

彩色电视技术

安徽大学

无线电系电视教学组编

一九七六年元月

彩色电视技术

(第二次刻印)

无线电系电视教学组

毛主席语录

务，教育必须为无产阶级政治服务。

民和社会主义祖国人民。

一过定世界中要界国在先进人民远水有的平志行。气来，有赶上能力和超

真献中国应当对于人类有较大的

古为今用，洋为中用。

要自学，靠自己学。

要什是大自？学已生研，究尤向其题是，高讲年那级么多，主干

前

言

在当前教育革命的大好形势下，为了搞好开门办学，结合典型产品组织教学，我们先后在北京电视设备厂，天津长城无线电^厂等厂向工人阶级学习，向实践学习，编写了这本讲义。对于彩色电视的一些重要原理，力求结合实际电路加以说明。第三章是结合北京电视设备厂生产的彩色电视中心设备写的，第四章是结合天津长城无线电厂生产的电视接收机写的。在此，仅向这些厂和清华大学，天津大学等一些兄弟院校的同志们表示衷心的感谢！

由于我们的水平很低，尤其是实践经验十分缺乏，错误一定很多，不妥之处希法同志们纠正。

《彩色电视技术》

目 录

绪 言

0-1-3

第一章 光度和色度学基础

§1.1 光流和光量度

1-1

§1.2 色度学和色度量

1-7

§1.3 显象基色的选择

1-11

第二章 彩色电视显象管和氧化铅摄像管

§2.1 彩色显象管

2-1

2.1.1 荫罩式彩色显象管

2-2

2.1.2 单枕三束彩色显象管

2-4

2.1.3 彩色显象管的生产工艺

2-6

2.1.4 高亮度彩色显象管

2-8

§2.2 氧化铅摄像管

2-10

2.2.1 结构和原理

2-11

2.2.2 纹影产生的物理过程

2-12

2.2.3 特性

2-13

第三章

彩色全电视信号的编码和传送

§ 3.1	兼容性问题	3-1
3.1.1	兼容性的必备条件	3-1
3.1.2	太仆和着色原理	3-2
3.1.3	频谱交错原理	3-3
§ 3.2	传输信号的选择	3-5
3.2.1 *	对传输特性的要求	3-6
3.2.2	亮度信号	3-8
3.2.3	色差信号	3-9
3.2.4	亮度和色差信号的产生	3-9
3.2.5	彩条的亮度和色差信号波形	3-11
§ 3.3	NTSC 调制技术	3-13
3.3.1	平衡调制	3-13
3.3.2	环形调制器的实际电路	3-18
3.3.3	正交平衡调制	3-21
3.3.4	彩色视频信号的特点和矢量图	3-22
§ 3.4	PAL 调制技术	3-27
3.4.1	微分相位的改善	3-28

3.4.2	单边带交叉串色的消除	3-31
3.4.3	多经回波干扰的消除	3-32
§ 3.5	付载频的选择和产生	3-34
3.5.1	付载频的选择	3-34
3.5.2	付载频的产生	3-38
§ 3.6	色同步信号	3-40
3.6.1	色同步信号的作用	3-40
3.6.2	色同步信号的产生	3-43
§ 3.7*	彩色发射机的特点	3-45

第四章

彩色电视接收机电路

§ 4.1	概論	4-1
4.1.1	彩色接收机的组成和特点	4-1
4.1.2	<u>解码制概述</u> <u>PAL-D</u>	4-2
§ 4.2	延时介调	4-4
4.2.1	原理	4-4
4.2.2	电路分析	4-8
§ 4.3	同步检波	4-9
4.3.1	原理	4-9

4.3.2	电路分析	4-13
§ 4.4	付载波再生电路	4-14
4.4.1	色同步选通放大电路	4-15
4.4.2	付载频锁相环路	4-16
4.4.3	电路分析	4-20
§ 4.5	倒相识别电路和其它色仪道附属电路	4-21
4.5.1	倒相仪号的形成和选放	4-21
4.5.2	识别电路	
4.5.3	PAL开关	4-24
4.5.4	消色回电路	4-25
4.5.5	ACC电路	4-25
§ 4.6	色度仪道的调测*	4-26
§ 4.7	视放电路	4-30
4.7.1	亮度仪道	4-30
4.7.2	矩阵解码电路	4-30
4.7.3	消隐电路	4-35
§ 4.8	会聚电路	4-35
4.8.1	静会聚	4-35

4.8.2	动会聚原理	4-38
4.8.3	动会聚电路分析	4-45
§4.9	枕形失真校正电路	4-49
§4.10	电子调谐电路	4-52
4.10.1	输入电路	4-54
4.10.2	高放级	4-55
4.10.3	本振级	4-55
4.10.4	混频级	4-56

