中华人民共和国石油行业标准

钢质管道粉末内涂层技术标准

SYJ 4020 — 89

主编部门:中国石油天然气总公司基建工程局
批准部门:中华人民共和国能源部
实行日期:1990 年 10 月 1 日

石 油 工 业 出 版 社
1990 ·北京

能 源 部 文 件
能源技[1990]556 号

关于发布《石油工程建设质量检验评定标准》等十六项行业标准的通知

各有关单位:

现批准《石油工程建设质量检验评定标准》等十六项石油工程建设标准,为石油行业标准。各项标准的编号、名称如下:

序 号	编 号	名 称
1.SYJ	4037 — 89	石油工程建设质量检验评定标准
2.SYJ	4023 — 89	管汇制作与安装工程施工及验收规范
3.SYJ	4040 — 89	工业燃气轮机安装施工及验收规范
4.SYJ	4041 — 89	油田专用湿蒸汽发生器制作安装施工及验收规范
5.SYJ	4042 — 89	钢质管道粉末内涂层技术标准
6.SYJ	4043 — 89	常压钢制焊接油罐渗透探伤技术标准
7.SYJ	4044 — 89	常压钢制焊接油罐磁粉探伤技术标准
8.SYJ	4045 — 90	油气分离器制作安装工程施工及验收规范
9.SYJ	36 — 89	埋地钢质管道强制电流阴极保护设计规范
10.SYJ	37 — 89	管道防腐层阴极剥离试验方法
11.SYJ	38 — 89	管道防腐层特定可弯曲性的试验方法
12.SYJ	39 — 89	管道防腐层化学稳定性试验方法
13.SYJ	40 — 89	管道防腐层抗冲击性试验方法(落锤试验法)
14.SYJ	41 — 89	管道防腐涂料与金属粘结的剪切强度试验方法
15.SYJ	42 — 89	防腐蚀工程经济计算方法
16.SYJ	43 — 89	油气田地面管线和设备涂色规定

以上标准自一九九 0 年十月一日起施行。

中华人民共和国能源部
一九九〇年六月十八日

编 制 说 明

本标准是根据原石油工业部(83)油科字第 92 号文通知的要求,由中国石油天然气总公司工程技术研究所编制的。

在编制过程中,编制人员遵照国家有关方针、政策进行了调查研究,并参照了国内外有关标准规范;征求了有关单位的意见;经反复修改,最后由中国石油天然气总公司基建工程部会同有关部门进行审查定稿。

本标准共分四章十一个附录(详见目录)。

鉴于本标准为初次编写,请各单位在使用过程中结合工作实践和科学研究认真总结,注意积累资料,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄交天津市塘沽区津塘路 40 号,以便今后修改时参考。

中国石油天然气总公司工程技术研究所

1989 年 11 月

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为确保钢质管道环氧粉末内涂层涂敷质量,减少输送中介质的二次污染,延长钢质管道使用寿命,提高钢质管道输送经济效益,特制订本标准。

第 1.0.2 条 本标准适用于以热固型环氧体系粉末涂料为涂敷成膜材料,工作温度为－30 ～ 80 ℃,输送原油、天然气、污水、清水(非饮用水)的钢质管道内防腐工程。

第 1.0.3 条 钢质管道环氧粉末内涂层的设计和施工除应符合本标准的要求外,尚应符合国家现行的有关标准的规定。

第二章 材 料

第 2.0.1 条 钢质管道环氧粉末内涂层使用的环氧体系粉末涂料的质量指标应符合表 2.0.1 的规定。

环氧体系粉末涂料质量指标 表 2.0.1

项 目	质 量 指 标	检 验 方 法
外观	色泽均匀、干燥、无结块	目 测
粒度(以筛余量表示) %	＜ 5	用 GF3W0.09/0.05(平纹) 标准筛筛分(见 GB5330 ― 85)
密度,g/cm^3	1.3 ～ 1.5	附录一
含水率,%	＜ 0.5	附录二
水平流动性,mm	≤ 26	附录三
胶凝时间,min	＜ 4	附录四

第 2.0.2 条 钢质管道环氧粉末内涂层使用的环氧体系粉末涂料的生产厂应提供产品说明书,在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。

第 2.0.3 条 粉末涂料质量验收应按下列规定进行:

一、涂料出厂应有商品标志、质量合格证和出厂日期;

二、按《涂料产品的取样》(GB 3186 — 82)中规定的取样数目和取样方法取样抽查,其质量应达到表 2.0.1 规定的指标。若抽查不合格,应另取双倍试样重新抽查;若仍不合格,则该批粉末涂料判为不合格,不予验收。

第 2.0.4 条 采用内涂层的普通碳素钢、优质碳素结构钢的热轧或冷拔无缝钢管应符合《无缝钢管》(YB231)的规定。

第三章 粉末内涂层结构

第 3.0.1 条 钢质管道环氧粉末内涂层应为单层一次成膜防腐结构。

第 3.0.2 条 钢质管道环氧粉末内涂层厚度值应符合设计规定;设计无规定时,可根据输送管道类别,参照表 3.0.2 选用。

输送管道粉末内涂层厚度值　　表 3.0.2

管道类别		涂层厚度,μm
输气管道	减阻型	≥ 50
	防腐型	≥ 200
输油管道		≥ 200
输水管道		≥ 300

第四章　钢质管道粉末内涂层质量标准及检验方法

第 4.0.1 **条　钢质管道粉末内涂层质量指标应符合表** 4.0.1 **的规定。**

第 4.0.2 **条　钢质管道内涂层使用除环氧体系粉末涂料以外的其他粉末涂料时,可参照表** 4.0.1 **各项评定指标予以评定。**

粉末内涂层质量指标　　表 4.0.1

项　　目		质 量 指 标	检 验 方 法
外　　观		表面平整、色泽均匀、允许有轻微桔皮状花纹	用 4 倍放大镜在距管道两端各 400mm 处观察,逐根检查
涂层厚度		≥ δ (设计厚度)	用涂层测厚仪每 10 根抽检一根;在距离管道两端各 400mm 范围内检测,每端测上下左右四点
涂层针孔数 n[1],个/m^2		对防腐型输气管道及输油管道,n ≤ 2	用涂层检漏仪抽检总数的 50%,检测电压为的 4v/μm
		对输水管道,n ≤ 1	用涂层检漏仪逐根检查,检测电压为 4v/μm
抗冲击强度, J		≥ 4.9	在 25 ± 2 ℃条件下,按 GB1732 — 79 进行
涂层硬度,H[2]		2	GB6739 — 86
附着力		≥ 19.6MPa	附录五(拉开法)
		二级	GB1720 — 79(划圈法)
抗磨损性能,L/μm		≥ 1.96	附录六
抗弯曲性能		合格	附录七
吸水率,%		≤ 0.2	附录八
耐击穿电压,kv/mm		≥ 30	GB　1408 — 78
体积电阻率,Ω · cm		≥ 10^{12}	GB　1410 — 78
耐阴极剥离		一级	附录九
耐化学侵蚀性	10%HC1(常温)	合格	附录十
	20%NaOH(常温)		
	3.5%NaCl(常温)		
	油田污水(80 ℃)		
	原油(80 ℃)		
	汽油(常温)		
	煤油(常温)		
	柴油(常温)		
耐盐雾试验(500h)		二级	GB1771 — 79

注： 1)**允值＜** n ≤ 6 **时，允许修补，并应按原法重新检测。**

2)H **为铅笔硬度。**

附录一　粉末涂料密度测定方法

(一)　仪器

1.天平:感量 0.lmg;

2.玻璃皿;

3.量筒:200mL 。

(二)　测定步骤

1.在玻璃皿内表面均匀涂抹极薄的一层硅油,不得漏涂。

2.取约 50g 粉末涂料倒入玻璃皿内,尽可能使各处粉末厚度均匀。

3.将装有粉末涂料的玻璃皿按粉末固化条件固化。

4.固化后冷却至室温,取出涂层试块,将试块称重(精确至 1mg)。

5.在 200mL 的量筒中装约 l00mL 的蒸馏水,读出水的体积 V_1 (精确至 0.5mL);将涂层试块投入量筒中,再读出水与试块的总体积 V_2 。

(三)　结果计算

$$D = \frac{G}{V_2 - V_1} \qquad (附\ 1.1)$$

式中　D ——密度,g/cm^3;

G ——试块质量,g;

V_1 ——试块投入前水的体积,mL;

V_2 ——式块投入后水和试块的总体积,mL 。

结果取 5 个试块测定值的平均值,相对误差不大于 5%。

(四)　试验报告

试验报告应包括以下内容:

1.材料类型、厂家、出厂日期;

2.试验环境;

3.试验结果;

4.其他常规试验报告内容。

附录二　粉末涂料含水率测定方法

(一)　仪器

1.分析天平,感量 0.lmg;

2.玻璃皿:直径 60mm,皿深 17mm;

3.烘箱;

