

# LM2742,LM2743,LM2744,LM2745,LM2747, LM2748

*Application Note 1437 Current Limit Foldback Improves Short Circuit  
Protection in LM274X Family*



Literature Number: ZHCA207

# 在LM274X系列中 电流限制返送技术 增强了短路保护

美国国家半导体公司  
应用注释1437  
Ricardo Capetillo  
2006年5月



## 介绍

该文章着重讨论了用在LM274X中的低边限流的功能，并提出了一种简单的方法来增强短路保护。我们需要通过限制电流来保护电源器件免受热应力的影响从而延长其使用寿命。一般情况下，高边电路限流设计需要在内部有一段上升沿消隐时间，或者外部滤波器来避免噪声误触发限流比较器。消隐时间延迟了限流比较器感测电感电流的时间。消隐时间加上预防导通死区时间（设计于同步整流器件中）为开关稳压器确定了最小的导通时间。在通过直流-直流转换器将高输入电压转换至低输出电压的应用中，降压稳压器必须能够在很短的导通时间内正常工作。

在对空间受限的应用中，典型的开关频率依次从600kHz至3MHz之间。选择这些开关频率可以减少储能元件的尺寸(电感和电容)。例如，12V的输入电压和1.2V的输出电压会需要10%的降压占空比。现在，如果开关频率为1MHz,所需的导通时间是100ns。因而在需要限流的应用设计中将允许以窄导通时间脉冲来处理所需要的输出电压。

## 低边限流

LM274X实现低边限流是通过感测导通期间的低边MOSFET上的电压来完成的，并允许以窄占空条件工作。不同于高边MOSFET的电流感测设计,其限制了电感电流的峰值，低边电流感应只是限制了当电感电流下降时电感转换器关闭期间的电流。因此在典型的限流图中谷值通常会比较稳定，但是峰值依据不同的占空比则是可变的。在限流模式下峰值电感电流能超过限流阈值，如图1所示。

当电感电流超过限流阈值的时候，高边MOSFET导通脉冲被略过，直到电感电流降到限流阈值以下，才会继续恢复正常的导通时间脉冲。

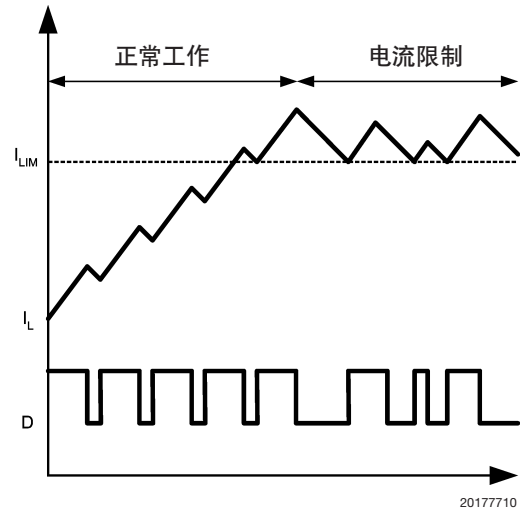
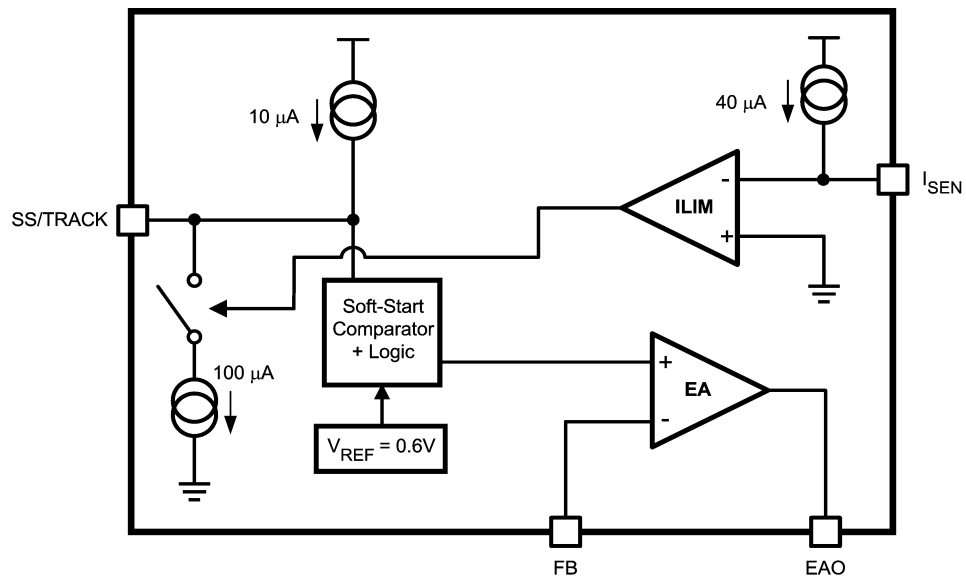