第五章 彩色电视的制式

§5.1	概论	5-1
§5.2	NTSC制	5-2
§5.3	SECAM制	5-4
§5.4	三种制式的比较	5-10
§5.5	换相制	5-12

附录一	CIE国际彩色制	6-1
§1	配色实验	6-1
§2	标准色度图和混色曲线	6-3
§3	显像基色	6-6

附录二	我国彩色电视暂行制式的技术标准	6-7
-----	-----------------	-----

附录三	国产编码器和彩色同步机部分电路	6-17
-----	-----------------	------

附录四	彩色电视接收机技术标准	6-18
-----	-------------	------

附录五	834机电原理图详细方框图液形图	6-20
-----	------------------	------

緒 言

伟大领袖毛主席教导我们：“努力办好广播，为全中国人民和全世界人民服务。”彩色电视是宣传战无不胜的马克思主义，毛泽东思想，进行思想和政治路线方面的教育的有力武器。通过彩色电视，全国工农兵群众可以亲眼看到我们日思夜念的毛主席红光满面，非常健康的光辉形象，学习革命样板戏中光彩照人的无产阶级英雄的优秀品质，产生祖国社会主义建设气象日新，万紫千红的壮丽情景。随着革命和建设的不断发展，彩色电视也将成为推动阶级斗争，生产斗争和科学试验三大革命运动，实现四个现代化的重要手段之一。

“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”以前刘少奇、林彪一伙推行反革命的修正主义路线，他们反对统一规划，破坏军民结合，扼杀地方组织积极性，迫使早在六十年代初期就已开展的彩色电视研制工作下马。无产阶级文化大革命和批林整风，批林批孔运动的深入发展，摧毁了这两个资产阶级司令部，彩色电视也排除了他们的干扰，毛主席的革命路线得到了更好的贯彻，短短几年从无到有，走过了资本主义国家十几年，甚至几十年的路程。

我国彩色电视事业的迅速发展，是毛主席“独立自主、自力更生”革命路线的胜利，是我国工人、干部、技术人员在党的领导下英勇奋战的结果。天津一位工人老师傅，有一天他孩子不幸被汽车撞伤，伤势很重。人们劝他回家护理，但他想到为毛主席争光，早日让全国人民在彩色电视中看到毛主席的光辉形象，毅然决然地说：“我的孩子有人民医生护理，比我更好”，坚决不下战场，一直加班到第二天早上。就是凭着这样的战斗精神，彩电会战以来的几年中，我国已进行了近四十种制式方案的试验，并在此基础上，1972年确定了我国彩色电视的暂行制式——逐行倒相正交平衡调幅制，即PAL制。最近天津大学又提出了一种新的制式——逐行倒相制。彩色电视的科学研究工作也正在蓬勃发展。北京、天津、上海、四川的彩色电视台相继试播，试播设备基本上是我国的。从北京通过微波中继，成功地向天津、上海、广州试播了彩色电视节目。

彩色技术的发展，在三个方面资本主义国家是花了大量时间进行

的。如从1928年英国人拜德(Baird)最初提出彩色电视方案算起，迄今已46年了。美国1940年第一次进行场顺序制(CBS)实验播送，也有34年了。但它直到1954年才正式采用它现在的NTSC制式。而比较先进的PAL制，则是西德特律凡根实验室提出，1967年才被西德和英国采用的。回顾这段历史，再看，我国能在这样短短几年时间内迎头赶上，就充分地说明了我国社会主义制度的优越性，说明无产阶级文化大革命对^农工农业生产 and 科学技术的巨大推动力。

由于大家在本课程之前已学过“电视接收技术”和“电视发送”课程，所以，这里只结合北京电视设备厂生产的彩色电视试播设备和天津无线电厂、长城无线电厂生产的彩色接收机，讲一些彩色电视特殊的问题，而和黑白电视差不多的部分，就不赘述了。希望广大工农兵学员，充分发挥上、管、改作用，在参加本课程的教学活动中，对错误和不当之处提出批评。

