

文章编号 :1671-7848(2006)03-0230-03

网络化智能型变频节能起重机系统及其应用

曲永印^{1,2}, 邵世煌¹, 谢树林², 柳成², 周振雄²

(1. 东华大学 信息工程学院, 上海 213000; 2. 北华大学 电气信息工程学院, 吉林 吉林 132013)



摘 要: 针对常用的起重机大多存在电能浪费严重、位置及重量检测手段落后、自动化水平低, 无法纳入现代物流管理和集中调度等问题, 现采用电能回馈技术、无线网络传输技术、动态称重技术、多点编码定位技术、变频调速技术对常规起重机进行改造, 并取得满意效果, 使起重机不仅提高电能变换效率, 而且具有网络化、智能型功能, 可方便地纳入到工业生产的物流管理网络中, 实现任务优化管理。其有着巨大的潜在应用价值和广泛的应用前景。

关键词: 网络化; 智能; 自动定位; 自动称重; 高效节能
中图分类号: TP 273 **文献标识码:** A

Network Intelligence Save-power Variable Frequency System of Crane and Its Application

QU Yong-yin^{1,2}, SHAO Shi-huang¹, XIE Shu-lin², LIU Cheng², ZHOU Zhen-xiong²

(1. School of Information Engineering, Donghua University, Shanghai 213000, China;

2. School of Electrical & Information Engineering, Beihua University, Jilin 132013, China)

Abstract: The crane is an important equipment for transporting materials. The crane in common use mostly exists many problems such as wasting energy source, disadvanced method of detecting position and weight, behindhand automatic technology. It could not bring into modern management in transporting material. A crane applying network technology, automatic weigh technology, and detecting position coding technology is introduced. It not only saves energy, but also has function of network and intelligence. It can be brought into the net of management to transporting material and achieve optimizing task. It has great value of applications.

Key words: net; intelligence; automatic position; automatic weigh; high efficiency and save power

1 引言

在工矿企业生产中, 起重机是重要物料运输设备, 尤其是在钢铁企业的炼钢、焦化、连铸等车间, 起重机作业十分繁忙。目前, 我国绝大多数工矿企业中的起重机采用绕线式异步电动机拖动, 通过转子串接电阻进行切换实现调速, 由继电器、接触器实现起重机控制。因此, 起重机调速性能差, 故障率高, 电能浪费十分严重, 效率十分低下。同时, 起重机的位置只能由操作人员目视, 重物重量只能由称重人员手工记录, 起重机很难纳入现代物流管理系统。因此, 如何提高起重机的自动化控制水平, 如何提高起重机的电能变换效率, 如何将起重机纳入到工矿企业生产过程中的物流管理系统, 成为了一项十分重要而又紧迫的工作。

2 变频调速及电能回馈

根据直流电变为交流电的逆变原理, 研制出电

能回馈装置, 根据电动机的不同工作状态, 分别启动变频器。回馈装置工作机制, 如图 1 所示。

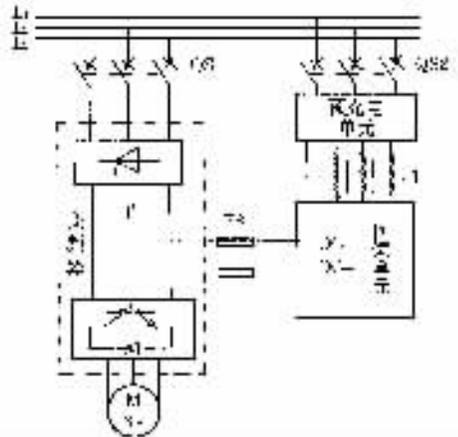


图 1 回馈装置工作机制图

电动机工作于电动状态时, 变频器工作, 电动机通过变频实现调速, 电能变为机械能; 电动机工

收稿日期: 2005-05-10; 收修定稿日期: 2005-09-22

基金项目: 吉林省科技厅重点资助项目(20040323)

作者简介: 曲永印(1959-)男, 吉林梅河口人, 教授, 博士研究生, 主要从事电力电子及电力传动、伺服驱动和先进控制理论等方面的教学与科研工作; 邵世煌(1940-)男, 江苏苏州人, 教授, 博士生导师。

作于制动状态时，回馈装置工作，机械能变成电能回馈电网。回馈装置的原理框图，如图 2 所示。

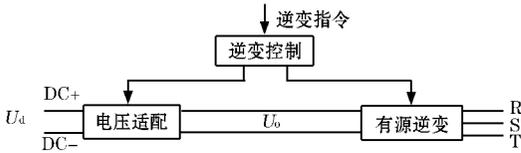


图 2 回馈装置原理框图

利用降压斩波电路实现电压适配，逆变工作关系为

$$U_0 = KU_d = K \times 1.35 U_L \cos \beta_{\min} \quad (1)$$

式中， U_d 为变频器直流侧电压； U_0 为电压适配器输出电压； K 为斩波系数； U_L 为交流线电压，一般 $U_L = 380(1 \pm 15\%)$ ； β_{\min} 为最小逆变角，一般取 $\beta_{\min} = 10^\circ$ 。

