

汽车涂装电气自动化技术探究

张佳樑 吕振宇

(上汽大众汽车有限公司 上海 201805)

摘要: 基于现代更高要求和标准的汽车涂装生产工艺,相关企业应归集生产资源,汇总现行社会主流先进、可靠基础,以打造更加立体、系统的汽车涂装电气自动化系统为方向,打造更加智慧、现代的电子自动化涂装体系。本文结合相关经验,首先分析了汽车涂装生产流程基本要素和电气自动化技术应用价值,然后细化讨论了汽车涂装电子自动化技术相关类型,并以此为依据提出了现行环境下应用汽车涂装电气自动化技术的建议,以期对汽车涂装企业的发展和相关人员的工作有所启发。

关键词: 汽车涂装; 电气自动化; 技术探究

0 引言

电气自动化技术作为现代计算技术、物联网技术、感应技术、大数据技术、人工智能技术等结合体,不仅能有效提升汽车涂装工作的效率和质量,还能提升该汽车涂装工作的效益,甚至能促使其创新发展,例如基于人工智能的分析技术,能快速识别涂装作业过程中存在的缺陷,并自动校正涂装工艺。因此,探究电气自动化技术在汽车涂装中的应用具有现实而积极的意义。

1 汽车涂装工艺概念、流程及电气自动化技术应用价值

1.1 汽车涂装工艺概念与流程

汽车涂装生产流程非常关键,是汽车整装流程的核心组成部分,其主要是指基于生产计划、目标,对目标对象进行喷涂等。其工艺要求较高,因此对资源、能源、设备、环境等的标准要求也较高^[1]。而现代汽车涂装电气自动化技术能够让涂装过程更加快速、精准、高效。例如,能够动态运输涂装零部件,并科学、快速识别不同类型零部件所需的涂装技术。但由于其流程涉及范围较广,因此需要重视各个环节的协调性,即重视线上与现代汽车零部件涂装流程的有序性。目前,汽车涂装具体工艺技术流程如图 1 所示。

从图 1 可以看出,汽车涂装过程需要较多控制、检测、监控、协调设备、程序,这样才能确保涂装结果达到工艺标准。据此,要利用电气自动化技术

的计算机技术,编制可靠的逻辑程序,从总线控制角度,实现现场所有设备连接控制^[2]。例如,针对涂装过程中的集中控制、物联运输、智能涂装等要素,以总控制系统为基点,设计各个设备、监控设备、感应探头等控制程序,从而实现整体工艺流程的智能控制。此外,利用柔性控制技术还能实现零部件信息的高效交互,从而有效提升物联运输、涂装装备运行的流畅性。

1.2 汽车涂装电气自动化技术应用价值

电气自动化技术主要是指基于现代数字技术、监控技术、智能技术等,对生产流程进行监视、控制、操作,基于这种技术的设备、系统,能够更加智能、快速地处理产品生产。由电气自动化技术概念可以看出,其在汽车涂装工艺中的应用具有现实而直观的价值。

首先,能够提升汽车涂装质量和效率。相较于传统汽车涂装生产线,基于电气自动化技术的涂装工艺体系,能够更加智慧、智能地识别涂装工艺需求,并依据工艺任务自动调整生产任务、流量,以此来保障涂装质量。同时,电气自动化技术还拥有高效的识别技术,能够快速、准确地识别涂装设备进场情况,而后利用相关逻辑程序快速处理识别的车辆信息,如车辆型号、喷涂颜色等。

其次,能够提升汽车涂装效益。利用电气自动化技术能够提升汽车涂装工作效率,让相关设施始终以最佳的状态运行。同时,电气自动化技术还能有机识别喷涂过程中存在的异常问题,并自行调整,而若一旦无法调整,会向管理人员及时预警,这样

