桥式起重机控制系统的自动化应用

赵建华,李旭东,卢 杰

(内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 桥式起重机电控系统采用专用G7变频器控制,可以轻松实现无级调速,速度控制范围较宽,调速精度较高,速度响应时间快,启动和低速运行时转矩大,有专用卷扬的S参数设置,从而使卷扬电机在零速时,也能提供较大的额定转矩输出,防止卷扬机构产生溜钩现象,提高了起重机使用中的安全性。

关键词: 桥式起重机; 变频器; PLC

中图分类号: TH215 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-5438(2017)04-0079-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.01.025

Automatic Application of Bridge Crane Control System

ZHAO Jian-hua, LI Xu-dong, LU Jie

(*Rail and Beam Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: The electric control system of bridge crane adopts dedicated G7 frequency converter to control, so it can realize stepless speed regulation easily. The speed control range is wide; the speed regulation precision is higher; the speed response time is quick; the torque at starting and low speed running is big and has S parameter setting for special hoist, so that hoisting motor can provide larger rated torque output at zero speed, prevent hoisting mechanism from generating hook gliding phenomenon and improve the safety in the use of crane.

Key words: bridge crane; frequency converter; PLC

桥式起重机是冶金企业一种常用的工业设备。传统桥式起重机的电力拖动系统采用交流绕线式异步电动机,采用转子串电阻的方法进行起动和调速,继电器-接触器控制[1]。这种控制系统可靠性差,操作复杂,故障率高。转子串电阻调速,起动电流大、机械特性软。负载变化时转速也变化,调速不理想。且所串电阻长期发热,电能浪费大,电阻烧损和断裂故障时有发生。包钢轨梁厂1#线百米区的2台桥式起重机是25 t+25 t双梁桥式起重机,担负1#线生产的百米重轨的入垛及装车工作,2台吊车操控是遥控器操作方式,而且需要2台吊车联动工作。如采用传统的交流绕线式异步电动机,转子串电阻的方法进行起动和调速,继电器-接触器控制。则控制系统不能满足快速、安全、高效的生产和工作需要,也实现不了2车联动和遥控操作准确精准的工作。采用PLC控制的变频调速技术对其拖动及控制系统可轻松完成。

1 拖动系统基本情况

轨梁厂1#线百米桥式起重机电气拖动有大车

* **收稿日期**: 2017-05-08

作者简介: 赵建华(1967-),男,内蒙古包头市人,工程师,现从事电气自动化设备管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

电机4台,小车、卷扬电机各2台。电动机为鼠笼异步电动机,制动方式为电磁机械制动及变频器能耗制动。

2 变频调速设计基本思路

桥式起重机拖动系统由3个基本独立的机构组成:大车拖动系统、小车拖动系统、卷扬拖动系统。交流变频调速技术来实现各机构的调速方式。百米桥式起重机大车、小车、卷扬电动机都需要独立运行,整个系统有8台电动机。大车2台电动机共用1台变频器控制,共2台45 kW变频器控制,小车机构1台变频器控制2台电机。卷扬2台75 kW电机分别由2台110 kW变频器单独控制。用西门子PLC S7-300来接收信号和发送控制信号的控制方式,完成系统逻辑控制部分的控制。电动机的正、反转、调速等控制信号经遥控系统的接收机以硬接线的方式进入PLC,经处理后向变频器发出起停、调速等信号,控制电动机工作。

2.1 大车拖动系统

大车为双梁结构,分别为4台22 kW电机,拖动整台起重机顺着车间做"横向"运动。运行速度6 m/min可调。调速比为1:6。

拖动方案:采用普通笼型异步电动机驱动大车传动机构。大车为4台22 kW电动机同时拖动,所以2台电机共用1台45 kW功率的变频器作为控制。采用U/f开环控制方式,采用的变频器的容量P_N应为1台电动机容量P_{MN}的2倍以上,$P_N \geqslant 2P_{MN}$。