由式(1)可以计算出斩波系数，以该参数作为设计电压适配器主要参数。

3 起重机自动化控制系统

高效节能型变频起重机采用变频控制实现系统调速功能，改善了系统的调速性能和控制精度，实现全调速范围内连续平滑调速、稳定运行。PX 具有完善的过流、过压、缺相等保护措施以及自诊断、故障报警、事件记录等功能。整个系统的操作控制采用一台 S7-300PLC 实现系统的时间、顺序和逻辑控制功能。程序框图如图 3 所示。

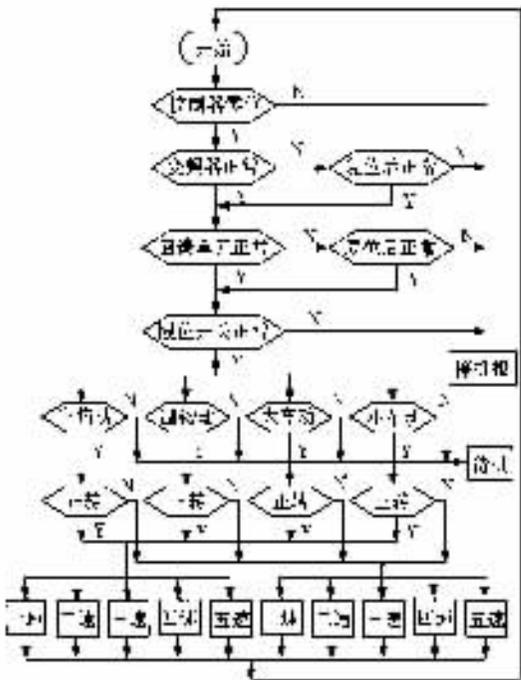


图 3 自动控制系统程序框图

4 物料计量及起重机的定位

1) 物料计量 起重机称重时，由于被吊重物在空中来回摆动，起重机称起的重量实际上是吊绳的张力，它包括重物的实际重量，还受到摆动离心力和风力等因素的影响，见参考文献 [1~3]。要得到物料的真实重量必须消除离心力和风力的影响。为突出主要矛盾，暂不考虑风力等次要因素的影响，并假设称重时，吊绳终端静止不动。于是起重机称重系统可视为一个单摆系统，其受力模型如图 4 所示。

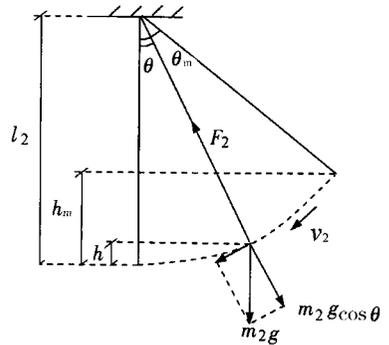


图 4 重物受力模型

设吊绳长度为 l_2 ，重物质量为 m_2 ，某一瞬间摆角为 θ ，最大摆角为 θ_m ，线速度为 v_2 ，吊绳受到的张力为 F_2 ，可得：

$$F_2 = m_2 g \cos \theta + m_2 v_2^2 / l_2 \quad (2)$$

当重物摆角达到 θ_m 时，重物静止，此时吊绳受到的张力为 $F_{\theta m}$ ，则：

$$F_{\theta m} = m_2 g \cos \theta_m \quad (3)$$

选一标准重物，其质量为 m_1 ，吊绳长度为 l_1 ，线速度为 v_1 ，将标准物与重物的吊绳套在一起，使两吊绳只能上下滑动，不能左右分开。并迫使它们一起做同步摆动，仔细选取标准物的重量和吊绳长度，使其对重物摆动的影响可以忽略，故它们的摆角和线速度相同，即 $v_1 = v_2$ 。标准物吊绳受到的张力为

$$F_1 = m_1 g \cos \theta + m_1 v_1^2 / l_1 \quad (4)$$

由式(2)(3)(4)可得：

$$m_2 g = \frac{m_1 g}{3 F_1} \left[\left(1 + \frac{2 l_2}{l_1} \right) F_2 + \left(1 - \frac{l_2}{l_1} \right) F_{\theta m} \right]$$

由于 $l_1, l_2, m_1 g$ 已知， $F_1, F_2, F_{\theta m}$ 可测，因此可以计算出重物的真实重量 $m_2 g$ 。调节 l_1, l_2 使之相等，这里两者摆动周期相同，误差可以完全消除。实际测量中由于 m_1 远小于 m_2 ，且 l_1, l_2 相差很小，故测量误差在 $\pm 0.18\%$ 范围之内，可以忽略。

检测系统采用 AT89C51 单片机数据采集系统。吊绳的张力采用称重传感器检测；吊绳长度变化可

用一个旋转编码器和一对正反转接触器检测。

2) 起重机的定位 起重机应用到炼钢厂, 根据炼钢厂的物料种类和生产特点, 分为5个区域, 即混铁炉区、转炉区、废钢区、四炉钢轨区、连铸钢区。位置即为上述5个区。将一组定位器装在起重机上, 定位器数目由需要确定位置的数目 n 确定, 定位开关数 $m = \ln(\ln n)$, 本起重机在一个垮上需要测定的位置区域为5个, 定位开关数 $m = \ln(\ln 5) = 3$ 。定位采用“8421”编码方案, 将起重机位置通过定位器编为“8421”码上传管理系统, 若要求精确定位则可通过增加区位数和定位开关数量加以解决。

