

专题情报资料

汽车腐蚀和涂装技术

资料汇编

辽宁省交通科学研究所

前 言

汽车防锈、涂装问题是世界各国特别是工业发达国家十分关注的问题。随着我国国民经济的迅速发展,汽车保有量逐年增多,延长汽车使用寿命,其中加强汽车的防锈、涂装工作,提高防锈质量和涂装技术水平,是合理使用汽车,提高汽车大修间隔里程,提高汽车运输经济效益的一个十分重要的环节。

多年来的实践证明,汽车防锈质量的好坏,可直接反映到汽车使用寿命上,其差别在一些地区可高达几万甚至十余万公里。在我国,汽车防锈和涂装工作的重要性,已逐渐为人们所认识,不少汽车厂和其他一些单位已开展这方面的工作,进行了防锈工艺和材料方面的试验研究,有的建立了电泳涂装车间;有的整顿防锈、涂装工艺、严格工艺规程等,取得不小的效果和经验。但总的看来,在汽车防锈,涂装工作上我国还处于发展阶段。

为此,我所从一九八三年起进行了汽车防锈、涂装的情报工作,搜集与汇编了四个国家32篇文章,内容包括:汽车腐蚀问题;汽车腐蚀试验方法包括ISO标准(国际标准)、ASTM标准(美国材料试验协会标准)、JIS标准(日本工业标准));予处理;车身设计;涂装工艺和设备;电泳涂装(阴离子电泳涂装、阳离子电泳涂装);表面处理钢板;汽车修补涂装等方面的问题。汇编成册,以供参考。

本资料在编译过程中,得到其它单位同志的大力支持。在此表示感谢。

由于我们人力不足,业务水平有限,本资料中难免有不少缺点和错误,欢迎读者批评指正。

编 者

一九八三年十月

目 录

汽 车 腐 蚀

汽车腐蚀问题和防锈措施·····	(日) 奥谷德康等	1
车身盐腐蚀过程机理和预防·····	(英) H·麦克苏	8
载重汽车和大客车车身和驾驶室的锈蚀和防锈措施·····	咸同庆 编译	17
汽车驾驶室和客车车身的腐蚀破坏·····	(苏) A·穆什柯耶夫	20

腐 蚀 试 验 法

盐水喷雾试验方法 (JIS Z2371—1976) ·····	23
金属镀层——中性盐务试验 (ISO3768—1976E) ·····	33
盐务试验标准方法 (ASTM—B117—1979) ·····	36
金属镀层——铜盐加速醋酸盐喷雾试验 (ISO3770—1976E) ·····	44
金属和其它非有机物镀层——涂膏密室耐腐蚀试验 (ISO4541—1978) ·····	49
金属有机涂层抗纤维状腐蚀试验方法 (ASTM D2803—70) ·····	52
在湿度箱中用金属腐防防锈的标准试验法 (ASTM D1748—70) ·····	54
湿润试验 (JIS K2246—1980) ·····	63

汽 车 予 处 理

汽车工业的予处理·····	(日) 置田宏 等	65
化成表膜处理的标准、检查法·····	(日) 渡边英彦	81
喷涂前金属表面处理的新方法·····	(苏) Г·卡西莫娃 等	85

车 身 设 计

车身板件的防腐蚀设计·····	(美) A·布赖恩特	91
-----------------	------------	----

涂装工艺和设备

汽车的涂装·····	(日) 《汽车制造技术》编辑部	97
法国的汽车喷漆·····	(苏) A·波尔蒂扬柯	123
涂漆的先进方法·····	(苏) 《汽车工业》编辑部	128
测定聚合涂层附着强度和多孔性的设备·····	(苏) 《涂料及其应用》编辑部	133

喷漆新设备.....	(苏) M·波利亚金等	137
------------	-------------	-----

电 泳 涂 装

世界和日本的电泳涂装的进展.....	(日) 川井 均	140
电泳涂装的技术变革与今后的发展.....	(日) 山本 贞雄	148
汽车电泳涂装的总评价.....	(日) 野村 岩	157
汽车车体涂装的动向.....	(日) 大森 洋	167
电泳涂漆设备及有关工程技术.....	(日) 兼松 雅务	174
汽车用阳离子型电泳涂装.....	(日) 大森 洋	179
阴板电泳涂漆.....	(苏) P·伊萨金娜	184
金属涂装底材电镀处理的评价.....	(日) 森田 顺	192

表面处理钢板

电镀铁锌合金提高钢材防锈能力.....	(美) 《汽车工程》编辑部	197
---------------------	---------------	-----

其 它

汽车修补涂装.....	(日) 末森 清向	200
汽车修补涂装用设备.....	(日) 永田 弘实	206

汽车腐蚀

汽车腐蚀问题和防锈措施

〔日〕奥谷 德康等

1. 前言

美国的福特汽车公司声称：对向加拿大输出的所有车型从一九七七年车型起，对国内的从一九七八年车型起，“保证三年内不发生因锈蚀而产生穿孔腐蚀”，引起有关人员极大的反响，最近在美国，汽车防锈质量正成为重要的销售着眼点。

另外，日本汽车厂也正在对输出汽车的腐蚀问题认真加以研究，实施各种防锈措施。特别是在美国北部、加拿大、北欧等，由于冬季在公路上撒布防冻剂（主要是岩盐），而产生挡泥板、行李仓、门内侧等的穿孔腐蚀、碎落腐蚀正在成为很大的问题。这些部位，往往是结构上的“袋状”部、凹处和钢板接合处居多，化学法表面处理不足，漆也很难涂复。并且，运行中盐水和泥很容易积存，而且发生因飞石引起的涂膜剥离（碎落）。

对这些部位的防锈措施来说，正在研究采用：①改进设计；②依靠涂漆的强化防锈（例如，使用阳离子电泳漆、车身防锈剂、氯乙稀类底漆等）；③表面处理钢板（使用单面镀锌钢板、卷压涂锌钢板，各种涂漆钢板等）。

