

普通高等教育印刷工程类规划教材

本科

印刷品质检测与控制

刘世昌 主编



印刷工业出版社

PDG

印刷品质检测与控制

主编 刘世昌

主审 邹毓俊

印刷工业出版社

内 容 提 要

本书系统地讲述了印刷图像质量的检测、控制技术。内容包括:密度和色度检测技术,密度计和测色计的结构原理及对测量值的影响,标定技术和分析测量误差的方法,彩色网点印刷图像印前质量控制原理及相关的检测方法及注意事项,还介绍了打样工序的标定原理和方法,剖析了叠印率、色序对间色色相复制的影响和网点增大、实地密度等参数影响印刷图像质量的本质。由此引申出控制印刷网点图像质量的原理、印刷控制条的结构原理、实现印刷标准化的方法、印刷专家系统和代表潮流的分光测色控制系统,对评判印刷图像质量的技术也作了系统的讲解。

本书围绕实用之需取材谋篇,注意技术要点的剖析和技术精华的导入,既可作为高等院校印刷工程类本科专业教材,也可供从事印刷科研、图像信息处理、印刷生产管理等方面的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

印刷品质量检测与控制/刘世昌主编. —北京:印刷工业出版社, 2000. 5

普通高等教育印刷工程类规划教材

ISBN 7-80000-344-2

I. 印… II. 刘… III. 印刷品-质量管理-高等学校-教材 IV. F407.846.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 70198 号

印刷工业出版社出版发行

北京复外翠微路 2 号 邮政编码: 100036

河北省高碑店市鑫宏源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 1/16 开本 印张: 10.50 字数: 263 千字

2000 年 5 月第 1 版 2004 年 2 月第 2 次印刷

印数: 5001—8000 册 定价: 23.00 元

全国高等学校印刷工程类教材编审委员会

主 任:周兴华

副主任:董明达 谢普南 邹毓俊

委 员:(按姓氏笔划排序)

左立民 冯瑞乾 孙兆喜

刘 真 杨 皋 庞多益

陈振康 黄祖兴 廉 洁

魏瑞玲

顾 问:郑德琛 高永清

前 言

为了贯彻《中国教育改革和发展纲要》有关精神,适应印刷高等教育和科技发展的形势,加强课程和教材建设,努力提高教学质量,根据国家教委高教司下达的高等院校专业规划教材编写任务,国家新闻出版署于一九九二年正式成立了高等学校印刷工程类专业教材编审委员会,负责组织编写出版高等学校印刷工程类专业教材。

高等学校教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,是进行教学的基本工具,也是深化教学改革、提高教学质量的重要保证。因此,搞好印刷专业教材建设,对提高专业教学质量,培养合格专业人才将起到促进作用。

为了编写好专业教材,编著者及编委在编审过程中努力提高教材的思想性、科学性和先进性,抓住课程基本内容,即基本概念、基本原理和基本技能,处理好课程的知识结构和科学体系;既要反映现代科技成就,又要结合我国国情;紧密结合教学改革和课程建设、学科建设的实际,充分反映教学内容改革的新成果;注意教材在教学上的适用性和启发性;在学术上实行不同学派、不同学术观点、不同风格特色的“百家争鸣”的方针,活跃学术气氛,促进科技进步。教材的编写将按照国家教委正式审定的专业设置、培养目标、课程设置及其教学基本要求有计划地进行,力求形成一完整体系。

高等学校印刷工程类专业教材编写尚缺乏经验,各校在使用本教材时,可结合各自实际进行教学,同时恳切希望对教材不足之处提出宝贵的意见和建议,使我们编写出的教材成为具有中国特色的,适应我国社会主义现代化建设和高等印刷教育事业发展的,反映现代印刷科学技术及相关学科先进水平的专业教材。

