

广东省职业教育“校际协作、共建共享”创新示范教材
光电仪器制造与维修专业系列教材

光电技术 电路基础

丛书主编 何文生
丛书副主编 陈红云
甘朝威
范新辉
陈黎靖
丛书总主审 朱志辉

主 编 黄 超 勇
副 主 编 卢 勇



广东省职业教育“校际协作、共建共享”创新示范教材
光电仪器制造与维修专业系列教材

光电技术 电路基础

丛书主编 何文生
丛书副主编 陈红云
丛书总主审 朱志辉
编委会成员 李菊芳
林旭钿
夏国清

甘朝威 范新辉 陈黎靖
胡训华 黄超 杨亭
王中龙 姚振坚 蔡志华
卢勇 王伟 杨熠

主编 黄超
副主编 卢勇
主审 蔡志华
编写人员 黄超
张正勇
何筱兰

卢勇 刘婷婷 麦旭均
马兰花 叶长青 易宝文
许观华 黄锡淦



广东高等教育出版社

Guangdong Higher Education Press

·广州·

内 容 提 要

本书是光电技术的启蒙教材,共分8个项目22个任务,包括光的特性、光电器件、直流电路、交流电路、直流稳压电源电路、放大电路、振荡电路和逻辑门电路等内容,每个任务以任务描述、任务分析、任务条件和任务实施等步骤展开。本书内容通俗易懂、图文并茂、可操作性强,适合初学者。

本书可作为中等职业学校光电技术类专业课教材及电类相关专业的基础教材,也可作为社会培训及电子爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

光电技术电路基础/黄超主编. —广州:广东高等教育出版社,2015.8

(光电仪器制造与维修专业系列教材)

ISBN 978-7-5361-5376-9

I. ①光… II. ①黄… III. ①光电技术-电路理论 IV. ①TN2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第191854号

广东高等教育出版社出版发行

地址:广州市天河区林和西横路

邮编:510500 电话:(020) 87553735

<http://www.gdgjs.com.cn>

广州市穗彩印务有限公司印刷

787毫米×1092毫米 16开本 16.75印张 403千字

2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

印数:1~2000册

定价:32.00元

编写说明

伴随着我国经济社会的快速发展,“十二五”期间我国LED光电行业进入了一个十分重要的发展时期,光电仪器制造与维修专业也成为各中等职业学校信息技术类专业的重点专业,越来越受到人们的重视。为了培养更多的光电仪器应用与维修人才,我们组织了行业专家,高校专家和各级示范、重点职业学校的一线骨干教师共同深入调研探讨,按照教育部2014年颁发的中等职业学校《光电仪器制造与维修专业教学标准》,精选紧扣实际的行业应用项目,编写了本系列具有实践性、科学性和前瞻性的读本,作为广东省职业教育“校际协作,共建共享”电子信息专业中光电仪器制造与维修专业的系列教材。

本丛书的编写内容力求符合职业院校的教学规律,体现以能力为本的指导思想,根据光电行业及职业学校教学环境的实际情况,结合职业技能的实际需求,基于工作过程,以“解决实际问题”的形式贯穿全书。

本丛书是在教育部以服务为宗旨、以就业为导向的职教教学改革和教材建设精神指引下编写而成的,书中内容通俗易懂,起点低,特别适合初学者。为了更加适合中职学生学习,本丛书力求体现以下几个鲜明特点:

1. 与项目教学相配套,理实一体,实现“做中学、做中教”的职教教改新理念。以项目任务为核心重构实践和理论知识,学生通过任务实施逐步积累知识,提升技能。

2. 对接企业,引入部分企业元素。在项目评价中引入6S管理评价,在描述一些问题时都是以作业指导书的形式展现,学生在学习过程中可以部分了解企业要求。

3. 项目的组织体现层次性,各任务之间难度成阶梯式编排,符合学习规律。由易到难的编排还可增强学生学习的信心和动力。

4. 图文并茂,操作性强,教材内容多以图表为主,并配备操作指引,适合中职学生阅读。

5. 按照配套的“光电技术实训设备”,配合相应的软件,采用“互动实训平台”,更便于教学。

本系列教材由何文生担任总主编、陈红云担任副总主编，朱志辉教授担任总主审。本丛书在编写过程中，承蒙参编学校领导给予大力支持，广东唯康教育科技股份有限公司给予协助和配合，提供了充足的设备和大量的实践案例，在此一并表示衷心的感谢。