上述动向，从重视汽车使用耐久的用户需要和节省能源、资源方面的要求，今后要越来越加强了。

因此，在“汽车腐蚀问题和防锈措施”的课题上，试总结关于最新防锈技术的动向和措施的情况。我们想请各位同志了解并加以指导。

2. 使用环境

一般常温下金属的腐蚀反应是由存在的水和氧而引起的。在汽车腐蚀情况下，属于大气腐蚀的较多，大气中的水份，即，温度、降雨、雪、路面的水等是环境上的重要因素。

另外，一接近海边，大气中含盐量就多，特别是在工业地区，存在 SO_2 气体等大气污染物也有关系。正如前面所涉及到的，在包括输出市场的寒冷地区的汽车道路上，为防止道路上的水与雪结冰和控制灰尘，撒布盐类（以氯化钠和氯化钙为主的岩盐或工业用盐）成为极严重的腐蚀因素。特别是在美国公路上撒布盐的使用量，一味地年年增加。一九六〇年以前，在200万吨以下，六十年代后半期大幅度增加。从一九六四年～一九六五年（冬季）的450万吨达到六九～七〇年（冬季）的约900万吨。一九七〇年以来在冬季严寒季节相应地在900万吨～1000万吨之间变动（参照图1）。然而，为使道路表面不结冰而使用盐，从安全方面是不可少的，不希望减少盐量。另外据说混入腐蚀控制剂的盐经济上没有实用性。所谓北美的雪带地区是比较狭小的地区，但因为全美汽车50%以上在该地区注册，所以说影响很大。

3. 腐蚀部位和腐蚀形式

由前述各个因素作用而产生的汽车腐蚀是相当复杂的。然而，从市场上大量汽车的调查结果说明如下：

①多发生少数特征的腐蚀。

②腐蚀的原因大多数车是相同的。

③主要的腐蚀局限于各个汽车的特定部位。

我认为上述这些是关于汽车腐蚀的基本而重要的见解。因此，从以盐害地区为中心充分观察所发生事例，试述关于腐蚀部位和腐蚀状况。

(1) 板接合处的腐蚀

产生于板金件间点焊的连接点部份和卷边部位及铆钉处。有车顶、罩盖、门等的铆钉处、车身内外板的接合处等。对这个部分的予处理和涂漆很容易不足，包含盐分和灰尘的水分因毛细现象进入缝隙间，因为长时间潮湿，所以腐蚀非常严重。

在腐蚀形式方面，伴随着缝隙腐蚀，形成盐类浓差电池、氧浓差电池。在缝隙间因与腐蚀有关的化学元素（溶解氧气、 H^+ 离子、金属离子、氯离子）的移动受到限制，产生极高的浓度差，其结果在缝隙和外表面间产生浓差电池，其电位差成为缝隙腐蚀的动力。缝隙内部因析出的金属离子水解而成为酸性水溶液（PH值降低），形成阳极室。

(2) “袋状”部位（箱形或凹形结构处）的腐蚀

有挡泥板下部、车轮罩上部、门内侧下部、行李仓内侧。这些封闭或深处的结构部位，予处理和涂漆很容易不佳，极易积存侵入的雪、泥、盐分，加上通风、排水等恶劣的条件，腐蚀局部地急剧进行。因而，既使在1~2年也可完全产生穿孔腐蚀。腐蚀形式看作析出腐蚀和全面腐蚀。

(3) 板端面部位的腐蚀

板金件端面处，不可避免的是板金装配结构。特别是端面锐角处，因表面张力，漆料收缩，漆膜变薄，所以由这部分很快生锈。这个情况，用光学显微镜观察端面，即可了解。

(4) 结疤腐蚀

是出现在车身外蒙皮平坦涂漆面上的斑点、结疤状的腐蚀。在寒冷地区往往1~2年发生。原因，考虑可能是因砂、石等的冲击和漆膜与底材附着不良等引起漆膜的损伤，但还不十分明确。

(5) 丝状腐蚀

是在车身外蒙皮的涂漆面上丝状进行，呈现象丝束样外形的腐蚀。一般在高湿度的情况下产生，丝状腐蚀内的头部氧浓度低，腰部氧浓度高，形成氧浓差电池。

(6) 碎落腐蚀

汽车运行时路面的小石、碎石、砂等因轮胎使其飞起，撞击行李仓外侧、车轮的缝隙、地板底面，使漆膜碎落剥离，腐蚀进行。

(7) 安装另件时碰伤处的腐蚀

在外层复盖部位安装不锈钢模压件和装饰件一类另件，周围端部有锋利刃口，安装时和运行振动时擦伤外蒙皮漆膜，成为腐蚀的原因。作为腐蚀的形式，是穿孔腐蚀和缝隙腐蚀，同时伴随有不同金属接触腐蚀的情况。

4. 防锈措施

为有效地推进汽车的防锈措施，须要设计规范——选定材料（包括原材料）——制造技术三个部门的综合配合。

这次，由于版面，拟限于介绍防锈设计的基本考虑方法，作为防锈材料的电泳涂漆、表面处理钢板、及其它防锈剂。

4.1 防锈设计的基本考虑方法

首先作为设计人员，为了防锈设计，要了解以下各项：

- (1) 腐蚀的原理和腐蚀形式
- (2) 材料和各种环境因素对材料的影响
- (3) 防腐蚀法的效果
- (4) 各部位零件的形式和腐蚀的关系

因而，防锈设计合理的情况下，腐蚀问题将大大减轻或易于找到另外减少腐蚀的措施方法。那么，关于在前一章所述发生事例，试述从设计方面应注意的几点。

(1) 板接合处

板接合处，如果不用密封剂很好地密封时，必然地趋向于产生锈蚀。所以，接合处尽可能不出现在外蒙皮上。而在车内部及地板下不易看见的位置接合，这在外观上是重要的。另外，接合处，尽可能地搞清汽车行进方向和飞溅方向，使接合处朝向水难以进入的方向，特别是必须注意不要形成内部重叠区（参照图2）。