图1. 限流阈值

## 输出短路

在典型的对地输出短路的事件中，误差信号放大器（EA）上的输入差分对将试图强行实现最大的占空比脉冲。该响应将在每个周期内增加电感的平均电流，直至电感电流超过限流阈值。为使峰值电感电流超过限流阈值的时间周期最小，LM274X将软启动（SS）电容放电。一旦SS引脚电压（VSS）低于基准电压（VREF），VSS将会控制EA的正相输入并减少该期间内的占空比。参见图2所示的简化模块图。

## 输出短路电路（续）



20177701

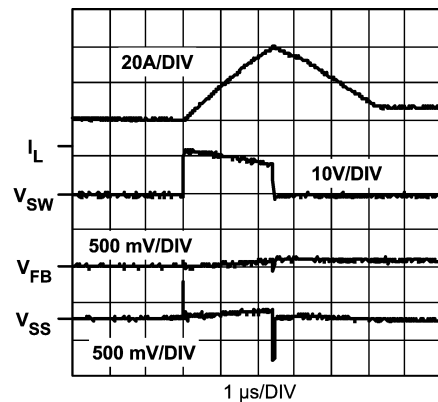
图2. 误差放大器和限流框图

通过定义电路短路是一个在电路中两个端点之间确立的低阻抗通路。因为 $V_{SS} > V_{FB}$ 的情况发生，低阻抗的峰值电流要高于高阻抗的对地输出短路电流。这意味着LM274X仍然可以在最大占空比之间切换。最坏情况下的短路峰值电流可由下列等式来近似计算：

$$I_{PKC} = I_{LIM} + (T_S \times D_{MAX}) \times \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L_O}$$

在此,频率为300kHz, 温度为25°C时, $D_{MAX} = 73\%$ 。

现在举例计算:  $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 0V$ ,  $L_O = .68\mu H$ ,  $I_{LIM} = 15A$ 。峰值电感电流 ( $I_{PKC}$ ) 计算结果为57A。测量结果如图3所示, 同上述计算结果完全符合。如果电感饱和, 峰值电感电流将会增加。下一节将会解释如何在低阻抗短路事件中减少峰值电流。

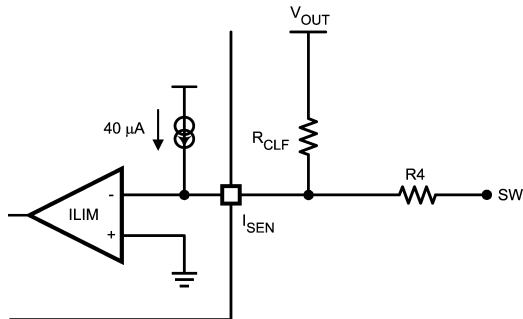


20177703

图3.低阻抗短路

## 增强短路保护

为了增强短路保护，从 $I_{SEN}$ 至 $V_{OUT}$ 之间连接一个单独电阻 ( $R_{CLF}$ )，如图4所示。可以在输出至地的短路期间降低直流限流水平。设计过程部分将提供有关返送限流 ( $P_{LIM}$ )， $R_{CLF}$ 和限流电阻 ( $R4$ ) 的选择指南。