国家新闻出版署高等学校印刷
工程类教材编审委员会
一九九五年六月二十三日

目 录

第一章 密度测量技术及测量误差分析	(1)
第一节 几何条件、表面特性与密度测量值的关系	(1)
一、反射率及透射率	(1)
二、透射测定	(2)
三、反射测定	(3)
第二节 印刷的彩色密度测量种类	(4)
一、光谱窄带色密度	(4)
二、宽带滤光色密度	(5)
三、视觉密度	(5)
第三节 密度计	(5)
一、密度计应满足的技术条件	(5)
二、密度计常用滤光片的特性及应用	(7)
三、密度计的标定	(9)
第四节 密度测量误差分析	(10)
一、朗伯-比尔定律与反射密度测定	(10)
二、对数运算误差	(12)
三、亮调测量误差	(12)
四、小反差表面的测量误差	(13)
五、不同密度计之间的示值差异	(14)
第二章 色度测量技术及其应用	(16)
第一节 色度测量在印刷工业中的应用	(16)
第二节 色彩的量度	(16)
一、从三刺激值向匀色系统转换	(16)
二、常用表色系统比较	(18)
第三节 色度测量的类型及仪器	(20)
一、两种色度测量方法比较	(20)
二、色度测量标准化的三要素	(22)
三、分光光度计与三滤色片色度计	(24)
四、步距、光泽度与测量误差的关系	(27)
第四节 用印刷色匹配一个已知色彩的方法	(28)
一、用样本系统匹配	(28)
二、根据工艺条件用数学方法匹配	(29)
三、采用查表法转换	(32)
四、工序间的同色异谱问题	(32)

第三章 复制流程中的质量控制	(36)
第一节 印刷品质量和印刷图像质量	(36)
一、印刷品质量的概念.....	(36)
二、印刷图像质量的概念.....	(36)
第二节 阶调(层次)的最佳复制	(38)
一、控制图像阶调的重要性及复杂性.....	(38)
二、黑白图像的最佳阶调再现.....	(39)
三、彩色图像的最佳阶调再现.....	(42)
第三节 彩色的最佳复制	(46)
一、为什么实现灰平衡后还必须校色.....	(46)
二、理想色空间和实际色空间.....	(46)
三、根据材料与工艺条件优化实际色空间.....	(48)
第四节 工序间的衔接及图像质量	(48)
一、工序间的衔接.....	(48)
二、彩色打样的重要性及打样工序的标定.....	(51)
第四章 影响印刷图像质量的变量	(56)
第一节 印刷工艺的优化	(56)
一、印刷变量.....	(56)
二、检测、抽样和调节.....	(57)
三、优化印刷工艺的方法.....	(57)
第二节 印刷色序和叠印率	(57)
一、叠印率对印刷色彩的影响.....	(58)
二、叠印率的测定.....	(58)
三、叠印的理论基础.....	(59)
第三节 网点增大	(61)
一、网点增大的种类.....	(61)
二、实地密度与网点增大的关系.....	(62)
三、光渗现象与网点增大的关系.....	(63)
四、影响网点增大量的其它因素.....	(65)
五、加网线数对网点增大的影响.....	(66)
第四节 实地密度	(67)
一、实地部位的物理性质.....	(67)
二、最佳实地密度与相对反差.....	(70)
三、油墨量的控制及控制模型.....	(71)
四、墨层厚度和反射密度的关系.....	(73)
五、胶印墨层厚度的测量.....	(75)
六、单、双色印刷机墨层厚度的确定.....	(78)
第五节 光泽度	(79)
一、基本概念.....	(79)
二、光泽的测量.....	(81)

三、影响印刷品光泽的因素.....	(82)
第五章 印刷图像质量测控技术	(88)
第一节 印刷图像色彩的控制.....	(88)
一、控制色彩的方法.....	(88)
二、控制色彩的步骤.....	(88)
三、彩色打样的重要性.....	(89)
四、主要控制参数.....	(89)
五、密度计在色彩控制中的应用.....	(90)
第二节 采用密度检测的控制系统.....	(90)
一、概述.....	(90)
二、质量控制的基本原理.....	(91)
三、印刷品质量控制条.....	(94)
四、印刷专家系统.....	(97)
第三节 采用色度检测的控制系统.....	(101)
一、色度测控的优胜之处.....	(101)
二、色度测控中的基本数学公式.....	(103)
三、色度测控基本原理.....	(104)
第四节 计算机测控系统的结构原理.....	(107)
一、联机密度检测原理.....	(107)
二、图像缺陷检查装置.....	(111)
第五节 胶印生产标准化.....	(113)
一、基本概念.....	(113)
二、三原色油墨实地密度的确定.....	(114)
三、印刷标准化的内容.....	(115)
第六章 印刷图像质量评判	(120)
第一节 与印刷品质量评判相关的因素.....	(120)
一、美学因素.....	(120)
二、技术因素.....	(120)
三、一致性因素.....	(121)
第二节 印刷品质量评判法应满足的要求.....	(121)
第三节 印刷质量评判方法分类.....	(122)
第四节 质量参数分类.....	(123)
一、印刷图像的非信息面.....	(123)
二、评判图像优度的依据.....	(124)
三、印刷图像的信息面.....	(124)
第五节 主观评判方法.....	(125)
一、多维标度法.....	(125)
二、多维标度技术在印刷质量分析中的应用.....	(127)
三、心理加权的向量解析.....	(128)
四、成对比较法.....	(129)