(2) “袋状”处

箱的内部，如前所述是很难涂漆的部位。所以在行李仓等上，为了向其内部完好地涂上电泳漆，需要充分考虑电泳用的孔的位置、大小、数量。特别是必须考虑到放气孔。另外，排水口要保证在最低位置上，有足够大小。

(3) 板端面部

端面锐角处，由于形成角R，大幅度提高漆的附着，并考虑在眼睛难于观察到地点向内侧折弯，（参考图3）。

(4) 碎落部位

地板下部底面等的碎落，对不可避免的重要部位是有效地采用护罩。还有，最好是将飞

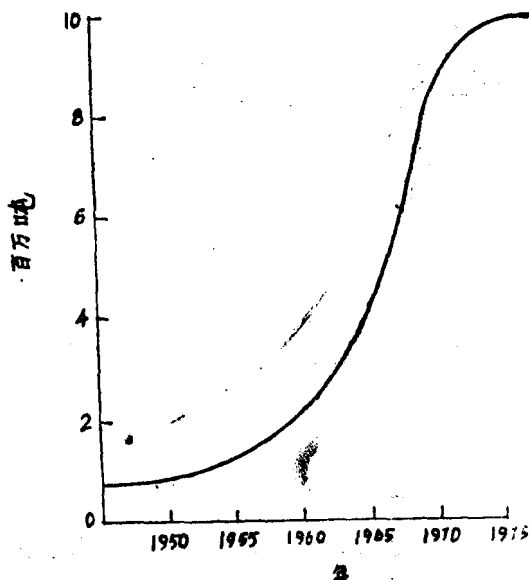


图1 美国道路用盐量的变化

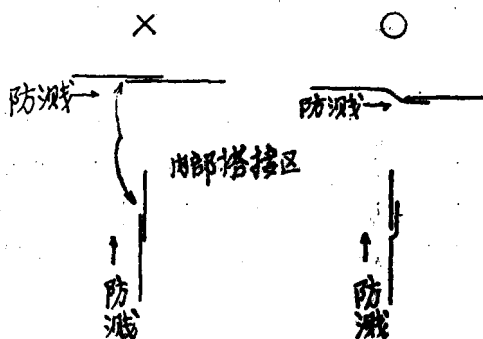


图2 地板与侧板接缝部分

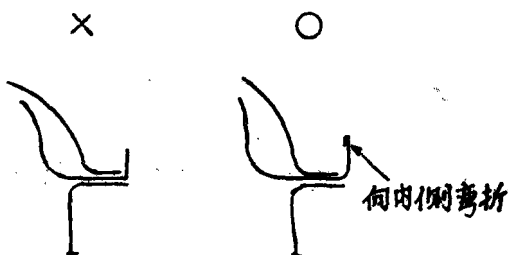


图3 车顶溜水槽的端面

石碰撞面作成缓坡形（参照图4，图5）。

（5）电器另部件

电器另部件的电腐蚀问题多为接线柱，插座等机能上电流不畅通。电器另部件，从防锈上选择难于受到飞溅的位置是重要的，最好尽可能放在距地面较高的位置。

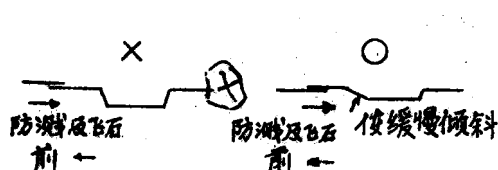


图4 轮罩部分下边

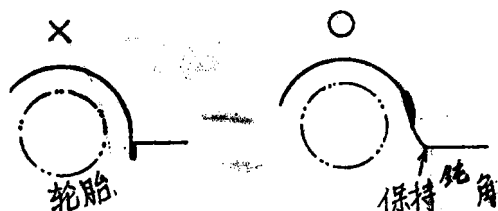


图5 地板下部

4·2 电泳漆

摆在电泳底漆面前最大课题，仍然是提高耐腐蚀性能。因此，追寻电泳涂漆的变革，介绍一下今后的动向。

4·2·1 电泳涂漆的变革

汽车用电泳漆的历史，分为3个时期。即

第一期：制定漆料、施涂的管理标准时期，

即为确定如何形成固份、颜料份、树脂的中和度等、电泳槽组成并保持一定，以及发生冲击和施涂不良等的相应措施的标准的时期。这期间主要技术是利用以补充漆料的设计和离子交换法或UF（超滤器）法，以此保持补充漆料的电泳槽组成的平衡，除去溶液中的不需要物质。

第二期：施涂的合理化和省力化

随着经济高度发展，要求成本低廉的施涂的合理化和省力化。其代表性的措施是废除补助电极和回收水洗。补助电极，随着漆料的泳透性的改善，在大部分喷漆生产线上被废除。废除补助电极的正确与否有不同的看法，但有助于节省人力是实际情况。回收水洗，又叫作多级回收水洗，由水洗回收浪费的漆料，从前的涂漆效率为60~70%，而目前达到90%以上。今后，由于导入UF法将提高到比现在更高的效果。

第三期：提高质量和低公害化

经过第一期、第二期、目前的第三期，随着输出汽车的增加，强烈期望以下三个方面的要求：

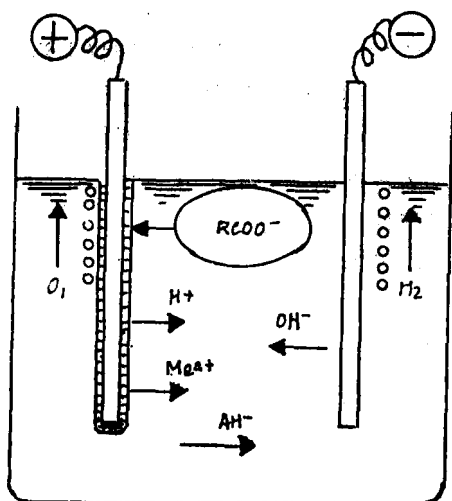
- ① 提高漆膜性能——改善耐腐蚀性
- ② 节省能源——降低烘干温度
- ③ 低公害化——限制重金属颜料和废水处理

