

文章编号:1671-251X(2015)07-0107-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.07.026
柏思忠. ia 等级电源中的熔断器再保护电路设计[J]. 工矿自动化, 2015, 41(7):107-109.

ia 等级电源中的熔断器再保护电路设计

柏思忠

(中煤科工集团重庆研究院有限公司, 重庆 400039)

摘要:分析了在瓦斯抽放管道设备 ia 等级电源串联限流电路中设计熔断器的必要性,提出了一种熔断器再保护电路设计方案,详细介绍了再保护电路的特点与设计注意事项。

关键词:瓦斯抽放;管道设备;ia 等级电源;再保护电路;熔断器

中图分类号:TD608

文献标志码:A

网络出版时间:2015-07-01 12:52

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150701.1252.026.html>

Design of re-protection circuit of fuse in power supply with grade ia

BAI Sizhong

(CCTEG Chongqing Research Institute, Chongqing 400039, China)

Abstract: The paper analyzed necessity of fuse design in series current limiting circuit of power supply with grade ia of gas drainage pipeline equipment, proposed a design scheme of re-protection circuit of fuse, and introduced characteristics and design attention of the re-protection circuit in details.

Key words: gas drainage; pipeline equipment; power supply with ia grade; re-protection circuit; fuse

0 引言

瓦斯抽放管道内部属于爆炸性气体环境连续出现或长时间存在的场所,管道设备应该作为 0 区内的电气设备进行管理,结合《2012 防爆电气产品安全技术研讨会会议纪要》^[1]第 7 条要求,管道中使用的相关电气设备和电路应符合 GB 3836.4—2010^[2]中 ia 等级本质安全型(以下简称 ia 等级)的要求,关联设备整体或连接部分应满足 ia 等级的要求。符合 ia 等级电源的保护电路设计包括并联限压和串联限流 2 部分^[3],其中串联限流电路^[4]必须采用满足 GB 3836.4—2010 中 8.4 条规定的电阻电路实现。但是考虑到在输出端短路的极端情况下,电阻功率需要几十甚至上百瓦,产品设计时常采用串联熔断器^[5]限制电流的方法来减小电阻功率,同时选用的熔断器必须满足 GB 3836.4—2010 中 7.3 条规定。用于 ia 等级的熔断器,在爆炸危险环境中可能带电时,熔断器应按 GB 3836.4—2010 中 6.6 条

的规定浇封。然而,设备在正常工作期间,轻易的误操作就会导致熔断器熔断,设备不能正常工作;另一方面浇封后的熔断器熔断后更换麻烦,需要打开设备,甚至需要使用烙铁进行焊接。这都会造成设备所在区域断电,给系统造成严重影响,为现场长期持续工作带来隐患,因此,有必要对 ia 等级电源保护电路中的熔断器进行再保护设计。本文重点介绍 ia 等级电源中的熔断器再保护电路的设计方法及设计时的注意事项。

1 熔断器再保护电路设计

为了防止采用熔断器限流的 ia 等级电源的熔断器经常被熔断,本文设计了一种带半导体保护的熔断器再保护电路,如图 1 所示。

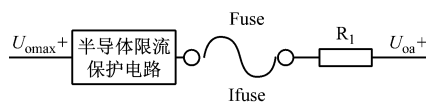


图 1 带半导体保护的熔断器再保护电路

收稿日期:2015-01-22;修回日期:2015-05-20;责任编辑:张强。

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2014BAC17B00);中煤科工集团重庆研究院有限公司项目(CQ1406)。

作者简介:柏思忠(1978—),男,四川阆中人,助理研究员,主要研究方向为煤矿井下瓦斯抽放、监测监控等,E-mail:bsz3188@163.com。

1.1 熔断器再保护电路设计

要实现 ia 等级电源中熔断器的保护,必须满足以下条件:① 熔断器应选择慢熔型熔断器,为保护电路预留出检测、判断和保护执行的时间;② 对熔断器回路电流进行检测、判断,达到保护条件时切断 ia 等级电源模块的输入电源。一种分站级设备中 ia 等级电源转换电路如图 2 所示,输入端接电源箱 ib 等级电源 DC 9.0~25.0 V,经过 DC/DC 芯片 U_1 转换为合适的输出电压($U_1=12.0$ V),经过 3 级相同的可控硅 Q_1 和齐纳二极管 D_2 组成的并联限压电路,再通过限流电阻 R_4 和熔断器 F_1 组成的串联限流电路转换为 ia 等级本安电源输出,熔断器 F_1 选用 315 mA 的慢熔型熔断器。为了保护熔断器在误操作情况下不熔断,增加了熔断器保护电路,它由电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、稳压二极管 D_5 和光耦 U_2 组成。