2.2 小车拖动系统

小车由两台电动机拖动,电机功率为8.5 kW。小车拖动吊钩及重物顺着桥架做"纵向"运动。速度3.5 m/min可调。调速比为1:4。

拖动方案:也采用普通的笼型异步电动机,配11 kW变频器,采用U/f开环控制方式。

2.3 卷扬拖动系统

卷扬采用2台电动机连轴拖动。卷扬机构拖动重物做吊起或放下的"上下"运动。卷扬电机75 kW起重20 t,运行速度10 m/min可调,调速比为1:10。

拖动方案:卷扬机构用电动机要求较高,属于位能变动性负载,系统要求具有良好的动态性能。故此电动机必需使用具有优越性、高性能的变频专用电动机。电动机在选择时比原功率适当提高,以获得足够的力矩值。2台电动机分别配置变频器,并装有测速编码器,采用带PG卡速度反馈的闭环矢量控制方式。变频后转速可以分档控制,采用5段速度运行,从低到高自由切换。

2.4 电机制动方式

采取由变频器外接的制动单元和制动电阻消耗掉的方式,并配有电磁机械制动方式。采取再生制动、直流制动和电磁机械制动相结合的办法。由变频调速系统的再生制动和直流制动把运动中的大车、小车和卷扬的速度迅速而准确地降到零,使它们停止。对于起重机,常常会有重物在半空中停留一段时间(如重物在半空中平移),而变频调速系统虽然能使重物静止,但因设备容易受到外界因素的干扰(如在平移过程中常易出现的瞬间断电),因此,仍然必须利用电磁制动器进行机械制动。

3 变频器的选用

适用于起重机使用的变频器有好多种。选用G7系列变频器。此变频器具有全磁通矢量控制,在低频下也能提供150%额定转矩的起动转矩。有速度反馈环节,可作到零速控制(即使在零速下也有150%额定转矩输出)。该变频器可以通过设定参数的存取级别来选择其控制方式。通常有4种方式可选:无PGU/f开环控制方式、有PGU/f闭环控制方式、无PG开环矢量控制方式、有PG闭环矢量控制方式。大车、小车拖动机构由于其惯量较大,负载变化相对较小,基本上属于阻力性负载,故采用无PG的U/f开环控制方式,不带测速编码器。卷扬提升机构由于负载变化较大,为了获得快速的动态响应,实现对转矩的快速调节。电机安装有测速编码器,采用有PG-B2速度控制闭环矢量控制方式,以获得稳定的工作状态和良好的机械特性。关于溜钩的防止:本系统中由于G7系列变频器具有的零速下的转矩功能,故只需通过PLC和变频器的适当配合即可圆满解决溜钩问题。

桥式起重机的速度调节可利用变频器的多级频率选择功能。G7系列变频器可使用8个频率指令和1个点动频率指令,见图1中的变频器接线。由此,最高可9段速。为了切换这些频率指令,可在多功能输入,设定多段速指令1~3和点动频率来选择。将端子1接通则电机正转,端子2接通则反转,将多段速指令1、2、3三对端子分别接通,或其中2对或3对同时接通,可得8种频率,这个功能可以通过PLC程序控制相应的继电器得电,完成速度的转换(见图2

中国知网 https://www.cnki.net

的 PLC 模板接线图)[2],从而可方便地得到起重机所要求的正反 2 个方向各 5 种速度。电机加减速的时间可以通过变频器的设定来进行改变[2]。

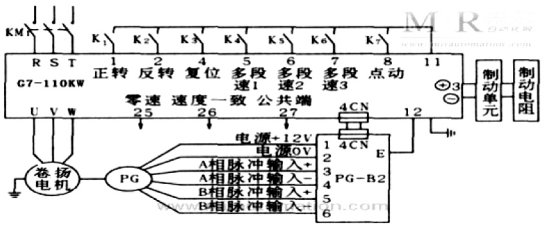


图 1　卷扬电机变频器接线控制原理图

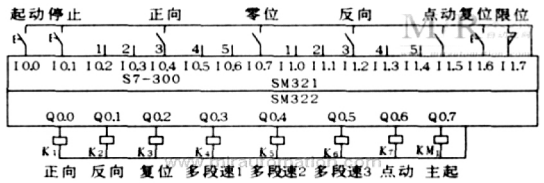


图 2　卷扬 PLC 接线控制原理

变频器的选用通常应根据异步电动机的额定电流来选择,或者根据异步电动机实际运行中的电流值(最大值)来选择。通常应满足下式要求:

