ICS 23.040.10;87.020
P 94
备案号:8133—2001

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

P

SY/T 4057—2000

钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准

Technical standard of liquid epoxy internal coating for steel pipeline

2000－12－12 发布　　2001－06－01 实施

国家石油和化学工业局　发布

中华人民共和国石油天然气行业标准

钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准

Technical standard of liquid epoxy internal coating for steel pipeline

SY/T 4057—2000

主编单位：大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂

批准部门：国家石油和化学工业局

国家石油和化学工业局文件

国石化政发（2000）445号

关于批准《浅海石油设施检验规定》等52项石油天然气行业标准的通知

中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、石油工业标准化技术委员会：

石油工业标准化技术委员会报批的《浅海石油设施检验规定》等52项石油天然气行业标准草案，业经我局批准，现予发布。标准名称、编号如下：

强制性标准：

序号	标准号	标准名称
1.	SY 6500—2000	浅海石油设施检验规定
2.	SY 6501—2000	浅海石油作业放射性及爆炸物品安全规程
3.	SY 6502—2000	浅海石油作业人员逃生和救生设备安全管理规定
4.	SY 6503—2000	可燃气体检测报警器使用规范
5.	SY 6504—2000	浅海石油作业硫化氢防护安全规定
6.	SY 6505—2000	浅海石油设施涂色规定
7.	SY 6506—2000	含硫气田干气输送安全生产管理规定

推荐性标准：

序号	标准代号	标准名称
8.	SY/T 5059—2000	组合泵筒管式抽油泵 （代替 SY/T 5059—91）
9.	SY/T 5103—2000	检波器组合软电缆 （代替 SY/T 5103—91）
10.	SY/T 5150—2000	分级注水泥器 （代替 SY/T 5150—94）
11.	SY/T 5208—2000	石油修井主要提升设备 （代替 SY 5208—91、 SY 5209—91、 SY 5210—91）
12.	SY/T 5216—2000	常规取心工具 （代替 SY/T 5216—94、 SY 5413—91）
13.	SY/T 5236—2000	抽油杆吊钩 （代替 SY 5236—91）
14.	SY/T 5274—2000	树脂涂敷砂 （代替 SY 5274—91）
15.	SY/T 5276—2000	化学防砂人工岩心抗折强度、抗压强度及气体渗透率的测定 （代替 SY 5276—91）
16.	SY/T 5287—2000	混砂车 （代替 SY 5287—91、SY 5441—92）
17.	SY/T 5497—2000	石油工业物资分类与代码 （代替 SY 5497—92）
18.	SY/T 5641—2000	石油天然气工业用 190 系列天然气发动机（代替 SY 5641—93）
19.	SY/T 5877—2000	补偿密度测井仪维修技术规程 （代替 SY/T 5877—93）

20.SY/T 6178—2000	水淹层测井资料处理解释规范 (代替 SY/T 6178—1996)
21.SY/T 6184—2000	油田开发数据库表结构 (代替 SY/T 6184—1996)
22.SY/T 6479—2000	24 位高精度遥测地震仪
23.SY/T 6480—2000	地震检波器　第 2 部分 三分量检波器
24.SY/T 6481—2000	原油高压物性分析仪
25.SY/T 6482—2000	数传电缆测试仪
26.SY/T 6483—2000	数控测井仪数据记录格式
27.SY/T 6484—2000	气举井的操作、维护与故障检查的推荐作法
28.SY/T 6485—2000	聚合物驱采油工程方案设计编写规范
29.SY/T 6486—2000	注水井酸化中粘土防膨与微粒防运移工艺规范
30.SY/T 6487—2000	液态二氧化碳吞吐推荐做法
31.SY/T 6488—2000	电、声成像测井资料处理解释规范
32.SY/T 6489—2000	水平井测井资料处理解释规范
33.SY/T 6490—2000	岩样核磁共振参数实验室测量规范
34.SY/T 6491—2000	油层套管模拟井射孔试验与评价
35.SY/T 6492—2000	声速测井仪器刻度装置技术规范
36.SY/T 6493—2000	核测井仪器量值传递规程
37.SY/T 6494—2000	石油天然气工业　设备可靠性和维修数据的采集与交换
38.SY/T 6497—2000	石油钻机用万向联轴器
39.SY/T 6499—2000	泄压装置的检测
40.SY/T 6507—2000	压力容器检验规范　维护检验、定级、修理和改造
41.SY/T 0323—2000	玻璃纤维增强热固性树脂压力管道施工及验收规范

42.SY/T 0408—2000	抽油机安装工程施工及验收规范 （代替 SY 4008—93）
43.SY/T 0429—2000	石油建设工程质量检验评定标准 输油输气管道线路工程 （代替 SY 4029—93）
44.SY/T 0457—2000	钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准 （代替 SY/T 4057—93）
45.SY/T 0468—2000	石油建设工程质量检验评定标准 防腐保温钢管制作 （代替 SY/T 4068—93）
46.SY/T 5271—2000	卡点确定与爆炸松扣作法 （代替 SY 5271—91）
47.SY/T 5322—2000	套管柱强度设计方法 （代替 SY/T 5322—88）
48.SY/T 5374—2000	油气井注水泥前置液使用方法 （代替 SY/T 5374—91）
49.SY/T 5396—2000	石油套管现场检验与运输 （代替SY 5396—91、 SY 5577—93）
50.SY/T 5437—2000	钻井取心密闭液基本技术要求 （代替 SY 5437—92）
51.SY/T 5547—2000	螺杆钻具使用、维修和管理 （代替 SY 5547—92）
52.SY/T 6498—2000	电子多点测斜仪测量规程

