

如何制造世界上成本最低的“L”级电子镇流器 和世界上成本最低的CCC、EMC品质级电子镇流器 (普及版)

其实廉价的荧光灯电子镇流器
通过CCC和EMC检测是一件很容易的事

免费推广使用：七项最新国家专利、
一项国家重点技术创新项目、二项省级科研成果

超低的成本、简单的方法、卓越的品质
真正达到CCC和EMC品质，不用再去作假
国产荧光灯电子镇流器工作方式的一场革命

本文中的观点、实施方案和专利技术是作者（专利所有人）第一次向业内同行公开，为了对作者多年来所付出的心血表示尊重，请各位朋友在未征得作者同意前不要转载、发表或者引用。

可以与我们联系，签定专利的免费使用合同。否则请不要仿制生产！以免引起不必要的法律纠纷。

● 联系方式：

邮箱：xgdz2005168@yahoo.com.cn（主要联系方式）

xgdz2005888@yahoo.com.cn（主要联系方式）

手机：13420259363（中山） 13937166339

古镇办事处：古镇车站银都宾馆贵宾楼

传真：0760-2352840

惠州·星光电子技术开发有限公司
2005年4月撰稿于广东·中山古镇

目 录

● 前言	2
● 国产电子镇流器存在的主要技术问题和解决方案 (多项国家专利)	3
一、 自激式开关电路存在的问题 — 采用自激工作方式是个错误	3
二、 输入电流的谐波限值问题 — CCC 认证最难逾越的障碍	4
三、 灯头玻壳过早发黑的问题 — 三个主要原因	4
1、 灯丝电流问题 — 灯丝断流不是最佳解决方案	4
2、 灯电流波峰比问题 — 关键在于单个最大高频波的波峰比	5
3、 灯管的预热启动问题 — 不要使用正温度系数热敏电阻	5
四、 电子镇流器的空载和自启动问题 — 困扰多年的一对难题	6
● 它激工作方式在各种电子镇流器电路中的应用	6
一、 它激式半桥电路 — 中小功率首选	6
1、 最简单的它激式半桥电路	6
2、 ZK - 普及型它激式半桥电路 (多项国家专利、重点介绍)	7
3、 ZK - CCC 型它激式半桥电路 (多项国家专利、重点推荐)	8
4、 ZK - 高档型它激式半桥电路 (多项国家专利、重点推荐)	8
5、 采用无源功率因数校正电路的它激式半桥电路	8
二、 它激式全桥电路 — 大功率首选 (大功率节能灯、荧光灯)	9
三、 它激式单管电路 — 低压、小功率首选	9
四、 它激式推挽电路 — 低压、大功率首选	10
● 如何通过 CCC 认证中的 EMC 检测 — 方法、经验和窍门	10
一、 谐波电流限值	10
二、 电压骚扰限值	11
三、 辐射电磁骚扰限值	11
● ZK - 1000 系列集成电路、ZK - 100 系列模块简介 (多项国家专利)	12
一、 ZK - 1001 型集成电路简介 (其它型号待续)	13
二、 ZK - 101 型模块简介	14
三、 ZK - 102 型模块简介	15
四、 ZK - 103 型模块简介 (其它型号待续)	16
● 它激式荧光灯电子镇流器的实验方法和步骤 — 经验谈	17

前 言

这是一份非常有价值的技术资料，关系到今后国产电子镇流器的技术发展趋势，请无论如何坚持看完，以免造成被动和事后遗憾！资料中的主要内容被列入“国家重点创新项目计划”，获得国家 120

万元科技三项经费扶持，内含七项最新国家专利，两项省级重大科研成果。

资料将告诉您怎样制作成本最低的“L”级和“CCC”“EMC”品质级电子镇流器，它也许比您现在的普通型电子镇流器成本还要低！**通过 CCC 和 EMC 检测再也用不着作假了？！**

电子镇流器的品质问题说白了是成本问题，在不考虑成本的基础上讲品质，只能是空谈！如何才能真正做到高品质与低成本的有机结合，是每一个电子镇流器科研工作者梦寐以求的愿望。

国产电子镇流器采用的工作方式非常落后，存在很多致命的缺陷，试图改善这些缺陷的文章和办法多的数不胜数，但基本上都是头痛治头、脚痛医脚的权宜之计。笔者认为，不妨来一次彻底的革命——换一种先进的工作方式，从根本上解决问题。

国产电子镇流器存在的主要技术问题和解决方案

一、自激式开关电路存在的问题 — 采用自激工作方式是个错误

目前，国产电子镇流器普遍采用自激振荡式（以下简称自激式）半桥开关电路，这种电路唯一的优点是成本低，除此之外再无优势可言。

我们知道，半桥电路的输出电压很低，只有直流主线电压的 $1/2$ ，采用无源功率因数校正网络的半桥电路，在供电电压低至 150V 时的输出电压仅有 75V，而一般的荧光灯和节能灯（特别是 T5 荧光灯）灯管所需要的工作电压都远远高于这个值。在电子镇流器的输出电压低于灯管工作电压的情况下，对于半桥电路来讲，需要依靠限流电感（L）和启动电容（C）之间产生的串联谐振，来提高输出工作电压。

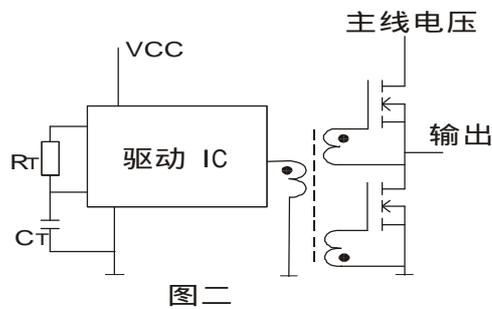
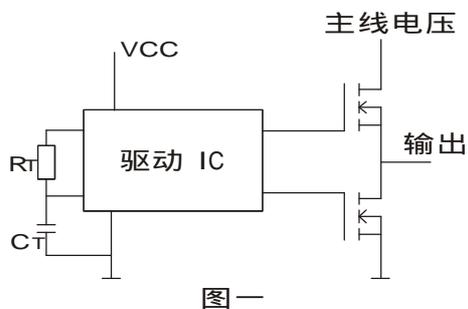
根据串联谐振的公式可以知道，要保证串联谐振的建立，必须满足条件：在特定频率（F）情况下，电感（L）的感抗与电容（C）的容抗相等。由于在电子镇流器中电感（L）与电容（C）的值是固定的，因此，如何保证电子镇流器工作频率（F）的准确性就成了保证电子镇流器工作品质的最关键问题。

自激式开关电路，依靠电路自身工作电流流动方向的改变形成振荡，这种振荡方式产生的振荡频率与很多因素有关，例如：工作环境温度和供电电压的变化；开关管、开关管外围元器件、限流电感、启动电容以及灯管等元器件的制造误差，都会引起振荡频率的很大改变。这些因素最终导致了：a、产品之间的工作数据离散性很大；b、同一只镇流器在更换灯管时工作数据会随之改变；c、即使是使用同一只灯管，随着镇流器元器件和灯管的老化，工作数据仍然会不断变化；d、同一只镇流器，使用同一只灯管，在同一天里，由于早、中、晚的温差原因，也会使工作数据有很大不同（在北方非常明显）。

显然，电子镇流器采用自激工作方式是一个错误。无论怎样严格控制，都不可能保证批量生产的一致性和使用过程中的稳定性！无论是产品的视觉效果还是各种工作数据都存在非常大的差异和变化。

解决方案：使用它激工作方式取代自激工作方式

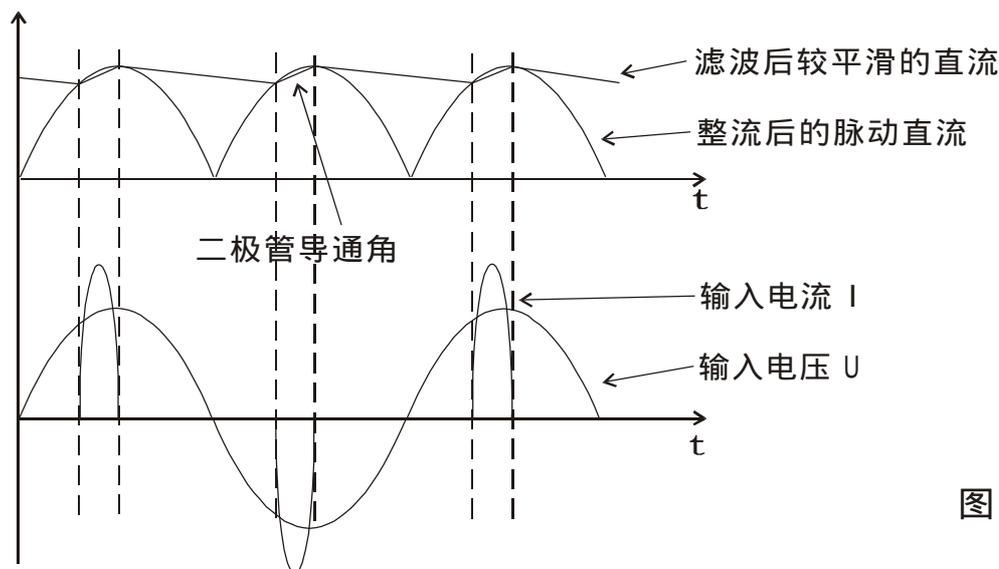
半桥电路中常见的两种它激驱动方式见图一和图二。图一使用了一片半桥电路专用的驱动 IC，它



