



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105958881 B

(45)授权公告日 2018.02.09

(21)申请号 201610374905.4

H02H 7/085(2006.01)

(22)申请日 2016.05.31

H02H 7/093(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 王伯恩

申请公布号 CN 105958881 A

(43)申请公布日 2016.09.21

(73)专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72)发明人 马广程 张寒冰 夏红伟 王常虹
温奇咏

(74)专利代理机构 北京君恒知识产权代理事务
所(普通合伙) 11466

代理人 黄启行 张璐

(51)Int.Cl.

H02P 7/29(2016.01)

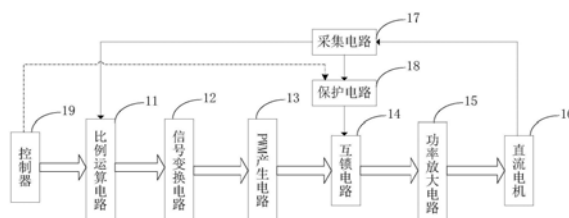
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种直流电机运动驱动装置

(57)摘要

本发明公开了一种直流电机运动驱动装置,包括:采集电路、比例运算电路、信号变换电路、PWM产生电路、互锁电路及功率放大电路;采集电路用于采集直流电机反馈的电流信号,并发送到比例运算电路;比例运算电路用于基于控制器输出的控制信号与所述电流信号实现比例运算;信号变换电路用于将比例运算电路的输出信号转换为与PWM产生电路匹配的信号;PWM产生电路用于根据信号变换电路的输出信号产生PWM信号;互锁电路用于防止功率放大电路中的上下功率管同时导通;功率放大电路用于对互锁电路的输出信号进行功率放大,并以此驱动电机。本发明提供的直流电机运动驱动装置通用性强、成本低、结构简单,适用于大功率、大转矩、低转速的直流电机。



1. 一种直流电机运动驱动装置,其特征在于,包括:采集电路、比例运算电路、信号变换电路、PWM产生电路、互锁电路及功率放大电路;其中,

采集电路与直流电机、比例运算电路相连,用于采集直流电机反馈的电流信号,并发送到比例运算电路;

比例运算电路与直流电机控制器相连,用于基于控制器输出的控制信号与所述电流信号实现比例运算;

信号变换电路与比例运算电路相连,用于将比例运算电路的输出信号转换为与PWM产生电路匹配的信号;

PWM产生电路与信号变换电路相连,用于根据信号变换电路的输出信号产生PWM信号;

互锁电路与PWM产生电路、功率放大电路相连,用于防止功率放大电路中的上下功率管同时导通;

功率放大电路与直流电机相连,用于对互锁电路的输出信号进行功率放大,并以此驱动电机;

其中,所述信号变换电路包括:电压变换电路、射随电路、加法电路及电压取反电路;其中,

电压变换电路包括:第三运算放大器U3、第三滑动变阻器r3、第八电阻R8、第九电阻R9、第十电阻R10;其中,U3的反相输入端通过R8输入比例运算电路的输出信号,同相输入端通过R9接地;r3的固定端连接U3的反相输入端,滑动端通过R10与U3的输出端相连;

射随电路包括:第四运算放大器U4、第四滑动变阻器r4、第十一电阻R11;其中,U4的同相输入端通过R11接地,反相输入端与输出端相连;r4的固定端输入参考电压信号,滑动端与U4同相输入端相连;

加法电路包括:第五运算放大器U5、第十二电阻R12、第十三电阻R13、第十四电阻R14、第十五电阻R15,用于将电压变换电路与射随电路的输出信号相加;其中,U5的反相输入端分别通过R12连接电压变换电路的输出端、通过R13连接射随电路的输出端,并通过R14与U5的输出端相连;U5的同相输入端通过R15接地;

电压取反电路包括:第六运算放大器U6、第十六电阻R16、第十七电阻R17、第十八电阻R18,用于对加法电路的输出信号取反;其中,U6的反相输入端通过R16与U5的输出端相连,通过R17与U6的输出端相连;U6的同相输入端通过R18接地。

2. 如权利要求1所述的装置,其中,所述比例运算电路包括取反电路及运算电路,该取反电路包括:第一运算放大器U1、第一滑动变阻器r1、第一电阻R1、第二电阻R2及第三电阻R3;其中,

R1一端输入所述电流信号,另一端连接U1反相输入端;R2一端接地,另一端连接U1同相输入端;R3一端连接U1反相输入端,另一端与r1固定端相连;r1滑动端与U1输出端相连,用于调节电流反馈系数;

运算电路包括:第二运算放大器U2、第二滑动变阻器r2、第四电阻R4、第五电阻R5、第六电阻R6及第七电阻R7;其中,

R4一端输入所述控制信号,另一端连接U2反相输入端及R5一端;R5另一端与U1输出端相连;U2同相输入端通过R6接地;r2固定端连接U2反相输入端,滑动端与R7一端相连,用于调节运算电路的放大倍数;R7另一端连接U2输出端。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括保护电路;所述控制器还用于向保护电路发送伺服ON信号;

保护电路包括:电流比较电路、伺服比较电路、错误指示电路、过流指示电路、故障指示电路;其中,

电流比较电路包括:比较器T1、第一光耦P1、第十九电阻R19;其中,T1的反相输入端连接参考电压信号,同相输入端输入所述电流信号的绝对值,输出端通过R19与P1的阴极相连;P1的阳极设置为高电平;

伺服比较电路包括:第二光耦P2,其阳极置为高电平,阴极输入所述伺服ON信号;

错误指示电路包括:第一与门芯片Y1、第一反相器S1、第一发光二极管Led1、第二电阻R20,用于在所述电流信号过大和/或伺服ON信号为高电平时提供保护并指示;其中,P1、P2的输出端分别连接Y1的第一输入端、第二输入端,Y1的输出端通过S1连接Led1的负极;Led1的正极通过R20接入5V电压;

过流指示电路包括:第二反相器S2、第三反相器S3、第二发光二极管Led2、第二十一电阻R21,用于在所述电流信号过大时进行指示;其中,S2输入端连接P1的输出端,其输出端通过S3连接Led2的负极;Led2的正极通过R21接入5V电压;

故障指示电路包括:第四反相器S4、第三光耦P3,用于在所述电流信号过大时输出故障信息;其中,S4的输入端连接P1的输出端,输出端接入P3的阴极;P3的阳极置高电平。

4. 如权利要求2所述的装置,其特征在于,PWM产生电路包括:TL494芯片,用于根据U6的输出信号产生PWM信号。

5. 如权利要求3所述的装置,其特征在于,互锁电路包括:PWM保护电路及光耦隔离电路;其中,

PWM保护电路包括:第二与门芯片Y2、第三与门芯片Y3、第四与门芯片Y4、第五与门芯片Y5、第五反相器S5;其中,S5的输入端接入PWM产生电路输出的PWM信号,输出端分别连接Y3、Y4的第一输入端;Y2、Y5的第一输入端输入所述PWM信号;Y2、Y3、Y4、Y5的第二输入端分别连接Y1的输出端;

