

镇流器

镇流器是日光灯上起限流作用和产生瞬间高压的设备，它是在硅钢制做的铁芯上缠漆包线制作而成，这样的带铁芯的线圈，在瞬间开/关上电时，就会自感产生高压，加在日光灯管的两端的电极（灯丝）上。这个动作是交替进行的，当启辉器（跳泡）闭合时，灯管的灯丝通过镇流器限流导通发热；当启辉器开路时，镇流器就会自感产生高压加在灯管的两端灯丝上，灯丝发射电子轰击管壁的荧光粉发光，启辉器反复几次通断，就会反复几次这样的动作，从而打通灯管。当灯管正常发光时，内阻变小，启辉器就始终保持开路状态，这样电流就稳定的通过灯管、镇流器工作了，使灯管正常发光。由于镇流器在日光灯工作时，始终有电流通过，所以容易产生振动，并且会发热，所以有镇流器的日光灯，特别是镇流器质量不好时，会产生很大的声音，用的时间长了，还容易烧毁。

镇流器分电子镇流器和电感镇流器。

来源发展 20 世纪 70 年代出现了世界性的能源危机，节约能源的紧迫感使许多公司致力于节能光源和荧光灯电子镇流器的研究，随着半导体技术飞速发展，各种高压功率开关器件不断涌现，为电子镇流器的开发提供了条件，70 年代末，国外厂家率先推出了第一代电子镇流器，是照明发展史上一项重大的创新。由于它具有节能等许多优点，引起了全世界的极大关注和兴趣，认为是取代电感镇流器的理想产品，随后一些著名的企业都投入了相当的人力、物力来进行更高一级的研究与开发。由于微电子技术突飞猛进，促进了电子镇流器向高性能高可靠性方向发展，许多半导体公司推出了专用功率开关器件和控制集成电路的系列产品，1984 年，西门子公司开发出了 TPA4812 等有源功率因数校正电器 IC，功率因数达到 0.99。随后一些公司相继推出集成电子镇流器，89 年芬兰赫尔瓦利公司又成功推出可调光单片集成电路电子镇流器，电子镇流器已在全世界特别是发达国家全国推广应用。

类别

气体放电灯的镇流器主要有两大类：

（1）电感式镇流器，包括普通型和节能型；也分为普通电感镇流器和 HID 电感镇流器。

（2）电子式镇流器，20 世纪 70 年代末进入市场，我国从上世纪 80 年代中期开始研制生产。这类镇流器产品中也有谐波含量大小、能耗大小不同荧光灯镇流器产品。

普通型和节能型镇流器没有明确的界限，不便推广应用。欧盟关于直管荧光灯的能效等级标准有具体的数据规定，不同等级的产品规定了功率限值，可供借鉴。表 1 列出了欧盟的 CELMA 组织关于 T8 荧光灯镇流器能效等级的划分。

表 1 规定的能效等级，应按照欧盟标准 EN 50294 进行测试，可以给定相应的等级。

欧盟已经禁止使用的 C 级和 D 级电感镇流器，正是我国新颁布的国家标准《建筑照明设计标准》（GB50034-2004）中明确规定不应使用的电感镇流器。该标准同时规定直管荧光灯应采用电子镇流器或节能型电感镇流器。前者相当于欧标的 A2 级和 A3 级产品；后者相当于 B1 级和 B2 级产品。而从标准编制组编写的“标准培训讲座”的资料可以看出，在制定“照明功率密度（LPD）”标准中测算资料，电子镇流器的系统功率相当于 A2 级，节能电感镇流器系统功率则略高于 B1 级，但低于 B2 级。

工作原理电感镇流器

当开关闭合电路中施加 220V 50HZ 的交流电源时，电流流过镇流器，灯管灯丝启辉器给灯丝加热（启辉器开始时是断开的，由于施加了一个大于 190V 以上的交流电压，使得启辉器

