

浅谈涂装阴极电泳用整流电源原理

高忠健

(奇瑞汽车股份有限公司,安徽 芜湖 241000)

摘要: 对整流电源系统在涂装阴极电泳的原理进行了介绍,结合某公司某涂装车间现场安装、调试过程,详细论述了整流电源的参数调整、操作步骤、注意事项等。

关键词: 整流电源; 阴极电泳; 涂装车间

中图分类号:TQ639

文献标志码:B

文章编号:1007-9548(2024)11-0067-03

Discussion on the Principle of Rectifier Power Supply for Cathodic Electrophoresis in Painting

GAO Zhong-jian

(Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

Abstract: This article introduces the principle of the rectifier power supply system in cathodic electrophoretic coating. Based on the on-site installation and debugging process of a certain company's painting workshop, it provides a detailed introduction to the parameter adjustment, operation steps, precautions, etc. of the rectifier power supply.

Key words: rectifier power supply; cathodic electrophoresis; painting workshop

0 引言

汽车电泳工艺的目的是将电泳漆附着在白车身表面,使其拥有一层致密、均匀、表面平滑且附着力强的漆膜,以保护车身受到外界强酸、强碱等恶劣环境不易被腐蚀。整流电源设备在电泳工艺中起到提供外部电源的作用,是涂装线上专业性较强、较关键的设备之一。本文将从整流电源的原理、性能参数、操作规范、常见故障分析四部分进行介绍。

1 整流电源原理

设备由整流变压器、双三相全控桥、滤波电抗器等组成的主电路,以单片机为核心的控制系统,PLC 可编程控制器、触摸屏等组成的控制回路。

1.1 整流部分

三相电源经变压器后输出振幅相同、相位差相差 30° 的两组电源,将其输送到两组三相全控整流桥电路

中,当电网频率为工频时,输出电压频率为 $600\sim 700$ Hz,再经过滤波电抗器后,降低直流输出的纹波系数。

整流变压器二次侧配置有快速熔断器,用于控制电路中的过电流;还配置有压敏电阻,用于抑制电路的过电压;阻容吸收电路用于晶闸管换相过电压;直流输出并联了电压采样传感器以向系统提供电压采样信号,串联了电流采样传感器向系统提供电流采样信号。

1.2 控制部分

控制电路主要由同步板、微机控制板、脉冲分配板、熔断保护板、稳压电源、PLC 及触摸屏等组成。同步板送入微机控制板与主回路相位一致的同步信号电压、电流变送器实时采集电泳电流直流输出量,以模拟电量送入微机控制板。脉冲分配板是由微机控制板发出的一个基准脉冲信号自动分配 12 个不同移相脉冲; PLC 实时采集、输送生产线上所有相关的运行及联锁信号。触摸屏以其良好的界面——图形、文字、指示,方便人工操作、设置及监控,触摸屏的信息均可送入 PLC 及微机控制板。

当设备启动后,微机系统将会根据所设定的电压

收稿日期:2023-08-10

作者简介:高忠健(1988—),男,本科,工程师,主要从事涂装工艺及电气规划工作。E-mail:497745135@qq.com。

(电流)值和反馈值的情况进行 PI 运算,从而得出触发脉冲的触发相位,通过调整晶闸管的控制角达到调整输出电压的目的。两个控制器,其中主控制器在线运行,副控制器处于热备用状态。当主控制器发生故障时,系统可自动无扰动地切换到副控制器工作。

1.3 微机控制部分

微机控制部分主要由 MCS-51 系列的主单片机、副单片机、A/D 转换器件、同步信号电路等组成,同步板的同步变压器送出的同步信号,经同步信号整形入单片机,单片机将以此信号作为基准。主单片机通过高精度数模转换模块,将电流、电压运行及反馈参数存入 RAM 中,并对数据进行计算并判断发出各类指令。

2 性能参数

2.1 主要参数指标

- 1) 额定输出直流电压:450 V。
- 2) 额定输出直流电流:1 550/3 100 A。
- 3) 直流输出电压调节范围:0 V ~ 额定直流输出电压连续可调。
- 4) 直流输出电压稳压精度:稳压精度 $\leq \pm 1\%$ 。
- 5) 直流输出电压纹波因数:当设备在额定输出直流电压运行时,电压纹波因数 $\leq 1\%$ 。
- 6) 电流限幅:在 50%~100%额定电流范围内可自行整定,限流精度 $\leq \pm 1\%$ 。