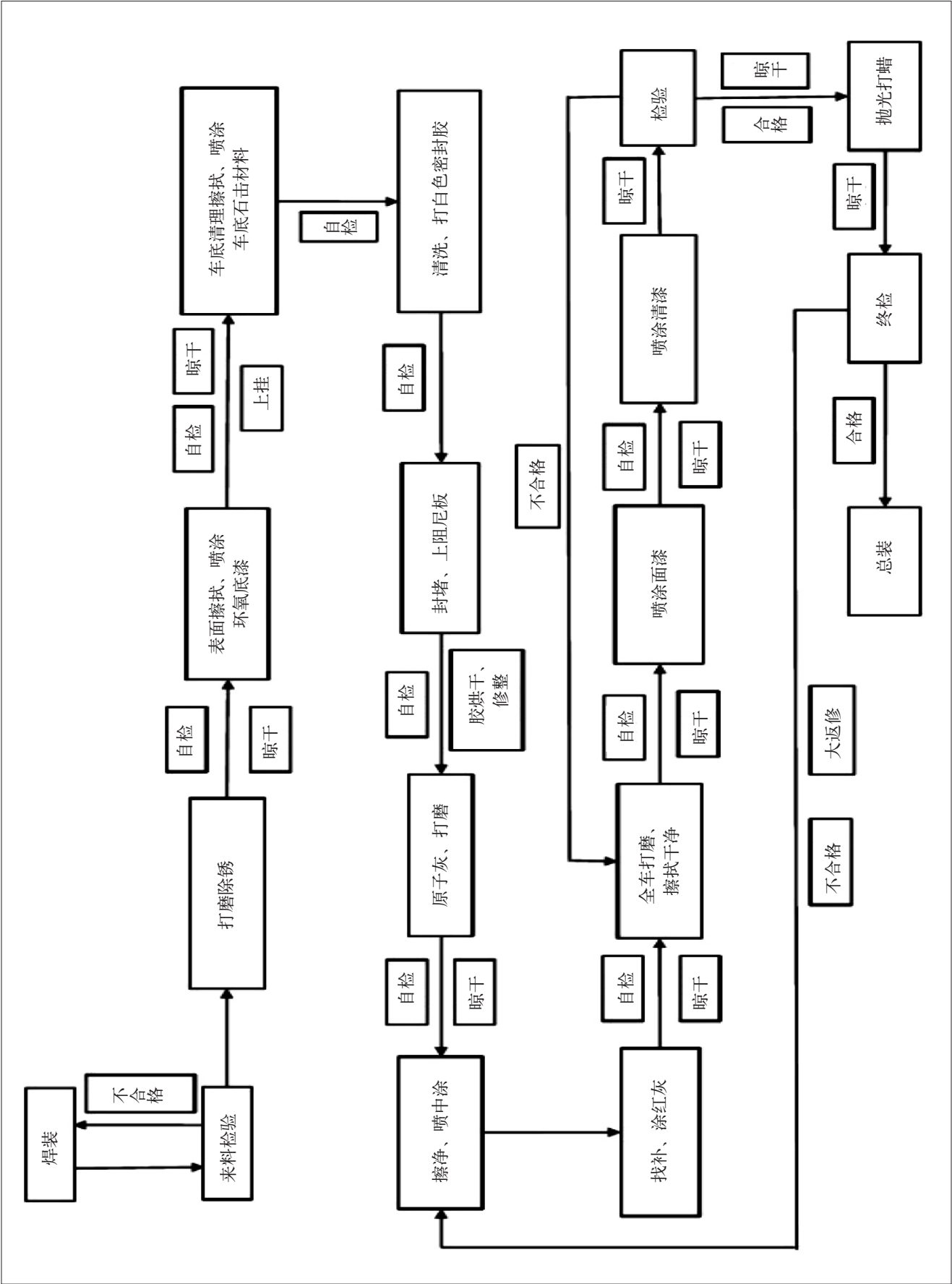


图 1 汽车涂装工艺流程图

便能快速处理喷涂故障,快速恢复喷涂工作^[3]。

2 汽车涂装流程中电气自动化技术分析

2.1 变频技术

在汽车生产流程体系中,变频技术非常关键,其能够进一步提升涂装流程的自动化、流程化、科学化,为电气自动化奠定基础。结合相关工作经验、研究成果,涂装流程中变频技术应用重点主要有设备选型和软件设计两个方面。

一方面要重视设备选型。在汽车喷涂自动控制流程中,PLC能够提升喷涂流程电动机运行稳定性,如让电动机拥有更加科学的运行速度等,能够有效解决传输带速度异常问题。所以,在搭建硬件平台时,首先要重视PLC型号的选择^[4]。具体而言,要依据设备平台成本、效益及后期开发需求等,确定PLC数量,明确PLC模块参数,如DO、DI、CPU等,然后依据PLC参数科学配置。而后在此基础上,再配对变频器。目前,为提升变频器节约、便捷、灵敏等参数,通常可选用的电源模式为380V,以提升输送电动机控制效果。同时,基于接线、绝缘参数、相数、电流、电压及额定功率等参数,选择三相异步电动机。然后,以RV系列为基础选择减速机。以测量电动机转速为方向,以计数器、定时器等要素为基础,选择光电编码器。

