



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

桥式起重抓斗机电气控制系统的探讨

江苏射阳港发电有限责任公司(224346) 黄汉根

摘要: 分析了桥式起重抓斗机过去电气控制系统存在的问题,探讨了新型电气控制系统的构成及机制,指出了在生产现场应用及其特点。

关键词: 变频器 光电编码器 PLC及控制软件 无级调速

1 概述

桥式起重抓斗机是一种用来起吊、放下和搬运散料并使散料在一定的距离内水平移动的起重搬运设备,在电站主要用来码头卸煤及煤场装、卸煤,每台每年装、卸煤几百万吨,其任务重,作用大。电气驱动系统分抓斗支持(主吊)、抓斗开闭(抓闭)、小车、大车四部分,原来均采用绕线式异步电动机转子串电阻有级调速方式。随着科学技术的迅猛发展,绕线式电机被变频专用电机所取代,调速使用性能优良的变频器进行无级调速,并采用可编程控制技术,使桥式抓斗机电气控制系统进入了一崭新的阶段。

2 原厂家配供电气控制系统

抓斗支持(主吊)、开闭(抓闭)分别由一台30—55kW的绕线式异步电动机驱动,大车由两台11—15 kW绕线式异步电动机、小车由一台7.5—15 kW(绕线式异步电动机驱动。在抓斗支持(主吊)、开闭(抓闭)、大车、小车运行的原传动控制中,采用转子串接电阻的调速方式。支持及抓闭电机用交流接触器来接通电机主回路和切换电机转子上串接的电阻,大小车用凸轮控制器进行控制。

2.1 开关器件故障率高

为实现合适的抓斗工况,桥式起重抓斗机每天需进行几百次的装、卸操作,司机要经常点动操作或打反车。接触器动作十分频繁,在大电流频繁的冲击下,容易烧坏开关触头。同时因工作环境恶劣,支持(主吊)、开闭(抓闭)、小车、大车电动机转子回路串接的电阻因发热严重,加之灰尘及设备振动等原因经常烧坏、断裂。因而设备故障率高,维修量大。

2.2 操作协调性差

支持、开闭电机的控制采用双手柄操作,抓斗开、闭的协调主要靠司机的熟练程度,由于支持、开闭机构间没有直接的联系,司机重复操作抓斗开、闭,工作劳动强度大,容易产生疲劳和误操作。

2.3 电机及机械冲击较大

在抓斗抓料起升时,支持、开闭电动机受力不均匀,开闭电动机单独受力易过载,造成电机损坏及钢丝绳撕裂。大小车采用凸轮控制器控制大小车,同时切换大小车电机转子电阻为有级调速,由于是不

平衡启动方式，电机冲击电流大，对电机及机械寿命有影响。

2.4 限位失灵

抓斗上升、下降极限位置不易控制，机械式限位开关失灵，导致斗子撞击大梁，传感式接近开关很难长期使用。

3 改造后的电气控制系统

针对原配供的电气控制系统存在的不足，采用先进的可编程控制技术和位置传感技术，以程序控制取代原时间继电器和中间继电器逻辑回路控制，交流电动机调速方式采用变频器进行无级调速，进而实现了桥式起重抓斗机工作半自动化。

3.1 控制系统的构成

桥式起重抓斗机电气驱动系统分抓斗支持（主吊）、抓斗开闭（抓闭）、小车、大车四部分。配置电源柜、PLC柜、支持开闭控制柜、大小车控制柜四面。

电源柜为整个起重机提供动力电源，内置：刀开关、交流接触器、控制变压器、保险装置等。在主交流接触器后面引出各机构的主电路，在刀开关后面引出控制电路。

PLC柜是整个起重机的控制中心，对输入信号和输出信号进行逻辑处理；内置：PLC控制单元，输入和输出继电器，空气开关、端子排、转换旋钮等。PLC控制系统可以通过输入、输出接口模块的LED显示各机构的运行/故障等状态，输入、输出点数留有10%的余量。

支持开闭控制柜控制支持电动机和开闭电动机运行，内置：两台变频器，空气开关、交流接触器、端子排等。

大小车控制柜控制大、小车电动机运行，内置：两台变频器，刀开关、空气开关、交流接触器、端子排等。

近几年随着变频器技术发展，综合各种调速方式（直流调速，变极调速、串接电阻调速、变频调速等），采用变频器拖动变频电动机，以便实现无级调速。变频调速以其体积小、通用性强、动态响应快、工作效率高、保护功能完善、可靠性好、使用方便等卓越性能而优于以往的任何调速方式。

位置检测，采用光电旋转编码器传感应用技术，使其控制性能指标更加精确。光电码轴与电动机同轴（也可与卷扬筒同轴），电动机旋转时，光栅盘与电动机（或与卷扬筒）同速旋转，经发光二极管等电子元件组成的检测装置检测输出若干脉冲信号，送到PLC的两个高速计数进行运算及处理，就能反映当前电动机的转速或抓斗的位置。

其原理示意图如图1所示：

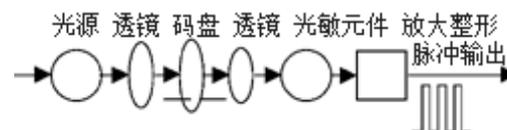


图1 光电编码器原理示意图

3.2 控制软件

控制软件采用 PLC梯形图语言来编程，用 PLC控制工作可靠，扫描速度快，控制非常灵活。软件技术关键是位能负载抓斗的支持、开闭电动机检测位移量的光电旋转编码器动态偏差的实时校正、抓斗四绳平衡受力状态自动调整、自动起升等应用技术。PLC 按控制程序及各种输入控制信号（抓斗联动台、

