

新版

21世纪

高职高专系列教材

家用电器与 维修技术

第2版

◎崔金辉 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

家用电器与维修技术

第 2 版

崔金辉 主编



机械工业出版社

本书是全国高等职业技术教育电子技术专业教材编委会的规划教材,是根据“关于高职教育电子技术教材编写的原则意见”修编的,教学课时60学时。全书共分7章:家用照明电器;家用电热器具;电炊具;电风扇;洗衣机;电冰箱和空调器。

本书在修订时立足于高职电类各专业的培养目标,力争满足高职教学的实际需要,做到理论联系实际,注重基本概念,强化实训,尽量选用能反映实际中应用的新技术、新工艺内容。本书具有很强的实用性、新颖性和先进性,内容深入浅出,简明扼要。

本书可作为高职高专电子技术专业教材,也可供家电维修培训等工程技术人员选用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器与维修技术/崔金辉主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2005.4

(21世纪高职高专系列教材)

ISBN 7-111-08304-0

I. 家... II. 崔... III. 日用电气器具—维修
—高等学校:技术学校—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第026270号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:胡毓坚 责任编辑:郭燕春 版式设计:张世琴

责任校对:王欣 封面设计:雷明顿 责任印制:陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年6月第2版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·10.75印张·262千字

0001—5000册

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专电子技术专业系列教材 编委会成员名单

主 任	曹建林				
副 主 任	张中洲	张福强	祖 炬	董维佳	
	俞 宁	蒋蒙安	吕何新	伍湘彬	
	任德齐	华永平	吴元凯		
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	马 彪	邓 红	王树忠	王新新	尹立贤
	白直灿	包中婷	冯满顺	华天京	吉雪峰
	刘美玲	刘 涛	孙吉云	孙津平	朱晓红
	李菊芳	邢树忠	陈子聪	杨元挺	张立群
	张锡平	苟爱梅	姚建永	曹 毅	崔金辉
	黄永定	章大钧	彭文敏	曾日波	谭克清
秘 书 长	胡毓坚				
副秘书长	戴红霞				

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国40余所院校的骨干教师,对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了修订。

在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价。因此,在修订过程中,各编委会保持了第1版教材“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。同时,针对教育部提出的高等职业教育的学制将由三年逐步过渡为两年,以及强调以能力培养为主的精神,制定出了本次教材修订的原则:跟上我国信息产业飞速发展的节拍,适应信息行业相关岗位群对第一线技术应用型操作人员能力的要求,针对两年制兼顾三年制,理论以“必须、够用”为原则,增加实训的比重,并且制作了内容丰富而且实用的电子教案,实现了教材的立体化。

针对课程的不同性质,修订过程中采取了不同的处理办法。核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。此外,在修订过程中,还进行了将几门课程整合在一起的尝试。所有这些都充分地体现了修订版教材求真务实、循序渐进和勇于创新的精神。在修订现有教材的同时,为了顺应高职高专教学改革的不断深入,以及新技术新工艺的不断涌现和发展,机械工业出版社及教材编委会在对高职高专院校的专业设置和课程设置进行了深入的研究后,还准备出版一批适应社会发展的急需教材。

信息技术以前所未有的速度飞快地向前发展,信息技术已经成为经济发展的关键手段,作为与之相关的教材要抓住发展的机遇,找准自身的定位,形成鲜明的特色,夯实人才培养的基础。为此,担任本系列教材修订任务的教师,将努力把最新的教学实践经验融于教材的编写之中,并以可贵的探索精神推进本系列教材的更新。由于高职高专教育正在不断的发展中,加之我们的水平和经验有限,在教材的编审中难免出现问题和错误,恳请使用这套教材的师生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业作出积极的贡献。

机械工业出版社

前 言

本书是在第1版基础上修订的，是对第1版教材应用的总结、提炼，增加了能反映实际中应用的新技术、新工艺内容，强化实训，理论联系实际，使教材更适应于实际需要。

本书共分7章，崔金辉担任主编，孙吉云担任主审，其中由崔金辉编写第4、6、7章，陈国培编写第3、5章，崔玉梅编写第2章，李述香编写第1章，最后由崔金辉统编全书。

在本书编写过程中受到编委会成员的大力支持和帮助，他们对本教材的编写提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 家用照明电器 1

