

电能变换与应用丛书

DIANNENG BIANHUAN YU YINGYONG CONGSHU

单片开关电源

集成电路应用设计实例

王水平 王保保 贾静 编著

- 第1章 DPA-Switch系列单片开关电源IC
- 第2章 PKS-Switch系列单片开关电源IC
- 第3章 LNK-Switch系列单片开关电源IC
- 第4章 TNY-Switch系列单片开关电源IC
- 第5章 TOP-Switch系列单片开关电源IC

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电能变换与应用丛书

单片开关电源集成电路应用设计实例

王水平 王保保 贾 静 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

单片开关电源集成电路应用设计实例 / 王水平, 王保保, 贾静编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.4
(电能变换与应用丛书)
ISBN 978-7-115-17314-0

I. 单… II. ①王…②王…③贾… III. 单片电路—开关电源—集成电路 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190628 号

内 容 提 要

本书主要以 Powerint 公司的 DPA-Switch、PKS-Switch、LNK-Switch、TNY-Switch 和 TOP-Switch 五个系列的单片开关电源集成电路芯片为主, 在简要介绍它们的主要性能、技术参数、封装形式、内部原理方框图和应用范围的基础上, 既给出了典型应用电路, 又给出了各种应用电路的设计实例。在设计实例的讲述过程中, 又以工程技术人员感到困惑的磁性元件 (储能电感和变压器)、容性元件 (瓷片电容或电解电容) 和 PCB 等的设计为重点进行了详细的论述, 对电源产品开发人员和电源业余爱好者有很好的指导作用。

本书既可供电源技术研究和应用人员、仪器仪表和计算机测控技术人员及大专院校师生学习参考, 也可作为电源产品生产厂家开发和维修人员的参考资料。

电能变换与应用丛书

单片开关电源集成电路应用设计实例

-
- ◆ 编 著 王水平 王保保 贾 静
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>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20
字数: 490 千字 2008 年 4 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2008 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17314-0/TN

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

前 言

由于单片系列开关电源集成电路将 DC/DC 变换器的所有驱动、控制、保护、采样反馈电路, 以及 MOSFET 功率开关等均集成在芯片内部, 并且具有灵活多样的外形封装形式和商用级、工业级以及军品级的工作温度范围, 因此由其构成的开关稳压电源具有输入电源电压范围宽、转换效率高、所需外部元器件少、电路结构简单、组装调试方便、重量轻、体积小和成本低等特点。另外, 再加上合理的变压器设计与加工, 还可以构成隔离式、多路输出式、降压输出式、升压输出式、降压和升压混合输出式、降压和升压反极性混合输出式等多种类型的开关稳压电源。由单片系列开关电源集成电路构成的具有以上性能和特点的开关稳压电源应用领域非常广泛, 如家用电器、工业控制、实验室设备、汽车电子、医疗仪器、计算机测控等。除此之外, 由单片系列开关电源集成电路构成的各种类型的开关稳压电源再加上末级线性稳压器后, 还可应用于仪器仪表、微弱信号检测、高精度 A/D 转换、传感器等领域。为了使读者更好地了解单片系列开关电源集成电路的特点, 本书从应用的角度出发, 将 Powerint 公司的单片系列开关电源集成电路分为 DPA-Switch、PKS-Switch、LNK-Switch、TNY-Switch、TOP-Switch 五个系列进行介绍。

本书是作者在查阅了大量开关电源应用技术方面的论文、资料和书籍的基础上, 集多年从事电源技术应用方面的教学、科研、设计和开发经验而编写的。书中不但介绍了这些单片系列开关电源集成电路的主要性能、技术参数、引脚功能、外形封装和内部原理方框图等内容, 而且还给出了它们的典型应用电路及拓展的各种应用电路。本书所收编的这些单片系列开关电源集成电路及应用电路将会为从事电源设计、研发和生产的技术人员提供一套具有使用价值和参考价值的宝贵资料。

本书所介绍的单片系列开关电源集成电路及应用的内容主要由王水平、王保保和贾静三位同志完成, 王水平同志除了完成第 1、5 章的编写工作以外, 还在应用电路和拓扑技术的实验验证方面做了大量的工作。王保保同志完成第 2、4 章的编写工作。贾静同志除了完成第 3 章的编写工作以外, 还在外文资料的搜集和翻译方面做了很多工作。在这里首先要感谢对本书文稿进行审稿的中国电源学会理事、西安市电源学会理事长侯振义教授和中国电源学会理事、中国电源学会特种电源专业委员会主任史平均高级工程师, 以及提出宝贵意见和建议的其他老师和专家们, 还要感谢本书最后所列参考文献的作者朋友们。

由于作者的文字组织能力和专业技术水平有限, 因此书中的不足之处在所难免, 恳请读者朋友提出宝贵的意见。

编 者

目 录

第 1 章 DPA-Switch 系列单片开关电源 IC	1
1.1 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 简介	1
1.2 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 各部分功能介绍	5
1.3 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 的应用	14
1.4 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 应用中应考虑的问题	19
1.5 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 应用电路实例	24
1.6 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 应用设计指南	33
第 2 章 PKS-Switch 系列单片开关电源 IC	57
2.1 PKS603~PKS606 系列单片开关电源 IC 简介	57
2.2 PKS603~PKS606 系列单片开关电源 IC 各部分功能介绍	60
2.3 PKS603~PKS606 系列单片开关电源 IC 的应用	67
2.4 PKS603~PKS606 系列单片开关电源 IC 应用中应考虑的问题	70
2.5 功率变压器的设计步骤	75
2.6 外围电路及元器件的选择	85
2.7 PKS603~PKS606 系列单片开关电源 IC 应用电路实例	93
第 3 章 LNK-Switch 系列单片开关电源 IC	98
3.1 LNK302/304~LNK306 系列单片开关电源 IC	98
3.2 LNK353/LNK354 系列单片开关电源 IC	115
3.3 LNK362~LNK364 系列单片开关电源 IC	123
3.4 LNK500/LNK501 系列单片开关电源 IC	130
3.5 LNK520 单片开关电源 IC	141
3.6 LNK562~LNK564 系列单片开关电源 IC	150
第 4 章 TNY-Switch 系列单片开关电源 IC	160
4.1 TNY253~TNY255 系列单片开关电源 IC	160
4.2 TNY256 单片开关电源 IC	168
4.3 TNY263~TNY268 系列单片开关电源 IC	175
4.4 TNY274~TNY280 系列单片开关电源 IC	190
4.5 TNY375~TNY380 系列单片开关电源 IC	209
第 5 章 TOP-Switch 系列单片开关电源 IC	222
5.1 TOP100~TOP104 系列单片开关电源 IC	222

