(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114977089 A
(43)申请公布日 2022.08.30

(21)申请号 202210349518.0
(22)申请日 2022.04.02
(71)申请人 北京瑞赛长城航空测控技术有限公司
地址 101111 北京市大兴区经济技术开发区隆庆街甲10号
申请人 中国航空工业集团公司北京长城航空测控技术研究所
北京长城航空测控技术研究所有限公司
(72)发明人 邢素堂 李德媛 周林春 王琛琛
(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
专利代理师 韩雪梅
(51)Int.Cl.
H02H 3/087(2006.01)
H02H 3/20(2006.01)
H02H 1/00(2006.01)
H02M 3/335(2006.01)

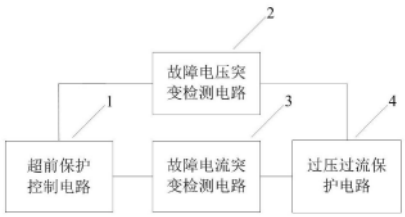
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

一种超前响应本安保护电路

(57)摘要

本发明公开了一种超前响应本安保护电路，应用于煤矿防爆电气电子电路设计领域。所述超前响应本安保护电路包括：超前保护控制电路、故障电压突变检测电路、故障电流突变检测电路和过压过流保护电路；所述超前保护控制电路、所述故障电流突变检测电路、所述过压过流保护电路依次连接；所述故障电压突变检测电路分别与所述超前保护控制电路和所述过压过流保护电路相连。本发明通过对故障电压和故障电流的快速响应，解决现有方案中由于对故障电压和故障电流的检测滞后而导致故障放电火花大的问题，大大提高了设备的安全性能。



CN 114977089 A

1.一种超前响应本安保护电路,其特征在于,所述超前响应本安保护电路包括:超前保护控制电路、故障电压突变检测电路、故障电流突变检测电路和过压过流保护电路;

所述超前保护控制电路、所述故障电流突变检测电路、所述过压过流保护电路依次连接;所述故障电压突变检测电路分别与所述超前保护控制电路和所述过压过流保护电路相连;

所述故障电压突变检测电路用于对所述过压过流保护电路输出的电压进行检测,并将检测到的电压突变信号传递给所述超前保护控制电路;所述故障电流突变检测电路用于对所述过压过流保护电路输出的电流进行检测,将检测到的电流突变信号传递给所述超前保护控制电路;所述超前保护控制电路用于当接收到电压突变信号和/或电流突变信号时,切断电源输出,以实现故障电流突变以及故障电压突变的快速响应和超前保护。

2.根据权利要求1所述的超前响应本安保护电路,其特征在于,所述超前保护控制电路包括:P沟道场效应管、第一三极管、第二三极管和第三三极管;

所述第一三极管的集电极与所述第三三极管的基极连接;

所述第一三极管的发射极分别与所述第三三极管的集电极、所述第二三极管的基极、所述P沟道场效应管的源极、所述P沟道场效应管的漏极连接;

所述第一三极管的基极分别与所述P沟道场效应管的源极、所述P沟道场效应管的漏极、所述第二三极管的基极、所述故障电压突变检测电路、所述故障电流突变检测电路连接;

所述P沟道场效应管的栅极与所述第二三极管的集电极连接;

所述第二三极管的发射极和所述第三三极管的发射极均接地。

3.根据权利要求2所述的超前响应本安保护电路,其特征在于,所述超前保护控制电路还包括:第一电阻、第二电阻、第三电阻、第四电阻、第五电阻和第六电阻;

所述第一三极管的集电极通过所述第一电阻与所述第三三极管的基极连接;

所述第一三极管的发射极通过所述第六电阻与所述第三三极管的集电极连接;所述第一三极管的发射极通过所述第五电阻与所述第二三极管的基极连接;所述第一三极管的发射极通过所述第三电阻与所述P沟道场效应管的漏极连接;

所述第一三极管的基极通过第二电阻与所述P沟道场效应管的源极连接;

所述第二三极管的发射极通过所述第四电阻接地。

4.根据权利要求3所述的超前响应本安保护电路,其特征在于,所述超前保护控制电路还包括:第一电容;所述第三电阻通过所述第一电容与所述P沟道场效应管的漏极连接。

5.根据权利要求1所述的超前响应本安保护电路,其特征在于,所述故障电压突变检测电路包括稳压管和第七电阻;所述超前保护控制电路、所述稳压管、所述第七电阻、所述过压过流保护电路依次连接。

6.根据权利要求1所述的超前响应本安保护电路,其特征在于,所述故障电流突变检测电路包括:第一运算放大器、第二运算放大器、第三运算放大器和第四运算放大器;

所述第一运算放大器的输出端与所述超前保护控制电路连接;

所述第一运算放大器的同相输入端与所述过压过流保护电路连接;所述第一运算放大器的同相输入端接地;

所述第一运算放大器的反相输入端分别与所述第二运算放大器的反相输入端、所述第

二运算放大器的输出端、所述第三运算放大器的输出端连接；

所述第二运算放大器的输出端分别与所述第三运算放大器的反相输入端、所述第四运算放大器的输出端、所述第四运算放大器的同相输入端连接；

所述第二运算放大器的同相输入端、所述第三运算放大器的同相输入端、所述第四运算放大器的同相输入端、所述第四运算放大器的反相输入端均接地。

7.根据权利要求6所述的超前响应本安保护电路，其特征在于，所述故障电流突变检测电路还包括：第八电阻、第九电阻、第十电阻、第十一电阻、第十二电阻、第十三电阻、第十四电阻、第十五电阻、采样电阻、电压基准二极管和第二电容；

所述第一运算放大器的同相输入端与所述第八电阻连接；所述第八电阻通过所述第九电阻与所述过压过流保护电路连接；所述第一运算放大器的同相输入端通过第十电阻接地；所述第八电阻通过所述电压基准二极管与所述第十电阻连接；

所述第一运算放大器的反相输入端通过所述第十一电阻与所述第三运算放大器的输出端连接；所述第一运算放大器的反相输入端通过所述第二电容与所述第二运算放大器的输出端连接；

所述第二运算放大器的输出端通过所述第十二电阻与所述第三运算放大器的反相输入端连接；所述第三运算放大器的反相输入端通过所述第十三电阻与所述第四运算放大器的输出端连接；所述第四运算放大器的输出端通过所述第十四电阻与所述第四运算放大器的同相输入端连接；

