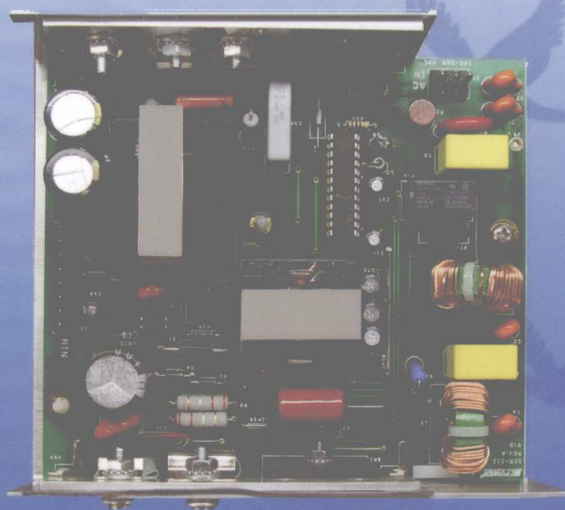


单片开关电源设计

200例

沙占友 薛树琦 王彦朋 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

单片开关电源设计 200 例

沙占友 薛树琦 王彦朋 等编著



机械工业出版社

本书全面、深入、系统地阐述了单片开关电源的实用电路设计。精选了最具代表性的 200 个设计实例，分成通用开关电源、DC/DC 变换器、电源适配器、蓄电池充电器、家用电器电源、现代办公设备电源、网络及通信设备电源、微型开关电源、LED 驱动电源、工业控制电源、特种开关电源及开关电源保护电路，共 12 大类。全书不仅给出各种单片开关电源的实用电路，还详细介绍了电路设计要点、制作注意事项及关键外围元器件的选择。本书对广大读者自行开发新型开关电源及电源模块，具有重要的参考价值。

本书内容丰富、分类合理、深入浅出、图文并茂，具有很高的实用价值，可供各类电子技术人员、高校师生和电子爱好者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片开关电源设计 2009.7 / 沙... 编著. — 北京: 机械工业出版社, 2009.7

ISBN 978-7-111-27644-9

I. 单... II. 沙... III. 单片电路—开关电源—电路设计 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117015 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 罗 莉 版式设计: 霍永明 责任校对: 刘志文

封面设计: 陈 沛 责任印制: 乔 宇

北京四季青印刷厂印刷 (三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.75 印张·515 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-27644-9

定价: 47.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379762

封面无防伪标均为盗版

前 言

目前,开关电源正朝着单片集成化、智能化、模块化的方向发展。单片开关电源具有高集成度、高性价比、最简外围电路、最佳性能指标等优良特性,现已成为研制和开发几百瓦以下中、小功率开关电源及开关电源模块的优选集成电路。单片开关电源可广泛用于仪器仪表、办公自动化设备、无线通信设备、笔记本电脑、彩色电视机、摄录像机、AC/DC 电源适配器、DC/DC 变换器等领域。所构成的开关电源在成本上与相同功率的线性稳压电源相当,而电源效率显著提高,体积与重量大为减小,为新型开关电源的推广与普及创造了良好条件。

近年来,随着单片开关电源集成电路在国内迅速推广应用,广大读者迫切需要能更全面、系统地掌握其实用电路设计,快速查阅单片开关电源的设计实例。为此,我们在系统总结从事单片开关电源研究工作所积累的经验及部分科研成果的基础上,参考国外厂家提供的最新资料后撰成此书,以飨广大读者。

本书融科学性、先进性、系统性、实用性于一体,主要有以下特点:

第一,全面、深入、系统地阐述了单片开关电源的实用电路设计,从其广阔的应用领域中精选了最具有代表性的 200 个设计实例。

第二,内容丰富,分类合理。内容涵盖通用开关电源、DC/DC 变换器、电源适配器、蓄电池充电器、家用电器电源、现代办公设备电源、网络及通信设备电源、微型开关电源、LED 驱动电源、工业控制电源、特种开关电源及开关电源保护电路,共 12 大类。在同一类实例中按照开关电源的输出功率从小到大,依次排序。每个设计实例都标明该开关电源的主要特征(输出电压、输出电流、输出功率、输出路数等),以便读者能快速查阅。

第三,内容深入浅出,实用性强,具有很高的应用价值。全书在给出各种单片开关电源的实用电路的同时,还详细介绍其电路设计要点及关键外围元器件的选择。本书对广大读者自行开发新型开关电源及电源模块,具有重要的参考价值。