光电技术发展迅猛，由于编者知识水平与实践经验有限，书中难免有错漏或不足之处，恳请读者不惜赐教。

编写委员会
2015年7月

前 言

本书是在教育部以服务为宗旨、以就业为导向的职教教学改革和教材建设精神指引下编写而成的，书中内容通俗易懂，起点低，特别适合初学者。为了更加适合中职学生学习，全书力求体现以下几个鲜明特点：

1. 与项目教学相配套，理论与实践一体，实现“做中学、做中教”的职教教改新理念。以项目任务为核心重构实践和理论知识，学生通过任务实施逐步积累知识，提升技能。

2. 对接企业，引入部分企业元素。在项目评价中引入6S管理评价，在描述电路搭建、电路安装等时都是以作业指导书的形式展现，学生在学习过程中可以部分了解企业要求。

3. 项目的组织体现层次性，各任务之间难度成阶梯式编排，符合学习规律。如：在项目六放大电路任务一中要求测算电压放大倍数，任务二除测算电压放大倍数还增加测算通频带的内容。由易到难的编排还可增强学生学习的信心和动力。

4. 图文并茂，操作性强，教材内容多以图表为主，并配备操作指引，适合中职学生阅读。

本教材建议教学时数为144学时，具体分配如下表所示：

项 目	内 容	学时数	机动
项目一	光的特性	8	10
项目二	光电器件	12	
项目三	直流电路	12	
项目四	交流电路	18	
项目五	直流稳压电源电路	20	
项目六	放大电路	20	
项目七	振荡电路	20	
项目八	逻辑门电路	24	
合 计		144	

本书由广东省江门市第一职业高级中学黄超任主编并统稿,广东省科技职业技术学校卢勇任副主编。广东省科技职业技术学校卢勇、刘婷婷、麦旭均编写项目一和项目二;江门市第一职业高级中学张正勇编写项目三、马兰花和叶长青编写项目四;鹤山市职业技术学校易宝文编写项目五、何筱兰和许观华编写项目六、黄锡淦编写项目七;黄超编写项目八。广州大学蔡志华教授担任本书主审。

江门市第一职业高级中学的陈红云、王凯旋及部分企业技术人员对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中错漏难免,诚望读者指正。

编 者
2015年6月

目 录

项目一 光的特性	1
任务一 认识光谱	2
一、认识光源及特性	2
二、认识可见光谱	2
三、认识光谱及其应用	4
任务二 认识色品图	5
一、光的三个属性的认识	5
二、三基色的认识	6
三、色品图的认识	6
四、光源的色温	7
五、色品图的应用	8
任务三 认识光电效应	9
一、光电效应的认识	10
二、光电池的认识	10
三、指针式万用表的认识	12
四、光电池的测量	15
五、光电效应的应用	19
知识链接 光伏发电及光伏产业	20
一、光伏发电	20
二、光伏产业	21
思考与提高	22
项目评价	22
项目二 光电器件	23
任务一 认识发光二极管	24
一、发光二极管的认识	24
二、发光二极管的检测	26
三、认识 LED 显示器件——数码管和点阵	30
四、发光二极管的应用	33
任务二 认识光敏电阻	34
一、光敏电阻的认识	34
二、光敏电阻的检测	37
三、光敏电阻器的应用	37
任务三 认识光敏二极管	38
一、光敏二极管的认识	39

