



中国汽车工程学会标准

T/CSAE × × —2017

汽车涂层耐紫外线 穿透性能测试及评价方法

Test and evaluation method for UV penetration resistance of automotive coatings

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

× × × × — × × — × × 发布

× × × × — × × — × × 实施

中国汽车工程学会 发布

由中国汽车工程学会发布的本标准，旨在提升产品研发、制造等的水平。标准的采用完全自愿，其对于任何特定用途的可用性和适用性，包括可能的其他风险，由采用者自行负责。

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 日光紫外辐射	1
3.2 紫外线穿透性	1
3.3 石英载玻片	1
3.4 积分球	2
4 试验原理	2
5 试验仪器和设备	2
5.1 测试样品所附着的底材：石英载玻片、聚丙烯板、Tedlar 聚氟乙烯膜	
5.2 烘箱：室温+ 5℃~ 300℃，精度 ±2℃	2
5.3 磁性膜厚仪：精度 0.1 μm	2
5.4 高度差膜厚仪：精度 0.1 μm	2
5.5 紫外-可见分光光度计	2
6 试验步骤	3
6.1 方法 A（剥离制膜法）	3
6.1.1 涂膜制备	3
6.1.2 涂膜膜厚测定	4
6.1.3 穿透率检测	4
6.1.4 数据分析	4
6.2 方法 B（石英载玻片制膜法）	4
6.2.1 涂膜制备	4
6.2.2 涂膜膜厚测定	5
6.2.3 穿透率检测	5
6.2.4 涂膜厚度再次确认	5
6.2.5 数据分析	5
7 评价方法	6
8 试验报告	6
附录 A 汽车涂层耐紫外线穿透性能的评价标准	7
附录 B 汽车涂装工艺简述及不同评价标准的参考涂装工艺	8
1 3C2B 工艺	8
2 紧凑型工艺	8

3	3C1B 工艺.....	8
4	1C1B 工艺.....	8
5	2C1B 工艺.....	8
6	不同评价标准等级的参考涂装工艺.....	8

图 1	积分球.....	2
图 2	紫外－可见分光光度计	3
图 3	剥离制膜法示意图	3
图 4	石英载玻片制膜法示意图	5
表 A.1	不同等级各个波段控制要求	7
图 A.1	参考标准曲线	7

前 言

本规范由中国汽车工程学会汽车防腐蚀老化分会提出。

本规范由中国汽车工程学会批准。

本规范由中国汽车工程学会归口。

本规范起草单位：安徽江淮汽车集团股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、浙江众泰汽车制造有限公司、上海汽车集团股份有限公司、PPG 涂料（天津）有限公司、巴斯夫上海涂料有限公司、湖南湘江关西涂料有限公司、宝钢股份技术中心、重庆长安汽车股份有限公司、一汽大众汽车有限公司、华晨汽车集团控股有限公司、上海涂料研究所、安捷伦科技（中国）有限公司、中国电器科学研究院有限公司、艾仕德涂料系统（上海）有限公司、美国 Q-Lab 公司上海代表处、武进晨光金属涂料、杭州库德表面处理技术有限公司、阿克苏诺贝尔（中国）投资有限公司、华测检测认证集团股份。

本规范主要起草人：邢汶平、王纳新、张馨月、王福才、侯黎、付长城、吴吉霞、向丽琴、葛菲、苏琴、王玫玫、譙朝晖、王浩、李婷婷、张岳、闫福成、唐媛、张晓东、张恒、岳晓峰、王俊、刘翔、赵晓宏、蒋龙平、皮沁、罗川、金锋

本规范于 2017 年 XX 月首次发布。

汽车涂层耐紫外线穿透性能测试及评价方法

1 范围

本标准规定了汽车车身的单涂层或者复合涂层的耐紫外线穿透性能的测试及评价方法。

本标准适用于汽车车身涂装工艺的工艺验证和材料开发过程，其它对紫外线穿透性有要求的涂层的耐紫外线穿透性能的测试和评价过程亦可参照。

本标准适用于汽车企业根据所确定的汽车涂层耐紫外线穿透性能标准要求确定最佳的涂膜施工厚度或涂层结构等。

2 规范性引用文件

下列标准对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改（不包括勘误内容）或修订版均不适用于本规范，但鼓励根据本规范达成协议的各方研究使用这些文件最新版本的可能性。

GB/T 1727 漆膜一般制备法

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料取样

GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

JJG 178 紫外、可见、近红外分光光度计检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 日光紫外辐射