光耦隔离电路包括:第四光耦P4、第五光耦P5、第六光耦P6、第七光耦P7、第二十二电阻R22、第二十三电阻R23、第二十四电阻R24、第二十五电阻R25,用于阻止P4、P5同时导通,并阻止P6、P7同时导通;其中,P4的阳极通过R22连接Y2的输出端,并与P5的阴极相连;P5的阳极通过R23连接Y3的输出端,并与P4的阴极相连;P6的阳极通过R24连接Y4的输出端,并与P7的阴极相连;P7的阳极通过R25连接Y5的输出端,并与P6的阴极相连。

6. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,功率放大电路包括:IGCM20F60GA芯片,用于对P4、P5、P6、P7的输出信号进行功率放大,并由此驱动直流电机。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,光耦隔离电路还包括:第八光耦P8、第九光耦P9、第二十六电阻R26、第二十七电阻R27,用于将强电信号与弱电信号隔离;其中,

P8的阳极与P9的阴极相连,并通过R26连接强电信号的地线;P9的阳极与P8的阴极相连,并通过R27连接弱电信号的地线。

8. 如权利要求1-7任一所述的装置,其特征在于,采集电路包括:CSNP661芯片及与之连接的电感,该芯片用于采集直流电机反馈的电流信号,并通过调整所述电感线圈的匝数改变量程。

一种直流电机运动驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及驱动控制技术领域,尤其涉及一种直流电机运动驱动装置。

背景技术

[0002] 电机在我们的生活中无处不在,其中直流电机因其良好的启动特性、调速特性以及提供大转矩等优点,在各种工业控制装置中占据一席之地。比如惯性导航系统中用到的高精度、大转矩、大功率的转台装置就使用直流电机。实际应用中如果使用直流电机,必然要涉及到直流电机的驱动问题。现在市场上有很多厂家生产的驱动器,但是对于高精度、大转矩、低转速、大功率的直流电机的驱动器生产厂家比较少,而且要么功率较小,要么体积较大,无法满足生产设计的要求。

[0003] 目前在直流电机驱动器的设计主要有两种思路:一种是采用数字电路,通过微处理器采集电机反馈的电流,在微处理器内完成闭环算法,然后通过功率放大电路控制电机,但是这种思路因为直流电机在很多场合受到的扰动很大,噪声较大,如果微处理器的采集效果不好,经常会出现采集的电流不准确的问题,很难把精度提上去;另一种思路是通过模拟电路搭建电流环PID运算,然后设计自举电路、死区电路,连接功率放大芯片,这种方案效果很好,但是电路很复杂,开发的成本也很高,对于不同要求的直流电机,通用性很差。

[0004] 因此,亟需一种结构简单、成本低廉、通用性强的直流电机驱动装置以解决上述问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种通用性强、成本低、结构简单,适用于大功率、大转矩、低转速的直流电机的驱动装置。

[0006] 本发明提供一种直流电机运动驱动装置,包括:采集电路、比例运算电路、信号变换电路、PWM产生电路、互锁电路及功率放大电路;其中,采集电路与直流电机、比例运算电路相连,用于采集直流电机反馈的电流信号,并发送到比例运算电路;比例运算电路与直流电机控制器相连,用于基于控制器输出的控制信号与所述电流信号实现比例运算;信号变换电路与比例运算电路相连,用于将比例运算电路的输出信号转换为与PWM产生电路匹配的信号;PWM产生电路与信号变换电路相连,用于根据信号变换电路的输出信号产生PWM信号;互锁电路与PWM产生电路、功率放大电路相连,用于防止功率放大电路中的上下功率管同时导通;功率放大电路与直流电机相连,用于对互锁电路的输出信号进行功率放大,并以此驱动电机。

[0007] 优选地,比例运算电路包括:取反电路及运算电路;其中,取反电路包括:第一运算放大器U1、第一滑动变阻器r1、第一电阻R1、第二电阻R2及第三电阻R3;其中,R1一端输入所述电流信号,另一端连接U1反相输入端;R2一端接地,另一端连接U1同向输入端;R3一端连接U1反相输入端,另一端与r1固定端相连;r1滑动端与U1输出端相连,用于调节电流反馈系数;运算电路包括:第二运算放大器U2、第二滑动变阻器r2、第四电阻R4、第五电阻R5、第六

电阻R6及第七电阻R7;其中,R4一端输入所述控制信号,另一端连接U2反相输入端及R5一端;R5另一端与U1输出端相连;U2同相输入端通过R6接地;r2固定端连接U2反相输入端,滑动端与R7一端相连,用于调节运算电路的放大倍数;R7另一端连接U2输出端。

[0008] 优选地,信号变换电路包括:电压变换电路、射随电路、加法电路及电压取反电路;其中,电压变换电路包括:第三运算放大器U3、第三滑动变阻器r3、第八电阻R8、第九电阻R9、第十电阻R10;其中,U3的反相输入端通过R8输入比例运算电路的输出信号,同相输入端通过R9接地;r3的固定端连接U3的反相输入端,滑动端通过R10与U3的输出端相连;射随电路包括:第四运算放大器U4、第四滑动变阻器r4、第十一电阻R11;其中,U4的同相输入端通过R11接地,反相输入端与输出端相连;r4的固定端输入参考电压信号,滑动端与U4同相输入端相连;加法电路包括:第五运算放大器U5、第十二电阻R12、第十三电阻R13、第十四电阻R14、第十五电阻R15,用于将电压变换电路与射随电路的输出信号相加;其中,U5的反相输入端分别通过R12连接电压变换电路的输出端、通过R13连接射随电路的输出端,并通过R14与U5的输出端相连;U5的同相输入端通过R15接地;电压取反电路包括:第六运算放大器U6、第十六电阻R16、第十七电阻R17、第十八电阻R18,用于对加法电路的输出信号取反;其中,U6的反相输入端通过R16与U5的输出端相连,通过R17与U6的输出端相连;U6的同相输入端通过R18接地。

[0009] 优选地,PWM产生电路包括:TL494芯片,用于根据U6的输出信号产生PWM信号。

[0010] 优选地,所述装置还包括:保护电路;以及控制器还用于向保护电路发送伺服ON信号。

[0011] 优选地,保护电路包括:电流比较电路、伺服比较电路、错误指示电路、过流指示电路、故障指示电路;其中,电流比较电路包括:比较器T1、第一光耦P1、第十九电阻R19;其中,T1的反相输入端连接参考电压信号,同相输入端输入所述电流信号的绝对值,输出端通过R19与P1的阴极相连;P1的阳极设置为高电平;伺服比较电路包括:第二光耦P2,其阳极置为高电平,阴极输入所述伺服ON信号;错误指示电路包括:第一与门芯片Y1、第一反相器S1、第一发光二极管Led1、第二十电阻R20,用于在所述电流信号过大和/或伺服ON信号为高电平时提供保护并指示;其中,P1、P2的输出端分别连接Y1的第一输入端、第二输入端,Y1的输出端通过S1连接Led1的负极;Led1的正极通过R20接入5V电压;过流指示电路包括:第二反相器S2、第三反相器S3、第二发光二极管Led2、第二十一电阻R21,用于在所述电流信号过大时进行指示;其中,S2输入端连接P1的输出端,其输出端通过S3连接Led2的负极;Led2的正极通过R21接入5V电压;故障指示电路包括:第四反相器S4、第三光耦P3,用于在所述电流信号过大时输出故障信息;其中,S4的输入端连接P1的输出端,输出端接入P3的阴极;P3的阳极置高电平。