五、彩色产品的评价方式.....	(133)
六、彩印产品的主观评价.....	(135)
第六节 客观评判方法.....	(137)
一、阶调(层次)再现的评价.....	(137)
二、色彩再现的评价.....	(139)
三、清晰度再现的评价.....	(145)
四、彩印产品表现质量的评价.....	(146)
第七节 综合评判方法.....	(146)
一、综合评判的特点.....	(146)
二、综合评判的步骤.....	(147)
三、印刷质量特性参数.....	(151)

第一章 密度测量技术及测量误差分析

第一节 几何条件、表面特性与密度测量值的关系

一、反射率及透射率

一束光线投射到一个不透明的物体上，将有一部分光被反射，余下的光将被物体表面吸收。

反射光通量与入射光通量的百分比不受光通量大小的影响。设入射光通量为 Φ_0 、反射光通量为 Φ_r ，对于一定的测量表面和规定的入射角度，入射光通量和反射光通量的比值是固定的，设此比值为 β ，则 β 值被称为反射率：

$$\beta = \frac{\Phi_r}{\Phi_0}$$

入射光在不透明物体的表面上存在三种不同的反射形式：定向反射、漫反射和介于两者之间的反射形式。假如把一束定向光束投射到理想白色漫反射表面上，全部入射光将在表面上方的半空间范围内形成均匀的反射，各个角度上的反射亮度完全一样（图 1-1）。完全白色无光的理想漫反射表面是不存在的，但是用氧化镁或硫酸钡制作的标准白色定标板可近似视为无光白色表面。镜面与无光白色表面不同，它对入射光的反射遵循反射定律。涂有水银的玻璃镜面接近于理想的全反射表面，但即使是这样的镜面也达不到完全的反射，任何表面都会吸收一部分入射光量，所不同的是有的表面反射光量多一些，有的表面反射光量少一些。

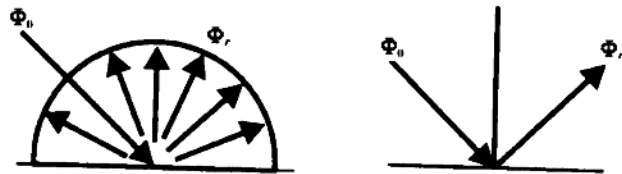


图 1-1

图 1-2 分别表示粗面纸张、光泽面纸张和玻璃镜面的反射情况，箭头的长度表示相应方向上被反射光的强弱。

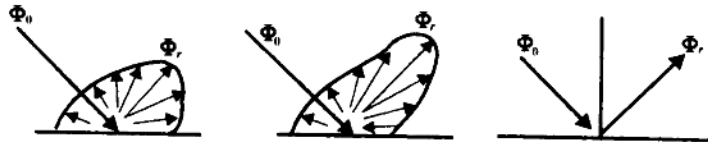


图 1-2

与光的反射情况相似，一定物体的透射光通量和入射光通量的比也是固定的，其比值称为透射率。设入射光通量为 Φ_0 ，透射光通量为 Φ_t ，则透射率 τ 用下式表达：

$$\tau = \frac{\Phi_t}{\Phi_0}$$

二、透射测定

1. 几何条件。透射测定必须尽可能满足下述几何条件：入射光束必须能从半空间体均匀地投射到被测试物体上，并且只测定垂直通过被测物体的光束。

采用乌布利希球作为透射测定的器件可以使测定满足上述的几何条件要求。乌布利希球是一个空心的球体(图 1-3),内腔涂以无光白色硫酸钡,球面上开两个轴心线在球心正交的小孔,两个小孔的总面积不超过球体内壁面积的 2%。

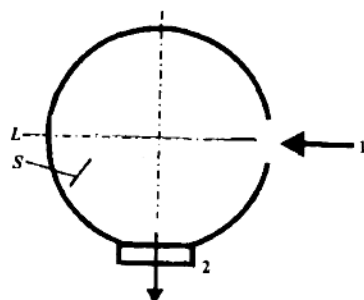


图 1-3

平行光束通过孔 1 进入球体,并在球体内壁上形成光点 L ,再由光点 L 把光均匀地反射到球体内壁上。测试物体紧挨着孔 2,为了防止孔 2 接受光点 L 的直接反射光,需在光点和孔 2 之间放一块也是涂成无光白色的椭圆形挡板 S ,这样就能够使紧挨着孔 2 的测试物体得到来自半空间体的均匀的光照射。

