

新 能 源 及 高 效 节 能 应 用 技 术 丛 书

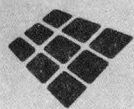
绿色照明 ——新型集成电路

工作原理与应用

陈传虞 陈家桢 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



新 能 源 及 高 效 节 能 应 用 技 术 丛 书

绿色照明 ——新型集成电路 工作原理与应用

陈传虞 陈家桢 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

绿色照明：新型集成电路工作原理与应用 / 陈传虞，陈家桢编著. -- 北京：人民邮电出版社，2010.1
(新能源及高效节能应用技术丛书)
ISBN 978-7-115-21846-9

I. ①绿… II. ①陈… ②陈… III. ①电气照明—集成电路—节能 IV. ①TM923

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第212810号

内 容 提 要

本书是《电子节能灯与电子镇流器设计与制造》一书的补充，着重介绍各类节能光源所用的驱动与控制芯片以及提高电路功率因数的芯片。

为阅读和分析各类芯片，作者把各类芯片一些共性的、基础性的内容单独抽出来作为一章，为读者阅读芯片打下基础，以收到事半功倍的效果。

本书涵盖的内容广泛，资料翔实，技术新颖，具有很强的参考价值，可供电光源行业从事研发和生产的工程技术人员阅读使用，并可作为大专院校电光源专业、电子技术应用专业师生的教学参考资料。

新能源及高效节能应用技术丛书

绿色照明——新型集成电路工作原理与应用

- ◆ 编 著 陈传虞 陈家桢
责任编辑 张 伟
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
- ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：22.5
字数：543千字 2010年1月第1版
印数：1—4000册 2010年1月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-21846-9

定价：48.00元

读者服务热线：(010)67129264 印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

丛 书 前 言

近几年,我国政府在新能源开发、环境保护和资源节约方面相继出台了一系列方针政策和法律法规,实施了“金太阳”、绿色照明等一批重点工程,收到了较大成效。从我国目前的实际情况来看,解决能源短缺问题主要应从两方面入手:一是开发和利用新的能源,尤其是可再生清洁能源;二是提高能源的利用效率,即能效。

新能源是国家“十一五”规划重点要求发展的产业,政策对其扶持力度很大。2009年3月,由科技部、国家发展和改革委员会等部门联合举办的2009年中国国际节能和新能源科技博览会上集中展示了节能减排和新能源科技的重大成果,引起了国内外的广泛关注。2009年5月全国财政新能源与节能减排工作会议指出,国家财政要全力支持新能源发展和节能减排工作,重点抓好支持风电规模化发展、加快启动国内光伏发电市场、开展节能与新能源汽车示范推广试点等十项工作。从技术的角度看,太阳能、风能等新能源的一些关键技术已经成熟并具有较高的推广价值,以发光二极管、IGBT等为代表的高效半导体器件的制造工艺已取得重大突破,变频器、软启动器、伺服驱动器等节能设备的节能效果日益得到了社会各界的认可并获得广泛应用。

为了在我国进一步推广和普及绿色能源及高效节能技术的应用,我们结合当前技术热点和应用热点,组织有关专家、学者和技术人员专门编写了“新能源及高效节能应用技术丛书”。本丛书以介绍目前国内外绿色能源及高效节能领域内的新产品、新工艺、新技术和新方法为主,在编写时力求突出实用性和先进性,力争做到题材新颖,技术先进,内容丰富,具有较高的实用价值。我们希望本丛书的出版能够在解决我国绿色能源及高效节能技术应用中的一些实际问题,促进我国“十一五”规划确定的资源节约目标得以实现,推动全社会采用高效节能新技术和绿色能源,提高能源利用效率,保护和改善环境,促进经济社会全面协调可持续发展方面起到积极的推动作用。

前 言

本书是作者继《电子节能灯与电子镇流器设计与制造》之后所推出的另一本书，着重介绍各类节能光源所用的驱动与控制芯片以及提高电路功率因数的芯片。

目前已有各种各样的节能照明器件面市，与之相应的也有各种各样的驱动与控制集成芯片出现，在《电子节能灯与电子镇流器设计与制造》一书中，由于篇幅的限制，只能有选择地介绍一些芯片，不可能罗列出所有的节能照明器件的驱动与控制芯片，更无法涵盖许多知名照明公司的驱动与控制芯片，介绍时难免挂一漏万，顾此失彼。为了弥补这一缺陷，特编写本书，它是前一本书的姊妹篇，对前一本书是一个很好的补充。

