

一种防止门机旋转机构反接制动的保护装置研究

潘磊

(南京港机重工制造有限公司 江苏 南京 210000)

摘要:一种防止门座式起重机(简称门机)旋转机构反接制动的保护装置,由设置于门座式起重机旋转机构上的电流传感器、过流继电器、增量式编码器、数字量输入模块、模拟量输入模块和高速计数模块组成。电流传感器串联于门座式起重机旋转机构的电机电源线中,电流传感器与模拟量输入模块串联;过流继电器串联于门座式起重机旋转机构的电机电源线中,过流继电器与数字量输入模块串联;增量式编码器设置于门座式起重机旋转机构的电机转子上,增量式编码器与高速计数模块串联,模拟量输入模块、数字量输入模块、高速计数模块均设置于门座式起重机旋转机构的PLC控制器上。本方案保护装置能够防止操作人员进行反接制动的违规操作行为,从而提高旋转机构的安全性和使用寿命。

关键词:门座式起重机;制动器;PLC

0 引言

门座式起重机是目前国内外港口码头最常见的大型港口起重机械之一。因具有较好的工作性能、通用性好,被广泛用在港口码头,是生产过程不可缺少的重要设备。门座式起重机主要由起升机构、变幅机构、旋转机构和行走机构组成,其中旋转机构的作用是使起重机旋转部分作 360° 的旋转运动,以达到在水平面内运移货物的目的。在操作人员操作门机旋转机构运行的过程中,控制旋转机构减速停车正确的操作方法是先将操作手柄从速度档位推回置零位停止档位上,再踩下旋转机构制动脚踏进行减速制动。但是有些操作人员不按照操作规范,经常会采用快速反向推动操作手柄,通过电气上反接制动控制旋转机构快速停车的错误操作方式。因为门座式起重机在旋转过程中会产生很大的惯性力,如果通过反接制动的方式控制旋转机构快速停车,这样会对旋转机构的减速器、电机、回转支承等部件造成严重的破坏,大大减少门机旋转机构的使用寿命。如何防止操作人员进行旋转机构反接制动的违规操作行为,是目前行业内亟需解决的问题。

旋转机构在采用绕线式电机转子串电阻调速方式时,其原理是通过改变绕线式电机的转差率进行调速。目前,行业内电气设计上主要是通过两个接触器改变旋转电机电源相序,实现电机正反方向运行的控制,通过在电机的转子电路内串入调速电阻,当负载一定时,转子回路中串接的电阻越大,电机的转速越低;串接的电阻越小,转速越高。这种控制方式简单、成本小,但是这种方式无法避免操作人员进行反接制动的违规操作,降低了旋转机构的安全性并缩短了使用寿命。

1 技术方案

针对现有技术中存在的问题,本文提供了一种防止门座式起重机旋转机构反接制动的保护装置。该保护装置能够防止操作人员进行反接制动的违规操作行为,从而大大提高旋转机构的安全性和使用寿命。

为实现上述目的,本文采用如下技术方案:一种防止门座式起重机旋转机构反接制动的保护装置,由设置于门座式起重机旋转机构上的电流传感器、过流继电器、增量式编码器、数字量输入模块、模拟量输入模块和高速计数模块组成。所述电流传感器串联于门座式起重机旋转机构的电机电源进线中,电流传感器与模拟量输入模块串联;过流继电器串联于门座式起重机旋转机构的电机电源进线中,过流继电器与数字量输入模块串联;增量式编码器设置于门座式起重机旋转机构的电机转子上,增量式编码器与高速计数模块串联,模拟量输入模块、数字量输入模块、高速计数模块均设置于门座式起重机旋转机构的PLC控制器上。

与现有技术相比,本设计具有如下效果:通过第一电流传感器、第二电流传感器、第三电流传感器采集电机三相电源进线的电流信号,通过编码器获取电机转子的转速信号,通过电流信号与转速信号共同判断操作人员是否对门座式起重机旋转机构进行反接制动的违规操作行为。若操作人员进行违规操作,PLC控制门座式起重机旋转机构中的对应接触器触点吸合,使操作人员无法进行反接制动违规操作。这种防止门座式起重机旋转机构反接的保护装置设计简单、成本低且极大的提高了门座式起重机旋转机构的使用寿命和安全性。