5.2	TOP200~TOP204/TOP214 系列单片开关电源 IC	232
5.3	TOP209~TOP210 系列单片开关电源 IC	236
5.4	TOP221~TOP227 系列单片开关电源 IC	241
5.5	TOP232~TOP234 系列单片开关电源 IC	251
5.6	TOP242~TOP250 系列单片开关电源 IC	273
5.7	TOP254~TOP258 系列单片开关电源 IC	296
参考文献		312
1.1	DP4421~DP4428 系列单片开关电源 IC	11
1.2	DP4423~DP4428 系列单片开关电源 IC 的应用	14
1.4	DP4423~DP4426 系列单片开关电源 IC 应用中应注意的问题	19
1.5	DP4423~DP4426 系列单片开关电源 IC 应用电路	24
1.6	DP4423~DP4426 系列单片开关电源 IC 应用设计指南	33
2.1	PK2603~PK2606 系列单片开关电源 IC	27
2.2	PK2603~PK2606 系列单片开关电源 IC 简介	27
2.3	PK2603~PK2606 系列单片开关电源 IC 各部分功能介绍	30
2.4	PK2603~PK2606 系列单片开关电源 IC 的应用	37
2.5	PK2603~PK2606 系列单片开关电源 IC 应用中应注意的问题	40
2.6	功率变压器的设计步骤	45
2.7	PK2603~PK2606 系列单片开关电源 IC 应用电路	52
3.1	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	98
3.2	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	98
3.3	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	112
3.4	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	121
3.5	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	130
3.6	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	141
3.7	LNK3003~LNK3004 系列单片开关电源 IC	150
4.1	TPY2523~TPY2525 系列单片开关电源 IC	160
4.2	TPY2523 单片开关电源 IC	168
4.3	TPY2523~TPY2525 系列单片开关电源 IC	172
4.4	TPY2523~TPY2525 系列单片开关电源 IC	180
4.5	TPY2523~TPY2525 系列单片开关电源 IC	203
5.1	TOP100~TOP104 系列单片开关电源 IC	222
5.2	TOP100~TOP104 系列单片开关电源 IC	222

第1章 DPA-Switch 系列单片开关电源 IC

1.1 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 简介

DPA423~DPA426 系列芯片使用了一种与 TOP 系列芯片完全相同的工艺, 将 MOSFET 功率开关、PWM 控制器、故障保护以及其他控制电路集成在一个 CMOS 芯片之内。该系列芯片具有 3 个高性能的用户可激活的引出端, 具有热关闭延迟功能。由于它所有的电参数(电流极限、频率和 PWM 增益等)均具有较严密的温度特性和绝对精度, 因此可使设计者简化设计, 使用户降低成本。

1. 主要性能

(1) 具有较高的集成度

该系列芯片可省去 20~50 个外部元器件, 使其构成的 DC/DC 变换器电路具有重量轻、体积小和成本低的优点。芯片内部集成了一个 220V 高频高压 MOSFET 功率开关和 PWM 控制器。芯片采用了低成本的 DIP 表面贴装(G 型封装)和双列直插式(P 型封装)塑封形式, 特别适用于 35W 以下的 DC/DC 变换器; 采用了散热效果好和便于安装散热片的 MO-169-7C (S-PAK 型封装)和 TO-263-7C (R 型封装)塑封形式, 特别适用于大功率的 DC/DC 变换器。

(2) 具有优越的性能和适应性

该系列芯片可省去所有的外部电流采样电路, 芯片内部集成了一个可用于输出过载/控制环路开路保护的自动复位电路, 具有 300/400kHz 开关工作频率外部选择端、16~75V 较宽的输入 DC 电源电压范围、外部限流极限程控功能、可满足 ETSI 标准的欠压(UV)检测引出线、可实现过压关闭功能的过压(OV)保护引出线、稳压值可以从零负载开始的周期性脉跳工作模式和可实现自动故障恢复功能的过热关闭延迟。芯片的源极直接接到自带的金属散热板上, 可将电磁辐射(EMI)减小到最小。为了实现同步整流功能, UV/OV 极限限制了栅极驱动电压。为了得到最小的电流应力和电压过冲, 芯片内部集成了完整的软启动功能, 可以构成正激式或反激式结构的 DC/DC 变换器电路。

(3) 具有非常高的功率转换效率

由该系列芯片构成的电源电路输出端无负载时具有非常低的内部损耗, 输出端轻载时可工作于较高转换效率的周期性脉跳工作模式。

(4) 应用领域

该系列芯片可应用于 PoE、VoIP 电话、WLAN、安全防卫摄像机和电信实验中心中的 XDSL、ISDN 以及 PABX 设备中, 可应用于具有 24V/48V 分布式电源总线的建筑结构中, 以及用于工业控制中。

2. 技术参数

(1) 重要参数的极限值

DPA423~DPA426 系列芯片的重要参数的极限值见表 1-1。表中所有的电压均是在相对于源极、 $T_a=25^\circ\text{C}$ 的条件下测量的，限流极限为内部限定。

表 1-1 DPA423~DPA426 系列芯片的重要参数的极限值

参数名称		极限值	单位	参数名称	极限值	单位
漏极电压 (D 端)		-0.3~220	V	采样端电压 (L)	-0.3~9	V
漏极 峰值 电流	DPA423	1.75	A	外部电流限制端电压 (X)	-0.3~9	V
	DPA424	3.5		频率设置端电压 (F)	-0.3~9	V
	DPA425	7		结点温度	-40~150	$^\circ\text{C}$
	DPA426	9.6		储存温度范围	-65~150	$^\circ\text{C}$
控制端电压 (C 端)		-0.3~9	V	焊接温度 (1/16 英寸焊盘, 焊接时间小于等于 5s)	260	$^\circ\text{C}$
控制端电流 (C 端)		100	mA	—	—	—

