

E 16

Q/CNPC

中国石油天然气集团公司企业标准

Q/CNPC 37—2002

**非腐蚀性天然气
输送管内壁覆盖层推荐做法**

**Recommended practice for internal coating of line pipe for non-corrosive
gas transmission service**

2002-01-31 发布

2002-06-01 实施

中国石油天然气集团公司 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 涂料的技术要求	2
3 覆盖层的实验室检测	3
4 涂敷作业	5
5 产品检验及验收	7
附录 A (规范性附录) 体积固体份的确定方法	10
附录 B (规范性附录) 实验室盐雾试验	11
附录 C (规范性附录) 剥离试验	12
附录 D (规范性附录) 实验室附着力试验	13
附录 E (规范性附录) 实验室气压起泡试验	14
附录 F (规范性附录) 实验室水压起泡试验	15
附录 G (规范性附录) 实验室针孔试验	16
附录 H (资料性附录) 本标准中引用测试方法标准题录	17

前 言

制定本标准的目的是为非腐蚀性天然气输送管内覆盖层材料提供质量评价、涂敷作业及最终验收检验的方法。通过使用内覆盖层管可以得到如下作用：

- (1) 改善流动特性；
- (2) 在建造前期提供腐蚀防护；
- (3) 有助于管子内表面的目视检查；
- (4) 改进管道清管效率。

本标准未必认作是管内覆盖层的最低标准要求，但可以将这些条款作为合同中技术规范的一部分。本标准无意推荐某种内覆盖层优于其他的覆盖层，只要符合技术规范中的质量要求，任何一种覆盖层都可认为是适合的。由于新的材料和实践还在开发之中，它们可以考虑列入本标准之内。

本标准等同采用美国石油学会 API RP 5L2《非腐蚀性气体输送管内覆盖层的推荐做法》（1994年确认的第三版）。

为便于操作，本标准增加了附录 H（资料性附录）。原 API RP 5L2（1994 年确认的第三版）表 3.5 中，硬度栏目所引用的测试方法选用的 DIN 53153 标准，经查已被 ISO 2815 所取代，本次采标做了更正，所引用的 GB/T 9275—1988《色漆和清漆 巴克霍尔兹压痕试验》为与之等同的国家标准。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 为规范性附录，附录 H 为资料性附录。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由油气田及管道建设设计专业标准化委员会归口。

本标准起草单位：中国石油天然气管道工程有限公司、中国石油天然气集团公司工程技术研究院。

本规范主要起草人：胡士信、陈向新、祝宝利、刘金霞、窦宏强。

非腐蚀性天然气输送管内壁覆盖层推荐做法

1 范围

1.1 适用范围

本标准规定了非腐蚀性天然气输送管内壁覆盖层的推荐做法。

本标准适用于安装前新管内壁覆盖层的涂敷。

1.2 一般要求

1.2.1 涂敷商应遵守本标准中所有条款要求，而且买方可对涂敷商进行必要的调查，以确定其可信度。

1.2.2 涂料供应商应向买方或涂敷商提供每批次涂料的如下书面资料：

- a) 涂料混合和（或）稀释的说明。
- b) 涂料装卸、储存的说明。
- c) 涂料基本物理性能规范及性能检测结果。这些基本物理性能及性能检测结果应在本标准第2章的允许范围之内。
- d) 发运的每个批次涂料物理性能（见2.3）的检验证书。

1.3 定义

下列术语和定义适用于本标准。

1.3.1

涂敷商 applicator

指对买方负责的覆盖层涂敷作业的单位。

1.3.2

买方 purchaser

指购买涂敷钢管的业主公司或授权代理商。

1.3.3

供应商 supplier

指涂料的生产商或分销商及其授权的有资质技术人员。

1.3.4

检验方 inspector

指买方授权的代理机构。

1.3.5

涂料 coating material

指被涂敷前的液态材料。

1.3.6

覆盖层 coating

指涂料被涂敷后，在管内壁形成的膜。

1.3.7

批次 batch

指在同一容器中一次生产出涂料的数量，并用惟一的批次编号识别。

2 涂料的技术要求

2.1 目的

本章规定了适用于本标准的涂料的实验室鉴定及检测方法。

2.2 说明

2.2.1 涂料

涂料一般应包括：

- a) 添加或未添加颜料的基料。
- b) 添加或未添加颜料的固化剂。
- c) 含有足以通过盐雾试验（见 3.5.1）的防锈颜料。
- d) 用于调节涂料喷涂粘度的溶剂。

