thì càng có ít các ô kiểm tra khác được đặt vào tờ in.

Trong trường hợp ta không có thiết bị đo, việc kiểm tra độ dày lớp mực bằng cách quan sát có thể thực hiện được bằng cách dùng các đường có độ dày thay đổi kết hợp với các sọc trắng mảnh như hình dưới đây.



Các phần tử kiểm tra sự truyền mực

Để kiểm tra sự truyền mực ta dùng các ô màu tông nguyên có chứa các màu in chồng lên nhau, Cyan chồng lên Vàng, Cyan chồng lên Magenta và Magenta chồng lên Vàng. Ta có thể kiểm tra sự truyền mực bằng cách quan sát bằng mắt thường hay dùng máy đo mật độ hoặc máy đo phổ.

Yêu cầu đối với thang đo kiểm tra sự truyền mực là nó phải thật thẳng, ô chứa hai màu in chồng lên nhau phải nằm kế bên các ô màu tông nguyên của từng màu riêng biệt để tiện cho việc quan sát. Các giá trị đo sự truyền mực dọc theo chiều rộng hay chiều ngang của tờ in phải giống nhau.

Các phần tử kiểm tra sự cân bằng xám

Hầu hết các thang kiểm tra đều chứa một hay nhiều ô màu xám được tạo thành do sự in chồng ba màu mực cơ bản. Trong điều kiện lý tưởng, các ô này phải có màu xám trung tính, tuy nhiên vì trong quá trình in có nhiều yếu tố biến đổi làm cho các lớp mực in chồng lên nhau không đều, kết quả là ô xám trung tính này ngả sang một tông màu nào đó và thông thường ta có thể thấy bằng mắt thường. Để tiện cho việc quan sát người ta thường bố trí các ô kiểm tra sự cân bằng xám kế bên các ô có in màu đen với mật độ tương ứng, chúng thường có giá trị mật độ là 25%, 50% và 75%.

Các ô kiểm tra sự chồng màu chính xác

Hầu hết các thang kiểm tra in đều có các dấu kiểm tra gồm những đường rất mảnh đặt tại phần cuối mỗi dải kiểm tra. Một số thang kiểm tra có các dấu kiểm tra độ chính xác khi in chồng màu tại các khoảng đều nhau dọc theo thang kiểm tra. Tất cả các ô kiểm tra này phải nằm trong một khu vực giới hạn trên tờ in vì nhiều khi hình ảnh trên tờ in đã được chồng màu chính xác rồi nhưng các thang kiểm tra vẫn chưa chồng khít lên nhau vì chúng nằm tại vị trí mép đuôi tờ giấy hay tại nơi tờ in bị kéo giãn (dặt giấy). Thông thường người ta bố trí bốn ô kiểm tra chồng màu chính xác tại bốn góc của tờ in vì đây là nơi mà tờ in dễ bị kéo giãn nhất, dĩ nhiên là việc bố trí như thế không mang lại sự chính xác hoàn toàn trừ khi ta bố trí các ô kiểm tra nằm liên tục dọc theo cạnh đầu và cạnh đuôi của tờ in.

Các ô kiểm soát sự truyền tông

Mặc dù việc đo diện tích các điểm tram (được tính toán từ các phép đo mật độ) đã được phổ biến rộng rãi và là cách hiệu quả để xác định và kiểm soát sự gia tăng tầng thứ nhưng vẫn có một số hình ảnh được thiết kế để nhạy một cách đặc biệt với sự truyền tông. Một số ảnh kiểm tra cung cấp

kèm theo các giá trị nhưng cũng có những ảnh chủ yếu dùng để xác định sự gia tăng tầng thứ bằng mắt thường.

Các đường cực mảnh

Các đường cực mảnh thường được bố trí trên các thang kiểm tra bản được sản xuất bởi Hiệp hội Nghiên cứu phát triển công nghiệp in của Thụy Sĩ (UGRA). Họ đã tạo ra các đường cực mảnh với các độ dày khác nhau dưới dạng âm bản và dương bản. Các đường này được thiết kế để nhạy cảm một cách đặc biệt với sự thay đổi của việc truyền tông. Nếu các đường cực mảnh dương bản biến mất hay không được phục chế, việc truyền tông ảnh bị giảm đi, nếu các đường âm bản bị lấp, việc truyền tông ảnh tăng lên.

Dạng kiểm tra này rất hữu ích để thiết lập việc truyền hình ảnh chính xác khi phơi bản, sao chụp phim và in thử bằng phương pháp quang hoá, nhưng nó bị giới hạn trong quá trình in sản lượng vì nó chỉ thể hiện được các giá trị thấp nhất và cao nhất trong toàn bộ khoảng mật độ. Các quá trình in thử không tạo ra các vấn đề nghiêm trọng khi sử dụng thang kiểm tra này vì các khoảng mật độ còn lại có thể tiên đoán được. Việc truyền mực từ bản in xuống cao su và xuống giấy in khó có thể tiên đoán được và yêu cầu phải đo nhiều vùng hơn trên khoảng mật độ. Các vùng tông trung gian là các vùng được nhìn rõ nhất trong dải tông độ và chúng ta phải đo các giá trị này. Mặc dù các ô kiểm tra có các đường cực mảnh cũng thường xuất hiện ở các thang kiểm tra in nhưng chúng được dùng chủ yếu để kiểm soát quá trình làm bản in.

Các điểm tram ở phần sáng và phần tối

Các điểm tram ở phần sáng và phần tối thực hiện chức năng tương tự như các đường cực mảnh và chủ yếu được dùng để kiểm tra quá trình truyền hình ảnh qua quá trình quang hóa. Thang kiểm tra bản UGRA là một thí dụ điển hình. Chúng bao gồm các ô kiểm tra phần sáng có giá trị tông từ 1% đến 5% và các ô kiểm tra phần tối có giá trị từ 95% đến 99%, mỗi nấc tăng 1%. Các ô kiểm tra này có cùng giới hạn như các ô kiểm tra có các nét cực mảnh và cũng được dùng chủ yếu để kiểm tra quá trình làm phim và phơi bản, tuy nhiên nó cung cấp các thông tin rất hữu ích cho bộ

phận chế bản qua việc cung cấp các giá trị tông lớn nhất và nhỏ nhất có thể phục chế được.

Các ô kiểm tra hình sao (các ô kiểm tra với các nét có độ dày thay đổi)

Các ô kiểm tra hình sao của hiệp hội kỹ thuật in (GAFT) là một trong những thang kiểm tra đầu tiên được thiết kế để kiểm soát việc truyền tông và chúng được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp in. Thang kiểm tra bao gồm các đường xuất phát từ tâm một vòng tròn và có độ dày thay đổi từ tâm ra phía ngoài (càng cách xa tâm các đường có độ dày lớn hơn. Trong một số lĩnh vực cụ thể, nó cũng giống như ô kiểm tra có các đường cực mảnh nhưng độ dày của chúng biến đổi liên tục và không mảnh như vậy, thang kiểm tra hình sao cung cấp nhiều thông tin hơn để kiểm soát quá trình in.

Khi dùng để kiểm tra quá trình làm phim hay làm bản in, nó cũng đóng vai trò như các ô kiểm tra có các đường cực mảnh. Các đường ở tâm của ô kiểm tra có độ mảnh cao nhất và chúng dường như xuất phát từ một tâm điểm có màu trắng. Kích thước của tâm điểm trắng này được quyết định bởi lượng hình ảnh bị mất đi trong quá trình làm bản in, trái lại hình ảnh bị lớn hơn sẽ làm cho các đường mảnh nhất ở tâm dính vào nhau và tạo ra một vòng tròn nhỏ màu đen ở tâm, kích thước của vòng tròn màu đen này xác định độ gia tăng của hình ảnh.



Thang kiểm tra hình sao của Gaft khi được phóng to cho thấy hình ảnh ở các trạng thái: bình thường, bị lớn lên và bị thu nhỏ

Các ô kiểm tra có diện tích điểm tram biến đổi

Các ô kiểm tra loại này được thiết kế để lượng hoá độ gia tăng kích thước của hình ảnh bằng cách ước lượng sự thay đổi của cá điểm tram có kích thước biến đổi. Một trong những loại than kiểm tra này là thang kiểm tra sự gia tăng tầng thứ ở phần tông trung gian của GAFT.

*Thang kiểm tra sự gia tăng tầng thứ phần trung gian
Độ phân giải tram 120 đường/ inch*

Trên phim



*Thang kiểm tra sự gia tăng tầng thứ phần trung gian
Độ phân giải tram 120 đường/ inch*

Trên tờ in



Trong quá trình in, các điểm tram khi tăng kích thước sẽ nối liền khoảng hở giữa các góc cạnh của các hạt tram và nối liền các đường chéo góc. Ta có thể thấy trên hình vẽ, các ô kiểm tra được thiết kế theo kiểu ô kiểm tra nào được đánh số lớn hơn sẽ có kích thước điểm tram nhỏ hơn. Vì lẽ đó, sự gia tăng kích thước của điểm tram có thể được lượng hoá bằng cách xác định vị trí mà các hạt tram được nối liền nhau. Trên hình vẽ ví dụ, ta thấy hạt tram tại các ô kiểm tra được đánh số 1, 2, 5, 10 đều đã bị nối liền nhau trong khi các hạt tram của ô kiểm tra được đánh số 15 chưa bị nối liền, dựa vào hình vẽ ta có thể suy ra sự gia tăng tầng thứ là 10%.

Con số này được xem như xấp xỉ sự gia tăng cơ học kích thước điểm tram chứ không phải sự gia tăng tầng thứ vật lý khi đo bằng máy đo mật độ (cần phải lưu ý rằng trong quá trình đo mật độ do các yếu tố vật lý như sự tán xạ và hấp thụ của giấy sẽ làm cho máy đo cảm nhận sự hấp thụ ánh sáng nhiều hơn so với thực tế và dẫn đến các số liệu hiển thị mật độ gia tăng cao hơn). Nếu số liệu đo được không tương ứng với sự gia tăng trong thực tế thì ta phải sử dụng các phần tử kiểm tra có cùng độ phân giải tram với hình ảnh trên tờ in. Các thang loại này có kích thước rất nhỏ và hữu ích cho những công việc in có diện tích chứa trắng cho các thang kiểm tra nhỏ. Tuy nhiên khi sử dụng, trong thực tế, các kỹ thuật viên nhận thấy rằng rất khó xác định vị trí nào trên thang kiểm tra có các điểm tram bị nối liền nhau vì kích thước của chúng quá nhỏ.

Các ô kiểm tra có các giá trị tăng thứ được tạo bởi tram có độ phân giải cao và tram có độ phân giải thấp

Thực tế cho thấy rằng, việc truyền tông thay đổi đáng kể khi sử dụng các độ phân giải tram khác nhau trên cùng một tờ in. Các hình ảnh được in bằng tram có độ phân giải cao cho thấy có sự gia tăng tăng thứ cao hơn so với các hình ảnh có độ phân giải thấp có cùng tông. Như vậy hình ảnh được tạo ra từ các loại tram có độ phân giải thấp sẽ cho các giá trị mật độ ổn định hơn hình ảnh được tạo ra từ các loại tram có mật độ thấp, từ đặc điểm này người ta đã thiết kế các thang kiểm tra trên cơ sở tham chiếu qua lại giữa các ô kiểm tra.

Nếu sự gia tăng tăng thứ trong quá trình in hay giữa quá trình in thử và in thật khác nhau, độ tương phản giữa các ô kiểm tra có các tông được tạo ra từ tram thô và tram mịn sẽ cho phép kiểm tra sự gia tăng tăng thứ giữa các tờ in với nhau. Một số nhà sản xuất cung cấp các dải kiểm tra có các ô kiểm tra với tăng thứ khác nhau được tạo ra bởi các độ phân giải khác nhau. Nếu quá trình in diễn ra bình thường thì các ô này không có sự khác biệt nhưng nếu sự gia tăng tăng thứ quá mức cho phép xảy ra thì tùy theo mức độ mà các ô kiểm tra sẽ chỉ ra sự tương phản giữa các ô tram thô và tram mịn, sự khác biệt này có thể được quan sát bằng mắt thường.



Một trong những ô kiểm tra thông dụng dạng này là thang kiểm tra sự gia tăng tăng thứ của GAFT. Có 10 mức độ khác nhau về diện tích điểm tram có độ phân giải cao được đánh số từ 0 đến 9. Các ô kiểm tra này cũng chính là các con số được làm từ tram có độ phân giải cao nhưng có diện tích điểm tram khác nhau, bao bên ngoài các con số này là một dải tông độ đều nhau được làm bằng tram có độ phân giải thấp. Trong quá trình in, tùy thuộc vào sự gia tăng tăng thứ ở mức độ nào mà con số biểu thị mức độ đó sẽ tương phản hẳn so với nền tram thô bao quanh nó, người ta có

thể phát hiện bằng mắt thường. Thang kiểm tra này có thể dùng để kiểm tra quá trình in sản lượng cũng như quá trình in thử.

Các ô kiểm tra dùng để đo mật độ

Các yếu tố cần nhắc chính cho các phần tử được đo là số lượng các ô tăng thứ và giá trị tổng của chúng. Do không có nhiều diện tích dành cho thang kiểm tra nên ta không cần phải đặt toàn bộ các giá trị tổng vào thang kiểm tra mà chỉ cần đặt vào ba giá trị tổng cơ bản, một số thang kiểm tra chỉ gồm một hoặc hai ô tăng thứ.

Các giá trị tổng khác được dùng khi yêu cầu có thêm nhiều thông tin, thí dụ như khi so sánh tờ in thử và tờ in thật. Khi chỉ có mật độ tông nguyên và một giá trị tổng khác nữa được đo, giá trị tổng đó nên là các tông trung gian (40% hoặc 50%) chứ không nên dùng các tông ở phần tối. Trên các máy đo kiểm tra tự động gắn liền với máy in có chế độ tự động điều chỉnh lượng mực cung cấp cần phải có các ô kiểm tra có giá trị tổng khoảng 70% đến 75%.

Các ô tăng thứ trên các thang đo thường được làm với độ phân giải tram 60 đường/ cm. Nhiều công việc in chất lượng cao hiện nay được in với độ phân giải cao hơn, điều này có nghĩa là sự thay đổi trên hình ảnh được in sẽ lớn hơn sự thay đổi trên thang kiểm tra.

Các phần tử kiểm tra sự kéo dịch và đúp nét

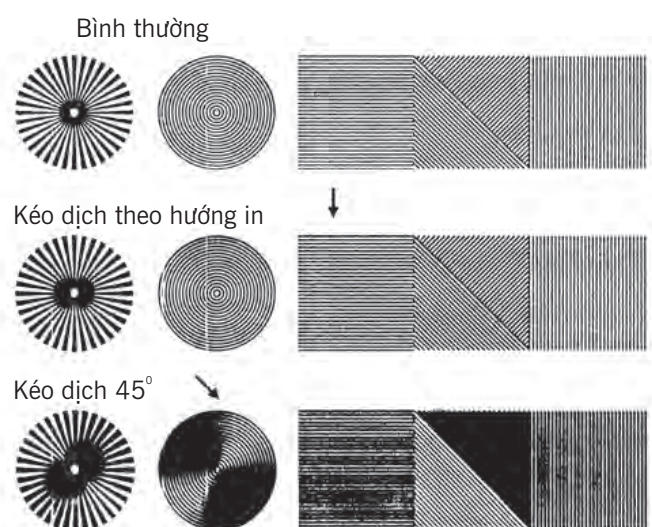
Sự gia tăng tăng thứ là yếu tố không thể tránh khỏi trong quá trình in và ta phải kiểm soát sự gia tăng đó ở một giới hạn nhất định. Sự gia tăng tăng thứ bao gồm hai thành phần quan trọng khác nhau. Sự gia tăng tăng thứ xảy ra chủ yếu ở các rìa xung quanh điểm tram hoặc nó bị biến đổi theo một hướng. Sự biến đổi tăng thứ theo một hướng xảy ra khi có sự kéo dịch hay đúp nét và được xem lỗi gây ra trong quá trình in vì nó chính là nguyên nhân gây nên sự không ổn định và không thể dự báo về các hậu quả do nó gây ra.

Các phần tử kiểm soát trước đây chủ yếu dùng để theo dõi sự truyền tông, nó cho biết có sự kéo dịch nhưng không có khả năng tách sự kéo dịch ra khỏi sự gia tăng diện tích điểm tram thông thường. Các ô kiểm tra kéo dịch và đúp nét được dùng để chỉ ra sự khác biệt này. Không giống như

các điểm, các đường có hướng và vì cả kéo dịch và đúp nét đều là những hiệu ứng có hướng nên chúng có khả năng phát hiện sự biến đổi theo hướng này.

Các ô kiểm tra hình sao

Các ô kiểm tra hình sao chỉ ra sự thay đổi độ lớn của hình ảnh thông qua kích thước của vòng tròn trung tâm, do được tạo thành từ các đường có các hướng khác nhau nên nó cũng có khả năng chỉ ra sự thay đổi theo các hướng. Nếu hiện tượng kéo dịch xảy ra, vòng tròn ở tâm sẽ biến thành hình elip và hướng của đường kính nhỏ hơn của hình elip chỉ ra hướng kéo dịch. Nếu hiện tượng đúp nét xảy ra thì vòng tròn ở tâm của ô kiểm tra hình sao sẽ có hình số 8 và trục ngắn của hình này sẽ chỉ ra hướng đúp nét của hình ảnh. Mặc dù các ô kiểm tra này có thể cho thấy hiện tượng kéo dịch hay đúp nét nhưng chúng không cho phép lượng hoá mức độ kéo dịch hay đúp nét.



Hình trên đây miêu tả các ảnh hưởng của kéo dịch và đúp nét trên các thang kiểm tra khác nhau

Các ô kiểm tra gồm các vòng tròn đồng tâm

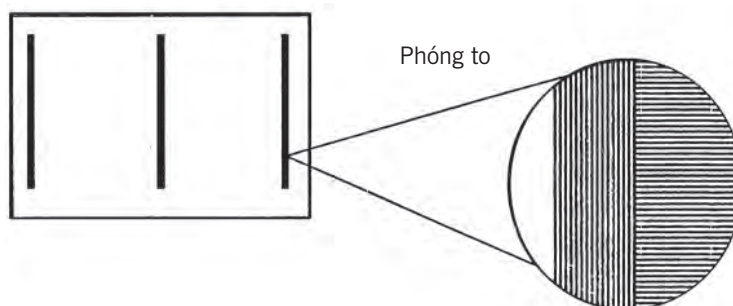
Cũng giống như ô kiểm tra hình sao, ô kiểm tra gồm các vòng tròn đồng tâm cũng được dùng để phát hiện ra sự đúp nét hay kéo dịch và cũng có khả năng phân biệt được hai hiện tượng này. Ô kiểm tra này gồm các vòng tròn đồng tâm có các đường kính khác nhau, độ dày của các viền

đường tròn và các khoảng hở trắng giữa chúng bằng nhau để có độ phủ mực trên ô kiểm tra là 50%. Khi hiện tượng kéo dịch xảy ra, các cung của vòng tròn theo hướng 90° sẽ đậm hơn trong khi đúp nét lại tạo ra các cung nhỏ hơn.

Các ô kiểm tra gồm các đường mảnh

Các đường mảnh và nhỏ là một trong những dạng thức thông dụng nhất dùng để kiểm tra sự kéo dịch và đúp nét. Nguyên lý kiểm tra như sau: nếu sự kéo dịch xảy ra theo hướng nào thì các đường kiểm tra sẽ có độ dày lớn hơn theo hướng đó trong khi các đường kiểm tra theo hướng khác vẫn giữ nguyên không đổi. Tuy nhiên các thang kiểm tra này có thể phân biệt được sự kéo dịch và đúp nét mà không phải quan sát bằng kính lúp do sự biến đổi rất rõ của chúng nhưng lại có nhược điểm là không lượng hoá được mức độ biến đổi.

Các thang kiểm tra gồm các đường mảnh



Các phép đo kiểm tra trong quá trình in

Đo diện tích điểm tram

Để có thể đo được diện tích điểm tram ta cần phải có một vùng tông nguyên nằm kế một vùng nửa tông. Phép đo diện tích điểm tram được thực hiện trên vùng tông nguyên và vùng nửa tông và các giá trị này được dùng để tính diện tích điểm tram. Sự tính toán dựa trên giả thuyết là nếu vùng tông nguyên hấp thụ một phần ánh sáng chiếu tới và vùng có tầng thứ cũng chỉ hấp thụ một phần ánh sáng chiếu tới tùy thuộc vào diện tích điểm tram.

$$\text{Diện tích điểm tram} = \frac{\text{Lượng sáng hấp thụ tại vùng nửa tông}}{\text{Lượng sáng hấp thụ tại vùng tông nguyên}}$$

Nếu sự hấp thụ ánh sáng của vùng tông nguyên là 0,9 và vùng nửa tông là 0,45 thì diện tích điểm tram sẽ là:

$$\text{Diện tích điểm tram} = \frac{0.45}{0.9} = 0.50 \text{ (50\%)}$$

Ở đây, ta thấy vùng nửa tông hấp thụ một nửa lượng sáng chiếu tới so với vùng tông nguyên.

Chúng ta biết rằng máy đo mật độ đo lượng sáng hấp thụ và cảm nhận về ánh sáng hay âm thanh của con người không tuyến tính mà nó chịu ảnh hưởng của hàm số logarit vì thế sự hấp thụ tương đương với $1 - 10^{-D}$ (với D là mật độ). Phương trình tính diện tích điểm tram trở thành:

$$\% T_v = \frac{1 - 10^{-D_t}}{1 - 10^{-D_s}} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

Với: T_v : Diện tích điểm tram (%)

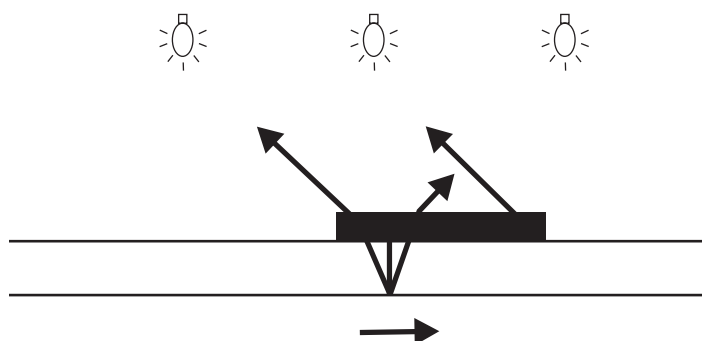
D_s : mật độ đo được tại ô tông nguyên

D_t : mật độ đo được tại ô nửa tông

Phương trình Murray-Davies

Phương trình nêu trên là phương trình Murray-Davie và hầu hết các máy đo mật độ ngày nay đều sử dụng phương trình này để tính toán diện tích điểm tram. Chúng ta cần thận trọng khi sử dụng công thức này vì giá trị tram đo được không phải là giá trị đo trên cơ sở độ che diện tích hình học của các hạt tram (là cách tính diện tích điểm tram dựa trên cơ sở tính toán độ che diện tích của điểm tram trong một khu vực rồi so sánh nó với phần không bị che để suy ra tỉ lệ diện tích che phủ). Trong thực tế, vì bản thân giấy tán xạ ánh sáng ngay bên trong nó nên xảy ra trường hợp một lượng ánh sáng đáng kể phải phản xạ khi được chiếu tới phần trắng xung quanh của điểm tram thì lại tán xạ và trôi lên từ phần giấy nằm ngay bên dưới hạt tram nên bị suy yếu đi.

Lượng sáng bị giữ lại ngay bên dưới tờ in làm ảnh hưởng đến phép đo.



Việc ánh sáng bị giữ lại một phần bên trong tờ in sẽ làm lượng ánh sáng phản xạ ít đi và do vậy làm cho giá trị mật độ đo được cao hơn, đôi khi người ta gọi đây là hiện tượng gia tăng tầng thứ thị giác.

Phương trình Yule-Nielsen

Để khắc phục các khiếm khuyết của phương trình Murray-Davies, Yule và Nielsen đã đưa ra phương trình sau:

$$\% T_v = \frac{1 - 10^{-(D_v/n)}}{1 - 10^{-(D_v/n)}} \cdot 100 (\%)$$

Với: n là hệ số bù cho sự gia tăng mật độ

Hệ số n phụ thuộc vào loại giấy và độ phân giải tram. Nó cũng được điều chỉnh tùy theo giá trị tầng thứ nhưng điều này thường không thực tế. Bằng cách lựa chọn giá trị thích hợp cho hệ số n ta có thể điều chỉnh phương trình Yule-Nielsen gần với thực tế hơn.

