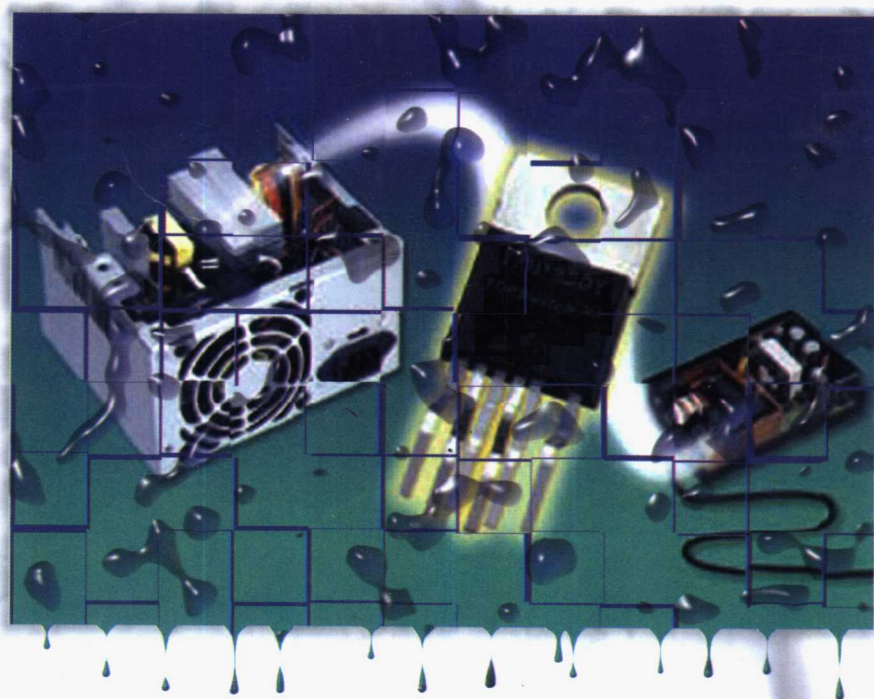


单片开关电源 最新应用技术

主 编 沙占友
副主编 王彦朋 孟志永等



单片开关电源最新应用技术

主 编 沙占友

副主编 王彦朋 孟志永等



机械工业出版社

目前,开关电源正朝着短、小、轻、薄的方向发展。单片开关电源集成电路自 1994 年问世以来,引起了国内外电源界的普遍关注,现已成为具有发展前景和影响力的一项新产品。本书突出实用性,全面系统深入地阐述了单片开关电源的最新应用技术,并充分反映了最近几年来国内外在该领域的最新科研及应用成果。全书共九章:第一章为单片开关电源综述;第二章至第七章分别介绍了当今国际上最流行的 TOPSwitch—II、TOPSwitch—FX、TOPSwitch—GX、TinySwitch—II、TEA1520、NCP1050、NCP1000 等系列的上百种单片开关电源的原理与应用,此外还介绍了 NCP1650 型功率因数校正器的电路设计;第八章阐述了 L4978 型、TOP412G/414G 型单片开关式稳压器的原理与应用;第九章专门介绍利用计算机设计单片开关电源的方法与步骤、KDP Expert 专家系统以及开关电源外围关键元器件的选择。

本书题材新颖,内容丰富,深入浅出,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

单片开关电源最新应用技术/沙占友主编. —北京:机械工业出版社, 2002.9

·ISBN 7-111-10865-5

I. 单… II. 沙… III. 开关电源 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 065237 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:牛新国

封面设计:陈 沛 责任印制:付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 14 印张 · 343 千字

0 001—4 000 册

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677—2527

封面无防伪标均为盗版

《单片开关电源最新应用技术》编委会

主 编 沙占友

副 主 编 王彦朋 孟志永 薛树琦 王书海 刘 勇 杜之涛
 陈书旺 安国臣

编 委 沙占友 李学芝 王彦朋 孟志永 薛树琦 王书海
 刘 勇 杜之涛 陈书旺 安国臣 王晓君 马洪涛
 张 英 沙 江 武瑞红 张永昌 葛家怡 贾 克
 陈庆华 张文清 宋怀文 陈 明 王志刚 刘立新
 张启明

前 言

电源是各种电子设备必不可少的重要组成部分，其性能的优劣直接关系到整个系统的安全性与可靠性指标。开关电源以其低损耗、高效率等显著优点而深受人们的青睐，并被广泛应用于计算机设备、电子仪器、通信设备和家用电器中。近年来，随着电子信息产业的飞速发展，人们对开关电源的需求与日俱增，开关电源的开发与制造已成为了方兴未艾、发展前景十分诱人的朝阳产业。