第四,信息量大,知识面宽,便于读者触类旁通,灵活运用。

沙占友教授撰写了第一章、第六~第八章、第十章和第十一章,并完成了全书的审阅和统稿工作。薛树琦教授撰写了第二章、第四章和第五章,王彦朋教授撰写了第三章和第九章。武卫东撰写了第十二章。岳永哲、寇平勉合撰了第十三章。李玮、许向阳合撰了第十四章。

李学芝、沙江、韩振廷、张文清、宋怀文、陈庆华、王志刚、刘立新、张启明、刘东明、赵伟刚、宋廉波、刘建民、李志清、郑国辉、王金和、赵仁明、李新华同志对本书提供了帮助。本书还得到 Power Integrations (PI)、ON Semiconductor、ST、Philips 等公司的帮助和支持，在此谨表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，欢迎广大读者指正。

作 者

目 录

前言

第一章 单片开关电源集成电路简述	1
第一节 单片开关电源集成电路的主要特点	1
第二节 通用单片开关电源集成电路的产品分类	4
一、第一代单片开关电源集成电路的产品分类	4
二、第二代单片开关电源集成电路的产品分类	5
三、第三代单片开关电源集成电路的产品分类	6
四、第四代单片开关电源集成电路的产品分类	6
五、第五代单片开关电源集成电路的产品分类	7
第三节 微型单片开关电源集成电路的产品分类	8
一、第一代微型单片开关电源集成电路的产品分类	8
二、第二代微型单片开关电源集成电路的产品分类	8
三、第三代微型单片开关电源集成电路的产品分类	9
四、高效节能微型单片开关电源集成电路的产品分类	9
第四节 峰值功率输出式单片开关电源集成电路的产品分类	11
一、PeakSwitch 系列单片开关电源集成电路的产品分类	11
二、TinySwitch-PK 系列微型单片开关电源集成电路的产品分类	12
第五节 单片开关电源集成电路的应用领域	12
第六节 PI Expert 7.1 设计软件的主要特点及典型设计实例	13
一、PI Expert 7.1 的主要特点	13
二、PI Expert 7.1 的典型设计实例	15
第二章 通用开关电源设计实例	21
实例一 5V、600mA (3W) 精密开关电源	21
实例二 15V、330mA (5W) 开关电源	22
实例三 5V、1A (5W) 精密开关电源	22
实例四 12V、0.67A (8W) 简易开关电源	23
实例五 12V、1A (12W) 开关电源	24
实例六 12V、1A (12W) 精密开关电源	24
实例七 12V、1A (12W) 光耦反馈式开关电源	25
实例八 7.5V、2A (15W) 开关电源	27
实例九 17.7W (峰值功率 29.7W) 多路输出式开关电源	28

实例十	12V、1.67A (20W) 开关电源	28
实例十一	12V、1.7A (20W) 开关电源	30
实例十二	12V、1.7A (20W) 精密开关电源	31
实例十三	25W 多路输出式开关电源之一	31
实例十四	25W 多路输出式开关电源之二	32
实例十五	经过改进的 25W 多路输出式开关电源	33
实例十六	28W 多路输出式开关电源	34
实例十七	12V、2.5A (30W) 开关电源	36
实例十八	12V、2.5A (30W) 精密开关电源	37
实例十九	15V、2A (30W) 精密开关电源	38
实例二十	45W 多路输出式精密开关电源	39
实例二十一	15V、3.5A (52W) 精密开关电源	41
实例二十二	19V、3.6A (70W) 精密开关电源	42
实例二十三	15V、6A (90W) 精密开关电源	43
实例二十四	5V、12V (150W) 双路输出式精密开关电源	44
实例二十五	25V、10A (250W) 可调式开关电源	46

第三章 DC/DC 变换器设计实例

实例一	12V、260mA (3.1W) DC/DC 变换器	47
实例二	5V、0.8A (4W) DC/DC 变换器	48
实例三	5V、1A (5W) 简易 DC/DC 变换器	48
实例四	5V、1A (5W) DC/DC 变换器	49
实例五	3.3V、2A (6.6W) DC/DC 变换器	50
实例六	5V、2A (10W) DC/DC 变换器	50
实例七	15W 多路输出式 DC/DC 变换器	51
实例八	采用同步整流技术的 3.3V、5A (16.5W) DC/DC 变换器	52
实例九	±12V、0.8A (19.2W) 反激式 DC/DC 变换器	54
实例十	同步整流式 2.5V、8A (20W) DC/DC 变换器	55
实例十一	7V、3.57A (25W) DC/DC 变换器	55
实例十二	采用同步整流的 5V、6A (30W) DC/DC 变换器	58
实例十三	5V、6A (30W) DC/DC 变换器	60
实例十四	同步整流式 5V、6A (30W) DC/DC 变换器	61
实例十五	同步整流式两路输出的 (50W) DC/DC 变换器	63
实例十六	同步整流式 12V、5A (60W) DC/DC 电源变换器	65
实例十七	二极管整流式 12V、5A (60W) DC/DC 变换器	67
实例十八	5V、14A (70W) DC/DC 变换器	67
实例十九	同步整流式 5V、14A (70W) DC/DC 变换器	70
实例二十	3.3~40V、2A (80W) 可调式 DC/DC 变换器	70
实例二十一	48V、5.2A (250W) DC/DC 变换器	72

