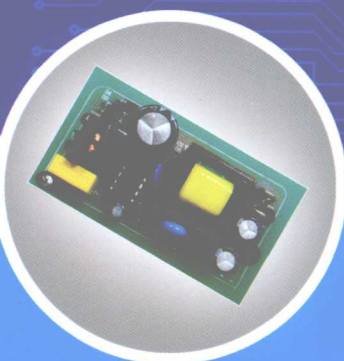
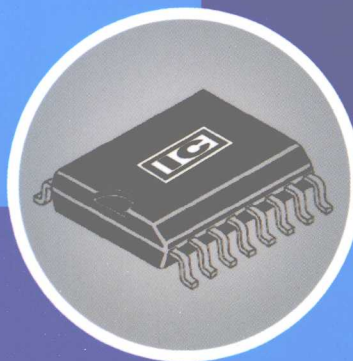




高频 电子镇流器 设计与

制作
详解

陈永真 李 锦 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

高频电子镇流器设计与制作详解

陈永真 李 锦 编著

TM923.6 /
C624



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以国家标准和相关行业标准为依据,对电子镇流器的原理、设计方法及要点、元器件选择、制作与调试进行了系统讲解。本书的最大特点是给出了翔实的测试数据,并对测试数据进行了详尽的分析。读者在学习完本书后,根据书中给出的完整设计实例即可以设计制作出性能符合要求的高频电子镇流器。

本书适合电子镇流器设计工程师阅读、参考,更适合广大电子爱好者和电子镇流器设计入门者,尤其是即将步入社会的大学生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

高频电子镇流器设计与制作详解/陈永真,李锦编著.
北京:中国电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-9275-2

I. 高… II. ①陈…②李… III. ①镇流器—设计②镇流器—生产工艺 IV. TM923.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 135204 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷

1000 毫米×1400 毫米 B5 开本 15.75 印张 343 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

高频电子镇流器设计与制作详解

电子镇流器已经进入到社会生活的各个角落,电子镇流器的研发与制造已经形成一个产业。对于研发、制造电子镇流器的工程师或想成为电子镇流器设计工程师的大学生、电子爱好者,非常需要电子镇流器设计方面的知识。那么简易型电子镇流器(节能灯)的工作过程详尽分析、哪些因素影响电子镇流器的最主要性能、电子镇流器的性能对荧光灯有什么影响等知识或资料到哪才能找到呢?这可能是电子镇流器设计工程师最头疼的事,所以相关网站的论坛非常火热。然而,获得知识的最好方法就是有一本或几本能够详尽讲述电子镇流器原理、设计、制作和调试的书籍。

本书从荧光灯的基本原理和对电子镇流器的要求开始分析,以明确电子镇流器应该具有怎样的性能,电子镇流器的性能对荧光灯管工作性能和寿命的影响;接着本书详尽地分析了简易型电子镇流器的工作过程以及简易型电子镇流器元器件选择依据,提出简易电子镇流器存在的问题。为了解决简易电子镇流器存在的问题,本书以作者研制的性能优异的直流供电荧光灯逆变器为例,对荧光灯逆变器的设计、制作和调试进行详细讲解;对于交流市电供电的电子镇流器设计,本书为读者提供了几种典型的采用 IR 系列电子镇流器控制芯片构成的电子镇流器设计详解。

本书的另一个特点就是给出了详尽的测试数据并对测试数据进行分析。这对于加深电子镇流器对荧光灯管影响的理解、参数的改进具有特别的参考价值。本书用大量篇幅着重论述了应用不同的电子镇流器控制芯片构成电子镇流器灯丝预热功能和异常状态的危害以及异常状态保护的实现。通过良好的灯丝预热,可以使荧光灯管的使用寿命得到大大延长;通过完善的异常状态保护,可以确保在荧光灯管出现故障时电子镇流器不会烧毁。

通过阅读本书,读者可以按书中的设计实例做出符合性能要求的电子镇流器。使读者在电子镇流器设计方面的水平得到提高。通过对本书学习也可使原来的电子镇流器设计门外汉快速入门并具备一定的水平,这对于初入社会的大学生更是一个从入门到提高的捷径,对改善其就业质量会有很大的帮助。

本书共分为四篇:基础知识篇、电子镇流器电路原理与设计篇、直流供电的荧光灯逆变器设计详解篇、应用 IR 系列电子镇流器控制芯片的电子镇流器解决方案篇和其他,一共二十章内容。其中第一章、第二章、第三章、第四章、第十六章、第十九章、第二十章由辽宁工业大学陈永真、辽宁医学院李锦共同执笔,其他章由陈永真执笔。

