塑料涂装标准及检测方法

作　者：张洪强，阳克付，李国波（奇瑞汽车股份有限公司，安徽芜湖 241009）

摘　要：本文主要阐述塑料件涂装工艺流程与涂装标准，并列举涂装塑料件一些缺陷及定义，以及根据不同检验项目与性能要求制定检验、检测方法。

关键词：塑料；基本性能；涂装标准；检测方法；缺陷

0 前言

汽车要省油，就要轻量化，塑料制品替代金属将会是一种很好的选择；各种各样的塑料产品在汽车上的应用，在全世界必然呈增长趋势。塑料因其质量轻、耐腐蚀性优越、传热导电性差以及易压制成形状复杂的器件等特点，在产品结构上可代替部分有色金属和轻金属。为了消除塑料表面的压制印迹及色泽不均，提高塑料件的外观装饰效果，需要对塑料表面进行涂装处理，在涂料制品上喷涂各种颜色的面漆，塑料涂装工艺不仅可以提高其外观，又可以延长塑料的使用寿命。为此，就必须制定不同的涂装工艺流程与涂装标准，以及根据不同检验项目与性能要求制定检验、检测方法，来满足顾客对质量的高标准要求。

1 塑料的定义及基本性能

塑料是以合成树脂或天然树脂为基础原料，加入（或不加）各种助剂、增强材料或填料，在一定温度、压力下，加工塑制成型或交联固化成型而得到的固体材料或制品。

塑料的优良性能主要是：

（1）塑料质轻、比强度高：一般塑料的密度都在0.9～2.3g／cm^{3}之间，只有钢铁的1／8～1／4、铝的1／2左右；按单位质量计算的强度称为比强度，有些增强塑料的比强度接近甚至超过钢材。

（2）电绝缘性能好：几乎所有的塑料都具有优异的电绝缘性能，如极小的介电损耗和优良的耐电弧特性，这些性能可与陶瓷相媲美。

（3）化学稳定性能高：一般塑料对酸碱等化学品具有良好的耐腐蚀能力，特别是聚四氟乙烯的耐化学腐蚀性能比黄金还要好，甚至能耐“王水”等强腐蚀性电解质的腐蚀，有“塑料王”之称。

（4）减磨、耐磨性能好：大多数塑料具有优良的减磨、耐磨和自润滑特性。许多工程塑料制造的耐磨擦零件就是利用塑料的这些特性，在耐磨塑料中加入某些固体润滑剂和填料，可降低其磨擦系数或进一步提高其耐磨性能。

（5）透光及防护性能突出：多数塑料都可以制作成为透明或半透明制品，其中聚苯乙烯和丙烯酸酯类塑料制品像玻璃一样透明。有机玻璃化学名称为聚甲基丙烯酸甲酯，可用于航空玻璃材料。聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等塑料薄膜具有良好的透光和保暖性能，已大量用于农用薄膜。因塑料制品具有良好的防护性能，常用作防护包装用品，如塑料薄膜、箱、桶、瓶等。

（6）减震、消音性能优良：某些塑料有良好的柔韧性和弹性，当受到外界频繁的机械冲击和振动时，内部产生粘性内耗，将机械能转变成热能；因此工程上用于减震消音材料。例如，用工程塑料制成的轴承和齿轮可降低噪音，各种泡沫塑料更是广泛使用的优良减震消音材料。

2 塑料件涂装标准工艺流程

2.1 塑料件涂装前表面处理技术

塑料制品因其成分的不同，种类繁多；但其大部分塑料制品都存在极性小、结晶性大、表面张力小、润湿性差等特点；为提高涂料对塑料的附着力，改善塑料涂层的质量，塑料制品在涂装前要进行表面处理。塑料件的预处理工艺主要有：退火→脱脂→静电除尘→湿润→粗化。

（1）退火：塑料在成型时容易形成内应力，在应力集中处容易开裂，为降低成型时产生的内应力，防止产生龟裂现象，要进行退火处理。

（2）脱脂：塑料表面有各种油污、脱模剂时必须及时除去，脱脂工艺是目前最常见的除油工艺。脱脂方法与金属类似，可用碱性水洗溶液、表面活性剂等。碱性溶液除油一般在钢铁槽中进行，温度控制在

50～80℃之间，一般情况下温度越高则除油速度越快，但温度过高会使表面活性剂本身分解，影响除油效果。对于批量生产流水线作业可采用压力喷射的施工工艺。

(3) 静电除尘：由于塑料制品是绝缘体，表面电阻一般在$10^{13}\Omega$以上，易产生静电效应，造成空气中的细小灰尘因静电作用而吸附着于塑料件表面，因而普通空气吹气法很难吹净。常用压缩空气通过静电发生装置，以达到除电、除尘效果。