所述第四运算放大器的同相输入端通过所述第十五电阻接地；所述第四运算放大器的反相输入端通过所述采样电阻接地。

8.根据权利要求7所述的超前响应本安保护电路，其特征在于，所述第九电阻为滑动变阻器。

9.根据权利要求1所述的超前响应本安保护电路，其特征在于，所述过压过流保护电路包括一组或多组过压过流检测电路；所述故障电压突变检测电路和所述故障电流突变检测电路均与所述过压过流检测电路相连。

10.根据权利要求1所述的超前响应本安保护电路，其特征在于，所述超前响应本安保护电路还包括熔断器；所述超前保护控制电路的电源输入端通过所述熔断器与电源连接。

一种超前响应本安保护电路

技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿防爆电气电子电路设计领域,特别是涉及一种超前响应本安保护电路。

背景技术

[0002] 煤矿井下是存在瓦斯、煤尘等爆炸性危险的环境,本安保护电路即是用于保障本安设备达到火花安全性的电路。根据防爆要求,本安保护电路设计涉及对本安电源和电源转换电路的电容、电感储能元件限制、过流过压保护电路结构及器件参数选型上,实际应用中为了得到较小的输出电压纹波,一定容值的电容是必要的。用于本安电源的本安保护电路通常采用检测串联采样电阻两端压降比对设定值的方式实现过流判定,采用检测并联采样电阻电压超过设定值的方式实现过压判定,进而控制开关管在发生故障时关断输出;用于本安设备中电源转换电路的本安保护电路通常采用在本安供电输入端串联熔断器的方式限制最大输入电流,在电源转换电路输出端采用稳压管与可控硅组合的方式通过实现过压钳位的方式实现过压保护。

[0003] 随着技术的进步和发展,特别是建设智能化矿井、智慧矿山和井下第五代移动通信技术(5thGenerationMobileCommunicationTechnology,5G)网络的发展,新的井下本安设备功能越来越强大但同时功耗也越来越大,对本安电源输出功率需求越来越高,更高功率的本安设备和本安电源对本安保护方式和响应速度提出更高的要求,当前本安保护电路故障保护方案需要先检出超限电流再触发保护,存在故障保护滞后、放电火花大的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种超前响应本安保护电路,可通过对故障电压和故障电流的快速响应,解决现有方案中由于对故障电压和故障电流的检测滞后而导致故障放电火花大的问题,大大提高了设备的安全性能。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 一种超前响应本安保护电路,所述超前响应本安保护电路包括:超前保护控制电路、故障电压突变检测电路、故障电流突变检测电路和过压过流保护电路;

[0007] 所述超前保护控制电路、所述故障电流突变检测电路、所述过压过流保护电路依次连接;所述故障电压突变检测电路分别与所述超前保护控制电路和所述过压过流保护电路相连;

[0008] 所述故障电压突变检测电路用于对所述过压过流保护电路输出的电压进行检测,并将检测到的电压突变信号传递给所述超前保护控制电路;所述故障电流突变检测电路用于对所述过压过流保护电路输出的电流进行检测,将检测到的电流突变信号传递给所述超前保护控制电路;所述超前保护控制电路用于当接收到电压突变信号和/或电流突变信号时,切断电源输出,以实现故障电流突变以及故障电压突变的快速响应和超前保护。

[0009] 可选地,所述超前保护控制电路包括:P沟道场效应管、第一三极管、第二三极管和

第三三极管；

[0010] 所述第一三极管的集电极与所述第三三极管的基极连接；

[0011] 所述第一三极管的发射极分别与所述第三三极管的集电极、所述第二三极管的基极、所述P沟道场效应管的源极、所述P沟道场效应管的漏极连接；

[0012] 所述第一三极管的基极分别与所述P沟道场效应管的源极、所述P沟道场效应管的漏极、所述第二三极管的基极、所述故障电压突变检测电路、所述故障电流突变检测电路连接；

[0013] 所述P沟道场效应管的栅极与所述第二三极管的集电极连接；

[0014] 所述第二三极管的发射极和所述第三三极管的发射极均接地。

[0015] 可选地，所述超前保护控制电路还包括：第一电阻、第二电阻、第三电阻、第四电阻、第五电阻和第六电阻；

[0016] 所述第一三极管的集电极通过所述第一电阻与所述第三三极管的基极连接；

[0017] 所述第一三极管的发射极通过所述第六电阻与所述第三三极管的集电极连接；所述第一三极管的发射极通过所述第五电阻与所述第二三极管的基极连接；所述第一三极管的发射极通过所述第三电阻与所述P沟道场效应管的漏极连接；

[0018] 所述第一三极管的基极通过第二电阻与所述P沟道场效应管的源极连接；

[0019] 所述第二三极管的发射极通过所述第四电阻接地。

[0020] 可选地，所述超前保护控制电路还包括：第一电容；所述第三电阻通过所述第一电容与所述P沟道场效应管的漏极连接。

[0021] 可选地，所述故障电压突变检测电路包括稳压管和第七电阻；所述超前保护控制电路、所述稳压管、所述第七电阻、所述过压过流保护电路依次连接。

[0022] 可选地，所述故障电流突变检测电路包括：第一运算放大器、第二运算放大器、第三运算放大器和第四运算放大器；

[0023] 所述第一运算放大器的输出端与所述超前保护控制电路连接；

[0024] 所述第一运算放大器的同相输入端与所述过压过流保护电路连接；所述第一运算放大器的同相输入端接地；

[0025] 所述第一运算放大器的反相输入端分别与所述第二运算放大器的反相输入端、所述第二运算放大器的输出端、所述第三运算放大器的输出端连接；

[0026] 所述第二运算放大器的输出端分别与所述第三运算放大器的反相输入端、所述第四运算放大器的输出端、所述第四运算放大器的同相输入端连接；

[0027] 所述第二运算放大器的同相输入端、所述第三运算放大器的同相输入端、所述第四运算放大器的同相输入端、所述第四运算放大器的反相输入端均接地。

[0028] 可选地，所述故障电流突变检测电路还包括：第八电阻、第九电阻、第十电阻、第十一电阻、第十二电阻、第十三电阻、第十四电阻、第十五电阻、采样电阻、电压基准二极管和第二电容；

