

智能涂胶机控制系统设计

Design of Control System for Intelligent Coater of Sealant

(1.中国科学院沈阳自动化研究所;
2.中国科学院研究生院 3.青岛钢铁公司第一小型轧钢厂) 闫志刚^{1,2} 朱军¹ 吴景辉¹ 张勤照³
YAN Zhi-gang ZHU Jun WU Jing-hui ZHANG Qin-zhao

摘要: 本文介绍了一种新型涂胶机控制系统的设计,详细描述了系统的原理和硬件功能。涂胶机是汽车变速箱装配流水线上最重要的部分之一。该机除具有自动涂胶功能、自动检测报警功能外,还能与装配管理系统联网,实现网络化管理与控制功能。整个系统采用运动控制器、伺服电机等控制部件,为变速箱涂胶提供了安全可靠的质量保证。

关键词: 变速箱;涂胶机;伺服电机;运动控制器

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Abstract: The paper introduces a control system design of a new type of coater of sealant, and details the function and principle of the system. The coater of sealant is one of the most important part in the gearbox assembly line. Besides the functions of automatic glue and detect automatically to give an alarm, it also can communicate with assembly supervise system by internet, thereby you can manage and control the system using network. through using Trio motion coordinator, servo motor etc, it provides quality guarantee on the safe side for gearbox glue.

Key words: gearbox; coater of sealant; servo motor; motion coordinator

1 引言

随着我国汽车工业的快速发展,对汽车零部件的自动化生产提出了更高的要求。由于汽车变速箱是影响汽车性能的重要部件,所以其封装质量显得尤为重要。为了提高涂胶质量、保证涂胶均匀和精度,智能涂胶机的整体设计充分考虑了涂胶工艺对整个变速箱的影响,在功能上做了很大的扩展,技术指标远远超出工艺的要求。

2 智能涂胶机的工作原理

智能涂胶机是变速箱装配线上的一个重要工位,变速箱壳体通过输送线自动送到该工位工作台上,工作台上升并对变速箱壳体进行二次定位。工作台升到固定高度后,涂胶嘴从煤油盒中升起(涂胶嘴放在煤油盒中是防止其暴露在空气中使胶液凝固),当升到超出油盒高度时,快速在刷胶线上擦除表面的煤油,然后运行到设定的涂胶原点。经过延时后控制系统依照当前变速箱壳体型号选择相应运动曲线控制涂胶嘴进行涂胶。涂胶完毕后,涂胶嘴回落到煤油盒中,等待下一次涂胶。

涂胶嘴的运动曲线和变速箱壳体的型号是相对应的,不同型号变速箱其轮廓经过预定义与实际相匹配。首先在 AutoCAD 软件中根据变速箱壳体的轮廓图绘制涂胶嘴的运动曲线图,然后保存为 DXF 格式文件。在应用程序 CAD to Motion 打开 DXF 格式的图形文件,此时涂胶曲线上的各点坐标转换为绝对坐标,根据实际的需要对涂胶起始坐标进行修改,同时调整涂胶方向。将修改好的程序移植到 motion perfect 软件的程序段中,然后存储到控制卡的 EEPROM 中。涂胶嘴的速度、位移、移动方向实时通过编码器反馈给运动控制卡,然后由控制卡运用固定的算法控制输出信号值,从而实现对涂胶嘴运动的闭环控制。

3 智能涂胶机控制系统的硬件组成

智能涂胶机控制系统由研华工控机和 Trio 运动控制卡、接口卡、扩展 I/O 模块(P315)及控制开关、伺服驱动器和伺服电机组成。如图 1。

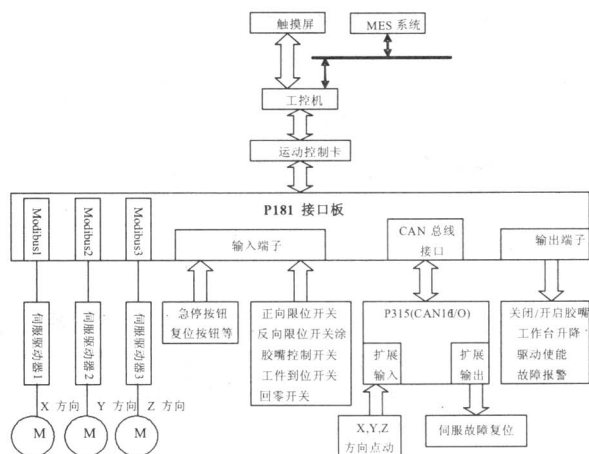


图1 控制系统组成

工控机是人机交互平台,实时地跟运动控制卡、伺服驱动器等设备交换数据,对运动控制卡的状态以图形和数据的形式反映到控制界面上。操作者可以在工控机上修改运动控制卡、伺服驱动器等设备的各项参数,同时通过设置可以实现远程通讯。

