



中华人民共和国国家标准

GB/T 29047—2012

高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料 预制直埋保温管及管件

Prefabricated directly buried insulating pipes and fittings with polyurethane
[PUR]foamed-plastics and high density polyethylene [PE]casing pipes

2012-12-31 发布

2013-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品结构 3

5 要求 3

 5.1 工作钢管 3

 5.2 钢制管件 3

 5.3 外护管 8

 5.4 保温层 10

 5.5 保温管 11

 5.6 保温管件 13

 5.7 保温接头 16

6 试验方法 17

7 检验规则 19

 7.1 检验分类 19

 7.2 出厂检验 19

 7.3 型式检验 22

8 标识、运输与贮存 22

 8.1 标识 22

 8.2 运输 23

 8.3 贮存 23

附录 A（规范性附录） 实际连续工作条件与加速老化试验条件 24

附录 B（规范性附录） 工作在不同温度下的聚氨酯泡沫塑料最短预期寿命的计算 26

附录 C（规范性附录） 长期连续运行温度介于 120℃~140℃之间的保温管的要求及试验 27

附录 D（资料性附录） 外护管焊接指南 29

参考文献 33

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本标准由全国城镇供热标准化技术委员会(SAC/TC 455)归口。

本标准起草单位:北京豪特耐管道设备有限公司、城市建设研究院、北京市建设工程质量第四检测所、天津市管道工程集团有限公司保温管厂、河北昊天管业股份有限公司、大连益多管道有限公司、天津市宇刚保温建材有限公司、唐山兴邦管道工程设备有限公司、大连开元管道有限公司。

本标准主要起草人:杨帆、贾丽华、杨健、白冬军、周曰从、叶勇、郑中胜、叶连基、闫必行、邱华伟、丛树界、周抗冰。

引 言

本标准针对我国集中供热行业的国情,参考了 EN 253《用于区域供热热水管网—由工作钢管、聚氨酯保温层和高密度聚乙烯外护管组成的预制直埋保温管》、EN 448《用于区域供热热水管网—由工作钢管、聚氨酯保温层和高密度聚乙烯外护管组成的预制直埋保温管件》及 EN 489《用于区域供热热水管网—由工作钢管、聚氨酯保温层和高密度聚乙烯外护管组成的预制直埋保温管道接头》的 2003 版及 2009 版。

本标准包含直埋保温管、直埋保温管件及直埋保温接头三部分内容。本标准中针对直埋保温管在生产及现场施工过程中比较薄弱的保温管件及保温接头的相关性能提出更明确、更具体的规定。

高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料 预制直埋保温管及管件

1 范围

本标准规定了由高密度聚乙烯外护管(以下简称外护管)、硬质聚氨酯泡沫塑料保温层(以下简称保温层)、工作钢管或钢制管件组成的预制直埋保温管(以下简称保温管)及其保温管件和保温接头的产品结构、要求、试验方法、检验规则及标识、运输与贮存等。

本标准适用于输送介质温度(长期运行温度)不高于 120 ℃,偶然峰值温度不高于 140 ℃的预制直埋保温管、保温管件及保温接头的制造与检验。

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 8163 输送流体用无缝钢管

GB/T 8923.1 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB/T 9711 石油天然气工业 管线输送系统用钢管

GB/T 12459 钢制对焊无缝管件

GB/T 13401 钢板制对焊管件

GB/T 18475—2001 热塑性塑料压力管材和管件用材料分级和命名 总体使用(设计)系数

GB/T 29046—2012 城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法

GB 50236—2011 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

CJJ 28 城镇供热管网工程施工及验收规范

CJJ/T 81 城镇直埋供热管道工程技术规程

JB 4708 承压设备焊接工艺评定

JB/T 4730 承压设备无损检测

SY/T 5257 油气输送用钢制弯管

TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

API SPEC 5L 管线钢管规范(Specification for line pipe)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三位一体式结构 bonded insulation structure

