

ICS 25.220.70

A 29

备案号: 44591—2014



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10242—2013

代替 JB/T 10242—2001

阴极电泳涂装通用技术规范

General technical regulations of cathode electro-coating

2013-12-31 发布

2014-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 阴极电泳涂装的分类.....	2
5 阴极电泳涂料的技术要求.....	2
5.1 涂料的选择原则.....	2
5.2 阴极电泳涂装技术要求.....	2
6 阴极电泳涂装的施工及管理.....	4
6.1 阴极电泳涂装典型工艺流程.....	4
6.2 阴极电泳涂装前对工件的要求.....	4
6.3 阴极电泳涂装工序控制.....	4
6.4 阴极电泳涂装线的维护及管理.....	4
6.5 产品涂膜检查.....	4
7 阴极电泳涂装对设备的基本要求.....	4
8 安全与环保.....	5
附录 A（规范性附录）阴极电泳涂料性能测定方法——电压/膜厚测定.....	6
A.1 原理.....	6
A.2 试验仪器、材料.....	6
A.3 操作步骤.....	6
A.4 结果评价.....	6
附录 B（规范性附录）阴极电泳涂料性能测定方法——再溶解率测定.....	7
B.1 原理.....	7
B.2 试验仪器、材料.....	7
B.3 操作步骤.....	7
B.4 计算.....	7
附录 C（规范性附录）阴极电泳涂料性能测定方法——电泳涂料破坏电压测定.....	8
C.1 原理.....	8
C.2 试验仪器、材料.....	8
C.3 操作步骤.....	8
C.4 结果评价.....	8
附录 D（规范性附录）阴极电泳涂料性能测定方法——电泳涂料泳透力的测定.....	9
D.1 原理.....	9
D.2 试验方法.....	9
附录 E（规范性附录）阴极电泳涂料性能测定方法——加热减量测定.....	12
E.1 原理.....	12
E.2 试验仪器、材料.....	12
E.3 操作步骤.....	12

E.4 计算	12
附录 F (规范性附录) 阴极电泳涂料性能测定方法——L 效果测定	13
F.1 原理	13
F.2 试验仪器、材料	13
F.3 操作步骤	13
F.4 结果评价	13
附录 G (规范性附录) 阴极电泳涂料性能测定方法——环境温度下电泳槽液稳定性的测定	15
G.1 原理	15
G.2 试验仪器、材料	15
G.3 操作步骤	15
G.4 结果评价	15
附录 H (规范性附录) 阴极电泳涂料性能测定方法——锐边缘防锈性测定	16
H.1 原理	16
H.2 试验仪器、材料	16
H.3 操作步骤	16
H.4 结果评价	16
附录 I (规范性附录) 阴极电泳涂料性能测定方法——电泳涂膜干燥性的测定	17
I.1 擦拭法	17
I.2 Gel 分率法	17
附录 J (资料性附录) 典型阴极电泳的施工及管理工艺	19
J.1 典型阴极电泳涂装工序控制	19
J.2 阴极电泳涂装线的维护及管理	20
J.3 产品涂膜检查	20
附录 K (资料性附录) 典型阴极电泳涂装对设备的基本要求	21
附录 L (资料性附录) 阴极电泳涂膜缺陷原因分析及对策措施	23
图 A.1 电压/膜厚关系曲线	6
图 D.1 伏特盒法泳透力测定装置示意图	9
图 D.2 钢管法泳透力测定示意图	10
图 F.1 L 效果测定试板	13
表 1 阴极电泳涂料基本技术要求	3
表 2 工作液技术要求	3
表 3 涂膜的性能	3
表 F.1 涂膜外观评价标准	14
表 I.1 擦拭法干燥性等级评价	17
表 J.1 典型阴极电泳涂装工序控制	19
表 J.2 电泳涂装线的目视管理	20
表 J.3 产品涂膜检查项目	20
表 K.1 阴极电泳涂装设备的基本要求	21
表 L.1 阴极电泳涂膜缺陷原因分析及对策措施表	23

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替JB/T 10242—2001《阴极电泳涂装通用技术规范》，与JB/T 10242—2001相比主要技术变化如下：

- 第3章增加了凝胶分率术语。
- 第4章将阴极电泳涂料品种由底漆型分为底漆型、底面合一型、装饰型等三种。
- 第5章修改了表1、表2和表3技术要求。
- 第6章修改了阴极电泳施工及管理要求。
- 为便于各项目，附录A的试验方法按试验内容重新分配为附录A～附录J；附录J增加了凝胶分率法测定漆膜干燥性试验。
- 增加了附录K典型阴极电泳施工及管理工艺，取消了表4、表5、表6、表7。
- 增加了附录L阴极电泳涂装对设备的基本要求，取消了表8。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会（SAC/TC57）归口。

本标准起草单位：佛山市科富科技有限公司、湖南工程学院、中国第一汽车集团公司技术中心。

本标准主要起草人：袁兴、钟萍、宋华、林鸣玉、刘美凤、徐贺、秦灏、李丽君。

本标准于2001年首次发布，本次为第一次修订。

阴极电泳涂装通用技术规范

1 范围

本标准规定了阴极电泳的术语和定义、阴极电泳涂装的分类和选择、阴极电泳涂装的施工及管理、阴极电泳涂装对设备的要求、安全与环保等。

本标准适用于金属工件的阴极电泳涂装。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本部分。

- GB/T 1724 涂料细度测定法
- GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1731 漆膜柔韧性测定法
- GB/T 1732 漆膜耐冲击性测定
- GB/T 1733 漆膜耐水性测定法
- GB/T 1747.2 色漆和清漆 颜料含量的测定 第2部分：灰化法
- GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- GB/T 1865 色漆和清漆 人工气候老化及人工辐射曝露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
- GB/T 6750 色漆和清漆 密度的测定 比重瓶法
- GB/T 6753.3 涂料贮存稳定性试验方法
- GB 7691—2003 涂装作业安全规程 安全管理通则
- GB 7692—1999 涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化
- GB/T 8264 涂装技术术语
- GB 8978—1996 污水综合排放标准
- GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 9751.1 色漆和清漆 用旋转黏度计测定黏度 第1部分：以高剪切速率操作的锥板黏度计
- GB/T 9754 色漆和清漆 不含金属颜料的色漆漆膜的 20°、60° 和 85° 镜面光泽的测定
- GB/T 13452.1 色漆和清漆 总铅含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB 16297—1996 大气污染物综合排放标准
- HG/T 3335 电泳漆电导率测定法
- HG/T 3337 电泳漆库仑效率测定法
- ISO 15880 色漆、清漆和漆基—水性涂料和漆基 MEQ（毫克当量）值的测定（Paint, varnishes and binders—Determination of MEQ value of water-based coating materials and binders）
- ISO 20567-1 色漆和清漆 涂层的耐石片划性的测定 多冲击试验（Paints and varnishes—Determination of stone-chip resistance of coating—Part1: Multi-impact testing）