*) 见天津大学学报1974年第一期：“相位逐行对换的正交平衡调制制”等两篇文章

※

※

※

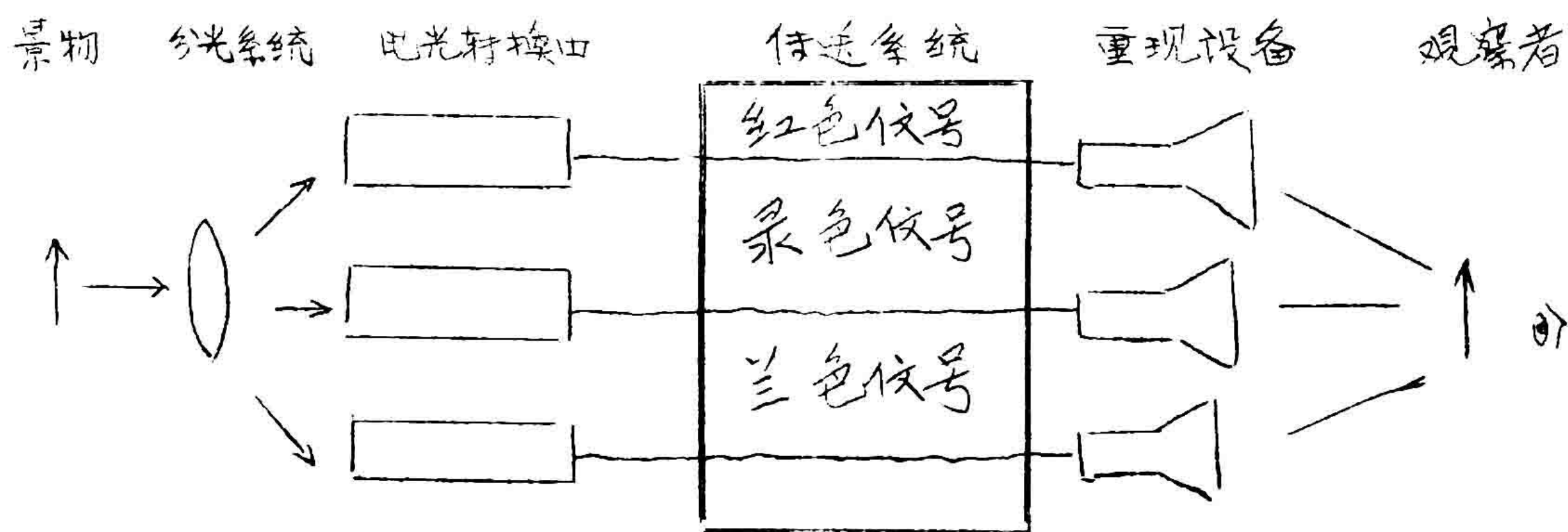
在绪言的第二部分，我们在黑白电视传输图像的基础上再讲一下彩色电视是如何传输和重现彩色景物的这一问题，以帮助大家建立彩色电视的概念。我们先来回忆一下黑白电视传输活动的概念是怎样建立起来的。活动的黑白景物，各点的亮度既随它在空间的位置不同而不同，也随时间的变化而有差异。为了传递和重现这样一个随时间和空间不断变化的亮度信息，我们是采用电子束扫描的办法，好像画着两支画笔，同时把步调一致地在景物和显像管的屏幕上移动，使每一点(像素)在任何时刻的深浅程度一致。这样，由于电子束亮度相应变化，荧光屏上每一点的亮度在任何时刻都与景物对应。逐点、逐行、逐帧地扫描时，其强度就是由一个仅随时间而变化的单值函数控制的，这单值是图像信号。这样就能将景物的亮度信息编成一个信号，在一个通道中传送。

在彩色电视中，情况就更复杂些。这时重现图像和原来的景物完全一样，也是彩色的。因此，一个活动的彩色图像，每一

了像素不仅其亮度随空间和时间而变，色彩也在不断变化，彩色电视要想逼真地重现彩色景象，不仅要把亮度，而且要把色彩信号也传送出去。

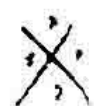
自然界的色彩万紫千红，五彩缤纷，我们不可能将每一种色彩的变化都编成一个信号，用一个通道传送。于是就利用人们通常都知道的一种办法，正如我们绘水彩画一样，这无限多种颜色可用几种颜色配出来。实际中，选用三种恰当红，绿，兰三种基本颜色叫做“三基色”，可以配出日常生活常见的各种色彩来。因此问题简化为红，绿，兰三个信号。这样在技术上就是可行的了。采用黑白电视同样的电子束扫描的方法，具体做起来稍微更复杂一些，就可以实现彩色电视了。

为了具体起见，我们举出彩色电视基本装置来加以说明。这种装置的示意图如下：



传送彩色电视的基本装置

被传送的彩色景物，由分光系统分成红，绿，兰三幅画面，通过分别对这三色敏感的电-光转换系统（摄像管）变成代表三色的电信号。这三个信号以一定的方式由传送系统送到接收端，由重显设备（显象管）重现出三色画面。举一个形象的例子，比如由蓝天，红旗，绿草地组成彩色景物，由分光系统分成红，绿，兰三幅画面。这就是：红画面上只有红旗，绿画面上只有草地，兰画面上只有蓝天。它们通过传送系统后又分别在重显设备上重现。通过一定的办法（例如，使用特制的彩色显象管）就可以把这三色画面再混合起来，使原来的彩色景物在接收端重现。



学习本课程的主要参考资料有：

一、天津大学编译：“彩色电视技术”

二、G. H. Hutson: "Colour Television Theory

PAL — system principles and Receiver

《无线电通讯》编辑部译

circuitry" (彩色电视技术 PAL制原理及接收机电路)

三、“彩色电视(上)·(下)” (译文集)、国防工业出版社

四、T R — カラーテレビの原理、調整と修理 (日: 冬木庆司)

晶体管彩色电视机的原理、调整和修理、安徽大学无线电译)

五、无线电技术741—4期 “彩色电视” (许中明)