实例二十二 5.1V、10A (51W) DC/DC 变换器	73
第四章 电源适配器设计实例	75
实例一 9V、55mA (0.5W) 电源适配器	75
实例二 9V、170mA (1.5W) 电源适配器	76
实例三 6.2V、322mA (2W) 电源适配器	76
实例四 6.5V、0.6A (3.9W) 电源适配器之一	77
实例五 6.5V、0.6A (3.9W) 电源适配器之二	78
实例六 9V、610mA (5.5W) 电源适配器	79
实例七 5V、1.2A (6W) 电源适配器	79
实例八 12V、0.85A (10W) 电源适配器	80
实例九 10V、1.2A (12W) 电源适配器	81
实例十 12V、1.25A (15W) 电源适配器	82
第五章 蓄电池充电器设计实例	83
实例一 5.5V、270mA (1.5W) 恒压/恒流式充电器	83
实例二 5.3V、320mA (1.6W) 恒压/恒流式充电器	84
实例三 5V、350mA (1.75W) 恒压/恒流式充电器	85
实例四 9V、220mA (2W) 手机充电器	86
实例五 6V、330mA (2W) 恒压/恒流式充电器	87
实例六 8V、300mA (2.4W) 恒压/恒流式充电器	87
实例七 5.5V、450mA (2.5W) 恒压/恒流式充电器	89
实例八 5V、0.5A (2.5W) 恒流/恒压输出式手机充电器	90
实例九 5.5V、450mA (2.5W) 恒压/恒流式充电器	91
实例十 5V、0.5A (2.5W) 恒压/恒流式充电器	92
实例十一 5.5V、0.5A (2.75W) 恒压/恒流式充电器之一	92
实例十二 5.5V、0.5A (2.75W) 恒压/恒流式充电器之二	93
实例十三 5V、550mA (2.75W) USB 充电器之一	94
实例十四 5V、550mA (2.75W) USB 充电器之二	95
实例十五 2V、1.5A (3W) 恒压/恒流式充电器	96
实例十六 6.7V、0.56A (3.6W) 手机充电器电路	97
实例十七 5.7V、800mA (4.5W) 恒压/恒流式充电器	98
实例十八 5V、1A (5W) 便携式音频播放器充电器	99
实例十九 5V、1A (5W) 恒压/恒流式充电器	100
实例二十 5.25V、1.1A (5.75W) 充电器	101
实例二十一 13.55V、1.18A (16W) 充电器	103
第六章 家用电器电源的设计实例	105
实例一 1.2W 家用电器非隔离式开关电源	105

实例二	1.8W 家用电器非隔离式开关电源	107
实例三	2.7W (峰值功率 4.15W) 家用电器非隔离式开关电源	107
实例四	13W (峰值功率 17.2W) 家用电器非隔离式开关电源	108
实例五	1.3W 彩色电视机待机电源	109
实例六	1.6W 无绳电话电源适配器	110
实例七	3W 洗衣机非隔离式开关电源	112
实例八	5.9W 电磁炉用辅助电源	112
实例九	9.65W 家用电加热控制器电源	113
实例十	10W (峰值功率 15W) 便携式游戏机充电器	114
实例十一	10W MP3 音乐播放器的电源适配器	116
实例十二	1.44W 非隔离式家用空调器控制电源	117
实例十三	17.7W (峰值功率 29.7W) 多路输出式家用空调器控制电源	118
实例十四	20W 隔离式家用空调器控制电源	120
实例十五	7W (峰值功率 10W) 数字视频播放器电源	121
实例十六	7.5W (峰值功率 13W) 数字视频播放器电源	122
实例十七	13W 通用输入的数字视频播放器电源	124
实例十八	20W 低功耗数字视频播放器电源	126
实例十九	33W (峰值功率 60W) 个人视频录像机电源	128
实例二十	15W 机顶盒电源	130
实例二十一	30W 机顶盒电源	131
实例二十二	35W 机顶盒电源	132
实例二十三	43W 数字电视机顶盒电源	133
实例二十四	16W (峰值功率 35W) 音频功率放大器电源	135
实例二十五	20W (峰值功率 43W) 音频功率放大器电源	136
实例二十六	24W (峰值功率 36W) 音频功率放大器电源	138
实例二十七	60W (峰值功率 200W) 音频功率放大器电源	139
实例二十八	70W (峰值功率 126W) 音频功率放大器电源	141
实例二十九	使用磁放大器的 75W (峰值功率 126W) 音频功率放大器电源	143
第七章	现代办公设备电源的设计实例	146
实例一	10W 单路输出式 PC 待机电源	146
实例二	15.24W 双路输出式 PC 待机电源	147
实例三	17W 多路输出式 PC 待机电源之一	147
实例四	17W 多路输出式 PC 待机电源之二	148
实例五	145W 多路输出式 PC 开关电源	149
实例六	180W 多路输出式 PC SFX 主电源	155
实例七	由 TOP259E 构成的 65W 笔记本电脑电源适配器	155
实例八	由 TOP258E 构成的 65W 笔记本电脑电源适配器	158
实例九	由 TOP261L 构成的 65W 笔记本电脑电源适配器	160