3 术语和定义

GB/T 8264 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

L 效果 L-effect

电泳涂料在水平表面上和垂直表面上涂装的效果。

3.2

MEQ 值 neutralizer MEQ

固体份为 100 g 的电泳涂料消耗中和剂的毫摩尔数。

3.3

再溶解率 redissolving

电泳湿膜在电泳槽液中再次溶解的能力。以规定时间内被溶解的膜厚占总膜厚的百分数表示。

3.4

加热减量 loss on heating

经 105℃~120℃挥发去水分和溶剂的电泳涂膜进一步升温到烘干温度达到实干的过程中，热分解出低分子化合物导致涂膜的失重。

3.5

凝胶 (Gel) 分率 gel fraction

经过固化后的电泳涂膜，浸入规定的混合溶剂中一定时间后，取出烘干，电泳涂膜的质量与浸入溶剂前的电泳涂膜的质量比。

4 阴极电泳涂装的分类

阴极电泳涂装根据其用途分为三类：

- a) 以提高耐腐蚀性为主要目的的阴极电泳底层涂装。如用于汽车、冰箱、洗衣机等壳体和部分相关零件。
- b) 既有耐腐蚀性要求又有一定的耐候性能要求的阴极电泳底面合一涂层涂装。如用于汽车车架、车轮等相关零件。
- c) 以装饰性为主要目的的阴极电泳涂装，如用于装饰性镀层保护和装饰性金属保护。如装饰五金产品、家用电器、建材、金属眼镜架、手表等。

5 阴极电泳涂料的技术要求

5.1 涂料的选择原则

5.1.1 根据被涂产品的要求（见第 4 章）确定电泳涂料的类别。

5.1.2 应对选出的电泳涂料进行各项性能对比试验，须了解电泳槽液各项技术要求的稳定性、施工工艺参数范围、电泳涂膜的质量的控制因素（见附录 J、附录 K、附录 L）。

5.1.3 阴极电泳底层涂料应进行与磷化膜、或中涂层涂料、或车底涂料、或密封胶等相关涂层的配套性试验。装饰性电泳涂料应进行与被涂物表面经常接触的物质适应性试验。

5.2 阴极电泳涂装技术要求

5.2.1 阴极电泳涂料基本技术要求（见表 1）。

表 1 阴极电泳涂料基本技术要求

序号	项 目	技 术 指 标		检验方法
1	外观	搅拌后溶液均匀、无沉淀或结块。		目测
2	固体份 %	色浆	乳液	GB/T 1725
		40~60	30~40	
3	铅(Pb)含量	≤90 mg/kg		GB/T 13452.1
4	粘度 MPa·s	项目为产品的特性要求,应符合供应商的产品技术要求		GB/T 9751
5	密度 g/cm ³			GB/T 6750
6	细度 μm			GB/T 1724
7	储藏稳定性			GB/T 6753.3

5.2.2 工作液技术要求(见表2)。

表 2 工作液技术要求

序号	项 目		技 术 指 标			试验方法
			底涂层	底面合一涂层	装饰性涂层	
1	固体份 %		项目为产品的特性要求，应符合供应商的产品技术要求			GB/T 1725
2	pH 值					pH 计
3	电导率 μS/cm					HG/T 3335
4	灰份 %					GB/T 1747.2
5	MEQ 值					ISO 15880
6	溶剂（乙二醇醚类）含量 %		≤1.5（乙二醇甲醚、乙二醇乙醚总量≤0.001）			气相色谱法
7	库仑效率 mg/C		≥25			HG/T 3337
8	电压/膜厚 V/μm		测定 ED 曲线，选择最佳电压膜厚值			附录 A
9	再溶解率 %		≤10			附录 B
10	破坏电压 V		高出最高施工电压 30 V			附录 C
11	泳透力 cm（%）	伏特盒	≥18	≥16	≥14	附录 D
		钢管	≥85	≥75	≥60	
12	加热减量 %		≤15			附录 E
13	L 效果		水平面与垂直面涂膜平整、光滑、无异常；外观、膜厚无明显差别			附录 F
14	环境温度下的槽液稳定性		涂装电压升高≤40 V			附录 G
15	Gel 分率 %		>90；涂膜无起泡、剥落、发粘、明显变色、失光			附录 I

5.2.3 涂膜的性能(见表3)。

表 3 涂膜的性能

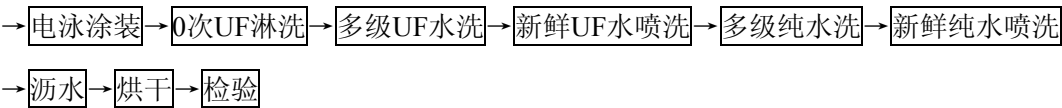
序号	项 目	技术指标			试验方法
		底涂层	底面合一涂层	装饰性涂层	
1	涂膜膜厚	厚度及均匀性符合设计要求			GB/T 13452.2
2	涂膜外观	平整、光滑		光滑	目测
3	光泽(60° 镜面 光泽) %	不要求	≥80		GB/T 9754
4	硬度	≥H	≥2H		GB/T 6739

表 3 涂膜的性能（续）

序号	项 目	技术指标			试验方法
		底涂层	底面合一涂层	装饰性涂层	
5	耐冲击 cm	50			GB/T 1732
6	柔韧性 mm	1			GB/T 1731
7	耐水性（40℃×500 h）	涂膜无起泡、无开裂、无锈点			GB/T 1733
8	耐酸性（0.05 mol/H ₂ SO ₄ ×8 h）	涂膜无起泡、无开裂、无锈点			GB/T 9274
9	耐碱性（0.1 mol/NaOH×8 h）	涂膜无起泡、无开裂、无锈点			GB/T 9274
10	划格试验（1 mm）级	0			GB/T 9286
11	锐边缘防锈性	5 枚刀片的锈点平均数小于 100			附录 H
12	耐盐雾性能 h	≥ 800	≥500	≥300	GB/T 1771
13	抗石击性	受影响区域≤10.7%			ISO 20567-1
14	耐老化性	—	300 h 2 级	600 h 1 级	GB/T 1865