另一方面要重视软件设计。基于变频器技术、PLC控制技术,要科学设计变频器参数,如在优化变频器参数过程中利用PLC控制,调节电动机转速、存储逻辑运算、定时、顺序控制等,以提升变频器在喷涂流程中的节能效果。

2.2 控制技术

在汽车涂装自动控制系统中,依据PLC技术能够汇总、对比、分析、计算控制系统反馈数据、系统输入既定值,而最终差值变化率、差值等数据,利用系统逻辑输出,能够获得可靠的输出量,然后

这些输出的数据信号会向变频器发出指令,继而合理地控制物料运行速度,这样便能有效地同步控制输入与输出信号,从而保障涂装自动运行系统任务执行的有序性。据此,在汽车涂装全流程中,控制策略非常重要。同时,由于系统自动控制过程涉及元素较多,其控制策略主要有PID控制、模糊控制、模糊PID控制技术这三类技术。在实际工作中,应基于设备需求科学选择控制策略。

2.2.1 PID控制技术

PID控制技术主要是将涂装路程给出的参数数值与动态收集进行对比,而后基于其中的微分、积分等要素,进行系统控制^[5]。这种积分微分公式、输出信号及传递函数公式如下所示。

比例积分微分(PDI)控制:

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_p}{T_i} \cdot \frac{1}{s} + K_{pT} s$$

输出信号:

$$u(t) = K_{pe}(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_{pT} \frac{de(t)}{dt}$$

传递函数:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_p}{T_i} \cdot \frac{T_{iTS^2} + T_{is} + 1}{s}$$

这种技术易操作,拥有较强的可靠性,能够满足涂装基本工艺需求,但其只有在精准了解控制对象参数基础上才能有效运行,而且还会受到外界干扰因素的影响。

2.2.2 模糊控制技术

模糊控制技术能够适应涂装策略对非线性与变形数据的标准,但是这类策略技术难以科学、全面、精准地了解控制对象参数,从而导致其无法快速消除稳态误差,控制精度较低。

2.2.3 模糊PID控制技术

模糊PID控制技术主要结合了PID控制、模糊

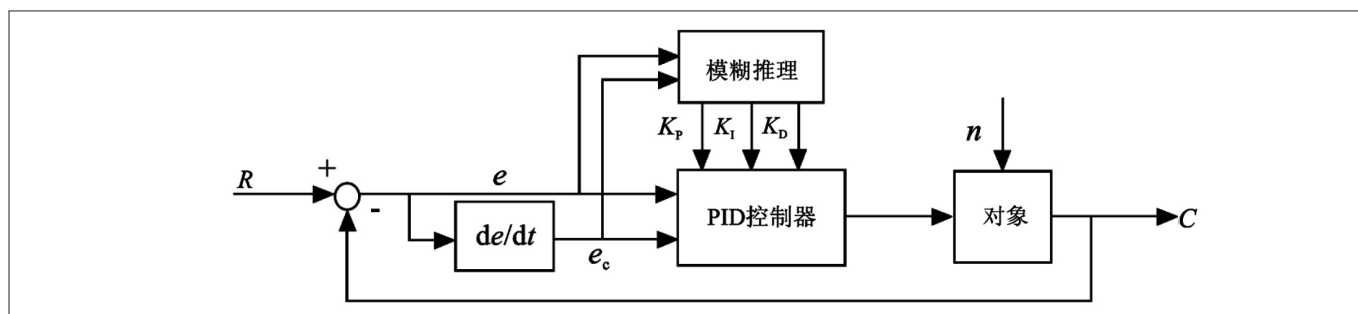


图2 模糊PID控制技术原理图

控制两种技术的优势，其无需准确了解被控对象数据参数，并且拥有非常好的策略性能，如能够基于误差变化情况，及时修订系统参数，继而保障系统能拥有可靠的运行效果。模糊 PID 控制技术原理如图 2 所示。

2.3 高压静电涂装技术

作为汽车涂装核心工艺，高压静电涂装技术在电气自动化技术的支撑下，拥有更好的技术表现。如自动涂装机电设备与高压静电涂装设备系统相结合，能够完成汽车外身的涂装工艺。其原理主要是以自动涂装机电设备为基础，在自动控制系统基础上，静电喷涂工艺技术的阳极（接地的喷涂对象），自动进行电晕放电，这样喷洒出的物质将会带有电子，从而实现喷涂的雾化，再在异性相吸、同性相斥基础上，喷涂物质将会粘附在汽车零部件上，从而实现涂覆。其具体流程为：预脱脂－脱脂－水洗－吹干－喷砂－底漆－干燥－刮腻子－打磨－除尘－面漆－干燥－修补－喷蜡－总装^[6]。目前，高压静电喷涂技术可分为手持静电枪、圆盘升降式喷涂设备、高速旋杯式三类。以高速旋杯式为例，相较于手持静电枪、圆盘升降式喷涂设备，这种静电喷涂技术，具有较高的自动属性，能够完全代替人力进行汽车零部件喷涂，如智能化自动喷涂机等。