紫外线波长范围为 290 nm ~ 400 nm 电磁辐射。

3.2 紫外线穿透性

使用紫外 - 可见分光光度计配合积分球附件测定在紫外线波长为 290 nm~400 nm 电磁辐射及 401 nm~550 nm 日光电磁辐射范围内的穿透率。

3.3 石英载玻片

石英载玻片是由石英玻璃切割磨制而成，它在紫外到红外的整个光谱波段内都有很好的透光性能：其紫外区最大光线透过率可达 80% 以上，可见光区光线透过率可达 93% 以上。试验石英玻璃片厚度要求为 1 mm ~ 3 mm。

3.4 积分球

为中空球，内表面涂有硫酸钡等高反射的漫反射涂层，带有光电检测器，积分球的总开孔面积不超过积分球内表面积 10%。

4 试验原理

紫外 - 可见分光光度计光源发出的复色光经单色器分光以后变成单色光，仪器在扫描样品的过程中，不同波长的单色光依次照射到样品上，检测器检测穿透过来的光强度，得到样品的穿透率曲线。

由于涂膜样品不是完全透明均匀的，光透过样品有较多散射成分，所以需要紫外 - 可见分光光度计配置积分球附件，把所有角度散射过来的光都收集起来检测。

在测试的时候，将样品置于积分球的透射口，积分球的反射口放置高反射率的白板，把直接穿透过来的光反射回球体里面。

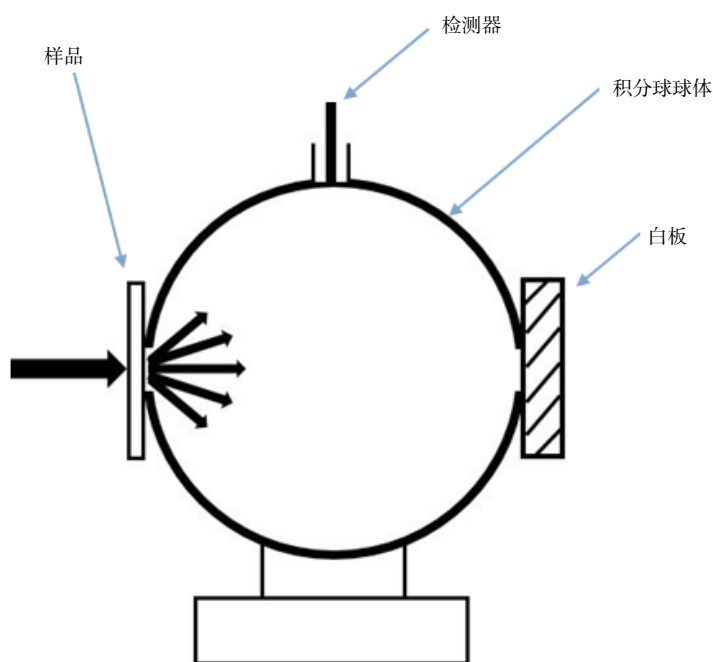


图 1 积分球

5 试验仪器和设备

- 5.1 测试样品所附着的底材：石英载玻片、聚丙烯板、Tedlar 聚氟乙烯膜
- 5.2 烘箱：室温 + 5℃ ~ 300℃，精度 ± 2℃
- 5.3 磁性膜厚仪：精度 0.1 μm
- 5.4 高度差膜厚仪：精度 0.1 μm
- 5.5 紫外 - 可见分光光度计

