

基于输电线路野外起重设备 大功率直流电动机的驱动保护设计

以UCC37324芯片为双路功率驱动核心，驱动多颗并联N沟道增强型场效应管。基于H桥PWM控制原理，利用光电隔离管设计了一种大功率直流电动机驱动控制电路，该电路能够很好地满足直流电动机的正、反转、刹车及连续调速控制，可对电动机运行电流跟踪测量，对电动机异常运行进行保护。实际应用表明，该控制电路功耗低，驱动能力强，使用灵活。

陈 刚 李克华 张凯宁/中国南方电网有限责任公司超高压输电公司百色局

0 引言

机动绞磨是电力野外施工重要的工器具之一，在输电线路野外现场杆塔施工和运行检修时，手动或汽柴油绞磨机都存在体积偏大、重量重和野外搬运困难的问题，未能得到很好的使用。利用可充电电池提供电源的直流电动绞磨机，相较而言是一种体积小、重量轻的起重装置，直流供电的技术难点在于大功率直流电动机的驱动及电动机保护^[1]。

作为起重设备如果起吊重量超过其额定重量或负荷意外突变时，容易出现电动机堵转，电动机在堵转时会出现较大的电流。如果不采取电动机驱动保护措施，可能烧断电源系统保险或供电控制系统，这样整套设备就无法操作控制。因此，需要对电动机驱动进行保护设计，在出现误操作时控制驱动电路自动保护电动机。常见的继电器控制直流电动机正、反转，因继电器触点机械动作速度慢，无法满足快速控制的需求，在使用过程中通常会出现触点因瞬间大电流烧坏，无法动作。专用集成电路构

成的直流电动机驱动器因输出功率有限，也不适合大功率直流电动机驱动需求。电动机驱动保护电路因使用环境的特殊性，需要进行专门的驱动保护电路设计^[2]。大功率直流电动机起重设备采用多个并联增强型场效应管，构成H桥电动机驱动电路。UCC37324芯片作为N沟道场效应管驱动核心。本文重点阐述了直流电动机驱动设计中的关键问题，并给出了具体的应用电路，为大功率直流电动机的驱动控制、保护提供参考。

1 直流电动机驱动原理

直流电动机的驱动方式主要有两种形式，即线性驱动方式和开关驱动方式^[3]。其中线性驱动方式可以看成是一个数控电压源。该驱动方式的优点是驱动电动机的力矩纹波很小，可应用于对电动机转速要求非常高的场合，缺点是该方式通常比较复杂，成本较高，尤其是需要提高驱动功率时，相应的电路成本将大幅度提升^[4-5]。本文将针对H桥驱动电路在大功率直流电动机应用场合加以分析说明。

H桥驱动主要有三种方式，如图1~图3所示。图1中，H桥的四个桥臂均使用N沟道增强型MOS管；图2中，H桥的四个桥臂均使用P沟道增强型MOS管；图3中，上下桥臂分别使用P沟道增强型MOS管和N沟道增强型MOS管。图1中，如果使电动机正转， Q_1 和 Q_4 应导通，因此 K_4 电压应该高于 Q_4 的源极电压， K_1 电压应该高于 Q_1 的源极电压，由于 Q_1 的源



陈 刚/助理工程师

关键词/Keywords

PWM控制 ·
MOS管并联 ·
异常工作状态保护 ·
绞磨机 ·

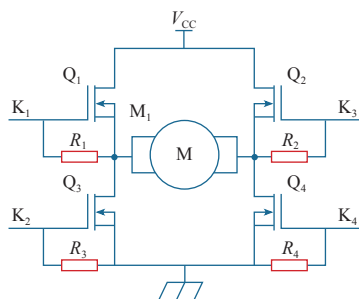


图1 采用N沟道

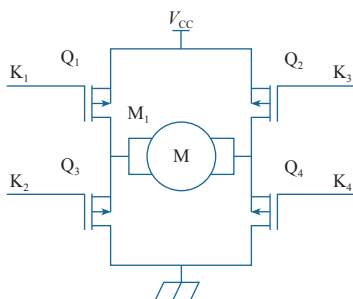


图2 采用P沟道

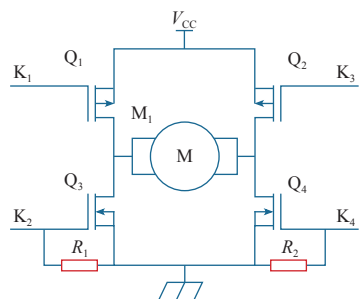


图3 分别采用的P沟道和N沟道

极电压近似等于 V_{CC} ，因此就要求S1必须大于 $V_{CC} + V_{GS}$ ，大多数电动机的源直接来自 V_{CC} ，想得到比 V_{CC} 更高的电位就必须升压，升压电路通常比降压电路的转换效率低，因此图1电路的H桥连接较少使用。同理，图2要想使得 Q_3 、 Q_4 良好的导通必须使栅极电压低于 $-V_{GS}$ ，电源转换效率相对较低，电源电路也相对较复杂。因此，最常用的是图3所示的H桥电路，该电路结合了上述两种电路的各自优点，使用方便。本文主要针对图3的H桥电路进行设计。

2 多MOS管并联

在大功率驱动实际应用中，单MOS管提供不了需要的大电流，此时需要把多个MOS管并联起来应用，这样很大的电流由多个MOS管来分担，单个MOS管承担的电流较小，确保了器件安全稳定运行。但如果应用不当，也会使多个并联的MOS管电流不均衡，甚至损坏某MOS管使系统崩溃。

