

灯与照明

下 册

轻工业出版社

内 容 提 要

英国 S. T. 赫德逊、A. M. 马斯登主编、1972 年出版的《灯与照明》，全书共分四个部分：基础理论知识、灯、灯具和点灯线路，以及照明。

本下册包括原书的后二部分，主要介绍各种类型的灯具、点灯线路的原理、设计、制造和使用，以及各种场所的照明规范。可供从事光源生产和照明工作的技术人员和工人参考。

S. T. Henderson and A. M. Marsdon
Lamps and Lighting
(Thorn Lighting Ltd. 1972)

灯 与 照 明 (下 册)

(英) S. T. 赫德逊、A. M. 马斯登 主编
全国灯泡工业科技情报站 译

*
轻 工 业 出 版 社 出 版
(北京阜成路 3 号)

北 京 印 刷 一 厂 印 刷
新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行
各 地 新 华 书 店 经 售

*
787×1092 毫米 1/32 印张：9 28/32 插页：1 字数：223 千字

1976 年 9 月第一版第一次印刷

印数：1—36450 定价：0.81 元

统一书号：15042·1399

(限国内发行)

目 录

第三篇 灯具与线路

第十八章	灯的电路	1
第一节	灯的性能与电路组件	1
第二节	荧光灯的电路	17
第三节	放电灯的电路	25
第四节	固体控制器	30
第十九章	灯具的设计和制造	36
第一节	设计程序	36
第二节	工程技术和生产	41
第三节	技术规范 and 测试	50
第二十章	灯具的光学控制	59
第一节	最初设计的考虑	59
第二节	光学控制的标准元件	64
第三节	设计实例	74

第四篇 照明

第二十一章	室内环境	83
第一节	环境的知觉	83
第二节	单项环境设计	91
第三节	综合环境设计	99
第四节	综合设计系统的应用实例	105
第二十二章	室内电气照明	110

第一节	照明设计标准	110
第二节	一般设计方法	116
第三节	非惯用设计法和灯具	127
第二十三章	室内的自然光	132
第一节	自然光的特性	132
第二节	建筑物内的自然光	138
第三节	采光系数的计算	142
第四节	自然光与室内环境	155
第二十四章	工业照明	160
第一节	光源和灯具	160
第二节	生产工作的照明	166
第三节	检验工序照明	169
第二十五章	学校和医院照明	174
第一节	学校照明	174
第二节	医院照明	177
第二十六章	图书馆、美术馆、博物馆照明	183
第一节	图书馆	183
第二节	美术馆和博物馆	188
第二十七章	舞台和电视演播室照明	194
第一节	照明的原则和标准	194
第二节	灯光设备	196
第三节	照明技术	207
第二十八章	运输照明	210
第一节	信号灯的颜色	210
第二节	控制照明和航行照明	212
第三节	驾驶灯和指示灯	218
第四节	公共运输车辆的内部照明	220

第二十九章 街道照明	223
第一节 街道照明的功能	229
第二节 安装设计的一般原则	227
第三节 英国的实践	233
第四节 国际上的推荐规定	244
第三十章 泛光照明	248
第一节 用途和原则	248
第二节 泛光照明技术	253
第三节 计算技术	260
第三十一章 安装维护和经济性	273
第一节 照明设备的安装	273
第二节 灯光设备的维护	279
第三节 照明的经济原则	284
附录 I 灯泡参考资料	293
附录 II 单位和术语	301

第三篇 灯具与线路

第十八章 灯的电路

前面有关章节已讲到气体和蒸气放电中因电子-原子碰撞而产生光的过程，以及各种灯应用这些原理的情况。本章将进一步研究放电的电气特性，以及关于启动和稳定各种灯的实用方法。在讨论电路和电气元件的同时，并将介绍以半导体器件为基础的某些新发展，这些新发展的器件主要用来燃点和控制灯。

