DBXX/XXX—2022

湖南省市场监督管理局 发布

2022-XX--XX实施

2022--XX--XX发布

大口径给排水涂塑复合钢管制造及

验收标准

Manufacture and Acceptance Standard of the Large Diameter Plastic-coating Steel Pipe for Water Supply and Drainage

（征求意见稿）

DB

湖南省地方标准

ICS XXXXXXX

X XX

备案号：XXXX-XXXX

目 次

目 次 II

前 言 IV

[1 总则 1](#_Toc89075051)

[2 规范性引用文件 2](#_Toc89075052)

[3 术语和定义 3](#_Toc89075052)

[4 基管生产技术要求 4](#_Toc89075053)

[4.1 一般规定 4](#_Toc89075053)

[4.2 尺寸、质量和偏差 5](#_Toc89075054)

[4.3 化学成分 8](#_Toc89075055)

[4.4 力学性能 8](#_Toc89075056)

[4.5 静水压试验 9](#_Toc89075057)

[4.6 无损检测 10](#_Toc89075058)

4.7 表面处理 10

5 钢管防腐工艺要求 11

5.1 内壁防腐 11

[5.2 外壁防腐 13](#_Toc89075067)

5.3 现场补口 14

5.4 现场补伤 16

[6 涂层材料性能要求 17](#_Toc89075059)

6.1 一般规定 17

6.2 熔结环氧粉末涂料 17

6.3 胶粘剂 19

6.4 聚乙烯 20

6.5 补口材料 21

6.6 补伤材料 23

6.7 工艺评定试验 23

7 检测及验收 24

[7.1 组批规则 24](#_Toc89075070)

[7.2 检测项目 24](#_Toc89075071)

[7.3 复验与判定规则 25](#_Toc89075072)

[7.4 验收标准 25](#_Toc89075073)

附录A：熔结环氧粉末涂层的附着力测定方法27

附录B：熔结环氧粉末涂层的抗冲击试验方法29

附录C：含水率测定方法31

附录D：压痕硬度测定方法33

附录E：聚乙烯耐化学介质腐蚀试验方法34

附录F：聚乙烯耐紫外线光老化试验方法36

附录G：热收缩带耐热冲击试验方法37

附录H：热溶胶的脆化温度试验方法38

附录I： 防腐层剥离强度的测定方法39

附录J： 防腐层冲击强度试验方法42

附录K：聚乙烯防腐层耐热水浸泡试验方法44

前 言

随着社会经济的高质量发展和城乡一体化进程的高速度推进，水质安全、使用寿命和运维稳定问题越来越成为影响工程建设方选择管道主材的重要参考依据。涂塑复合钢管作为性价比极高的绿色环保节能型管材，以其卓越的耐腐蚀性能和机械性能，长久的使用周期，以及针对复杂地形和工况的良好适应性在给排水工程领域得到了越来越广泛的应用。为顺应这种发展趋势，同时确保工程安全质量和规范技术要求，本标准编制组制订了专门针对大口径给排水涂塑复合钢管制造及验收标准。本文件在编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了大量的实践经验，并在参考国家和相关地方标准以及广泛征求意见的基础上经审查定稿。

本文件共7章，主要内容包括：1 总则；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 基管生产技术要求； 5 钢管防腐工艺要求；6 涂层材料性能要求；7 检测及验收。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖南省市场监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：湖南天卓管业有限公司。

本文件主要起草人：龚勇、魏创、魏凌飞、魏柳诗、杨甫、王新夏、赵江、周鹏程、方朝

本文件为首次发布。

**大口径给排水涂塑复合钢管制造及验收标准**

**1 总则**

1.1 为规范湖南省大口径涂塑复合钢管的制造及验收要求，在给排水及其他涉水管道工程中贯彻国家技术经济政策，做到安全可靠、技术先进、经济合理和保护环境，制定本标准。

1.2 本标准规定了大口径给排水涂塑复合钢管的术语和定义、生产技术要求、防腐工艺要求、材料性能要求、制造和试验方法、补口补伤工艺和检验规则。

1.3 本标准规定的大口径给排水涂塑复合钢管的基管为螺旋缝埋弧焊钢管，其防腐涂层为单层熔结环氧粉末涂层和三层结构聚乙烯防腐涂层。

1.4 本标准适用于公称尺寸大于等于DN2000，且小于等于DN6000输送原水、自来水、中水和污水的涂塑复合钢管的制造和检验。

1.5 湖南省城镇给排水及其他涉水管道工程中应用的大口径涂塑复合钢管的制造和验收，除应符合本标准外，尚应符合国际和国家现行有关标准规范的规定。

**2 规范性引用文件**

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管

SY/T 5037 普通流体输送管道用埋弧焊钢管

CJ/T 120 给水涂塑复合钢管

GB/T 23257 埋地钢质管道聚乙烯防腐层

GB 50268 给排水管道工程施工及验收规范

SY/T 6423.1 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第1部分：焊接钢管焊缝缺欠的射线检测

SY/T 6423.2 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第2部分：焊接钢管焊缝纵向和/或横向缺欠的自动超声检测

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 18570.3 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全评价标准

GB/T 4472 化工产品密度、相对密度的测定

GB/T 6554 电气绝缘用树脂基反应复合物 第2部分：试验方法 电气用涂敷粉末方法

SY/T 0315 钢质管道熔结环氧粉末涂层技术规范

GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法

GB/T 1633 热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定

GB/T 5470 塑料 冲击法脆化温度的测定

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件

GB 13021 聚乙烯管材和管件炭黑含量的测定（热失重法）

GB/T 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 1842 塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）

GB/T 223.2 钢铁及合金中硫量的测定

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法

GB/T 244 金属材料 管 弯曲试验方法

GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

**3 术语和定义**

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 基管 raw steel pipe

未进行防腐处理的钢管。

3.2 涂塑复合钢管 coating plactic steel pipe

以钢管为基管，以熔结环氧粉末为涂层材料，通过喷涂工艺在其内表面熔融涂敷单层环氧粉末防腐层、外表面熔融涂敷单层环氧粉末防腐层或3PE防腐层的钢塑复合管。

3.3 埋弧焊 submerged are welding

一种电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。

3.4 钢板对头焊缝 butt weld of steel plate

把钢板连接在一起的焊缝。

3.5 无损检测 nondestructive examination

即非破坏性检测，就是在不破坏待测物质原来的状态、化学性质等前提下，为获取与待测物的品质有关的内容、性质或成分等物理和化学情报所采用的检查方法。

3.6 熔结环氧粉末涂料 Fusion Bonded Epoxy（FBE）

是一种以空气为载体进行输送和分散的固体涂料，将其施涂于经预热的钢铁制品表面，熔化、流平和固化后形成一道均匀的环氧粉末涂层。

3.7 螺旋缝埋弧焊钢管 spiral seam submerged arc welded steel pipe

采用埋弧焊工艺焊制而成的带有螺旋缝的金属管。

3.8 单层环氧粉末涂层螺旋缝埋弧焊钢管 single layer epoxy powder coated spiral seam submerged arc welded steel pipe

内外壁仅涂敷一层环氧粉末防腐层的螺旋缝埋弧焊钢管，简称为单EP防腐螺旋钢管。

3.9 三层结构聚乙烯螺旋缝埋弧焊钢管 three layer polyethylene spiral seam submerged arc welded steel pipe

内壁涂敷一层环氧粉末防腐层，外壁涂敷三层结构PE防腐层（底层为环氧粉末层，中间层为胶粘剂层，面层为挤塑聚乙烯层）的螺旋缝埋弧焊钢管，简称为3PE防腐螺旋钢管。

3.10 断裂标称应变 nominal tensile strain at break

与拉伸断裂应力相对应的拉伸标称应变。

3.11 内聚破坏 cohesive failure

胶粘剂在固化层产生分离，导致胶粘层自身破裂，在两个被粘物表面均有胶粘剂粘结存在。

3.12 界面破坏 interfacial fsilure

胶粘层与被粘物界面处发生目视可见的破坏现象。

**4 基管生产技术要求**

本标准规定的大口径给排水涂塑复合钢管（以下简称涂塑钢管）的基管为螺旋缝埋弧焊钢管。螺旋缝埋弧焊钢管是以热轧钢卷板为原材料，经常温挤压成型，以自动双丝双面[埋弧焊](https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%8B%E5%BC%A7%E7%84%8A)工艺焊接而成的一种钢管。其材质一般常用碳素结构钢中牌号Q235B，或低合金结构钢中牌号Q345A、Q345B等，也可根据需方要求供应其他牌号的钢管。当采用碳素结构钢时，基管材质的规格和性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700的规定；当采用低合金结构钢时，基管材质的规格和性能应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定。

