

反激式开关电源技术实践丛书  
FANJISHI KAIGUAN DIANYUAN JISHU SHIJIAN CONGSHU

# 反激式开关电源 设计、制作、调试

陈永真 陈之勃 著



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

反激式开关电源技术实践丛书

# · 反激式开关电源 ·

## 设计、制作、调试

陈永真 陈之勃 著



机械工业出版社

本书针对开关电源设计的入门者、初学者而撰写,主要讲述了反激式开关电源原理、主要元器件的工作状态和选择依据及需要注意的问题、以 UC3842 芯片为控制电路的原始设计方案、应用 UC3842 芯片的反激式开关电源基础调试详解、反激式开关电源的完整调试技巧、应用 UC3842 芯片设计 12V/5A 反激式开关电源设计详解、TOP Switch 芯片工作原理与特性分析、应用 TOP Switch 芯片设计实例详解等。这些内容均为作者原创。

本书的读者主要为电类各专业以及与开关电源设计相关的电气、电子工程师、科研人员、高校学生和教师。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

反激式开关电源设计、制作、调试/陈永真,陈之勃著. —北京:机械工业出版社,2014.4

(反激式开关电源技术实践丛书)

ISBN 978-7-111-46508-9

I. ①反… II. ①陈…②陈… III. ①开关电源—设计②开关电源—制作③开关电源—调试方法 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 082768 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:吕 潇

版式设计:常天培 责任校对:陈 越

封面设计:路恩中 责任印制:李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.75 印张·271 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46508-9

定价:39.00 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑电话:(010)88379059

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

读者购书热线:(010)88379203

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

## 丛书序

本丛书是专门为电源初学者、入门者和提高者提供一整套关于反激式开关电源设计、制作、调试的内容，是作者 20 多年来经验、教训的总结。本丛书有《反激式开关电源设计、制作、调试》、《高效率反激式开关电源设计与制作》、《反激式开关电源变压器磁心选型与设计》、《反激式开关电源中的电容器》。各本书的主要内容如下：

《反激式开关电源设计、制作、调试》一书主要讲述了反激式变换器原理，如何获得隔离演化及隔离，反激式开关电源工作原理分析等最基础的入门知识，元器件工作状态即选择的实际工作中设计的基础，反激式开关电源设计、制作、调试等知识，可谓是完整的设计系列文件。

《高效率反激式开关电源设计与制作》一书主要讲述了如何提高反激式开关电源的效率，主要内容有无源无损耗箝位电路的分析；准谐振反激式开关电源原理的分析与设计、制作、调试详解；智能同步整流原理的分析与设计、制作、调试；变压器漏感的储能回收和利用，有源箝位在反激式开关电源中的应用，反激式开关电源中有源箝位与正激式开关电源有源箝位的不同与采用控制策略的不同，有源箝位的反激式开关电源的设计、制作、调试等。

《反激式开关电源变压器磁心选型与设计》主要解决的问题是根据设计指标如何科学地选择磁心和骨架，在不同温升下磁心的磁感应强度和绕组载流密度不同的条件下，根据温升、开关频率、最大占空比、选择合适的磁心和磁感应强度，根据设计厚度的需要合理地选择磁心。

《反激式开关电源中的电容器的特性及应用》一书主要讲述了反激式开关电源中主要涉及的 EMC 电容器、高压电解电容器、低压高频低阻电容器、其他电容器的特性分析、选择依据在应用中对出现问题的分析和解决方法。

中国电源学会编辑工作委员会

2014 年 4 月

# 前言

反激式开关电源是各种开关电源中结构最简单、价格最便宜的一种；反激式开关电源不会像桥式开关电源那样出现桥臂短路和磁通不平衡的问题；也不会像正激式开关电源那样需要输出滤波电感和续流二极管，它仅需要一个输出整流二极管。因此，对于初学者和入门者来说，首先学习反激式开关电源的设计、制作、调试将是最简单、最容易的。

反激式开关电源还可以应用像 UC3842 那样的峰值电流控制芯片来获得前馈补偿并加快瞬态响应速度。甚至还可以应用仅仅有三只引脚的单芯片和极少的外围元器件。实现极其简单的开关电源。如果考虑经济性，对于小功率电源，如手机充电器、各类便携产品电源适配器，甚至 LED 灯都不得不用反激式开关电源。