(2) 封装热阻

DPA423~DPA426 系列芯片的封装热阻见表 1-2。

表 1-2 DPA423~DPA426 系列芯片的封装热阻

封装种类	测试条件		热阻	单位
P/G 型封装	θ_{jc}	焊盘面积为 232mm^2 , 敷铜单位质量为 $610\text{g}/\text{m}^2$	70	$^\circ\text{C}/\text{W}$
		焊盘面积为 645mm^2 , 敷铜单位质量为 $610\text{g}/\text{m}^2$	60	
	θ_{jc}	在靠近第 7 端 (S) 的塑封表面测量	11	$^\circ\text{C}/\text{W}$
R 型封装	θ_{ja}	焊盘面积为 645mm^2 , 敷铜单位质量为 $610\text{g}/\text{m}^2$	40	$^\circ\text{C}/\text{W}$
		焊盘面积为 1935mm^2 , 敷铜单位质量为 $610\text{g}/\text{m}^2$	30	
	θ_{jc}	在自带散热板背面测量	2	$^\circ\text{C}/\text{W}$
S 型封装	θ_{ja}	焊盘面积为 645mm^2 , 敷铜单位质量为 $610\text{g}/\text{m}^2$	49	$^\circ\text{C}/\text{W}$
		焊盘面积为 1935mm^2 , 敷铜单位质量为 $610\text{g}/\text{m}^2$	39	
	θ_{jc}	在自带散热板背面测量	2	$^\circ\text{C}/\text{W}$

3. 引脚、外形封装和内部原理方框图

(1) 引脚

DPA423~DPA426 系列芯片的引脚功能简介见表 1-3。

表 1-3 DPA423~DPA426 系列芯片的引脚功能简介

符 号	编 号				引脚功能简介
	S-PAK (MO-169-7C)	R (TO-263-7C)	P (DIP-8)	G (SMD-8)	
C	1	1	1	1	误差放大器的输入端或反馈电流输入端。该端的输入电压信号能够对占空比进行控制。在正常工作期间，内部连接于该端的一个分流稳压器能够提供内部偏置电流。另外，该端还可以作为电源通道、自动重新启动和外部补偿电容的连接端
L	2	2	2	2	过压和欠压封锁输出的输入端，同时也是具有最大占空比减小、遥控开/关和同步整流功能的正激反馈线。当该端连接到 S 端时，该端所具有的一切功能均失效
X	3	3	3	3	外部电流限制端，也就是电流极限外部调节输入端，或遥控开/关输入端。当该端连接到 S 端时，该端所具有的一切功能均失效
S	4	4	5, 7, 8	5, 7, 8	芯片内部输出端 MOSFET 高压功率开关的源极引出端，同时也是功率变压器初级电路的公共接地点或基准参考点
F	5	5	4	4	开关工作频率选择端。当该端连接到 S 端时，开关工作频率就被选择为 400kHz；当该端连接到 C 端时，开关工作频率就被选择为 300kHz
D	7	7	6	6	芯片内部输出端 MOSFET 高压功率开关的漏极引出端。内部启动偏置电流通过一个开关高压电流源取自于该端。对于漏极电流的限流采样也是来自于该端的