[0012] 优选地,互锁电路包括:PWM保护电路及光耦隔离电路;其中,PWM保护电路包括:第二与门芯片Y2、第三与门芯片Y3、第四与门芯片Y4、第五与门芯片Y5、第五反相器S5;其中,S5的输入端接入PWM产生电路输出的PWM信号,输出端分别连接Y3、Y4的第一输入端;Y2、Y5的第一输入端输入所述PWM信号;Y2、Y3、Y4、Y5的第二输入端分别连接Y1的输出端;光耦隔离电路包括:第四光耦P4、第五光耦P5、第六光耦P6、第七光耦P7、第二十二电阻R22、第二十三电阻R23、第二十四电阻R24、第二十五电阻R25,用于阻止P4、P5同时导通,并阻止P6、P7同时导通;其中,P4的阳极通过R22连接Y2的输出端,并与P5的阴极相连;P5的阳极通过R23连

接Y3的输出端,并与P4的阴极相连;P6的阳极通过R24连接Y4的输出端,并与P7的阴极相连;P7的阳极通过R25连接Y5的输出端,并与P6的阴极相连。

[0013] 优选地,功率放大电路包括:IGCM20F60GA芯片,用于对P4、P5、P6、P7的输出信号进行功率放大,并由此驱动直流电机。

[0014] 优选地,光耦隔离电路还包括:第八光耦P8、第九光耦P9、第二十六电阻R26、第二十七电阻R27,用于将强电信号与弱电信号隔离;其中,P8的阳极与P9的阴极相连,并通过R26连接强电信号的地线;P9的阳极与P8的阴极相连,并通过R27连接弱电信号的地线。

[0015] 优选地,采集电路包括:CSNP661芯片及与之连接的电感,该芯片用于采集直流电机反馈的电流信号,并通过调整所述电感线圈的匝数改变量程。

[0016] 由上述技术方案可知,本发明结构简单、操作方便、成本低廉、控制精度高、通用性强,可以广泛应用于直流电机控制装置中。

附图说明

[0017] 图1是本发明的直流电机运动驱动装置示意图;

[0018] 图2是本发明的直流电机运动驱动装置比例运算电路原理图;

[0019] 图3是本发明的直流电机运动驱动装置信号变换电路原理图;

[0020] 图4是本发明的直流电机运动驱动装置PWM产生电路原理图;

[0021] 图5是本发明的直流电机运动驱动装置保护电路原理图;

[0022] 图6是本发明的直流电机运动驱动装置PWM保护电路原理图;

[0023] 图7是本发明的直流电机运动驱动装置光耦隔离电路原理图;

[0024] 图8是本发明的直流电机运动驱动装置功率放大电路原理图;

[0025] 图9是本发明的直流电机运动驱动装置比例运算电路组成示意图;

[0026] 图10是本发明的直流电机运动驱动装置信号变换电路组成示意图;

[0027] 图11是本发明的直流电机运动驱动装置保护电路组成示意图;

[0028] 图12是本发明的直流电机运动驱动装置互锁电路组成示意图。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举出优选实施例,对本发明进一步详细说明。然而,需要说明的是,说明书中列出的许多细节仅仅是为了使读者对本发明的一个或多个方面有一个透彻的理解,即便没有这些特定的细节也可以实现本发明的这些方面。

[0030] 本发明的发明人考虑到,目前直流电机驱动器的两种主要设计方法都存在重大弊端:采用数字电路,通过微处理器采集电机反馈的电流,在微处理器内完成闭环算法,然后通过功率放大电路控制电机的方法,因为直流电机在很多场合受到的扰动很大,噪声较大,如果微处理器的采集效果不好,经常会出现采集的电流不准确的问题,很难把精度提上去;采用模拟电路搭建电流环PID运算,然后设计自举电路、死区电路,连接功率放大芯片进行驱动的方法效果很好,但是电路很复杂,开发的成本也很高,对于不同要求的直流电机,通用性很差。

[0031] 基于上述考虑,本发明的发明人针对性地进行了如下改进:

[0032] (1) 采集电流采用粗匹配与细匹配相结合的方法。粗匹配采用电流传感器CSNP661,通过改变与之连接的线圈的匝数改变量程;细匹配利用比例运算电路中的滑动变阻器来进行细调。电流的测量量程为0-50A,适用于工作电流在这个范围的多种直流电机。

[0033] (2) 实现了多种额定电压电机的接入。功率放大器采用了英飞凌的IGCM20F60GA,可以承受的最大电压是600V,能够适用于绝大多数的工业要求。同时其开关管的速度可以达到20KHz,适应多数场合的需求。

[0034] (3) 完成了电流闭环算法。根据反馈的电流进行比例运算,并且可以调节滑动变阻器来调节放大倍数,提高系统的响应,减小跟踪误差。与控制器结合,可以消除静态误差,具有较快的动态响应。

[0035] (4) PWM(Pulse Width Modulation,脉冲宽度调制)信号的产生采用芯片TL494。TL494是工业上经常采用的一款高精度的三角波产生电路,本发明采用其内部的三角波与给定电压作比较实现PWM信号的产生。上述芯片产生的PWM信号波形稳定,精度高,开关频率可以调节,本发明将开关频率设置为10KHz。

[0036] (5) 采用互锁电路替代死区设置。由模拟电路来实现死区的设置,需要丰富的工程经验,并且调节困难、耗费时间较长。本发明利用高速光耦实现互锁,实现了功放中上下两个功率管不可能同时导通的效果,既简化了电路,又提高了系统的可靠性。

[0037] (6) 功率放大电路上的改进。传统的设计方案是设计自举电路,再加上功率管,分开来完成功率放大。本装置中采用IGCM20F60GA,这是一款将自举电路和IGBT集成的芯片,集成了六个功率管,只需一个芯片就解决了上面的问题,由此大大简化了电路,同时可靠性大大提高。这款芯片内部也集成了保护电路,当发现电流过大或者功率管异常时会自动切断电路,对电路进行保护,使得系统的性能大大提高。