本书是作者多年来从事电子镇流器研制工作经验的总结,如果本书能够使读者在电子镇流器设计方面得到提高将是作者的最大欣慰,更希望读者提出宝贵的意见。

编者

目 录

高频电子镇流器设计与制作详解

前言

第一篇 基础知识

第一章 荧光灯基本原理	1
第一节 荧光灯基本工作原理	1
第二节 荧光灯的起辉特性与发光原理	2
第三节 荧光灯管的结构	5
第四节 荧光灯管的电参数	8
第五节 影响灯管性能的因素	12
第六节 不同的起辉方式对荧光灯寿命的影响	14
第七节 荧光灯管的生产与废弃荧光灯管对环境的影响	16
第八节 绿色照明的意义	16
第二章 电子镇流器的性能及对荧光灯的影响	18
第一节 灯管的开关寿命	18
第二节 灯管的最佳预热状态	18
第三节 灯管电流的波形系数	19
第四节 灯管寿命终了对电子镇流器安全性的影响	19
第五节 灯管过电流与欠电流对灯管寿命的影响	20
第三章 电子镇流器原理及其对荧光灯管工作条件的影响	21
第一节 电子镇流器的起辉与镇流原理	21
第二节 荧光灯镇流条件的实现	22
第三节 灯管工作时起辉电容器的作用	22
第四节 高频交流电供电时荧光灯端电压的变化	23
第五节 高频交流电供电时荧光灯管光效增加的解释	25
第六节 高频电子镇流器的节能因素	25
第七节 电子镇流器驱动荧光灯管的灯丝加热情况分析	26

第二篇 电子镇流器电路原理与设计

第四章 简易电子镇流器原理与设计	27
第一节 为什么电子镇流器采用高频交流电逆变输出	27
第二节 高频交流电的实现	27

第三节	简易型电子镇流器的兴起	29
第四节	简易型电子镇流器电路	31
第五节	简易型电子镇流器启动过程分析	32
第六节	逆变电路工作过程分析	32
第七节	逆变电路主要元器件的状态分析	36
第八节	各种规格的简易电子镇流器设计实例	41
第九节	市场上品牌节能灯的测试结果	45
第十节	简易电子镇流器对电路中主要元器件的要求	47
第十一节	简易电子镇流器存在的问题	49
第十二节	简易电子镇流器的无奈与走出误区的思路	51

第三篇 直流供电的荧光灯逆变器设计详解

第五章	铁路客车用荧光灯逆变器	53
第一节	铁路客车用荧光灯逆变器问题的提出	53
第二节	现有的荧光灯逆变器及其存在的问题	54
第三节	铁道部关于荧光灯逆变器的行业标准简介	57
第四节	铁路非空调客车逆变器应用环境简介	57
第五节	BY 系列铁路客车荧光灯逆变器的设计缺陷分析	57
第六章	控制IC的原理分析	61
第一节	TL494 内部电路框图	61
第二节	开路集电极、开路发射极的输出级	62
第三节	输出方式选择	63
第四节	脉冲分频触发器	64
第五节	死区时间的建立与控制	64
第六节	内置振荡器	66
第七节	PWM 比较器	68
第八节	误差放大器	70
第七章	20W 铁路客车用荧光灯逆变器设计思路	72
第一节	常规性能指标的设计思路	72
第二节	确保开关寿命的设计思路	73
第三节	异常状态保护的设计思路	74
第四节	浪涌电压抑制与瞬态过电压保护功能的实现思路	75
第五节	绝缘性能的设计思路	76
第八章	20W 铁路客车用荧光灯逆变器设计详解	78
第一节	逆变器主回路的选择	78
第二节	选择自激式还是选择他激式及特点分析	78
第三节	开关管的选择与确定	79

第四节	控制 IC 的选择分析与设计	80
第五节	预热起辉的设计思路	83
第六节	异常状态保护的设计思路	84
第七节	控制电路的电源电路设计	87
第八节	变压器的设计	87
第九节	镇流电感的选择与设计	88
第十节	起辉电容器的选择	89
第十一节	旁路电容器的选择	89
第十二节	瞬变过电压抑制电路与器件的选择	90
第十三节	完整电路	91
第九章	20W 铁路客车用荧光灯逆变器测试及测试结果分析	93
第一节	测试条件与测试仪器	93
第二节	输入功率	93
第三节	照度	93
第四节	灯管参数测试	94
第五节	灯管电流波峰系数	94
第六节	灯管电压波形及相关信息	95
第七节	镇流电感电流及相关信息	95
第八节	起辉电容器的电流波形及相关信息	96
第九节	灯丝电压波形及相关信息	96
第十节	灯管的灯丝电压、电容电流波形与相应的功率信息	97
第十一节	预热时间	97
第十二节	不起辉试验	98
第十三节	其他异常状态试验	98
第十四节	湿热试验与绝缘介电强度试验	98
第十五节	开关寿命试验	99
第十六节	高温试验和低温试验	99
第十七节	损耗测试	99
第十八节	20W 荧光灯逆变器设计测试总结	102
第十章	40W 铁路客车用荧光灯逆变器（电子镇流器）设计详解	104
第一节	与 20W 荧光灯逆变器设计不同之处	104
第二节	逆变电路输出电压选择	104
第三节	变压器设计	106
第四节	镇流电感设计	109
第五节	异常状态保护电路设计特别之处	109
第六节	输入旁路电容器与起辉电容器型号选择与参数选择	109
第七节	开关管选择	110