1.1 家用照明电器概论 1

1.2 电子调光灯 2

1.2.1 电子调光灯的组成 2

1.2.2 电子调光灯的工作原理 2

1.2.3 电子调光灯的常见故障与检修 3

1.3 荧光灯 4

1.3.1 荧光灯的组成 4

1.3.2 荧光灯的工作原理 4

1.3.3 荧光灯的常见故障和检修 5

1.4 声光控制灯 6

1.4.1 声光控制灯的组成与用途 6

1.4.2 声光控制灯的工作原理 6

1.4.3 声光控制灯的常见故障与检修 7

1.5 实训 8

1.6 习题 10

第 2 章 家用电热器具 11

2.1 家用电热器具的种类及结构 11

2.1.1 家用电热器具的种类 11

2.1.2 电热器具的基本结构 13

2.2 电热器件 13

2.2.1 电阻式电热器件 13

2.2.2 远红外线电热器件 14

2.2.3 PTC 电热器件 14

2.3 控制元件 15

2.3.1 温度控制元件 15

2.3.2 功率控制元件 16

2.3.3 时间控制元件 17

2.4 电热取暖器 17

2.4.1 石英管式取暖器 17

2.4.2 暖风机 19

2.4.3 电热褥 21

2.5 电热水器 23

2.5.1 电热水器的种类 23

2.5.2 贮水式电热水器的基本结构 24

2.5.3 典型电路 26

2.5.4 电热水器的故障检修 28

2.6 电熨斗 29

2.6.1 普通型电熨斗 29

2.6.2 调温型电熨斗 30

2.6.3 喷气喷雾型电熨斗 30

2.6.4 电熨斗常见故障与检修 31

2.7 实训 32

2.8 习题 35

第 3 章 电炊具 36

3.1 电饭锅 36

3.1.1 电饭锅的结构特点和工作原理 36

3.1.2 电饭锅的常见故障与检修 41

3.2 家用电烤箱 42

3.2.1 电烤箱的结构 42

3.2.2 电烤箱的使用与维护 44

3.3 微波炉 44

3.3.1 微波炉的结构 44

3.3.2 微波炉的基本原理 46

3.3.3 微波炉的常见故障与检修 48

3.4 微波炉的拆装及检测实训 50

3.5 习题 53

第 4 章 洗衣机 54

4.1 洗衣机类型 54

4.1.1 洗衣机的分类 54

4.1.2 几种类型洗衣机的性能比较 56

4.2 波轮式洗衣机 56

4.2.1 波轮式双桶洗衣机的结构 56

4.2.2 波轮式双桶洗衣机的常见故障和检修 62

4.3 全自动波轮式洗衣机 64

4.3.1 全自动波轮式洗衣机的结构 64

4.3.2 全自动波轮式洗衣机控制电路 67

4.3.3 全自动波轮式洗衣机常见故障 和检修	69	6.3.1 压缩机	117
4.4 滚筒式洗衣机	71	6.3.2 冷凝器	118
4.4.1 滚筒式洗衣机基本结构	71	6.3.3 蒸发器	118
4.4.2 全自动滚筒洗衣机控制电路 分析	73	6.3.4 干燥过滤器与毛细管	118
4.4.3 滚筒洗式洗衣机常见故障与 检修	78	6.3.5 温控器	120
4.5 实训	81	6.4 电冰箱的电气控制电路	123
4.6 习题	85	6.4.1 单门电冰箱的电气控制电路	123
第 5 章 电风扇	86	6.4.2 双门直冷式电冰箱电气控制 电路	124
5.1 电风扇的类型	86	6.4.3 间冷式电冰箱电气控制电路	125
5.1.1 电风扇的分类	86	6.5 电冰箱故障分析	126
5.1.2 电风扇的型号规格	88	6.6 实训	128
5.2 落地扇	90	6.7 习题	130
5.2.1 落地扇的结构原理	90	第 7 章 家用空调器	132
5.2.2 落地扇的常见故障与检修	99	7.1 家用空调器的功能及种类	132
5.3 吊扇、转页扇和换气扇	101	7.1.1 家用空调器的功能	132
5.3.1 吊扇	101	7.1.2 家用空调器的种类	133
5.3.2 换气扇	101	7.1.3 空调器的型号命名	135
5.3.3 转页扇	102	7.2 冷风型窗式空调器	136
5.4 电脑程控电风扇	103	7.2.1 窗式空调器的结构	136
5.4.1 程控电扇的结构	103	7.2.2 窗式空调器的工作原理	136
5.4.2 程控电扇的基本原理简单 分析	104	7.2.3 窗式空调器的控制与保护 电器	137
5.4.3 程控电扇的常见故障与检修	107	7.2.4 窗式空调器电路	138
5.5 电风扇的选购、使用与 维护	108	7.3 热泵冷风型空调器	139
5.5.1 电风扇的选购	108	7.3.1 热泵冷风型空调器制热工作 原理	139
5.5.2 电风扇的使用与维护	109	7.3.2 热泵冷风型空调器制冷工作 原理	140
5.6 实训	109	7.4 分体式空调器	140
5.7 习题	110	7.4.1 分体式空调器的基本结构	140
第 6 章 电冰箱	111	7.4.2 分体式空调器的基本原理	141
6.1 电冰箱的分类、型号	111	7.4.3 分体式空调器的电路分析	142
6.1.1 电冰箱的分类	111	7.5 变频空调器	144
6.1.2 电冰箱的规格与型号	112	7.5.1 变频式空调器的工作原理	144
6.2 电冰箱的结构	113	7.5.2 变频式空调器的制冷(制热) 系统	145
6.2.1 箱体组成	114	7.5.3 变频式空调器的电气控制 系统	145
6.2.2 制冷系统	114	7.6 微电脑变频分体式空调器	146
6.2.3 豪华型多门电冰箱制冷系统	115	7.7 空调器常见故障分析与 检修	151
6.3 电冰箱的主要部件	117		

