

电子工程专辑



2004年11月29日

[首页](#)
[设计专栏](#)
[测试专栏](#)
[生产专栏](#)
[电子工程人物](#)
[论坛](#)

快速搜索

查

高级搜索



会员天地

更新个人资料
确认我的账号
取消订阅
退出

服务

人才中心 **NEW**
电子工程辞典
市场研究报告
环球资源
研讨暨展览会
全球商展信息
网址推荐



网站导航
帮助
意见反馈

eMedia Asia

关于我们
联系我们

环球资源

电子零件
电脑产品
商展中心
采购交易会
环球资源企业网
世界经理人
人才资源

CMP

EE Times Network
ESM Online

技术文库


[打印版](#)

[推荐给同仁](#)

[发送查询](#)

反激式变换器中RCD箝位电路的设计

上网时间 : 2004年09月03日

在反激式变换器中, 箝位电路采用RCD形式具有结构简单, 成本低廉等优点, 本文详细论述了该种电路的设计方法。

Abstract: The application of RCD circuit in converter can realize low cost and low parts cout. How to design that circuit is introduced.

Keyword: RCD clamp, Flyback converter

一、引言

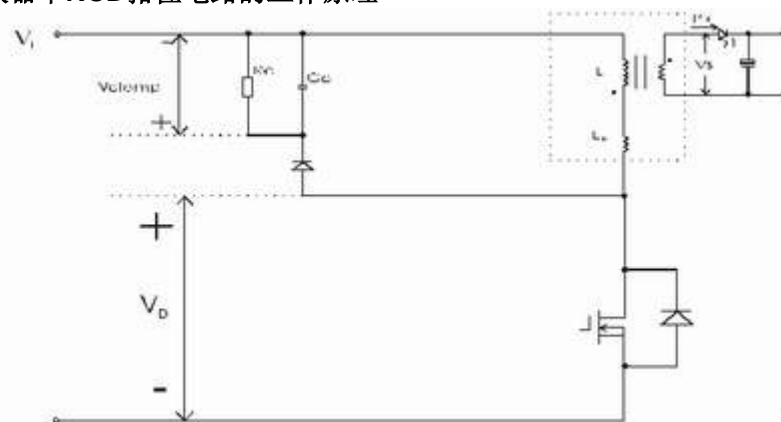
反激式变换器具有低成本, 体积小, 易于实现多路输出等优点, 因此被广泛应用于中小功率($\leq 100\text{w}$)的电源中。

但是, 由于变压器漏感的存在及其它分布参数的影响, 反激式变换器在开关管关断瞬间会产生很大的尖峰电压, 这个尖峰电压严重威胁着开关管的正常工作, 必须采取措施对其进行抑制, 目前, 有很多种方法可以实现这个目的, 其中的RCD箝位法以其结构简单, 成本低廉的特点而得以广泛应用, 但是, 由于RCD箝位电路的箝位电压会随着负载的变化而变化, 如果参数设计不合理, 该电路或者会降低系统的效率, 或者会达不到箝位要求而使开关管损坏, 本文介绍了反激式变换器中的RCD箝位电路的基本原理, 给出了一套较为实用的设计方法。

二、反激式变换器中RCD箝位电路的工作原理

图为RCD箝位电路在反激式变换器中的应用。

图中: V_{clamp} : 箝位电容两端的电压
 V_{in} : 输入电压
 V_{D} : 开关管漏极电压
 L_{p} : 初级绕组的电感量
 L_{lk} : 初级绕组的漏感量



该图中RCD箝位电路的工作原理是: 当开关管导通时, 能量存储在 L_{p} 和 L_{lk} 中, 当



开关管关闭时, L_p 中的能量将转移到副边输出,但漏感 L_{lk} 中的能量将不会传递到副边。如果没有RCD箝位电路, L_{lk} 中的能量将会在开关管关断瞬间转移到开关管的漏极间电容和电路中的其它杂散电容中,此时开关管的漏极将会承受较高的开关应力。若加上RCD箝位电路, L_{lk} 中的大部分能量将在开关管关断瞬间转移到箝位电路的箝位电容上,然后这部分能量被箝位电阻 R_c 消耗。这样就大大减少了开关管的电压应力。

三、 RCD 箝位电路的设计

在RCD箝位电路中电阻 R_c 和电容 C_c 的取值都比较大,因此,箝位电容 C_c 上的电压在每个开关周期不会有较大的变化,这样,我们可以用一个恒定值 V_{clamp} 来表示箝位电容两端的电源。在此基础上我们可以按以下几个步骤来设计RCD箝位电路。

步骤一：确定箝位电压 V_{clamp}

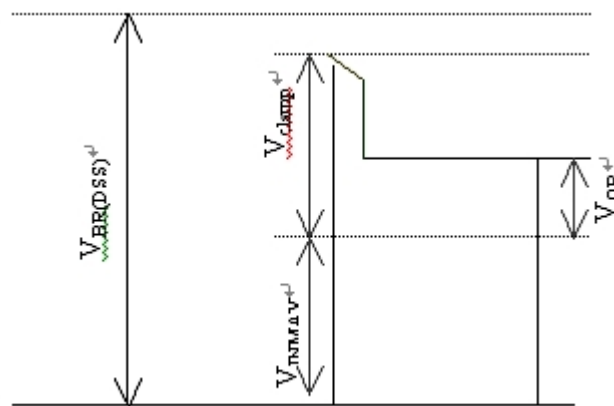
图2表示的是采用RCD箝位的反激变换器的开关管的漏极电压。

图中: V_{OR} : 次级到初级的折射电压

V_{clamp} : 箝位电容 C_c 两端的箝位电压

$V_{BR(DSS)}$: 开关管的漏源极击穿电压

V_{INMAX} : 最大输入直流电压



由图可见,箝位电压 V_{clamp} 与开关管的 $V_{BR(DSS)}$ 及输入最高电压有关,如果考虑0.9的降额使用系数,可用下式来确定 V_{clamp} 的大小

$$V_{CLAMP} = 0.9V_{(BR)DSS} - V_{INMAX} \dots\dots\dots(1)$$

步骤二：确定初级绕组的漏感量 L_{lk}

初级绕组的漏感量可以通过测试来获得,常用方法是,短路各个次级绕组测试此时的初级绕组的感量,这个值就是初级绕组的漏感量。需要注意的是,测试频率应采用变换器的工作频率。