Trio 运动控制卡是控制系统的核心,是由 32-bit 的 DSP 和 FPGA 组成,涂胶程序以及各轴的参数存储在控制卡的 EEPROM 中,根据需要可以通过系统命令实现程序的运行、单步运行、暂停、停止;

接口卡上具有通讯接口,是连接运动控制卡和伺服驱动器的桥梁,扩展模块 P315 实现扩展 I/O 点数,通过对系统参数进

行设置,最大可扩展 256 个通道。

伺服驱动器可以通过本身的操作面板或工控机对驱动参数进行设置。

伺服电机选用施耐德公司的产品, X、Y 轴电机型号为 BSH0701P31A2A, Z 轴电机型号为 BSH0701T32A2A, 具有自锁功能,防止在突然断电的时候 Z 轴上紧固的涂胶嘴突然下落与变速箱壳体发生碰撞。伺服电机带动滑轨旋转,从而控制涂胶头在 X、Y、Z 轴三个方向上的位移,控制精度可达到 0.001mm。

4 控制系统软件设计

整个系统采用运动控制器和触摸屏进行控制,能实现涂胶机的自动控制和个工作状态的切换,并把采集到的各工作状态数据传输到工控机进行显示,同时把这些数据信息传送给制造执行系统(MES)。操作人员可以通过工控机或者制造执行系统来设定和选择涂胶机的运行参数。涂胶程序框图如图 2。

(1)涂胶功能

系统运行时首先进行参数初始化配置,参数包括回零点方式、正反向限位输入、单位、跟随误差上限值、加速度值、减速度值和速度值。这个过程主要是针对系统中的硬件,以运动控制卡为对象,在系统启动的时候设定伺服驱动器的初始状态。初始化过程后,各项参数写入运动控制卡的 EEPROM 中,为涂胶提供了前提条件。报警模块主要检测系统急停、伺服驱动器故障、供胶不足等故障。若有故障发生,系统进入急停状态,待故障消除后自动复位。

涂胶机有手动和自动两种工作方式。手动方式主要用于涂胶机系统的调试和分步骤地手动涂胶,主要功能包括原点搜寻、画线准备、涂胶嘴校准、画曲线、完整工艺曲线、返回油箱等。自动模式是指通过以太网控制中心下载工件标号到本地计算机,由本地计算机通过标号来选择涂胶曲线,自动完成涂胶动作。涂胶时,涂胶嘴移动到曲线的初始位置,涂胶嘴开始沿着涂胶曲线匀速地在变速箱上涂上胶液。返回到初始点后,关闭涂胶嘴,停止喷胶,再回到油桶位置,整个涂胶过程就完成了。如果用户想运行自定义的涂胶曲线,那么控制模式需要选择手动状态,需要在上位机上把曲线转换为 DXF 格式后,生成控制指令,最后下载到运动控制卡的 EPROM 中。同时为了保证能够准确定位和调试,点动设置为有效。手动涂胶完毕后,涂胶嘴也是回到油桶位置。

(2)状态监测与报警功能

上位机实时显示涂胶机的工作状态,监测气泵的压力和胶桶中胶的液位,具有故障报警、故障诊断、自动恢复等功能。故障报警首先根据报警级别输出到塔灯,并通知上位机显示,由上位机复位后,可以继续运行,并根据报警性质决定复位后的动作。故障报警包括 X、Y、Z 轴故障报警、驱动器故障报警、CAN 模块故障报警。X、Y、Z 轴故障报警包括正、反向限位、跟随错误报警。当发生正、反向限位时,系统保持正常运行,同时禁止向限位方向继续移动,在上位机界面上弹出限位报警信息。如果轴运动时查询位置与测量位置的误差超出跟随误差限制值时,系统就会报警停机,在上位机界面上提示故障原因和报警信息。驱动器故障报警主要包括控制量超限、通讯中断等,当发生故障时,驱动器使能关闭,下位机软件重启,再重新打开驱动器使能,能够恢复机械故障以外的软件故障。CAN 模块故障报警主要是根据 CAN 模块的错误位,诊断出故障原因,提示报警信息,对模块重新初始化、使能、分配地址。

