

# 汽车车身防腐蚀设计

刘建辉

北京长城东晟商务咨询有限公司 北京 100176

**摘要:** 随着汽车工业的快速发展,汽车车身的防腐蚀设计已成为汽车制造和腐蚀防护的重要研究课题。本文将从耐腐蚀材料的选择、车身电泳性能相关的工艺孔设计、以及综合性防护措施三个方面详细探讨汽车车身防腐蚀设计的关键技术。通过合理的材料选择、结构设计、工艺优化及防腐处理,旨在提高汽车车身的防腐性能,延长汽车使用寿命,提升用户满意度。

**关键词:** 汽车车身; 防腐蚀; 设计

**引言:** 随着时代的发展,对汽车防腐蚀的要求越来越高,防腐措施就显得尤为重要。汽车涂层的耐候性和耐腐蚀性要求超过汽车的使用寿命,在恶劣的环境下车身保用期需达到10年以上,不产生穿孔腐蚀,所以车身防腐蚀越来越受到各主机厂的重视。车身结构的防腐设计是保证车身防腐性能的关键,直接影响其他防腐措施的效果。设计时,要使车身结构能够防止腐蚀介质侵入或者积存在关键结构的缝隙间、凹形构件和封闭结构内部。

## 1 耐腐蚀材料

### 1.1 镀锌钢板

镀锌钢板是汽车车身制造中广泛使用的耐腐蚀材料。根据镀锌工艺的不同,镀锌钢板可分为热镀锌钢板和电镀锌钢板。热镀锌钢板通过高温熔融的锌液与钢板表面反应形成一层均匀的锌层,具有较好的耐腐蚀性能。电镀锌钢板则通过电解沉积在钢板表面形成一层较薄的锌层,其耐腐蚀性能略逊于热镀锌钢板,但成本较高,主要应用于高档汽车及电子产品行业。镀锌钢板的锌层厚度、种类和表面质量直接影响汽车车身的防腐性能。研究表明,双面镀锌钢板(镀锌层 $7\sim 10\mu\text{m}$ )能够满足12年以上的防腐需求。因此,在车身材料设计时,应选择合适的镀锌钢板,确保车身具有良好的防腐性能<sup>[1]</sup>。

### 1.2 铝镁合金

铝镁合金具有重量轻、易成型、耐腐蚀性能好等优点,是高档车身或概念车制造的理想材料。然而,由于纯铝相对较软,难以满足车身强度要求,因此多采用铝合金与钢或高强度钢板的混合结构。这种混合结构需注意铝和钢之间的电位差问题,以避免接触腐蚀。目前,解决接触腐蚀的主要方案是采用胶水和密封胶材料隔离腐蚀介质,或在铝和钢之间增加垫片避免接触。

### 1.3 高强度钢板

随着汽车轻量化进程的推进,高强度钢板在汽车上的应用越来越广泛。为解决高强度钢板成型困难的问题,可采用先进的热成型技术。然而,普通镀锌层在高温冲压下会被破坏,因此需开发合适的涂层以提高其防腐性能。欧美已开发出Al-Si、Fe-Al、Zn-Fe等涂层,这些涂层不仅能避免钢板在热成型过程中形成氧化皮,影响电泳漆的结合力,还具有一定的防腐作用,可显著提高整车防腐质量和使用寿命。

## 2 车身电泳性能相关的工艺孔设计

### 2.1 定位孔

定位孔作为车身焊接过程中不可或缺的元素,其设计直接关系到焊接部件的精准对接与稳固固定。在设计时,首先需明确各部件间的装配关系,优先选择那些本身精度较高的装配孔作为定位孔,如发动机舱盖与车身的铰链安装孔,这样不仅能减少定位误差,还能提高整体装配效率。此外,针对精度要求极高的区域,如车门与车身的接合面,应增设额外的定位孔或定位面,采用圆孔或椭圆孔设计,因其形状更易于实现精确对齐,避免使用方孔或不规则孔,以减少因形状不规则带来的定位难度和误差。

### 2.2 焊接过孔

焊接过孔的设计是确保焊钳能够顺利进入并操作焊接区域的关键。随着自动化焊接技术的普及,焊枪型号与尺寸多样,因此过孔设计需根据具体焊枪型号进行精确模拟分析,确保开孔尺寸既能满足焊钳的通行需求,又不至于过大影响车身结构强度。对于与外部相通的焊接过孔,如前地板区域,还需考虑后续封堵工艺,结合专用金属堵盖的尺寸和安装要求,确保过孔既能有效服务于焊接过程,又能在后道工序中顺利封闭,防止外界杂质进入车身内部<sup>[2]</sup>。

### 2.3 排气孔和漏液孔

在车身涂装前处理及电泳过程中,排气孔与漏液孔的作用不可忽视。排气孔的设置旨在排除板件、腔体内积聚的空气和气泡,确保电泳涂料能够充分渗透并均匀附着于金属表面。因此,排气孔的位置需精确计算,确保位于白车身入槽姿态下或槽体内摆动时腔体的最高点。而漏液孔则专注于排尽地板、腔体等低洼区域的积液,防止因液体残留导致的涂装缺陷。设计时,需特别关注零件的最低点及局部凹台特征,确保漏液孔布局合理,有效排除积液。