2.4 射频识别技术（RFID）

依据汽车涂装流程需求，如车身颜色、车型等，喷涂设备需要借助相关识别技术，及时了解喷涂对象的车型。目前，涂装识别主要以 RFID 技术为主，这种技术能够结合光电开关、载码体信息来识别预喷对象的喷涂任务和需求。整个识别流程拥有非常高

的智能性，如智能识别车辆型号，了解车身喷涂现状，并基于了解到的信息和其他系统（如感应系统等）汇集的信息，进行相应校正、调整，或将收集的信息传递至中央控制系统。其主要运行原理是首先将载码体安装到滑撬上，用以传递、存储车辆信息；其次再配合光电开关传递信息；最后再结合喷漆线工艺流程，设计感应器用以识别上述设备传递信息，如油漆颜色代码、车辆型号代码。据此，操作人员在编程过程中，可依据喷涂机器人任务设计编程框架，如无法识别车辆信息时，操作人员可使用现场扫描设备进行手动扫描，将涂装车辆信息完成、正确录入系统，这样就算存在无法识别的问题，也能将喷涂转化为非喷涂状态，让设备能够稳定运行^[7]。

同时，为让车辆涂装系统能够适应不同型号、颜色等车辆的需求，需要应用 AVI 系统。AVI 系统基于 RFID 技术，能适应易腐蚀、高温等涂装环境，如在高温环境下能有效存储、采集、识别车身信息。目前，写读者、标签及天线等设备是 RFID 系统的主要构成元素，能够满足基本的汽车状态需求。RFID 系统的具体构架如图 3 所示。

从图 3 中可以看出，RFID 技术的信息载体主要为电子标签，主要用于储存车辆信息等，而由上文可知，电子标签主要安装于滑撬上，用于光电设备识别车辆基本信息。其具体运行流程是车辆在滑撬上运动的过程中，标签会随着运动形成数据库，用以存储车辆涂装信息。天线作为标签与写读者的中央媒介，主要利用无线射频信号进行数据交互，如交互标签中的车辆型号、颜色、喷涂技术标准等。RFID 技术主要以电磁波形式传递数据资源，所以天