(3)网络管理与控制功能

汽车变速箱装配线上是由制造执行系统来管理和控制的,智能涂胶机作为其中的一台设备也受 MES 系统控制。

MES 系统做好计划安排后,将所要涂胶的变速箱型号、数量等信息传送到涂胶机,涂胶机根据这些参数进行配置。在涂胶过程中,智能涂胶机将实时涂胶信息传回 MES 系统,以便于进行设备性能分析和产品质量监测。由于设备具备先进网络管理与系统控制,大大提高了生产效率和产品质量。

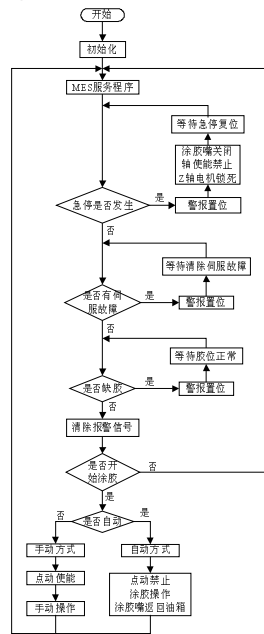


图 2 程序流程图

5 触摸屏操作界面设计

触摸屏操作界面采用 Visual Basic 6.0 编写,主要完成对整个系统的监控和状态显示。触摸屏程序界面包括主画面、I/O 状态画面、参数设定画面、设备状态画面、故障报警画面。主界面(如图 3 所示)实时显示轴位置坐标、三维轴速度值、变速箱型号及涂胶嘴运动轨迹。主界面还包含 I/O 状态按钮、参数选定按钮、设备状态按钮、故障报警按钮,可以根据需要选择对应画面。

I/O 状态画面显示 X 轴、Y 轴、Z 轴坐标位置,工件的位置,工作台的位置,涂胶嘴的状态。

参数设定画面主要是通过输入窗口按用户要求设置各轴的速度值。

设备状态画面主要监视涂胶嘴移动跟随误差,正反限位以及回零情况。

报警画面是在设备出现故障时提示报警信息,并显示故障产生的原因。故障主要包括驱动器故障、通讯故障、伺服电机故障等。



图 3 主画面

(下转第 3 页)

对系统性能的影响极为关键。我们系统运行时, 拓扑变化平稳, 并不会出现大量移动节点, 可以容忍较长时间的路由建立过程。我们采用了 SOS 自带的 Tree routing 路由协议。该协议在初始化过程中建立路由结构, 在稳态情况下, 每个节点到基站存在一条唯一路径, 这在极大程度上的抑制了数据包的重发以及由此引发的能量浪费。下面我们简要介绍一下 Tree routing 的工作原理。

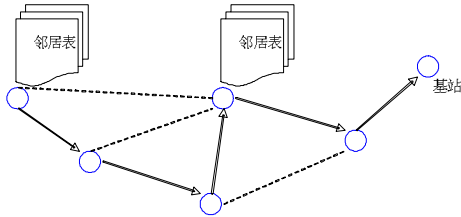


图 4 Tree-routing 协议

Tree routing 的思想是维护一棵动态路由树。在传感器网络初期, 每个节点都要发送和接收信标数据包以获得邻居信息, 将邻居信息存放在节点的缓冲区中。SOS 基于最小跳跃数和链路质量选择一个邻居节点作为路由的父节点。如图 4 所示, 节点维护邻居表并根据拓扑变化实时更新, 最终每个节点形成一条到基站的唯一路径。如果拓扑变化或节点失效影响了数据传输, 则相关节点根据邻居列表重新寻路。

该算法虽然需要较长的路由建立时间, 实测在 2 分钟左右, 但路由建立后, 因为抑制了重传, 因此数据发包快, 系统能量效率较高。

5 结论

针对现有水面溢油污染的实时监测所存在的问题, 本文设计了一种基于无线传感器网络的溢油监测系统, 使用接入油膜传感器、风力/风向传感器的无线节点进行溢油相关数据采集, 并建立自组织方式网络将数据汇集到管理平台进行分析。本文对水资源污染的实时检测提供了一种新的系统设计方案。

本文的创新点在于: (1) 将无线传感网络技术引入水资源实时监测应用。(2) 首次使用油膜传感器构建网络化的水面溢油监测系统, 使用多点信息对溢油泄露情况进行评估和预警。