7.7.1 故障分析方法	151	7.8.2 分体式空调器的安装	154
7.7.2 空调器的常见故障与检修	152	7.9 实训	156
7.8 空调器的安装	153	7.10 习题	160
7.8.1 窗式空调器的安装	153	参考文献	161

第 1 章 家用照明电器

本章要点

- 电子调光灯
- 荧光灯
- 声光控制灯

1.1 家用照明电器概论

随着国民经济的不断发展,人民生活水平的提高,家用照明电器的品种越来越多。按照功能,可以把它分为一般照明电器和装饰性的照明电器两大类;若按使用的光源不同,又可把它分为白炽灯、荧光灯、高压气体放电灯和低压气体放电灯等。本章先简要介绍对照明电器的评价和选购的常识,然后从维修角度出发,讨论家庭中常见的电子调光灯、电子镇流器荧光灯和声光控制灯的原理、常见故障和检修。

对家用照明电器的评价,可从配光、光效、寿命和装饰性 4 个方面考虑。所谓配光是照明电器的发光强度在空间的分布状况,这是进行照明设计的最基本依据。照明电器的光效是指它的发光效率,即它发出到外部的光通量与所用照明电器中的光学器件发出的总光通量之比。这是衡量它的光学性能的一个重要指标。照明电器的寿命是指它在配有合格的电源条件下,从投入运行到不能继续维持其额定光效的时间。这是评价它的经济性能的又一项十分重要的指标。照明电器的装饰性是指它的整体造型的艺术效果,既要在白天不打开时让人看了舒服,又要在晚上点亮后让人看了满意,才算得上是一个装饰性好的灯具。

怎样选购家用照明电器呢?不同的顾客对此有不同的选择:老年人一般喜欢色浓形古,象征福寿吉祥图案的照明电器,以寄福寿无穷,万事如意之念;中年人则喜欢造型大方、着色和谐、浓淡适度、实用性强的照明电器;知识分子一般喜欢造型别致、淡雅古朴、副于欣赏价值的照明电器;而新婚夫妇则多喜欢款式新颖、色泽艳丽和豪华的照明电器,所以应根据顾客的不同喜好购买。

购买照明电器时应检查其质量。产品质量有 3 层含义:包装质量、外观质量和内在质量。选购灯具时,首先要看产品包装是否完好,包装除了宣传美化产品的作用以外,主要是对产品起保护作用。然后仔细检查灯具的外观质量。先看整体形态是否端正规矩,表面颜色是否均匀一致,然后再看喷漆或电镀是否平滑细腻,有无脱落、气泡、斑点、锈蚀。如有电源插座,最好试用几次,并注意检查以下几个方面:开关是否灵活,电源引出线处是否有绝缘禁固线卡,装接是否牢固,选用的插头是否合格,贯穿线导管出口处是否有导角处理,有无飞边毛刺,是否有损害导线绝缘的隐患,引出导线长短、粗细是否与说明书一致等,通过这些检查基本可判断灯具质量的好坏。

1.2 电子调光灯

1.2.1 电子调光灯的组成

电子调光灯由白炽灯、灯罩、波纹管、底座、球形旋钮、线路板、橡胶线夹、电源插头等组成，见图 1-1 所示。

白炽灯的作用是将电能转变成光能和热能的器件，它主要由玻璃泡、灯丝、芯柱、灯头等组成。灯丝细而软，它的中间各点由钼丝钩支撑。灯丝两端由内导丝支撑，内导丝与压在玻璃芯柱内的杜镁丝焊接在一起，杜镁丝起着密封和导电的双重作用。杜镁丝的另一端与外导丝焊在一起，外导丝穿过灯头上的眼孔，用焊锡把它同眼片焊在一起，成为导电的触点。排气管与喇叭管封接处有一排气孔，在玻璃壳封口时将空气由此排出，并由此充入惰性气体。金属灯头用热固化焊泥同玻璃壳紧固在一起。灯罩有金属和塑料两种，起反射光线，避免眩光的作用。蛇皮管可以在一定的范围内弯曲，方便人们的使用，底座起支撑灯头和安装电子线路板及旋钮的作用。电子控制电路的器件安装在线路板上，通过转动旋钮，可以调节灯光的强弱。