那么为什么规定这样的几何条件呢?因为如果几何条件不符合上述规定,就有可能影响测量效果。为了证明这一点,比较一下两个完全透明的物体 M_t 和 M_s (图 1-4),也就是说,这两个物体的透射率是 1.0。物体 M_t 是透明的,它不使定向光束产生漫射,而物体 M_s 则使定向光束完全在半空间范围内形成均匀的漫射。

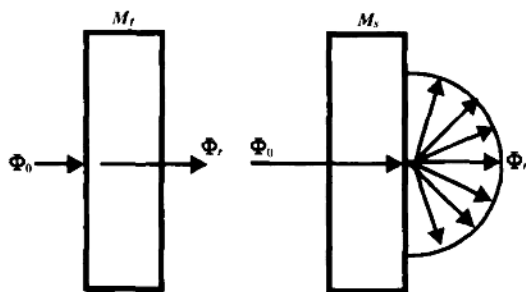


图 1-4

在两种情况下, $\Phi_t = \Phi_0$ 都是成立的,然而测量结果表明,在直接光程中 M_t 的测量值大于 M_s 的测量值。这是因为任何光通量测量仪都只能测量来自一定立体角度内的光量,也就是说,只能测量一部分透射光量。所以这两个测量值之比应等于前者和后者两立体角内所含光通量之比,但由于前者大于后者,因此得出 $M_t > M_s$ 的结果。

如果入射光为漫射光,也就是说,入射的是乌布利希球射出的光,那么透射光通量对于透明物体和散射物体都是均匀地分布在半空间内。即使测量仪只能测量一定立体角内的光通量,但测量值是相同的。透射测量的几何条件就是根据这个原理确定的。

2. 透射密度与卡里尔效应。透射密度定义为透射率倒数的对数。设透射密度为 D ,透射率为 τ ,则透射密度用下式表示:

$$D = \lg \frac{1}{\tau}$$

下列公式用于透射率和密度之间的换算:

$$\lg \frac{1}{\tau} = D$$

$$\frac{1}{\tau} = 10^D$$

$$\tau = 10^{-D}$$

前面已经指出，透射测量如不满足规定的几何条件，即使两个完全透明的物体（即密度 D 都是 0.00），用平行光照明时，具有漫射表面的物体比非漫射表面物体测得的透射率要小，即前者显示的密度值比后者要大一些。倘若两个物体都是透明度相同的非漫射体，一个用平行光照明，一个用漫射光照明，即使入射的光强相同，测得的透射密度值也不相同。这种由于两被测对象的漫射性能不同或测量的几何条件不同所引起的透射密度示值出现差异的现象称之为卡里尔效应。而同一物体用平行光和漫射光照明时测得的密度值的商数称为卡里尔系数。卡里尔系数可以作为软片中银粒子粒度大小的度量。在对软片上的图像进行处理和转换时，应特别注意把卡里尔效应减至最小。在对电子分色机作灰平衡标定时，之所以强调采用非银盐灰梯尺，就是为了避免因卡里尔效应带来偏差。

三、反射测定

1. 几何条件。反射测定（镜面反射除外）主要是在漫射表面进行，因此这种测定比透射测定要复杂一些。由于密度计结构设计上的原因，要完全做到使测量表面得到来自半空间体均匀的照射以及对表面进行垂直测量，存在着一定的困难，所以反射测量中常采用 $45^\circ/0^\circ$ 和 $0^\circ/45^\circ$ 两种几何条件（图 1-5）。图中： M_s 表示测光传感器。



图 1-5

在反射测定中，测量结果与测量装置的几何条件和测试物体表面的光泽性质有密切关系。现举一例说明规定测量几何条件的必要性。图 1-6 表明两种测量几何条件。在这两种测量条件下分别测量镜面、无光白色表面和具有一定光泽的纸。图中 S_a 和 S_b 分别表示两个相同规格的光传感器。