Nếu phép đo diện tích điểm tram chỉ dùng cho mục đích so sánh giá trị mật độ giữa tờ in thử và tờ in thật và giữa các tờ in với nhau thì việc sử dụng phương trình Murray-Davies hay phương trình Yule-Nielsen đều có thể chấp nhận được. Trong thực tế, việc chọn lựa hệ số n cho phù hợp là một việc phức tạp và để đơn giản hoá việc này người ta đã lựa chọn nó dựa trên ba loại giấy như bảng sau

Loại giấy	Hệ số n
Giấy tráng phần	1,65
Giấy không tráng phần loại thường	2,70
Giấy không tráng phần loại tốt	2,60

Sự gia tăng tầng thứ

Phép đo sự gia tăng tầng thứ là một phép đo đơn giản dựa vào giá trị tram đo được trên phim và giá trị tram tương ứng đo được trên tờ in. Lấy giá trị tram trên tờ in trừ đi giá trị tram trên phim sẽ có giá trị gia tăng tầng thứ tương ứng với từng giá trị diện tích tram

$$\text{Giá trị điểm tram khi in} - \text{Giá trị điểm tram trên phim} = \text{Sự gia tăng tầng thứ}$$

Độ tương phản in

Độ tương phản in là độ tương phản ở vùng tối, nơi mà đến một mức độ nào đó người quan sát có thể phân biệt được các tông được in ở vùng tối. Độ tương phản in được tính toán bằng cách so sánh giá trị mật độ đo được ở tông 3/4 (thông thường là 70 hoặc 75%) và ô tông nguyên theo công thức sau:

$$\% PC = \frac{D_s - D_t}{D_s} \cdot 100$$

Với: D_s : Mật độ ô tông nguyên (kể cả mật độ giấy)

D_t : Mật độ của tông 3/4 (kể cả mật độ của giấy)

%PC: Độ tương phản in tính bằng phần trăm

Các nghiên cứu của Ủy ban Nghiên cứu in GCA đã đề nghị rằng khi in trên giấy tráng phần sử dụng tiến trình in offset cuộn có bộ phận sấy, giá trị độ tương phản in đạt được là 25% hoặc cao hơn có nghĩa là tương ứng với việc người quan sát cảm nhận tờ in tốt. Vì thế tương phản in là một thuộc tính in có ích cần phải đo vì:

- Người thợ in và người thợ tách màu cho rằng nó hữu ích vì nó cung cấp một chỉ số của việc phục chế ảnh tại một điểm quan trọng của đường cong phục chế tông
- Người thợ in - dù cho họ có sử dụng thanh kiểm tra để tính toán độ tương phản hay không –cũng vận hành máy in bằng cách cho nhiều mực có thể được vào vùng tông nguyên trong khi vẫn giữ cho các ô tram trong phần tối không bị bí. Hoạt động này chủ yếu được kiểm soát bằng cách điều chỉnh cân bằng mực nước và có thể được đo và mô tả bằng độ tương phản in.

- Người đặt hàng in – dù cho họ có nhận thức rằng họ đang dùng phương pháp nhìn để ước lượng độ tương phản in – Sử dụng độ tương phản in để quyết định chất lượng in. Tờ in với độ tương phản in cao thì thường nhìn bắt mắt hơn vì các vùng tối đậm đà và có chiều sâu trong khi các vùng trung gian và vùng tông 3/4 vẫn thể hiện đủ vai trò của nó tạo cho hình ảnh có cảm giác 3 chiều “ thoát “ ra khỏi tờ giấy.

Trái lại tờ in có độ tương phản thấp thường được mô tả là mù mờ hay bị phai màu

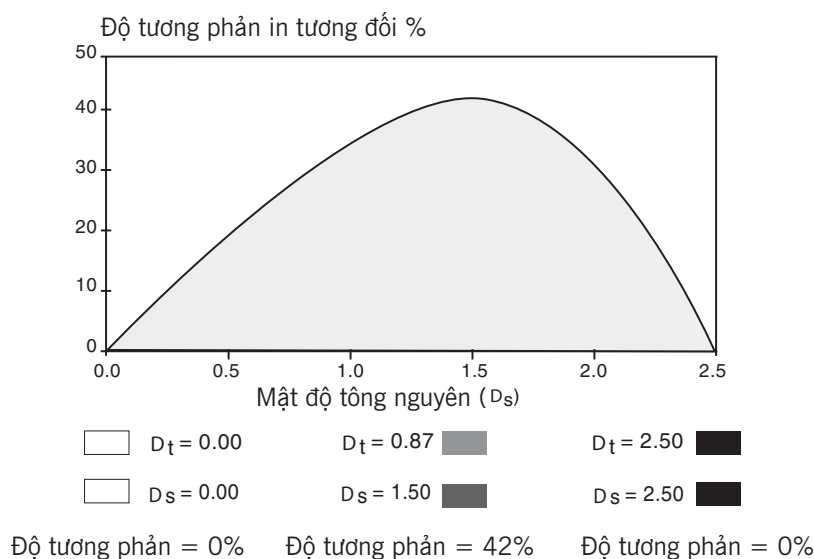
Số liệu về độ tương phản in tự bản thân nó cung cấp một thông tin rõ ràng về tiến trình in như :

- (1) Mật độ của lớp mực.
- (2) Sự gia tăng tầng thứ trong vùng tông 3/4
- (3) Khả năng gia tăng độ dày lớp mực trong khi vẫn không làm tăng các giá trị tầng thứ ở các vùng tông trung gian. Lấy thí dụ, nếu độ tương phản in tăng có nghĩa là mật độ tông nguyên tăng nhưng không làm tăng mật độ của vùng tông 3/4. Trái lại việc độ tương phản in giảm có nghĩa là mật độ tông nguyên tăng nhưng các ô trung gian ở tông 3/4 bị bít, làm hình ảnh được phục chế không có chiều sâu và làm giảm độ tương phản thấy được giữa các vùng tông nguyên và tông 3/4.

Lưu ý rằng độ tương phản in không mô tả một mối quan hệ tuyệt đối với tất cả các hình ảnh. Thay vào đó độ tương phản in cho thấy phía trong một tờ in tốt trên cơ sở kinh nghiệm phục chế. Thí dụ, một hình ảnh có độ tương phản cao hay thấp (thí dụ một con gấu bắc cực đứng trên tuyết) sẽ vẫn xuất hiện với độ tương phản tối thiểu bất kể đến độ tương phản in là bao nhiêu.

Độ tương phản in hay độ tương phản phần tối của tờ in là một thuộc tính quan trọng để đánh giá chất lượng in vì nó nhạy với hầu hết các thay đổi trong quá trình in. Độ tương phản in cũng thường được đo để đánh giá:

- Áp lực giữa cao su và tờ in
- Sự làm ẩm và các phụ gia làm ẩm
- Mực in
- Đường cong tương phản in đặc trưng



Kéo dịch và đúp nét

Phương trình dùng để tính diện tích điểm tram qua phép đo mật độ tầng thứ của hình ảnh có thể áp dụng cho bất kỳ loại tầng thứ nào. Nếu đo vùng phủ mực được tạo bởi các đường tầng thứ ta có thể định lượng sự kéo dịch hay đúp nét. Để có thể thực hiện phép đo kiểm tra ta có thể bố trí hai ô tầng thứ 50% nằm kế nhau, một ô có góc tram 0° và một ô có góc xoay tram 90° .

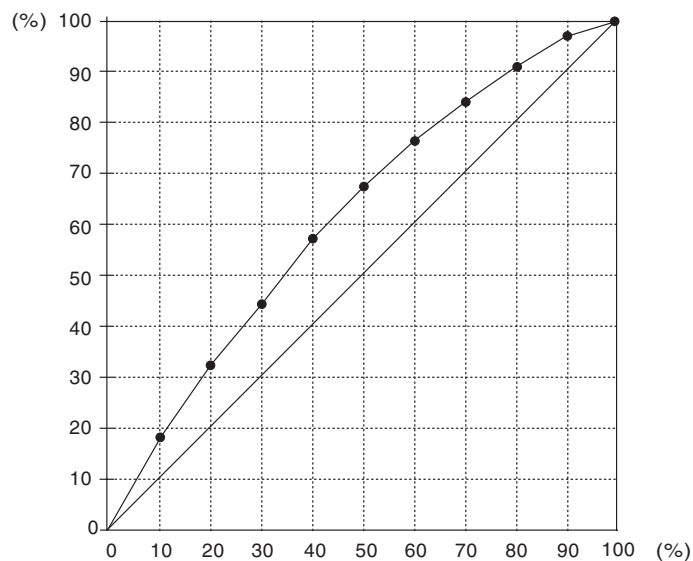
Trong quá trình in ta tiến hành đo độ phủ mực của từng ô và trừ chúng cho nhau. Độ khác biệt chính là sự gia tăng tầng thứ có thể góp phần làm hình ảnh bị kéo dịch hay đúp nét. Kiểu đo và tính này thường không có sẵn trên các máy đo mật độ tự động mà phải thực hiện thủ công.

Đường cong đặc trưng của sự gia tăng tầng thứ

Việc đo diện tích điểm tram được thực hiện trên các thang kiểm tra thường chỉ được thực hiện qua một hoặc hai ô tầng thứ có sẵn trên thang, nhưng để đo và tính toán sự gia tăng tầng thứ cần phải có một thang kiểm tra có đủ các tông được in kèm theo hình ảnh. Thang kiểm tra bản UGRA là thang thích hợp nhất cho công việc này. Diện tích điểm tram phải được đo trên từng bậc thang kiểm tra. Để hỗ trợ cho quá trình tính toán, các giá trị đo này được đánh dấu trên trục tọa độ biểu thị mối quan hệ giữa diện tích điểm tram trên phim và diện tích điểm tram trên tờ in, đường

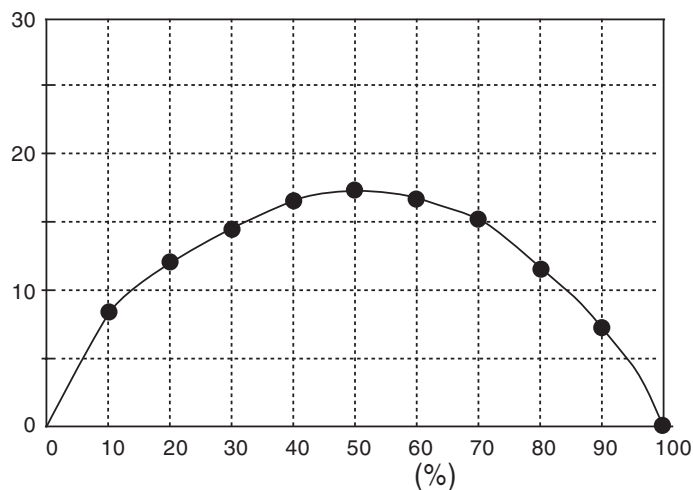
nối liền giữa các giá trị được đánh dấu trên đồ thị được gọi là đường cong đặc trưng của sự gia tăng tầng thứ.

Đường cong đặc trưng của sự gia tăng tầng thứ khi in với bản dương



Đường thẳng góc 45° biểu diễn mối quan hệ tuyến tính (lý tưởng) giữa phim và tờ in. Do vậy sự gia tăng tầng thứ còn được xem là độ lệch của đường đặc trưng so với đường thẳng góc 45° . Ngoài ra còn có một cách khác để biểu diễn mối quan hệ này là đánh dấu giá trị tram đo được từ các nấc của kiểm tra trên tờ in tương ứng với các giá trị tram trên phim.

Đường cong đặc trưng của sự gia tăng tầng thứ khi in với bản dương



Các phép đo sự truyền mực

Các phép đo sự truyền mực dùng để định lượng sự truyền một lớp mực này lên trên một lớp mực đã được in trước đó. Đây cũng chính là một trong những phép đo đơn giản có thể thực hiện bằng máy đo mật độ. Có nhiều công thức dùng để tính sự truyền mực nhưng công thức dưới đây là thông dụng nhất.

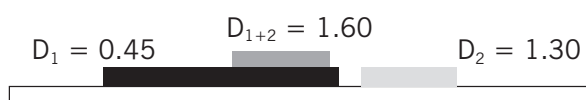
$$\text{Độ truyền mực \%} = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2}$$

Với: D_{1+2} : mật độ của hai lớp mực in chồng lên nhau

D_1 : mật độ của lớp mực in đầu tiên

D_2 : mật độ của lớp mực in thứ hai.

Đo mật độ để tính toán sự truyền mực



Tất cả các mật độ được đo bằng kính lọc dành cho màu in sau cùng. Ở hình vẽ trên, sự truyền mực được tính như sau:

$$\text{Độ truyền mực \%} = \frac{1.60 - 0.45}{1.30} \cdot 100 = 88$$

Độ truyền mực hiếm khi đạt được 100% mà thường nằm trong khoảng 70% đến 90%. Độ truyền mực càng cao thì sự truyền mực càng tốt.

Để tính độ truyền mực khi in ba màu ta có công thức sau:

$$\text{Độ truyền mực \%} = \frac{D_{1+2+3} - D_{1+2}}{D_3}$$

Với: D_{1+2+3} : mật độ của ba lớp mực in chồng lên nhau

D_{1+2} : mật độ của 2 lớp mực in đầu tiên

D_3 : mật độ của lớp mực in thứ ba.

Tất cả các mật độ được đo bằng kính lọc dành cho màu in sau cùng (màu thứ ba)

Phương trình này không cung cấp một phép đo chính xác cho sự truyền mực trong thực tế vì nó được giả định rằng có áp dụng những qui định

bổ sung. Qui định này cho rằng mật độ của các màu mực in phối trộn với nhau được đo qua một kính lọc bằng với tổng mật độ của các mực in thành phần được đo qua các kính lọc dành cho riêng nó. Trong thực tế, qui định này không đúng vì các yếu tố sau:

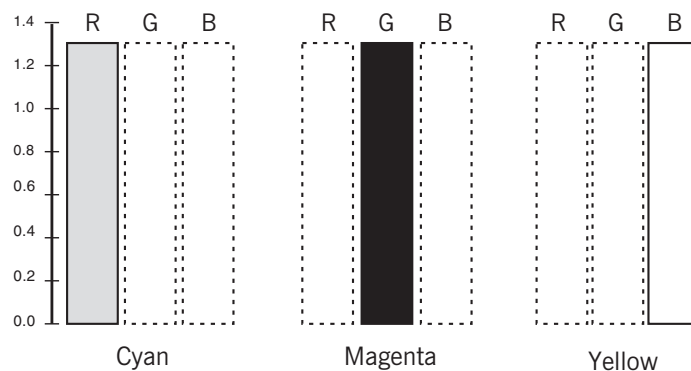
- Có sự khác biệt giữa việc truyền mực lên bề mặt giấy chưa in và bề mặt giấy đã in
- Mực in không trong suốt hoàn toàn
- Có sự phản xạ và tán xạ ánh sáng bên trong tờ in
- Sự phản xạ phổ của các máy đo mật độ

Đo độ lệch tông màu và độ ngả xám

Việc tính toán độ lệch tông màu và độ ngả xám là chức năng thông thường có sẵn trong các máy đo mật độ hiện nay.

Cả độ lệch tông màu và độ ngả xám đều liên hệ đến màu của mực in, vì chúng ta không thể đo màu trực tiếp bằng máy đo mật độ nên chúng ta có thể đo gián tiếp thông qua các thông số khác. Các phép đo độ lệch tông màu và độ ngả xám rất hữu dụng khi chúng ta so sánh độ ổn định về mặt tông màu của các hộp mực trong cùng một lô hàng hay kiểm tra tình trạng nhiễm bẩn của các mực in đang sử dụng.

Theo lý thuyết, mực in nên hấp thụ 1/3 dải quang phổ ánh sáng và phản xạ 2/3 dải quang phổ còn lại. Máy đo mật độ có thể đo sự hấp thụ các màu Red, Green, Blue của các màu cơ bản Cyan, Magenta và vàng thông qua tất cả các kính lọc. Nếu đặc tính phổ của mực in và kính lọc đạt đến độ lý tưởng như lý thuyết thì đồ thị phản xạ phổ của ba màu mực in cơ bản có dạng như hình dưới đây.



Vì mực in và kính lọc lý tưởng không tồn tại trên thực tế nên chúng luôn có sự chênh lệch so với hình vẽ trên. Ta có thể lượng hoá được độ lệch tông màu và độ ngả xám bằng cách đo những hấp thụ phổ không mong đợi của các màu (mật độ).

Độ lệch tông

Để đo độ lệch tông màu, mẫu trên tờ in phải được đo qua cả ba kính lọc và áp dụng công thức sau:

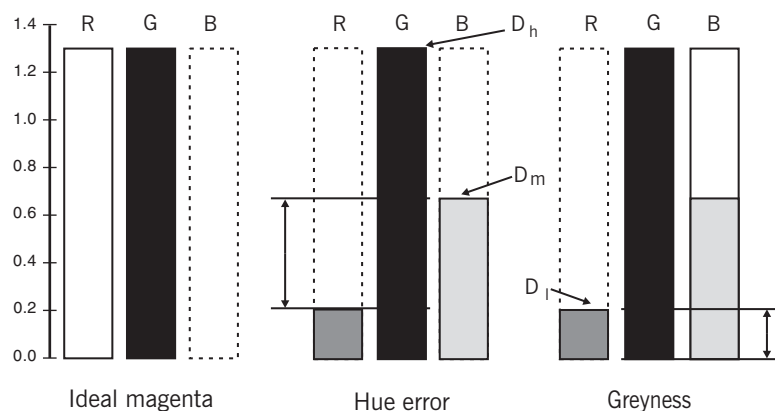
$$\text{Độ lệch tông \%} = \frac{D_{\text{med}} - D_{\text{min}}}{D_{\text{max}} - D_{\text{min}}} \cdot 100$$

Với: D_{min} : giá trị mật độ thấp nhất

D_{med} : giá trị mật độ trung bình

D_{max} : giá trị mật độ cao nhất

Hình vẽ dưới đây mô tả các phép đo được tiến hành từ mẫu đo là màu Magenta



Từ ví dụ này, độ lệch tông của màu Magenta là:

$$\text{Độ lệch tông \%} = \frac{0,66 - 0,20}{1,30 - 0,20} \cdot 100 = 42\%$$

Độ lệch tông màu là 42% nhưng chúng ta cũng cần phải cân nhắc khuynh hướng lệch tông màu. Hướng lệch tông màu được quyết định bởi kính lọc cho mật độ thấp nhất, trong trường hợp này hướng lệch tông chính là màu Red. Nếu một máy đo mật độ được lập trình để tính độ lệch tông, nó sẽ hiển thị độ lệch tông cùng với hướng lệch tông, nếu chúng ta đo độ lệch

tông của các vùng được in chồng (Red, Green và Blue) từ hai màu mực in cơ bản thì giá trị độ lệch thu được rất cao. Giá trị lý tưởng trong trường hợp này là 100%, nhưng thậm chí nếu sự truyền mực được cho là hoàn hảo thì giá trị lý tưởng này cũng sẽ không đạt được do những lý do kể trên.

Độ ngả xám

Từ các giá trị đo để tính độ lệch tông ta có thể dùng để tính độ ngả xám. Chúng ta thấy rằng độ lệch tông có liên quan đến sự khác biệt giữa giá trị mật độ thấp nhất và giá trị mật độ trung bình. Nếu các loại mực có độ lệch tông màu bằng không thì cũng chưa thể xem các loại mực đó là lý tưởng. Nếu mật độ đo được qua các kính lọc đều cho thấy có sự hấp thụ, nghĩa là có tồn tại một lượng màu xám nhất định trong mực in và mật độ thu được qua kính lọc. Mật độ thấp nhất đo được qua kính lọc quyết định đến độ ngả xám của một màu. Ta có công thức tính độ ngả xám như sau:

$$\text{Độ lệch tông \%} = \frac{D_{\min}}{D_{\max}} \cdot 100$$

Sử dụng ví dụ như hình trên ta có độ ngả xám là:

$$\text{Độ lệch tông \%} = \frac{0.20}{1.30} \cdot 100 = 15$$

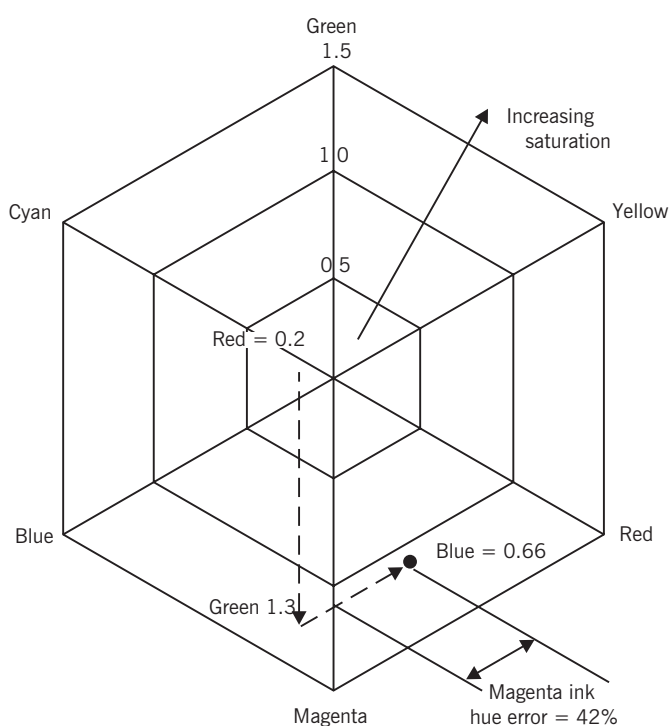
Biểu đồ màu lục giác của GAFT

Thông thường chúng ta sẽ sử dụng các giá trị độ lệch tông màu và độ ngả xám để so sánh các loại mực in. Nhưng chúng ta cũng có thể sử dụng các phép đo từ biểu đồ cấu trúc màu để so sánh khoảng phục chế màu của hai tờ in hay giữa tờ in thử và tờ in thật. Biểu đồ này cũng có nhiều điểm giống như biểu đồ màu CIELAB, nó có dạng hình lục giác và cho phép biểu diễn sự khác biệt về độ bão hòa màu và độ lệch tông màu. Ta cần phải có một tờ giấy mẫu để vẽ biểu đồ lục giác và quá trình vẽ tương đối đơn giản và cũng không cần thiết phải tính toán gì cả. Nó được xem là biểu đồ hữu ích nhất.

Để đánh dấu lên biểu đồ này, chúng ta cần phải có các giá trị đo mật độ qua các kính lọc Red, Green và Blue của các màu cần đánh dấu. Lấy ví dụ màu Magienta của các ví dụ trước, các giá trị mật độ của nó được đo qua các kính lọc là: Red= 0,20; Green= 1,30 và Blue= 0,66. Điểm xuất

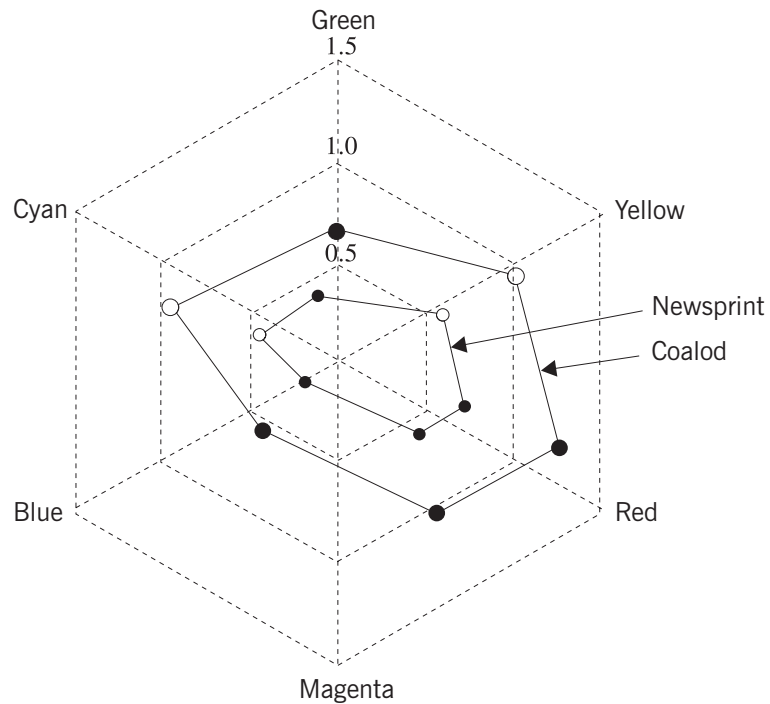
phát của tất cả các màu luôn là tâm của hình lục giác đại diện cho giá trị từ trắng đến đen. Đầu tiên sử dụng mật độ của kính lọc Red, ta di chuyển ra phía ngoài, hướng đến phía đối diện của Red là Cyan đến một giá trị mật độ là 0,20. Tại điểm này, ta di chuyển về phía đối diện của màu Green là màu Magienta một khoảng tương ứng với giá trị mật độ của kính lọc Green là 1,30, từ đây ta lại tiếp tục di chuyển hướng về phía đối diện của màu Blue là vàng một khoảng tương ứng với giá trị mật độ của kính lọc Blue là 0,66. Đây là điểm mà ta đánh dấu cho màu mực in Magienta. Màu lí tưởng là màu được đánh dấu đúng ngay trên trục của nó trên hình lục giác. Khoảng cách của điểm được đánh dấu so với tâm của hình lục giác cho biết độ bão hoà màu.