**4.1 一般规定**

4.1.1 基管生产采用螺旋缝埋弧焊工艺焊接时，应符合《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091的规定。

4.1.2 基管生产采用热轧钢卷板时，应符合《普通流体输送管道用埋弧焊钢管》SY/T 5037的规定。成型前，钢卷板须经过矫平、铣边和侧面清理处理。

4.1.3 基管应保证钢板对头焊缝与螺旋焊缝的连接点距离钢管端部大于300mm，且钢板对头焊缝与相应管端的螺旋焊缝之间至少要有500mm的环向间隔。

4.1.4 基管的内焊和外焊应采用自动化焊接设备进行双丝埋弧焊接，要求焊接参数稳定。焊接过程中，应通过[焊缝](https://baike.baidu.com/item/%E7%84%8A%E7%BC%9D)间隙控制装置来保证管径、错边量和焊缝间隙得到严格的控制。

4.1.5 焊接完成后，应按照合同或设计规定的定尺长度要求采用[空气等离子切割机](https://baike.baidu.com/item/%E7%A9%BA%E6%B0%94%E7%AD%89%E7%A6%BB%E5%AD%90%E5%88%87%E5%89%B2%E6%9C%BA)将钢管切成单根。切成单根钢管后，所有焊缝均应经过在线连续超声波自动探伤仪检查，保证100%的无损检测覆盖率。若有缺陷，应具备自动报警功能并做喷涂标记。生产工人应根据缺陷性质和数量随时调整工艺参数，及时消除缺陷。

4.1.6 基管无损检测合格后，应采用平头倒棱机进行端面切削，保证两端端面与钢管轴线垂直。同步进行坡口加工，保证坡口面角度满足设计要求。

4.1.7 如工程条件允许，每根基管宜进行[静水压试验](https://baike.baidu.com/item/%E9%9D%99%E6%B0%B4%E5%8E%8B%E8%AF%95%E9%AA%8C/17523346)，试验压力和时间都应由钢管水压微机检测装置严格控制。

4.1.8 静水压试验合格后，还应采用喷（抛）射除锈方法去除基管表面的铁锈、氧化皮和污物等，使基管达到金属白色。

4.1.9 基管在涂敷防腐层前，还应再次逐根进行外观检查，确保内外壁平整光滑，无毛刺、划痕、重皮、裂纹、孔洞和粘附异物等缺陷。

4.1.10 经过表面处理后的基管应利用中频加热器进行加热，加热温度可根据生产速度、管壁的厚薄以及涂层胶化固化所需的时间进行调整，一般控制在200℃±10℃为宜。

**4.2 尺寸、质量和偏差**

4.2.1 尺寸

1 应按合同或设计规定的尺寸交货，且符合相应偏差；

2 规定外径和规定壁厚应在表1规定的范围内。为规范给排水管道中法兰、弯头、三通和阀门等配套件的统一采购和便捷安装，本标准规定在设计和制造环节将基管规定外径统一增加20mm。

表1 允许规定外径和规定壁厚

|  |  |
| --- | --- |
| 规定外径D  mm | 规定壁厚t  mm |
| 2020 | 14.2～25 |
| 2120 |
| 2220 | 16.0～25 |
| 2320 |
| 2420 |
| 2520 |
| 2620 |
| 2720 |
| 2820 | 19.05～25 |
| 2920 |
| 3020 |
| 3220 |
| 3420 |
| 3620 |
| 3820 | 20.62～25 |
| 4020 |
| 4220 | 22.2～25 |
| 4420 |
| 4620 |
| 4820 |
| 5020 | 23.83～25 |
| 5220 |
| 5420 |
| 5620 |
| 5820 |
| 6020 |

4.2.2 质量

基管单位长度质量应采用如下公式计算：

M=（D-t）t×C

式中：

M ─基管单位长度质量，单位为千克每米（Kg/m）；

D ─基管外径，单位为毫米（mm）；

t ─基管壁厚，单位为毫米（mm）；

C ─按SI单位制计算为0.0246615。

本标准范围内的基管既可按理论质量交货，也可按实际质量交货，交货方式依据合同规定。按理论质量交货时，理论质量指的是基管长度和基管单位长度质量的乘积。按实际质量交货时，实际质量和理论质量的上下偏差分别不应超过+10%和-5%。

4.2.3 偏差

1 直径和圆度偏差

直径和圆度偏差应在表2规定的偏差范围内。其中，直径应使用卷尺、环规、卡规、卡尺或光学测量仪器测量，圆度应使用圆度仪测量。

表2 直径和圆度偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规定外径D  mm | 直径偏差  mm | 圆度偏差  mm |
| ≥2000 | 管中±0.003D，但最大为±6.0mm；管端100mm范围内为±1.4mm。 | ≤10 |

2 壁厚偏差

壁厚偏差应在表3规定的偏差范围内，可使用壁厚千分尺或其他具有相应精度的无损检测装置测量。当壁厚测量发生争议时，应以壁厚千分尺测量结果为准。

表3 壁厚偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 壁厚t  mm | 偏差  mm |
| ≥14.2 | +0.1t，-0t |

3 长度偏差

通常按照定尺长度交货，受涂敷生产厂场所和运输工具限制，长度一般为6～12m，其允许偏差为±10mm。如遇钢板对头焊缝位于管端时，为避免管道接口处产生丁字口，其长度允许偏差为±500mm。

4 直度偏差

全长相对于直线的总偏离应≤0.2%的钢管长度，但在每个管端1000mm长度上相对于直线的局部偏离应≤3.0mm。

5 椭圆度偏差

两端端部100mm长度范围内，基管的最大外径不应比规定外径大1%，最小外径不应比规定外径小1%。

6 端面垂直度偏差

本标准规定的基管应为平端钢管，且基管的两端端面应与基管的轴线保持垂直。管端端面垂直度偏差应≤1.5mm。

7 管端坡口面偏差

除另有合同约定外，t≥14.2mm的平端基管应加工焊接坡口。坡口面角度宜为25°，偏差为±3°。钝边尺寸宜为1.5mm，偏差为±0.4mm。

8 焊缝错边偏差

对规定壁厚≥14.2mm的基管，错边不得超过3mm。

9 焊缝余高偏差

对规定壁厚≥14.2mm的基管，余高不得超过3mm。根据需要，可将距管端至少100mm长度内的焊缝磨平，但不得低于母材。

**4.3 化学成分**

所选用热轧钢卷板的熔炼分析成分应符合《碳素结构钢》GB/T 700中牌号Q235B或《低合金高强度结构钢》GB/T 1591中牌号Q345A、Q345B等的规定。

**4.4 力学性能**

本标准规定的螺旋缝埋弧焊焊缝的焊接接头应做拉伸试验，测定焊接接头的抗拉强度，抗拉强度值不得低于相应热轧钢卷板标准规定抗拉强度的最小值。拉伸试样应在基管上垂直于焊缝截取，且焊缝位于试样的中间。

本标准规定的螺旋缝埋弧焊钢管应做导向弯曲试验，试样应从基管的螺旋焊缝上截取，焊缝位于试样的中间。试样上不应有补焊焊缝，焊缝余高应去除。试样弯曲180°，弯芯直径为基管壁厚的8倍。

**4.5 静水压试验**

4.5.1 经[静水压试验](https://baike.baidu.com/item/%E9%9D%99%E6%B0%B4%E5%8E%8B%E8%AF%95%E9%AA%8C/17523346)后的基管应无任何渗漏现象，试验压力不得低于4.5.2的规定。