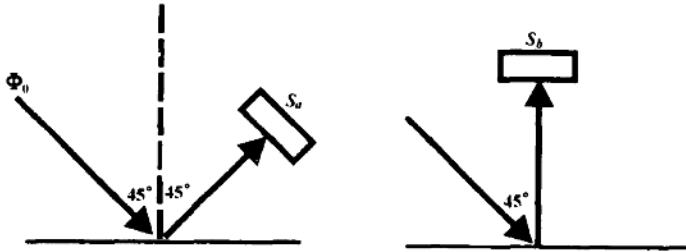


图 1-6

当测量镜面物体时，传感器 S_a 显示最大的测量值，这是因为根据反射定律，入射光在测量面发生全反射，传感器 S_a 正好安排在反射光路上。而传感器 S_b 示值为零，因为它已偏离反射光路 45° 。

当测量无光白色表面物体时，因为入射光通量被均匀地漫射在半空间范围内，所以 S_a 和 S_b 的示值相同。

当测量具有一定光泽的白纸时，因为测量面的反射特性介于前两种之间， S_b 接受到的光只包含漫射分量，而 S_a 接受到的光是漫反射成分与全反射成分之和，所以 S_a 的示值将大于 S_b 。

上例说明反射测定的结果与几何条件和被测面的光泽性质密切相关。那么反射测量为什么规定采用后一种几何条件而不采用前一种呢？这是因为后一种几何条件理论上只测量有用

的图像信息，而前一种的测量结果包含了最大的噪音信息（第一表面反射成分）。

2. 反射密度测量原理。由图 1-5 和图 1-6 可知，不管哪一种几何条件都只能测量一部分反射光通量，而反射率需要根据全部反射光通量进行测定，所以这些测量方式不能用来测量反射率。但这些测量方式可用来比较被测试物体的亮度 L ，亮度系数 α 则表示物体测量区域的亮度 L_M 和某一基准区域亮度 L_0 的比值。

$$\alpha \approx \frac{L_M}{L_0}$$

基准区域表面的特性应接近于理想的无光白色表面，即应符合规定的硫酸钡白色标准。

在测量各种不同的白色表面（如各种纸张表面）的亮度系数（或反射率）时，这种标准白色就可以作为基准区域。如果要测量某表面亮度系数的绝对值，只要把测量表面与白色标准的亮度加以比较就可以了。

反射密度 D_r 与透射密度 D_t 类似，它等于反射率倒数的对数，即：

$$D_r = \lg \frac{1}{\beta}$$

反射率越小，倒数越大，反射密度就越大。但由前述可知，规定的几何条件只能测定一部分光通量，而反射率需要根据全部反射光通量进行计算，所以这种几何条件不能用来测量反射率。幸好，在相同的光学条件下，反射率和亮度系数的数值近似相等，即：

$$\beta = \alpha$$

反射密度计就是根据这个原理来测定反射密度的，反射密度计的作用本质上是把测量区域的亮度和某种基准区域的亮度加以比较。

第二节 印刷的彩色密度测量种类

在印刷技术中，彩色密度测量技术被广泛地应用于打样和印刷工序中的色彩检查、印刷样本的色彩评价，还用于多色印刷中对标准油墨的评价及校色设备中。

色彩这个术语在印刷中是对相对彩色饱和度的描述，它取决于油墨中颜料的浓度和油墨的墨层厚度，用补色滤光片可以测得实地色块的色密度，但油墨层的厚度则不能直接通过滤光片的测量读出数据。

在印刷技术中，在俯视观察的情况下，把色密度定义为反射率倒数的十进制对数或反射率的十进制的负对数值，即

$$D = \log \frac{1}{\beta} = -\log \beta$$

然而，这仅仅是一个一般性的表达式，在实际应用中，要按照不同的目的，测量不同光谱范围内的密度，因此，色密度可分为光谱窄带色密度、宽带滤光色密度和视觉密度。

一、光谱窄带色密度

光谱窄带色密度是在波长为 $\Delta\lambda$ 范围内用窄带滤光片测得的光谱色密度 $D(\lambda)$ ， $D(\lambda)$ 是光谱反射率倒数的十进制对数，或光谱反射率的十进制负对数值。

$$D(\lambda) = \lg \frac{1}{\beta(\lambda)} = -\lg \beta(\lambda)$$

光谱反射率 $\beta(\lambda)$ 是对波长为 λ 的单色光线来说的反射率，它等于被测样本的光谱辐

射强度 $L_e\lambda$ 与理想的无光泽白色材料的光谱辐射强度 $(L_e\lambda)_w$ 在一定条件下的比例。

$$\beta(\lambda) = \frac{L_e\lambda}{(L_e\lambda)_w}$$

窄带测量对密度的微小变化增加了敏感性，与用宽带滤色片测量比较，它们更不像人的视觉响应。窄带密度测量主要用于测量网点增大、叠印、墨层厚度及油墨强度。

二、宽带滤光色密度

宽带滤光色密度是印刷工业中最常用的密度测量方式，它采用标准宽带彩色滤光片进行测量，每个滤光片测得的色密度由下式给出：

$$D_F = -\lg \frac{\int_K^L \beta(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot S(\lambda)_r \cdot \tau(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_K^L S(\lambda) \cdot S(\lambda)_r \cdot \tau(\lambda) \cdot d\lambda}$$