经济效益: 目前已开发出样机, 经济效益 80 万元。

参考文献

- [1] 楚海明. 浅谈水面溢油污染防治技术及其应用. 石油化工环境保护, 2004, 27(1): 16-17.
- [2] 肖春华, 李秀红, 孙忠富, 等. 嵌入式无线远程环境监测系统的实现[J]. 微计算机信息, 2007, 4-2: 4-6.
- [3] 张永宁, 丁倩. 海上溢油污染遥感监测的研究[J]. 大连海事大学学报, 1999, 25(3): 1-5.
- [4] 金永福, 熊德琪, 严世强. GPS/GSM/GIS 海上溢油跟踪监测系统的研究[J]. 交通环保, 2003, 24(6): 6-8.
- [5] 孙利民, 李建中, 陈渝, 等. 无线传感器网络[M]. 清华大学出版社, 2005.
- [6] <http://www.xbow.com>
- [7] <http://www.geinstruments.com/>
- [8] <http://nesl.ee.ucla.edu/projects/SOS/>

作者简介: 冯浩然(1979-), 男(汉), 山东潍坊人。清华大学自动化系博士研究生。主要从事无线传感器网络和嵌入式系统的研究; 胡建斌(1972-), 男(汉), 湖北洪湖人。北京大学计算机系副教授,

主要从事网络安全和无线传感器网络的研究。

Biography: FENG Hao-ran (1979-), male, born in Weifang, Shandong Province. PHD candidate, Department of Automation, Tsinghua University. Research fields: Wireless Sensor Networks, Embedded systems.

(100084 清华大学自动化系) 冯浩然

(100084 北京大学计算机系) 胡建斌

(Department of Automation, Tsinghua University, 100084)

FENG Hao-ran

(Department of Computer Science, Peking University, 100084) HU Jian-bin

通讯地址: (100084 清华大学自动化系) 冯浩然

(收稿日期: 2008.12.23)(修稿日期: 2009.01.25)

(上接第 19 页)

6 结论

采用 TRIO 公司的运动控制卡, 涂胶工序的精度和效率都得到了大大的提高。应用以太网等网络技术实现了设备的网络化管理与控制, 加强了设备的监控能力。系统具有实时性好、稳定性好、智能程度高等特点, 在生产装配领域达到了先进的水平。

本文作者创新点: 采用上位机界面和底层运动控制卡相结合, 通过上位机界面可实时调整涂胶机状态, 并采用手动和自动两种方式实现涂胶曲线的最大柔性化。

参考文献

- [1] 陈志国, 须文波. 基于运动控制卡的机器人智能切割系统. 微计算机信息[J], 2005, 21(8-3): 95-97.
- [2] 高小红, 裴忠诚, 任瑞云. 涂胶机轨迹插补器开发. 机械设计与制造[J], 2005, 27(4): 34-38.
- [3] 吴荣兵, 杜润生, 熊锋. 自动涂胶机伺服控制系统的研制. 机床与液压[J], 2004, 50(2): 50-51.

作者简介: 闫志刚(1978-), 男(满), 中科院沈阳自动化研究所在读硕士, 控制理论与控制工程专业; 朱军(1964-), 男(汉), 研究员, 硕士生导师, 主要从事自动化装备、自动化系统集成方面的研究; 吴景辉(1972-), 男(汉), 副研究员, 主要从事自动化装备、自动化系统集成方面的研究; 张勤照(1970-), 男(汉), 技术员, 主要从事轧钢厂生产线方面的研究。

Biography: YAN Zhi-gang (1978-), male (Manchu), Graduate student of Chinese Academy of Sciences, Major in Control theory and control engineering.

(110016 沈阳 中国科学院沈阳自动化研究所) 闫志刚 朱军 吴景辉

(100049 北京 中国科学院研究生院) 闫志刚

(272117 青岛 青岛钢铁公司第一小型轧钢厂) 张勤照

(Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, 110016, China) YAN Zhi-gang ZHU Jun WU Jing-hui

(Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China) YAN Zhi-gang

(No.1 small Rolling Mill of Qingdao Iron and Steel Group Co. LTD, Qingdao, 272117, China) ZHANG Qin-zhao

通讯地址: (110016 辽宁省沈阳市南塔街 114 号中科院沈阳自动化研究所第五研究室) 闫志刚

(收稿日期: 2008.12.23)(修稿日期: 2009.01.25)