目前，随着单片开关电源集成电路的应用，开关电源正朝着短、小、轻、薄的方向发展。单片开关电源自 20 世纪 90 年代中期间世以来便显示出强大的生命力，它作为一项颇具发展前景和影响力的新产品，引起了国内外电源界的普遍重视。尤其是最近两年来，国外一些著名的芯片厂家又竞相推出了一大批单片开关电源集成电路，更为新型开关电源的推广与普及奠定了良好的基础。

单片开关电源具有高集成度、高性价比、最简外围电路、最佳性能指标等特点，现已成为开发中、小功率开关电源、精密开关电源及开关电源模块的优选集成电路。为了推广单片开关电源的应用技术，现将我们近年来从事教学与科研工作中积累的经验及部分科研成果加以总结，并参考国内外厂家提供的最新资料后撰成此书，以满足广大读者的急需。

本书内容融科学性、实用性于一体，主要具有以下特点：

第一，全面、深入地阐述了国际上近两年来在单片开关电源领域所取得的新技术和新成果。重点介绍了美国电源集成（PI）公司 2000 年～2002 年相继推出的 TOPSwitch—FX 系列第三代单片开关电源、TOPSwitch—GX 系列第四代单片开关电源、TinySwitch—II 系列第二代微型单片开关电源，荷兰飞利浦（Philips）公司 2000 年研制的 TEA1520 系列单片开关电源，美国安森美（Onsemi）公司 1998 年～2002 年先后开发的 NCP1050、NCP1000 系列和 NCP1200 型单片开关电源，NCP1650 型功率因数校正器等，并详细阐述了其工作原理和典型应用，充分反映出该领域的国际最新科技成果。本书还介绍了作者自行开发的通用性很强的 KDP Expert 专家系统，为利用计算机设计开关电源的工程技术人员提供了一套功能强大而又简便实用的设计软件。

第二，内容深入浅出，实用性强，具有很高的应用价值。全书给出了多种单片开关电源的实用电路，还详细介绍了电路设计要点、印制电路板设计、芯片测试方法及使用注意事项。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。

第三，信息量大，知识面宽，便于读者触类旁通，灵活运用。

沙占友担任本书主编，王彦朋、孟志永、薛树琦、王书海、刘勇、杜之涛、陈书旺、安国臣任副主编。沙占友撰写了第一章、第六章、第七章和第九章，并完成了全书的审阅与统稿工作。李学芝、孟志永绘制并审阅了全部插图。孟志永撰写了第二章。杜之涛、陈书旺、安国臣、张永昌合撰了第三章。王彦朋、薛树琦撰写了第四章。王书海、刘勇、葛家怡、武瑞红合撰了第五章。马洪涛、王晓君、张英、沙江、贾克合撰了第八章。参加本书撰写工作的还有陈庆华、张文清、宋怀文、陈明、王志刚、刘立新、张启明等同志。由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，欢迎广大读者给予指正。

作 者

目 录

前言

第一章 单片开关电源综述	1
第一节 单片开关电源的发展概况及主要特点	1
一、集成开关电源的发展概况	1
二、单片开关电源的主要特点	2
三、单片开关电源的应用领域	3
第二节 单片开关电源的产品分类	4
一、第一代单片开关电源的产品分类	4
二、第二代单片开关电源的产品分类	5
三、第三代单片开关电源的产品分类	6
四、第四代单片开关电源的产品分类	6
五、第一、二代微型单片开关电源的产品分类	6
六、飞利浦公司单片开关电源的产品分类	8
七、安森美公司单片开关电源的产品分类	9
第三节 单片开关电源的性能指标	9
第二章 TOPSwitch-Ⅱ系列第二代单片开关电源的应用	11
第一节 TOPSwitch-Ⅱ系列单片开关电源的性能特点	11
第二节 TOPSwitch-Ⅱ系列单片开关电源的工作原理	12
一、TOPSwitch-Ⅱ的引脚功能	12
二、TOPSwitch-Ⅱ的工作原理	13
第三节 TOPSwitch-Ⅱ系列单片开关电源的快速设计法	17
一、TOPSwitch-Ⅱ的 P_D 与 η 、 P_O 关系曲线	17
二、正确选择 TOPSwitch-Ⅱ芯片的方法	19
三、根据输出功率比来修正等效输出功率等参数	19
第四节 TOPSwitch-Ⅱ系列单片开关电源的典型应用	22
一、4W 后备式开关电源	22
二、由 TOP227Y 构成的 150W 精密开关电源	23
第五节 TOPSwitch-Ⅱ系列产品在开关电源模块中的应用	25
一、开关电源模块的性能特点和技术指标	25
二、12V、20W 开关电源模块的电路设计	26
三、高频变压器的绕制方法及性能测试	27
第六节 由 TOPSwitch-Ⅱ系列产品构成的特种开关电源	28
一、复合型开关电源的电路设计	28
二、精密恒压/恒流型开关电源的电路设计	29
三、截流型开关电源的电路设计	30