实例十 由 TOP249Y 构成的 70W 笔记本电脑电源适配器	162
实例十一 45W LCD 显示器电源适配器	163
实例十二 35W LCD 显示器电源之一	165
实例十三 35W LCD 显示器电源之二	167
实例十四 60W (峰值功率 90W) 激光打印机电源适配器	167
实例十五 20W (峰值功率 80W) 喷墨打印机电源	169
实例十六 32W (峰值功率 81W) 喷墨打印机电源	171
实例十七 33W (峰值功率 60W) 喷墨打印机电源	174
第八章 网络及通信设备电源的设计实例	177
实例一 7W 地面数字电视播放设备的电源	177
实例二 10W 高速调制解调器电源	178
实例三 15W 以太网电源及用电设备的接口	180
实例四 通用以太网电源及用电设备的接口	183
实例五 远程通信设备用的 -48V/ +3.3V 电源变换器	186
实例六 通信电缆用 15.1W 多路输出式 DC/DC 变换器	186
实例七 供振铃信号发生器使用的 -48V/ -55V 电源变换器	187
第九章 微型开关电源设计实例	189
实例一 7V、140mA (1W) 微型开关电源	189
实例二 1.2W 双路输出、非隔离式微型开关电源	190
实例三 5.7V、320mA (1.8W) 恒压/恒流输出式微型开关电源	191
实例四 6V、330mA (2W) 恒压/恒流输出式微型开关电源	193
实例五 6.2V、322mA (2W) 微型开关电源	194
实例六 5.7V、400mA (2.28W) 微型开关电源	195
实例七 12V、200mA (2.4W) 微型开关电源	196
实例八 12V、250mA (3W) 超宽输入电压范围的微型开关电源	196
实例九 5V、600mA (3W) 精密微型开关电源	199
实例十 15V、330mA (5W) 微型开关电源	199
实例十一 5V、1A (5W) 精密微型开关电源	200
实例十二 7W (峰值功率 10 W) 多路输出式微型开关电源	201
第十章 LED 驱动电源设计实例	203
实例一 0.5W 恒流式 LED 驱动电源	203
实例二 1.25W 恒流式 LED 驱动电源	204
实例三 3W 恒流式 LED 驱动电源	207
实例四 4.2W 恒流式 LED 驱动电源之一	208
实例五 4.2W 恒流式 LED 驱动电源之二	209
实例六 5.3W 恒压/恒流式 LED 驱动电源	211