对于某一区位起重机在做什么, 可以通过起重机进入该区位的吊重来判断。进入该区位时起重机的吊重称为入点重量, 离开该区位时的重量为出点重量, 出点重量与入点重量的差值称为差值重量。如果差值重量大于0, 入点重量为0时起吊; 入点重量不为0时加入物料。当差值重量小于0时, 出点重量为0, 放下物料; 出点重量不为0时, 倒入物料。这样, 起重机可以方便地纳入到工矿企业生产管理和现代物流系统当中了, 而且为企业实施GRP管理奠定了基础。

5 数据传输及基于网络的智能专家系统

由于起重机行走时的振动等原因, 起重机发出的称重和定位信号可能不稳定, 系统要经过限幅、尖峰滤波、移动平均值滤波和数据去伪才可以作为有效数据使用。

1) 数据传输 一般炼钢厂有多台起重机, 每台起重机作为一个子站, 面向中心站。所以本文选择主站子站通讯方式。无线数据传输系统原理结构, 如图5所示。

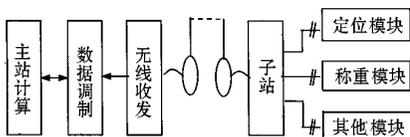


图5 无线数据传输系统原理图

主站在数据链中对各子站进行周期性探询, 子站一般多处于接收状态, 仅当识别出对自己呼叫时, 才自动开始应答过程。当某一子站有信息发给另一子站或主站时, 即向主站申请进入主工作方式, 将链路建立信息放入中心站的探询应答信息中, 发给主站, 当主站收到子站应答信息后, 根据应答信息的内容通知对应的子站进入从站工作方式, 准备接收信息, 然后主站转入链路监控状态, 等子站信息传输结束后, 重新开始对其他子站轮询。其工作流程如图6所示。

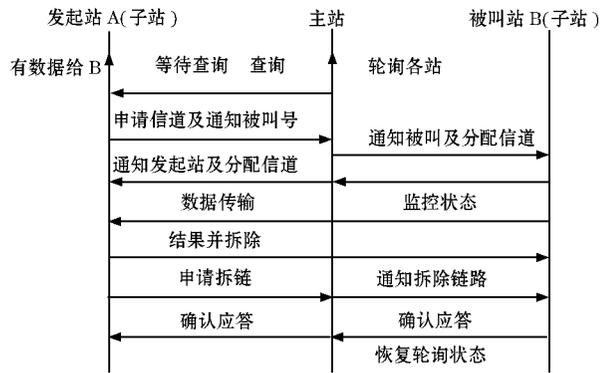


图6 无线传输系统工作流程图

2) 基于网络的智能专家系统 起重机的位置、所吊物料的重量等数据通过无线数据传输系统传送到车间级物流管理网络系统, 该系统中可开发一个专门针对起重机物流优化管理的专家系统, 根据该领域多个专家提供的知识和经验并利用最优规划理论和专家控制系统理论, 开发出多台起重机智能化控制策略, 对重物行走路线的布局、各装卸站点的位置安排、作业量的确定进行统筹规划。不论是重物行走路线、装卸站点设置、行车管理还是行车调度, 系统规划的目的都是为了提高起重机的作业效率, 最终使多台起重机以最短时间、最低能源消耗, 完成批量作业任务。

6 结语

本文提出的网络化智能型高效节能变频起重机已在某钢铁公司投入使用, 实际应用表明, 该起重机技术先进、运行可靠、停车准确、高效节能、智能化水平高, 网络化功能使起重机可以方便地纳入生产管理系统和现代物流管理系统, 是工业起重机的技术发展方向, 具有巨大的技术应用价值和广泛的市场应用前景。

参考文献

- [1] 凌杰, 龙水根. 优化算法在汽车动态称重系统中的应用[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21(7):10-15.
- [2] 杨玉. 动态称重及其数据处理[J]. 湖南轻工业高等专科学校学报, 2001, 9(3):15-16.
- [3] 施昌彦. 动态称重测力技术的现状和发展动向[J]. 计量与测试技术, 2000, 4(5):18-19.
- [4] 陈莉杰. 无线传输的传感系统中控制程序的设计方法[J]. 信息技术, 2003, 1(1):65-67.
- [5] 谢树林, 曲永印. 回馈技术在变频起重机与节能中的应用[J]. 电力电子杂志, 2003, 4(4):33-35.
- [6] 李宝安, 等. 动态称重系统计量误差的动态校正[J]. 仪器仪表学报, 2001, 22(6):251-252.
- [7] 宋爽, 宁惠改, 於亮. 动态称重技术的应用与展望[J]. 河北冶金, 2000, 11(3):55-57.
- [8] 杜世俊. 应用智能称重系统降低累计误差[J]. 贵州化工, 2003, 28(8):46-48.