(4) 湿润和粗化：比较方便的传统方法是铬酸、硫酸混合液处理法，它能使塑料表面的湿润性明显提高。用有机溶剂浸渍塑料能除去塑料表面的各种非晶态部分，使其粗糙化，以提高涂料的附着力。

2.2 塑料件涂装工艺技术

就汽车塑料件涂层功能而言，内饰件侧重于耐溶剂性，而外饰件侧重于耐水性、抗石击性、耐候性及装饰性。手工塑料件喷涂方式分手工空气喷涂和自动喷涂两种，其中手工空气喷涂是目前塑料件涂装较为广泛的喷涂方式之一；此种喷涂方式主要利用压缩空气的气流，将漆料从吸管吸入后，经喷嘴喷出，形成漆雾，从而涂布到零件表面上形成均匀漆膜的方法；自动喷涂则一般采用机器人、往复机等自动喷涂系统，但一次性投资较大，此方法适合产量较大的流水线生产。常见塑料件涂装工艺为：底漆喷涂→底漆晾干→底漆烘干→底漆打磨→面漆喷涂；下面重点介绍底漆喷涂、面漆喷涂工艺和方法。

(1) 底漆喷涂：塑料涂装用底漆包括三大类：①氯化聚烯底漆；②氯化聚烯烃与其他树脂掺合作为底漆；③以氯化聚烯烃与其他化合物或单体进行接枝共聚作底漆。它的作用是增加塑料的活性基团，提高底材与涂层之间的附着力。用于底漆的颜色多以无色或浅色为主，保证塑料制品喷涂面漆后与其他零件颜色一致。底漆施工时需喷面漆的部位膜厚应均匀一致，并保持适当膜厚，一般控制在35～40μm之间，以提高底漆与面漆之间的结合力和提高面漆外观装饰性。

(2) 面漆喷涂：面漆喷涂采用湿喷湿工艺，先喷底色漆再喷清漆；底色漆采用单组分油漆，色漆喷涂膜厚根据油漆特性的不同而分别进行控制，金属色漆膜厚一般为12～18μm，素色漆膜厚一般为25～35μm；喷漆工艺参数和底漆相同，底色漆喷涂后一般晾干5～7min后进入清漆喷漆室。喷涂时应调节好涂料出漆量、施工黏度、喷涂压力等工艺参数；黏度太低，则油漆固体分较低，易造成涂料遮盖力差、流挂、发花等缺陷；黏度过高易产生针孔；因此施工时对工艺参数必须严格控制。塑料涂装用稀释剂，其挥发速度应比汽车车身涂装用稀释剂挥发速度稍快，因为塑料件外观通常形状比较复杂，如挥发速度过慢，则表干时间会增加，涂层易流挂。

3 塑料件检测方法

塑料涂装的质量检测方法种类较多，如表1所示，可归纳为对塑料制品的外观检测和性能检测两大类。检测塑料件的外观检测，主要检测塑料件制品的颜色、鲜映性（DOI）、光泽等数据是否符合国家、行业或企业标准；塑料件的性能检测主要是对耐老化、涂层附着力、耐腐蚀等性能进行检测。下面重点对塑料件常用老化的测试方法做一简单介绍。

3.1 塑料件常用老化测试方法

塑料制品在使用、加工及贮存过程中，由于受到外界的各种因素，如光、氧、热、辐射、臭氧、雨水及细菌等的作用，引起化学结构的破坏，使原有的优良性能丧失，这种现象通称为老化。塑料老化的主要表现为外观上的变色、失光、龟裂等，物理化学性能如力学性能、电性能改变等。其老化试验大致可分为两大类：一类是自然暴露老化，一类是人工老化试验。这里分别对其进行介绍。

(1) 自然暴露老化：自然暴露老化试验是在自然环境条件下的进行老化试验。塑料常用的方法有：

① 大气暴露试验：

GB/T3681-2000(neq ISO877:1994) 塑料大气暴露试验方法；

GB/T17603-1998(等效采用ASTM D5272-1992)光解性塑料户外暴露试验方法。

② 在玻璃板过滤后的日光下间接暴露试验：

GB/T14519-1993（参照ISO877：1976）塑料在玻璃板过滤后的日光下间接暴露试验方法；

自然暴露老化试验比较接近材料的实际使用环境，依据其所做结果对材料所做的耐候性评价较为可靠，人工气候试验的结果也要通过自然老化试验来验证，因而自然老化是一个基础方法。

