

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.05.015

基于 PLC 的大型螺杆抛光机控制系统研究*

马彩云,李振华*,胡佳文

(浙江海洋学院 船舶与海洋工程学院,浙江 舟山 316000)

摘要:针对传统大型螺杆抛光机自动化程度低、人力成本高、抛光效率低、抛光困难以及故障无报警的问题,将可编程逻辑控制器(PLC)技术和人机界面技术应用到大型螺杆抛光机控制系统中。展开了大型螺杆转动速度和抛光带移动速度配合的分析,建立了两个电动机转速的配合关系,提出了用点动方法调节大型螺杆的初始位置、用行程开关来检测砂带的位置,用温度传感器来检测电动机的工作温度来降低由于电动机故障造成的损失,给出了控制系统的总体框图、流程图和电气原理图,并设计了系统控制软件。研究表明,该控制系统能够解决传统大型螺杆抛光难、效率低下的问题;控制系统的工作界面具有简单易懂,便于操作的优点;声光报警器的引入方便了电动机故障的发现和维修,提高了系统的安全性能。

关键词:抛光机;PLC;控制系统;大型螺杆;自动报警

中图分类号:TH39;TP273

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2014)05-0612-04

Control system of large-scale screw polishing machine based on PLC

MA Cai-yun, LI Zhen-hua, HU Jia-wen

(School of Ship and Ocean Engineering, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316000, China)

Abstract: Aiming at the problems of low automation degree, high labor costs, low polishing efficiency, difficult polishing and no-failure warning for large-scale screw polishing machine, programmable logic controller (PLC) technology and human-machine interface were used on the control system of the machine. After the analysis of the rotational speed of large-scale screw and movement speed of polishing belt, the relationship of the rotational speed of two motors was established. It was proposed that adjusting the initial position of the large screw in dynamic regulation, detecting the position of the abrasive belt with a limit switch, and detecting the operating temperature of the motor by the temperature sensor. The overall block diagram, flow chart and an electrical schematic diagram of the control system were given. Moreover, control software for the system was developed. The results indicate that, the control system can solve the problems of difficult polishing and low efficiency for traditional large-scale screw. The interface of the control system gets the advantages of simple and easy to operation. The introduction of sound and light alarms is convenient for discovering and maintaining troubles of motor, and improves safety performance of the system.

Key words: polishing machine; PLC; control system; large-scale screw; auto-alarm

0 引 言

随着科技的迅猛发展,大型螺杆的应用也越来越广泛。如在石油开采过程中、压缩机、冷冻机、螺杆泵等方面被广泛应用^[1]。大型螺杆作为某些机械装备

的核心部件,其加工质量直接影响整个机械的性能(如挤出机^[2])。大型螺杆抛光机是对螺杆的螺纹槽底部进行抛光打磨的设备。目前,市场上普遍设计生产的大型螺杆抛光机基本上采用简易手动操作(左手放在螺杆操纵手柄上,实现螺杆沿砂带的旋转和螺杆

收稿日期:2014-01-07

基金项目:国家自然科学基金(青年基金)资助项目(51205359)

作者简介:马彩云(1990-),女,安徽淮北人,主要从事机电工程方面的研究. E-mail:macy1990@126.com

通信联系人:李振华,女,副教授,硕士生导师. E-mail:lizh760905@126.com

轴向运动;右手放在螺杆张紧机构手柄上,实现砂带的松紧度调节及整个驱动装置的角度调节^[3])和人工经验对螺杆定位、控制移动螺杆的速度,这就使得该设备在控制大型螺杆的转速、活动底板的移动、正/反转的时间以及正/反转的次数等受人为因素的影响很大,特别是对于大型螺杆比较笨重,不易于打磨,因而导致其抛光质量以及产品一致性差,生产效率低^[4]。在金属制品的加工进行过程中会产生铁屑等各种有害身体健康的尘埃,而且工厂里噪音较大,长期处于这种环境当中不利于工人的身体健康。数控抛光机已成为超精密抛光技术的主流,具有高速度、高效率、高精度、智能化、节能化的特点和发展趋势^[5]。PLC 是专门为工业自动控制而设计的一种控制装置,具有抗干扰能力强、可靠性高、体积小、使用和维护方便等特点^[6-9]。

针对传统大型螺杆抛光机存在的问题,笔者设计一种基于 PLC 的大型螺杆抛光机控制系统,采用 PLC 为主控制器,结合触摸屏和声光报警器来设计逻辑控制系统。

1 大型螺杆抛光机结构

大型螺杆抛光机结构如图 1 所示。油缸通过调节机构的角度来调节大抛光轮和小抛光轮的工作高度;通过调节滑块的位置来调节大小抛光轮的相对位置,目的是为了:①方便装卸大型螺杆;②调节砂带的松紧,从而保证被抛光的螺纹槽的深度。为使螺杆抛光机具有易于打磨、精确控制的优点,笔者研究以 PLC 为核心,对其自动化控制系统进行设计。