紫外 - 可见分光光度计见图 2，需满足 JJG 178 紫外、可见、近红外分光光度计检定规程 II 级要求，仪器需带积分球。

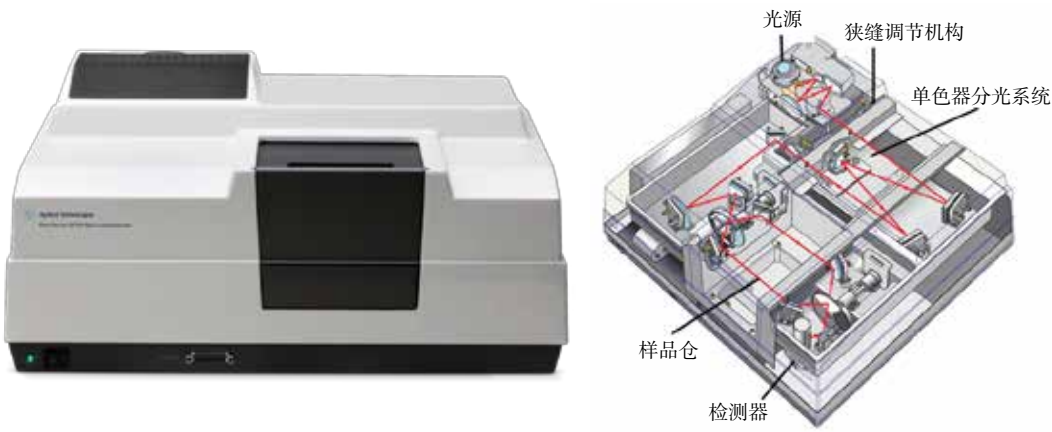


图 2 紫外 - 可见分光光度计

6 试验步骤

6.1 方法 A（剥离制膜法）

6.1.1 涂膜制备

- 1) 涂料准备：按涂料产品说明书所规定的条件进行样品准备和稀释，调整涂料粘度到施工粘度，取样参照 GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料取样；
- 2) 试板准备：将聚丙烯板或 Tedlar 聚氟乙烯膜粘贴在马口铁板中间，并在一侧附近的马口铁板上贴上胶带纸（测量膜厚用）；

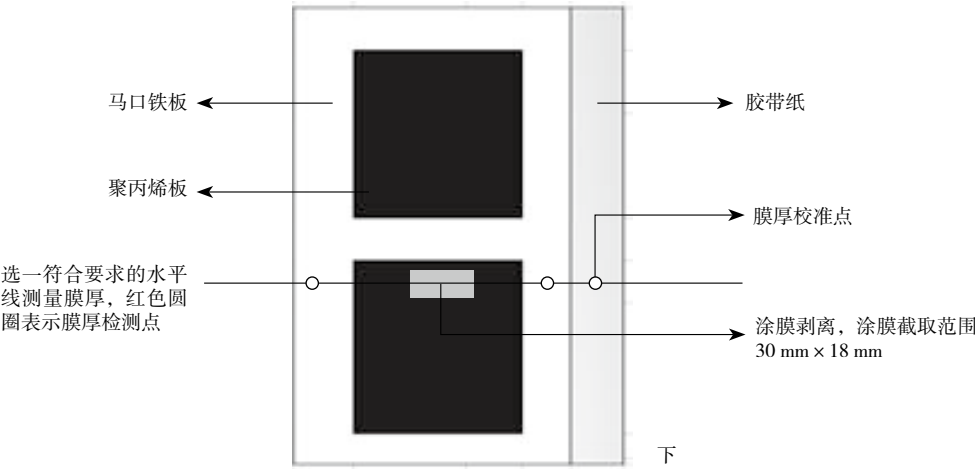


图 3 剥离制膜法示意图

3) 参照 GB/T 1727 漆膜一般制备法制备漆膜。将粘贴在马口铁板上的聚丙烯板或 Tedlar 聚氟乙烯膜,以手工正常喷涂或以设置好参数的机器人自动喷涂待测量的涂料样品,按从上到下膜厚递增的原则,以获得不同膜厚下的涂膜。如是水性涂料则经预烘干(一般 80℃ /10 min)后,再将试板放入烘箱中按涂料的烘干窗口(一般 140℃ /30 min)进行烘烤,冷却后待用。如若制备复合涂层的涂膜试片,按照规定的工艺条件闪干或烘干后再进行下一道涂层的喷涂,最终完全烘干待用。如果喷涂梯度膜厚超过正常施工范围,调整烘干温度及烘干时间;

6.1.2 涂膜膜厚测定

1) 涂膜膜厚初步测定:除去马口铁板上的胶带纸,用露出的马口铁板作为基材校准膜厚仪后,测量马口铁板上涂膜的膜厚作为对应水平线上的聚丙烯板或 Tedlar 聚氟乙烯膜上的涂膜厚度。马口铁板两侧涂膜膜厚差异需严格控制,膜厚在 15 μm 以内的(含 15 μm),两侧涂膜厚度差异应控制在 1 μm 之内;膜厚在 15 μm 以上的,两侧涂膜厚度差异应控制在 2 μm 之内,则视为合格涂膜可用于紫外线穿透率检测;

2) 涂膜剥离:用小刀将聚丙烯板或 Tedlar 聚氟乙烯膜上的涂膜划破,并将涂膜沿水平方向小心从聚丙烯板或 Tedlar 聚氟乙烯膜上剥离下来,避免涂膜被拉伸;