(2) 外形封装

DPA423~DPA426 系列芯片的外形封装如图 1-1 所示。

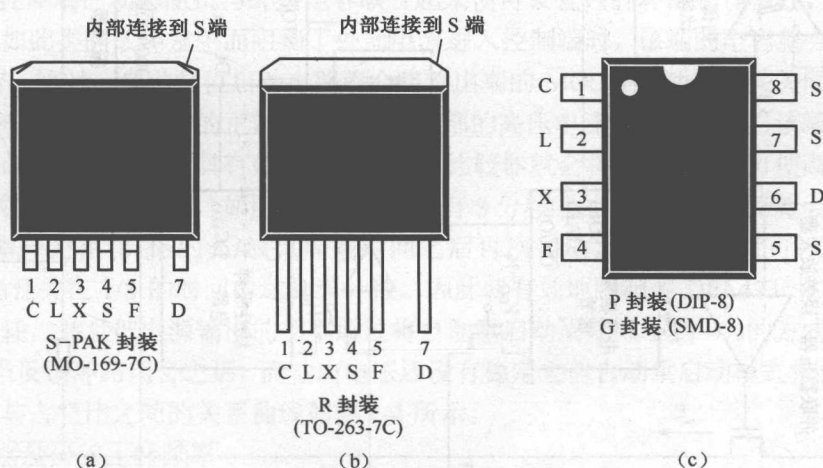


图 1-1 DPA423~DPA426 的外形封装

(3) 内部原理方框图

DPA423~DPA426 系列芯片的内部原理方框图如图 1-2 所示。

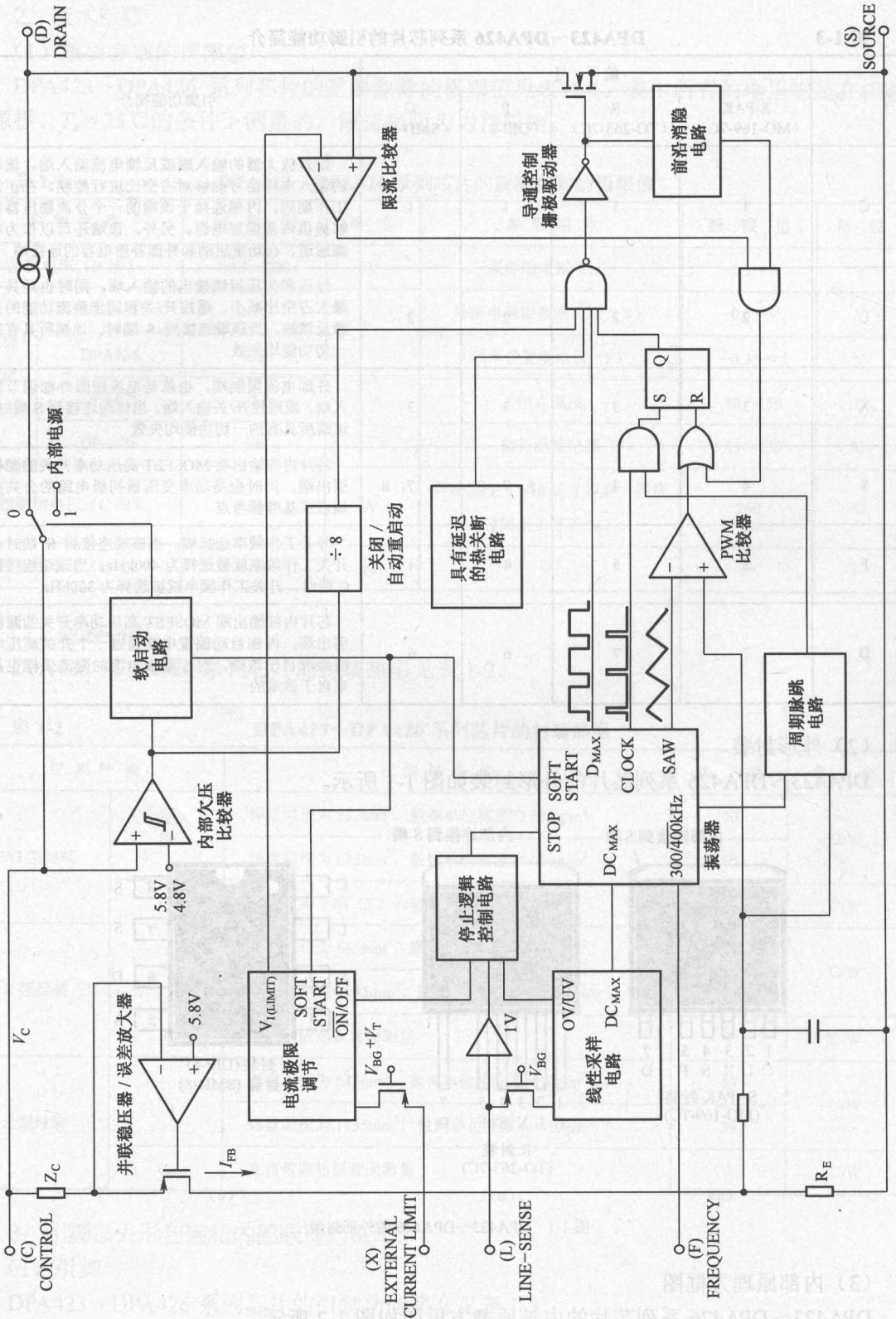


图 1-2 DPA423~DPA426 的内部原理方框图

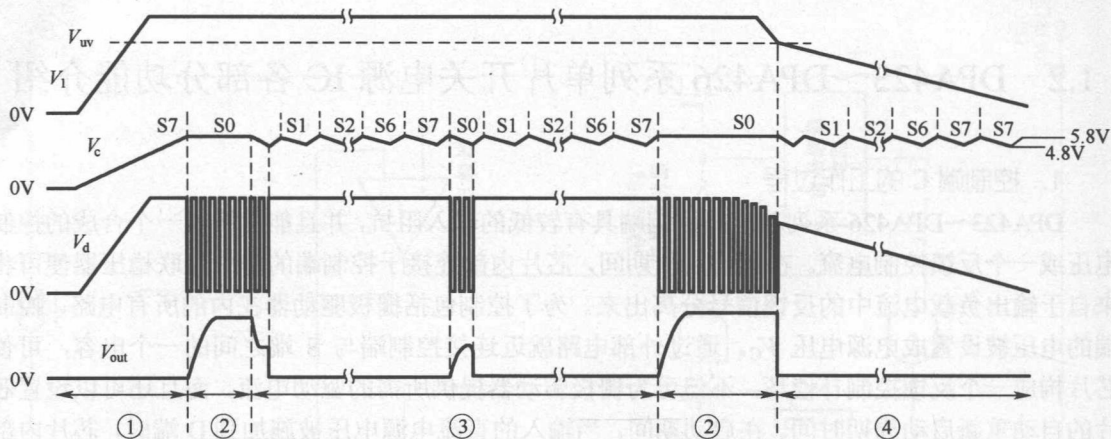
1.2 DPA423~DPA426 系列单片开关电源 IC 各部分功能介绍

1. 控制端 C 的工作过程

DPA423~DPA426 系列芯片的控制端具有较低的输入阻抗,并且能够接收一个合成的控制电压或一个反馈控制电流。在正常工作期间,芯片内部连接于控制端的一个并联稳压器便可来自于输出负载电流中的反馈信号分离出来。为了控制包括栅极驱动器在内的所有电路,控制端的电压被设置成电源电压 V_C 。通过外部电路就近连接控制端与 S 端之间的一个电容,可使芯片构成一个反馈控制补偿环,不但可为栅极驱动器提供所需的驱动电流,而且还可以设置芯片的自动重新启动周期时间。在启动期间,当输入的直流电源电压被施加到 D 端时,芯片内部的 MOSFET 功率开关就会关闭,控制端外接的电容就会通过集成在芯片内部的 D 端与控制端之间的一个高压电流源开始充电。当控制端的电压 V_C 被充到大约为 5.8V 时,控制电路就会被激活,软启动电路也开始工作。而软启动电路工作后,就会在大约 5ms 的时间内将芯片内部的高压电流源也会随之被关闭。如果无外部反馈电流或电源电流馈入到控制端,该端就会通过控制电路放电,从而使电源电流或 MOSFET 功率开关栅极驱动器的电流下降。如果电源设计较为合理时,也就是不存在像开环或输出过压等诸如此类的故障时,或者当控制端的电压被释放到 4.8V 的欠压封锁门限电压以下时,反馈环路就会闭合,外部便可为控制端提供电流。当外部电路为控制端所馈入的充电电流将该端的电压充电到内部稳压器所提供的 5.8V 时,补偿端所提供的电流就会通过电阻 R_E 分流给 S 端,如图 1-2 所示,流过电阻 R_E 的电流将会控制芯片内部 MOSFET 功率开关的占空比,从而提供闭环稳压作用。当使用初级反馈电路结构时,芯片内部的稳压器具有一个较低的输出阻抗,并且输出阻抗还可以通过改变内部误差放大器的增益来设置。控制端的动态阻抗与外接电容联合起来便可设置控制环的最佳极性。当像开环或输出过载等诸如此类的故障发生而阻挡了外部电流进入控制端时,该端的电容就会放电,将其电压放到 4.8V。这时,自动复位启动电路就会将输出端的 MOSFET 功率开关关闭,并且还可将控制电路的电流降低到较小的正常工作模式,内部的高压电流源就会导通,该端的外接电容也会再次充电。芯片内部一个具有延迟功能的欠压比较器就会将 V_C 保持在可使高压电流源导通的 4.8V 与关闭的 5.8V 之间,如图 1-3 所示。具有 8 分频器的重新启动电路就会使输出端的 MOSFET 功率开关在 8 倍的充/放电周期时间之后再次导通,这样一来就可以使输出端的 MOSFET 功率开关在 1/8 的时间内达到满计数。因此就有效地限制了 DPA423~DPA426 系列芯片的功率损耗,并且把电源输出的功率通过将自动重新启动周期减小到 4% 的方式,使其达到最大。另外,当反馈环路闭合之后,而输出电压还没有稳定之前自动重新启动模式将会连续运行。控制端的电流与占空比之间的关系曲线如图 1-4 所示。