实例七	9W 恒流式 LED 高压驱动电源	212
实例八	基于无源填谷电路的 9W 恒流式 LED 高压驱动电源	213
实例九	14W 高效率 LED 驱动电源	218
实例十	17.6W 带功率因数校正的 LED 驱动电源	220
实例十一	18W 带功率因数校正的 LED 驱动电源	222
实例十二	20W 带功率因数校正的 LED 镇流器	224
实例十三	75W 带功率因数校正的 LED 镇流器	226
第十一章	工业控制电源设计实例	228
实例一	0.6W 非隔离式智能电能表开关电源	228
实例二	能防止磁饱和的 0.75W 智能电能表开关电源	229
实例三	1.25W 低压输入式工业控制开关电源	230
实例四	3W 超宽输入范围的工业控制电源	231
实例五	9W 电炉控制电源	234
实例六	35W (峰值功率 75W) 直流调速电动机驱动器	235
实例七	50W (峰值功率 70W) 冷凝式锅炉电源	237
实例八	60W 功率因数校正器	238
实例九	1kW 功率因数校正器	239
第十二章	特种开关电源设计实例	241
实例一	4W 后备式开关电源	241
实例二	2W 复合式开关电源	242
实例三	具有掉电保护功能的 2.5W 复合式开关电源	243
实例四	15W 两路输出式复合式开关电源	244
实例五	7.5W 恒压/恒流式开关电源	244
实例六	30W 精密恒压/恒流式开关电源	247
实例七	30W 截流式开关电源	249
实例八	30W 恒流/截流式开关电源	251
实例九	15W 恒功率式开关电源	251
实例十	由 MCU 控制的单片开关电源	253
实例十一	智能化数字电源系统	254
第十三章	开关电源保护电路设计实例	256
实例一	由分立式晶闸管构成的输出过电压保护电路	256
实例二	由双向触发二极管构成的输出过电压保护电路	256
实例三	由稳压管构成的输出过电压保护电路之一	257
实例四	由稳压管构成的输出过电压保护电路之二	257
实例五	由压敏电阻器构成的几种过电压保护电路	258
实例六	由瞬态电压抑制器构成的一次侧钳位保护电路	258

实例七 集成过电压保护器在开关电源中的应用之一	259
实例八 集成过电压保护器在开关电源中的应用之二	259
实例九 集成过电压保护器在开关电源中的应用之三	260
实例十 集成过电压保护器在开关电源中的应用之四	261
实例十一 由光耦合器构成的输入欠电压保护电路	262
实例十二 由偏置绕组构成的输入欠电压保护电路	262
实例十三 由晶体管构成的过电流保护电路	263
实例十四 由自恢复熔丝管构成的过电流保护电路	263
实例十五 由自恢复熔丝管构成的卫星电视接收机保护电路	263
实例十六 由自恢复熔丝管构成的自动报警系统保护电路	264
实例十七 由软启动功率元件构成的限流保护电路	264
实例十八 集成过电流保护器在开关电源中的应用电路	265
实例十九 实现过电压、欠电压控制的 6 种外部驱动电路	266
实例二十 PC 开关电源的远程通/断控制接口电路	267
实例二十一 软启动电路	268
实例二十二 抑制串模干扰的电路	269
实例二十三 抑制瞬态干扰的电路	269
实例二十四 单片机电源电压监视器电路	271
第十四章 开关电源关键外围元器件的选择	273
第一节 固定电阻器的选择	273
第二节 电流检测电阻的选择	277
一、利用漆包线制作电流检测电阻	277
二、利用 PCB 上的铜导线制作电流检测电阻	277
第三节 电容器的选择	281
第四节 电感器及磁珠的选择	284
一、储能电感的选择	284
二、磁珠的选择	285
第五节 高频变压器磁心的选择	288
第六节 硅整流管的选择	292
第七节 快恢复及超快恢复二极管的选择	293
第八节 肖特基二极管的选择	296
第九节 双极型小功率晶体管的选择	298
第十节 功率 MOSFET 的选择与检测	299
第十一节 IGBT 功率开关管的选择	300
第十二节 稳压管的选择	303
第十三节 可调式精密并联稳压器的选择	305
一、可调式精密并联稳压器	306

二、低压输出可调式精密并联稳压器	307
三、输出可从 0V 起调的精密低压差线性稳压器	309
第十四节 光耦合器的选择	311
第十五节 漆包线及三层绝缘线的选择	313
一、漆包线的选择	313
二、三层绝缘线的选择	314
三、集肤效应和临近效应	316
第十六节 熔丝管的选择	317
参考文献	320

第一章 单片开关电源集成电路简述

目前，开关电源正朝着单片集成化、模块化的方向发展。单片开关电源集成电路以其高集成度、高性价比、最简外围电路、最佳性能指标等显著优点，深受人们的青睐并获得广泛应用，已成为设计中、小功率开关电源的优选产品。本章重点介绍单片开关电源集成电路的主要特点及 18 个系列产品分类。鉴于利用计算机设计开关电源正成为国际上电源领域的一项新技术，本章还介绍了单片开关电源最新设计软件 PI Expert 7.1，并给出典型设计实例。

第一节 单片开关电源集成电路的主要特点

1994 年，美国电源集成（Power Integrations，简称 PI）公司在世界上率先研制成功三端隔离式脉宽调制型单片开关电源集成电路，它属于 AC/DC 电源变换器。第一代产品为 TOPSwitch 系列（最大输出功率 $P_{OM}=125\text{W}$ ）；第二代产品是 1997 年问世的 TOPSwitch-II 系列（ $P_{OM}=150\text{W}$ ）；第三代产品是在 2000 年 1 月推出的 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源（ $P_{OM}=75\text{W}$ ）；第四代产品是 2000 年 11 月推出的 TOPSwitch-GX 系列单片开关电源（ $P_{OM}=290\text{W}$ ）；第五代产品是 2007~2009 年推出的 TOPSwitch-HX 系列单片开关电源（ $P_{OM}=333\text{W}$ ）。