有上下两个输出，各输出一个幅值相等、方向相反的驱动脉冲，分别用来驱动上下两只三极管开关工作；图二使用了一片只有一个输出的通用驱动 IC，在驱动半桥电路时需要经过脉冲变压器进行耦合，这种驱动 IC 可以用来驱动半桥、全桥、单管、推挽等各种电路，成本很低，比较适合中国的国情。驱动 IC 的工作频率由 R_T 、 C_T 的参数决定。频率误差取决于 R_T 、 C_T 以及 IC 的制造误差和温度系数。它激工作方式影响工作频率的因素很少，非常容易保证工作频率的准确性和稳定性，批量生产时的一致性非常好，在严格控制关键元器件误差值的情况下，批量生产时可以不必要调试。

二、输入电流的谐波限值问题 — CCC 认证最难逾越的障碍

在接通电子镇流器的工作电源（交流电）以后，首先要通过二极管整流，把交流转换成脉动直流，然后再通过电解电容器进行滤波，变成较平滑的直流，在从整流到滤波的环节中，由于二极管的单向导电作用和电解电容器的平滑作用，使二极管的电流导通角很小，流经整流电路的工作电流呈旗杆状



图三

尖波（见图三），这种旗杆状的尖波电流除了波峰比很大以外，还包含了大量的谐波（特别是三次波）。而且，滤波电容器容量越大，二极管的导通角越小，谐波含量也越多。显然，滤波电容器是制造电流谐波的罪魁祸首！

电流谐波是多年来困扰和限制国产电子镇流器品质提高的最大难题。虽然说采用 APFC（有源功率因数校正）电路可以很好的解决这个问题，但 APFC 的成本太高，不适合中国的国情。对于各种低成本的 PFC（无源功率因数校正）电路来讲，电流谐波的含量又远远大于 EMC 的限值要求，而被拒之 CCC 认证的门外。因此，电流谐波的限值问题是国产电子镇流器通过 CCC 认证最难逾越的障碍。

解决方案：把滤波用电解电容器去掉，也不要使用任何功率因数校正电路（**国家专利**）

我们在前面已经讲过，滤波电路的电解电容器是制造电流谐波的罪魁祸首。那么，把这个电容器去掉会怎么样呢？对于它激式电子镇流器来说，去掉滤波电路的电解电容器以后，功率因数可以提高到 0.99 以上，谐波电流可以减小到 13% 以下（见后文中的它激式半桥电路一节），达到“L”级标准。

但是，对于自激式电子镇流器来讲，去掉滤波电路的电解电容器以后，电路根本不能工作！它激式电子镇流器的这一优势进一步缩小了它与自激式电子镇流器的成本差距，加大了品质优势。另外，去掉电解电容器也等于去掉了寿命最短、最容易出现质量问题的元器件，有效的延长了产品寿命！

三、灯头玻壳过早发黑的问题 — 三个主要原因

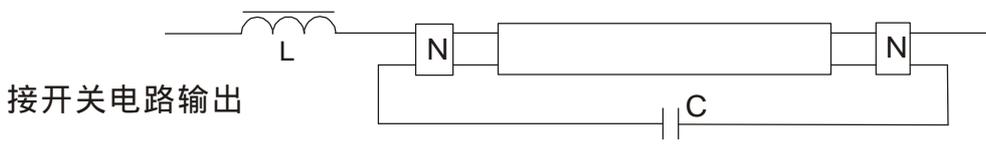
随着电子镇流器、细管径（T8）和超细管径（T4、T5、节能灯）荧光灯的陆续出现，灯头玻壳过早发黑的问题也显得日趋严重。灯头玻壳过早发黑的原因，从电子镇流器角度来讲主要有三种：灯丝电流过大、灯电流波峰比过大、没有预热启动电路或预热启动电路工作状态不佳。

1、灯丝电流问题 — 灯丝断流不是最佳解决方案

电子镇流器与电感镇流器的工作状态不同，电感镇流器在完成启辉过程，进入正常工作状态以后，启辉器停止工作，灯丝上没有电流流动。而电子镇流器无论是在启辉过程还是正常工作状态，限流电感和启动电容始终处于串联谐振（只是谐振的Q值不同），谐振电流全部通过灯丝流动，使灯丝功耗加大，热电子散失加剧，加速了玻管的发黑，这是荧光灯电子镇流器与电感镇流器相比较的一个缺陷，这种缺陷在T4、T5荧光灯和节能灯管上表现的更加突出。目前，有些厂家采用继电器机械触点闭合的方式使灯丝断流，起到了一定的效果，但成本增加很多，而且付出了灯管两端暗区加大，发光效率降低的代价，特别是在气温较低的环境下，灯管的发光效率会严重不足。因此，即要减少灯丝电流，又要使阴极保持一个合理的温度值，这样才能最大限度的提高荧光灯的发光效率。

解决方案：推荐一种灯丝减流装置（**国家专利**）

灯丝减流的工作原理见图四：在接通电源时，减流装置N不参与镇流器的工作，预热电流经过灯丝进行预热，4-5秒钟以后，减流装置参与工作，起到与灯丝分流的作用，分流的比例可以根据需要事先设定。这样即达到了灯丝减流的目的，也使阴极保持了一定的温度，有效减少了灯管玻壳的发黑，延长了灯管的使用寿命。此装置的成本非常低，仅相当于继电器断流方式的1/10-15。



图四

2、灯电流波峰比问题 — 关键在于单个最大高频波的波峰比是否接近 1.414

灯电流波峰比过大（超过 1.7）容易造成灯头玻壳的过早发黑，这种说法似乎成了一种不争的事实，但笔者在多年从事电子镇流器研发工作的过程中，发现了一个似乎很“奇怪”的现象：有些灯电流波峰比大的产品，它的灯头玻壳并不比灯电流波峰比小的产品黑的快。例如，很多采用逐流式无源功率因数校正电路的产品，它的灯电流波峰比高达 2.3 左右，但实践证明他并没有引起灯头玻壳的过早发黑。我相信很多同行也有同感。

原因是灯电流的工作波形中包含有单个高频波、经调制或未经调制的包迹波等，其中单个高频波特别是单个最大高频波的波峰比，才是决定灯头玻壳是否过早发黑的最主要原因。但是，单个最大高频波的波峰比也并不是越小越好，而是越接近 1.414（正弦波）越好。

解决方案：方案当然是尽可能把单个最大高频波的波峰比做到 1.414，本文重点推荐的三款电路（见 7、8、9 页），单个最大高频波的波峰比全都在 1.41 左右，您不妨试着做一下。

3、灯管的预热启动问题 — 不要使用正温度系数热敏电阻

虽然国产荧光灯的灯丝普遍采用了长寿命电极、保护膜技术等措施，但由于国产电子镇流器基本上都没有预热启动功能，这就使灯管启动瞬间的启动电压过高，造成严重的电子溅射，加剧了灯头玻管的发黑。国内少部分中、高档产品利用正温度系数热敏电阻的阻值变化来达到预热目的。这种预热方式受工作环境温度、工作电压波动的影响很大，导致工作质量和可靠性的降低，而且成本较高，特别是灯管正常点燃后热敏电阻上仍有较大的功耗(0.5-1W)和热量(85 左右)，降低了荧光灯的能效，影响了产品的使用寿命和可靠性。

解决方案：使用变频式预热方式取代热敏电阻式预热方式

荧光灯在启动时，是依靠限流电感 L 和启动电容 C 产生串联谐振来获取启动高压的。假设：串联谐振点的工作频率是 50KHz，在荧光灯启动的时候，我们先让电子镇流器的工作频率偏移谐振点，例如设定在 30KHz 或者 70KHz。此时，限流电感 L 和启动电容 C 失谐（不产生谐振），灯管的灯丝上有预热电流，但灯管两端没有启动高压，经过规定时间的预热，我们再让电子镇流器的工作频率恢复到谐振点（50KHz），这时，限流电感 L 和启动电容 C 产生谐振，灯管因获取启动高压而点燃。这种依靠电子镇流器工作频率变化进行预热的变频式预热技术，最大的优点是成本低、预热时间准确、无功耗。目前，在高档荧光灯电子镇流器专用驱动 IC 中已经开始使用，本人研发的国产 ZK-1000 系列驱动 IC 和 ZK-100 系列驱动模块中也有部分型号具备这个功能。