但自然老化试验速度慢，周期长，且受环境因素影响大，因此其应用范围有限，现在我们更多地是采用实验室人工模拟加速老化的方法。

(2) 人工老化试验：人工老化实验是指采用模拟和强化大气环境中主要因素的一种人工加速老化试验方法，可以在较短时间内获得近似常规大气暴露的结

果。这一方法模拟大气环境中的阳光辐射、温度、湿度、雨淋等条件作用的过程中发生的各种外观或性能的变化情况。

① 试验前准备：试样在试验前应按实际使用的大致条件进行状态调节，同时检查试样的外观，检测光泽、颜色等指标，并做好记录；每组样品应制备适当数量的一致性试样（一般为4个），一个留存用作标准试样，其余投入人工老化试验；所有试样应以适宜方式作永久性标志，必要时试样的的边缘涂以机械强度高的保护性涂料；试样的准备过程中，应确保漆膜表面的洁净无污物，可使用酒精进行清洁并戴一次性手套进行操作。

② 光源选择：光源选择的原则是：人工光源的光谱特性应与导致材料老化破坏最敏感的波长相近，并结合试验目的和材料的使用环境来综合考虑。

研究表明，日光的近紫外线区（300～400nm）波长范围的辐射是引起塑料老化降解的主要因素。通常紫外辐射强度增大，材料老化速率加快。因此，人工光源在紫外区的能谱分布更接近太阳在此区间的谱线，光源的模拟性则会更好。现在国际上推荐三种光源：氙弧灯、碳弧灯、荧光紫外灯。

③ 试验温度设定：试验温度的设定，应以材料使用环境最高气温为依据，通常选择在50℃左右。氙灯黑板温度的选择应以材料在使用环境中材料表面最高温度为依据，一般多选择在(63±3)℃之间。

试样辐照温度不可过高，特别是对温度敏感的材料。因为温度过高，试验结果可能不是靠光照而引起的氧老化，而是热效应的结果。因此氙灯老化时要注意防止试样过热；对于开放式碳弧灯而言，则要加强空气流动，以免温升过高。

④ 相对湿度设定：相对湿度对材料老化的影响因材料品种的不同而有所区别，相对湿度的设定应以材料在使用环境所在地年平均相对湿度为依据，通常在50%～70%范围内选择。

⑤ 降雨或凝露周期选择：降雨周期的选择以自然气候的降雨数据为依据。国际上降雨时间/不降雨时间多选18min/102min或12min/48min、3min/17min、5min/25min。但以凝露形式存在的水分对加速暴露试验可能影响更大，因此以明暗周期循环的暴露往往要规定凝露时间。

人工老化降雨采用蒸馏水或去离子水。因水质中的矿物质可能在样品表面造成污迹。

⑥ 辐照度选择：

不同种类的塑料对光谱的吸收是有选择性的，即有其特别敏感的光谱区。过高的辐照度并不一定能加速老化降解，反而可能造成意想不到的结果。因此，辐照度的选择应适宜。

表1 塑料件常见检测项目

序号	项 目	单位	性能要求	试验方法	标准号
1	颜色		标准光源灯箱内比较颜色 色差测量 金属漆：ΔE≤1.5(45°) 单色漆：ΔE≤0.8(45°)	《标准光源灯箱比色试验方法》 《油漆色差测量方法》	Q/SQR.04.380-2005 Q/SQR.04.383-2005
2	流匀度（长波）L 流匀度（短波）S	级 级	垂直 水平 ≤10 ≤4 ≤25 ≤20	《漆膜流匀度(桔皮)测定方法》	Q/SQR.04.374-2005
3	鲜映性 DOI		≥80	《漆膜流匀度(桔皮)测定方法》	Q/SQR.04.374-2005
4	光泽（20°）		(1) ≥ 85 (2) ≥ 80	《漆膜光泽试验方法》	Q/SQR.04.397-2005
5	附着力	级	0或1	《涂层附着力试验方法-划格法》	Q/SQR.04.025-2005
6	耐清洗刷的敏感性 ——残余的光泽(20°) ——光泽减少	 % %	 ≥70 ≤20	《漆膜耐擦洗测试方法》	Q/SQR.04.384 2005
7	耐高压清洗	级	0/0	用高压清洗机以一定的压力、距离、角度冲洗漆膜（有损伤或没有损伤），观察涂层脱落情况，以评定其耐高压清洗的性能。	/