PI 公司还分别于 1998 年、2001 年、2006 年相继开发出高效、小功率、低价位的 TinySwitch 系列、TinySwitch-II 系列和 TinySwitch-III 微型单片开关电源集成电路。

2002~2008 年期间，PI 公司还推出了 LinkSwitch 系列、LinkSwitch-TN 系列、LinkSwitch-HF 系列、LinkSwitch-XT 系列、LinkSwitch-LP 系列、LinkSwitch-II 系列、LinkSwitch-CV 系列微型单片开关电源集成电路。其中，LinkSwitch-II 系列属于精密恒压/恒流（CV/CC）式单片开关电源 IC，LinkSwitch-CV 为采用一次侧精密恒压（CV）控制的高效、隔离式单片开关电源 IC。

此外，PI 公司于 2006 年、2007 年新推出了 PeakSwitch 系列、TinySwitch-PK 系列峰值功率输出式单片开关电源集成电路。该公司生产的单片 DC/DC 电源变换器有 DPA-Switch 系列。

目前，由 PI 公司生产的单片开关电源集成电路已形成了 18 大系列、几百种型号。各系列产品的主要特点见表 1-1。需要指出的是，这些产品不仅各具特色，而且如 TOPSwitch 系列等早期产品至今市场上仍有销售。

表 1-1 单片开关电源集成电路的主要特点

产品系列	主要特点
TOPSwitch 系列	第一代单片开关电源集成电路。内含振荡器、误差放大器、脉宽调制器、门电路、高压功率开关管（MOSFET）、偏置电路、过电流保护电路、过热保护及上电复位电路、关断/自动重启电路。能以最简方式构成无工频变压器的反激式开关电源。交流输入电压范围是 85~265V，或 220（ $1\pm15\%$ ）V。开关频率为 100kHz，占空比调节范围是 1.7%~67%。最大输出功率为 150W，电源效率为 80% 左右

(续)

产品系列	主要特点
TOPSwitch-II 系列	第二代单片开关电源集成电路。内部功率开关管的耐压值均提高到 700V, 适宜制作 150W 以下的普通型和精密型开关电源或电源模块
TOPSwitch-FX 系列	第三代单片开关电源集成电路。具有多功能、使用灵活、效率高、适配微控制器等优点。与 TOPSwitch-II 相比, 主要增加了下述功能: 从外部设定极限电流值、软启动、频率抖动、过电压关断、欠电压保护、过热滞后关断、遥控、同步。能配微控制器或局域网, 远程启动或关断开关电源。最大输出功率为 75W
TOPSwitch-GX 系列	第四代单片开关电源集成电路。最大输出功率从 75W 扩展到 290W。新增加了线路检测端 (L) 和从外部设定极限电流端 (X) 这两个引脚, 用来代替 TOPSwitch-FX 的多功能端 (M) 的全部控制功能, 使用更加灵活、方便。将开关频率提高到 132kHz, 这有助于减小高频变压器及整个开关电源的体积。当开关电源的负载很轻时, 能自动将开关频率从 132kHz 降低到 30kHz (半频模式下则由 66kHz 降至 15kHz), 可进一步提高电源效率。采用了被称作 EcoSmart [®] 的节能新技术, 显著降低了在远程通/断模式下芯片的功耗
TOPSwitch-HX 系列	第五代单片开关电源集成电路, 采用全新的 eSIP-7F 和 eSIP-7C 封装。其中, TOP261 的最大输出功率可达 333W。比 TOPSwitch-GX 增加了电压监测端, 用做过电压 (OV)、欠电压 (UV)、电压前馈、输出过电压保护 (OVP)、远程通/断控制 (ON/OFF) 及复位的输入引脚。可选全频 (132kHz) PWM 控制模式、半频 (66kHz) PWM 控制模式、低频 (30kHz) PWM 控制模式或多周期调制模式, 在不同模式之间能平滑地切换, 每种模式都能在整个负载范围内实现最佳工作效率。具有远程通、断控制及复位功能, 能精确地对极限电流进行编程。使用散热器时最大输出功率可达 195W。在整个负载范围内的待机功耗小于 1W
PeakSwitch 系列	适用于对峰值输出功率与连续输出功率的比值要求很高的领域。最大连续输出功率、最大峰值输出功率范围分别为 13 ~ 68W、25 ~ 127W。开关频率达到 277kHz, 允许选择尺寸较小的高频变压器并能减少外围元件数量。采用自适应电流极限调整技术, 来降低输出过载功率; 采用自适应开关周期导通时间控制技术, 提高低输入电压时的峰值输出功率并减少输入滤波电容的容量; 利用智能化交流电压检测及重新上电后快速复位的技术, 能降低过载输出功率。采用简单的开/关控制, 无需环路补偿, 能简化外围电路
TinySwitch 系列	第一代微型单片开关电源集成电路。比 TOPSwitch-II 增加了使能端, 利用该端可从外部关断 MOSFET。它用开/关控制器来代替 PWM 调制器, 可等效为 PFM 调制器, 适合构成 10W 以下的电源适配器、电池充电器和待机电源。TNY256 还增加了自动重启启动计数器、欠电压检测电路和频率抖动特性, 并将最大输出功率提高到 19W
TinySwitch-II 系列	第二代微型单片开关电源集成电路。最大输出功率提高到 23W, 进一步降低了芯片的功耗。开关频率从 44kHz 提高到 132kHz, 这不仅能提高电源转换效率, 还允许使用低价格、小尺寸的磁心, 减小高频变压器的体积。芯片内部增加了自动重启启动计数器、极限电流状态机和输入欠电压检测电路。一旦发生输出短路、控制环开路或者掉电故障, 均能保护芯片不受损坏。将 TinySwitch 的使能端 (EN) 改为双功能引出端“使能/欠电压端”(EN/UV)。增加了开关频率抖动功能, 能有效抑制音频噪声和开关噪声。此外, 它还降低了功率 MOSFET 漏极极限电流的容许偏差