#### 2.4 电泳孔

电泳孔的设计是为了解决车身空腔结构中的电磁屏蔽问题,确保电泳涂料能够均匀覆盖到所有需要保护的区域。电泳孔的形状多样,包括圆形、长圆孔及方形孔等,其位置、大小和间距需根据车身空腔的具体结构进行精心规划。通过科学布局电泳孔,可以有效避免电场屏蔽现象的发生,使得电泳涂料能够顺利渗透至空腔内部,形成连续、致密的防腐涂层。此外,电泳孔的设计还需考虑车身整体的密封性和美观性,确保在不影响功能的前提下,尽量减小对车身外观的影响。

### 3 综合性防护措施

#### 3.1 喷蜡处理

喷蜡处理作为车身防腐的最后一道屏障,其重要性不言而喻。这种处理方式利用专用喷枪将防锈蜡以极细的雾状喷洒至车身表面及难以触及的缝隙之中,形成一层致密的保护膜。这层保护膜不仅能够有效隔绝空气、水分及腐蚀性物质的直接接触,还能在一定程度上抵御紫外线辐射,减缓车身漆面的老化。在选择防锈蜡时,制造商需充分考虑其耐候性、附着力和环保性等因素。优质的防锈蜡应能在各种极端气候条件下保持稳定的性能,不易脱落或龟裂;同时,它还应具备良好的环保特性,不会对环境和人体健康造成危害。在喷蜡过程中,操作人员需经过专业培训,掌握正确的喷涂技巧和参数设置,以确保防锈蜡能够均匀、完整地覆盖车身表面,达到最佳的防腐效果。

#### 3.2 合理安排装配工艺

整车装配工艺是汽车制造过程中的关键环节,其合理性直接关系到车身防腐性能的优劣。为了确保装配过程中的每一个细节都能满足防腐要求,制造商需从多个方面入手进行精细化管理。先,安全和质量是装配工艺的首要原则。在保障员工安全的前提下,制造商需建立严格的质量控制体系,对每一个装配环节进行严格的监督和检测,确保每辆车的装配质量都能达到既定的标准和要求。这包括但不限于对零部件的精度检测、装配过

程的标准化操作以及装配完成后的全面检查等。其次,装配工艺的顺序安排需科学合理。为了避免在后续工序中破坏已完成的防腐处理,制造商需根据车身结构和防腐要求精心规划装配顺序。例如,在进行底盘部件安装时,应先完成底盘的防腐涂层和密封处理,再进行其他部件的装配;在进行内饰安装时,也需注意避免划伤或破坏车身表面的漆层和防锈层。此外,装配车间的清洁度也是影响车身防腐性能的重要因素之一。为了减少灰尘、杂质等对车身表面的污染,制造商需定期对装配车间进行清洁和维护,确保车间内环境整洁有序。同时,在装配前还需对零部件进行彻底的清洁处理,以去除表面的油污、锈蚀等杂质,为后续的防腐处理打下良好的基础<sup>[1]</sup>。

#### 3.3 涂敷密封胶

涂敷密封胶是汽车车身防腐的重要措施之一。通过填充车身缝隙和孔洞等易积水、积尘部位,密封胶能够有效阻止水分、氧气等腐蚀介质侵入车身内部,从而起到防腐作用。为了确保密封胶的涂敷效果达到最佳状态,制造商需从以下几个方面进行精细操作和质量控制:首先,选择合适的密封胶至关重要。根据车身材料、使用环境以及防腐要求等因素综合考虑后,制造商需选择具有优异耐候性、耐水性、耐腐蚀性和良好附着力的密封胶产品。这些产品能够在各种恶劣条件下保持稳定的性能并有效延长车身的使用寿命。其次,在涂敷密封胶时需注意规范操作。操作人员需掌握正确的涂敷技巧和方法,确保密封胶能够均匀、连续地涂抹在缝隙处并填满所有微小孔洞。同时,还需注意控制涂敷厚度和宽度以符合设计要求并避免浪费材料或影响美观度。最后,固化检查也是确保密封胶涂敷效果的重要环节之一。在完成涂敷后,制造商需对密封胶进行固化检查以确认其是否已经完全固化并与车身表面紧密结合。对于未固化或固化不良的密封胶需及时进行修补或更换以确保车身的密封性能达到最佳状态并有效防止腐蚀现象的发生。

#### 3.4 喷涂PVC涂层

3.4.1 PVC涂层的独特优势。PVC(聚氯乙烯)涂层,作为车身防腐领域的一颗璀璨明珠,其卓越的性能广泛受到汽车制造业的青睐。它不仅具有出色的防腐性能,能在恶劣环境下为车身提供长久保护,还具备优良的耐候性、耐磨性和耐化学品性。这层致密的保护膜,犹如一件隐形的盔甲,有效阻断了氧气、水分以及其他腐蚀性物质与车身基材的直接接触,从而大大延长了汽车的使用寿命。

