



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

色彩与调色

程玉光 高月敏 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

色彩与调色

程玉光 高月敏 主编
商 岳 邹立禹 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参考有关行业岗位技能鉴定标准编写的。

本书共分4章,包括色彩学理论、色彩与汽车、调色基础、人工微调等内容。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车涂装行业从业人员的岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

色彩与调色/程玉光等主编. —北京:高等教育出版社,2006.7

ISBN 7-04-019472-4

I. 色... II. 程... III. ①色彩学-专业学校-教材②配色-专业学校-教材 IV. J063

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第052613号

策划编辑 李新宇 责任编辑 李京平 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 胡晓琪 责任印制 宋克学

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landrao.com
印刷	北京凌奇印刷有限责任公司		http://www.landrao.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开本	787×1092 1/16	版次	2006年7月第1版
印张	7	印次	2006年7月第1次印刷
字数	160 000	定价	16.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19472-00

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出汽车运用与维修专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 教材中各知识单元和技能模块都尽可能围绕与汽车紧密相关的案例来展开讲解。首先激发学生的兴趣,争取让学生每学习一个模块就掌握一项实际的技能。知识点以必需、够用为度。
4. 教材根据学习内容编写技能训练和考核项目,及时帮助学生强化所学知识和技能,缩短了理论与实践教学之间的距离;内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 有关操作训练和实训,参照国家职业资格认证标准或岗位技能考核标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确、直观、实用、可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息及配套教学资源,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2006年4月

前 言

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参考有关行业岗位技能鉴定标准编写的。

本书是在职业学校与维修企业的协作、专业教师与高级技师的合作下共同完成的,编写中力求做到以下几点:

1. 依据当前汽车维修企业车身涂装中调漆岗位核心技能的实际需要,以多数学生的实际接受能力为度,主要阐述了相关色彩学基础理论、色彩与汽车、调色基础及如何进行人工微调的实际操作技能,而不只是深入阐述理论内容;文字上更力求简洁、通俗,尽量接近学生的认知水平和习惯。

2. 以学校能够达到的实训设备条件及一般维修企业的生产实际为基础设立实训项目,其目的是使学生掌握调色的基本技能,实训方案具有可操作性。

3. 主要阐述当前国内先进的汽车涂装作业中调漆岗位的核心技能,既使学生能看得进去,同时又易于教学使用。

4. 教材以学生的实际接受能力为依据,注重实际操作,前面章节对理论内容有一定的深入阐述,但重点是理论与实际的联系和实训项目的可操作性。

5. 通过学习本教材,使学生能够掌握一定的色彩学理论及色彩在修补涂装中的应用,经一定的生产实践磨炼后,能够独立进行车身修补涂装过程的调漆操作。

本教材适应总课时为70学时左右的教学,其中设置5个实训项目,占32学时左右,学时方案建议如下表,供参考。

章节	课程内容	学 时 数		
		讲授	实训	合计
第一章	色彩学理论	16	2	18
第二章	色彩与汽车	6	2	8
第三章	调色基础	10	16	26
第四章	人工微调	6	12	18

本书由北京市交通学校汽车涂装与整形教研室编写,程玉光、高月敏担任主编,北京市交通学校李新起、吴复宇、王怡南、刘来红、郑毅等参编。在编写过程中,北京雅亮汽车漆涂装工程顾问有限公司的技术人员提供了很多宝贵意见。

教育部聘请商岳、邹立禹审阅了本书,他们对书稿提出了许多宝贵的修改意见,为提高本书

的质量起到很好的作用,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者学识和水平有限,不足之处在所难免,敬请批评指正。

编者
2006年4月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

绪论	1	复习思考题	57
第一章 色彩学理论	2	第三章 调色基础	58
第一节 光和光谱色	2	第一节 调色概论	58
第二节 视觉与颜色	5	第二节 调色设备及工具	60
第三节 物体的颜色	12	第三节 调色的程序	65
第四节 颜色的属性	16	第四节 金属漆概述	69
第五节 颜色合成	20	复习思考题	81
第六节 颜色的表示方法	29	第四章 人工微调	83
复习思考题	39	第一节 调色规则	83
第二章 色彩与汽车	41	第二节 色母的特性	89
第一节 色彩配合	41	第三节 人工微调的顺序及注意 事项	98
第二节 汽车与色彩	46	复习思考题	100
第三节 比色和测色	50	参考文献	102
第四节 色差	54		

