

# 彩色影片洗印工艺

約 菲 斯 著

中国电影出版社

# 彩色影片洗印工艺

(苏联) 约菲斯 著

关胜多 万国强译

中国电影出版社

1957·北京

# 彩色影片洗印工艺

約 菲 斯 著  
关胜多、万国强译

\*

中国电影出版社出版

(北京西翠舍版寺12号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第089号

北京西四印刷厂印刷 新华書店发行

\*

开本 $850 \times 1168$ 公厘 $\frac{1}{32}$  • 印張 $4\frac{3}{4}$  • 插頁7 • 字數108,000

1957年4月第1版

1957年4月北京第1次印刷

印數1—7,000冊 定价(9)1.20元

統一書号:15061·9

Е . А . ИОФИС  
ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ  
ОБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ  
КИНОФИЛЬМОВ

\*

ГОСКИНОИЗДАТ  
МОСКВА 1950

· 內 容 說 明

本書詳盡地介紹了彩色膠片加工的工藝知識。

從彩色片的構造、加工用的各種藥液的配制，加工過程中使用的機械、彩色片的印片和加工、彩色片聲帶的印制、各種灰霧產生的原因，直到底片上漸隱漸顯、圈出圈入等工藝過程，都作了詳細的敘述。

從彩色片印制黑白片的工作，也是經常遇到的，對於這一點，本書也給予了足夠的篇幅，作了簡明而具體的闡述。

## 作者为中譯本作的序

目前的彩色片加工工艺过程，和本書所叙述的相比，基本上很少区别。自从本書問世以来，出现了新的加工溶液分析法，其中有电位法和比色法。尼克菲为多層膠片所設計的感光仪，得到广泛的使用。在这一感光仪的基础上，应用了按感光测定指标来为彩色底片进行加工的方法。

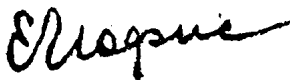
关于彩色片声帶的加工，特別得到重視。开始有了各种关于声帶分开加工的新方法，例如使用黏性的黑白显影液在彩色正片声道上加工。

目前正在研究各种隔遮法，用以消除因各乳剂層上染色剂有害的吸光作用而發生的彩色失真。尼克菲創造的外表隔遮法，非常有意义。

現在已在溶液的穩定、印片机中印片灯电源的穩定、溫度調節等等方面，作了各种改进。

我非常荣幸，在偉大的中国已經出版了我的黑白“影片洗印技术”一書的中譯本。如果“彩色影片洗印工艺”这本书譯成后，能給我的朋友們——中国电影工作者一些帮助的話，我將更加高兴。

約菲斯



1955年12月12日于莫斯科

## 作 者 的 話

制作彩色影片，有各項專業的生产—技术工作者参加。影片生产中重要步驟之一，是它的加工工作。

本書試將参与彩色影片加工的工作人員的集体經驗，作一个初步的总结。作者的目的是要叙述多層膠片加工中的一些基本問題，供国立电影学院攝影系学生、制片厂的攝影師、洗印厂和膠片厂的工作人員以及其他参与彩色影片工作的專家們参考。

## 目 次

作者为中譯本作的序

作者的話

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 概 論                     | 1   |
| 第一章 有关多層彩色膠片加工过程的一般知識   | 9   |
| 第二章 彩色电影用的多層膠片          | 28  |
| 第三章 配制多層膠片加工用的各种工作藥液    | 44  |
| 第四章 保持多層膠片各种加工溶液的性能不变   | 52  |
| 第五章 多層膠片在显影机中的加工        | 68  |
| 第六章 彩色正片的印片和加工过程        | 79  |
| 第七章 彩色影片上的声帶            | 116 |
| 第八章 彩色膠片在加工中所产生的各种毛病    | 123 |
| 第九章 在底片上制作“漸隱漸显”和“圈出圈入” | 132 |
| 第十章 从彩色影片制作黑白拷貝         | 138 |