二、光敏二极管的检测	41
三、光敏二极管的应用	43
任务四 认识光敏三极管	44
一、光敏三极管的认识	45
二、光敏三极管的检测	47
三、光敏三极管的应用	50
任务五 认识光电耦合器	51
一、光电耦合器的认识	52
二、光电耦合器的检测	54
三、光电耦合器的应用	56
知识链接1 半导体知识	57
一、N型半导体	58
二、P型半导体	58
知识链接2 光电传感器	58
思考与提高	59
项目评价	59
项目三 直流电路	61
任务一 串联电路的设计与搭建	62
一、电路的认识	62
二、识别元器件	65
三、串联电路的设计	69
四、串联电路的搭建和测量	71
任务二 串、并联混合电路的设计与搭建	75
一、串、并联混合电路的设计	76
二、串、并联电路的搭建和测量	78
任务三 测算电路的功率与电能消耗	85
一、功率和电能的认识	86
二、功率与电能测量电路的搭建和测量	87
知识链接1 欧姆定律	91
一、欧姆定律	91
二、串联电路中的电流、电压规律	92
三、并联电路中的电流、电压规律	92
四、推导串联、并联电阻公式	92
知识链接2 电阻器和电位器	93
一、电阻器	93
二、电位器	93
知识链接3 开关和按钮	93
一、开关	93
二、按钮	94

思考与提高	94
项目评价	94
项目四 交流电路	96
任务一 一控一照明线路的安装	97
一、认识常用照明设备	97
二、导线加工	100
三、一控一照明线路的安装	103
四、使用试电笔对线路检测	106
五、用电安全的认识	108
任务二 综合照明线路的安装与检修	108
一、识别电能表和日光灯	109
二、线槽配线	112
三、安装电路	115
知识链接1 交流电的认识	122
一、交流电的产生	122
二、交流电的三要素	123
知识链接2 触电急救	123
一、迅速脱离电源的方法	123
二、现场急救方法	124
三、触电急救方法	124
思考与提高	124
项目评价	125
项目五 直流稳压电源电路	126
任务一 变压整流电路的安装与检测	127
一、认识变压器和二极管	128
二、识读变压整流电路原理图	131
三、变压整流电路的安装	132
四、变压整流电路电压和波形的测量	137
任务二 直流稳压电源电路的安装与检测	142
一、认识集成稳压器和整流桥堆	143
二、识读直流稳压电源电路原理图	147
三、直流稳压电源电路的安装	148
四、直流稳压电源电路的检测	150
知识链接1 二极管及工作原理	152
知识链接2 整流、滤波电路	152
一、半波整流电路	152
二、全波整流电路	153
三、滤波电路	155
知识链接3 稳压电路	156

一、稳压二极管稳压电路	156
二、串联型晶体管稳压电路	156
三、集成稳压电路	157
思考与提高	158
项目评价	158
项目六 放大电路	160
任务一 分压式放大电路的安装与调试	161
一、识别三极管	162
二、认识元器件	165
三、识读分压式放大电路原理图	165
四、分压式放大电路的安装	168
五、分压式放大电路的调试和测量	171
任务二 集成式放大电路的安装与调试	175
一、识别集成运算放大器	177
二、认识元器件	178
三、识读集成式放大电路原理图	179
四、集成式放大电路的安装	180
五、集成式放大电路的调试	182
知识链接1 三极管及工作原理	188
知识链接2 放大电路的基本形式	190
知识链接3 放大电路应用	190
一、助听器	190
二、收音机低放电路	191
思考与提高	191
项目评价	192
项目七 振荡电路	193
任务一 RC 振荡电路的安装与检测	194
一、认识电容	195
二、认识元器件	197
三、识读 RC 振荡电路原理图	198
四、RC 振荡电路的安装	200
五、RC 振荡电路的检测	201
任务二 555 振荡电路的安装与检测	205
一、认识 555 芯片	206
二、认识元器件	206
三、识读 555 振荡电路原理图	207
四、555 振荡电路的安装	208
五、555 振荡电路的检测	209
知识链接1 振荡电路的组成	212

