

喷漆系统电控设计应用

胡鑫淼, 冯承华, 储利武

(中国联合工程有限公司, 浙江 杭州 310052)

摘要 在喷涂产业快速发展的过程当中, 喷涂设备种类和功能越来越多, 促进了喷涂技术不断发展, 为喷涂行业自动化发展提供了有力支持。基于不同材料、工艺和方法产生的喷涂工艺各不相同。本研究探讨轮廓喷漆系统的电控设计思路和应用策略, 期待对充分发挥电控系统在轮拖涂装生产线当中的应用优势有所裨益, 从而提高喷漆系统的应用效率。

关键词 喷漆系统; 电控设计; 控制面板; 中央控制室; PLC 控制器

中图分类号: TQ63

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)11-0061-03

当前, 经济的发展加剧了市场竞争激烈程度, 汽车行业对于产品外观、功能性和装饰性等提出了更高的要求。所以, 如何通过表面处理工艺的运用, 提高产品质量为企业核心竞争力的重要体现。喷漆系统运行, 运用自动控制技术, 能够满足涂装自动化生产需求。因此, 研究喷漆系统的电控自动化设计思路十分必要。

1 喷漆系统电控设计要点

喷漆系统的电控设计主要是根据涂装生产线的生产要求, 设计自动化控制系统, 达到喷涂自动化管理目标。在系统设计阶段要考虑如下几个方面的内容: 第一, 电控系统工艺动作, 明确各用电设备动作顺序, 了解设备运行条件、运行及停止时间, 基于以上要求展开设计。第二, 安全控制设计, 将喷漆系统设备运行条件考虑在其中, 针对特殊部位, 如耐高温、防水和防爆等位置可以设置高温报警、高压报警、气体超限报警等装置。第三, 电气控制设计, 在系统电气控制的设计方面, 要按照喷漆工艺流程和自动控制需求, 选择手动、自动、分散、远程、就近、集中等控制方式。第四, 信息显示设计, 在信息显示的设计过程, 要考虑设备状态显示需求, 生产过程故障和报警设备显示需求, 结合设备运行工艺参数, 保证喷漆系统管理过程负载电流、供电电压、室体温度、室体压力、生产保护等信息参数可以顺利显示出来。第五, 消防设备设计, 考虑火灾报警、自动灭火等控制装置, 选择消防设备。第六, 设备连锁设计, 在设备和机械化系统运行阶段, 应该考虑连锁设计, 喷漆设备控制阶段, 要保证报警信号、正常信号能够向输送系统当中传递, 同样, 输送系统也可以向喷漆系统传递故障信号, 对喷漆系统的设备采取连锁控制。第七, 控制柜的设计,

在系统控制柜设计过程中, 要考虑内部元件设置、现场安装、柜体大小、元器件冷却等需求, 综合设计控制方案。

2 喷漆电控系统设计和应用

2.1 电控系统概述

某企业轮拖涂装生产线的生产能力每年可达到 8 万台, 生产设备分布相对分散, 对设备管理要求相对较高。生产线设备要运行可靠, 开动率高, 对自控系统的智能化要求也相对较高。对此, 电控系统设计选择现场设备总线网络 (PROFIBUS-DP) 作为控制系统, 控制模式选择集中控制和分散控制结合方式进行, 选择西门子品牌人机界面、PLC、控制模块等收集生产线数据, 在中央监控室完成数据记录。中控系统与现场控制系统之间建立 PROFINET 进行连接, 借助中央控制显示整线的运行情况^[1]。总控室计算机与参观通道液晶显示器相连, 能够直观呈现喷涂作业过程, 便于管理者了解整个生产线设备的具体运行情况。

2.2 系统控制特点分析

本喷漆系统自控设计遵循“集中管理”和“分散控制”等原则, 严格按照现场设备的分布情况, 设置控制箱 3 组, 负责就近控制所有设备。控制方法的选择方面, 利用手动控制、自动控制等功能, 其中, 手动控制方式的运用可以启停单台设备, 对设备进行维护和调试, 而自动功能的应用, 可以根据工艺顺序完成设备启动、停止控制。自控系统设计阶段, 将触摸屏安装在控制面板上方, 通过屏幕显示与控制功能, 完成各类手动操作控制, 将操作面板设计简化, 利用操作按钮即可下单运行命令, 同时, 利用触摸屏还能随时查看报警信息, 使得电控系统的报警和指示功能

日益完善。电控系统的应用还能实现对上位机的监控和设备控制等多种功能。控制面板上方可以安装人机界面一台,尺寸为12英寸,界面具备手动调试按键,能够将设备状态显示出来,还拥有故障提示功能。电箱上设置三个颜色指示灯,其中红色灯代表“报警信号”,黄色灯代表“待机状态”,绿色灯代表“正在运行”。除此之外,面板上还安装了报警蜂鸣器。

