

印刷工人高级技术培训教材

平版制版工艺原理

(试 用 本)



中国印刷公司
北京市印刷工业总公司

印刷工人高级技术培训教材

平版制版工艺原理

(试用本)

中国印刷公司
北京市印刷工业总公司

编写 庞多益
编辑 孟昭恒
审订

北京第二新华印刷厂排版印刷

酌
内 ¥10.5 元

说 明

这套印刷工人高级技术培训教材共 10 种。是新闻出版署委托中国印刷公司,根据〔89〕新出人字第 329 号文精神,组织京、沪两地有关专业教师和工程技术人员编写的。可供全国印刷行业对技术工人进行高级技术培训试用,同时可做为考核聘任印刷技师培训的参考用书,也可做为有一定专业知识的管理干部自学用书。

印刷工人技术培训教材编审委员会,由主任委员修庆福,副主任委员张平安、张一雄,委员(按姓氏笔划)丁之行、王月军、史慧莉、孙兆喜、孙竞斋、李之乐、孟昭恒、俞永年、聂炎、袁伯健、郭海根、傅中歧、廉洁同志组成。

组织编写印刷工人高级技术培训教材还是首次,缺乏经验,虽然邀请专家多次讨论,仍难免有不足之处,欢迎提出宝贵意见。

这套书在编写过程中,得到了北京市印刷工业总公司、上海市新闻出版局、北京市包装装潢工业联合公司等单位的大力支持,在此特表示谢意。

印刷工人技术培训教材编审委员会

一九九一年一月

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第一章 照相技术原理 | 1 |
| 第一节 照相光源 | 2 |
| 一、光源的分类 | 2 |
| 二、光源的光谱功率分布 | 3 |
| 三、光源的色温 | 5 |
| 四、光源的显色性 | 8 |
| 五、CIE 标准光源 | 10 |
| 第二节 曝光量的计算 | 10 |
| 一、光源的亮度 | 10 |
| 二、照度的规律 | 11 |
| 三、原稿的照明 | 12 |
| 四、制版镜头 | 14 |
| 五、光圈 | 17 |
| 六、决定曝光时间的因素 | 19 |
| 七、曝光时间的计算 | 20 |
| 第三节 软片的感光特性 | 21 |
| 一、特性曲线的定义 | 21 |
| 二、特性曲线的特征 | 22 |
| 三、软片反差系数的测定 | 23 |
| 四、软片的宽容度 | 26 |
| 五、软片的反差系数与宽容度的关系 | 26 |
| 六、软片的感光度和感色性 | 27 |
| 第四节 显影原理 | 30 |
| 一、显影的原理 | 30 |
| 二、显影主剂的显影性能 | 32 |
| 三、显影助剂的性能 | 35 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 四、显影液组分对影像阶调的影响 | 39 |
| 第五节 定影原理 | 41 |
| 一、定影的原理 | 41 |
| 二、影响定影速度的因素 | 45 |
| 复习思考题 | 46 |
| 第二章 影像阶调的分解与合成 | 48 |
| 第一节 阶调分解的基本原理 | 48 |
| 一、阶调分述 | 48 |
| 二、阶调分解的基本原理 | 50 |
| 第二节 网屏的种类与特性 | 52 |
| 一、十字线玻璃网屏 | 52 |
| 二、接触网屏的制造与调性 | 53 |
| 三、接触网屏的宽容度 | 55 |
| 四、网屏的点(线)形 | 56 |
| 第三节 网点形成的原理 | 57 |
| 一、网点的单位面积 | 57 |
| 二、单位面积上的光量分布 | 59 |
| 三、软片上网点形成的原理 | 61 |
| 四、网点面积覆盖率 | 64 |
| 五、网点点形与密度跃升的关系 | 66 |
| 第四节 网点阶调合成的基本原理 | 68 |
| 一、阶调合成的基本原理 | 68 |
| 二、网点的积分密度 | 72 |
| 第五节 阶调传递的图解 | 77 |
| 一、理想阶调复制曲线 | 77 |
| 二、实际阶调复制曲线 | 79 |
| 复习思考题 | 83 |
| 第三章 颜色的分解与合成 | 85 |
| 第一节 滤色片的颜色特性 | 85 |
| 一、对分色用滤色片的光谱要求 | 85 |
| 二、滤色片的色相与主波长 | 88 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 三、理想滤色片与实际滤色片 | 90 |
| 第二节 彩色油墨的颜色特性 | 92 |
| 一、油墨的光谱反射率曲线 | 92 |
| 二、油墨颜色的色相与主波长 | 96 |
| 三、油墨的彩色密度 | 98 |
| 四、油墨的灰度 | 101 |
| 五、彩色油墨的色偏 | 103 |
| 第三节 互补分色的基本原理 | 105 |
| 一、互补色定律 | 106 |
| 二、互补分色的基本原理 | 108 |
| 三、颜色的互补关系 | 111 |
| 第四节 颜色合成的原理 | 115 |
| 一、颜色合成的基本原理 | 115 |
| 二、二色网点叠印的间色合成 | 121 |
| 三、三色网点叠印的复色合成 | 122 |
| 四、八个固定色 | 124 |
| 五、颜色合成的色域 | 125 |
| 六、网点面积总覆盖率 | 126 |
| 复习思考题 | 129 |
| 第四章 电子扫描分色的基本原理 | 130 |
| 第一节 电子分色的基本原理 | 131 |
| 一、电子分色机的基本结构 | 131 |