2.2.2 混合

涂料在涂敷前，应按照供应商要求将涂料基料和固化剂进行搅拌混合。

2.2.3 稀释

涂料可用供应商提供的或规定的溶剂进行混合稀释。

2.3 物理性能

2.3.1 单个组分的物理性能见表 1。

表 1 单个组分的物理性能

	特 性	数 值	允许的范围	方 法
基料	密度 g/L (lb/Gal)	注 1	± 90g (0.2lb)	ASTM D1475
固化剂	密度 g/L (lb/Gal)		± 90g (0.2lb)	ASTM D1475
溶剂	沸程		从初馏点到 95% 馏出	ASTM D1078
基料	沸程		从初馏点到 95% 馏出	ASTM D1078
固化剂	沸程			ASTM D1078
涂敷	沸程			ASTM D1078
基料	沉淀		最小 4	ASTM D1309 (试验) ASTM D869 (报告)
固化剂	沉淀		最小 4	ASTM D1309 (试验) ASTM D869 (报告)
注 1：为按供应商标定的数值。				

2.3.2 混合组分的物理性能见表 2。

表 2 混合组分的物理性能

特 性	数 值	允 许 范 围	方 法
固体体积	注 1	± 1 %	附录 A
细度		最小 4 [#] (Hegman 标度)	ASTM D1210
粗颗粒		200 目筛全部通过	ASTM D185 (除使用乙二醇单丁基醚作清洗液外)
注 1: 为按供应商标定的数值。			

2.3.3 按照供应商规定的比例稀释后的涂料的物理性能见表 3。

表 3 稀释后涂料的物理性能

特 性	数 值	允 许 范 围	方 法
流动	注 1	在竖直平面上涂覆时, 没有不均匀现象产生	在钢板上喷涂, 温度分别为 10℃ (50°F), 37℃ (100°F), 66℃ (150°F), 涂敷后形成的最小干膜厚度为 76μm
适用期	注 1	8h, 25℃ (77°F), 粘度值最大增加 100%, 250g 样品 ^a	ASTM D1200
粘度	注 1	± 5s	ASTM D1200, 4 th Ford 杯测试, 25℃ (77°F)
注 1: 为按照供应商标定的数值。			
^a 为经买方与供应商双方协商同意, 也可采用较短的适用期的涂料。			

3 覆盖层的实验室检测

3.1 目的

本章规定了实验室检测涂料质量的要求及方法。在覆盖层涂敷之前, 需要对涂料质量进行实验室检测。一旦取得质量认可, 如果涂料或试验条件不发生变化, 则不要求进行进一步检测。对于每种材料, 供应商都应提供一份定性分析结果。可行的一种检测方法是红外光谱分析法。供应商应向涂敷商或买方提供按照本章的规定对每种认可的涂料进行质量检测的结果报告。

3.2 性能检测用钢质试片

检测试片应使用低碳钢, 尺寸为 75mm×150mm×0.81mm (3in×6in×0.032in)。待涂表面应喷砂达以下任一标准的要求:

- 喷砂后目视检查, 符合 NACE TM-01-75, No.1, 白级。
- 钢结构涂覆协会 SSPC-Vis 1-82T SP5。
- 瑞典图示标准 SIS 05-59-00 SA3。
- DIN 55928 第 4 部分。

3.3 涂料的实验室涂敷

3.3.1 混合

涂料应按照供应商的要求进行混合或稀释到正常喷涂的粘度要求。

3.3.2 涂敷

在准备好的试片表面进行喷涂。喷涂期间, 大气环境条件应控制在 25℃ ± 3℃ (77°F ± 5°F) 相对湿度最大为 80%。试片的背面和边缘应进行保护。

3.3.3 干膜厚度

在试片上的干膜厚度 (按照 3.4) 应为 51μm ± 5μm (2.0mils ± 0.2mils), 测量使用覆盖层厚度基准校验过的膜厚度测规, 干膜的厚度变化应在标称膜厚度的 20% 之内。

3.4 涂敷试片的制备

3.4.1 用于质量检测, 应按下列步骤制备试片:

在 25℃ ± 3℃ (77°F ± 5°F) 的空气里干燥 10d, 然后在 49℃ ± 3℃ (120°F ± 5°F) 的循环空气中烘烤 24h。空气干燥过程中的相对湿度不应超过 80%。