一、振荡现象	212
二、振荡电路的组成	212
知识链接2 振荡电路的应用	213
知识链接3 石英晶体振荡电路及应用	214
一、石英晶体的基本特性	214
二、串联型和并联型石英晶体谐振器	215
思考与提高	215
项目评价	215
项目八 逻辑门电路	217
任务一 逻辑门电路的搭建	218
一、逻辑电路的搭建	219
二、逻辑电路的分析	224
三、认识基本门电路	225
四、认识复合门电路	228
任务二 按键计数器电路的安装与调试	231
一、认识译码器	232
二、认识元器件	234
三、识读电路原理图	235
四、电路制作与调试	236
任务三 裁判判决电路的设计和制作	240
一、裁判判决电路的设计	240
二、裁判判决电路的制作	243
三、裁判判决电路的调试与检测	246
知识链接1 数制与二进制数	248
一、数制	248
二、二进制	248
三、二进制与十进制的转换	249
知识链接2 逻辑代数及运算	249
一、逻辑代数	249
二、逻辑代数的基本运算	250
三、逻辑代数的基本定律	250
四、逻辑代数的化简	250
知识链接3 触发器与计数器	251
一、触发器	251
二、计算器	252
思考与提高	254
项目评价	254
参考文献	256

项目一

光的特性

项目目标

- ☆ 了解光源、可见光谱、光谱及其应用。
- ☆ 了解光的三个属性。
- ☆ 了解三基色、色品图及其应用、光源的色温。
- ☆ 了解光电效应及其应用。
- ☆ 了解万用表和硅光电池。
- ☆ 能够使用指针式万用表测量光电池的电压和电流。

任务一 认识光谱

【任务描述】

了解自然界的光源及特性,根据所给的光谱图,认识七色光可见光谱,了解光谱在科研领域中的应用。

【任务分析】

根据任务描述,我们首先需要认识光源及其特性,了解太阳光经三棱镜后的光谱分布,了解可见光中七色光的排列顺序和它们的波段范围,了解光谱图的特点,从光谱图中找出对应的颜色 and 对应的波段范围。因此可以将任务分解为认识光源及特性、认识可见光谱、认识光谱及其应用三个部分来实施。

【任务条件】

任务所需的材料:光的色散图,可见光光谱图。

【任务实施】

一、认识光源及特性

要研究光的现象,首先要看哪些物体能够发光,是谁给我们带来了光明?在晴朗的日子里,白天,灿烂的阳光普照大地;夜晚,闪烁的星光点缀漆黑的夜空。太阳以及我们看到的绝大多数星星都是恒星,宇宙中的恒星都能够发光。许多动物也可以发光,夏天的夜晚,常有淡淡的萤光在草丛中闪烁,这是萤火虫在发光。

我们把任何能发光的物体叫光源。光源可以分为自然光源和人造光源。此外,根据光的传播方向,光源可分为点光源和平行光源。

光是一种电磁波,是电磁波中的很小一部分,一般意义上就是我们肉眼能看到的电磁波的波段(也称可见光),波长在 $380 \sim 700 \text{ nm}$ 之间。在这个范围内,人们依次能看到红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色。这些颜色的分布是不均匀的,红、绿、蓝所占有的波段范围比较大;黄、青、紫所占有的波段范围就比较小,而黄色所占有的波段范围又比青、紫略大。

二、认识可见光谱

1. 可见光

所谓光,就其物理属性而言是一种电磁波,其中的一部分可以为人的视觉器官——眼所接受,并做出反应,通常被称为可见光。它是整个电磁波谱中极小的一个区域。整个电磁波谱包括了无线电波、红外线、紫外线以及 X 射线等。可见光属于很狭小的区域。