## 概 論

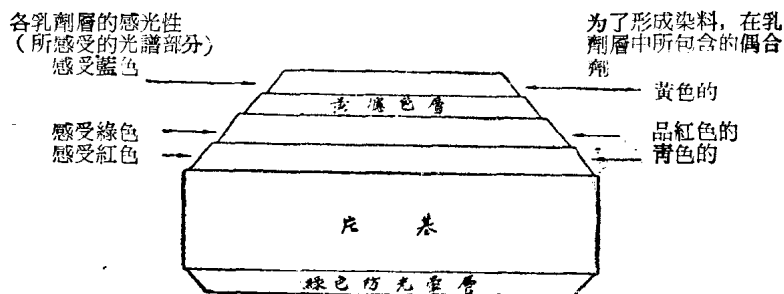
在現有制作彩色照相画面的方法中，被公認為較佳的一种，是按彩色显影原理給多層膠片加工的方法。使用多層膠片既能够借反轉洗印法直接印制獨一無二的彩色画面，又能够用底片与正片的格碼相适应的普通膠片，在底片——正片加工过程中，进行大量印片。多層膠片可以采用普通的电影攝影机来拍攝，它所应用的洗印技术，和黑白电影片的一般化学照相加工过程相近似。

由于电影企業必須复制出大量的彩色影片，所以最合应用的是底片——正片加工法。这种方法首先是在多層底片上获得由三个單獨的原色所組成的多層彩色底片，然后用这一彩色底片，在多層彩色正片上印制彩色拷貝。

多層底片和正片是由三个乳剂層和一个黃濾色層（处在凝膠中的膠体銀）所組成，把它們塗布于硝酸纖維或醋酸纖維的片基上（图 1），在它的背面則塗有綠色假漆的防光暈層。多層膠片的一般厚度較普通的黑白底片为厚，每一乳剂層为 $7-9\mu$ ，黃濾色層为 $2-3\mu$ 。

膠片三層乳剂中的每一層乳剂，都具有一定的光譜感光性。如上層乳剂感受光譜的 $1/3$ 的藍色光綫，也就是鹵化銀所具有的天然光譜感光性。中層和下層乳剂，在光学上，各增感光譜的一定的 $1/3$ 的光綫。因此，在上層和中層乳剂層間有了黃濾色層，就能使中層乳剂对于 $1/3$ 光譜的綠色光綫、下層乳剂对于 $1/3$ 光譜的紅色光綫具有有效的光譜感光性（图 2）。黃濾色層之所以必要，是因为藍色光綫未能完全被上層乳剂層中的鹵化銀所吸收。

为了使敏感于綠色光綫的中間層和敏感于紅色光綫的底層，能形成相应的彩色画底，而不致于受到能形成藍色光学画面的光綫的光化作用，在上層乳剂層的后（对攝影时光綫进程而言），应有上述的黃濾色層，多層底片和多層正片中的黃濾色層的光学密度是不相同的，正片上黃濾色層的密度較高。



图一：彩色多層膠片的結構圖

彩色膠片不論是底片或正片，都需要有防光暈層，因为能在这些膠片上引起光暈的不仅是画面的总亮度，而且还有各种彩色亮度。在攝影或印片时，透入整个三乳剂層中的光綫，由于各乳剂層只吸收光譜的不同部分，因而改变了它的光譜成分，落在片基上的主要是長波的紅色光綫，它能使底層乳剂感光。因此，反射的光暈通常在下層乳剂上形成，而且具有藍綠的色調。在彩色多層膠片中，为了避免光暈，应使用上面所提到的綠色假漆防光暈層，它能吸引起光暈的紅色光綫。

多層膠片是沒有保护層的，这种保护層經常是塗布于其他各类的膠片上，用以防止在攝影和印片时伤害乳剂層。因此，多層膠片必須小心保护，以免乳剂層受伤。

在多層膠片的鹵化銀乳剂層中，加有一定的無色化学物質，即所謂無滲透性的偶合剂，它在彩色显影时，与显影剂的氧化产物偶合，而在各个主要的乳剂層中，在構成銀影画面的同时，由染料形成單色画面，每种染料仅吸收  $1/3$  光譜的光綫，而讓光譜

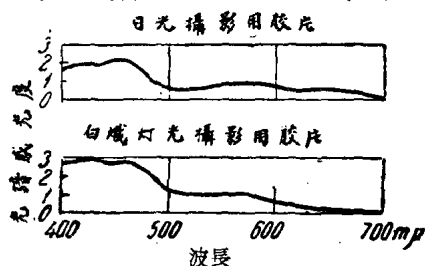
2/3的其它光綫通过。

在彩色显影时，在膠片每一感光層上形成一种染料，它的彩色和形成單色画面的光綫的彩色互成补色。当由乳剂層中移去銀粒画面后，在膠片上就留下由染料構成的多層复合底片，也就是根据减色法的成色原理形成彩色的画面底片。