首先，为了阅读和分析芯片方便起见，在介绍各种芯片之前，作者把各类集成电路（IC）一些共性的、基础性的问题单独抽出来，列为第1章，作为全书的基础。这样在介绍各类芯片时，可以直接引用该章内容，有利于用较少的篇幅把问题讲清楚，收到事半功倍的效果。此外，有些问题涉及的理论较多且深，放在具体芯片介绍中，会使读者抓不住要领，掩盖了要弄清楚的主要内容。由于这一原因，不少技术资料中对这类问题都略而不谈，直接给出结论或公式而没有详细的分析和推导。由于没有谈到问题的来龙去脉，读者难免会有一种将信将疑的感觉。再有，由于国外资料原作者的理论水平参差不齐，对某些问题的分析和说明在不同的资料中有时并不完全一样，存在一些歧义，或者，还可能有一些错误。我们在第1章将一些共性问题单独抽出来，展开来加以讨论，就能够较为容易地把问题讲清楚、讲透彻，帮助读者从根本上弄清楚它，并澄清某些资料中可能存在的错误概念。

其次，作者在介绍各类芯片时，力求避免现有的出版物常犯的毛病，即从网上照搬照抄资料，不分析、不消化，内容上杂乱无章，使读者抓不住要领；有的甚至把错误的内容照搬不误，这样做，实际上是对读者不负责任。为此，作者通过对各个公司同类功能芯片的技术资料反复进行分析类比、相互印证，筛选归纳，理清头绪，然后才按一定的方式逐一介绍。介绍时，尽量采用统一的专业术语，使各个公司的产品彼此有联系、有比较、有补充，读起来不是支离破碎、杂乱无章的，而是有条理、有系统的，彼此联系。这样做的好处是读者可以学到举一反三的本领，同时也有助于澄清不同公司技术资料中出现的一些错误。

第三，对各类芯片，着重从如何使用的角度加以介绍，讲清使用芯片的方法，帮助读者学会这些方法，正确地选用各个引脚上的外接元器件的参数。读者有了这种本领后，在遇到新的芯片时，即使本书中没有介绍，也能够根据厂商提供的资料自如地使用这些芯片。书中还介绍了使用IC的经验，以及阅读一个复杂的IC应用电路的方法，是作者多年在开发工作

中的一些实际经验和体会，对于初次接触芯片或对它了解不多的人，肯定会起到一定的指导作用。

近年来有关镇流器的 IC 发展迅速、种类繁多，各个公司的芯片往往具有各自的特点。作者在介绍它们时，力求由简到繁，由浅入深，由低级到高级，符合人们的认识规律。同时，所介绍的芯片类型尽量能涵盖驱动各类光源的需要。

最后，为便于阅读查阅，对一些 IC 元器件计算所涉及的基础内容也作了简单的介绍，如磁性材料的计算、推挽电路在直流电路的应用、MOS 管和 IGBT 的特性等。

总之，作者希望本书能够既有理论，又有实践经验，既有基础知识，又有先进的、实用的技术内容，在体系上做到前后呼应，相互补充，经得起实践的检验，对从业者来说是一本开卷有益的专业书。

参加本书编写的还有王冰清、季元睿、陈元珩等，他们在资料收集、整理、图表加工方面作了大量工作，对本书的成书起了很大的作用。

由于本书成书比较仓促，内容涉及面广泛，难免出现错误，衷心希望广大读者提出宝贵的批评意见，以便修订时能及时改正，作者将不胜感谢。

作 者

目 录

第 1 章 有关电子镇流器 IC 的基础知识	1
1.1 概述	1
1.2 IC 中的欠电压封锁及低压电源的取得	2
1.3 计算 IC 工作频率的三要素法	5
1.4 电感线圈参数的计算	8
1.4.1 锰锌铁氧体磁性材料的一般特性	9
1.4.2 磁感应强度的计算公式	14
1.4.3 磁芯气隙对磁感应强度的影响	15
1.4.4 线圈中电流的计算及线径的选择	19
1.5 有关运算放大器的基础知识	23
1.5.1 理想运算放大器和反相放大器	23
1.5.2 比较器	24
1.5.3 镜像电流源	25
1.6 运算放大器中反馈网络的计算及波特图	26
1.6.1 线性系统的传输函数、零点和极点、波特图	26
1.6.2 单零点、单极点的幅频特性、相频特性波特图示例	28
1.6.3 PFC 控制器中加反馈(补偿)网络后电压、电流误差放大器的分析	31
1.6.4 PFC 控制器 IC 中跨导型电压、电流误差放大器的分析	33
1.6.5 PFC 电路中电流放大器及电压放大器补偿网络的计算举例	34
第 2 章 紧凑型荧光灯控制驱动 IC	40
2.1 高压自振荡驱动电路 L6569/L6571	40
2.1.1 L6569/L6571A/B 的特点	41
2.1.2 L6571A/B 的方框图及各引脚功能	41
2.1.3 用 L6569/L6571A/B 组成的节能灯电路	43
2.2 紧凑型荧光灯专用芯片 UBA2024	46
2.2.1 UBA2024 的方框图及各引脚功能	46