Vẽ khoảng phục chế màu trên biểu đồ lục giác của Gaft



Cũng cần phải lưu ý rằng vị trí tương đối của các màu trên biểu đồ màu lục giác không tương ứng với độ khác biệt màu được cảm nhận bằng thị giác. Dù sao đi nữa biểu đồ lục giác này cũng cho phép dùng các máy đo mật độ để đo khoảng không gian màu phục chế khi không có các thiết bị đo màu mắc tiền.

Dùng biểu đồ màu lục giác để xác định khoảng màu phục chế khi in trên giấy trắng phần và giấy in báo.



Độ tương phản màu

Độ tương phản màu là thuộc tính của các màu mực cơ bản. Nó được tính thông qua các phép đo mật độ. Công thức này cũng có thể dùng để so sánh các đặc tính tương đối của các màu mực in hay là cơ sở để quyết định độ dày lớp mực tối ưu của một loại mực.

Trong hầu hết các quá trình in màu, chúng ta đều cố gắng in sao cho khoảng phục chế màu cao nhất trong khả năng cho phép của giấy in và mực in. Điều này có thể được thực hiện một phần qua việc in các màu với độ bão hoà màu cao nhất. Ở mật độ thấp, ta có thể quan sát độ bão hoà màu bị giảm đi do ta có thể nhìn thấy được nền giấy phía dưới lớp mực và khi độ dày lớp mực tăng lên thì độ bão hoà màu cũng tăng lên, nhưng không phải tăng liên tục. Đến một mức độ nào đó, việc hấp thụ màu không mong muốn sẽ làm giảm độ bão hoà màu và làm cho màu tối hơn. Điều này đúng cho màu Cyan và màu Magenta nhưng ảnh hưởng ít đến màu vàng vì hấp thụ màu không mong muốn của màu này thấp. Công thức tính độ tương phản màu như sau:

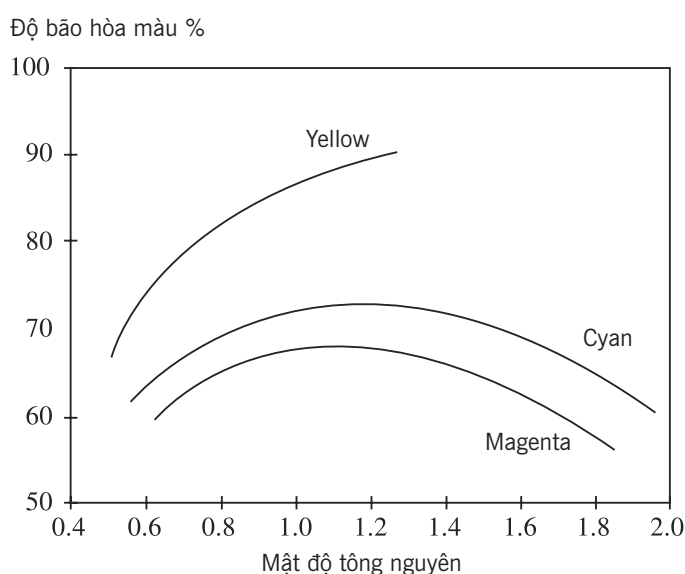
$$\text{Độ tương phản màu (\%)} = [(10 - D_{\min}) - (10 - D_{\max})] \cdot 100$$

Với : $D_{\min}$: giá trị mật độ thấp nhất

$D_{\max}$: giá trị mật độ cao nhất.

Công thức này tương tự như công thức tính độ ngả xám, phép đo độ tương phản màu cũng bị ảnh hưởng bởi tính làm giảm độ bão hoà màu của nền giấy. Nếu công thức tính được áp dụng cho mẫu in có độ dày lớp mực tăng thì rõ ràng độ tương phản màu cũng tăng (có thể quan sát được). Độ tương phản màu nhỏ khi độ dày lớp mực thấp và tăng khi độ dày lớp mực tăng nhưng chỉ tăng đến một đỉnh điểm nào đó thì bắt đầu giảm xuống.

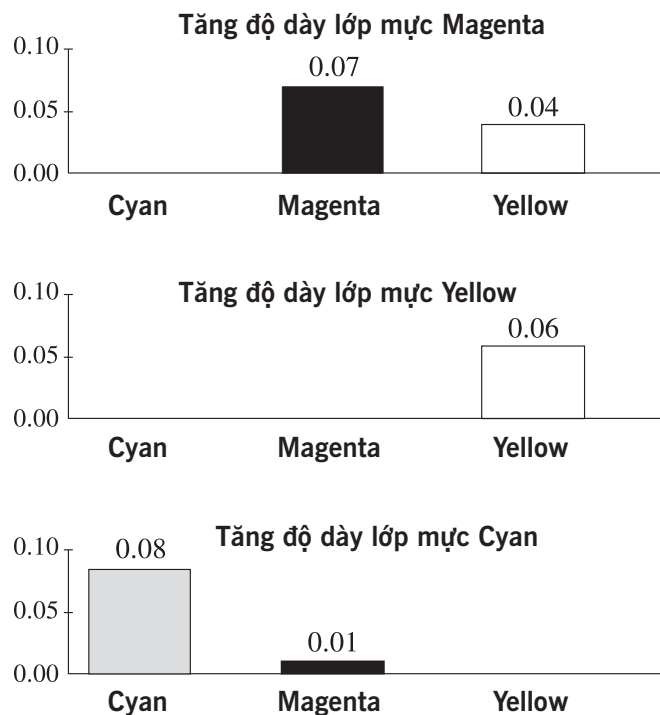
Sự thay đổi độ tương phản màu ứng với sự thay đổi độ dày lớp mực.



Đo cân bằng xám

Ô cân bằng xám trong thang kiểm tra là một ô cho phép kiểm tra bằng mắt thường nhưng cũng cung cấp thêm nhiều thông tin hữu ích cho quá trình kiểm soát với các phép đo được thực hiện với một máy đo mật độ. Giả sử rằng máy đo mật độ có thể đo với tất cả các kính lọc cùng một lúc. Nếu các ô kiểm tra cân bằng xám có màu xám trung tính thì máy đo mật độ sẽ nhận được các giá trị đo từ ba kính lọc đều nhau. Một sự chuyển dịch trong quá trình cấp mực hay sự gia tăng tầng thứ ở bất kỳ màu nào cũng đều tạo ra các kết quả thấy được và đo được trên các ô cân bằng xám.

Giả sử tờ in ra không đạt được sự cân bằng hoàn hảo trên ô kiểm tra cân bằng xám và mật độ đo được qua các kính lọc sẽ không bằng nhau, trong trường hợp này ta có thể đo ô cân bằng xám của mẫu đo và xác lập nó bằng 0, khi đó các số đo trên các tờ in ra sẽ phản ánh rõ nét hơn độ lệch cân bằng xám. Phép đo như thế rất hữu ích vì nó cho thấy ảnh hưởng của sự truyền mực, sự gia tăng tầng thứ và việc cấp mực trên máy. Tuy nhiên việc sử dụng các giá trị đo được để chỉnh sửa sẽ không chính xác như chúng ta thấy trong hình vẽ dưới đây.



Các phép đo sự khác biệt mật độ được tiến hành trên các ô cân bằng xám đang mất ổn định vì sự biến đổi trong việc cấp mực này có thể liên quan đến các mực khác.

Chúng ta có thể thấy rằng cả hai màu mực in màu Cyan và Magenta đều hấp thụ ánh sáng của hai màu mà đáng lý ra nó không nên hấp thụ, một sự thay đổi trong việc cấp mực của một màu sẽ tạo ra sự thay đổi mật độ trên màu khác. Đây là một sự thay đổi thực tế mà chúng ta có thể quan sát bằng mắt thường, nhưng việc quyết định chỉnh sửa có một chút khó khăn và cách giải quyết tốt nhất vẫn là điều chỉnh việc cấp mực trên những màu nào đang tạo ra lỗi nhiều nhất.

CÁC LOẠI THANG KIỂM TRA ĐỘ CHÍNH XÁC

5

Thang kiểm tra FOGRA - PMS I	117
Thang kiểm tra bản UGRA 1982	118
Thang kiểm tra bản GAFT	123
Thang kiểm tra CTP – Tool của Heidelberg	125
Các thang kiểm tra in	128
Thang kiểm tra in FOGRA-PMS	130
Thang kiểm tra in thử và in thật	132
Thang kiểm tra sự chuyển dịch cân bằng xám	133
Thang kiểm tra ảnh hưởng của màu viền	134
Thang kiểm tra quá trình in	134
Kiểm tra sự dịch chuyển màu trong kỹ thuật UCR và GCR	135
Hệ thống thang kiểm tra của Brunner	135

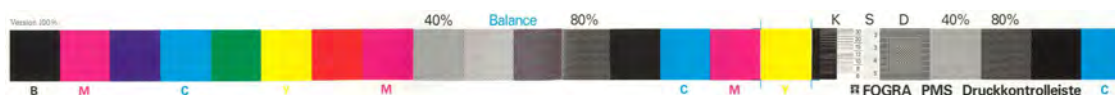
CÁC LOẠI THANG KIỂM TRA ĐỘ CHÍNH XÁC

5

Các thang kiểm tra được dùng để kiểm tra và kiểm soát quá trình tạo bản in và quá trình in. Chương này đưa ra cách chọn lựa các thang kiểm tra thích hợp theo các tiêu chuẩn cân chỉnh quy định trong từng trường hợp cụ thể.

Trong phần này chúng ta sẽ tìm hiểu về một số loại thang đo và kiểm tra dùng trong chế bản và in, từ đó nắm được công dụng và nguyên tắc chung của các loại thang kiểm soát và trên cơ sở đó, người đọc có thể đọc và hiểu các loại thang kiểm soát khác.

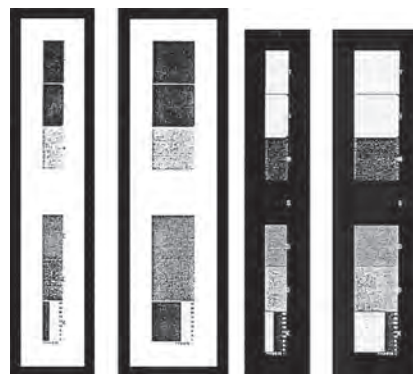
Thang kiểm tra FOGRA - PMS I



Thang kiểm tra này gồm có các phần sau:

- Các phần S, M và I của thang kiểm soát FOGRA - PMS I, đều có độ phân giải tram tương đương nhau 60l/cm.
- Phần T : vùng tram 80%, là những hạt tram tròn có đường kính 85 μm (0,085 mm).
- Phần V : ô tông nguyên.
- Phần M : là những hạt tram dương, tròn, có đường kính 120 μm và có diện tích điểm tram là 39%.

- Phần S : là những hạt tram dương, tròn, có đường kính $50\text{ }\mu\text{m}$ và có diện tích điểm tram là 7%.
- Phần D/D bao gồm những đường có mật độ 48 đường/cm ở góc 0° và 90° và một vùng hẹp nằm ở giữa có các đường nghiêng một góc 45° . Những đường này có bề rộng $130\text{ }\mu\text{m}$ và những đường âm thì có bề rộng $80\text{ }\mu\text{m}$, có diện tích tram là 62%. Các ô này giúp ta có thể phát hiện được những vùng tram bị dúp nét hay bị kéo dịch bằng mắt thường hay bằng máy đo mật độ. Nếu mật độ chênh lệch giữa các ô này nhỏ hơn 0,05 thì các tờ in ra là chấp nhận được.
- Ô kiểm tra hình sao K : là những đường âm hoặc dương rất mảnh có độ rộng từ 4 - $40\text{ }\mu\text{m}$. Ô kiểm tra này được dùng để kiểm tra việc phơi bản bằng mắt thường.
 - Bên phải : thang kiểm tra FOGRA-PMS I/N
 - Bên trái : thang kiểm tra FOGRA-PMS I (kích thước thật)



Thang kiểm tra bản UGRA 1982

Thang kiểm tra tiêu chuẩn này được phát triển để kiểm soát quá trình tạo phim và bản in offset bằng phương pháp CtF, nó còn có thể được dùng để đánh giá đường đặc tuyến in trong in thử và in thật. Trong trường hợp đối với quá trình tạo bản âm, thang kiểm tra bản của UGRA 1982 dùng thích hợp hơn so với thang kiểm tra FOGRA PMS I/N do các nấc tông liên tục.



Thang kiểm tra bản UGRA 1982 gồm có 5 nhóm ô kiểm tra:

- Vùng có tông liên tục: gồm 13 nấc tông liên tục có kích thước (4x5) mm. Dưới đây là phần kiểm tra các ô có tông liên tục (được phóng đại 3 lần)



Đây là phân vùng dùng để kiểm soát thời gian và cường độ chiếu sáng của đèn phơi khi chụp phim. Các giá trị mật độ được ghi chú phía trên của các ô, các giá trị này cũng được dùng để kiểm tra mật độ của phim bằng máy đo mật độ. Mối quan hệ giữa thời gian chiếu sáng (thời gian phơi bản) và các ô tông liên tục như sau:

Số ô bị mất trên thang	1	2	3	4	5	6	7
Thời gian chiếu sáng	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0	11.2

Thời gian và cường độ chiếu sáng chính xác khó có thể chỉ xác định thông qua vùng tông liên tục này. Khi xác định cần xác định thời gian và cường độ cho một loại bản mới, nên tiến hành nhiều lần và phải kết hợp kiểm tra vùng có những đường cong mảnh để có thể đạt độ chính xác cao. Đối với những loại bản tráng sẵn thông dụng hiện nay, có thể tham khảo giá trị sau:

- Bản nhôm diazo tráng sẵn dương bản: mất khoảng từ ô thứ 4 đến ô thứ 6
- Bản nhôm diazo tráng sẵn âm bản: mất khoảng từ ô thứ 5 đến ô thứ 7
- Vùng có những đường cong rất mảnh: được chia thành phần âm và dương, có đường kính 4,5 mm, chuyển đổi mật độ liên tục từ 7 - 10 μm . Sự tăng dần các ô này tương tự với hệ thống của FOGRA PMS. Tỷ lệ giữa độ rộng đường và khoảng trắng là 1 : 9. Dưới đây là phần kiểm tra gồm các đường mảnh tương thích với FOGRAPMS (phóng đại 3 lần).

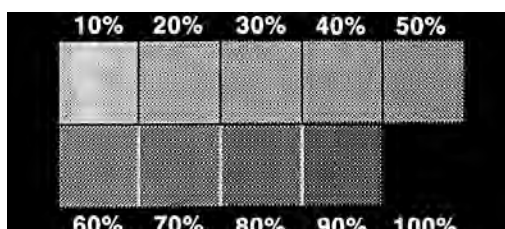


Xác định thời gian phơi tối ưu của phim / bản in:

- Tiến hành phơi với các khoảng thời gian như sau: 20s – 40s – 80s – 160s – 320s. (Cường độ đèn phơi, khoảng cách đèn đến bản in, loại bản, nồng độ thuốc hiện, thời gian hiện... không thay đổi)
- Xác định thời gian phơi nào mà phần âm và phần dương của những đường mảnh đồng thời bị mất tại cùng một giá trị của độ dày nét.

Tùy từng loại phim và bản in sẽ có các mức thời gian phơi tương ứng, đối với các loại bản thông dụng (cả bản âm và dương) thì dãy bị mất khoảng ở ô 4m và ô 6m. Như đã nói ở trên, cần phải kết hợp cả vùng này và vùng tông liên tục ở trên để xác định thời gian phơi chính xác, mức thời gian phơi tối ưu là mức thỏa mãn cả hai điều kiện trên.

- Vùng tầng thứ tram: có độ phân giải 60lpcm (150lpi) bao gồm 10 ô có kích thước (5 x 5) mm có tần thứ lần lượt được ghi chú trên thang. Các ô này dùng hệ thống tram elip của FOGRA và có góc xoay tram là 45°. Dưới đây là phần kiểm tra gồm các ô tông được tạo bởi các hạt tram hình elip, có độ phân giải tram lpi là 150lpi (phóng đại 3 lần).



Vùng tầng thứ tram này dùng để đánh giá việc tái tạo tầng thứ củ phim/bản in, kết hợp việc đo đạt tầng thứ tram phục chế được trong thực tế, chúng ta có thể xây dựng được đường cong tầng thứ cho thiết bị ghi phim áp dụng trong việc canh chỉnh thiết bị, đồng thời cũng có thể hỗ trợ kiểm soát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm bản in khi phơi và hiện bản.

QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM IN

Giá trị khuyến cáo theo Media Print Standard 2006.

Giá trị tăng thứ trên phim/file	Khoảng gia tăng tăng thứ cho phép					
	A:13%	B:16%	C:19%	D:22%	E:25%	F:28%
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	2,0	3,0	3,9	4,8	5,7	6,7
10	4,0	5,6	7,3	8,9	10,6	12,3
15	5,9	8,1	10,3	12,5	14,7	17,0
20	7,6	10,2	12,8	15,5	18,1	20,8
25	9,3	12,1	15,0	17,9	20,8	23,8
30	10,7	13,7	16,7	19,8	22,8	25,9
35	12,0	15,0	18,1	21,1	24,2	27,3
40	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0	28,0
45	13,8	16,7	19,5	22,4	25,2	28,0
50	14,3	17,0	19,6	22,3	24,9	27,5
55	14,6	17,0	19,4	21,7	24,1	26,4
60	14,5	16,6	18,7	20,8	22,8	24,8
65	14,1	15,9	17,7	19,4	21,1	22,7
70	13,4	14,9	16,3	17,6	19,0	20,3
75	12,3	13,4	14,5	15,5	16,5	17,5
80	10,7	11,5	12,3	13,0	13,7	14,4
85	8,7	9,3	9,8	10,2	10,7	11,0
90	6,3	6,6	6,9	7,1	7,3	7,5
95	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PT 1 và 2	☐ CMY	☐ K	☒ CMY	☒ K		
PT 3		☐ CMY	☐ K	☒ CMY	☒ K	
PT 4 và 5			☐ CMY	☐ K	☒ CMY	☒ K

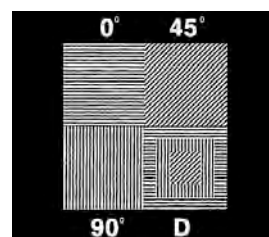
PT: Paper type: Loại giấy (có 5 loại theo ISO 12647)

☐ Bản âm

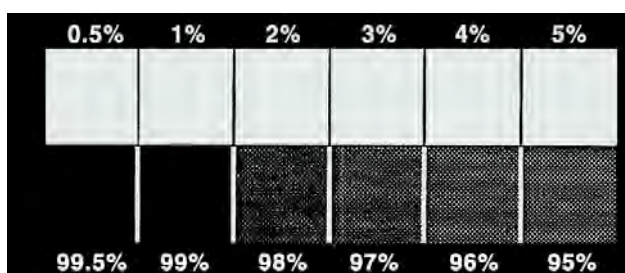
☒ Bản dương

- Vùng kiểm tra đúp nét và kéo lệch: gồm 4 ô có kích thước (5x5) mm. Sử dụng các thiết bị đo tầng thứ, ứng với điều kiện phơi đã ấn định trước đó, ghi nhận lại giá trị tầng thứ tram tái tạo được trong thực tế, lần lượt nhập các giá trị này vào phần Calibration trong RIP.

Hình bên là các ô kiểm tra kéo dịch và đúp nét (phóng đại 3 lần). Vùng này có tần số tram là 48lpcm, diện tích phủ là 60%, độ dày nét là 124m, độ hở trắng 84m. Ứng dụng của mỗi ô:

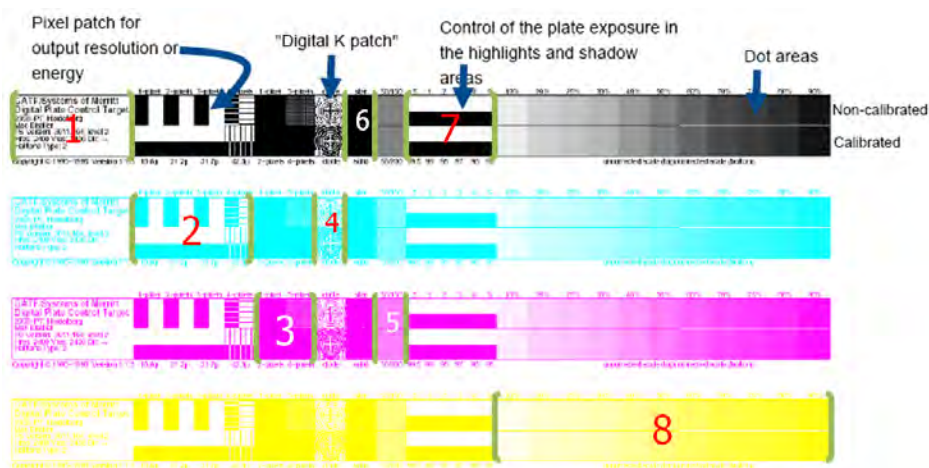


- Ô D: đây là ô cực kỳ nhạy cảm với lỗi kéo dịch và đúp nét, các đường line sắp xếp tạo thành hình vuông sẽ biến dạng khi có lỗi xảy ra. Hướng biến dạng chính là hướng bị kéo dịch.
- Các ô 0°/90°/45° : sử dụng khi kiểm soát sự chính xác cơ khí của máy in mới hoặc khi thay các ống bằng cách in các bài test mẫu. Sử dụng thiết bị đo mật độ để đo độ tương phản in tại những ô này so sánh với giá trị tiêu chuẩn, chúng ta có thể canh chỉnh chính xác thiết bị.
- Các ô kiểm tra vùng sáng: dùng cho cả bản in âm lẫn bản in dương, bao gồm 12 ô có kích thước (5 x 5) mm và có tông từ 0,5% - 5%. Bên dưới là các ô kiểm tra vùng sáng có độ phân giải tram lpi là 150lpi (phóng đại 3 lần).