以上标准自 2001 年 6 月 1 日起实施。

国家石油和化学工业局

2000 年 12 月 12 日

前　言

本标准是根据中国石油天然气集团公司质安字［1999］第34号文的要求，由大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂负责主编，中国石油天然气集团公司工程技术研究院和大庆黑鸟有限公司参编，对《液体环氧涂料内防腐涂层钢管技术条件》SY/T 4057—93进行修订而成的。

本标准在编制过程中，编制组成员遵照国家有关的方针政策，基于钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术在国内各油田的应用情况，结合当前各种新型液体环氧涂料不断涌现及涂料施工技术的发展，进行了广泛的调查研究，认真总结了多年来液体环氧涂料内防腐层在设计、预制、施工及验收方面的实践经验，并参考了《钢质管道熔结环氧粉末内涂层技术标准》SY/T 0442—97的有关内容，对SY/T 4051—93的内容进行了较大的技术修订，并增加了环氧玻璃鳞片涂料的技术性能指标，增添了涂敷工艺、生产过程质量检验、防腐层修复、现场补口和管件涂敷等条款，对其它原条款也增添了许多新的内容，形成了征求意见稿，又以多种方式广泛征求有关单位和专家的意见，对标准的主要内容进行了反复修改，最后由石油工程建设施工专业标准化委员会会同有关部门进行审查定稿。

本标准的主要内容有：总则，防腐层的等级及结构，材料，涂敷工艺，质量检验，防腐层修复，标识、储存和运输，现场补口，安全、卫生和环境保护，交工资料等。

本标准主编单位：大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂。

本标准参编单位：中国石油天然气集团公司工程技术研究院，大庆黑鸟有限公司。

本标准主要起草人　陈守平　王秀章　刘清锐　范景武　朱守东　张其滨　韩文礼

本标准由大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂负责解释。

目　次

1　总则 …… 1
2　防腐层的等级及结构 …… 2
3　材料 …… 3
3.1　钢管及管件 …… 3
3.2　涂料 …… 3
4　涂敷工艺 …… 7
4.1　涂料配制 …… 7
4.2　内表面预处理 …… 7
4.3　管端预处理 …… 7
4.4　钢管涂敷 …… 8
4.5　管件涂敷 …… 8
4.6　环境 …… 8
5　质量检验 …… 9
5.1　生产过程质量检验 …… 9
5.2　出厂检验 …… 10
6　防腐层修复 …… 11
7　标识、储存和运输 …… 12
7.1　标识 …… 12
7.2　储存 …… 12
7.3　运输 …… 12
8　现场补口 …… 13
9　安全、卫生和环境保护 …… 14
10　交工资料 …… 15
附录 A　无溶剂防腐涂料固体含量试验方法 …… 16
标准用词和用语说明 …… 17
附件　钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准
条文说明 …… 18

1 总　　则

1.0.1 为确保钢质管道液体环氧涂料内防腐层质量，减少输送介质的二次污染，延长钢质管道使用寿命，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于输送介质为原油、天然气、水且介质温度不大于100℃的钢质管道液体环氧涂料内防腐层的设计、施工及验收。

1.0.3 钢质管道液体环氧涂料内防腐层的设计、施工及验收除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关强制性标准（规范）的规定。

2 防腐层的等级及结构

2.0.1 液体环氧涂料防腐层的等级及结构应由设计部门根据管道工程的实际需要确定。当设计无特殊规定时，防腐层结构应不少于两道，厚度应符合表 2.0.1 的规定。

表 2.0.1 液体环氧涂料内防腐层等级及厚度

防腐层等级	干膜厚度（μm）
普通级	≥200
加强级	≥250
特加强级	≥300

注：焊缝处的防腐层厚度，不得低于管本体防腐层规定厚度的 80%。

2.0.2 液体环氧涂料产品另有规定时，应按产品说明书的规定执行，但应保证防腐层设计厚度。

3 材　　料

3.1 钢管及管件

3.1.1 钢管及管件应符合国家现行有关钢管及管件标准的规定，用户有要求时除外。防腐厂应对所有钢管及管件进行外观和尺寸偏差检查，其外观和尺寸偏差应符合国家有关标准的规定或用户要求。

3.1.2 钢管及管件应有制造厂的出厂质量证明书或检验报告单。对质量证明书或检验报告单持有疑问时，应进行有针对性的机械性能检验、化学成分分析或无损检验，检验合格者方可使用。

3.2 涂　　料

3.2.1 环氧涂料是指以环氧树脂为主要成膜物质的双组分液体涂料，液体环氧树脂防腐涂料（不包括环氧玻璃鳞片涂料）的性能指标应符合表 3.2.1—1 的规定，环氧玻璃鳞片防腐涂料的性能指标应符合表 3.2.1—2 的规定，液体环氧涂料防腐层的性能指标应符合表 3.2.1—3 的规定。

表 3.2.1—1　液体环氧树脂防腐涂料的性能指标

序号	项　　目	性能指标				试验方法
		底漆		面漆		
		有溶剂	无溶剂	有溶剂	无溶剂	
1	粘度（涂－4 粘度计，25℃±1℃）(s)	≥80	—	≥80	—	GB/T 1723—1993
2	细度（μm）	≤100	≤100	≤100	≤100	GB/T 1724—1979（1989）

