

某车型 A 柱下部锈蚀问题分析及处理

韦宁, 赵红飞

(上汽通用五菱汽车股份有限公司, 广西 柳州 545007)

摘要: 针对某乘用车 A 柱下部区域锈蚀问题, 采用鱼骨图分析法, 从人、机、料、法、环方面入手分析锈蚀产生的原因, 提出增涂密封胶、增大漆膜厚度、优化填料粘结位置等结构优化方案, 并进行实车试验, 验证优化方案的可行性和有效性。

关键词: 汽车; A 柱; 锈蚀; 鱼骨图分析法

中图分类号: U472.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)02-0015-04

钣金材料具有成本低、易修复等特点, 目前市场上的汽车白车身原材料仍以传统的钣金为主。但钣金材料易受到温度、湿度等环境因素的影响而发生锈蚀, 钣金锈蚀是最常见、无法避免的一种汽车车身质量问题。车身钣金锈蚀, 小则带来人力、材料等方面的浪费, 导致经济损失, 大则引起交通事故, 导致车毁人亡。因此, 车身腐蚀防护非常重要。该文针对某乘用车 A 柱下端出现钣金锈蚀的问题, 利用鱼骨图分析法探究锈蚀发生的根源, 提出相应防腐措施, 为后续新车型防腐设计提供参考依据。

1 故障问题描述

一般车身发生 1% 的锈蚀现象, 其整体强度会降低 5%~10%。从设计角度来说, 车身容易发生锈蚀的地方一般有钣金拐角处、密封处、零件结合处等不易喷漆、不易密封的位置。某乘用车 A 柱下部门槛拐角处出现严重的钣金锈蚀(见图 1), 导致该处车身外部面漆严重脱落, 裸露深褐色锈迹, 严重影响车身外观的美观, 导致客户极大抱怨, 引起售后问题。若不及时处理, 随着锈蚀的日益加重, 锈蚀区域将成为整个车身最薄弱位置, 可能导致钣金断裂, 影响行车安全, 存在极大安全隐患。

2 金属腐蚀机理及形态

2.1 腐蚀机理

金属材料受到周围介质的作用而损坏, 称为金属腐蚀, 它是常见的腐蚀形态。金属发生腐蚀通常是由于其在各种环境中产生化学、电化学反应, 使金属进入氧化离子状态发生氧化反应, 或者由于物理溶解作用而引起损坏或变质。



图 1 某乘用车 A 柱下部锈蚀现象

在潮湿大气、酸雨、路面积水等日常环境下引起的氧化腐蚀为电化学腐蚀, 是常见的金属腐蚀现象。促使电化学腐蚀的形成需满足以下条件: 1) 阴极和阳极间存在电位差; 2) 有传输电子的电解质; 3) 阴阳两极形成传递电流的回路。当金属放置在水溶液或潮湿环境中时, 金属表面形成微电池现象, 电池的阳极发生氧化反应而使阳极发生溶解, 阴极发生还原反应起传递电子的作用。由于金属表面吸附空气中的水分形成一层水膜, 空气中 CO_2 、 SO_2 、 NO_2 等气体溶解在这层水膜中形成电解质溶液, 而浸泡在这层溶液中的金属含有杂质, 这些杂质一般没有铁活泼。这样形成的腐蚀电池的阳极为铁, 阴极为杂质, 又由于铁与杂质紧密接触, 使腐蚀不断进行(见图 2)。

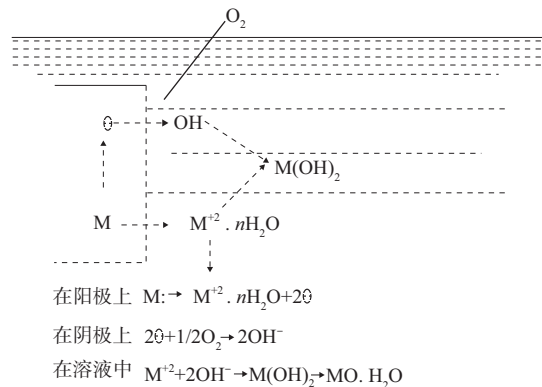
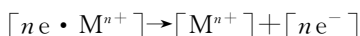
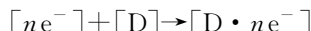


图 2 电化学氧化示意图

阳极过程为金属溶解并以离子形式进入溶液,同时把当量的电子留在金属中:



阴极过程为从阳极移迁过来的电子被电解质溶液中能吸收电子的物质 D 所接受:



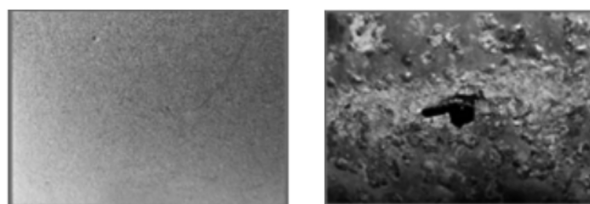
由于外界环境或人为因素导致涂层与钣金表面间存在局部缺陷或间隙,腐蚀介质通过这些部位穿过涂层进入钣金表面,在表面发生上述反应而产生锈蚀。

2.2 腐蚀形态

按照宏观形态,金属腐蚀分为全面腐蚀、局部腐蚀。整个钣金表面全部被均匀腐蚀即为全面腐蚀,一般是整体、均匀、不可避免的,随着时间的推移而缓慢发生;仅发生在钣金局部的腐蚀则为局部腐蚀,一般是设计、制造缺陷造成的,对金属的局部强度有害,会扩散且对整车造成安全隐患。

腐蚀等级根据腐蚀严重程度区分,由弱到强分为 0~9 的 10 个等级,其中 0 级为没有腐蚀,9 级为

穿孔腐蚀(见图 3)。



0 级:没有腐蚀

9 级:穿孔腐蚀

图 3 腐蚀等级

3 故障分析

鱼骨图又称因果图,通过头脑风暴的方式找出所有影响因素并根据其特性进行关联整理,是一种透过现象看本质、综合各种因素进行分析的方法,以其综合性、表象性的特点而被各汽车厂家广泛应用于质量问题分析。

采用鱼骨图分析法,从人、机、料、法、环方面入手,结合该车路试情况分析导致 A 柱锈蚀的主要原因(见图 4)。

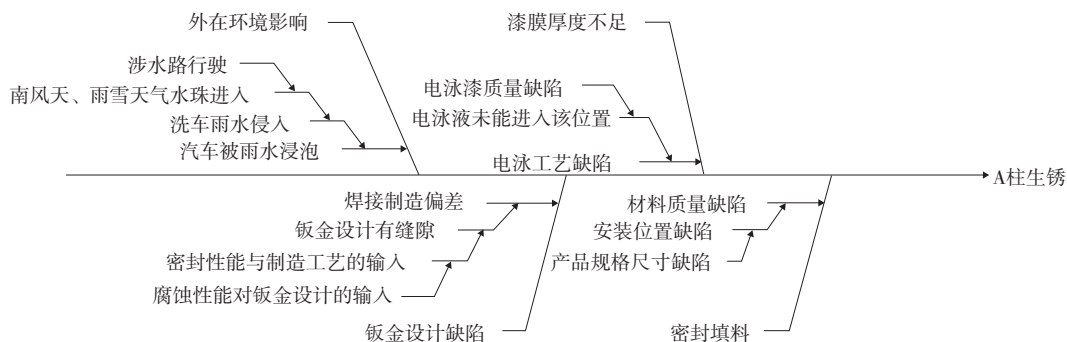


图 4 某车型 A 柱锈蚀原因分析鱼骨图

3.1 自然环境因素

该车在完整的耐久性路试(模拟极限工况 24 h 不间断)过程中,遭遇中雨及以上天气累计 35 d,涉水试验约 1 600 km,车辆清洗 10 次,遭遇台风天气泡水 2 d。经历如此严峻的自然环境后,相比同批的其他车型,该车发生锈蚀的概率大大提升。

3.2 车身漆膜影响

电泳涂装是钣金防锈蚀的重要工艺环节之一,其中阴极电泳法(电泳电连接见图 5)是目前广泛采用的工艺方法。其原理如下:将需要涂膜的白车身连接到电源阴极,通过特殊方法使电泳液中的涂料粒子带上正电粒子;通电后,在电场作用下,涂料粒子向着车身表面运动,实现涂膜。

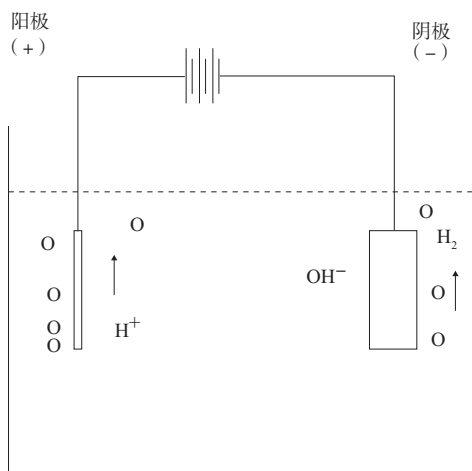


图 5 电泳电连接示意图

3.3 车身结构

3.3.1 侧围与前车体焊接边的密封影响

该车侧围总成与前车体搭接边缺少密封胶,遇水时由前挡流水槽处流下的水从侧围总成与前车体焊接边流入腔体内,被腔体下部密封填料吸收囤积而无法排出,从而加大锈蚀风险(见图6)。