绪 论

随着时代的发展,国内外汽车的品牌日益增多,而颜色更是五彩缤纷,可见色彩与汽车联系十分密切。按色彩理论运用色彩,可以赋予汽车生动的艺术形象。

色彩理论是建立在物理光学、视觉生理学、视觉心理学以及美学等学科基础上的综合性科学。掌握色彩理论是为了运用这一理论揭示色彩本质,阐明正常人的颜色视觉规律,正确分析颜色、合理运用颜色。

用色基本上可分为技术性用色和艺术性用色两类。用色度学原理去测量颜色、复制颜色以及色料,如彩色胶卷、彩色电视机、印染、印刷、涂料等各种工业用色都可算做技术性用色,其目的在于生产,本身没有多大艺术价值。艺术性用色的目的是为了装饰美化环境,陶冶人们的情操,如绘画、装饰等一类用色,它通过平面或立体造型,给人带来美的享受,着重解决艺术效果问题,和艺术是分不开的。汽车涂装中的用色主要属于艺术性用色,需要通过色彩烘托车身造型,使汽车具有艺术性,激起人们的购买欲望。

对于汽车制造涂装,其重点是根据色彩理论进行色彩设计,涂料厂根据汽车厂提出的色板或技术条件成批生产涂料。

对于修理涂装来说,首先要研究设计意图,了解所用涂料的特性,分析色彩构成及车身颜色编号等内容,然后分析被修理部分原来涂层表面颜色的色调、明度和彩度,达到无痕修补。

本书主要讨论修理涂装中的调色。调配准确色调的关键在于掌握其特性,一种真正有效的方法叫做“与颜色语言交流”,在调色时加上语言描述。比如我们在处理一个明亮的红色调时,如果我们只是用双眼来看色调,所留给我们的只是红色的印象,但若我们加上语言,马上会有更多资料传到我们的大脑,这样透过我们的眼睛和耳朵,我们开始领悟到的就不只是红色了,另外还有明度和饱和度;然后再借助色轮海报选择调配的色母。



学习目标

1. 了解色彩学与汽车的紧密联系
2. 掌握影响颜色的三大要素及颜色的表示方法
3. 熟练掌握颜色的三个属性
4. 熟练掌握颜色合成
5. 熟练掌握颜色的表示方法

第一节 光和光谱色

光是产生颜色的首要条件,有光才有颜色。

一、光

1. 基本概念

所谓光就是能够在人的视觉系统上引起明亮的颜色感觉的电磁辐射。所以,人们必须凭借光,才能看到物体的颜色。

宇宙间能够发光的物体叫做光源,如太阳、电灯,燃烧着的蜡烛等都是光源。

光波介入人的视觉有三种方式:直射、反射、透射,见图1-1。

直射:是指光源直接进入视觉器官。直射光在传播过程中不受外界干扰,保持光源本色。

反射:当光源发出的光波投射到物体表面后,一部分被物体吸收,另一部分被反射,反射是指被反射的光波进入视觉器官。

透射:是指光源完全穿透物体后进入视觉器官。

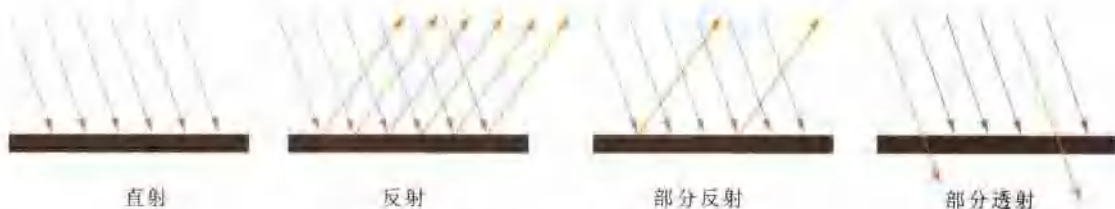


图1-1 光波介入人的视觉的一种方式

2. 光的本性

光在任何一种介质里总是沿直线传播的,光具有反射、折射、干涉、衍射等特性。那么,光的本性是什么呢?