第一节 灯的性能与电路组件

一、灯的电气性能

灯的工作 图 18-1 所示系当直流电流缓慢地由低值增大时，通过自持气体放电的电流和电压之间的关系。在电弧放电区中，由于电子-原子碰撞的累积效应而产生的电离作用（见第六章），使灯的特性曲线出现负的斜率。多数放电灯均以这种方式工作。为了在恒压供电情况下保证稳定的工作，必须通过某些具有正特性的电路元件或部件来平衡这种负特性。此种元件即称为稳定器或镇流器。

图 18-2 所示即为使用交流电源的荧光灯的电压均方根值-电流均方根值的特性曲线，以及其扼流镇流器的特性曲线。因考虑到它们相位差的关系，图中所示的供电电压-电流

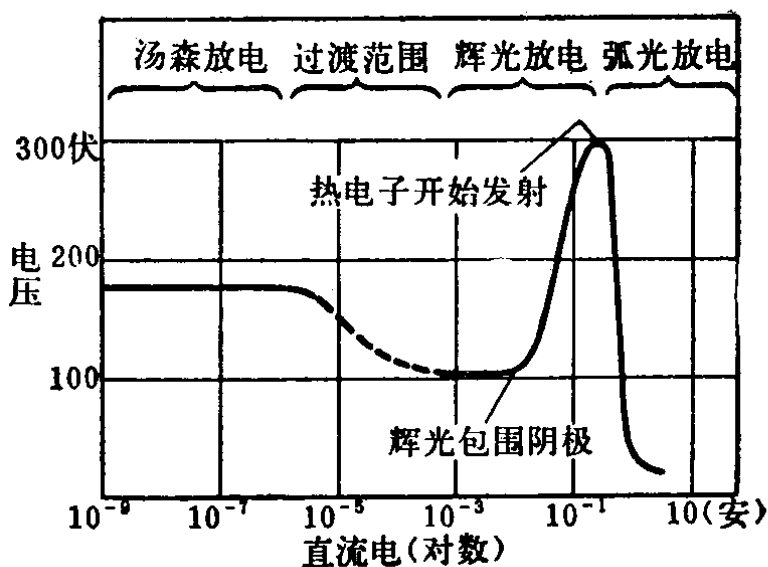


图 18-1 自激气体放电的静态伏-安特性

曲线是在这两种电压相加情况下产生的。灯的工作只有当最上面的曲线出现正斜率时才得到稳定。必须注意：供电电压（或维持电压）的瞬时值必须超过交变周期中任何一瞬间的灯电压瞬时值，否则灯就会熄灭。这也就是说：所有放电灯只能经受有限的供电电压下降，否则就不稳定。这种情况将在本章第一节二中进一步详细讨论。