2.2.2	UBA2024 工作的说明	47
2.2.3	UBA2024 应用电路中元器件参数举例	50
2.3	紧凑型荧光灯专用芯片 FAN7710	50
2.3.1	FAN7710 的主要特点	50
2.3.2	FAN7710 的引脚功能	51
2.3.3	FAN7710 的应用电路及其工作分析	51
2.3.4	FAN7710 工作说明	52
2.4	自振荡镇流器控制器 IR2520D	55
2.4.1	IR2520D 的方框图及各引脚功能	55
2.4.2	IR2520D 电路的功能说明	57
2.4.3	适应不同灯管的设计步骤	60
2.4.4	IR2520D 电路的调整	61
2.5	自振荡镇流器控制器 UBA2021	61
2.5.1	镇流器控制器 UBA2021 的引脚名称及功能	62
2.5.2	用镇流器控制器 UBA2021 组成紧凑型荧光灯	62
2.5.3	UBA 2021 电路的工作原理	63
2.5.4	有关 UBA2021 外接元器件的设计公式	66
2.5.5	用 UBA2021 组装的 58W 荧光灯管的电子镇流器	67
2.6	电子镇流器控制器 KA7541	69
2.6.1	KA7541 的引脚名称及功能	69
2.6.2	KA7541 各部分的工作说明	70
2.6.3	KA7541 的应用电路	74
第 3 章	电子镇流器功率因数校正控制器 IC	77
3.1	有源功率因数校正 (APFC) 的基本原理	77
3.1.1	电流谐波含量的影响	78
3.1.2	APFC 的基本原理介绍	79
3.1.3	峰值电流控制 APFC 控制器的工作原理	81
3.1.4	固定开通时间的 APFC 控制器工作原理	82
3.1.5	固定开关频率平均电流型 APFC 控制器	83
3.2	临界导通模式峰值电流控制型 APFC 控制器 IC FAN7527B	84
3.2.1	FAN7527B 的特点	84
3.2.2	FAN7527B 的方框图及各引脚功能	84
3.2.3	FAN7527B 各功能块的工作说明	85
3.2.4	线路元器件的设计	89
3.3	峰值电流控制 APFC 控制器 L6561/L6562	97
3.3.1	L6562 的方框图及特点	98
3.3.2	影响 THD 降低的因素	99
3.3.3	用 L6562 作控制器的升压变换器	100

3.3.4 使用 APFC IC 的一些经验	102
3.4 其他有代表性的峰值电流控制型 APFC 控制器	104
3.4.1 APFC 控制器 MC33262/MC34262	104
3.4.2 APFC 控制器 MC33232	107
3.4.3 APFC 控制器 MC33368	107
3.4.4 临界导通模式的 APFC IC 的一些最新进展	111
3.5 固定开通时间的 APFC 控制器 FAN7529/FAN7530	112
3.5.1 固定开通时间 APFC 控制器 FAN7529/FAN7530 的方框图	112
3.5.2 FAN7529/FAN7530 各部分的功能及作用	113
3.5.3 FAN7529/FAN7530 的应用电路	117
3.5.4 临界导通模式 APFC 电路的优缺点	119
3.6 其他有代表性的固定开通时间的 APFC 控制器	120
3.6.1 不带乘法器的 APFC 控制器 SG6561	120
3.6.2 固定开通时间零电流开关 APFC 控制器 UC1852/UC2852/UC3852	120
3.7 断续导通模式 APFC 控制器 NCP1601A/B	125
3.7.1 NCP1601 的各引脚名称及功能	125
3.7.2 NCP1601 各部分的工作说明	126
3.7.3 NCP1601 的应用电路	132
3.8 固定频率平均电流型连续导通模式 APFC 控制器的工作原理	134
3.8.1 固定频率平均电流型连续导通模式 APFC 控制器的结构组成	134
3.8.2 增益调制器的输入信号	135
3.8.3 固定频率平均电流型连续导通模式 APFC 控制器中 PWM 的工作原理	136
3.9 固定频率平均电流型 APFC IC 芯片 UCC1817/UCC1818、UCC2817/UCC2818、 UCC3817/UCC3818	138
3.9.1 固定频率平均电流型 APFC IC 芯片 UCC1817/UCC1818、 UCC2817/UCC2818、UCC3817/UCC3818 的方框图	138
3.9.2 增益调制器的输出电流及增益因子 K	139
3.9.3 UCC1817 各引脚的功能	139
3.9.4 UCC3817/UCC3818 的应用电路	142
3.9.5 运算放大器（电流或电压）补偿网络元器件的计算	142
3.10 固定频率平均电流型 APFC IC 芯片 UC1854/UC2854/UC3854 及 UC2853A	145
3.10.1 固定频率平均电流型芯片 UC1854/UC2854/UC3854	145
3.10.2 固定频率平均电流型 APFC IC 芯片 UC2853A	148
3.11 固定频率平均电流型 APFC 控制器 FAN4810、ML4821	150
3.11.1 固定频率平均电流型连续导通模式 APFC 控制器 FAN4810	150
3.11.2 固定频率平均电流型 APFC 控制器 ML4821	154
3.12 固定频率平均电流型 APFC 控制器 IR1150	159
3.12.1 IR1150 的方框图及功能说明	159
3.12.2 固定频率平均电流型连续导通模式 APFC 控制器汇总	160