6 阴极电泳涂装的施工及管理

6.1 阴极电泳涂装典型工艺流程



注：对于装饰性涂装根据实际情况酌情采用。

6.2 阴极电泳涂装前对工件的要求

- 阴极电泳涂装前应符合下列要求：
- a) 工件表面无油、无锈、无铁粉、无磷化残渣等异物附着；
 - b) 前处理转化膜均匀、致密、无异常，符合相应的技术要求；
 - c) 工件的滴水电导率≤30 μS/cm。

6.3 阴极电泳涂装工序控制

阴极电泳涂装工序控制包括各工序的管理条件和控制范围，典型要求参见 J.1。

6.4 阴极电泳涂装线的维护及管理

阴极电泳涂装线的维护及管理包括设备点检和涂装线的目视管理，典型的要求参见 J.2。

6.5 产品涂膜检查

产品涂膜检查应根据被涂物的要求而定，典型要求参见 J.3。

7 阴极电泳涂装对设备的基本要求

阴极电泳涂装设备一般由电泳槽、备用槽、槽液循环过滤系统、超滤（UF）装置、阳极槽液循环系统、调温系统、直流电源及供电系统、涂料补给装置、电泳后清洗装置、电泳涂装室（防尘罩）、电气控制柜等专用装置（系统）组成。阴极电泳涂装设备典型要求参见附录 K。

8 安全与环保

- 8.1 电源接地：工件通电应使用单独接电轨道。
- 8.2 电泳槽的阳极系统要保证良好的导电，以防电击。
- 8.3 阴极电泳系统的废水处理，阴极电泳涂料制造商应提供废水的成分和排量，以保证涂装车间废水处理场集中统一处理，处理后应符合 GB 8978—1996 的规定。
- 8.4 阴极电泳烘干系统排出的废气应进行处理，涂料制造商应提供废气的成分和排量，根据数据在烘道上设置相应的催化燃烧废气处理装置或直接燃烧装置。处理后的排放应符合 GB 16297—1996 的规定。
- 8.5 阴极电泳涂装的整流系统应单独设置在围护的设施内，并有专人管理。
- 8.6 阴极电泳涂装的工艺安全和劳动卫生应符合 GB 7692—1999、GB 7691—2003 的规定。

附录 A

(规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——电压/膜厚测定

A.1 原理

通过改变电压进行电泳涂装，测定膜厚，做电压/膜厚关系曲线，求得最佳膜厚的对应电压。

A.2 试验仪器、材料

电压/膜厚测定仪器、材料要求如下：

- a) 电泳涂装装置一套（包括电泳槽、整流器、干燥箱等，下同）：
 - 电泳槽：材质为 PVC 塑料，内壁尺寸为 120 mm×200 mm×350 mm。
 - 极板：材质为耐酸不锈钢板，尺寸为被涂覆的阴极面积的 1/4~1/2。
 - 整流器：0 V~450 V，0 A~20 A 可调。
- b) 试板为生产线上产品相同材质的磷化板，规格为 70 mm×150 mm×0.8 mm。

A.3 操作步骤

电压/膜厚测定操作步骤如下：

- a) 事先选择几点电压；
- b) 在选择的电压下，按待测电泳涂料规定的工艺参数进行电泳涂装、干燥；
- c) 干燥后测定各试板的膜厚，做如下电压/膜厚关系曲线（见图 A.1）。

A.4 结果评价

从所得电压/膜厚关系曲线中求得最佳膜厚的对应电压。如图 A.1 所示，膜厚 20 μm 电压为 y 点。

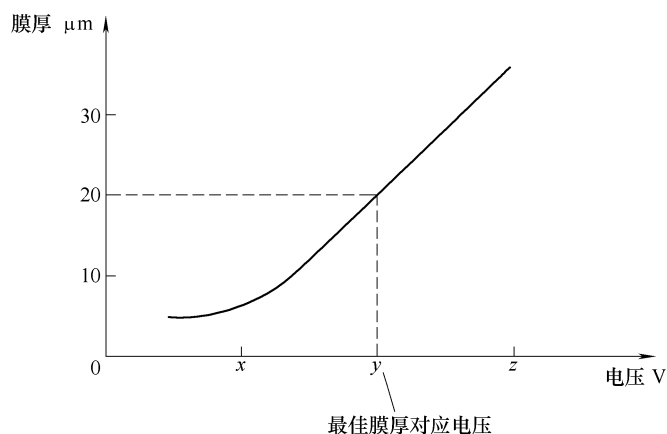


图 A.1 电压/膜厚关系曲线

注：测定电压/膜厚时，会因涂料温度、涂料的搅拌速度、阳极和阴极面积比的差异，产生数据的差异。要根据待测涂料的要求规定上述参数。所得试验室电泳电压与生产线实际施工电压相比低 20 V~40 V。

附 录 B (规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——再溶解率测定

B.1 原理

试板在规定的条件下电泳涂装后,将湿涂膜的下半部按规定时间在电泳槽液中浸渍后取出,烘干后测定上下部涂膜的膜厚,进行下部与上部膜厚的比较,求出再溶解率(%)。

B.2 试验仪器、材料

再溶解率测定仪器及材料:

- a) 电泳涂装装置一套;
- b) 涂层测厚仪(0 μm~50 μm 的测量范围);
- c) 试板为生产线上产品相同材质的磷化板,规格为 70 mm×150 mm×0.8 mm。

B.3 操作步骤

再溶解率测定操作步骤如下:

- a) 试板在待测电泳槽液中按规定的条件进行电泳涂装,水洗后,立即将涂膜的下半部浸渍在搅拌的电泳槽液中;
- b) 10 min 后,取出试板清洗后按待测电泳涂料规定的条件烘干;
- c) 试板的上部和下部按 GB/T 13452.2 分别测定涂膜厚度;
- d) 以上操作重复三次,取平均值。

B.4 计算

按式(B.1)进行计算:

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- A——再溶解率;
- B——上部的膜厚,单位为微米(μm);
- C——下部的膜厚,单位为微米(μm)。

附 录 C

(规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——电泳涂料破坏电压测定

C.1 原理

用待测涂料进行电泳涂装，电压以 10 V 的间隔逐渐升高，以求得涂膜破坏时的电压，亦称击穿电压。

C.2 试验仪器、材料

电泳涂料破坏电压测定仪器及材料：

- a) 电泳涂装设备及恒温装置一套；
- b) 试板为生产线上产品相同材质的磷化板，规格为 70 mm×150 mm×0.8 mm。

C.3 操作步骤

按待测电泳涂料规定的电压进行电泳涂装。电压以正常电泳电压以上以每 10 V 间隔升高，直到涂膜破坏。伴随涂膜破坏，会发生槽液通过电流及温度急剧上升，因此要求使用恒温装置。槽液温度控制在 $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