图 18-2 所示的灯电压-电流特性曲线是非直线的，同时也是负的。这是由于放电的有效电阻系随着电流以及由此而产生的等离子密度的变化而变动的缘

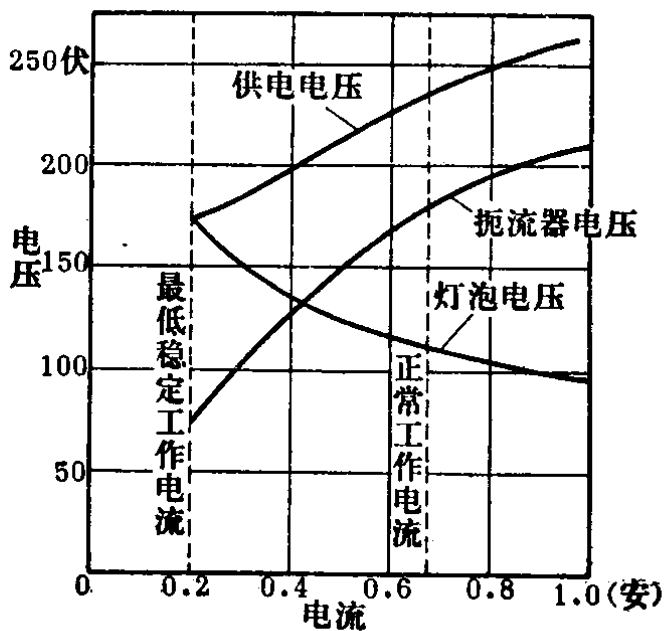


图 18-2 1500 毫米 60 瓦装有扼流镇流器灯的稳定

故(见第六章)。这种能引起波形畸变并以正弦波形电流工作的非直线特性,使灯电压大体上成为方形波。因此多数使用交流电的放电灯电路的电流波形均为非正弦波,也就是在输入电流中含有谐波的比例(见第三十一章第一节)。由于波形畸变的缘故,使灯电路设计与计算变得较复杂,因而不能采用简单的等效电路分析方法。由于上述原因,电路设计中有一部分是属于理论性的,也有部分是经验性的。

灯在较高工作频率下的电离状态不会再随着电流在半周期时的急聚变化而变动,而是在整个交变周期中形成接近于恒定的等离子密度和恒定的有效电阻。因此,当工作频率提高,灯的电压-电流动态特性曲线(如图 18-3)就趋向于线性,波形畸变也因之降低,从而可能增加光的输出(参见图 18-16)。

灯的启动 放电启动的过程曾在第六章第一节解释过,并曾注意到,在一般情况下要求启动电压比灯的正常工作的电压要高一些。为了使电路经济起见,往往需要采用其他启动方法来降低灯所要求的启动电压。一般可选用下列一种或几种方法:

- (1) 预热阴极产生电子发射。
 - (2) 在放电管表面或附近装一个启动导体,使其产生电场。
 - (3) 将一辅助启动电极装于放电管内靠近主电极之一处,使其产生局部辉光放电。
 - (4) 强加高压脉冲帮助击穿,从而降低电路上所需启动电压的有效值。
 - (5) 将放射性物料置于放电管内,以帮助电离和启动。
- 灯的启动电压还决定于多种外部因素,如温度、电场、与