2.3 系统功能设计

自控系统的功能设计如下:第一,温控功能,将温度传感器设置在喷漆室、出风管道等位置上,利用温度仪表呈现温度信息,控制室内部温度可借助蒸汽比例电磁阀进行控制,以达到生产工艺要求,将温度信号向PLC当中输送,有利于中控室监控工作进行。第二,湿度控制功能,将湿度传感器、蒸汽加湿器等设置在空调的送风机组,对喷漆操作室湿度进行检测,并对加湿器的送风湿度进行自动调整,保证喷漆室内部的湿度控制在40%~75%之间。第三,风机和水泵的控制,喷漆室当中安装排风电机、空调机组以及循环水泵等设备,安装变频器对设备采取变频控制,既能节约能源,又能够根据喷漆需求对于喷漆室当中的送风量和排风量等进行控制。当喷漆室内无工件的时候,空调风机以节能状态运行。第四,压力检测功能,在自控系统设计过程当中,可以将报警装置设置在送风管道、喷漆室等位置,利用PLC接入信号,控制压差开关发出警报。当过滤器出现堵塞情况,压力差也随之增加,系统即可自动发出报警信号,由工作人员对过滤器进行及时更换或者清理^[2-3]。

2.4 控制面板布局与操作

电控柜的面板拥有喷漆室温度、湿度、送风温度、排风温度等显示功能,电控面板控制按钮包括电源指示、自动指示、手动指示、备用、报警消音、电源开关、手动/自动选择、自动启动、自动停止、加热开关、紧急停止等按键。依托该控制面板,可根据喷漆室生产需求,对室内温度与湿度进行设定和监测,让管理者及时了解到喷漆室内部的送风和排风温度。利用触摸屏,实时监测喷漆室当中风机和水泵等设备实际运行状态,一旦温度或者湿度超出限制,系统就会自动发出警报,并对过滤网存在的压力差进行报警。

在控制按键使用过程当中,开关电源主要负责对整个控制面板的控制按键打开与关闭控制,在控制过程中,控制人员只需要对开关电源进行旋转,电源指示灯即可变亮,能够对回路通电状态进行控制。将电

源开关的按钮回拨,此时电源的指示灯处于熄灭状态,控制回路也会断电。控制面板的手动旋钮、自动旋钮可以作为工作方式选择控制功能,在系统应用阶段,打开手动开关,允许设备通过手动方式启动或者停止运行,将自控开关打开,设备按照系统所设定的程序进行依次启动或者停止运行,此时触摸屏上方手动操作这一功能就会失效。

而“自动启动”和“自动停止”等按钮可以作为喷漆室的设备处于停止和运行的状态下控制按钮。将“自动启动”按键按下之后,所有的生产设备可以根据喷漆工艺生产要求按照一定顺序进行自动启动。若将“自动停止”按钮按下,喷漆设备则可按照设定程序自动停止运行。控制面板中的“加热开关”可以作为送风机的工作状态选择按钮,若喷漆室内温度高,则无须空调送风机,此时可以将其置于“关”位置,如果喷漆室内温度低,则需要空调送风机工作,此时可以将加热开关置于“开”位置。如果喷漆系统运行出现故障,利用“报警消音”这一按钮就能发出声音报警,提示操作人员及时处理,待故障重新恢复以后,可以将按钮按下,将声音报警停止。利用“紧急停止”按钮作为设备处于紧急状态下的控制按钮。如果喷漆设备在运行时出现了紧急情况,管理人员可以按下“紧急停止”按钮,此时,喷漆室内部设备可以完全停止运行,紧急停止指示灯随之亮起。利用自控系统的电控柜面板,满足自控系统的控制和操作需求。

2.5 中央控制室设计

在中控室的设置方面,选择集中控制方案,将其设定于上位机系统,系统选择工控机负责数据采集、数据操作数据存储、设备监控、状态显示、报表打印以及数据报警等多种功能,使用工业以太网连接上位机,使其和PLC端口连接,主站PLC与Ethernet之间可以建立起通信链接,随时接受来源于主站PLC数据。中控室设计过程中,功能和配置如下:第一,监控功能,选择西门子系列WINCC6.2作为监控组态软件,将工控机开启以后,再将WINCC软件打开,进入原始画面,随后点击“进入”按钮,即可进入整体监控画面,同样,点击“退出”按钮,就能将WINCC运行停止。第二,显示设备的运行状态,在设备当中各用电装置、控制系统当中的元器件无论是处于运行状态,还是处于停止状态都会显示出来。比如:如果喷漆室的风机处于手动工作模式或者自动工作模式的时候,其运行状态、停止状态、紧停状态信息会全部显示出来;在喷漆室

内工作压力、室内温度等参数也会直观呈现,借助压力和温度等变化,主管显示设备运行曲线图。第三,显示设备的故障状态,在生产设备运行过程当中,用电装置、控制系统当中各元器件故障的状态信息可以随时显示。比如:在喷漆室当中,重要的用电设备有排风设备、送风设备、蒸汽调节阀、变频器、水泵和 PLC 等,以上设备和装置故障状态可以在自控系统应用阶段随时显示。当喷气室内部温度参数、压力参数、湿度参数以及循环水池的液位信息一旦超出设定范围,系统即可发出超限报警。第四,参数修改与设备控制,自控系统设计阶段,利用上位机组态软件和 PLC 编程软件即可完成控制程序编制,还能对程序加以修改,保证设备运行状态可控,针对超限参数进行完善和修改^[4]。