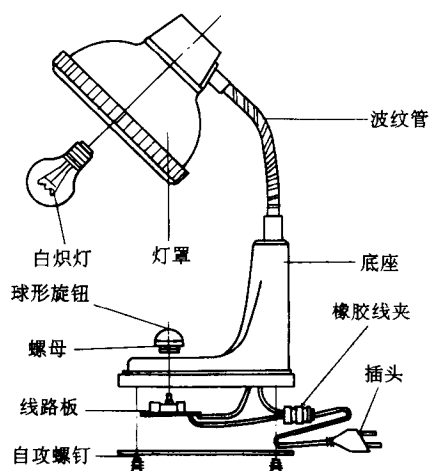


图 1-1 调光灯结构示意图

1.2.2 电子调光灯的工作原理

白炽灯的灯丝一般由很细的钨丝绕成螺旋形，它有很高的熔点(3680K)和很低的蒸发率，可以在很高的温度(2400~2600K)下长期工作。当电流通过它时，灯丝发热呈白炽状态而发光，所以白炽灯属于热辐射电光源。改变灯丝的电流就能改变灯泡的工作温度，白炽灯泡发光强度便发生变化。电子调光灯的发光强弱是通过电子电路使灯丝的电流变化而实现的。图 1-2 是电子调光灯电子控制电路的原理图。其中电源开关 S、白炽灯 EL、双向晶闸管 VT、电感 L_1 与电源构成主电路。如果 S 闭合且 VT 导通时，白炽灯便有电流通过，若 VT 不导通、白炽灯中就没有电流。微调电阻 RP_1 、电位器 RP_2 、电阻 R_1 、电容 C_2 和双向二极管 VD 组成晶闸管 VT 的触发电路。其中 RP_1 、 RP_2 、 R_1 和 C_2 组成 RC 相移电路。假定拆除 VD， C_2 两端的电压 U_c 滞后电源电压 U_i 角度 α ， U_i 、 U_c 的波形如图 1-3 所示，当 RP_2 阻值调至最大时，滞后角度 α 最大，当 RP_2 阻值调至最小时，滞后角度 α 最小。将双向二极管连接上后，晶闸管就受移相电压的控制，当移相电压达到双向二极管的阈值电压 U_{T+} 和 U_{T-} 时，导通触发 VT 使其由关断状态转为导通状态，当输入电压变化到零电位时，双向晶闸管自动关断，这样通过白炽灯的平均电流受电位器的控制，所以调整电位器旋钮可以方便地调整灯光的强弱。 L_1 和 C_1 构成高频滤波器，用来防止通过白炽灯电流的高次谐波对附近收音机或电视机等设备的干扰。由于 L_1 的线径粗且匝数少， C_1 容量很小，所以它们的阻抗不会影响灯泡的亮度。

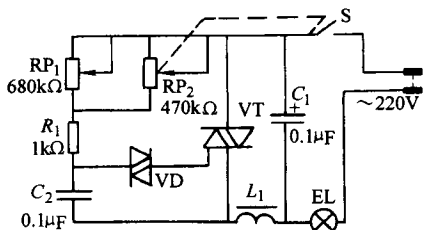


图 1-2 电子调光灯控制电路

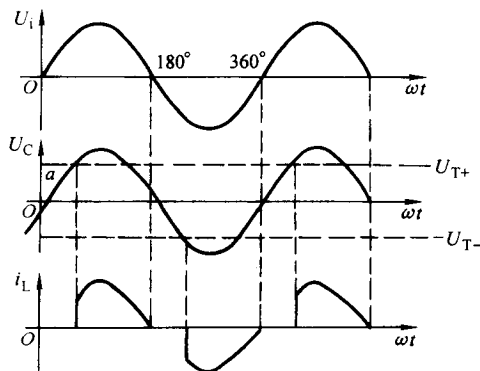


图 1-3 电子调光灯控制电路的电压波形

1.2.3 电子调光灯的常见故障与检修

(1) 白炽灯不亮

白炽灯不亮的原因有：灯丝熔断、灯头与灯座接触不良、电源开关损坏、连线断路、控制电路中双向二极管断路或移相电容被击穿等。检修时，先察看灯丝是否熔断，若灯丝断，应更换灯泡。若灯丝没断，检查灯头与灯座接触是否不良，有时灯座的中心磷铜电极被压低，白炽灯拧入后接触不上，可用绝缘工具将该电极拨正挑起，使白炽灯拧入后与其可靠的接触。若灯泡仍不亮，用万用表的电阻档测量电源开关，若在开关闭合位置，测量其电阻为无穷大，说明开关已损坏，该开关通常位于电位器的内部，不易修复，一般需更换。对双向二极管和移相电容可用替换法判定其是否损坏。

(2) 电子调光灯调光不正常

电子调光灯在最亮位置不能调光，其原因有：双向晶闸管 VT 被击穿短路、双向二极管 VD 短路、电容器虚焊或内部开路等。检修时，在断电后直接用万用表测量双向晶闸管 VT 两端的电阻，若不是无穷大，说明双向晶闸管应更换。双向二极管 VD 和移相电容 C_2 仍用替换法判断。

电子调光灯在最暗的位置不能调光，大多是由于电位器 RP_2 磨损，动臂未与碳膜片接触所致。检查时，可将电位器引线焊下，用万用表电阻档测量其动臂引脚（即中间焊片）与其他两端的电阻，若为无穷大，即表明有此故障；若测出阻值不超出标称值，且随转轴的转动变化，则表明电位器是好的。由于多数情况下，总是将灯光调到最强的位置使用，只有在特殊需要时才调为弱光。这样，每次开灯后都要将电位器顺时针旋足，关灯时又要将它旋回，时间长了很容易磨损。为了减轻磨损，可将原来焊在电位器上下两端的引线交换。这样，刚一开灯光最亮，需要暗光时，再将旋钮顺时针旋转。