3.4.2 表面处理。喷涂PVC涂层之前,车身表面的处理是至关重要的一步。这一过程不仅关乎涂层的美观度,更直接影响到涂层的附着力和防腐效果。首先,通过高压水枪、溶剂清洗等方式彻底清除车身表面的油污、尘土及旧涂层残留,确保基材干净无杂质。接着,针对存在的锈蚀问题,需采用机械打磨、酸洗或喷砂等方法进行除锈处理,直至露出金属光泽。此外,为了进一步增强涂层的附着力,往往还需进行磷化处理或钝化处理,这些处理能在金属表面形成一层化学转化膜,提高涂层与基材之间的结合力。

3.4.3 均匀喷涂。喷涂PVC涂层时,均匀性是关键。这不仅要求操作人员具备高超的技艺,还需借助先进的喷涂设备和精确的工艺参数控制。选用合适的喷枪型号、喷嘴直径以及喷涂压力,确保涂层能够均匀、细腻地附着在车身表面。同时,通过调整喷涂速度、喷涂距离和喷涂角度,避免涂层过厚或过薄、产生气泡或橘皮纹等缺陷。在喷涂过程中,还需密切关注涂层的厚度变化,通过测量仪器进行实时监控,确保涂层厚度在规定的范围内,以达到最佳的防腐效果。

3.4.4 固化处理。固化处理是PVC涂层形成过程中不可或缺的一环。通过加热使涂层中的树脂分子发生交联反应,形成稳定的网状结构,从而提高涂层的硬度、耐磨性和耐腐蚀性。固化时间和温度的选择至关重要,它们直接影响到涂层的固化程度和性能表现。一般来说,应根据涂层的种类、厂家推荐以及实际生产条件来确定最佳的固化工艺。在固化过程中,还需注意控制加热速度和温度均匀性,避免因局部过热而导致涂层烧焦或开裂。

### 3.5 喷涂裙边胶

3.5.1 裙边胶的选择。选择合适的裙边胶是确保防腐效果的前提。根据车身材料的性质、使用环境的特点以及客户对防腐性能的要求,精心挑选具有优异耐冲击性、耐腐蚀性和耐候性的裙边胶。同时,还需考虑裙边胶与车身涂料的相容性,避免出现相互侵蚀或剥离的现象。

3.5.2 精准定位。在喷涂裙边胶之前,必须进行精准的定位。通过测量和标记确定裙边部位的具体位置和范围,确保裙边胶能够准确覆盖到需要保护的部位。这一过程需要操作人员具备丰富的经验和细致的耐心,因为任何微小的偏差都可能导致裙边胶的浪费或保护效果不佳。

3.5.3 均匀喷涂。与喷涂PVC涂层相似,喷涂裙边胶时也需追求均匀性。选用合适的喷涂设备和工艺参数进

行均匀喷涂,确保裙边胶厚度一致、无漏涂、无气泡等缺陷。同时,还需注意控制裙边胶的用量和喷涂速度,避免浪费和增加不必要的成本。在喷涂过程中,还需密切关注裙边胶的流动性和固化速度,以便及时调整喷涂参数以应对不同的生产条件。

### 3.6 电化学保护

3.6.1 阴极保护的原理与应用。电化学保护是一种利用电化学原理防止金属腐蚀的有效方法。其中,阴极保护技术因其简单易行且成本较低而广泛应用于汽车车身防腐领域。牺牲阳极法作为阴极保护的一种重要形式,通过安装比车身金属更活泼的金属作为阳极,在腐蚀介质中与车身金属形成原电池。阳极金属优先发生氧化反应而被消耗掉,从而保护了车身金属不受腐蚀。这种方法不仅能够有效延长车身的使用寿命,还能降低因腐蚀而产生的维修成本。

3.6.2 影响因素与优化设计。然而,牺牲阳极法的保护效果并非一成不变,它受到多种因素的影响。阳极材料的选择、阳极与车身金属之间的接触情况、腐蚀介质的性质以及环境条件等都会对保护效果产生影响。因此,在应用牺牲阳极法时需要进行综合考虑和优化设计。例如,选择合适的阳极材料以提高保护效果;优化阳极的安装位置和数量以确保电流分布的均匀性;采用适当的密封和绝缘措施以防止阳极与车身其他部件之间的短路等。通过这些措施可以最大限度地发挥牺牲阳极法的保护作用,为汽车车身提供持久的防腐保障。

### 结论

汽车车身防腐设计是一个复杂而系统的工程,涉及材料选择、结构设计、工艺优化及防腐处理等多个方面。通过合理的材料选择、结构设计以及综合性防护措施的实施,可以显著提高汽车车身的防腐性能并延长其使用寿命。未来随着新材料、新技术和新工艺的不断涌现和应用推广,汽车车身防腐设计将会取得更加显著的进展和突破。

### 参考文献

- [1]王海涛.汽车道路强化腐蚀试验及评价方法[J].腐蚀与防护,2017,28(6):3.
- [2]孙俊.汽车车身耐腐蚀分析及新工艺技术[J].汽车工程,2020,42(10):1385-1392.
- [3]陈超福.汽车车身设计及制造工艺新技术研究[J].时代汽车,2018,No.296(5):82-83.