19世纪60年代,英国物理学家麦克斯韦提出了光是一种电磁波的理论;1888年赫兹用实验证实了电磁波的存在,并证明了电磁波也跟光波一样具有反射、折射、干涉、衍射等特性。

1905年,爱因斯坦在普朗克黑体辐射的量子理论假设的基础上,提出了关于光的本质的另一个学说,即“光的量子学说”。该学说认为“光是由光源辐射出的一粒一粒的,不连续的微波动着的微粒流”。这些光粒子,就是电磁场的量子或光量子,简称光子,每个光子都是光波的最小单元,都具有一定的能量。

关于光的本性的这两种学说是相辅相成的,说明光具有波粒二象性。

3. 可见光

从物理学意义上讲,光是在一定波长范围内的一种电磁辐射,它们有着各自不同的波长和振幅。电磁辐射的波长范围很大,从最短的宇宙线($10^{-14} \sim 10^{-15} \text{ m}$)到最长的交流电(数千千米),其中只有一个很窄的波段(380~780 nm)能够作用于我们的眼睛并引起视觉,通常叫做可见光。可见光谱波长范围见图1-2。在可见光波范围外还存在着看不见的红外线和紫外线。

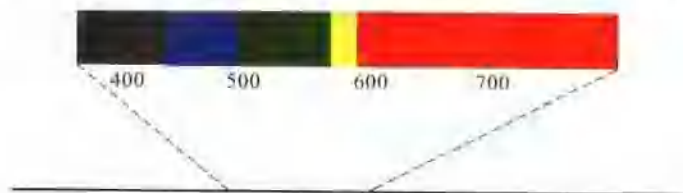


图1-2 可见光谱波长范围(nm)

1800年,英国物理学家赫谢耳发现红外线具有热作用,所以可以利用红外线来加热物质,烘干涂层等。1801年,德国物理学家里特发现了紫外线,其主要作用是化学作用、荧光效应、杀菌消毒作用和生理作用。

太阳光谱由红外线、紫外线和可见光三部分组成,合称为光辐射。

由光的量子学说得知,光子是光波最小的能量单位,而每个光子的能量是由它的波长、频率所决定的:光波的波长越长,频率越低,这种光子的能量就越少;反之,光波的波长越短,频率越高,这种光子的能量就越大。所以,可见光中紫光的能量最大,红光的能量最小,其他色光的能量按频率高低介于二者之间。

二、光谱色

1665年,牛顿发现一束白光通过三棱镜后会发生色散,形成由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫各色光组成的光带(如图1-3所示),并预言了白光是这些色光的混合光。后来麦克斯韦用红光、绿光和蓝光在白色屏幕上混合出黄色、品红色、青色和白光,证实了牛顿的预言。

白光通过三棱镜后形成的按一定次序排列的彩色光带叫做光谱,太阳光形成的光谱叫太阳光谱。

在光谱中,每一种颜色的光只有一种波长,这种只含有一种波长而不能分解的光称为单色光,也叫做光谱色。光谱色由红到紫逐渐变化,分级极细,一色与一色之间人眼无法细辨,形成连续光谱。光谱色是单色光以不同的比例混合,就形成了千千万万种色光。

由两种以上的单色光混合而成的色光叫复色光,白光就是典型的复色光。

如果用狭缝来代替小孔,可以得到同样清晰但是明亮得多的干涉图样。而不同的单色光,在



图 1-3 白光的色散

同一实验条件下得到的条纹间的间隔是不同的:红光的条纹间隔最大,紫光的条纹间隔最小。定量的研究告诉我们:条纹间隔与光波的波长成正比。所以,不同色光的波长也不同,各色光在真空中的波长和频率的范围如表 1-1 所示。