电子调光灯调不到最亮，开灯后灯能亮，就表明主回路是正常的，故障在触发电路，主要原因是 RP_2 磨损，电阻无法调到零，或移相电容 C_2 严重漏电，需更换。

电子调光灯调不到最暗，其故障也出在触发电路。主要原因 C_2 开路或虚焊、微调电阻 RP_1 动臂的位置改变，使阻值减小。检修时，如果怀疑电容内部开路，可以用一个同规格的电容代换实验。如果怀疑 RP_1 阻值改变，只要将 RP_2 调在灯光最暗的位置，用小旋具微调 RP_1 ，调到灯丝暗红就可以了。

最后需指出,调光灯的白炽灯以选 25 ~ 40W 为宜。功率太大,不仅容易损坏晶闸管,还有可能烤坏灯罩。

1.3 荧光灯

白炽灯将输入电能大部分转变为热能,只有 10% 左右的电能用于发光,且寿命仅为 1000h 左右。荧光灯克服了这些缺点:发光效率提高到白炽灯的 4 倍,寿命在 1500 ~ 5000h 之间,成为家庭照明用具中的主要成员。

1.3.1 荧光灯的组成

荧光灯由荧光灯管和镇流器两部分组成。荧光灯管由灯丝、灯脚和玻璃管 3 部分组成。玻璃管内壁涂覆一层很薄的荧光粉,灯管发光的颜色与荧光粉成分有关,如管内壁涂卤磷酸钙即为日光色。不同配方的荧光粉,可发出不同颜色的光。灯管两端装有灯丝,灯丝上涂有电子发射物质,称为阴极,灯丝通过导线从管端引出与引脚相连,管内被抽成一定的真空后,充入少量的惰性气体,并注入微量的液态汞、惰性气体起帮助灯管点燃,延缓灯丝蒸发和延长灯管使用寿命的作用,在气体放电的温度下,汞蒸发为气态后放电,从而产生了紫外线射到荧光粉上,荧光粉便激发出柔和的荧光。

镇流器有电感镇流器和电子镇流器之分。电感镇流器实际是一个具有铁心的线圈,电子镇流器由电子线路组成,它们的作用都是点亮荧光灯,并在点亮荧光灯后限制通过灯管的电流。

1.3.2 荧光灯的工作原理

1. 电感镇流器荧光灯

电感镇流器荧光灯的原理电路如图 1-4 所示,当把开关 S 闭合,220V 的交流电加到电感 L 、荧光灯管灯丝和起辉器 S_1 串联的电路两端。起辉器 S_1 双金属片之间的气体辉光放电形成电流,双金属片受热而膨胀,动片向静片靠近,这段时间内灯丝被预热。当动片与静片接触后,起辉器 S_1 便停止辉光放

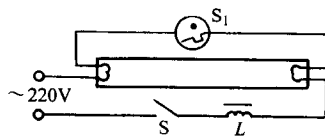


图 1-4 电感镇流器荧光灯电路

电,双金属片冷却收缩使动片与静片断开,电路中的电流欲突然消失,在电感镇流器中就产生一个比电源电压高的感应电动势,这个电动势与电源串联起来加到灯管两阴极之间,灯丝发射电子碰撞管内气体,使其电离引起弧光放电,此时管内的温度升高,继而使液态汞汽化游离,形成管内电流,发出波长为 $2537\text{\AA}$ 的不可见的紫外线,紫外线激发灯管内壁涂覆的荧光粉,使它发出柔和的荧光,这是荧光灯的起动过程。荧光灯起动后,电感镇流器便限制灯管的电流、使荧光灯处于正常发光状态。

很明显,电感镇流器荧光灯电路简单,造价便宜是其最大的优点。但是电感镇流器体积大而重,功率因数较低(一般在 0.5 左右),其耗能占灯功率的 20% 左右,尤其是 50Hz 的交流电给荧光灯带来的频闪效应对保护视力极为不利,而且电源电压低于 180V 时起动困难,起动过程中产生音频噪声,与其配合的起辉器也容易损坏,为了克服电感镇流器的这些缺点,电子镇流器应运而生。

