

阴极电泳漆膜常见缺陷产生的原因与解决方法

吴超云, 张津

(重庆工学院材料学院, 重庆 400044)

[摘要] 介绍了阴极电泳涂装中常出现的缺陷类型, 主要有粗糙、针孔、缩孔、杂质和气泡等。分别分析了其出现的原因, 提出了相应的解决方法。为开展阴极电泳研究及解决实际生产中出现的缺陷问题提供了参考。

[关键词] 阴极电泳; 漆膜; 缺陷

[中图分类号] TQ630.1

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-3660(2007)02-0080-04

Factor of Causing Cathodic-electrophoresis Coatings Defect and Its Process Method

WU Chao-yun, ZHANG Jin

(Materials College of Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400044, China)

[Abstract] Defect types existed in cathodic-electrophoresis coatings have been summarized. They contain mainly roughness, pinholes, cratering, impurity and bubbling etc. The factor resulted in defection is analyzed and the way of protection is shown. It offers suggestion for the research and the practical industry production of cathodic-electrophoresis processing.

[Key words] Cathodic-electrophoresis; E-coating; Defect

0 引言

20世纪60年代, 美国福特(Ford)汽车公司率先开发了阳极电泳涂料, 主要用作汽车底漆。20世纪70年代以后, 阴极电泳涂料获得了迅速的发展。阴极电泳涂料除保留了阳极电泳涂料的优点外, 还具有可避免工件的阳极溶解、泳透力高、抗腐蚀性强、自动化程度高等优点, 已广泛用于汽车、家电、仪器仪表、玩具、五金及工艺品等的表面涂装。目前, 由美国PPG公司开发的第5代阴极电泳涂料已经广泛应用于车身的防腐^[1]。

然而, 阴极电泳涂层常受到各种不良因素的影响, 使得涂层表面出现缩孔、杂质、气泡、针孔等缺陷, 严重影响了其实际运用生产。因此, 本文介绍了阴极电泳涂层中常出现的一些缺陷, 分析其产生原因并提出了相应防治的措施。

1 粗糙

漆膜干燥后, 其整个或局部表面分布着不规则形状的凸起颗粒的现象, 称之为粗糙, 见图1。其产生的主要原因有:

- 1) 槽液老化, 已经滋长了细菌;
- 2) 颜基比过高, 导致颜料的沉积;
- 3) 冲洗或烘干时带有杂质物质;
- 4) 底材表面质量差。

[收稿日期] 2007-02-07

[作者简介] 吴超云(1982-), 男, 江西丰城人, 在读硕士, 主要从事金属表面防腐蚀研究。

解决方法:

- 1) 调整槽液化学参数, 如电导率、颜基比、pH值等;
- 2) 采用杀菌剂进行系统杀菌;
- 3) 改善过滤效果;
- 4) 改善底材表面预处理状况。

宋建港、许慎针对汽车阴极电泳涂装时产生的漆膜粗糙进行了细致的研究, 研究发现, 采用2-甲基-4-异噻唑啉-3-酮杀菌剂可以很好地改善漆膜的外观, 使漆膜平整光滑^[2]。

图1 漆膜的粗糙现象

Figure 1 Roughness

图2 漆膜的针孔现象

Figure 2 Pinholes

2 针孔

在漆膜中存在着类似用针刺过的细孔, 见图2。其产生的主要原因有:

- 1) 漆膜中空气泡或其它气泡破裂, 且漆膜干燥前不能流平;
- 2) 电泳完毕后, 冲洗不及时, 漆膜再溶解而产生针孔;
- 3) 槽液温度偏低或搅拌不充分, 造成气泡被漆膜包裹, 在烘干过程中气泡破裂而出现针孔。

解决方法:

- 1) 可适当降低电泳电压；
- 2) 底材在进行预处理时，适当增加表面活性物质；
- 3) 控制好电泳时间及烘干温度。

王左才、刘姜详细地分析了针孔形成的原因，并得出：电压在电泳漆允许范围内，适当地减少电压可以防止针孔的出现。电泳时间为3min，槽液温度在28~30℃之间漆膜表面状况较好^[3]。宋树森详细地介绍了客车涂装生产中漆膜针孔缺陷的形成原因及防治措施，当烘干温度缓慢上升时，漆膜厚度达到30μm也没有产生针孔^[4]。