反激式开关电源还有一个最大的特点，就是输出电压尖峰相对其他电路拓扑最低，因此彩色电视机进入成熟期后几乎无一例外地选用反激式开关电源，消除了因采用降压型变换器而不得不采用与行频同步的 15.625kHz 的尴尬局面。

反激式开关电源的简单也带来了一些瑕疵，即效率相对较低，但这已经是 15 年前的情况了。时至今日，准谐振加同步整流器的反激式开关电源效率也可以超过 90%，如果将变压器漏感的能量回收，比如有源箝位，则效率还会提高，这时的反激式开关电源效率可以与绝大多数开关电源电路的效率相媲美。

反激式开关电源的有源箝位与正激式开关电源的有源箝位不同，前者回收变压器漏感释放的储能，后者则是将变压器磁化曲线扩展到 I、III 象限。因此，控制策略有根本的不同。两者相同之处就是箝位开关管的电压尖峰，以降低开关管的额定电压减小开关管的损耗，提高开关电源效率。

反激式电路拓扑构成单级隔离型 PFC（功率因数校正）电路，既实现了功率因数校正，又实现了隔离型开关电源的功能，这是其他电路拓扑的开关电源不能实现的。

反激式开关电源有这么多的优点，又这么好设计、制作、调试，是不是反激式开关电源技术就可以一夜之间掌握呢？如果真是这样的话，电源工程师都可以成为大师了，也就是说任何一款电源要想最好，必须要精雕细刻，清楚问题的所在和解决问题的方法。本丛书的目的就在于让读者从门外到入门、从初学者逐步提高，最终成为开关电源设计的高手。

本书共有 15 章内容：绪论（反激式变换器发展历程）；第 1 章 反激式变换器电路原理的分析；第 2 章 反激式变换器的隔离演化与原理；第 3 章 隔离型反激式变换器工作原理；第 4 章 交流输入回路的设计与选择；第 5 章 整流滤波元器件的设计与选择；第 6 章 开关管的选择；第 7 章 箝位电路的选择；第 8 章 开关电源输出回路元器件的选择；第 9 章 反激式开关电源变压器的设计简介；第 10 章 UC3842 系列芯片的应用与分析；第 11 章 初学者的第一步：学习 UC3842 的原始设计；第 12 章 反激式开关电源的基础测试；第 13 章 商品电源的分析与测试；第 14 章 应用 UC3842 控制的 12V/5A 反激式开关电源设计；第 15 章 应用 TOP Switch 系列芯片设计反激式开关电源。

作者真诚地希望得到读者和同行的批评指正，使得这本书在修订时去其糟粕、存其精华。

本书在构思和撰写过程中得到了中国电源学会以及很多同行、朋友、作者的学生的无私相助，如永铭电源、江海电容器、北京鹏源等公司、朋友毕建玉、阚玉红女士、张志伟先生、学生孙佳、张丽丽、王洪宝、王燕路等，谨此深致谢意！

作 者

2014年8月于辽宁工业大学

# 目 录

丛书序

前言

绪论	1
第1章 反激式变换器电路原理的分析	6
1.1 反极性变换器电路的获得	6
1.2 反极性电路运行原理与电磁能量转换原理	8
1.2.1 电路运行原理与电磁能量转换原理	8
1.2.2 波形分析	9
1.3 反激式变换器的定量分析	10
1.3.1 开关管与二极管承受的峰值电压和峰值电流	10
1.3.2 输出电压与电源电压的定量关系	10
1.3.3 输入旁路电容器的工作状态	11
1.3.4 输出电容器的工作状态	13
1.4 电感电流断续状态下的电源电压与输出电压的关系	13
第2章 反激式变换器的隔离演化与原理	15
2.1 反极性变换器的等效变换	15
2.2 反极性变换器向隔离型的演化	16
2.2.1 隔离分界点的选择	16
2.2.2 电感变为耦合电感	16
2.3 变压器的等效电路	18
2.4 变压器漏感的影响	18
第3章 隔离型反激式变换器工作原理	20
3.1 隔离型反激式变换器在电感电流断续状态下的工作原理分析	20
3.1.1 为什么要工作在电感电流断续状态	20
3.1.2 开关管导通期间的电路状态	22
3.1.3 开关管关断期间的电路状态	23
3.2 隔离型反激式变换器参数分析	25
3.2.1 直流母线“滤波”电容器承受的电流	26