续表 3.2.1—1

序号	项目		性能指标				试验方法
			底漆		面漆		
			有溶剂	无溶剂	有溶剂	无溶剂	
3	干燥时间（25℃±1℃）	表干（h）	≤4	≤4	≤4	≤4	GB/T 1728—1979（1989）
		实干（h）	≤24	≤24	≤24	≤24	
4	固体含量（%）		≥70	—	≥70	—	GB/T 1725—1979（1989）
			—	≥94	—	≥94	附录 A
5	附着力（级）		≤2	≤2	≤2	≤2	GB/T 1720—1979（1989）
6	柔韧性（mm）		≤2	≤2	≤2	≤2	GB/T 1731—1993
7	耐冲击（cm）		50	50	50	50	GB/T 1732—1993

表 3.2.1—2　环氧玻璃鳞片防腐涂料性能指标

序号	项目		性能指标		试验方法
			底漆	面漆	
1	固体含量（%）		≥70	≥70	GB/T 1725—1979（1989）
2	干燥时间（25℃±1℃）	表干（h）	≤4	≤4	GB/T 1728—1979（1989）
		实干（h）	≤24	≤24	
3	剪切强度（MPa）		≥8	≥8	SY/T 0041—1997
4	水蒸气渗透率［g/（m^2·d·kPa）］		≤0.23	≤0.23	SY/T 0319—98 的附录 A

表 3.2.1—3　液体环氧涂料防腐层性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	外观	表面应平整、光滑、无气泡、无划痕	目测或内窥境
2	硬度（2H 铅笔）	表面无划痕	GB/T 6739—1996

续表 3.2.1—3

序号	项　　目		性能指标	试验方法
3	耐化学稳定性（90d） （干膜厚度＝200μm）	10% NaOH 10% H_2SO_4 3% NaCl	防腐层完整、 无起泡、无脱落	GB/T 1763—1979 （1989）
4	耐含油污水性（100℃，1000h） （干膜厚度＝200μm）		防腐层完整、 无起泡、无脱落	GB/T 1733—1993 （乙法）
5	耐盐雾性（500h） （干膜厚度＝200μm）		通过	GB/T 1771—1991
6	耐原油（80℃，30d） （干膜厚度＝200μm）		防腐层完整、 无起泡、无脱落	GB/T 1734—1993

3.2.2 涂料应有生产厂家出厂质量检验报告及产品说明书，在产品说明书中应明确规定产品的质量指标、工艺要求及储存条件和储存期限。检验报告中的检验项目及结果应符合表 3.2.1—1 或表 3.2.1—2 的 1～3 项和表 3.2.1—3 的 1～2 项的规定。表中其余项目应每年测试一次，当主要原材料有变化时应及时检测。当用户有要求时，应向用户提供在有效期内的检测报告。

3.2.3 输送饮用水钢质管道内防腐层所用涂料的性能指标除应符合表 3.2.1—1、表 3.2.1—2 和表 3.2.1—3 的规定外，还应符合国家现行的《生活饮用水卫生监督管理办法》的有关要求。其化学检验指标和毒理学检验指标应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定；如用户需要，应提供卫生主管部门的认可证件。

3.2.4 涂料检验应按《涂料产品的取样》GB 3186 的规定取样。涂料用户应结合涂料所附检验报告按表 3.2.1—1 的规定对液体环氧树脂防腐涂料的粘度、细度、固体含量和干燥时间进行检验或验证；对液体环氧玻璃鳞片防腐涂料应按表 3.2.1—2 的规定进行固体含量和干燥时间检验或验证；对涂料的其它性能有怀疑

时，亦应进行检验，其性能指标应符合表 3.2.1—1 或表 3.2.1—2 和表 3.2.1—3 的规定。若不合格，应加倍取样重新检验；如仍不合格，则该批涂料为不合格，不得使用。

3.2.5 液体环氧防腐涂料储存有效期应不小于一年。涂料用户应按照生产厂家的产品说明书所要求的条件储存并在有效期内使用。超过有效期的涂料，应按 GB 3186 的规定重新取样抽查，涂料性能符合表 3.2.1—1 或表 3.2.1—2 规定的，方可继续使用。

4 涂敷工艺

4.1 涂料配制

4.1.1 涂料配制时应按照涂料生产厂家产品说明书的规定进行配制。

4.1.2 涂料不宜加稀释剂，但特殊情况下可适当加入与涂料配套使用的稀释剂。

4.2 内表面预处理

4.2.1 在内表面预处理前应清除钢管及管件内表面的油污、泥土等杂物，有焊缝的钢管应清除焊瘤、毛刺、棱角等。如钢管内壁潮湿，可采用热风或加热方法驱除潮气，使内壁干燥。

4.2.2 钢管及管件内表面处理宜采用喷（抛）射除锈，除锈等级应不低于《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923—1988 中规定的 Sa2 级，亦可根据涂料要求的处理方法对钢管及管件内表面进行处理，并达到相应级别。

4.2.3 钢管及管件内表面经喷（抛）射处理后，应用清洁、干燥、无油的压缩空气将钢管及管件内部的砂粒、尘埃、锈粉等微尘清除干净。钢管及管件内表面预处理后至喷涂前不应出现浮锈；当出现返锈或表面污染时，必须重新进行表面处理。