3 杂 质

在阴极电泳涂装中，杂质离子是电泳槽液稳定和涂膜质量问题的最大隐患，见图3。其产生的原因主要有：

- 1) 烘箱中含有灰尘或杂质（焦油或煤烟等）；
- 2) 电泳漆中含有异物；
- 3) 过滤袋的燃烧。

解决方法：

- 1) 用细过滤器进行过滤；
- 2) 清扫干燥箱。

针对涂装中杂质离子的防治，莫京辉提出首先要从涂装线的设计方面解决好一些预处理工艺和清洗装置的工作，定期对电泳漆进行过滤，并检查其是否含有杂质^[5]。

图3 漆膜中的杂质现象

Figure 3 Impurity

图4 漆膜中的气泡现象

Figure 4 Bubbling

4 气 泡

涂层因局部失去附着力而离开基底鼓起，使漆膜呈现似圆形的凸起形变。泡内可含液体、蒸汽、其它气体或结晶物，见图4。此类缺陷产生的原因主要有：

- 1) 水电解产生的泡沫没能消除；
- 2) 底材表面粗糙，凹陷部位空气不能逃脱。

解决方法：

- 1) 加入消泡剂；
- 2) 电泳时，充分搅拌；
- 3) 改善底材的表面预处理，使其尽量平整。

危民喜针对漆膜气泡原因，不同原因导致的气泡采用不同的相应措施，对漆膜气泡问题的解决有很大的帮助^[6]。

5 缩 孔

外界造成磷化膜或电泳湿漆膜上附有尘埃、油等，或在漆膜中混有与电泳涂料不相容的粒子，它们成为缩孔中心，并造成烘

干初期的展平不均衡而产生火山口状的凹坑，直径通常为0.5~3.0mm，涂膜缺陷处形态见图5。其产生的主要原因有：

- 1) 槽液中混入异物（油、灰尘），油飘浮在电泳槽液表面或乳化在槽液中；
- 2) 被涂物被污染（如灰尘、运输链上掉落的润滑油、铁粉、吹水用压缩空气中的油污）；
- 3) 前处理脱脂不良，底材表面有油污；
- 4) 电泳后冲洗时清洗液中混入异物（油、灰尘），去离子水的纯度差；
- 5) 烘干室内不净或循环风内含油；
- 6) 电泳槽液的颜基比失调；
- 7) 补给涂料或树脂溶解不良（不溶解粒子）。

解决方法：

- 1) 电泳漆供应厂家应精心配制，努力提高漆的抗缩孔性能；
- 2) 保持涂装环境洁净，运输链、挂具要清洁，不允许带油污和灰尘的被涂工件进入电泳槽；
- 3) 加强前处理的脱脂工序；
- 4) 保持电泳后冲洗水质，加强清洗液的过滤，在冲洗后至烘干室之间要设防尘通廊；
- 5) 保持烘干室和循环热风的清洁，被涂工件的升温不宜过急^[7]。

图5 漆膜中的缩孔现象

Figure 5 Craterring

6 膜 厚

被涂工件表面的干漆膜厚度超过所采用电泳涂料技术条件或工艺规定的膜厚的现象。其产生的原因主要有：

- 1) 电泳电压偏高；
- 2) 槽液温度偏高；
- 3) 接地不良；
- 4) 槽液污染（电导率高）；
- 5) 前处理异常；
- 6) 电泳时间过长（如运输链停止等）；
- 7) 槽液中的溶剂含量过高；
- 8) 槽液的固体份过高；
- 9) 阴/阳极面积比偏低，阳极（对阴极电泳涂料而言）位置布置不当。

解决方法：

- 1) 降低电泳电压；
- 2) 槽液温度严格控制在工艺范围，尤其是阴极电泳涂料，涂料温度过高将会影响槽液的稳定性；
- 3) 将固体份降低到工艺范围内，固体份过高不仅使漆膜过

厚,而且带出液多,增加后冲洗的困难;

- 4) 控制电泳时间,在连续生产时应尽可能避免停链;
- 5) 控制槽液中溶剂的含量,排放 UF 液,添加去离子水,延长新配槽液的熟化时间;
- 6) 排放 UF 液,添加去离子水,降低槽液中杂质离子的含量;
- 7) 调整阴/阳极面积比和阳极布置的位置。

7 水迹或条纹

电泳涂膜烘干后局部被涂面上有凹凸不平的水滴斑状的缺陷,称为水迹或条纹,见图 6。其产生的主要原因有:

- 1) 挂链或吊钩滴水;
 - 2) 溶剂含量低;
 - 3) 后冲洗不当或不及时;
 - 4) 颜基比高;
 - 5) 进入烘干室后升温过急;
 - 6) 漆膜表面张力过大。
- 解决方法:
- 1) 在烘干前吹掉水滴;
 - 2) 吹掉积存的清洗水或改变装挂方式,解决被涂物上的积水问题;
 - 3) 提供足够量的去离子水;
 - 4) 改变工艺参数或涂料组成来提高湿涂膜的抗水滴性;
 - 5) 在进入烘干室时避免升温过急,或增加预加热时间(5~10min);
 - 6) 改善电泳漆膜表面张力。

图 6 漆膜的水迹现象

Figure 6 Stripe

图 7 漆膜的脱落现象

Figure 7 Peeling

8 脱落

主要指漆膜从底材脱落的现象,见图 7。其产生的主要原因是:

- 1) 局部电解液浓度太高;
- 2) 放气作用太强导致沉积的湿膜失去附着力;
- 3) 清洗时,所用压力太大,对湿膜造成太大的机械冲击力;
- 4) 槽液电导率太高,使其丧失附着力。

解决方法:

- 1) 提高预处理的清洗效率;
- 2) 排放部分超滤液,降低电导率;
- 3) 预处理加强脱脂。

9 花斑

漆膜表面呈成线的连续空穴,称为花斑,见图 8。其产生的

主要是:

- 1) 工件湿膜带电入槽,由于电解作用引起气泡的增多;
- 2) 预处理化学产品的残留;
- 3) 槽液附着表面,未及时洗净。

解决方法:

- 1) 工件入槽不带电;
- 2) 降低电流密度;
- 3) 添加助剂;
- 4) 加强超滤,除去杂质离子;
- 5) 加快槽液循环以消除气泡。

图 8 漆膜的花斑现象

Figure 8 Floating

10 流挂

流挂是漆膜在涂装和凝固的过程中向下流淌,最终形成下方边缘很厚的不均匀漆膜的现象,有时也指“垂落”现象,见图 9。其产生原因是:

- 1) 漆液固体份小;
- 2) 局部厚薄不均匀;
- 3) 施工环境温度太低,空气湿度大;

解决方法:

- 1) 适当增加固体份;
- 2) 添加防沉剂和流变助剂;
- 3) 选用耐候性好的涂料。

图 9 漆膜的流挂现象

Figure 9 Curtains

图 10 漆膜的橘皮现象

Figure 10 Orange skin

11 橘皮

漆膜表面呈疙瘩状、不平整、像橘子的外观称为橘皮,见图 10。其产生原因是:

- 1) 槽液颜基比或助溶剂含量过低;
- 2) 电泳电压过高,漆膜过厚;
- 3) 槽液中低分子量树脂增多;
- 4) 前处理膜层粗糙。

解决方法:

- 1) 补充颜基比较高的电泳漆或助溶剂;

- 2) 降低电泳电压;
- 3) 提高表面预处理膜的质量。

12 结语

综上所述,阴极电泳过程中,由于各种原因,漆膜表面常出现缺陷,处理不当将会为实际生产带来巨大的损失。当出现缺陷时,应当首先了解缺陷的类型,再针对不同类型的缺陷采取相应的补救及防治措施,以最大程度减少损失。

[参考文献]

- [1] 胡美芳,陈宝歌,邹治能.第五代厚膜阴极电泳漆在NAVECO车身

(上接第66页)

首先会影响其遮盖力和着色强度,颜料对光的反射作用与其自身同周围介质的折射系数之差有关,折射系数差别越大,反射作用越强,遮盖力越强。因此,在一定范围内颜料粒度提高,遮盖力增加。颜料粒子变小时,比表面增大,着色强度增加,当颜料粒径小到某一值时就是透明的,其遮盖力将会下降。此外,粒度对颜料的色光也有影响,通常粒径大,粒度分布较宽,色光发暗;反之色光鲜艳。另外,粒度还会影响颜料的耐光牢度。颜料粒径越小,其比表面积愈大吸收光能就多,细度小,尽管其着色力提高,但耐候性相对降低,受破坏的程度也增加,因此,褪色较快。颜料颗粒的粒径对分散稳定性也有影响,粒径分布越均匀,分散性就越好,平均粒径越小,越不容易沉降,但是粒径过小,容易发生絮凝^[20]。发生絮凝是由于粒子小,比表面积增大,表面自由能也增大,从而发生絮凝的机会也会增大,不利于分散。故此,生产的颜料浆应平均粒径在0.1~0.2μm左右,此时性能较好。颜料颗粒粒径大小与色浆的分散性、分散剂的表面特性、分散介质、pH值、颜料结构和工艺条件有关^[21-22]。