四、电子镇流器的空载和自启动问题 — 困扰多年的一对难题

自激式电子镇流器的空载和自启动问题，始终是困扰生产厂家的两大难题。各位同行可能会有比我更深刻得体会！

解决方案：改用它激式工作方式，空载和自启动问题迎刃而解

空载和自启动问题是采用自激工作方式的电子镇流器特有的缺陷，只要将工作方式改成它激式，问题也就迎刃而解了。根本用不着绞尽脑汁的采用各种防范措施！

它激工作方式在各种电子镇流器电路中的应用

它激式电子镇流器具备非常明显的性能优势，可以解决许多自激式电子镇流器解决不了或很难解决的问题，几乎所有的电子镇流器生产技术人员都明白这个道理。但它激式电子镇流器需要使用专用 IC 来进行驱动，这种 IC 的价格很高，严重阻碍了它激式电子镇流器的推广和普及。为了解决这个问题，笔者经过多年潜心研究，在国内率先开发成功超低成本的它激式电子镇流器专用驱动 IC——ZK-1000 系列（内有多项国家专利）和专用驱动模块 ZK-100 系列（内有多项国家专利），并针对中国国情设计出几款成本非常低，但品质非常高的它激式电子镇流器电路（多项国家专利）。在同样达到“L”级品质或者 CCC 和 EMC 标准的前提下，这几款电路比自激式电子镇流器的成本要低的多。

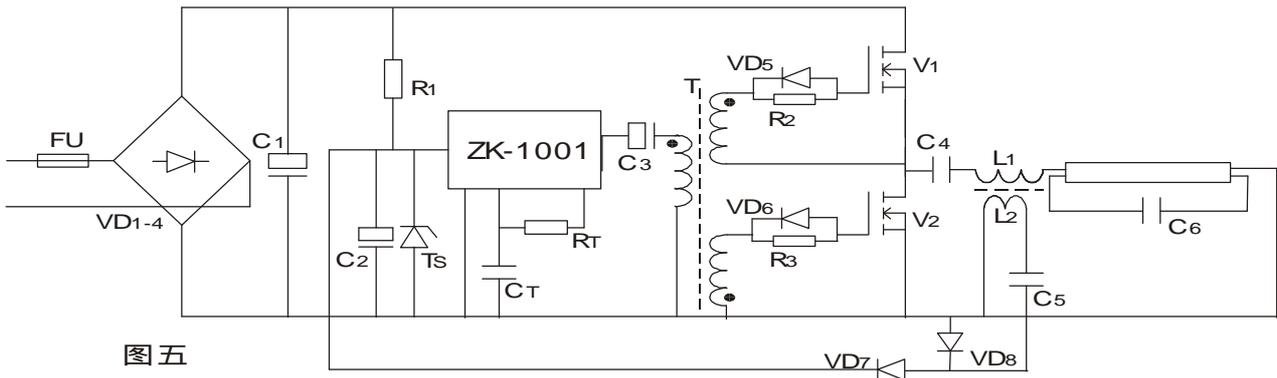
对于不同电压、不同功率、不同使用环境的电子镇流器来讲，应该采用不同的工作电路，这样才能达到最佳的性能、最低的成本。目前国产电子镇流器无论电压、功率、使用环境一律采用半桥开关电路的方法是不可取得。由于开关电路的种类太多，不可能一一列举。以下是几种常见的它激式电子镇流器开关电路的简介，希望能够达到抛砖引玉的目的。

一、它激式半桥电路 — 中小功率首选

半桥开关电路是国产电子镇流器使用最多的一种电路,也是大家最熟悉的一种电路。它的主要优点是:电路简单、开关管耐压要求较低、对电路的对称性要求不高、所以比较容易实现;主要缺点是:电路的输出电压只有输入电压的 1/2,开关管功率利用率很低,不适用于大功率电路,另外,有一个开关管需要悬浮驱动,在驱动电路工作状态不佳时很容易造成两个开关管的开关特性不同,导致温度不一致。

1、最简单的它激式半桥电路

图五是一款最简单的它激式半桥工作电路,电路功率因数 0.65 左右,谐波含量 80%-120%,灯电流波峰比 1.7,电路使用笔者研制的 ZK-1001 型集成电路进行驱动。电路在接通电源后,首先通过 R1 给 IC 提供大于 0.5mA 的启动电流,IC 的输出脉冲频率由 RT/CT 决定,脉冲经 C3 耦合至脉冲变压

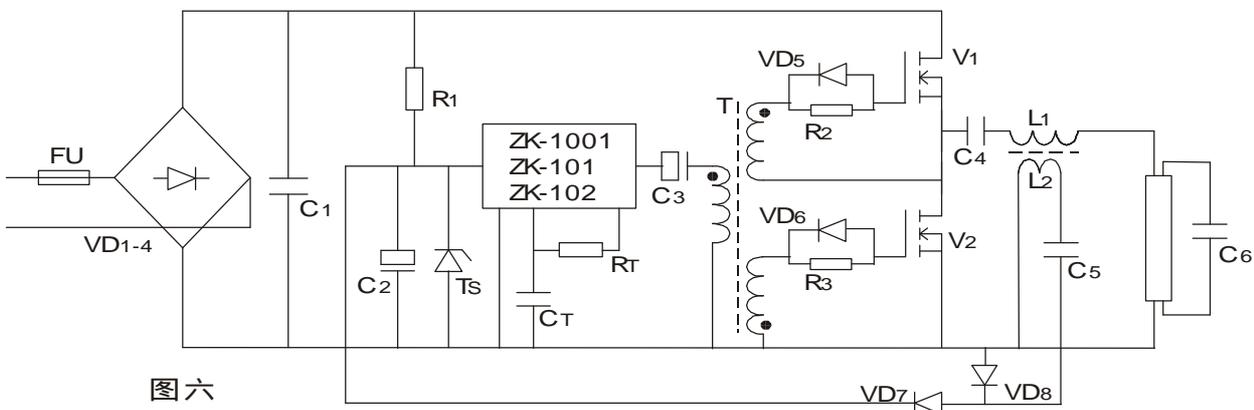


图五

器 T, 脉冲变压器的两个次级分别输出幅值相等、方向相反的方波脉冲,来驱动半桥电路的两个场效应管开关工作,半桥电路的输出经 C4 隔直后,再经 L1 与 C6 产生串联谐振,灯管启辉点燃,图中 L2 是 L1 的次级,作用是通过 C5 限流、VD7 和 VD8 整流、TS 稳压、C2 滤波后,向 IC 提供正常工作电压和电流。(ZK-1001 型集成电路还有三个功能脚在图五中没有使用,如欲使用,请参考 14、15 页介绍)

2、ZK - 普及型它激式半桥电路 (多项国家专利、重点介绍)

图六是一款性能优越,但电路异常简洁,价格非常低廉的它激式电子镇流器。输入品质为“L”级,功率因数高达 0.99 以上,谐波含量不超过 13%,整机工作数据非常稳定,一致性非常好。电路采用 ZK-1001 型集成电路(或 ZK-100 系列模块)进行驱动(内有多项国家专利),与目前国内普遍采用的带无源功率因数校正网络的自激式电路相比,仅仅增加了一片集成电路(或者模块),但减少了二只 250V 电解电容器和几只二极管,成本仅增加了几毛钱(如果使用模块,也许不需要增加成本),但从性能、品质、质量、寿命、稳定性和可靠性等指标来讲,自激式电路和它根本不能相比。可以毫不夸