内的跳泡内的气体弧光放电，使得双金属片加热变形，两个电极靠在一起，形成通路给灯丝加热），当启动器的两个电极靠在一起，由于没有弧光放电，双金属片冷却，两极分开，由于电感镇流器呈感性，当电路突然中断时，在灯两端会产生持续时间约 1ms 的 600V-1500V 的脉冲电压，其确切的电压值取决于灯的类型，在放电的情况下，灯的两端电压立即下降，此时镇流器一方面对灯电流进行限制作用，另一方面使电源电压和灯的工作电流之间产生 55°-65° 的相位差，从而维持灯的二次启动电压，使灯能更稳定的工作。

电感镇流由于结构简单，寿命长，作为第一种荧光灯配合工作的镇流器，它的市场占有率还比较大，但是，由于它的功率因数低，低电压启动性能差，耗能笨重，频闪等诸多缺点，它的市场慢慢地被电子镇流器所取代，电感镇流器能量损耗：40W（灯管功率）+10W（电感镇流器自身发热损耗）等于整套灯具总耗电为 50W。

电子镇流器

电子镇流器是一个将工频交流电源转换成高频交流电源的变换器，其基本工作原理是：工频电源经过射频干扰（RFI）滤波器，全波整流和无源（或有源）功率因素校正器（PPFC 或 APFC）后，变为直流电源。通过 DC/AC 变换器，输出 20K-100KHZ 的高频交流电源，加到与灯连接的 LC 串联谐振电路加热灯丝，同时在电容器上产生谐振高压，加在灯管两端，但使灯管"放电"变成"导通"状态，再进入发光状态，此时高频电感起限制电流增大的作用，保证灯管获得正常工作所需的灯电压和灯电流，为了提高可靠性，常增设各种保护电路，如异常保护，浪涌电压和电流保护，温度保护等等。

特点节能型电感镇流器的特点

优点

- （1）节能。通过优化铁芯材料和改进工艺等措施降低自身功耗，一般可降低 20%~50%，使灯的总输入功率（灯管和镇流器功率）下降 5%~10%。
- （2）可靠。由于铁芯材料和工艺优化，一般可使表面温度降低，同时，电感镇流器有传统的生产经验，其可靠性高，使用寿命长。

缺点

- （1）使用工频点灯，存在频闪效应；
- （2）自然功率因数低（也有 $\cos \phi$ 高的产品，如谐振式电感镇流器）；
- （3）消耗金属材料多，比较重。

电子镇流器的特点

优点

EEFL 镇流器

- （1）节能。荧光灯的电子镇流器，多使用 20~60kHz 频率供给灯管，使灯管光效比工频提高约 10%（按长度为 4 尺的灯管），且自身功耗低，使灯的总输入功率下降约 20%，有最佳的节能效果。
- （2）消除了频闪，发光更稳定。有利于提高视觉分辨率，提高功效；降低连续作业的视觉疲劳，有利于保护视力。
- （3）起点更可靠。预热灯管后一次起点成功，避免了多次起点。
- （4）功率因数高。符合国家标准的 25W 以上的荧光灯，其功率因数高于 0.95。但应注意，国家标准对 25W 以下的灯管规定的谐波限值很高，以致使其功率因数下降到 0.7~0.8。
- （5）稳定输入功率和输出光通量：高品质产品有良好的稳压性能，在电源、电压偏差很大时，仍能保持光源恒定功率，稳定光照度，有利于节能。
- （6）延长灯管寿命。高品质产品的恒功率和灯管电流下降，以及起点可靠等因素可使灯管寿命延长。

(7) 噪音低。高品质电子镇流器噪音可达 35db 以下，人们感觉不到噪音。

(8) 可以调光。对于需要调光的场所，如：原使用白炽灯或卤钨灯调光的场所，代之以高效荧光灯配可调光电子镇流器，可实现在 2%~100% 的大范围调光。

缺点

40W 低压无极灯镇流器

(1) 注重谐波含量。新修订的《管形荧光灯用交流电子镇流器 性能要求》(GB/T15144—2005) 已经取消了原标准规定的电子镇流器的分极 (L 级和 H 级)，其谐波限值应符合《电磁兼容 限值 谐波 电流发射限值》(GB17625·1—2003)。该标准的 C 类——照明设备的谐波电流限值如表 2 所示。