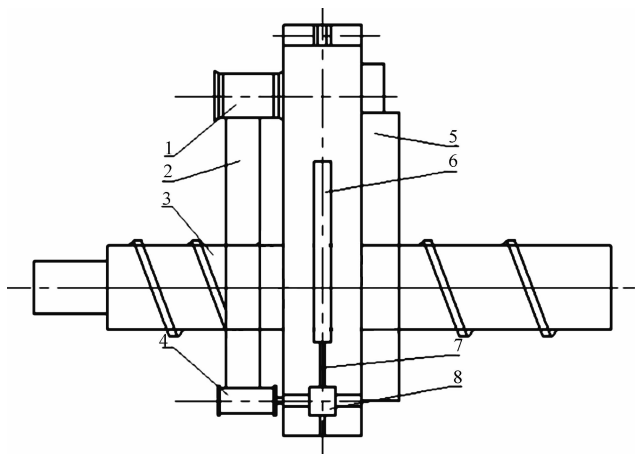


图 1 大型螺杆抛光机结构图

1—大抛光轮;2—砂带;3—待抛光大型螺杆;4—小抛光轮;5—活动底板;6—油缸;7—滑杆;8—滑块

2 基于 PLC 的控制系统

2.1 控制系统总体框图

大型螺杆抛光机控制系统总体框图如图 2 所示。

主 CPU 模块作为信息处理的核心部分。触摸屏接收到信息后,可以把信息直观地显示出来,便于观察,触摸屏上的按钮方便对系统的控制。温度传感器把检测到的电动机温度,通过处理以数字量输入给 CPU 模块,主 CPU 对接收的信息进行逻辑处理后以数字量输入给声光报警器,决定声光报警器是否报警。

按下启动开关,伺服驱动器 1 接收到主 CPU 的启动信号后,驱动电动机 1 带动大型螺杆工作;同时伺服驱动器 2 接收启动信号后,驱动电动机 2 带动活动底板移动,遇到行程开关时,主 CPU 接收到位置信号决定电动机 2 是否反向运转。

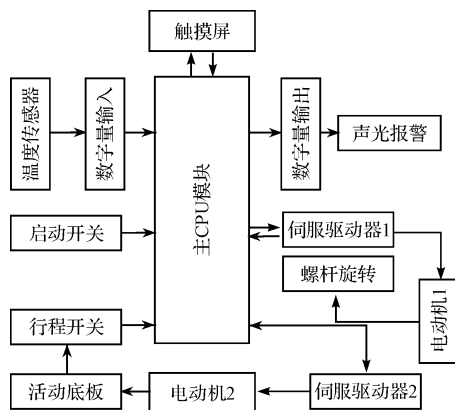


图 2 控制系统总体框图

2.2 控制系统流程图

考虑到大型螺杆抛光整个过程的综合成本(如在对抛光初始位置进行自动调节时,要对其位置进行精确的检测调节,增加了控制的复杂度和成本),因此,控制系统的特点是半自动化控制。控制系统的工作流程如图 3 所示:在系统初始化后,通过人工进行观察螺杆的初始位置和砂带是否配合完好,若配合不好,人工通过点动调节使其配合完好。初始位置调节好后,电动机 1 驱动大型螺杆旋转,电动机 2 驱动活动底板移动,同时两个温度传感器分别对电动机的温度进行检测(由于两个电动机的伺服驱动器同为台达 B 系列的,查相关手册设定两电动机的正常工作温度范围为 0~50℃),如果任何一个电动机的工作温度超过设定的温度值,系统就会进行声光报警同时断电降低损失。活动底板移动带动砂带移动,当到达行程开关 2(位于距大型螺杆起始螺纹 $s = np$ 处)时,同时检测是否达到设定抛光次数,若已达到设定抛光次数,正常停止;如若没有达到设定抛光次数,电动机 2 反转。活动底板来回移动,当遇到行程开关 1(位于大型螺杆起始螺纹处)时,同时检查是否满足设定抛光次数,若已达到设定抛光次数,正常停止;如若没有达到设定抛光次数,