(续)

产品系列	主要特点
TinySwitch-III 系列	第三代微型单片开关电源集成电路。高效节能、高度集成、低成本等特点, 输出功率范围是 5 ~ 28.5W。采用开/关控制方式, 能在任何负载要求下达到恒定的电源效率。通过选择 BP/M 端的电容量, 可从外部设定极限电流值。在用相邻型号进行替换时, 无需重新设计高频变压器, 也不用改变外围元件。具有输入欠电压保护、输出过电压保护功能。降低了最大过载功率, 从而可降低高频变压器、钳位电路及二次侧元器件的成本。空载功耗低于 150mW; 增加偏置绕组后可降到 50mW 以下
TinySwitch-PK 系列	具有峰值功率输出能力的微型单片开关电源产品, 在短时间所提供的峰值功率最高可达连续 (或平均) 输出功率的 2.8 倍。选择 230V (允许变化 $\pm 15\%$) 交流输入电压时, 最大输出功率为 45W。具有输入欠电压保护、输出过电压保护、过热保护和功率开关管自适应导通时间延长功能
LinkSwitch 系列	采用 EcoSmart [®] 节能技术, 适合构成具有恒压/恒流 (CV/CC) 输出特性的特种开关电源。用做电源适配器时芯片工作在恒压区, 可为负载提供稳定的电压, 此时恒流区用来提供过载保护及短路时的自动重新启动保护。用做电池充电器时芯片工作在恒流区, 充电完毕自动转入恒压区。在交流 85 ~ 265V 输入时最大输出功率为 3W, 交流 230V 固定输入时最大输出功率为 4W。外围电路简单, 成本低廉, 价格与线性电源相媲美
LinkSwitch-TN 系列	能以最少数量的外围元件构成非隔离式、微型节能开关电源。与传统的“无源 (靠电容降压)” 解决方案相比, LinkSwitch-TN 能达到比电容降压式线性稳压电源更高的效率。其外围电路简单、使用灵活, 既可设计成正压输出的降压式 (Buck) 电路, 亦可设计成负压输出的降压或升压式 (Buck-Boost) 电路、降压式 LED 恒流驱动电路, 可满足不同用户的需要。输入电压范围宽。有两种工作模式可供选择: 连续模式 (CUM), 不连续模式 (DUM)。抗干扰能力强, 利用频率抖动技术能将电磁干扰降低 10dB。最大输出电流为 360mA, 适用于家用电器中的控制电源以及 LED 点阵驱动器
LinkSwitch-HF 系列	采用 EcoSmart [®] 节能技术, 适合构成恒压/恒流输出式开关电源, 交流输入电压范围宽, 最大输出功率一般为 3W, 开关频率达 200kHz, 能减小高频变压器的体积与成本。具有把短路和开路保护功能。采用频率抖动技术以降低电磁干扰。高效节能, 在交流 265V 的输入下, 功耗低于 300mW。不需要环路补偿, 即可实现 ON/OFF (通/断) 控制。外围电路简单, 成本低廉。适用于 3W 以下的手机、无线电话、个人数字助理 (PDA)、数码相机、MP3 及便携式音频设备的充电器, 或用于 5W 以下的备用电源
LinkSwitch-XT 系列	它具有全世界通用的输入范围, 适配 230 ($1 \pm 15\%$) V 或 85 ~ 265V 的交流电, 最大输出功率为 9W, 可取代小功率线性电源。其外围电路简单, 不需要使用钳位保护电路, 也不需要反馈绕组及环路补偿电路, 成本低廉, 电源效率高, 安全性好。采用频率抖动技术, 具有自动重新启动、过热保护等功能
LinkSwitch-LP 系列	它具有外围元件数量少、不需要使用钳位保护电路、稳压性能好、电源效率高、成本低廉等优点, 最大输出功率为 3W。LinkSwitch-LP 采用频率抖动技术来抑制电磁干扰, 允许使用低成本的 EMI 滤波器; 它通过简单的开/关控制, 无需环路补偿。适配 230 ($1 \pm 15\%$) V 或 85 ~ 265V 的交流电, 可取代小功率线性电源。适合构成手机、PDA、电动工具、MP3、电动剃须刀的充电器