第八节	绝缘电压的解决方案分析	111
第九节	40W 灯管的铁路客车用荧光灯逆变器 (电子镇流器) 电路	112
第十一章	40W 灯管的铁路客车用荧光灯逆变器测试结果与分析	114
第一节	测试条件与测试仪器	114
第二节	基本工作性能测试结果	114
第三节	主要元器件及损耗的参数测试	116
第四节	预热过程波形及测试	118
第五节	40W 灯管测试结果	118

第四篇 应用 IR 系列电子镇流器控制芯片的电子镇流器解决方案

第十二章	应用 IR2153 系列的高性能电子镇流器设计详解	122
第一节	控制芯片 IR2153 简介	122
第二节	外接电路的设计	127
第三节	应用 IR2153 的最简单电路	133
第四节	简单预热功能的实现	135
第五节	具有简单预热功能的电子镇流器设计实例	135
第六节	应用 IR2153 实现带有预热功能和异常状态保护功能的 电子镇流器设计实例	137
第七节	带有逐流方式的功率因数校正 IR2153 的电子镇流器设计	140
第十三章	组合电路 IR51H420/IR53H420 构成的电子镇流器	141
第一节	IR51H420/IR53H420 简介	141
第二节	应用 IR51H420/IR53H420 的紧凑型节能灯设计	142
第三节	应用 IR51H420 带有预热启动与异常状态保护的高频 电子镇流器设计实例	144
第十四章	应用 IR2520 的电子镇流器解决方案	149
第一节	IR2520 简介	150
第二节	IR2520 电路原理框图与工作过程简介	152
第三节	IR2520 原理分析——欠电压锁定	155
第四节	IR2520 原理分析——VCO 工作分析	156
第五节	IR2520 原理分析——振荡器	157
第六节	IR2520 原理分析——故障状态保护	160
第七节	应用 IR2520 的高频电子镇流器设计实例	165
第八节	电路试验与工作状态测试	168
第九节	不同功率灯管的参数设计	170
第十节	采用 IR2520D 实现具有功率因数校正的 55W 紧凑型节能 灯镇流器设计实例	173

第十五章 应用功率因数校正和镇流器控制 IC——IR 2166 的电子镇流器设计	177
第一节 IR2166 简介与数据	177
第二节 IR2166 原理分析	182
第三节 IR2166 的镇流器功能分析	187
第四节 IR2166 的功率因数校正功能分析	191
第五节 相关设计公式	195
第六节 由 IR2166 控制的电子镇流器工作过程分析	196
第七节 采用 IR2166 的全输入电压范围 T5 管径直管荧光灯的电子镇流器设计实例	203
第八节 IR2166 应用于高功率 (105W) 节能灯设计实例	214

第五篇 其 他

第十六章 电子镇流器的质量对荧光灯寿命的影响	224
第一节 决定荧光灯寿命的主要因素	224
第二节 电子镇流器的性能对荧光灯寿命的影响	225
第三节 电子镇流器是易耗品还是半永久装置	225
第十七章 电子镇流器对电解电容器的要求与选择	226
第一节 电子镇流器与节能灯对电解电容器的要求	226
第二节 适用于电子镇流器的高温长寿命铝电解电容器	226
第三节 电子镇流器应用的推算实例	229
第十八章 所谓“容性负载”对开关管的影响分析	231
第一节 问题的提出	231
第二节 瞬态共同导通产生的原因与分析	232
第三节 解决方案	234
第四节 零电压开通可以消除瞬态共同导通	235
第十九章 灯丝预热分析	237
第一节 电压型预热分析	237
第二节 电流型预热分析	238
第三节 扫频方式预热分析	239
第二十章 其他问题分析	240
第一节 功率因数校正方式对比分析	240
第二节 简易型电子镇流器与优质电子镇流器的对比分析	241
第三节 调光问题分析	242
参考文献	243

基础知识

高频电子镇流器设计与制作详解

第一章 荧光灯基本原理

电子镇流器是为荧光灯配套使用的,因此电子镇流器必须与荧光灯特性相匹配,这样才能使荧光灯工作在正常工作状态;否则不仅荧光灯不能正常工作或性能没有达到预期指标,甚至会导致荧光灯寿命缩短或损坏,也可以导致电子镇流器损坏。从这样的观点看,电子镇流器不是能将荧光灯点亮,亮度差不多就行了,是必须满足相关的性能要求。因此,设计电子镇流器前必须清楚荧光灯的工作原理、特性和参数。