电动机 2 正转。如此往复循环,直至达到设定的抛光次数。

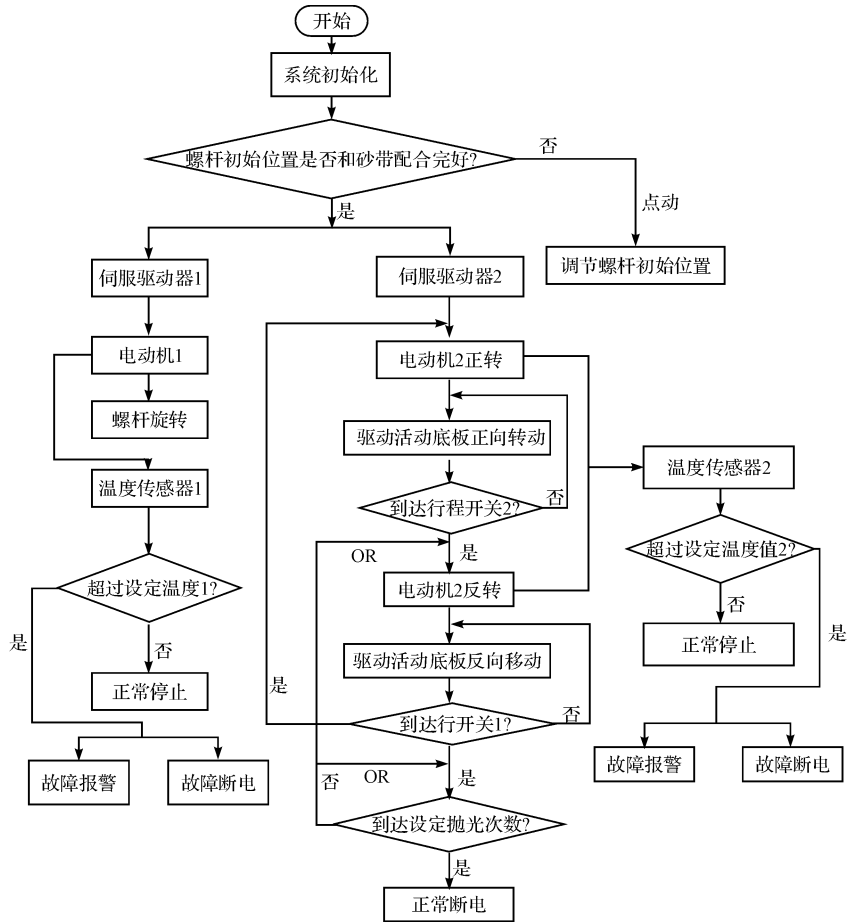


图 3 控制系统流程图

2.3 电动机的选型

目前,我国常用的螺杆材料有 45 号钢、40Cr、氮化钢、38CrMOAl, 高温合金等。钢的密度一般为 7.85 g/cm^3 , 大型螺杆的长度大概为 $10 \text{ m} \sim 15 \text{ m}$, 直径大概为 300 mm , 由 $m = \rho v$ 可估算出大型螺杆的质量大约为 $8\,320 \text{ kg}$ 。

根据滚动轴承的摩擦系数^[10] $f = \mu F$, 可求得负载扭矩:

$$T = f \times \frac{D}{2} \quad (1)$$

根据实际要求的螺杆转速, 由 $P = T_n / 9\,550$, 可估算出驱动大型螺杆旋转的电动机 1 所需功率^[11]。根据所需功率, 选取电动机型号为: LCDA385001-MA1332 的 130 电机, 参数规格为 3.8 kW (三相 220 V), 扭矩为 $15 \text{ N} \cdot \text{m}$, 转速为 $2\,500 \text{ r/min}$, 额定电流为 13.5 A 。

活动底板在导轨上移动时的摩擦系数^[12], 由上述公式可估算出电动机 2 的功率。根据所需功率选取电动机的型号为 LCDA265001-MA1332 的 130 电机, 参数规格为 2.6 kW (三相 220 V), 扭矩为 $10 \text{ N} \cdot \text{m}$, 转速为

$2\,500 \text{ r/min}$ 。

2.4 电动机的配合

配合要求: 螺杆转一圈, 抛光带正好前进一个螺距。

配合公式为:

$$1r \times \frac{1}{n_1} = \frac{p}{\pi D n_2} \quad (2)$$

式中: n —电动机 1 和电动机 2 的转速; p —大型螺杆的螺距; D —螺杆的直径。左边—电动机 1 转一转所用的时间, 即螺杆旋转一圈所用的时间; 右边—砂带行走一个螺距所用的时间, 从而可以求出两个电机的转速配合公式。

2.5 电气原理

控制系统的电气原理如图 4 所示。

按下启动按钮 SB, 系统得电; 按下点动按钮 SB4 对螺杆初始位置进行调节, 调节完好后按下 SB3, 电动机 1 驱动螺杆连续旋转; 同时按下 SB1, 电动机 2 的线圈 KM1 得电, KM1 常开触电闭合, 常闭触电断开, 电动机 2 正转; 当遇到行程开关 SQ2, 常闭触电 SQ2 断开, 常开触电 SQ2 闭合, KM1 失电, KM1 常开触电断