[0029] 所述第一运算放大器的同相输入端与所述第八电阻连接；所述第八电阻通过所述第九电阻与所述过压过流保护电路连接；所述第一运算放大器的同相输入端通过第十电阻接地；所述第八电阻通过所述电压基准二极管与所述第十电阻连接；

[0030] 所述第一运算放大器的反相输入端通过所述第十一电阻与所述第三运算放大器

的输出端连接;所述第一运算放大器的反相输入端通过所述第二电容与所述第二运算放大器的输出端连接;

[0031] 所述第二运算放大器的输出端通过所述第十二电阻与所述第三运算放大器的反相输入端连接;所述第三运算放大器的反相输入端通过所述第十三电阻与所述第四运算放大器的输出端连接;所述第四运算放大器的输出端通过所述第十四电阻与所述第四运算放大器的同相输入端连接;

[0032] 所述第四运算放大器的同相输入端通过所述第十五电阻接地;所述第四运算放大器的反相输入端通过所述采样电阻接地。

[0033] 可选地,所述第九电阻为滑动变阻器。

[0034] 可选地,所述过压过流保护电路包括一组或多组过压过流检测电路;所述故障电压突变检测电路和所述故障电流突变检测电路均与所述过压过流检测电路相连。

[0035] 可选地,所述超前响应本安保护电路还包括熔断器;所述超前保护控制电路的电源输入端通过所述熔断器与电源连接。

[0036] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0037] 本发明实施例提供了一种超前响应本安保护电路,该超前响应本安保护电路中超前保护控制电路、故障电流突变检测电路、过压过流保护电路依次连接;故障电压突变检测电路分别与超前保护控制电路和过压过流保护电路相连,该超前响应本安保护电路在传统过压过流保护电路的基础上,通过设置故障电流突变检测电路和故障电压突变检测电路实现故障电压和故障电流的检测,通过超前保护控制电路实现对故障电压和故障电流的快速响应,解决了现有方案中由于对故障电压和故障电流的检测滞后而导致故障放电火花大的问题,大大提高了设备的安全性能。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0039] 图1为本发明实施例提供的超前响应本安保护电路结构示意图;

[0040] 图2为本发明实施例提供的超前响应本安保护电路应用原理示意图;

[0041] 图3为本发明实施例提供的超前保护控制电路及故障电压突变检测电路的电路原理图;

[0042] 图4为本发明实施例提供的故障电流突变检测电路的电路原理图;

[0043] 图5为本发明实施例提供的容性电路短路故障火花放电特性曲线示意图;

[0044] 图6为本发明实施例提供的一组过压过流检测电路的的电路原理图;

[0045] 图7为本发明超前响应本安保护电路应用于ib保护等级本安电源电路的电路原理图;其中,图7(a)为超前保护控制电路及隔离型AC-DC反激转换电源的电路原理图;图7(b)为故障电压突变检测电路、故障电流突变检测电路、过压过流保护电路的电路原理图;

[0046] 图8为本发明超前响应本安保护电路应用于ia保护等级本安用电设备电路的电路原理图;其中,图8(a)为超前保护控制电路、故障电压突变检测电路、DC降压转换电路的电

路原理图;图8(b)为故障电流突变检测电路及过压过流保护电路的电路原理图。

[0047] 符号说明:

[0048] 1-超前保护控制电路;2-故障电压突变检测电路;3-故障电流突变检测电路;4-过压过流保护电路;5-隔离型AC-DC反激转换电源;6-DC降压转换电路。

具体实施方式

[0049] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 本发明的目的是提供一种超前响应本安保护电路,通过对故障电压和故障电流的快速响应,解决现有方案中由于对故障电压和故障电流的检测滞后而导致故障放电火花大的问题,大大提高了设备的安全性能。

[0051] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0052] 如图1-图2所示,本发明超前响应本安保护电路包括:超前保护控制电路1、故障电压突变检测电路2、故障电流突变检测电路3和过压过流保护电路4。

[0053] 具体地,所述超前保护控制电路1、所述故障电流突变检测电路3、所述过压过流保护电路4依次连接;所述故障电压突变检测电路2分别与所述超前保护控制电路1和所述过压过流保护电路4相连。所述故障电压突变检测电路2用于对过压过流保护电路4输出的电压进行检测,并将检测到的电压故障信号(例如电压突变信号)传递给超前保护控制电路1。所述故障电流突变检测电路3用于对所述过压过流保护电路4输出的电流进行检测,将检测到的电流故障信号(例如电流突变信号)传递给超前保护控制电路1。所述超前保护控制电路1当接收到电压故障信号和/或电流故障信号时,切断电源输出,以实现故障电流突变以及故障电压突变的快速响应和超前保护。

[0054] 进一步地,所述超前保护控制电路1包括:P沟道场效应管T101、第一三极管T102、第二三极管T103和第三三极管T104。

[0055] 具体地,所述第一三极管T102的集电极与所述第三三极管T104的基极连接;所述第一三极管T102的发射极分别与所述第三三极管T104的集电极、所述第二三极管T103的基极、所述P沟道场效应管的源极、所述P沟道场效应管的漏极连接;所述第一三极管T102的基极分别与所述P沟道场效应管的源极、所述P沟道场效应管的漏极、所述第二三极管T103的基极、所述故障电压突变检测电路2、所述故障电流突变检测电路3连接;所述P沟道场效应管的栅极与所述第二三极管T103的集电极连接;所述第二三极管T103的发射极和所述第三三极管T104的发射极均接地。

[0056] 进一步地,所述超前保护控制电路1还包括:第一电阻R101、第二电阻R102、第三电阻R103、第四电阻R104、第五电阻R105和第六电阻R106。

[0057] 具体地,所述第一三极管T102的集电极通过所述第一电阻R101与所述第三三极管T104的基极连接;所述第一三极管T102的发射极通过所述第六电阻R106与所述第三三极管T104的集电极连接;所述第一三极管T102的发射极通过所述第五电阻R105与所述第二三极

管T103的基极连接;所述第一三极管T102的发射极通过所述第三电阻R103与所述P沟道场效应管的漏极连接;所述第一三极管T102的基极通过第二电阻R102与所述P沟道场效应管的源极连接;所述第二三极管T103的发射极通过所述第四电阻R104接地。