四、恒功率型开关电源的电路设计	31
第七节 TOPSwitch-II 系列单片开关电源的设计要点	33
第八节 TOPSwitch-II 系列单片开关电源的测试技术	35
一、开关电源稳压性能的测试	35
二、TOPSwitch-II 的性能测试	36
三、测试漏-源击穿电压和关断时的漏电流	37
四、测量各引脚之间的电阻值	37
第三章 TOPSwitch-FX 系列第三代单片开关电源的应用	39
第一节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源的性能特点	39
一、TOPSwitch-FX 的性能特点	39
二、TOPSwitch-FX 与 TOPSwitch-II 的性能比较	40
第二节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源的工作原理	41
一、TOPSwitch-FX 的引脚功能	41
二、TOPSwitch-FX 的工作原理	42
第三节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源控制电路的设计	45
一、多功能端内部电路的工作原理	45
二、多功能端的应用电路	45
第四节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源的快速设计法	47
一、快速选择 TOPSwitch-FX 芯片的方法	47
二、关键元件的典型参数值	50
三、设计注意事项	50
第五节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源的应用	51
一、能进行外部限流的 12V、30W 开关电源	51
二、多路输出的 35W 机顶盒开关电源	52
三、5V 和 3.3V 输出的 17W PC 机待机电源	54
四、由 MCU 控制的 TOPSwitch-FX 单片开关电源	54
第六节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源的设计要点	55
一、关键元器件的选择	56
二、印制电路的设计	57
第七节 TOPSwitch-FX 系列单片开关电源的测试技术	58
一、性能测试	58
二、各引脚之间的电阻值	58
第四章 TOPSwitch-GX 系列第四代单片开关电源的应用	59
第一节 TOPSwitch-GX 系列单片开关电源的性能特点	59
一、TOPSwitch-GX 的性能特点	59
二、TOPSwitch-GX 与 TOPSwitch-II 的性能比较	59
三、TOPSwitch-GX 与 TOPSwitch-FX 的性能比较	60
第二节 TOPSwitch-GX 系列单片开关电源的工作原理	60
一、TOPSwitch-GX 的引脚功能	60
二、TOPSwitch-GX 的工作原理	61

第三节 TOPSwitch—GX 系列单片开关电源的快速设计法	64
一、快速选择 TOPSwitch—GX 芯片的方法	65
二、关键元件的典型参数值	68
三、设计注意事项	69
第四节 TOPSwitch—GX 系列单片开关电源的应用	70
一、高效率 70W 通用开关电源模块	70
二、由 TOP249Y 构成的 DC/DC 变换式 250W 开关电源	72
三、由 TOP246Y 构成的 45W 多路输出式开关电源	73
四、由 MCU 控制的 TOPSwitch—GX 单片开关电源	73
第五节 TOPSwitch—GX 系列单片开关电源的设计要点	75
一、印制电路设计	75
二、使用注意事项	76
第六节 TOPSwitch—GX 系列单片开关电源的测试技术	76
一、TOPSwitch—GX 的性能测试	76
二、测试漏-源击穿电压和关断时的漏电流	77
三、测量各引脚的电阻值	78
第五章 TinySwitch—II 系列第二代微型单片开关电源的应用	79
第一节 TinySwitch—II 系列微型单片开关电源的性能特点	79
一、TinySwitch—II 的性能特点	79
二、TinySwitch—II 与 TinySwitch 的性能比较	80
第二节 TinySwitch—II 系列微型单片开关电源的工作原理	80
一、TinySwitch—II 的引脚功能	80
二、TinySwitch—II 的工作原理	81
第三节 TinySwitch—II 系列单片开关电源的应用	85
一、TinySwitch—II 的典型应用	86
二、2.5W 恒流/恒压输出式手机电池充电器	86
三、PC 机用 15W 或 10W 待机电源	87
第四节 TinySwitch—II 系列单片开关电源的设计要点及测试技术	89
一、使用注意事项	89
二、印制电路的设计要点	89
三、TinySwitch—II 的性能测试电路	90
第六章 TEA1520 系列单片开关电源的应用	92
第一节 TEA1520 系列单片开关电源的性能特点	92
第二节 TEA1520 系列单片开关电源的工作原理	93
一、TEA1520 的引脚功能	93
二、TEA1520 的工作原理	94
第三节 TEA1520 系列单片开关电源的应用	97
一、简易型开关电源	97
二、由 TEA1522T 构成的 3W 精密开关电源	98
三、其他几种应用电路	101