[0038] 图1示出了本发明的直流电机运动驱动装置示意图,参见图1,该装置包括:采集电路17、比例运算电路11、信号变换电路12、PWM产生电路13、互锁电路14及功率放大电路15。下面对各部分电路进行详细介绍:

[0039] 采集电路17与直流电机16、比例运算电路11相连,用于采集直流电机16反馈的电流信号,并发送到比例运算电路11。实际应用中,采集电路17包括CSNP661芯片及与之连接的电感,该芯片用于采集直流电机16反馈的电流信号,并通过调整电感线圈的匝数改变量程。如此设置的电流测量量程为0~50A,适用于工作电流在这个范围的多种直流电机。

[0040] 比例运算电路11与直流电机控制器19相连,用于基于控制器19输出的模拟量控制信号与直流电机16反馈的电流信号实现比例运算。在本发明优选实施例中,比例运算电路11包括取反电路111及运算电路112。

[0041] 图2示出了比例运算电路原理图,参见图2,取反电路111包括:第一运算放大器U1、第一滑动变阻器r1、第一电阻R1、第二电阻R2及第三电阻R3。其连接关系如下:

[0042] R1一端输入反馈的电流信号,另一端连接U1反相输入端。R2一端接地,另一端连接U1同向输入端。R3一端连接U1反相输入端,另一端与r1固定端相连。r1滑动端与U1输出端相连,用于调节电流反馈系数。

[0043] 上述取反电路111将反馈的电流信号取反,并采用r1调节电流反馈系数,输出取反的电流信号与电流反馈系数的乘积。r1由此实现了反馈电流的细匹配,有助于实现精确的电流闭环控制。

[0044] 运算电路112包括:第二运算放大器U2、第二滑动变阻器r2、第四电阻R4、第五电阻R5、第六电阻R6及第七电阻R7。其连接关系如下:

[0045] R4一端输入控制信号,另一端连接U2反相输入端及R5一端。R5另一端与U1输出端相连。U2同相输入端通过R6接地。r2固定端连接U2反相输入端,滑动端与R7一端相连,用于调节运算电路112的放大倍数。R7另一端连接U2输出端。

[0046] 运算电路112首先得到控制信号与带有电流反馈系数的电流信号的差值,再对此差值进行比例运算,得到经过PID运算的控制量。

[0047] 比例运算电路11的上述设置能够提高系统响应,减小跟踪误差,与控制器结合消除静态误差,并具有较快的动态响应。

[0048] 实际应用中,上述元件可设置为: $R1=2.5K\Omega$, $R2=2K\Omega$, $R3=100\Omega$, $R4=10K\Omega$, $R5=10K\Omega$, $R6=5.1K\Omega$, $R7=100\Omega$ 。r2调节到 $60K\Omega$,这样比例控制系数 $K_p=6$ 。

[0049] 图9是比例运算电路组成示意图,从中可以看到取反电路111与运算电路112的连接关系。

[0050] 在实际应用中,比例运算电路11输出信号在-10V到10V之间,而PWM需要的输入信号范围是0V-2.7V,于是需要设计信号变换电路12来进行电压变换。

[0051] 信号变换电路12与比例运算电路11相连,用于将比例运算电路11的输出信号转换为与PWM产生电路13匹配的信号。

[0052] 作为一个优选方案,信号变换电路12包括:电压变换电路121、射随电路122、加法电路123及电压取反电路124。参见图3、图10。图3示出了信号变换电路12的原理,图10示出了信号变换电路12的组成。具体而言:

[0053] 电压变换电路121包括:第三运算放大器U3、第三滑动变阻器r3、第八电阻R8、第九电阻R9、第十电阻R10。其连接关系如下:

[0054] U3的反相输入端通过R8输入比例运算电路11的输出信号,同相输入端通过R9接地。r3的固定端连接U3的反相输入端,滑动端通过R10与U3的输出端相连。

[0055] 电压变换电路121是比例运算电路,对输入信号进行电压变换。实际应用中, $R8=10K\Omega$, $R9=1K\Omega$, $R10=100\Omega$, r3调节为 $1.3K\Omega$, U3输出信号的电压范围转换为-1.3V到1.3V。

[0056] 射随电路122包括:第四运算放大器U4、第四滑动变阻器r4、第十一电阻R11。其中, U4的同相输入端通过R11接地,反相输入端与输出端相连;r4的固定端输入参考电压信号,滑动端与U4同相输入端相连。射随电路122用于增强经过r4的参考电压信号的驱动能力。在本发明优选实施例中,参考电压为5V,其经r4的电压为1.3V, $R11=13K\Omega$,射随电路122的输出信号为1.3V。

[0057] 加法电路123包括:第五运算放大器U5、第十二电阻R12、第十三电阻R13、第十四电阻R14、第十五电阻R15,用于将电压变换电路121与射随电路122的输出信号相加。其中, U5的反相输入端分别通过R12连接电压变换电路121的输出端、通过R13连接射随电路122的输出端,并通过R14与U5的输出端相连。U5的同相输入端通过R15接地。具体地, $R12=10K\Omega$, $R13=10K\Omega$, $R14=10K\Omega$, $R15=3.3K\Omega$,经过上述设置,加法电路123输出信号的范围是0V到-2.7V。

[0058] 电压取反电路124包括:第六运算放大器U6、第十六电阻R16、第十七电阻R17、第十

八电阻R18,用于对加法电路123的输出信号取反。其中,U6的反相输入端通过R16与U5的输出端相连,通过R17与U6的输出端相连;U6的同相输入端通过R18接地。实际应用中,R16=10K Ω ,R17=10K Ω ,R18=5.1K Ω ,电压取反电路输出电压范围在0V-2.7V之间的信号。

[0059] 经过上述设置,信号变换电路12将输出信号控制在0V-2.7V之间,利于PWM产生电路13的运行。

[0060] PWM产生电路13与信号变换电路12相连,用于根据信号变换电路12的输出信号产生PWM信号。在本发明优选实施例中,PWM产生电路13包括TL494芯片,其内部可以产生三角波,与U6的输出信号比较就能产生宽度可调的PWM信号,其生成的PWM信号波形稳定,精度高,开关频率可以调节。本发明设置开关频率为10KHz。图4示出了PWM产生电路原理图,参见图4,信号变换电路12的输出信号输入到TL494的DTC端口,其C₁、C₂端口输出的信号进入互锁电路14。图中的参考电压V_{ref}=5V。

[0061] 较佳地,在本发明实施例中,驱动装置还设置有保护电路18。在实际应用中,保护电路18包括:电流比较电路181、伺服比较电路182、错误指示电路183、过流指示电路184、故障指示电路185。如图5、图11所示。图5示出了保护电路18的原理,图11示出了保护电路18的组成。具体而言:

[0062] 电流比较电路181包括:比较器T1、第一光耦P1、第十九电阻R19。其中,T1的反相输入端连接参考电压信号,同相输入端输入电流信号的绝对值,输出端通过R19与P1的阴极相连。T1的输出端还通过5.1K Ω 的电阻接5V电压,P1的阴极通过反接的二极管接地,P1的输出端通过510 Ω 的电阻接地,P1的阳极通过510 Ω 的电阻接5V电压。实际应用中,R19=5.1K Ω 。