因此，在拍攝过程中，由于被攝物体反射出一定光譜的光綫，在每一乳剂層中，各按其有效光譜感光性形成單色照相画面的潜影。經照相化学加工后（并移去金属銀画面），上層乳剂由于藍色的光綫的作用，形成了黄色染料的彩色画面。中層乳剂由于被攝体所反射出的綠色光綫的作用，形成了品紅色染料的彩色画面。下層乳剂由于被攝物体所反射出的紅色光綫的作用，就形成青色的画面（图3和图4）。从多層彩色底片所印出的彩色正片，由于照相化学加工的结果（并移去金属銀画面），在它的每一乳剂層中，形成了單色正片画面，它的顏色，是被攝体光学画面在底片上所形成的顏色的补色，这种正片画面是借减色法的成色原理（三原色原理）形成彩色照相画面。因此，每一層單色底片上的染料所吸收的光譜中的一部分色光，應該是将来从單色底片印制單色正片画面时所用的色光。同时每一种染料应当透明，以便使光譜的其他兩部分光綫得以通过，由另外兩層的單色画面所吸收。实际上，在底片中形成各个乳剂層的三种染料，并不能完全符合此項要求，这也就是造成彩色表現有着某些失真的原因。多層膠片各个乳剂層的彩色照相特性，也能給予彩色表現以很大影响，例如，各層的感光度、反差大小、以及各乳剂層特性曲綫的相似性等。

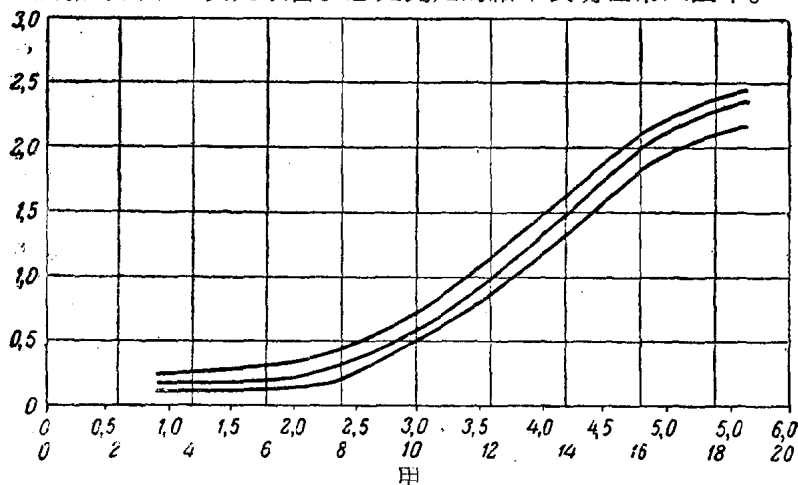
多層底片有兩种类型：孤光灯（或日光）下攝影用和白熾灯下攝影用的。这兩种膠片不同之点在于膠片每一感光層对于光譜的感光特性有所不同，并在选用时应与攝影光源光譜能量分布曲綫相适应（图5）。各乳剂層感光度平衡的孤光照明用膠片，是供在色温为 $5000^{\circ}\text{K}$ 的光源下使用。彩色平衡的灯光片，則供色温

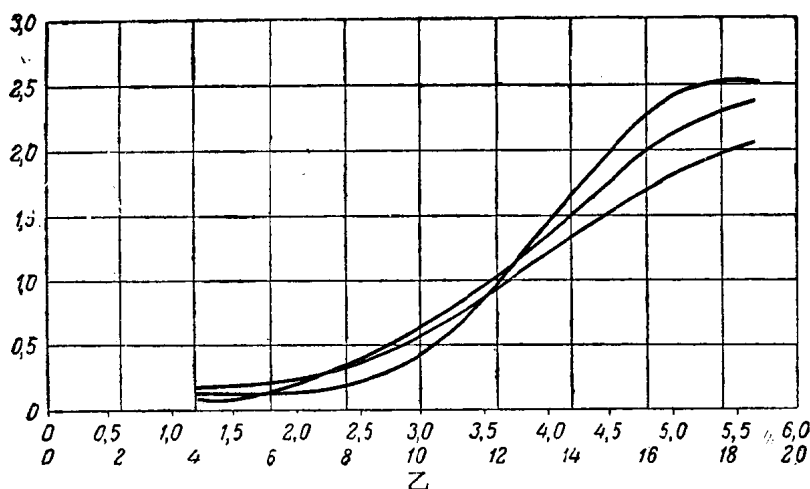
为3000°K 的充气式白熾灯光下使用。第一种底片的感光度是400°—500°，而第二种是300°—400°（假定的）。