3.2.2	开关管实际承受的电压峰值	26
3.2.3	开关管、变压器一次侧所承受的电流	26
3.2.4	变压器二次侧承受的有效值电流	27
3.2.5	输出整流器承受的峰值电压	27
3.2.6	输出整流器承受的电流	27
3.2.7	输出整流滤波电容器承受的电流	27
<b>第4章</b>	<b>交流输入回路的设计与选择</b>	<b>29</b>
4.1	保护器件的选择	29
4.1.1	熔丝的选择	29
4.1.2	压敏电阻的选择	29
4.1.3	浪涌电流抑制电路	29
4.2	电源滤波器的选择	30
4.2.1	电源滤波器原理	30
4.2.2	共模噪声的抑制原理	31
4.3	抑制电源电磁干扰用电容器	33
4.3.1	抑制电源电磁干扰用电容器的特殊性	33
4.3.2	抑制电源电磁干扰用电容器的特性	34
4.4	共模滤波电感的性能与要求	36
4.5	差模噪声的抑制	37
4.6	电源滤波器参数的工作状态分析与参数选择	37
<b>第5章</b>	<b>整流滤波元器件的设计与选择</b>	<b>39</b>
5.1	整流电路的选择	39
5.1.1	选择哪种整流电路	39
5.1.2	选择哪种滤波方式	40
5.1.3	电容输入式滤波的单相桥式整流电路工作特性	41
5.2	整流电路的工作状态与参数的选定	42
5.2.1	选择整流器的额定电流	42
5.2.2	按二极管的散热能力选择整流器的额定电流	43
5.2.3	整流器额定电压的确定	44
5.2.4	整流器件的确定	44
5.2.5	整流器件的散热设计	45
5.3	输入整流滤波电容器的选择	45
5.3.1	单相交流电供电条件下的输入整流滤波电容器承受的最高电压	45
5.3.2	单相交流电供电条件下的输入整流滤波电容器流过的有效值电流	46
5.3.3	来自反激式变换器的纹波电流	46
5.3.4	整流滤波电容器需要的最低电容量	46
5.3.5	整流滤波电容器的真实选择	47



<b>第 6 章 开关管的选择</b> .....	50
6.1 主开关的选择 .....	50
6.2 主开关管的额定电压的选择 .....	50
6.2.1 开关管的电压波形 .....	50
6.2.2 开关管各电压部分的分析 .....	51
6.2.3 尖峰电压的选择 .....	52
6.2.4 电压裕量 .....	52
6.2.5 MOSFET 的耐压对性能参数的影响 .....	54
6.2.6 MOSFET 的耐压对栅极电荷的影响 .....	54
6.3 开关管额定电流的选择 .....	54
6.3.1 壳温对额定电流的影响 .....	54
6.3.2 高结温对 MOSFET 导通电阻的影响 .....	55
6.3.3 开关管额定电流的选择 .....	55
6.4 开关管封装的选择 .....	55
<b>第 7 章 箝位电路的选择</b> .....	57
7.1 为什么要用箝位电路 .....	57
7.2 RCD 箝位电路 .....	57
7.3 箝位电路参数的选择 .....	58
7.3.1 箝位电容的选择 .....	58
7.3.2 箝位电路的放电电阻的选择 .....	58
7.3.3 箝位电路的阻断二极管的选择 .....	58
7.3.4 RCD 箝位电路付出的代价 .....	59
7.4 箝位二极管的箝位电路 .....	59
7.5 绕组式箝位电路 .....	59
<b>第 8 章 开关电源输出回路元器件的选择</b> .....	60
8.1 输出整流器的额定电压 .....	60
8.2 输出整流器的额定电流 .....	61
8.3 输出滤波电容器的工作状态分析 .....	61
8.4 输出整流滤波电容器的等效电路 .....	61
8.5 电容器在高频整流滤波的作用 .....	62
8.6 输出整流滤波电容器需要的电流承受能力 .....	62
8.7 需要多大的电容量 .....	65
8.8 正确选择滤波电容器 .....	66
8.8.1 电解电容器可以胜任一般的开关电源输出整流滤波 .....	66
8.8.2 聚合物电解电容器具有更好的性能 .....	67
8.8.3 钽电解电容器需要分清性能的分类 .....	68