4.5.2 静水压试验的试验压力按下式计算，其中静水压试验环向应力不应低于碳素结构钢类热轧钢卷板规定最小屈服强度的60%或低合金结构钢类热轧钢卷板规定最小屈服强度的80%，计算结果应精确到0.1MPa。

p= 2St / D

式中:

p ─静水压试验的试验压力，单位为MPa；

S ─静水压试验的环向应力，单位为MPa；

t ─基管壁厚，单位为mm；

D ─基管外径，单位为mm。

注:静水压试验的试验压力是指基管生产工艺检查压力，并非为管道设计提供依据，且与工作压力不一定存在直接联系。

4.5.3 静水压试验的试验压力保持时间应不少于15s。

4.5.4 水压试验机应配备能记录每根基管试验压力和试验保持时间的记录仪，或配备其他自动装置。防止在未满足试验要求前，将基管判定为已试压合格基管。

4.5.5 静水压试验发现漏水或渗水，应采用如下方法进行修补：

1 修补前应将补焊处周围彻底清理干净，使之符合施焊要求；

2 补焊焊缝的最小长度为50mm。如果基管母材上的缺陷方向允许，补焊焊缝应尽量沿圆周方向进行；

3 补焊焊缝应适当修磨，使之与基管原始表面过渡平缓。母材补焊修磨后的高度不得超过1.5mm，且不得低于母材；

4 修补后的基管应重新做静水压试验，直至合格。

**4.6 无损检测**

4.6.1 基管的补焊焊缝、钢板对头焊缝及环向焊缝应进行超声波或X射线检测。用于本标准给排水等普通流体输送用钢管的螺旋焊缝应进行超声波全覆盖检测，或根据合同及设计要求进行X射线抽查检测。

4.6.2 基管焊缝验收标准如下:

1 当采用超声波全覆盖检测时，焊缝应符合《石油天然气工业 钢管无损检测方法 第2部分：焊接钢管焊缝纵向和/或横向缺欠的自动超声检测》SY/T 6423.2中U3的规定；

2 当采用X射线抽查检测时,焊缝应符合《石油天然气工业 钢管无损检测方法 第1部分：焊接钢管焊缝缺欠的射线检测》SY/T 6423.1中图像质量级别A的规定。

**4.7 表面处理**

4.7.1 在防腐层涂敷之前，应采用适当的方法将附着在基管表面的油、油脂、灰尘、润滑剂以及类似有机物清除干净，然后进行喷（抛）射除锈；表面处理时，凡是进入基管内部的表面处理设备、仪器和工具均不应有污染基管表面的物质。

4.7.2 在喷（抛）射除锈前，基管表面需保持干燥状态，宜将基管预热至40～60℃。

4.7.3 选择喷（抛）射的磨料时，应根据基管表面硬度、原始锈蚀程度、设计要求的表面粗糙度和涂层类型等选择损耗率较低的钢锻和钢丸混合磨料。

4.7.4 除锈等级应达到《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1中规定的Sa2.5级，表面锚纹深度应达到60～100µm。

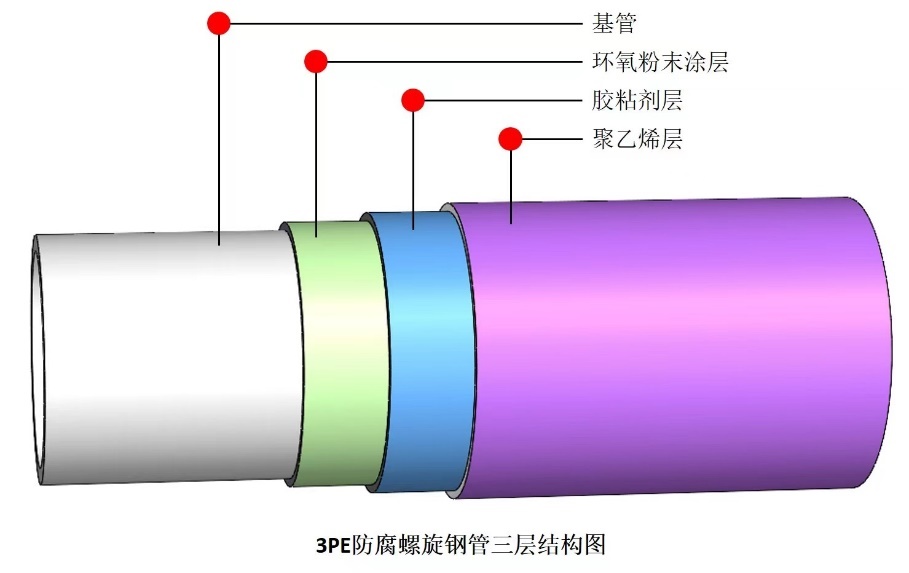
4.7.5 喷（抛）射除锈后，应采用清洁、干燥的压缩空气吹扫钢管内表面，以便将基管内表面残留的磨料和灰尘清除干净。其表面灰尘度应达到《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3规定的2级质量标准。

4.7.6 喷（抛）射除锈后，仍然发现可能会影响防腐层质量的基管表面缺陷应进行修复。对于缺陷严重或缺陷无法清除的基管，则应予以更换。

4.7.7基管表面处理完成后，为防止返锈或其他二次污染，原则上应在4h内进行涂敷施工。超过4h或当出现返锈以及表面被污染时，应重新进行表面处理。

**5 钢管防腐工艺要求**

单层环氧粉末涂层螺旋缝埋弧焊钢管（以下简称单EP防腐螺旋钢管），采用高压无气喷涂工艺制成，内外壁均涂敷一层熔结环氧粉末涂料。三层结构聚乙烯螺旋缝埋弧焊钢管（以下简称3PE防腐螺旋钢管），采用高压无气喷涂工艺结合侧向缠绕工艺制成，其内外壁均涂敷一层熔结环氧粉末涂料之后，外壁再分别缠绕一层胶粘剂层和聚乙烯层。其中，三层外防腐结构如图所示：



**5.1 内壁防腐**

5.1.1 内壁防腐层结构

1 涂敷生产厂所选定的用于单EP防腐螺旋钢管和3PE防腐螺旋钢管的内壁防腐层均应采用一次成膜的单层熔结环氧粉末涂层结构。

2 内壁熔结环氧粉末防腐层的等级和厚度应根据输送介质特性、运行温度、压力和实际施工要求等因素进行选择。内壁熔结环氧粉末防腐层最小厚度应符合表4的规定。

表4 内壁熔结环氧粉末防腐层的最小厚度

|  |  |
| --- | --- |
| 防腐层等级 | 最小厚度µm |
| 普通级 | ≥450 |
| 加强级 | ≥500 |

5.1.2 施工工艺评定报告

1 涂敷生产厂正式涂敷前，应编制熔结环氧粉末内壁防腐层涂敷工艺指导书及检验和试验计划，并应进行涂敷工艺评定试验确认涂敷质量，形成内壁防腐层质量达到规定要求的施工工艺评定报告。

2 工艺评定报告应根据本标准和给排水管道工程要求、熔结环氧粉末原材料生产厂家推荐的涂敷参数以及涂敷生产厂作业线条件等进行编制。内容应涵盖涂敷施工的各个环节以及相关工艺参数的选定，且应至少包括如下主要内容：

1） 原材料的完整信息，包括材料的数据单和质量控制要求等；

2） 表面处理方法和控制要求；

3） 钢管加热方式及温度控制要求；

4） 涂敷工艺；

5） 检验和试验计划（包括检验内容、试验方法、检验频次和控制要求等）；

6） 缺陷的修补方法；

7） 标识规定。

3 涂敷生产厂应按照工艺评定报告进行涂敷，所选用的基管管材、涂敷作业线和相关原材料应与合同或设计要求的一致。

5.1.3 涂敷加工

1 涂敷方法

宜采用静电喷涂方式，将熔结环氧粉末涂料凭借高压电场的作用均匀地喷涂于基管表面，最终经高温固化后一次成膜。

2 工艺要求

1） 用于涂敷生产的压缩空气应清洁、干燥和无油污；

2） 防腐层应按照工艺评定试验确定的涂敷工艺进行涂敷；

3） 涂敷生产前，应使用中频加热方式对钢管进行均匀预热。钢管内表面温度应控制在涂料生产厂推荐的范围内，但不应超过240℃，且不应导致钢管表面氧化。同时，应采用适宜的方式监测涂敷熔结环氧粉末前钢管表面温度；

4） 涂敷生产后，钢管的保温时间应满足熔结环氧粉末涂料的固化要求；

5） 固化后的防腐层冷却应采用水冷却或空气冷却方式；

6） 钢管两端预留段的长度应满足合同或设计的要求。

**5.2 外壁防腐**

5.2.1 外壁防腐层结构

1 涂敷生产厂所选定的用于单EP防腐螺旋钢管外壁和3PE防腐螺旋钢管外壁的底层均应采用一次成膜的单层熔结环氧粉末涂层。其中，3PE防腐螺旋钢管的外壁共有三层，除底层以外，还有中间层为胶粘剂层，外层为聚乙烯层。