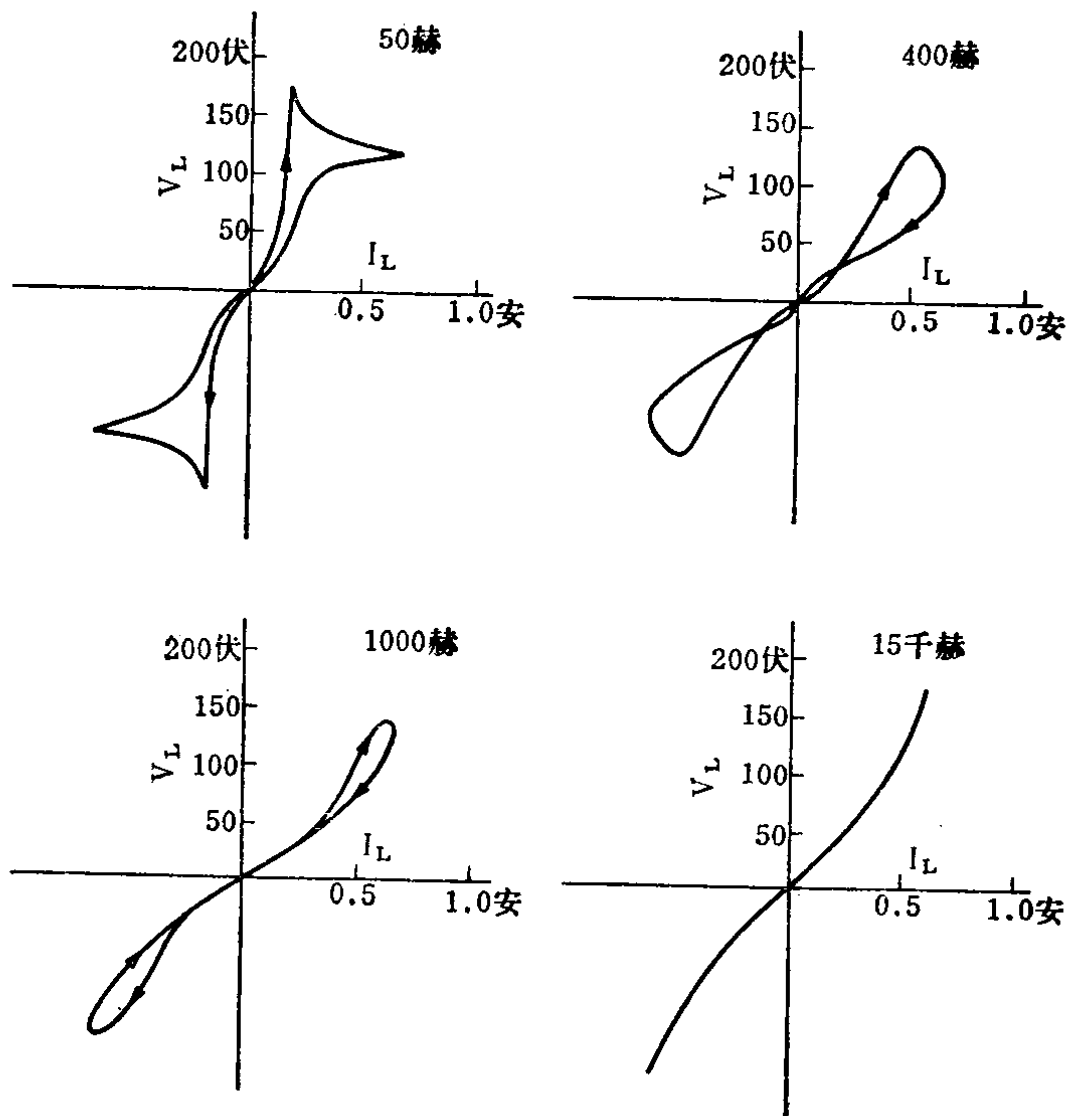


图 18-3 1200 毫米 40 瓦装有扼流整流器的荧光灯
在各种频率下使用时的动态伏-安特性曲线

湿度(见第十二章第三节)。为了保证可靠的启动,必须小心设计和选用电路与控制装置,以适应启动要求和外部环境条件。必须注意:许多高压放电灯的热再次启动电压要比冷启动电压高得多,因此须等待冷却后才能再次启动。

启动器 采用上述(1)(4)两种方法的荧光灯是经常以启动器来启动的。

辉光启动器便宜、简单而且可靠,适用于绝大多数荧光灯的启动-开关电路。它由一具有二个双金属接触点并充有

低压氦、氢和氩等气体的小玻璃泡和一种有助于电离的放射性物质所组成。小泡装在一个有两个连接销的小金属或塑料圆筒中。启动器装在塑料座中，很容易拆卸和更换。制造时须对启动器进行检验，以保证在灯的最低启动电压（即试验电压）时接点能闭合；并保证在灯的最大工作电压（即非闭合电压）时接点不会闭合。有时也使用装有四个连接销的热控启动器。关于启动器的工作将在本章第二节一中作进一步的讨论。

灯的启动升温 放电灯中含有金属蒸发气，因此在达到足够的蒸气压力以前要求有短时间的升温（见第十三、十四、十五章），而在升温时间内灯的电气性能是变化的。启动升温所需时间取决于电路和镇流器。荧光灯的启动升温时间很短，启动后差不多可立即输出全部的光通。高压放电灯需几分钟的启动升温时间，在此时间中灯的电流下降、电压上升。低压钠灯大约需 15 分钟的启动升温时间，在此时间内，灯电流微有增加、而电压却下降。只充稀有气体的放电灯则无需升温时间，启动后的电气特性也不起变化。