[0063] 电流比较电路181的工作原理如下:T1主要完成的是参考电压为5V的V_{ref}与取绝对值之后电流信号“d1_abs”之间的比较电路,当电流值超过设定的最大值之后,T1输出高电平,这样P1左边截止,造成其右侧也截止,这样输出信号“hd1”为低电平。

[0064] 在本发明优选实施例中,控制器19还向保护电路18发送伺服ON信号,用于控制PWM信号的开关。

[0065] 伺服比较电路182包括第二光耦P2,其阳极置为高电平,阴极输入伺服ON信号power。其工作原理为:当光耦左侧power为高电平时,光耦截止,右侧power_on输出低电平;反之,输出高电平。在实际应用中,P2阳极通过5.1K Ω 的电阻接5V电压,其输出端通过510 Ω 的电阻接地。

[0066] 错误指示电路183包括:第一与门芯片Y1、第一反相器S1、第一发光二极管Led1、第二十电阻R20,用于在电流信号过大和/或伺服ON信号为高电平时提供保护并指示。其中,P1、P2的输出端分别连接Y1的第一输入端、第二输入端,Y1的输出端通过S1连接Led1的负极。Led1的正极通过R20接入5V电压。在本发明实施例中,R20=5.1K Ω 。错误指示电路183的工作原理为:当hd1与power_on任一为低电平时,说明电路存在问题,Y1将“motion”拉成低电平,进而切断功率放大电路15的输入信号。“motion”经过S1取反之后变成高电平,发光二极管Led1“ERROR_ON”熄灭,指示电路发生错误。

[0067] 当直流电机16反馈的电流过大或超速运转,错误指示电路183能够使输入功率放大电路15的PWM信号的占空比为零,从而停止运行,保护电路不受损坏。同时,本发明设计由控制器19提供给保护电路18伺服ON信号,以防止在刚开始上电时电机发生意外转动,并在有错误发生的情况,立刻终止功率放大电路15工作,防止系统的损坏。

[0068] 过流指示电路184包括:第二反相器S2、第三反相器S3、第二发光二极管Led2、第二十一电阻R21,用于在电流信号过大时进行指示。其中,S2输入端连接P1的输出端,其输出端通过S3连接Led2的负极。Led2的正极通过 $R21=5.1K\Omega$ 接入5V电压。S2、S3的作用是提高hd1信号的驱动能力,当“hd1”输出低电平时,将发光二极管Led2“hd1_OFF”点亮,提示电流过大。

[0069] 故障指示电路185包括:第四反相器S4、第三光耦P3,用于在电流信号过大时输出故障信息。其中,S4的输入端连接P1的输出端,输出端接入P3的阴极,P3的阳极通过 $5.1K\Omega$ 的电阻接5V电压,P3的输出端通过 510Ω 的电阻接地。其工作原理是:S4将“hd1”信号取反之后,当“hd1”为低电平时,“ERROR”输出高电平,则P3截止,“ERROR_OUT”输出低电平,指示电路发生故障。进一步,故障信息“ERROR_OUT”被返回到控制器19。

[0070] 在现有技术中,多采用模拟电路来实现死区的设置,这需要丰富的工程经验,而且调节困难、耗费时间较长。本发明利用高速光耦设计互锁电路14,实现了功放中上下两个功率管不可能同时导通的功能,既简化了电路,又提高了系统的可靠性。

[0071] 具体地,互锁电路14与PWM产生电路13、功率放大电路15相连,用于防止功率放大电路15中的上下功率管同时导通。本发明优选实施例中,互锁电路14包括:PWM保护电路141及光耦隔离电路142。如图6、图7、图12所示。图6示出了PWM保护电路原理,图7示出了光耦隔离电路原理,图12示出了互锁电路14的组成。如图:

[0072] PWM保护电路141包括:第二与门芯片Y2、第三与门芯片Y3、第四与门芯片Y4、第五与门芯片Y5、第五反相器S5。其中,S5的输入端接入PWM产生电路13输出的PWM信号,输出端分别连接Y3、Y4的第一输入端。Y2、Y5的第一输入端输入PWM信号。Y2、Y3、Y4、Y5的第二输入端分别连接Y1的输出端。

[0073] 光耦隔离电路142包括:第四光耦P4、第五光耦P5、第六光耦P6、第七光耦P7、第二十二电阻R22、第二十三电阻R23、第二十四电阻R24、第二十五电阻R25,用于阻止P4、P5同时导通,并阻止P6、P7同时导通。其中,P4的阳极通过R22连接Y2的输出端,并与P5的阴极相连。P5的阳极通过R23连接Y3的输出端,并与P4的阴极相连。P6的阳极通过R24连接Y4的输出端,并与P7的阴极相连。P7的阳极通过R25连接Y5的输出端,并与P6的阴极相连。具体应用中,R22、R23、R24、R25均为 220Ω 。P4、P5、P6、P7的输出信号作为功率放大电路15的输入,上述设置使得功率放大电路15中的上下功率管无法同时导通,极大的提高了系统的稳定性和可靠性。

[0074] 同时,当反馈电流过大或电机超速运转,又或伺服ON信号为高电平时,Y1的输出信号“motion”为低电平,Y2、Y3、Y4、Y5均输出低电平,P4、P5、P6、P7均截止,功率放大电路15停止工作。可见,上述设置使得保护电路18能够在意外情况下终止系统的运行,实现对电路的保护。

[0075] 功率放大电路的传统方案是设计自举电路,然后加上功率管,分开来完成功率放大。本发明将自举电路和六个IGBT集成,只需一个芯片就解决了上述问题。一方面大大简化了电路,同时可靠性极大提高。

[0076] 具体来说,功率放大电路15与直流电机16相连,用于对互锁电路14的输出信号进行功率放大,并以此驱动电机。在本发明优选实施例中,功率放大电路15包括:IGCM20F60GA芯片,其集成了六个IGBT,可以实现两相直流电机和三相交流电机的驱动,开关功率消耗

低,开关管的速度可以达到20KHz,适合于多数场合的需求。该芯片用于对P4、P5、P6、P7的输出信号进行功率放大,并由此驱动直流电机16。图8是功率放大电路原理图,参见图8,P4、P5、P6、P7的输出信号通过芯片左侧下方6个IGBT的控制端输入,左侧上方的管脚为自举电路的电容输入端,需要按照要求接自举电容。芯片右侧设有两个强电输入端,输入18V-600V的强电,能够满足绝大多数情况的工业要求。芯片右侧设有接电机的管脚,用于对电机进行驱动。