2 单EP防腐螺旋钢管和3PE防腐螺旋钢管的外壁防腐层的等级和厚度应根据介质腐蚀性、运行温度、工作压力以及作业现场土质和埋深等因素进行选择。外壁防腐层最小厚度应符合表5的规定。表5 外壁防腐层的最小厚度

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢管类型 | 环氧涂层  µm | 胶粘剂层  µm | 最小厚度  mm | |
| 普通级 | 加强级 |
| 单EP防腐螺旋钢管 | ≥450 | - | - | - |
| 3PE防腐螺旋钢管 | ≥150 | ≥170 | 3.5 | 4.5 |

5.2.2 施工工艺评定报告

1 涂敷生产厂正式涂敷前，应编制外壁防腐层涂敷工艺指导书及检验和试验计划。并应进行涂敷工艺评定试验，以确认涂敷质量，形成外壁防腐层质量达到规定要求的施工工艺评定报告。

2 工艺评定报告应根据本标准和合同要求，熔结环氧粉末、胶粘剂和聚乙烯专用料等原材料生产厂家推荐的涂敷参数，以及涂敷生产厂作业线条件等进行编制。具体内容与内壁工艺评定试验报告内容基本一致。

3 涂敷生产厂应按照工艺评定报告进行涂敷，所选用的基管管材、涂敷作业线和相关原材料应与合同或设计要求的一致。

5.2.3 涂敷加工

1 涂敷方法

单EP防腐螺旋钢管外壁和3PE防腐螺旋钢管外壁的底层应采用静电喷涂法。3PE防腐螺旋钢管外壁的中间层与外层应采用侧向缠绕法。

2 工艺要求

1） 防腐层涂敷工作启动时，先用试验管段在作业线上依次调节预热温度及防腐层各层厚度，各项参数达到工艺评定要求后方可开始正式防腐作业；

2） 采用中频加热器将钢管加热至确定的涂敷温度，最高加热温度应低于钢管加热温度限制；

3） 熔结环氧粉末应均匀涂敷在钢管表面，外观要求平整、色泽均匀、无气泡、无开裂和无缩孔，允许存在轻度橘皮状花纹；

4） 胶粘剂的涂敷应在环氧粉末胶化过程中进行；

5） 采用侧向缠绕工艺时，应确保搭接部分的聚乙烯及焊缝两侧的聚乙烯完全辊压密实无空洞，辊压时应避免损伤聚乙烯层表面；

6） 聚乙烯层完全包覆后应用水冷却至钢管温度不高于60℃，并确保熔结环氧涂层固化完全；

7） 防腐层涂敷完成后，应及时除去管端部位的防腐层，以便满足施工现场接口焊接的要求，管端预留长度宜为100～150mm。聚乙烯层端面应形成不大于30°的倒角，钢管两端的聚乙烯层端部外宜保留10～30mm的环氧粉末涂层。

**5.3 现场补口**

5.3.1 施工方法

1 当存在下列情况之一，且无有效措施时不应进行露天补口施工：

1） 雨天、雪天、风沙天；

2） 风力达到5级以上；

3） 相对湿度大于85%；

4） 环境温度低于0℃。

2 补口施工可采用人工或机具安装方式。

3 补口前，应对补口部位的污物、油和杂质，环向焊缝及其附近的毛刺、焊渣、飞溅物和焊瘤等，以及防腐层端部翘边、生锈和开裂等缺陷进行仔细清理或修复。

4 钢管表面除锈，可选用喷砂或电动工具。在进行表面磨料喷砂除锈前，应采用无污染的热源将补口部位的钢管预热至露点以上至少5℃。加热过程中，不应对钢管表面造成新的污染，不应损坏管体原防腐层。

5 喷砂除锈应采用适宜的磨料，粒度均匀，且应干燥、清洁和无杂质。补口部位的表面除锈等级应达到GB/T 8923.1规定的Sa2.5级，锚纹深度应达到40～90µm。除锈后应清除表面灰尘，表面灰尘度等级应不低于GB/T 18570.3规定的3级。

6 应采用砂布或钢丝刷将补口搭接部位的聚乙烯层打磨至表面粗糙，粗糙程度应符合热收缩带使用说明书的要求。

7 补口部位钢管表面处理与补口施工间隔时间不宜超过2h。表面返锈时，应重新进行表面处理。

8 按热收缩带产品说明书的要求控制预热温度。加热后应采用接触式测温仪或经接触式测温仪校准的红外线测温仪测温，应至少分别测量补口部位钢管表面、聚乙烯层表面周向均匀分布4个点的温度，结果均应符合产品说明书的要求。用红外测温仪测温时，应根据校准结果对测量的数据进行修正。

9 应按照产品使用说明书和补口施工工艺规程的要求调配底漆并均匀涂刷，单EP防腐螺旋钢管内外壁以及3PE防腐螺旋钢管内壁底漆的湿膜厚度应不小于450µm，3PE防腐螺旋钢管外壁底漆的湿膜厚度应不小于150µm。

10 采用氧乙炔火焰对热收缩带加热时，应控制火焰强度，缓慢加热，不应对热收缩带上任意一点长时间烘烤。热收缩带全部紧贴后，周向应有[热熔胶粘剂](https://baike.baidu.com/item/%E7%83%AD%E7%86%94%E8%83%B6%E7%B2%98%E5%89%82/2715328)均匀溢出。

11 收缩过程中，可用指压法检查胶的流动性，手指压痕应自动消失。

12 热收缩带收缩后，与两侧聚乙烯层搭接宽度应不小于100mm，周向搭接重叠部分不得小于80mm。

5.3.2 工艺要求

1 补口施工开始前，应编制补口施工工艺规程。

2 补口施工工艺规程应根据管道工程设计要求、热收缩带使用说明书、标准规范要求和补口施工经验等进行编制。

3 补口施工工艺规程应通过工艺评定试验进行验证：

1） 工艺评定试验应在具有代表性的管道上进行，宜采用与实际工程用管同管径同壁厚同防腐层的管道；

2） 工艺评定试验应在涂敷管体防腐层的管道上至少3个试验口进行。试验口的长度应与实际补口长度一致；

3） 工艺评定试验使用的所有工具和设备类型应与实际补口施工中使用的尽量一致；

4） 补口部位进行加热时，应避免对管体防腐层产生起泡或剥离等可见的破坏现象；

5） 工艺评定试验期间的热收缩带安装时间应与预估的现场补口时间相当。工艺评定试验不在管道工程现场进行时，应考虑评定试验环境与实际施工环境和作业条件的差异；

6） 进行工艺评定试验时的检测项目、试验方法和验收指标应符合本标准补口施工及检验中的相关规定；

7） 工艺评定试验结束后，应提交完整的评定试验结果报告。

**5.4 现场补伤**

5.4.1 施工方法

补伤施工通常采取人工安装方式。

5.4.2 工艺要求

1 对于小于等于30mm的损伤，可采用辐射交联聚乙烯补伤片修补。补伤片的性能应达到热收缩带的规定，补伤片对聚乙烯的剥离强度应不低于50N/cm。

2 对于大于30mm的损伤，在采用辐射交联聚乙烯补伤片修补的基础上，还需在修补处包覆一条热收缩带，包覆的宽度应比补伤片的两边至少宽50mm。

3 对于直径不超过10mm的漏点或损伤深度不超过管体防腐层厚度50%的损伤，在涂敷生产厂内可采用与管体防腐层配套的聚乙烯粉末修补，施工现场宜用热熔修补棒修补。

**6 涂层材料性能要求**

本标准规定的大口径给排水涂塑钢管的防腐涂层为单层环氧粉末涂层和三层结构聚乙烯涂层，涉及的材料主要包括熔结环氧粉末涂料、胶粘剂和聚乙烯以及用于施工现场的补口补伤材料等。

**6.1 一般规定**

6.1.1 防腐涂层各种原材料均应具备出厂质量证明书、出厂合格证、检验报告、安全数据单以及使用说明书等技术资料。

6.1.2 防腐涂层各种原材料均应具备完好的包装条件，并按照使用说明书提出的要求进行存放，且在装运和储存过程中保持干燥和清洁。

6.1.3 防腐涂层各种原材料使用前均应由通过国家计量认证的检验机构，对6.2、6.3和6.4规定的相应性能项目进行检测，且检测结果达到本标准规定要求的方可使用。