4.干燥器。

(二)　测定步骤

1.称准玻璃皿重量(精确到 1mg,下同)并作好记录。

2.取 2 ± 0.1g 粉末样品倒进玻璃皿中,小心地多方向倾斜玻璃皿,使粉末均匀地分布在玻璃皿底部。

3.将装有待测粉末涂料的玻璃皿放入烘箱中,恒温 l00 ℃热烘 2h,取出放入干燥器中冷却至室温。

4.将冷却后的玻璃皿和粉末涂料一起称重并作记录。

(三) 计算

挥发水分含量(重量百分数)=100 — 100(W_2 — W_1)/W (附 2.1)

式中 W_2 ——加热后的玻璃皿和粉末涂料重量,g;

W_1 ——装粉末涂料用玻璃皿重量,g;

W ——粉末涂料样品的重量,g。

每种样品做三个平行试验,取平均值为结果,相对误差应小于 5%。

(四) 试验报告

试验报告应包括下列内容:

1.材料类型、厂家、出厂日期;

2.试验内容;

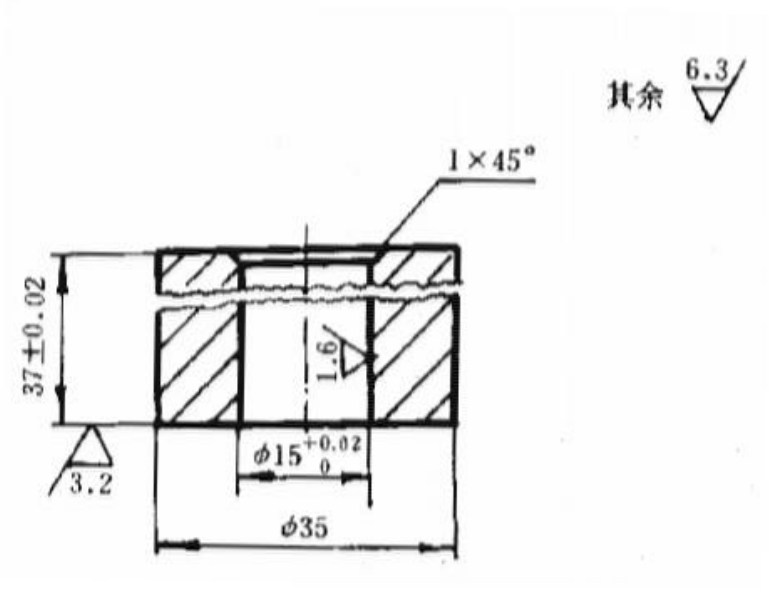
3.试验结果;

4.其他常规试验报告内容。

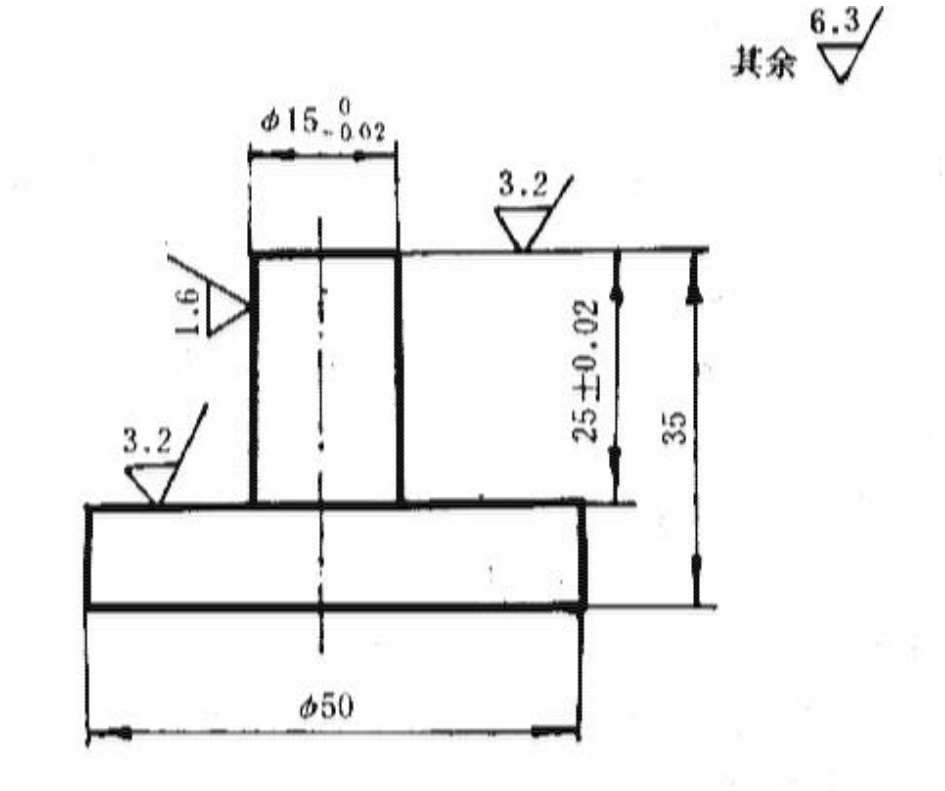
附录三 粉末涂料熔融水平流动性测定方法

(一)仪器和工具

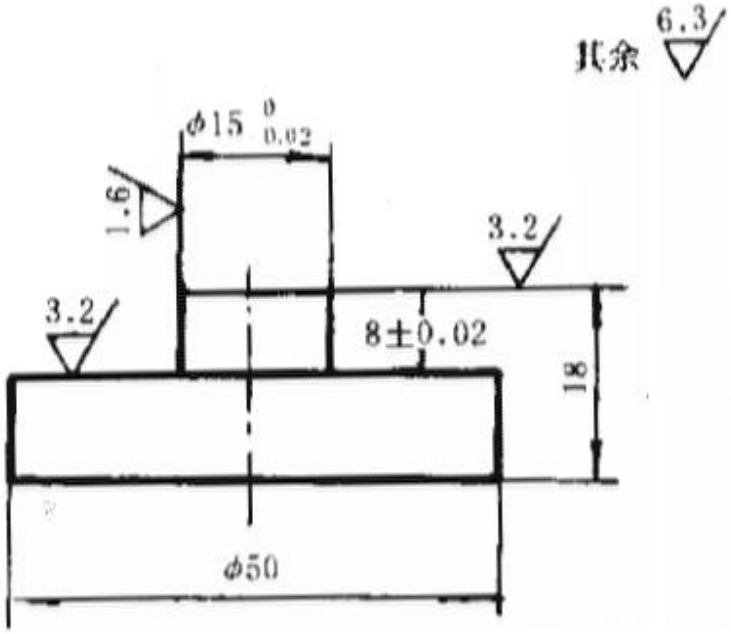
1.试片压制模具



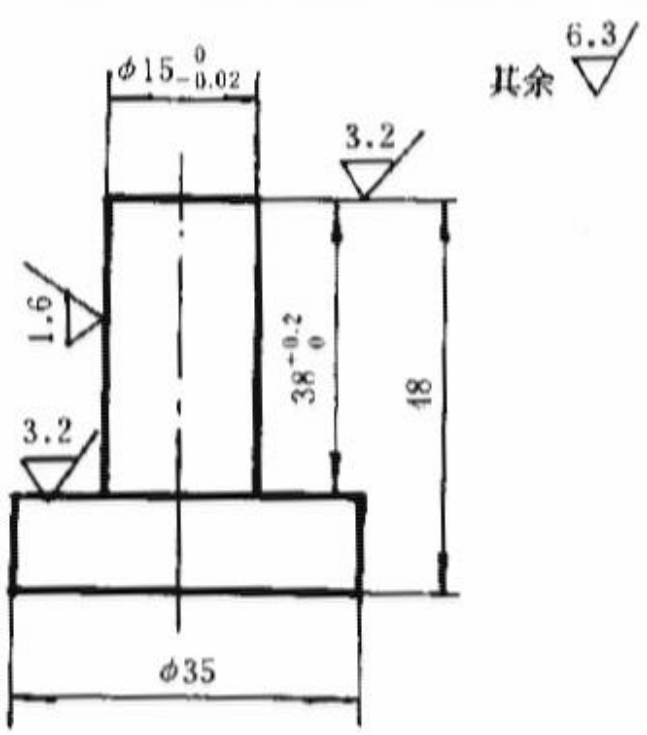
(1)模套


其余
6.3
φ15 0 -0.02
3.2
1.6
3.2
25±0.02
35
φ50

（2）上模


其余
6.3
φ15 0 -0.02
1.6
3.2
3.2
8±0.02
18
φ50

(3) 下模



（4）顶杆

附图 3 — 1　试片压制模具图

注：①图中尺寸单位均为毫米。

②模具材料：磷青铜、黄铜、 A3 钢（镀铜或铬镍）。

2.其他仪器和工具

包括铜电热板、温度计、节点温度计、继电器、调压器、电炉、秒表、游标卡尺。

(二)　测定步骤

1.在托盘天平上称取约 1g 粉末倒入压模中,压制成片,然后顶出试片。试片直径 15mm,厚度 4mm,试片边缘不得有破损、残缺。

2.将铜电热板加热到固化温度(允许误差± 1 ℃)。

3.将试片放在铜电热板中央后立即用秒表计时,到规定时间后,把铜板放到盛有冷水的盘中,使之迅速冷却,但水不得漫过铜板;待试片冷却后,用游标卡尺测量试片直径,每块试片取相互垂直的两个数据平均值。