试验重复两次。除电压外，其他涂装条件应相同。

当出现涂膜破坏时，试验应重复两次以上，两次之间应搅拌 10 min 以上。

C.4 结果评价

以最低的一次破坏电压作为该电泳涂料的“破坏电压”。浸没线 5 mm 以内的涂膜不作为评价对象。

附 录 D (规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——电泳涂料泳透力的测定

D.1 原理

本方法通过测定阴极电泳涂料的泳透力，间接反映阴极电泳涂料对具有内腔结构工件的涂装能力。本方法包含两个试验方法。

方法一用于选择电泳涂料时采用；方法二比较方便、快捷，用于电泳漆进厂的材料检验。

D.2 试验方法

方法一：伏特盒法

1. 试验仪器、材料

伏特盒法实验仪器及材料：

- a) 测试板：磷化钢板，规格为 $(300\text{ mm} \sim 350\text{ mm}) \times 105\text{ mm} \times 0.75\text{ mm}$ ；
- b) 隔条：材质为 PVC 塑料，规格为 $(300\text{ mm} \sim 350\text{ mm}) \times 4\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ ；
- c) 防水胶带：宽度为 20 mm 和 38 mm 两种；
- d) 可调速电动搅拌机，也可采用合适的磁力搅拌器。

2. 操作步骤

伏特盒法操作步骤如下：

- a) 泳透力盒（伏特盒）的制作（试验装置见图 D.1）。

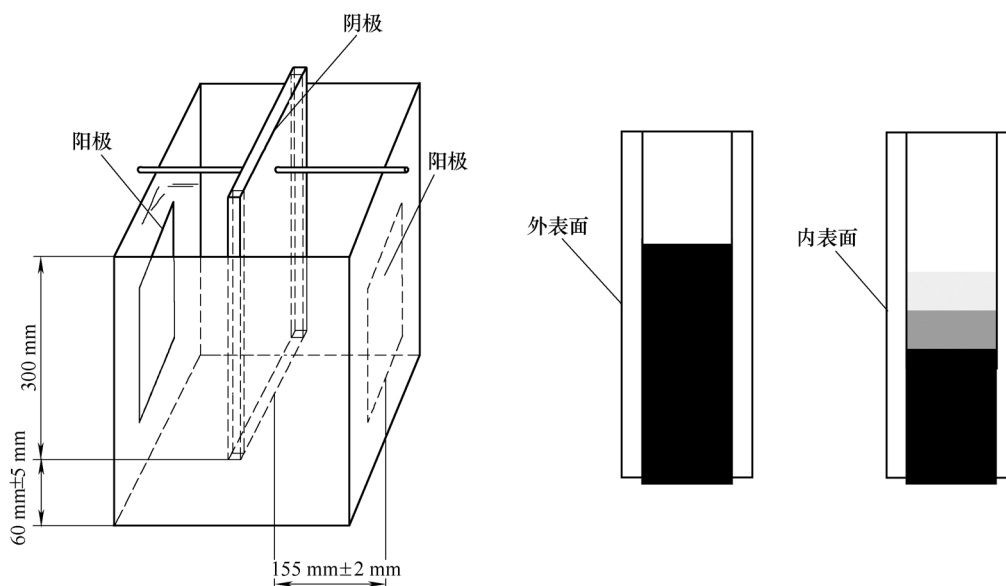


图 D.1 伏特盒法泳透力测定装置示意图

用宽 20 mm 胶带将测试板的两条长边粘好，然后在两块测试板间放两根隔条，隔条沿测试板的长边边缘放置，使两块测试板间距为 4 mm。用宽 38 mm 胶带将测试板长边及其隔条一起固定，

- 形成上下空、两边用胶带封闭的泳透力盒。
- b) 将泳透力盒放入已熟化好的工作液（温度调整到产品规定的范围，放入的高度为 300 mm 中，使其底端离槽底 60 mm±5 mm，与极板距离为 155 mm±2 mm。可以在测试板 24 cm 高度处做好记号，浸入工作液后使液面正好在记号处。
 - c) 极板接电源正极，伏特盒接电源负极，将搅拌头放置在极板和伏特盒之间，开动搅拌（注意调节转速，工作液不能波动过大影响到外板漆膜高度）。将电压在 15 s 内升至规定电压，电泳 3 min 后断开电源。
 - d) 取出泳透力盒，撕去固定测试板两边的胶带，取出隔条。
 - e) 将测试板用去离子水冲洗，然后按该电泳漆规定的干燥条件烘干测试板。

3. 结果表示

从上向下测量每一块测试板内表面涂膜长度，平均长度以 cm 计算，其数值即是电泳漆的直观泳透力值。

方法二：钢管法

1. 试验仪器及材料

钢管法实验仪器及材料：

- a) 泳透力试验装置一套，其中电泳槽规格及阳极板安装如图 D.2 所示。
- b) 钢管：高 220 mm，外径 25 mm，内径 20 mm，在钢管上端 10 mm 处钻两个 $\phi 2\text{ mm} \sim \phi 3\text{ mm}$ 的对称孔。
- c) 钢板条：长 230 mm，宽 15 mm，厚 1 mm，在离长端一端 20 mm 居中处钻一个 $\phi 2\text{ mm} \sim \phi 3\text{ mm}$ 的孔。
- d) 电泳槽：高 240 mm，内径 54 mm 的塑料或玻璃筒形槽。
- e) 阴极电泳涂装电极：
阳极：长 185 mm，高 100 mm 的薄不锈钢片或紫铜片。将此不锈钢片围成 $\phi 54\text{ mm}$ 的圆筒，沿电泳槽距电泳槽沿以下 20 mm 处放置，并引出电极导线。
阴极：钢板条插入钢管中再穿上一根 $\phi 2\text{ mm}$ 的黄铜棒作为工件，是电泳涂装的阴极。
- f) 电泳直流电源：0 V~450 V；电流 0 A~20 A。