2. 电子镇流器荧光灯

电子镇流器荧光灯的原理电路如图 1-5 所示, 图中 C_1 、 L_1 和 C_2 构成高频滤波电路, 二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 和电容 C_3 、 C_4 等构成交流电整流滤波电路, R_1 、 C_6 、 VD_8 和双向二极管 VD_9 组成起动电路, 磁环变压器 T 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5 等构成高频脉冲振荡电路, 电感 L_2 和 C_9 、 C_{10} 等构成串联谐振电路。接通电源后, 220V 交流电经 $VD_1 \sim VD_4$ 桥式整流和 VD_5 、 VD_7 、 C_3 、 C_4 组成的特殊滤波电路后, 输出约为 220V 直流电压, 经 R_1 对 C_6 充电, 当 C_6 两端电压超过 VD_9 的转向电压(约 32V), VD_9 就导通, 给 VT_2 基极一个触发脉冲, 使 VT_2 首先导通, 此时, 直流电源通过荧光灯丝、正温度系数热敏电阻(PTC)、 L_2 、 T 的绕组 n_1 、 VT_2 和 R_5 给 C_9 充电。充电时, 由于脉冲变压器 T 的线圈 n_1 对同相线圈 n_2 和反相线圈 n_3 的电感耦合作用, n_2 产生的感应电压使 VT_1 导通, 而 n_3 上的感应电压使 VT_2 截止, 故 C_9 又通过灯丝、PTC、 L_2 、 n_1 、 R_3 和 VT_1 形成放电电路。放电时, 由于脉冲变压器 T 的线圈 n_1 对同相线圈 n_2 和反相线圈 n_3 的电感耦合作用, n_3 产生的感应电压使 VT_2 导通, 而 n_2 上的感应电压使 VT_1 截止, 故 C_9 又通过 L_2 、 n_1 、 VT_2 和 R_5 形成充电电路, 如此反复循环, VT_1 、 VT_2 轮流导通, 形成频率约为 25kHz 的自激振荡。电路起振后, C_6 经 VD_8 和 VT_2 不停的放电使 VD_9 不再产生触发电压, 起动电路停止工作。高频电流通过 L_2 、PTC、 C_9 预热灯丝约 1s 后, PTC 元件因发热达到居里温度, 且电阻增大到 10M Ω 以上, 这时 C_9 、 C_{10} 和 L_2 等构成串联谐振电路谐振, 由于 C_9 容量远大于 C_{10} 的容量, 故在 C_{10} 两端产生足够高的谐振电压, 点亮灯管。灯一旦被点亮, LC 串联电路则失谐, 灯管两端电压降为 100V 左右, 这时 L_2 只起限流作用, C_9 则起隔直流电的作用, C_{10} 通过极小的电流对灯丝起辅助加热的作用。另外, 当 VT_2 由导通变为截止时, L_2 上的自感电压与电源整流后的电压叠加在一起, 会使 VT_2 承受上千伏的高频电压、容易使 VT_2 击穿, C_8 可有效降低这个电压。 C_1 、 L_1 和 C_2 组成的高频滤波电路滤除电子镇流器产生的高频电压, 防止干扰电网。

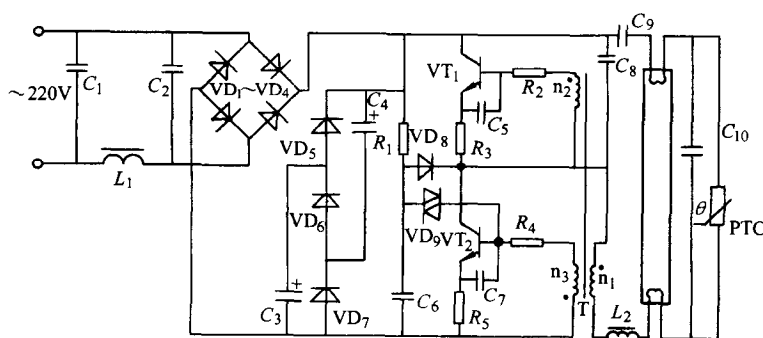


图 1-5 电子镇流器荧光灯电路

1.3.3 荧光灯的常见故障和检修

1. 荧光灯管不亮

电感镇流器荧光灯管不亮的原因有: 灯管的灯脚与灯座接触不良、灯丝断、起辉器接触不良、双金属片坏等; 电子镇流器荧光灯不亮的原因有: 灯管的灯脚与灯座接触不良、灯丝

断、双向二极管 VD 断路，三极管 VT₁ 或 VT₂ 损坏、C₉ 断路、C₁₀ 变质等。

当电感镇流器荧光灯管不亮时，先测量工作电压是否正常，若电压正常，可移动一下灯管，使灯脚与灯座接触良好。若仍不能点亮，可转动起辉器或检查起辉器座两端有无电压。若电压正常，可换一只起辉器。若起辉器座无电压，应检查镇流器或灯丝有无断路之处。如有断路，应更换已断路的镇流器或灯管。有时灯管慢漏气或环境温度太低也不能使灯管点亮。一般慢漏气的灯管在外形上可以很容易看出荧光粉的变色，这需要更换新的灯管。如果环境温度太低，一般应加温解决。

当电子镇流器荧光灯管不亮时，一般先察看灯管两端是否发黑，若两端发黑说明灯丝上的电子物质快消耗尽了，灯管老化严重，或者灯丝已断，应更换新的灯管。若灯管正常，可在通电的状态下测量 C₆ 两端的直流电压，若接近 220V，说明 VD 断路。若 C₆ 两端的电压在 32V 以下，可在断电后，测量 VT₁ 和 VT₂ 是否被击穿。若它们正常，测量 C₉ 是否开路，方法是把灯管拔下，用万用表的高阻档测量 C₉，若指针无轻微的摆动，说明 C₉ 断路。C₁₀ 一般可用替换的方法确定是否坏了。