使用者应关注到表 2 注中 25W 以下灯管的谐波限值非常宽松，如一建筑物内大量使用这种小功率荧光灯 (包括长度 2 尺的 T8、T5 灯管和紧凑型荧光灯)，将导致严重的波形畸变、中性线电流过大以及功率因数降低的不良后果。

(2) 注重产品质量和水平。当前市场上的电子镇流器很多，质量和水平大不相同，可谓良莠不齐，鱼龙混杂。主要表现为：

- ①谐波含量大；
- ②流明系数低；
- ③可靠性不高；
- ④使用寿命短。

这些产品虽价格低廉，但带来的不良后果必须注意，建议不要使用。

选用直管荧光灯镇流器的选用

1、 不应选用普通电感镇流器

国标 GB50034—2004 荧光灯调光镇流器

规定，“直管荧光灯应配用电子镇流器或节能型电感镇流器”。这两种镇流器的能效优于普通电感镇流器。欧盟也已禁止与此相当的 C 级产品，我国国标也明确规定不应选用。

2、 电子镇流器的应用

电子镇流器对提高照明系统能效和质量有明显优势，是新国际推荐应用的产品，也是未来发展的趋势。

选用建议：

(1) 在连续紧张的视觉作业场所和视觉条件要求高的场所 (如设计、绘图、打字等)，在要求特别安静的场所 (病房、诊室等) 及青少年视看场所 (教室、阅览室等) 应优先采用。

(2) 在需要调光的场所，可以用三基色荧光灯配可调光数字式镇流器，取代白炽灯或卤素灯，能大大提高能效。

(3) 应选用高品质、低谐波的产品，不应单纯追求价廉，应满足使用的技术要求，考虑运行维护效果，并作综合比较。

(4) 选用小于 25W 荧光灯时，如前所述，GB17625.1—2003 标准规定的谐波限值很宽，如在一个建筑物内大量应用，将导致多种不良后果。设计中应采取有效措施进行限制。

(5) 选用的产品不仅要考察其总输入功率，还应了解其输出光通量。按规定，使用镇流器的流明系数 (μ) 不应低于 0.95。欧盟规定了镇流器的能效等级，也相应规定了流明系数 $\mu \geq 0.96$ 。

3 节能型电感镇流器的应用

镇流器铁芯

节能型电感镇流器的主要优势是可靠性高，使用寿命长，谐波含量小，价格较便宜，除对视觉有特别要求外，可以广泛应用，也是我国标准所推荐选用的产品。

选用建议:

(1) 节能型和普通型电感镇流器的功耗没有明确界限,有的生产厂标榜自己的产品是节能型,但不给出功耗值或给出的数据不实。由于缺乏考核,难以查实。前述欧盟的能效分级很明确,这些厂家标明是 B1 级或 B2 级产品,并经过国家检测中心检测就名副其实了。

(2) 有的产品提供了总输入功率,但未测试输出光通量,使用者往往不注意或难以测试。应重视对流明系数大于 0.95 的要求。我们追求的是节省电,但决不能节省光。

(3) 应考虑功率因数补偿,包括单灯补偿或线路集中补偿等方式。

4、直管荧光灯镇流器

直管荧光灯镇流器对实施“照明功率密度(LPD)”限值的影响

GB50034-2004 第 6 章规定了“照明功率密度(LPD)”最高限值指标,并作为强制性条文发布。这项规定对于实施我国节能方针无疑是十分积极而有效的。

要实施这项指标,必须全面地采取各项措施,包括合理确定照度水平,开展科学的照明工程设计等,但合理选用照明器材,包括光源、灯具及镇流器,是十分重要的因素。其中,光源是第一要素。以应用最广泛的直管荧光灯为例。如果选用高效的 T8 三基色荧光灯(36W)和 T8 卤粉荧光灯相比,同为冷色温时,前者可提高光效 30%;相同照度时,前者的安装功率降低 23%(当然,如果 T8 三基色荧光灯管和过去的 T12 卤粉灯管相比,可降低约 32%)。那么,镇流器对 LPD 值有多大影响呢?仍以 T8 荧光灯(36W)为例。如果使用能效最高的高品质、低损耗电子镇流器(相当欧标的 A2 级),和普通的电感镇流器(相当于欧标的 C 级)相比,系统输入功率降低 20%,即照明安装功率可降低 20%,实际 LPD 值可下降 20%。使用超低损耗电感镇流器(相当欧标 B1 级),和使用普通电感镇流器相比,照明安装功率可降低 8.9%,即实际 LPD 值可下降 8.9%。