式中： K 和 L ——有效波长范围，一般为 380 ~ 780nm；

$\beta(\lambda)$ ——物体的光谱反射率；

$S(\lambda)$ ——光源的相对能量分布；

$S(\lambda)_r$ ——传感器相对光谱灵敏度；

$\tau(\lambda)$ ——滤光片的光谱透射率。

宽带滤光色密度测量值不取决于光辐射分布的绝对值，而是取决于相对光谱辐射分布，即总是跟色密度测量所使用的传感器的相对光谱灵敏度和滤光片的光谱透射率有关。

宽带测量主要用于评价色相、灰度、透明度和校色。

三、视觉密度

视觉密度 D_V 主要是指在非彩色试样上测得的密度，视觉密度的定义式是：

$$D_V = -\lg \frac{\int_K^L \beta(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_K^L S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}$$

测量视觉密度应该用视觉滤光片，必须用滤光片的光谱透射率 $\tau(\lambda)$ 和传感器的相对光谱灵敏度 $S(\lambda)$ 组合起来去模拟人眼的光谱灵敏度 $V(\lambda)$ ，即满足下式：

$$\tau(\lambda) \approx \frac{V(\lambda)}{S(\lambda)}$$

上式称为卢瑟条件。

第三节 密度计

、密度计应满足的技术条件

根据前述内容可知，密度计的测量结果跟下列特性有关：

- ①光源的辐射函数（相对辐射分布） $S(\lambda)$ ；
- ②传感器的相对光谱灵敏度 $S(\lambda)_r$ ；

- ③滤光片的光谱透射率 $\tau(\lambda)$;
- ④测量的几何条件和测量块的大小;
- ⑤读数的精确性和显示的线性;
- ⑥被测样本的光谱反射参数;
- ⑦定标板的光谱反射参数。

看来，影响因素是比较多的，不同密度计之间出现差异是难免的，为了使密度计能够得到相对可比较的结果，应该使它满足以下条件（参考图 1-7）：

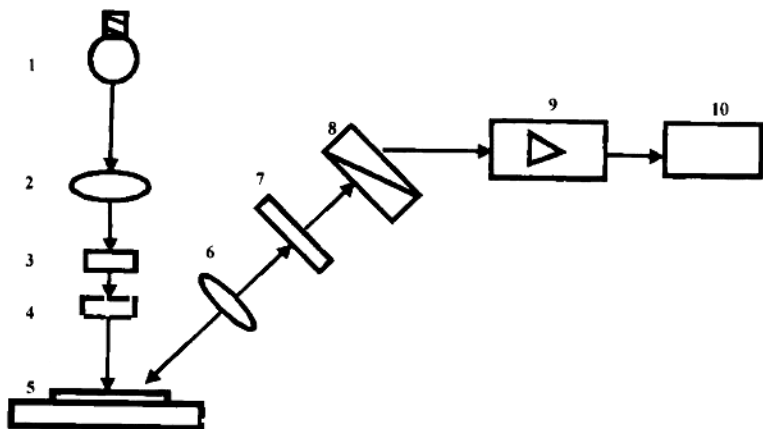


图 1-7

1-光源 2-透镜组 3-偏振滤光片 4-彩色滤光片 5-被测样本
6-透镜组 7-偏振滤光片 8-传感器 9-电子线路 10-显示器

1. 测量的几何条件。色密度测量采用 $45^\circ/0^\circ$ 的测量几何条件（即光束与被测平面之间的关系是以 45° 角投射，在垂直于被测面的 45° 方向观察），或用 $0^\circ/45^\circ$ 的几何条件（即垂直投射， 45° 观察）。这样的几何条件比其它方式优越，因为从印刷品第一表面反射的光，实际上不会从测量方向上射出，传感器接受不到这部分光，被测样本的第一表面反射越强，密度计的密度测量值越高。

测量表面带纹理的印刷品时，应采用 $45^\circ/0^\circ$ 几何条件和环状照明，也可以采用 $0^\circ/45^\circ$ 几何条件而把反射环加在接受侧（图 1-8）。测量孔径角尽可能在 $\pm 5^\circ$ ，不得大于 $\pm 5^\circ$ 。