[0058] 进一步地,所述超前保护控制电路1还包括:第一电容C101;所述第三电阻R103通过所述第一电容C101与所述P沟道场效应管的漏极连接。

[0059] 进一步地,所述故障电压突变检测电路2包括稳压管D201和第七电阻R201;所述超前保护控制电路1、所述稳压管D201、所述第七电阻R201、所述过压过流保护电路4依次连接。

[0060] 优选地,所述稳压管D201分别与所述超前保护控制电路1的所述第二电阻R102和所述第一三极管T102的基极连接。

[0061] 进一步地,所述故障电流突变检测电路3包括:第一运算放大器A301、第二运算放大器A302、第三运算放大器A303和第四运算放大器A304。

[0062] 具体地,所述第一运算放大器A301的输出端与所述超前保护控制电路1连接;所述第一运算放大器A301的同相输入端与所述过压过流保护电路4连接;所述第一运算放大器A301的同相输入端接地;所述第一运算放大器A301的反相输入端分别与所述第二运算放大器A302的反相输入端、所述第二运算放大器A302的输出端、所述第三运算放大器A303的输出端连接;所述第二运算放大器A302的输出端分别与所述第三运算放大器A303的反相输入端、所述第四运算放大器A304的输出端、所述第四运算放大器A304的同相输入端连接;所述第二运算放大器A302的同相输入端、所述第三运算放大器A303的同相输入端、所述第四运算放大器A304的同相输入端、所述第四运算放大器A304的反相输入端均接地。

[0063] 优选地,所述第一运算放大器A301的输出端分别与所述超前保护控制电路1的所述第三电阻R103、所述第五电阻R105、所述第一电容C101、所述第二三极管T103的基极连接。

[0064] 进一步地,所述故障电流突变检测电路3还包括:第八电阻R301、第九电阻R302、第十电阻R303、第十一电阻R304、第十二电阻R305、第十三电阻R306、第十四电阻R307、第十五电阻R308、采样电阻RS、电压基准二极管N301和第二电容C101。

[0065] 具体地,所述第一运算放大器A301的同相输入端与所述第八电阻R301连接;所述第八电阻R301通过所述第九电阻R302与所述过压过流保护电路4连接;所述第一运算放大器A301的同相输入端通过第十电阻R303接地;所述第八电阻R301通过所述电压基准二极管N301与所述第十电阻R303连接;所述第一运算放大器A301的反相输入端通过所述第十一电阻R304与所述第三运算放大器A303的输出端连接;所述第一运算放大器A301的反相输入端通过所述第二电容C301与所述第二运算放大器A302的输出端连接;所述第二运算放大器A302的输出端通过所述第十二电阻R305与所述第三运算放大器A303的反相输入端连接;所述第三运算放大器A303的反相输入端通过所述第十三电阻R306与所述第四运算放大器A304的输出端连接;所述第四运算放大器A304的输出端通过所述第十四电阻R307与所述第四运算放大器A304的同相输入端连接;所述第四运算放大器A304的同相输入端通过所述第十五电阻R308接地;所述第四运算放大器A304的反相输入端通过所述采样电阻RS接地。

[0066] 进一步地,所述第九电阻R302为滑动变阻器。

[0067] 进一步地,所述过压过流保护电路4包括一组或多组过压过流检测电路;所述故障

电压突变检测电路2和所述故障电流突变检测电路3均与所述过压过流检测电路相连。

[0068] 进一步地，所述超前响应本安保护电路还包括熔断器；所述超前保护控制电路1的电源输入端通过所述熔断器与电源连接。

[0069] 如图3-图4所示，本发明超前响应本安保护电路中，超前保护控制电路1用于根据故障电压突变检测电路2和故障电流突变检测电路3的检测结果实现短路故障的超前保护，以及开机防冲击缓启动功能和故障恢复电路自动重启功能；故障电压突变检测电路2主要用来监测过压过流保护电路4的本安输出端口出现过压、对地短路等故障时，端口处出现的电压突变跌落；故障电流突变检测电路3主要用来监测过压过流保护电路4的本安输出端口因短路故障回路中出现的电流突变增加。

[0070] 在超前保护控制电路1中，当开机的瞬间，P沟道场效应管T101、第一三极管T102、第二三极管T103、第三三极管T104截止，第一电容C101通过第三电阻R103充电，同时逐渐向第二三极管T103的基极充电，接着第二三极管T103逐渐打开并控制P沟道场效应管T101逐渐导通，最终第二三极管T103达到饱和状态，P沟道场效应管T101完全导通，开机完成。其中，第一电容C101与第三电阻R103构成了RC定时电路，实现了开机过程的缓启动功能。

[0071] 当过压过流保护电路4的输出端口发生过压、短路故障的第一时刻，输出电压突变跌落，使电源输入端与输出端之间的压差大于故障电压突变检测电路2中稳压管D201的导通值，超前保护控制电路1中第一三极管T102的基级有电流流过，第一三极管T102的状态由截止转为导通，第三三极管T104导通，使第二三极管T103、P沟道场效应管T101截止，电路无输出。

[0072] 当超前保护控制电路1接受到CTR1信号为低电平时，同样使第二三极管T103、P沟道场效应管T101截止，电路无输出。

[0073] 当P沟道场效应管T101截止后，第三电阻R103对第一电容C101进行充电，为第二三极管T103的下次导通创造了条件，当短路故障没有消除时，电流经第三电阻R103、第五电阻R105、第四电阻T104流入地，P沟道场效应管T101仍然截止，电路无输出；当短路故障消除后，从第三电阻R103上流过的电流就流进第二三极管T103的基级，第二三极管T103逐渐导通，使P沟道场效应管T101逐渐导通，电路输出恢复正常。

[0074] 其中，图3的第二P沟道场效应管T402为本实施例中过压过流保护电路4的保护动作元件，用于在发生过压、过流时切断电路输出。

[0075] 在本实施例中，通过第三电阻R103和第一电容C101的匹配可设置不同的缓启动时间，更换不同稳压值的稳压管D201，以获得不同的保护点，在实际应用中，缓启动时间可以根据实际需要，进行调整。