第一节 荧光灯基本工作原理

一、荧光灯结构

直管形荧光灯典型结构如图 1-1 所示。

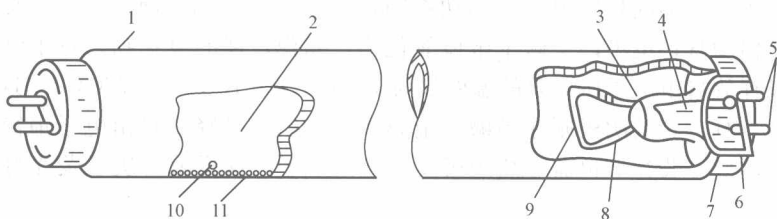


图 1-1 直管形荧光灯典型结构

1—玻璃管; 2—惰性气体; 3—芯柱; 4—排气管; 5—灯头插销; 6—灯头黏合剂;
7—灯头; 8—镍丝; 9—灯丝; 10—荧光粉; 11—汞

荧光灯主要由内涂荧光粉的玻璃管、涂敷电子发射物质的灯丝、汞和惰性气体、芯柱、灯头等组成。灯丝通过内导线、过渡导线和外导线将电极从灯管内引到灯管外。内导线与灯丝相连接,需要耐受比较高的温度;外导线为铜导线,以保证良好的导电性,过渡导线是穿过灯管芯柱的导线,这段导线要求其热膨胀系数与玻璃外圈相同,而且要与芯柱玻璃具有良好的亲和力,以保证灯管的气密性,过渡导线采用“杜美丝”(一种镍合金)。内导线为灯丝提供导电通路并支撑灯丝,灯丝为双螺旋或三螺旋形状,上面涂敷易于发射电子的碱土金属氧化物。荧光灯除直管形状外,还可以使环形、U形等。

二、灯丝的作用

在高压汞灯和高压钠灯中并没有灯丝也能正常工作。不仅如此，霓虹灯也是仅有电极而没有灯丝。那为什么荧光灯需要灯丝呢？

通过对比上述各种灯管的尺寸和工作电压就会看到高压汞灯电极之间的间距远远小于荧光灯，而工作电压则基本相当，因此短尺寸的高压汞灯可以直接利用电弧放电工作，而荧光灯要想也工作在电弧放电的状态将需要数万伏甚至更高的电压。霓虹灯管内仅有惰性气体，可以利用数千伏甚至数万伏的高压实现放电，这种工作方式对于荧光灯也是不适应的。那么怎样才能使荧光灯工作在比较低的放电电压呢？最好的办法就是利用电场吸引空间电荷（电子），用运动中的电子撞击汞离子，使其释放紫外线。

接下来的问题就是如何源源不断地获得空间电荷。由谁来提供，当然是电极，也就是电极能够提供“空间电荷”。

回顾一下真空管或汞整流管我们会看到，这些器件可以工作在很低电压，但是可以流过电流。在汞整流管中可以看到，汞整流管工作时发出紫外线和紫色光，如果将荧光粉涂在汞整流管的玻璃管壁内且不用阳极屏蔽紫外线，则汞整流管照样会像荧光灯一样发光。

不管是汞整流管还是真空管，都有一个共同特点：有灯丝。那么灯丝的作用是什么呢？

要想让电极能源源不断地向空间提供电子，需要使电极上的电子脱离电极，而电子脱离电极需要能量，即电子逸出功。通过大学物理可以知道，导体的温度越高，其电子逸出功越低，不同材料电子逸出功不同，以碱金属（铷、铯）最好，常用来做光电管或光电倍增管；也可以是碱土金属氧化物，如锶、钡的氧化物。对于碱土金属氧化物，可以释放自由电子所需要的温度仅为 $1000\sim 1100^{\circ}\text{K}$ ($660\sim 760^{\circ}\text{C}$)，这就是真空管灯丝温度，真空管的阴极则涂敷碱土金属氧化物，这是释放自由电子最简单、最经济的方法。因此，荧光灯也需要热阴极发射自由电子，这样就解决了荧光灯工作电压问题。

除了灯管内部气体性质和质量外，灯管灯丝特性也是最重要的特性，灯丝自由电子发射能力下降，灯管电流下降，发光能力变差，灯管工作电压升高。当灯管电流不足以维持放电所需电流时，灯管放电停止，灯管停止工作；当灯丝丧失自由电子发射能力，灯管将彻底失效。所以经常会看到荧光灯管接近寿命终了时，电感镇流器配套的灯管就会有刚点燃就熄灭，再点燃，再熄灭现象。连续产生高电压的电子镇流器可以使荧光灯管电子发射能力彻底失效（不能起辉），这时会导致电子镇流器的损坏。

