

# 汽车涂装自动喷涂原理浅谈

蔡永聪

(广汽传祺汽车有限公司, 广州 511400)

**摘要:** 以现代汽车涂装自动喷涂为切入点, 系统介绍涂装自动喷涂过程中的各个组成部分的作用及重要性, 主要介绍了负责将涂料保证在最佳状态供给的自动涂料供给循环系统, 负责将涂料均匀及高效附着在车身表面的雾化及静电喷涂系统, 代替人力负责整个喷涂的自动化执行的机器人与同步系统, 负责将整体环境保证在最佳喷涂条件的空调器及喷房系统等各个系统组成及工作原理, 通过系统间的协调配合构成整个完备的喷涂系统。

**关键词:** 汽车涂装; 自动喷涂; 质量

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)06-0046-03

## The Principle of Automobile Coating Automatic Spraying

CAI Yong-cong

(Guangzhou Automobile Group Co., Ltd., Guangzhou 511400, China)

**Abstract:** Taking modern automotive automatic spraying as the starting point, this article systematically introduces the roles and importance of various important components in the automatic spraying process. It mainly introduces the automatic coating supply cycle system responsible for ensuring the optimal supply of coatings, the atomization and electrostatic spraying system responsible for uniformly and efficiently adhering coatings to the surface of the vehicle, the robot and synchronization system responsible for the entire automatic execution of spraying, the composition and principles of various systems such as the air conditioner and spray room system responsible for ensuring the optimal spraying conditions of the overall environment, and how to coordinate and cooperate between systems to form the entire complete spraying system.

**Key words:** automotive painting; automatic spraying; quality

### 0 引言

在当今的汽车制造业中, 为了使车辆具有更好的商业价值和更好的保护, 涂装过程是一个非常关键的环节。在现代化的涂料施工中, 喷涂机器人发挥着极其重要的作用, 它通过精细精确的喷涂工艺, 保证了每一种涂料的均匀性和商品性。本文就汽车工业中的喷涂机器人的自动喷涂原理做一些简单的介绍, 目的是探索其工作原理以及它在汽车涂装过程中的关键应用。

根据特定的装备和生产工艺, 自动喷涂的方法也

各不相同, 组成也各不相同, 但是其主要的工作流程和工作原理可以归纳为: 涂料供应循环系统, 雾化系统和静电喷涂系统, 机器人和同步系统, 空调和涂装室系统。

涂料供应循环系统负责油漆循环, 保证压力, 并向机器人提供油漆, 机器人喷雾系统和静电喷雾系统在车体上对油漆进行喷雾和静电喷涂, 因为机器人和传送是同时进行的, 所以它的工作是同步的。恒温恒湿是空调和涂装室系统的首要功能。

### 1 自动涂料供给循环系统

在自动喷涂涂装过程中, 自动涂料供给系统发挥着至关重要的作用, 确保涂料能够稳定、均匀地输送至喷涂设备, 以确保涂装效果的高质量。这一过程涉及到多个组件和技术, 旨在实现对涂料的精确控制和均匀分布。下文将探讨汽车自动涂料供给系统的工作原

收稿日期: 2024-03-20

作者简介: 蔡永聪(1992—), 男, 本科, 工程师, 主要从事汽车涂装行业设备管理及新技术导入、传统涂装工艺自动化及数字化改善等工作。E-mail: caiyc@gacmotor.com。

理,详细介绍其在涂装过程中的功能,并阐述涂料供给的关键要素。

**系统控制:**控制涂料供应的系统负责监测和调整涂料的供给参数,包括流量、压力和涂料种类。涂料供应系统通常配置先进的自动化控制技术,可以根据喷涂需求实时调整。流量计等计量器件被应用于涂料流量的测量,以确保涂料供应的稳定性。

**过滤系统:**涂料在长时间循环过程中,会产生积聚和异物,这不可避免,因此需要安装过滤器来去除涂料中的杂质和颗粒,以避免堵塞喷涂设备并影响涂料质量。为确保供给的涂料清洁,过滤系统通常会设置在涂料供给管路的关键位置,需要定期进行清洗或更换。

**压力的控制:**涂料在喷涂过程中必须保持一定的压力,以保证喷涂能够均匀、稳定进行。为了适应不同的喷涂需求,压力控制系统会监测和调整涂料供给的压力。喷涂设备的涂料供给口通常会安装压力传感器,通过联动变频器等控制设备形成闭环调速系统。这样可以根据实时的涂料压力情况调整变频器的输出,从而实现恒定的压力供给效果。通常会采用PID(比例-积分-微分)控制方法,因为这种控制方法既可靠又成本较低。