3.4.2 完成上述制备步骤后, 测试试片在室温下保存直至进行测试, 但不应超过 90d。

3.5 实验室涂敷钢质试片性能

3.5.1 测试

应按表 4 中的项目对经过涂敷、预制好的测试试片进行测试。每项测试都应在两个试验试片上进行。两个测试试片的测试结果是满意的，则可接受；如果其中的一片测试失败，则应在另外两个试片上重新进行测试，这样的重复测试只允许进行一次。

表 4 实验室涂敷的钢质试片性能

测 试	指 标	测 试 方 法
盐雾	附录 B	ASTM B117, 500h
水浸泡	在距边缘 6.3mm (0.25in) 范围外无水泡*	饱和碳酸钙蒸馏水溶液—100% 浸泡, 室温, 21d
甲醇与水等容量混合	在距边缘 6.3mm (0.25in) 范围外无水泡*	100% 浸泡, 室温, 5d
剥离	附录 C	附录 C
弯曲	在直径 13mm (0.5in) 或更大的弯曲部位, 目视观察无剥落, 粘结力破坏及裂纹	ASTM D522
附着力	除刻划处外无任何材料的剥落	附录 D
硬度	在 25℃ ± 1℃ (77°F ± 2°F) 时, 巴克霍尔兹值最低 94	ISO 2815 (GB/T 9275)
气压起泡	无气泡	附录 E
摩擦	最小磨损系数 23	ASTM D968 方法 A
水压起泡	无气泡	附录 F
* 允许轻微软化。		

3.5.2 追加测试

可按买方或涂敷商的不同要求单独进行追加测试。

3.6 性能测试——玻璃板法

3.6.1 试片准备

3.6.1.1 试片尺寸

试片为标准尺寸 25mm×75mm (1in×3in) 的玻璃片, 将一面打毛。

3.6.1.2 清洗

玻璃试片应先在二甲苯溶液中进行漂洗, 然后在丙酮中清洗, 并迅速进行涂敷。

3.6.2 涂料的涂敷

按照 3.3.1 及 3.3.2 步骤, 仅在玻璃毛化的一面进行涂敷。湿膜厚度应能形成 51μm ± 5μm (2.0mils ± 0.2mils) 的干膜厚度。

3.6.3 实验室涂敷的玻璃试片性能见表 5。

表 5 实验室涂敷的玻璃试片性能

测 试	可接受的标准	测 试 方 法
针孔 (湿膜)	无针孔	附录 G
针孔 (干膜)	无针孔	附录 G

4 涂敷作业

4.1 目的

本章规定了管内壁覆盖层涂敷前的表面准备与涂敷的设备和操作。

4.2 总则

4.2.1 涂敷商

涂敷商应负责第5章所列的质量控制的产品检验,以确保和本标准相一致。

4.2.2 进厂检查

代表买方的检验方在为买方合同工作时,应能在任何时间都可自由进厂,以检查涂敷现场的所有部分,这包括表面准备、覆盖层涂敷以及质量控制检测等。

4.2.3 材料

4.2.3.1 选择

根据买方与涂敷商之间的协议,应列出买方或涂敷商按照本标准第2章技术要求预先认可的涂料清单,然后买方或涂敷商应从上述清单中选择将要使用的涂料。材料的选择和批准应在供货前足够的时间进行(一般为30d)。从已经获得批准的涂料清单中选择替代的涂料,可根据买方与涂敷商间的协议随时进行。