图五：白光和白熾灯光用彩色底片的光譜感光性

彩色攝影用的多層膠片，不論是底片或者是正片，都标有乳剂号和軸号。在制造多層膠片时，技术上存在的困难，是产品質量至今尚很难按总感光度、尤其是按彩色平衡达到严格的标准化。因此在攝影或印制拷貝时，力求所选择的膠片不仅需要同属一个乳剂号，而且还必須是一个軸号，并在选配膠片时，力求下一步工作中所使用的膠片，在照相特性方面尽可能地接近于上一次所使用的膠片。选择膠片时，須根据照相特性的感光测定和实际試驗的結果来决定取舍。感光测定的結果表明在第六图中。





图六：多層彩色底片的特性曲綫

甲——典型的 乙——不適用的（因按其反差而言，缺乏彩色平衡）

这种感光测定和实际試驗，不仅能查明其实用的照相特性（感光度、反差系数、灰霧密度），而且可以查明各乳剂層的彩色照相平衡，后者是十分重要的，因为多層膠片缺乏彩色平衡就会影响膠片的照相寬容度，并导致彩色照相画面的色彩表現失真。

在攝影时，多層膠片特別敏感于光綫光譜成分的变化。因此，在拍攝的时候，除一般的控制照度外（使用精确的光电式曝光計，無曝光計而进行彩色攝影一般是困难的），还要注意使光綫光譜成分保持不变。例如从夏季正午直射陽光照明的攝影轉为陰影处的攝影，轉为早晨或黄昏，轉为冬日的攝影等等，都將不仅影响底片画面的一般密度，而且主要影响于个别單色画面間的密度比，以致影响了被攝物体的色彩表現。在外景場地拍攝風景时，会使被攝物体的照相画面得到各种極不相同的顏色色調。

在晨間或黄昏的时候攝影，陽光透过很厚的大气層后，大大地消散了它的短波光綫，因此被攝物体为过度的長波部分光綫所照明，致使多層底片中敏感于光譜橙紅色光綫部分的下層乳剂与

其他二層相較，形成過度的曝光。在一般日光照明下，于陰影處拍攝物體，會形成上層乳劑的過度曝光，因為該層是敏感于可見光譜短波區域的光綫，所以在這類場合下進行拍攝時，會遭受到天空所漫射的過度的短波光綫以及過多的藍色和紫色光綫的影響。因此正片陰影處的白色背景，常常會被染成淡藍的色調。多層膠片在拍攝時，顯著地對照明的光譜成分起反應，所以不可採用光譜特性十分不同的各種光源所合成的光綫（假如這并不限制藝術創作意圖的話）；如果同時使用各種不同的光源，那末合成光會不符合于膠片特性所要求的照明光綫，而且被攝物體在各種方向上將被光譜成分不同的光綫所照明。在攝影時，必須同時考慮到周圍物體所反射出來的光綫，例如：綠色的樹葉子，建築物的彩色牆壁，織物和衣服等等所反射出來的、為人眼所不能察覺然而能給被攝體染上彩色的光綫。

彩色攝影用的膠片，更廣泛的是採用以弧光燈照明的多層彩色底片，因為不但可以用它在攝影棚內，而且還可以在外景晝光下進行攝影。在攝影時，很少使用校正照明條件（加補償濾色片）的方法來使膠片各乳劑層間的照相感光度達于平衡。在攝影棚內，為了使各種不同的光源的光譜成分趨于一致，使它能適合于底片的照相平衡特性，可採用具有各種不同光譜光綫吸收特性的補償濾色片來調節照明光源。這些補償濾色片的選擇，要能使所有的照明光源（藝術要求所用的特殊效果除外），都符合于弧光光綫的光譜成分，因為弧光是和底片乳劑層的感光度相平衡的。但是必須指出，在光源上採用補償濾色片時，會使情況複雜化，因為補償濾色片是以苯胺顏料染制透明玻璃紙而成，它的色澤不夠牢固，會很快地褪色。除此之外，照明光源自身輻射的光譜成分并不經常一致，因此就自然而然地在彩色照相還原時，影響了色彩表現的真實性。