表 1-1 光的波长和频率

单色光	波长/nm	代表波长/nm	频率/ $\times 10^{14}$ Hz
红	770 ~ 620	700	3.9 ~ 4.8
橙	620 ~ 600	620	4.8 ~ 5.0
黄	600 ~ 580	580	5.0 ~ 5.2
绿	580 ~ 490	550	5.2 ~ 6.1
青	490 ~ 460	470	6.1 ~ 6.5
蓝	460 ~ 430	450	6.5 ~ 7.0
紫	430 ~ 360	420	7.0 ~ 8.3

根据光的波动说,光的颜色是由光波的波长或频率决定的。在色彩学中通常是用波长的数字作为颜色色板的标志。

我们看到的颜色和波长的关系并不是完全固定的,因为这些颜色受到光强度的影响,随着光强度的变化而变化。总的规律是这样的:光谱上除了三点即对应波长为 572 nm(黄),503 nm

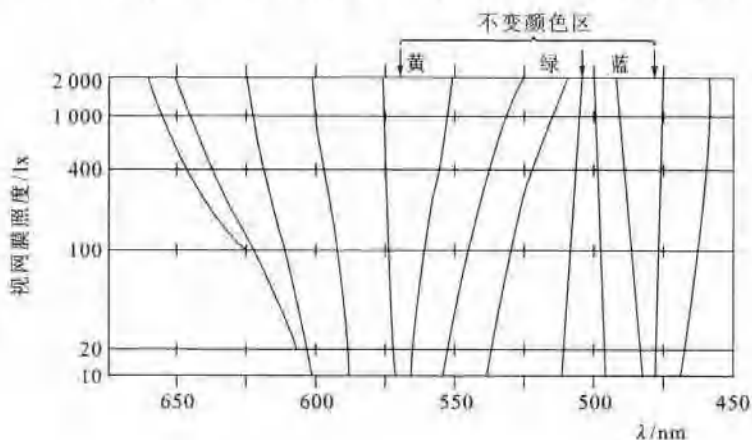


图 1-4 各种波长的恒定颜色线

(绿)和478 nm(蓝)的颜色是不变的之外,其他颜色在光强度增加时,都略向红或蓝色变化。各种波长的恒定颜色线见图1-4。

在光谱中,从红端到紫端,中间有各种过渡的颜色。人的辨别颜色的能力在不同波长是不一样的,一般在波长改变1~2 nm时才能看出其变化。

三、色与光的关系

光是使人们感觉所有物体形态和颜色的唯一物质。色是由物体的化学结构所决定的一种光学特性,是光作用于人眼引起除形象以外的视觉特性。

在没有光线的暗室中,人们什么都不能看见。而所有本身不发光的物体,只有在光线的作用下才能呈现颜色,所以,一切色彩都离不开光。不同的光作用在物体表面后会发生不同的反应,从而形成不同的色彩。光作用在透明物体上时,除了少部分光线被反射、吸收外,大部分的光线能透过物体,物体的颜色即由透过的光谱成分决定。光作用在不透明物体上时,物体的颜色则由反射光的光谱成分来决定。

可见,颜色是光作用于物体后的结果,没有光就没有色彩。色与光两者的关系可概括为“光是色之母,色随光而变”。

但颜色并不是一个单纯的物理量,光作用于物体后还必须通过一系列的生理活动和心理反应后才能使大脑产生颜色的感觉。所以,颜色在物理学上是可见光的特征,在生理上是可见光对视觉的不同刺激,而在心理学上则是可见光刺激大脑的反映。