第四节	TEA1520 系列单片开关电源的设计	102
一、	反激式单片开关电源的基本原理	102
二、	TEA1520 系列单片开关电源的设计要点	102
第五节	TEA1501 型单片开关电源的原理与应用	107
一、	TEA1501 的性能特点	107
二、	TEA1501 的工作原理	107
三、	TEA1501 的典型应用	108
第六节	TEA1566 型单片开关电源的原理与应用	110
一、	TEA1566 的性能特点	110
二、	TEA1566 的工作原理	111
三、	TEA1566 的典型应用	114
第七章	NCP1050 等系列单片开关电源的应用	115
第一节	NCP1050 系列单片开关电源的性能特点	115
第二节	NCP1050 系列单片开关电源的工作原理	116
一、	NCP1050 的引脚功能	116
二、	NCP1050 的工作原理	116
第三节	NCP1050 系列单片开关电源的应用	120
一、	10W 精密开关电源	120
二、	电池充电器	122
第四节	NCP1000 系列单片开关电源的原理与应用	123
一、	NCP1000 的性能特点	123
二、	NCP1000 的工作原理	123
三、	NCP1000 的典型应用	127
第五节	NCP1200 型单片开关电源的工作原理	128
一、	NCP1200 的性能特点	128
二、	NCP1200 的工作原理	129
第六节	NCP1200 型单片开关电源的应用	132
一、	6.5V、0.6A 电源适配器	132
二、	12V、0.85A 电源适配器	134
三、	设计要点	134
第七节	NCP1650 型功率因数校正器的工作原理	136
一、	功率因数校正器简介	136
二、	NCP1650 的性能特点	138
三、	NCP1650 的工作原理	139
第八节	NCP1650 型功率因数校正器的电路设计	146
一、	典型应用电路	146
二、	功率因数校正器的电路设计	147
三、	外部功能扩展电路的电路设计	148
第八章	新型单片开关式稳压器的应用	150
第一节	L4978 型单片开关式稳压器的性能特点	150

第二节	L4978 型单片开关式稳压器的的工作原理	151
一、	L4978 的引脚功能	151
二、	L4978 的工作原理	151
第三节	L4978 型单片开关式稳压器的典型应用及电路设计要点	156
一、	L4978 的典型应用	156
二、	电路设计要点	158
第四节	L4978 型单片开关式稳压器的测试技术	161
第五节	TOP412G/414G 型单片开关式稳压器的原理与应用	162
一、	TOP412G/414G 的性能特点	162
二、	TOP412G/414G 的工作原理	164
三、	TOP412G/414G 的典型应用	164
第九章	利用计算机设计单片开关电源	166
第一节	概述	166
一、	设计概述	166
二、	单片开关电源的两种工作模式	166
三、	单片开关电源反馈电路的四种基本类型	167
四、	计算机设计单片开关电源的程序流程图	167
第二节	计算机设计单片开关电源的方法与步骤	170
第三节	计算机设计单片开关电源的要点及电子数据表格	177
一、	单片开关电源的设计要点	177
二、	电子数据表格的结构	180
第四节	KDP Expert 专家系统的设计与使用指南	182
一、	KDP Expert 专家系统的主要特点	182
二、	KDP Expert 软件的设计	183
三、	KDP Expert 软件的使用指南	192
第五节	单片开关电源工作模式的设定及反馈理论分析	194
一、	单片开关电源两种工作模式的设定	194
二、	单片开关电源的反馈理论分析	196
第六节	单片开关电源关键外围元器件的选择	199
一、	TL431 型可调式精密并联稳压器	199
二、	线性光耦合器	200
三、	电磁干扰滤波器	201
四、	瞬态电压抑制器	203
五、	快恢复及超快恢复二极管	204
六、	肖特基二极管	206
七、	自恢复熔丝	207
八、	三重绝缘线	209
参考文献		212

第一章 单片开关电源综述

开关电源被誉为高效节能电源，它代表着稳压电源的发展方向。目前，随着各种新技术不断涌现，新工艺被普遍采用，新产品层出不穷，开关电源正朝着短、小、轻、薄、单片集成化、智能化的方向发展，开关电源的保护电路日趋完善，开关电源的电磁兼容性设计已取得突破性进展，专用计算机软件的问世为开关电源的优化设计提供了便利条件。所有这些，都为新型开关电源的推广与普及创造了有利条件，开关电源正进入一个蓬勃发展的新时期。

第一节 单片开关电源的发展概况及主要特点

一、集成开关电源的发展概况

近20多年来，集成开关电源是沿着下述两个方向不断发展的。

第一个发展方向是对开关电源的核心单元——控制电路实现集成化。1977年国外首先研制成功PWM（脉冲宽度调制，简称脉宽调制）控制器集成电路，如美国Motorola公司、Silicon General公司、Unitrode公司等相继推出的一批PWM芯片，其典型产品有MC3520、SG3524、UC3842。之后，在其基础上，国外又研制出开关频率达1MHz的高速PWM和PFM（脉冲频率调制）芯片，典型产品如UC1825、UC1864等。