合理选择镇流器

数字镇流器驱动频率曲线

镇流器是气体放电灯不可少的附件,但自身功耗比较大,降低了照明系统能效。镇流器之优劣对照明质量和照明能效都有很大影响。其选择要求叙述如下。

(1) 镇流器选型

按《建筑照明设计标准》规定,直管荧光灯应配用电子镇流器或节能型电感镇流器;高压钠灯、金卤灯应配节能型电感镇流器。总之,不能再采用传统的功耗大的普通电感镇流器。

(2) 镇流器的能效因数(BEF)

BEF 值是衡量其能效优劣的参数,但是 BEF 值很不直观,要经过换算,才能看出其能效之高低。BEF 值表达见式(2):

(2)

式中: μ —— 镇流器的流明系数;

P —— 线路输入功率,等于光源额定功率和镇流器功耗之和, W。

我国制订了 3 种气体放电灯的镇流器的能效标准,是采用 BEF 值评价。

(3) 镇流器能效比较

直管荧光灯电子镇流器(以下简称 EB)和节能型电感镇流器(以下简称 SLB)的能效比较:由于 EB 是用几十千赫的高频电流供给灯管,使灯管的光效比工频时提高约 10%,加之其自身功耗更小,所以配 EB 比 SLB 具有更高的系统能效。

荧光灯调光电子镇流器

Dimmable electronic ballasts for fluorescent lamps。

荧光灯的调光控制方法是随着电子镇流器技术不断创新发展而提高的。高频电子型镇流器的出现改变了镇流器的技术性能,逐步推出效率高、性能好、调光范围宽、智能化程度高的高频可调光电子式荧光灯镇流器,这种镇流器作为荧光灯 ECG(电子控制装置)已成为当今

荧光灯调光控制的主流产品。

调光电子镇流器调光电子镇流器控制线数可分为，“二线制”和“四线制”两种。“四线制”调光电子镇流器是现在得到最为广泛应用的，其由调光控制器通过二条主电源线为镇流器提供功率支持，二条低电压控制线与调光电子镇流器调光控制接口配套使用实现开关、调光等各种功能性控制。

EASEIC“四线制”调光电子镇流器产品系列中，提供 0/1-10V 模拟量调光控制接口共有两个系列产品，分别是：

荧光灯适用标准

荧光灯适用通用电压型调光电子镇流器

EASEIC 在多年的努力下，在这一领域已处于领先地位。现已经向全球提供基于 0/1-10V 模拟量调光控制接口和 DALI 可寻址接口的数字式调光电子镇流器产品近百种规格，在会议室、展览馆、演播室、影剧院及室外夜景照明等多种重要场合大规模的应用。

组合荧光调光镇流器专用调光器和光照（动静）传感器与调光镇流器配套使用，使小型会议室、教室、办公室等场合的光照补偿、动静探测与手动调光相结合在满足多元化的需要的同时更有效的节约了能源。

现在众多的舞台灯光控制系统和智能照明控制系统，如 EIB,C-bus, A-bus, CAN-bus, DYnet 等均提供 0/1-10V 模拟量调光控制接口。此类控制系统可以让整幢大楼的照明集中控制，可以通过智能化完成定点回路的开关和调光控制，适用于需要大范围控制场合使用。