[0076] 在故障电流突变检测电路3中，第四运算放大器A304和第十四电阻R307、第十五电阻R308构成同相放大电路，用于放大采样电阻RS上获得的电压信号。第二运算放大器A302、第三运算放大器A303与第十二电阻R305、第十三电阻R306以及第二电容C301构成微分检测电路，用于将上述放大的电压信号转变为微分信号，进而获得表征电流突变的信息。之后通过第一运算放大器A301(此处A301作为比较器使用)，形成电流突变信息的低电平控制信号输出。

[0077] 电压基准二极管N301通过第九电阻R302、第十电阻R303的匹配为第一运算放大器A301提供基准用于设置动作阈值。

[0078] 电源一般可等效为容性电路，短路故障是产生火花放电的最主要原因，电源中的容性储能元件是发生短路故障时产生火花放电的主要能量来源。本实施例通过图5对故障火花放电的四个阶段进行说明。

[0079] 第I阶段为击穿介质阶段，对应图5中t_0～t_1阶段，初始时，输出端口与电源地断开，发生故障时，二者不断接近，达到对应电压击穿介质的距离时，介质被击穿，此时放电电流i(t)突变，急剧上升，随着接近t_1时间电流变化率逐渐变小；放电电压u(t)迅速下降。

[0080] 第Ⅱ阶段为火花产生阶段，对应图5中t_1～t_2阶段，此阶段放电电流从最大值开始下降，放电电压则继续下降，直到放电电压和放电电流正好可以产生火花放电。

[0081] 第Ⅲ阶段为火花维持阶段，对应图5中t_2～t_3阶段，此阶段放电电流和放电电压都缓慢下降，直到放电电压下降到最小维持电压。

[0082] 第Ⅳ阶段为火花熄灭阶段，对应图5中t_3～t_4阶段，此阶段故障触点完全闭合，放电电压下降为零，电容中剩余能量导致放电电流出现一个小尖峰。

[0083] 传统的本安保护电路通过回路电流流过采样电阻产生的压降达到保护阈值才触发过流保护，是一种滞后保护，保护响应在t_1～t_3之间，此时电流已超过保护阈值，且进入火花产生和维持阶段，用于本安设备中的熔断器限流因更是作用有限，设置太大安全性不可靠，设置太小又无法满足实际应用中必要的波动容差的需求；本发明基于电源发生短路故障早期电流迅速上升突变、电压迅速跌落突变的特性，通过微分电路对故障电流上升突变的监测和电压跌落突变监测实现超前保护，在t_0～t_1电流初始突变的时刻已触发保护，将火花消灭在尚未产生或萌芽阶段，实现了故障保护的超前响应。

[0084] 如图6所示，本实施例提供一组过压过流检测电路的电路原理图。

[0085] 其中第十六电阻R402和第十七电阻R403构成电压采样电路，采样电路与基准源N401、第一比较器A401构成电压比较电路，当电路中输出电压超过设置的电压时第十七电阻R403上的分压增加超过基准源N401，比较器A401输出高电平控制第三P沟道场效应管T401动作切断电源输出，从而实现过压保护。

[0086] 第二电阻RS为回路中电流的采样电阻，在采样电阻两端的电压超过设定的电压时，第二比较器A402输出高电平控制第三P沟道场效应管T401动作切断电源输出，从而实现过流保护。

[0087] 此外，通常采用稳压管和可控硅作为过压保护的结构，在发生过压故障时，由稳压管触发可控硅动作进而将输出电压钳位至极低的电位，从而实现过压保护。

[0088] 过压过流保护电路4的具体实现由多种形式，图6仅为对其中的原理进行说明，并不以此为例。可以根据实际需要，进行调整。

[0089] 如图7所示，本实施例提供了将超前响应本安保护电路应用于ib保护等级本安电源电路的电路原理图，通过隔离型反激式AC-DC变换器5将交流输入转换为隔离的直流输出，其中过压过流保护电路4采用由限压限流芯片LT4363为核心具体实现的双重过压过流保护电路。

[0090] 如图8所示，本实施例提供了将超前响应本安保护电路应用于ia保护等级本安用电设备电路的电路原理图。使DC降压转换电路6置于超前保护控制电路1与故障电流突变检测电路3之间，即实现了适于ia保护等级本安用电设备电路的超前响应本安保护。

[0091] 结合以上实施例说明，应用于ia、ib等不同保护等级的本安保护电路只是体现在

保护电路中的并联数量和通识性要求，便于本领域的技术人员理解，并不以此为例。可以根据实际需要，进行调整。

[0092] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0093] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