4.两个试样之间直径差不得超过 0.5mm 。

(三)　试验报告

试验报告应包括下列内容:

1.材料类型、厂家、出厂日期;

2.试验内容、条件;

3.试验结果;

4.其他常规试验报告内容。

附录四　粉末涂料胶凝时间测定方法

(一)　仪器和工具

1.电热板:其结构见附图 4.1,板中部开有两个温度计插孔;

2.温度计:量程 0 ～ 200 ℃;

3.节点温度计:量程 0 ～ 200 ℃;

4.继电器;

5.调压器;

6.刮刀;

7.秒表;

8.电炉;

9.牛角匙;

10.油灰刀或类似工具。

(二)　测定步骤

1.将电热板加热到 180 ± 1 ℃(或按涂料买卖双方商定的温度加热),然后用继电器控制恒温。

2.取 1g 粉末涂料平铺于电热板中部,恒温加热。

3.待粉末完全熔融时,用秒表开始计时,并用油灰刀或类似工具在熔融物中作环状划动,不时将刀尖从电热板上提起 50mm 左右进行观察,如挑起的熔融物呈连续的细丝,试验继续进行;如从电热板上挑起的熔融物细丝容易断裂,则涂料已凝胶,立即停止计时。从开始计时到停止计时的时间即为该粉末涂料的胶凝时间。

4.胶凝时间的测定必须重复两次,两次测定相对误差值不得大于 5%。

(三)　试验报告

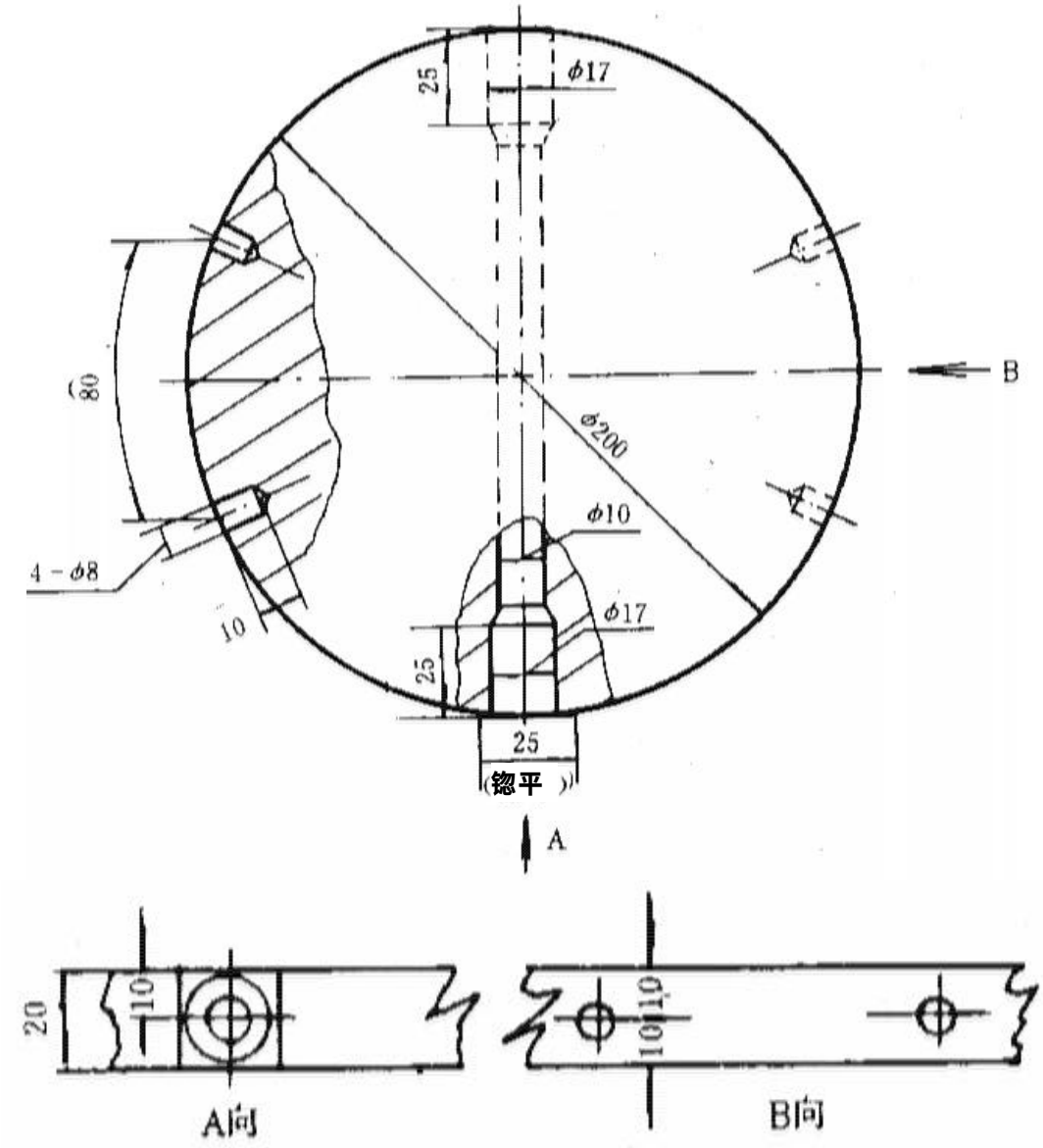
试验报告应包括下列内容:

1.材料类型、厂家、出厂日期;

2.试验内容、条件;

3.试验结果;

4.其他常规试验报告内容。



材料: **黄铜**

附图 4.1 **电热板**

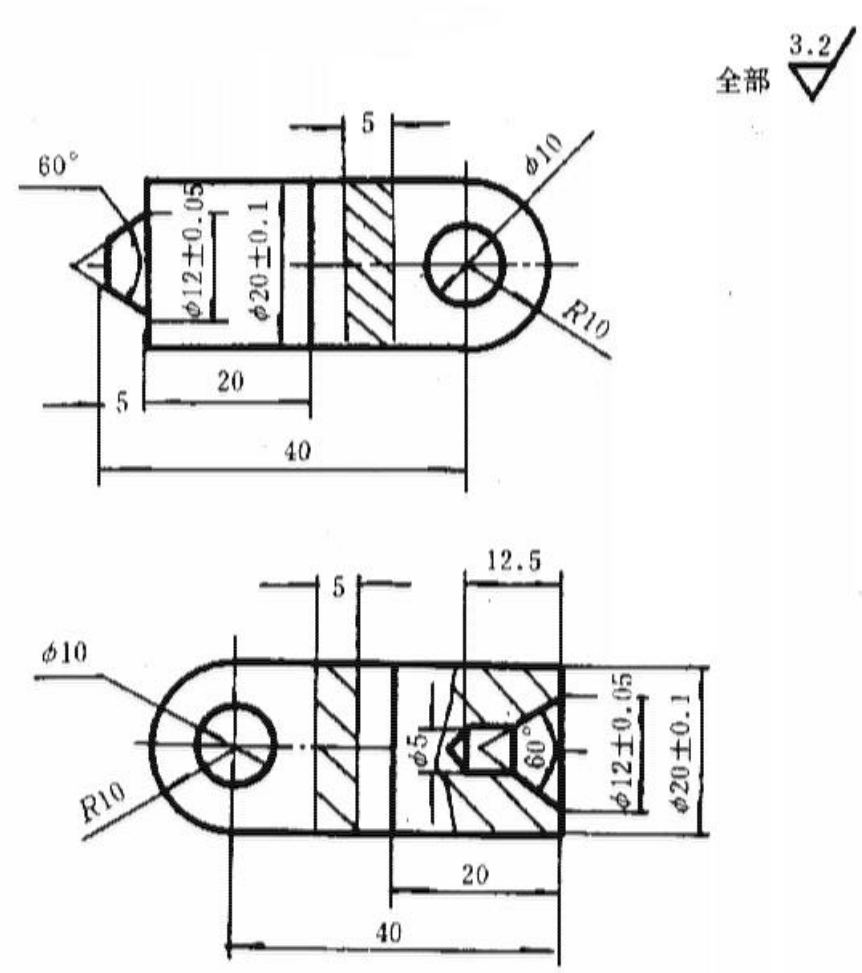
附录五　涂层附着力测定方法(拉开法)