3.12.3 阅读和分析固定频率平均电流型 APFC 控制器电路图的方法	161
--	-----

第 4 章 直管荧光灯控制驱动 IC	163
4.1 概述	163
4.2 电子镇流器控制驱动器 IR2156	165
4.2.1 IR2156 的方框图和特点	166
4.2.2 IR2156 的各引脚名称及功能	167
4.2.3 IR2156 的功能说明	167
4.2.4 电路元件的选择	171
4.3 电子镇流器控制驱动器 IR2157/IR21571	172
4.3.1 IR2157 的方框图及各引脚功能	172
4.3.2 IR2157 的预热启动	174
4.3.3 IC 的各种保护功能及自动再启动	177
4.3.4 IR2157 的低压电源——自举电源	182
4.3.5 电源去耦旁路电容、地线在 PCB 布线时的一些规则	183
4.3.6 IR2157 应用举例	184
4.3.7 IR21571 与 IR2157 的区别	184
4.4 APFC 与镇流器控制器组合芯片 IR2166	185
4.4.1 IR2166 电路的特点	185
4.4.2 IR2166 的方框图及各引脚功能	186
4.4.3 IR2166 镇流器控制与驱动部分	187
4.4.4 IR2166 的 PFC 部分	188
4.4.5 IR2166 的应用电路	189
4.5 电子镇流器控制器芯片 UBA2014	191
4.5.1 UBA2014 的方框图及其各部分的功能	191
4.5.2 UBA2014 电路的工作原理	193
4.5.3 UBA2014 的应用电路	194
4.6 高压自振荡镇流器控制器 FAN7544	195
4.6.1 FAN7544 的引脚名称及功能	195
4.6.2 FAN7544 电路的工作模式	195
4.6.3 FAN7544 的应用电路	198
4.7 镇流器控制器 FAN7711	199
4.7.1 FAN7711 的引脚名称及功能	199
4.7.2 FAN7711 的应用电路及工作原理	200
4.7.3 用 FAN7711 组成的高功率因数的电子镇流器电路	201
4.8 PFC 与镇流器控制器的组合芯片 L6585D	203
4.8.1 L6585D 的特点及引脚功能	203
4.8.2 用 L6585D 组成的电子镇流器及其工作说明	204
4.9 PFC 与镇流器控制器的组合芯片 IRS2168D	209

4.9.1	IRS2168D 的特点	209
4.9.2	IRS2168D 的方框图及各引脚功能	209
4.9.3	IRS2168D 的应用电路及说明	211
4.9.4	镇流器控制器部分的工作说明	211
4.9.5	PFC 部分的工作说明	216
第 5 章	可调光电子镇流器控制驱动 IC	218
5.1	概述	218
5.2	高压自振荡镇流器控制器 L6574	219
5.2.1	L6574 的方框图及各引脚功能	219
5.2.2	L6574 各部分的工作说明	221
5.2.3	L6574 的应用电路	225
5.3	KA7543 灯电流反馈调光电子镇流器控制器	228
5.3.1	KA7543 的方框图	228
5.3.2	KA7543 各部分的功能与工作说明	230
5.3.3	KA7543 的应用电路	234
5.4	具有调光功能的镇流器控制驱动器 IR2159/IR21591、IR21592/IR21593	235
5.4.1	IR21592/IR21593 的方框图及各引脚功能	236
5.4.2	实现调光功能的方法	238
5.4.3	IR21592/IR21593 的调光功能	239
5.4.4	对触发启辉电流的限制	242
5.4.5	用 IR21592/IR21593 组成的 36W 调光电路	243
5.5	具有调光功能的镇流器控制驱动器 ML4833	245
5.5.1	ML4833 的主要特点	245
5.5.2	ML4833 的方框图及各引脚功能	246
5.5.3	ML4833 PFC 部分的功能	247
5.5.4	ML4833 镇流器控制驱动部分的功能	248
5.5.5	ML4833 的典型应用电路	253
第 6 章	高强度气体放电灯控制驱动 IC	254
6.1	HID 灯的性能和对驱动它的镇流器的要求	254
6.1.1	高压钠灯和金属卤化物灯的结构和特点	254
6.1.2	HID 灯电子镇流器的特点	256
6.2	用全桥驱动器 UBA2030T/UBA2032T 组成的 HID 灯镇流器	257
6.2.1	UBA2030T/UBA2032T 的性能及特点	257
6.2.2	UBA2030T 的功能说明	258
6.2.3	UBA2030T 的应用电路	259
6.2.4	HID 灯在汽车前灯中的应用	259
6.3	HID 灯控制器 UCC2305/UCC3305 及其应用电路	260