4·2·2 今后的电泳漆

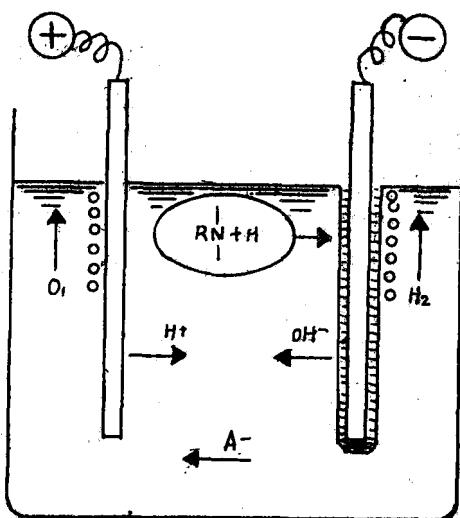
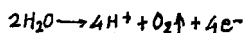
电泳漆，从大的分类上，大致分为阴离子系和阳离子系。从各自的观点叙述今后的动向。

（1）阴离子系电泳漆

目前正实际使用的大部分电泳漆是阴离子系，是在阳极（车身等为阳极）析出的型式。（参照图6）



阳极反应



阴极反应

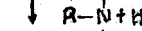


图6 阴离子电泳涂复装置

图7 阳离子电泳涂复装置

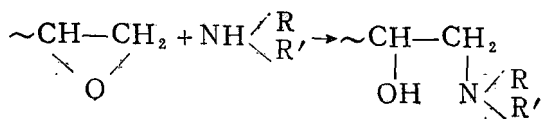
阴离子电泳漆是在分子内引入羧酸基。引入羧酸基利用在不饱和键上加入无水顺丁烯二醇的方法最易进行。若改变具有不饱和键的分子种类，就得到具有各种特点的某一漆料。作为汽车用底漆，到目前在天然油中寻求不饱和键的分子，而最近则成为以液态聚丁二烯为主体。液态聚丁二烯有顺式1, 4二聚丁二烯系和1, 2乙烯基聚丁二烯两类，在结构上、耐腐蚀性、物理性能、耐潮湿性上各有所长必有所短。另外，关于中和剂的碱从前是以胺类为主，而最近正使用荷性钾和氨等。

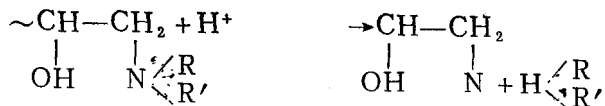
归纳阴离子电泳涂漆的特点如下：

1. 合成容易，具有各种类型的树脂系。
2. 材料丰富，具有材料价格比较低、性能高。
3. 操作性和对于涂漆设备条件的适应容易作到。
4. 因为有底材金属析出，所以化学法表面处理复膜被破坏。

(2) 阳离子电泳漆

最近，在阴极（车身等为阴极）上析出的阳离子系电泳漆正在增加（参照图7）。阳离子系树脂，一般以在环氧基加添二级胺作为碱法，将其再用酸中和为多。





阳离子系树脂通常耐腐蚀性好。这是因为在树脂中有氮,呈碱性,电泳时在阴极上没有化学处理复膜的熔析。但是,正如上述,为了阳离子化,需要组成环氧胺加成物的形式,作为其材料正引入环氧树脂。环氧树脂耐腐蚀非常好,因为是阳离子所以耐腐蚀性不好,但由于环氧树脂是主体,所以得出良好的见解。阳离子电泳漆的特点归纳如下:

1. 因为没有母材金属析出,所以化学处理复膜没有损坏。
2. 由于树脂的本质(环氧树脂),所以耐腐蚀性、耐碱性优异。
3. 树脂材料一般价格高。
4. 通常漆液PH值低(酸性)。

因此,必须根据漆的种类在管路、泵等方面使用耐酸材料。

5. 对(阳)极表面呈强酸性,必须使用不活泼金属或炭精电极。
6. 一般说来,如高温烘干,泳透性低。

但是,上述④~⑥的缺点,正依靠新型固化原理的研究和电导率(比导电率)的增大、树脂的悬浮化技术而得到克服。

将以上有关电泳漆加以归纳如下:正如前面所述,重要的是板的接合处和“袋状”处的防锈性能,这些部位,漆料由于电场的原因很难涂复,膜厚约为0~10μ左右。因此,补充使用可得到聚丁烯树脂和环氧系树脂那样的耐腐蚀性良好漆膜的电泳漆。但是,阳离子电泳实际使用后,正期望大大提高车身的防锈能力。

4.3 表面处理钢板

最近,从生产性和耐久性方面,以美国汽车厂为中心,使用表面处理钢板(防锈钢板)正在增加,引起新的需要部门的注视。因此,想介绍一下关于最近汽车表面处理钢板的研制动向和采用情况。

4.3.1 所希望的表面处理钢板

对于表面处理钢板所要求的性能,列举如下:

①耐腐蚀性

汽车下围、挡泥板及车门的内侧等,由于暴路在盐分和泥的潮湿和干燥反复的严酷条件下,所以用盐水喷务试验必须在300~500小时以上发生红锈,或以ASTM(美国材料试验协会)标准G60~90的镀锌(单面锌附着量90~140克/米²)的耐腐蚀性作为首要目标。

②焊接性

在板金装配线上进行点焊,表面处理钢板比冷轧钢板难于焊接。特别是电极头部易于污染,需要清理。清理后,必须可以连续焊接2000个点以上。另外,一般地表面处理钢板的电阻高,所以焊接电压变高。从这些方面,仅单面处理的钢板变得有利。