8.8.4 各类电解电容器滤波效果的分析	70
8.9 陶瓷贴片电容器	73
8.9.1 陶瓷电容器的介质分类	73
8.9.2 I类陶瓷介质电容器的温度性质	74
8.9.3 II类陶瓷介质电容器的温度性质	75
8.9.4 陶瓷电容器的电容量与直流偏置电压的关系	75
8.9.5 陶瓷电容器的阻抗频率特性	76
8.9.6 陶瓷贴片电容器对频率特性的改善	77
8.9.7 大电容量叠片陶瓷电容器	78
8.9.8 陶瓷电容器的可耗散功率	80
8.10 应用高频低阻铝电解电容器需要注意的问题	81
8.10.1 电解电容器的选择	81
8.10.2 电容量的选择	81
8.10.3 最高工作温度与寿命的选择	82
8.10.4 早期失效问题的分析	82
8.10.5 不要奢望温度折算系数和频率折算系数来提高电解电容器的工作电流	83
<b>第9章 反激式开关电源变压器的设计简介</b>	<b>84</b>
9.1 磁性材料的选择	84
9.2 磁心外形的选择	85
9.3 磁心规格的选择	86
9.4 磁心骨架的选择	92
9.5 绕组引出端的设计	92
9.5.1 立式骨架的同名端	92
9.5.2 卧式骨架的同名端	93
9.5.3 绕组的绕制方向	93
9.6 绕组结构的设计	94
9.6.1 绝缘边距与漆包线的种类对变压器性能的影响	94
9.6.2 变压器的绕线方法对变压器性能的影响	95
9.7 变压器制作工艺简介	96
9.7.1 绕线方式	96
9.7.2 引线要领	98
9.7.3 包铜箔	98
9.7.4 包胶带	100
9.7.5 如何将绕组引出端焊接在引脚	101
9.8 电流断续型的变压器的设计	101
9.8.1 一次侧电流峰值 $I_p$	102
9.8.2 一次侧匝数	102
9.8.3 二次侧匝数	102

9.8.4	磁路气隙 .....	103
9.8.5	一次侧电流有效值 .....	103
9.8.6	二次侧电流有效值 .....	103
9.9	电流连续型的变压器设计 .....	103
<b>第 10 章</b>	<b>UC3842 系列芯片的应用与分析 .....</b>	<b>105</b>
10.1	UC3842 系列芯片的主要参数 .....	106
10.1.1	极限参数 .....	106
10.1.2	电源参数 .....	106
10.1.3	时钟参数 .....	107
10.1.4	输出参数 .....	108
10.1.5	误差放大器参数 .....	109
10.1.6	电流检测环节参数 .....	110
10.1.7	UC3842 系列芯片中其他型号的特殊参数 .....	110
10.2	UC3842 系列芯片的一般特性 .....	111
10.2.1	峰值电流型控制方式 .....	111
10.2.2	UC3842 的其他特点 .....	112
10.3	UC3842 的工作状态分析 .....	113
10.4	逐周电流控制原理 .....	113
10.5	定时电容器的电容量对输出脉冲占空比的影响 .....	115
10.6	UC3842 的其他性能 .....	115
10.6.1	同步的实现 .....	115
10.6.2	误差放大器 .....	116
<b>第 11 章</b>	<b>初学者的第一步：学习 UC3842 的原始设计 .....</b>	<b>117</b>
11.1	最原始的一次侧稳压型反激式开关电源设计 .....	117
11.2	电路 .....	117
11.2.1	电路及产生背景 .....	117
11.2.2	电路性能 .....	118
11.3	变压器数据的分析 .....	119
11.3.1	原始数据 .....	119
11.3.2	通过原始数据反推电路的动作状态 .....	119
11.4	电路中一些元器件的作用与取值依据的分析 .....	120
11.4.1	定时电容和定时电阻与开关频率的选定 .....	120
11.4.2	变压器一次侧电流检测电阻的选择 .....	120
11.4.3	开关管的选择 .....	120
11.4.4	输出整流器的选择 .....	121
11.4.5	输出整流滤波电容器的选择 .....	121
11.4.6	起动电阻 .....	121