4.2.4 若用户（买方）有特殊要求，在涂敷前应按用户（买方）的要求进行内表面预处理。

4.3 管端预处理

4.3.1 钢管内表面处理后，应在钢管两端 60～100mm 范围内涂刷硅酸锌或其它可焊性防锈涂料，干膜厚度为 20～40μm。

4.3.2 在涂敷涂料时，管端应留有 50～80mm 的不涂区。

4.4 钢管涂敷

4.4.1 涂料使用前，应搅拌均匀。

4.4.2 涂敷时基材表面应满足涂料供应商的有关技术要求。

4.4.3 涂敷宜采用高压无气喷涂工艺。在工艺条件受限时，可采用空气喷涂或挤涂工艺。

4.4.4 涂敷前应调整好工艺参数，当工艺稳定后，方可正式涂敷。防腐层应平整、光滑，无流挂、无划痕等。

4.4.5 涂敷过程中应随时监测湿膜厚度。

4.5 管件涂敷

4.5.1 管件宜采用喷涂工艺涂敷，当工艺条件受限时，可采用手工刷涂，防腐层等级及厚度应与管本体相同。

4.6 环　境

4.6.1 当环境相对湿度大于 85%时，应对钢管除湿后方可作业。严禁在雨、雪、雾及风沙等气候条件下露天作业。

5 质量检验

5.1 生产过程质量检验

5.1.1 产品生产过程中应有各工序的质量检验记录。本道工序质量不合格，禁止进入下道工序。

5.1.2 钢管或管件内表面预处理后，应目测或用内窥镜逐根逐件检查，其质量应达到本标准第 4.2.2 条的规定；除锈等级达不到要求的，应重新处理。

5.1.3 防腐层外观检查：应目测或用内窥镜逐根检查防腐层外观质量，其表面应平整、光滑，无气泡、无划痕等，湿膜应无流淌现象。

5.1.4 防腐层厚度检测：防腐层实干后，应采用无损检测仪在管两端距管口大于 150mm 范围内沿圆周方向均匀分布的任意 4 点上测量厚度，每 10 根管抽查 1 根。防腐层厚度应符合本标准第 2 章的规定。若管径太小，探头伸不到管内 150mm 以上时，可在端头测量。

5.1.5 防腐层漏点检测：防腐层实干后，应按《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0063 规定的方法逐根检测，漏点指标应符合表 5.1.5 的规定；凡不合格的防腐层都应补涂，直至合格。

表 5.1.5 防腐层漏点指标

防腐层等级	漏点数（个/m^2）	检测方法
普通级	≤3	SY/T 0063—1999
加强级	≤1	
特加强级	0	

5.1.6 管端预留长度检测：应抽样检查管端预留长度，抽查率为5%，且不得少于2根，应用直尺测量每根管两端，每端测上下左右4个长度，管端预留长度应符合本标准第4.3.2条的规定。

5.2 出厂检验

5.2.1 液体环氧涂料内防腐管的出厂检验项目应包括外观、厚度、漏点及附着力。

1 防腐层外观检验：应目测或用内窥镜逐根检查防腐层外观质量，防腐层表面应平整、光滑，无气泡，无划痕等。

2 防腐层厚度检验：检查方法应按本标准第5.1.4条的规定执行，抽查率为5%，且不得少于2根。厚度检查有不合格时，应加倍抽查；仍不合格时，则全批为不合格。

3 防腐层漏点检测：应按SY/T 0063的规定进行抽样检测，抽查率为5%，且不得少于2根。如有不合格时，应加倍抽查；仍有不合格时，则全批为不合格。

4 防腐层附着力检验：应按《石油钻杆溶剂型涂料内涂层技术条件》SY/T 0544—1995附录A规定的方法进行抽检，高于B级（含B级）为合格。抽检率为50km抽一根；不足50km的，按50km计。如有不合格时，应加倍抽检；仍有不合格时，则全批为不合格。

6 防腐层修复

6.0.1 防腐层破损或漏点超标时，应根据破损程度，进行局部修补或复涂。复涂应符合本标准第6.0.2条的要求。修补应在防腐层完全固化前进行，修补应用原涂料或与原涂料相匹配的环氧涂料。修补前应清除灰尘、污物等，气泡处应刮除，修补后的防腐层应达到本标准第5章的有关要求。

6.0.2 防腐层厚度达不到本标准第2章的有关要求时，应在原防腐层上复涂整根管。复涂应在防腐层完全固化前进行。复涂前应清除防腐层表面的灰尘，必要时对原有的防腐层进行处理；复涂后防腐层质量应达到本标准第5章的有关要求。

6.0.3 出厂检验附着力不合格则必须进行重涂，重涂时应将原防腐层清除干净，再进行喷（抛）射处理，然后按本标准第4章的要求进行涂敷，重涂后应按本标准第5章的规定进行质量检验。

7 标识、储存和运输

7.1 标　　识

7.1.1 经质量检验合格的内防腐层钢管应在明显处作出合格标记。合格标记应包括生产厂名、产品名称、防腐等级、执行标准、生产日期、检验员编号等内容。

7.2 储　　存

7.2.1 成品管堆放场地应平整，无碎石、铁块等坚硬杂物。地面应有足够的承载能力，保证堆放后不发生塌陷和倾倒事故。堆放场地应有排水沟道，场地内不应有积水。堆放场地应设置管托，管托应高于地面 150mm。

7.2.2 成品管堆放应按防腐管的规格、防腐层类型和等级分类存放，排列整齐，并有明显的标识。严禁不同种类、规格和等级的内防腐层管混放。防腐层检验不合格的防腐管不得与成品管混放。

7.2.3 成品管端应采取必要措施，防止砂石等杂物进入管内。

7.3 运　　输

7.3.1 成品管在装、卸车过程中，应采取必要的措施，防止撞击变形和机械损伤。

7.3.2 转运或运输过程中，应防止钢管产生较大弯曲、扁口等现象。

8 现场补口

8.0.1 以液体环氧涂料作为内防腐层的钢质管道在施工时应进行现场内补口。内补口可采取内涂层补口机涂敷法、机械压接连接、内衬短管节焊接及记忆合金热胀套等补口方法。