(一)　仪器

喷砂器、粉末静电喷涂设备、电热干燥箱、拉力试验机。

(二)　试件规格

试件规格见附图 5.1 。



材料: A3 铜

附图 5.1　涂层附着力试件图

注:　①图中尺寸单位均为毫米

②试件材料为 A3 钢

(三)　测定方法

1.将一组(6 对)试件各待粘接面按钢管内涂层表面处理要求作好前处理。

2.分别将试件端部凹凸处作好蔽覆。

3.将试件每个端面涂敷粉末涂料,按膜厚不小于 50 μm 涂粉,然后分别将每对试件凹凸部分对正,垂直放在试件固化支架上。

4.将试件连同试件固化支架一起放入电热干燥箱中,按试验用粉末涂料的固化条件进行固化。固化成膜后立即取出试件冷却待测。

5.将 6 对试件在拉伸试验机上分别进行拉伸测定,按拉伸试验机操作程序测定到试件从粘接处断开为止,记下拉断时的拉力值。

(四)　结果计算

涂层的附着力按式(附 5.1)计算。

$$F = \frac{G}{S} \times 0.01 \qquad (附\ 5.1)$$

式中　F ——涂层的附着力,MPa;

G ——试样被拉开破坏时的负荷值,N;

S ——试样环形粘接面积,2cm^2。

结果取 6 对试件的平均值,相对误差不应大于 10%。

(五)　试验报告

试验报告应包括下列内容:

1.试件规格、数量;

2.被测涂料的型号、产地、出厂时间;

3.试验的涂料固化条件;

4.涂层厚度;

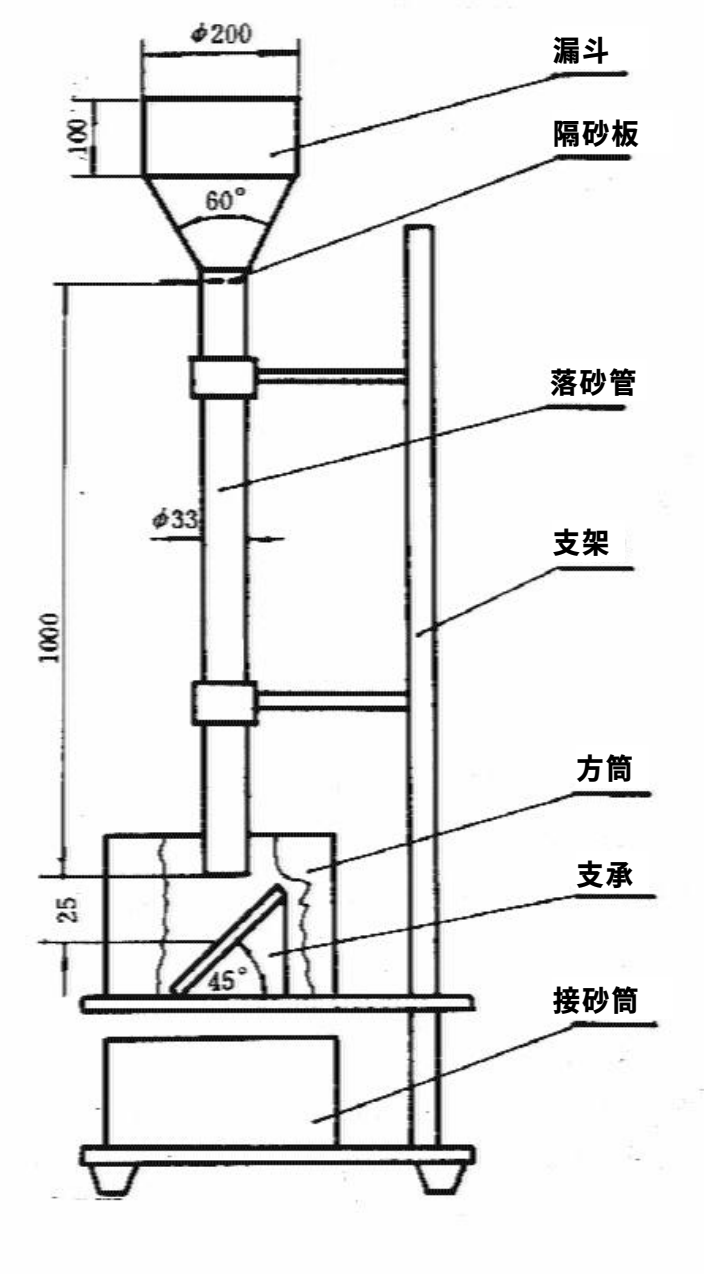
5.拉力机型号,作拉力试验的荷载、加载速度、断裂时拉力值、附着力算术平均值、破坏形式及试验中的异常;

6.其他常规试验报告内容。

附录六　涂层抗磨损性测定方法(落砂法)

(一)　仪器

包括涂层测厚仪、落砂试验机(见附图 6.1)。



附图 6.1 落砂试验机

(二)　试件规格及制备

试片规格:120mm × 120mm × 3mm;

试片材质:A3 钢;

涂层厚度δ:大于或等于 100 μm;

试片制备:按钢和粉末内涂层技术要求。

(三)　磨料

使用干燥河砂。其粒度级配为:

GF3W2.50/0.63 — GF3Wl.00/0.25 占 20%,

GF3Wl.00/0.25 — GF3W0.2/0.11 占 80%。

[见《工业用金属丝编织方孔筛网》(GB 5330 — 85)]

(四)　测定方法

1.校准仪器

(1)将一定数量的标准砂倒入漏斗,检查砂子流出落砂导管下端的情况,使落砂流的中心与落砂导管的中心对齐。

(2)在漏斗中加入标准砂 200L,测其流出所需时间,调整落砂流量至约 0.1L/s 。

2.测定程序

(1)在作好涂层的试片板的适当位置上,划出三个直径 30mm 的圆,对每个圆圈内的涂层至少测三点,记下每次测出的涂层厚度值。

(2)将测过圆形涂层厚度的试片固定在试片支承上,并使待测的圆形区域对准落砂导管。

(3)将测过体积的标准砂倒入漏斗;抽去落砂隔板使砂子流经导管,冲磨试片圆形区域的涂层;在砂子将流尽时,将在试验仪器下部用容器收集的标准砂以每次 200L 的砂量不断加入落砂漏斗,直到试验完毕。

(4)涂层受磨面是椭园形的:其长轴为 30mm;短轴为 25mm 。待落砂冲磨至均匀露出金属基材时,立即用落砂隔板将导管落砂隔断。

3.抗磨损性(单位:L/μm)计算

$$抗磨损性 = \frac{V}{\delta} \qquad (附\ 6.1)$$

式中　V ——所用磨料的总体积,L;

　　δ——涂层厚度,μm(取同一区域不同测点的平均值)。

以同一试片不同区域的抗磨损性值的算术平均值作为该涂层的抗磨损性值。

(五)　试验报告

试验报告应包括下列内容:

1.试验环境(天气、温度、湿度,时间);

2.试件规格、数量;

3.检验涂层用涂料的型号、类型、产地、出厂时间及涂层固化条件;

4.磨料的产地和类型;

5.每块试片各个待测区域的涂层厚度;

6.每块试片的每个区域所用磨料的数量(L)和各个测试区域的抗磨损性值、每块试片的平均抗磨损性值;

7.其他常规试验报告内容。

附录七　钢管内涂层抗弯曲性能试验方法

(一)　甲法

1.试件规格

(1)钢管直径 Dg:50mm;

(2)试件长度 L:600mm;

(3)钢管管材:符合《无缝钢管》(YB 231);

(4)试件钢管内涂层厚度:按内防腐工程项目使用要求的涂层厚度最低值确定。

2.仪器设备

(1)弯管机及弯管胎具:弯曲半径 R=8D(D —管件公称直径);

(2)切管机;

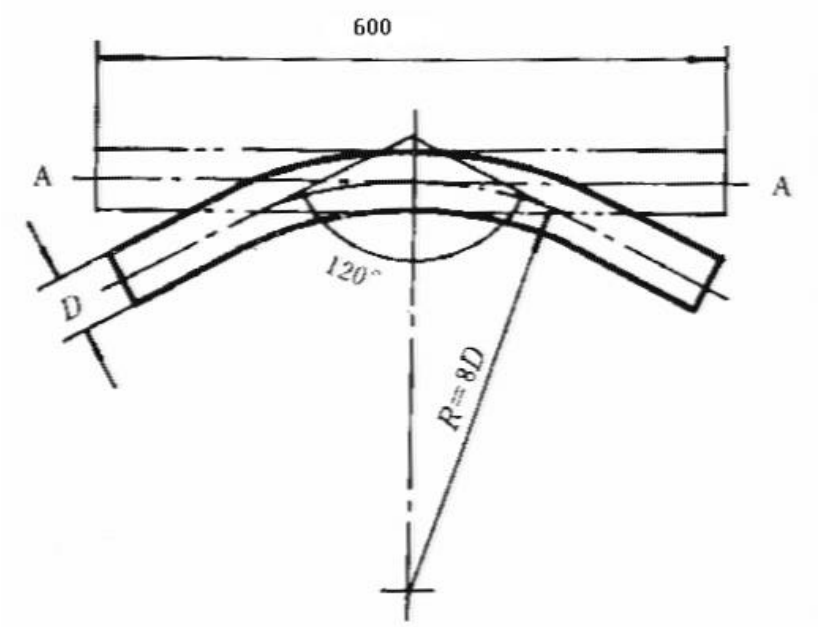
(3)4 倍放大镜。

3.试验方法

(1)将试件钢管按钢质管道内涂层技术要求涂敷内涂层,测涂层厚度。

(2)将涂有内涂层的试件钢管水平放置在弯管机弯管胎具之中,逐渐将试件钢管压弯,直到弯曲 120 ° 为止(见附图 7.1)。

(3)从弯管机弯曲胎具中取出试件钢管。按附图 7.1 所示 A — A 位置用切管机剖切,用 4 倍放大镜直接观察弯管剖切处涂层变化情况,如实记录。凡试件钢管弯曲变形后,其涂层无撕裂、无剥离等异常现象的为合格。