第一章 光度和色度学基础

和黑白电视一样，彩色电视也是首先在摄像系统中，将代表被传递景物的光信号变成电信号，经光发送、接收，最后在显象管的荧光屏上，又由电信号复原为原来的景物。所不同的只是荧光屏上再现的景物是彩色的，因此更加逼真。在人的认识第一阶段，“无数客观外界的现象通过人眼、耳、鼻、舌、身这五个官能，反映到自己的头脑中来。”自然界或荧光屏上的彩色景物，就是通过光线作用于我们的眼睛这个官能，并由视神经传递于大脑产生印象的。因此，在学习彩色电视原理之前，必须有一定的光度和色度的基本知识，以便理解下面就要讲解到的关于彩色电视信号的编码、解码和正确再现彩色电视画面的条件等一些重要内容。

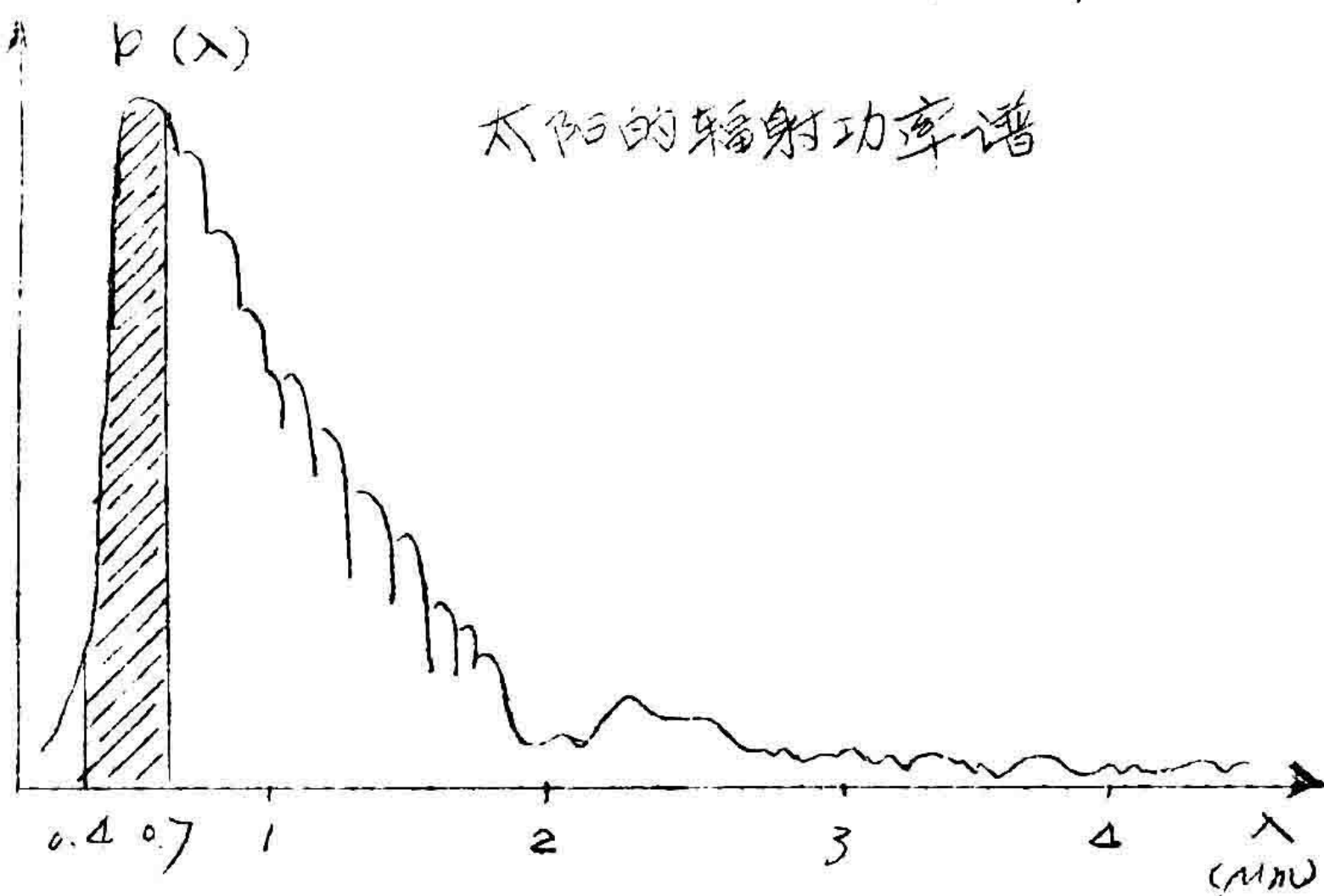
§ 1.1 光度和光量度

人们长期的实践证明，光如同无线电波一样，也是电磁波。所不同的是波长较短，频率较高。可见光和无线电波在性质上也有所不同。可见光的波长范围在380—780毫微米之间（频率

8 — 4×10^8 兆赫)，随着波长由长到短，大致可分成红，橙，黄，绿，青，兰，紫七色。

我们大家都有这样的经验：一个有色物体，在不同光照下所呈现的颜色不同。例如，阳光下绿色的树叶，在红光下几乎变成黑色；晚上在油灯下分不清浅黄和白色等。舞台上为了取得良好的艺术感染力，就必须精细地设计灯光照明（例如在革命现代京剧《白毛女》中，大春等山洞里找到喜儿后，洞外顿时阳光灿烂，映红了整个山洞）。任何一种光流，都不过是光和热的辐射体，它的能量分布在不同的波长上，而任何一种本身不发光的物体，都是将光流的一部分光反射到我们眼中，才使我们感到它呈现某种颜色。可以说，没有光就没有色，所以彩色电视要不失真地传递彩色景物，必须首先选择和规定光流。