第二节 荧光灯的起辉特性与发光原理

荧光灯在施加高压电场将惰性气体击穿放电后产生橘红色光，这并不是荧光灯正常工作时所发出的光。当惰性气体进入放电状态后，灯管温度上升，将灯管内的汞汽

化，低压汞蒸气状态的汞原子核外电子受到电场加速电子轰击后，最外层电子很容易从 $6S_0$ 的能级迁跃到能级更高的轨道，如图 1-2 所示。

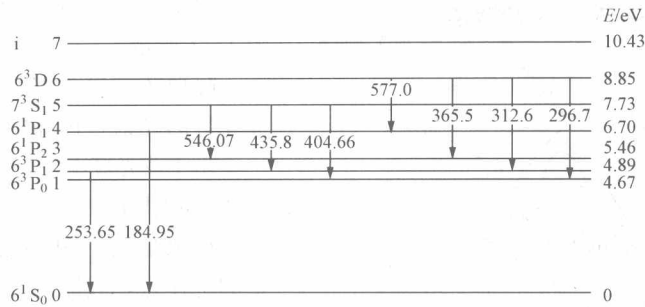


图 1-2 汞原子能级图

汞原子的核外电子获得最小能量 (4.89eV) 而迁跃的轨道能级是从 6^1S_0 迁跃到 6^3P_1 ，同样， 6^1S_0 迁跃回 6^3P_1 时释放 4.89eV 的能量，这种释放能量是以辐射紫外线的方式。从 6^1S_0 迁跃回 6^2P_1 将产生波长 253.7nm，这样的能量转换可以接受被电场加速后速度不大的自由电子动能，这些自由电子撞击汞原子核外电子并释放能量后，速度降低，在电场加速下重新加速并再次撞击另一个汞原子的核外电子释放能量，直至这个自由电子到达阳极。

如果被加速的自由电子动能没有达到 4.89eV 就撞击到汞原子核外电子，这时自由电子不能通过撞击将 6^1S_0 能级的汞原子核外电子迁跃到 6^3P_1 能级，这样的撞击自由电子不丧失动能需要继续加速后再次撞击汞原子核外电子才可能起作用。

如果被加速的自由电子动能达到 4.89eV 后没有撞击到汞原子的核外电子将继续加速，如果加速到 6.70eV 后才撞击到汞原子核外电子，这时自由电子将释放 6.70eV，获得这个能量的核外 6^1S_0 能级的电子将迁跃到 6^1P_1 能级，同样， 6^3P_1 能级的汞原子核外电子迁跃回到 6^1S_0 的初始能级将以 184.95nm 波长的紫外线形式释放 6.70eV 能量。

如果更高动能的自由电子撞击汞原子核外电子可能将汞原子核外电子撞击到更高的能级，这样，更高能级的汞原子核外电子迁跃回到 6^1S_0 则需要多次迁跃完成。如能级为 8.85eV 回落到 “0” 需要先迁跃到 6.70eV，释放 577nm 的可见光，再迁跃到 “0” 释放 184.95nm 的紫外线，这就是荧光灯电弧放电时发出可见光的原因之一。也可以先迁跃到 4.89eV 释放 312.6nm 的紫外线，再迁跃到 “0” 释放 253.7nm 的紫外线。

荧光灯管内的电弧放电所产生的高强度 253.7nm 波长紫外线激发灯管内壁的荧光粉发出可见光，而 185.0nm 波长的紫外线对荧光粉发光没有贡献。

当荧光灯管被高压击穿进入弧光放电后，灯管电压降低，灯管电流急剧增加。这时从灯丝（阴极）发射的电子受到电场而加速。被加速的电子撞击到汞离子的核外电子，使其获得能量，同时能级增加进入不稳定的能级。当这个处在不稳定能级的核外电子回到稳定能级时，以紫外线的形式释放能量。所辐射能量以波长 253.7nm 的紫外