图六

张的说:它是当今世界上成本最低的“L”级电路。另外,ZK-1001 型集成电路还有三个功能脚在图六

中没有使用，如欲了解详细情况，请参考后文中 ZK-1001 型集成电路简介。

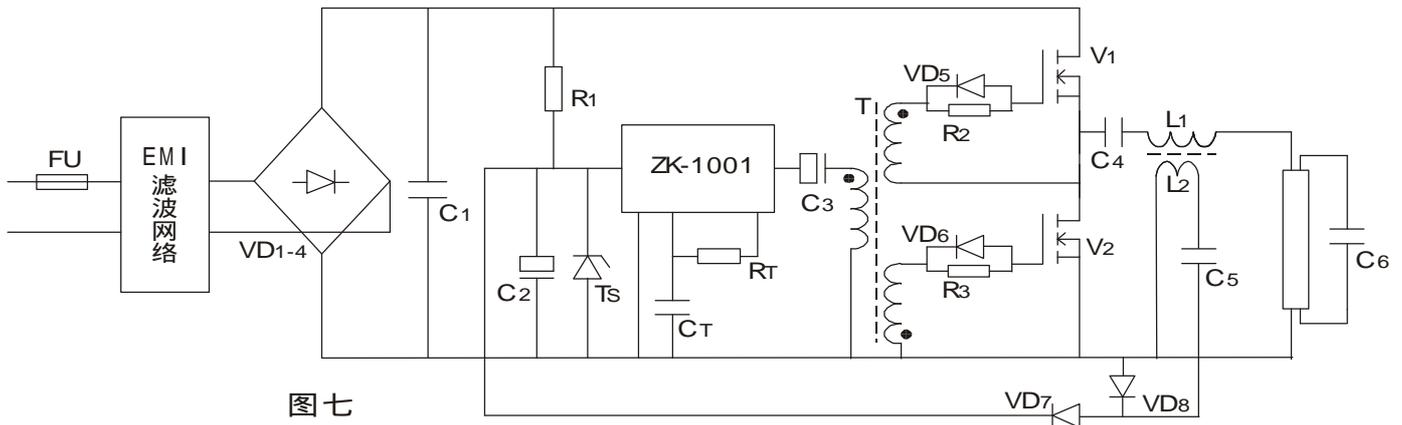
采用图六电路制作的 T5/28W 荧光灯电子镇流器元器件清单见下表（仅供参考）。**对于已经购买了**

序号	参数	序号	参数	序号	参数	序号	参数
IC	ZK-1001	C1	100n /400V	C6	8.2n / 1kV	V1、2	IRF730 注 2
FU	1A	C2	22 μ /50V	R _T	注 1	T	注 3
VD1-4	1N4007	C3	10 μ /25V	R1	150-200K	L1	3.8mH 注 4
VD5-8	1N4148	C4	22n /400V	R2、3	220 注 2	L2	注 4
C _T	1000-2200P	C5	4.7n /400V	TS	25V/0.5W		

ZK-1000 系列集成电路或者 ZK-100 系列模块的用户，我们可以提供更加详细的技术数据和文字资料，供您在设计制作时参考。

3、ZK - CCC 型它激式半桥电路（**多项国家专利、重点推荐**）

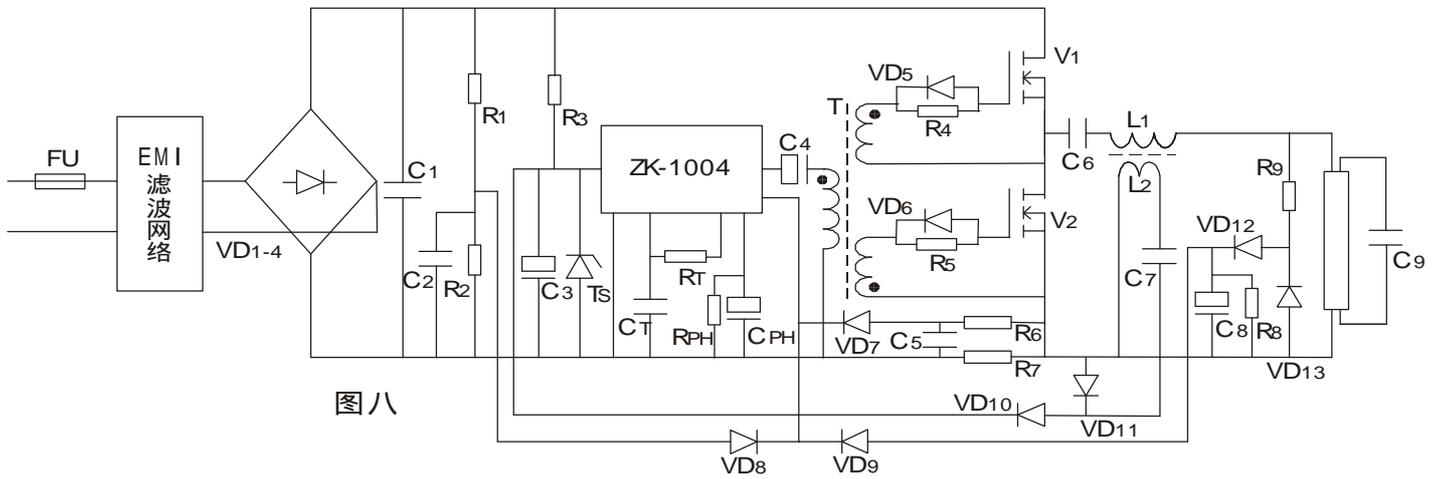
图七所示电路与图六相比较仅增加了 EMI 滤波网络（见第 11 页介绍），但该电路所有的技术指标都可以满足 CCC 认证和 EMC 检测的要求。可以毫不夸张的说：它是世界上成本最低的 CCC 和 EMC 品质级电路。（ZK-1001 型集成电路还有三个功能脚在图七中没有使用，请参考 13、14 页介绍）



图七

4、ZK - 高档型它激式半桥电路（**多项国家专利、重点推荐**）

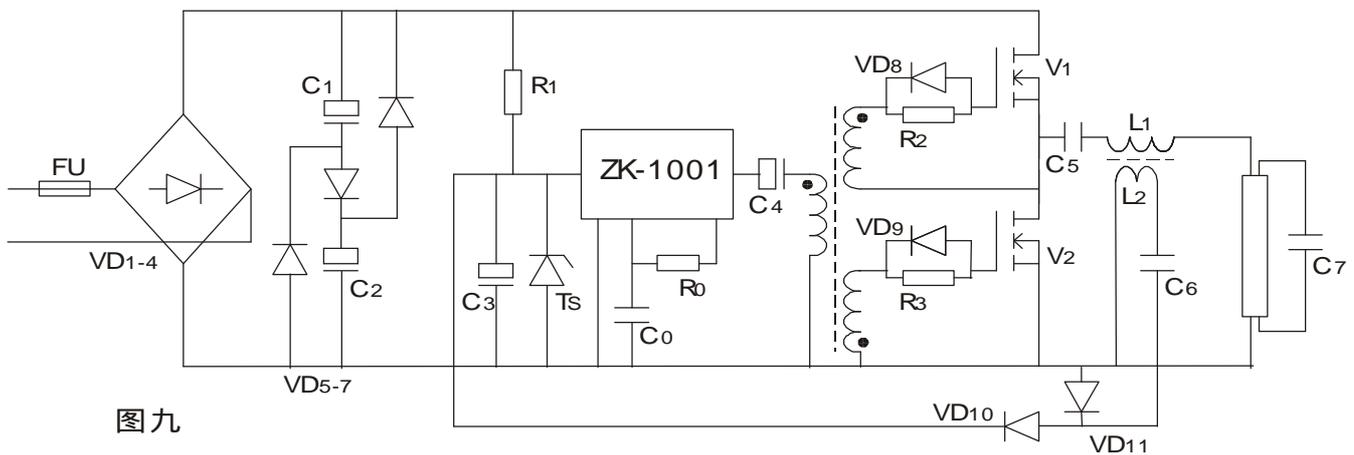
图八是一款功能非常齐全的高档型它激式电子镇流器电路。使用作者研制开发的 ZK-1004 型多功能集成电路（内有多项国家专利）控制整机工作，与图七相比增加了过压和欠压保护（R1、R2、C2、VD8）；变频式预热（RPH、CPH）；灯异常保护（C8、R8、R9、VD12、VD13、VD9）；过流保护（C5、R6、R7、VD7）等功能。



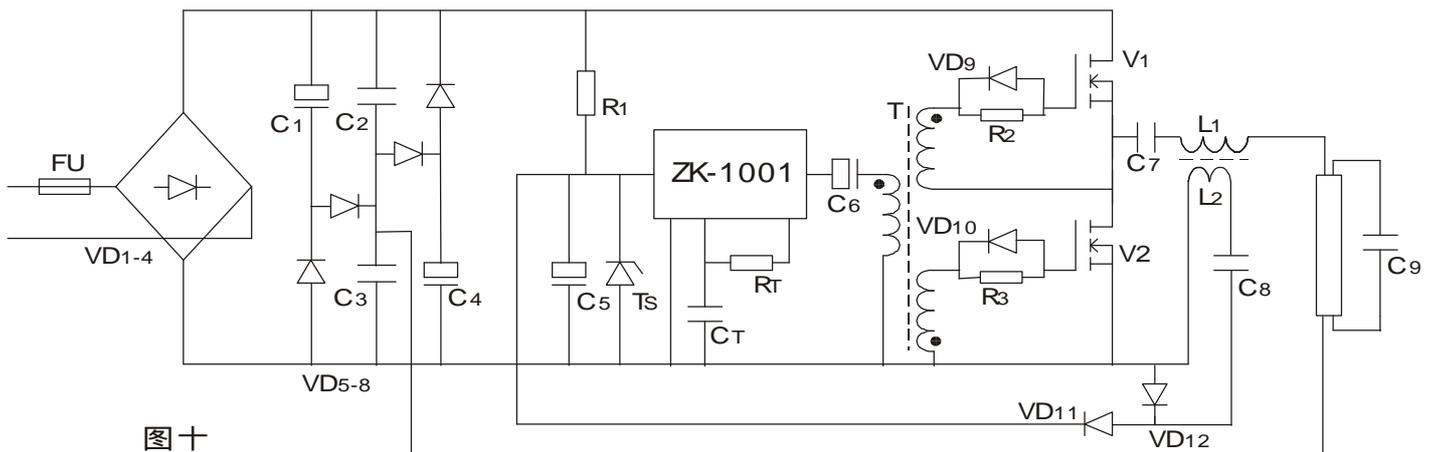
图八

5、采用无源功率因数校正电路的它激式半桥电路

其实，与图六、图七、图八电路相比较，它激式电子镇流器再使用无源功率因数校正电路已经没有任何意义。但考虑到绝大多数的读者对于各种无源功率因数校正电路非常熟悉，为了能够真正了解它激式电路和自激式电路的区别，并能够在以后的工作中根据需要自由转换，特给出逐流式（图九）和双泵式（图十）两种无源功率因数校正电路的电路图，希望诸位能够举一反三，应用自如。