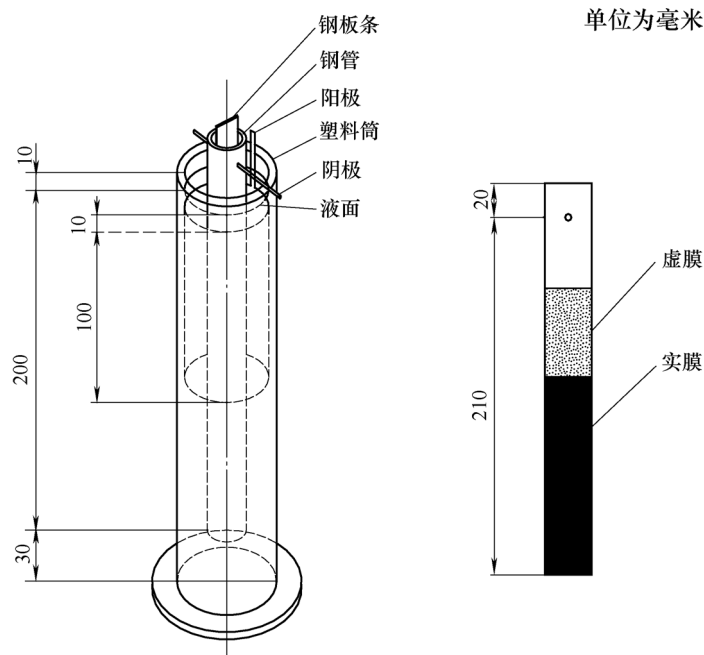


图 D.2 钢管法泳透力测定示意图

2. 测定步骤

钢管法操作步骤如下：

- a) 将熟化好的电泳工作液倒入电泳漆泳透力测定装置即上述电泳槽中，保持电泳槽液温度在该电泳漆技术条件规定的范围内；
- b) 用指定溶剂将钢管和钢板条擦拭干净，装置成阴极，置于电泳槽的中心处，使钢管下端浸入漆液深度为 200 mm；
- c) 将直流电源的正负极与电泳槽的两极的导线连接好；
- d) 采用软起动方式在 15 s 内把电压从零升到规定电压，电泳 3 min 后断开电源；
- e) 从钢管中取出钢板条，用水冲净浮漆，分别测量钢板条上实漆膜和虚膜的长度，并测量钢管外壁的电泳漆膜的长度；
- f) 重复上述操作。

3. 结果计算

- a) 泳透力计算按式 (D.1)：

$$X = \frac{B + A/2}{H} \times 100\% \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

X ——泳透率；

B ——电泳漆膜实膜长度，单位为毫米 (mm)；

A ——电泳漆膜虚膜长度，单位为毫米 (mm)；

H ——钢管外壁电泳漆膜长度，单位为毫米 (mm)。

- b) 取两次测定的算术平均值作为结果的数据。

附 录 E

(规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——加热减量测定

E.1 原理

电泳涂膜经 105℃ 或 120℃ 除去水分和溶剂，然后进一步升温到烘干温度，使涂膜达到实干，测出涂膜的质量，然后计算出加热减量。

E.2 试验仪器、材料

加热减量测定仪器及材料：

- a) 精密天平（精确度 0.1 mg）；
- b) 试板为生产线上产品相同材质的磷化板；规格为：70 mm×150 mm×0.8 mm；
- c) 电热鼓风干燥箱（控制误差±1℃）。

E.3 操作步骤

加热减量测定操作步骤如下：

- a) 用天平准确称量试板三块，分别记录重量 W_0 ；
- b) 进行电泳涂装达到标准膜厚，水洗后充分静止沥水；
- c) 沥水后的电泳板以 120℃ 烘烤 1 h 或 105℃ 烘烤 3 h，在干燥器中冷却后，准确称量 W_1 ；
- d) 试板继续按涂料要求的烘干温度烘烤 20 min，取出放在干燥器中冷却后，准确称量，分别记录质量 W_2 。

E.4 计算

按式 (E.1) 分别计算出加热减量，取平均值：

$$\text{加热减量} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

- W_0 ——电泳前试板质量，单位为克 (g)；
- W_1 ——120℃ 或 105℃ 烘烤后试板质量，单位为克 (g)；
- W_2 ——涂膜固化后试板质量，单位为克 (g)。

附录 F (规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——L 效果测定

F.1 原理

用电泳涂装 L 形试板的方法，检查被涂物水平面和垂直面涂膜质量，衡量涂料的泳涂膜效果。

F.2 试验仪器、材料

L 效果测定仪器及材料：

- 电泳涂装装置一套。
- 试板为生产线上产品相同材质的磷化板；规格为 $70\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 0.8\text{ mm}$ ；按图 F.1 沿长边下端 60 mm 处折成直角，并按规定的磷化工艺进行处理。

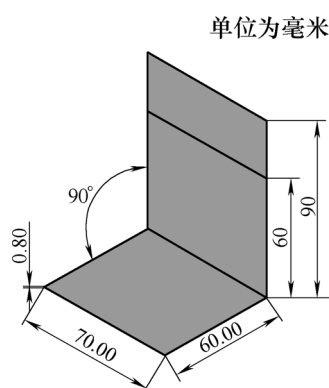


图 F.1 L 效果测定试板

F.3 操作步骤

L 效果测定操作步骤如下：

- 将试板的水平部分朝向电极一侧，垂直部分距离电极 150 mm ，垂直部分上端露出液面 30 mm ；
- 电压设定在膜厚为 $20\text{ }\mu\text{m} \pm 2\text{ }\mu\text{m}$ 处，通电 3 min ；
- 按涂料要求进行涂装、干燥。

试板烘干时将水平部分朝下放置。

F.4 结果评价

测定垂直部分和水平面部分的膜厚，并记录厚度；与表 F.1 中的 L 效果 5 个级别的标准样板进行比较，判定等级并记录（表 F.1）。

表 F.1 涂膜外观评价标准

等 级	评 价 标 准
非常好	水平面与垂直面的外观、膜厚、光泽无差别
优良	水平面与垂直面的外观、膜厚、光泽无明显差别
一般	水平面有个别颗粒，膜厚差别不大，无失光等涂膜缺陷
不好	水平面有颗粒，膜厚差别大，有失光等涂膜缺陷
非常恶劣	水平面有密集颗粒，有失光、缩孔等涂膜缺陷

附 录 G

(规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——环境温度下电泳槽液稳定性的测定

G.1 原理

通过制备相同膜厚涂膜所需电压变化，以此来评价槽液的稳定性。

G.2 试验仪器、材料

电泳槽液稳定性的测定仪器及材料：

- a) 电泳涂装装置一套（电泳槽尺寸为 120 mm×200 mm×350 mm）；
- b) 电热鼓风干燥箱；
- c) pH 计；
- d) 电导仪；
- e) 测厚仪；
- f) 温度计；
- g) 试板为生产线上产品相同材质的磷化板；规格为 70 mm×150 mm×0.8 mm。

G.3 操作步骤

电泳槽液稳定性的测定操作步骤如下：

- a) 取使用状态下的电泳槽液放在电泳涂装装置的电泳槽中，在环境温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下搅拌 10 h～12 h；
- b) 按标准测试方法测定槽液的温度、pH 值、电导、固体份；
- c) 将经过磷化的标准试板，按电泳涂料的最佳工艺参数进行电泳涂装，并烘干；
- d) 冷却后检测试板的外观与膜厚；
- e) 试验槽液在环境温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下持续敞口搅拌四周，每周重复一次 b)～d) 的操作；
- f) 试验中，允许根据固体份补充槽液和去离子水，不能补充溶剂。