供白熾燈下攝影用的底片，主要是供拍攝字幕和動畫影片之用，無須採用任何補償濾色片。

在彩色照相和电影企业所用术语中，如“被摄体彩色的正确照明还原”或“正确的照明彩色还原”，应被理解为被摄体在还原时，它在彩色照相画面上的灰色細部仍是灰色的，并不包含任何一种其他的彩色色调。被摄体的彩色愈饱和，照相彩色画面正确还原的可能性也愈小。此外，照相画面在銀幕上作放映观察时，它和原物相比，彩色还原是否正确，在極大程度上决定于观察者的主观感受和放映条件。彩色正片的质量，通常是根据被摄体上灰色板的彩色表现的正确性来鑑定的。在彩色正片上，正确地还原了灰色板（无任何其它的色调），也就是说明照相画面的色彩失真达于最小程度。

底片上，被摄体的灰色級譜經常帶有某种色调。这一色调是由一系列原因所造成，例如膠片的彩色照相平衡特性，攝影照明的特性，以及洗印条件等等。底片上的这些特征，在某种程度上，可以在印制彩色正片时，运用專門的校正濾色片糾正。

在攝制彩色电影时，必須特別注意演員的化妝，因为通常在攝制黑白影片中所用的化妝品，按其色调而言，不适合于面孔的天然顏色。在彩色影片中，能影响演員臉部顏色的，計有化粧品、皮膚的天然顏色、攝影时的照明特性和膠片的照相特性等。在不同的面孔上，施以相同的化粧，即使在其他的攝影和洗印条件不变下，表現于彩色画面上仍是不同的。選擇彩色片演員用的化妝品，目的在于力求得到演員臉部顏色非常自然的彩色画面，因此，試拍时就要用多种化粧品給演員多次化妝，每化妝一次拍攝一回，以便在彩色底片上攝取帶中性灰色板的演員臉部画面（图7）。底片經過照相化学加工，并按灰色板进行校正，印出正片后，將所得正片画面放映在銀幕上檢視，据此來選擇化粧品，所选化粧品应能最符合于臉部的天然顏色，同时中性灰色板的色彩表現也应正常。在攝制影片时，如果不按上述方法選擇化粧品，則演員的臉部顏色以及衣服的色彩和布景，在印制正片时几乎是不可能达到正确的平衡的。

多層底片对于不正确的曝光很敏感，在攝影时，不正确的曝光不仅影响画面的总的照明特性，而且影响其内部細部的照明。因此拍攝时，不仅須注意画面的重要情节部分，而且还要注意陰影和強光部分的照明。在画面中，露光不足的阴影部分，会显现出难看的紫色色調；而过度照明彩色画面細部，其色彩表現則不够飽和。后一种情况在原被攝体彩色飽和不足时更为显著。为了使彩色画面减少某些使观众看起来不舒服的颜色的彩色反差，在拍攝时，画面照明应有足够数量的一般散射光綫。甚至拍攝中用所謂“平光”照明，因为照相画面的彩色反差也能获得完全令人滿意的結果。

檢查正片上被攝体的彩色还原質量时，必須把正片放映在有一定的亮度和光譜成分的銀幕上来进行，因为銀幕上彩色画面的質量，在極大的程度上，受制于放映的質量。一般在多層彩色膠片的洗印車間內，平行地裝有兩套放映条件相同的放映設備。此項裝置可用来比較印就的拷貝，校正印片的条件，从而使大量彩色發行拷貝与标准的校正拷貝的質量趋于一致。檢查大量發行彩色拷貝用的銀幕，它的照度規定为80—90勒克司，檢查特种拷貝时为110—120勒克司；銀幕的照度愈亮和彩色正片拷貝的密度愈大，則彩色正片画面的飽和度和彩色表現的質量也愈佳。