电子镇流器发展的三个步骤：模拟式——混合式——数字式

数字式电子镇流器是针对模拟式的电子镇流器而言，镇流器在出现了电子镇流器后，是先从模拟式开始，初期的电路，一般而言，模拟式回路的电子镇流器，结构比较简单，功能比较单一，要实现标准的要求如 3C 的要求，则回路的构建比较复杂，且不易实现预热启动、Cut-off 及其它的保护功能；如果能实现这些功能的模拟式电子，则在产品的一致性、可靠性上则面临较大的难题，不易解决。但普通模拟式电子具有成本的优势，在电子镇流器替代电感镇流器的市场化进程中，起到十分重要的作用，至今仍是市场走量最大的品种。

伴随市场的发展，用户的要求愈来愈高，普通模拟式电子镇流器镇流器也在逐步向数字式转变，于是混合有数字和模拟电路的电子镇流器出现在市场上，电路上前段模拟，后段数字，或者前段数字，后段模拟，这些混合型电路较大提升了普通模拟电路品质要求，可以简单的部分实现标准性能要求及可靠性要求，也是一种不错的过渡性选择，可以满足部分要求相对高一点市场需求，但成本高于模拟式电子。

真正可以满足安全要求、性能要求、EMI 及 EMC 的要求，并同时实现产品高可靠性要求，则一定要走数字式电子镇流器的路。数字电路以特有的高稳定性、高可靠性、高逻辑性，可以方便实现标准所规定的各种要求，如：宽电压甚至全电压启动（120-277V）、程序式预热启动、异常状态诊断及保护等，数字式电子镇流器可以真正实现国家标准要求，方便的应用于各种场合。

就单个造价而言，数字式高于模拟式和混合式电子镇流器，但以 TOC（客户总成本）的观点来看，即总成本=采购成本+使用成本+维护成本，数字式电子镇流器的采购成本是高的，但它的使用成本和维护成本却大大降低，最终其总成本（TOC）还是远远低于模拟式电子及混合式电子镇流器；数字式电子镇流器有高达 5 年的品质保证（或大于 20,000 小时），同时极大的发挥灯管的效能及使用寿命，是一款真正给客户创造价值、符合国家节能环保产业政策的产品。

当今数字化在国家生活中已成滚滚潮流，不可阻挡，没有人再持砖头一样的大哥大手机（模拟机）了，尽管当年它风头出尽；小巧的 MP3、MP4 也早以取代磁带机（模拟机）挂在腰

间；曾经不可一世的柯达公司，也不得不推出数码相机，尽管它非常希望用户买它的胶卷（模拟式）。国内电子镇流器的数字化之路也是由市场和客观决定，它不会因我们简单的认同就全面到来，也不会因我们简单的拒绝就离开，但就欧、美、日等先进国家节能环保的经验和照明产业来看，数字式电子镇流器早已如火如荼的展开，在世界一体、绿色产品当道的今天，相信国内电子镇流器的数字化之路也很快会到来。

编辑本段选择 HID 灯对镇流器的要求及工作电路的选择

沈季平 发布时间：2006 年 12 月 28 日 19 时 56 分

HID 灯是一种高压放电灯，其放电的“伏—安”性能呈负阻特性，因此在灯的工作电路中需连接限流器件，即通常称为镇流器。HID 灯多数工作在交流状态下，采用电抗器件作为镇流器。HID 灯有不同的种类，根据灯的类型及其应用的需求，可配置不同形式的镇流器电路，以求得镇流器电路和灯的最佳匹配。作为一般照明用的常用 HID 灯有高压汞灯、高压钠灯和金卤灯。高压汞灯是 HID 灯中发展最早的光源，产品性能稳定，配套的镇流器电路较成熟。高压钠灯和金卤灯是近代发展的高效节能新光源，要求镇流器能和灯有很好的匹配，以取得更好的综合效果。

高压钠灯和镇流器

高压钠灯和高压汞灯在性能上有所不同，高压钠灯内不仅有汞，还充有钠，在灯工作期间，钠和汞以液钠汞气的形式贮藏在放电管的冷端部分。高压钠灯在寿命期间，灯功率随着灯电压的变化而发生变化。这和高压汞灯的情况有所不同，高压汞灯在功率发生变化时灯电压相对地保持稳定，因为高压汞灯工作时灯内的汞蒸气压处于饱和状态下。高压钠灯的灯电压和灯功率的关系是基于在放电管内包含着过量的钠汞气而造成的。在灯工作期间，只有部分的汞和钠形成蒸气压，蒸气压的高低也即反映在灯电压上，它取决于放电管“冷端”处的温度。冷端温度的变化造成蒸气压的变化，产生灯电压的变化，从而发生灯功率的变化。在一定的功率范围内灯电压和灯功率的关系近似于线性关系。