2 具体实施方式

绕线式电机转子串电阻调速的门座式起重机旋转机构的控制电路具体如下：在 380V 动力回路上设置一个三相断路器 Q1，在三相断路器 Q1 的下面设置并联的两个三相接触器 S3K1 和 S3K2，相对其中一个接触器按照绕线式旋转电机三相电源 a 相、电源 b 相、电源 c 相顺序进线，另外一个接触器按照电源 c 相、电源 b 相、电源 a 相顺序进线，两个并联的三相接触器下端出线经过串联的过流继电器保护去接绕线式旋转电机。其中，三相接触器 S3K1 和 S3K2 的常闭辅助触头互锁，中间继电器 CQ2K2 和 CQ2K3 接收 PLC 输出模块输出的控制信号后，控制三相接触器 S3K1 和 S3K2 的线圈是否通电，从而控制三相接触器 S3K1 和 S3K2 触点的吸合或者断开。通过两个并联的三相接触器 S3K1 和 S3K2 改变电机电源的相序，实现电机的正反转控制。在绕线式旋转电机的转子电路内串入调速电阻，中间继电器 CQ2K4、CQ2K5、CQ2K6、CQ2K7 接收 PLC 输出模块输出的控制信号后，分别控制对应的接触器 S3K3、S3K4、S3K5、S3K6 的线圈是否通电，从而控制其触点的吸合或者断开。通过在转子电路内设置 4 个接触器 S3K3、S3K4、S3K5、S3K6 控制串入调速电阻的数量，其接触器的数量根据设计的旋转速度档位数量来决定。当负载一定时，转子回路中串接的电阻越大，电机的转速越低；串接的电阻越小，转速越高。通过控制绕线式旋转电机转子电路中的接触器触点的吸合或者断开，调节内部电阻的大小，实现绕线式旋转电机的调速功能。

该门座式起重机旋转机构的操作手柄具有零位停止档、方向档位和速度档位。方向档位包括左旋档位、右旋档位；速度档位包括一档速度、二档速度、三档速度、四档速度。将操作手柄的方向档位和速度档位分别通过线路接到 PLC 的信号采集数字量输入模块中，当操作人员将操作手柄推置左旋档位时，S3K1 接触器触点吸合，S3K2 接触器触点不吸合，从而控制绕线式旋转电机的电源进线相序按照 a 相、b 相、c 相的方式接线，实现绕线式旋转电机的左旋方向旋转运动。当操作人员将操作手柄推置右旋档

位时，S3K2 接触器触点吸合，S3K1 接触器触点不吸合，从而控制绕线式旋转电机的电源进线相序按照 c 相、b 相、a 相的方式接线，实现绕线式旋转电机的右旋方向旋转运动。将不同的速度档位定义为控制绕线式旋转电机转子电路内串联电阻的数量，分别通过 PLC 的输出模块控制 4 个接触器的触点吸合或者断开来实现。

基于此，本方案提供了一种防止门座式起重机旋转机构反接制动的保护装置，本保护装置用于门座式起重机旋转机构的电路示意图（图 1）。通过采集的电流值与转速信息共同来判断操作门座式起重机旋转机构的过程中是否存在反接制动的违规操作行为，如果出现违规操作，PLC 控制器控制门座式起重机旋转机构中的对应 S3K1 和 S3K2 接触器的触点不吸合，使得电机无法通电，使操作人员无法进行反接制动违规操作。

本技术方案中，也可以采用其他型号的模拟量输入模块、高速计数模块和数字量输入模块，但是需保证模拟量输入模块、高速计数模块、数字量输入模块与 PLC 控制器的品牌一致，使其能够实现对应的功能。

在本技术方案中，还包括了蜂鸣器，蜂鸣器与门座式起重机旋转机构中 PLC 控制器的输出模块连接，当 PLC 控制器中的 CPU 判断出操作人员在进行违规操作时，蜂鸣器会发出警报提醒，禁止操作人员进行反接制动过程。

本方案防止门座式起重机旋转机构反接制动的保护装置的电气控制图（图 2），该保护装置的电气控制过程具体为：当操作人员控制门座式起重机旋转机构朝左旋方向高速运行时，此时通过电流传感器实时检测到绕线式旋转电机的电流值，并通过模拟量输入模块传输