4.2.3.2 批次样品

在涂料涂敷之前或涂敷期间买方或涂敷商有权获得每个批次涂料的样品,以证明该涂料是否和技术要求相一致。

4.3 管子的装卸

管子的装卸应采用恰当的方法,以防止对管壁、端部坡口及覆盖层造成损伤。在搬运过程中造成的损伤应按相应的标准的规定进行修复。

4.4 涂料的处置

4.4.1 储存和装运

涂料必须标注批号,涂料的装运和储存不允许被污染或对其性能及涂敷有不利影响。

4.4.2 混合

4.4.2.1 程序

涂敷商应按照供应商提供的要求或在有供应商授权资质的技术人员的指导下进行涂料的混合及稀释操作。

4.4.2.2 拒收

涂料一经发现问题或受到了污染,则应拒收。涂料应能很容易混合成均匀状态,并且没有结皮、凝固及其他异物。

4.4.2.3 预混合搅拌

从容器中提取加有颜料的涂料之前,应使用电动搅拌器对其进行搅拌达到完全均匀的状态。

4.4.2.4 组分配比

应按供应商规定的配比将基料和固化剂进行混合,体积误差应小于 $\pm 3\%$ 。

4.4.2.5 搅拌

必须使用能搅拌容器内全部涂料而不过分将空气带入的电动搅拌器对组分混合物进行充分的搅拌。材料混合后,应连续进行低速搅拌。

4.4.2.6 喷枪供料

喷枪供料罐或储料容器内必须使用连续电动搅拌器,以保证短暂中断生产期间内涂料的均匀性。

4.4.3 适用期

任何超出适用期的材料都应被弃用。

4.5 管子的清理

4.5.1 总则

管子必须进行充分的表面清理，以确保覆盖层固化膜与管子紧密结合的质量。管子的表面清理应在管子涂敷之前即时进行。表面处理（如打磨等）应达到表面清理最终要求。

4.5.2 清理程度

所有疏松的轧制氧化皮、铁锈、水迹、油污、石墨、油脂、标记材料及所有其它能影响管子覆盖层质量的异物必须从表面上清除干净。

4.5.3 湿法清理

当用加有洗涤剂的水清洗管子表面时，应迅速地用足够的清水漂洗，以清除管子内表面清洗剂和洗涤剂的所有有害残余物。

4.5.4 干燥

可通过加热加速管子的干燥，但加热的温度不能对管子钢材冶金性能造成不利影响，且表面不应有污染物沉积。管体表面在涂敷前必须充分干燥。

4.5.5 干法清理

4.5.5.1 方法

干法清理是对管子的机械刷擦或磨料喷（抛）射。进入管子清理的机械设备必须干净，不得将油脂、污物或别的异物带入到清理过的管子内表面上。

4.5.5.2 钢刷清理

在清理过程中机械清理刷对整个管子内表面应保持均衡的压力，以保证焊缝及其附近的区域得到充分的清理。应避免将管子表面磨光。

4.5.5.3 清洗和涂敷

经过清理的管子内表面在涂敷之前不允许发生任何污染。清理和涂敷应分步进行，以便进行表面检查，并防止覆盖层污染。

4.5.6 空气的利用

干净的空气可以用于加速管子的干燥和清洁。

4.6 管子的涂敷

4.6.1 设备

4.6.1.1 空气雾化器

除 4.7.3 中提到的情况外，不允许使用空气雾化器。

4.6.1.2 过滤器

喷涂设备应安装相应的过滤器，以保证不把异物或有害颗粒带入涂敷设备。

4.6.1.3 压力表

在涂料通往喷枪的前段回路上，应装有压力显示表。为确保能读出无气喷涂设备的精确压力值，压力表应安装震动阻尼器。压力表应安装在所有能引起压力下降的设备的中游侧，尽量靠近喷枪。

4.6.2 管子表面的温度

管子涂敷时的温度最高不应超出 66℃（150°F），最低不应低于 10℃（50°F）。

4.6.3 覆盖层厚度

4.6.3.1 干膜厚度

买方应在订单中对管道内覆盖层固化后的最小干膜厚度做出具体规定。在没有对最小干膜厚度做出规定的情况下，则最小干膜厚度应为 38μm（1.5mils）。

4.6.3.2 湿膜厚度

供应商应推荐一个与达到买方所要求的干膜厚度相对应的湿膜厚度范围。本条款适用于已经稀释到适合于喷涂粘度的涂料。

4.6.3.3 端部坡口

应采用适宜的方法防止涂料沉积在管子端部坡口及焊接区，否则应立即用蘸有适当溶剂的干净抹布清除掉。

4.6.4 未固化覆盖层的保护

涂敷作业应在封闭的空间或有屋顶的场所里进行，以防止强风吹入灰尘及污物，并避免恶劣天气的影响。该保护条件应保持到覆盖层不粘为止。

4.6.5 加速初始固化

可采用加热对覆盖层进行加速固化，但应保证不会对管体及覆盖层产生有害影响。

4.6.6 其他

4.6.6.1 不适宜的施工条件

当涂敷出现有与本标准所限定的条件不同时，将会导致覆盖层质量不合格，则应立即停止涂敷作业。

4.6.6.2 涂敷管子的保存

涂敷商应对涂敷好的管子进行保存，以备过后的检测。

4.6.6.3 相对湿度

如未采用加热快速固化，当涂敷作业区的相对湿度等于或大于 90% 时，则应暂停涂敷作业。

4.7 覆盖层的修补

4.7.1 修补原则

涂敷商必须对覆盖层上的缺陷及损伤进行修补。如需要修补的总面积达到或超出管子总内表面积 1% 时，则整个管子的内表面都应重新进行涂敷。对于较小面积的修补，则应按 4.7.3 的要求进行局部修补。