2. 荧光灯管两头亮中间不亮

对电感镇流器荧光灯来说，一般是起辉器双金属片不能分开或起辉器中与双金属片并联的电容击穿短路造成。灯管慢性漏气或使用久了，寿命将要終了。对电子镇流器荧光灯其原因一般是 C₁₀ 被击穿所造成。检修时，当电感镇流器荧光灯管两端亮中间不亮时，将起辉器拿掉，灯管发光正常，说明起辉器短路应更换之。若灯管发出像白炽灯一样的红光，起辉器发出跳动的光，但灯管不能起辉发光，说明灯管出现了慢漏气或使用寿命将要終了。当电子镇流器荧光灯出现这种现象时，说明振荡电路已起振，只是灯管两端电压太低或无电压，这一般是起动电容 C₁₀ 漏电或被击穿造成的。如果灯管发光闪烁，一般是隔直电容 C₉ 击穿造成的。

1.4 声光控制灯

1.4.1 声光控制灯的组成与用途

声光控制灯由电子控制电路和白炽灯组成，通常用于走廊和楼道等处的短时照明，使用这种灯，人们不必在黑暗中摸索开关，也不必担心点长明灯费电和损坏白炽灯，夜间只要有脚步声，灯便自动点亮，延时一分多钟后自动熄灭。

1.4.2 声光控制灯的工作原理

图 1-6 所示是一个声光控制灯的实用电路。其中二极管 VD₁ ~ VD₄ 组成桥式整流电路、R₁、R₂ 和 C₁、C₂ 组成降压滤波电路，话筒 MIC、电阻 R₃、电容 C₃、电阻 R₄、R₆ 和三极管 VT₂ 组成声信号输入电路，电阻 R₅ 和光敏电阻 RL 组成光信号输入电路，与非门 1 和与非门 2 组成声信号和光信号与逻辑电路，VD₇、R₇、R₈、C₄ 组成延时电路，与非门 3、与非门 4 和电阻 R₉ 组成触发电路，晶闸管 VT₁ 是控制灯的开关元件。

220V 交流电通过灯 EL 后，经 VD₁ ~ VD₄ 桥式整流电路把交流电压变为脉动的直流电压，由 R₁ 和 R₂ 分压、C₁ 滤波，获得 10V 左右的直流电压，作为控制电路的直流电源，这时通

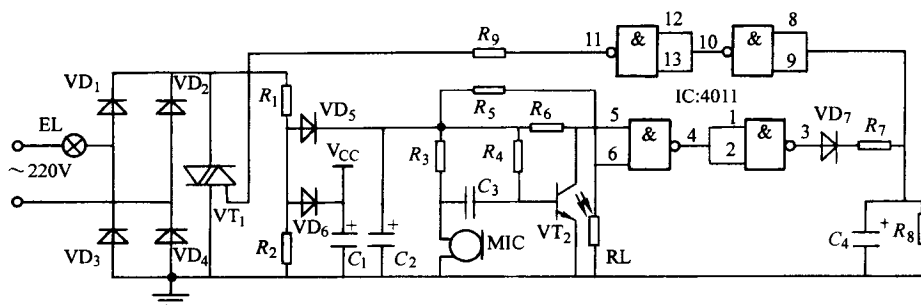


图 1-6 声光控制灯电路

过白炽灯的电流小于 2mA，所以白炽灯不会发光。电阻 R_5 和光敏电阻 R_L 串联分压，当光照射光敏电阻 R_L 时，它呈低阻状态，使与非门 1 的 6 端为低电位，若无光照射时，光敏电阻 R_L 呈高阻状态，使与非门 1 的 6 端为高电位。话筒 MIC 和电阻 R_3 将外界的声音信号转变成电信号，在外界无声的情况下，三极管 VT_2 处于放大状态，使与非门 1 的输入端电压为输入低电位，若外界有声音，三极管 VT_2 将会出现反复截止的状态，使与非门 1 的 5 端反复出现高低电位的过程。若与非门 1 的两个输入端有一个为低电位时，与非门 2 便输出低电位，只有当与非门 1 的两个输入端都为高电位时，与非门 2 才输出高电位。当与非门 2 输出高电位时，通过隔离二极管 VD_7 和电阻 R_7 给电容 C_4 充电，当 C_4 的充电电压达到与非门 3 的阈值电位时，使与非门 4 输出高电位，通过电阻 R_9 触发 VT_1 使其导通，主回路便有较大的电流通过白炽灯使其发光， VT_1 导通后，与非门 1 的输入端很快变为低电位，与非门 2 输出为低电位，但延时电路的电容 C_4 通过 R_8 放电，经过大约 2 分钟的时间，下降到与非门 3 的阈值电位以下，使与非门 4 输出低电位，当交流电过零点时， VT_1 自行关断。所以，白天白炽灯不亮，只有到了晚上 MIC 接收到声音时，才能产生触发信号，使双向晶闸管 VT_1 导通，白炽灯发光，延时一段时间白炽灯自动地熄灭。此外， C_1 上的电压为集成电路 IC: 4011 提供直流电压。