20177704

图4.限流返送电阻的位置

### 设计过程

已经给定下列的应用参数为： $V_{IN}$ ， $V_{OUT}$ ，低边FET

$R_{DS(ON)}$ ， $I_{LIM}$ 。

选择限流返送 ( $P_{LIM}$ ) 的百分数：

$$P_{LIM} = I_{LIM} \times P$$

这里P是0到1之间的比率。

用下列等式获得R4：

$$R4 = \frac{P_{LIM} \times R_{DS(ON)}}{I_{SEN}}$$

这里 $I_{SEN} = 40\mu A$  (典型值)

如果输入电压高于9.5V，必须满足下列准则：

$$R4 \geq \frac{V_{IN} - 9.5V}{10 \text{ mA}}$$

例如： $V_{INmax} = 13.2V$ ，最小的R4电阻值是370Ω。

计算 $R_{CLF}$ 电阻值的等式如下：

$$R_{CLF} = \frac{R4 \times V_{OUT}}{(I_{LIM} \times R_{DS(ON)}) - (I_{SEN} \times R4)}$$

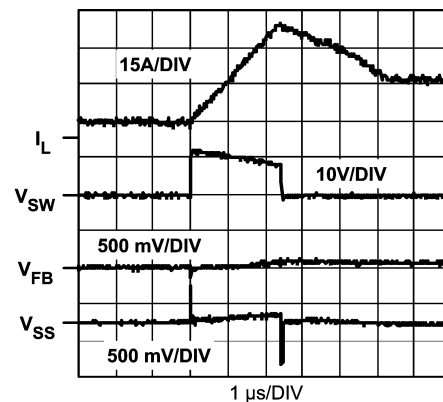
使用在生产厂商的数据手册中提供的发热时的 $R_{DS(ON)}$ 值。

利用引入的新电阻值R4和 $R_{CLF}$ ，我们可以验证在对地输出短路期间的峰值电流的减少量。因此，假设电感没有达到饱和，使用下列等式来计算在对地输出短路期间的峰值电流。

$$I_{PKC} = P_{LIM} + (T_S \times D_{MAX}) \times \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L_O}$$

在与第一个计算例子相样的条件下：

频率为300kHz，温度为25°C时 $D_{MAX} = 73\%$ ， $V_{IN} = 12V$ ， $V_{OUT} = 0V$ ， $L_O = .68\mu H$ ，和 $P_{LIM} = 5A$ 。 $I_{PKC}$ 计算结果为47A。图5显示了经测量的电感电流，同上述的计算值是符合的。在该例中，我们将峰值电感电流降低了10A。



20177709

图5.低阻抗短路

总而言之，LM274X系列产品能够在窄占空比周期内工作，当稳压器的输出对地短路时通过引入一个单独的电阻能够降低峰值电流。

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。  
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：[www.national.com](http://www.national.com)。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：（a）打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；（b）支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。  
无铅产品符合RoHS指令。



**National Semiconductor**  
**Americas Customer**  
**Support Center**  
Email: [new.feedback@nsc.com](mailto:new.feedback@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-9959

[www.national.com](http://www.national.com)

**National Semiconductor**  
**Europe Customer Support Center**  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: [europe.support@nsc.com](mailto:europe.support@nsc.com)  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor**  
**Asia Pacific Customer**  
**Support Center**  
Email: [ap.support@nsc.com](mailto:ap.support@nsc.com)

**National Semiconductor**  
**Japan Customer Support Center**  
Fax: 81-3-5639-7507  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
Tel: 81-3-5639-7560

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品 & TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

| 产品            | 应用                                                                                         |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 数字音频          | <a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>                               |
| 放大器和线性器件      | <a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>                     |
| 数据转换器         | <a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>             |
| DLP® 产品       | <a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>                                               |
| DSP - 数字信号处理器 | <a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>                                   |
| 时钟和计时器        | <a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>             |
| 接口            | <a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>                       |
| 逻辑            | <a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>                               |
| 电源管理          | <a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>                               |
| 微控制器 (MCU)    | <a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>         |
| RFID 系统       | <a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>                           |
| OMAP 机动性处理器   | <a href="http://www.ti.com.cn/omap">www.ti.com.cn/omap</a>                                 |
| 无线连通性         | <a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a> |
| 德州仪器在线技术支持社区  | <a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>                               |

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司