| 二、电子分色的基本原理 | 133 |
| 第二节 原稿密度定标 | 134 |
| 一、定标的意义 | 135 |
| 二、对原稿全阶调的分析 | 135 |
| 三、白场定标 | 136 |
| 四、黑场定标 | 138 |
| 五、定标对阶调的影响 | 140 |
| 第三节 电子分色机的扫描输入 | 141 |
| 一、光点取样 | 141 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 二、扫描线 | 143 |
| 三、色光的分解 | 145 |
| 四、象素的量化 | 147 |
| 第四节 电子分色机的层次调整 | 148 |
| 一、层次调整的定义 | 148 |
| 二、与照相蒙版层次调整的对比 | 149 |
| 三、电子分色机的层次调整 | 150 |
| 四、细微层次的强调 | 153 |
| 第五节 电子分色机的颜色校正 | 155 |
| 一、电子分色颜色校正的原理 | 155 |
| 二、分色版的颜色校正 | 159 |
| 第六节 电子分色机的加网 | 161 |
| 一、电子激光加网的原理 | 162 |
| 二、电子激光加网与接触网屏加网的区别 | 166 |
| 复习思考题 | 167 |
| 第五章 非彩色结构理论 | 169 |
| 第一节 黑版在平印彩色复制中的作用 | 169 |
| 一、黑版的作用 | 169 |
| 二、长调黑版 | 172 |
| 三、骨架黑版 | 173 |
| 第二节 底色去除(UCR)的原理 | 175 |
| 一、底色去除(UCR)的定义 | 175 |
| 二、底色去除量的分析 | 176 |
| 三、底色去除的应用 | 177 |
| 四、底色去除的积极意义 | 180 |
| 第三节 非彩色结构的原理 | 182 |
| 一、非彩色结构的定义 | 182 |
| 二、非彩色结构的原理 | 183 |
| 三、非彩色结构实施中的问题 | 185 |
| 复习思考题 | 189 |
| 第六章 平版晒版原理 | 191 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 第一节 版基表面的粗化处理 | 191 |
| 一、与表面有关的概念 | 192 |
| 二、表面吸附现象 | 195 |
| 三、版基表面的粗化处理 | 196 |
| 四、版面粗化处理的原理 | 198 |
| 五、铝版基的阳极氧化和封孔 | 200 |
| 六、表面粗糙度的检测 | 202 |
| 第二节 重铬酸盐感光胶的感光原理 | 203 |
| 一、重铬酸盐的化学性能 | 203 |
| 二、感光胶高分子应具备的化学结构 | 205 |
| 三、重铬酸盐胶体的感光原理 | 208 |
| 第三节 预涂版的感光原理 | 212 |
| 一、阳图预涂版的感光原理 | 213 |
| 二、阴图预涂版的感光原理 | 217 |
| 三、印版晒深和晒浅的光化学原因分析 | 219 |
| 第四节 图文区域的增感处理 | 222 |
| 一、图文基础的建立 | 223 |
| 二、增感处理的原则 | 225 |
| 三、预涂版的增感处理 | 227 |
| 第五节 空白区域的亲水处理 | 228 |
| 一、亲水处理的原理 | 228 |
| 二、空白区域的亲水作用 | 233 |
| 复习思考题 | 235 |
| 第七章 打样的原理 | 236 |
| 第一节 打样的任务和原理 | 236 |
| 一、打样的任务 | 236 |
| 二、打样的原理 | 237 |
| 第二节 实地密度与色序 | 241 |
| 一、反射密度的基本概念 | 242 |
| 二、确定实地密度的主要因素 | 246 |
| 三、色序 | 247 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 第三节 灰色平衡 | 248 |
| 一、灰色平衡的原理 | 248 |
| 二、彩色与非彩色的转化 | 251 |
| 三、灰色平衡的计算 | 252 |
| 四、灰色平衡在彩色复制中的重要性 | 253 |
| 第四节 网点扩大 | 254 |
| 一、网点扩大的定义 | 255 |
| 二、滚筒包衬的计算 | 255 |
| 三、产生网点扩大的原因分析 | 258 |
| 四、网点扩大对阶调传递的影响 | 260 |
| 第五节 相对反差(K值) | 264 |
| 一、相对反差的定义 | 265 |
| 二、相对反差的计算 | 266 |
| 三、影响相对反差的因素 | 268 |
| 复习思考题 | 270 |
| 第八章 制版质量的管理与检测 | 271 |
| 第一节 质量管理的意义 | 271 |
| 一、产品质量的定义 | 271 |
| 二、质量管理的意义 | 272 |
| 三、制版产品的质量 | 273 |
| 第二节 数据化、规范化及标准化的管理 | 276 |
| 一、工艺数据化 | 276 |
| 二、各工序的主要工艺数据 | 277 |
| 三、操作规范化 | 278 |
| 四、技术标准 | 280 |
| 第三节 质量测控元件及组合 | 282 |
| 一、测控元件 | 283 |
| 二、测控元件的组合 | 287 |
| 第四节 测控条的检测原理 | 288 |
| 一、分辨力的检测 | 288 |
| 二、阶调传递的检测 | 289 |