二、镇流器

为了保证工作稳定，放电灯（包括荧光灯）必须与镇流器或稳定器一起使用。镇流器的主要作用是将灯的工作电流限制在额定数值。此外，还必须效率高、结构简单、能适合灯的启动、对灯泡寿命无任何不利影响、并保证在输入电压发生 $\pm 10\%$ 的变动时，仍能维持灯的稳定工作。

灯的稳定工作主要决定于下列条件：

（1）总的供电电流-电压特性曲线必需有正值的斜率，而此斜率本身又与灯电压和镇流器电压之间的比例有关系。

在简单的镇流电路中，当灯的电压低、而加在镇流器上的电压高时，就能获得最大的稳定。

(2) 当使用交流供电再点燃和维持灯的工作时，整个周期中必须有足够的维持电压。如在每半周期开始时，不能提供足够的电压，压降高的灯就可能熄灭。值得注意的是当电弧管在水平位置工作时，灯的再点火电压有时比较高。金属卤化物灯在升温时期有时会出现电压波形峰值，如镇流电路不能供给足够的维持电压，灯也可能熄灭。

电阻镇流器 简单的电阻可用作镇流器，但这种装置的缺点，是有相当一部分的功率作为电阻发热而浪费掉，从而降低了总效率。由于再点燃的延迟，能在每半周开始时产生接近于零电流时间，所以在交流电中使用电阻还会产生较大的电流波形畸变。

白炽灯丝可用作自镇流高压汞灯(MBT)中的镇流器。当供电电压改变时，钨电阻的正温度系数可引起总功率的微小变化，但是供电电压的改变对于灯丝温度和寿命却有巨大影响。使用灯丝镇流时，电弧电压和供电电压之间的比例不能过大，否则供电电压即会下降而使灯的再点火发生困难或至熄灭。如实际使用时的供电电压变化很大，则不宜使用自镇流高压汞灯或自镇流荧光高压汞灯(MBTF)，特别当电弧管的安装是水平状态时，尤不宜使用。

扼流线圈或电感镇流器 扼流线圈有两种主要作用：它必须为灯的正常工_作输送正确的功率和电流；同时又须在一定的电路中具有正确的启动升温或使启动电极预热电流。此外，扼流圈还必须没有噪声、使用寿命长、吸收的功率最小、能经受供电电压的变化、并须对灯的寿命或性能无不良的影响。

扼流圈消耗的功率很低，整个电路的效率一般可达80%至95%。由于绕组中存在线圈电阻，它所引起的功率消耗将随镇流器温度升高而增加，至于铁芯中的功率消耗是由于磁滞和涡流所引起的。

扼流圈的设计和其他工程产品一样，须在产品规格、形状、性能和价格等方面综合考虑。扼流圈的大小和重量主要取决于其额定伏安，大电流中使用高功率的灯，要求扼流圈也较大。最佳的扼流圈设计要求在许多变动的参数中选用最佳的数值，这就要以电子计算机来计算。扼流圈的规格，往往一开始就受到灯具大小和形状的限制。为了便于装在线形反光罩或凹槽中，往往要求宽度与高度都很小的扼流圈，这种细长形的设计使设计人员面临不少困难。

在扼流镇流器（图 18-4）的高导磁率硅钢片铁芯上，绕着一些绝缘漆包铜线的线圈。铁芯中各层铁片彼此绝缘，主要为了减少铁芯中的涡流耗损。铁芯中并须留有空气间隙，主要是为了降低磁通饱和和取得较好的电气性能；有时