第二节 视觉与颜色

盲人是无法感知颜色的!视觉特性是影响颜色的第二个因素。

光是产生颜色感觉的物理基础,而眼睛的视觉特性则是产生颜色感觉的生理基础。

颜色作用于人的眼睛,刺激视神经引起兴奋,传至中枢神经而产生颜色感觉,引起不同的生理和心理状态而出现不同的色知觉。

一、眼睛

1. 眼睛的构造

眼睛是人们观察世界的窗口,其横断面如图1-5所示。

眼睛由一层坚韧的膜包着,这层膜在眼球前部凸出的透明部分称为角膜。眼球里有一个含有纤维胶质的透明囊状物叫做晶状体。晶状体和前面的角膜之间充满着无色透明的液体——房水,晶状体和后面的视网膜之间充满着无色透明的胶状物质——玻璃体。角膜、房水、晶状体和玻璃体共同作用相当于一个凸透镜,从物体反射进眼睛里的光线经过这个凸透镜折射后,在视网膜上形成倒立、缩小的实像,刺激分布在视网膜上的感光细胞,然后通过视觉神经传给大脑,这样,我们就看到了形形色色的物体。

2. 眼睛的调节

正常的眼睛在眺望远方时,远方物体的像落在视网膜上;在看近处的物体时,物距缩短了,像仍然落在视网膜上。这是因为晶状体本身是有弹性的,可以靠周围肌肉的运动改变它表面的弯

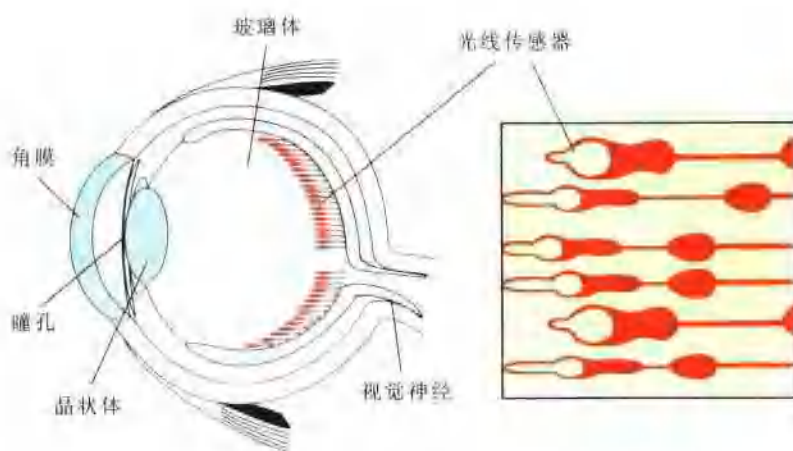


图 1-5 眼睛

曲程度,在观看远方物体时,晶状体由于周围肌肉的作用,表面弯曲程度最小,这时眼睛的焦距最大;在观看近处物体时,也是由于周围肌肉的作用,晶体表面弯曲程度变大,焦距缩短。因此,正常眼睛无论观察近处的物体还是远处的物体,像都能落在视网膜上,并且当光线强时虹膜就会收缩而瞳孔变小。可见,眼睛是一种精巧的变焦距系统,当物距改变时,它能靠改变晶状体表面的弯曲程度改变眼睛的焦距,这种作用叫做眼睛的调节。

眼睛的调节是有限度的,当晶状体表面弯曲程度最小,也就是晶状体变得最扁时能够看到的最远点,叫做眼睛的远点。正常眼睛的远点在无穷远处,也就是说,无穷远处的物体反射到眼睛的光线是平行的,它们的像恰好落在视网膜上。当晶状体表面弯曲程度最大,也就是晶状体变得最凸时能看清的最近点,叫做眼睛的近点。正常眼睛的近点约在离眼睛 10 cm 的地方。靠眼睛的调节能看清的范围是从离眼睛 10 cm 到无穷远。在合适的照明情况下,正常的眼睛看距眼睛 25 cm 的物体,最不容易疲劳,因此把 25 cm 的距离叫做明视距离。

如果视网膜距晶状体过远,或者晶状体比正常眼睛的凸一些,那么从无穷远处反射来的平行光线不能汇聚在视网膜上,而是汇聚在视网膜之前,这种眼睛就是近视眼。近视眼的远点不在无穷远处,而在某个有限距离处。近视眼不但远点比正常眼近,它的近点也比正常眼近。