③耐化学药品性

防锈处理表面接触喷涂线上的脱脂液、化学处理液不能使之变质。

④涂复性

特别是关于外蒙皮条件严酷,要求和冷轧钢板完全相同的修饰外观、耐起泡性。常有在单面镀锌钢板的冷轧钢板一侧上也延轧微量锌,致使涂复性的耐起泡性降低的情况。从这点

出发,要求只一面加以防锈处理而不使冷轧钢板一侧受到影响。

⑤加工性

不能因防锈处理,使钢板本身冲压加工性变坏。另外,加工时不能有防锈处理面的损伤剥落。

此外,还要求对于损伤后的耐腐蚀性、对冲击的耐久性等许多性能。

4.3.2 从前表面处理钢板的问题

以往,作为表面处理钢板使用热浸镀锌钢板、镀锌合金钢板,这些对上述那些要求不能全部满足。

《热浸镀锌钢板》锌附着量多,耐腐蚀性可靠,但因为难以涂复,所以在外蒙皮上不能使用,焊接性也不好。另外,对深拉延加工必须使用特殊处理了的材料。

《镀锌合金钢板》是将热浸的锌镀合金化,所以涂复性、焊接性得到一定的改善,但用在外蒙皮上不理想。

《电镀锌钢板》钢板本身的加工性不劣化,只单面镀也比较容易。但是电镀量为 $10\sim 20$ 克/米²,最高40克/米²,不能适应耐腐蚀的严格要求。厚镀是可能的,但一般成本非常高。

以往的表面处理钢板,具有上述问题。为此,以美国为中心,进行新的表面处理钢板的研制,这中间,卷压涂锌钢板和单面镀锌钢板作为有力的新产品出现于市场。

4.3.3 卷压涂锌钢板

卷压涂锌钢板是美国的综合化学公司的ダイヤモンド・シヤムロツク公司研制的表面处理钢板。据说生产量从1973年以来的9万吨、17万吨、21万吨急剧增加,在1976年达到50万吨。福特汽车公司和通用汽车公司正式开始使用,预计将大幅度发展。

卷压涂锌钢板是在冷轧钢板上涂复烘干含有铬酸和锌粉的水溶液,再在其上涂复烘干含有大量锌粉的环氧漆。在设备方面,双涂双烘彩色树脂复饰镀锌钢板生产线,据说能原封不动地利用。膜厚,以底层 3μ ,表层 10μ ,合计 13μ 为标准,因为用辊式涂复机施涂方法,所以容易单面涂复。

耐腐蚀性极佳,以平板盐水喷雾试验上具有500小时以上无红锈的性能。另外,具有既使产生红锈,也不扩展到周围的优点。加工后的耐腐蚀性也出色,涂复性、焊接性也好。作为缺点,据说因过度的冲压加工产生漆膜剥离,增加模具清扫的手续。用于外蒙皮也推迟了。最近,在外蒙皮一定程度使用着,看来这个问题正在克服。

ダイヤモンド・シヤムロツク公司本身,不制造这种钢板,正取得给与钢铁厂许可证的方式。在美国,合众国钢铁公司以下主要钢厂——10个公司正订立合同。欧洲各国、澳大利亚也有许可证,在日本,住友金属工业公司和川崎制铁公司正在生产,似乎供给除美国以外的需要,没有剩余。

4.3.4 单面镀锌钢板

镀锌钢板方面,具有镀锌的牺牲防腐蚀性受到很高的评价,也有期望卷压镀锌等涂复钢板。具有其代表性的是克雷斯勒公司,不使用卷压镀锌钢板,而面向单面镀锌钢板,限于重要部件使用。

期望具有足够的耐腐蚀性、廉价供应的单面镀锌钢板的呼声很高。正刺激卷压镀锌钢板的发展,在各钢铁厂正在进行单面镀锌的研制。利巴里克钢铁公司,沙伦钢铁公司,大众钢铁公司、合众围钢铁公司等正在研究,其制造方法有:在一面涂复水玻璃,镀后剥离的方法

和作成热浸不等厚镀锌钢板,用电解除掉薄镀层一侧,使之在厚镀层一侧析出的方法等。然而大量生产还处于尽快准备的阶段。

日本,研制用机械切削掉热浸不等厚镀锌钢板的一面,各公司正进行研究。

上面,叙述了关于表面处理钢板,在美国表面处理钢板的应用正在增加,预计今后单面镀锌钢板和卷压镀锌钢板的需要是要增长的。另一方面,在日本,关于对美国输出汽车需要完善的防锈措施,表面处理钢板使用量恐怕也要增加!

4.4 其它防锈剂

对车身地板下面、车轮轮罩内侧、挡泥板内面,正在使用为防止噪音和防止土砂磨损、石子损伤的府漆。很久以来,因为沥清系底漆成本低,所以正在使用,但耐腐蚀性、耐久性不太好。其它的有:在欧洲汽车上有实际成绩的聚氯乙烯系府漆,因为这是无溶剂型,从公害措施、强防锈化方面看,今后采用会增加。

对于前面涉及到的车身外蒙皮接合处,车门卷折边、行李仓的卷边等接合处的腐蚀,正在充填塑料溶胶保护层。

还有,对于难以予处理和漆附着的、通风和排水不良的“袋状”处,注入有机金属石油系蜡,采取防止穿孔腐蚀的措施。“袋状”处的电泳漆的泳透性良好,该蜡保护层在缝隙腐蚀等上也趋向于可靠。

5. 结论

上面,就提出的课题进行论述,对解决细小范围的问题从头到尾没有说明表示欠意。

汽车腐蚀问题和防锈措施,涉及学科很多,应进行综合研究。今后由于使用新材料,还要产生新的问题。

最后,写此文时,承蒙引用许多资料,特别是全面引用大木 敏男,宫崎 龙平二人的资料,在此再次表示感谢。

周士崇 译自日刊《防锈管理》77年第九期,

校对 赵尔魁

车身盐腐蚀过程机理和预防

[英] H·麦 克 苏

本文讨论有关车身结构腐蚀与车辆寿命的各种观点百分比之间可能存在的相关性,这些结果来自一部已受到损坏的旧车上的试验,试验是由瑞典运输部进行的。本文讨论了这种相关性并指出,腐蚀可能是由以下一种或一种以上原因所致:

- ①因采用阳极电泳涂漆法导致出现酸性环境。
- ②进到内焊点的涂漆不足。
- ③制造车辆工艺过程中剩余盐类的吸湿作用。
- ④对内焊点处的工业防腐措施不足

⑤水雾的侵入及原设计不佳

车辆的腐蚀

每年大约有三百万辆客车和其它民用车辆因以下三种原因之一而报废(1)意外事故(2)过时(3)腐蚀。当然,因腐蚀而报废的车辆数往往取决于对一辆车是否能经济地进行修理和是否受(1)影响。

车辆的平均寿命已在总的行驶里程和使用寿命两个方面有所增加。最近的调查所提供的使用数字是原始注册车辆的50%。根据这一数字,对于一般车辆来讲平均寿命是9.9年,然而有的车辆,如Volvo车达17.9年。在该车的使用期间,箱型断面改善了该结构本身产生腐蚀的气候环境。与这个环境有关的腐蚀在金属穿孔之前往往被人们所忽略。

这个腐蚀气候的出现是车辆运动时因车轮击溅而产生水雾造成的,这些水雾包含有道路上冬季用来防冻的盐和非溶解性路面粒料,这些东西进入各排水孔处,并在箱形部件内积聚形成侵蚀环境,这种环境是“内——外”侵蚀的主要原因。

车辆工作环境

道路水雾

道路水雾产生的机理是:

①道路上较薄的水层被车轮冲击而引起飞溅,a)车轮前面的水。b)车轮侧面的水。这种情况下车辆行驶在水雾和湿气之中。

②由于在较高的相对速度下车体部件的冲击使含有表面自由能的水的动能转换而产生。

③当车轮离开路面时,在新产生的轮胎/空气接触面上表面张力使水形成小水滴。

由于原因(2)和原因(1)(3)引起的水雾在水滴大小上的差别使视线不良增加(2;3),而使车辆速度的第三能量增加(2)。

下面对这种冲击产生的水雾进行讨论。

水雾的产生

如果一辆车以95公里/小时(60英里/小时)速度行驶,那么轮胎与道路表面相接触的底面在接触的一瞬间必定是静止的,即:向前滚动的速度为零英里/小时,而轮胎的上表面处却达到190公里/小时(120英里/小时),因此,从这里甩出去的污物/水等以95公里/小时(60英里/小时)的速度冲击车身(190公里/小时减95公里/小时的车速)。

道路上的泥土、冰、盐和石块等从车轮的圆周上飞出,像喷砂一样打在防腐漆层上,泥土同样以95公里/小时(60英里/小时)的速度冲击并积聚在轮翼的各部位上。

如果水以95公里/小时(60英里/小时)的速度打在平板表面上,其动能被消耗并转化为克服水的表面能(表面张力)的功而产生更小的水团(雾、水雾)。这些水雾通常以与被冲击表面成10到15度的角度离开水滴冲击点。这意味着未溶解的盐和粒料能在从车轮上甩出的路面积水通常难以直接达到的地方积聚起来,也就是说这些表面是遭受不到雨水冲击的,如图4。车速越快对水施加的能量越多,而水滴则越小。由于水滴的动量($M = m \times v$)(M 为动量, m 为质量, v 为速度)的减少,这些水雾可能会由于车辆运动的涡流或非常小的压力变化而改变方向,因而比大的水滴更容易进入各箱式部件和凹处。水雾中最小的水滴以不可溶的道路粒料/微粒(道路尘埃)为核心。因此,这些积聚起来的道路泥尘在积聚部位上形成了自己

的腐蚀性气候，一种防水雾产生的轮胎衬层可以吸收水滴的动能而克服这个问题，汽车的设计由此应考虑到这种工作环境。毫无疑问，欧洲的冬季汽车运输环境是最为严重的。

车辆在事故中的状态——能一直保证行车安全吗？

减少车辆在突发事故中的刚性结构，使之受到冲击后车体适当变形是设计人员的责任。当然，人为地减少“受挤压区”的设计已经出现，这些挤压区告诉我们新式结构在哪里和如何产生的塌陷过程。

而重要的问题是：“事故中，汽车在什么年龄情况下丧失了逐渐损坏和吸收能量的能力。”在英国，死亡/严重受伤/受伤事故所涉及的具体的车辆生产厂家和型号是严加保密的，只能从生产厂家和个别政府官员处得到。因此背景材料只能从可以得到这种资料的那些地方和公开发表的资料中得到。

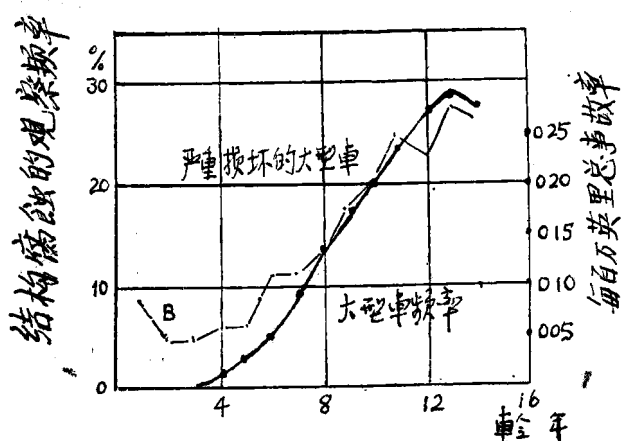


图1 同车令有关的百万英里事故率叠加以后，车辆车身和结构腐蚀的相关频率。

对于图1可做如下解释：

腐蚀导致的结果是具有内应力的内焊点吸收能量的能力较低，而这种能量是交通事故发生时的必然结果。现在能量的吸收是不均匀的，乘客的损伤是由于较旧的车辆塌陷时g过高的结果。在新车（没腐蚀的）中能量吸收能力是随时间而均匀变化的，因而乘客在同样的情况下所受的伤害也就不那样严重。