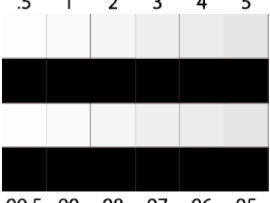


Vùng này có tần số tram là 60lpcm, hình dạng tram chuẩn của Fogra, góc xoay tram là 45°. Vùng này cho phép đánh giá khả năng tái tạo tầng thứ ở mức cao nhất và thấp nhất, bản chất của vùng này cũng giống như vùng có các nét mảnh, nó góp phần đánh giá độ tối ưu của các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm bản in

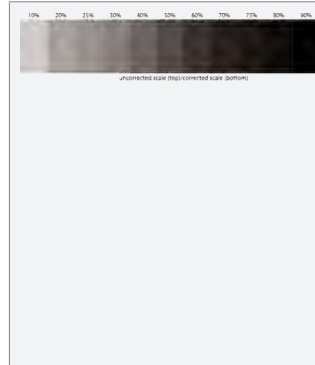
Thang kiểm tra bản GAFT



Vị trí	Ý nghĩa
GATF/Systems of Merritt Digital Plate Control Target 2894 - PT, PC User Adobe PostScript Parser PS Version: 3010.106, level 2 Hres: 300 Vres: 300 Dpi: 1 60 lpi: 45° Euclidean H1: Process 45° Euclidean Copyright © 1995-1998 Version 1.1.3	Thông tin RIP: Ghi nhận các thông tin về RIP: thiết bị ghi, mức độ biên dịch của Postscript, kích thước, hướng ghi ảnh, độ phân giải tram, hình dạng tram, góc xoay tram...
1-pixel 2-pixels 3-pixels 4-pixels 84.7μ 169.3μ 254.0μ 338.7μ	Vùng có nét mảnh: Là những đường rất mảnh âm bản và dương bản xếp theo chiều ngang và chiều dọc. Dùng để kiểm tra độ phân giải và độ chính xác của thiết bị ghi, xác định những chi tiết nhỏ nhất mà thiết bị có thể phục chế, hỗ trợ kiểm soát thời gian phơi bản (những đường rất mảnh này rất nhạy cảm với thời gian phơi, tùy theo bản sử dụng là âm bản hay dương bản, nếu thời gian phơi quá lâu thì các đường mảnh này sẽ to ra hoặc nhỏ lại).
1-pixel 3-pixels 2-pixels 4-pixels	Là các ô dạng bàn cờ có các điểm có kích thước từ 1-4 pixel. Ô 1 pixel, được tạo từ các điểm ảnh 1 pixel đen và 1 pixel trắng, các ô 2, 3 & 4 pixel cũng tương tự. Các ô này dùng để kiểm tra khả năng tái tạo chi tiết của thiết bị trên phim với độ phân giải xuất cho trước, hình dáng và kích thước các ô được tái tạo phải thật đồng đều nhau.

 circle	Là các hình bán nguyệt nửa âm, nửa dương tương ứng từ 1 – 4 pixel. Đây là vùng khó tái tạo chính xác tuyệt đối đối với các thiết bị ghi. Nó cũng dùng để kiểm tra khả năng tái tạo chi tiết của hệ thống ghi ở những chi tiết nhỏ nhất nhưng trên cả 2 chiều dọc và ngang. Ô 1 pixel là ô rất nhạy cảm với bất cứ những thay đổi dù là nhỏ nhất trong quá trình ghi.
 star solid	Ô hình sao: Là một dãy các hình tam giác riêng biệt với góc mở 5° và khoảng cách giữa chúng lệch nhau 5°, đỉnh của các tam giác hội tụ ở tâm của ô tạo thành hình sao (Star). Hệ thống ghi có độ phân giải càng cao thì vùng trắng nhìn từ tâm ra các hướng càng sắc nét. Lưu ý: Nếu tâm điểm các ô hình sao không tròn là do có sự thay đổi cường độ đầu ghi trên chiều dọc và chiều ngang (một số thiết bị độ phân giải theo chiều ngang cao hơn chiều dọc tạo thành hình elip có trục dài theo chiều dọc) Hình ở tâm to ra báo hiệu gia tăng tầng thứ quá cao Hình ở tâm thành hình số 8: dúp nét. Bên dưới ô hình sao là ô tông nguyên (Solid) dùng để đo mật độ kết hợp với độ che phủ mực ở 100%.
 50/150 50/200	Hai ô 50/150 và 50/200 có cùng tầng thứ là 50% nhưng độ phân giải tram ở hai ô khác nhau, lần lượt là 150lpi và 200lpi. Các ô này được dùng để đánh giá giá trị gia tăng tầng thứ của hệ thống ghi khi dùng tần số tram cao nhất.
 .5 1 2 3 4 5 99.5 99 98 97 96 95	Vùng thể hiện diện tích điểm tram và tầng thứ tram nhỏ nhất mà thiết bị ghi tái hiện được. Vùng này cũng hỗ trợ kiểm soát cá yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm bản in

QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM IN



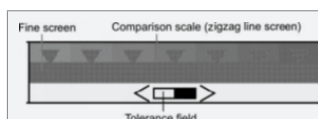
Thang kiểm tra hiện bản ở vùng sáng và vùng tối, được chia ra làm 2 phần, phần nằm dưới được RIP có áp dụng chế độ bù trừ đường cong tăng thứ bằng chức năng calibration có sẵn của RIP, thang nằm trên được RIP nhưng không áp dụng chế độ bù trừ. Nếu 2 thang này sau khi đo đạt có tăng thứ như nhau nghĩa là không có sự bù trừ nào được ứng dụng trên RIP

Thang kiểm tra CTP – Tool của Heidelberg

Các dải kiểm tra này được thiết kế để có thể làm việc cho cả các thiết bị RIP không do Heidelberg sản xuất (third-party RIPs – nhà sản xuất thứ 3). Người sử dụng có thể bỏ đi những phần không phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế



Vị trí	Ý nghĩa
Tên hiệu máy ghi Plate Control Strip SupraSetter - V2.0a 20060109 (eps) HD SuperDot HT830 - B - Tên loại bản kẽm Real screen frequency 158.75 G1 0.0° Màu in Customization (optional) Screen ruling of application Screen angle of application Screen system Dot shape Interpreter resolution Y- and X-direction Scale Date 06.12.2005 10:19 Calibration curve Calibration file name	Ô thông tin • Ô 1: Thể hiện thông tin máy ghi, tên loại kẽm, màu in. • Ô 2: Các thông tin về trạm in ghi bản (xuất xứ, loại trạm, tần số quét trạm, góc trạm, hình dạng trạm, độ phân giải thiết bị...) • Ô 3: Cho biết thông tin về việc thực hiện bù sai lệch trạm để đảm bảo tuyến tính ghi trạm của thiết bị, bù dot gain trên tờ in (linearization & process calibration) và ngày, giờ ghi bản. Đường chấm chấm nét màu trắng là dạng đường cong bù dot gain tờ in (process calibration) còn vùng màu đen cho biết hiệu ứng thay đổi tăng thứ trên bản. Trị số thay đổi tăng thứ xác định theo tỉ lệ ghi bên ô bên cạnh (scale).



Ô kiểm soát chất lượng và độ ổn định ghi, hiện bản.

Khi thiết bị ghi bản đảm bảo yêu cầu ghi tram tuyến tính và điều kiện hiện bản được kiểm soát tốt, quan sát bằng mắt thường ta thấy các ô tam giác tram mịn nửa bên trái của panel sẽ có tông đậm hơn các ô tram thô dải so sánh, còn các ô tam giác nửa bên phải sẽ nhạt hơn.

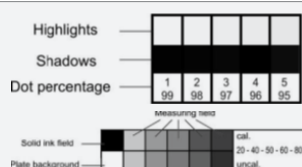
Chất lượng ghi và hiện bản được coi là ổn định, chấp nhận được khi quan sát mắt thường thấy ô tam giác cùng tông với dải tram so sánh trong giới hạn 3 ô tram thô nằm giữa panel (kích thước 2,4 cm) khi thực hiện ghi tram tuyến tính.



Các ô chức năng đánh giá chất lượng ghi bản.

- Ô 1: Nếu hình dạng pixel cân xứng theo 2 chiều quét x, y thì cả 4 ô tram cùng trị số tông quang học (optical tonal value). Nếu 4 ô tram có trị số tông khác nhau thì việc ghi là không đối xứng.
- Ô 2: đánh giá khả năng ghi tram tuyến tính của hệ thống ghi bản tại điểm tram 50% (mid-tone), để kiểm tra & đánh giá chính xác mức độ ghi tram tuyến tính, ta phải dùng kính lúp (độ phóng đại 50 lần trở lên). Do hạt tram là hình vuông, nếu ghi tram tuyến tính tuyệt đối (trị số tram trên file là 50% thì trị số tram trên bản cũng là 50%) các ô vuông này chỉ vừa chạm đầu nhau. Nếu quan sát mắt thường, trong trường hợp này cả 4 ô tram phải cùng một tông màu xám, ô tram có kích thước hạt tram nhỏ không nhạt hơn ô tram có kích thước hạt tram lớn. Nếu có khe hở trắng giữa các ô đen (diện tích vùng không bắt mực lớn hơn) tức là dot gain trên bản nhận giá trị âm (bay tram). Còn nếu các ô đen gối đầu nhau một phần (kích thước hạt tram lớn lên) tương ứng với việc gia tăng tầng thứ trên bản in (dot gain trên bản dương).

- Ô 3 & 4: đánh giá máy ghi bản có đảm bảo ghi tram đối xứng và tuyến tính hay không. Nếu việc ghi bản là tuyến tính và đảm bảo tính đối xứng thì các đường dương và âm của hai ô tram có cùng kích thước bề rộng từng cặp. Nếu kích thước bề rộng đường tram các phần dương và âm khác nhau thì việc ghi là không tuyến tính. Việc ghi không đảm bảo tính đối xứng 2 chiều nếu bề rộng các đường kẻ tram từng cặp ở 2 ô tram khác nhau.
- Ô 5: ô chữ Times có kích thước font là 0.5, 1, 2 và 4 point được ghi ở 2 chế độ dương bản và âm bản để đánh giá độ phân giải bản kẽm cũng như đánh giá ghi tram không đối xứng và ghi tram không tuyến tính.



Ô đánh giá tầng thứ tram

- Hình 1: Vùng sáng (Highlights) và vùng tối (Shadows) như truyền thống gồm 3 phần : phần trên gồm 5 ô tram vùng sáng, phần giữa gồm 5 ô tram vùng tối và phần cuối cùng gồm 5 ô ghi trị số tram tương ứng của các ô tram Highlights và Shadows phía trên. Dùng kính lúp thông thường để kiểm tra.
- Hình 2: ô “solid ink” và “plate background” có thể dùng để hiệu chỉnh thiết bị đo.

Các ô tram hàng trên cho kết quả trị số tram khi có canh chỉnh hệ thống ghi bản. Các ô tram hàng dưới là trị số tram không có canh chỉnh thiết bị. Các số 20, 40, 50, 60, 80 là các trị số tram (%) của các ô tram

Các thang kiểm tra in

Để kiểm soát chất lượng in trên cơ sở các dữ liệu đo được, các dải kiểm tra in phải được in cùng với hình ảnh. Các dải kiểm tra này được chế tạo và cung cấp từ các viện nghiên cứu in và các nhà cung cấp thiết bị in. Tuy nhiên chỉ có các bản gốc được cung cấp từ nhà sản xuất mới có thể dùng được còn các bản phim được sao chụp lại không đảm bảo được các thông số kiểm tra.

Các dải kiểm tra in hiện đang có sẵn cho các máy in từ 4 đến 8 màu. Đối với các dải kiểm tra in cho việc in hơn 4 màu, số lượng các ô nửa tông và ô kiểm tra kéo dịch sẽ ít đi nhưng tăng các ô in tông nguyên và cân bằng màu để kiểm tra sự cấp mực.

Tất cả các dải kiểm tra in bao gồm nhiều phần tử kiểm tra, mỗi phần tử được thể hiện dưới dạng một ô kiểm tra, mỗi ô kiểm tra có chức năng giúp người kỹ thuật viên vận hành máy in kiểm soát các đặc tính của quá trình in bằng mắt thường hay bằng các thiết bị kiểm tra. Nhìn chung các thang kiểm tra in sẽ gồm các phần tử sau:

Các ô kiểm tra tông nguyên

Các ô kiểm tra tông nguyên cho phép kiểm tra độ đồng đều phủ mực. Các nhà sản xuất khuyến cáo người sử dụng nên đặt lần lượt mỗi ô kiểm tra tông nguyên cho từng màu cách nhau bằng với vùng phủ mực (Đối với máy của Heidelberg là 32,5 mm).

Bằng cách này ta có thể sử dụng ô kiểm tra tông nguyên với các thiết bị kiểm soát tự động.



Các ô kiểm tra in chồng màu

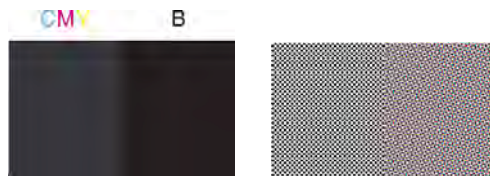
Các phần tử này được thiết kế cho việc kiểm tra và đánh giá tình trạng nhận mực bằng mắt cũng như máy đo.



Các ô cân bằng màu

Người ta phân biệt giữa ô nền và ô tram cân bằng màu. Ở ô nền, kết quả in chồng của các màu Cyan, Magenta và Yellow phải cho ra màu đen gần trung tính. Kế bên ô này là ô in bởi nền màu đen để so sánh.

Khi độ dày lớp mực đạt yêu cầu, thứ tự in chồng màu được chuẩn hóa và sự gia tăng tầng thứ bình thường thì các ô in chồng màu Cyan, Magenta và Yellow phải xám kể cả ô chồng màu tông nguyên cũng như ở các tầng thứ khác nhau. Các giá trị tầng thứ khác nhau được sử dụng bởi các nhà sản xuất để tạo nên các ô chồng màu với giá trị tầng thứ của từng màu phối hợp sao cho chúng tạo ra màu xám:



Các ô cân bằng màu cũng được dùng để kiểm tra cân bằng xám tự động cho các màu Cyan, Magenta, Yellow

Heidelberg	70% Cyan	60% Magenta	60% Yellow
FOGRA	28% Cyan	21% Magenta	19% Yellow
Brunner	50% Cyan	41% Magenta	41% Yellow

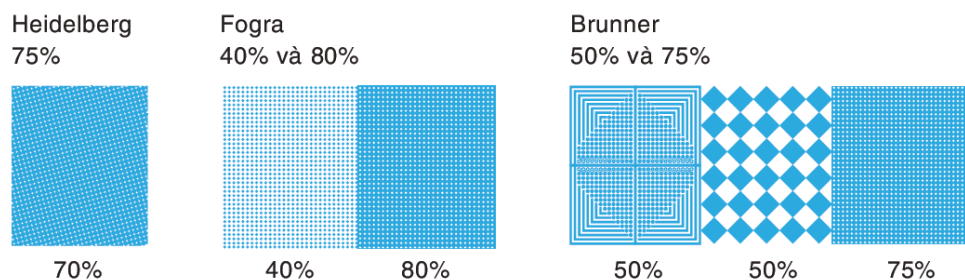
Các ô kiểm tra tầng thứ

Tùy thuộc vào nhà sản xuất, các ô kiểm tra tầng thứ chứa các giá trị tầng thứ tram khác nhau.

Qua các dữ liệu đo được từ các ô tầng thứ và ô tông nguyên mà sự gia tăng tầng thứ và độ tương phản in được tính toán.

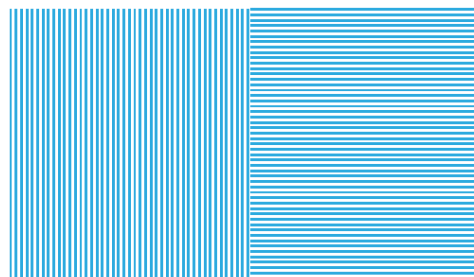
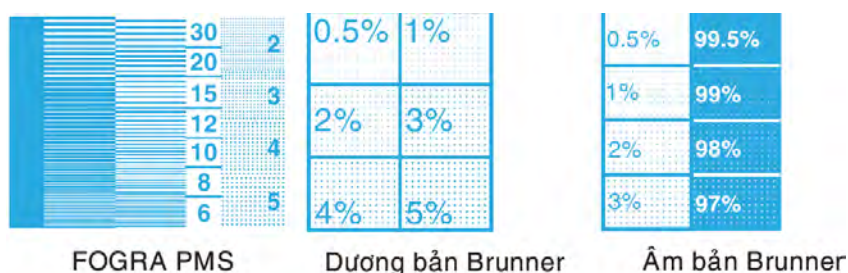
Các ô kiểm tra kéo dãn và đúp nét

Các đường vạch song song nhau được đặt ở các góc độ cho phép người thợ in kiểm tra bằng mắt và máy đo mật độ các lỗi kéo dãn hoặc đúp nét.



Các ô kiểm tra quá trình phơi bản

Các ô kiểm tra quá trình phơi bản được thiết kế để kiểm tra bằng mắt. Các phần tử kiểm tra là các đường kẻ cực mảnh và đường kẻ âm bản của chúng cũng như các vùng tram với các giá trị tram ghi sẵn trong đó. Trên cơ sở sự xuất hiện của các đường mảnh mà ta đánh giá được độ phân giải, trên cơ sở đo độ lớn các hạt tram trên bản để kiểm tra sự khác biệt giữa nó và giá trị tram chuẩn trên phim mà ta xác định được đồ thị truyền tầng thứ.

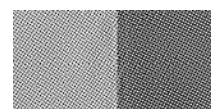
**Thang kiểm tra in FOGRA-PMS**

Dụng cụ kiểm tra này được phát triển để kiểm tra và giám sát tờ in thử cũng như tờ in thật. Có 4 màu kiểm tra kế tiếp nhau trên thang theo thứ tự các ô tông nguyên C, M, Y, K; cho 3 màu R, G, B và cho 3 màu in chồng C + M + Y cũng như là một nhóm chính gồm các ô tông nguyên và các ô tầng thứ tram. Thêm nữa, những vùng kiểm tra sẵn có trên bản giúp cho người thợ in kiểm tra độ đồng nhất từ bản này sang bản khác. Lưu ý rằng các chỉ số của các phần này có thể dao động lên xuống không quá 3 μm so với giá trị gốc. Khi xác định độ phân giải và kiểm tra bản in, thang kiểm tra bản của UGRA 1982 hay thang kiểm tra FORGA - PMS I dùng tốt hơn so với dùng thang kiểm tra in.

Thang kiểm tra in FOGRA - PMS bao gồm các ô kiểm tra có kích thước (6 x 6)mm, và có một ô gồm cả hai vùng K và S (6 x 8)mm gộp lại. Các phiên bản đặc biệt được dùng cho các máy in có dùng hệ thống CCI hay CPC. Thang kiểm tra in FOGRA - PMS có bán tại các nhà cung cấp thiết bị chế bản dưới dạng phim âm hoặc dương. Phiên bản 80% được dùng đặc

biệt cho việc kiểm tra và theo dõi in ảnh (hình A 23.2). Phiên bản 100% được thiết kế dùng để kiểm tra và theo dõi việc in bao bì và các ấn phẩm có tông nền (tông nguyên) chiếm đa số.

Các ô kiểm tra tầng thứ có giá trị 40% cho tông trung gian và 80% cho vùng tối được dùng để kiểm tra sự gia tăng tầng thứ, mật độ và độ tương phản in bằng các phép đo mật độ. Ở phiên bản 80%, các ô kiểm tra được đặt cách nhau 5 cm. Ở phiên bản 100%, các ô kiểm tra được đặt cách xa nhau hơn.



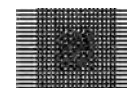
Các ô kiểm tra tầng thứ tram (phóng đại 5 lần)

Ở phiên bản 100%, các ô tông nguyên cho mỗi màu thường được đặt cách nhau 5 cm cho phép mật độ tông nguyên được kiểm tra chặt chẽ hơn. Các tông nguyên của các màu thứ cấp (Red, Green, Blue) cho phép kiểm tra việc truyền mực bằng mắt thường hay bằng máy đo mật độ.

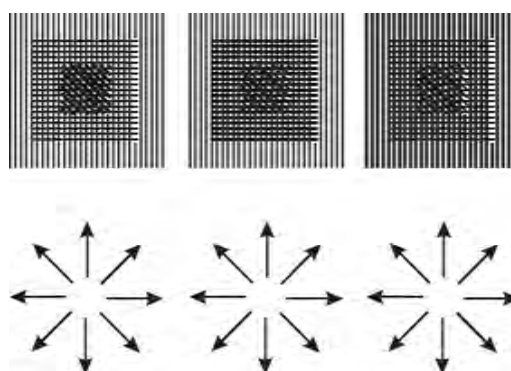


Ô kiểm tra tông nguyên (phóng đại 5 lần).

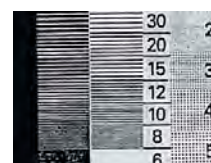
Phần D được dùng để kiểm tra sự đúp nét hay kéo dịch bằng mắt thường. Nếu trong phần này xuất hiện dưới dạng một tông đồng nhất, nó giúp ta ước lượng được sự gia tăng tầng thứ.



Ô kiểm tra đúp nét hay kéo dịch (phóng đại 5 lần).



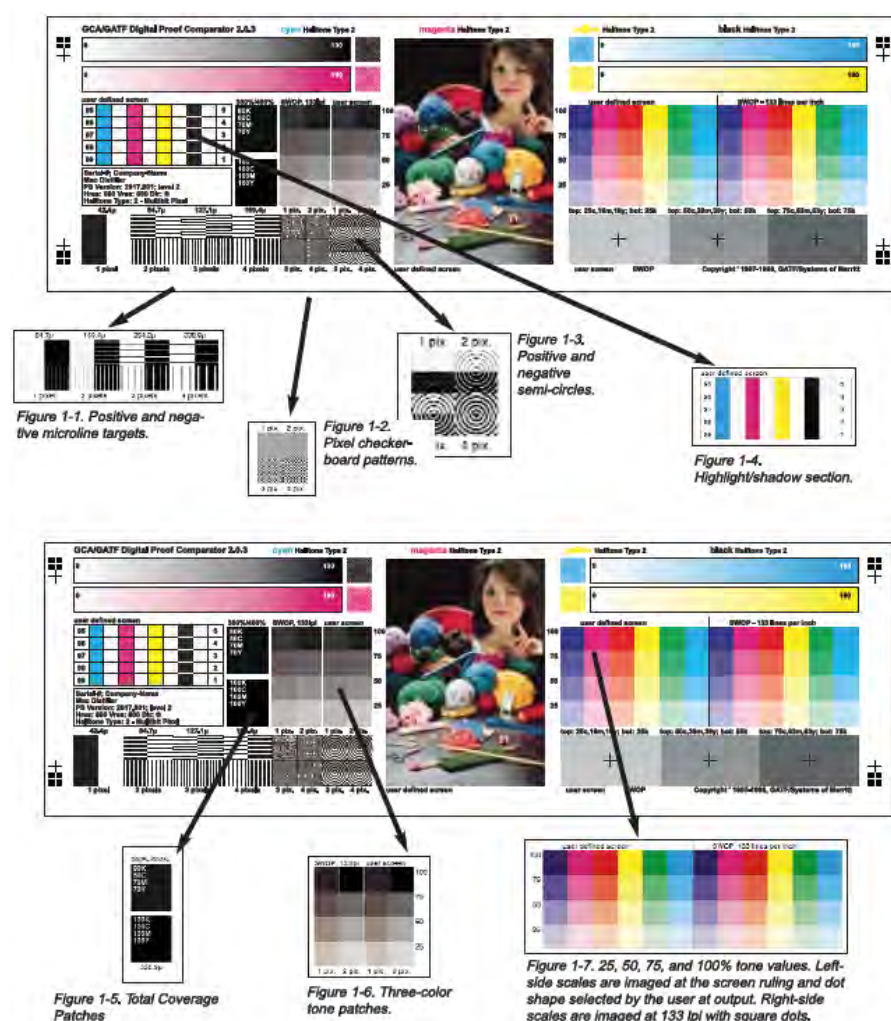
Ô kiểm tra K với các đường rất mảnh được dùng để kiểm tra việc phơi bản bằng mắt thường trên suốt chiều rộng của bản và từ bản này sang bản khác. Nó chỉ ra cho người thợ in biết bản in có cho phép phục chế lại các đường rất Ô kiểm tra K và S mảnh nằm trong khoảng tiêu chuẩn hay không.

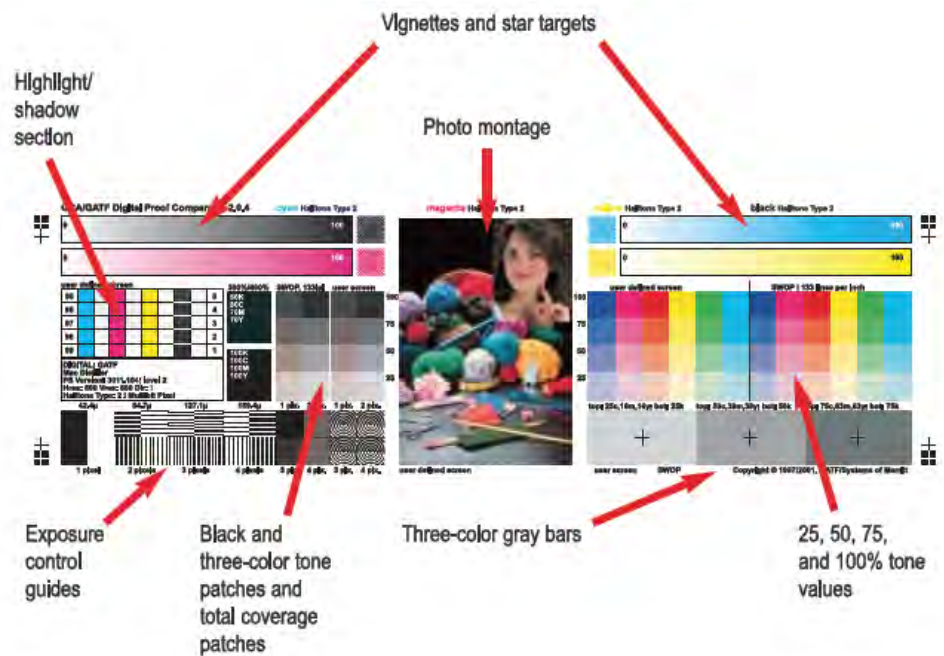


Ô kiểm tra K và S (phóng đại 5 lần).