线为主，还有少量 185.0nm 的紫外线。

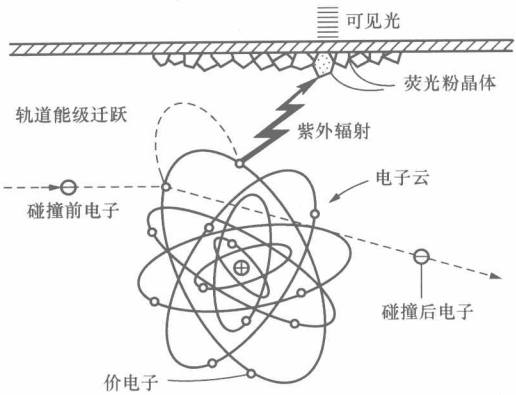


图 1-3 荧光灯的发光原理

253.7nm 的紫外线能量辐射到灯管管壁上的荧光粉转化为可见光，如图 1-3 所示。

暖白色、冷白色、白色、日光色荧光灯的光谱特性如图 1-4。

由于荧光灯正常工作时灯管的伏安特性为负阻特性，如图 1-5 的 G-H 段。

如果是电压源供电将无法获得稳定的工作点，其原因是：当电流增加，电压降低，电流进一步增加。最终导致荧光灯进入极其危险的过电流状态，如图 1-6 (a) 所示。

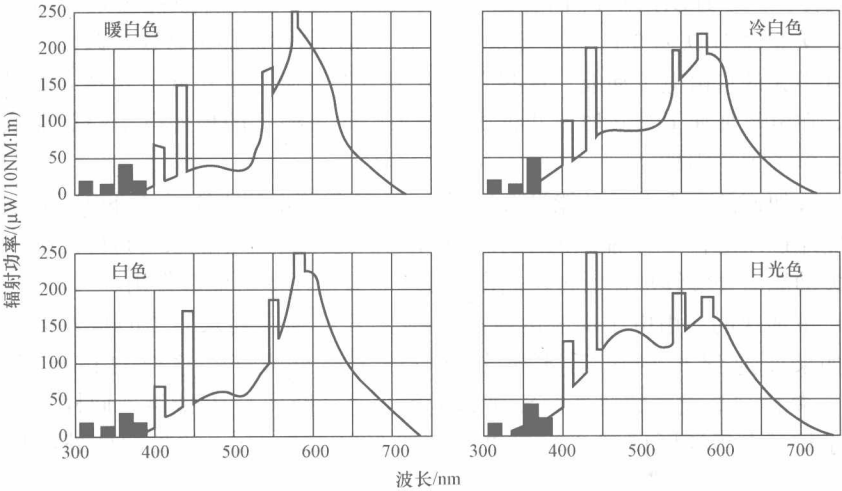


图 1-4 荧光灯的光谱特性

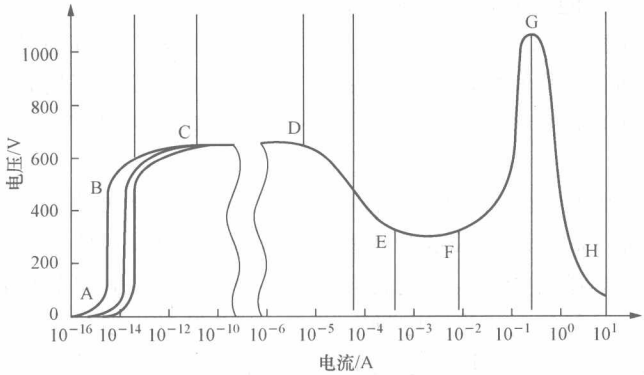


图 1-5 气体放电全伏安特性曲线

从图 1-6 (a) 可以看到, 当负载电流低于与电源电压 V_s 交点数值时需要更高的电源电压。高于电源电压, 由于电源电压不能提供如此高的电压, 就迫使实际电流值趋向于与电源电压相交的数值; 但是负载电流高于与电源电压值相交的数值时, 负载需要的电压低于电源电压幅值, 电源电压可以满足要求。不仅如此, 随着负载电流的增加, 负载电压进一步降低, 因此负载电流将持续增加, 与电源电压的交点越来越远, 这就是不稳定的交点。

为了防止这种现象的出现, 荧光灯管需要电流源供电才能使荧光灯管具有稳定的工作点, 如图 1-6 (b)。当负载电压高于与电源电流交点时, 负载电流低于电源电流, 电源电流迫使负载电流回到电源电流值; 如果负载电压低于与电源电流交点数值时, 电源电流不能满足负载电流, 迫使负载电流回落到电源电流值。这样就保证了负载电流稳定在电源电流值, 是一个稳定的工作点。

由此可见, 在大多数的应用中, 电源为电压源, 需要将电压源转换成电流源, 完成这个转换的器件就是镇流器。本书仅讨论电子镇流器。

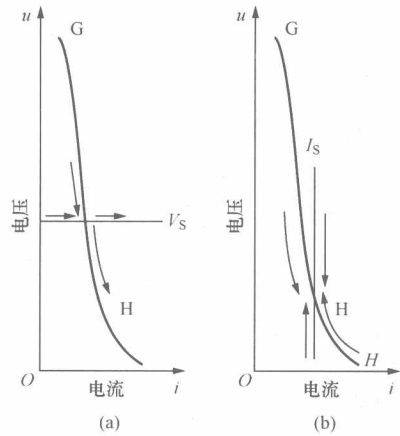


图 1-6 负阻特性负载在电压源和电流源供电条件下的特性
(a) 过电流状态; (b) 稳定工作

第三节 荧光灯管的结构

一、荧光灯管的管径

荧光灯管的管径以 1/8 in 为基本单位, 从最粗的管径到最细的管径分别为: T12 (即 12/8 in, 对应公制尺寸为 38mm)、T10 (即 10/8 in, 对应公制尺寸为 32mm)、T9 (即 9/8 in, 对应公制尺寸为 29mm)、T8 (即 8/8 in, 对应公制尺寸为 26mm)、T6 (即 6/8 in, 对应公制尺寸为 19mm)、T5 (即 5/8 in, 对应公制尺寸为 16mm)、T4 (即 4/8 in, 对应公制尺寸为 12mm)、T3 (即 3/8 in, 对应公制尺寸为 9mm)、T2 (即 2/8 in, 对应公制尺寸为 6mm), 最常见的主要是 T12、T10、T8、T5 和 T4 管径。