对图1的另一种解释是：

旧车通常由年轻人驾驶，这些没有经验的驾驶员比新车主人更粗心。后面这种解释是由运输和道路研究室（TRRL）作出的，但由于下列论点而使其可信程度下降：

①如果设想所有交通事故中的驾驶员年龄超过24岁的话，那么汽车乘员损伤人数/行人损伤人数对于超过十年车令的车辆来说比少于5年车令的车辆则大的多（20%）。这个比率反映了市区到农村使用比率，驾驶工况以及磨损和腐蚀等其他差别。具体来说这个比率表明，乘坐旧车的乘客和驾驶员在事故中更容易受到损伤。因此这个比率排除了因车辆使用状态不同和驾驶员的经验而受到的影响，这是因为完全可以认为是驾驶员的粗心而使行人受伤，如果车辆结构是“完好”的，车上乘客以同样的比率受到伤害。

②笔者以为，另一个事实是提出的这个对应关系是在美国的小车行业；在有关统计资料当中以VW比特尔为主要对象⁵。瑞典也认为VW比特尔是一种动力传动部件的腐蚀低于平均指标的车辆。这种情况随着图1中所示的曲线也呈相应的关系。

③最后不一定非得主任工程师注意到随腐蚀的产生而在整个车身内部结构上刚度严重下降，通常腐蚀在运输部检查员检测锤敲打之前即已把金属从封闭式结构部件最低部位侵蚀成了较易脆裂的氧化层（实际上检查在只允许用比手指间挤压力大不多的压力试验金属腐蚀情况，而“检测锤”实质上起到了一个“音棒”作用）。

进行的检测表明，这种相关性可由以下一种或几种原因来解释：

①酸性环境削弱了阳极电泳涂漆的效果。

②内焊点通道处涂漆不足。

③涂层予处理用盐的滞留。

④材料使用不当（图5），当添加触变媒剂以使涂层更厚或为改善车身上部总成的抗腐蚀能力而增加纤维状材料时硝的渗透量不足等因素。

⑤水雾进入和设计不佳，见图6到图10。

1—4中每种情况将在下面简短试验中分别加以分析，第5条在车辆修理中解决。

试验1

为了检验三种涂层工艺——浸渍，阳极和阴极电泳涂漆，以考查它们在狭小缝隙中产生涂层和抑制予处理盐分的效果，进行了下面的试验，把一块150mm×100mm（6英寸×4英寸）的板材分成25mm×100mm（1英寸×4英寸）长条，每两块间隙分别为0.005mm, 0.01mm, 0.015mm, 0.020mm（0.02, 0.04, 0.06, 0.08英寸）*。钢板的两面标明“外面”或“里面”，在试验板外表面放在车窗支撑的试验支架上时应涂上磷酸盐层，而内面一面正对着车内。在这种方法中，从车窗挂起来对着车身的一面予处理较少（碱性水冲洗，磷化，除盐水冲洗和涂漆后的水洗），有的地方甚至根本没有得到处理。

这些过程之后，板材再经过一系列暴露处理：

①在湿度为86%，湿度为25℃的环境中暴露240小时。

②在很稀的盐雾中（1%）暴露5小时（美国材料试验标准117B方法），蒸馏水冲洗后，在湿度为86%，气湿为25℃的大气中暴露240小时。

*原文这里换算不准确；后面还有这种情况，故同时把公、花制抄录下来，若按花寸数折算此处应为

0.5mm, 0.10mm, 0.15mm, 0.20mm。

试验2

通过使用一个模拟从0.0025mm到0.025mm之间，以0.0025mm为一间隔的予制装置在阳极电泳涂漆过程中对内焊点中的酸性环境进行观察。这些试验通过予处理过程和接着进行的阳极电泳涂漆来实现。在86%湿度和25℃的环境中停放240小时以后对这些内焊点的性能进行检验。

试验3和4

一些公司试验过大量挂蜡（waxes）和涂层⁸以使之渗进直径为0.6mm的玻璃细管中并维持500小时，即“静态水平盐滴试验”。在这个试验中用酚酞和钾氰化铁（Potassium ferricyanide）分别作为阴极产物（OH⁻）和阳极产物（Fe²⁺）的指示剂，而产生一种胶质，各种结果出自不同的充气电池之中。常规盐雾试验不使用这种方法，而倾向于使用极化

不同的充气电池，盐滴沿着试样变化的正极流到负极上或相反流动。

这些试验结果通过新车上的内焊点得到了进一步的证实，这项观察是由设在 Thatchan 的英国保险协会汽车工业修理研究中心进行的。这些试验结果如下：

试验 1

对内焊点中的试样区域进行了除油检验。阴极电泳涂漆过程中在阴极产生的 OH 离子除去内焊点表面的油污，其效果远比阳极电泳涂漆和浸渍法好。在较新的后两种处理法过程中有皱纹和漆膜上有流淌痕迹，可以认为，由于压力油的存在水基液体不能进入模拟试验的间隙之中造成的。这种情况在浸渍法过程中更严重，在外表面空隙上不同浓度的油漆有大的条纹出现。但在内表面空隙上这些条纹小得多，正如所预定的那样，液滴与浸油的疏水表面接触时其大小更不均匀。

所有的空隙趋向于保持在磷酸处理状态，而在阳极涂层表面最糟的空隙尺寸是 0.01mm，不过外涂料间隙比内涂料间隙更容易使内焊点腐蚀。阴极电泳涂漆在内焊点上的效果更好，而且在各个空隙中防锈处理用的磷酸盐溶液滞留的少。

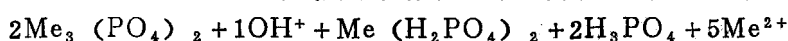
虽然 0.005mm 的空隙对小型试验中涂敷的内焊点能引起腐蚀，但总的来说它仍是内焊点喷涂层较好的工艺方法。

试验 2

试验 2 表明，在内焊点上进行大量的阳极涂敷之前，要求内焊点间隙在 0.0125~0.025mm 之间。0.075mm 的内焊点间隙引起有吸湿性的予处理盐的滞留，造成在较高的大气湿度上暴露时产生的腐蚀。