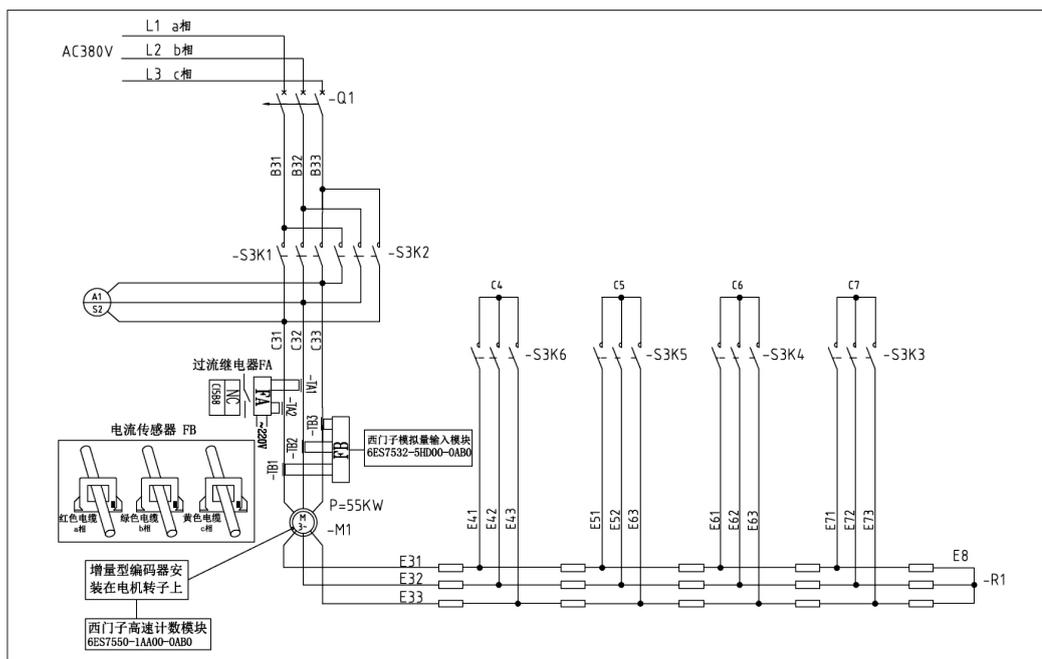


图 1 旋转机构反接制动保护动力原理图

至 PLC 控制器的 CPU 模块中, 通过增量式编码器实时采集绕线式电机的转速, 通过高速计数模块传输至 PLC 控制器的 CPU 模块中。当操作人员想进行反接制动时, 突然将操作手柄推置右旋方向高速运行时, 只要 PLC 控制器检测到前一个操作动作结束进行反向旋转时还能检测到绕线式旋转电机电流数值, 说明操作人员没有先将操作手柄推回置零位停止档, 绕线式旋转电机还正在通电工作, PLC 控制绕线式旋转电机通电运行的 S3K1 和 S3K2 三相接触器触点都不吸合的指令, 绕线式旋转电机自动断电停止工作。同时, PLC 控制器的输出模块给蜂鸣器传输报警信号, 提示违规操作, 禁止操作人员进行反接制动操作。当 PLC 控制器检测到前一个操作动作结束进行反向旋转时检测到绕线式旋转电机的电流值为零, 通过 PLC 控制器判断操作人员已经先将操作手柄回置零位停止档, 但是当 PLC 控制器检测绕线式旋转电机的转速大于可以反向旋转的安全转速时, 判断操作人员虽然已经将操作手柄推回置零位停止档, 但是没有踩下旋转机构制动脚踏进行减速操作, PLC 控制绕线式旋转电机通电运行的 S3K1 和 S3K2 三相接触器触点都不吸合的指令, 绕线式旋转电机自动断电停止工作。同时, PLC 控制器的输出模块给蜂鸣器传输报警信号, 提示违规操作, 禁止操作人员进行反接制动操作。仅当 PLC 控制器检测到前一个操作动作结束进行反向旋转时检测到绕线式旋转电机电流值为零, 并且检测到的绕线式旋转电机的转速小于可以反向旋转的安全转速时, 说明操作人员是按照正确方法操作, 允许操作人员进行反向旋转。