第二个发展方向是对中、小功率开关电源实现单片集成化。

20世纪80年代初，意-法半导体有限公司（SGS-Thomson，简称ST）率先推出L4960系列单片开关式稳压器。ST公司于90年代初又推出了L4970A系列产品，包括L4970A~L4977A。该公司在1998年还研制出L4978型单片开关式稳压器。其共同特点是将脉宽调制器、功率输出级、保护电路等集成在一个芯片中，但使用时需配工频变压器与电网隔离，适合制作低压可调式输出（5.1~40V）、大中功率（400W以下）、大电流（1.5~10A）、高效率（电源效率可超过90%）的开关电源。但从本质上讲，它们属于DC/DC电源变换器。

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，它属于AC/DC电源变换器。其第一代产品为1994年问世的TOPSwitch系列，第二代产品是1997年问世的TOPSwitch-II系列，第三代和第四代产品是在2000年1月和11月相继推出的TOPSwitch-FX、TOPSwitch-GX系列单片开关电源，见表1-1。该公司还于1998年、2001年分别开发出高效、小功率、低价位的TinySwitch系列、TinySwitch-II系列微型单片开关电源，见表1-2。

美国摩托罗拉（Motorola）公司于1999年推出了MC33370系列五端单片开关电源，也称为高压功率开关调节器（High Voltage Power Switching Regulator）。MC33370系列包括MC33369~MC33374等6种规格、17种型号。MC33370系列可广泛用于办公自动化设备、仪器仪表、无线通信设备及消费类电子产品中，构成高压隔离式AC/DC电源变换器。在作特殊应用时，还可去掉高频变压器的反馈绕组及快恢复二极管、滤波电容，改用稳压管或双极型晶体管、MOS管来进行串联调整。此外，利用这种芯片还能制作高压步进电源。

表 1-1 通用型单片开关电源的产品分类

第一代产品	第二代产品	第三代产品	第四代产品
TOPSwitch 系列	TOPSwitch-II 系列	TOPSwitch-FX 系列	TOPSwitch-GX 系列
TOP100/TOP200	TOP221~TOP 227	TOP232~TOP234	TOP242~TOP250
1994 年	1997 年	2000 年 1 月	2000 年 11 月~2002 年 1 月
三端器件		五端器件 适配微控制器 (MCU)	六端/五端器件 适配微控制器 (MCU)
最大输出功率 $P_{OM} \leq 150W$		$P_{OM} \leq 75W$	$P_{OM} \leq 290W$
开关频率 $f = 100kHz$		$f = 130kHz/65kHz$	$f = 132kHz/66kHz$
交流输入电压范围 $u = 85 \sim 265V$ (宽范围输入) 或 $220 (1 \pm 15\%) V$ (固定输入)			
电源效率 $\eta = 80\%$ 左右			

表 1-2 微型单片开关电源的产品分类

第一代产品		第二代产品
TinySwitch 系列		TinySwitch-II 系列
TNY253~TNY 255	TNY256	TNY264~TNY268
1998 年	1999 年	2001 年 3 月
四端器件		
最大输出功率 $P_{OM} \leq 10W$	$P_{OM} \leq 19W$	$P_{OM} \leq 23W$
开关频率 $f = 44kHz$	$f = 130kHz$	$f = 132kHz$

荷兰飞利浦 (Philips) 公司于2000年研制成功TEA1510、TEA1520系列单片开关电源,它属于反激式开关电源,其中,TEA1524的最大输出功率为50W。该公司还开发出TEA1501、TEA1504、TEA1562、TEA1563、TEA1564、TEA1565、TEA1566、TEA1569等型号的单片开关电源,最大输出功率可达125W。

美国安森美 (Onsemi) 半导体公司在1998年~2001年期间,也相继开发出NCP1000、NCP1050系列单片开关电源。其最大输出功率为40W,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。此外,该公司最近还研制成功NCP1200型单片开关电源以及NCP1650型功率因数校正器专用集成电路。

二、单片开关电源的主要特点

单片开关电源集成电路具有高集成度、高性能价格比、最简外围电路、最佳性能指标等特点,能构成高效率无工频变压器的隔离式开关电源。目前,单片开关电源已形成了10大系列,100多种型号的产品。各系列产品的主要特点见表1-3。

表 1-3 单片开关电源的主要特点

产品系列或型号	主 要 特 点
TOPSwitch系列	三端单片开关电源的第一代产品。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/自动重新启动电路。能以最简单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±15%) 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
TOPSwitch-II 系列	三端单片开关电源的第二代产品。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