如果视网膜距晶状体过近,或者晶状体比正常眼睛的扁一些,那么,从无穷远处反射来的平行光线汇聚在视网膜之后,这种眼睛就是远视眼。经过眼的调节后,远视眼能使平行光汇聚在视网膜上,但近点仍比正常眼睛的远,所以远视眼的视力范围比正常眼小。

3. 视网膜

视网膜是透明的薄膜,可以粗略地分为三层,如图 1-6 所示,图中的 A、B、C 是杆体细胞系统,D、E、F、G 是锥体细胞系统,H 是锥体细胞与杆体细胞的混合系统。最外面的一层是锥体细胞和杆体细胞,这两种细胞是以它们的形状命名的。锥体细胞 b 和杆体细胞 a 的末端靠近脉络膜,杆体细胞 a 的末端与脉络膜上的色素层保持接触。第二层为双极细胞 d、ef 和 h 以及其他细胞。锥体细胞和杆体细胞都与双极细胞联结。一般情况下,每个锥体细胞都与一个双极细胞联结,这是为了在光亮条件下,每一锥体细胞作为一个单元,能够精细地分辨外界对象的细节。杆

体细胞则不同,几个杆体细胞只能联结一个双极细胞,这是为了在黑暗条件下通过几个杆体细胞对外的微弱光刺激起总和作用。第三层是最内层,主要含有神经节细胞 *m*, *s*, 神经节细胞与视神经联结。

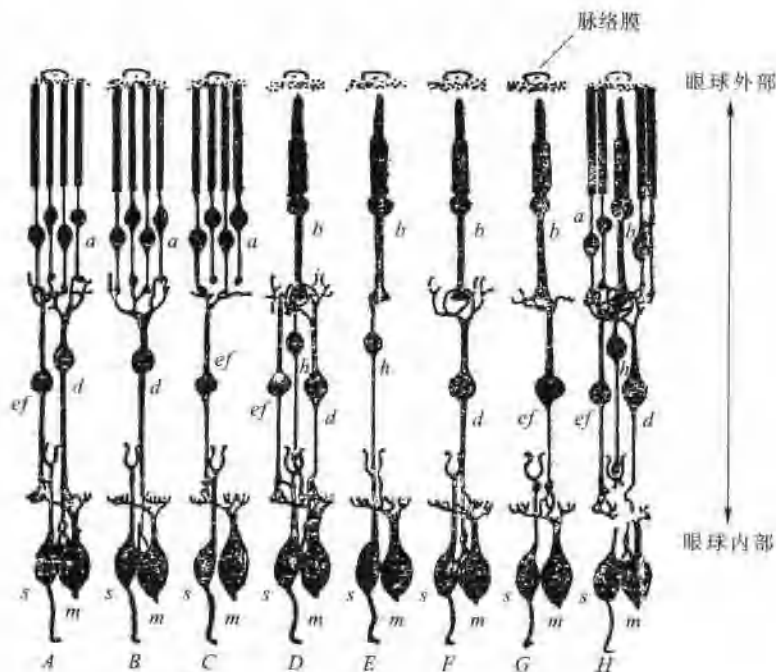


图 1-6 视网膜的结构

在视网膜中央的黄斑部位和中央窝大约 3° 视角范围内主要是锥体细胞,几乎没有杆体细胞;在黄斑以外杆体细胞逐渐增多,而锥体细胞大量减少。

当眼睛注视外界物体时,物体上的光线通过角膜、房水、晶状体及玻璃体,使物像聚焦在视网膜的中央窝部位。由神经节细胞经双极细胞传到锥体细胞和杆体细胞。锥体细胞和杆体细胞是感光细胞。它们接受光刺激,转化为神经冲动,经视神经到丘脑的外侧膝状体,再传导到大脑皮层的高级视觉中枢,这就产生了物体颜色和形状的感觉。

锥体细胞和杆体细胞执行着不同的视觉功能,前者是明视觉器官,后者是暗视觉器官。在光亮条件下,锥体细胞能够分辨颜色和物体的细节,视网膜一定区域的锥体细胞数量决定视觉的敏锐程度。杆体细胞只在较暗条件下起作用,适宜于微光视觉,不能分辨颜色与细节。1912年,冯·凯斯(J. Vonkries)提出了视觉的二重功能学说认为视觉有两重功能:视网膜中央的“锥体细胞视觉”和视网膜边缘的“杆体细胞视觉”,也叫做“明视觉”和“暗视觉”。