2. 振荡器及开关工作频率

芯片内部的振荡器在两个电压之间为其内部的一个电容进行线性充/放电,从而为脉宽调制器产生一个三角波。振荡器在每一个周期开始时不但能够设置脉宽调制器的门限,而且还能够设置限流门限。由于芯片内部的振荡器的振荡频率高达 400kHz,因此不但能够使用最小体积的变压器,而且具有较快的功率环响应速度。当 DPA423~DPA426 系列芯片的控制端 C



① 上电波形；② 正常工作波形；③ 自动重新启动波形；④ 电源关闭波形

图 1-3 各重要引出端的工作波形

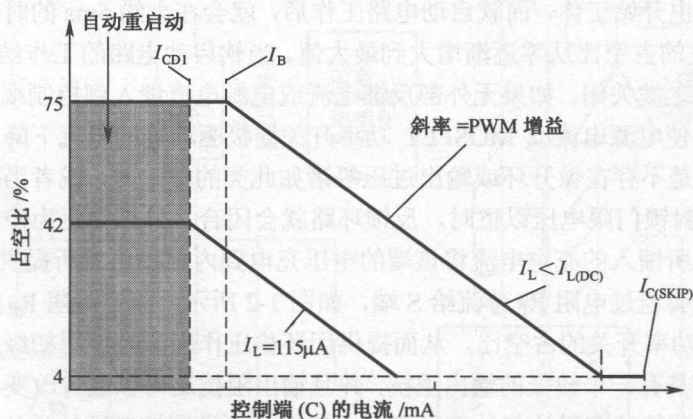


图 1-4 控制端的电流与占空比之间的关系曲线

一旦出现短路时，其开关工作频率选择端 F 就会将振荡频率降低到 300kHz，这样一来就可使某些应用更趋合理，如次级具有同步整流电路的这些应用。无论如何，只要该系列芯片的开关工作频率选择端 F 连接到其输出端，即 MOSFET 高压功率开关源极引出端 S 时，芯片内部的振荡器的工作频率就被设置为默认的 400kHz；当连接到控制端 C 时，其工作频率就被设置为 300kHz。在任何应用电路中，开关工作频率选择端均不能悬空使用，如图 1-5 所示。

3. 脉宽调制器和最大占空比

芯片内部的脉宽调制器可以以一个电压控制模式来驱动输出端的 MOSFET 功率开关，控制信号的占空比与馈入控制端 C 的电流大小成反比，而馈入控制端 C 的电流则为芯片内部电源电流的额外值，如图 1-4 所示。馈入控制端 C 的电流流过如图 1-2 所示电路中的电阻 R_E 时就会产生一个误差电压

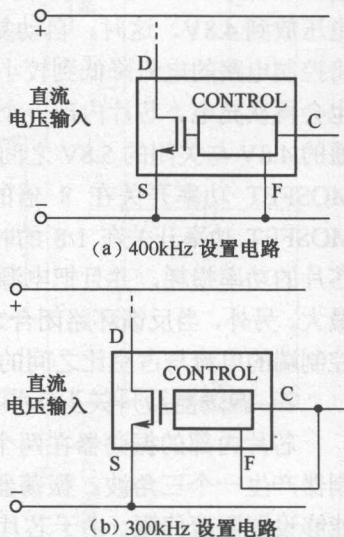


图 1-5 开关工作频率的设置电路

信号, 通过一个由 RC 组成的反馈网络反馈给 PWM 比较器。由于该 RC 反馈网络的谐振频率为 30kHz, 因此就会降低由 MOSFET 栅极驱动器在芯片内部电源电流上所产生的开关噪声影响。由 RC 反馈网络组成的滤波器输出的误差信号与芯片内部振荡器所产生的三角波合成以后便可产生一个占空比可调的 PWM 信号, 当输入到控制端 C 的电流增大时, PWM 信号的占空比就会减小。通过来自于振荡器的一个时钟信号就可以设置输出端 MOSFET 功率开关的导通门限值, 一旦脉宽调制器的门限被复位, 输出端 MOSFET 功率开关就会被关闭。值得注意的是, 在 PWM 信号的占空比被改变之前, 输入到控制端 C 的最小电流必须要满足该端的驱动要求。芯片的最大占空比 (DC_{MAX}) 被定义为 75% 的默认值, 无论如何, 当输入电网电压增加的情况下, 只要通过一个具有较小阻值的电阻将芯片的 L 端连接到输入 DC 电源电压的总线上, 就会将占空比由原来的 75% 最大值减小到 33% 的典型值, 如图 1-6 所示。