4.7.2 涂膜厚度

修补的覆盖层膜的最小厚度应符合 4.6.3.1 中的要求。

4.7.3 小面积的修补

较小面积的局部修补可采用手工喷枪或刷子。

4.7.4 流淌和流挂

在进行修补前，应对严重流淌或流挂下垂的部位采用砂纸或刮刀进行磨平或刮平。应将清理不彻底部位上的重叠层完全清除，并将该表面彻底清理，符合前面相关条款中的要求后才可重新涂敷。未粘牢的覆盖层应完全清除掉。

4.7.5 粗糙的表面

覆盖层的粗糙表面应打平，所有粘牢的覆盖层飞边都必须除掉，然后再重新涂敷。

4.7.6 修补和重新涂敷

修补、重新涂敷、管壁的修复等任何操作都必须在覆盖层完成固化之后进行，以防止覆盖层的损坏。管子在进行重新涂敷之前应彻底清理，除掉灰尘及研磨下的碎片。

4.8 管子标记

4.8.1 标识

采用手工操作的漏字板及其它方法在管子内壁标记时，应防止对内覆盖层造成损伤。识别或标号使用的油漆必须与管体涂料相适应，并与之颜色反差鲜明。

4.8.2 重新标记

如果管子需要返工，导致原有标识破坏，则应在覆盖层修补或重新涂敷完成后进行重新标记。

5 产品检验及验收

5.1 目的

本章规定了管子内覆盖层验收准则及最终检验方法。

5.2 总则

5.2.1 工作场所

涂敷商应为买方的检验人员和代表提供适合执行他们职责的安全工作区。

5.2.2 涂膜

内涂膜表面光泽、厚度、颜色都应均匀、不紊乱。不管褪色如何，均不认为是有害的，只要能满足 5.3.4.4 附着力检测和 5.3.4.2 膜厚度检测的要求，则认为合格。

5.2.3 特殊要求

要求加密检测的管子，应在覆盖层固化后进行。买方可以要求涂敷商将代表他们检测的管子放在一旁以便于检测，抽检数量每 8h 生产周期不超过 2 根或者每 4h 生产周期不超过 1 根。

5.3 生产检测

应经常进行下面的生产检测，以控制涂敷管子质量。每小时和生产参数发生改变或生产中中断时，应进行针孔检测（见 5.3.4.1）及厚度测量（见 5.3.4.2）。其他的检测项目应每个班次检测一次。

5.3.1 酸洗或湿法清理的裸管表面 pH 值检测

用 pH 计测得的初始 pH 值在 6.0~8.5 间的水，从管子一端进入，在另一端收集。在涂敷前的一刻，pH 值的变化应限制在 0.5 之内，且在 6.0~8.5 之间。

该 pH 值检测方法不适用于机械清理的裸管表面。

5.3.2 试片准备

应按照 3.2 的要求或者模拟涂敷前的管子表面条件准备金属试片。

5.3.3 试片的涂敷与固化

将试片固定在清洁管子的内表面，管子在涂覆的同时，试片也被涂敷。试片在管子内至少要保留 5min。试片从管子中取出后，应对管子内表面进行局部补涂。试片在空气中自然干燥 15min~30min，然后在 66℃~79℃（150°F~175°F）的温度下干燥 10min，之后在 149℃±6℃（300°F±10°F）的温度下烘烤 30min 或按照供应商的规定进行。

5.3.4 对试片的评价

5.3.4.1 针孔检测

对玻璃试片在固化前后进行观察，将试片固定在装有 100W 灯泡的箱内，试片有涂膜的一面距灯泡为 100mm~130mm（4in~5in）。评估应由买方的代表进行。针孔的散射应为最小。

5.3.4.2 涂膜厚度检测

用啮合千分尺测量未涂敷试片的厚度，然后涂敷，并在同一处测量固化后试片的厚度。两次测量之差则为覆盖层厚度，应比买方规定的最小干膜厚度至少大 5μm（0.2mils）。