“万物生长靠太阳”。太阳是照亮大自然的光流。当它从东方升起的时候，是一轮红日；到早上八、九点钟就已金光闪闪；正午时分，白日当空，光芒万丈。实际上，它的辐射功率范围极广，正如图1-1所示，结果将随季节、气候以及早、中、晚而不同。一种典型的实测曲线如图1-1所示。其中只有0.4~0.7微米的一段是可见光。由紫到红大致可分为七色。



任何一种热体都是辐射体。当温度不同时，辐射功率谱也不同，颜色也有变化。例如我们通常用的电灯，泡中钨丝的温度通常为 $2400^{\circ}\text{K} \sim 2600^{\circ}\text{K}$ ，充氙或氪等惰性气体时，可达 $2800^{\circ} \sim 3500^{\circ}\text{K}$ 。它们的辐射光谱如图1-2所示。温度辐射体的光谱分布主要决定于热体的温度而与其材料本身的关係较小，温度升高时产生较多的红光，而在温度升高过程中，最大辐射则向蓝色区域移动（太阳光）。

为了比较光流和颜色，常用相同面积个布以绝对黑体（即对光完全吸收的理想黑体）的温度来比拟，叫做“色温”，以绝对温

度“K”表示。
例如阳光的色温，早晨为 2000°K ，颜色偏红；上午10点和下午4点相当于 4800°K ；正午接近 6000°K 。应该说，热光源的实际温度比色温通常稍低一些。