1. 1 高压钠灯的特性曲线

高压钠灯的灯功率和灯电压的线性关系曲线称为灯的特性曲线，对于一个特定的灯的特性曲线，可通过在一定范围内改变电源电压或镇流器的阻抗，从而改变灯的电压和功率得到，如图 1 所示。当灯电压等于设计电压时，灯功率将达到设计目标功率。对相同型号，相同功率的灯有近似平行的特性曲线，如图 2 所示。对于那些有较高灯电压的灯，其特性曲线斜率的陡度会减小。

1. 2 高压钠灯镇流器的特性曲线

当高压钠灯在恒定的输入电压下连续工作时，灯电压和灯功率的变化会遵循着镇流器的特性曲线。如图 3 为两种典型镇流器的特性曲线。该曲线可通过测量一批带有不同特性曲线灯的灯电压和灯功率得到，或对同一个灯通过外部方法，使放电管的冷端温度升高来变化灯电压和灯功率得到。当电源电压变化时可得到一组镇流器特性曲线。如图 4 为在额定电源电压升高或降低时对镇流器特性曲线的影响。

1. 3 高压钠灯镇流器的四边形图

在高压钠灯的使用系统中存在着各种因素的变化，如：电源电压的变化、灯性能随时间的变化、灯具内反射器效率的变化、使用环境的变化等等，如何使镇流器的特性曲线适应这些动态的变化？高压钠灯的国际标准中以边界图的形式，要求镇流器能确保灯在寿命期间及任何动态变化的状况下，其电气性能参数变化限制在一定的范围内。如图 5 所示，高压钠灯为镇流器特性曲线规定了一个四边形图。

四边形图的上部代表着高压钠灯最大功率的极限。最大功率的极限取决于放电管最大可允许的工作温度。最大功率线通常设置在超过灯泡标称功率的 20—30%左右。

四边形图的下部代表着高压钠灯最小功率的极限。设置最小功率线以确保能满足灯泡的升温

特性、灯泡工作的稳定性、可接受的光的输出效率，以及光色性能等。最小功率线通常设置在低于灯标称功率的 20—30%附近。

四边形图左边的最小灯电压线为灯可接受的最小灯电压的灯特性曲线。对于每种规格的高压钠灯所认同的最小灯电压都已规定在灯的性能参数表中。

四边形图右边的最大灯电压线表示为灯可允许的最高灯电压时的灯特性曲线，该曲线考虑了灯中可能出现的最大灯电压、灯寿命期间灯电压的上升、密封式灯具内灯电压的上升，以及其他变化因素。如果灯电压超出最大灯电压曲线之外，这时镇流器将不能确保灯能稳定地或持续地工作。

因此，上述四边形图可作为高压钠灯工作系统的一个规范，它包含了灯和镇流器两者的要求，也考虑了其他因素的影响。四边形图概括性地规定了镇流器设计的条件，如：

- a)镇流器的特性曲线应与两条灯电压线相交，并在灯的寿命期间保持在灯功率的极限线之间。
- b)镇流器的设计应使灯不仅在额定电源电压下，而且在可允许的最低或最高的电源电压下，总是工作在四边形图的区域内。
- c)最佳的镇流器特性曲线要能使灯在最大电压线之前达到最大功率，然后在该点外灯功率随着灯电压的增大而减小。对于一个靠近灯设计功率线的相对比较平坦的镇流器特性曲线比相对陡峭上升和下降的特性曲线更可取。
- d)为避免缩短灯的寿命，或工作的不稳定性，镇流器应能使灯远离四边形图右边最大灯电压特性外工作。