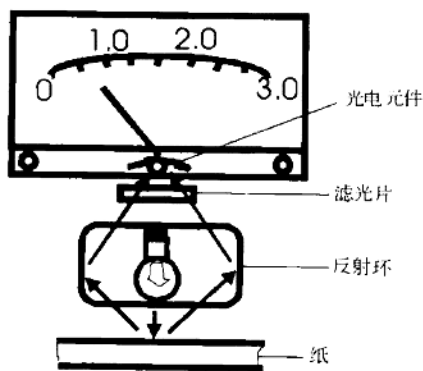


图 1-8

2. 照明样本的光源。投射光源的相对光谱分布应当符合标准光源 A 的要求，即 $2856 \pm 100K$ ，配套的光学组件及红外吸收滤光片的光谱透射率应符合要求。

3. 传感器。可以利用对 $380 \sim 720nm$ 范围内的光辐射具有足够灵敏度的光电传感元件作辐射接受器。在可见光谱的短波端，光源和光电传感元件的光谱灵敏度在 $400nm$ 以下都呈急剧下降的趋势。但在可见光谱的近红外部位（大于 $720nm$ ），硅传感元件表现出相当大的灵敏性（图 1-9），必须用红外吸收滤光片排除。在使用特殊种类的滤光片时，若该滤光片本

身已具有较好的红外抑制作用，则不需要附加红外抑制滤光片。为了检查在近红外部位的红外辐射是否已适当加以抑制，可先在定标板上调节好仪器，然后插上红外抑制滤光片，若测量值高于原测量范围到 1.0 密度单位，则说明所用传感器对近红外部位的辐射具有不可忽视的灵敏性。密度计采用的光电传感元件主要有：光电池、光电倍增管、半导体二极管等。光电二极管与光电倍增管相比体积大大缩小，电源电压也很低，所以光学系统可以设计得很小，成为目前最常用的传感器。

4. 测量滤光片。为了对印刷中所使用的标准黄、品红、青油墨本身的特性和其印刷呈色进行评价，测量滤光片应是黄、品红、青油墨相对应的补色滤光片，即红、绿、蓝紫滤光片。三个滤光片的光谱通带应当与标准油墨黄、品红、青的主吸收带的范围接近。测量滤光片的最大通带位置按波长规定如下：

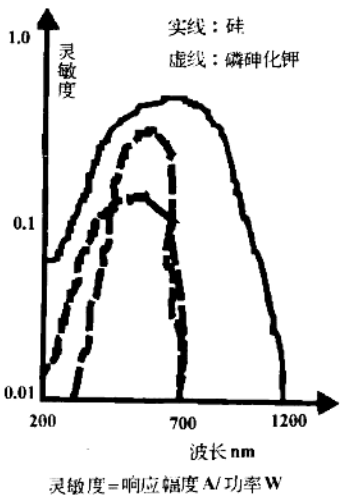


图 1-9

- 对于基本黄墨来说用蓝滤光片， $\lambda = 430\text{nm}$ ；
- 对于基本品红墨来说用绿滤光片， $\lambda = 530\text{nm}$ ；
- 对于基本青墨来说用红滤光片， $\lambda = 620\text{nm}$ ；
- 通带最大值的位置误差为 $\pm 5\text{nm}$ 。

测量滤光片的光谱特性取决于通带范围（半峰值与全峰值宽度）。在色密度测量时，密度计光路上有效光谱灵敏度〔它等于传感器的相对光谱灵敏度 $S(\lambda)$ ，和测量滤光片的透射率 $\tau(\lambda)$ 的积〕与光源相对光谱分布函数 $S(\lambda)$ 的积应该是符合标准的，其中光源的光谱辐射是标准的。根据目前的技术条件，光传感器的光谱灵敏度还达不到对各种密度测量都普遍有效，所以必须根据测量的需要确定滤光片的特性。根据滤光片的通带范围，色密度测量用的滤光片分宽带和窄带两类，前者多用于制版及印刷工艺中使用的密度计，后者多用在调节测量用的密度计中。这些滤光片均不能作分色制版用。

在对非彩色印刷品进行视觉色密度测量时，滤色片的作用与彩色滤光片的作用与彩色密度测量时相反，它的滤光要达到在整个可见光谱范围内与人眼的光谱亮度灵敏度 $V(\lambda)$ 接近。滤光片是插在照明光路中还是插在测量光路中对于具有光泽的被测样本来说会导致测量结果的差异，这是照明光源的紫外线成分造成的，但紫外线成分一般是很少的，可以忽略不计。