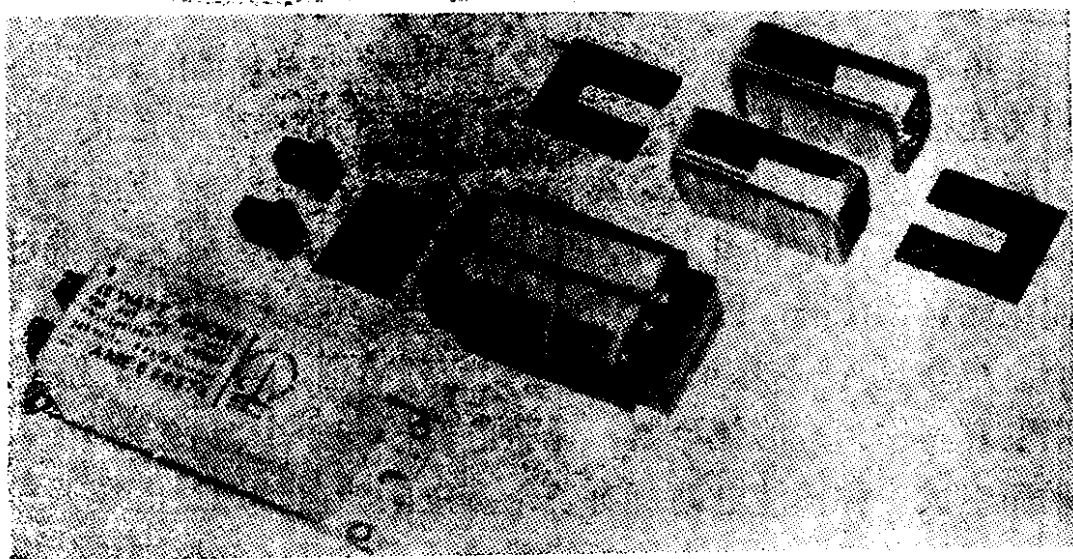


图 18-4 荧光灯扼流器的结构

并要求有一个以上的空气间隙。为了改进绝缘性能，电气强度，导热性能以及降低噪声水平，扼流圈必须以绝缘清漆调料浸渍，或在扼流圈中注入树脂或沥青的混合物。扼流圈一般装在密封的钢壳盒中，并装有接线头或接线。

扼流圈的外形结构采取壳式（一个线圈）或芯式（二个线圈）。线圈绕组可按外形最长尺寸横向或纵向地放在盒中。线圈绕在塑料绕线管上或层层间隔地绕在线圈架上。镇流线圈的额定工作温度（ T_w ），决定于线圈与电线所用的绝缘材料。为了改进线圈的间隙因数和降低层与层间的电应力，有些扼流圈应采用“精密”的或“正循环”（Orthocyclic）的绕法。采用此种绕法，线圈需绕得很准确，绕成一个很紧密而无须层间绝缘的线圈。

扼流圈结构中有三种基本材料，即硅钢片、漆包铜线和绝缘材料。如要使扼流器有良好的性能，必须确保这三种材料在它们的可能输出极限内工作。扼流圈在工作时的温度也取决于铁芯磁通的密度、铜的电流密度以及它们的表面面积和热传导。

电容镇流器 在 50 赫电源上电容器不是合适的镇流器，因为在每个半周期开始时，冲入的能量能使电容器充电，并引起一个持续时间短但带有损害性的强峰值脉冲电流通过灯泡，同时还产生相当大的闪烁。但在较高频率的电源中就可使用电容镇流器，因为它不会产生急骤的电流起伏。

串联扼流-电容镇流器 在供电频率下，虽不能单独使用电容器作为灯的镇流器，但将电容器与一个扼流圈相串联而组成一种镇流电路却有若干有效的特色。通过电容器与扼流圈的电压在电路中的相位差接近于 180° ；如果产生的容抗能达到两倍于感抗，即使它最后合成的镇流阻抗是属于电

容性的，它的电流波形也能符合要求。这种电路能提供足够的再点燃电压，可使一个较长而管压降较高的荧光灯稳定地工作。如一个 2400 毫米的荧光灯管，若使用一个简单的扼流镇流器就不能在 240 伏电压下工作，如改为用串联扼流-电容镇流器就能顺利地工作。这种电路的更大特点是有一个接近于恒定电流的特性，因此对于供电电压的变动不很敏感。应注意这种电路的功率因数约有 0.7 超前值。