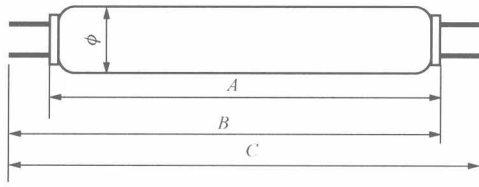


图 1-7 双端荧光灯管外形

二、荧光灯管的外形

1. 双端荧光灯管

双端荧光灯管是最常用的外形, 双端荧光灯管外形如图 1-7 所示。

常见管径的双端荧光灯管外形尺寸及灯头型号见表 1-1。

表 1-1 常见管径的双端荧光灯管外形尺寸及灯头型号

工作 类型	标称 功率 /W	A	B		C		D _{max}					灯头 型号
		max	min	max	min	max	T5 φ16	T8 φ26	T9 φ29	T10 φ32	T12 φ38	
工频 交流电 带启动 器预热 阴极荧 光灯	4	135.9	140.9	143.0	—	150.1	16.0	—	—	—	—	G5
	6	212.1	216.8	219.2	—	226.3	16.0	—	—	—	—	G5
	8	288.3	293.0	295.2	—	302.5	16.0	—	—	—	—	G5
	13	516.9	521.6	524.0	—	531.1	16.0	—	—	—	—	G5
	15	437.4	442.1	444.5	—	451.6	—	28.0	—	—	—	G13
		549.0	553.7	556.1	—	563.2	—					
	18	589.8	594.5	596.9	—	604.0	—	28.0	—	—	—	G13
	19	589.8	594.5	596.9	—	604.0	—	—	31.0	31.4	40.5	G13
	20	589.8	594.5	596.9	—	604.0	—	—	31.0	31.4	40.5	G13
	30	894.6	899.3	901.7	—	908.8	—	28.0	31.0	—	—	G13
	33	1149.0	1153.7	1156.1	—	1163.2	—	28.0	—	—	—	G13
	36	1199.4	1204.1	1206.5	—	1213.6	—	28.0	—	—	—	G13
	38	1199.4	1204.1	1206.5	—	1213.6	—	—	31.0	—	—	G13
	40	1199.4	1204.1	1206.5	—	1213.6	—	—	31.0	31.4	40.5	G13
	58	1500.0	1504.7	1507.1	—	1514.2	—	28.0	—	—	—	G13
	65	1500.0	1504.7	1507.1	—	1514.2	—	—	—	31.4	40.5	G13
	80	1500.0	1504.7	1507.1	—	1514.2	—	—	—	—	40.5	G13
	85	1763.8	1768.5	1770.9	—	1778.0	—	—	—	—	40.5	G13
	100	2374.3	2379.0	2381.4	—	2388.5	—	—	—	—	40.5	G13
	125	2374.3	2379.0	2381.4	—	2388.5	—	—	—	—	40.5	G13
高频 预热阴 极荧光 灯	14	549.0	553.7	556.1	—	563.2	17.0	—	—	—	—	G5
	16	589.8	594.5	596.9	—	604.0	—	28.0	—	—	—	G13
	21	849.0	853.7	856.1	—	863.2	17.0	—	—	—	—	G5
	24	549.0	553.7	556.1	—	563.2	17.0	—	—	—	—	G5
	28	1149.0	1153.7	1156.1	—	1163.2	17.0	—	—	—	—	G5
	32	1199.4	1204.1	1206.5	—	1213.6	—	28.0	—	—	—	G13
	35	1449.0	1453.7	1456.1	—	1463.2	17.0	—	—	—	—	G5
	39	849.0	853.7	856.1	—	863.2	17.0	—	—	—	—	G5
	54	1149.0	1153.7	1156.1	—	1163.2	17.0	—	—	—	—	G5
	80	1449.0	1453.7	1456.1	—	1463.2	17.0	—	—	—	—	G5

续表

工作 类型	标称 功率 /W	A	B		C		D _{max}					灯头 型号
		max	min	max	min	max	T5 φ16	T8 φ26	T9 φ29	T10 φ32	T12 φ38	
快速启动 荧光灯	20	589.8	594.5	596.9	—	604.0	—	—	—	34.1	40.5	G13
	40	1199.4	1204.1	1206.5	—	1213.6	—	—	—	34.1	40.5	G13
瞬时启动 荧光灯	20	—	—	—	606.5	611.0	—	—	—	—	40.5	Fa6
	40	—	—	—	1216.0	1220.5	—	—	—	—	40.5	Fa6

2. 紧凑型荧光灯管

(1) 单端荧光灯管。双端荧光灯的缺点就是结构尺寸太大，需要两侧引线，这使得安装变得复杂，因此将荧光灯的电极引到同一侧就变成了单端荧光灯。最初的单端荧光灯仅仅是将双端荧光灯“折”成Π形，如图 1-8 所示。