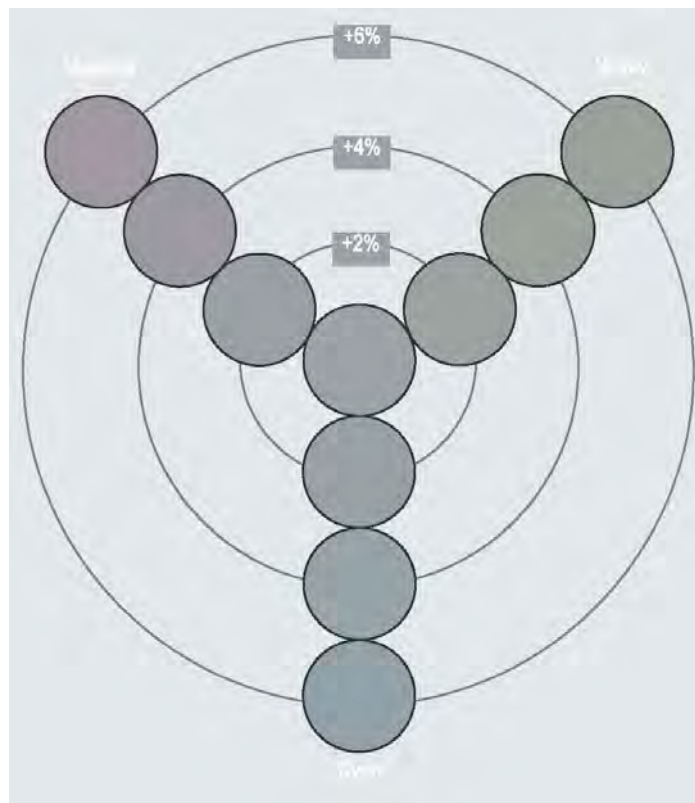
Khi chỉ được dùng để kiểm tra độ phân giải thì phải sử dụng các thang kiểm tra đã được đề cập từ trước. Tỷ lệ giữa độ dày nét đen và khoảng trắng là 1 : 9. Ô kiểm tra S được dùng để kiểm tra bằng mắt thường việc truyền tầng thứ ở phần sáng với các điểm tram có diện tích 2%, 3%, 4% và 5%. Nếu việc truyền tầng thứ chính xác các ô kiểm tra sẽ cho thấy một tông đồng nhất. Hai vùng kiểm tra sự cân bằng xám với ba màu in chồng cho thấy tông xám trung gian xấp xỉ với các tông đen có diện tích điểm tram là 80% hay 40% nằm kế bên nó. Sự thay đổi cân bằng xám giữa tờ in thử và tờ in chuẩn trong quá trình in có thể được phát hiện bằng mắt thường với độ chính xác rất cao.

Thang kiểm tra in thử và in thật

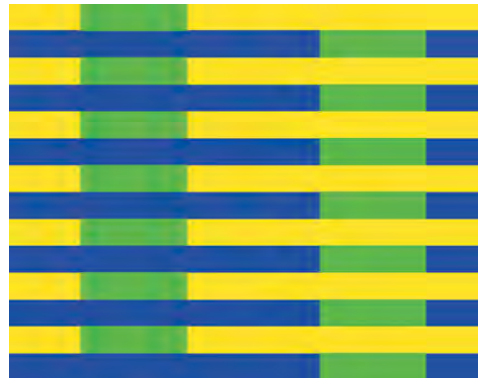




Thang kiểm tra sự chuyển dịch cân bằng xám



Thang kiểm tra ảnh hưởng của màu viền



Thang kiểm tra quá trình in



Kiểm tra sự dịch chuyển màu trong kỹ thuật UCR và GCR



Undercolor removal



Gray component replacement



Hệ thống thang kiểm tra của Brunner

Vài nét về hệ thống Brunner

Hệ thống Brunner phát triển và đưa ra thị trường hệ thống các giải pháp cho việc kiểm tra quy trình, quản lý chất lượng, tiêu chuẩn hóa trong công nghiệp in. Hơn 30 năm hệ thống này đứng đầu trong việc xác định tiêu chuẩn công nghiệp cho quy trình in cổ điển, từ chế bản cho đến in. Năng lực của hệ thống Brunner dựa trên kiến thức toàn diện về quy trình in và phương pháp đo lường, diễn dịch và đánh giá phát triển cao.

Hệ thống Brunner là hệ thống kiểm soát đạt tiêu chuẩn Châu Âu, đáp ứng tốt các yếu tố kiểm tra để kiểm soát chất lượng.

Cân bằng màu

- Trong phần tông trung gian: ô cân bằng xám C50%, M41%, Y41%
- Trong phần tông nguyên: ô cân bằng tầng thứ vùng tối/tông nguyên 3x100% CMY.
- Trong phần tông trung gian của màu riêng lẻ: 50% CMY
- Trong phần tông nguyên của màu riêng lẻ: mật độ CMY

Sự gia tăng giá trị tầng thứ:

Sự gia tăng giá trị tầng thứ ⁽¹⁾	CMY ⁽³⁾	B ⁽³⁾	Dung sai 2σ ⁽²⁾	Đặc điểm kĩ thuật ⁽⁴⁾
Tiêu chuẩn toàn cầu 12%	12%	14%	$\pm 4\%$	Giấy ISO 1-3, 60-70 l/cm
Tiêu chuẩn toàn cầu 15% tiêu chuẩn chính	15%	17%	$\pm 4\%$	Giấy ISO 1-3, 60-70 l/cm
Tiêu chuẩn toàn cầu 19%	19%	21%	$\pm 4\%$	Giấy ISO 3, 54-60 l/cm
Tiêu chuẩn toàn cầu 19% không tráng phủ	19%	21%	$\pm 4\%$	Giấy ISO 4, 54-60 l/cm
Tiêu chuẩn toàn cầu 23% không tráng phủ	23%	25%	$\pm 4\%$	Giấy ISO 4, 54-60 l/cm

⁽¹⁾ Giá trị nhận được khi đo sản phẩm tại vùng 50% tram so với bài mẫu gốc hoặc file dữ liệu

⁽²⁾ Dung sai $2\sigma = \pm 4\%$ áp dụng cho sự thay đổi theo mức độ đối với 95% của tất cả điểm tram trong quá trình kiểm tra. Cân bằng của ba màu CMY cơ bản không nên quá $\pm 2\%$

⁽³⁾ Kết quả đo lường đối với loại vật liệu in.

⁽⁴⁾ Loại giấy theo tiêu chuẩn ISO được xác định theo từng màu mực và không phụ thuộc đặc tính bề mặt của vật liệu, (những đặc tính này có ảnh hưởng lớn đến sự gia tăng tầng thứ giữa các loại giấy khác nhau).

Dải kiểm tra này gồm 20 giá trị tông tram dùng để kiểm tra độ gia tăng tầng thứ.



↑ Print Zebra strip Inline sequence with 20 tone value steps per color for recording print characteristic curves (illustration reduced in size)

Thang kiểm tra in thử phiên bản A và B:

Thang kiểm tra in thử v1.0-A và -B thích hợp cho kiểm tra tờ in thử hơn là để kiểm tra tờ in thật. Dùng để đo và lập nên đường cong tăng thứ và đo cân bằng xám. Thang này thường được đo bằng máy Techkon RS 800.

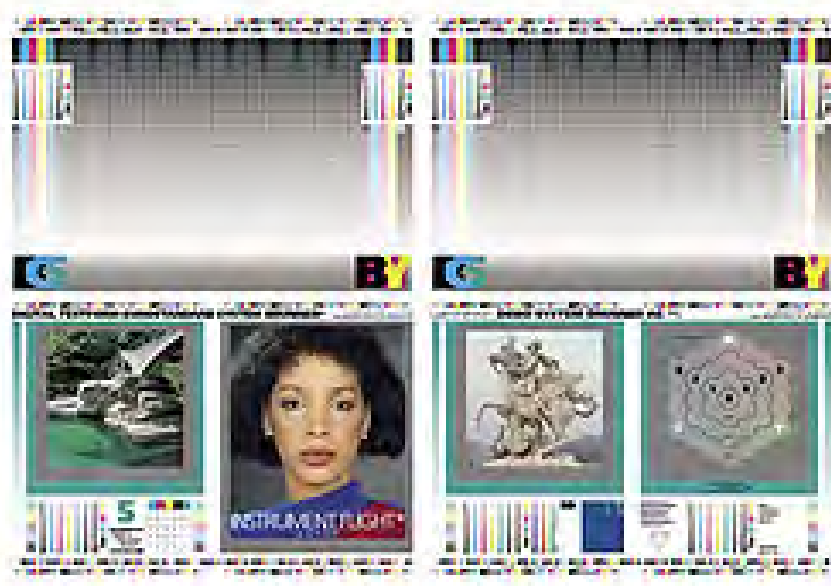


Thang kiểm tra in thử phiên bản C:

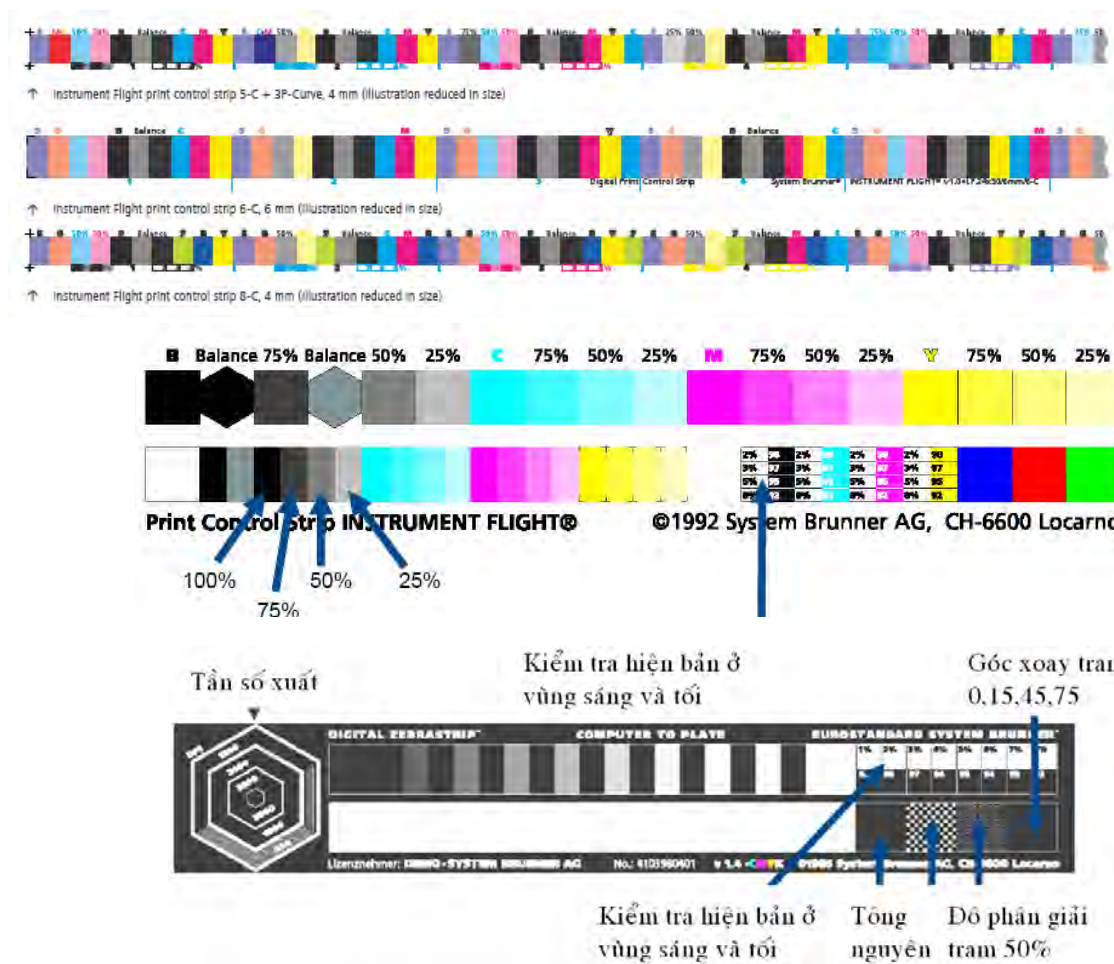
Do có kích thước lớn hơn nên thang này chỉ có 10 bước chuyển tram thay vì 20 bước như phiên bản v1.0-A và -B cho các màu sơ cấp. Thang này thường được đo bằng máy Xrite/GretagMacbeth EyeOne.



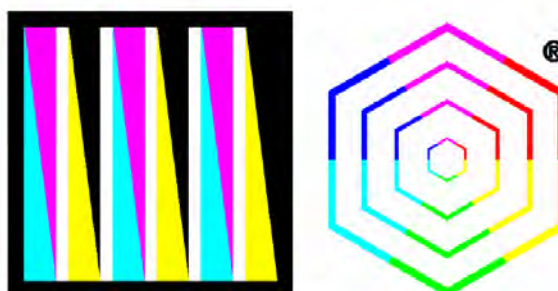
Bài mẫu sử dụng thang kiểm tra Brunner.



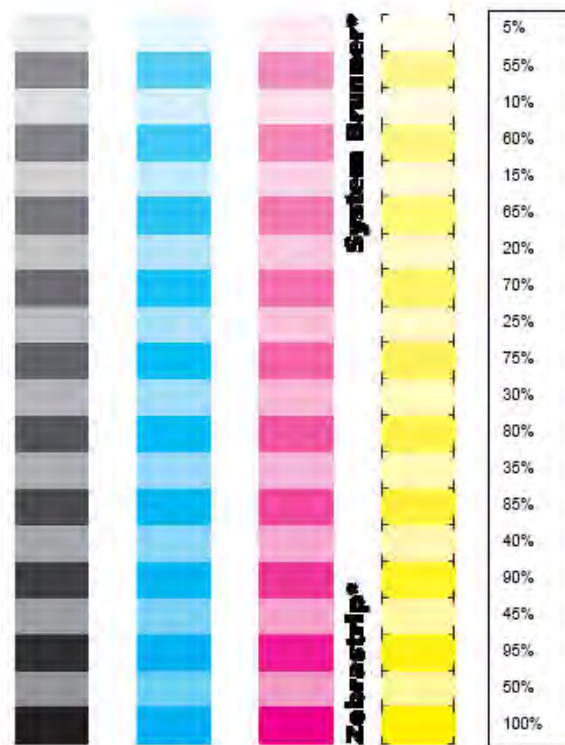
Thang kiểm tra Brunner và thang kiểm tra màu Instrument Flight



Dấu định vị CMYK của Brunner:



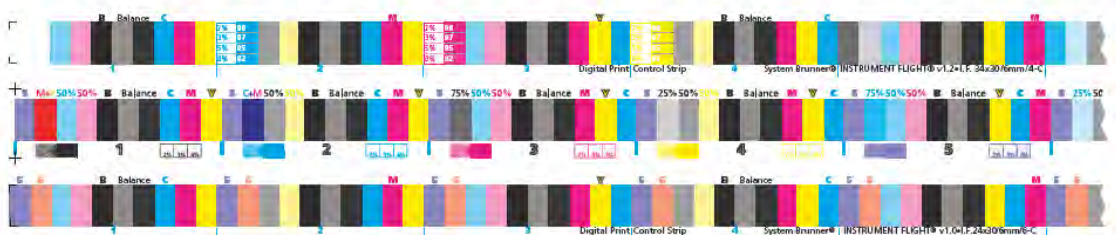
Sự kết hợp giá trị tầng thứ trong thang Brunner zebra:



Kiểm tra tờ in:



↑ Print 3P-Curve sequence with 3-point characteristic curve plus gray balance patch for mid-tones and shadows (illustration in actual size)



↑ Measurement of short sequences within the Instrument Flight 4-C / 5-C / -6-C print control strip (illustration reduced in size)

Các lưu ý khi sử dụng thang kiểm tra trong thực tế

- Việc mất các điểm tram cục bộ có thể dẫn đến những giá trị kiểm tra sai lệch, nguyên nhân là do gờ film, do bụi bẩn hay phim bị cộm do dán băng keo hai mặt ... Vì lí do đó, các thang kiểm soát phải được gắn ở các chỗ trống (không bị cộm lên). Chú ý giữ cho những ô kiểm

tra nét mảnh, ô kiểm tra tầng thứ và ô kiểm tra phần sáng phải giữ không có bụi bẩn hay có dán băng keo. Băng keo phải được dán cách xa những vùng này từ 5 -10 mm .

- Các chỉ số khác nhau trong các ô kiểm tra nét mảnh là do ánh sáng chiếu lên theo suốt chiều rộng của bản khác nhau, do sự mất tram cục bộ mà nguyên nhân có thể do băng keo dán quá gần vùng tram, do độ gờ của băng keo hay do bụi bẩn, do sự khác nhau cục bộ về film, bản hay dung dịch hiện bản cũng như do sự tiếp xúc không tốt giữa phim và bản trong máy phơi bản. Khi kiểm tra sự khác biệt về chỉ số giữa các đường mảnh, phải lưu ý rằng có một sự khác biệt 3 mm tương ứng với sự biến đổi giá trị tông tối đa là 1,2 % .
- Các thang kiểm tra bản có thể được dán theo hướng in (chiều dọc của bản) hay theo chiều ngang của bản, chỉ có thang kiểm tra in là phải dán theo chiều ngang của bản .
- Nếu không đủ chỗ để gắn thang kiểm tra trên tờ in, ta có thể gắn lên support tại đuôi hay đầu nhíp trên bản kẽm.
- Các thang kiểm tra phải được giữ trong tình trạng hoàn hảo (không được làm trầy xước hay sao chép) .
- Ô kiểm tra tầng thứ trong thang kiểm tra bản UGRA 1982 được dùng để xác định sự chuyển đổi tầng thứ của bản và cũng được dùng để kiểm tra việc phơi bản âm. Chúng ta định nghĩa sự chuyển đổi tầng thứ là số các bước tông liên tục được chuyển đến hay chuyển đi bị gãy khúc. Một số lượng lớn các bước chuyển trung gian như thế có nghĩa là một sự chuyển đổi tầng thứ đều đặn.
- Đối với việc in các ấn phẩm không có tông nguyên chiếm đa số, các chuyên gia khuyến cáo rằng mật độ của các ô kiểm tra 80% trên bản in thử hoặc tờ in chuẩn phải được phục chế chính xác.

KIỂM TRA QUÁ TRÌNH LÀM PHIM & BẢN IN

6

Xác định độ phân giải của bản in	143
Các khái niệm cơ bản	143
Xác định độ phân giải bản in bằng biểu đồ	146
Tầm quan trọng của việc sử dụng các loại phim sao chụp có chất lượng và các hạt tram sắc cạnh	147
Các thuộc tính cơ bản	147
Nguyên nhân	150
Các loại phim tán xạ và việc mất các điểm tram cục bộ	151
Xác định phạm vi chiếu sáng trên bản in	154
Các khái niệm cơ bản	154
Các lưu ý trước khi xác định	154
Xác định phạm vi chiếu sáng	155
Ước lượng các chỉ số của đường cực mảnh	157

KIỂM TRA QUÁ TRÌNH LÀM PHIM & BẢN IN

6

Xác định độ phân giải của bản in

Mục đích của việc tiêu chuẩn hoá quá trình làm bản in là bảo đảm cho phim và thang kiểm tra luôn luôn có cùng sự gia tăng tầng thứ bất kể đó là loại bản in gì hay trong điều kiện nào. Điều này được bảo đảm nếu quá trình làm bản in được thực hiện trong khoảng nét cực mảnh được tiêu chuẩn hoá phù hợp với bảng tham chiếu cho phơi bản. Một bản tham chiếu thích hợp có thể được xác định dựa trên cơ sở một thông số của bản in đó là độ phân giải. Nó có thể được xác định bằng cách dùng một tờ tham chiếu cho quá trình làm bản in hay bằng cách chiếu sáng với nhiều thời gian khác nhau.

Các khái niệm cơ bản

Độ phân giải

Độ phân giải của bản in là độ dày nhỏ nhất của các đường cực mảnh âm hay dương trên thang kiểm tra có thể được tái tạo lại trên bản. Giá trị này có đơn vị là micrometres (μm).

Bước kiểm tra

Đây là một loạt các thời gian chiếu sáng riêng biệt với nhiều thời gian chiếu sáng tăng dần trên một bản in. Thời gian chiếu sáng phải được chọn sao cho các bước chiếu sáng là bội số của thời gian chiếu sáng trước (ví dụ như 1, 4 hay 2). Ví dụ như các số sau: 10, **14**, 20, **28**, 40, **56**, 80, **112** hay 1, 2, 4, 8, 16.... Loạt chiếu sáng thứ hai thích hợp cho các bước

chuyển liên tục trên thang kiểm tra bản UGRA 1982. Loạt chiếu sáng đầu tiên thích hợp cho hai bước chuyển tông liên tục.

Chỉ số các đường cực mảnh

Chỉ số các đường cực mảnh là số lượng các đường cực mảnh âm hay dương tái tạo lại được trên bản in. Các chỉ số này liên hệ đến độ rộng của các nét mảnh âm hay dương truyền trên phim và có đơn vị là micrometres (μm).

$$(1 \text{ micrometre} = 1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm})$$

Các thang kiểm tra độ chính xác

Đó là những tấm film kiểm tra có các ô kiểm tra là các điểm tram hay các đường tram được phục chế lại với độ chính xác cao. Các thang kiểm tra này không thể sao chép lại được trong thực tế vì độ chính xác của bản sao bị giảm đi ở cả các ô kiểm tra tầng thứ lẫn các ô kiểm tra nét mảnh. Nên sử dụng thang kiểm tra PMS I, PMS I/N, hay thang kiểm tra bản UGRA 1982 để xác định độ phân giải.

Quá trình thực hiện

Độ phân giải của bản in độc lập, không phụ thuộc vào việc hút chân không hay vào máy phơi bản. Để xác định độ phân giải của bản in offset, từng bước kiểm tra được thực hiện bằng cách sử dụng một ô chứa các đường cực mảnh tại một điểm xác định trên bản và tiến hành chiếu sáng. Với một thời gian chiếu sáng mới, thang kiểm tra được đặt trên một vùng của bản, những vùng còn lại của bản được che.

Phải lưu ý cẩn thận trong quá trình thực hiện để các đường cực mảnh tái tạo lại được trên bản không bị biến dạng do tiếp xúc không tốt giữa thang kiểm tra và bề mặt bản (ví dụ như do hút chân không không tốt, do gờ cắt, do băng keo dán dính vào ô có các đường cực mảnh hay dán quá gần vùng có các đường cực mảnh).

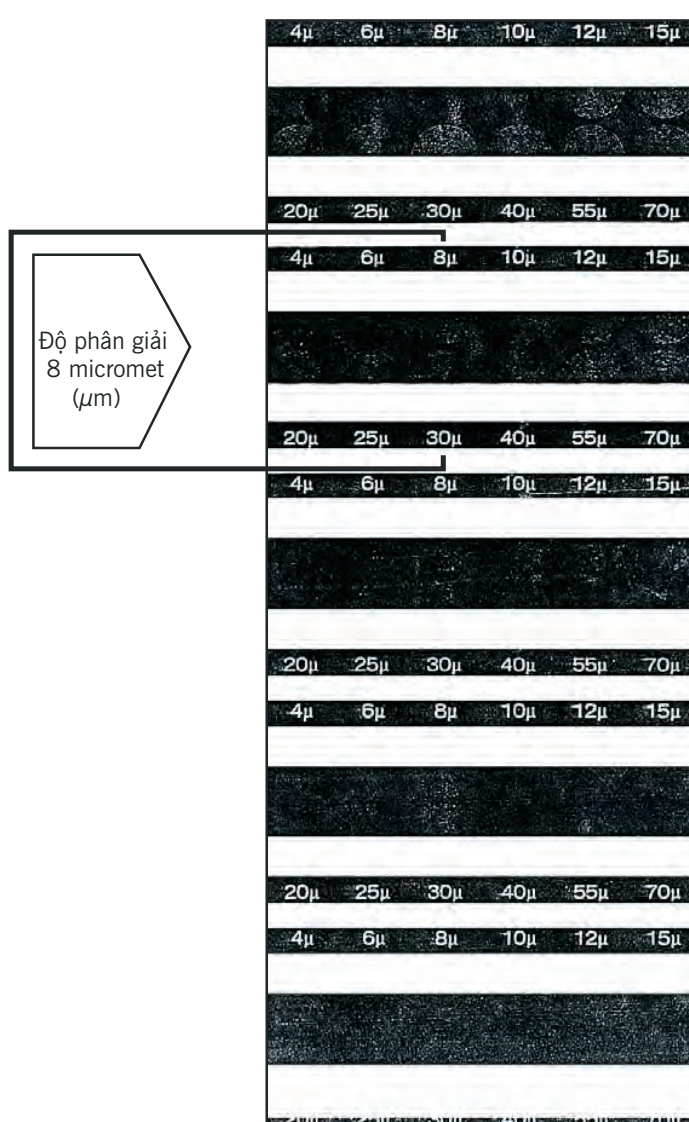
Thời gian chiếu sáng ngắn nhất phải được chọn sao cho lớp nhũ tương của bản không thể hiện đầy đủ (có nghĩa là khi hiện bản, những vùng có thời gian chiếu sáng ít nhất vẫn còn màng mờ không thể hiện rõ được).

Việc đánh giá được thực hiện khi bản đã được hiện đầy đủ, có thể đem đi in được. Thời gian chiếu sáng được chọn là thời gian mà số lượng các đường cực mảnh hiện được trên bản phù hợp (trong phạm vi cho phép).

Độ dày của các đường này liên hệ đến độ phân giải của bản in. Độ phân giải của bản in chính là nét mảnh nhất có thể hiện lên được với một thời gian chiếu sáng được xác định là chuẩn.