(续)

产品系列或型号	主 要 特 点
TOPSwitch—FX系列	单片开关电源第三代产品。具有多功能、使用灵活、效率高、适配微控制器(MCU)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	单片开关电源第四代产品。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),可降低开关损耗,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
TinySwitch系列	四端小功率、低成本单片开关电源,比TOPSwitch—II增加了使能端,利用该端可从外部关断功率MOSFET。它用开/关控制器来代替脉宽调制(PWM)器,可等效为频率调制(PFM)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	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、小尺寸的磁芯,减小高频变压器的体积。芯片内部增加了自动重启计数器、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
MC33370系列	它比TOPSwitch—II增加了欠电压锁定比较器、外部关断电路和可编程状态控制器,最大输出功率为150W。其性价比要优于TOPSwitch—II,外围电路更趋简单。利用可编程状态控制器及外部模式选择电路,能实现多种控制方式,包括手动控制、由微控制器(MCU)操作、数字电路控制、禁止操作等,实现工作状态与备用状态的互相切换。当交流电源为固定值或变化不超过 $\pm 20\%$ 时,允许去掉高频变压器的反馈绕组以及相关的高频滤波电路。这有助于进一步简化外围电路,降低开关电源的成本。为满足特殊应用的需要,还可给开关电源增加软启动功能
TEA1520系列	其交流输入电压范围极宽,可在80~276V电压下正常工作,最大输出功率为50W,适合制作通用的高效率开关电源。开关频率可以调整。芯片内部专门设计了谷值开关。具有退磁保护(防止高频变压器发生磁饱和现象)、过电压保护、过电流保护、短路保护及过热保护功能
TEA1566型	锯齿波振荡器有高频和低频两种工作模式,前者可提高电源效率,后者适合低功率输出,能降低开关损耗,使芯片功耗低于100mW。在转换频率模式时不影响对输出电压的调整。利用高效启动电流源来实现开关电源的快速启动
NCP1050系列	交流输入电压范围是85~265V,最大输出功率为40W,用户可以选择开关频率。利用芯片内部的动态自供电源来提供电源电压 U_{CC} 并对其进行调整,能省去反馈绕组,简化高频变压器的设计。采用独特的双沿口开、关触发模式来完成脉宽调制功能,可实现控制环路的快速响应。片内有故障逻辑与可编程定时器控制电路,专用来检查开关电源是否发生了光耦合器开路、输入欠电压、输出过电流或短路等故障
NCP1000系列	它属于工作在不连续模式下的集成开关调节器。主要由脉宽调制器、高压功率开关电路和保护电路组成,适合制作100W以下的低成本、低功耗开关电源。芯片内部增加了电源电压限幅器、光耦开路比较器和8分频器,当反馈电路中光耦合器发生开路故障时,能迅速关断输出,起到保护作用
NCP1650型	它属于特种开关电源,可对85~265V、50Hz或60Hz交流电源系统的功率因数进行自动校正,大大提高电能利用率。采用基于固定频率的平均电流式脉宽调制器,能精确地设定输入功率和输出电流的极限值,适合构成100W~1kW的功率因数校正器。能对负载电流及线路电压的瞬态变化作出快速响应。集成度高,内部有基准乘法器、功率乘法器、功率误差放大器、掉电比较器、过冲比较器、高精度的100kHz振荡器、直流及交流基准电压源、锯齿波补偿电路和平均电流补偿电路等,能对线路及负载进行快速补偿。具有完善的保护功能,包括电源欠电压保护、掉电保护、输出电压过冲保护、最大输入功率限制、线电流及瞬态电流限制、软启动电路。外围电路简单,成本低

三、单片开关电源的应用领域

单片开关电源一经问世便显示出强大的生命力,目前已成为国际上开发290W以下中、小功率开关电源、精密开关电源、特种开关电源及电源模块的优选集成电路。由它构成的开关电源,在成本上与同等功率的线性稳压电源相当,而电源效率显著提高,体积和重量可减小1/3~1/2,展示了良好的应用前景。单片开关电源的应用领域主要有:

(1) 通用开关电源

- ① 各种通用开关电源;
- ② 开关电源模块;
- ③ 精密开关电源模块;
- ④ 智能化开关电源模块。

(2) 专用开关电源

① 微机电源, USB 接口电源, 彩电、录像机 (VCR)、摄录像机 (CVCR) 等高档家用电器中的待机电源;

- ② 电子仪器仪表中的电源;
- ③ 调制解调器电源;
- ④ 辅助电源;
- ⑤ IC 卡付费电能表中的小型化开关电源模块;
- ⑥ 机顶盒 (Set-top Box) 电源;
- ⑦ 手机电池充电器;
- ⑧ AC/DC 电源适配器等。