附图 7.1　试件弯曲示意图

(二)　乙法

1.试件规格

(1)钢管直径　Dg:150mm;

(2)试件长度　L:50mm;

(3)试件管材:符合 YB 231;

(4)钢管试件内涂层厚度:按内防腐工程项目使用要求的涂层厚度最低值确定。

2.仪器设备

(1)压力试验机;

(2)切管机;

(3)4 倍放大镜。

3.试验方法

(1).将试件钢管按钢质管道内涂层技术要求涂敷内涂层。

(2).在涂有内涂层的试件钢管的上下左右四个方位测量其涂层厚度。

(3).将待测试件钢管水平地放在压力试验机工作台上,启动压力机挤压钢管试件,当钢管试件变形量达到原直径的 8/10 时,停止加压并立即放松试件钢管。

(4).用 4 倍放大镜直观检查变形后的试件钢管内涂层的各个方向,以无撕裂、无裂纹等异常为合格。

(三)试验报告

甲法或乙法的试验报告均应包括下列内容:

1.试验环境(天气、温度、湿度、时间);

2.试件钢管规格、数量;

3.检测涂层用涂料的型号、类型、产地、出厂时间及涂层固化条件;

4.钢管内涂层抗弯曲性能检测试验中钢管变形量及涂层变形后表面直观情况;

5.其他常规试验报告内容。

附录八　涂层吸水率测定方法

(一)仪器

1.底板:马口铁 50mm × 120mm × 0.2~0.3mm;

2.天平:感量 0.1mg;

3.定性滤纸;

4.玻璃容器;

5.干燥器:装变色硅胶;

6.电热干燥箱。

(二)试件制备

1.底板用 120 目砂布打磨后,用无水乙醇清洗,然后置于 100 ℃干燥箱中,烘干 30min 后取出,放入干燥器内冷却至室温,称重。

2.称重后的底板按管道内涂层的制作技术涂敷环氧粉末涂料,涂层固化稳定后放入干燥器内。

(三)试验步骤

1.涂装好的试件称重后垂直地全部浸入盛有蒸馏水的容器中,恒温 25 ± 1 ℃。试件表面不应有气泡,试件相互间或与容器壁之间不得接触。

2.浸泡 7d 后取出试件,立即用滤纸吸干涂层表面水分后称重。每块试件自水中取出至称重完毕的时间不得超过 2min 。

(四)结果计算及精确度

涂层吸水率按式附 8.1 计算。

$$W = \frac{G_2 - G_1}{G_1 - G} \times 100 \qquad (附\ 8.1)$$

式中　W ——吸水率,%;

G ——底板重量,g;

G_1 ——涂层板浸泡前重量,g;

G_2 ——涂层板浸泡后重量,g 。

结果取各试件吸水率的平均值,取二位小数。平行试验结果之差不应大于平均值的 20%。

(五)　试验报告

试验报告应包括下列内容:

1.试验名称;

2.试件数量及涂层名称;

3.浸泡介质及时间;

4.各试件底板重量(G)、涂装板浸泡前的重量(G_1)、涂装板浸泡后的重量(G_2)及吸水率

(W);

5.吸水率最后结果;

6.其他常规试验报告内容。

附录九　涂层阴极剥离试验方法

(一)　试验原理

1.将试件上的涂层浸于高导电性的碱性电解质中,使试件经受电应力的作用。采用镁阳极与试件连接并浸入电解液可获得电应力。涂层在开始试验前应人为地制成试验孔。

2.在试验周期结束后,用物理检验法检查浸泡区内试验孔周围涂层松动情况,并与非浸泡区涂层新孔处松动情况相比较,以及检查整个浸泡面积内是否有任何新的孔洞出现、从而得出试验结果。

(二)　试验设备与材料

1.试验容器

应用不导电材料制造,或在金属容器中以不导电材料作衬里。容器的大小应符合下列要求:

(1)试件在容器内垂直悬挂,与容器底部之间至少有 26mm 的间隙。

(2)每一试件应与其他试件、阳极和容器壁之间至少相隔 38mm 。

(3)电解液的深度应使浸入试件的试验长度符合本附录第(三)节第 5 条的要求。

2.容器盖

可用胶合板或塑料制作,并带有穿过试件和电极孔的支座;用木钉穿过试件顶端孔可把试件悬挂在容器盖上。

3.镁阳极

由镁合金制成,阳极在按本附录第(三)节第 1 条要求配制的电解液中的电位为 — 1.45 ～ — 1.55V(相对于铜/饱和硫酸铜参比电极),其表面积应不小于浸泡在电解液中总试样面积的 1/3(仅为浸泡的外表面积)。如果阳极不伸出盖外,则要进行绝缘密封;如果镁阳极能伸出盖外,也可以不密封。

4.连接线

由阳极到试件的连线要用最小截面为 $2mm^2$,的绝缘铜线,用锡焊或铜焊连接到试件不浸泡的那端,并用绝缘材料涂敷。允许连接导线有接头,用锡焊或机械方法压接在一对铆接的接线片上。

5.密封材料

密封涂层管两端及接头的材料可用沥青产品、蜡、环氧材料或其他材料组成。其中包括模制的弹性体和塑料端盖。

6.打孔和直观检查的工具

所用钻头应符合本附录第(三)节第 3 条的规定。作物理检查时应用带安全柄的尖刀。

7.高阻电压表

直流内阻不小于 10M Ω,测定参比电极的电位时,测量范围为 0.01 ～ 5V 。

8.参比电极

采用铜/饱和硫酸铜参比电极,其相对标准氢电极的电位为— 0.316V,也可用甘汞电极,但用它测量时应转换成铜/饱和硫酸铜参比电极,即将观察的读数加上— 0.072V 。

9.测厚仪

用磁性测厚仪,测量范围为 1 μm～20mm,精度为各档量程的±2%。

10.兆欧表

用于初始试验阶段测量涂层的表观电阻。

11.金属电极

用不锈钢电极。

(三)试验介质与试件的制备

1.电解液采用蒸馏水加入工业无水氯化钠、无水硫酸钠、无水碳酸钠各 1%(重量比)配制而成。每次试验均应用新鲜溶液。

2.将涂层按管道环氧粉末内涂层制作技术要求涂敷在外径为 60mm 的钢管外表面上。涂层表面应均匀、平整、无漏点,涂层厚度按内防腐工程项目最低值确定。

3.在每个试件涂层的浸泡面积上打三个试验孔,分布于试件浸泡长度的中间和距顶部、底部各 1/4 处,孔间彼此分开 120°。打孔时应让钻头的锥尖充分进入钢管,直到钻头的圆柱部分碰到钢面为止,钻头的直径不应小于 6.35mm,不得钻穿钢管壁。

4.浸泡线上的管端应有适当的支承结构和单独的连接线,该导线以锡焊或铜焊的方式连接在管道上,突出的管端包括支承结构和连接导线都应用绝缘涂层材料密封。

5.试样的试验面积为底端密封边缘到浸泡线之间的面积,底端封闭面积不能作为试验面积,浸泡面积不应小于 23000mm^2。

6.在打试验孔前,应按以下方法检查涂层的连续性和顶端的密封性:

(1)将试件和金属电极浸在电解液中,兆欧表的一端接在金属电极上。测量两次表观电阻的欧姆数:一次将试件接在兆欧表的正极上,另一次接在负极上。

(2)将兆欧表与试件断开,但试件仍浸泡 15min,再按本条第(1)款的方法测量电阻。

(3)若 15min 后两次测量的电阻读数有明显差别,则表明涂层或顶端密封有裂缝。如果涂层有裂缝,应舍去该试件;如果顶端密封有裂缝,可进行修理,然后再按本条第(1)、(2)款的要求测量电阻。