**动力系统:**在涂料供给系统中,泵是至关重要的组件之一,也是系统的动力来源,它的职责是将涂料从贮存容器中抽取出来,然后将其推送至喷涂设备。在设计泵时必须考虑涂料的黏度、流量需求和输送压力,确保涂料能够稳定地供应到喷涂枪头。为了满足涂料的防爆和流量要求,目前主要采用柱塞泵,分为气动和电动两种形式。

**存储器材:**涂料通常存放在专门设计的容器中,这些容器大多采用不锈钢结构。容器内部配备了搅拌器或混合器,以保持涂料的均匀性。搅拌器通常配备了变频控制系统,可以根据液位自动调整搅拌速度,确保搅拌量与相应涂料量匹配,并满足质量要求。此外,容器还配备有液位自动检测和温度自动检测等设备,以实时监控涂料的状态。液位传感器用于监测储存容器内涂料的液位,及时发出警报或控制涂料的添加,以保证供应的连续性。

总的来看,在汽车喷漆过程中,汽车涂料供给系统发挥着非常重要的作用。通过精准的涂料供应和控制,这一系统可以保障喷漆质量的稳定和提升,为汽车制造提供了可靠的技术支持。

## 2 雾化系统及静电喷涂系统

为了确保涂料能够均匀地附着在车身表面上,在汽车涂装过程中,雾化系统和静电喷涂系统是不可或缺的组成部分,它们扮演着至关重要的角色,并影响着

涂料的喷涂和附着效果。接下来将探讨汽车涂装过程中雾化系统和静电喷涂系统的原理,详细介绍它们在涂装工艺中的作用以及关键技术要点。雾化系统的工作原理是将液体通过喷嘴细化成微小的液滴,从而形成雾状物质。雾化系统其运作原理是让喷枪将涂料喷成微小的液滴,使其均匀分散在空气中,形成“雾状”。这些微小的液滴有助于更加均匀地覆盖车身表面,提供更为平滑和一致的涂层。雾化系统的主要组成部分如下所述。

1)喷涂枪头:雾化系统的核心设备为喷涂枪头,其通过压缩空气或涂料本身的压力来实现涂料的喷涂。喷枪一般装有可调节的喷嘴,用于控制涂料的喷射角度、流量和形状。常见的机械结构包含高速空气涡轮驱动旋转杯,以高速喷射涂料,转速可达5万~6万 r/min,有助于实现涂料的充分雾化。

2)空气压缩系统:它能产生所需的气流,为喷枪提供动力,使涂料能够被雾化为微小的液滴。调整空气的压力和流量可以影响涂料的雾化效果和涂层质量。

3)涂料供给系统:为了确保涂料源源不断地进入喷枪并被雾化,雾化系统的涂料供给必须稳定可靠。涂料供给系统应根据涂装需求对涂料的流量和压力进行精准控制。静电喷涂系统的基本工作原理是利用高压静电场将粉末涂料带电,然后通过喷嘴将带电粉末喷洒到接地物体表面,由于静电作用,粉末会在表面均匀覆盖形成涂膜。

**静电喷涂系统:**采用电场原理,通过静电效应,让涂料微粒吸附在被喷涂物体表面上,从而实现了涂层更加均匀和附着力更强的目的。

静电喷涂系统的要点有:1)在静电喷涂系统中,需要使用高压电源来产生静电场,电源的作用是将电荷传递至涂料微粒,使其带电。2)静电喷涂系统中的喷枪也扮演着重要的角色,其功能是通过给涂料微粒带上电荷,使其与被喷涂物体带有相反的电荷。由于这种电荷差异,涂料微粒会受到静电力的作用并吸附在车身表面上。3)地线,通常需要将车身或喷涂物体连接地线,以便形成电荷闭环,有助于吸引涂料微粒,并使其均匀分布在表面。4)控制喷枪系统:为了满足不同的涂装需求和材料属性,需要对喷枪系统进行调节,调整涂料微粒的电荷和静电场的强度。静电喷涂系统之所以优越在于其能够实现更高的涂料附着力和均匀性,减少了喷涂时的物料过度消耗,并同时减少了环境中的溢散。这种技术通常应用于需要具备较高质量和外观要求的汽车零部件的涂装过程中。

## 3 机器人与同步系统

为了实现高效、精准的涂装,机器人和车身同步喷

涂技术应运而生。这一技术利用机器人的高精度运动控制和车身的几何信息,实现涂料的均匀喷涂,提升涂装质量、生产效率和资源利用率。接下来将深入探讨机器人与车身同步喷涂的原理,并介绍其在汽车涂装工艺中的作用和关键要素。