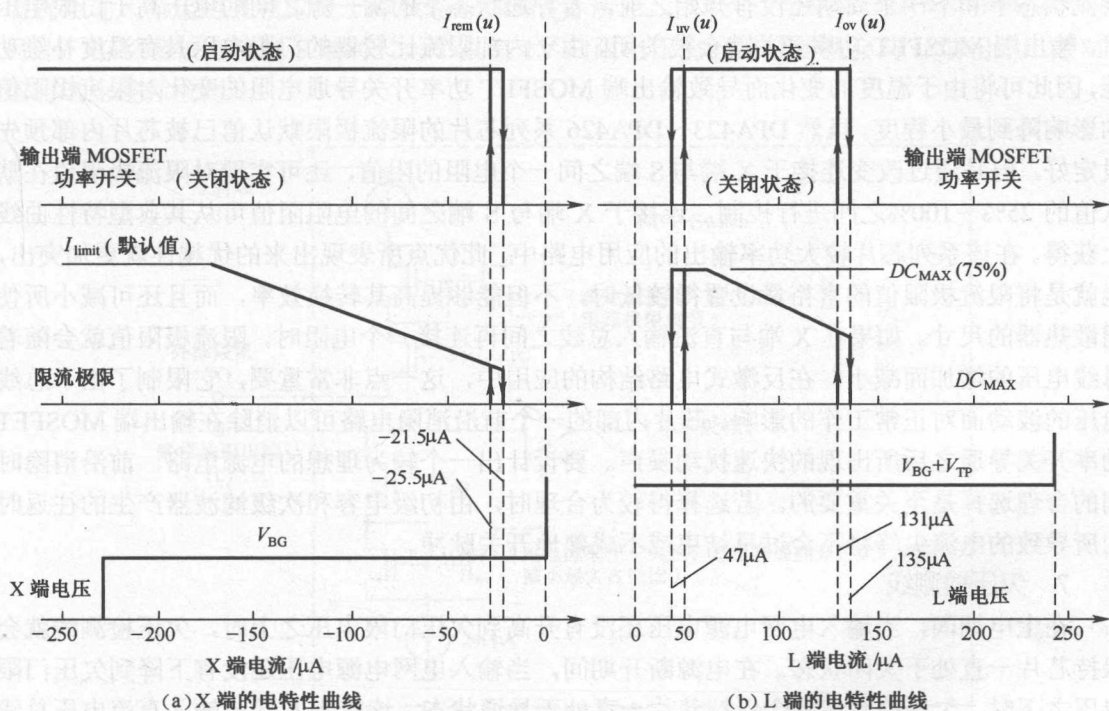


图 1-6 L 端和 X 端的电特性曲线

4. 最小占空比和周期脉跳模式

为了维持电源输出功率的稳定, 当由于输出端负载的变化而导致输出功率降低时, 芯片内部的脉宽调制器就会将占空比减小。占空比与馈入 C 端的电流成反比。当馈入 C 端的电流增加时, 占空比就会线性地朝着最小值的方向减小, 当达到占空比的最小值之后, 如果流入 C 端的电流还在继续地增加, 并且电流超过约 2mA 时, 芯片内部的脉宽调制器就会强制性地占空比由最小值变为零, 如图 1-4 所示。由于该芯片具有以上的特性, 因此当输出端负载上消耗的能量比最小占空比模式下所输出的能量还小时, 芯片便可工作在周期脉跳模式。且由正常工作模式转换到周期脉跳模式不需要任何控制, 当输出端负载由重变轻时, 由 DPA423~DPA426 系列芯片所构成的电源电路就会自动地将正常工作模式转换成周期脉跳模式。另外, 周期脉跳模式还可以通过在电源的输出端连接一个最小的负载来获得, 这样一来

在所有的时间内，占空比就会一直大于最小占空比。

5. 误差放大器

在使用初级侧反馈的电源应用电路中，芯片内部的分流稳压器也能够起到误差放大器的作用，其供电电压来自于芯片内部一个具有温度补偿功能的高精度基准电压源。误差放大器的增益可通过 C 端的动态阻抗的大小来设置，而 C 端的电压信号又被外电路钳位在 V_C 的值上。另外，馈入 C 端的电流信号是通过分流稳压器从超出电源电流的额外值中分离出来的，实际上也就是电阻 R_E 上所产生的电压误差信号。

6. 具有外部程控功能的片内限流极限

周期性漏极峰值电流限制电路作为一个采样电阻被用作为输出端 MOSFET 功率开关的导通电阻，一个内部限流比较器将导通状态下的漏—源之间的电压与门限电压进行比较。在限流状态下和下一个周期还没有开始之前，若导通状态下的漏—源之间的电压高于门限电压时，输出端 MOSFET 功率开关就会被关闭。由于内部限流比较器的门限电压具有温度补偿功能，因此可将由于温度的变化而导致输出端 MOSFET 功率开关导通电阻的变化对限流极限值的影响降到最小程度。虽然 DPA423~DPA426 系列芯片的限流极限默认值已被芯片内部预先设定好，但是通过改变连接于 X 端与 S 端之间一个电阻的阻值，还可实现对限流极限值在默认值的 25%~100% 之间进行控制，连接于 X 端与 S 端之间的电阻阻值可从其典型特性曲线上获得。在该系列芯片较大功率输出的应用电路中，此优点所表现出来的优越性就更加突出，也就是将限流极限值的富裕量设置得较低时，不但能够提高其转换效率，而且还可减小所使用散热器的尺寸。如果在 X 端与直流输入总线之间再连接一个电阻时，限流极限值就会随着总线电压的增加而减小。在反激式电路结构的应用中，这一点非常重要，它限制了由于总线电压的波动而对正常工作的影响。芯片内部的一个前沿消隐电路可以消除在输出端 MOSFET 功率开关导通之后所出现的快速扰动噪声。要设计出一个较为理想的电源电路，前沿消隐时间的合理选择是至关重要的。若选择得较为合理时，由初级电容和次级滤波器产生的往返时间所导致的电流尖峰将不会过早结束或不成熟地开关脉冲。