(4)浸泡 15min 后的最低电阻不应小于 1000MΩ,而稳定读数低于 1000MΩ不表明有裂缝,试件可用于试验。报告中应写出全部电阻测量结果。

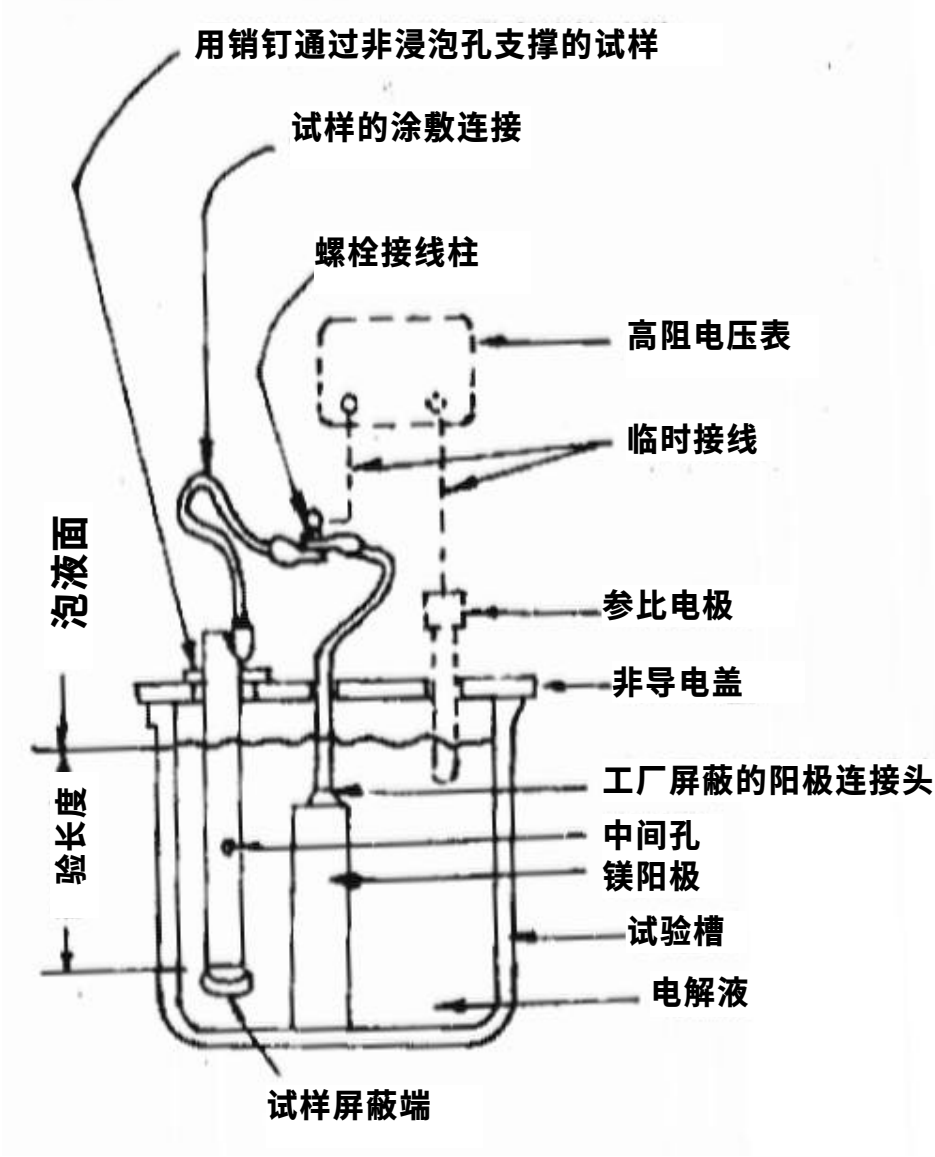
7.按测厚方法测量并记录最小、最大的涂层厚度及试验孔处的涂层厚度。

(四) 试验步骤

1.将试件浸泡在电解液中并按附图 9.1 所示连接到阳极上,中间试验孔不要正面对着阳极,按本附录第(二)节第 1 条所述放置阳极和试件。用蜡笔在试件上标明浸泡液面线,应每天加水以保持水位。试验在 21～25℃的电解液中进行。

2.为检验试验电池是否有效,在试验开始后和结束前,应马上测量试件与参比电极之间的电位。使用附图 9.1 所示的临时接线和设备,测得的电位不应小与 —1.45～—1.55V(相对于铜/饱和硫酸铜参比电极)。

3.试验周期持续时间为 30d。

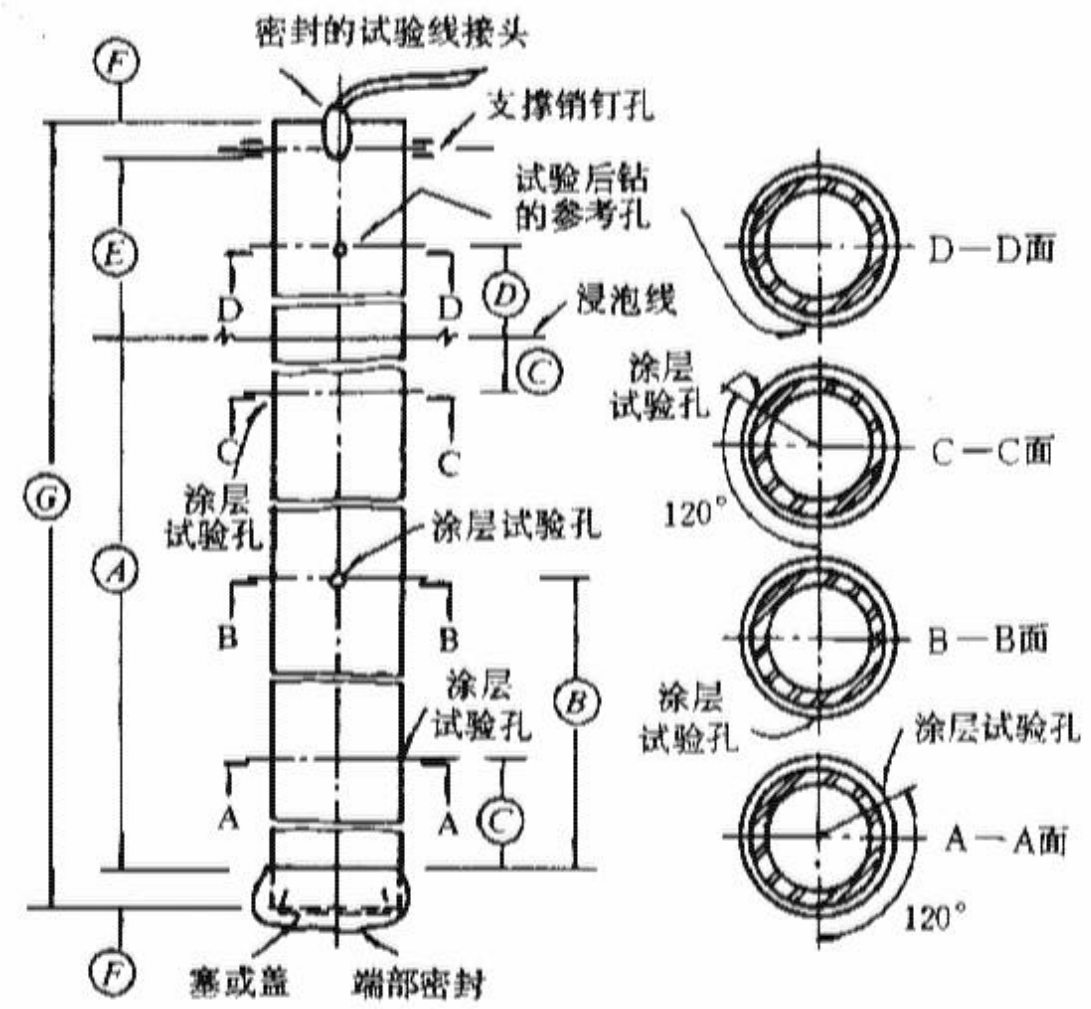


附图 9.1 用镁阳极的试验装置

4.试验结束后立即进行下述物理检查:

(1)肉眼检查整个浸泡面积上有无新产生孔洞的迹象以及所有孔洞包括人造试验孔边缘涂层的松动情况。

(2)在试件浸泡线与顶端之间的非浸泡面积的涂层上打一个新试验孔,推荐距离如附图 9.2 所示,打孔方法按本附录第(三)节第三条所述。


密封的试验线接头
支撑销钉孔
试验后钻的参考孔
浸泡线
涂层试验孔
涂层试验孔
涂层试验孔
涂层试验孔
涂层试验孔
塞或盖
端部密封
D—D面
C—C面
B—B面
A—A面
120°
120°
F
E
D
C
G
A
B
C
F

距离	尺寸， mm
A	490.22 ± 12.7
B	245.11 ± 12.7
C	120.65 ± 6.35
D	114.3 ± 6.35
E	233.363 (min)
F	19.05 (min)
G	762 (min)

附图 9.2 试样的推荐尺寸

注： min 意为最小。

(3)为测量或标定刀挑方法,应在新试验孔边缘的涂层上切一个口,切口刀痕的延长线应通过试验孔中心,然后用锐刀尖挑涂层。用挑起方法表示的未试验涂层的粘结状况,可分为不能挑起、不易挑起或涂层剥离三种情况。