视觉的二重功能得到病理学材料的证实。锥体细胞退化或机能丧失的日盲症患者的视网膜中央部位是全盲的,同时也是全色盲。而夜盲症患者则是由于杆体细胞内缺少感光化学物质(视紫红质),而在黑暗条件下发生的视觉困难。另外,在一些昼视动物的视网膜中,只有锥体细胞,而无杆体细胞,大多数鸟类都是昼视的,一般都能分辨颜色;而在夜视动物的视网膜中则只有杆体细胞而无锥体细胞,夜视动物一般都是色盲的,一些爬虫类动物是夜

视的。

当照明条件改变时,眼睛可以通过一定的生理过程对光的强度进行适应,以获得清晰的视觉。当人由光亮地方转到黑暗地方时,起初视觉感受性很低,然后逐渐提高,这个过程叫做暗适应。暗适应包括两种生理过程:瞳孔大小的变化及视网膜感光化学物质的变化。

暗适应的主要机制是视觉的二重功能的作用,是在黑暗中由中央视觉转为边缘视觉的结果。在黑暗中,视网膜边缘部分的杆体细胞的感受性逐步提高,视觉能力亦随之提高。在杆体细胞内有一种紫红色的感光化学物质,叫做视紫红质(这种感光化学物质类似照相底片上的感光材料,在曝光的时候便破坏褪色)。当眼睛进入黑暗中,视紫红质重新合成而恢复其紫红色。视觉的暗适应程度是与视紫红质的合成程度相适应的。在黑暗中,视网膜杆体细胞的视紫红质的合成需要维生素 A 的参与,所以缺乏维生素 A 的人时常伴有夜盲症的视觉障碍——他们在黄昏和夜晚视觉能力显著降低。

红色光只对中央视觉的锥体细胞起作用,而对边缘视觉的杆体细胞不起作用。杆体细胞的视紫红质不为红光所破坏,所以红光不阻碍杆体细胞的暗适应过程。例如 X 光医生,在从暗室出来进入光亮环境之前戴上红色眼镜,再回到黑暗环境时,他的视觉感受性仍然能保持原来的水平,不需要重新暗适应。重要的信号灯、车辆的尾灯等采用红光也是利用暗适应。夜航飞机驾驶舱的仪表采用红光照明,这既能保证飞行员看清仪表,又能保持视觉的暗适应水平,以利于在黑夜观察机舱外部的物体。从事颜色工作的人员不能长时间在光亮环境下工作,以防视觉疲劳而不能正常辨色。

二、颜色视觉

关于人眼睛的视觉机理,曾经有过多学说,现在普遍被人们所接受的是三原色视觉学说。

在牛顿做过色散试验之后,英国的杨格从医学的观点出发,提出“以人的视神经种类来说,不可能有那么多种,只有感红、感绿、感蓝的三种基本视神经,并由此来合成多种色感。”该学说认为:在人类的视网膜上存在着三种视神经纤维,即感红、感绿和感蓝的视觉细胞,每种视觉细胞的兴奋都引起原色(即红、绿、蓝)的感觉。光作用于视网膜上,能同时引起三种视觉细胞的兴奋,当三种视觉细胞的兴奋程度相同时,就会产生白色的感觉;当其中一种视觉细胞最兴奋而另外两种视觉细胞的兴奋都弱时,将会产生一种颜色感觉(但是每种颜色都含有白光成分,即有明度感觉)。例如:光谱长波段的光能引起红视觉细胞最强烈的兴奋,因此会产生红色感觉;中间波段的光则能引起绿视觉细胞最强烈的兴奋,因此会产生绿色的感觉;而短波段的光能引起蓝视觉细胞最强烈的兴奋,因此会产生蓝色的感觉。