7. 欠压检测线

在上电期间，当输入电网电源电压还没有升高到欠压门限电压之上时，欠压检测线就会保持芯片一直处于关闭状态。在电源断开期间，当输入电网电源电压还没有下降到欠压门限电压之下时，欠压检测线就会保持芯片一直处于导通状态，连接于 L 端与输入直流电压总线之间的一个电阻便可将欠压检测线电压设置在欠压门限电压之上或欠压门限电压之下。为了避免由于噪声所产生的误触发，欠压门限电压具有一定的延迟是非常重要的，也就是必须把低门限电压设置为高门限电压的 94%。在正常工作期间，如果达到了低欠压门限电压值，并且还没有功率损耗时，那么芯片就会延迟 10 μ s 后才能被关闭，也就是在达到高欠压门限值之前一直处于关闭状态。当达到高欠压门限值时，一个软启动时间就会开始，也就是控制端 C 的电压上升到 5.8V 的时间。在达到低欠压门限电压之前，如果具有功率损耗时，芯片将进入自动重新启动模式。在每一个自动重新启动周期结束时，欠压比较器都处于有效状态。在下一个周期期间内，如果没有超过高欠压门限电压值时，输出端的 MOSFET 功率开关都将处于失效状态，如图 1-3 所示。另外，该芯片的欠压封锁功能的有效与否，主要取决于过压保护功能。

采用与设置欠压门限电压阻值相同的一个电阻便可以设置过压门限电压，一旦超过这个门限值，芯片就会在一个开关周期时间之内将输出关闭。在实际应用中，一般把过压与欠压

门限电压的比值设置为 2.7。当输出端的 MOSFET 功率开关处于关闭时，由于输入电压的浪涌能力、缺少基准电压和漏极漏电流尖峰的存在，就会导致输入电压产生一个上冲。由于欠压门限电压具有一个小量的延迟，因此便可防止噪声产生误触发。另外，芯片的过压封锁功能的有效与否，主要取决于欠压保护功能，如图 1-7 所示。

当一个电流馈入到采样线引出端 L 时，该电流就会作为一个大约为 2.6V 的电压源使该端的电流增大到 $240\mu\text{A}$ 的最大值。当电流达到 $240\mu\text{A}$ 的最大值时，L 端就会进入恒定的吸收电流工作状态，如图 1-8 所示。

另外，当 L 端被连接到 S 端时，一个具有 1V 门限电压值的比较器就会与 L 端相连，并对该端的电压进行检测。

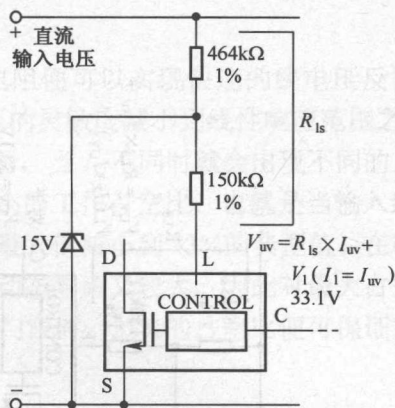


图 1-7 过压失效，仅具有欠压封锁功能的电路

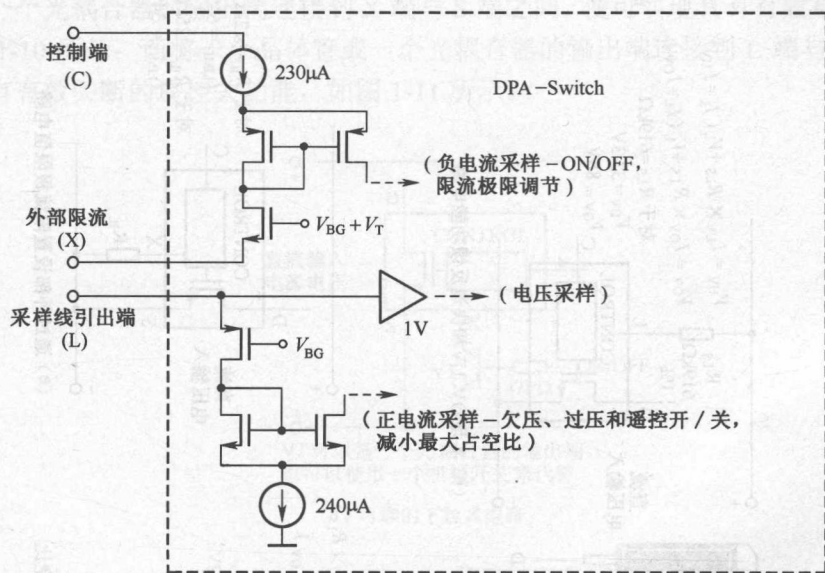
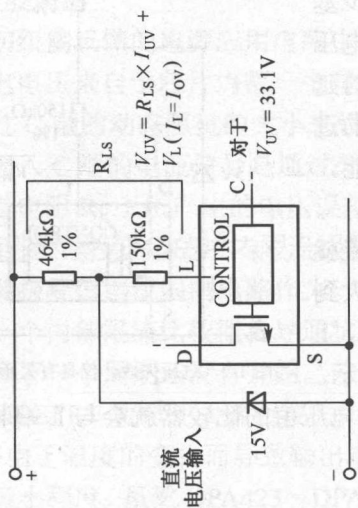
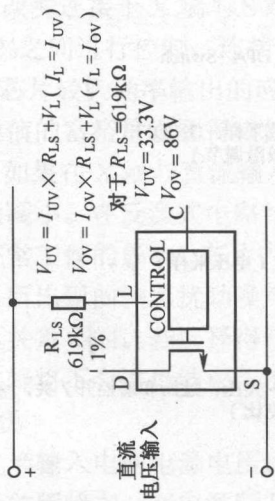


图 1-8 采样线引出端 L 与外部限流引出端 X 输入内部电路结构

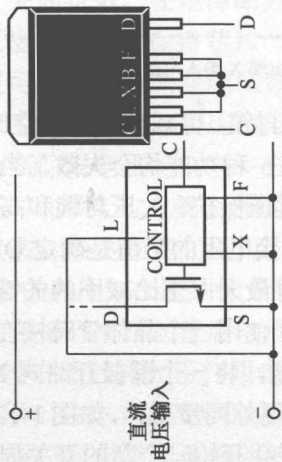
采样线引出端 L 具有 5 种功能：过压保护、欠压封锁、可减小最大占空比的快速反馈输入、遥控开/关和外同步。若将该端与 S 端短路以后，这 5 种功能均会失效。当使用一个电阻把 L 端与输入电压总线正端连接在一起时，就可以实现过压保护、欠压封锁和高于输入电压的可减小最大占空比的快速反馈功能。在这种模式下，所外接电阻的阻值是确定 OV/UV 门限的关键，也是确定当输入直流高压刚好高于 UV 门限电压值时最大占空比减小的关键。为了实现遥控开/关和外同步功能，L 端就必须作为一个输入端使用。使用一个晶体管跨接在 L 端与 C 端之间，便可实现路径 OV/UV 门限电压值时的遥控开/关功能。将一个漏极开路 MOSFET 开关管连接到 L 端与 S 端之间以产生外同步脉冲，从而便可实现外同步工作，如图 1-12 所示。在 MOSFET 开关管的每一个导通时间之内，L 端电压的下降沿就会开始一个新的开关周期。最低外同步频率由芯片保证为 128kHz，使用 L 端实现这些功能的电路连接方法如图 1-9 所示。