我们把人的视觉可以感受的光谱称为可见光谱。因此，色彩应是可见光的作用所导致的视觉现象，可见光刺激眼睛后可引起视觉反应，使人感觉到色彩和知觉空间环境。

因为光的折射角与它的波长大小有关系，导致太阳光在经过三棱镜折射面时，太阳光中的七色光的穿透能力不同，红、橙、黄、绿、青、蓝、紫穿透能力依次减弱，所以形成色带。具体地说，就是太阳光通过三棱镜时随着波长的不同，行进的线路也不相同：波长数值越大，曲折越小（折射角度越小），不同颜色的色光波长不同，折射角度不同，就形成七色光谱，如图 1-1-1 所示。

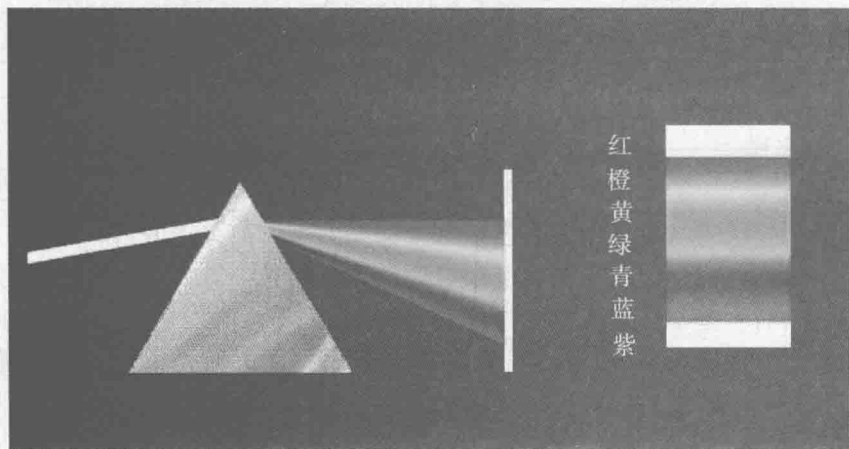


图 1-1-1 光的色散

2. 光谱图

复色光经过色散系统（如棱镜、光栅）色散后，被色散开的单色光按波长（或频率）大小而依次排列的图案，称为光谱图，全称为光学频谱图。可见光谱是电磁波谱中人眼可见的一部分，在这个波长范围内的电磁辐射被称作可见光，如图 1-1-2 所示。由图可以看出，可见光部分是位于紫外线与红外线两部分之间，波长位于 $10^{-7} \sim 10^{-6} \text{ m}$ 之间。在图中的下半部分可以更加具体地观察到，可见光的波长范围位于 $380 \sim 700 \text{ nm}$ ，也就是 $3.8 \times 10^{-7} \sim 7.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。

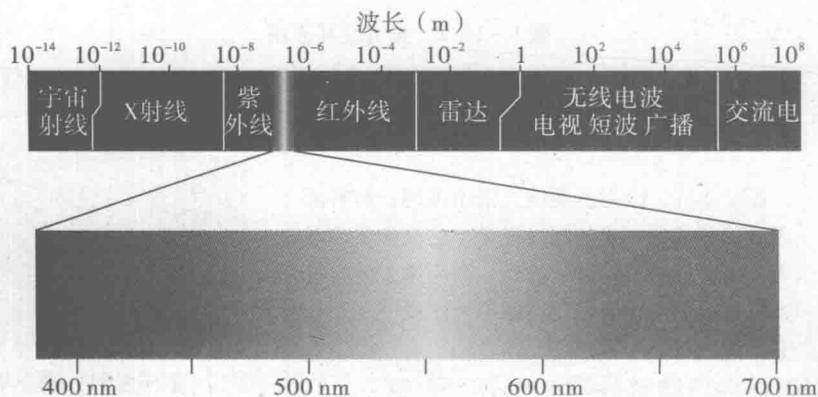


图 1-1-2 光谱图

由于可见光的光谱是连续的,并且受人的眼睛的主观影响,因此波段范围只有近似值,在两种颜色之间没有明显的界线。由图 1-1-2 中可以看到紫色光所处的位置对应的数据在 380 ~ 430 nm 之间,也就是说紫色光的波长在 380 ~ 430 nm 之间,将这个数据填入表 1-1-1 中的紫色波段范围的空位上。继续观察图中其他颜色可见光所对应的数据,填入表 1-1-1 中的对应位置。