(4)记录新试验孔的情况。

(5)在孔洞或检查点上按本条第(3)款的方法直接用锐刀尖挑浸泡面积内的试验孔涂层,检查涂层是否松动。

(6)剥离面积可用带格纸在试件上直接计算,也可用纸影印后借助于平面积仪求得。以浸泡孔的剥离面积减去非浸泡孔的剥离面积来评定阴极剥离结果。

(五)计算当量直径和评定试验结果

1.以一个试件的三个试验孔剥离面积的算术平均值作为试件剥离面积,试验终止的剥离面积用当量直径 ECD(单位:mm)表示。按下式计算当量直径 ECD:

$$ECD = \left(\frac{A}{0.785}\right)^{1/2} \qquad (附\ 9.1)$$

式中 A ——剥离面积,mm^2。

2.如果相同试件的当量直径差别不大于 12.7mm,就不应怀疑结果,其差异可能是试件间的差别或试验过程所引起的;相同试件的当量直径差别大于 12.7mm 时,应重做试验。

3.耐阴极剥离等级划分标准如下:

(1)一级:最大剥离的当量直径不超过 12.7mm,没有自生孔。

(2)二级:最大剥离的当量直径不超过 25.4mm,没有自生孔。

(3)三级:最大剥离的当量直径不超过 38.1mm,没有自生孔。

(4)四级:最大剥离的当量直径不超过 50.8mm,没有自生孔。

(5)五级:任何原始孔的剥离当量直径大于 50.8mm 或产生了自生孔或两种兼有。

(六)试验报告试验报告应包括下列内容:

1.涂层的名称和编号;

2.管子的几何尺寸;

3.试件的涂敷方法、日期;

4.涂层的最大、最小厚度,平均厚度和试验孔处的厚度;

5.浸泡面积和初始试验孔的大小;

6.鉴别涂层的连续性和顶端密封性的电阻测量结果;

7.试验开始和结束日期;

8.试件各试验孔的剥离面积、平均剥离面积、当量直径;

9.涂层耐阴极剥离等级;
10.其他有关的数据;
11.试验员的签名。

附录十　涂层耐化学试剂和溶剂性能试验方法

(一)试验设备及试剂

1.容量 2000ml 的广口玻璃瓶,并配备橡皮塞;也可用其他不受介质腐蚀且高度合适的带塞广口瓶。

2.绝缘检漏仪一台。

3.配制 10%HCl(质量比,下同),20%NaOH 和 3.5%NaC1 试剂;煤油、汽油、柴油、油田污水和原油备用。

(二)试件制备

1.将环氧粉末按管道内涂层的制作技术涂敷在长 150mm 、外径 50 〜 60mm 的试件钢管上。

2.试件浸泡前应用绝缘检漏仪检漏,有漏点的试件不得使用。

3.试件两端应用橡皮塞封口、并用环氧树脂密封。

(三)试验步骤

1.在每个容器里垂直放置一个试件。

2.注入预定的化学试剂或溶剂,液面高度应大于试件长度的一半。

3.用塞子把容器塞紧,以防试剂挥发及污染,保持液面高度。

4.浸泡 30d 后取出试件,先用自来水冲洗,再用干净的滤纸擦干;在易挥发试剂中浸泡的试件不必冲洗。

5.立即检查并记录试件外观是否有起泡、脱落等现象。

6.浸泡过程中,定期观察并记录试件表面的情况。

(四)结果评定

浸泡后试件表面无缺陷为合格。

(五)试验报告

试验报告应包括以下内容:

1.材料类型、厂家、出厂日期;

2.试验温度;

3.化学介质;

4.浸泡周期;

5.试件浸泡过程及浸泡后的外观情况;

6.评定结果;

7.其他常规试验报告内容。

附录十一　本标准用词说明

(一)执行本规范条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待:

1.表示很严格,非这样作不可的用词:

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作的用词:

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作的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

(二)条文中指明必须按其他有关标准和规范执行的写法为,“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按所指定的标准和规范执行的写法为,“可参照……”。

附 加 说 明

本标准起草单位:中国石油天然气总公司工程技术处研究所

本标准起草人:王延斌　张其滨　师洁玲

中华人民共和国石油行业标准

钢质管道粉末内涂层技术标准

SYJ 4042 — 89

条 文 说 明

石油工业出版社

1990 ·北京

前　　言

根据原石油工业部(88)油科字第 92 号文的要求,由中国石油天然气总公司工程技术研究所负责主编的《钢质管道粉末内涂层技术标准》 SYJ 4042 — 89,经中华人民共和国能源部以能源技[1990]556 号文批准发布。

为便于广大设计、科研、施工、质检等有关单位人员在使用本标准时能正确理解条文规定,《钢质管道粉末内涂层技术标准》编制组根据国家有关编制标准、规范条文说明的统一要求,按《钢质管道粉末内涂层技术标准》的章、节、条顺序编制了本条文说明,供各有关部门和单位执行时参考。如发现本条文说明有欠妥之处,请将意见直接函寄中国石油天然气总公司工程技术研究所(天津塘沽区津塘路 40 号)。

1990 年 6 月

第一章　总　　则

第 1.0.1 条 随着生产的发展,人们逐渐认识了各种介质输送中管道内壁腐蚀的严重性。人们通过钢质管道内涂层的技术处理实践,更清楚地看到了钢质管道肉涂层的优越性:减阻、降低输送动力消耗、增加输送能力、减少输送介质对管道的腐蚀以延长管道使用寿命、减少管输送对介质的污染、降低管道运输成本和利用输送管理等。

粉末涂料是百分之百固体组分涂料。环氧体系粉末涂料具有优良的防腐性,绝缘性和可靠的、耐久的使用寿命。粉末涂料与传统的液体涂料相比,具有涂装工艺简单、低污染、测量利用率高和利于文明生产等优点。

粉末涂层应用于钢质管道内防腐,无疑是钢质管道内涂层技术的一个重大进步。钢质管道粉末内涂层技术虽然已在石油计量的体积管、水管线和船舶工艺管道上投入使用,并且取得了理想的使用效果,可是国内却没有一个钢质管道粉末内涂层技术标准,一般都是参照某种涂斜的使用说明或借鉴国外粉末涂层的使用情况而定出某些规定。为使钢质管道粉

末内涂层技术更有效地应用于各个生产系统和技术领域,使钢质管道粉末内涂层获得优良的涂敷质量,在参照了美国材料与试验协会(ASTM)标准、日本给水工程协会(JWWA)标准和国外有关涂装公司部分企业标准及国内钢质管道内涂层应用实践的基础上,编写了本标准。

第 1.0.2 条 目前在国内,对钢质管道内腐蚀较严重的是油田污水。某些污水处理站的污水管道投产仅二三年就腐蚀报废。所以,在石油系统已明确规定,凡污水管道工程必须作内涂层,在胜利油田广利注水站的对比试验证明,环氧粉末涂层防止污水腐蚀具有优越性。日本川崎制铁株式会社采用环氧粉末涂层的钢管产品可适用于— 45 ～ 100 ℃的工作条件,而我国原油输送、污水输送及回注温度一般为 80 ℃左右,所以本标准确定的最高使用温度为 80 ℃,这也是经使用验证了的。原油、天然气管线目前尚未作管道内涂层,但由于粉末内涂层用于这类钢质管道时,其耐蚀性或使用温度,(除长输管道的加热炉管道外)均可满足使用要求,所以本标准规定为适用于输送原油、天然气,清水(非饮用水)和污水的钢质管道环氧粉末内涂层防腐工程。

第 1.0.3 条 由于查找资料范围所限,加之钢质管道粉末内涂层使用范围不太大、时间不长,编写本标准使用的有关技术资料不够完全;国内还没有见到统一的内涂层技术标准;为避免执行本标准时与相关标准冲突,所以条文中规定了:“ 钢质管道环氧粉末内涂层的设计和施工除应符合本标准的要求外,尚应符合国家现行的有关标准的规定。

第二章 材 料

第 2.0.1 条 钢质管道粉末内涂层不仅要满足介质输送的使用要求,且要适应涂敷工艺和施工的要求;要具有修复性。就是说管道涂层除了要具备高的耐用性能、绝缘性能外,还必须具备高的机械性能,具备良好的附着能力。这一切都取决于品质优良的粉末材料。所以,钢质管道粉末内涂层使用的环氧体系粉末涂料的质量指标应符合表 2.0.1 的规定。表 2.0.1 所示粉末涂料的质量指标是参照防腐型环氧粉末研制单位及生产厂家有关粉末涂料的性能指标并结合钢质管道内涂层的使用要求而确定的;表中所示粉末涂料质量的检验方法系引用了中国化工学会涂料学会与上海市经委技术开发处合编的《粉末涂料涂装应用》一书中粉末涂料检验的有关部分,该书的编者队伍基本包括了国内从事粉末涂料研究与应用的各方面专家和工程技术人员,其水平比较高,方法比较准确可靠。

第 2.0.2 条 产品说明书对用户特别是对新用户来说,是生产使用的技术指导文件。说明书必须明确指出质量性能指标、准确的使用工艺参数,以使选用该产品的用户有所依从,确保涂装质量。产品说明书中之所以规定储存条件和储存期限,是为了防止造成不必要的浪费、也为了明确责任。