2.6 PLC 控制器设计 and 应用

在喷漆室的控制系统,可选择 PLC 控制器展开集中控制,本研究使用型号 CPU315-2PN/DP 西门子品牌 PLC 控制器,存在 PN 和 DP 两个接口,接口利用 PROFINET 连接,并利用以太网辅助通信,在 DP 总线的应用之下,满足不同子系统、设备直接传递信息参数和通信信息的需求。选择主 CPU、通信模块、输入输出模块、模拟量模块等共同组成自控系统的硬件设备,其中通信模块选择型号 IM151 的西门子设备,输入和输出模块同样选择该品牌 SM323 型号设备,模拟量模块选择型号 SM343 模块,完成信息输入与输出。PLC 编程选择 STEP7 软件,该软件是运用梯形的逻辑语言编程,能够根据喷漆现场工艺流程、设备动作顺序等编写程序,在程序编写结束以后,对于现场设备进行调试,辅助生产过程顺利进行,确认最终程序。

同时,PLC 的应用赋予系统静电喷涂的控制功能。喷涂主电路设计包含三个部分:一是三相四线电路;二是继电器;三是变频器的驱动电机,利用中频器来驱动电机,对喷涂传送带进行控制,主传送带、喷枪等控制由其他电机完成。在喷涂系统的启停电路设计方面,电路组成部分包括路由开关、指示灯,选择手动、自动等控制模式,一旦某一开关的状态发生改变的时候,指示灯也随之转换状态。处于手动控制模式之下,指示灯亮起,喷涂操作员可通过手工喷涂方式完成工艺流程。自动模式开启以后,喷涂机械设备则按照系统设计流程展开喷涂作业,全程无需手动介入。在设计工件固定检测的控制电路之时,选择电磁阀、限位开关等共同组成电路,用以判断喷漆工艺流程电磁阀动作状态,利用电磁阀对气缸固定工件情况进行控制。

限位开关用于检测定位气缸,限位开关可在气缸两侧安装,作为气缸状态的监测装置。在举升气缸两侧分别设置限位开关,检测举升气缸状态,所有气缸利用双向电磁阀进行控制。

喷涂控制电路主要负责起停喷枪控制,依托 PLC 打造静电喷涂控制管理系统,喷枪启动要经过两个过程:一是将喷涂控制阀打开;二是将涂料的输送电机启动,工件喷涂准备就绪以后,PLC 即可启动和控制喷枪。利用驱动气缸对于喷涂控制阀的开关和断开进行控制,限位开关主要负责对气缸工作状态的检测。在电磁阀的控制下,喷涂气缸处于伸缩状态的时候,限位开关则会实时传送气缸检测信息,PLC 接收信息,待喷枪到达对应喷涂位置以后,在 PLC 的控制之下,喷涂阀门随之开启,喷涂电机启动,喷枪就能将喷涂涂料喷向工件表面,涂料经过电机传送,喷涂工艺流程结束以后,PLC 会先将喷涂电机关闭,喷枪归位至原始位置,重新将喷涂控制阀关闭。喷枪上方存在指示灯,便于管理者对其状态进行观察。将 PLC 应用于静电喷涂自控系统的硬件设计当中,利用传感器采集信息,经过 IO 向 PLC 内部输送,展开数据处理,根据处理结果,判断喷涂条件是否达标,实现喷漆系统电控功能^[5]。

3 结语

综上所述,在涂装生产线的电控系统设计过程中,要考虑工艺动作、控制方式、安全控制、设备连锁等方面的问题,结合车辆生产线涂装需求,分析控制系统的应用特征,设计系统功能,应用系统辅助生产。在系统设计过程当中,还可以引入 PLC 控制技术,设置静电喷涂系统,节约涂料,提高喷涂效率,优化喷涂质量。将喷涂系统应用于实践生产过程当中,为涂装工艺的自动化发展提供支持。

参考文献:

- [1] 刘健旺. 钢管桩自动喷漆系统设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2022(05):58.
- [2] 胡国栋, 徐金文. 远程操纵喷涂臂作业系统设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(04):58-61.
- [3] 魏士博. 工艺品自动喷漆电气控制系统设计 [J]. 中国科技纵横, 2015(10):66.
- [4] 张迎春, 王彩凤, 田庆敏, 等. 基于单片机控制的自动喷涂生产线系统设计 [J]. 镇江高专学报, 2022(03):35.
- [5] 吴哲, 张炳凯, 孙国玉, 等. 木质家具自动喷漆机械臂的设计及动力学仿真 [J]. 林业机械与木工设备, 2023, 51(01):20-23.