当然,批量生产时不可能采取逐个测试的方法,这时,可确定一个百分比来估计整个批次的漏感值,这个百分比通常是在1%--5%。

步骤三：确定箝位电阻 R_c

前文提到,箝位电容 C_c 两端的电压可用恒定值 V_{clamp} 表示,因此箝位电阻消耗的功率为:

$$P_{R-clamp} = \frac{V_{clamp}^2}{R_c} \dots\dots\dots(2)$$

式中: $P_{R-clamp}$: 箝位电阻消耗的功率

另一方面从能量守恒原则考虑, 存在以下关系:

$$W_{R-clamp} \doteq W_1 + W_1 \frac{V_{OR}}{V_{clamp} - V_{OR}} \dots\dots\dots (3)$$

式中: $W_{R-clamp}$: 箝位电阻消耗的能量

W_1 : 初级绕组漏感中存储的能量

V_{OR} : 次级到初级的折射电压。

V_{clamp} : 箝位电压

将能量转换为平均功率则(3)式可变为:

$$P_{R-clamp} = \frac{1}{2} f_s L_{lk} (I_{ds-peak})^2 \cdot \left[1 + \frac{V_{RO}}{V_{clamp} - V_{RO}} \right] \dots\dots\dots (4)$$

式中: f_s : 变换器的工作频率

L_{lk} : 初级绕组的漏感量

$I_{ds-peak}$: 开关管的最大峰值电流(即低压满载时的峰值电流)

这样由(2)、(4)式就可得到箝位电阻的计算公式:

$$R_c = \frac{2(V_{clamp} - V_{OR}) \cdot V_{clamp}}{I_{lk} \cdot (I_{ds-peak})^2 \cdot f_s} \dots\dots\dots (5)$$

步骤四: 确定箝位电容 C_c

箝位电容 C_c 的值应取得足够大以保证其在吸收漏感能量时自身的脉动电压足够小, 通常取这个脉动电压为箝位电压的5%--10%, 这样, 我们就可通过下式来确定 C_c 的最小值。

$$C_c > \frac{V_{clamp}}{\Delta V_{clamp} R_c \cdot f_s} \dots\dots\dots (6)$$

式中: C_c : 箝位电容

V_{clamp} : 箝位电压

ΔV_{clamp} : 箝位电容上的脉动电压

R_c : 箝位电阻

f_s : 变换器的工作频率

步骤五: 实验验证

上述计算结果, 应该在实验中得以验证, 此时应该观察各种输入电压及负载情况下的箝位电压波形, 同时还要考虑元器件的选型是否合理, 比如, 箝位电阻的功

率选择应考虑1/3降额使用, 箝位电容应选择具有低的串联等效电阻和低的等效电感的电容, 箝位二极管应选择反向击穿电压高于开关管的漏源击穿电压且反向恢复时间尽可能短的超快恢复二极管。另外, 上述计算过程并没有考虑寄生参数的影响, 所以应以计算值为基础, 根据实验的情况适当调整, 很快就可得到满意的值。

四、总结

RCD箝位电路广泛应用于中小功率的反激式变换器中, 只有合理的选择R、C的参数, 才能实现低成本、高可靠性的电源。

参考文献:

- [1] Ray Ridley. Flyback Converter Snubber Design.
- [2] MAXIM APP848, Snubber Circuits Suppress Voltage Transient Spikes in Multiple Output DC-DC Theory, Design and Application.
- [3] Philip C.Tod. Snubber Circuits Theory, Design and Application
- [4] 张占松, 蔡宣三, 开关电源的原理与设计 电子工业出版社
- [5] 陈家一、徐龙祥, RCD箝位反激变换器的设计与实现。

作者: 樊永隆
山西永明电源
E-mail:ympower@ympower.com

相关内容

产品新知

- [Power-One发布可扩展功率密度和I2C功能的前端产品 \(04-11-26\)](#)
- [凌特升压型DC/DC转换器输入电压范围2.5V至24V \(04-11-25\)](#)

[更多...](#)

技术文库

- [微处理器内核电压的调整方法及电压转变时间设定 \(04-11-14\)](#)
- [中国汽车电子市场和发展机会分析 \(04-11-01\)](#)

[更多...](#)

新闻和趋势

- [DOSA和POLA本是同根生, 电源厂商结盟意在外患 \(04-11-11\)](#)
- [Artesyn与Emerson结盟, 对电源控制进行标准化 \(04-10-15\)](#)

[更多...](#)

应用实例

- [可调步降直流转换器设计中数字分压计使用介绍 \(03-06-28\)](#)
- [使用数字分压计对步进直流-直流转换器进行刻度和校准 \(03-06-28\)](#)

[更多...](#)

交流平台

[参加交流平台](#)
[交流平台介绍](#)



[使用条款](#) | [隐私政策](#) | [安全承诺](#)

Copyright © 2004. 版权所有。未经eMedia Asia Ltd书面许可, 禁止以任何形式或媒体进行全部或部分复制。
警告: 本网站上的图像由数码水印技术保护。您对本网站的任何使用应遵守我们的[使用条款](#), 并构成对该条款的知悉和接受。

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>