| | |
|------------------|-----|
| 三、颜色传递的检测 | 290 |
| 四、晒版曝光量的检测 | 291 |
| 五、网点扩大的检测 | 292 |
| 复习思考题 | 293 |
| 参考资料 | 294 |

第一章 照相技术原理

中国是印刷术的发源地。早在 1300 多年前的隋唐时期,中国人就发明了雕版印刷,900 多年前宋朝的毕昇又发明了活字版印刷术。按照今天对印刷的分类,这两种印刷都属于凸版印刷。

平版印刷在凸、凹、平三种印刷中历史最短。出生在布拉格的赛纳菲尔德(Senefelder)于 1798 年发明了石印,开创了平版印刷的先河。但是,促使平版印刷术更快发展的,是在 100 多年前,照相术发明以后,人们把照相复制技术用于印刷,产生照相制版术,从而才使平版印刷术发生了革命性的飞跃。

在西方的教科书里,当谈到照相术的发明和发展历史时,往往把现今镜头成像的光学原理看做是古希腊科学家亚里斯多德(公元前 384~322 年)在公元前 330 年提出的微孔成像原理的继承和发展。这种观点是片面的。早在亚里斯多德之前 100 多年,中国战国前期,杰出的哲学家和科学家墨翟(约公元前 468—376 年)对于曲面镜成像,光线直线传播,光线——物体——影像之间的关系,特别是微孔成像的原理都有细致入微的观察和精辟科学的见解。墨翟的这些思想在《墨经》中都有准确生动的记载。

本世纪在印刷技术方面最伟大的成就之一,就是美国时代发展公司于 50 年代研制出第一台 PDI 电子扫描分色机,自此以后,制版照相术逐渐被电子分色所取代。但是照相分色原理、照相加网原理、照相蒙版颜色校正原理,以及显影、定影原理等,还没有过时。今天的电子分色技术,正是在上述照相工艺原理基础之上而发展起来的。所以,我们学习平版制版工艺原理,仍以照相技术原理为基础,道理就在这里。

第一节 照相光源

一、光源的分类

照相的过程是一个光学影像传递，光化学影像记录的过程。光在这里是作为信息传递和记录的主要媒质而被加以利用的。一切光线都来自光源。可以把光源总地分为自然光源和人造光源两大类。万物生长靠太阳，太阳是人类生活中的最重要的光源。它属于自然光源。太阳光虽然光色很好，也最经济，但它要随着时间、地点、气候的变化而变化，光色和亮度太不稳定，又很难在室内应用。所以自从人类进入到工业化社会以后，随着科学技术的发展，越来越多地使用人造光源。在人造光源中，最重要的是电光源。可以说在现代的照相制版、分色、辨色方面应用的几乎都是电光源。按电光转换的机理，又可以把电光源分为热辐射光源和气体放电光源两大类。热辐射光源如白炽灯、碘钨灯等；气体放电光源的种类比较多，有金属卤素灯、荧光灯、氙灯等。