8.0.2 补口前应制定相应的补口技术措施和质量要求，应经设计、用户审查批准后方可实施。

9 安全、卫生和环境保护

9.0.1 涂敷生产的安全、环保应符合《涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化》GB 7692 的要求。

9.0.2 钢质管道除锈、涂敷生产过程中，各种设备产生的噪声应符合《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的有关规定。

9.0.3 钢质管道除锈、涂敷生产过程中，空气中粉尘含量不得超过《工业企业设计卫生标准》TJ 36 的规定。

9.0.4 钢质管道除锈、涂敷生产过程中，空气中有害物质浓度不得超过《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514 的规定。

9.0.5 涂漆区电气设备应符合国家有关爆炸危险场所电气设备的安全规定，电气设施应整体防爆，操作部分应设触电保护器。

9.0.6 钢质管道除锈、涂敷生产过程中，所有机械设施的转动和运动部位应设有防护罩等保护设施。

10 交工资料

10.0.1 防腐施工结束后，施工单位应向用户提供下列资料：

1 液体环氧涂料的质量检验报告、合格证及有关测试项目的复检报告。

2 内防腐层质量检验报告和内防腐层质量证明书。其中，质量证明书内容包括：工程名称、涂料名称及型号、防腐层的等级、执行标准、生产厂家、技术负责人、质量负责人等。

3 补口记录和质量检验报告。

4 用户要求的其它技术资料。

附录 A　无溶剂防腐涂料固体含量试验方法

A.0.1　本试验方法适用于无溶剂防腐蚀涂料固体含量的检测。

A.0.2　检测用仪器设备和材料应满足下列要求：

1　玻璃培养皿：直径 75～85mm，边高 8～10mm；

2　玻璃烧杯：50ml；

3　磨口滴瓶：50ml；

4　玻璃干燥器：内放变色硅胶或无水氯化钙；

5　温度计：0～50℃。

A.0.3　试样制备应符合下列要求：

每组试样至少 3 个。

A.0.4　试验步骤应符合下列要求：

1　先将干燥洁净的培养皿称重；

2　在烧杯中按比例加入涂料的甲、乙组分，并混合均匀；

3　用磨口滴瓶取样，以减量法称取 1.5～2.0g 试样，置于已称重的培养皿中，使试样均匀地流布于容器的底部，将培养皿置于干燥器中，然后放在 25℃环境下恒温 16h，取出称重，放回干燥器，24h 后取出再称重，至前后两次称重的质量差不大于 0.01g 为止。

A.0.5　按下式计算固体含量 X：

$$X = [(W_1 - W)/G] \times 100\% \qquad (A.0.5)$$

式中　W——容器质量（g）；

W_1——放置后试样和容器质量（g）；

G——试样质量（g）。

A.0.6　试验结果取 3 次平行试验的平均值，3 次平行试验的相对误差不大于 3%。

标准用词和用语说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1　表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2　表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3　表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

附件

钢质管道液体环氧涂料内防腐层
技 术 标 准

条 文 说 明

修 订 说 明

本标准是根据中国石油天然气集团公司质安字［1999］第34号文的要求，由大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂负责主编，中国石油天然气集团公司工程技术研究院和大庆黑鸟有限公司参编，对《液体环氧涂料内防腐涂层钢管技术条件》SY/T 4057—93进行修订而成的。

在修订过程中，编制组成员遵照国家有关方针政策，广泛调研了钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术在国内各油田的应用情况，结合当前各种新型环保液体环氧涂料不断涌现及涂料施工技术的发展实际，认真总结了多年来液体环氧涂料内防腐层在设计、预制、施工及验收方面的实践经验，并参考了《钢质管道熔结环氧粉末内涂层技术标准》SY/T 0442—97的有关内容，对SY/T 4057—93的内容进行了较大的技术修订，并增加了环氧玻璃鳞片涂料的技术性能指标，增添了涂敷工艺、管件涂敷、生产过程质量检验、防腐层修复和现场补口等条款，同时对其它原条款也增添了许多新的内容，形成了征求意见稿，又以多种方式广泛征求有关单位和专家的意见，对标准的主要内容进行了反复修改，最后由石油工程建设施工专业标准化委员会会同有关部门进行审查定稿。

为了便于设计、预制和现场施工人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，本标准修订人员根据国家有关编制标准、规范条文说明的统一要求，按正文的章、节、条顺序编制了本条文说明，以供参考。

希望各单位在执行本标准过程中，结合工作实际，认真总结经验，注意积累资料，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料提供给大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂（邮

编：163712），以便今后再修订时参考。

大庆石油管理局建设材料公司防腐管道厂

2000 年 3 月

目　　次

1　总则…… 22
2　防腐层的等级及结构…… 23
3　材料…… 24
3.1　钢管及管件…… 24
3.2　涂料 …… 24
4　涂敷工艺…… 26
4.1　涂料配制 …… 26
4.2　内表面预处理 …… 26
4.3　管端预处理…… 27
4.4　钢管涂敷 …… 27
4.5　管件涂敷 …… 28
4.6　环境 …… 28
5　质量检验…… 29
5.1　生产过程质量检验 …… 29
5.2　出厂检验 …… 30
6　防腐层修复…… 31
7　标识、储存和运输…… 32
7.1　标识 …… 32
7.2　储存 …… 32
7.3　运输 …… 32
8　现场补口…… 33
9　安全、卫生和环境保护…… 34
10　交工资料 …… 35
附录 A　无溶剂防腐涂料固体含量试验方法 …… 36