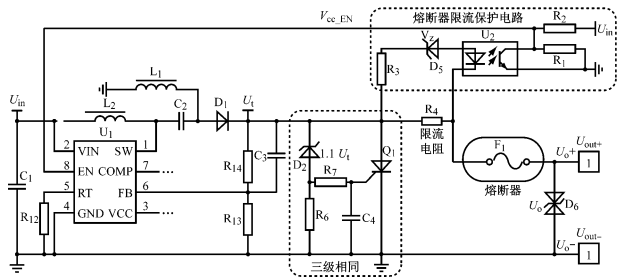


图 2 ia 等级电源转换电路

1.2 熔断器再保护电路分析

在图 2 的熔断器保护电路中,对限流电阻 R_4 两端进行电压采样,并与 R_3 、 D_5 和 U_2 的原边组成的电路进行比较。正常工作时,通过 R_4 的电流不超过 315 mA, R_4 两端采样电压较小,不足以使得 U_2 原边导通。 U_2 副边输出电压 V_{cc_EN} 就是 V_{in} 在 R_1 上的分压值,这个值足以使 DC/DC 芯片 U_1 使能, ia 等级电源转换正常工作;需要保护时,负载输出电流超过 350 mA, R_4 两端采样电压较高,致使 U_2 原边导通,副边将 V_{cc_EN} 钳位为低电平,禁止 DC/DC 芯片 U_1 工作,无输出电压,实现对熔断器的保护。

1.3 熔断器再保护电路特点

(1) 电路简单、成本低:熔断器再保护电路由 1 只光耦、1 只二极管和 3 只普通电阻组成,电路构成简单,成本低。

(2) 实时性强:熔断器再保护电路采样、比较、判断、保护执行微秒级响应时间。

(3) 电路隔离:熔断器再保护电路采样部分和保护执行实现了电路隔离,解决了不共地的问题。

2 熔断器再保护电路设计注意事项

2.1 可靠电阻设计

若 ia 等级电源转换电路中电阻 R_4 作为可靠限流电阻,根据 GB 3836.4—2010 中 8.4 条规定,可靠限流电阻仅考虑开路故障,电阻 R_4 开路后,熔断器保护电路中的电阻 R_3 、稳压二极管 D_5 和光耦 U_2 的原边组成的电路形成了对负载提供电流的支路,要实现负载端限流功能,电阻 R_3 应作为可靠电阻设计。电阻 R_3 所在支路的主要功能是对熔断器限流保护,正常工作时通过的电流越小越好,该支路和限流电阻 R_4 并联, R_3 取值应大于 R_4 阻值的 100 倍,可以不考虑电阻 R_3 所在支路的分流影响。

2.2 限流功能不同应用

熔断器和熔断器限流保护电路都实现了限流功能,但是满足的是不同需求,用电阻 R_3 、稳压二极管 D_5 和光耦及其外围元件实现的熔断器限流保护电路只是在电路性能上对熔断器进行保护,不满足 GB 3836.4—2010 中对保护元件的规定,不能达到对应的要求;熔断器应按照 GB 3836.4—2010 的规定作为保护元件,对可靠电阻进行限流,因此,不能去掉熔断器 F_1 。

2.3 限流功能执行电路设计

限流功能起作用时需要切断输入电源,电源转换电路中 DC/DC 芯片有禁止功能,可以直接控制使能端;无禁止功能的 DC/DC 芯片要实现切断输入电源的功能,需要在芯片输入前端串入控制电路,可以是 MOS 管、晶体三极管或者可控硅等。

2.4 输出端过压保护

为防止输出端错误倒灌过高电压,通过并联 TVS 管 D_6 实现过压保护,对内部电路起到保护作用。

2.5 限流采样处理

当限流电阻 R_4 上的采样电压过小时,可以将熔断器限流保护电路比较部分的稳压二极管改为正向二极管,甚至去掉,当采样电压小于 1.0 V 时, U_2 原边永远无法导通,熔断器再保护电路失效。

3 熔断器再保护电路应用

在分站级设备中应用图 2 所示的熔断器再保护电路, ia 电源正常输出 DC 12 V,实测空载为 12.0 ± 0.5 V,输出电流最大为 300 mA,对 10 个模块和 5 台整机的熔断器保护电路的电流保护值进行了测试,保护值均在 300~350 mA 范围内,满足设计要求。该保护电路已在重庆某煤矿投入应用,应用效果良好。

4 结语

熔断器再保护电路具有电路简单、实时性强、响应时间短、成本低等特点,解决了 ia 等级电源转换电路输出端短路时熔断器熔断的问题,使得输出端不仅可以短路,还可以短时间施加反向高电压,对 ia 等级电源转换电路进行了多方面的保护,实际应用效果明显。

参考文献:

[1] 安标国家矿用产品安全标志中心. 2012 防爆电气产品安全技术研讨会会议纪要[EB/OL]. (2012-02-01)

[2014-10-08]. <http://wenku.baidu.com/link?url=IMzwt-yXoXz5kenxjF6JGhWLgazEAxg3QJjET15Nv-C3kE-0PiLe881BSQlebuZ6vTn2hGEx6gbudd0GYj1-Acskp8nCNxEIw0V59eKbLu>.

[2] GB 3836. 4—2010 爆炸性环境第 4 部分:由本质安全型“i”保护的[S].

[3] 柏思忠. 瓦斯抽放管道设备 ia 等级防爆型式探讨和应用[J]. 工矿自动化,2015,41(5):55-57.

[4] 陈世杰. 一种简单有效的限流保护电路[J]. 电源技术应用,2004,7(3):168-172.

[5] 陈搏. 直流熔断器短路分断试验的等效方法研究[J]. 电力系统保护与控制,2013(6): 93-98.