3) 涂膜厚度确认:再次以马口铁板为基材校准膜厚仪,将剥离好的涂膜试片平整的放置在马口板上,覆盖透明塑料膜进行膜厚测定,测量方法按 GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定进行测定。同一涂膜试片平行测量三次膜厚,膜厚差异在 1 μm 之内,则紫外线穿透率检测数据有效。

6.1.3 穿透率检测

1) 涂膜试片试验前需进行状态调节,除另有规定,一般需参照 GB/T 9278 的规定在温度 (23 ± 2)℃ 和相对湿度 (50 ± 5) % 环境下调节至少 16 h。

2) 测试前,紫外-可见分光光度计需预热 30 min。

3) 设备参数设置建议:测量波长范围为 290 nm ~ 550 nm,数据采集间隔为 1 nm,狭缝宽度不大于 2 nm,时间不小于 0.5 s;

4) 积分球的反射口放置高反射的白板,底材置于积分球的透射口,扫描基线,空白样测量走完基线后,将底材换成待测试的样品,扫描样品的穿透率曲线,同一涂膜进行 3 轮测试,观察其重现性。

5) 涂膜试片完成测试并保存数据,穿透率数据保留小数点后三位。取出涂膜试片,关闭仪器。

6.1.4 数据分析

1) 将所确定的耐紫外线穿透率的评价标准输入到电脑内,形成标准曲线,将测试的涂膜试片的光线穿透率曲线与标准曲线进行比较和分析,判定该涂膜试片的耐紫外线穿透性能等级。

2) 测试的涂膜试片的膜厚采用 6.1.2 测定的数据进行分析。

6.2 方法 B (石英载玻片制膜法)

6.2.1 涂膜制备

1) 涂料准备:按涂料产品说明书所规定的条件进行样品准备和稀释,调整涂料粘度到施工

粘度；

2) 试板准备：将石英载玻片粘贴在马口铁板中间，并在载玻片一侧附近的马口铁板上贴上胶带纸（测量膜厚用）。

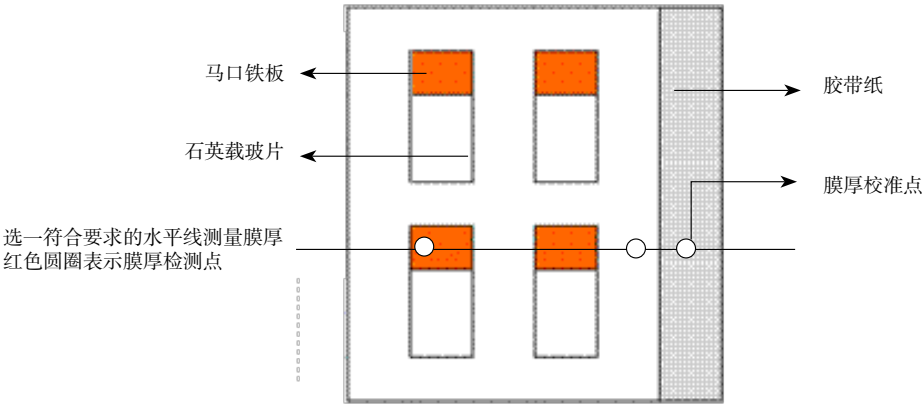


图 4 石英载玻片制膜法示意图

3) 参照 GB/T 1727 漆膜一般制备法制备漆膜。以手工正常喷涂或以设置好参数的机器人自动喷涂待测量的涂料，按从上到下膜厚递增的原则，以获得不同膜厚下的涂膜。如是水性涂料则经预烘干（一般 80℃ /10 min）后，将试板放入烘箱中按涂料的烘干窗口（一般 140℃ /30 min）进行烘烤，冷却后待用。如若制备复合涂层的涂膜试片，按照规定的工艺条件闪干或烘干后再进行下一道涂层的喷涂，最终完全烘干待用。如果喷涂梯度膜厚超过正常施工范围，调整烘干温度及烘干时间；

6.2.2 涂膜膜厚测定

涂膜膜厚初步测定：除去马口铁板上的胶带纸，用露出的马口铁板作为基材校准膜厚仪后，在马口铁板上测量涂膜的膜厚作为对应石英载玻片上涂膜的厚度。马口铁板两侧涂膜膜厚差异需严格控制，膜厚在 15 μm 以内的（含 15 μm），两侧涂膜厚度差异应控制在 1 μm 之内，膜厚在 15 μm 以上的，两侧涂膜厚度差异应控制在 2 μm 之内，则视为合格涂膜，可用于紫外线穿透率检测。