1 总　　则

1.0.1 目前，在各油田内输送各种介质主要是应用钢质管道，但钢质管道在输送介质过程中，长期受到介质的腐蚀。为了使管道不受介质腐蚀或减缓腐蚀，延长使用寿命，提高输送能力，在钢管内壁涂敷液体环氧涂料可使钢管内壁与原油、污水隔离起来而免受腐蚀，同时又能提高内壁的光滑程度，起到减阻作用。结合国内液体环氧涂料产品的发展和液体环氧涂料内防腐层的预制、施工及应用经验，制定了本标准。

1.0.2 油田输送的原油和污水一般不超过 80℃，根据近年来防腐涂料的发展，环保型涂料、耐温型涂料和厚浆型涂料逐渐增多，有些涂料具有突出的耐高温、耐原油及耐含油污水性能，在 100℃污水中浸泡 6 个月无变化，可以在油田污水中长期使用，而且具有较好的抗细菌腐蚀性能，因此本标准规定介质温度应不超过 100℃。设计防腐层时，可以根据介质温度、介质腐蚀性选用合适的防腐涂料，以保证防腐层性能的合理、科学。

1.0.3 本条主要是明确了本标准与国家标准间的关系。

2 防腐层的等级及结构

2.0.1 防腐层的等级参照了钢质管道外防腐层的习惯分级，分为普通级、加强级和特加强级。原标准对防腐层的结构做了规定，但是，根据涂料发展形式，本标准对防腐层结构不做硬性规定。结构和厚度应根据涂料的性能、输送介质腐蚀程度、设计寿命、实际生产情况等因素确定。普通级防腐层适用于减阻型及介质腐蚀性弱的管道；加强级防腐层适用于介质腐蚀性不太强的管道，如输油管道；特加强级防腐层适用于强腐蚀介质管道，如注水管道、污水管道及含水率高的输油管道。原标准对焊缝处的防腐层厚度未做规定，本标准对此做了规定。

2.0.2 随着液体环氧型涂料的不断发展，涂料的种类不断增多，性能也各有不同。在选择涂料时，应充分考虑涂料产品的规定，以获得最佳的防腐性能。

3 材　　料

3.1 钢管及管件

3.1.1 钢管是液体环氧涂料内防腐层钢质管道的主要材料，管件包括弯头、三通、四通、大小头、管内接头等连接件。管件的质量也是保证整条管线正常运行的关键。如果钢管不合格，即使防腐层做得再好也是不合格，影响到工程的使用，同时，也是一种浪费。因此，如果设计对钢管和管件无特殊要求时，钢管和管件的质量要求应按照国家现行有关钢管或管件的标准执行；用户有要求时，应按用户的要求执行。本条规定对钢管及管件的外观和尺寸进行检查；尺寸是否符合要求，是保证管道的预制、安装和施工顺利进行的关键，也是满足工程输送介质能力的要求。

3.1.2 供货方必须提供钢管和管件质量证明书或检验报告单。用户应核对质量指标是否符合设计要求和产品质量标准的规定；如果对质量证明书或钢管和管件质量有怀疑时，应进行化学成分和机械性能复验，确保所使用的钢管及管件是合格的。

3.2 涂　　料

3.2.1 本条是对钢质管道内防腐层所用的液体环氧涂料性能指标的规定。表 3.2.1—1 是根据当前国内生产的各种液体环氧涂料的性能对原标准的规定进行了适当的调整，对有些项目的计量单位进行了重新核实；增加了表 3.2.1—2 环氧玻璃鳞片防腐涂料的性能指标；同时，增加了耐原油性能测试，确保涂料的防腐性能优良。

3.2.2 本条是对液体环氧涂料生产厂家的要求。液体环氧涂料是防腐层的核心材料，涂料的质量直接影响到防腐层的质量，而

不同厂家生产的不同型号的防腐涂料对生产工艺要求、储存条件等有不同的要求。因此，防腐厂在使用液体环氧涂料前必须了解涂料的性能和指标、工艺要求。

3.2.3 本条是对输送饮用水钢质管道内防腐层所用的液体环氧涂料的规定。饮用水必须保证对人体无害，不影响人身健康，所用涂料必须无毒，这种涂料必须经国家卫生部门指定的检验机构进行无毒性检测，符合《生活饮用水卫生监督管理办法》中的规定。涂料生产厂家必须有卫生部颁发的卫生许可证。

3.2.4 本条对液体环氧涂料的复验项目做了规定，涂料的粘度、固体含量、干燥时间、细度是直接影响防腐层质量的关键指标。粘度太大，涂敷困难，涂敷不均匀或出现断续的现象；粘度小了，涂敷后防腐层流淌，保证不了每次涂敷的厚度。固体含量作为涂料的有效成分，是组成防腐层的主要物质，固体含量低，无效成分多，浪费大，防腐层的成本高，同时，为保证防腐层厚度，涂敷作业的次数就要增加，施工费用也相应增加。干燥时间的测定主要是为了控制工序之间的时间间隔。干燥时间太短，溶剂挥发不充分，防腐层表面容易产生气泡；干燥时间太长了，施工日期也要增长。而涂料的细度大了，防腐层不光亮，呈现粒状粗糙表面，防腐层致密程度小，容易造成介质渗透。对上述四项的检验主要是为了控制涂敷工艺，保证涂敷质量。同时，本条也规定了验收条件。