G.4 结果评价

按下列评判标准之一进行评价：

- a) 在槽液温度、固体份相同的情况下，涂装同一膜厚的涂膜所需电压与试验初期相比，电压升高应 $\leq 40\text{ V}$ 。
同时涂膜外观和槽液电导应在该品种涂料的许可范围内。
- b) 当上述试验完成后可根据溶剂含量检测后补加溶剂和调整 pH 值到工艺参数范围，测试结果电压、膜厚、外观应与试验初期一致。

附 录 H

(规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——锐边缘防锈性测定

H.1 原理

本方法适用于涂膜对金属工件在加工成型过程中形成的锐边的防锈能力的测定。

H.2 试验仪器、材料

锐边缘防锈性测定仪器及材料：

- a) 盐雾试验箱；
- b) 涂层测厚仪（非破坏性测量的测厚仪）；
- c) 裁纸刀片（06Cr19Ni10 不锈钢）。

H.3 操作步骤

锐边缘防锈性测定操作步骤如下：

- a) 按照供需双方认可的裁纸刀片和磷化处理剂将刀片进行磷化处理。
- b) 将刀片悬挂浸入电泳槽液中，极间距为 150 mm，将刀片刀刃正对极板固定。以软起动方式在 30 s 内从 0 V 升到规定的电压，电泳 2.5 min。
- c) 试验刀片为 5 枚。
- d) 电泳涂装后的刀片用水洗净，按涂料规定的条件烘干。
- e) 涂膜厚度应为 $20\ \mu\text{m} \pm 2\ \mu\text{m}$ 。
- f) 将烘干后的刀片固定在刀片架上，保持刀刃向上，刀片间距 10 mm 以上。
- g) 根据供需双方商定的试验时间（或 168 h）按 GB/T 1771 的规定进行盐雾试验。
- h) 168 h 后，取出用水冲洗干净。

H.4 结果评价

实验结果按下列方法评价：

- a) 用 4 倍的放大镜观察刀片刀刃的锈蚀、起泡个数，刀片两端 5 mm 不作评价对象；
- b) 5 枚刀片的锈点平均数小于 100 为合格。

附 录 I (规范性附录)

阴极电泳涂料性能测定方法——电泳涂膜干燥性的测定

I.1 擦拭法

I.1.1 擦拭法试验仪器、材料

擦拭法涂膜干燥性的测定仪器及材料：

- a) 脱脂棉球；
- b) 甲基异丁基酮；
- c) 镊子。

I.1.2 操作步骤

工件在电泳涂装后，烘干并冷却至常温。用镊子夹起脱脂棉球浸渍甲基异丁基酮，在该工件表面上进行擦拭，施加压力约 9.8 N，往复擦拭距离 5 cm 为 1 次，共 10 次。检查脱脂棉球有否粘色，被擦拭表面干燥后与未擦拭表面比较有否失光。

I.1.3 结果评价

用肉眼在自然光线下观察被测试板或零件漆膜表面失光、变色情况及脱脂棉球上污染程度，并对照表 I.1 所列状态判定漆膜的干燥等级，与涂装产品的标准规定确定涂膜的干燥性能合格与否。

表 I.1 擦拭法干燥性等级评价

干燥性等级	判 定
5	漆膜无失光变色现象，脱脂棉球无污染
4	漆膜略有失光，脱脂棉球轻微污染
3	漆膜严重失光，脱脂棉球污染
2	漆膜严重失光软化，脱脂棉球显著污染
1	漆膜脱落，脱脂棉球严重污染

一般以脱脂棉球未粘色、被擦拭表面无失光的 5 级为合格，4 级为基本合格，低于 4 级为不合格。

I.2 Gel 分率法

I.2.1 概述

Gel 分率，指经过固化后的电泳涂膜，浸入规定的混合溶剂中一定时间后，电泳涂膜的质量与浸入溶剂前的电泳涂膜的质量比。

I.2.2 试验仪器、材料

Gel 分率法测定仪器及材料：

- a) 分析天平，感量 0.1 mg；

- b) 磷化钢板;
- c) 电热鼓风干燥箱, 精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- d) 混合溶剂, 甲醇: 丙酮=1:1 (体积分数) (化学纯)。

I.2.3 操作步骤

将磷化钢板在 $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下烘 15 min 冷却后称重 (m_1), 按规定条件进行电泳涂装。

将样板在产品规定的固化条件下烘干, 冷却后称重 (m_2), 然后将样板完全浸入混合溶液中 24 h, 取出样板用滤纸擦干, 漆膜应无起泡、剥落、发粘、明显变色、明显失光等现象。将样板在 $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下烘 1 h, 冷却后称重 (m_3)。

I.2.4 计算

Gel 分率计算按式 (I.1):

$$\text{Gel分率} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{I.1})$$

式中:

m_3 ——样板浸泡溶剂后在 $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下烘 1 h 后的质量, 单位为克 (g);

m_1 ——磷化样板的质量, 单位为克 (g);

m_2 ——样板在固化条件下烘干后的质量, 单位为克 (g)。

结果取两次平行测定的算术平均值, 平行测定的相对偏差应不大于 3%。

附 录 J

(资料性附录)

典型阴极电泳的施工及管理工艺

J.1 典型阴极电泳涂装工序控制 (见表 J.1)

表 J.1 典型阴极电泳涂装工序控制

工 序	管 理 条 件	控 制 范 围
电泳	槽液温度 $^{\circ}\text{C}$	涂料品种规定的范围内
	每段电压 V	涂料品种规定的范围内
	每段电流值 (max) A	涂料品种规定的范围内
	电泳时间 (工件全浸没的时间) min	底层涂料涂装: 2~3 装饰性涂料涂装: 视实际情况而定
	主槽与副槽液面差 cm	<5
	阳极液电导率 $\mu\text{S}/\text{cm}$	300~5 000
	阳极液状态	无混浊
	循环泵压力压差 MPa	设备设计要求
超滤 (UF)	UF 滤液透过量 L/min	设计规定指标范围内一般 $1.20 \text{ L}/\text{m}^2$ (按涂装线单位时间通过最大面积计算)
	膜件压差 MPa	设备要求的范围内 $0.13\sim0.15$
	温度 $^{\circ}\text{C}$	<30
	UF 过滤器压差 MPa	根据设备要求调整
	UF 泵压力 MPa	$0.28\sim3.00$
0 次水洗	流量 L/min	出槽 1 min 内喷雾清洗, $(1.0\sim1.2) \text{ L}/\text{m}^2$ 能够均匀地喷淋到整个工件表面
UF 水洗	多级 UF 水洗喷淋压力 MPa	0.10 ± 0.02
	过滤器压差 MPa	根据设备要求
	新鲜 UF 水洗喷淋压力 MPa	0.12 ± 0.05
	过滤器压差 MPa	根据设备要求
纯水洗	UF 滤液供给量 L/m^2	根据涂装面积定, 一般 $1.00\sim1.20$
	多级纯水洗出槽喷淋压力 MPa	0.12 ± 0.05
	过滤器压差 MPa	根据设备要求
	pH	$6.00\sim7.00$
纯水洗	新鲜纯水喷淋压力 MPa	0.1 ± 0.02
	新鲜纯水供给量 L/m^2	根据产量定, 一般 $1.00\sim1.20$
沥水	自然滴干	
烘干	分段设定温度 $^{\circ}\text{C}$	涂料品种要求的设定值
	清扫频率	根据实际情况