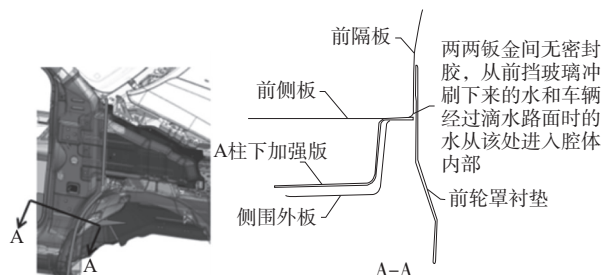


图6 侧围总成与前车体搭接位置示意图

3.3.2 侧围A柱加强板与侧围外板漏液孔设计影响

因拼焊技术及板件结构原因,在利用拼焊技术将钣金件冲压形成白车身时,不可避免地产生搭接边离空、错边等焊接制造偏差。通过鱼骨图方法分析并仔细研究数模及实车,发现A柱下加强板与侧围外板在设计上存在间隙较小及较长狭长范围内未开设漏液孔的缺陷,在涂装电泳槽中进行电泳组作业时不利于电泳液流入,导致电泳质量差、涂膜厚度小等质量问题,为该车在一定时间后发生锈蚀埋下了隐患。

3.4 密封填料

密封填料在受热后发泡充斥所在位置腔体,阻止声音和灰尘在空腔内流通。该车在侧围外板与A柱加强板下部之间虽设计有密封填料,并通过粘结方式固定在侧围外板上(见图7)。但由于密封填料粘结段无法电泳上漆,导致电泳漆膜不足,容易在积水后产生锈蚀。

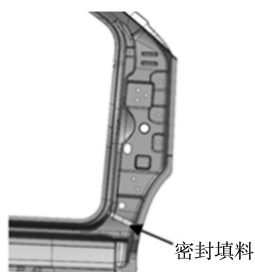


图7 侧围外板与A柱加强板下部之间的密封填充

4 优化方案

考虑到无法控制客户的使用工况等因素,仅在车身设计上提出防止车身锈蚀方案。

4.1 增涂焊点密封胶

该车侧围与前车体搭接处存在密封不良,易导致潮湿空气与雨水等引起腐蚀的物体进入。为此,在侧围总成与前车体焊接边增加点焊密封胶(见图8),阻断白车身腔体与外界环境,防止雨水及潮湿空气等从焊接边流入腔体导致腐蚀。

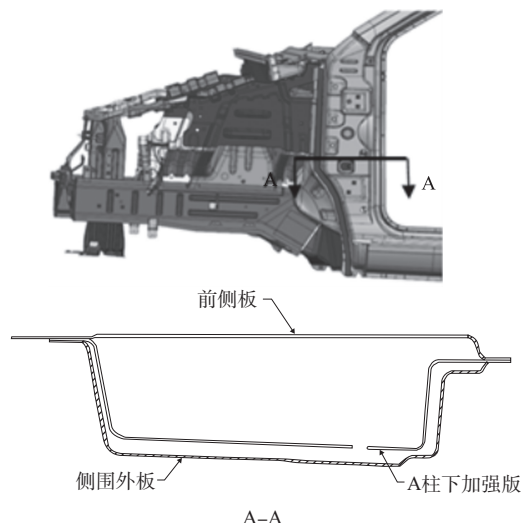


图8 增涂点焊密封胶示意图

4.2 增大钣金漆膜厚度

造成钣金漆膜厚度较小的原因较多,如电泳工艺的电压不够、零件结构复杂导致电泳液流动性差等。可从结构设计、涂装工艺两方面加以改进:结构方面,加大漆膜厚度达不到要求的通道及位置处钣金间隙或在容易发生储液现象的位置增加漏液孔;工艺方面,提高电泳工艺的输出电压、加强或改善电泳槽内电泳液的流动性等。无论采取哪种方法,目的均是增强电泳液的流动性,使涂膜能充分、全面地覆盖在钣金表面,形成符合要求的漆膜厚度。

根据该车发生锈蚀的位置、结构等实际情况,在保证最小改动量的前提下,在侧围外板与A柱下加强板分别增开 $\phi 25(0 \sim +0.2)$ 漏液孔(见图9),及时将流入的液体排出,增强电泳液的流动性,提高漆膜质量。