二、密度计常用滤光片的特性及应用

通过改变密度计测量光路上的滤光片可以改变密度计彩色响应的灵敏度。

在密度计的光路上可以不用滤光片，在这种情况下，在视觉光谱的蓝区，灵敏度比人眼睛的灵敏度要高，实际上眼睛的亮度函数或视觉响应是绿区（大约 560nm）的灵敏度稍高。

采用视觉滤光片使密度计得以模拟人眼的视觉响应，即让滤光片的光谱透射率跟传感器的光谱相对灵敏度的共同效应等于人眼的光谱亮度灵敏度 $V(\lambda)$ 。雷登 106 号滤光片就是一个视觉滤光片，其颜色稍黄。

为了检查密度计进行视觉密度测量的正确性，可以用密度计测量一个标准灰梯尺，灰梯

尺上标有各梯级的正确密度值，以便与密度计的测量值比较。也可以在 A 光源下边用色度方法测量任意的非彩色样本的亮度参考值 Y，然后将 Y 值除以 100，求此商值倒数的对数值，此值应与密度计在该样本上测量的密度值近似。

采用红、绿、蓝光片测得的色密度与人眼没有相同的灵敏度，用它测得的色彩不像视觉看到的色彩，滤光片改变了通过镜片到达光电池的光谱成分，所以它只测量了部分视觉光谱，但借助于测量通过滤光片的光量可以求得印刷面上某种颜料的相对量。例如：一个蓝滤光片用于测量被黄墨吸收的蓝光量，一个绿滤光片用于测量被品红墨吸收的绿光量等，用这样的方法，密度计可以作为确保每一种彩色油墨在印刷过程中保持常量的控制工具。

通过滤光片的密度读数可以指示某种油墨的相对量，但不能指示某种油墨的色相，密度计不是色度计，但同时使用三个滤光片的读数，可以近似地指示色相。

滤光片的性质跟标准油墨的性质是相关联的，例如测量三原色油墨的滤光片应该具有表 1-1 所列的性质。

表 1-1

相对应的 原 色	滤光片	波峰位置 (nm)	通频带范围 (nm)	
			半值宽度	全值宽度
黄	蓝	430	40	80
品 红	绿	536	60	100
青	红	624	50 (利用红外吸收滤光片)	100 (利用红外吸收滤光片)

对于用标准油墨印刷的印刷品来说，用表 1-1 所列的滤光片进行测量得到的色密度只在基本色的最大吸收率方面与窄带色密度测量相同，如果用其它滤色片测得的色密度值与窄带测量值之差不多于 0.1 色密度单位，那么这个密度计不符合标准规定的条件。

如果滤光片的透射率最大值与正确值不符或透光范围太宽，会导致色密度值减小，特别是用蓝色滤片测量黄墨时，影响特别明显。

由于色密度测量滤光片的通频带范围较宽，如果密度计所用传感器在光谱灵敏度方面存在差别，就会影响测量结果，这样，对于同一样本来说，用不同密度计测量会得出不同的密度值。

印刷工业中作色密度测量的密度计一般采用上表所列的所谓宽带滤光片。美国的密度计常用雷登 25 号红滤光片、雷登 50 号绿滤光片和雷登 47 号蓝滤光片，但有些密度计测量黄墨时用雷登 47B 窄带响应滤光片，它可以比宽带滤光片给出较高一些的密度读数。窄带滤光片对于密度的微小变化增加了敏感性，但也损失了更多的色彩信息，测得的色彩更不像眼睛看到的色彩，一些制造商建议采用窄带滤光片，以提高评价印张时仪器间的一致性。宽带和窄带密度计的红、绿滤光片通常是相同的，只有蓝滤光片不同，但控制输墨用的密度计除外。图 1-10 表示了两个带宽不同的蓝滤光片。

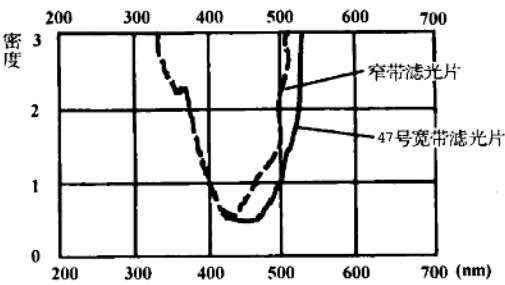


图 1-10