Một độ phân giải khác có thể được chọn nếu như bản in được hiện không theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.

Kiến thức về độ phân giải bản in là điều kiện tiên quyết cho việc tiêu chuẩn hóa quá trình làm bản in. Thông số này được dùng để ấn định bản in thành một bản tham chiếu với số các đường cực mảnh quan sát được khi tiêu chuẩn hóa quá trình chiếu sáng.



Ví dụ thực tế

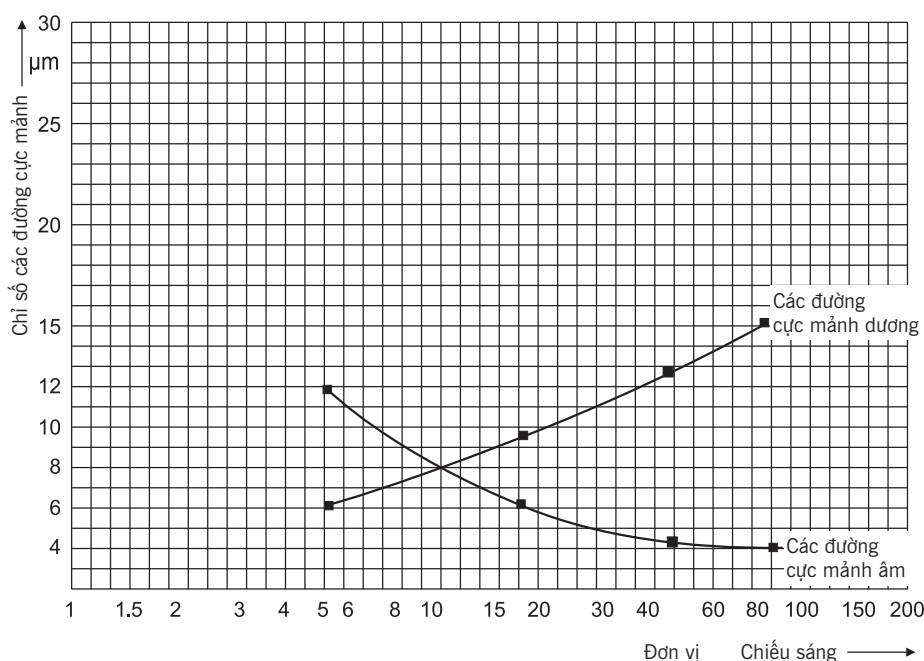
Hình minh họa trang trước cho thấy các ô chứa các đường cực mảnh của các bước kiểm tra trên một bản in dương. Ta có thể thấy rằng nếu thời gian chiếu sáng tăng thì các đường rộng tương ứng bị mất: bản in trở nên nét hơn. Đối với các bản in âm thì ngược lại: bản in trở lên nhòe hơn. Chiếu sáng được nhân đôi trong từng trường hợp; nó tương đương với hai bước mật độ liên tục trên thang kiểm tra bản UGRA 1982. Hình minh họa cho thấy trong trường hợp chiếu sáng với thời gian là 10 đơn vị chiếu sáng (người ta thường quy định 1 đơn vị chiếu sáng là 10s, 15s hoặc lớn hơn) chỉ số các đường cực mảnh âm và dương giống nhau, vì thế bản in có độ phân giải là $8\mu\text{m}$.

Xác định độ phân giải bản in bằng biểu đồ

Độ phân giải có thể được xác định chính xác hơn và đáng tin cậy hơn bằng cách sử dụng một biểu đồ tương tự như ví dụ chỉ ra trong hình vẽ bên dưới Chỉ số các đường cực mảnh của các ô kiểm tra âm hoặc dương được chỉ ra trong bảng trang bên, ví dụ như đánh dấu trên trục tung phía trên các số chỉ đơn vị chiếu sáng. Nối các điểm được đánh dấu lại với nhau ta sẽ có hai đường cong trơn (cho âm và dương). Điều này tạo ra một giá trị trung bình giữa các giá trị được đo. Các đường cong được tạo ra giống với thực tế hơn là đường zig zắc được tạo ra khi nối các điểm được đánh dấu lại với nhau. Nếu trục hoành được chia đơn vị theo hàm logarithm thì kết quả là một đường thẳng sẽ được tạo ra thay vì một đường cong, tối thiểu khoảng nét mảnh phải lớn hơn $10\mu\text{m}$. Một thuận lợi nữa của biểu đồ hình B 1-2 là hình dạng các đường cong của một bản in thường giống nhau bất chấp khoảng cách giữa đèn và khung phơi.

Thời gian chiếu sáng	5	10	20	40	80
Các nét cực mảnh âm xuất hiện trên ô kiểm tra (μm)	12	8	6	4	4
Các nét cực mảnh âm xuất hiện trên ô kiểm tra (μm)	6	8	10	12	15

Các bước kiểm tra trên một bản dương được minh họa trong đồ thị sau:



Các chuyên gia khuyến cáo rằng độ phân giải của bản âm phải luôn được xác định bằng cách sử dụng biểu đồ chỉ ra ở hình trên. Việc đánh giá độ phân giải của bản in âm đòi hỏi phải có một kính phóng đại tốt (phóng to khoảng 20 lần) và một nguồn sáng mạnh để đảm bảo rằng các quyết định về bản in âm luôn chính xác.

Tầm quan trọng của việc sử dụng các loại phim sao chụp có chất lượng và các hạt tram sắc cạnh

Việc tiêu chuẩn hóa quá trình phơi bản đòi hỏi sự khác biệt về giá trị tổng giữa phim và bản phải xảy ra đồng thời giữa hình ảnh và thang kiểm tra. Chương này đưa ra các điều kiện cần phải có cho mục đích này. Nếu bản in được chế tạo bằng cách sử dụng các hạt tram có cạnh mềm và không đủ đen thì không thể đạt được một kết quả ổn định và đáng tin cậy.

Các thuộc tính cơ bản

Bề rộng viền tram

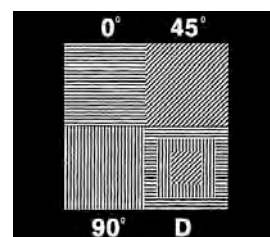
Bề rộng viền của một hạt tram không được quá lớn. Bề rộng này được tính toán dựa trên cơ sở khoảng cách giữa các đường viền có mật độ từ 0.3 đến 1.3 phía ngoài viền của điểm tram.

Mật độ lõi tram

Là mật độ ở trung tâm của một hạt tram nửa tông. Để chắc chắn truyền tram chính xác, giá trị mật độ nhỏ nhất này phải bằng 2.4. Các chuyên gia khuyên rằng giá trị này nên bằng 3.

Vật liệu tạo phim lith

Được sử dụng để tạo ra các tấm phim gồm các đường hoặc nét. Nó tạo ra một viền tram hẹp (hạt tram sắc cạnh) nếu sử dụng dung dịch hiện hình dành riêng cho phim lith.

**Phim dùng được với ánh sáng ban ngày**

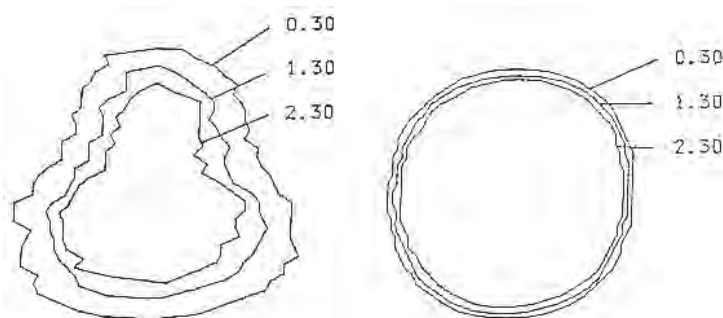
Đó là một loại phim nhạy với tia cực tím (UV) mà có thể tiến hành xử lý trong điều kiện ánh sáng ban ngày và không giống như phim nét, loại phim này không cho phép làm sắc cạnh các điểm tram được sao chép từ loại phim này.

Mật độ phần trong của phim

Đó là mật độ ở các phần trong của phim được xác định bằng cách sử dụng một máy đo mật độ thấu minh (đo bằng kính lọc màu xanh tím hay kính lọc tia cực tím).

Các lưu ý khi sử dụng các loại phim sao chụp

Các loại phim có độ đen không đồng nhất hay bề rộng viền tram lớn (minh họa như ở hình B 3-1) không cho phép truyền tăng thứ một cách chính xác và đáng tin cậy trong quá trình phơi bản. Điều này cũng được áp dụng cho các hạt tram bị chia cắt hay tạo bởi các đường không đủ độ đen. Hình dáng của các hạt tram này là do các xác lập không chính xác trong máy tách màu điện tử hay máy ghi phim.



Các đường viền có mật độ quang học tương ứng nằm phía bên ngoài rìa điểm tram ở phần sáng : bề rộng viền tram nhỏ (hạt tram bên phải) và bề rộng hạt tram lớn (hạt tram bên trái). Một milimet trên hình tương ứng với 0,001 mm trên phim. Ảnh chụp phóng 1000 lần điểm tram phía trên.



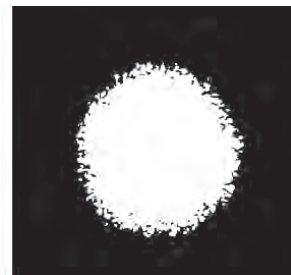
Tương tự, chỉ có những loại phim chuyên dùng cho sao chép mới được dùng như các bản gốc trong in thử và in thật vì chúng có bề rộng viền tram và mật độ lõi tram cần thiết. Điều kiện này chỉ có thể bỏ qua khi nếu các điểm tram có bề rộng đường viền đủ hẹp và mật độ lõi tram đạt yêu cầu. Để xác định chính xác người ta phải sử dụng các kính hiển vi có độ phóng đại cao.

Để chắc chắn rằng bước kiểm tra chiếu sáng bằng một thang kiểm tra được áp dụng trên toàn bộ bề mặt bản, mật độ phim trong của nó không được quá 0.1. Ví dụ như mật độ phần trong của phim của thang kiểm tra FOGRA - PMS nhỏ hơn 0.05.

Trong khi giá trị mật độ tương ứng của phim gốc là 0.13 thì lượng ánh sáng đo trên phần trong của phim bị giảm đi 0.08 khi so với thang kiểm tra PMS. Điều này cũng giống như làm giảm đi 20% thời gian chiếu sáng. Vì lẽ đó các thời gian chiếu sáng thử đối với thang PMS phải được tăng lên 20% để đảm bảo rằng bề mặt bản nằm bên dưới lớp phim nhận được lượng ánh sáng chính xác.



Bản sao trên phim lith



Bản sao trên phim dùng được với ánh sáng ban ngày.



Bản sao trên phim lith

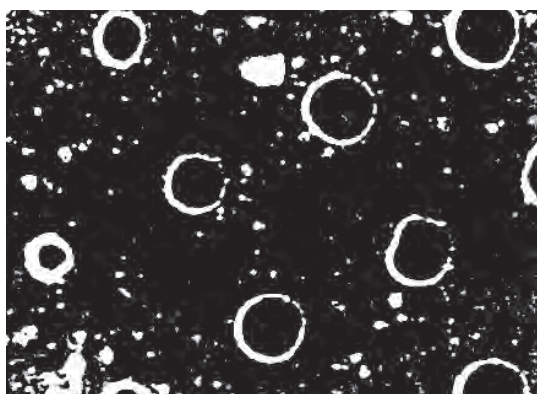


Bản sao trên phim dùng được với ánh sáng ban ngày.

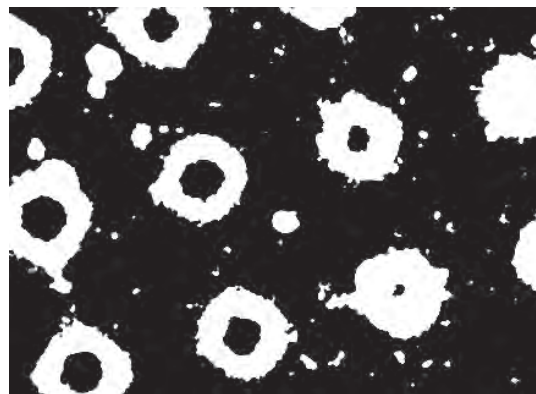
Nguyên nhân

Quá trình tách màu có thể đưa đến kết quả trên các loại phim lith là cấu trúc và hình dạng của một hạt tram nửa tông giống như hình trên. Các tấm phim tách màu như vậy không nên được sử dụng vì một sự truyền tải thứ không kiểm soát được đã xảy ra trong quá trình phơi bản. Việc sao chép phim tạo ra các hạt tram sắc cạnh hơn và có mật độ lõi phim đủ đen.

Các bản phim sao phải được thực hiện một cách chính xác nếu không kết quả sẽ không được như mong muốn; 2 thí dụ như trong hình minh họa cho điều này. Hai bản sao được tạo ra thành công trên phim lith bằng cách dùng một tấm phim trực tiếp có các hạt tram mềm. Kết quả là bề rộng viền tram được giảm bớt đi tới một mức độ chấp nhận được. Dĩ nhiên, kết quả mong muốn sẽ không đạt được khi phim được sao chép 2 lần trên phim dùng được với ánh sáng ban ngày; các bước chuyển tải thứ của phim thì không theo kịp các điều kiện thực hiện.



Các hạt tram trên phim có thể được chỉnh sửa với các bề rộng viền tram cực lớn, bề rộng viền tram sáng hơn khi ánh sáng đi qua phim



Các hạt tram trên phim sau khi được sao chép.

Các loại phim tán xạ và việc mất các điểm tram cục bộ

Các khái niệm cơ bản

Gờ phim

Cũng giống như chiếu sáng trên bản dương với các miếng phim được bình lên tấm support, các nét đen bên dưới gờ phim có thể xuất hiện trên bản.

Các phim tán xạ

Đây là các phim bán trong suốt làm cho ánh sáng bị tán xạ theo tất cả các hướng.

Tiếp xúc

Sự tiếp xúc được coi là tốt khi không có bụi, bọt khí hay các vật khác nằm giữa phim và bản in cũng như giữa phim và đế support.

Việc mất điểm tram cục bộ

Trong trường hợp tiếp xúc không đủ sát, ánh sáng thâm nhập vào phía bên dưới các đường nét hay các điểm tram, đến một giới hạn nào đó thì các hạt tram không thể truyền qua được bản in và việc mất các điểm tram diễn ra tại những nơi tiếp xúc không tốt nên còn gọi là mất điểm tram cục bộ. Tại những nơi tiếp xúc không tốt, ngoài hiện tượng mất điểm tram còn có hiện tượng tạo quầng sáng tại nơi đó trên bản trong trường hợp phơi bản dương và các điểm tối nơi bản âm. Nếu hình ảnh là những tông đồng nhất thì hiện tượng tiếp xúc không tốt được thể hiện qua tờ in ra bị lù mù.

Thiết bị hút chân không

Các khung phơi chủ yếu được trang bị với bơm hút chân không, lực hút chân không đảm bảo áp lực cần thiết giữa phim và bản và loại bỏ các bọt khí.

Thang kiểm tra sự tiếp xúc KKS của FOGRA

Với thang kiểm tra này các ô kiểm tra riêng biệt đã được cân chỉnh tạo ra một sự mất điểm tram cục bộ có thể xác định được và đo chính xác. Với các loại bản dương, các nét dương bản xung quanh nằm ô kiểm tra không thể phụ chế lại được, các nét sẽ bị lớp khí trong trường hợp phơi bản âm.

Trong trường hợp phơi bản tiêu chuẩn tương ứng với bản tham chiếu sao chép, các đầu gờ phim không được tái tạo và các bụi nhỏ được loại bỏ

hoàn toàn. Các phim tán xạ được sử dụng để loại bỏ hoàn toàn các gờ phim. Tuy nhiên điều này làm gia tăng khả năng hư hỏng của bản do các điểm tram cục bộ bị mất nhiều. Do vậy, việc sử dụng tán xạ yêu cầu phải có sự tiếp xúc hoàn hảo giữa phim và bản in.

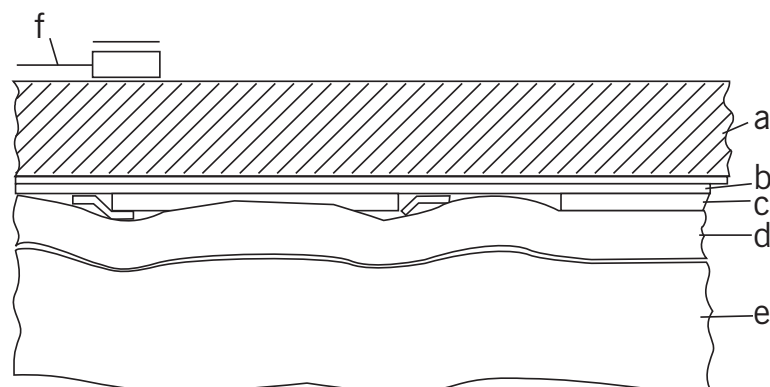


Các lưu ý khi kiểm tra

Để kiểm tra thời gian hút chân không đã đủ để bắt đầu chiếu sáng chưa nhằm tạo ra sự tiếp xúc hoàn hảo trong quá trình chiếu sáng, một tấm Crôm kỹ thuật lớn được đặt lên trên bản và một sự di chuyển của dải morié được quan sát khi không khí được rút khỏi khung phơi. Khi các sự di chuyển này mờ dần đi thì thời gian hút chân không đã đủ.

Cách tốt nhất để loại bỏ các cạnh, gờ phim là tiến hành chiếu sáng lần thứ hai và sử dụng một bản che.

Phòng phơi bản và khung hút chân không phải được giữ cho sạch sẽ và tránh bụi tối đa, nên tránh dùng các lớp băng keo dùng trong quá trình bình bản, khi cắt hoặc cạo phim không được tạo các gờ giữa các cạnh phim. Nên đặt thang kiểm tra cách xa vùng có hình ảnh ít nhất 5mm vì các nét mảnh trên các ô kiểm tra rất nhạy. Hình dưới đây cho thấy các phần của một khung phơi. Lực hút chân không tạo ra giữa tấm lót cao su e và tấm kính a làm cho tấm cao su lót bị ép sát vào miếng kiềng và kết quả là phim c được tiếp xúc chặt với bản d. Nếu tấm đỡ support không bằng phẳng hoàn toàn (ta không bàn đến vấn đề này khi sử dụng phim nguyên lá) thì bản in phải được là biến dạng tương ứng, điều này không phải lúc nào cũng xảy ra đặc biệt là với các bản kẽm dày hoặc bản kẽm được đốt cháy trước nhằm để tăng số lượng in.



*a = tấm kính, b = tấm Support, c = phim (được dán bằng băng keo),
d = bản in, e = tấm cao su lót, f = tấm phim tán xạ.*

Các giá trị tối đa cho phần trăm thời gian chiếu sáng với phim tán xạ

Khoảng 15% đến 30% tổng thời gian phơi bản, nên dùng với phim tán xạ. Khoảng chiếu sáng này chỉ ít hơn hoặc nhiều hơn trong trường hợp ngoại lệ vì khuynh hướng gây mất điểm tram cục bộ quá cao. Chỉ số trên thang kiểm tra sự tiếp xúc KKN của FOGRA được dùng làm cơ sở để đánh giá. Các giá trị sau đây được xem như các giá trị tối đa có thể chấp nhận được cho độ tạo quang.



Từ 14 đến 19 ở thang tròn số 2 và từ 20 đến 25 ở thang tròn số 3

Trong thực tế, các bản dày hơn và các bản đa kim loại thường bị mất điểm tram cục bộ nhiều hơn các bản mỏng.

Nên dùng loại keo dán hay băng keo dán phim có độ trong suốt, độ mịn và độ mỏng cao nhất.

Xác định phạm vi chiếu sáng trên bản in

Phạm vi chiếu sáng được xác định nếu như ta muốn biết chỉ số của các đường cực mảnh riêng lẻ của một loại bản in nào đó thay đổi như thế nào khi chiếu sáng khác nhau. Giá trị này của đường đặc tuyến bản in có thể được dùng để đánh giá xem các dao động gây bởi việc kiểm soát sự chiếu sáng không chính xác hay sự phân bố lượng ánh sáng chiếu tới bản không đồng đều có thể được làm cho phù hợp trong phạm vi khoảng chiếu sáng tiêu chuẩn hay không ?

Các khái niệm cơ bản

Độ chuyển tầng thứ của bản in

Thuật ngữ độ chuyển tầng thứ được dùng để liên hệ đến số bước mật độ chuyển từ sáng nhất đến tối nhất khi tăng thời gian chiếu sáng trong phơi bản dương và phơi bản âm. Điều này có nghĩa là số bước chuyển nhỏ hơn thì độ chuyển tầng thứ sâu hơn (độ tương phản cao hơn). Các bản in với độ tương phản tầng thứ bình cho thấy phản ứng nhạy với các gờ băng keo dán trên phim (chỉ khi phơi bản dương). Tuy nhiên, các loại phim có các hạt tram có biên mềm (bề rộng viền tram lớn) truyền tầng thứ tốt hơn trên các loại bản in này.

Dãy các đường cực mảnh tiêu chuẩn

Dãy các đường cực mảnh tiêu chuẩn này được lưu ý đặc biệt như là một tiêu chuẩn trên mọi bảng tham chiếu phơi bản. Một bản in tiêu chuẩn nên nằm trong phạm vi này. Với nhiều bản in, có thể tham khảo các bảng tham chiếu phơi bản để xác định dãy các đường cực mảnh.

Tổng số ánh sáng bức xạ

Đó là tổng cường độ bức xạ trong khoảng nhạy phổ của bản in offset và tổng bức xạ đạt được trong thời gian chiếu sáng bản. Khi quá trình phơi bản, nó không quan trọng lắm dù cho tổng độ sáng đạt được do thời gian chiếu sáng lớn hay thời gian chiếu sáng ít với bức xạ mạnh.

Các lưu ý trước khi xác định

Trình tự xác định cũng giống như qui trình xác định độ phân giải của bản in nhưng có sự khác biệt là ta sẽ chiếu sáng để xác định giới hạn trên

và giới hạn dưới của các đường cực mảnh cho phép, qui trình sau dùng cho cả hai trường hợp, đối với bản in dương và đối với bản in âm. Chỉ có một sự khác nhau là vùng chiếu sáng của bản in âm được xác định bằng cách sử dụng đường cong của các đường cực mảnh âm tốt nhất chỉ ra khi bản in âm đã hiện xong, chuẩn bị đem đi in; trong khi đó, các đường cực mảnh dương tốt nhất thì có giá trị đối với bản in dương.

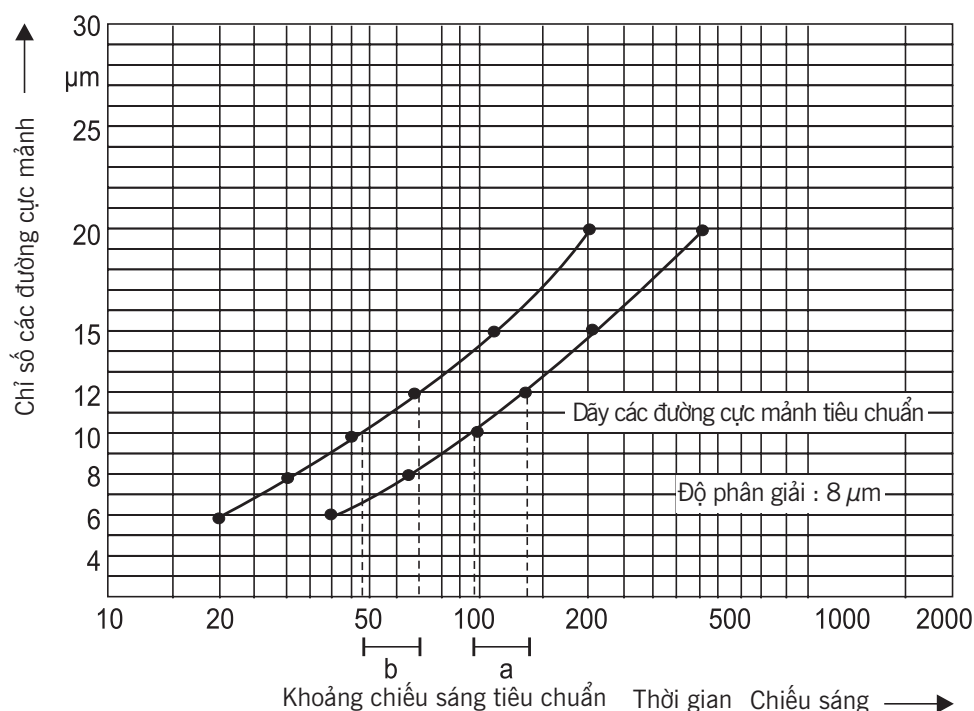
Nói chung, có nhiều lỗi xảy ra mà ta có thể quan sát được trong suốt quá trình kiểm soát chiếu sáng. Nguyên nhân của các lỗi này có thể do sự phân bố cường độ ánh sáng khác nhau trên khung kính hút chân không, do lỗi về nhiệt độ của các tế bào quang, hay là do có một sự thay đổi trong dây quang phổ tổng hợp của ánh sáng đèn phơi trong suốt quá trình làm việc. Nên chú ý đặc biệt để biết được tỷ lệ phần trăm trên tổng bức xạ ánh sáng chiếu tới được sử dụng để có được các nét mảnh nằm trong khoảng mức thấp nhất trong khoảng tiêu chuẩn trước khi các chỉ số nét mảnh cao hơn vượt quá khoảng tiêu chuẩn. Chúng ta xác định phạm vi chiếu sáng bằng công thức:

$$\text{Phạm vi chiếu sáng} = \frac{\text{chiều sáng để có được chỉ số các đường cực mảnh cao hơn trong khoảng tiêu chuẩn}}{\text{chiều sáng để có được chỉ số các đường cực mảnh thấp hơn trong khoảng tiêu chuẩn.}}$$

Phạm vi chiếu sáng được xác định theo cách này không phụ thuộc vào cường độ chiếu sáng cũng như vào các điều kiện phơi đặc biệt.