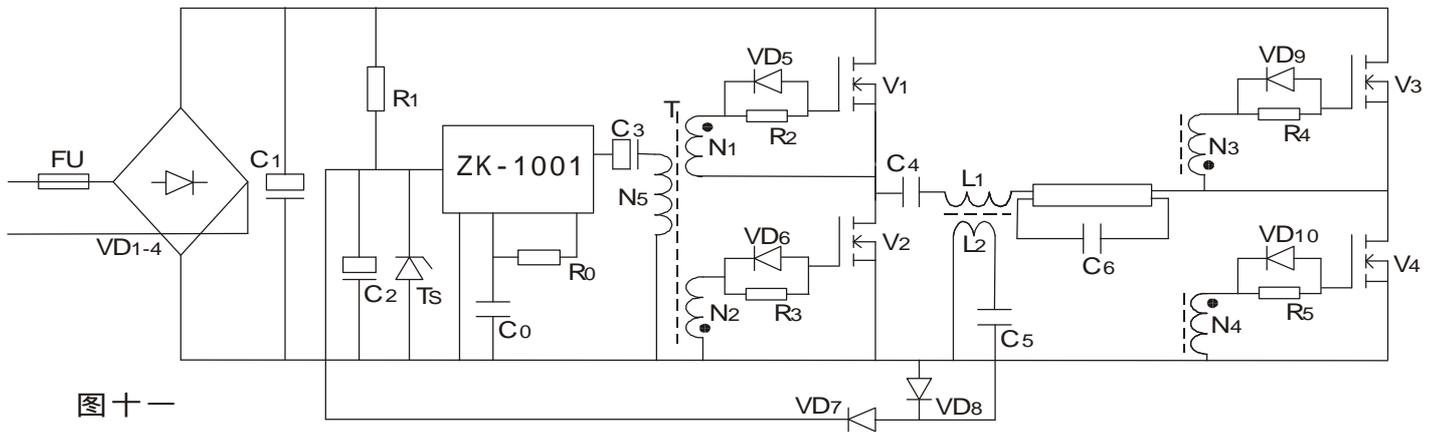
图九



图十

二、它激式全桥电路 — 大功率首选（大功率节能灯、荧光灯）

与其它电路相比较，全桥电路的最大优势是电路的电压和功率利用率很高，开关管的耐压要求低，输出功率可以做的很大；缺点是要求电路的对称性好。根据近期的市场需求情况，笔者预计这种电路将是制造大功率节能灯和大功率荧光灯的最佳选择。图十一是最简单的它激式全桥电路。

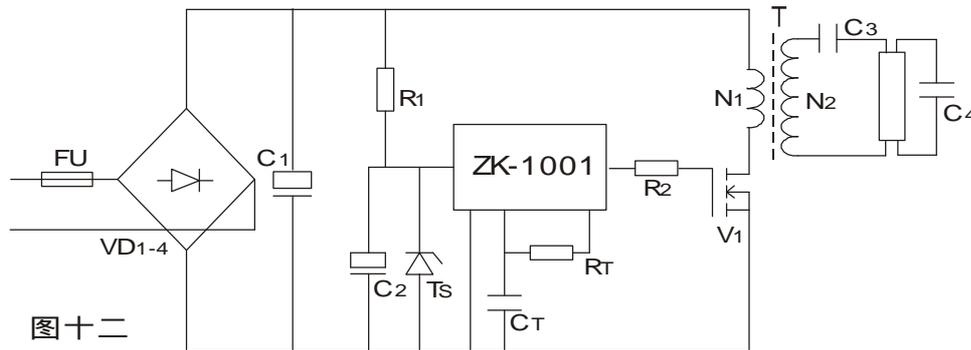


图十一

与半桥电路相比较，全桥电路增加了 V3、V4 两个开关管（包括外围驱动电路），四个开关管组成全桥的四臂，脉冲变压器的四个次级分成 N1、N4 和 N2、N3 两组，分别用来驱动 V1、V4 和 V2、V3 两对开关管轮流导通（开关管 V1、V4 导通时，V2、V3 截止；V1、V4 截止时，V2、V3 导通）。也可以使用与半桥电路相同的两个脉冲变压器，把初级串联起来使用，由两个脉冲变压器的四个次级，分别驱动 V1、V4 和 V2、V3。但次级匝数需要增加一倍（保证场效应管的栅极驱动电压在 12-15V 之间）。

三、它激式单管电路 — 低压、小功率首选

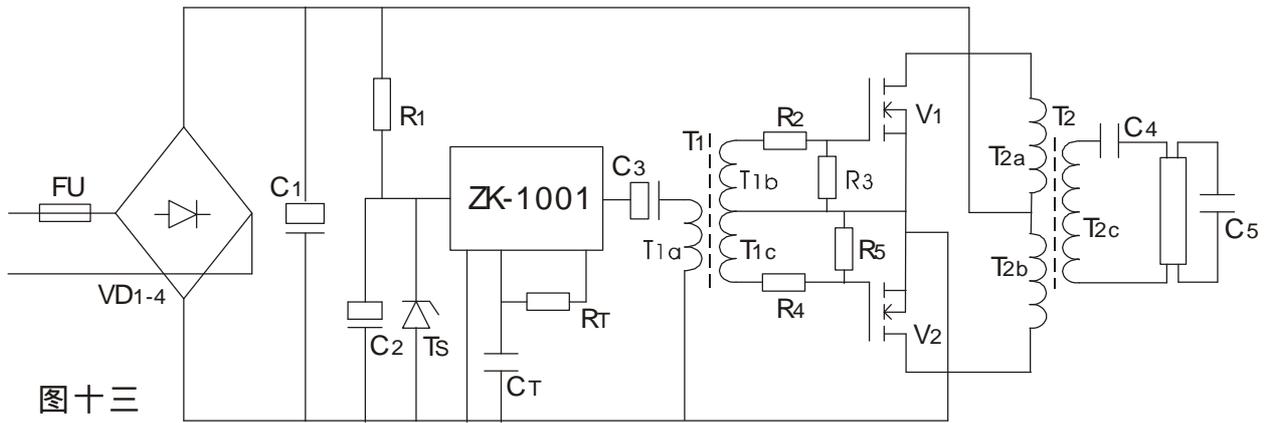
单管电路的最大优点是电路简单，成本低，开关管容易驱动；缺点是：功率小，开关管耐压要求高。一般应用于应急灯、小功率 110V 产品。最简单的它激式单管电路见图十二。由于电路供电电压较低，所以直接采用 R1 降压供电（ZK-101 型模块采用 COMS 元件，更适合本电路），使电路更加简练。



图十二

四、它激式推挽电路 — 低压、大功率首选

推挽电路的优点是高频变压器的磁芯利用率高（和单管相比），电源电压利用率高（和半桥电路相比），输出功率大，两个开关管均在低电平进行驱动，驱动电路简单。缺点是变压器绕组利用率低，开关管耐压要求高，要求电路的对称性好。一般应用于低压、大功率产品中。具体的它激式推挽电路见图十三。与单管电路相同，在镇流器供电电压较低的情况下，可以采用电阻降压方式供电。



图十三

如何通过 CCC 认证中的 EMC 检测方法、经验和窍门

在进行 CCC 认证时，对于国产荧光灯电子镇流器来讲，最难通过的项目应该是 EMC 检测，这也是国内各厂家都在重点解决的问题。其实，顺利通过 EMC 检测一点都不难。