6.3.1	UCC2305/UCC3305 的特点	260
6.3.2	UCC3305 的引脚功能	261
6.3.3	UCC3305 的工作原理	263
6.3.4	用 UCC3305 HID 灯控制器组成 35W 的直流金卤灯电子镇流器	266
第 7 章	冷阴极荧光灯控制驱动 IC	273
7.1	冷阴极荧光灯的特点及用途	273
7.2	冷阴极荧光灯用电子镇流器芯片 UBA2071/UBA2071A	274
7.2.1	UBA2071/UBA2071A 的方框图和主要性能特点	274
7.2.2	UBA2071/UBA2071A 各部分的功能说明	277
7.2.3	UBA2071 应用举例	285
7.3	冷阴极荧光灯驱动控制器 UCC1972/UCC1973、UCC2972/UCC2973、 UCC3972/UCC3973	286
7.3.1	UCC3972/UCC3973 的方框图及各引脚功能	287
7.3.2	UCC3972/UCC3973 的应用电路及其工作原理	288
7.3.3	电路的设计	291
7.3.4	调光技术	294
7.4	谐振式冷阴极荧光灯驱动器 UC1871/UC2871/UC3871	295
7.4.1	UC3871 的特点	295
7.4.2	UC3871 的应用电路	296
第 8 章	卤钨灯电子变压器	299
8.1	概述	299
8.1.1	卤钨灯	299
8.1.2	低压型卤钨灯的电源	300
8.2	用 IC IR2161 芯片组成的电子变压器电路	301
8.2.1	IR2161 的特点	301
8.2.2	用 IR2161 组成的卤钨灯电子变压器	302
8.2.3	用 IR2161 组成的电子变压器的设计	306
8.2.4	电子变压器的开路保护	308
第 9 章	LED 驱动器 IC	310
9.1	概述	310
9.1.1	LED 的简单介绍	310
9.1.2	LED 参数	311
9.2	LED 恒流驱动芯片 Viper12/Viper22A	312
9.2.1	Viper12/Viper22A 芯片的特点	312
9.2.2	Viper12/Viper22A 的方框图	313
9.2.3	用 Viper12A 组成的恒流 LED 驱动器电路	313

9.2.4	用 Viper22A 组成的恒流 LED 驱动器电路	317
9.2.5	非隔离的电源驱动 LED 电路	318
9.3	OB2532 初级控制的 PWM 控制器	318
9.3.1	OB2532 电路的特点	318
9.3.2	OB2532 的引脚功能	319
9.3.3	OB2532 的典型应用电路	320
9.3.4	OB2535/OB2536/OB2538 系列	321
9.4	高功率因数的 PWM 控制器 SN03	321
9.4.1	SN03 的特点	321
9.4.2	用 SN03 驱动 LED 的实用电路	322
9.5	准谐振回扫式 PWM 控制器 OB2203	323
9.5.1	OB2203 的方框图及各引脚功能	323
9.5.2	OB2203 的工作说明	324
9.5.3	OB2203 的典型应用电路	327
9.5.4	采用 OB6663 驱动 40W 以上的 LED	327
第 10 章	IC 中所用的 MOS 场效应管及 IGBT	329
10.1	MOS 场效应功率开关管的结构和特性	329
10.1.1	MOS 场效应管的结构	329
10.1.2	MOS 场效应管的静态特性曲线	330
10.1.3	MOS 场效应管的静态参数	331
10.1.4	MOS 场效应管的动态特性	331
10.2	电子镇流器中 MOS 场效应管的选择	333
10.2.1	电子镇流器中 MOS 场效应管的选用	333
10.2.2	MOS 场效应管的安全工作区	334
10.3	MOS 场效应管的驱动	336
10.3.1	MOS 场效应管的驱动原理	336
10.3.2	MOS 场效应管的并联使用	338
10.4	MOS 场效应管的保护措施	338
10.5	功率 MOS 场效应管的最新进展	340
10.6	绝缘栅双极型晶体管 (IGBT)	341
10.6.1	IGBT 的结构及工作原理	341
10.6.2	IGBT 的静态特性	343
10.6.3	IGBT 的开关特性	344
10.6.4	IGBT 的开关损耗特性	344
10.6.5	IGBT 的驱动	345
参考文献		346

第 1 章

有关电子镇流器 IC 的基础知识

本章将讨论电子镇流器集成电路 (IC) 中所涉及的一些共性问题, 诸如 IC 低压电源的欠电压封锁及其辅助电源的取得方法 (充电泵电路)、电感线圈的计算及磁性材料的选用、IC 工作频率计算的 RC 电路三要素法、运算放大器补偿网络元件的选用等, 这些具有基础性质的内容, 在阅读和分析每种镇流器 IC 时几乎都会遇到。这里单列一章集中地加以讨论, 会使读者收到事半功倍的效果。