6.1.4 对于涉及输送饮用水或有卫生要求的涂塑钢管内壁防腐涂层的材料，应符合GB/T 17219的规定。

6.1.5 施工现场补口补伤材料均应具备产品合格证、使用说明书和通过国家计量认证的检验部门出具的检验报告。

**6.2 熔结环氧粉末涂料**

6.2.1 用于涂敷的熔结环氧粉末涂料性能应符合表6的规定。

表6 熔结环氧粉末涂料的性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 性能指标 | 试验方法 |
| 外观 | | 色泽均匀，无结块 | 目测 |
| 密度/（g/cm³） | | 1.3～1.5且符合厂家给定值±0.05 | GB/T 4472 |
| 粒径分布/% | | 筛上150µm≤3.0; 筛上250µm≤0.2 | GB/T 6554 |
| 不挥发物含量/% | | ≥99.5 | GB/T 6554 |
| 水平流动性/mm | | 22～28 | GB/T 6554 |
| 胶化时间/s | | ≤120且符合厂家给定值±20% | GB/T 6554 |
| 固化时间/min | | ≤3 | GB/T 23257 |
| 热特性 | 反应放热量ΔH（J/g） | ≥45 | GB/T 23257 |
| 玻璃化转变温度Tg2（℃） | ≥最高使用温度+40℃ |
| 注：熔结环氧粉末涂料胶化时间的测试温度为产品使用说明书指定的涂敷温度。未指定时，常温涂敷熔结环氧粉末涂料试验温度为200℃，低温涂敷熔结环氧粉末涂料试验温度则低于200℃。 | | | |

6.2.2 每种型（牌）号的熔结环氧粉末涂料使用前，均应由具有检验资质的第三方提供符合表7规定的熔结环氧粉末涂层的性能检验报告。

6.2.3 钢管有低温涂敷要求时，应采用低温涂敷熔结环氧粉末涂料，性能应符合表6和表7的规定。

表7 熔结环氧粉末涂层的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 试验方法 |
| 附着力/级 | 1 | 附录A |
| 粘结面孔隙率/级 | 1～3 | SY/T 0315 |
| 断面孔隙率/级 | 1～3 | SY/T 0315 |
| 耐磨性（落砂法）L/µm | ≥3 | SY/T 0315 |
| 阴极剥离（65℃，48h）mm | ≤5 | GB/T 23257 |
| 阴极剥离（65℃，30d）mm | ≤15 | GB/T 23257 |
| 抗弯曲（-20℃，2.5°） | 无裂纹 | GB/T 23257 |
| 抗冲击（8J） | 无漏点 | 附录B |
| 注：实验室喷涂试件的涂层厚度应达到450～500µm，喷涂温度为产品说明书指定的涂敷温度。未指定时，常温涂敷熔结环氧粉末涂料试验温度为200℃，低温涂敷熔结环氧粉末涂料试验温度则低于200℃。 | | |

6.2.4 涂敷生产厂在使用熔结环氧粉末涂料前，应以目测方式对其外观进行复检。外观要求色泽均匀、无结块。

6.2.5 涂敷生产厂在使用熔结环氧粉末涂料前，还应对其外包装进行复检。外包装至少应清楚的标明如下内容：

1 生产厂家名称、厂址；

2 生产产品名称、牌号；

3 生产详细日期、批号；

4 储存温度和湿度要求；

5 有效期等。

6.2.6 涂敷生产厂对每一生产批次 (不超过50t) 的熔结环氧粉末涂料，均应按照表6和表7（不包括65℃，30d阴极剥离）的规定进行质量复检，表7第6项应不定期复检。

**6.3 胶粘剂**

6.3.1 用于涂敷的胶粘剂性能应符合表8的规定。

6.3.2 涂敷生产厂对每一生产批次 (不超过30t) 的胶粘剂，均应按照表8的规定进行质量复检。

表8 胶粘剂的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 试验方法 |
| 密度g/cm³ | 0.92～0.95 | GB/T 4472 |
| 熔体流动速率(190℃，2.16kg) g/10 min | ≥0.7 | GB/T 3682.1 |
| 维卡软化点(A50，9.8 N) ℃ | ≥90 | GB/T 1633 |
| 脆化温度℃ | ≤-50 | GB/T 5470 |
| 氧化诱导期(200℃) min | ≥10 | GB/T 23257 |
| 含水率% | ≤0.1 | 附录C |
| 拉伸强度MPa | ≥17 | GB/T 1040.2 |
| 断裂标称应变% | ≥600 | GB/T 1040.2 |
| 注：拉伸强度试验中的拉伸速度为50mm/min。 | | |

**6.4 聚乙烯**

6.4.1 聚乙烯专用料及其压制片材的性能应符合表9和表10的规定。

6.4.2 涂敷生产厂针对每一生产批次 (不超过500t) 聚乙烯专用料，应对表9规定的前5项和表10规定的前4项性能进行质量复检。必要时，也可对其他性能进行复检。

表9 聚乙烯专用料的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 试验方法 |
| 密度/（g/cm³） | 0.940～0.960 | GB/T 4472 |
| 熔体流动速率（190℃，2.16Kg）g/10min | ≥0.15 | GB/T 3682.1 |
| 炭黑含量% | ≥2.0 | GB 13021 |
| 含水率% | ≤0.1 | 附录C |
| 氧化诱导期（220℃）min | ≥30 | GB/T 23257 |
| 耐热老化（100℃，4800h）% | ≤35 | GB/T 3682.1 |

表10 聚乙烯专用料的压制片材性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 试验方法 |
| 拉伸屈服强度MPa | ≥15 | GB/T 1040.2 |
| 拉伸强度MPa | ≥22 | GB/T 1040.2 |
| 断裂标称应变% | ≥600 | GB/T 1040.2 |
| 维卡软化点(A50，9.8 N) ℃ | ≥110 | GB/T 1633 |
| 脆化温度℃ | ≤-65 | GB/T 5470 |
| 电气强度MV/m | ≥25 | GB/T 1408.1 |
| 体积电阻率Ω· m | ≥1×1013 | GB/T 1410 |
| 耐环境应力开裂（F50）h | ≥1000 | GB/T 1842 |
| 压痕硬度mm  （23℃）  （60℃或80℃） | ≤0.2  ≤0.3 | 附录D |
| 耐化学介质腐蚀（浸泡7d）%  10%HCI  10%NaOH  10%NaCI | ≥85  ≥85  ≥85 | 附录E |
| 耐紫外光老化（336h）% | ≥80 | 附录F |
| 注：拉伸屈服强度和拉伸强度试验的拉伸速度为50mm/min；压痕硬度试验，常温型试验条件为60℃，高温型试验条件为80℃；耐化学介质腐蚀和耐紫外光老化指标为试验后的拉伸强度和断裂标称应变的保持率。 | | |

**6.5 补口材料**

补口材料一般要求和给排水管道原防腐材料匹配。本标准规定的单EP防腐螺旋钢管补口材料宜为无溶剂环氧树脂底漆，3PE防腐螺旋钢管补口材料宜为无溶剂环氧树脂底漆/辐射交联聚乙烯热收缩带。

6.5.1无溶剂环氧树脂底漆原则上应由热收缩带厂家配套提供或指定，应满足厚度≥300µm的涂敷要求。

6.5.2 本标准规定的热收缩带一般情况下可按管径单独定制，基材边缘应平直，表面平整、清洁，无气泡、裂口及分解变色，其厚度应符合表11的规定。热收缩带的周向收缩率应不小于15%，其性能指标应符合表10的规定。

6.5.3 每一种牌号的热收缩带及其配套环氧底漆，使用前应每年至少按表11和表12规定的项目进行一次全面检验。使用过程中，每批(不超过5000卷)到货后，应对表11和表12中耐环境应力开裂除外的项目性能进行复检，性能应达到规定的要求。

表11 热收缩带的厚度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基材类型 | 适用管径DN  mm | 基材  mm | 胶层  mm |
| 普通型 | ≥2000 | ≥1.5 | ≥1.0 |
| 高密度型 | ≥1.0 | ≥1.5 |