开,常闭触电闭合,SB2 的常闭触电断开,常开触电闭合,线圈 KM2 得电,常开触点 KM2 闭合,电动机 2 反转;当遇到行程开关 SQ1 时,常闭触电 SQ1 断开,常开触电 SQ1 闭合,线圈 KM2 失电,常开触点 KM2 断开,常闭触电 KM2 闭合,常开触点 SQ2 失电断开,常闭触

点 SQ2 闭合,电动机 2 正转;活动底板在电动机 2 的驱动下如此往复运行,直至达到抛光次数后正常停止。电动机正常启动过程中,温度传感器实时对其温度进行检测,如果有一个电动机温度过高,常闭触点 SB5 断开。如果出现过载时,常闭触电 SB6 断开。

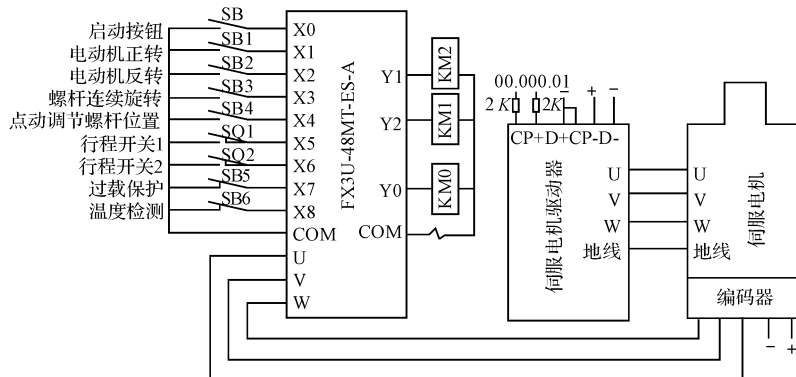


图4 电气原理图

3 结束语

本研究有机地将“机械”和“电子”结合起来,设计出了一套半自动化的大型螺杆抛光机控制系统,成功地解决了传统手工工艺中大型螺杆难抛光的问题,克服了抛光质量不理想和生产效率低的缺点。该系统采用 PLC 作为核心控制器,辅以触摸屏和声光报警器,实现了人机对话功能,减轻了管理人员和操作人员的劳动强度,提高了系统的安全性能,降低了故障带来的经济损失。

但随着对控制系统自动化程度的要求以及对大型螺杆的抛光精度的要求越来越高,该设计系统的自动化程度以及抛光精度还无法满足,研究者可从螺杆的装卸、抛光带松紧程度的调节以及初始位置的调节等方面来提高控制系统的自动化程度,可运用光栅尺来提高大型螺杆抛光的精度和可靠性。

该控制系统的研究有助于提高大型螺杆的生产效率,为今后大型数控螺杆抛光机的进一步研究提供了有益的借鉴。

参考文献 (References):

[1] 董蔚. 螺杆数控抛光机控制方法研究[D]. 沈阳:沈阳

工业大学机械工程学院,2009.

- [2] 鲁治安,杨铁牛,黄李辉,等. 基于 LabVIEW 的双铣刀数控机床控制系统[J]. 机电工程,2012,29(10):1198-1201.
- [3] 王增武. 螺杆抛光机结构设计方案及操作要领[J]. 农业机械,2008(16):52-52.
- [4] 范昆. YJS35 刀片钝化抛光机自动控制系统设计[J]. 制造业信息化,2013(3):91-92.
- [5] 李凌波. 数控非球面超光滑抛光机床的解析式设计[J]. 黑龙江大学学报,2012,3(4):94-99.
- [6] 孙康岭,杨兆伟,张晔. 基于 PLC 的自动门控制系统设计[J]. 机电工程,2010,27(11):123-126.
- [7] 徐亮,李作武,钟顺金. 基于 PLC 的冲压力控制系统[J]. 兵工自动化,2013,32(4):64-66.
- [8] 刘志刚,杨伯军. 基于 PLC 的仓库桥式起重机变频控制系统[J]. 机电工程,2013,30(6):725-728.
- [9] 侯云辉,刘志奇,卢菡涵. 基于 S7-200PLC 技术的机车开降平台控制系统设计[J]. 液压气动与密封,2013(2):41-44.
- [10] 王毓民,王恒. 润滑材料与润滑技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [11] 王天宇,龚邦明. 基于 PC 运动控制板卡的交流伺服控制系统实验平台设计与实现[J]. 机床与液压,2013(9):97-99.
- [12] 陈子银,陈为华,黄美英. 数控机床结构原理与应用[M]. 北京:北京理工大学出版社,2006.

[编辑:洪炜娜]

本文引用格式:

马彩云,李振华,胡佳文. 基于 PLC 的大型螺杆抛光机控制系统研究[J]. 机电工程,2014,31(5):612-615.

MA Cai-yun, LI Zhen-hua, HU Jia-wen. Control system of large-scale screw polishing machine based on PLC[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014,31(5):612-615.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>