(3) 特种开关电源

- ① 复合型开关电源;
- ② 恒压/恒流型开关电源;
- ③ 截流输出型开关电源;
- ④ 恒功率输出型开关电源;
- ⑤ 功率因数校正器 (PFC);
- ⑥ 其他类型的特种开关电源。

第二节 单片开关电源的产品分类

一、第一代单片开关电源的产品分类

第一代单片开关电源包括 TOP100、TOP200 两大系列。

1. TOP100 系列的产品分类

TOP100 系列是美国 PI 公司于 1994 年推出的, 共包括 5 种型号: TOP100Y~TOP104Y, 其产品分类见表 1-4。表中的 PFC 为“功率因数校正”(Power Factor Correction)的英文缩写。TOP100 系列均采用标准的三端 TO-220 封装。

表 1-4 TOP100 系列的产品分类及输出功率范围

(单位: W)

产品型号	用作单片开关电源 交流输入电压: 100/110 (1±20%) V	用作功率因数校正器 (PFC) 交流输入电压: 100/110V
TOP100Y	0~20	0~30
TOP101Y	15~35	25~50
TOP102Y	20~45	35~70
TOP103Y	25~55	45~90
TOP104Y	30~60	55~110

2.TOP200 系列的产品分类

TOP200 系列包括 TOP200Y~TOP204Y、TOP214Y 共 6 种型号, 以 TOP204Y 的输出功率为最大, 见表 1-5。

表 1-5 TOP200 系列的产品分类及输出功率范围

(单位: W)

产品型号	用作单片开关电源		用作功率因数校正器 交流输入: 230/277V
	固定交流输入: 220/230V	宽范围交流输入: 85~265V	
TOP200Y	0~25	0~12	0~25
TOP201Y	20~45	10~22	20~50
TOP202Y	30~60	15~30	30~75
TOP203Y	40~70	20~35	50~100
TOP204Y	60~100	30~50	75~150
TOP214Y	50~85	25~42	60~125

TOP200 系列与 TOP100 系列的重要区别有两点: 第一, 用作单片开关电源时的交流输入电压改为 220/230V (固定输入), 或者 85~265V (宽范围输入), 这更适合我国的电网情况; 第二, 将内部功率 MOSFET 的耐压值提高到 700V。二者的引脚排列及内部电路相同。

3.TOP209/210 系列的产品分类及性能特点

TOP209/210 系列是美国 PI 公司 1997 年研制成功的一种高效、低功率、脉宽调制式三端单片开关电源, 适合制作 8W 以下的小功率开关电源或者电气设备中的待机电源 (Stand-by Power)。TOP209/210 系列的产品分类及输出功率范围见表 1-6。

表 1-6 TOP209/210 产品分类及输出功率范围

(单位: W)

产品型号	封装形式	固定交流输入	宽范围交流输入
TOP209P	DIP-8	0~4	0~2
TOP209G	SMD-8		
TOP210P	DIP-8	0~8	0~5
TOP210G	SMD-8		

二、第二代单片开关电源的产品分类

TOPSwitch-II 可划分为三种类型: ①采用 TO-220 封装的 TOP221Y~227Y 型; ②采用 8 脚双列直插式 DIP-8 封装的 TOP221P~224P 型; ③采用 8 脚表面安装式 SMD-8 封装的 TOP221G~224G 型。产品分类情况见表 1-7。表中, P_{OM} 表示加合适散热器后所能获得的最大连续输出功率。对于 TO-220 封装, 需在小散热片上加装散热器, 使芯片在正常工作时的结温 $T_j < 100^\circ\text{C}$ 。这里讲的结温是指管芯的温度, 因芯片 (管芯) 是由半导体 PN 结构成的, 故简称结温, 用 T_j 表示, T_{jM} 则表示最高结温。对于 DIP-8 和 SMD-8 封装, 可借助印制电路板上公共地线区域的敷铜箔来代替散热片, 将源极直接焊在面积为 6.45cm^2 敷铜箔上, 此时热阻 $R_{\theta A} = 35^\circ\text{C/W}$ 。有时为减小开关电源模块的体积, 还可将凹形铝散热板直接粘贴在 DIP-8 (或 SMD-8) 封装的芯片上面, 或将散热板与源极固定在一起, 同样能起到散热作用。

表 1-7 TOPSwitch-II 的产品分类及最大连续输出功率 P_{OM} (单位: W)