1.1 概述

本章把阅读 IC 时所涉及的一些共性问题单独抽出来加以讨论, 这些问题有: IC 低压电源的欠电压封锁、如何用充电泵电路取得 IC 的辅助电源, IC 中半桥电路各种工作模式下开关频率、定时时间的计算, 在 IC 设计中经常遇到的电感线圈的计算问题, IC 中运算放大器的补偿网络 RC 元件参数的计算, 等等。

上述问题在每种 IC 资料介绍中都会经常碰到, 有的书刊在每次介绍 IC 时都不加分析地照抄照搬国外的技术资料, 难免有重复之感。而且有些内容, 如元器件的计算公式, 在不同的芯片资料中给出的却不尽相同, 资料中又没有给出计算的依据和前提条件, 难免会让读者产生将信将疑的感觉, 不知哪个公式、哪种结果更正确。有些公式形式上看起来并不一样, 但是根据它的前提条件, 经过仔细推导, 就会发现它们之间并没有太大的差别, 只是有的公式按已知的条件作了适当的简化, 造成形式上有所不同而已。但有些公式之间差别很大, 如果能够判断出哪一个形式更正确, 固然好, 如果不能, 则使用这类公式时最好要慎重, 要适当作一些分析, 选用其中较为合理的并经过试验加以验证, 从而判断公式是否可用。由于网上的资料是由各个 IC 公司的技术人员提供的, 受其个人认识和技术水平的限制, 其中有一些提法并非尽善尽美、无可挑剔, 有的资料甚至还可能存在一些错误。对这类有错误的资料必须加以纠正, 而不能像某些书刊那样, 不加分析, 完全照搬照抄, 以讹传讹, 这样做实际上是对读者不负责任。

本章中把这类带有共性的问题一一列出来, 对它们的来龙去脉作一番仔细分析与推导, 给读者以明确的交代, 既可以减少重复, 又能纠正资料中某些不确切、不恰当的提法。当然, 在讨论这些问题时, 由于脱离了具体的 IC 芯片, 讨论难免有抽象、空洞的感觉。对这类问题,

建议读者先阅读本章内容,了解问题的大概,然后在阅读后面的 IC 具体资料时,结合相应的电路,回过头来再对照本章中相关的基本知识进行分析,如此反复,经过 1~2 次循环之后,自会有豁然开朗的感觉,既加深了对问题的理解,又能收到事半功倍的效果。

1.2 IC 中的欠电压封锁及低压电源的取得

本节讨论 IC 中低压电源的供电问题,不论是功率因数校正电路还是半桥逆变电路的控制和驱动电路,都涉及如何为 IC 提供低压电源的问题,弄清楚它,对于理解各种 IC 的供电方法很有帮助。

一般 IC 先由整流后的直流电压通过降压电阻降压供电,在 IC 启动后,再改由辅助电源供电,以减少在降压电阻上的功率损耗。在 IC 内部有一个欠电压封锁 (Under Voltage Lock Out, UVLO) 比较器,由直流电压经降压后提供的电压使 V_{CC} 上升,当 V_{CC} 达到开启阈值 UV^+ (或称开启门限),例如 11.5V 时,IC 开始工作,电流变大;如 V_{CC} 电压继续增加,到某一电压后,会受到 IC 内部稳压二极管的钳位,稳定为固定值;而当 V_{CC} 由于某种原因由高于 11.5V 下降到 11.5V 或低于 11.5V 时,IC 并不马上停止工作[见图 1-1 (b)],只有下降到更低的值,例如 9.5V 时,欠电压封锁比较器动作,IC 才停止工作, V_{CC} 端的电流变小。我们把 V_{CC} 的后一数值称为关闭阈值 UV^- (或称关断阈值、关闭门限),而把 IC 的这种功能称之为欠电压封锁。开启阈值与关闭阈值之差称为回差电压,在本例中,回差电压为 $11.5-9.5=2V$ 。回差电压大,电路的抗干扰能力强。在电源电压 V_{CC} 由小到大变化时,其电流随电压变化的情形如图 1-1 (b) 所示。图中,当 IC 工作时,电流较大;而 IC 不工作时,电流很小,几乎贴近水平坐标轴。