也可以弯曲成双 U 形、三 U 形以及双 D 形和环形，如图 1-9~图 1-12 所示。

单端荧光灯的特点是在同一侧引线，由于弯曲，使得荧光灯管的空间长度变短，而荧光灯的长度往往在安装时较为困难。

(2) 紧凑型节能灯。将电子镇流器与单端荧光灯组合可以构成紧凑型节能灯，如图 1-13 所示。

单端荧光灯及紧凑型节能灯的尺寸不再赘述。

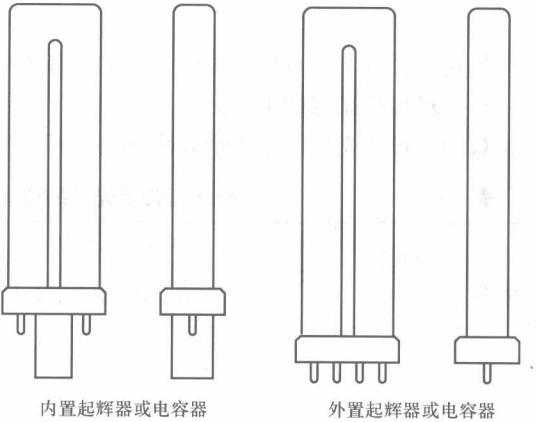


图 1-8 Π形单端荧光灯

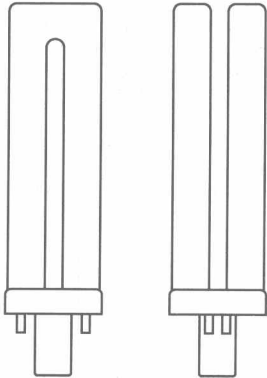


图 1-9 双 U 形单端荧光灯

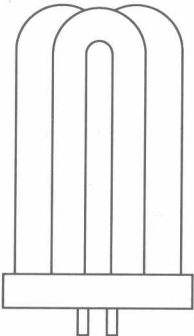


图 1-10 三 U 形单端荧光灯

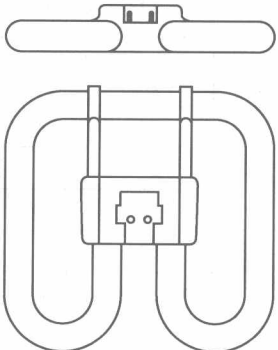


图 1-11 双 D 形单端荧光灯

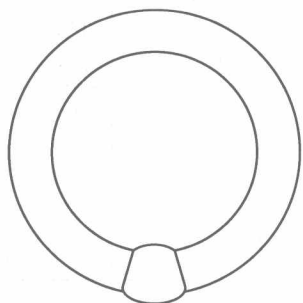


图 1-12 环形单端荧光灯

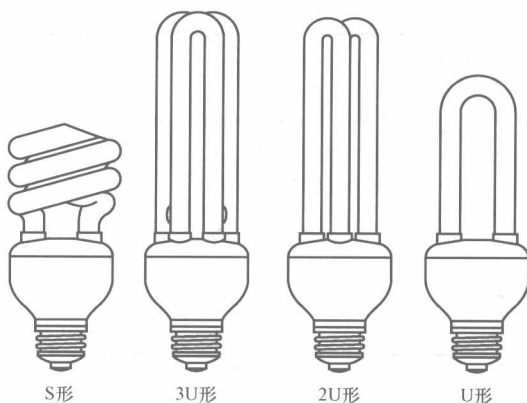


图 1-13 紧凑型节能灯

第四节 荧光灯管的电参数

荧光灯管电参数直接影响荧光灯的工作及能耗。

一、双端荧光灯的电参数

双端直管荧光灯的电参数及启动特性见表 1-2。

表 1-2 双端直管荧光灯的电参数及启动特性

标称 功率/W	标称管 径/mm	额定 功率 /W	灯两端电压/V			灯额定电流/mA		光通量/lm					
			额定值	最小值	最大值	预热 电流	工作 电流	RR, RZ	RL, RB	RN, RD			
4	16	4.5	29	24	34	205	170	110	130	130			
6		6	42	36	48		160	210	260	260			
8		7.1	56	48	64		145	310	380	380			
13		13	95	85	105	440	165	650	800	800			
15	26 (450)	15	55	46	64	450	310	560	610	630			
	26 (550)	15	57	50		550	300	560	610	630			
18	26	18					370	960	1110	1150			
19	29	19											
20	29	19.8	60	52	68		360				1720	2025	2100
	32	19	58	52	64								
	38	19.3	57	50				370					
30	26	30	96	86	106	620	365	1720	2025	2100			
	29	30	88	78	98		410						
	32	29	84	74	94		405						
	38	29.5	81	71	91								