这种腐蚀或盐的滞留可能是由于下列一或几个原因所致：

- ①在电泳涂漆过程中铁的阳性溶液（可溶解）。
- ②当车身为阳极时磷酸盐呈现不溶性。
- ③积聚的磷酸盐由于与氢离子在阳极按下面方程式的再反应产生变化：



试验 3

试验 3 表明，厚的纤维状化合物涂料不能浸入毛细管中，对于许多材料来说，其密度太高难以进入直径 0.6mm (0.025 英寸) 的毛细管中。水平盐滴试验表明在不同的通风条件下试验材料的抗盐腐蚀能力不良。这种试验方法还使不同涂敷面上出现了不同的湿度。后面这种环境使得涂敷层吸水不同，以至在摄影时两种干燥效果不同，涂层在胶质涂料交界处开裂。这种情况在汽车修理中也有出现，参见图片。有的则是由于泥迹或表面张力所致，例如由于在涂层时遇到了节假日折边处被有表面张力的湿涂剂所复盖。

做为含盐困粒积聚的结果而发生的腐蚀反应在某一小部位上的情况如图 2 所示。在含有氯离子 (Cl⁻) 的电解质中，当 Fe²⁺ 离子可溶性更好时 Fe²⁺ 的流束在电解液中更容易获得。

因此，在氯离子出现时，即当冬季道路上撒有防冻盐时车身结构更容易遭受点蚀，其原因如下：

- ①阳极的产物更容易溶解，因此铁离子 Fe²⁺ 扩散得更远助长了点蚀。
- ②“腐蚀电池”被退极化，也就是说如果想从铁 (Fe) — 氧 (O₂) 电极中产生电流作用，那么氯离子将是一种添加剂，它助长了腐蚀电池的性能。

因此，这些盐粒积附在车辆内的箱形结构上并导致局部点蚀，图 4、5、6、7、8，是来自用户

的看法。

局部棱角的点蚀是由于盐是吸湿的并且吸收水份后在不可溶的道路团粒周围产生水环。这些团粒很容易产生不同的充气电池，最后使尚干燥的地方也积聚了不溶解的道路团粒，进而含盐的小气候在这一积聚部位形成。因此盐的微粒和相应的腐蚀说明在封闭的部件中空气有运动，同时也说明这些遭受“里外”腐蚀的区域是不良设计造成的结果。

不良设计

现在生产的新型车 (Golf, Allegro, Princess, Horizon等) 都装有黑色塑料防雾板，它在车轮翼子板上向上伸出。而较老型的车辆 (Vica, Victor, Priances等) 有一个钢制带附在车框上，防止当车辆穿过它的前轮产生的水雾对低门板和向外的车轮翼板受到腐蚀和冲击。Rover SD₁和Renault 5型汽车上有向外斜张底框而助长了冲蚀，同样Fiat Strada (Ritmo) 在较低的门板上有聚氯乙烯带。所有这些都是不良设计的标志。

如果车门外皮遮盖到车框的下部，那么，在行车当中引起的空气运动使道路上的水雾通过排水孔进到车门底部。因而侵蚀环境在门的折缝处形成，而侵蚀性较强的含氧的水积聚在折缝较低的部位形成水团。许多人认为这一部位由于从上面通到门下的排水道使其保持了湿度。这样，就腐蚀来说，这种不良设计的“真实成本”便留到了以后年月中，并以“维修费用”的形式体现出来，对此或者是车主自己花钱补救，或者是在车辆出售前花钱检查更新，总之，这笔费用要用户承担。

车辆制造厂商把腐蚀的发生归结到冬季道路防冻而使用大量的盐¹²。这可能确有一定关系，而对事故损坏车辆的检查则表明，制造厂商本身应当承担随着道路用盐增加腐蚀也随之增加的责任。盐加速了腐蚀反应并且使水雾和道路盐积聚的地方很快向其他部位扩展，因而盐的使用量的增加使车辆设计上有缺陷的部位扩大。在有很大腐蚀条件并承受盐雾但是能够受到很好冲洗(雨水)和没有泥块积聚的地方这种现象却很少，例如在车顶、支柱、行李舱盖以及后轮罩中心等部位。因此不是增加使用的盐而是盐与原不佳或有缺陷的设计共同产生了腐蚀。

这个事故损坏观测表明由车辆运动产生的非常细微的水雾是怎样进入车身底框的排水孔和其他箱形结构的，这是由于有缺陷的设计造成的结果(图6到10。)

这些开式排水孔就表明了一个完全不同的车身腐蚀问题，因为它们通常正对着前或后轮的后面和或在前后轮相近的垂直面上(例如，起重千斤支点)，这些部位能引起水雾的产生。所有的制造厂家都会这样讲到这个问题。Vauxhall Cavalier和Ford Escort的千斤支撑点由图片说明，其他型号的车辆(例如Renault和Vauxhall Viva)对于起重千斤中心支撑点的设计不佳，这些千斤支撑点处于B形截面的车框下面。在这种情况下在车底板下面的增强箱式结构从前轮到车架收缩部位出现水雾线，因此前轮产生的部分水雾被迫通过千斤中心支

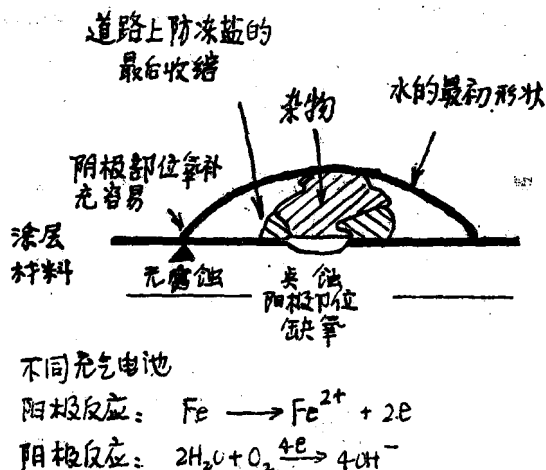


图2 简图表示不同的充气电池情况，它表明了道路上防冻用含盐溶液是怎样积聚在道路团粒上的。