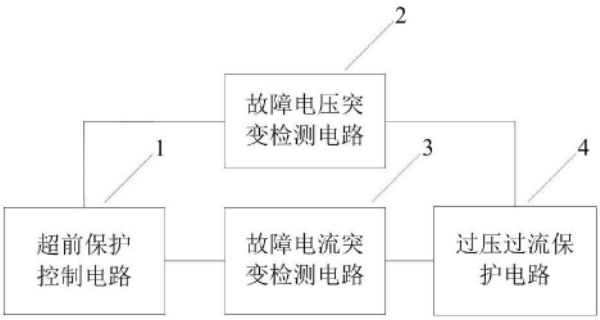

2
故障电压突变检测电路
1
3
4
超前保护控制电路
故障电流突变检测电路
过压过流保护电路

图1

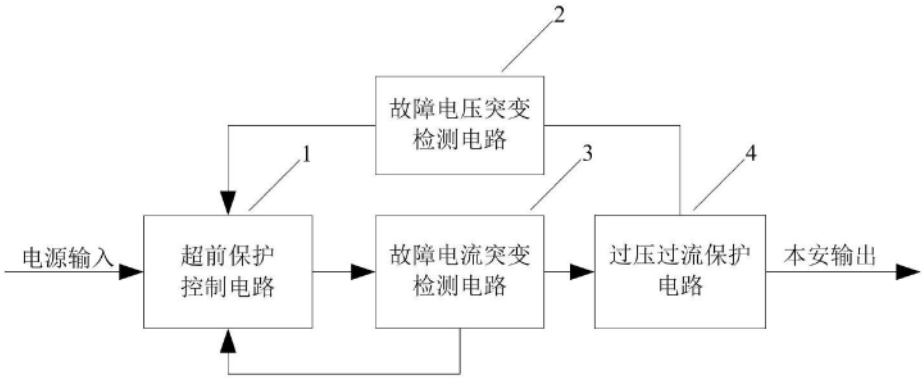

2
故障电压突变检测电路
1
3
4
电源输入
超前保护控制电路
故障电流突变检测电路
过压过流保护电路
本安输出

图2

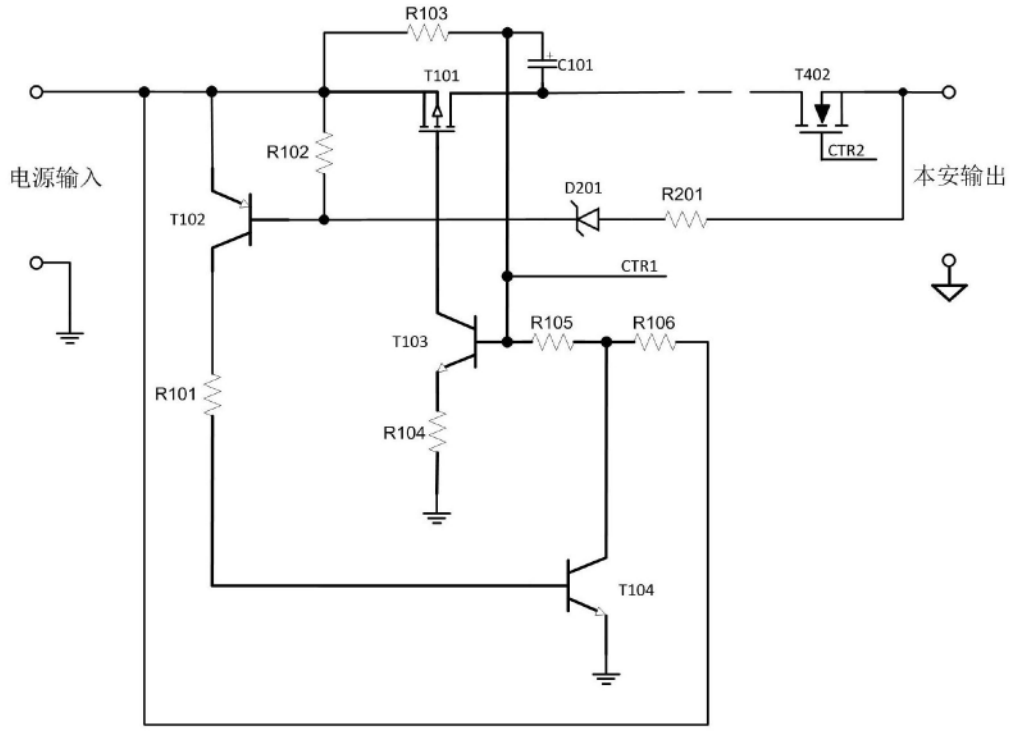

R103
C101
T101
T402
CTR2
电源输入
R102
D201
R201
本安输出
T102
CTR1
R105
R106
T103
R101
R104
T104