对于荧光灯电子镇流器来讲，EMC 检测主要包括国标 GB 17625.1-2003 中的谐波电流限值 and 国标 GB 17743-1999 中的电压骚扰限值、辐射电磁骚扰限值三项内容。其中国产电子镇流器最难通过的应该是谐波电流限值。

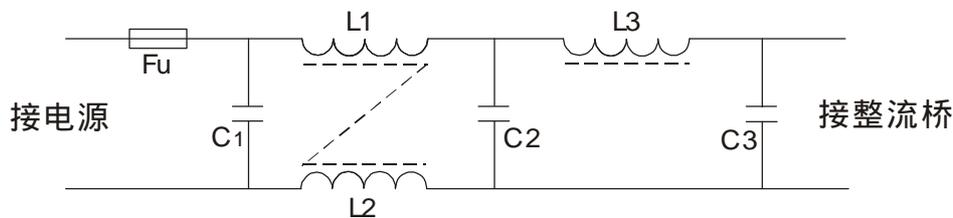
一、谐波电流限值

在国家标准 GB 17625.1-2003 中对谐波电流限值的要求（见下表）大大高于“H”级，稍微低于“L”级。对于国产自激式电子镇流器来讲，不采用成本昂贵的有源功率因数校正电路根本不可能达到标准。但如果采用本文重点介绍的图 6、图 7、图 8 它激式半桥电路，问题就迎刃而解了。

谐波次数 n	H 级限值	L 级限值	EMC 要求
2	5	5	2
3	37	30	30
5	5 以下不做限制	7	10
7		4	7
9		3	5
11 n 39		2	3

二、电压骚扰限值

电压骚扰限值是指电子镇流器允许存在的最大共模、差模电压和电流。对于共模、差模电压和电流来讲，除了降低电流谐波、严格按照电磁兼容要求进行设计和布局以外，还需要在交流电源输入端设计共模和差模的滤波网络（见图十四），图中 L1、L2 是共模滤波电感，L3 是差模滤波电感。L1、L2 绕在同一磁芯上，磁隙和漏感越小越好，两个线圈的匝数和电感量要求必须一致，在条件允许时最好是双线并绕，要注意线圈的起线端不能搞错；L1、L2、L3 的电感量要尽可能大，C1、C2、C3 的容量在 0.033-0.22 μF 之间取值；一般情况下电压骚扰的主要区段在 1MHz 左右，在设计时要重点考虑。



图十四

三、辐射电磁骚扰限值

辐射电磁骚扰限值是指电子镇流器在工作时，允许产生的最大电场外辐射强度（包括线路板、各种连接线、元器件等产生的所有辐射）。在条件允许的情况下合理的利用金属外壳进行电磁屏蔽，是一个有效的解决方法。如果没有进行屏蔽的条件，就需要想办法减少辐射源，这需要严格按照电磁兼容的设计规则设计，尽一切可能缩短与高频、高压有关元器件的元件腿和线路板布线长度，特别是连接线的长度。

例如：图六、图七所示电路的电子镇流器，要尽可能将镇流器安放在灯具的一头，而不要安放在灯具的中间部位，限流电感 L1 与灯管的连接线因为是高频、高压，所以一定要与近端的灯座相连接（目的是尽可能缩短该连接线的长度）！以减少辐射；镇流器的地线与灯管的连接线由于是 0V 或者接近 0V 辐射量很小，所以设置成长线，与远端的灯座相连接。

另外，很重要的一点，不要把镇流器的振荡频率设计的太高，最好是 30KHz 或者更低，因为无论是电压骚扰还是辐射电磁骚扰的大小都和产品的振荡频率成正比！

由于篇幅局限，上述文章只能简要的介绍了它激式电子镇流器与自激式电子镇流器的主要区别和优点、各种它激式电子镇流器的电路结构、以及通过“CCC”和“EMC”检测时所需要注意的问题等等内容。目前，我们正在针对使用 ZK-1000 系列集成电路和 ZK-100 系列模块的用户，陆续编辑一些有关设计方案、制作经验、元器件数据、电路板参考图等内容的具体资料，以后会通过 E-mail 发给有关用户。也希望大家能够及时反馈您的经验、意见和建议，共同切磋、交流，共同提高、进步！

ZK-1000 系列集成电路、ZK-100 系列模块简介（内含多项国家专利）

ZK-100 系列模块 2000 年完成设计，2001 年投入批量试产试用，2003 年确定设计并正式投产，由于模块的生产工艺原因，生产数量始终供不应求，严重制约了技术的普及和推广；ZK-1000 系列集成电路是在 ZK-100 系列模块的经验基础上，认真听取模块使用者意见和建议，经过进一步优化电路而最终转型成功的，由于集成电路采用大规模全自动化的生产工艺，可以满足量的需求，随着批量增加，成本也会大幅度下跌，因此，符合大规模普及推广的要求。

ZK-102、103 型模块体积较小，是 ZK-100 系列模块的主打产品，适用于各种规格和体积的电子镇流器，目前已经大量应用于 T4、T5 荧光灯支架；ZK-101 型模块采用 COMS 电路制造，体积稍大，目前主要应用于除 T4、T5 荧光灯支架以外的各种镇流器；ZK-104 型模块体积较小，由于具备变频式预热功能，特别适用于低温环境使用。ZK-1000 系列集成电路采用标准双列直插式塑料封装（可以根据用户需要订做贴片式封装），体积很小，适合于任何形式和体积的电子镇流器使用。

为了确保模块和集成电路的加工品质，模块和集成电路的内部芯片委托国外著名厂家代理加工，集成电路委托国内专业 IC 厂家塑封，模块由本公司自行灌封。具体型号分布见下表：

型号	功能	工作电压	最大输出电流	自身消耗电流	投产日期	暂定销售价格/不含税		一年内的价格目标
						500 以内	500 以上	

ZK-1001	驱动/异常保护	11-30V	1000mA	10-15mA	已投产	1.80	1.50	< 0.80
ZK-1002	驱动/异常保护				05年6月	—	—	< 0.80
ZK-1003	驱动/异保/预热				05年7月	—	—	< 0.90
ZK-1004	驱动/异保/预热				05年8月	—	—	< 0.90
ZK-1005	APFC 有源校正				05年8月	—	—	< 0.80
ZK-1006	APFC 有源校正				05年10月	—	—	< 1.00
ZK-101	驱动	10-18V	50mA	2mA	限量生产	1.00	0.80	< 0.50
ZK-102	驱动	11-30V	1000mA	10-15mA	限量生产	1.10	1.00	< 0.50
ZK-103	驱动/异常保护				近期恢复生产	1.20	1.10	< 0.55
ZK-104	驱动/变频预热				近期恢复生产	1.30	1.20	< 0.65
ZK-105	驱动/异保/预热				近期恢复生产	1.50	1.30	< 0.70
ZK-106	APFC 有源校正				停产/IC取代	—	—	—
ZK-107	APFC 有源校正			15-20mA	停产/IC取代	—	—	—

本公司追求超低的价格目标（见上表），以普及推广为真正目的。为了尽可能的扩大产量、降低生产成本和销售价格，暂时压缩现有模块品种、集中资金分批投产集成电路。为了保证资金的正常周转和运作，公司规定所有产品一律付款提货，旺季紧缺时按付款顺序提货，忘各位朋友谅解！！

对于已经购买了上表中产品或者样品的客户，在实验、试产期间遇到什么问题，可以发邮件咨询。对于中山古镇地区的客户，我们尽可能派人协助实验和试产。希望能够成为您最好的朋友！

这么低的成本，这么简单的方法，这么高的指标，通过 CCC 和 EMC 还用的着作假吗？！

您如果已经有了高品质产品，不妨增加一个成本最低的品种，从价格上与同行竞争！

您如果还没有高品质产品，但有此类用户，不妨开发一个新品种，增加一项收入来源！

您如果还没有高品质产品，也没有此类用户，不妨储备一个品种，增加一个竞争手段，以备所需！

本公司立志普及推广！此次向国内 1200 多家镇流器厂家通过 E-mail 同时发出这份技术资料，希望您不要错过先机，让别人抢占了本该属于您的市场，造成事后遗憾！！！！

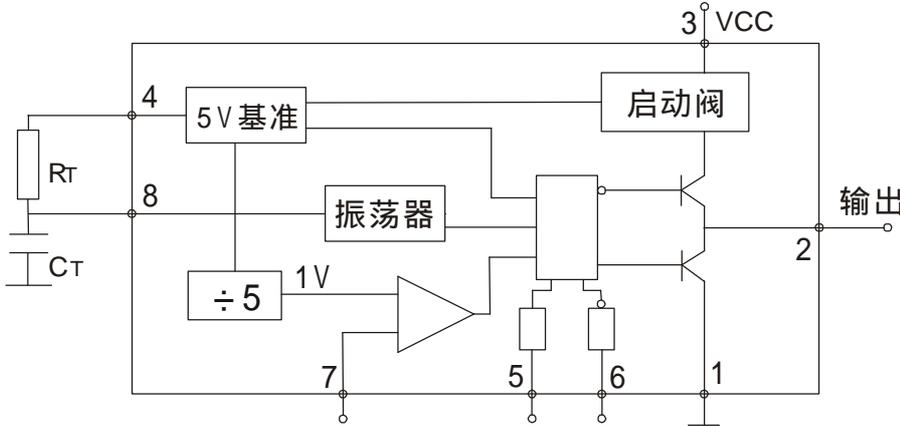
本技术的普及可能造成部分电解电容器厂商的危机，其中也不乏我许多好友，在此表示歉意！