表12 热收缩带的性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 性能指标 | 试验方法 |
| 基材性 能 | 拉伸强度  MPa | 普通型 | ≥17 | GB/T 1040.2 |
| 高密度型 | ≥20 | GB/T 1040.2 |
| 断裂标称应变% | | ≥400 | GB/T 1040.2 |
| 维卡软化点(A50，9.8 N) ℃ | 普通型 | ≥90 | GB/T 1633 |
| 高密度型 | ≥100 | GB/T 1633 |
| 脆化温度℃ | | ≤-65 | GB/T 5470 |
| 电气强度MV/m | | ≥25 | GB/T 1408.1 |
| 体积电阻率Ω· m | | ≥1×1013 | GB/T 1410 |
| 耐环境应力开裂（F50）h | | ≥1000 | GB/T 1842 |
| 耐化学介质腐蚀（浸泡7d）%  10%HCI  10%NaOH  10%NaCI | | ≥85  ≥85  ≥85 | 附录E |
| 耐热老化（150℃，21d）%  拉伸强度MPa  断裂标称应变% | | ≥14  ≥300 | GB/T 1040.2 |
| 热冲击（225℃，4h） | | 无裂纹、流淌、垂滴 | 附录G |
| 胶层性 能 | 胶软化点（环球法）℃ | | ≥最高运行温度+40且不低于90℃ | GB/T 1040.2 |
| 搭接剪切强度（钢/钢或PE/PE）MPa | 23℃ | ≥1.0 | GB/T 1040.2 |
| 最高运行温度 | ≥0.07 | GB/T 1040.2 |
| 脆化温度℃ | | ≤-15 | 附录H |
| 底漆性 能 | 不挥发物含量% | | ≥95 | GB/T 1725 |
| 剪切强度MPa | | ≥5.0 | GB/T 7124 |
| 阴极剥离（65℃，48h）mm | | ≤8 | GB/T 23257 |
| 阴极剥离（23℃，30h）mm | | ≤15 | GB/T 23257 |
| 注：除热冲击外，基材性能须经过200℃±5℃，5min自由收缩后进行测定，拉伸试验速度为50mm/min；胶层性能的搭接剪切强度试验中，拉伸速度为10mm/min；底漆性能的剪切强度试验中，拉伸速度为2mm/min；底漆涂层厚度应控制在300µm ~400µm。 | | | | |

**6.6 补伤材料**

补伤材料原则上要求和给排水管道原防腐材料匹配。本标准规定的单EP防腐螺旋钢管补伤材料宜为无溶剂环氧树脂底漆，3PE防腐螺旋钢管补伤材料宜为辐射交联聚乙烯补伤片、热收缩带、聚乙烯粉末、热熔修补棒和粘弹体加外护等方式。

**6.7 工艺评定试验**

6.7.1 涂敷生产厂应用所选定的各种防腐层以及补口补伤的原材料在涂敷生产线上进行工艺评定试验，并对防腐层性能进行检测。当防腐层原材料生产厂家、型 (牌)号和钢管管径改变，或壁厚增大时，应重新进行工艺评定试验。工艺评定试验合格后，涂敷生产厂应严格按照工艺评定试验确定的工艺参数进行防腐层涂敷加工和施工现场的补口补伤。

6.7.2 聚乙烯层及防腐层性能应符合表13和表14的规定。

1 按确定的工艺参数涂敷聚乙烯层并进行性能检测，用于性能检测的聚乙烯层应不含胶和环氧粉末层，结果应符合表13的规定。

表13 聚乙烯层的性能指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 性能指标 | 试验方法 |
| 拉伸强度 | 轴向MPa | ≥20 | GB/T 1040.2 |
| 周向MPa | ≥20 |
| 偏差% | ≤15 |
| 断裂标称应变% | | ≥600 | GB/T 1040.2 |
| 压痕硬度mm  （23℃）  （60℃或80℃） | | ≤0.2  ≤0.3 | 附录D |
| 耐环境应力开裂（F50）h | | ≥1000 | GB/T 1842 |
| 热稳定性I ΔMFR I % | | ≤20 | GB/T 3682.1 |
| 注：拉伸强度试验的拉伸速度50mm/min，偏差为轴向和周向拉伸强度的差值与两者中较低者之比；压痕硬度试验的常温型试验条件为60℃，高温型试验条件为80℃；热稳定性试验，表示聚乙烯挤出前后熔体流动速率变化率。 | | | |

2 从涂塑钢管或在同一工艺条件下涂敷的试验管段上截取试件对防腐层整体性能进行检测，检测结果应符合表14的规定。

表14 防腐层的性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 性能指标 | 试验方法 |
| 剥离强度N/cm  （20℃±5℃）  （60℃±5℃） | ≥100（内聚破坏）  ≥70（内聚破坏） | 附录I |
| 阴极剥离（65℃，48h）mm | ≤5 | GB/T 23257 |
| 阴极剥离（最高运行温度，30d）mm | ≤15 | GB/T 23257 |
| 冲击强度J/mm | ≥8 | 附录J |
| 抗弯曲（-30℃，2.5°） | 无裂纹 | GB/T 23257 |
| 耐热水浸泡（80℃，48h） | 翘边深度平均≤2mm且最大≤3mm | 附录K |

**7 检测及验收**

**7.1 组批规则**

应按批次进行检查和验收，每批应由同一生产周期、同一型号规格和同一复合工艺的钢管组成。DN≥2000mm的每批次钢管，检测数量应不低于25根。

**7.2 检测项目**

7.2.1 涂塑钢管应做的检测项目、检测频次、取样数量和试验方法应符合表15的规定。

表15 涂塑钢管的检测项目、检测频次、取样数量和试验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 检测频次 | 取样数量 | 试验方法 |
| 1 | 化学成分分析 | 1批 | 1个 | GB/T 223.2 |
| 2 | 拉伸试验 | 1批 | 1个 | GB/T 228.1 |
| 3 | 焊接接头拉伸试验 | 1批 | 1个 | GB/T 2651 |
| 4 | 弯曲试验 | 1批 | 1个 | GB/T 244 |
| 5 | 压扁试验 | 1批 | 2个 | GB/T 246 |
| 6 | 导向弯曲试验 | 1批 | 1个 | GB/T 2653 |
| 7 | 超声波检测 | 逐根 | ─ | SY/T 6423 |
| 8 | 射线探伤检测 | 逐根 | ─ | SY/T 6423 |

7.2.2 管道工程施工现场的3PE防腐螺旋钢管连接处补口应做的检测主要包括外观检测、漏点检测和粘结力检测，原则上宜在补口安装24h后进行。

1 补口的外观应逐个目测检查，热收缩带表面应平整、无皱折、无气泡、无空鼓和烧焦炭化等现象，热收缩带周向应有胶粘剂均匀溢出。固定片与热收缩带搭接部位的滑移量不应大于5mm；

2 每一个补口均应用电火花检漏仪进行漏点检查，检漏电压为15kV。若有漏点，应重新补口并检漏，直至合格为止；

3 补口后，应对热收缩带粘结力进行检测。检测时的管体温度宜为15～35℃。如现场温度过低，可将防腐层加热至检测温度后再进行测试。钢管和聚乙烯防腐层的剥离强度都应不小于50N/cm，剥离面的底漆应能完整附着在钢管表面。

4 每100个补口至少抽测一个口，如不合格，应加倍抽测。加倍抽测仍有不合格时，则对应的100个补口应全部进行检测，并对不合格的进行返修。

5 每50个补伤处至少抽测一处，如不合格，应加倍抽测。加倍抽测仍有不合格时，则对应的50个补伤处应全部进行检测，并对不合格的进行返修。

**7.3 复验与判定规则**

涂塑钢管的复验与判定规则应符合GB/T 2102的规定。

**7.4 验收标准**

7.4.1 涂敷生产厂交付的单EP防腐螺旋钢管和3PE防腐螺旋钢管必须为全新产品，产品质量要求与规格型号应符合合同规定，不得有弯曲或扭曲、锈蚀、结疤、折叠及裂纹等缺陷。产品外观美观、颜色一致、防腐层表面漆膜无起泡、褪色、蜕皮等现象。如遇该条款与合同约定或设计要求中的其它条款情况有冲突，则以该条款为准。

7.4.2 涂塑钢管如采用称重计量，验收重量及结算重量以双方确认的称重重量为准。如称重验收与涂敷生产厂出厂重量差超出3‰ ，涂敷生产厂可要求复称。复称后的重量作为结算重量，双方不得再有异议。