图3

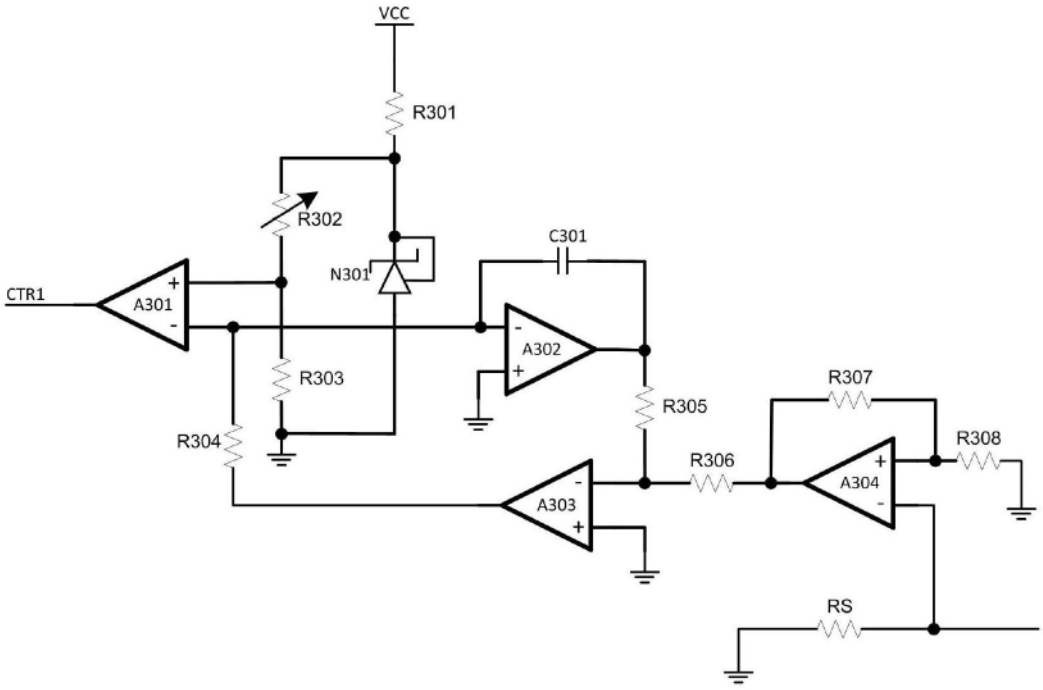

VCC
R301
R302
C301
N301
CTR1
A301
A302
R303
R305
R307
R304
R306
R308
A303
A304
RS

图4

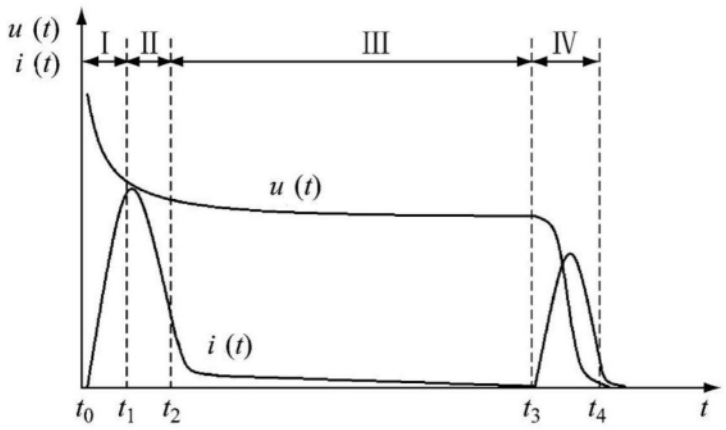

u (t)
i (t)
I
II
III
IV
u (t)
i (t)
t0
t1
t2
t3
t4
t

图5

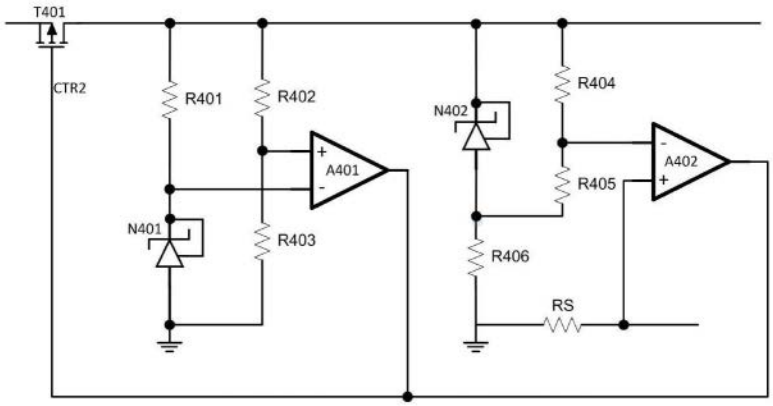
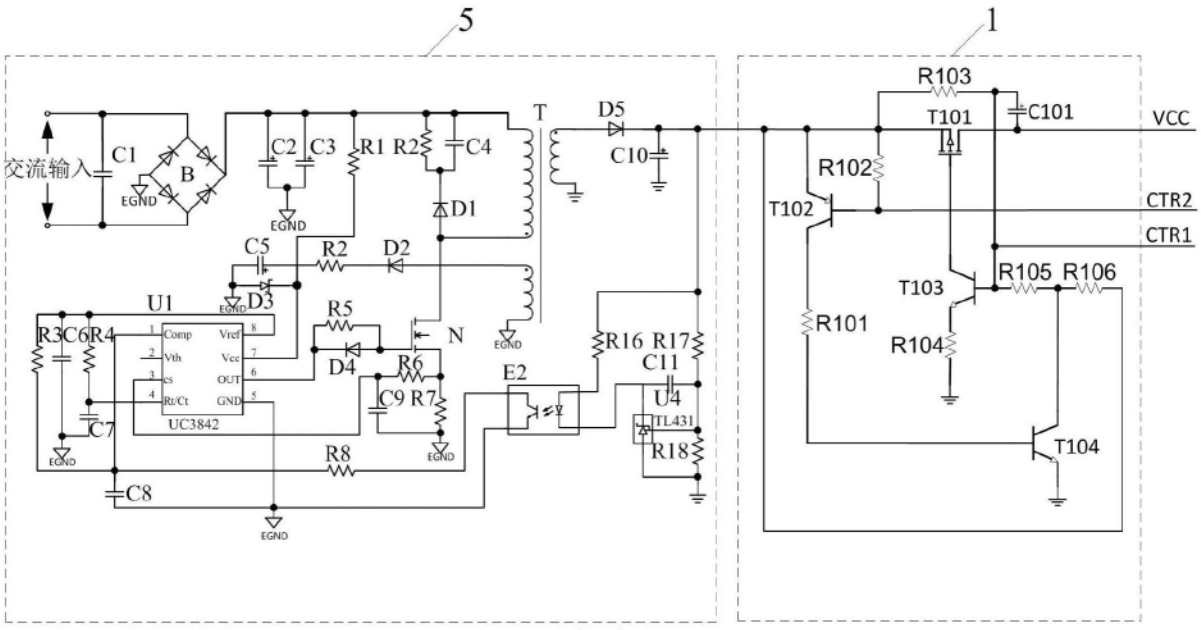
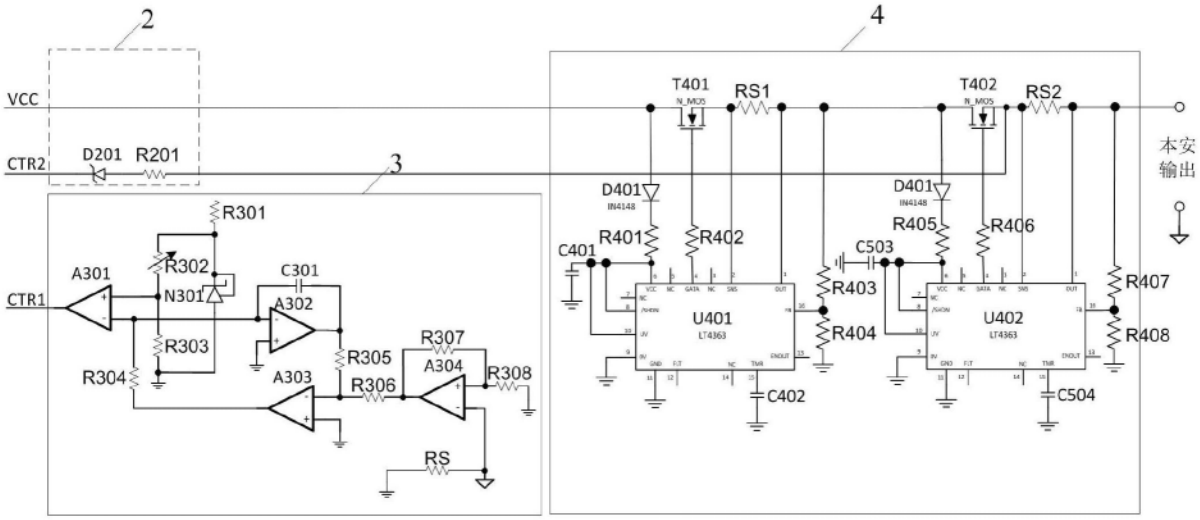