2.2 产品功能介绍

1) 采用强大的通信功能,简化控制系统的设计:控制系统使用可靠的可编程控制器(PLC)、触摸屏进行数据互通,减少了控制信号、模拟信号以及传统的继电器、指示器、仪表等,大大增强了设备的稳定性及可靠性。

2) 双控系统:以控制系统为核心的电泳电源的控制系统占有重要的核心地位,为了解决客户的后顾之忧及增强设备的可靠性,采用双控制器同时在线工作。

3) 双控制系统的热备用运行方式:系统中的控制器是以“一用一备”的方式运作,其备用控制器一直保持与主控制器通信,使所有运行参数保持一致。当主控制器要求切换时(手动切换到副控制器或自动切换到副控制器),副控制器立即做出响应投入工作。

4) 无扰动切换:以快速的通信速度,副控制器实时跟踪主控制器的所有运行参数。切换后副控制器继续按主控制器的运行状态运行。由此消除了系统切换时带来的电压、电流扰动,保证了电泳工件质量。

5) 双 CPU(两个单片机)的协调工作:控制器上的实时控制功能基本上都由双 CPU 直接协调完成工作,大量减少集成芯片和器件,从而也极大减少了故障率,

满足控制器无需进行专业调试,客户仅操作一般性的调试,就可实现控制器上机运行。

6) 独特的单同步、单脉冲形式设计:控制系统中采用一个同步基准信号,计算出其对应的移相脉冲,由脉冲板软件识别计算,分配不同移相脉冲给不同的晶闸管,完成触发整流。

7) 良好的人机界面:采用触摸屏显示,并可设置电泳电源的全部运行参数。

8) 高精度的稳压、限流性能:系统中采用 12 位高精度模数转换(1/4 095 的分辨率)及单片机采用的 16 位计算,使电泳电源有高精度的稳压、限流。

9) 实时显示电泳工艺参数趋线图:触摸屏实时每台车身的电泳参数,并将电压数值以趋线图的形式显示出来。

10) 软启动:电泳电源具有输出电压不会突变,电压平滑爬升的软启动、电压平滑下降的软停功能。

11) 稳压工作、限流截止:根据电泳工艺要求,正常工作时设备应处于稳压输出的运行状态,方可保证漆膜质量和附着力,但由于车身在输送链上被吊挂拖行,有可能在入槽时不稳,造成电泳电流突然增大,为克服这种不利因素,整流器采用了双闭环控制策略。当车身运行正常、整流器输出电压、阳极管电流处于正常使用范围内时,整流器处于稳压工作状态。在车身出现异常或由于其他原因造成阳极检测的电流超出了设定的限流值时,系统立即转入限制电流工作状态,使电压回落,保证系统输出电流不超过限流值。而随着故障的排除和电流的减小,输出电压又会恢复到原来的电压值,重新回到稳压工作状态。这样既保证了生产中电泳工艺的正常进行,又防止因过电流而造成整流器受损而影响生产。

12) 手动调压(开环-不稳压)功能:电泳电源也可通过人工手动调压,调压范围为 0 V~额定值。

13) 人工无扰动切换功能:电泳电源可人工操作来选择主控制器或副控制器工作。

14) 自检功能:电泳电源开始运行前控制器具有自行检查功能,当其检查出故障时,触摸屏上显示控制板故障。

15) 设定参数功能:电泳电源的运行参数(工作电压、保护电压、限制电流、软起时间、软停时间)能够预置,并且具有断电记忆功能,同时提供良好的人机界面。

16) 自动无扰动切换功能:电泳电源在运行时,主控制器出现问题时,能够自动切换到副控制器继续工作,并保证输出电流、电压无突变。

17) 电泳电源的保护功能:电泳电源具有设备及车身保护功能,包括用户指定的保护项及设备本身不受

损坏的保护项,并且在保护项被触发时提供声光报警提示及报警信息记录。

18)过电流保护:电泳电源具有输出过电流保护功能,当输出电流超过 1.2~1.3 倍额定电流值时,切断主回路电源,同时发出声光报警提示及报警信息记录。

19)过电压保护:当直流输出电压超出 1.1 倍额定值时,保护系统将自动运行状态转为手动运行状态,同时发出音响报警及指示。

20)逆相序保护:电泳电源三相控制电源进线逆序时,控制系统切断主回路,并限制执行其它操作,同时发出音响报警及指示。

21)输出保护电压:电泳电源与输送链或车身到位信号联锁,可在输送链停止或未检测到车身到位信号时,将电泳电源输出电压降低到设定的工艺要求的保护电压,输送链重新启动后,电泳电源能自动在限定的时间内软起动上升到原设定的电压值。