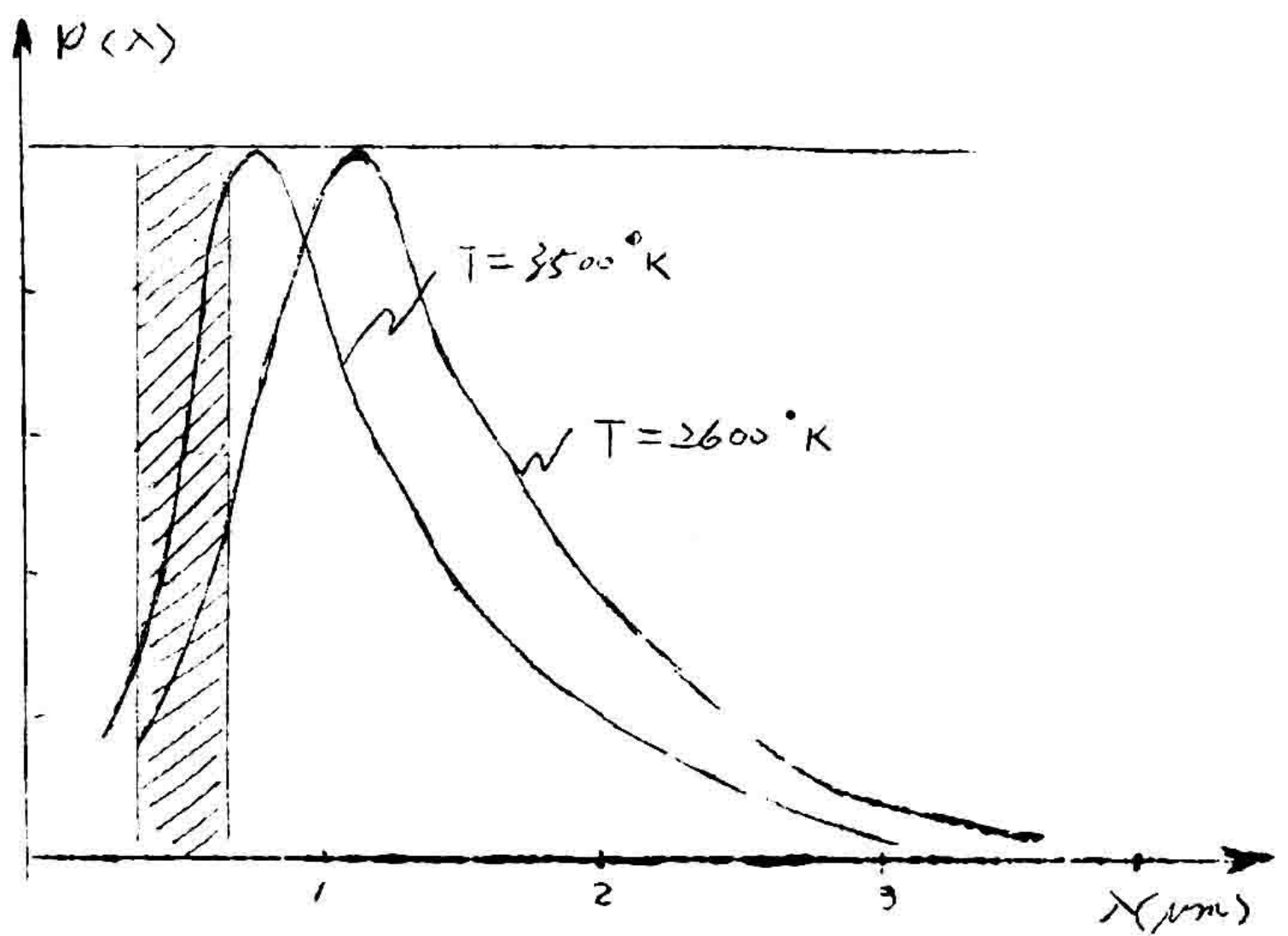


图 1-2 电灯的辐射波谱

为了便于比较，国际上曾经规定了几种标准“白色”光流，比如A白，C白，E白等。它们的光谱分布如图 1-3。三种白光叫做“等能量白”，即所有波长上的辐射都相同，其光量按波长的分布，与人眼的视觉函数完全相同，这是一种实际上不易实现的供计标用的理想“光流”。A白是色温 2854°K 的充气钨丝灯，C白（天然光）色温 6000°K ，可用一个液体滤色皿（内盛液体的玻璃器皿）加在A白前仿造。

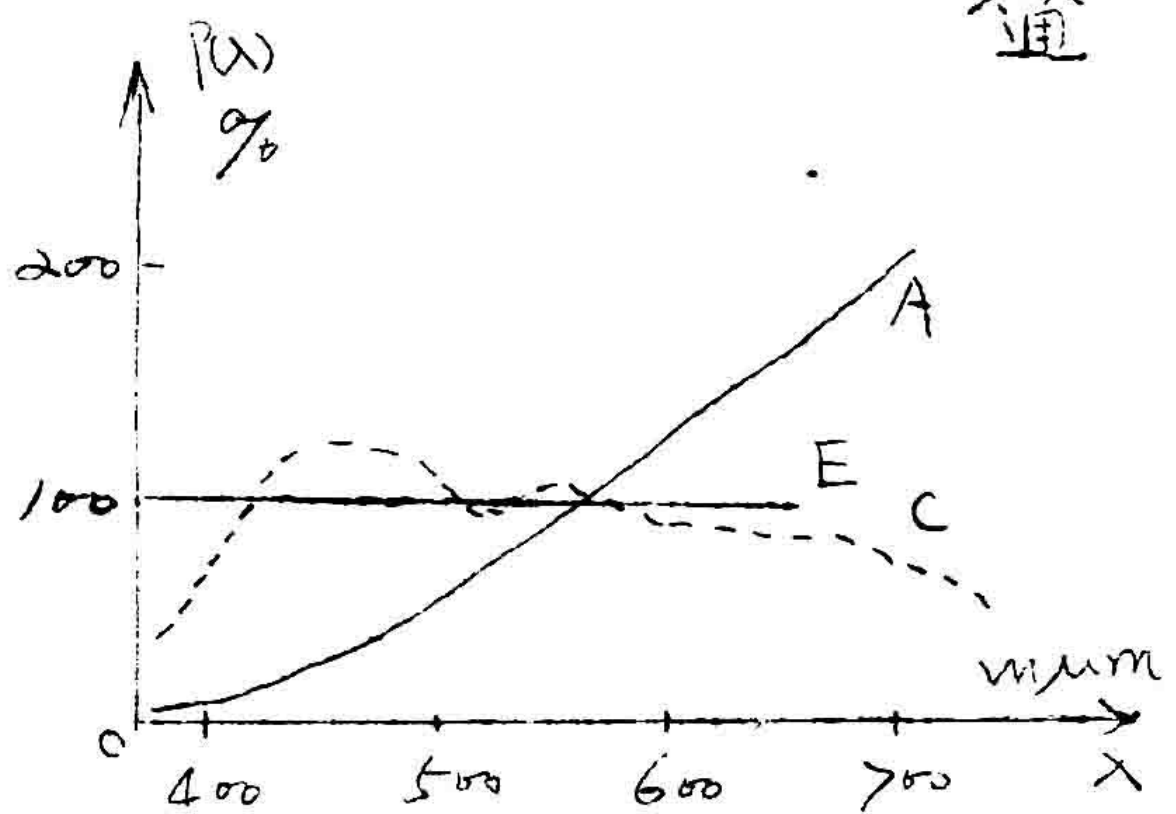


图 1-3 A、C、E 种白光谱

光度学研究光能量的定量特性。这里只是举其中几个重要的量。

一、光通量

观察太阳光谱时发现，人眼感到不同波长的各个光谱色的亮度是不同的。在辐射能量相同而颜色（波长）不同光中，波长为 555nm 的绿光最亮，而其它的光却没有那么亮。后来，对于大多数正常人在明亮环境中的视觉情况进行测定，得到一个平均视觉曲线，或称光谱灵敏度（亮度）函数 $V(\lambda)$ （图 1-4）。