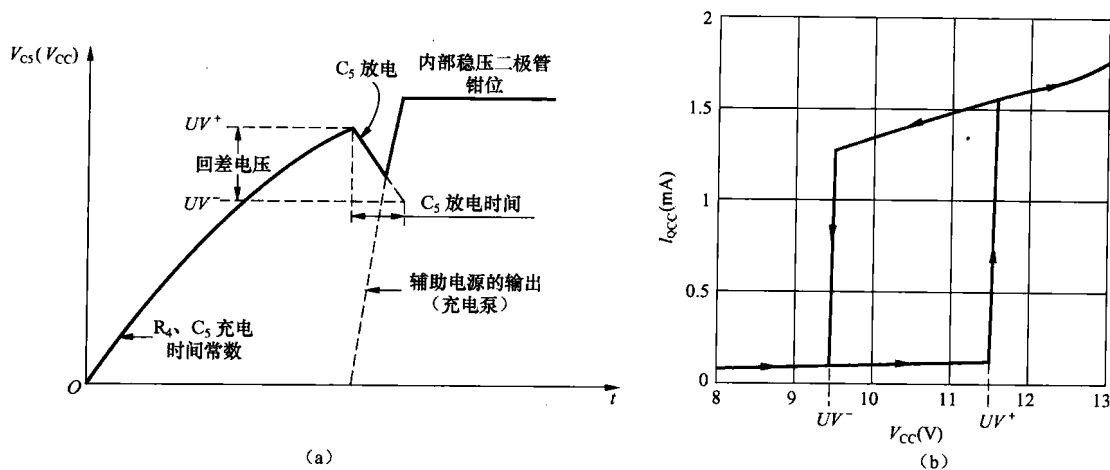


图 1-1 启动电路、 V_{CC} 电压及电流变化波形

通常, IC 开始先由整流电压经降压电阻 (或称启动电阻 R_{ST} , 见图 1-2 中的 R_4) 给启动电容 C_{ST} (见图 1-2 中的 C_5) 充电提供 V_{CC} , 当电容电压上升到开启阈值 UV^+ 时, IC 启动, 开关管开始开关转换, 电路的工作电流增大, 将向启动电容支取更多的电流, 电容 C_5 放电, 它上面的电压即 V_{CC} 会下降, 如图 1-1 (a) 中 C_5 放电曲线所表示的那样。如果它的电压还没

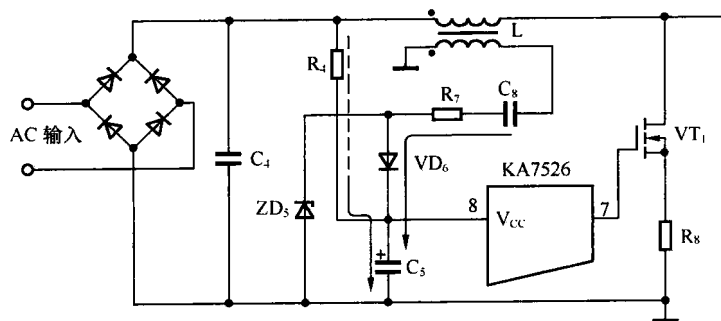


图 1-2 IC 的低压电源的取得方式

有下降到关闭阈值 UV^- 以下, 又由辅助电源 (见图 1-2) 对 C_5 充电, 使之上升, 那么, 由于回差电压的存在, IC 仍然继续工作, 而不会中断。图 1-1 (a) 画出了 V_{CC} 电压或启动电容 C_5 上电压在启动过程中变化的情况。

因此, 回差电压大、启动电流小 [见图 1-1 (b) 开始一段] 这 2 个特点, 有利于实现 IC 的高效自举启动。如果回差电压比较小, 就有可能由于集成电路向 V_{CC} 支取的电流太大, 电压下降太多, 使其降到关闭阈值以下, 电路将终止工作。

采用这种辅助电源供电的好处是: 可以选用阻值较大、瓦数较小的启动电阻 R_{ST} (R_4), 只要它所提供的电流 I_{ST} 比 IC 启动所需的电流 (一般为 $0.3 \sim 0.4 \text{mA}$) 大 $2 \sim 3$ 倍, 就可以使 IC 开始工作。IC 工作后, 它所需的较大的 $5 \sim 10 \text{mA}$ 电流改由辅助电源提供, 而不必直接由整流电源提供, 从而能大大减少启动电阻 R_4 所消耗的功率。对于这个问题, 通过下面具体的数字计算就很容易弄明白。

假设输入电压额定值为 220V , 为使电路在最低的输入电压下能够启动并正常工作, 整流电压 V_{DC} 应提供 $5 \sim 10 \text{mA}$ 电流。按最小的输入电压计算, 即 $\sqrt{2} V_{\text{MIN}} = 1.414 \times 180 \text{V} \approx 255 \text{V}$, IC 的开启阈值为 $UV^+ = 15 \text{V}$, 为了保证能提供正常工作所需要的 $5 \sim 10 \text{mA}$ 电流, 则启动电阻 R_4 应按下式选取

$$R_4 \leq (\sqrt{2} V_{\text{MIN}} - UV^+) / (5 \sim 10)$$

或

$$R_4 \leq (1.414 \times 180 - 15) / (5 \sim 10) \approx 240 / (5 \sim 10) = 48 \sim 24 (\text{k}\Omega)$$