1. 白炽灯

白炽灯即钨丝灯，是热辐射光源中应用历史最久，最普遍的一种光源。白炽灯的光谱连续性较好，因而显色性好，发光稳定性也不错。但由于它是热辐射光源，温度最高也不能超过 3400 K，因而色温有些偏低，光色发黄。所以在分色、辨色方面，它就不是理想的光源了。

2. 碘〔溴〕钨灯

也称卤钨灯，属于热辐射光源。为了防止钨丝在高温时，向灯泡壁蒸发扩散而过快消耗，在钨丝灯的真空灯泡里，充填少量惰性气体和卤素起一定保护作用，从而可以提高光源的色温，延长灯泡的使用寿命。

3. 荧光灯

俗称日光灯，是一种热阴极低压汞蒸气辐射光源。由于它发

出的光色接近日光而得名。汞蒸气在常温下,能放电产生紫外线。紫外线又激发灯管内壁涂的荧光物质辐射出可见光。所以称荧光灯。这种灯的优点是经济、方便,色温较高,接近太阳光的色温。缺点是发光不稳定,显色性较差,所以只适宜作一般的照明,不宜用作分色辨色光源。

4. 镝灯

金属卤化物灯的一种,也是气体放电光源的一种。在高压汞灯管中,加进碘化镝等金属卤化物,是高压汞灯的改进产品。镝灯的色温也较高,但显色性不是很好,自六十年代问世以后,在照相晒版中开始应用。

5. 弧光灯

又称炭精灯。两根炭精棒在电场中电离产生放电,放电又使电弧区产生高温。所以,这种灯是兼有热辐射和气体放电两种特点的混合辐射光源。弧光灯的色温和显色指数还能满足照相制版的要求,也是照相制版使用历史比较悠久的一种光源。但由于它发光的稳定性较差,又是明火,也不安全,所以在现代制版光源中,日渐少见。

6. 氙灯

高压气体放电光源。氙是一种惰性气体,在高压下,能辐射出强烈的可见光。其发光功率大,亮度高,所以有人造小太阳之称。氙灯又有长弧氙灯、短弧氙灯和脉冲氙灯及频闪氙灯之分。氙灯的色温与太阳光差不多,光谱连续性也较好,所以显色性也好。特别是频闪氙灯,亮度虽高,但灯具温度不高,是现代照相分色比较理想的光源。

二、光源的光谱功率分布

对制版光源性能的要求是比较严格的,比如它的发光效率、显色性、色温、亮度、可靠性、稳定性等等。要了解它的这些性能,并进行评价,首先就要了解光源的光谱功率分布。光源不断地辐射

出光，是要消耗能量的。光源在单位时间里放射出来的能量就是功率。所谓光源的光谱功率分布，就是光源在可见光波的每一处波长上在单位时间里放出的光能量。把这些数字逐点绘制成的曲线图，图的横坐标以纳米(nm)表示可见光的波长，一般从380nm到750nm；图的纵坐标以瓦(w)表示光源的功率。

1. 线光谱

物质的原子在受激状态下，发射的光谱为不连续的一根一根明线，所以称为线光谱，也称原子光谱。线光谱的特点是光量只集中分布在某些特定的波长上。它的光谱功率分布曲线只是在这些波长上的陡直线。

由于线光谱发射的光都是单色光，所以这种光谱的光源一般不宜用作照明，更不能用作辨色光源。

2. 带光谱

由多原子组成的分子在受激状态下，发射的光谱即为带光谱。它的光量分布不是在很窄的波长上，而是在一定波长宽度的区域里，形成一个光量带，如荧光灯某几个波段的光谱。带光谱虽然比线光谱的分布状态要好一些，仍然是不连续的，不能用来做辨色光源。

3. 连续光谱

一般是多种原子组成的分子或较复杂的分子在高温下，处于热辐射状态，发射出来的光谱即为连续光谱，如白炽灯的光谱。连续光谱的特征是，在可见光的所有波长上都发射出光量。它的光谱曲线虽然也有起伏，但不像线光谱那样陡直上下，而是连续地缓慢地变化。一般说来，光谱的连续性越好，它用作照明的显色性能也越好。

