

变频器在门座起重机中的应用

李道霖, 韩绪鹏, 刘远明

(三峡电力职业学院, 湖北 宜昌 443000)

[摘要] 为保证门座起重机运行的高效性和可靠性, 在门座起重机的控制系统应用变频调速技术是一种有效的解决方法。在分析门座起重机起升机构的电气控制系统性能要求的基础上, 本文提出一种由可编程控制器实现的变频调速方案, 且详细给出了变频器的选型以及参数设定与调整, 门座起重机在实际工程的良好运行证实了该方案是有效的。

[关键词] 变频器; 门座起重机; 可编程控制器

[中图分类号] TM344 **[文章标识码]** A **[文章编号]** 1671-5004(2010)05-0003-03

The Application of Inverter in Portal Crane

LI Dao-Ling, HAN Xu-Peng, LIU Yuan-Ming

(Three Gorges Vocational and College of Electric Power, Yichang 443000, Hubei)

[Abstract] In order to ensure the reliability and high effectiveness of portal crane operation, the inverter used in the control system of portal crane is an effective solution. In the analysis of performance requirements for portal crane hoisting mechanism, a frequency control method by programmable logic controller (PLC) implementation is proposed in this paper. And the type selection, parameter setting and adjustment of inverter are presented in detail. Portal Crane working well in practice proves that the new method is effective.

[Key words] inverter; portal crane; programmable logic controller

一、引言

门座起重机是将可转动的起重装置装在门形座架上的一种臂架型起重机, 它主要用于港口、露天堆料场、船台、浮船坞, 以及水电站进行大坝浇灌、设备和预制件吊装等场所。工程中门座起重机装置经常用于坝顶上下游检修门、拦污栅和检修闸门及船闸防洪门的检修, 以及机组设备和主变压器的吊运等。门座起重机最重要的传动机构是起升结构, 起升结构工作时要求重载低速, 轻载高速, 慢就位, 且起制动和正反转频繁, 重复短时工作。为达到这些性能要求, 本文主要研究门座起重机的起升机构采用 PLC 控制的变频调速系统方案。

二、门座起重机的起升结构及控制要求

起升机构由 2 台型号为 YZP250M-6 的 37KW 电机拖动, 每台电机由一台变频器控制, 变频器采用编码器反馈的闭环控制方式, 起升速度 0.3-3m/min。起升卷筒对应减速箱的高速轴安装一个进口绝对值型脉冲编码器, 作为起升机构高度测量和同步运行的反馈, 其输出数据信号送入 PLC, 由 PLC 进行数据处理, 求出同步偏差值, 根据预先设定的差值大小、正负输出控制信号, 控制变频器进行同步纠偏, 使闸门的两吊点始终处于同步状态。其高度值及其差值, 通过 PLC 处理后, 在司机室的触摸屏上显示。同步调节主要根据同步偏差调节量来确定其模拟量输出, 主机不设此环节, 设定 1 号卷筒为主机, 2

号卷筒为从机, 从机跟随主机作动态调整。

起升机构装有进口荷重传感器, 传感器检测到的荷重量分别以 4-20mA 模拟量的形式送到 PLC 模拟量输入口, 通过 PLC 处理后在司机室的触摸屏上显示。变频器接到上升及下降指令后, 首先进行零转速控制, 使电机产生零速力矩, 然后放开制动器抱闸, 变频器锁定电机转子, 使重物不会产生滑溜现象。

正常停车时, 通过电气制动, 电机速度平稳降至接近零速后, 再由液压推杆抱闸制动。在起升机构卷筒上安装一套位置限位开关, 用上升及下降行程控制。通过绝对值编码器监视起升高, 并在程序中设有高度保护功能。

三、起升机构电气控制系统

1. 可编程控制器的选型及特点

门座起重机起升机构电气控制系统采用西门子公司 S7-300 系列可编程控制器, 该可编程控制器的主要特点如下: 背板总线集成在模块上, 结构紧凑; 模块种类丰富、功能强大, 有适合各种要求的专用模块; 使用主从总线等多种通讯接口和分布式结构, 使系统开放, 组态灵活; 高达 0.3μs 的指令处理速度, 方便数据运算和传送; 智能化的诊断系统可连续监视系统的运行, 多级口令保护可保证系统安全运行; 当控制任务增加时, 可随时对 PLC 进行扩展; 编程简单、易学、梯形图编程直观、易懂; 参数修改方便, 获得多项国际标准认定。