$$I_{1nv} \geqslant kI_n \text{ 或 } kI_{\max}$$

式中: I_{1nv}——变频器额定输出电流;

I_n——电动机的额定电流;

$I_{\max}$——电动机实际最大电流;

k —电流波形修正系数,取 1.05 ~ 1.1。

设计选用的变频器都配有外接的制动单元和制动电阻。起重机放下重物时,由于重力加速度的原因电动机将处于再生制动状态,拖动系统的动能要反馈到变频器直流电路中使直流电压不断上升。因此,必须将再生到直流电路里的能量消耗掉,使直流电压保持在允许范围内。制动电阻就是用来消耗这部分能量的。制动单元在选择时应加大一个档次,以便允许有较大的制动电流缩短制动过程。制动电阻的额定功率在选择时也应加大 1 倍。

4　PLC 的选用

根据百米桥式起重机控制系统的现场输入,输出信号的数量及作用,采用了西门子 PLC S7 - 300 型号规格。S7 - 300 由多种模块以不同的方式组合在一起(主要由电源模块、CPU 模块、I/O 模块等组成),从而使控制系统设计更加灵活,可以满足不同的应用需要。

选 CPU3141 块,数字量输入模块 SM321: DI32 ×220VAC2块、DI12 ×220VAC1 块,数字量输出模块 SM322: DO16 ×220VAC3 块组成系统。桥式起重机拖动系统的控制动作包括: 大车的左、右行及速度换档; 小车的前、后行及速度换档; 卷扬的升、降及速度换档等。保护功能有: 卷扬上升限位、下降限位,大车限位、小车限位,卷扬及大小车电机的保护等。这些都可通过 PLC 进行无触点控制[2]。

整个系统有 8 台电动机、5 台变频器,PLC 的输入输出点数较多,各变频器与 PLC 的连接情况类似。在此仅说明卷扬电机变频器和 PLC 的连接情况(见图 2)。

5　遥控器的选用

操作控制器采用的是格林“一拖二”遥控器,两车联动时,两台操作遥控器都选择“联动”模式,由其中一台遥控器同时向安装在两车司机室内的接收机发出工作指令,接收机收到控制指令后,通过硬接线的方式将控制信号接入到 PLC 的输入模板中,完成两台吊车的小车、卷扬的联动。

6　结束语

采用变频器及 PLC 对桥式起重机进行了改造。起重机控制系统比切换转子电阻的交流接触器、串联电阻等电气元件的控制方式,电气控制线路大为简化。起重机启动、制动、加速、减速等过程更加平稳快速,减少了负载波动,安全性大幅提高。采用 PLC 程序控制比复杂的接触器、继电器控制系统线路更优化,电路实现了无触点化,故障率大大降低。采用变频调速,机械特性硬,负载变化时各档速度基本不变。轻载时也不会因操作不当而出现失控现象。变频器还可根据现场情况,很方便地调整各档速度和加减速时间,使吊车操作更加灵活迅速。采用变频调速同时也实现了电机的软起动,避免了机械受大力矩冲击的损伤和破坏,减少了机械维护及检修费用,提高了设备的运行效率。

参　考　文　献

[1] 万力. 起重机械安装使用维护检验手册[M]. 北京: 冶金工业出版社,2000.

[2] 宋书中,常晓玲. 交流调速系统(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社,2012.

中国知网　https://www.cnki.net