本方案设计保护装置可以防止操作人员进行反接制动的违规操作行为, 从而大大提高门座式起重机旋转机构的安全性和使用寿命 (图 3)。

3 结语

本文设计的一种防止门座式起重机旋转机构反接制动的保护装置, 设计简单、成本低、标准化程度高, 可

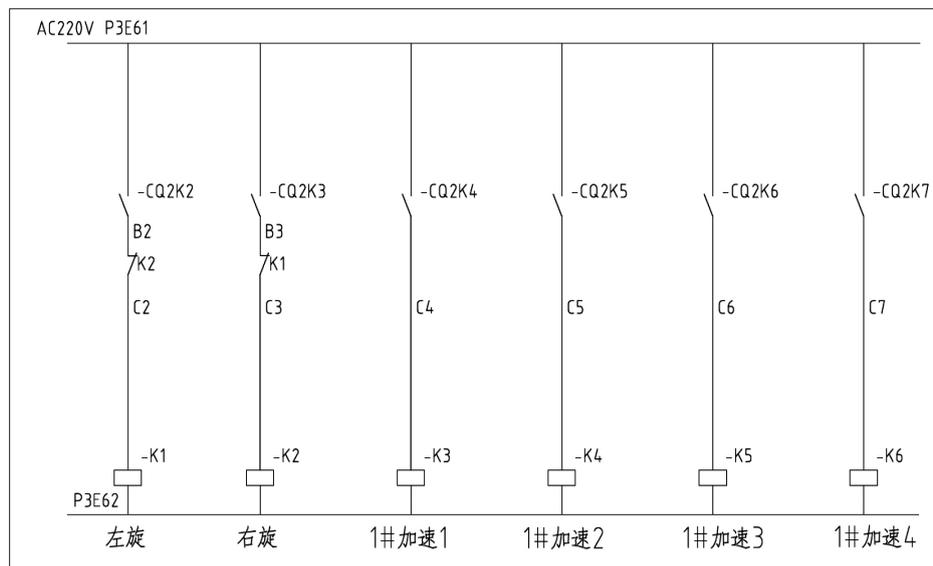


图2 旋转机构反接制动保护控制原理图

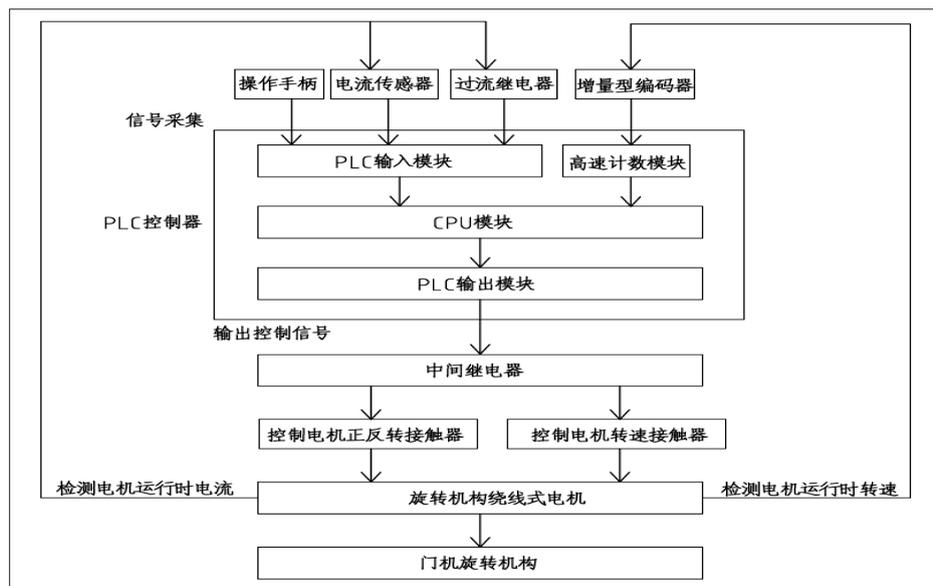


图3 旋转机构反接制动保护装置逻辑流程控制图

以进行模块化生产制作。主要通过硬件上增加电流传感器、增量型编码器、高速计数模块等设计, 软件上通过 PLC 信号采集编程的方式实现自动防止操作人员进行反接制动的违规操作行为, 极大地提高了门座式起重机旋转机构的使用寿命和安全性, 具有一定的推广价值。

参考文献:

- [1] 李谷音, 常红. 港口起重机械 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [2] 张万忠, 刘明芹. 电器与 PLC 控制技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2019.

作者简介: 潘磊 (1988-), 男, 汉族, 江苏扬州人, 本科, 工程师, 研究方向: 港口起重机械电气设计。