在高压钠灯的国际标准中，不同规格灯对镇流器规定了不同的四边形图的要求。如图 6。

高压钠灯镇流器的制造并不复杂，但往往由于在设计、工艺及选用材料上的差异，同一规格不同厂家生产的镇流器配用高压钠灯时，呈现出不同形状的镇流器特性曲线，如图 7 所示。品质差的镇流器会造成灯泡使用期间超负载运行，或工作的不稳定性。

金卤灯和镇流器

金卤灯的放电管中因充入不同的金属卤化物而形成各种不同类型的金卤灯，这些不同类型的金卤灯不仅在灯的光电性能参数上有着明显的差别，而且在灯的运行和维护中对配套电器的要求也不尽相同。因此，选择合适的镇流器和相关的工作电路，以充分发挥金卤灯的性能优势是至关重要的。

2. 1 常用的金卤灯镇流器及工作电路

1)感抗型镇流器(Choke)

这是常用的普通型镇流器，其开路电压即为电源电压，需要借助于触发器来启动灯工作，工作电路的电压峰值因数和电流峰值因数较低，对保护放电管的电极有利，这种镇流器的成本较低，但在电源电压波动较大的情况下，控制灯功率的波动和稳定灯性能的能力较差。

2)高阻抗自耦升压式镇流器(HX Auto)

这种镇流器使用在低电源电压(如：100V/120V)的场合，或为取得高的开路电压而使灯能直接启动的场合。工作电路的峰值电压和电流峰值因数较高，控制灯性能稳定性的能力也较差，通常这种镇流器较少采用。

3)恒功率自耦升压式镇流器(CWA)

这种镇流器由自耦漏磁升压变压器串联电容器组成，称为恒功率镇流器，也称为超前顶峰式镇流器。该镇流器可获得较高的开路电压，线路功率因数可达 90%。在电源电压起伏较大情况下，对稳定灯的功率，维护好灯的性能起到较好的调节作用。甚至在电源电压跌落 30-40%时还能使灯继续工作。但线路的电流峰值因数较高，镇流器的成本也相对较高。

4)恒功率升压式镇流器(CWI)

这种镇流器由漏磁升压变压器串联电容器组成，也是一种恒功率镇流器，它比上述 CWA 镇

流器有更好的稳定灯功率及性能的调节作用。

5)调整式迟后型镇流器(Regulated Lag)

这种镇流器实际上是一个稳压式电器,确保金卤灯一直在稳定的电源电压下工作,可使灯获得最长的寿命和最佳的灯性能参数的维护。这种镇流器的成本较高,但对金卤灯照明的长期运行成本来说却是低的。

图 8 是上述镇流器的工作电路图,表 1 为主要性能参数的比较。

2. 2 金卤灯对镇流器工作电路的选择

国内用于一般照明用的金卤灯主要有 Na-Tl-In 型、Sc-Na 型,及稀土金属(Dy, Ho, Tm...)型等不同类型,它们分别具有不同的性能特点,并要求配用合适的镇流器。

1)Na-Tl-In 型金卤灯及镇流器

Na-Tl-In 型金卤灯来自于欧洲的制造技术,其灯的启动性能优良,配用一般的感抗型镇流器工作电路,只需要在电源电压下(220V),加上较低峰值电压($\leq 750V$)的触发器就能启动灯工作。灯的光电性能参数稳定,具有长寿命(平均寿命 20000h),高光通维持率的特点。经过性能改进的 Na-Tl-In 型金卤灯,可配用同一功率类型的高压汞灯镇流器或高压钠灯镇流器工作,而金卤灯的平均寿命仍可达到规定的 20000h 之内。这样,这种金卤灯在没有更换原有照明装置内电器的情况下可方便地替换原有的高压汞灯或高压钠灯,它比前者提高了光效并改善了光色,也比后者大大地改善了显色性能。主要参数的变化参见表 2。