一、ZK-1001 型集成电路简介

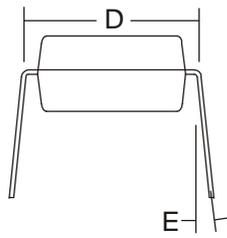
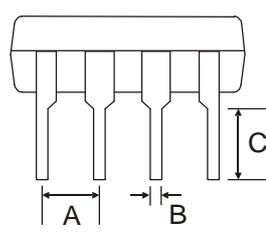
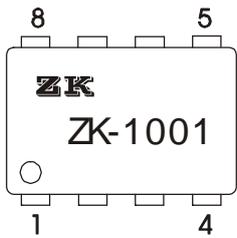
工作参数表：

项 目	指 标	误差或说明
启动电流	0.5mA	
最大输出电流	± 1000mA	
自身消耗电流	10-15mA	
最高工作频率	500KHz	
输出脉冲占空比	50%	± 2 %
启动阈值	15.5V	+ 1V
关闭阈值	11V	- 1V
最高工作电压	30V	
内部基准电压	5V	± 0.1V
1V 异常电压保护（7脚）	1V	
工作环境温度	0 - 85	

焊接时间 (300)	< 10 秒	
脉冲上升、下降时间(CT=1.0nF)	50ns	
RT 振荡电阻	> 5K	
CT 振荡电容	建议 1000-2200PF	
振荡频率 F	$F=0.865 \div (RT \times CT)$	$\pm 3.5 \%$



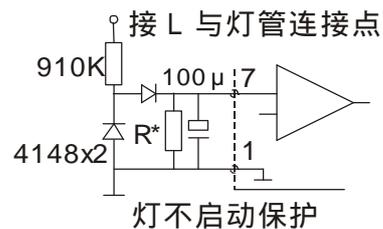
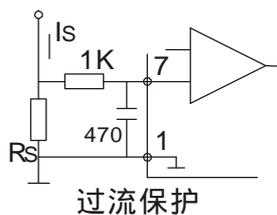
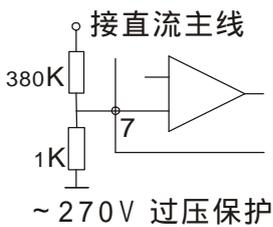
脚位	功能
1	地线
2	图腾柱输出
3	VCC
4	5V 基准
5	接地保护
6	不接地保护
7	1V 电压保护
8	RT / CT



项目	规格 / mm
A	2.54
B	0.38-0.51
C	2.92-3.43
D	7.62
E	10°

ZK-1001 型集成电路采用标准的 8 脚双列直插式塑料封装。其中 5、6、7 脚为异常保护功能脚，使用者可以根据不同要求灵活应用，具体功能简介见下表：

脚位	功能名称	进入保护状态的条件	保护状态	不使用该功能时	外围电路
5 脚	接地保护	使用三极管或可控硅把该脚接地	关闭 IC 输出	悬空	外围保护电路留给客户开发
6 脚	不接地保护	断开该脚与地线的连接	关闭 IC 输出	接地	外围保护电路留给客户开发
7 脚	1V 异常电压保护	输入 1V 电压	关闭 IC 输出	接地	应用电路见下图或图八（仅供参考）

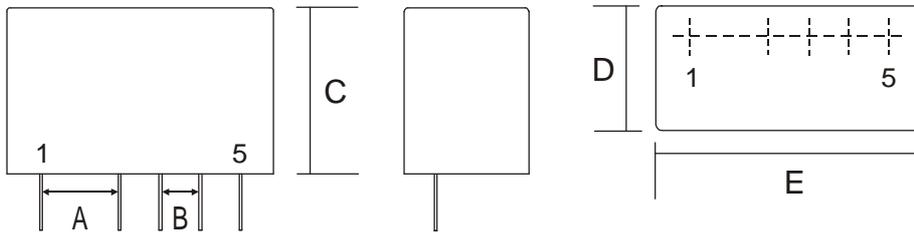


二、ZK-101 型模块简介

工作参数表：

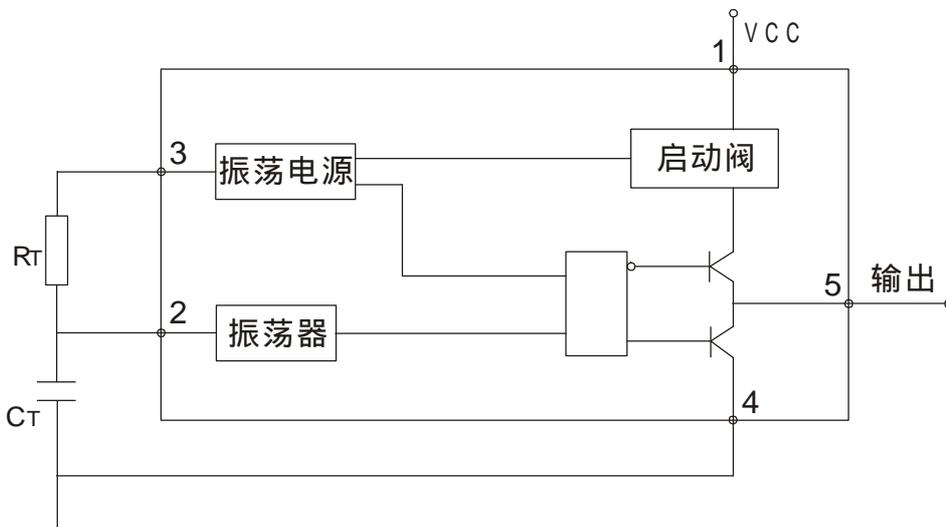
项 目	指 标	误 差
启动电流	0.5mA	
最大驱动能力	± 50mA	
自身所需工作电流	< 2mA	
最高工作频率	20MHz	
输出脉冲占空比	50%	± 3%
启振阈值	9.5V	+ 0.5V
关闭阈值	8V	- 0.5V
最高工作电压/建议工作电压	18V/15V	
工作环境温度	0 - 85	
焊接时间 (300)	< 10 秒	
脉冲上升、下降时间(CL=1000PF)	50ns	
RT 振荡电阻	> 5K	
CT 振荡电容	建议使用 1000-2200PF	
振荡频率 F (VCC=15V)	$F=1.97 \div (RT \times CT)$	± 3.5%

外型规格：



项目	规格 / mm
A	7
B	3.5
C	15
D	11
E	23.5

工作原理：

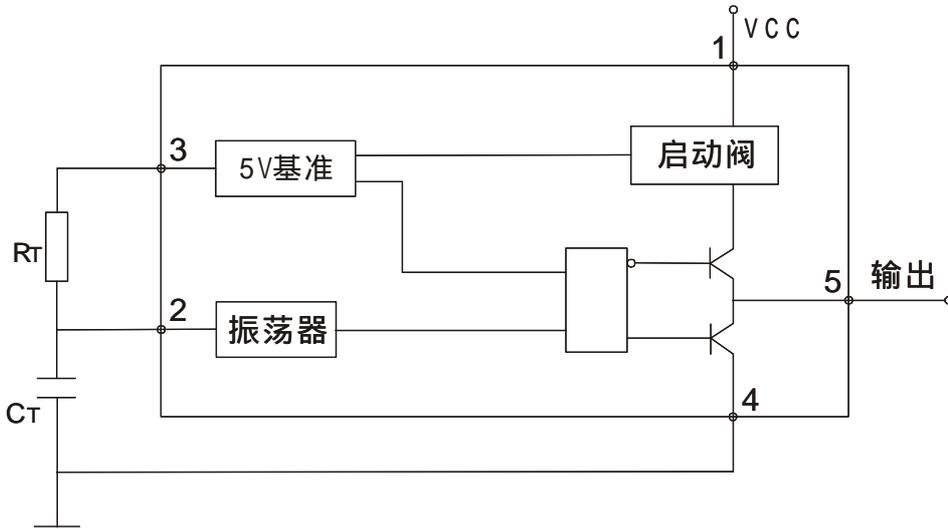


脚位	功能
1	VCC
2	RT / CT
3	振荡电源
4	地
5	输出

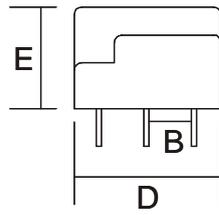
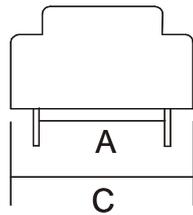
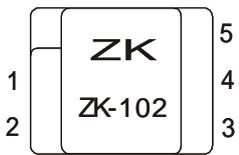
ZK-101 型模块采用 COMS 电路，经环氧树脂真空灌封而成，采用非标准简易元件引出腿。在使用和实验过程中应防止静电击穿，保证引出腿与外围元器件焊接良好，请勿在通电情况下断开引出腿与外围元器件，特别是 RT/CT 元件，以免造成损坏。