11.4.7	输入整流器	121
11.4.8	输入整流滤波电容器	122
11.4.9	箝位电路与缓冲电路的选择	122
11.4.10	辅助绕组侧的放电电阻和电流检测电阻	123
11.4.11	小结	123
<b>第 12 章</b>	<b>反激式开关电源的基础测试</b>	<b>124</b>
12.1	UC3842 是初学者设计、调试反激式开关电源的最好入门级解决方案	124
12.2	示波器等测试设备的选择与调试	124
12.2.1	需要的测试设备	124
12.2.2	数字万用表的设置	125
12.2.3	示波器的设置	125
12.2.4	测试电源	126
12.3	测试芯片的启动电压和欠电压关闭电压	126
12.4	测试 UC3842 的振荡器是否起振	127
12.5	是否有驱动输出	128
12.6	变压器各绕组同名端是否正确	129
12.7	峰值电流控制是否有效	130
12.8	输出电压反馈是否有效	131
<b>第 13 章</b>	<b>商品电源的分析与测试</b>	<b>132</b>
13.1	电源概述	132
13.2	基本功能与元器件的选择分析	132
13.2.1	基本功能分析	132
13.2.2	主要元器件的选择分析	133
13.3	电路布线特点	133
13.4	测试	134
13.4.1	测试条件及测试仪器	134
13.4.2	最低启动电压	134
13.4.3	最低输入电压下效率	134
13.4.4	AC 220V 输入电压	135
13.4.5	最高输入电压	135
13.5	总结	135
<b>第 14 章</b>	<b>应用 UC3842 控制的 12V/5A 反激式开关电源设计</b>	<b>136</b>
14.1	12V5A 开关电源技术条件	136
14.1.1	输入特性	136
14.1.2	输出特性	136
14.1.3	环境条件	136

14.2	电路原理图的设计	137
14.2.1	主要电路环节	137
14.2.2	电路原理图	137
14.3	元器件的选择	139
14.3.1	交流输入部分	139
14.3.2	整流滤波部分	139
14.3.3	主回路部分 (不包括变压器设计)	139
14.3.4	控制回路部分	139
14.3.5	箝位电路设计	140
14.3.6	元器件清单	141
14.3.7	变压器设计	143
14.4	热设计与结构设计	145
14.5	电路板图的基本设计规则	146
<b>第 15 章</b>	<b>应用 TOP Switch 系列芯片设计反激式开关电源</b>	<b>149</b>
15.1	TOP Switch 系列芯片的基本原理	149
15.1.1	TOP Switch 的主要参数	151
15.1.2	开关管导通与关断的条件	152
15.1.3	上电启动	153
15.1.4	热关闭	154
15.1.5	最大占空比	154
15.2	PWM 环节	155
15.2.1	时钟对触发器 2 输出置位脉冲	155
15.2.2	维持触发器 2 的 R 端低电平的条件	155
15.2.3	并联式稳压器/误差放大器	156
15.2.4	PWM 比较器	156
15.2.5	开关管导通时的过电流检测	157
15.2.6	前沿消隐	158
15.3	TOP SwitchII 系列芯片的特点	158
15.3.1	优点	158
15.3.2	缺点	159
15.3.3	参数的不实	159
15.4	TOP Switch-GX 系列芯片的特点与应用	159
15.4.1	TOP Switch-GX 系列的软启动功能	160
15.4.2	外设电流限制功能	160
15.4.3	POWER Int 的数据表给出的输出功率	161
15.4.4	实际输出功率问题分析	161
15.4.5	频率抖动与电磁干扰的减小	162
15.4.6	半频与轻载跳周期	163

---

15.4.7 过电压与欠电压关闭	164
15.4.8 关于 TOP Switch 特点的总结	164
15.4.9 不要迷信 TOP Switch 的指标	164
15.4.10 关于 TOP Switch-GX 的另类话题, 正激式开关电源的可能性	164
15.5 极宽输入电压范围的开关稳压电源	165
15.5.1 问题的提出	165
15.5.2 解决方案 1	165
15.5.3 解决方案 2	168
15.5.4 更宽的输入电压范围的单管变换器设计	171
参考文献	174

# 绪 论

反激式开关电源的本质是一种电路简单、电磁干扰低的功率变换器，有着很多应用领域。那么，反激式变换器是怎么发展起来的呢？反激式变换器在哪些领域中得到应用，其原因是什么？

人类的生活进入了市场经济时代，几乎所有物品都具有商品性质，制造商要想卖出所生产的商品，同时还要获得利润，就要设法使所制造的商品在不是伪劣商品的前提下廉价化；从实际应用的角度满足购买者的需求，体积还要合理化。反激式变换器就是以简单、适用、廉价的特点在众多领域中得到应用。