多層底片从拍攝到开始洗印，它的照相潜影画面究竟能保存多少時間，至今尙無定論。从現有的实际試驗中，可以得出这样的結論，即潜影画面的保存時間是很長的。在实际生产工作中，曾有一次是膠片在曝光后经过三年才洗印。乳剂層在保存期間失去平衡时，可以很容易地在印片过程中用校正濾色片加以修正。

彩色影片經洗印后，長期保存时，多層膠片上的彩色画面并不是永久保持不变的。正片画面中的青色染料，比其它染料損坏的快，这就会大大地損坏色彩平衡。彩色底片經洗印后，染料褪色較慢。組成照相画面的染料，当彩色影片保存于高温和相对湿度高的室内时，它損坏的就更快更严重。

# 第一章 有关多層彩色膠片加工 过程的一般知識

使用多層膠片的彩色电影技术之能获得广闊的發展，它的因素之一，是它可以利用和一般黑白片生产的工艺过程相似的照相加工法获得彩色画面。

彩色显影的基本原理，是在現代的多層膠片上形成彩色照相画面。目前有許多关于彩色显影的化学实質方面，即关于彩色膠片乳剂層在加工中形成染料这一方面的著作，其中特别要指出的計有：科学院院士阿·巴拉依—可西茨、弗·契尔卓夫、格·阿尔布卓夫、阿·依阿尔唐斯基、克·略里可夫等等的著作。彩色显影的实質是，作为显影剂的对苯二胺衍生物，可使曝光后的鹵化銀还原为金属銀，同时由于显影物質的氧化产物与存在于乳剂層中一定的有机物質化合，而形成有机染料。这些加入于多層膠片乳剂層中的物質，称为彩色显影偶合剂。我們可以使用大量不同的有机物質作为这种偶合剂，以便形成靛基酚、次苯基蘭、亞氨基甲烷等各种染料。

加于膠片乳剂層中的偶合剂，应符合下列基本要求：偶合剂和彩色显影过程中由它所形成的染料，在乳剂的層与層之間，不应有滲透作用；偶合剂不应影响多層膠片乳剂層的照相特性有任何不良的影响。由于显影液还原鹵化銀的結果，在每一乳剂層中的偶合剂相应地变成染料，它和銀影一起形成彩色画面。

在显影过程中，由偶合剂和显影物質的氧化产物所形成的染料，它的彩色特性，应在極大的程度上接近于理想染料，即其彩

色特性接近于按减色法成色原理所产生的颜色，也就是说，每一种染料能够充分地吸收可见光谱范围的三分之一光线，而让其他三分之二的射线通过。

在彩色显影过程中，多半是应用一代对苯二胺衍生物来作为显影物质的。通常我们知道有下列诸类显影物质：二乙基对苯二胺，羟乙基一乙基对苯二胺，二甲基对二氨基甲苯，二乙基对二氨基甲苯。我们使用的是这些物质的硫酸盐或盐酸盐。

胶片上每一单独乳剂层在彩色显影过程中所形成的各种彩色染料的化学反应，可用最简单的公式表示如下：

1. 卤化银 + 显影物质 = 金属银 + 显影物质的氧化产物。

2. 显影物质的氧化产物 + 偶合剂 = 染料。

染料的彩色决定于它的分子结构，因之也就决定于显影物质的原来物质结构和彩色显影的偶合剂。

在彩色显影的过程中所形成的染料量，理论上每得到一个分子的染料需要有四个原子的还原银，而在某些情况下，则需要有两个。可是实际上所形成的染料则要少一些，因为，显影物质氧化产物，并不能在同样的程度上，全部与偶合剂凝合而形成染料。这种在形成染料数量过程中的变动，与一系列能影响反应成果的因素有关，其中主要的是偶合剂的反应能力。

彩色胶片加工用的显影液中，除了上述特别指出的显影物质以外，还包括一系列它种化学物质，这些物质也能在各种程度上影响彩色显影过程。在目前，显影液的配方不如黑白显影液配方多。显影液由下列诸部分所组成。

1. 显影物质

2. 促进物质

3. 保护物质

4. 防灰雾物质

5. 软水物质

6. 溶剂

多层胶片加工中最广泛采用的显影物质是二乙基对苯二胺硫酸盐。这是一种白色的或者多半是略带淡红色的粉末。易溶于