(续)

产品系列	主要特点
DPA-Switch 系列	采用 CMOS 工艺制成的高集成度 DC/DC 电源变换器, 直流输入电压的允许范围是 16 ~ 75V。可采用正激式、反激式两种工作模式。在 PI 公司的产品中, 以 DPA-Switch 系列的开关频率为最高, 能减小高频变压器的体积, 提高环路带宽。开关频率可设定为 400kHz 或 300kHz。电源效率高, 低功耗。能实现同步功能, 使 DPA-Switch 的工作频率与外部时钟保持同步。利用外部逻辑信号还可遥控开关电源的通/断
LinkSwitch-II 系列	它属于精密恒压/恒流式单片开关电源, 通过高频变压器的一次绕组来检测输出电压, 进而实现恒压/恒流控制, 可省去光耦合器并节省二次侧恒压/恒流侧控制电路。恒压/恒流精度高, 不仅能对高频变压器的容差、输入电压及环境温度变化进行补偿, 还可对充电器的输出引线压降进行补偿, 使输出电压及输出电流均达到高精度指标。具有完善的保护功能, 包括过热保护、过电流保护、输出短路情况下的过载保护、开路故障保护和软启动功能
LinkSwitch-CV 系列	它采用一次侧精密恒压控制, 以取代光耦合器及二次侧恒压控制电路, 可大大简化小功率恒压输出式开关电源的设计, 特别适用于 17W 以下的多路输出反激式隔离式开关电源, 如构成 DVD、机顶盒电源。电压调整率可达 5%。内部包含 700V 功率 MOSFET、开/关控制电路、自偏置电路、频率调制、逐周期电流限制及具有滞后特性的过热保护电路

此外, 意-法半导体有限公司 (简称 ST 公司) 最近也相继开发出 VIPer12A、VIPer22A、VIPer50A、VIPer50B、VIPer53、VIPer100、VIPer100A 和 VIPer100B 等中、小功率单片开关电源系列产品, 并在国际上得到推广应用。

荷兰飞利浦 (Philips) 公司开发的“绿色芯片 (Green Chip)”——STARplug 产品, 采用高电压 EZ-HV 工艺技术和低电压 Bi-CMOS 工艺, 将模拟、数字与电源电路集成在一个芯片上, 为设计各种低功耗、低成本的小型化电源适配器及备用电源提供了解决方案。该公司先后研制成功 TEA1510、TEA1520、TEA1530、TEA1620 等系列的单片开关电源集成电路, 广泛用于从电视机电源到笔记本适配器等各个领域。

美国安森美半导体 (ON Semiconductor) 公司也相继开发出 NCP1000、NCP1050、NCP1200 系列单片开关电源集成电路, 可广泛用于家用电器的辅助电源、便携式电池充电器、调制解调器、消费类电子产品的备用电源。

第二节 通用单片开关电源集成电路的产品分类

一、第一代单片开关电源集成电路的产品分类

1. TOP100 系列的产品分类

TOP100 系列的产品分类见表 1-2, 表中的 PFC 为“功率因数校正 (Power Factor Correction)”的英文缩写。TOP100 系列的交流输入电压允许范围是 88 ~ 132V [即 110 (1 ± 20%) V]。