7.4.3 涂敷生产厂所供单EP防腐螺旋钢管和3PE防腐螺旋钢管必须随货提供产品质量证明书原件或复印件加盖供方公章。

7.4.4 涂敷生产厂所供涂塑钢管的名称、规格型号、品牌（产地）、质量等级等要求应符合合同或设计要求的规定。

7.4.5 距管端400mm处应用喷漆枪喷出成品管标记，一般规定字体为可识别大写字体，白色喷墨按下列规定标识：

1 执行标准；

2 钢管规格、材质、管号、管长；

3 防腐编号、防腐等级、检验代号；

4 防腐日期、涂敷生产厂厂名或厂标。

7.4.6 涂敷生产厂应做好成品管防护。对于带有管端保护圈要求的，管端应安装保护圈并紧固。对于带有管内支撑要求的，管端应焊有防止变形的呈十字交叉形小口径钢管。

7.4.7 需方应按合同约定或设计要求的质量技术标准及国家相关质量技术标准组织验收。

附录A

熔结环氧粉末涂层的附着力测定方法

A.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定：

1. 烘箱：精度范围±3℃；

2. 电火花检漏仪：量程0～30kV；

3. 磁感测厚仪：量程0.01mm5mm,在1mm以下的分度值为1µm；在1mm以上的分度值为 0.01 mm；

4. 耐热容器；

5. 温度计；

6. 刻刀。

A.2 试件

试件尺寸约为200mmX200mmX16mm，每组由3个试件组成。

A.3 试验步骤

A.3.1 首先用电火花检漏仪对试件进行漏点检查，检漏电压按5V/µm计算，无漏点的试件方可进行附着力试验；然后，将试件放入耐热容器内，加水，使试件能够充分浸泡，再加热至75℃（±3℃），恒温48h后取出试件。

A.3.2 当试件从耐热容器中取出后，立即用刻刀在涂层上划一个约60mmX30mm的长方形，且确保垂直划透防腐层至基管。待试件冷却至室温后，从长方形的任一角将刻刀刀尖插入防腐层底部，以水平推力撬剥涂层，连续推进刀尖至长方形内防腐层全部撬离或显出明显的抗撬性能为止。

A.4 结果评定

按下列分级标准评定熔结环氧粉末涂层的附着力等级：

1. 1级——涂层明显的无法撬剥；

2. 2级——被撬剥的涂层小于或等于30%；

以3个试件试验中级别最低的作为该组试件的附着力级别。

附录B

熔结环氧粉末涂层抗冲击试验方法

B.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定:

1. 冲击试验机：直径为16mm或25mm的球形冲头，落锤质量为1kg或2kg；

2. 用于实验室试件的平面砧、用于管段试件的V形固定架，硬度为55HRC±5HRC；

3. 木垫块：其尺寸最小为600mmx600mmx600mm，其顶面为硬木；

4. 电火花检漏仪；

5. 恒温箱。

B.2 试件

实验室涂敷试件尺寸约为300mmx300mmx16mm，管段试件尺寸约为600mmx300mmx管壁厚度，其中600mm为管段轴向尺寸。每组试件应不少于3个，且试验前试件应在21～25℃条件下放置24h。

B.3 试验步骤

B.3.1 将试件放入至恒温箱中冷却至-30℃±3℃，并在此温度范围内保持至少1小时后取出。取出后立即放入冲击试验机，并将砧块对正。

B.3.2 迅速以规定的冲击能量冲击试件3次，各个冲击点相距至少为30mm。球形冲头最多冲击10次后，应转到一个未使用过的位置。当总冲击次数达到200次以后，应更换冲头。

B.3.3 使用电火花检漏仪对冲击部位进行检漏，使用电压应调至1750V±250 V。

B.4 结果评定

试验报告应包含如下内容：

B.4.1 熔结环氧粉末的型号、批号。

B.4.2 使用的冲击能量值(J)。

B.4.3 电火花检漏仪及使用的电压值。

B.4.4 漏点数量。

B.4.5 试验日期。

附录C

含水率测定方法

C.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定:

1. 烘箱，精度范围±2℃；

2. 干燥器；

3. 天平:精度1mg。

C.2 试样

实验室涂敷试样取10g原料，分为2组，每组5g。

C.3 试验步骤

C.3.1 将培养器皿在105℃±2℃的烘箱中干燥0.5h，取出，在干燥器中冷却后称量。

C.3.2 在培养器皿中加入5g的样品，称量。

C.3.3 将盛有样品的培养器皿再次放入105℃±2℃的烘箱中，烘3h，取出，放入干燥器中冷却后称量。

C.3.4 每组试样进行一次测定。

C.4 试验结果

C.4.1 含水率按下式计算：

C=〔（m1-m2）/（m1-m0）〕×100%

式中:

C ——含水率；

m0 ——培养器皿质量，单位为克（g）；

m1 ——培养器皿和样品质量，单位为克（g）；

m2 ——干燥后培养器皿和样品质量，单位为克（g）；

C.4.2 结果为两次测量的算术平均值。

附录D

压痕硬度测定方法

D.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定:

1. 压痕仪：压头为底部直径1.8mm或截面积2.5mm2的金属棒，加载后向下的总应力为10 MPa。刻度指示器的读数精度为0.01mm。

2. 恒温装置：控温精度为±2℃。

D.2 试样

30mm\*30mm正方形聚乙烯专用料的压制片材，也可采用长方形或圆形，每组试件应不少于3个。

D.3 试验步骤

将试件置于恒定温度下1h后，将压头(不带附加荷载)缓慢且小心降落在试件上，在5s之内将刻度指示器设置零位值。然后将附加荷载施加在压头上，24h后读取刻度指示器的指示值，该值即为试件的压痕深度。

D.4 试验结果

以3个试件的压痕深度平均值表示该样品的压痕硬度，单位为mm。

附录E

聚乙烯耐化学介质腐蚀试验方法

E.1 仪器设备

本试验仪器设备和材料应符合如下规定：

1. 万能试验机或拉力试验机；

2. 恒温水浴，精度±2℃；

3. 天平，精度0.01g；

4. 化学试剂，化学纯。

E.2 溶液及试件的制备

E.2.1 盐酸溶液(10%)的配制：将相对密度1.19的浓盐酸239mL(283g)加人764mL蒸馏水中。

E.2.2 氢氧化钠溶液(10%)的配制：将111g氢氧化钠溶解于988mL蒸馏水中。

E.2.3 氯化钠溶液(10%)的配制：将107g氯化钠溶解于964mL蒸馏水中。

E.2.4 试件制备：按GB/T 1040.2-2006的规定制备拉伸试件并进行外观检查；至少应准备3组试件，每组不少于5个试样。

E.3 试验步骤

E.3.1 先按GB/T 1040.2-2006的规定测定样品的初始拉伸强度和断裂标称应变。

E.3.2 采用恒温水浴调节腐蚀溶液的温度至23℃±2℃；在3种溶液中分别浸入1组试件，试样表面不应有气泡或露出液面，各试样间及试样与容器壁间应不相互接触。

E.3.3 每天晃动一次容器；浸泡7d后从腐蚀溶液中取出试件，用水冲洗试件表面，然后用滤纸吸干水分，检查试件外观是否有变化。

E.3.4 将浸泡后的3组试件按GB/T1040.2-2006的规定测定拉伸强度和断裂标称应变。

E.4 结果计算

耐化学介质腐蚀7d后的性能保持率按下式计算：

C=( b / a)X100%

式中：

C——性能保持率；

b——浸泡后的拉伸强度或断裂标称应变；

a——浸泡前的拉伸强度或断裂标称应变。

附录F

聚乙烯耐紫外光老化试验方法

F.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定：

1. 试验箱：由8根荧光紫外灯管、加热槽、试样架及控制和记录操作时间与温度的系统所构成，能进行荧光紫外和冷凝循环；

2. 灯管：采用光谱能量分布在280～350nm的波长范围，最大强度波长为340nm的灯管；

3. 万能试验机或拉力试验机。

F.2 试验

F.2.1 试样应按GB/T 1040.2-2006的要求制作。

F.2.2试验条件采用60℃、8h荧光紫外照射与50℃、4h冷凝暴露交替循环。辐照度0.89W/m2· nm。

F.2.3 试验时间：336h。

F.2.4 测试：试验后按GB/T 1040.2测试拉伸强度和断裂标称应变。

F.3 试验结果

光老化后的性能保持率按下式计算：

C= (b/a) X100% 式中：

C——性能保持率；

b——试验后的拉伸强度或断裂标称应变；

a——试验前的拉伸强度或断裂标称应变。

附录G

热收缩带耐热冲击试验方法

G.1 仪器设备

电热鼓风干燥箱：室温至300℃，精度±2℃。

G.2 试件制备

从热收缩带上切割试件，尺寸为300mmX25mm。其中300mm为收缩方向，试件数量每组3件。

G.3 试验步骤

G.3.1 将切好的试件悬挂于恒温225℃的电热鼓风干燥箱中4h，试样不能接触干燥箱箱壁，也不得互相接触。

G.3.2 4小时后取出试件，冷却至室温。观察试件是否有流淌、裂纹或垂滴。如有要求，用25mm轴棒将试件弯曲360°，观察试件是否有裂纹。

G.4 试验结果

3个试件均无流淌、无裂纹和无垂滴为合格。

附录H

热熔胶的脆化温度试验方法

H.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定:

1. 低温箱：精度±3℃；

2. 不锈钢轴棒：Ø25mm。

H.2 试件制备

从热收缩带样品上截取3个试件，试件长300mm，宽25mm。

H.3 试验步骤

H.3.1 将试件及轴棒放入恒定温度的低温箱，冷却4h。

H.3.2 在10S±2S内，将试件沿轴棒弯曲360°。

H.3.3 从低温箱中取出试件进行目测检查。

H.4 结果评定

以不出现裂纹的最低温度为试样的脆化温度。

附录Ⅰ

防腐层剥离强度的测定方法

I.1 实验室试验

I.1.1试验仪器设备应符合如下规定:

1. 拉伸试验机：精度为示值±1%，可控速度10mm/min；

2. 便携式剥离强度测定装置：可控制剥离垂直钢管表面，可控制剥离速度在10mm/min，并能记录剥离力值，精度为示值±5%；

3. 测力计：精度1N；

4. 钢板尺：最小刻度为1mm；

5. 刻刀：可以划透防腐层；

6. 测温仪：精度为1℃。

I.1.2实验室剥离试件应符合如下要求：

1. 从防腐管或补口处截取，试件的尺寸约150mmX200mmX管壁厚,试件数量应不少于3个；

2. 实验室制备补口防腐层试件时，应按照产品安装要求安装模拟补口管段。

I.1.3剥离试验应按如下步骤进行：

1. 实验室试件剥离强度测试宜采用拉伸试验机，也可采用便携式剥离强度测定装置或测力计；

2. 实验室常温剥离控制在试验温度±2℃，高温剥离控制在试验温度±5℃；

3. 先将防腐层沿环向划开宽度约为30mm、长度约为250mm的长条。划开时应划透防腐层，并撬起一端，以10mm/min的速率垂直试件表面匀速拉起防腐层；

4. 剥离长度约210mm，记录时间-力值曲线。如不能自动记录时间-力值时，每隔2min读取1次剥离力值。若剥离过程中，防腐层拉断，记录拉断时的力值；

5. 测定高温下的剥离强度，可将按I.1.3 3划好的防腐层试件加热到试验温度之上约5～10℃,并用接触式测温仪或经接触式测温仪校准并修正过的红外测温仪监测剥离条根部温度。当温度降至测定温度上限，立即开始测量，温度降至下限前，结束测量。

I.1.4 试验结果应按如下要求计算:

测定时连续记录的平均力值除以剥离的防腐层宽度，即为剥离强度，单位为N/cm。不能连续记录时，将210mm剥离长度上的数据分成7段(每隔2min读取1次的剥离力值)计算剥离强度。舍去首段和终段的数据，以中间150mm长度上的5个剥离强度的算术平均值为试验结果。

I.2 现场试验

I.2.1 仪器设备应符合下列要求：

1. 便携式剥离强度测定装置：可控制剥离垂直钢管表面，可控制剥离速度在10mm/min，并能记录剥离力值，精度为示值±5%；

2. 测力计：精度5N；

3. 钢板尺：最小刻度为1mm；

4. 刻刀：可以划透防腐层;

5. 测温仪：精度为1℃。

I.2.2 剥离试验应符合如下要求：

1. 3PE防腐层的剥离强度测定，可在生产过程中选定防腐管，待温度降至规定的温度范围时在钢管上直接测量，剥离试验温度控制在规定温度的±5℃；

2. 补口防腐层剥离强度测定应在补口施工完成24h后进行，剥离试验温度控制在20℃±5℃；

3. 测量过程中，应用接触式测温仪或经接触式测温仪校准并修正过的红外测温仪监测剥离条根部温度。

I.2.3剥离试验应按如下步骤进行：

1. 现场剥离强度测试宜采用便携式剥离强度测定装置，也可采用带测力计；

2. 先将防腐层沿环向划开宽度约为30mm、长度约为250mm的长条。划开时应划透防腐层，并撬起一端，以10mm/min的速率垂直钢管表面匀速拉起防腐层；

3. 剥离长度应不低于210mm，记录稳定的力值(不包括起始段和末端各30mm的数值)。 I.2.4将记录的稳定力值除以剥离的防腐层宽度，即为剥离强度，单位为N/cm。

附录J

防腐层冲击强度试验方法

J.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定：

1. 冲击试验机:由底座、冲击锤垂直导向管、冲击锤和调节机构组成；

2. 冲击锤垂直导向管：直径48mm，长1200mm，标尺分度值5mm。管内应光滑，保证冲击锤自由下落；

3. 冲击锤：质量2000g±2g或3000g±2g，冲头直径为25mm；

4. 电火花检漏仪：检漏电压直流25kV；

5. 磁性测厚仪：测量范围20µm ～5mm。

J.2 试验步骤

J.2.1 从防腐管或补口处截取试件，补口防腐层也可按实际操作方法制作，试件的尺寸约为350mmX 170mmX管壁厚，其中350mm为沿管子轴向的切割长度。试件应不少于2个，用25kV(补口防腐层用15kV)的直流电压进行电火花检漏无漏点的试件才能使用。

J.2.2 用磁性测厚仪或电子测厚仪测量防腐层厚度，在每个试件上距各边缘的距离大于38mm的范围内均匀测量四点，用1组试件所测各点厚度的平均值代表该样品的防腐层厚度(以mm计)。

J.2.3 试件应放置在刚性和稳定的水平支撑上，冲击时应防止冲头回弹造成的二次冲击。

J.2.4 在冲击试验机上用预定的冲击能对试件表面进行冲击，冲击点可以任意选择，但离试件边缘的距离不应小于30mm,相邻冲击点之间的距离不应小于30mm。球形冲头最多冲击10次后应转到一个新的位置。当总冲击次数达到200次以后应更换冲头。

J.2.5 防腐层冲击试验的环境温度应为20℃±5℃。

J.2.6 用同组试件冲击10次，然后用J.2.1规定的直流电压对试件进行检漏。

J.3 试验结果

对10个冲击点进行检漏没有发现漏点时，表明该组试件的冲击强度大于预定的冲击能。

附录K

聚乙烯防腐层耐热水浸泡试验方法

K.1 仪器设备

本试验仪器设备应符合如下规定:

1. 烘箱或恒温水浴：控温精度±3；

2. 容器：带盖的容器，尺寸适合盛放试件；

3. 刻刀：可划破防腐层。

K.2 试件制备

从试验管段或实际防腐管上截取试件。试件冷切成150mmX100mmX管壁厚，其中150mm为沿管子轴向切割长度，试件边缘应用水砂纸打磨至光滑无缺陷。每组试件应不少于3个。

K.3 试验步骤

K.3.1 将试件放入已恒温至规定温度的蒸馏水或去离子水中，水浸没试样至少50mm。

K.3.2 保持水和试件温度在80℃，48h。取出试件，将试件擦干，再冷却至室温。

K.3.3 目视检查试件。沿试件四周检查防腐层与基材界面的粘结情况。不考虑四角周围5mm范围内的防腐层剥离。对出现剥离或附着力下降的区域，用刻刀插入防腐层与钢基材间的缝隙，翘起失去粘结的防腐层，并测量剥离深度。

K.4 结果

记录防腐层剥离最大深度和平均深度，平均深度以3块试件剥离深度的平均值表示。