4. 混合光谱

由线光谱、带光谱和连续光谱混合在一起的光谱。如氙灯光谱。它的特征是在连续光谱里，有一些陡起的高峰，或者为线状，或者为带状。虽然这些线和带的显色性能不好，但在全部

光谱能量中,它们所占的比重很小,基本上仍可把这种光谱作为连续光谱使用。

三、光源的色温

1. 绝对黑体

在生活中人们有这样的经验,铁块在常温下颜色没什么变化,在 600°C 以下只是发出红外线。但是继续对它加热,当温度超过 800°C 以上时,铁块就会发出可见光,颜色会随温度的升高而由暗红到红,再由红到橙红。这表明,物体随着它的温度的升高,辐射出的电磁波波长的成分也将随之从可见光中长波到短波方向扩展。物体分子由于受热而辐射出电磁波的现象,称为热辐射。热辐射是所有物体的普遍现象。但不同物体会由于物质成分不同,热辐射的光谱亦有所不同。为了研究工作的方便,科学家设想出一种物体,这种物体能把投射到它上面的电磁波全部吸收掉,一点也不反射出来。所以称这种物体为绝对黑体。同时,绝对黑体还具有另一种性能,即它受热辐射的光谱颜色只与它的温度有关,而与它是什么物质成分无关。显然,绝对黑体实际上是不存在的。它只不过是一个理想化了的假设物体。绝对黑体的辐射能力与温度的关系可用普朗克辐射定律表示:

$$M_e(\lambda, T) = C_1 \lambda^{-5} (e^{c_2/\lambda T} - 1)^{-1} W/m^3$$

式中 T 为黑体的绝对温度 (K); λ 为辐射波长; e 为自然对数的底数; C_1 C_2 为辐射常数。 $C_1 = 3.74150 \times 10^{-16}$; $C_2 = 1.4338 \times 10^{-2}$

普朗克定律表明,在一定温度 T 时,绝对黑体在每一个确定的波长 λ 上,对应一定的辐射光量 M_e 。也就是说,辐射光量 M_e 随温度 T 和波长 λ 的变化而变化。

根据普朗克辐射定律绘制的黑体辐射相对光谱功率分布如图 1—1。从图中不同温度下辐射的光谱相对功率分布可以看出,当温度在 $3000 \sim 4000\text{K}$ 时,光谱分布偏重在可见光谱的红光波段。当温度在 $5000 \sim 6000\text{K}$ 时,辐射能量在整个 $400 \sim 700\text{nm}$ 的分布

比较平衡，所以这时的光色接近白色。当温度高达 7000~8000K

时，光谱分布又偏重于蓝紫波段。绝对黑体在一定温度下的光谱功率分布对应于色品图上的一定颜色。

2. 光源的色温

当某一光源的光色在色品图上与绝对黑体在某一温度 T 时辐射的光色相同时，绝对黑体的这一温度 T 即该光源的色温。

由于光源的光色与黑体的绝对温度有一一对应的关系，所以用绝对黑体的温度来标示光源的光色，比用色度更方便一些。

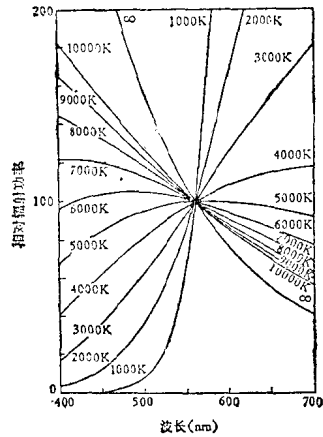


图 1—1 黑体辐射相对光谱功率分布曲线

的颜色首先是由光源来决定的。如果光源的色温偏低，如白炽灯的色温在 3200K，在这种光源下来观察蓝色物体的颜色会比在日光下观察的颜色深暗一些。同一个物体在不同色温的光源下，会显示出不同的颜色。即光源不仅以光的形式参与了物体颜色的计算，它本身的光色也同时以色的面貌给物体色以影响。所以对颜色观察和计量要求比较高的印刷业，对光源本身色貌的定量表示——色温比较重视是当然的了。

3. 色温在色品图上的轨迹

根据图 1—1 黑体辐射相对光谱功率曲线，计算出在不同温度下，光源本身的

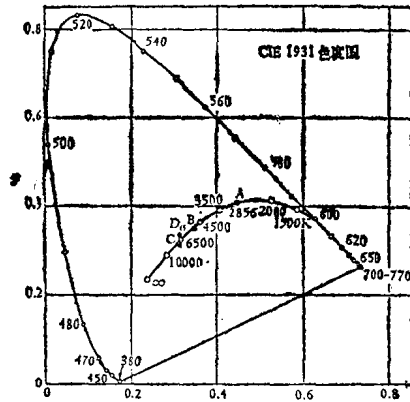


图 1—2 在色品图上普郎克轨迹