2.1 MOS管并联的可行性分析

根据MOS管的温度曲线可以看出，MOS管内阻的温度特性是随温度的升高内阻增大，如图4所示。如果在并联过程中由于某种原因（例如 $R_{DS(on)}$ 比较低、电流路径比较短等）导致某MOS管的电流较大，该MOS管会发热比较严重，内阻升高会较多，电流会降低，由此可以分析出MOS管有自动均流的特性，而易于并联。

2.2 MOS管的并联电路

MOS管理论上可以由N个并联，但实际MOS管并联数量太多容易造成走线过长以及分布电感

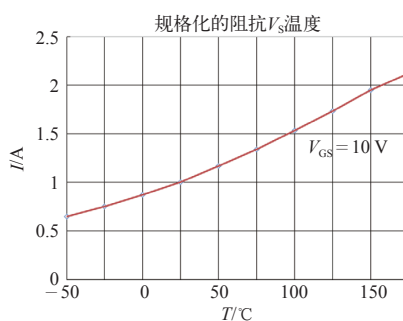


图4 MOS管的温度曲线

电容加大，对于高频电路工作产生不利的影响^[6]。下面以三个N沟道增强型场效应管为例进行说明。并联的一般电路图如图5所示。

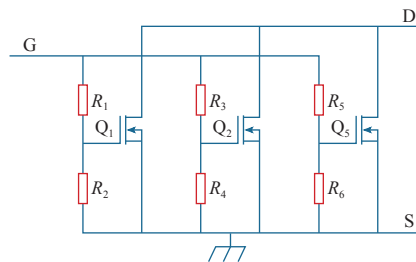


图5 MOS管的并联电路

图5中， R_1 、 R_3 和 R_5 为栅极驱动电阻，每个MOS管都由独立的栅极驱动电阻隔离驱动，目的是为了防止各MOS管的寄生振荡，起到阻尼的作用。栅极驱动电阻的取值十分关键，取值过小就起不到防止各MOS管的寄生振荡的作用，如果取值大了，开关速度会变慢，由于每个MOS管的结电容会有细微的不同，结果取值过大还会导致各个MOS管的导通速度相差比较大，所以栅极驱动电阻应在能够防止各个MOS管的寄生振荡的情况下尽量小到可满足开关速度。

3 电动机运行异常保护

电动机运行时常见的情况是超出额定负载，电动机如果常时间工作在超负荷的情况下，可能会出现各种故障，为保护电动机和电动机驱动板，需要对电动机运行异常进行保护。电动机的保护方式有很多种，本文从驱动控制测量描述对电动机运行异常的保护。

如图6所示。 R_3 为采样器，MAX4372-T为信号放大器， R_4 、 C_2 组成RC滤波电路，滤波后的

信号ADSI送给处理器进行A/D采样，在实际应用中，为降低 R_3 上的发热，一般提高 U_1 的放大倍数，选择较小的采样电阻。为使测量准确，首先电源的纹波要尽量小，电路板电源电路部分布线一定要注意。同时，测量算法上也很重要。在实际应用中，一但测量到电动机发生电流异常时，先要作出预警，同时提高采样速率，进一步的比较和判断如果继续异常，再作出报警。报警发生后驱动电路将控制电动机的运行状态来对电动机进行保护。

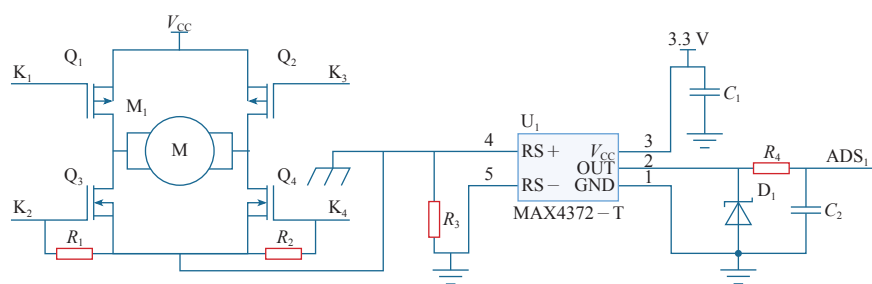


图6 驱动控制测量保护电路

4 结束语

本文的创新点是设计了带自保护功能的高速大功率H桥电动机驱动电路，详细地分析和探讨了如何提高驱动输出功率及电路稳定运行保护的方法。根据所述的直流电动机驱动电路得出驱动电流达300 A，电动机速度调节响应快，PWM占空比可在0~1之间任意调节。电动机保护电流及保护时间可设置的驱动保护电路板，该设计有效解决了大功率直流电动机起重设备在使用过程中的正、反转、刹车及连续调速以及自保护控制的问题。

参考文献

[1] 谭建成. 电机控制专用集成电路 [M]. 北京：机

械工业出版社，1997.

[2] 孙立军，孙累，张春喜，等. 无刷直流电机PWM调制方式研究 [J]. 哈尔滨理工大学学报，2006，11 (2)：120-123.

[3] 林渭勋. 现代电力电子电路 [M]. 杭州：浙江大学出版社，2006.

[4] 古晓威. 浅谈10 kV电缆线路的运行维护与管理 [J]. 广东科技，2009 (18)：198-199.

[5] 王清葵. 送电线路运行和检修 [M]. 北京：中国电力出版社，2003.

[6] 应伟国. 架空送电线路状态检修实用技术 [M]. 北京：中国电力出版社，2004.

(收稿日期：2016-01-12) **EA**

.....

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告