## 1. 汽车的点火线圈就是应用了反激式变换器的工作原理

汽车问世了 100 多年，至今绝大部分汽车引擎的点火是用点火线圈产生高电压来实现的。

在汽油发动机的点火过程需要将气缸中的油气混合气点燃。最简单的点火方式就是使用电火花。电火花是用数千伏特高电压来产生，而产生高电压最简单的方法就是电感释放储能：

$$e = L \frac{di}{dt}$$

这个释放储能是在电感的原电流回路突然断开，以获得较大的  $di/dt$ 。在过去的汽车中，这个过程是采用白金开关触点的分合来实现，现在则采用固态电子开关实现。电感的储能是在开关闭合期间电池对点火线圈的电感提供电能来获得的。

这个过程就是现在的反激式变换器的原理。

## 2. 20 世纪 30 年代电视机的问世，不得不用反激式变换器获得上万伏特的高电压

20 世纪 30 年代，人们发明了阴极射线管，于是将这种用高速电子束轰击荧光屏时的荧光屏发光来制造雷达，在阴极射线管的屏幕上获得目标回波与雷达天线的相对位置；接着，运用了这种技术的电视机开始步入实用化。

高速电子束需要用高压电场来加速，这个高电压同样要用反激式变换器的原理。在显像管电视机中，我们会看到一个行逆程变压器（俗称高压包），在黑白电视机中要产生 12kV 的高压，在彩色电视机中则要产生 25 ~ 30kV 的高压。

高压产生的办法就是在行正程期间，开关管导通，直流电源向行逆程变压器提供电能，使得行逆程变压器的励磁电感储能增加，在行逆程期间开关管关断，行逆程变压器释放励磁电感储能，产生高压。

这种采用行逆程产生高电压的方式一直到液晶电视机替代显像管电视机才在电视机领域中结束。

对于小功率的高电压产生来说，利用电感/变压器释放磁储能来获得高电压的方式相对简单，也相对容易实现，价格低廉。

### 3. 非隔离 DC-DC 变换器的输出电压反极性需要反激式变换器

电子线路进入晶体管时代和集成电路时代，使得电子线路越来越丰富多彩，电子线路进入了人类生活的各个领域，在一些应用中会遇到正、负电源供电的要求，如集成运算放大器大多要求对称电源供电。对于交流电来说，实现正、负电源比较容易。但是供电电源是直流电就只能提供单一电源，为了解决这个问题，需要利用一个电子线路在原来的直流电源的基础上产生一个与供电电源极性相反的另一路电源，这就构成了正、负电源供电方式。其最简单的实现方法还是采用反激式变换器来实现，这种要求至少在 20 世纪的 70 年代就已经出现了。

### 4. 开关电源控制 IC 问世前，RCC 反激式开关电源是比较容易实现的

如果需要隔离的电源，在直流电源供电条件下需要采用 DC-DC 变换器，在开关电源控制 IC（集成电路）问世前，只能采用自激式 DC-DC 变换器；如果是交流电源供电，不愿意采用笨重的工频变压器的话也可以采用隔离型 DC-DC 变换器。

这时的 DC-DC 变换器主要有推挽电路拓扑的自激式的劳耶尔变换器，也有单管自激式反激变换器（俗称 RCC 变换器）。在功率晶体管昂贵的 20 世纪 70~80 年代，减少一只功率晶体管会显著降低电源的成本。这就使得单管的 RCC 变换器大行其道，甚至在开关电源控制 IC 和功率晶体管已经极其便宜的今天还有如手机充电器等小功率电源还在用 RCC 变换器。

到了 20 世纪 80 年代后，开关电源的控制 IC 进入实用化，但是当时的控制 IC 制作成本相对比较昂贵，考虑到电源成本，很多开关电源中还在应用自激式变换器的控制方式。

这种 RCC 反激式开关电源用得最多的是日本。在那个年代日本人做出的反激式开关电源对开关管和相关的晶体管参数要求极其严格，一旦开关管烧毁，采用当时国内能买到的开关管电路不工作，必须要买日本原装的那一组晶体管，价格很贵，维修的困难程度可想而知。

现在国产的开关电源研制水平大大提高，可以自己设计出适用的 RCC 反激式开关电源，再也不需要依赖日本的电路，无论从制造到维修都变得非常简单。

### 5. UC3842 的问世简化了反激式开关电源的设计与调试

最令电源工程师兴奋的是 UC3842 系列芯片的问世和廉价化。

UC3842 系列是一款适用于反激式开关电源的控制 IC 芯片，电路框图各功能明了，容易分析，这就使得初学者在第一次设计、制作测试用 UC3842 控制的反激式开关电源时可以一步一步地安全测试，可以不损坏一个元器件完成第一次调试。