2)Sc-Na 型金卤灯及镇流器

Sc-Na 型金卤灯来自于美国的制造技术,放电管的结构相似于高压汞灯,灯工作不采用触发器而借助于镇流器的高开路电压及灯的启动电极的作用,使灯启动工作。对于这类金卤灯(175-1500W),美国标准和我国国家标准中都推荐采用 CWA 镇流器工作电路,这样可提高灯工作的稳定性,确保灯的长寿命及良好的光通维持率。如果 Sc-Na 型金卤灯采用上述 Na-Tl-h 金卤灯的工作电路,不仅会使灯的早期失效增加(触发器易损坏灯的启动电极),缩短灯的平均寿命,而且增加灯的光衰。如图 9 为采用“感抗镇流器+触发器”工作电路的不同金卤灯的光衰曲线。

在 Sc-Na 型金卤灯的 CWA 型工作电路中,自耦漏磁升压型镇流器的性能对灯工作性能的稳定性起着重要作用。要求在灯工作期间,镇流器提供给灯并维持灯能连续工作的最低维持电压 V_{ss} 能达到以下值:

$$V_{ss}=C1+C2(OT)-C3(di/dt) \quad (175-1000W)$$

$$V_{ss}=C1+C2(OT)-C3[\exp(-0.4di/dt)] \quad (1500W)$$

V_{ss} 镇流器对灯的最低维持电压 (V)

OT 在灯电压为零时的断流时间 (ms)

di/dt 在灯电压为零时的电流变化率 (A/ms)

$C1, C2, C3$ 为常数,取决于灯的规格,见表 3。

最低维持 V_{ss} 也可在美标或国标的文件中查得。

3)脉冲启动-Pulse start 型(Sc—Na)金卤灯及镇流器

对于传统的 Sc-Na 型金卤灯采用 CWA 电路时有 600V 峰值开路电压加到放电管的启动极上,并引起较高的峰值电流,这样会影响灯的性能。脉冲启动型金卤灯是从灯和镇流器两方面进行改进,使灯与镇流器工作电路达到最佳的组合,以取得最佳的综合效果。

一方面改进放电管的结构,取消了启动电极,如图 10b,并改进化学配方及制造工艺,改善灯的启动性能,从而全面地改进了灯的性能。另一方面改进镇流器的工作电路,采用触发器来启动灯工作,从而可降低镇流器的开路电压,也即降低了峰值电压及峰值电流。镇流器的工作温度也相应降低,增加了镇流器的寿命,减少维护成本。灯和镇流器工作电路改进的综合效果,使脉冲启动型金卤灯与启动极型金卤灯相比,灯的光输出提高 25-50%光通维持率

改善了 15-25%，灯的平均寿命也提高 50%以上。

表 4 为两种类型 Sc-Na 金卤灯及镇流器的主要性能参数的比较。

脉冲启动型金卤(Sc-Na)灯也可以采用性能更好的 CWI 和 Regulated Lag 的脉冲启动型工作电路，如图 12。

4)小功率金卤灯及镇流器

小功率金卤灯中主要有 Sc-Na 型和稀土金属型(Dy, Ho, Tm...)两种类型，前者具有较高的光效和较长的寿命，后者有较好的显色性能，根据它们的特点，可选择使用在不同场合。这两种类型灯都采用简单的“感抗镇流器+触发器”的工作电路，电源输入端并接补偿电容器以改善系统的功率因数。

小功率金卤灯也可以配用电子镇流器，这些镇流器的工作频率多数为低频(<200Hz)，这样可以防止放电管内产生声共振及光的闪耀。一般电子镇流器提供给灯的电流峰值因数<1.5，系统的功率因数>90%，总谐波分量(THD)<15%。小功率金卤灯配用电子镇流器后，能提高灯工作的稳定性，减少光衰，增加寿命。但这种低频的电子镇流器成本很高，因而还不能大量推广应用。

5)金卤灯镇流器的近期进展

近来，国内外都在致力于中功率金卤灯电子镇流器的开发。国外已开发成功中功率高频金卤灯电子镇流器，其工作频率>100kHz，可防止产生放电管内的声共振。该镇流器还可以实现一定范围的调光。金卤灯使用这种电子镇流器后可增加灯的光输出，极大地降低光衰，提高灯的寿命，并具有节能好的综合效果。