J.2 阴极电泳涂装线的维护及管理

J.2.1 每天应按照设备的运转要求进行设备点检（具体要求根据设备情况而定）。

J.2.2 每天应对电泳涂装线进行目视检查（见表 J.2）。

表 J.2 电泳涂装线的目视管理

序号	检查项目	异常状态	原 因	检查频次
1	电泳槽液面的流动	液面流动速度慢，泡沫难消除	①循环泵入口堵塞 ②滤芯堵塞 ③槽底喷嘴堵塞	2 次/日
2	UF 水洗线的发泡状态	泡沫溢出水洗线	①喷嘴水压过高 ②水洗槽的液面过高	2 次/日
3	UF 液的混浊度	滤液颜色混浊	UF 管发生了破损	2 次/日
		在流量计上附着有白色结晶	在滤液中有碳酸铅	
4	阳极液的混浊度	阳极液颜色混浊	隔膜破损	2 次/日
		隔膜电极内或液槽内浮有白色藻类	阳极液中有细菌	
5	涂膜状态	缩孔	①在涂装前或涂装后，附着有油或杂质 ②在涂装中附着了气泡 ③硅酮污染	随时
		有颗粒	①在涂装前或涂装后粘有灰尘 ②在涂装前粘有化学物质残渣 ③粘有涂料中的凝聚物	
		发生二次流挂	①水洗水涂料浓度太高 ②水洗效果不良	
		产生杂质	①化学处理后水洗不良 ②附着有从传送链、吊具上落下的污染物 ③烘房内污染	
6	干燥后的涂膜颜色	有光泽，微发白	干燥不完全	2 次/日
		光泽过低，发黄	烘烤过度	

J.3 产品涂膜检查（见表 J.3）

表 J.3 产品涂膜检查项目

检测项目	控制指标	检测方法	检查频次
涂膜外观	平整、光滑、完整、无异常	目测	随时
涂膜膜厚	控制指标根据被涂工件的要求而定	GB/T 13452.2	2 次/日
随线样板划格试验	0 级	GB/T 9286	2 次/日
干燥性	优于 4 级	附录 J，擦拭法	2 次/日

附 录 K

(资料性附录)

典型阴极电泳涂装对设备的基本要求

阴极电泳涂装对设备的基本要求 (见表 K.1)。

表 K.1 阴极电泳涂装设备的基本要求

系统	具 体 要 求	
电泳槽	结构	根据工件的具体情况和输送方式考虑设计, 槽内壁要求绝缘可靠, 绝缘层干燥状态下, 击穿电压 ≥ 20 kV
	槽液循环	泵的类型: 低速双机械密封 (UF 滤液液封) 涂料循环搅拌次数: (4~6) 次/h 喷嘴: 最好是喷射型增效喷嘴 循环方式及流速: 槽底流动方向向工件入口处, 流速 >0.4 m/s, 槽液面流动方向与工件运动方向一致, 表面流动速度 >0.2 m/s
	过滤方式	过滤器型式: 芯式过滤器或袋式过滤器 过滤精度: $25\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$
电极	①隔膜构造: 保护框要作成防止颜料沉淀的结构 ②电极材质: 隔膜电极 \rightarrow 耐酸不锈钢板或棒, 推荐型号为 022Cr17Ni12Mo2 ③隔膜材质: 与电泳涂料配套的离子交换隔膜 ④阳极液流量: $6\ \text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ (m^2 为阳极面积) ⑤阳极液电导值: $300\ \mu\text{S}/\text{cm}\sim 5\ 000\ \mu\text{S}/\text{cm}$	
UF	①型号: 电泳涂料相配套的各种 UF 设备及 UF 膜 ②要设计 UF 膜反洗装置 ③超滤系统 UF 滤液透过量: 根据产量、工件形状、槽液浓度、对 UF 水的要求等条件来计算, 降至 70% 时应清洗 UF 装置 ④超滤液中含固体份及外观: $\leq 0.5\%$ 固体份的黄色透明液体	
通电条件	①通电方式: 复杂工件最好是全浸式两段通电 ②整流器: 波动率: 5% 以内 ③极比: 阳极/阴极为 $1/4\sim 1/6$ ④极间距离: 最低 20 cm ⑤备用电源: 可保证电泳涂料循环搅拌, 超滤系统和纯水装置正常运行	
UF 水洗	①回收段数: 4 段 (喷淋 \rightarrow 浸洗 \rightarrow 喷淋 \rightarrow 沥水), 简单工件可简化 3 段 ②防止泡沫: 槽/喷淋室一体化 喷淋压力的控制 $0.10\ \text{MPa}\sim 0.12\ \text{MPa}$ ③防止颗粒: 精密过滤精度为 $25\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$	
后水洗	①pH 调整: 为防止涂料凝集, 水洗水的 pH 值控制在 $\text{pH}=6\sim 7$ ②固体份管理: 水洗水的固体份控制在 0.1% 以下	

表 K.1 阴极电泳涂装设备的基本要求（续）

系统	具 体 要 求
烘干炉	①加热方式：最好是升温段辐射加循环风加热桥型炉 ②加热时间：升温 $\leq 10\text{ min}$ ，保温 $\leq 20\text{ min}$ （根据生产量考虑设计） ③加热温度：根据所用的电泳涂料要求达到的工件温度
输送系统	①输送链、接电悬链都要安装便于清理和足够大的集油盘 ②输送方式：可选用间歇式和连续通过式两种
加料系统	①非中和型双组分低粘度涂料，经搅拌后直接入槽（颜料浆要在原桶内搅拌均匀，再稀释后加入辅助槽） ②中和型单组分高粘度涂料先与槽液混合成 30%~40%固体份的漆液，搅拌均匀后再加入辅助槽中
其他	①磷化过的工件必须全湿或全干状态进入电泳槽 ②磷化与电泳之间的储存链、转移链及传送链应设封闭通道，以防止空气中灰尘和油的污染 ③电泳系统必须使用不含硅的特殊润滑剂和不引发缩孔的化学品