UC3842 可以放置在变压器的一次侧，可以利用整流输出的直流母线电压直接启动，从而避免了过去的开关电源控制 IC 必须要有启动电路的问题。

UC3842 控制的反激式开关电源也是最安全的开关电源之一，这归功于 UC3842 的峰值电流型控制方式。

UC3842 还可以借助一次侧反馈作为一个辅助手段来消除输出侧检测的反馈环开路所导致的开关管过电压击穿。

如果对 UC3842 控制的反激式开关电源电路熟悉，在设计新款电路时仅需要确定变压器参数、反馈电路参数、定时电路、开关管的选择及整流器的选择就可以了。



## 6. 20 世纪的 80 年代、90 年代甚至 21 世纪前 5 年，彩色电视机要求的低电磁干扰的开关电源非反激式开关电源不可

电视机的电源是一个要求很严格的电源，主要是对电磁干扰的限制。因为电视机中有电视信号接收的电路部分，对电磁干扰极其敏感。而开关电源是一个比较强的电磁干扰源。如果将家用计算机电源的电路拓扑和控制方式移植到电视机的开关电源中，那么电视机的屏幕将由于开关电源的开关过程产生的电磁干扰产生有规则的雪花点，无法看到所要的视频图像。

退一步说，采用类似于 UC3842 的开关电源控制芯片去控制一个反激式开关电源，将这个反激式开关电源用于电视机中是否就可以呢？事实证明不行的，电磁干扰还是很大，不适用于电视机的应用。

基于上述原因，我国的彩色电视机一直到 20 世纪 90 年代中期还是用着日本早期的自激式反激开关电源的技术，以获得低的电磁干扰。但是这种技术的代价是效率比较低，待机损耗也很大。

## 7. 计算机显示器一般采用反激式开关电源

在计算机显示器中，大多采用反激式开关电源，而且基本上采用 UC3842 系列芯片作为控制 IC，因此电路可靠。正因为如此，UC3842 系列芯片的年销量过亿，价格也随之大幅度下降，甚至大批量时的单价可以不高于一元人民币。这就给 UC3842 系列芯片的普及带来了极大的推动力。

## 8. 电路最简单的单芯片反激式开关电源—TOP Switch 系列芯片与单片反激式开关电源

UC3842 系列芯片需要外接元件，在电路板上占据的面积不可忽视，如果希望开关电源的体积大幅度地减小会有很多困难。美国的 Power Integrations 公司抓住商机推出了单片开关电源芯片——TOP Switch 系列，最初的单片开关电源芯片仅仅需要 3 个引脚，很像集成稳压器。这种单片开关电源芯片内包括了开关电源控制芯片的控制部分、高压开关管、内置启动电路等。因此，在变压器的一次侧仅需要变压器、缓冲电路、辅助电源绕组和整流滤波部分。变压器的二次侧部分与一般的反激式开关电源相同。

由于将开关管和控制电路集成在一个封装中，所以占据的电路板面积大大减小，因此可以做出体积很小的开关电源。

随着对各种控制功能要求的不断提高，TOP Switch 系列 IC 的引脚不断地增加，外围电路元件也不断地增加，而且由于 TOP Switch 系列 IC 的效率比较低，这就使得 TOP Switch 系列 IC 的应用价值越来越低，一旦功率因数校正成为必须，TOP Switch 系列 IC 退出开关电源领域将成为不可否认的必然，其原因将在本书的相关章节详尽论述。

## 9. UC3842 系列的升级—NCP1200 系列

尽管 UC3842 系列是一款很优秀的控制 IC，但是 UC3842 本身大概有 0.3W 的损耗，启动电阻也要有接近 1W 的损耗，这对于 50W 以下的反激式开关电源来说会降低 3% 的效率！为了消除这一部分的损耗，各开关电源控制 IC 制造商推出了各种改进的控制 IC，例如 NCP1200 系列。

NCP1200 系列具有内置时钟，不再需要外置定时电阻、定时电容和对应的引脚；内置高压启动电路，免除了外置启动电阻；采用 COMS 技术，大大地减小了芯片的损耗；取消了基本上不用的内置电压误差放大器；还有低功率的跳周期功能和猝发模式，以减小轻载和空载的开关损耗，提高轻载时的效率。