3.2.5 本条规定了液体环氧涂料的储存期限和超出有效期的涂料如何处理。

4 涂敷工艺

4.1 涂料配制

4.1.1 目前在各油田使用的液体环氧涂料都是双组分，甲组分为漆料，乙组分为固化剂。双组分涂料的优点是可以配制成高固体含量的漆料，甲、乙组分分装，保存时间相对长一些，便于存放。使用时，涂料的配比相当重要，而每一种涂料的配比都不相同，因此，配料时，应根据产品说明书的要求比例和方法进行配制。

4.1.2 涂料的生产厂家在生产涂料时，都考虑到施工的情况，生产了一些涂料的稀释剂，但涂料加入稀释剂后其性能也会发生一些变化。因此，涂料不允许加稀释剂。在特殊情况下，各单位可根据生产和工程的实际情况，适当加入稀释剂，用以调整涂料的粘度。

4.2 内表面预处理

4.2.1 钢管及管件内表面预处理是一项关键工作，没有一个清洁的表面就不可能有一个高质量的防腐层。因为不清洁的表面，等于在防腐层与钢管内表面之间有一层隔离层，大大影响了防腐层与钢管表面的粘结力。如粘结力不好，防腐层在管道运行过程中脱落，脱落的防腐层夹带在输送介质中，将对介质和油田生产带来不良后果，甚至于堵塞油井及管件，致使生产中断；另外防腐层脱落后的钢管表面将会受到介质的腐蚀。对于有焊道的钢管，内表面如有飞溅物、焊瘤、毛刺、棱角等，防腐层容易出现漏点。

4.2.2 为了保证防腐层与钢管或管件表面粘结良好，本标准对

表面预处理提出了较高的要求，要求达到 GB/T 8923—1988 中的 Sa2 级。但考虑到工程的投资情况和涂料对钢管或管件内表面预处理的不同要求，本着降低工程投资的目的，钢管或管件内表面处理亦可根据涂料的要求进行。

4.2.3 本条是考虑了喷（抛）射处理后，管内可能存在一些砂粒、尘埃、锈粉等微尘，影响防腐层与钢管或管件的粘结力而做了规定。经喷（抛）射处理后的钢管应立即进行涂装，以防钢管内表面重新返锈或污染，而影响防腐层质量。考虑到施工条件及施工环境、空气潮湿度等因素的影响，涂装时，如果钢管内表面已经返锈或被污染，那么必须重新进行表面预处理，以保证防腐层的质量。

4.2.4 本标准充分考虑了用户的需求。由于用户在使用产品时，可能对产品有特殊要求，以满足它的不同需要，因此，在预处理前应按照用户的要求去做。

4.3 管端预处理

4.3.1 管端预处理的目的是钢管做完内防腐层后，往往要间隔一段时间才能运到施工现场组对焊接，如不涂刷可焊性涂料，管端再次生锈，将给施工现场增加工作量。

4.3.2 本条主要考虑喷涂涂料时，管端要留出 50～80mm 焊接热影响区，避免前线管道焊接时破坏防腐层。关于预留的长度，一般口径小、壁薄的钢管留短些，口径大、壁厚的钢管留长一些。

4.4 钢管涂敷

4.4.1 由于涂料在使用前一般都放置了一定时间，涂料有沉淀现象，因此，在开桶前应晃动，使涂料混合均匀。

4.4.2 本条是为了获得高质量的防腐层而做出的规定。

4.4.3 钢管内表面涂敷是一项非常重要的工序，涂敷的好坏直接关系到产品的使用性能。目前，液体环氧涂料的涂敷主要采用

喷涂和挤涂工艺。根据液体环氧涂料的性能，采用喷涂工艺施工，效果比较理想。喷涂可使液体环氧涂料充分雾化，喷出料均匀，在钢管内表面上形成厚度均匀的防腐层，无流挂，工艺先进。

4.4.4 工艺控制是保证和提高产品质量的关键。生产前应先调整设备，设定工艺参数，当各项准备工作就绪，生产工艺稳定后，生产的产品才能保证一次合格。

4.4.5 根据内防腐层管道的特性，内防腐层一般都需要涂敷两遍以上，监测每次涂敷的湿膜厚度可有效地预测防腐层的干膜厚度。这样，就可计算出涂敷的次数，提高生产效率，保证防腐层厚度。

4.5 管件涂敷

4.5.1 管件包括弯头、三通、四通、大小头等连接件。管件涂敷是保证整条管线防腐层连续的关键，它的质量要求与钢管内防腐层的质量要求一样。但是，由于管件小，涂敷时，一般都采用手工喷涂或刷涂工艺，生产过程与钢管涂敷一样，应保证防腐层厚度。

4.6 环　　境

4.6.1 当环境相对湿度大于85%时，处理后的钢管易返锈；钢管潮湿，影响涂料粘结力。因此，环境也是影响产品质量的一项重要因素。

5 质量检验

5.1 生产过程质量检验

5.1.1 生产过程中的每一道工序都是保证产品质量的必要环节。保证本道工序质量，监督上道工序质量，是生产过程质量检验的重要环节。每道工序都要有严格的检验，而且要做好检验记录，这样有利于监督检查和追踪质量。

5.1.2 钢管或管件内表面预处理的质量是影响防腐层与钢管之间粘结的重要因素，要求100%检查。除锈质量检查方法采用目测或内窥镜检查，与GB/T 8923—1988中的图片或标准试片对照，判定是否达到质量要求；如果除锈没有达到要求，应重新处理。