TO-220 封装 (Y)			DIP-8 封装 (P) / SMD-8 封装 (G)		
产品 型号	固定交流输入: 110/115/230 (1±15%) V	宽范围交流输入: 85~265V	产品 型号	固定交流输入: 110/115/230 (1±15%) V	宽范围交流输入: 85~265V
TOP221Y	12	7	TOP221P/221G	9	6
TOP222Y	25	15	TOP222P/222G	15	10
TOP223Y	50	30	TOP223P/223G	25	15
TOP224Y	75	45	TOP224P/224G	30	20
TOP225Y	100	60			
TOP226Y	125	75			
TOP227Y	150	90			

三、第三代单片开关电源的产品分类

TOPSwitch-FX 系列是美国 PI 公司于 2000 年最新研制的具有高性价比的五端单片开关电源。TOPSwitch-FX 系列可划分成 3 种类型, 共 9 种型号, 其产品分类见表 1-8。尾缀 P、G、Y 分别表示 DIP-8、SMD-8 和 TO-220-7B 封装。

表 1-8 TOPSwitch-FX 系列的产品分类及最大连续输出功率 P_{OM} (单位: W)

产品型号	固定交流输入: 230V		宽范围交流输入: 85~265V	
	密封式电源模块	敞开式电源	密封式电源模块	敞开式电源
TOP232P TOP232G	9	15	6.5	10
TOP232Y	10	25	7	15
TOP233P TOP233G	13	25	9	15
TOP233Y	20	50	15	30
TOP234P TOP234G	16	30	11	20
TOP234Y	30	75	20	45

四、第四代单片开关电源的产品分类

TOPSwitch-GX 系列是美国 PI 公司继 TOPSwitch-FX 之后, 于 2000 年 11 月推出的第四代单片开关电源, 并作为主流产品加以推广。2002 年 1 月, 该公司又开发出 TOP250 型单片开关电源, 其输出功率可达 290W。按照外形和最大连续输出功率来划分, TOPSwitch-GX 系列有 5 种封装形式, 分别为 DIP-8B (后缀为 P)、SMD-8B (后缀为 G)、TO-263-7C (后缀为 R)、TO-220-7C (后缀为 Y)、TO-262-7C (后缀为 F), 总共 33 种型号, 见表 1-9。

五、第一、二代微型单片开关电源的产品分类

1. TinySwitch 系列第一代微型单片开关电源的产品分类

TinySwitch 系列是美国 PI 公司 1998 年~1999 年推出的一种高效、小功率、低成本的四端单片开关电源专用集成电路。TinySwitch 系列有 3 种封装形式, 共 9 种型号。产品分类见表 1-10。因它所构成的开关电源体积很小, 故译名有“微型开关”之意。

表 1-9 TOPSwitch-GX 的产品分类及最大连续输出功率 P_{OM} (单位: W)

产 品 型 号	固定交流输入: 110/115/230 ($1 \pm 15\%$) V		宽范围交流输入: 85~265V	
	密封式电源模块	敞开式电源	密封式电源模块	敞开式电源
TOP242P TOP242G	9	15	6.5	10
TOP242R	21	22	11	14
TOP242Y TOP242F	10	22	7	14
TOP243P TOP243G	13	25	9	15
TOP243R	29	45	17	23
TOP243Y TOP243F	20	45	15	30
TOP244P TOP244G	16	30	11	20
TOP244R	34	50	20	28
TOP244Y TOP244F	30	60	20	40
TOP245R	37	57	23	33
TOP245Y TOP245F	40	85	26	60
TOP246R	40	64	26	38
TOP246Y TOP246F	60	125	40	90
TOP247R	42	70	28	43
TOP247Y TOP247F	85	165	55	125
TOP248R	43	75	30	48
TOP248Y TOP248F	105	205	70	155
TOP249R	44	79	31	53
TOP249Y TOP249F	120	250	80	180
TOP250R	45	82	32	55
TOP250Y TOP250F	135	290	90	210

表 1-10 TinySwitch 的产品分类及最大输出功率 (单位: W)

产品型号	固定交流输入: 230/115V	宽范围交流输入: 85~265V	开关频率 f /kHz	封装形式
TNY253P	4	2	44	DIP-8
TNY253G	4	2	44	SMD-8
TNY254P	5	4	44	DIP-8
TNY254G	5	4	44	SMD-8
TNY255P	10	6.5	130	DIP-8
TNY255G	10	6.5	130	SMD-8
TNY256P	8~15	5~10	130	DIP-8
TNY256G	8~15	5~10	130	SMD-8
TNY256Y	8~19	5~11	130	TO-220

2. TinySwitch-II 系列第二代微型单片开关电源的产品分类

TinySwitch-II 系列是美国 PI 公司继 TinySwitch 之后, 于 2001 年 3 月新推出的第二代增强型隔离式微型单片开关电源集成电路。该系列产品包括 TNY264P/G、TNY266P/G、