喷涂的同步性体现在机器人与车身之间,机器人与车身同步喷涂技术是一种高度自动化的喷涂方法,其核心原理是实现涂料机器人与车身运动同步,确保涂料精确喷涂。这种技术通常用于涂料机器人与流水线运输车身协同作业。在喷涂过程中,车身持续在流水线上移动,机器人通过精确的运动控制,跟随车身移动轨迹进行喷涂。这种同步喷涂方法能在运动中喷涂,避免停止作业影响生产效率,并有助于涂料均匀分布在车身表面,提升涂装质量和效率。

### 3.1 要素和技术的核心

1) 机器人运动控制系统在同步喷涂方面发挥着重要作用,需要及时监测机器人的位置和姿态,通过精密的控制算法确保机器人按照预定轨迹进行喷涂。该系统常常整合传感器、编码器和定位技术,以实现机器人运动的精确控制。

2) 车身几何信息的获取是为了实现同步喷涂,需要获取车身的形状、尺寸和位置等信息。这些信息可通过射频识别技术(RFID)、视觉系统或人工扫描等方式获取,以供机器人运动控制系统使用。

3) 喷涂参数的调节需求:在机器人与车身同步进行喷涂时,为了满足不同喷涂区域和车身部位的需求,必须实时调整涂料的喷射速度、压力和喷嘴角度等参数。引入自动化的涂料供给和喷涂参数调节系统,可以实现对喷涂参数的实时监测和调整。

### 3.2 功能和优势

在汽车喷涂领域,机器人与车身同步喷涂技术被广泛运用,具备如下优势。

1) 提升涂装质量:采用同步喷涂技术,可确保涂料均匀分布在车身表面,避免了涂装过程中的不均匀现象,从而提高了涂装品质和外观效果。

2) 提升生产效率:机器人以高速运动和精准控制为优势,使得同步喷涂工艺能够高效实现涂装生产,缩短了生产周期并降低了成本。

3) 提高资源利用率:采用同步喷涂技术可以精准控制涂料的使用量,减少了过度喷涂和资源浪费,提升了资源利用效率。

4) 在人员安全方面的保障:利用机器人进行喷涂操作的方式可以减少涂装人员的需求,减少了工作人员接触有害物质的危险,从而提高了工作环境的安全性。

总的来看,机器人与车身同步喷涂技术是当代汽车喷漆工艺中一个重要的创新。它通过准确的运动控制和车身数据采集,能够确保涂层均匀喷涂,提高喷漆质量和生产效率。

## 4 空调器及喷房系统

在汽车喷涂过程中,高品质的喷涂是至关重要的。对环境的要求十分严格,尤其对洁净度、温度、湿度、风速等方面要求高度敏感。空调器和喷房作为涂装工艺的重要组成部分,在控制环境条件、提供合适温湿度以及确保涂料固化方面扮演着至关重要的角色。下文将详细探讨汽车涂装过程中空调器和喷房的原理,重点介绍它们在涂装工艺中的重要性以及关键的技术要点。空调器的原理是通过循环往复的制冷和加热过程来调节室内空气温度和湿度。

汽车涂装过程中,空调器的作用是保持环境条件适宜,主要是控制温度和湿度。良好的环境条件有助于涂料喷涂、干燥和固化,从而保证涂层质量和一致性。主要的构成要素和技术如下所述。

1) 温度管理:通过调整空调器,可以精准控制涂装车间的温度,确保涂料在喷涂过程中具有良好的流动性和均匀性。适宜的温度有助于涂料的喷涂和干燥,避免涂层出现不均匀的情况。通常设定在 23 °C 左右。

2) 控制湿度:使用空调器来调节涂装车间的湿度,以防止湿度对涂料的固化和附着性产生影响。维持稳定的湿度有助于创造适宜的涂料干燥环境。通常建议相对湿度控制在 65% 左右。

3) 空气的循环和过滤:通过空调的循环和过滤功能,可以净化空气中的颗粒物和污染物,确保涂层表面不受到污染,提升涂装质量。

4) 能源利用效率:现代空调器设计强调提高能源利用效率,采用高效的冷却和加热技术,减少涂装车间的能源消耗。如今主流采用热泵技术,实现了热能和制冷的双重利用。

喷漆房的工作原理:涂装车间在汽车喷漆工艺中扮演着至关重要的角色,它为涂料的喷涂和固化提供了受控的环境,确保这一过程在最理想的条件下进行。涂装喷漆房设计和技术对涂装质量和效率有着直接影响。主要的要素和技术如下所述。

1) 通风系统:喷房配置强劲的通风系统,可排除喷涂过程中释放的有害气体和蒸气,保障员工安全和环境清洁,通风风速一般为 0.3~0.5 m/s。

2) 过滤系统:当涂装完成后,需要通过喷漆房的过滤系统有效过滤并清除空气中的颗粒物、漆雾和污染物,以免它们附着在涂层表面,确保涂层的平整度和质量。目前常见的过滤系统有湿式喷房(下转第 72 页)