[收稿日期] 2010-08-06

[作者简介] 李道霖 (1968-), 男, 副教授, 电力工程系主任, 研究方向为电力电子技术与电气控制。
韩绪鹏 (1983-), 男, 助教, 哈尔滨工业大学工学硕士, 研究方向为电气传动与智能控制。
刘远明 (1956-), 男, 高级实验师, 研究方向为电力电子技术与应用。

门座起重机起升机构选择 S7-300 系列可编程控制器控制,并在司机室设有触摸屏。PLC、变频器、触摸屏完成整个门座起重机的运行状态的监视控制及连锁。PLC 是门座起重机控制系统的核心,PLC 与变频器及其他电器之间以硬线联结,完成整个门座起重机的控制与连锁。

整个控制系统具有如下功能:变频器的速度及方向信号给定;变频器的状态监视;PLC 运行状态监视;各个机构的连锁和保护;各个机构的运行状态及故障显示。本机的可编程序控制器配置 I/O 点数为 160 点,位置模块 1 块,模拟量模块 2 块,计数器及称重模块各 1 块。

2. 起升机构的 PLC 控制系统

根据控制要求及控制工艺流程,设计 PLC 控制系统,图 1 是 PLC 输入点接线简图。图 1 中 PLC 输入口 2-6 为起升主令控制,7-8 分别是上下限位输入口,9 是相序保护输入口,12-13 是制动器空开(低压断路器)输入口,14 是变频器复位输入口,15-16 分别是电源启动与停止输入口,17-18 分别是变频器 A1-A2 的运行信号输入口。

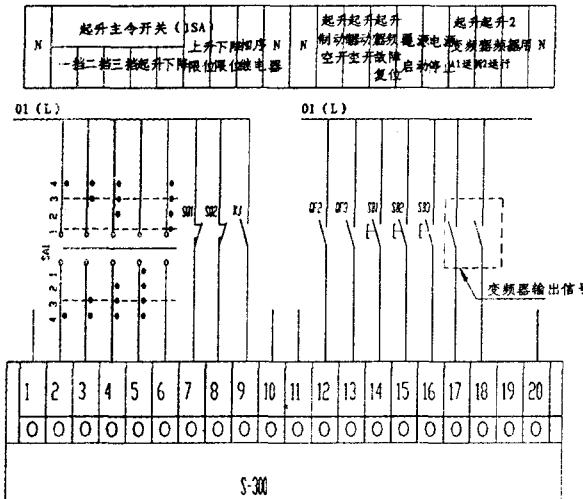


图 1 PLC 输入点接线原理简图

3. 起升机构闭环控制系统

门座起重机起升采用的是闭环控制系统,图 2 是起升机构闭环调速控制系统原理图。图中 L1、L2 是限流电抗器;1Y1、1Y2 是液压推杆制动器电机,制动器不能直接接在电动机的输入端,对制动器必须单独控制,为了防止滑钩,起升机构中的制动器经过接触器接入变频器的上端,变频器输出的运行信号经过 PLC 处理后对制动器进行控制,这样就可防止制动器打

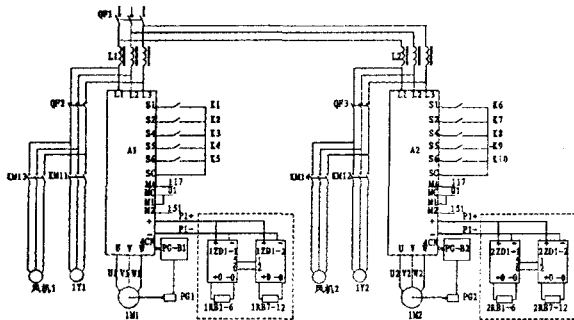


图 2 起升机构闭环调速控制原理图

开时,变频器还没有完全对电动机控制,而出现吊钩下滑的现象。A1、A2 是变频器,通过闭环控制系统控制 1M1、1M2;PG1、PG2 是脉冲编码器。

四、变频器在门座起重机中的应用

1. 门座起重机的变频器选用

门座起重机起升的变频器选用 CIMR-G7A4045 2 台,制动单元为 1ZD3-4 2 个,制动电阻为 25 千瓦 3.6 欧 2 个,速度卡为 PG-B1-2 个,速度编码器为 EH40A。