电容器 电容器主要由两个导电性的板或电极构成，其间以具有高介电常数的薄电介质绝缘材料隔开。为了使电容器紧凑起见，可将电极和电介质材料卷在一起放入圆筒中，一般可密封在一个有两个电线接头的金属盒中。

表 18-1 列出所采用的几种结构类型，其中有一些采用适当的绝缘材料浸渍，以改进电介质的绝缘强度和介电常数。电容器所允许的工作温度取决于它的结构（一般均在盒上注明）。保证电容器在不超过额定温度与额定电压下使用是十分重要的，否则会缩短使用寿命。猛烈的超温工作会产生局部发热不稳定，而终至产生短路。电容器经常要接受灯泡（管）及其它部件传来的热，因此必须尽可能使它保持在低温处工作。

表 18-1 电 容 器 原 料

	箔 片 式		镀 金 属 式		
电 极	铝		铝	锌	
电 介 质	纸		纸	聚丙烯或聚碳酸酯	
浸 渍	氯化二 苯溶液	氧化萘 腊 纸	矿物油	无	无

电容器消耗功率很小，一般变动范围从 0.2 瓦/微法(纸质的)至 0.05 瓦/微法(塑料薄膜的)。为了减少触电的危险，应在电容器中安装放电电阻，以便在关断后一分钟内将终端电压降至 50 伏以下。有许多电容器内装有保险丝，以防止内部的损坏，这种电容器外壳上均标有“F”或“内装保险丝”字样。

漏磁电抗变压镇流器 一般交流供电电压对于某些种类的灯是不足以启动和维持工作的，因此需有一个变压器将电压提高至一定的程度。变压器设计中有意引入漏磁电抗，可产生使灯稳定所需的镇流阻抗。这种设备通常称为“漏磁场”或“漏磁阻抗”变压器。

在功率变压器中，供给初级绕组的伏-安乘积正是由连接于次级绕组的负载上所获得的电压和电流转换或反射而来。这种由一个绕组至另一绕组的能量转换作用，可简单地认为与通过连接两个分开绕组的磁场所产生的作用一样。在常规的变压器中，必须尽量使耦合两个绕组间的互感磁场保持尽可能高的程度，从而使它能转换最大的能量。为此要求有一个铁芯来提高和导引磁通，并将两个绕组靠紧安装，从而使同一个磁通就能将两个绕组耦合起来。

在漏磁电抗变压器中(见图 18-5)，有意地将耦合两个绕组的互感磁通减少而只让有限数量的能量转换到负载上。为了减低互感磁通和提高漏磁通，两个绕组必须离开一些，有时还需要用一个磁分路为漏磁通提供简便的通路，仅与一个绕组耦合的磁通不能担负转换能量的作用，这种磁通称为漏磁通。由于负载是由变压器中取得的，联系着初级和次级绕组的漏磁通增加，输出电压就下降。漏磁阻抗变压器的输出特性取决于它的泄漏系数，这系数就是 X_{so} 对 X_{oo} 的比

率。 X_{sc} 是由次级绕组短路而使初级绕组流入额定电流而获得的总短路泄漏电抗。 X_{oo} 是初级绕组上测出的开路电抗。漏磁电抗变压器的初级和次级绕组有时是自耦式的。