这样小的 R_4 在最大输入电压 $\sqrt{2} V_{\text{MAX}} = 1.414 \times 240 \approx 340 \text{V}$ 下所消耗的功率为

$$(340 - 15)^2 / (48 \sim 24) \times 10^{-3} \approx 2.2 \sim 4.4 (\text{W})$$

如此大的功耗所散发出的热量, 不论对于体积很小的节能灯还是镇流器来说都是无法承受的, 它会使灯壳内的温度过高, 最终导致元器件失效而损坏。

反之, 如果整流电源只需提供约为 0.6mA 的电流 I_{ST} 来启动 IC, 而工作电流由另外的辅助电源提供, 则降压限流电阻 R_4 可按式选取

$$R_4 \leq (\sqrt{2} V_{\text{MIN}} - UV^+) / I_{ST} \quad (1-1)$$

或

$$R_4 \leq (1.414 \times 180 - 15) / 0.6 = 398 (\text{k}\Omega)$$

这样大的电阻, 即便在最大的输入电压下消耗的功率也不大。一般来说, 选取启动电阻 R_{ST}

时，在输入电压最高时，所消耗的功率以小于 0.5W 为宜。

在电子镇流器中有 2 类 IC：有源功率因数校正电路和半桥逆变电路的控制和驱动 IC。下面分别讨论它们的低压电源的取得方法。

前面图 1-2 所示实际是有源功率因数校正 IC 的低压电源的供电电路，下面来看一下它是如何由辅助电源提供电流的。

开始时 IC 的 V_{CC} 由整流电压经启动电阻 R_4 降压、对启动电容 C_5 充电供给，电容 C_5 接到 IC 的第 8 脚 (V_{CC}) 上。

一旦 IC 工作，将由升压电感 L 的辅助绕组经电容 C_8 、电阻 R_7 、二极管 VD_6 整流，稳压二极管 ZD_5 稳压，向电容 C_5 充电，给 IC 提供较大的正常工作电流 (5~10mA)，而不再由整流电源 V_{DC} 支取电流。因为电阻 R_4 较大，在电路正常工作时，它只能提供较小的电流

$$I_{R4}=(V_{DC}-V_{CC})/R_4=(300-15)V/398k\Omega=0.716(mA)$$

低压电源 V_{CC} 由辅助绕组支取的电流，其大小由电容 C_8 、电阻 R_7 的值确定。

对于半桥逆变电路的控制和驱动 IC 来说，辅助电源要复杂一些，它需要 2 个低压电源：一个是接地的低压电源，供给 IC 内部逻辑及半桥逆变电路下管 VT_2 的驱动器；另一个低压电源供给半桥逆变电路上管 VT_1 的驱动器使用，它是不接地的，它浮置于半桥逆变电路中上管 VT_1 的源极、下管 VT_2 的漏极之上。

下面以半桥电路控制、驱动器 IR2520D 为例，说明 2 个辅助电源的取得方法。同大多数镇流器控制器 IC 一样，IR2520D 采用自举电源为电路提供低压电源，其工作过程可以用图 1-3 来说明。

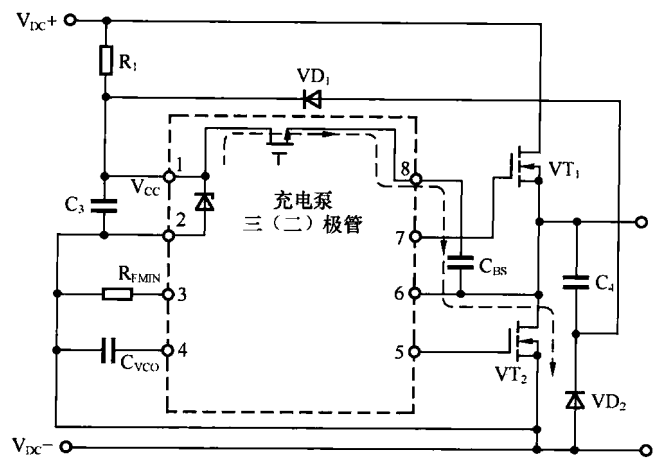


图 1-3 IR2520D 的自举电源

接通电源后，IC 先由整流后的直流电压经启动电阻 R_1 对启动电容 C_3 充电，产生低压电源 V_{CC} ，一旦半桥工作后，半桥中点 V_s (6 脚) 输出高频方波电压，经电容 C_4 和二极管 VD_1 、 VD_2 整流，输出直流电压对启动电容 C_3 充电，并由内部稳压二极管稳压，得到稳定的 V_{CC} ，由 V_{CC} 供给低端驱动器及 IC 内部逻辑做低压电源。

图中电容 C_4 的取值和电源电压有关，如电源电压为 AC (交流) 230V， C_4 的值可取为 470pF；如电源电压为 AC 120V， C_4 的值可取为 1nF。 C_4 的取值大小会影响它为 V_{CC} 提供电流的大小，电容大，提供的电流也大，即

$$I_{C4}=C_4 \times V_{DC} \times f_0$$