大小车联动台、限位开关、功能转换开关），使抓斗支持（主吊）变频器、开闭（抓闭）变频器、大车变频器、小车变频器以及支持制动器、开闭制动器、大车制动器、小车制动器协调而又准确的工作。

3.3 操作情况

抓斗联动台单手柄操作档位图：

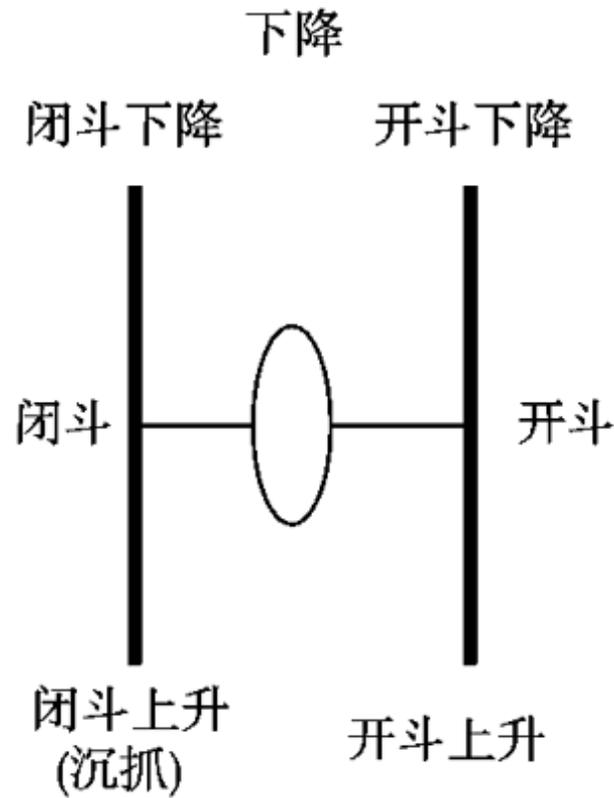


图2

抓斗单手柄为H型，七个位置，零位、闭斗、闭斗上升（沉抓位）、闭斗下降、开斗、开斗上升、开斗下降。

抓料操作，操纵杆从零位打到右面是抓斗打开，如欲使打开的抓斗上升或下降可在右面一侧运动，操纵杆向前推（下降方向）打开的抓斗下降，操纵杆向后拉（上升方向）打开的抓斗上升。

操纵杆从零位打到左面是抓斗闭合，如欲使闭合的抓斗上升或下降可在左面一侧运动，操纵杆向前推（下降方向）闭合的抓斗下降，操纵杆向后拉（上升方向）闭合的抓斗上升。

当抓取物料时，首先将抓斗张开（至设置的开度自动停止）并下降，当张开的斗子接近料堆时，将操纵杆经过零位直接放到抓斗闭合上升位（沉抓位），并可实现四绳平衡且自动抓取物料（满斗率百分之百），此后又自动向上运动，通过光电编码器检测，当升到极限位置（设置最高位）抓满物料的抓斗自动停止。与原操作方式相比，既简便又实现了半自动化，司机从繁重的操作中得以解脱，工作效率明显提高。

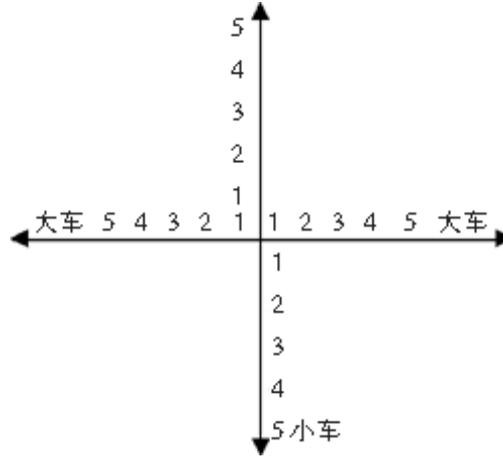


图3 小车大车联动台单手柄操作档位图

大小车单手柄，纵向操作小车前进和后退，横向操作大车左右方向运行。大、小车各分五档，通过PLC程序控制变频器多段速运行，从一档至五档电动机速度逐步提升或从五档至一档速度逐步下降，进行无级调速，转速可达电动机额定转速。

3.4 特点

(1) 采用可编程控制技术和光电旋转编码器传感技术，以程序控制取代时间继电器、中间继电器逻辑回路控制，技术性能大大提高。

(2) 取消原来的支持（主吊）、开闭（抓闭）双手柄操作方式，采用单手柄操作方式，实现半自动化操作，具有自动、手动两种控制方式。

(3) 采用变频调速方式对原先绕线式异步电动机转子串电阻方式进行技术改造，具有以下优点：

a. 绕线电机转子串电阻调速是有级调速，改变频后为无级调速，且具有过流、过压、欠压、过载等多项保护功能，取消了原系统中大量的电阻器和接触器，从根本上消除了故障隐患。另外，将转子短路后，绕线式电动机仍可使用，不再需要额外的投资，当然也可更换成变频专用电动机。

b. 装置起动、制动、加速、减速等过程更加平稳快捷，定位更加准确。

c. 必须使设备在电动机转速回零的情况下，才允许反向运行，从而防止了操作人员的不规范行为，保护了设备。

d. 提高了设备的安全性、可靠性，维修费用、工作量大大减少，且具有节能效果。

e. 装置具有良好的防尘、防雨、通风、耐振动效果。

f. 变频装置的功率因数可达 0.93 以上。

综上所述，应用新型桥式抓斗机控制系统具有显著的社会效益与经济效益，实现了半自动化控制，满足了生产需要，是值得推广的应用技术。

文章作者： 黄汉根

发表时间： 2006-07-24 00:00:00