[0077] 作为一个优选方案,光耦隔离电路142还包括:第八光耦P8、第九光耦P9、第二十六电阻R26、第二十七电阻R27,用于将强电信号与弱电信号隔离。

[0078] 具体地,P8的阳极与P9的阴极相连,并通过R26连接强电信号的地线。P9的阳极与P8的阴极相连,并通过R27连接弱电信号的地线。如此设置实现了光耦隔离电路142两侧强电信号与弱点信号的隔离,避免了强电对弱电造成的干扰。具体应用中, $R26=R27=220\Omega$ 。

[0079] 本发明的直流电机运动驱动装置需要+5V及 $\pm 15V$ 电源。

[0080] 本发明提供的直流电机运动驱动装置通用性强、成本低、结构简单,适用于大功率、大转矩、低转速的直流电机,已成功应用在高精度转台控制系统中及九自由度运动控制系统中,极大提高了系统的可靠性,降低了科研的成本。整套装置的开发成本为两百人民币左右,低于市场上大多数驱动器的价格,摆脱了对昂贵的直流电机驱动装置的依赖。

[0081] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,如:ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0082] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

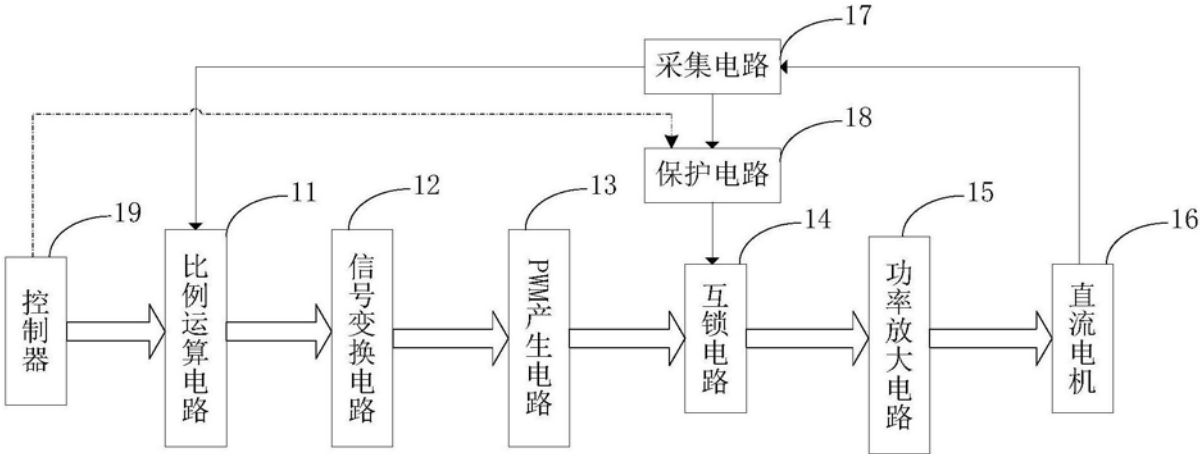


图1

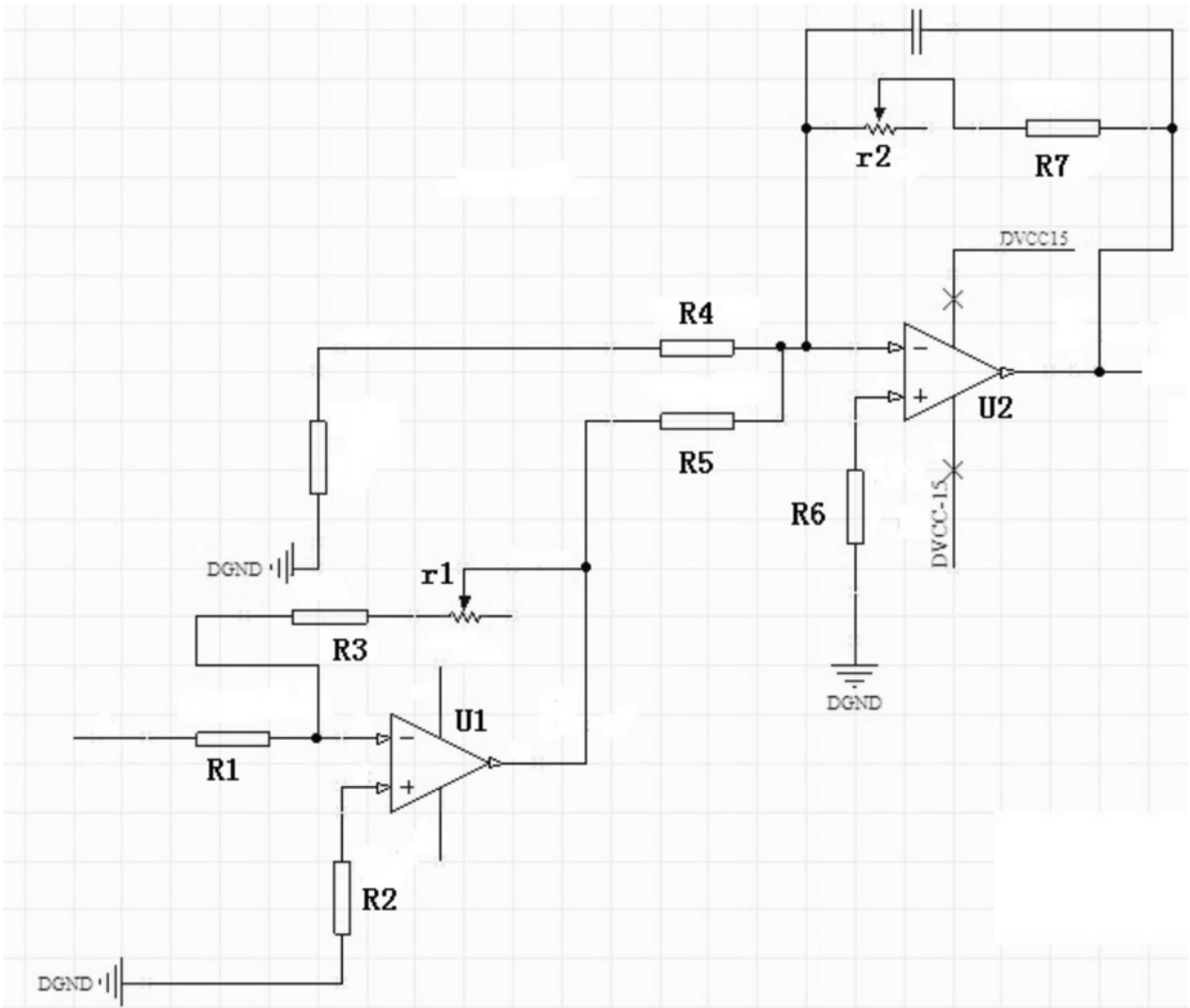