T401
CTR2
R401
R402
A401
N401
R403
N402
R404
A402
R405
R406
RS

图6

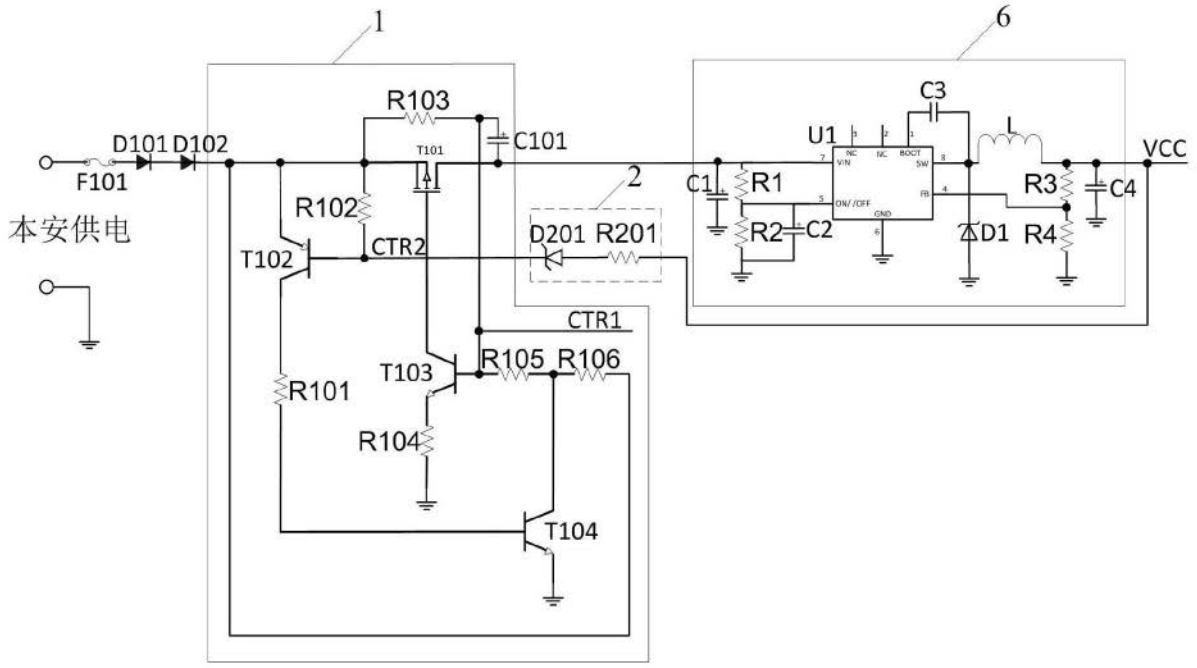

5
1
交流输入
C1
B
EGND
C2
C3
R1
R2
C4
T
D5
C10
D1
C5
R2
D2
D3
U1
R3
C6
R4
Comp
Vref
Vth
Vcc
cs
OUT
Rt/Ct
GND
UC3842
C7
R5
N
D4
R6
C9
R7
E2
R16
R17
C11
U4
TL431
R18
R8
C8
R103
T101
C101
VCC
R102
T102
CTR2
CTR1
R105
R106
T103
R101
R104
T104

(a)

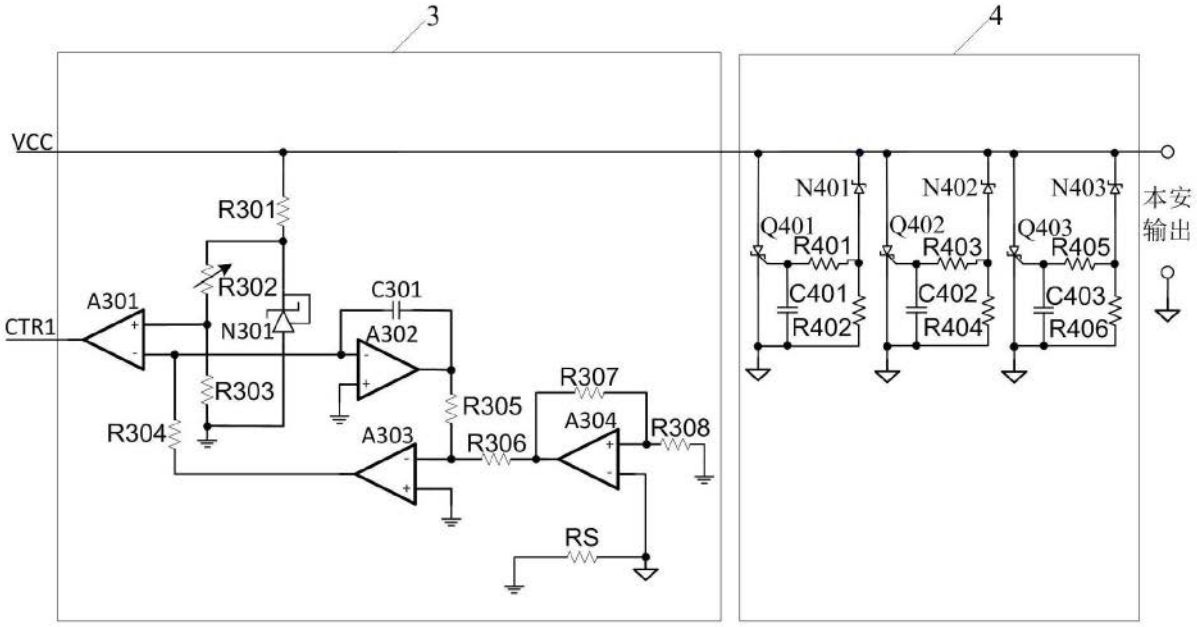

2
4
VCC
CTR2
D201
R201
3
T401
N_MOS
RS1
T402
RS2
本安输出
D401
IN4148
R401
R402
C401
R405
R406
C503
R403
R404
U401
LT4363
U402
R407
R408
C402
C504
R301
R302
A301
C301
CTR1
N301
A302
R303
R304
A303
R305
R306
R307
A304
R308
RS

(b)

图7


1
6
R103
C101
D101 D102
F101
本安供电
T101
R102
T102
CTR2
2
D201 R201
C3
U1
C1
R1
R2
C2
L
R3
C4
D1
R4
VCC
CTR1
R105 R106
T103
R101
R104
T104

(a)


3
4
VCC
R301
R302
A301
CTR1
N301
C301
A302
R303
R304
R305
R307
A303
R306
A304
R308
RS
N401
N402
N403
Q401
Q402
Q403
R401
R403
R405
C401
C402
C403
R402
R404
R406
本安输出

(b)

图8