序号	项　目	单位	性能要求	试验方法	标准号
8	抗石击性	级	≤2	《漆膜抗石击试验方法》	Q/SQR.04.361-2005
9	耐水性（12d） ——起泡/颜色变化 ——附着力	级 级	0 0或1	《漆膜耐水试验方法》	Q/SQR.04.065-2005
10	潮湿起泡（100h） ——起泡/颜色变化 ——附着力	级 级	0 0或1	《漆膜耐潮湿试验》	Q/SQR.04.066-2005
11	侵蚀性 —无铅汽油(10min) —柴油(10min) —发动机油（16h） —耐玻璃清洗液(16h) —临时保护产品(10min)	级 级 级 级 级	0 0 0 0 0	《漆膜耐化学介质试验方法》	Q/SQR.04.220-2005
12	耐溶剂 ——二甲苯 ——乙醇	分钟 分钟	≥3 ≥3	《漆膜耐化学介质试验方法》	Q/SQR.04.220-2005
13	耐稀硫酸性	级	≤2	《漆膜耐化学介质试验方法》	Q/SQR.04.220-2005
14	高温存放（240h） (90±2)℃ 后室温存放1 h	级 级	起泡/颜色变化:0 附着力:0或1	将试样放置在90℃热循环空气中240h后,取出试样放置在室温下1h，检查试样表面状态并测试附着力。	/
15	高温处理后，再低温存放(24h)(-40±3)℃ 后室温存放1 h	级 级	起泡/颜色变化：0 附着力：0或1	然后于-40℃的温度下放置24h，后将试样放置在室温下1h，检查试样表面状态并测试附着力。	/
16	低温冲击试验 (-40±3)℃，24 h后90N*cm	级	油漆无剥落无裂缝	用规定重的钢球从规定高度自由落体撞击在试片上，涂膜表面允许有轻微撞痕，但不应有破裂、剥离等现象。	/
17	人工加速（氙灯）老化（1000h） ——光泽度变化 ——色差 ——外观 ——附着力	 ΔE 级	≤15 ≤2（45°） 无粉化、无起泡、无裂纹等缺陷 0或1	《漆膜老化(氙灯)试验方法》	Q/SQR.04.414-2005
18	自然老化（12个月） ——光泽度变化 ——颜色变化 ——表面缺陷 ——附着力	 ΔE 级	≤15 ≤2（45°） 无粉化、无起泡、无裂纹等缺陷 0或1		

4 常见塑料件涂装涂层的附着力问题解析

涂层附着力是塑料涂装的一大难点，它受诸多因素的影响。如涂料质量，施工条件，涂层厚度，烘烤温度等都会影响漆膜附着力；就涂料自身而言，如用汽车面漆直接在塑料件表面进行涂装，附着力将会波动很大，有时会造成大批产品因附着力达不到要求而返工或报废。涂层附着力问题在白色面漆涂装中更加明显，经常出现因附着力差而导致涂装后产品成批脱漆。鉴于上述情况，需要对塑料件涂装涂层的附着力问题进行解析。

目前塑料件的材质主要有ABS（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物）、PS（聚苯乙烯）、PP（聚丙烯）、PE（聚乙烯）等。 其中ABS塑料制品的极性较大，可直接涂覆面漆。但需要满足以下条件：(1)ABS塑料件表面的脱模剂需要处理干净；(2)选用适当体系的涂料，如丙烯酸系、聚氨酯系和环氧系涂料；(3)塑料件本体颜色是黑色，成品需要白色，则白色面漆的膜厚达到一定遮盖膜厚后才能够完全遮盖黑色，否则达不到预期效果。因此在这种情况下，一般需要预先进行浅色底漆涂装。一般含有底漆涂层的涂膜丰满度和附着力比仅有面漆涂层的要好。

PS、HIPS（高抗冲聚苯乙烯）等塑料对溶剂敏感，容易被溶剂侵蚀，且耐温性较差，一般选择常温自干的热塑性丙烯酸漆、改性丙烯酸漆或硝基漆等，并需选择极性配套的稀释剂，以达到提高附着力的目的。

PP、PE等非极性的聚烯烃，因涂料在其表面难以润湿和附着，且这些材质耐溶性很强，涂装难度最大，比较实用的方法是加涂一层薄层底漆，在面漆与底材之间起到承上启下的作用。底漆选用应当遵循两个要求：(1)涂料对塑料底材必须有良好的结合力；(2)涂料不能过于溶蚀塑料表面。涂料中的稀释剂对塑料底材有一定的膨润度，因为膨润层增强了底漆与底材的附着力。

5 总结

随着我国塑料及塑料涂装技术的快速发展，特别是汽车涂装技术与国际水平的差距正在不断缩小。近年来，为了使塑料涂装标准及检测方法更加全面和更加规范，出现了许多新检测技术和方法，但与国外发达国家相比，我们今后在塑料涂装标准及检测方法上还需要进一步的深入研究，对产生的问题还需要不断探索。

参考文献

[1]《塑料件检验指导标准书》http://www.docin.com/p-32716374.html.

[2] 安徽涂装网《塑料件在表面处理中应用的方法概述》.