5.3.4.3 弯曲测试

将固化试片围绕圆锥轴心弯曲 180°。通过目视检查，在直径为 13mm（0.5in）或稍大的部位，试片上不应出现脱落、剥离、裂纹等。

5.3.4.4 附着力试验

见附录 D。

5.3.4.5 固化试验

将固化的试片在与涂料的稀释剂相同的溶剂中浸泡 4h，将试片从溶液中取出后，在室温下恢复 30min 后进行观察，涂膜不得有软化、褶皱及起泡现象。

5.3.4.6 水浸泡试验

将固化后的试片在淡水中或水溶液中（质量分数：1% NaCl，1% Na₂SO₄ 和 1% Na₂CO₃）至少浸泡 4h，覆盖层膜不得有剥离、软化、褶皱或起泡现象。

5.3.4.7 剥离试验

见附录 C。

5.3.5 管子上的生产试验

在 5.3.4 中所提到的各项检测可在已固化的覆盖层上进行，以对质量进行控制。

附 录 A
(规范性附录)

体积固体份的确定方法

- A.1 将涂料按供应商的规定进行混合。
- A.2 混合的涂料在 21℃～27℃ (70°F～80°F) 温度下放置 3h。
- A.3 按照 ASTM D1644 的方法确定混合涂料的质量固体份 (%)。
- A.4 根据 3 次测试的平均值计算出混合涂料的质量固体份 (%)。
- A.5 按照 ASTM D1475 中的方法测定混合涂料的相对密度。
- A.6 选择 3 块铝质试片，每片的单侧面积为 11600mm²～15500mm² (18in²～24in²)，厚度为 0.64mm (0.025in)。
- a) 在 105℃ ± 2℃ (221°F ± 4°F) 的循环空气的烘箱中，使质量恒定，然后在 21℃～27℃ (70°F～80°F) 的干燥器中冷却。
 - b) 在空气中称量铝质试片，精确到 0.01g。
 - c) 在 21℃ (70°F) 的蒸馏水中称量铝质试片的质量，精确到 0.01g。
 - d) 将铝质试片放置在 105℃ ± 2℃ (221°F ± 4°F) 的烘箱里干燥 1h，在 21℃～27℃ (70°F～80°F) 的干燥器中冷却。
- A.7 用按照本附录中第一步所制备的涂料，按 3.3 中的要求涂敷试片。
- A.8 试片在空气中干燥 (固化) 16h～24h，温度 21℃～27℃ (70°F～80°F) 之间，相对湿度小于 80%。如果需要，将其放置在 105℃ ± 2℃ (221°F ± 4°F) 的循环空气的烘箱中烘烤，实现恒量。
- A.9 按照 A.6b)、A.6c) 步骤，对试片在空气中和蒸馏水中重新进行称量。
- A.10 根据上述步骤测定的数值及下列公式，计算固体体积百分比。

$$\text{体积固体份 (\%)} = \frac{(A - B) (\text{相对密度}) [\text{质量固体份 (\%)}]^*}{A} \times 100$$

式中：

A——试片涂敷前后在空气中的质量差，g；

B——试片涂敷前后在蒸馏水中的质量差，g。

注：所有的测试都应重复 3 次，然后取平均值。

* 以小数形式表示。

附 录 B
(规范性附录)

实验室盐雾试验

方法：在涂敷的试片上沿对角线刻划 X 形线，至金属本体表面，将刻划的一面面对盐雾，试验时间应为 500h。

报告：试验结果检测应在试片从盐雾中取出干燥 30min 之后进行，覆盖层没有水泡，并且用透明塑料胶带粘在刻划线上后再从任一方向拉起，造成的覆盖层的剥离不能超过 3.2mm (0.125in)。

附录 C
(规范性附录)

剥离试验

将试片放置在一个平面上，涂敷面向上。用锋利的刀片剥离覆盖层，刀片与覆盖层的夹角为 60° 。覆盖层不得从试片上呈条状剥离，应呈碎片状剥落。剥落碎片在拇指与食指之间碾压时应产生粉末状颗粒。

附 录 D
(规范性附录)

实验室附着力试验

在距测试板的边缘至少 13mm (1/2in) 的位置上, 用新的坚硬刀片在 25.4mm (1in) 宽度的覆盖层上按照等间距刻划 16 条线, 划至金属。然后按照此间距与该划线垂直再刻划 16 条线。