7 结语

彩色电泳涂料是未来的发展趋势,那么,通用型阴极电泳色浆的制备是整个电泳行业将来调色时通用的着色剂。本文根据笔者对颜料浆的认识,对制备阴极电泳颜料浆体系中的颜料粒径,颜料浆的分散稳定性,助剂、颜料、分散介质的选择,作了说明。相信在不久的将来,在水性化的大潮流中,在化工同仁的共同努力下,电泳行业会沿着持续、快速、健康的发展方向前进。

[参考文献]

- [1] 居滋善.涂料工艺(第四分册)[M].北京:化学工业出版社,1994.43-45
[2] 周义.电泳涂装新工艺[M].北京:地质出版社,1999.2-3
[3] 蔡柏龄.家电涂料与涂装技术[M].北京:化学工业出版社,2002.201-202
[4] 王锡春.最新汽车涂装技术[M].北京:机械工业出版社,1997.8-

- 电泳槽上的混用[J].现代涂料涂装,2003,(2):22-25
[2] 宋建港,许慎.阴极电泳漆膜粗糙的原因与防治[J].涂装工艺,2004,42(1):35-38
[3] 王左才,刘姜.浅谈阴极电泳涂装中涂膜形成针孔的原因及解决措施[J].现代涂料与涂装,2004,(1):28-29
[4] 宋树森.漆膜针孔缺陷及防治[J].客车技术与研究,2004,26(5):26-28
[5] 莫京辉.阴极电泳涂装杂质离子的防治[J].现代涂料与涂装,2005,(5):38-41
[6] 危民喜.漆膜气泡的原因及处理方法[J].广西化工,2002,31(1):42-43
[7] 王锡春.漆膜缩孔缺陷及其防治[J].汽车工艺与材料,2001,(6):2-5

15

- [5] 朱宏熹.中厚膜环氧阴极电泳涂料[J].涂料工业,1998,28(11):15-16
[6] Liu Xia Wen. Performance of FT 25-7225 middle-thick film cathodic electrophoresis coating [J]. Materials Protection, 1994, 27(4):23-26
[7] Hasegawa K, Tsumisago M, Minami T. Preparation of thick film by the electrophoretic sol-gel deposition using a cationic polymer surfactant [J]. Journal of the Ceramic Society of Japan, 1997, 105(7):569-572
[8] 宋华,王纳新.低温固化阴极电泳涂料的应用[J].汽车工艺与材料,1997,12(10):25-27
[9] 康志萍.新型的环保涂料-低温固化阴极电泳涂料[J].环境技术,2000,17(1):15-18
[10] 岸博之.高耐候性电泳涂料组成物[P].JP:平2-47172,1990-02-16.
[11] 王朝阳,童真,任碧野,等.丙烯酸树脂电泳涂料[J].现代化工,2002,31(3):2-4
[12] 钱国抵,赵先丽,丰文广,等.颜料色浆制浆工艺与分散性研究[J].染料工业,1998,35(2):31-36
[13] 武志民.润湿分散剂的分类特性与应用[J].现代涂料与涂装,2004,7(2):48-50
[14] Tatsuo Sato. Stability of dispersion[J]. Journal of Coatings Technology, 1993, 825(65):113-121
[15] 吴自强.几种助剂对EVA乳胶漆的粘度和沉降值的影响[J].化学建材,1999,15(2):15-17
[16] Kenjiro Meguro, Kunio Esumi. Interactions between pigment and surfactant[J]. Journal of Coatings Technology, 1990, 786(62):69-77
[17] 崔爱莉.超细二氧化钛粉末在水溶液中的分散[J].过程工程学报,2001,21(1):99-101
[18] T C 巴顿著.涂料流动和颜料分散[M].郭隽奎,王长卓译.北京:化学工业出版社,1988.365-372
[19] Jorg Schmitz. A new concept for dispersing agents in aqueous coating [J]. Progress in Organic Coatings, 1999, (35):191-196
[20] 黄运成.涂料生产入门[J].涂料工业,2000,(1):41-42
[21] Gauthier Jean A, Jirkovsky Ivo L. 1-OXO-5H-pyrimido[2,1-c][1,4]benzthiazine-2-carboxylic acid esters [P]. US:4254118,1981-03-03.
[22] Randler Rudolf, Rohr Ulrike, Geisenberger Josef, et al. Water-based colorant preparations [P]. US:7008475B2,2003-01-30.