三、ZK-102 型模块简介

ZK-102 型模块采用与 ZK-1001 型集成电路相似的内部芯片（区别是没有设计保护功能脚），经环氧树脂真空灌封而成，采用标准模块引出腿。各种工作参数请参考 ZK-1001 型集成电路工作参数表。工作原理、外型规格见下图：



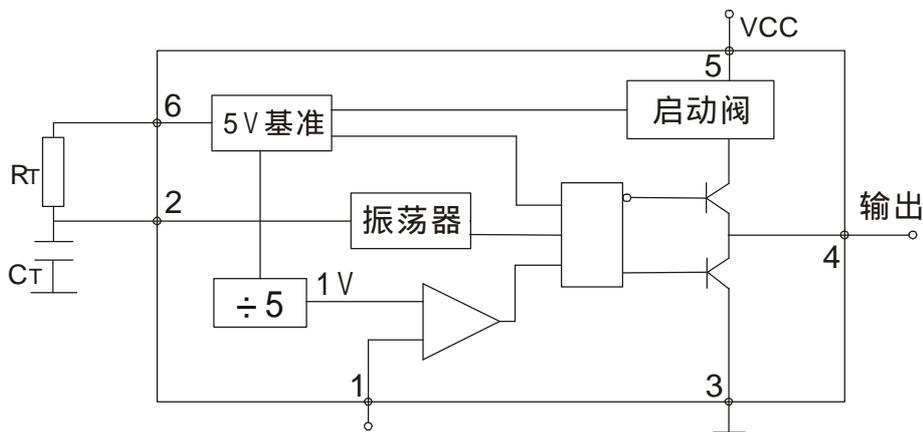
脚位	功能
1	5V 基准
2	RT / CT
3	地
4	输出
5	VCC



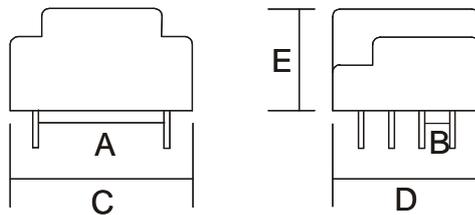
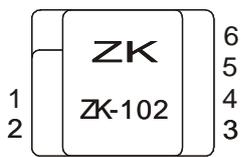
项目	规格 / mm
A	10.5
B	2.5
C	16
D	13
E	9.3

四、ZK-103 型模块简介

ZK-103 型模块采用与 ZK-1001 型集成电路相似的内部芯片（区别是只有 1V 异常电压保护功能），经环氧树脂真空灌封而成，采用标准模块引出腿。各种工作参数请参考 ZK-1001 型集成电路工作参数表。工作原理、外型规格见下图：



脚位	功能
1	1V 电压保护
2	RT / CT
3	地
4	输出
5	VCC
6	5V 基准



项目	规格 / mm
A	10.5
B	2.5
C	16
D	13
E	9.3

(其他型号待续)

声明：

许多人问：你们的 IC 和模块价格这么低，质量会好吗？

我们在此郑重承诺：本公司立志推广和普及此项技术，目前采用微利和无利销售，随着成本下降，价格还会继续走低！直到在全国彻底普及为止；您购买的本公司集成电路和模块，除 ZK-101 型模块（采用 COMS 电路制造，使用不当可能造成静电击穿）以外的所有品种，自购买之日起三年内，无论什么原因损坏，只要外型完好，没有非正常使用的痕迹，我们都无条件以旧换新！

本文中包含了大量的专利技术、省级科研成果、国家级重点技术创新项目计划（国经贸技术 312 号文）的内容，获国家科技三项经费扶持（国经贸技术 609 号文）。包含了作者多年来所付出的心血和汗水，未经专利所有人（本文作者）同意不得在各种刊物上发表或者引用！也不得生产制造！否则将导致不必要的法律纠纷和国家有关政策保护。

对于购买本公司研制开发的 ZK-1000 系列集成电路或 ZK-100 系列模块的厂商，可以签定免费使用有关专利的合同。

本公司仅对 ZK-1000 系列集成电路和 ZK-100 系列模块的质量负责，本文中所介绍的各种应用电路和数据仅供设计时参考，不负设计责任。

星光电子

2005 年 4 月

它激式荧光灯电子镇流器的实验方法和步骤 经验谈

很多同行对自激式电子镇流器的实验方法和步骤已经非常熟悉，但对它激式电子镇流器也许比较

陌生。由于作者多年来一直从事模块和集成电路的研制开发工作，对它激式电子镇流器的实验方法和步骤有了一些体会，现总结如下，仅供参考：

- 1、除限流电感、启动电容、RT（需要调整）以外的所有元器件，全部焊接在设计好的线路板上；
- 2、把启动电容、RT（预计数值）直接焊接在电路板的反面；
- 3、限流电感先采用大于正常截面积几倍的 EI 型磁性材料代替，EI 型磁芯只用 E 型部分，既开口使用，电感量要大于预计数值 10-15%；把绕制好的电感放置在被实验镇流器附近的台面上（E 型磁芯开口端向下），使用电感线圈上的两个出线头与电路板上的焊点直接连接；这样做的目的是为了便于调整线圈的匝数来改变电感量；
- 4、如果实验电路是使用电压为 220V 或较高电压的电子镇流器，在实验的初期，无法从限流电感上通过次级耦合方式获取集成电路（或者模块）的正常工作电压和电流，这时就要先在启动电阻（见图六、图七中的 R1）上并联一只或几只大功率电阻，直接从直流主线上提取工作电压和电流，电流大小应根据 IC 或模块的自身功耗而定，阻值可以按照欧姆定律计算出来。大功率电阻与电路板的连接可以采用软电线连接；
- 5、暂时断开直流主线与开关管之间的连接；
- 6、所有元器件的焊接经检查无误后，接通电源，将电源调整到规定值（例如 220V）；
- 7、调整 R1 的阻值，使模块输出频率为设计值（例如 30KHz）；
- 8、频率调整准确后，关闭电源，恢复直流主线与开关管之间的连接；
- 9、通电点亮灯管，观察镇流器工作数据，并进行调整，直至数据满意为止（整机工作电流，应扣除第 4 步骤中大功率电阻的消耗因素）；
- 10、按照调试以后的元件数值，将暂时焊接在电路板反面的启动电容、RT 等元件拆除，并正式焊接到电路板的正面；
- 11、测量限流电感的电感量，按所得数据正式绕制电感。如果为了缩小电感体积和降低温升，采用两只小电感串联连接的设计方法，则每只小电感的电感量应是总电感量的 1/2。首先制作第一只限流电感，并按照 1/4-1/4.5 的匝数比例绕制次级（以能够满足 IC 或模块工作电流的需求为准）；第二只限流电感仍采用开口的大磁芯绕制，电感量要比第一只稍大（即两只限流电感串联的总电感量，应稍大于前面实验所得数据）；
- 12、将第一只带有次级的小电感焊接在电路板上，第二只电感仍然放置在镇流器旁边，采用线圈的引线直接焊接在反面，并去除并联在 R1 上的大功率电阻；
- 13、检查整机元器件恢复焊接无误后，接通电源、点燃灯管，并观察整机工作数据；
- 14、测量第一只限流电感的次级供电情况是否正常，所提供的工作电流是否足够，但不能很大，否则会引起功率因数降低；
- 15、调整第二只限流电感的匝数，使工作数据满意为止；在进行这一步调整时，如果整机数据与第 9 步骤所得结果区别较大，应重复进行 5-9 步骤；
- 16、如对整机数据满意，则关闭电源，重新测量限流电感的总电感量，并正式绕制限流电感；
- 17、将绕制好的新限流电感焊接在电路板的正面，通电重新测量整机数据。

以上是实验过程的一般步骤，可以根据实际情况进行调整。

联系方式：

邮箱：xgdz2005168@yahoo.com.cn（主要联系方式）

xgdz2005888@yahoo.com.cn（主要联系方式）

手机：13420259363（中山） 13937166339

古镇办事处：古镇车站银都宾馆贵宾楼

传真：0760-2352840