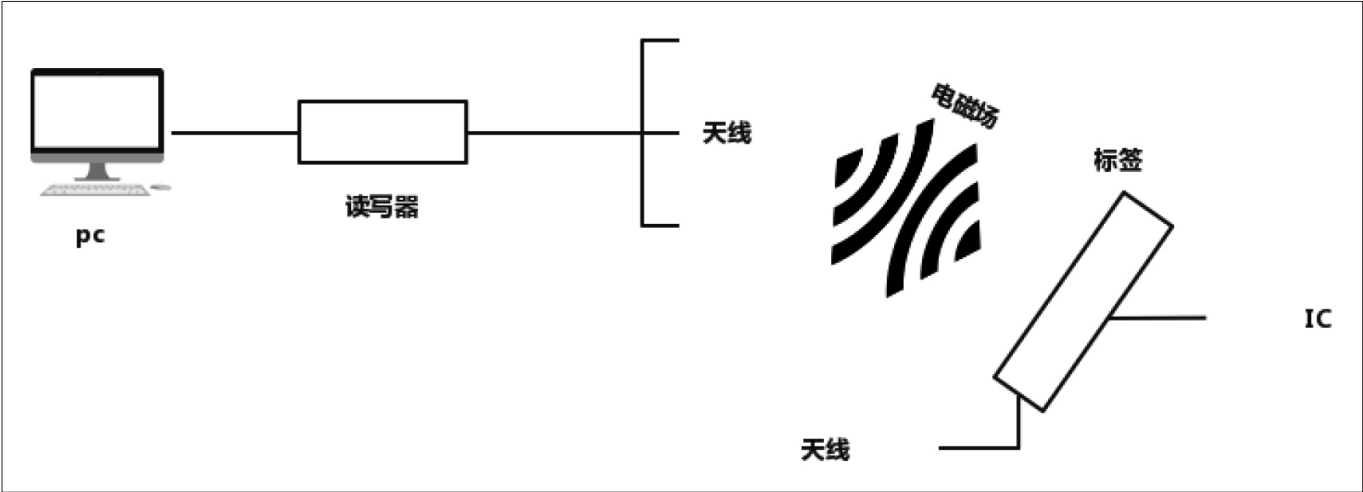


图 3 RFID 系统构架图

线的作用价值较高,是信息交互导体。而读写器主要是基于逻辑程序,识别标签中的涂装性,并向控制端口传递信息。

2.5 零件信息识别与运输技术

基于更高要求和标准的车辆涂装工作环境,需应用更加灵敏的零件信息识别技术、运输技术,如基于涂装车辆的设计需求,需要对多种零部件进行精准识别涂装,即混合喷涂。此时,可以借助电子自动化技术的传感器技术快速识别零件信息,如基于内部信息传感器,识别零件运输位置、速度,并依据喷涂流程和速度,判定其是否需要加速喷涂等;利用外部信息传感器,更加精准地识别零部件信息。其中,非接触式和接触式传感器能更加立体、智能地识别零件基本信息。如基于接近传感器,自动识别涂装零部件信息;利用接触式感应器的接触式传感器、压觉传感器、滑动传感器、重量传感器,能够更加精准地了解零部件信息,如颜色、重量、类型等^[8]。

3 针对汽车喷涂电气自动化技术的建议

基于现行技术理念、技术创新发展趋势,汽车喷涂自动化技术在应用中要注意:

首先,应注意各个系统的兼容性、效率等。在融合电气自动化技术过程中,要基于各个设备的工艺需求,科学融合,如基于运输系统的自动化、监控系统的自动化、识别系统的自动化等工作任务,科学融合电气自动化技术。

其次,要加强技术人员职业素养的培训。虽然现代电子自动化技术操作较为简单,但其对操作人员的要求更高,如要拥有更加敏锐的警觉,要能及时了解系统是否异常,要能结合喷涂工艺需求调整系统参数等。因此,要加强操作人员的技能培训,如操作技能、基本故障处理技能。

最后,要注意科学地处理涂装污染物。由于车辆涂装会产生较多污染物,如灰尘、铁粉、COD及油等,可能会造成多种形式的污染,处理不当会影响周边环境。所以,相关单位应重视污染物的处理工作。对于涂装过程产生的废水应进行分类多级处理,一方面对水资源进行重复利用,另一方面要确保排

污水符合国家污水排放标准、行业规范排放标准。同时重视水过滤和空气过滤设备的升级和定期维护,确保污染物的净化和处理质量^[9]。

4 结语

综上所述,在现代科学技术基础上,电气化自动技术拥有较高的应用价值,因此相关车辆涂装企业应重视电气化自动技术的引入、融合。例如,基于自身实际需求,改进车辆涂装识别系统,以降低人工成本,提升涂装识别效率、质量。在应用电气自动化技术过程中,相关企业也应结合现行技术发展趋势,进行主动创新、开拓,在提升自身市场竞争力的同时,推动汽车涂装电气自动化技术深化发展。

参考文献:

- [1] 董蓓,王刚,周郑.热镀锌板在汽车涂装线上出现电泳麻点的原因分析[J].电镀与涂饰,2021,40(08):622-626.
- [2] 陈家胜.汽车制造涂装车间空调系统结构功能研究[J].现代涂料与涂装,2021,24(04):56-60+64.
- [3] 周金文,李大伟.浅谈应用于汽车涂装的发那科喷涂机器人系统[J].现代涂料与涂装,2021,24(03):52-56+60.
- [4] 周林榛.汽车涂装质量的影响因素及控制策略研究[J].汽车实用技术,2021,46(02):156-157+166.
- [5] 刘杰.汽车涂装车间VOC处理设备废气浓缩沸石转轮焚烧系统应用[J].现代涂料与涂装,2021,24(01):59-62.
- [6] 汪彪,杨丹丹.好氧颗粒污泥和絮状污泥处理汽车涂装废水对比研究[J].阜阳师范大学学报(自然科学版),2020,37(04):21-26.
- [7] 李卓昕.厂房通风设备节能措施在汽车涂装车间的应用[J].中国设备工程,2020(S2):34-35.
- [8] 程志兵,王家路.低温真空脱水干化一体化技术装备在汽车涂装废水污泥脱水干化工程中的应用[J].广东化工,2020,47(13):120-121.
- [9] 杨子璇.基于深度Q网络的带返工汽车涂装作业重排方法[D].大连:大连理工大学,2020.

作者简介:张佳樑(1986.11-),男,汉族,江苏无锡人,本科,工程师,研究方向:电气自动化。