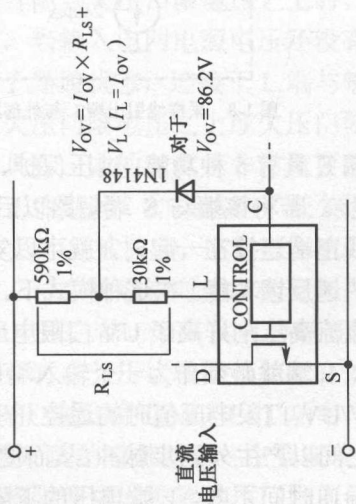
(c) 实现 UV 功能 (OV 失效) 电路



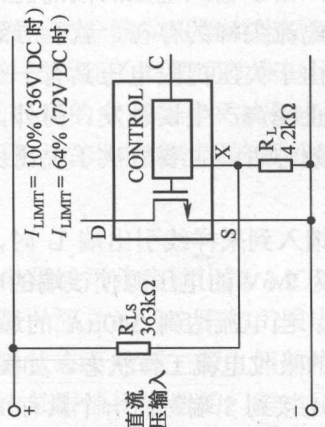
(b) 实现 OV、UV 和快速反灌功能电路



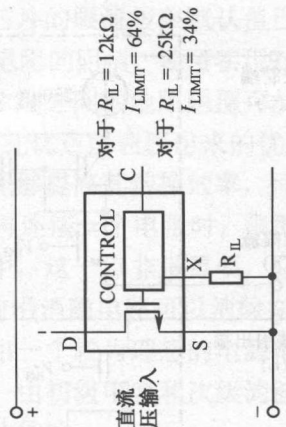
(a) 三端式工作电路



(d) 实现 OV 和低输入电压时, 最大占空比被减小功能 (UV 失效) 电路



(f) 通过输入电压减小限流极限值电路



(e) 通过外部设置限流极限值电路

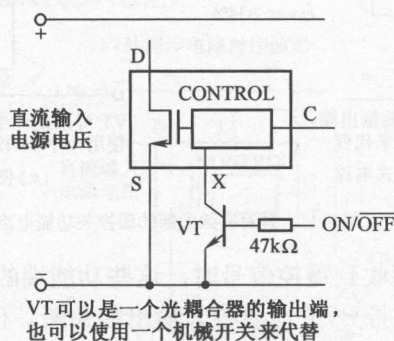
图 1-9 使用采样线引出端实现各种功能的电路连接图

8. 具有可减小最大直流电压的正激反馈线

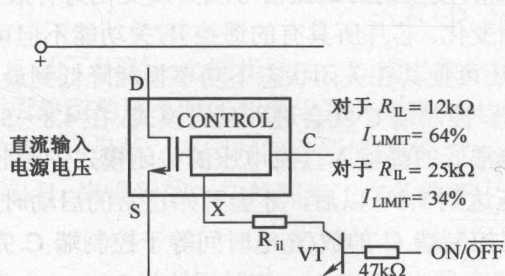
采用与设置欠压和过压门限电压阻值相同的一个电阻便可以实现快速的线电压反馈功能,从而将输出电压中的纹波噪声降到最小,将输出电压的灵敏度减小到线性响应范围之内。这种快速反馈工作过程可以通过图 1-4 所示的曲线来说明,当 I_L 不同时就会出现不同的反馈工作过程。值得注意的是较高的输入线电压就会导致较小的工作占空比,也就是当输入线电压稍高于欠压封锁门限值时,占空比就会由原来的 75% 最大值减小到 33% 的典型值。在构成正激式变换器应用电路时,由于输入线电压较高而负载动态响应又较大,因此对最大占空比进行限制有助于防止功率变压器的磁饱和。当超过过压门限时,33% 的占空比便可保证对正常工作模式下的输出功率进行限制。

9. 遥控开/关

遥控开/关可在长达一个周期的时间之内将 DPA423~DPA426 系列芯片打开/关闭,与周期性关闭/打开正好相反。通过控制流入 L 端或流出 X 端的电流,就可以实现该系列芯片的开/关,如图 1-6 所示,这样就为实现该系列芯片的遥控开/关提供了几种不同的方法。将一个晶体管或一个光耦合器的输出端连接到 X 端与 S 端之间,便可实现具有有效导通的遥控开功能,如图 1-10 所示;而将一个晶体管或一个光耦合器的输出端连接到 L 端与 C 端之间,便可实现具有有效关断的遥控关功能,如图 1-11 所示。

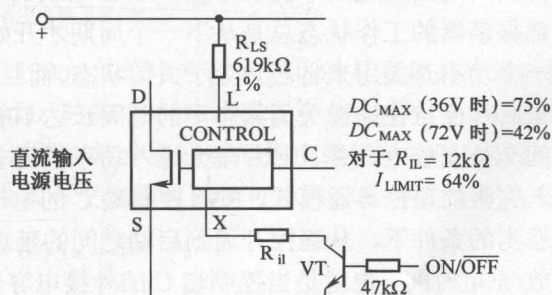


(a) 可靠的下拉式电路



VT 可以是一个光耦合器的输出端,也可以使用一个 MOSFET/机械开关来代替

(b) 设置限流极限式电路



VT 可以是一个光耦合器的输出端,也可以使用一个机械开关来代替

(c) 限制 L 端与 X 端之间电流式电路

图 1-10 具有有效导通的遥控开功能电路