1806 年,赫尔姆霍兹补充了杨格的学说,认为光谱的不同部分能引起三种视觉细胞不同比例的兴奋,在颜色混合中,混合色是三种视觉细胞按特定的比例同时兴奋的结果。这就对眼睛能看到红、绿、蓝以外的单色光有了更合理的解释。赫尔姆霍兹学说中关于视神经纤维的兴奋曲线如图 1-7 所示。图中横坐标表示光谱色,纵坐标表示视觉细胞的兴奋程度,三条曲线分别表示光谱色使红、绿、蓝三种视觉细胞兴奋的水平。从该图的两条曲线可知:眼睛所看到的任何一种颜色,都是光引起三种视觉细胞兴奋程度的合成。这个学说就是现在普遍用来解释颜色视觉的三原色视觉学说,也叫杨格-赫尔姆霍兹学说。

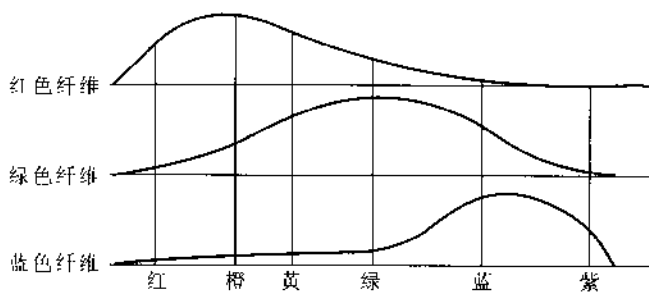


图 1-7 视神经纤维兴奋曲线

三、色觉缺陷

颜色视觉正常的人,可以用红、绿、蓝三原色光混合匹配出光谱上的各种颜色,具有三色视觉的三色觉者能够分辨各种颜色。

一个具有正常色彩知觉能力的人在感受可见光谱时将其看成一系列连续的颜色,其顺序为:暗红、亮红、橙色、黄、亮绿、绿、蓝和暗紫。光谱的最明亮部分位于 540~570 nm(黄-绿)之间,从该部分的两侧向外明度逐渐降低,直至光谱的两端。肉眼所感觉到的明度变化与其发光功能吻合,该功能在 555 nm 时一般可达到峰值。由于正常的观察者在知觉过程中可感受三原色,因而他能够分辨明与暗、红与绿、黄与蓝以及黄绿和蓝绿、绿蓝和红蓝。当肉眼的分辨能力出现缺陷时,会产生红-绿色盲、黄-蓝色盲和全色盲(色盲是先天性遗传疾病,患病率为:男性 4%~5%,女性 0.16%)。有色觉缺陷的人不能正确分辨颜色,不适宜从事调色工作,所以从事涂装作业的人首先应进行视觉检查,应无视觉缺陷。

有的人虽然能用三原色匹配出光谱的各种颜色,但匹配的结果与视觉正常的人不同,他们对某些颜色的辨别能力较差,这种人叫做异常三色觉者或称为色弱者。

有少数人自出生就不能辨别某些甚至所有的颜色,这种人称为先天性色盲。还有少数人由于视觉系统的疾病,导致颜色辨别能力减退,这种人称为后天性色盲。还有一种人,通过改变任何一种颜色的明度,可以匹配出各种光谱色,这种人只有明度感觉而无颜色感觉,叫做全色盲。另外还有只用两种颜色匹配出各种光谱色的人称为二色觉者。

尽管人的肉眼的功能相同,但并不是所有人都以同样的方式感觉色彩,对色彩的感觉因人而异,其中涉及眼睛、神经和大脑之间的相互作用。由于实际感觉是在视觉范围内发生,因此人们对色彩的印象各不相同且带有主观性。

四、视觉规律

1. 视觉辨别

人看物体之所以有近大远小的感觉是因为人眼有视角变化的缘故。人在看同一物体时,在远处视角大,而在近处视角小;在低处视角大,而在高处视角小。例如,挂在高大建筑物上的标语若使人们看到上下字体大小一致,则应使上部的字写得比下部的字高一些。

人眼不能辨别极细微的东西,人在注视某一区域时,如果人与这区域的距离是这个区域直径