门座起重机的起升机构采用矢量型的 CIMR-G7A4045 系列变频器,此变频器是日本安川系列产品。变频器能自动设定电机参数,对所有电机都可以进行矢量控制,实现了在极低速时平滑运行和高力矩高精度的速度、力矩控制。起升机构采用带 PG(脉冲编码器)矢量控制的方案,使用外接 PG 速度控制卡,可以提供零速全转矩控制及实现速度反馈控制,速度精度将进一步提高。此变频器在 50HZ 以下实现恒转矩调速,50-100HZ 实现恒功率调速。起升机构变频器采用一拖一,并带 PG 矢量控制的闭环方案。变频器的控制方式由司机室联动台控制,调试时也可由面板控制,两种控制方式的切换由变频器的内部参数设定。

变频器还配有制动单元及制动电阻,以消耗制动及下降时所产生的能量,制动单元所选择原则是:IGBT 的额定电流大于放电电流(门坎电压/制动电阻);制动电阻所选择原则是:制动电阻的功率应大于负载功率,且制动电阻应大于制动单元所允许的最小电阻,同时制动电阻应选无感电阻。进线串入电抗器,用于限制电网谐波,减少电网谐波对变频器的干扰,防止变频器投入时产生的峰值电流损坏变频器,同时还可以降低电机噪声、改善起动转矩及功率因数。起升机构采用带 PG 矢量控制的方案,可以实现零速全转矩控制,可以防止滑钩。

2. 变频器的选用及参数设定与调整

近年来,随着电子技术、计算机控制技术的发展,基于 IGBT 的交流变频调速技术得到了迅速的发展,变频器在起重机上得到了大量的应用,三相交流电机的转速为:

$$n = 60f(1 - s) / p \tag{1}$$

式中: f——电机的交流电输入频率;

s——电机的转差率;

p——电机的极对数。

若均匀、连续的改变电机进线的供电频率,就可连续地改变交流电机的同步转速,但三相异步电动机电压固定而只降低频率,电动机的磁通就会变大,出现磁路的饱和而烧坏电机。因此传统的变频调速是基于 V/F = K 的变频调速系统,目前的变频器大都采用矢量控制方式,它是建立在现代控制理论上的,核心是通过矢量变换将定子电流矢量分解成物理上的不直接存在的转矩电流,并对其分别控制,最后再进行反变换,从而实现对电动机的控制。

3. 起重机变频器型号及容量的选择

变频器的生产厂家众多,如日本的安川、日立、三菱,欧美的西门子、ABB、AB、GE 等,且同一厂家也有许多型号,如用于起升机构上,必须使用具备矢量控制的变频器。起升机构的平均起动转矩一般来讲可为额定力矩的 1.3-1.6 倍。由于电源

及超载等因素,要求最大转矩必须有 1.8-2 倍的负载转矩,而变频器的最大过载能力为 150% IN 时 1 分钟。若要求在低频运行时,还应考虑电动机的力矩此时是否满足负载要求。由于安川变频器的性价比高,本文选用安全系列变频器。在选择变频器时,可以根据如下计算进行选型。

起升电机的型号是:YZP250M-6, P=37KW, IN=72.6A。

变频器的输出电流 I 变应满足以下条件:

$$I_{\text{变}} > IMN = K IN = 1.25 IN = 1.25 \times 72.6A = 90.75A \quad (2)$$

式中:IN——电动机额定电流(A);

IMN——电动机最大工作电流,为静载电流和动载电流之和;

K——过载能力,一般取 1.25。

则选用: CIMR - G7A4045 的变频器, P = 45KW, I 变 = 96A, 该型号变频器可以在 I = 1.5 × 96 = 144A 时, 短时工作 1 分钟。