Xác định phạm vi chiếu sáng

Hình minh họa sau cho thấy phạm vi chiếu sáng được xác định như thế nào? Trong hình vẽ ta thấy kết quả của 2 bước kiểm tra trên cùng một bề mặt bản âm (độ phân giải 8 μm) dưới cường độ bức xạ ánh sáng (bước thử a) và bức xạ ánh sáng kép (bước thử b) được đo bằng một máy đo độ sáng. Đồ thị bên dưới chứa các giá trị từ khoảng nét mảnh tiêu chuẩn và từ bảng sao chép tham chiếu tương ứng (xem thêm chương B 2).



Tính toán phạm vi chiếu sáng bằng cách sử dụng một biểu đồ chiếu sáng (thang logarit). Bước thử a: cường độ bức xạ đơn, bước thử b: cường độ bức xạ kép.

Những điểm riêng lẻ này không nên được nối chính xác lại với nhau, tốt hơn là chúng phải nên được nội suy để tạo ra một đường cong trơn hay một đường cong thẳng. Đường tạo ra giống như một đường cong thực sự hơn là giống như một đường zigzag. Phạm vi chiếu sáng của các bước kiểm tra a và b được tính toán là tỉ lệ thời gian chiếu sáng để đạt được các đường cực mảnh dày hơn ($12 \mu\text{m}$) và thời gian chiếu sáng để đạt được các đường cực mảnh mỏng hơn ($10 \mu\text{m}$). Thời gian chiếu sáng được thể hiện bằng một đường cong chứ không phải bằng các điểm. Giá trị 1.4 của phạm vi chiếu sáng (được tính toán cho bởi đường cong a $69\text{s} / 48\text{s} = 1.4$; và cho bởi đường cong b $140\text{s} / 98\text{s} = 1.4$) đều được tìm thấy ở cả hai bước kiểm tra. Điều đó có nghĩa là bản in này phản ứng với sự gia tăng độ phân giải $2 \mu\text{m}$ khi mà tổng số ánh sáng trung bình tăng lên 40% (ví dụ như nó tăng lên từ 48s đến 69s hay tăng từ 98s đến 140s). Nếu phạm vi tiêu chuẩn từ 10 - $12 \mu\text{m}$ được quan sát thì phải chắc chắn rằng sự dao động lên xuống của thời gian chiếu sáng và cường độ phân bố không được quá 40%.

Ước lượng các chỉ số của đường cực mảnh

Làm thế nào mà phạm vi chiếu sáng có thể được sử dụng để ước lượng các chỉ số khác nhau của các đường cực mảnh do cường độ chiếu sáng phân bố khác nhau?

Quy tắc sau được áp dụng nếu như tỉ số:

Cường độ chiếu sáng ở phạm vi chiếu sáng lớn nhất

Cường độ chiếu sáng ở phạm vi chiếu sáng nhỏ nhất

nhỏ hơn phạm vi chiếu sáng thì sự dao động cường độ ánh sáng có thể nằm trong phạm vi khoảng nét mảnh tiêu chuẩn. Điều kiện cần là thời gian chiếu sáng bản phải được xác lập sao cho giá trị nét mảnh nhỏ hơn khoảng nét mảnh tiêu chuẩn có thể đạt được với sự chiếu sáng ít nhất.

Ví dụ:

Khi đo ánh sáng chiếu tới một khung kính hút chân không bằng một dụng cụ đo độ sáng cầm tay, một giá trị cường độ sáng 7.000 lux được đo tại vùng có độ sáng thấp nhất và giá trị 14.000 lux tại nơi có độ sáng cao hơn. Tỉ số của chúng là 2, cao hơn giá trị 1.4 của phạm vi chiếu sáng tiêu chuẩn cho máy phơi bản. Nếu thang kiểm tra được đặt tại nơi có độ sáng thấp nhất khi tiến hành kiểm tra và một giá trị thí dụ như $10\mu\text{m}$ đạt được với thời gian chiếu sáng là 100 giây tương ứng với đường cong a, giá trị $15\mu\text{m}$ khi đạt được tại nơi được chiếu sáng cao nhất (theo hình B 6-1: tổng lượng ánh sáng chiếu tới bản tăng gấp đôi tương ứng với thời gian chiếu sáng 200 giây cho đường cong a) thì khoảng nét mảnh tiêu chuẩn nằm trong khoảng từ $10\mu\text{m}$ đến $12\mu\text{m}$ như mong muốn.

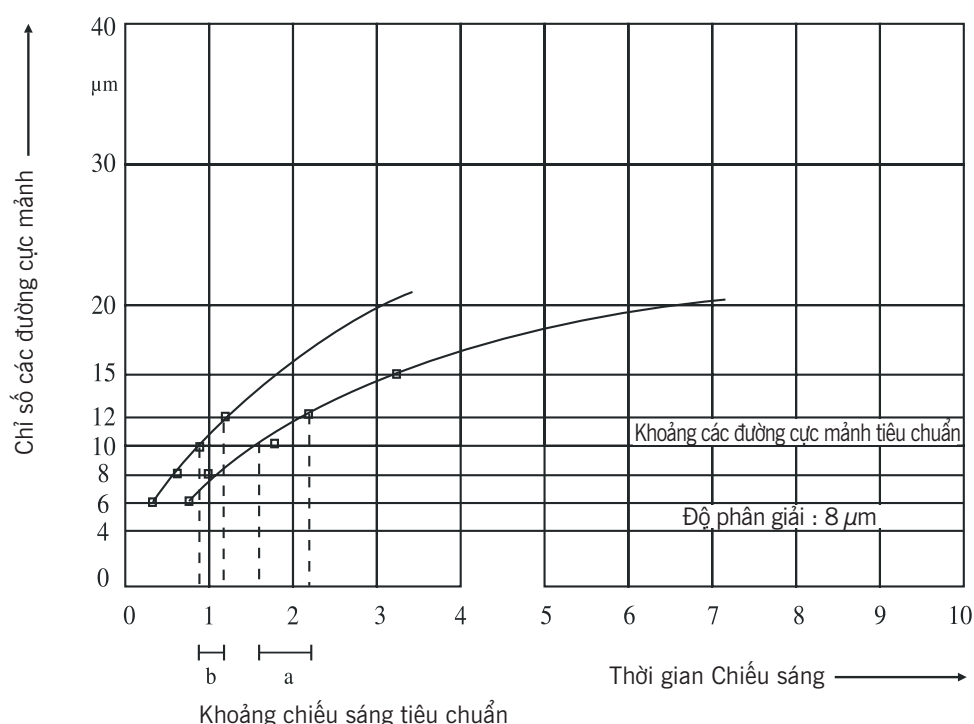
Một đồ thị khác đặc biệt thích hợp dùng để xác định phạm vi chiếu sáng vì các đường cong trở thành các đường thẳng trong dãy trên $10\mu\text{m}$. Trái lại, khi các giá trị này được đánh dấu trên đồ thị theo một đường kẻ tăng dần trên trục hoành thì hai đường cong khác nhau được tạo ra có mối quan hệ chặt chẽ với nhau.

Phạm vi chiếu sáng mô tả độ dốc của các đường thẳng trên đồ thị tương tự như hình B 6-1. Một đường dốc có nghĩa là một phạm vi chiếu sáng nhỏ, một đường dốc ít hơn có nghĩa là phạm vi chiếu sáng rộng hơn.

Phạm vi chiếu sáng có thể được xác định với độ chính xác cao nhất nếu như các bước kiểm tra được đặt theo cách mà chỉ số các đường cực mảnh nằm trong trong dãy từ 8 - 25 μm hay 30 μm .

Một ô chứa các đường cực mảnh dương hay âm được coi như là tái tạo hoàn chỉnh nếu như ít nhất 50% các đường cực mảnh tái tạo lại được trên bản. Trong trường hợp còn có nghi ngờ, các giá trị trung bình được đánh dấu lên đồ thị. Theo kinh nghiệm, với một nguồn sáng tốt và một kính phóng đại từ 10 đến 15 lần có thể quan sát được các ô nét mảnh từ 4 μm đến 6 μm . Một cách khác để kiểm tra nữa là quan sát sự khác biệt về độ sáng giữa các ô nét mảnh âm và các ô tông nguyên hay giữa các ô nét mảnh dương và bản in được hiện đầy đủ.

Một phạm vi chiếu sáng cao cho thấy độ chuyển tầng thứ bình của lớp nhũ tương trên bản.



Tính toán phạm vi chiếu sáng bằng cách sử dụng một biểu đồ chiếu sáng (thang tuyến tính). Bước thứ a: cường độ bức xạ đơn, bước thứ b: cường độ bức xạ kép.

KIỂM TRA QUÁ TRÌNH IN VÀ CHẤT LƯỢNG TỜ IN



Các đặc tính của hệ thống mực in Offset	162
Sự biến đổi trong quá trình in	165
Các chiến lược kiểm soát	168
Hệ thống PCP của Brunner	169
Chiến lược đo	170
Chiến lược kiểm soát các ô xám	171
Đo trên các hình ảnh	174

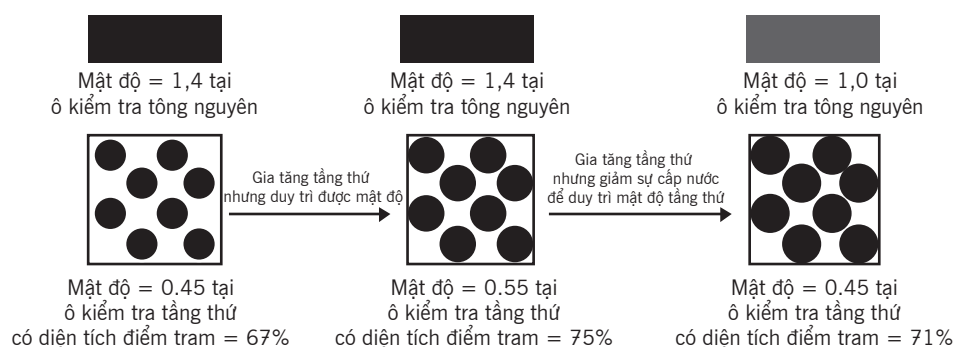


KIỂM TRA QUÁ TRÌNH IN VÀ CHẤT LƯỢNG TỜ IN



Nếu tất cả các giai đoạn chuẩn bị tuân thủ đúng các qui cách đã mô tả thì quá trình in sẽ ít gặp phải các khó khăn. Tuy nhiên vẫn có một số yếu tố quan trọng phát sinh trong quá trình in. Tùy thuộc vào bản chất công việc mà ta có những chiến lược khác nhau. Có rất nhiều yếu tố phát sinh trong quá trình in nhưng chúng ta chỉ có thể kiểm soát được độ dày lớp mực kết hợp với việc điều chỉnh lượng nước. Dĩ nhiên cũng có những yếu tố biến đổi và các thuộc tính mà ta không xem đó là các đặc trưng của quá trình in như chồng màu chính xác, ké, lột giấy... Vì các yếu tố này không ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình phục chế nhưng chúng vẫn quan trọng xét về chất lượng chung của sản phẩm.

Mặc dù độ dày lớp mực chỉ là một thuộc tính của đặc trưng in mà chúng ta có thể kiểm soát trực tiếp trong quá trình in nhưng nó lại không ảnh hưởng trực tiếp đến các yếu tố khác. Vì lẽ đó điều chỉnh độ dày lớp mực là cách để điều phối kết quả chung và đôi khi nó cũng được dùng để bù trừ cho các sai hỏng của các thuộc tính khác. Thí dụ nếu sự gia tăng tầng thứ của một màu cao hơn tiêu chuẩn, chúng ta sẽ phản ứng bằng cách giảm lượng mực cung cấp để có được mật độ đúng, ngược lại chúng ta có thể tăng việc cấp mực nếu sự gia tăng tầng thứ thấp. Việc điều chỉnh như thế chỉ có thể được chấp nhận trong một phạm vi hẹp. Nếu sự gia tăng tầng thứ quá cao, độ dày lớp mực phải được giảm đi tới một mức nào đó mà sẽ có sự suy giảm độ bão hòa màu không thể chấp nhận được trên toàn bộ khoảng tông độ. Tình huống như thế được minh họa trong hình dưới đây.



*Điều chỉnh việc cấp mực để bù trừ cho sự gia tăng tầng thứ
có thể làm giảm độ bão hoà màu trên toàn khoảng tông độ.*

Khả năng điều chỉnh độ dày lớp mực theo kiểu này chỉ có thể thực hiện trong phương pháp in offset chứ không thực hiện được trong các phương pháp khác như ống đồng hay flexo, đôi khi điều này cũng được xem là ưu điểm của phương pháp in offset nhưng đôi khi cũng là khuyết điểm vì nó làm tăng lượng phế phẩm và làm quá trình in mất đi tính ổn định.

Các đặc tính của hệ thống mực in Offset

Phần lớn các khó khăn trong việc kiểm soát quá trình in offset có liên quan đến hệ thống mực. Đặc tính truyền mực và các đòi hỏi phải kết hợp cả nước lẫn mực làm cho hệ thống cấp mực trở nên phức tạp để có thể tách lớp mực ra nhiều lần và truyền lên bản in và nó cũng làm cho việc kiểm soát mực trở nên phức tạp.

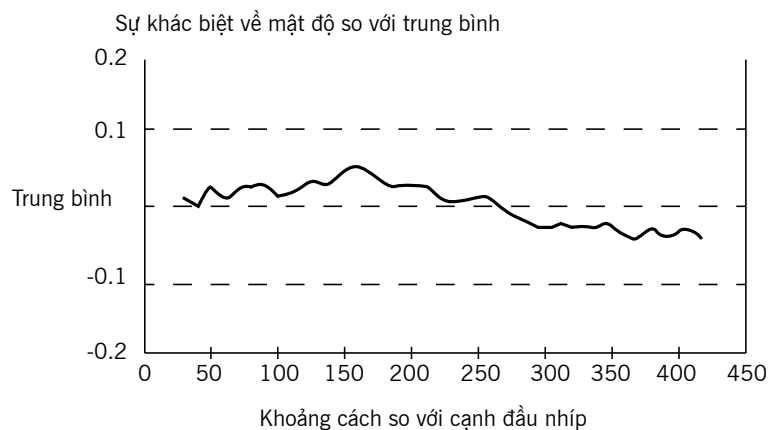
Điều chỉnh vùng cấp mực

Một chuỗi các lô mực có thể giữ một lượng mực lớn và điều này dẫn đến việc cần thiết phải điều tiết việc nạp mực, việc nạp thêm mực phụ thuộc vào mức tiêu thụ mực trên tờ in. Không phải tất cả các vùng trên tờ in đều nhận một lượng mực như nhau do vậy việc điều chỉnh vùng cấp mực là một điều không thể tránh khỏi. Ngày nay với các hệ thống định lượng mực in hiện đại điều khiển bởi các động cơ riêng các máy in đã cho phép điều khiển một lượng mực chính xác xuống tờ in nhưng bên cạnh đó vẫn còn những phức tạp chưa khắc phục được.

Việc kết hợp các nút chỉnh mực theo từng vùng và hệ thống truyền mực qua các lô đã tạo nên những khó khăn, đặc biệt là việc tạo ra các “dải

truyền mực”, thuật ngữ này dùng để mô tả tình huống mà các vùng hình ảnh nằm trên cùng một hướng nhận mực bị ép buộc phải nhận cùng một dòng truyền mực, tức là một lớp mực có độ dày bằng nhau được truyền lên tất cả các hình ảnh. Điều này không tạo ra vấn đề quá khó khăn khi các hình ảnh có tông đều nhau và phân bố đều trên toàn tờ in, nhưng khi các hình ảnh có độ phủ mực khác nhau thì các vấn đề bắt đầu phát sinh. Nếu trên cùng một dải truyền mực có một mảng tông nguyên nằm trước một vùng hình ảnh có độ phủ mực thấp thì mâu thuẫn sẽ xảy ra, nếu truyền mực để đạt được đúng mật độ tông nguyên theo yêu cầu thì vùng hình ảnh có tông nhạt nằm trên cùng dải truyền mực sẽ nhận được một lượng mực thặng dư và ngược lại nếu truyền vừa đủ mực cho hình ảnh tông nhạt thì lại không đủ mực cho vùng tông nguyên.

Một vấn đề phức tạp nữa là hệ thống truyền mực hiếm khi có thể truyền mực đồng nhất từ đầu tờ in đến cuối tờ in. Sự dao động về mật độ mực thường là $\pm 4\%$ trên các máy in offset tờ rời nhưng máy in offset cuộn lại không bị tình trạng này do khe hở trên ống bản không đáng kể. Việc biến đổi về mật độ trên tờ in trong in offset tờ rời có thể được đo và lưu thành một bộ hồ sơ và được thể hiện ở hình dưới đây. Trên hầu hết các máy in hiện đại người ta có thể căn cứ vào các hồ sơ biến đổi mật độ để điều chỉnh các dao động của lô chấm mực



Sự biến đổi mật độ tiêu biểu từ cạnh đầu (cạnh bắt nhíp) đến đuôi tờ in

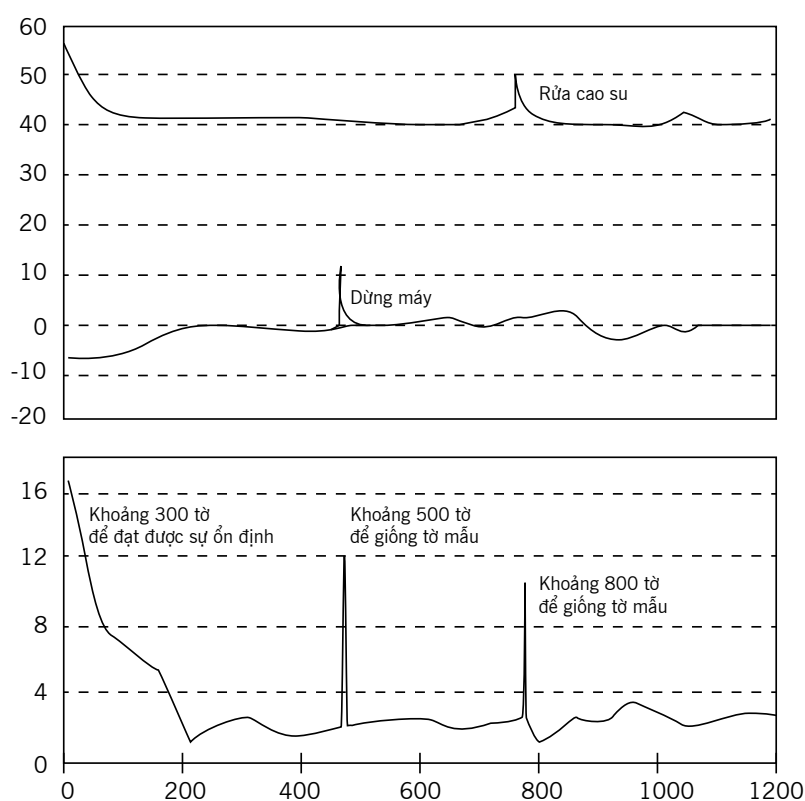
Thời gian đáp ứng

Các yếu tố cần cân nhắc thêm là thời gian đáp ứng và thời gian ổn định cần thiết sau khi chỉnh mực hay thay đổi các điều kiện in. Không có qui

luật tuyệt đối nào để xác định khoảng thời gian này vì nó phụ thuộc vào thiết kế của hệ thống mực, hệ thống làm ẩm, độ phủ mực và các mức độ thay đổi. Tuy nhiên rõ ràng là chúng ta phải chấp nhận một số lượng tờ in nhất định trước khi đạt được sự ổn định trong quá trình chuẩn bị in hay sau khi dừng máy.

Hình minh họa dưới đây cho thấy chu kỳ ổn định vào thời điểm bắt đầu in, sau khi dừng máy và sau khi lau tấm cao su, thực nghiệm được tiến hành trên một máy in offset tờ rời hiện đại đang in hình ảnh với độ phủ mực lớn và đồng nhất.

Chu kỳ ổn định có thể lâu hơn nhiều khi in các bài có độ phủ mực thấp hay máy in có khiếm khuyết về hệ thống làm ẩm hay hệ thống mực đặc biệt là vào lúc khởi động sau khi dừng máy. Trong một điều kiện in ổn định, hồ sơ về độ dày lớp mực được thiết lập thông qua các lô trong hệ thống mực. Khi máy in dừng lại, mực in cố gắng đạt được sự cân bằng thông qua các lô trong hệ thống và thông qua tất cả các vùng phủ mực.



Lược đồ kiểm soát cho thấy sự ổn định vào thời điểm khởi động và khi dừng máy.

Hình ảnh có độ phủ mực thấp cần nhiều thời gian hơn để thiết lập điều kiện ổn định vì chúng cần nhiều thời gian hơn để loại bỏ lớp mực dư.

Sự biến đổi trong quá trình in

Theo lý thuyết, một khi mực in đã được điều chỉnh và đạt được sự ổn định thì kết quả đạt được trên tờ in sẽ ổn định trong suốt quá trình in. Tuy nhiên trong thực tế, các tờ in không thể nào giống nhau hoàn toàn được vì có một số biến đổi không thể tránh khỏi và nó được xem là các biến đổi bình thường hay biến đổi tự nhiên

Biến đổi bình thường

Biến đổi bình thường là những biến đổi có liên hệ đến quá trình và là kết quả của các dao động ngẫu nhiên xảy ra trong quá trình truyền mực xuống giấy in. Đó là sự biến đổi có thể quan sát được khi đo và phân tích từ một mẫu rút ra từ các tờ in kế tiếp nhau trong điều kiện in ổn định, sau khi việc chỉnh mực đã hoàn tất và không có sự điều chỉnh nào nữa. Mặc dù chúng ta không thể chỉnh sửa những biến đổi bình thường này nhưng ta biết rằng độ không ổn định của nó bị ảnh hưởng bởi các yếu tố sau:

- Đặc tính đang được đo-mật độ tông nguyên, diện tích điểm tram, độ sai lệch màu.
- Vị trí của tờ in khi được đo-vị trí nào tiếp xúc với cao su càng nhiều thì thường có sự biến đổi lớn hơn.
- Màu mực-có ảnh hưởng đến độ nhạy của phép đo.
- Nồng độ pigment của mực in-có ảnh hưởng đến sự cảm nhận khi độ dày lớp mực thay đổi.
- Các biến đổi trên bề mặt tờ in và sự hấp thụ của chúng.

Sự chính xác về chồng màu trên máy in nhiều màu-có ảnh hưởng đến sự kéo dãn, đúp nét và các tông màu.

Sự biến đổi lũy tiến

Sự biến đổi lũy tiến hay sự biến đổi tăng dần thường xảy ra khi sau một thời gian nhất định trong quá trình in nhưng máy in không được dừng lại mà tiếp tục in. Sự biến đổi lũy tiến có thể xảy ra do các biến đổi về môi trường như thay đổi về nhiệt độ hay sự biến đổi trong quá trình in như cao su bị bẩn hay tăng thứ gia tăng do có sự thay đổi trong việc cấp mực.

Sự biến đổi lũy tiến cũng được xem là biến đổi tự nhiên nhưng khác nhau ở chỗ biến đổi lũy tiến không mang tính ngẫu nhiên mà tăng dần và bắt buộc phải được điều chỉnh. Sự biến đổi lũy tiến cũng xảy ra sau khi đã thực hiện chỉnh sửa vì sự biến nó cần một khoảng thời gian nhất định để đạt được sự ổn định và điều quan trọng là trong khi máy in đang dần dần lấy lại sự ổn định thì không nên can thiệp chỉnh sửa.