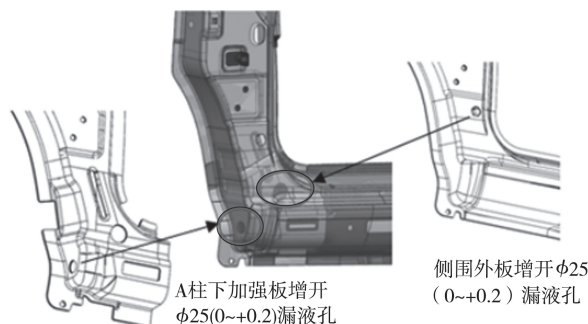


图9 增开漏液孔位置示意图

4.3 优化密封填料粘结位置

该车密封填料粘结位置位于侧围外板。密封填料在该处发泡后易出现粘结缝隙、密封不严的问题,从而引起锈蚀。经过大量气密性试验及理论分析,将密封填料粘结位置由侧围外板转移到A柱下加强板(见图10),烘烤发泡后,A柱下加强板一侧密封性能较好,能阻断雨水继续往下流动形成积水而发生锈蚀。

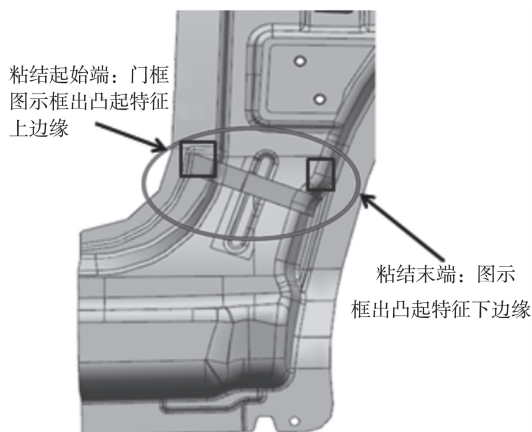


图10 优化后密封填料粘结位置示意图

5 实车验证

按上述方案对该车进行处理后,经过测量,A柱下部区域漆膜厚度由之前的 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ 提高至 $8 \mu\text{m}$,漆膜厚度明显提升。应用该优化方案的小批量样车经过高强度的淋雨试验、严谨的气密性试验、盐雾等恶劣环境的考验及完整的耐久性试验后,该处未产生锈蚀现象,说明优化方案有效、可行。图11为应用优化方案后的样车上漆效果。

6 结语

该文采用鱼骨图分析法查找某车型A柱下部车身锈蚀的产生原因,从工程结构设计、涂胶工艺等方面进行优化,实车验证结果表明:在两层板焊接边

增涂点焊密封胶,阻断水流入腔体,可避免潮湿环境滋生锈蚀;车身钣金(内、外板)件增开漏液孔,方便电泳液流动,有助于提高车身表面的漆膜厚度,大大提高抗腐蚀能力。

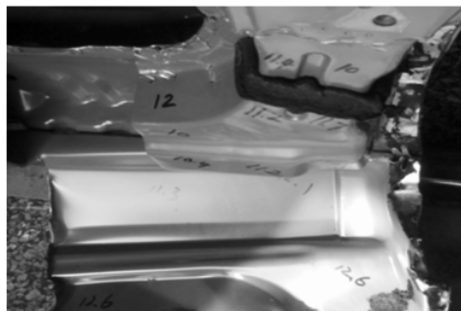


图11 应用优化方案后的样车上漆效果

参考文献:

- [1] 刘宏涛.电泳工艺对车身防腐的影响研究[D].长沙:湖南大学,2016.
- [2] 朱日彰.金属腐蚀学[M].北京:冶金工业出版社,1993.
- [3] 王民.金属腐蚀机理及机械结构设计的防腐措施[J].机械设计与制造,1999(1).
- [4] 魏洪桢.实车A柱电泳仿真分析与优化[J].机电技术,2017(1).
- [5] 覃鹏飞,刘强强,谢贵山,等.利用ECoatMaster和Alsim软件解决车身电泳缺陷的实例[J].电镀与涂饰,2018(18).
- [6] 霍鹏,李刚,赵文杰.涂装SE主要内容及典型问题解决方案[J].上海涂料,2019(6).
- [7] 潘国强,张冯烨.金属材料在通用机械常见腐蚀介质中的选材研究[J].通用机械,2019(1-2).
- [8] 李玉杰,宋扬,刘涛.汽车涂装缺陷分析方法及典型缺陷判别[J].汽车工艺与材料,2019(1).
- [9] 罗云辉.汽车涂装常见的质量缺陷及其对策[J].时代农机,2018(3).

收稿日期:2019-10-09

(上接第14页)

- [8] K Boriboonsomsin, M J Barth, W Zhu, et al. Eco-routing navigation system based on multisource historical and real-time traffic information [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2012, 13(4).
- [9] 陈耀琦,周维,张维刚.基于动态规划的电动汽车最佳驾驶决策分析[J].控制与信息技术,2019(6).

- [10] Gunter Heppeler, Marcus Sonntag, Oliver Sawodny. Fuel efficiency analysis for simultaneous optimization of the velocity trajectory and the energy management in hybrid electric vehicles[A]. 19th IFAC World Congress[C]. 2014.

收稿日期:2019-10-15