22)与电泳间门联锁:电泳间四个门设置有安全门机联锁开关,正常生产时禁止人员进入或穿行,如果电泳间门被误打开,电泳电源安全信号被触发,电源输出电压立即降为零,并切断主回路电源,并发出声光报警提示及报警信息记录。

23)风机故障报警:电泳电源整流柜冷却风机发生故障时,输出直流电压自动回到保护电压,控制系统发出声光报警提示及报警信息记录。

3 操作规范

3.1 开机程序

1)合轴流风机空气开关:操作空气开关,轴流风机便可处在待运行状态,其在整流控制柜中起到空气对流作用,主要是对整流元件进行散热。

2)起动控制电源:按启动控制系统电源,控制系统自行进行电压安全检查,以及数据初始化等工作,大约 1 min 后,控制系统即可处在待机运行状态。

3)合主变空气开关操作(QM):电源送入主变、整流元件。

3.2 关机程序

1)停止输出电压:在自动生产线中等待电泳电源完成工件电泳后,直流输出电压自行降为 0 V 或人工干预使直流输出电压降为 0 V。

2)断开主变空气开关:操作(QM)断开主回路电源,主变、整流元件断电。

3)停止控制电源:按停止控制系统电源。

注:轴流风机在待运行状态下,合主变空气开关后,轴流风机才会运行。关机程序中无须断开轴流风机空气开关,在开机程序中就可跳过“合轴流风机空气开关”操作程序。

4 常见故障分析

4.1 故障的恢复

本设备除了过载限流可自动恢复外,其他故障一般都需有人工干预才可恢复。

4.1.1 风机故障

一般是指风机开关没有闭合或者因为风机故障后电流超载造成开关掉闸。风机是指整流桥上端的三相轴流风机,在堵转及缺相情况下易造成故障。风压检测开关检测不到风机运转时,开关送信号至 PLC 输入点,当开关没有闭合时,系统停止输出工作电压,改为输出保护电压,在风机故障恢复后系统自动恢复输出。

4.1.2 快熔熔断

是指 2 个三相整流桥进线上的快速熔断器因超载使用造成熔断现象,这是在截流和过流功能失效,而主回路空气开关也没有及时脱开,对设备主要元件进行保护的最后一道防线。系统会发出声光报警,切断主回路开关,停止输出直流电压。造成这种现象的原因一般为输出过载而保护功能失效,或主回路桥组内部元件损坏造成,但也有可能是熔断器压接不良发热造成。断电后维护人员应检查设备内部有无其他元件损坏,更换同型号的熔断器。

4.1.3 过流故障

一般是因为输出严重过载(短路)而限流功能没能阻挡该电流时而造成的(过流保护值出厂时一般整定在额定直流电流的 1.2 倍)。此时设备发出直流过载故障报警,同时切断主回路电源。设备断电后应排除输出端故障,并检查设备内部有无器件损坏,更换掉损坏器件,重新上电后即可重新投入运行。

4.1.4 过压故障

是指输出电压超出设定的输出电压值所致。设备在正常情况下为稳压运行,过压保护值出厂时一般整定在额定直流电压的 1.1 倍。出现“直流过压”故障时,设备将自动发出声光报警信号,此时可按“故障解音”按钮。造成“过压故障”的原因主要是电压反馈回路故障或有很大的电网冲击、扰动所致。检查电压变送器、电网情况,若无问题重新上电后即可重新投入运行。

4.1.5 逆序故障

是指同步信号相位错误,其原因是一次交流电源相位交叉所致。在设备运行之前,系统相位已经调整好,在线路不再改动的情况下,这个报警就不会再出现。

4.2 日常检修

根据使用情况和工作需要,需对设备进行日常检修工作,一般可按以下步骤进行:1)检查设备元件有无脱落损坏,连线及螺栓、螺母、铜排等(下转第 72 页)