6.2.3 穿透率检测

穿透率检测过程同 6.1.3 进行检测。

6.2.4 涂膜厚度再次确认

将石英载玻片上穿透率测试区域的涂膜局部进行破坏以露出载玻片基材，利用高度差法测定石英载玻片上的涂膜厚度，同一载玻片穿透率测试区域的涂膜厚度平行测量三次，膜厚差异在 1 μm 之内，则紫外线穿透率检测数据有效。

6.2.5 数据分析

1) 将所确定的耐紫外线穿透率评价标准输入到电脑内，形成标准曲线，将测试的涂膜试片的

光线穿透率曲线与标准曲线进行比较和分析，判定该涂膜试片的耐紫外线穿透性能等级。

2) 测试的涂膜试片的膜厚采用 6.2.4 测定的数据进行分析。

7 评价方法

评价方法可由汽车厂和涂料供应商根据涂装工艺特点、涂膜组成及膜厚情况，自行商定涂膜在 290–380 nm、381–400 nm、401–430 nm、431–470 nm、471–500 nm 和 501–550 nm 六个波段范围内或更长的波段范围内，光线透过率的控制指标，也可参考附录 A 中的汽车涂层耐紫外线穿透性能的评价标准对紫外线穿透率检测数据进行评价。采用附录 A 的评价标准时，汽车厂商和涂料供应商可根据涂装工艺特点自行约定测试涂膜的膜厚及涂层结构。

8 试验报告

试验报告应至少包括下列内容：

- 1) 对样品的描述；
- 2) 涂膜制备方法及厚度；
- 3) 试验的结果及平行试样的结果；
- 4) 任何在试验过程中可观察到的不同寻常的特征；
- 5) 试验日期；
- 6) 试验人员；
- 7) 任何偏离本标准的情况。

附录 A
(资料性附录)
汽车涂层耐紫外线穿透性能的评价标准

分为 5 个等级，由高到底从 1 级到 5 级，每个等级各个波段的控制要求见表 A.1，其对应的标准曲线如图 A.1 所示。

表 A.1 不同等级各个波段控制要求

波长范围 (nm) 控制要求	290-380	381-400	401-430	431-470	471-500	501-550
1级	≤0.02	≤0.02	≤0.05	≤0.25	≤0.5	≤1.0
2级	≤0.1	≤0.1	≤0.5	≤1.5	≤2	≤4.0
3级	≤0.1	≤0.5	≤1.0	≤2.0	≤5	---
4级	≤0.5	≤1.0	≤3.0	≤8.0	≤10.0	---
5级*	≤1.0	≤2.0	≤12.0	≤15.0	≤20.0	---