第 2.0.3 条 关于粉末涂料产品质量验收规则,《涂料产品的取样》(GB 3186 — 82)已作了详细规定,本标准予以引用。

第 2.0.4 条 粉末内涂层在钢质管道内成膜时,对于焊缝尖角处的渗透性,目前在解决方法上还有待进一步提高。就是说,这些地方的粉末沉积不均匀,且粉末固化成膜时易于出现气孔、针孔、鱼眼坑、缩孔等缺陷,加之管道内太多的涂层缺陷也难以处理,所以本标准只规定在无缝钢管中作内涂层使用。

第三章　粉末内涂层结构

第 3.0.1 条 环氧体系粉末涂料均为热固性粉末涂斜,只要根据不同的使用要求在钢质管道内表面涂敷不同的厚度,一次固化成膜就可以满足技术要求。且一次固化涂层质量效果最好:粉末涂层经两次或再次以上的固化处理后,原来的涂层易于出现过固化现象,其涂层性能将有不同程度的降低。所以定为单层防腐结构。

第 3.0.2 条 钢质管道粉末内涂层的厚度应根据设计要求确定。由于粉末涂料是一种新型防腐涂料,内涂层厚度在设计时若不能准确确定,施工时则可参照表 3.0.2 选用。该表是参照法国阿托粉末涂装公司、美国奥伯兰公司、日本川崎制铁株式会社的企业标准和日本给水工程协会标准提出的。

第四章　钢质管道粉末内涂层质量标准及检验方法

第 4.0.1 条 钢质管道粉末内涂层质量分 14 项(其中耐化学侵蚀性包括 8 个子项)予以评定。这 14 项评定内容是分别从管线施工、运输和使用及投产后管理与保护的角度提出来的。各项内容的质量指标是在参照国内粉末涂料研究单位和国外有关公司的使用情况后确定的。其中抗磨性和抗阴极剥离性的检验方法部分地或全部地引用了美国材料与试验协会(ASTM)标准,抗弯曲性试验方法引用了日本给水工程协会(JWWA)标准,其余各项引用了国标或按实际条件确定其测定方法。附着力为内涂层的一项重要指标,为真正反映附着力的大小,特制定了附录五“涂层附着力测定方法(拉开法)”,但考虑各单位条件不一,为方便起见,同时列入了划圈法(见本标准表 4.0.1)。

第 4.0.2 条 用于钢质管道内涂层的粉末涂料除环氧粉末涂料外,还有聚苯硫醚、氯化聚醚、聚乙烯聚酰胺和环氧聚酯粉末。本标准虽然是针对环氧粉末涂层的特性制订的,但从防腐使用的角度看,其余各类粉末涂料与之多有相近之处,况且也不可能每种材料都制订一个标准,为使用有个参比,故制订了本条。

附录一　粉末涂料密度测定方法

为准确测定出粉末的真正密度而不是表观密度,便于工程应用时按涂层厚度计算粉末涂料用量,特确定以本方法来测定涂层试块的密度,作为粉末涂料的密度,本方法使用方便,简单易行。

附录二　粉末涂料含水率测定方法
附录三　粉末涂料熔融水平流动性测定方法
附录四　粉末涂料胶凝时间测定方法

这三个附录均依据中国化工学、上海市技术开发处合编的《粉末涂料涂装应用》一书第四章“粉末涂料与涂层的检验”中“粉末涂料检验”一节编写的,但是个别符号与参数值作了修改。

附录五　涂层附着力测定方法(拉开法)

涂层附着力是涂层各项性能中最重要的一项性能。涂层附着力的大小不仅关系着涂层管道的预制、运输、施工,更直接影响涂层管道的使用寿命。涂层附着力检验的方法有垂直粘接面拉开法、平面粘接面拉开法、划格法、划圈法等。划格法适用于现场质量检验,方便易行,但是目前尚无涂层附着力多刃专用刀具;用单刃刀具划格检验,每次划格时其用力大小的变化将直接影响检测结果,所以本标准暂时未作规定。划圈法是评价液体涂层附着力常用的一种方法,很多试验室都配备了该检验方法的设备,用此方法检验粉末涂层基本能反映附着效果,本标准列入了这一检验方法。在涂层附着力拉开法检验中,平行粘接面拉开法,其涂层受的是剪切力,不如垂直粘接面拉开法以垂直拉力表示更直观,所以本标准以拉开法为涂层附着力第一检验方法。为方便试件的对中及试验结果的计算,本附录对试件的形状和尺寸,在《涂层附着力的测定方法　拉开法》(GB 5210 — 85)的基础上作了修改。这样不仅可以防止每对试件的平面位移,亦方便操作和计算。

附录六　涂层抗磨性测定方法(落沙法)

对漆膜的抗磨损性(耐磨性)过去都用漆膜耐磨仪检验见《漆膜耐磨件测定法》(GB1768 — 79)。由于在玻璃板上无法涂敷粉末涂层,且钢质管道的粉末内涂层对输送介质中杂质的冲刷摩擦敏感,管道的粉末外涂层对管道运输和施工中的外界撞击划割也敏感,而这些来自施工和使用中的破坏都有一定的速度,且粒度不等,破坏力大小不一,也绝难全部杜绝。所以用落砂量评定涂层耐磨损性将比漆膜耐磨仪评定涂层耐磨性更明确些和更实际些。

1986 年石油系统钻杆内涂层技术鉴定会是采用落砂法评价钻杆内涂层抗磨损性的,该技术已通过鉴定。

附录七　管道内涂层抗弯曲性能试验方法

管道内涂层抗弯曲性主要是从管道运输装卸、铺设施工变形及管道使过程中温差产生管道变形的要求而确定的一项性能,就是说管道涂层除具有优良的防护性外,还必须具备一定的施工工艺性。

管道内涂层的抗弯曲性试验方法标准从工程要求和使用要求看实属必要,却又是个空白。我们过去一直使用的《漆膜柔韧性测定法》(GB 1731 — 79)与实际使用差距较大,美国《管道涂层可弯曲性的试验方法》(ASTM G10 — 83),确属国外有关标准中最先进的,但 610 ～ 150mm 的曲率半径内“每一段具有涂层的弯管都是围绕着一个 45 °的园弧弯曲,150mm 曲率半径的弯管是围绕着一个 90 °的圆弧弯曲”的要求是十分严格的,对于我国刚刚发展起来的粉末涂装技术来说,无论从原料制粉工艺还是从涂敷技术来看都显得苛刻了些,唯恐“不当”的高标准有阻于粉沫内涂层技术的发展,所以本附录参照了日本给水工程协会标准(JWWA K133)中钢管内外表面环氧涂层的指标和方法,这一方法给出的检验条件已基本能满足运输、施工和使用中的变形要求了。

附录八　涂层吸水率测定方法

本方法参照 GB1738 — 79 制定,不同之处说明如下:

(一)　为了节约紫铜板,试件底板改用马口铁。

(二)为了更好地模拟管道内涂层的实际应用情况,试涂层按管道内涂层制作技术涂敷。

(三)按涂料要求,试件底板在试验前用砂布打磨,在用无水乙醇清洗后进行预处理,即置于 100 ℃干燥箱中 30min 烘干后取出,放入干燥器内冷却至室温。

附录九　涂层阴极剥离试验方法

由于我国尚没有管道涂层抗阴极剥离件的标准试验方法,因而本标准等效采里美国《管道涂层阴极剥离标准试验方法》(ASTM G80 — 83),并参考国内其他涂层的有关试验方法,几点说明如下:

(一)本标准是为管道环氧粉末内涂层的施工要求而制订的标准,取实际管段作试样不符合试验要求,因而这里规定:“将涂层按管道环氧粉末内涂层制作技术要求涂敷在外径为 60mm 的钢管外表面上”。

(二)试验周期取 30d 。

(三)为使试验方法更广泛适用,在本附录有关求试验后的剥离面积条款中增添了“用纸影印后借助于平面积仪求得”一条。

附录十　涂层耐化学试剂和溶剂性能试验方法

(一)本附录所列方法只检验完整涂层(无缺陷)的情况,是基于“阴极剥离试验”已对带人为缺陷的试件沿行了检验和尽可能使试验简便、实用而考虑的。

(二)试件制备按美国 ASTMG20 规定,试件连同端帽最大长度不超过 180mm,外径为 65mm。根据我国的具体情况,我们将试件规定为长 150mm(不算端帽);外径为 50~60mm。

(三)为确保试件无缺陷,本附录要求浸泡前对试件进行检漏。

(四)为使试验方法简便、实用,本附录所列方法对试验温度未作特殊规定。在室温下进行即可。

(五)为适应钢质管道内涂层使用环境的需要,本附录所列方法除常规试剂、溶剂外,还选用了油田污水和原油,并且将这两种介质的试验温度定为 80 ℃。

(六)试验周期定为 30d。

(七)试验后以试件的外观迹象为检查依据,外观不变化即为合格。