Sự biến đổi đột ngột

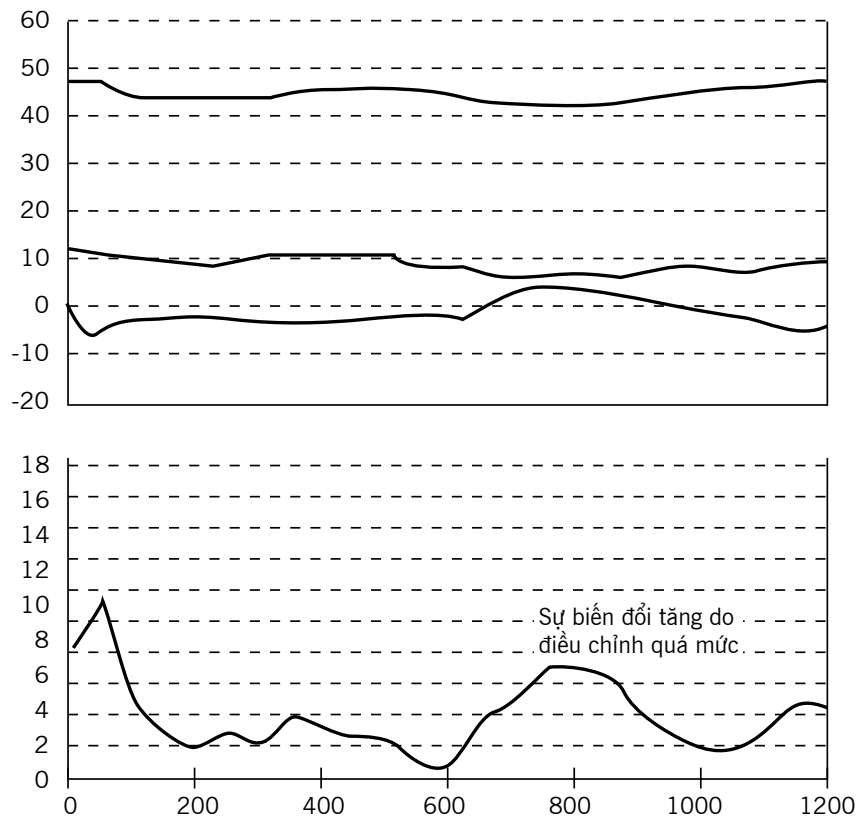
Sự biến đổi đột ngột xảy ra khi có một thay đổi nhanh chóng xảy ra trong các điều kiện in thí dụ như thêm mực vào máng mực in hay ngay khi dừng máy lại và khởi động tiếp.

Các điều cần lưu ý khi kiểm soát quá trình in

Trong khi kiểm soát quá trình in offset, người thợ in phải nhận thức được các dạng biến đổi khác nhau để có sự can thiệp chính xác. Việc chỉnh sửa không đúng sẽ làm mất thời gian và gây rối loạn cho các bước chỉnh sửa tiếp theo. Những người thợ in có kinh nghiệm thường không chỉnh sửa gì thêm nếu như họ biết được máy in đang trong giai đoạn lấy lại sự ổn định sau mỗi lần chỉnh sửa, việc chỉnh sửa trong giai đoạn này chỉ làm cho thời gian ổn định của máy in lâu hơn và lượng phế phẩm nhiều hơn. Thực tế cho thấy rằng, những người thợ in hay chỉnh sửa trên máy in chính là những người làm gia tăng sự biến đổi trên máy in nhiều hơn và làm cho các tờ in ra không hoàn toàn giống nhau.

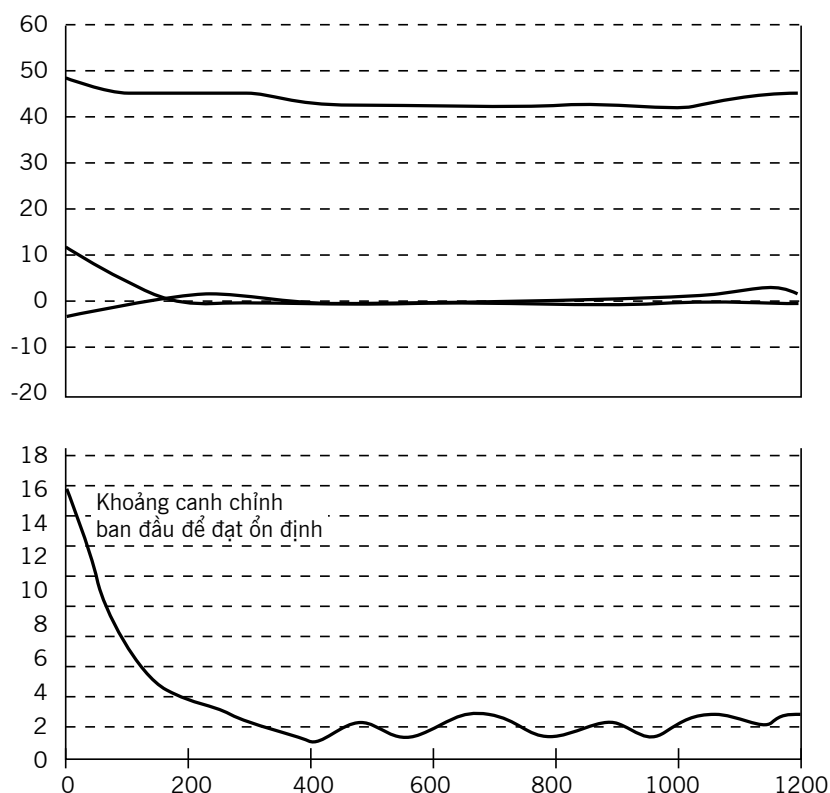
Người ta đã thực hiện một thử nghiệm như sau để xem xét các biến đổi xảy ra nhiều hơn hoặc ít hơn khi người thợ in không tham gia vào quá trình chỉnh sửa. Trong lần in đầu tiên, người thợ được yêu cầu chỉnh cho tờ in giống với tờ in thử mà không có sự hỗ trợ của thiết bị đo. Trong lần in sau, người ta yêu cầu người thợ in cho bản in qua máy quét bản để các phím mực được điều chỉnh tự động và người thợ in không được chỉnh sửa. Hai đồ thị dưới đây cho thấy sự biến đổi khi người thợ tham gia điều chỉnh nhiều hơn so với khi không điều chỉnh. Đồ thị cũng cho thấy các biến đổi với sự tham gia của người thợ thường là do các điều chỉnh quá mức cần thiết gây ra. Nếu chỉ xét riêng về yếu tố biến đổi chúng ta có thể kết luận rằng nếu người thợ càng chỉnh ít bao nhiêu thì biến đổi càng ít bấy nhiêu. Tuy nhiên nhiệm vụ của người thợ là phải điều chỉnh sao cho tờ in thật phải giống tờ in thử và họ cần hiểu rằng sự điều chỉnh phải diễn

ra từ từ vì máy in cần phải có thời gian để đạt được sự ổn định sau những điều chỉnh đó.



Đồ thị cho thấy sự biến đổi trong quá trình in khi người thợ tham gia điều chỉnh máy in.

Sự ổn định và chính xác trên tờ in chỉ có thể đạt được khi việc cấp mực cho từng vùng được điều tiết sao cho lượng mực cung cấp cho các lô mực bằng với lượng mực truyền xuống tờ in. Nếu việc cấp mực quá nhiều, lượng mực dư sẽ tồn đọng và phân tán vào các dải truyền mực lân cận và hình ảnh trên các vùng đó sẽ đậm hơn. Nếu sự cấp mực không đủ trên bất kỳ vùng nào thì mực in sẽ hết dần và mực in từ các vùng lân cận lại bổ sung cho vùng cấp thiếu mực khiến cho hình ảnh trên tờ in trở nên nhạt hơn. Như vậy đối với mỗi bài in, người thợ in phải canh lại các khoá mực để điều chỉnh việc cấp mực cho phù hợp với độ phủ mực của các vùng trên hình ảnh.



Đồ thị cho thấy sự biến đổi trong quá trình in khi người thợ không tham gia điều chỉnh máy in.

Rõ ràng là tờ in sẽ ổn định hơn nếu như các điều chỉnh từ phía người thợ in ít hơn và thực tế cho thấy rằng ngoài việc điều chỉnh để có được mật độ mong muốn, người thợ in còn cố gắng điều chỉnh để đạt được sự cân bằng giữa các vùng chỉnh mực, đây là điều rất khó có thể đạt được vì để đạt được sự cân bằng này lại làm phát sinh sự biến đổi khác và quá trình điều chỉnh cứ lần lượt diễn ra cho đến khi in xong.

Các chiến lược kiểm soát

Qua các phân tích ở trên, hệ thống mực là bộ phận gây ra nhiều biến đổi nhất. Chúng ta thường bỏ qua yếu tố sự chỉnh sửa của người thợ in dựa trên cơ sở nào. Nếu việc kiểm soát chỉ dựa trên sự so sánh bằng mắt giữa tờ in thử và tờ in thật hay giữa các tờ in thử với nhau thì bản chất của công việc quyết định đến việc ra quyết định điều chỉnh của người thợ. Nếu bài in chỉ gồm các hình ảnh tông nguyên hay ảnh nét thì việc điều chỉnh

sao cho tông màu giống nhau, có được sự ổn định và độ dày lớp mực đồng nhất trên toàn bộ tờ in chính là các yếu tố quyết định. Nếu in một bài tương tự nhưng có các vùng có hình ảnh tầng thứ thì cũng đòi hỏi các điều chỉnh trên nhưng lưu ý hơn về sự gia tăng tầng thứ.

Mặc dù chúng ta có thể áp dụng chiến lược kiểm soát này hay chiến lược kiểm soát khác nhưng rõ ràng là có những bài dễ điều chỉnh nhưng cũng có những bài rất khó, thí dụ như các bài có hình ảnh có độ tương phản thấp và các tông chủ yếu là tông xám sẽ rất nhạy với sự biến đổi trong cân bằng xám hay mật độ giữa các màu, trái lại các hình ảnh có độ tương phản mạnh về tông và về màu lại ít bị ảnh hưởng bởi các yếu tố trên.

Hệ thống PCP của Brunner

Hệ thống PCP của Brunner đã có những nỗ lực nghiên cứu quan trọng nhằm định lượng các ảnh hưởng của các loại hình ảnh khác nhau đến dung sai cho phép trong quá trình in màu. Hãng Brunner đã đề xuất một hệ thống “Hồ sơ độ tương phản hình ảnh”-PCP, trong đó hình ảnh được phân thành các nhóm dựa trên độ nhạy của chúng với các lỗi cân bằng xám. Hình ảnh được chia làm ba loại xuất phát từ nhóm 0 được gán các ô màu cùng tính chất được phục chế bằng ba màu mực in cơ bản. Mỗi nhóm có các ô tầng thứ với mức độ khác biệt về diện tích điểm tram khác nhau, trong quá trình in người ta căn cứ vào sự khác biệt của các ô này để đưa ra quyết định xem hình ảnh có thể được chấp nhận trong quá trình phục chế hay không nếu xét riêng về mặt thị giác. Hình ảnh được phân loại là nhóm 3 có độ tương phản màu mạnh và có dung sai biến đổi trong khoảng $\pm 6\%$ diện tích điểm tram tại các vùng tông trung gian. Các hình ảnh trong nhóm 2 (nhóm có đa số các loại hình ảnh) có khả năng biến đổi trong khoảng dung sai $\pm 4\%$. Nhóm 1 chủ yếu là các hình ảnh có các tông chủ yếu thiên về xám trung tính ví dụ như màu kim loại, đây là nhóm khó kiểm soát nhất vì chỉ cần một sự biến đổi khoảng $\pm 2\%$ thì đã bị phát hiện. Các nghiên cứu khác cho thấy sự biến đổi về gia tăng tầng thứ trong suốt quá trình in thường dao động trong khoảng $\pm 2\%$ tại các tông trung gian. Điều này có nghĩa là các ô màu đồng nhất hay hình ảnh trong nhóm một không thể không biến đổi trong quá trình in. Những hình ảnh trong nhóm này phải được chuyển đổi sang hình ảnh thiên về màu đen bằng kỹ thuật GCR để làm giảm độ nhạy của chúng với các biến đổi trong quá trình in.

Chiến lược đo

Nếu chiến lược kiểm soát chỉ dựa trên những phép đo thì việc lựa chọn ô kiểm tra để đo và tiêu chí đánh giá là yếu tố quan trọng vì chúng ta không còn điều chỉnh dựa trên sự cảm nhận thị giác. Vì độ dày lớp mực là yếu tố duy nhất mà chúng ta có thể điều chỉnh trực tiếp và sự điều chỉnh này luôn được tiến hành thông qua việc đo giá trị mật độ tông nguyên. Phần lớn các hệ thống điều tiết lượng mực tự động trước đây đều tuân thủ phương pháp này. Tuy nhiên việc điều chỉnh như thế chỉ thích hợp cho một số hình ảnh chứ không thích hợp với toàn bộ hình ảnh trên tờ in, do vậy khi điều chỉnh độ dày lớp mực ta phải chấp nhận tính tương đối của hình ảnh trên tờ in. Chúng ta cũng biết rằng các thuộc tính khác của các đặc trưng in, đặc biệt là sự gia tăng tầng thứ rất quan trọng. Việc duy trì mật độ tông nguyên ổn định không có nghĩa là có được các mật độ tầng thứ ổn định.

Vì lẽ đó chúng ta phải áp dụng chiến lược đo và điều tiết tùy thuộc vào bản chất của công việc. Bảng dưới đây sẽ chỉ ra các chiến lược đo và kiểm tra cho từng loại công việc in.

Loại hình ảnh	Cách đo	Chiến lược: kiểm soát
Hình ảnh gồm các đường nét và tông nguyên	Đo mật độ tông nguyên Đo các ô màu tông nguyên	Quan sát và duy trì mật độ tông nguyên trong quá trình in. Đo màu và duy trì khoảng sai biệt màu ΔE trong quá trình in.
Hình ảnh có các thang màu tông nguyên và các thang màu có tầng thứ	Đo mật độ tông nguyên và sự gia tăng tầng thứ ở phần tong trung gian Đo mật độ tông nguyên và mật độ tông 75%	Quan sát và canh chỉnh để duy trì mật độ tông nguyên trong khi vẫn đảm bảo sự gia tăng tầng thứ nằm trong giới hạn cho phép. Quan sát và duy trì mật độ tông 75% trong khi vẫn giữ mật độ tông nguyên nằm trong khoảng dung sai cho phép.

Hình ảnh thông thường	Đo mật độ tông nguyên và sự gia tăng tầng thứ ở phần tong trung gian	Quan sát và canh chỉnh để duy trì mật độ tông nguyên trong khi vẫn đảm bảo sự gia tăng tầng thứ nằm trong giới hạn cho phép.
	Đo mật độ tông nguyên và mật độ tông 75%	Quan sát và duy trì mật độ tông 75% trong khi vẫn giữ mật độ tông nguyên nằm trong khoảng dung sai cho phép.
	Đo mật độ ô cân bằng xám qua 3 kính lọc	Quan sát và canh chỉnh để duy trì mật độ các ô cân bằng xám trong khi vẫn đảm bảo sự gia tăng tầng thứ trong giới hạn cho phép
	Đo màu lại các ô cân bằng xám	Quan sát và canh chỉnh các ô màu trong khoảng sai biệt màu ΔE cho phép và giá trị đo tông nguyên ở khoảng dung sai cho phép

Chiến lược kiểm soát các ô xám

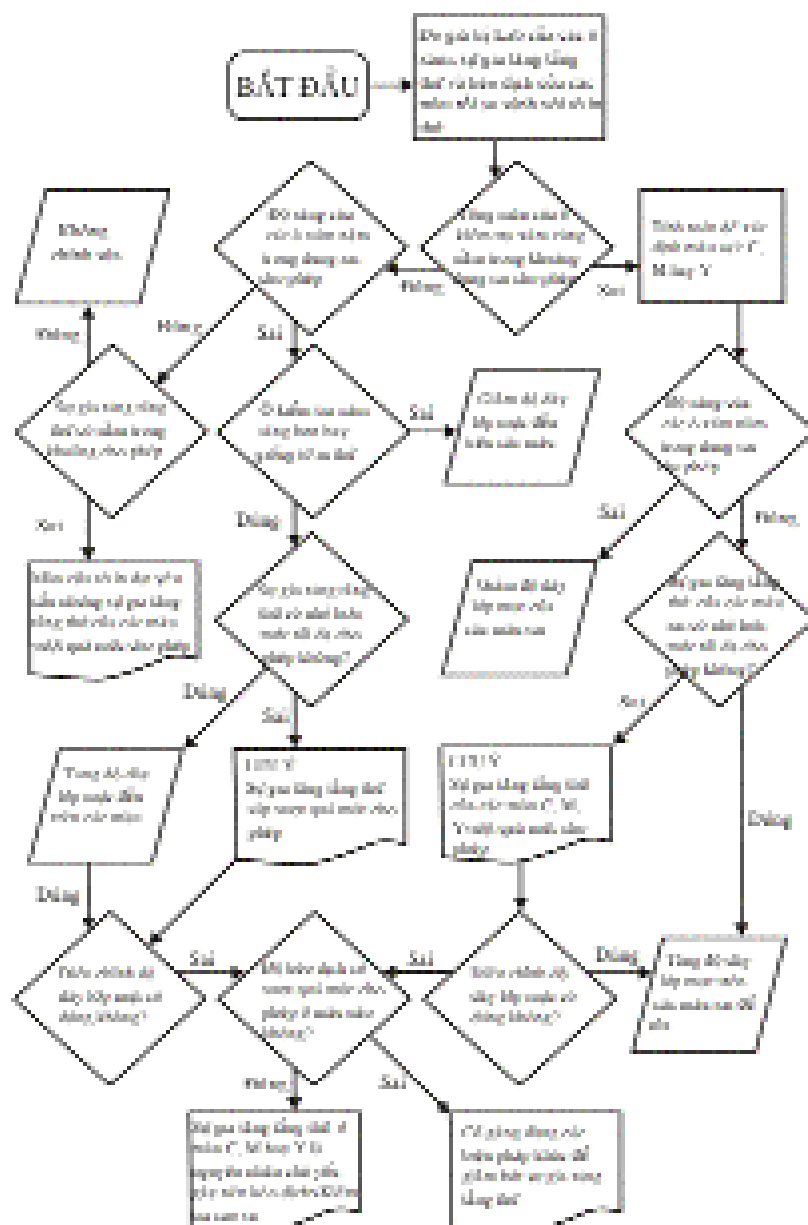
Cân bằng xám là một đặc tính quan trọng của một quá trình phục chế và nó bị ảnh hưởng bởi các thuộc tính của các đặc trưng in. Chúng ta có thể thấy rõ điều này trong quá trình phục chế. Chúng ta phải sử dụng cân bằng xám để cung cấp các thông tin về các đặc trưng in, do vậy để kiểm soát quá trình in ta vẫn có thể sử dụng chiến lược kiểm soát dựa trên cơ sở duy trì sự cân bằng xám ở mức ổn định.

Các ô cân bằng xám có thể được đo bằng máy đo mật độ, đôi khi ta cũng phải đo mật độ ô xám bằng ba loại kính lọc để có những quyết định điều chỉnh hợp lý. Đo mật độ là phương pháp kiểm soát được phát triển bởi Brunner dùng cho các hệ thống kiểm soát Color Perfect của Dupont và Auto Pilot của Man Roland.

Hệ thống kiểm soát CPC 2S của Heidelberg cũng là một hệ thống kiểm tra tinh vi nhưng lại dùng phép đo màu để đo các ô cân bằng xám. Hệ thống này đo màu ở các tông 75%, ô cân bằng xám in chồng ba màu trên tờ in thử hay các tờ in thật duy trì chúng trong khoảng dung sai cho phép qua các thông số DE của hệ màu CIELAB. Với các máy đo mật độ việc chỉnh sửa các màu Cyan, Magenta, vàng không thể được thực hiện ngay từ phép đo mà phải thông qua việc tính toán. Các máy tính không chỉ cần thiết

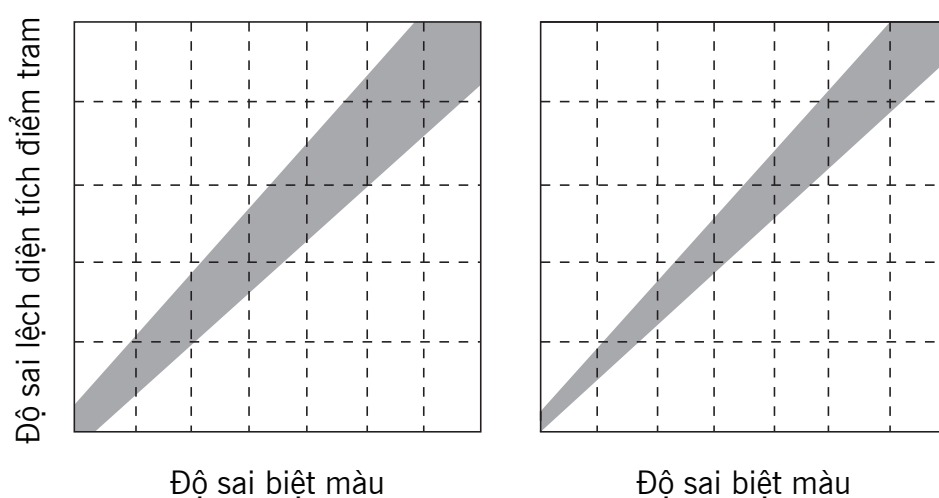
để xác định thuộc tính của từng màu mà còn xem xét chỉnh sửa khi có sự gia tăng tầng thứ. Chiến lược kiểm soát được áp dụng trong hệ thống máy tính qua lưu đồ dưới đây

Lưu đồ ra quyết định chỉnh sửa trên các hệ thống kiểm soát bằng máy tính thông qua các giá trị màu đo được ở các ô cân bằng xám



Một trong những ưu điểm khi sử dụng phép đo màu là xác định được

khoảng dung sai cho phép thông qua các giá trị DE, các giá trị này phù hợp với những cảm nhận thị giác của con người trước các biến đổi. Trong bối cảnh này, có một điều thú vị khi xem xét mối quan hệ giữa giá trị DE với các mức độ biến đổi diện tích điểm tram ở các tông trung gian và các loại hình ảnh được phân loại ở hệ thống Brunner PCP. Các chỉ số về mối quan hệ đặc trưng này được thể hiện ở hình dưới đây.



Biến đổi diện tích điểm tram và ΔE .

Rõ ràng là có một khoảng biến đổi diện tích điểm tram dẫn đến một giá trị sai biệt màu ΔE và có nhiều cách giải thích về điều này: cân bằng xám không thể đạt được nếu như chỉ có 3 giá trị màu mực in cơ bản bằng nhau, các biến đổi về truyền tông giữa các màu, sự khác biệt về độ sáng giữa ba màu.

Tuy nhiên, với các giá trị sai biệt màu nhỏ hơn $\Delta E = 6$, ta có thể thấy được mối quan hệ tuyến tính giữa mức độ biến đổi diện tích tram tại các ô cân bằng xám và giá trị E đo được tại đó. Mối quan hệ này rõ ràng hơn khi in trên giấy couché với độ phân giải tram 60 đường/cm.

Thực tế cho thấy trong các điều kiện in ổn định nhất thì biến đổi bình thường cũng tương đương với giá trị $\Delta E = 2$ và nó tương đương với sự biến đổi diện tích tram là 2%.

Đo trên các hình ảnh

Trong hầu hết các ứng dụng, việc đo chỉ là một phần của quá trình kiểm soát, yếu tố quan trọng chính là bản chất của hình ảnh đang được đo, việc đo kiểm tra thường được tiến hành thông qua các thang kiểm tra. Các thang kiểm tra có khuyết điểm ở chỗ chúng chiếm diện tích trên tờ in và không phải lúc nào chúng cũng phản ánh đúng những thay đổi đang diễn ra trên tờ in. Do vậy ngoài cách dùng thang kiểm tra người ta còn có thể đo trực tiếp các hình ảnh trên tờ in. Tuy nhiên, đối với các công việc in cụ thể, nếu có các mảng hình ảnh đủ lớn với các tông tương đối đều nhau thì việc đo đặc không có vấn đề nhưng khi không có chỗ đo hay chỗ đo có nhiều tông màu chồng lẫn lên nhau thì vấn đề bắt đầu phát sinh và chúng ta khó có thể kiểm soát thông qua việc đo trực tiếp trên hình ảnh.

Định vị điểm đo chính xác là một yếu tố quan trọng khi đo các hình ảnh không có tông đồng nhất.

Từ những quan sát trong thực tiễn người ta đã thấy rằng chiến lược kiểm soát bằng cách đo trực tiếp lên hình ảnh trên tờ in không dễ áp dụng cho phần lớn các loại công việc in mà chỉ có thể áp dụng trong những điều kiện cụ thể.