上述步骤将产生 225 块面积相同的正方形, 每一块的边长大约为 1.6mm (1/16in)。用宽 25mm (1in) 的透明的塑料胶带, 以拇指指甲牢固地将塑料胶带压紧, 产生均匀的接触面颜色, 快速拉开塑料胶带, 发生噼啪响声。

检查正方形覆盖层块, 覆盖层块不得有任何剥离, 则认为合格。

附 录 E
(规范性附录)

实验室气压起泡试验

将试片放置在适合的压力设备内，用干燥的氮气将压力升至 $8.3\text{MPa} \pm 0.7\text{MPa}$ ($1200\text{psi} \pm 100\text{psi}$)。然后按照下面的操作进行：

- E.1 将温度调整到 $25^\circ\text{C} \pm 6^\circ\text{C}$ ($77^\circ\text{F} \pm 10^\circ\text{F}$)。
- E.2 维持此压力 24h，然后在 5s 内卸压。
- E.3 在卸压 3min 内检查覆盖层，任何气泡的产生则判为不合格。

附 录 F
(规范性附录)

实验室水压起泡试验

将试片放置在适合的水压设备内，用饱和碳酸钙溶液将压力升至 $16.5\text{MPa} \pm 3.4\text{MPa}$ ($2400\text{psi} \pm 500\text{psi}$)。然后按照下面的操作进行：

- F.1 将压力设备维持在 $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ($77^\circ\text{F} \pm 5^\circ\text{F}$) 的温度下。
- F.2 在设定压力下维持 24h。
- F.3 迅速卸压。
- F.4 在 5min 内观察试片。任何水泡的产生则判为不合格。

附 录 G
(规范性附录)

实验室针孔试验

按 3.3 的要求在玻璃试片上制作涂层，按下面的要求进行检查：

a) 湿膜——在涂料涂敷 5min 后，将玻璃试片对准强光源对覆盖层膜进行针孔检查，距光源为 130mm (5in)，光源采用 100W 的灯泡。用遮光板遮住灯光，防止对观察造成影响。遮光板的边缘距试片的距离应大于 150mm (6in)。如果出现针孔则判为不合格。

b) 固化膜——通过上述步骤检查合格的覆盖层湿膜，必须在空气中固化 15min~30min，然后放置在 66℃~79℃ (150°F~175°F) 的循环热空气烘箱中至少干燥 30min。然后按照 a) 步骤进行观察，观察到的任何针孔则判为不合格。

附录 H
(资料性附录)

本标准中引用测试方法标准题录

- H.1 ASTM D1475—98 Standard test method for density of liquid coating, inks, and related products (测定液体涂料、油墨和相关产品密度的标准试验方法)
- H.2 ASTM D1078—99 Standard test method for distillation range of volatile organic liquids (挥发性有机液体馏程测试方法)
- H.3 ASTM D1309—93 (98) Standard test method for setting properties of traffic paints during storage (路标漆贮存沉淀性标准试验方法)
- H.4 ASTM D869—85 (98) Standard test method for evaluating degree of setting of paint (色漆沉淀度评定的标准试验方法)
- H.5 ASTM D2697—86 (91) Standard test method for volume nonvolatile matter in clear of pigmented coatings (色漆和清漆中不挥发物体积的测定)
- H.6 ASTM D1644—88 (93) Standard test method for nonvolatile content of varnishes (测定清漆不挥发物含量的标准试验方法)
- H.7 ASTM D1210—96 Standard test method for fineness of dispersion of pigment - vehicle systems by Hegman - type gage (颜料—漆料体系分散细度测定的标准试验方法)
- H.8 ASTM D185—84 (99) Standard test method for coarse particles in pigments, pastes, and paints (颜料、色浆及色漆中粗颗粒的标准试验方法)
- H.9 ASTM D1200—94 (99) Standard test method for viscosity by Ford viscosity cup (用福特粘度杯测定粘度的标准试验方法)
- H.10 ASTM D117—97 Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus (盐雾试验方法)
- H.11 ASTM D522—93a Standard test method for mandrel bend test of attached organic coatings (附着有机涂料心轴弯曲试验用标准试验方法)
- H.12 ASTM D968—93 Standard test method for abrasion resistance of organic coatings by falling abrasive (用磨料下落测定涂层耐磨性)
- H.13 GB/T 9275—1988 色漆和清漆 巴克霍尔兹压痕试验 (Paints and varnishes - Buchholz indentation test)
-