这个函数表明 $V(\lambda)$
 , 当各个波长 10-
 区域内都具有
 相等的辐射能
 量时, 人眼是
 按怎样的比例来^{0.5-}
 衡量各光谱色
 的亮度的, 自
 然也表明, 在
 可见光范围以
 外, 人眼的响
 应为零, 这时

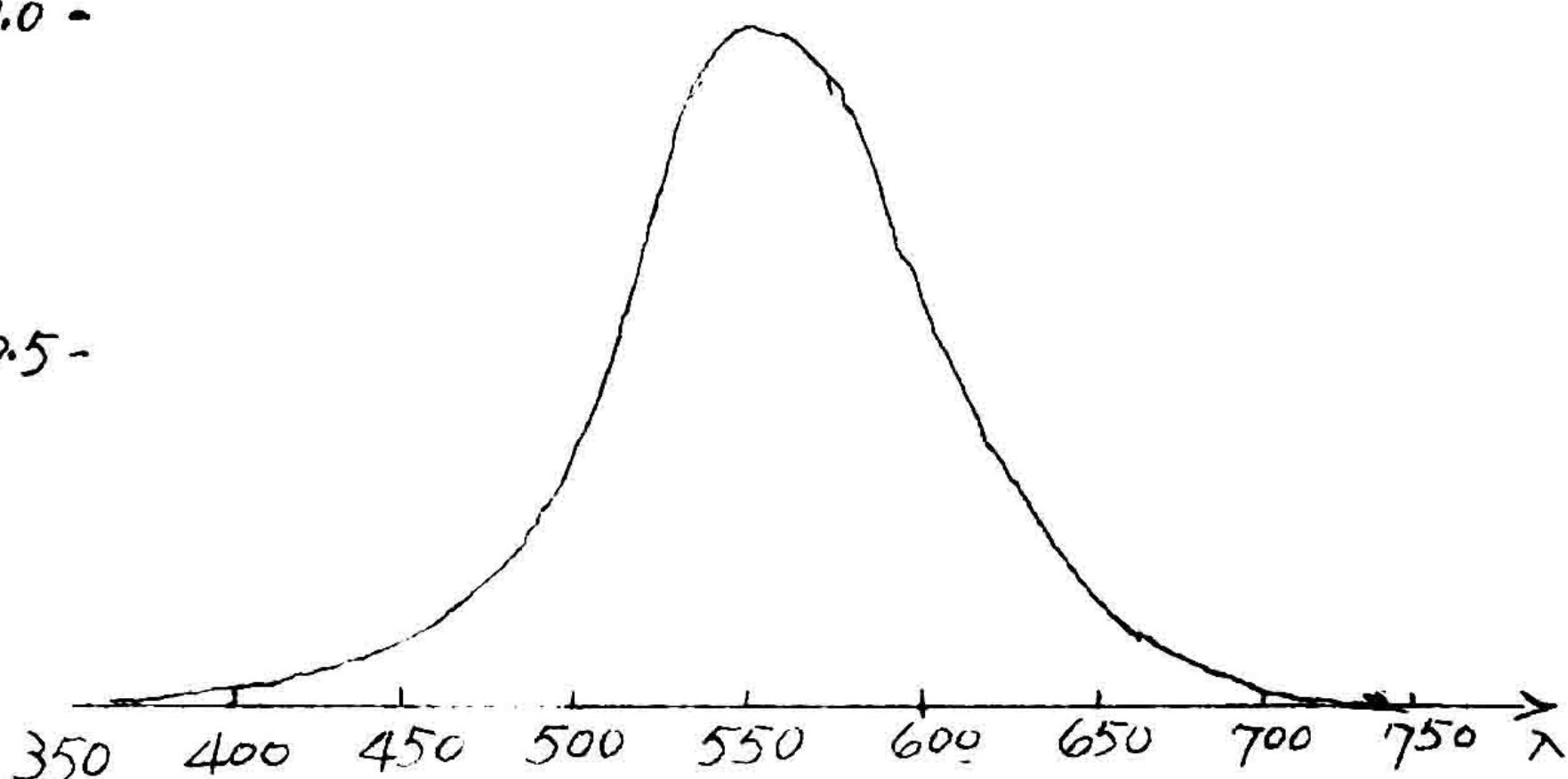


图 1-4 视见函数 (m/m)

辐射能量再大, 对于人眼来说, 也是“不可见”的。

通常用“光通量”表示眼的视觉强度。对于波长为 λ 的单位光, 如果其辐射能量为 P_λ , 则其光通量定义为:

$$F_\lambda = L P_\lambda \cdot V(\lambda) \quad (1-1)$$

式中 L 为比例系数。

可见光是眼睛对各波长辐射能反映的总和。若光流的辐射谱为 $P(\lambda, T)$, 即在 λ 到 $\lambda + d\lambda$ 的波长范围内 $P_\lambda = P(\lambda, T) d\lambda$, 则由上式, 该范围内的光通量为: $dF = L [P(\lambda, T) d\lambda] V(\lambda)$ 其中 T 为辐射温度。所以, 光流可见光的总量, 即光流光通量 F , 可以表示为:

$$F = L \int_{\lambda=400}^{\lambda=700} P(\lambda, T) V(\lambda) d\lambda \quad (1.2)$$