• 表示：适用于车身内表面日照较少的区域，如车门内表面、前后盖内表面等区域。附录 B

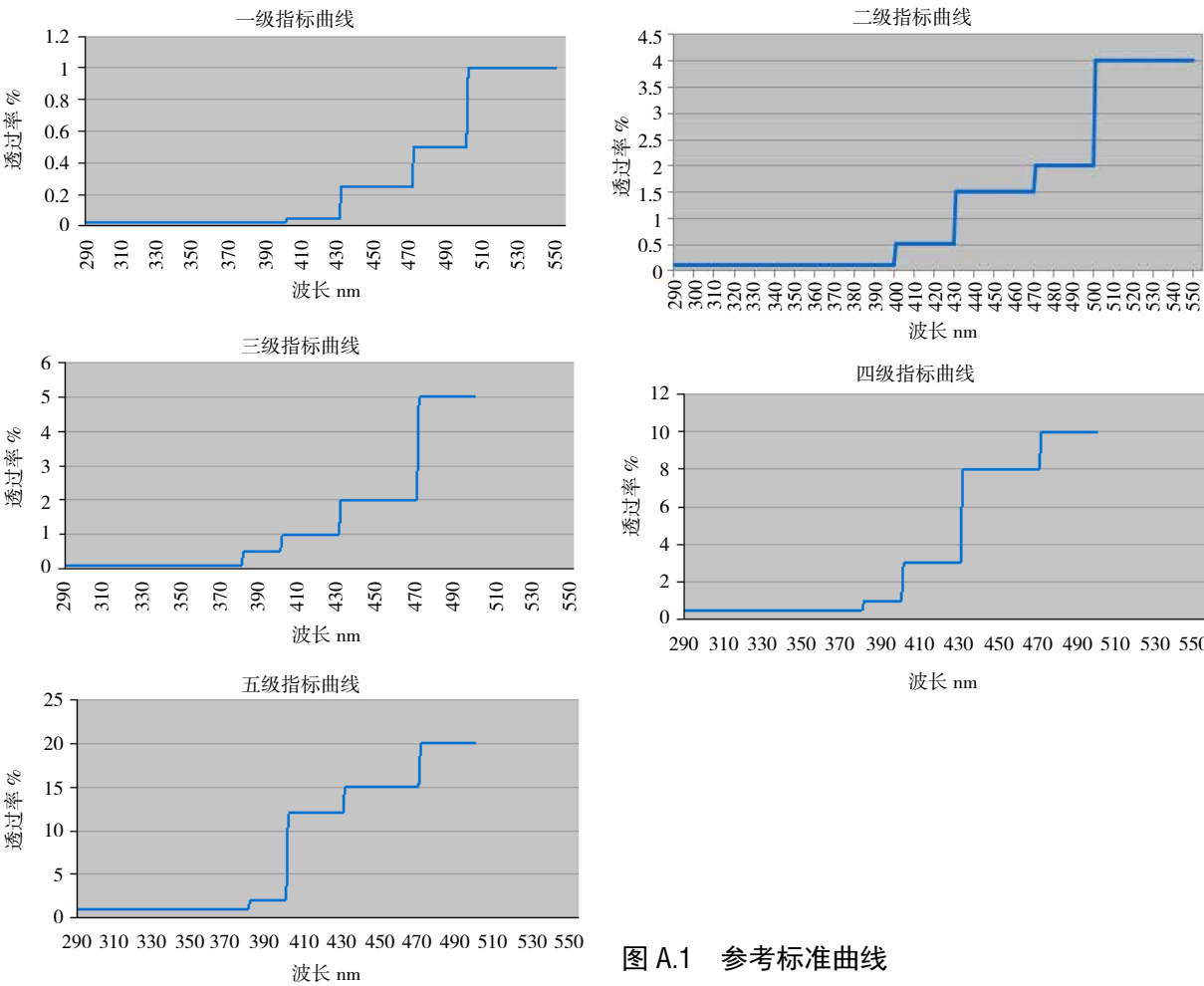


图 A.1 参考标准曲线

(资料性附录)

汽车涂装工艺简述及不同评价标准的参考涂装工艺

1 3C2B 工艺

将中涂 + 色漆 + 清漆称为 3C，中涂烘干及面漆烘干称为 2B，3C2B 涂装工艺为：前处理→电泳→电泳烘干→电泳打磨→涂胶（→胶烘干）→中涂（→预烘干）→中涂烘干→面漆（→预烘干）→清漆→面漆烘干→检查。

2 紧凑型工艺

紧凑型涂装工艺，在传统工艺的基础上取消了中涂及中涂烘干，以喷涂二道面漆层（分别用 BC1、BC2 表示）达到中涂 + 面漆的效果，在保证涂膜质量的前提下，实现了缩短工艺流程。紧凑型工艺流程为：前处理→电泳→电泳烘干→电泳打磨→涂胶→胶预烘干→面漆 BC1→面漆 BC2（→预烘干）→清漆→面漆烘干→检查。

3 3C1B 工艺

中涂面漆湿碰湿工艺，在电泳漆涂层上以“湿碰湿”的方式喷涂中涂、金属色漆和清漆，并一次性烘干的工艺，3C1B 涂装工艺为：前处理→电泳→电泳烘干→电泳打磨→涂胶→胶预烘干→中涂（→预烘干）→面漆（→预烘干）→清漆→面漆烘干→检查。

4 1C1B 工艺

1C1B 工艺为电泳涂层上喷涂一道面漆涂层的工艺，仅有面漆涂层，工艺流程为：前处理→电泳→电泳烘干→电泳打磨→涂胶→单涂层面漆（→预烘干）→面漆烘干→检查。

5 2C1B 工艺

2C1B 工艺为在电泳涂层上以“湿碰湿”的方式喷涂色漆和清漆并一次性烘干的工艺，工艺流程为：前处理→电泳→电泳烘干→电泳打磨→面漆（金属色漆或实色漆）（→预烘干）→清漆→面漆烘干→检查。

6 不同评价标准等级的参考涂装工艺

1 级、2 级、3 级参考工艺为：3C2B 工艺 / 紧凑型工艺 / 3C1B 工艺 / 1C1B 工艺等涂装工艺。

4 级、5 级参考工艺为：2C1B 工艺 / 1C1B 工艺或 3C2B 工艺、紧凑型工艺、3C1B 工艺省去部分涂层的涂装工艺。