表 1-1-1 可见光的波段范围

名 称	紫色	蓝色	青色	绿色	黄色	橙色	红色
波段范围/nm							

3. 光谱的分类

(1) 发射光谱

物体发光直接产生的光谱叫作发射光谱。发射光谱有两种类型:连续光谱和明线光谱。连续分布的包含有从红光到紫光各种色光的光谱叫作连续光谱。炽热的固体、液体和高压气体的发射光谱是连续光谱。例如电灯丝发出的光、炽热的钢水发出的光都形成连续光谱。只含有一些不连续的亮线的光谱叫作明线光谱。明线光谱中的亮线叫作谱线,各条谱线对应于不同波长的光。稀薄气体或金属的蒸气的发射光谱是明线光谱。明线光谱是由游离状态的原子发射的,所以也叫原子光谱。

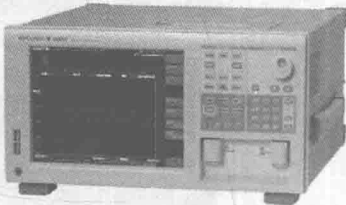
(2) 吸收光谱

高温物体发出的白光(其中包含连续分布的一切波长的光)通过物质时,某些波长的光被物质吸收后产生的光谱,叫作吸收光谱。

三、认识光谱及其应用

光谱是电磁辐射按照波长的有序排列,根据实验条件的不同,各个辐射波长都具有各自的特征强度。通过光谱的研究,人们可以得到原子、分子等的能级结构、能级寿命、电子的组态、分子的几何形状、化学键的性质、反应动力学等多方面物质结构的知识。通过光谱分析人们研究出太阳的成分,检查出半导体的纯度,检验出矿石里所含微量的贵重金属等,光谱还广泛地应用在化工、环境、医学等领域,如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 光谱及其应用

应用领域	原理说明	图 示
土壤研究	原子不同,发射的明线光谱也不同,每种元素的原子都有一定的明线光谱,它只能发出具有本身特征的某些波长的光,利用原子的特征谱线可以鉴别物质和研究原子的结构,如土壤元素测试等	 原子发射光谱分析仪

续上表

应用领域	原理说明	图 示
物质结构 研究	用一定频率的红外线聚焦照射被分析的试样,如果分子中某个基团的振动频率与照射红外线相同就会产生共振,这个基团就吸收一定频率的红外线,把分子吸收的红外线的情况用仪器记录下来,便得到全面反映试样成分特征的光谱,从而推测出化合物的类型和结构	 红外分光光度计

任务二 认识色品图

【任务描述】

通过观察三基色原理图,找出其他色与三基色的关系。根据 CIE 色品图,说明如何利用三基色进行配色得到白色,并列出的配色比例。了解光源的色温和色品图在现实生活中的应用。

【任务分析】

根据任务描述,首先对光色属性、三基色原理有一定的认识,能识别色品图。然后根据色品图的坐标所对应的原色关系把图中所表现出的白色的配色方案识别出来,最后了解光源的色温和色品图的应用。因此我们可以将任务分解为光的三个属性的认识、三基色的认识、色品图的认识、光源的色温、色品图的应用 5 个部分来实施任务。

【任务条件】

任务所需的材料:三基色原理图,CIE 色品图。

【任务实施】

一、光的三个属性的认识

描述颜色品质的综合指标称为色品,色品用如下三个属性来描述:色调、亮度和饱和度。我们把由主波长的光决定的主观色觉称色调,色光中占优势的光的波长称主波长。把由色光的能量所决定的主观明亮程度称为亮度。饱和度即是指颜色的纯度,即描述某颜色的组分中纯光谱色所占的比例,由单色光引起的光谱色认为是很纯的颜色,在视觉上称为高饱和度颜色。