5.1.3 本条规定了防腐层外观的检查比例和方法，以及质量要求。

5.1.4 厚度是内防腐层质量指标中最重要的一项指标，必须确保防腐层的厚度。防腐层是阻止或延缓腐蚀的一道屏障，是保证管道在设计寿命内正常运行的最重要的一项指标。目前大都采用无损检测仪测量防腐层厚度，其准确度会受到防腐层变形的影响。因此，在测量厚度时，应在防腐层完全实干后进行；另外，在测量时探头施加的作用力不宜过大，否则，防腐层变形会影响准确度。在测量防腐层厚度前，必须按仪器说明书上的要求选用适当的标准片进行校准，标准片一般仪器自带。由于无损检测仪探头的局限性，内部防腐层的检测有一定的困难，只能在管端进行检测。本条对检测方法做了具体规定，端面测圆周方向均匀分布的任意4点是为了检查防腐层均匀程度。

5.1.5 防腐层漏点检测是在防腐层实干后进行。本标准规定普

通级每平方米漏点数应不大于3个，因为普通级适用于减阻型及输送介质腐蚀较弱的管道，对漏点的要求不太高；加强级每平方米漏点数应不大于1个，适用于输送介质腐蚀性不太强的管道，如含水率较低的原油管道；特加强级不允许存在漏点，适用于介质腐蚀性强的管道，如注水管道、污水管道、含水率高的输油管道。特加强级一般要喷涂几遍，只要操作正常，涂料配制合理，可以不出现漏点。

5.2 出厂检验

5.2.1 为了确保内防腐管出厂质量，本标准规定了出厂检验项目、检验方法和比例，以及判定规则等。

6 防腐层修复

6.0.1 本条规定了防腐层修补的范围和方法。

6.0.2 本条规定了防腐层复涂的范围和方法。

6.0.3 内防腐层附着力检验不合格的防腐管应进行重涂，因为防腐层附着力检验不合格，防腐层易脱落、减薄，降低防腐性能。所以，必须除掉原有防腐层，对钢管内表面进行喷（抛）射处理，然后按正常生产时的工艺方法进行涂敷作业，并按本标准第5章的规定进行检验。

7 标识、储存和运输

7.1 标　　识

7.1.1 为了便于防腐厂的产品管理和施工单位现场使用方便，所有内防腐层钢管在检验合格后均应在钢管外表面明显处粘贴合格标记或标识。内防腐层钢管生产结束后，需要做外防腐时，应在外防腐结束后，在外防腐层的表面进行重新标识。

7.2 储　　存

7.2.1 本条是对成品管堆放场地的要求，规定堆放场地应有排水沟，管子离开地面 150mm，是为了防止雨水进入管内。

7.2.2 本条规定了成品管堆放的要求。

7.2.3 本条规定是考虑管内如有砂石等杂物会影响前线施工和管线输送介质。

7.3 运　　输

7.3.1 成品管吊装运输时，有时会受到撞击或因管子变形（小口径管子）而损伤内防腐层，所以吊装运输时一定要轻吊轻放，避免撞击，小口径管子运输吊装两点之间不宜过长，尽量减小管子的变形挠度，以免损坏内防腐层。

7.3.2 本条这样规定是因为在转运和运输过程中，如果钢管产生弯曲，容易损伤内防腐层；扁口将影响管道的组对和焊接。

8 现场补口

8.0.1 液体环氧涂料内防腐层钢质管道焊口处的补口，是保证管道防腐质量的关键。目前，应用比较成功的有4种补口技术，即内涂层补口机涂敷法、机械压接法、内衬短管节法和记忆合金热胀套补口技术。上述4种补口方法各有优缺点，本条提出的补口方法仅供施工单位参考，施工单位可根据实际情况选用理想的补口方法。

8.0.2 内防腐层补口质量的优劣将直接影响钢质管道工程的使用寿命，因此，不管采用哪种补口方法，施工前都必须针对内防腐层管道工程的工作条件和使用要求制定相应的补口质量标准和技术措施，经设计和用户签字同意后予以实施。

9 安全、卫生和环境保护

9.0.1 为了保证涂敷生产的安全和保护环境，保障作业人员的人身安全和健康，涂装作业和施工必须遵守 GB 7692 的有关规定。

9.0.2 除锈、喷涂过程中，各种设备的传动、物体之间的相互碰撞、高速的气流都会产生不同程度的音响，这种音响称为噪声。人们长期在这种噪声中工作，对身体健康将会产生不良的影响。因此，噪声的指标应符合 GBJ 87 的有关规定。

9.0.3 粉尘对人体来说是一种有害物质，往往经过呼吸道进入人体，人们长期在粉尘条件下工作，将会影响身体健康。

9.0.4 液体环氧涂料中的溶剂都为甲苯、二甲苯，这种溶剂挥发性很强。为了保护操作人员的身体健康，车间内一定要有排风措施。

9.0.5 涂漆区由于涂料及溶剂的挥发，空气中存有易爆游离物质，一旦有火源，有发生爆炸的危险。为了防止爆炸事故的发生，各种电气设备必须采取整体防爆措施，采用防爆灯具及安全电压。

9.0.6 生产过程中做好所使用机械设备的防护是为了避免造成人员伤亡或机械损坏。

10 交工资料

10.0.1 本条对交工资料做了规定。交工资料是一项工程从原材料到生产施工、竣工，从中间检验到最终检验全过程，以及生产过程中各类行为的文字记载。它不仅为工程经济核算提供依据，也是工程质量的如实记载，是向用户提供质量保证的证明。它是管道工程输送管理和管道维修时极为重要的技术文件。交工资料应当真实、准确、全面。

附录 A　无溶剂防腐涂料固体含量试验方法

本试验方法是参照中国石油天然气集团公司工程技术研究院制定的企业标准《EP－94 系列环氧无溶剂防腐蚀涂料》Q/CNPC—GCY056—1999 附录 A 的试验方法制定的。