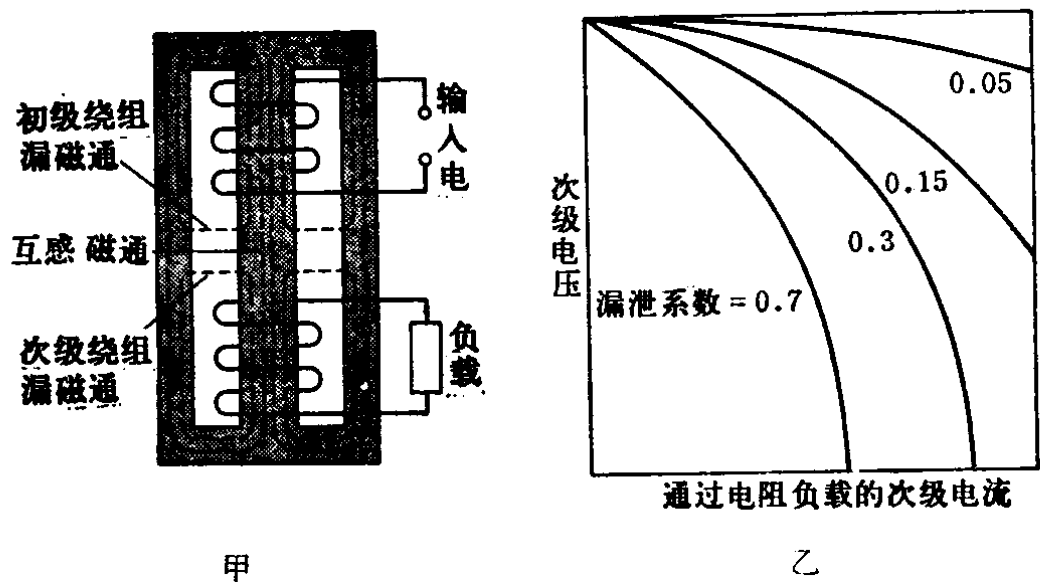


图 18-5 漏磁电抗变压器的结构和输出特性

镇流器的噪声：任何电磁设备，例如交流电中使用的变压器或镇流器都是必然的噪声源，其噪声级则取决于该设备的规格与设计。灯电压的波形包含谐波分量，此谐波范围由100 赫高至3000 赫以上，因此镇流器噪声范围也可由低频交流哼声至高频的“沙沙”声。噪声可由几种方式产生：有的是由于铁芯面上产生周期性的磁致伸缩变化；有的是由于铁芯的振动；有的是由于杂散磁场引起镇流器盒的振动；有的甚至是由装有镇流器的灯具振动所引起的。

磁致伸缩噪声不能完全消除，但可通过缩短磁路与避免高磁通密度、以及避免铁芯中磁通的分布不匀等措施使其降低。由此可见，某些组件如漏磁阻抗变压器和那些依靠特制形状铁芯和磁通分布而构成的镇流器，它们所发出的噪声必然要比简单的扼流圈更大。一般说，镇流器噪声会被灯具扩

大，为了减低这种作用，控制装置必须牢固地固定，灯具结构中必须没有产生振动的松弛部件，并避免将灯具装在薄金属板或木板上，因为这种板往往具有音响板的作用。

使用灯具的地方，必须控制灯具的噪声级，使其不超过环境噪声级所能容许的程度（见第二十一章）。英国标准技术规范（BS.）2818 号，要求将扼流器挂在不迴响的箱中，噪音级读数须在距离镇流器表面 25 毫米的不同部位测取。测得的总噪声有效值不得超过 30 调整分贝（dBA）（dBA 即 Deci-Bel Adjusted，1 调整分贝 = 82 毫瓦分贝——译注）。目前已对各种测试方法，包括一系列镇流器噪声级的分级技术，提出了各种建议。

温度的限制 扼流圈和镇流器结构中的绝缘材料会随着温度上升的速度而逐渐增快老化的速度。为了保证使用寿命，须对绕组工作温度规定上限。

温度和寿命的关系式为：

$$L = K_e \frac{D}{T}$$

式中： L = 绝缘系统的寿命

T = 绝缘体的绝对温度

D = 随绝缘材料而定的常数

K = 随组件和绝缘材料而定的常数

如对 $\log L$ 画出 $\frac{1}{T}$ 曲线，则温度与寿命之间形成直线关系（其关系曲线如图 18-6 所示，其中纵座标已折算成摄氏温度）。

如将扼流圈在高温中作短时间的耐用试验，则可根据外推法推测出可以维持十年寿命的工作温度。镇流器线圈绕组的容许工作温度以符号 t_w 代表，这个数值为英国照明工程协