附 录 L
(资料性附录)

阴极电泳涂膜缺陷原因分析及对策措施

电泳涂膜常见缺陷的主要原因及对策措施见表 L.1。

表 L.1 阴极电泳涂膜缺陷原因分析及对策措施表

缺陷	现 象	主 要 原 因	对 策 措 施
缩孔 凹陷	涂膜上有轻微的凹陷， 可见到底材或没有露出 底材，部分凹陷处有颗粒	①被涂物脱脂不充分 ②吹风用压缩空气污染 ③槽液涂料有油、灰尘、异物混入 ④涂膜流平性不好	①加强脱脂 ②加强压缩空气过滤 ③避免异物混入 ④改善涂膜热流动性
针孔	在涂膜上有针穴样尖 锐凹陷，露出底材	①被涂物的表面有锈或处理不良 ②涂料的质量劣化 ③混入杂离子	①改善前处理 ②调整涂料，改善质量 ③排放超滤液
颗粒	涂膜表面上或涂膜中 有异物现象	①混入异物，落下垃圾 ②颜料分散不好 ③附着凝聚物	①清理吊具等 ②调整涂料 ③加强前处理水洗
	前处理带入的钠离子 在涂膜中异常析出，鼓包	钠离子附着在前处理表面上，此处电流集中 引起颗粒	加强前处理水洗
	镀锌层的打磨面上有 尖锐颗粒	镀锌钢板面打磨出现凹凸不平状态，涂料在析 出时引起尖锐颗粒	避免打磨镀锌板
桔皮	涂膜表面形成像桔子表 皮一样连续的麻脸状态	涂膜流平性不好	调整槽液涂料
水滴 痕迹	涂膜有水滴残迹，严重 时，形成起泡状态	①水洗水污染，水洗不充分 ②沥水不充分，挂具上滴水	①更新水洗水，加强水洗 ②充分沥水、消除挂具滴水
涂料 痕迹	涂膜表面的涂料残迹	①水洗水污染，水洗不充分；电泳后，至水洗 的时间过长 ②0 次水洗喷雾氛围温度高，从缝隙部分流下 涂料，UF 液固体份高	①更新水洗水，加强水洗 ②加强 0 次水洗
处理 斑点	表面处理不均匀的状态，在涂膜表面上原原本 本地出现，其光泽、施工 性不好	①结晶粒子不同 ②生成磷化膜不完全 ③脱脂至水洗时间太长，水蒸发留下碱斑	①调整前处理 ②保证磷化质量 ③工序间加喷湿装置
白斑 黑斑	涂膜的一部分有白或 黑的斑点（也叫“发花” “顽癣”）	多在表面处理异常的情况下，特别是带电入槽 时容易产生 湿膜的电阻大时容易产生	调整槽液，降低电流密度
色斑	颜色不均一，涂膜颜色 有斑点	①涂料质量劣化 ②颜料分散不好 ③电泳后，至水洗时间过长	①调整槽液涂料 ②调整槽液涂料 ③调整工艺设备

表 L.1 阴极电泳涂膜缺陷原因分析及对策措施表（续）

缺陷	现 象	主 要 原 因	对 策 措 施
杂质	前处理液的浓缩物或水洗不良部分（污点），电泳出现凹面	前处理水洗不充分，从输送链上落下污物（前处理-电泳之间），最终水洗水的水质不好	加强前处理最终水洗，清理接油盘。防止污物从输送链上落下
斑马纹	在带电入槽时，膜厚不均一，形成段状的涂膜，严重时，针孔形成线状	①湿膜的电阻大 ②入槽处电流密度高 ③烘烤时涂料流动性小 ④输送链停止时或脉动时入槽处液面有气泡	①调整涂料，降低灰份 ②调整入槽处阳极分布 ③改善涂料热流动性保证设备正常运转 ④提高槽液面流速
再溶解	电泳涂膜在槽中或水洗中，一部分溶解，在涂膜上形成层次差别，存在没有光泽的情况	①由于输送链停止等情况，析出膜在槽液中停止时发生 ②水洗水的水压高时 ③水洗水的 pH 值及溶剂含量异常时	①保证设备正常运转 ②降低水洗压力 ③调整水洗水 pH 值及溶剂量
异常附着	有油、异种金属的情况下，部分涂膜异常析出，呈泡泡糖状	①有油附着，焊缝处磷化药品未洗干净 ②异种金属 ③被涂物与电极距离过近，电压过高 ④槽内搅拌不均匀，很弱	①加强水洗 ②加强脱脂 ③调整阳极分布 ④加强槽内搅拌
起皱	涂膜的一部分或全部产生凹凸不平状，平滑性不好	涂膜较厚的部分比较容易生成皱纹	调整阳极分布，避免膜厚不均
黑污渍	涂膜的一部分呈黑污渍状态，黑渍部分多诱发表面粗糙	表面处理不均匀；污物附着；磷化膜致密，电流析出慢的情况下，铁、锌离子在涂膜中溶出黑的污迹	调整前处理
水洗剥离	水洗时，涂膜的一部分发生剥离	①前处理的钙离子浓度高，前处理板面附着杂质，涂膜析出迟，有金属溶出 ②水洗压力高	①调整前处理 ②降低水洗压力
泳透力低	复杂工件内部漆膜薄甚至不上漆	①槽液及供漆泳透力低 ②施工电压偏低 ③槽液固体份低 ④槽液循环不正常	①提高供应漆的泳透力要求 ②调整施工电压 ③提高槽液固体份 ④调整搅拌状态
涂膜太薄	涂膜厚度达不到标准要求	①电压偏低 ②导电不良 ③槽液温度低 ④槽液固体份低 ⑤助溶剂含量低	①提高电压 ②检查挂具及接电系统 ③调整温度至工艺范围 ④补加涂料 ⑤补加助溶剂

中 华 人 民 共 和 国
机械行业标准
阴极电泳涂装通用技术规范
JB/T 10242—2013

*

机械工业出版社出版发行
北京市百万庄大街 22 号
邮政编码：100037

*

210mm×297mm·2 印张·57 千字
2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
定价：30.00 元

*

书号：15111·11772
网址：<http://www.cmpbook.com>
编辑部电话：（010）88379778
直销中心电话：（010）88379693
封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究