图2

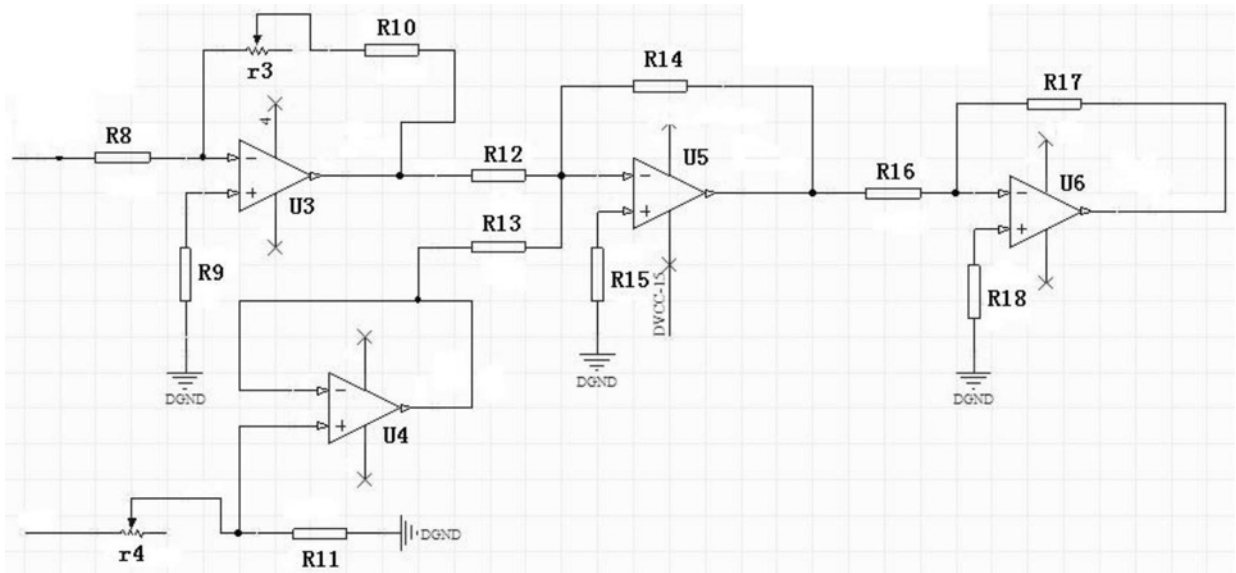


图3

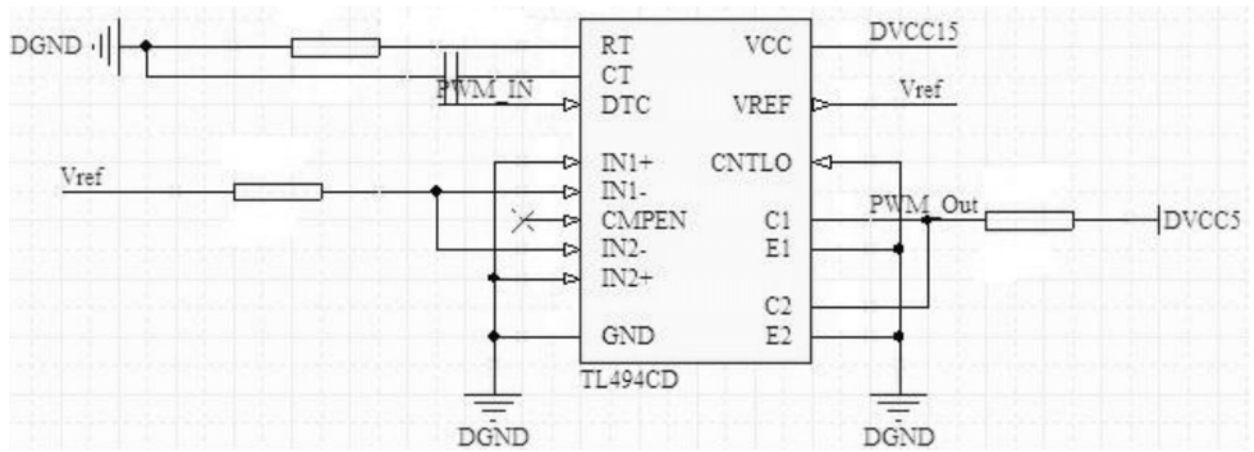


图4

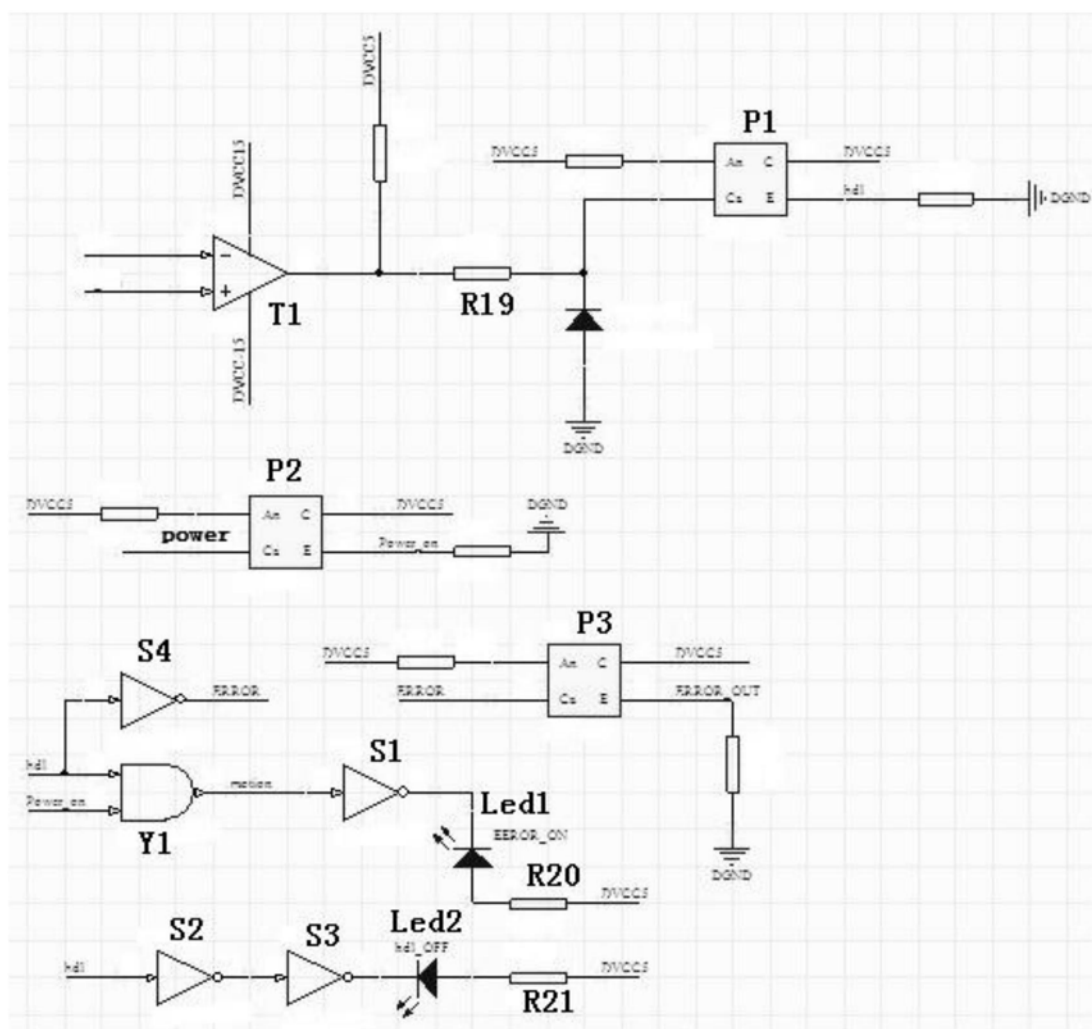


图5

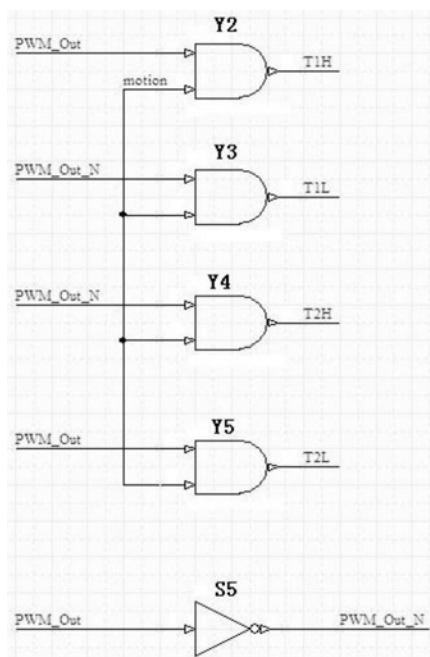


图6

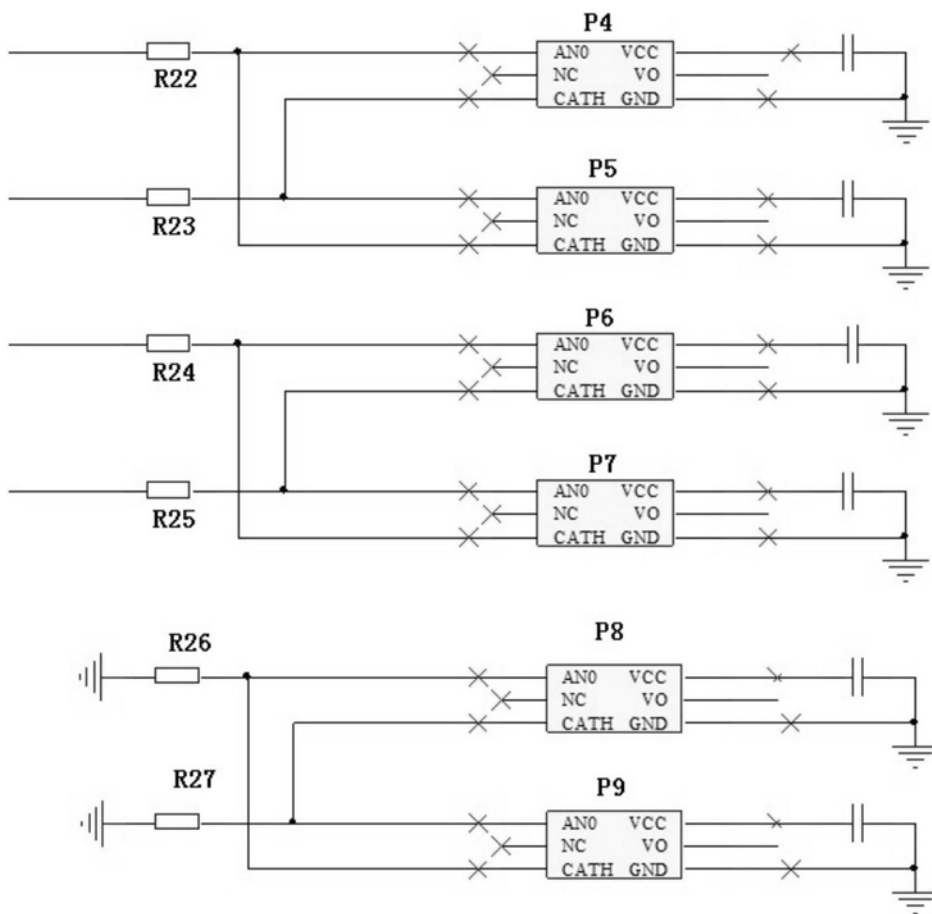


图7

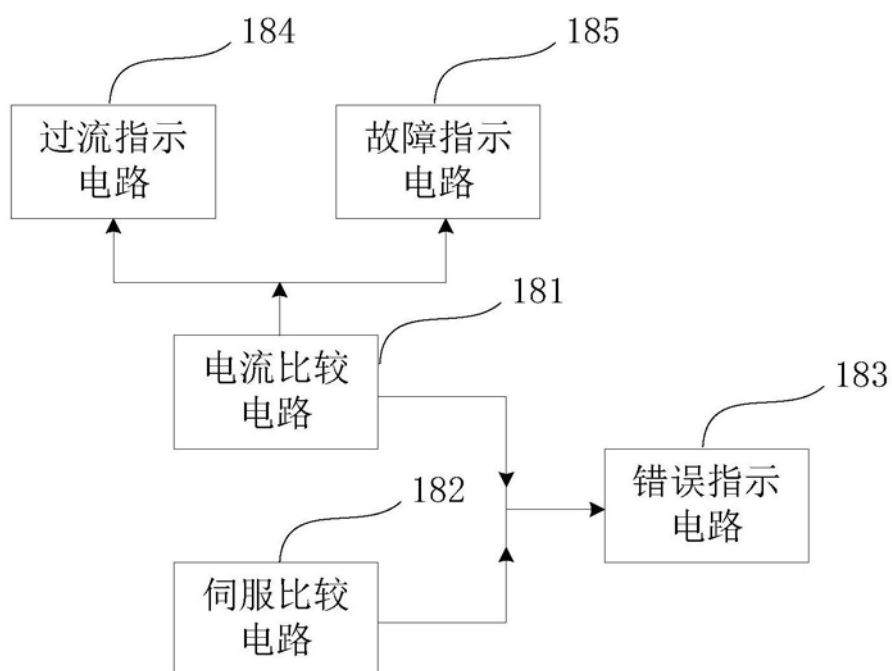


图11

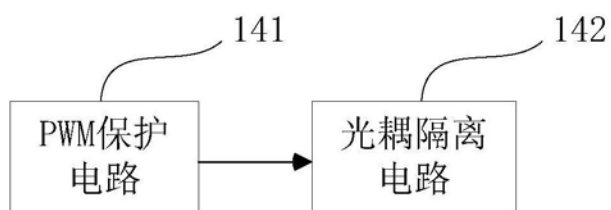


图12