光通量的单位叫做流明, 国际照明协会 (CIE) 规定, 黑体在铂的凝固温度 $T = 2046.6^\circ$ 时从 5.305×10^{-3} 平方厘米面积上辐射的光通量为 1 流明, 这样求得常数 $L = 680$ 流明/瓦特。

当 $\lambda_0 = 555$ 毫微米时, $V(\lambda) = 1$, 如 $P_\lambda = 1$ 瓦代入 (1.1) 式, 得 $F = 680$ 流明, 即是, 对于 $\lambda_0 = 555$ 毫微米的光流, 1 瓦辐射功率相当于 680 流明。几种常用光流发出的光通量和发光效率列于表 1-1

表 1-1

光 源	光输出 流明	发光效率 流明/瓦	光 源	光输出 流明	发光效率 流明/瓦
40 瓦钨丝灯	465	11.7	40 瓦日光灯	2100	52.5
100 〃	1630	16.3	1000 瓦水银灯	32000	32
1000 〃	21500	21.5	1000 瓦氙灯	28000	28

二、光强

衡量光流强弱的量是光强，它表示单位立体角内的光通量

$$I(\omega) = \frac{dF}{d\omega} \quad (1.3)$$

所谓立体角就是指由球心射向球面面积 dA 上的锥体角，设球半径为 R ，则这一立体角 $d\omega = \frac{1}{R^2} dA$ 。因为整个球面的面积为 $4\pi R^2$ ，故整个立体空间对应的立体角为 4π [立体弧度]

由 (1.3) 式，光流的总光通量为 $F = \int I(\omega) d\omega$ (1.4)

如光流是点光源，则其光强是四面八方均匀辐射的，这时 (1.3) 式变为

$$I = \frac{F}{4\pi}, \text{ 或 } F = 4\pi I \quad (1.5)$$

式中 F 为光流总光通量，

光强的单位叫烛光，一烛光表示单位立体角内辐射一流明的光通量。

对于具有散射表面的光源，光只在半球空间辐射，这时光强的分布近于余弦规律，即：

$$I_\alpha = I_n \cos \alpha \quad (1.6)$$

式中 I_n 是发光面法线方向的光强， α 是任意方向与法线的夹角

利用 (1.4) 式，可求得，

$$F = \pi I_n \quad (1.7)$$

三、光流的亮度

如果我们从某角度 α 看发光面 S (例如显象管的萤光屏) 时，如图 1-5 所见亮度 B 自然与光强 I_α 及视在面积 $S \cos \alpha$ 成反比，即

$$B = \frac{I_\alpha}{S \cdot \cos \alpha} \quad (1.8)$$

如果发光面是理想的散射面，即光强按 (1.6) 式的余弦规律，则有

$$B = \frac{I_n}{S} \quad (1.9)$$

即散射面的亮度与方向无关例如我们看电视画面时，从各个角度看其亮度都是一样的。

亮度的单位叫熙提，一个熙提等于一平方厘米的发光面，

1-5

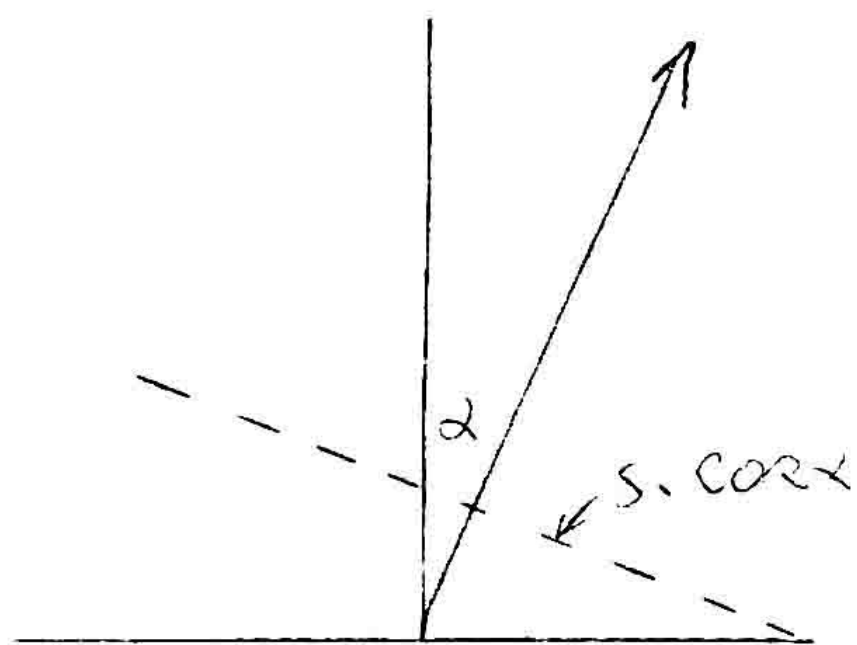


图 1-5