1.4.3 声光控制灯的常见故障与检修

1) 晚上声音小时声光控制灯不亮，当声音很大时灯才亮。这是声信号输入电路灵敏度降低所致，其原因有话筒 MIC 灵敏度降低、电容 C_3 容量减小、三极管 VT_2 、电阻 R_4 、 R_6 等元件的参数改变造成的。检修时，可适当减小 R_3 的阻值以提高 MIC 的灵敏度。增大 R_4 和减小 R_5 的阻值，降低三极管 VT_2 的静态工作点，用一个等值电容与 C_3 并联，观察效果是否改善等方法，提高声输入电路的灵敏度。

2) 晚上声光控制灯不时的发光。这一般是声信号输入电路灵敏度太高所致。检修时，对该部分电路的元件作与上相反地调整。

3) 白天有声音时声光控制灯便亮。这是光信号输入电路的故障。检修时，检查光敏电阻 R 是否接收光线不足，可采用清除光敏电阻处的灰尘，检查光敏电阻的位置是否正确，光敏电阻是否开路，适当增大 R_5 的电阻，降低与非门 1 的 6 端输入电平的办法加以解决。

4) 晚上有声音也不亮。其原因是声信号输入电路在有声音时不能输出高电平，光信号输入电路输出低电平，集成电路(IC)损坏等造成的。检修时，在有声时测量与非门 1 的 5 端

是否为高电平,在无光时测量与非门 1 的 6 端是否为高电平,若不是高电平说明故障在相应的输入电路,若是高电平应检查集成电路(IC)的逻辑关系是否正确。

5) 白天晚上声光控制灯长亮。其原因一般是双向晶闸管 VT_1 被击穿,检修时,断电后用万用表的电阻档测量 VT_1 的两个阳极之间的电阻,若在 $1k\Omega$ 以下,则说明双向晶闸管已经被击穿,应更换。

6) 灯亮的延时时间不合适。若灯亮的延时时间缩短了,有可能是电容 C_4 漏电或者是容量减小所致,可用一只相同的电容尝试。若嫌延时时间不够,可适当增大电阻 R_8 的阻值,或者增大电容 C_4 的容量。反之,减小电阻 R_8 或者电容 C_4 的数值。

1.5 实训

1. 自动光控照明灯的安装

(1) 教学目的

- 1) 熟悉自动光控照明灯的电路结构及原理。
- 2) 掌握电路的连接方法。
- 3) 掌握常见故障的排除方法。

(2) 主要器材

电烙铁、万用焊接板、万用表、螺钉旋具、尖嘴钳等。

(3) 实验步骤

1) 图 1-7 所示为自动光控照明灯的电路。

2) 元器件筛选

元器件选择:晶闸管 VT 选用 KP1A/500V;二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 选用 1N4004;稳压管 VS 选用 2CW52,稳压值为 $3.2 \sim 4.5V$,也可用其他型号;光敏电阻 RG 选用 MG41 ~ 45;电阻均用 $1/2W$ 。

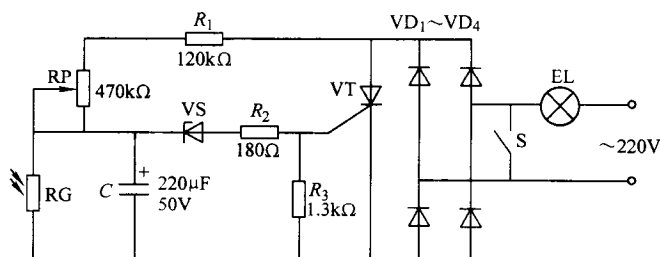


图 1-7 自动光控照明灯电路

用万用表电阻挡测量(或用仪器)各元器件的好坏。

3) 整体电路元器件的排布如图 1-7 所示。

4) 按电路结构在万用焊接板上焊接各元器件。

5) 完成实际焊接电路的调试。接通电源,调节电位器 RP,使光敏电阻 RG 受光照时灯 EL 熄灭。当外界光照度小到所需值时,灯 EL 点亮,若不亮,可减小 R_1 阻值。光敏电阻 RG 可安装在能防雨水和没有光干扰的窗檐下,或安装在坏灯泡内。

注意,限流电阻 R_2 阻值不可太大,否则有可能损坏晶闸管。

由于装置元器件都处在电网电压下,因此在安装、调试、使用时必须注意安全。

(4) 工作原理

晶闸管 VT 接在整流器 $VD_1 \sim VD_4$ 的对角线上,如果 VT 导通,则灯 EL 将亮,市电经灯 EL、整流桥 $VD_1 \sim VD_4$,输出一直流电压,经电阻 R_1 和电位器 RP 降压,提供控制电压。当