4. 变频器的参数设定与调整

(1) 变频器通用参数设定

表 1 变频器通用参数设定

需设定参数	设定值	说 明
B1-01	1	将该参数设为 1, 频率指令是由控制回路端子输入。
B1-02	1	将该参数设为 1, 运行指令是由控制回路端子输入。
C1-10	1	将该参数设为 1, 表示加减速时间的单位为 0.1S。
C1-01	5.0	将该参数设为 5.0, 表示加速时间为 5.0S。
C1-02	6.0	将该参数设为 6.0, 表示减速时间为 6.0S。
B1-03	0	将该参数设为 0, 表示停车时减速停车。

(2) PG 矢量控制设定

对于安川 G7 系列变频器的闭环控制,在硬件上一般选配增量式旋转编码器作为电机转度采集元件,还需选配一块变频器的插件即 PG-2B 速度采集卡,增量式编码器的脉冲信号通过 PG-2B 速度采集卡被送入变频器,以进行闭环控制。下表表示进行 PID 闭环调速控制所必须设定的一些参数及功能介绍。

表 2 变频器调速控制设定参数

需设定参数	设定值	说 明
A1-02	3	通过该参数可将变频器设置为带 PG(增量式旋转编码器)的矢量控制模式,电机转度信号由 PG 测得送给变频器。
B5-01	3	将该参数设为 3,意味着 PID 控制有效,并且 PID 的目标值由频率指令给定(多功能输入端子或模拟量输入端子给定),频率给定值与反馈值的偏差由 D(微分)控制。
B5-11	1	在电机有正、反向旋转的工况时,该参数应设为 1。
B5-12	2	当 PID 反馈丧失时,变频器将控制自由停车,同时故障接点动作,该参数如不设置,当 PID 反馈丧失时,变频器输出频率将达到最大值。
B5-13	20	变频器检测出 PID 反馈丧失的检出值,该设置以最高输出频率为 100%,如该参数设为 20,变频器最高输出频率为 50HZ,那么 PID 反馈丧失的检出值为 10HZ,即变频器的输出频率与检测到的反馈值相差 10HZ,便认为 PID 反馈丧失。

需设定参数	设定值	说 明
F1-01	根据实际情况设定	该参数用于设定所使用的旋转编码器对应电机旋转一圈对应的脉冲数。例如:您选用 1000p/r 的编码器,编码器与电机同轴安装,那么显然电机旋转一圈,编码器也旋转一圈,所以 F1-01 应该设为:1000;如果编码器的安装位置与电机之间存在减速机构,减速比为:1:2.5,那么 F1-01 应设为:400,意味着电机旋转一圈,编码器旋转 0.4 圈,转过 400 个脉冲;如编码器与电机之间存在增速机构,增速比为:2:1,那么 F1-01 应设为:2000。
F1-5	0 或 1	该参数用以设置编码器的方向。编码器输出 2 相脉冲列,A 相和 B 相,变频器通过 A、B 相的相位关系来判断电机的旋转方向,如果电机实际旋转方向与编码器输出方向相反,可以修改该参数。

五、结论

随着电力电子技术的不断发展完善,交流变频调速技术日益显现出优异的控制及调速性能,高效率、易维护等特点,使其成为起重机械一种优选的调速方案。但是要使变频器成功地应用于起重机械,就必须针对起重机的特点,计算和选择变频器及其外围的辅件,并在安装与布线时采取特殊技术措施,以保证变频调速的起重机安全、可靠地运行。在本文设计的 PLC 变频调速方案下门座起重机的起升机构能够运行平稳,调速范围大,低速性能好,说明所提出的 PLC 变频调速方案在工程中是有效地。

[参 考 文 献]

- [1] 赵晓明,鲍春宇.变频器在门座起重机控制系统中的应用[J].电机与控制应用,2008,35(5):43-45.
- [2] 曹玲芝,王红卫,李春文,等.起重机变频调速控制技术的现状及趋势[J].微电机,2008,41(3):62-64.
- [3] 邢红霞.起重机的变频调速系统研究[J].西安文理学院学报,2008,11(4):77-80.
- [4] 孙玉旺.Yaskwa H5 系列变频器在港口起重机自控系统中的应用[J].电气传动,2008,38(8):75-80.