工作钢管(或钢制管件)和外护管通过保温层紧密地粘接在一起,形成的一体式保温管(或保温管件)结构。

3.2

钢制管件 steel fitting

钢制异径管、三通、弯头、弯管和固定节等管道部件。

3.3

弯曲角度 bend angle

弯头或弯管圆弧段对应的圆心角。

3.4

推制无缝弯头 heat-extruded elbow

采用无缝钢管管段加热后经芯模顶推制作的弯头。

3.5

压制对焊弯头 forge-welded bend

由钢板压制成型后纵向焊接而成的弯头。

3.6

压制对焊弯管 forge-welded elbow

由钢板压制成型后纵向焊接而成的弯曲半径大于或等于 2.5 倍公称直径的弯管。

3.7

热煨弯管 heat baked bend

由钢管加热煨制成型的弯曲半径大于或等于 2.5 倍公称直径的弯管。

3.8

焊接三通 welded T-branch

用钢管支管直接焊接在主管开孔上制成的三通。

3.9

冷拔三通 extruded T-branch

在常温下,对管道内腔施加液压,拔出分支管圆口而制成的三通。

3.10

热缩带式接头 joint with sleeve

由高密度聚乙烯外护层、热缩带及保温层组成的接头结构形式。

3.11

电熔焊式接头 electric fusion weld joint

由电熔焊式带状套筒及保温层组成的接头结构形式。电熔焊式带状套筒由高密度聚乙烯外护层及嵌在其中的电热熔丝组成。

3.12

拉剪强度 tensile and shear strength of weld area in electric fusion weld joint

外护管电熔焊式接头焊接区域受到拉伸、剪切和剥离三种作用力下的抗拉伸和抗剪切的强度。

3.13

剥离强度 peel strength

单位宽度的防腐层从基材表面剥离所需的力。

3.14

计算连续运行温度 calculated continuous operating temperature

CCOT

通过假定一个温度和寿命之间的阿列纽斯(Arrhenius)关系,计算出保证 30 年预期使用寿命下的连续运行温度。

3.15

热寿命 thermal life

在 CCOT 试验过程中,保温管连续运行于选定的老化试验温度下,其切向剪切强度降低到 0.13 MPa(140 °C)时所用的时间。

3.16

蠕变性能 creep behavior

外护管和聚氨酯泡沫塑料在温度和应力作用下缓慢而渐进性的应变。

3.17

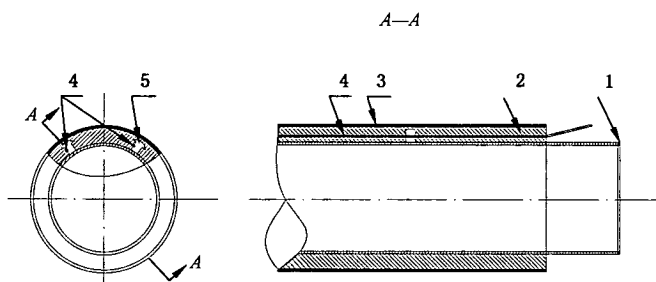
预期寿命 expected life

根据阿列纽斯(Arrhenius)方程,保温管在实际连续运行温度条件下所对应的工作时间。

4 产品结构

4.1 保温管或保温管件应由工作钢管或钢制管件、保温层和外护管紧密结合的三位一体式结构,保温层内可有支架和报警线。

4.2 产品结构见图 1。



说明:

- 1——工作钢管;
- 2——保温层;
- 3——外护管;
- 4——报警线;
- 5——支架。

图 1 产品结构图

5 要求

5.1 工作钢管

5.1.1 工作钢管的尺寸公差及性能应符合 GB/T 9711 或 GB/T 8163 或 API SPEC 5L 的规定。

5.1.2 工作钢管的材质、公称直径、外径及壁厚应符合设计要求,单根钢管不应有环焊缝。

5.1.3 工作钢管外观应符合下列要求:

- a) 工作钢管表面锈蚀等级应符合 GB/T 8923.1 中的 A、B、C 级的规定;
- b) 发泡前工作钢管表面应进行预处理,去除铁锈、轧钢鳞片、油脂、灰尘、漆、水分或其他沾染物,工作钢管外表面除锈等级应符合 GB/T 8923.1 中 Sa 2½ 的规定。

5.2 钢制管件

5.2.1 材料

5.2.1.1 材质、尺寸公差及性能

钢制管件的材质、尺寸公差及性能应符合 GB/T 13401、GB/T 12459 和 SY/T 5257 的规定。

5.2.1.2 公称直径与壁厚

钢制管件的公称直径与壁厚应符合下列规定:

- a) 公称直径应与工作钢管一致;

b) 壁厚应符合设计的规定,且不应低于工作钢管的壁厚。

5.2.1.3 外观

钢制管件的外观应符合下列规定:

- a) 钢制管件表面锈蚀等级应符合 GB/T 8923.1 中的 A、B、C 级的规定;
- b) 钢制管件表面应光滑,当有结疤、划痕及重皮等缺陷时应进行修磨,修磨处应圆滑过渡,并进行渗透或磁粉探伤,修磨后的壁厚应符合 5.2.1.2 的规定;
- c) 钢制管件发泡前应对其表面进行预处理,去除铁锈、轧钢鳞片、油脂、灰尘、漆、水分或其他沾染物;
- d) 钢制管件管端 200 mm 长度范围内,由工作钢管椭圆造成的外径公差不应超过规定外径的 $\pm 1\%$,且不应大于公称壁厚;
- e) 钢制管件表面应有永久性的产品标识。

5.2.2 弯头与弯管

弯头可采用推制无缝弯头、压制对焊弯头;弯管可采用压制对焊弯管、热煨弯管,弯头与弯管的形式见图 2。



说明:
A——直管段长度。

图 2 弯头与弯管示意图

5.2.2.1 弯曲部分外观

弯头与弯管的弯曲部分外表面不应有褶皱,可有波浪型起伏,凹点与凸点距弯头或弯管表面的最大高度不应超过弯头与弯管公称壁厚的 25%。

5.2.2.2 弯曲部分最小壁厚

弯头与弯管弯曲部分任意一点的实际最小壁厚应分别符合 GB/T 13401、GB/T 12459 和 SY/T 5257 的规定。

5.2.2.3 弯曲部分椭圆度

弯头与弯管的弯曲部分椭圆度不应超过 6%,椭圆度应按式(1)计算:

$$O = \frac{2(d_{\max} - d_{\min})}{d_{\max} + d_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:
O —— 椭圆度;
 d_{\max} —— 弯曲部分截面的最大管外径,单位为毫米(mm);

d_{\min} ——弯曲部分截面的最小管外径,单位为毫米(mm)。

5.2.2.4 弯头的弯曲半径

弯头的弯曲半径不应小于 1.5 倍的公称直径。

5.2.2.5 直管段长度

弯头和弯管两端的直管段长度应满足焊接的要求,且不应小于 400mm,直管段示意图见图 2。

5.2.2.6 弯曲角度偏差

弯头与弯管的弯曲角度与设计的弯曲角度之差应符合表 1 的规定。弯曲角度示意图见图 3。

表 1 弯头及弯管的弯曲角度偏差

公称直径 DN	允许偏差/(°)
≤200	±2.0
>200	±1.0

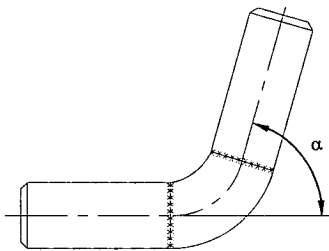


图 3 弯曲角度示意图

5.2.3 三通

三通的形式见图 4。

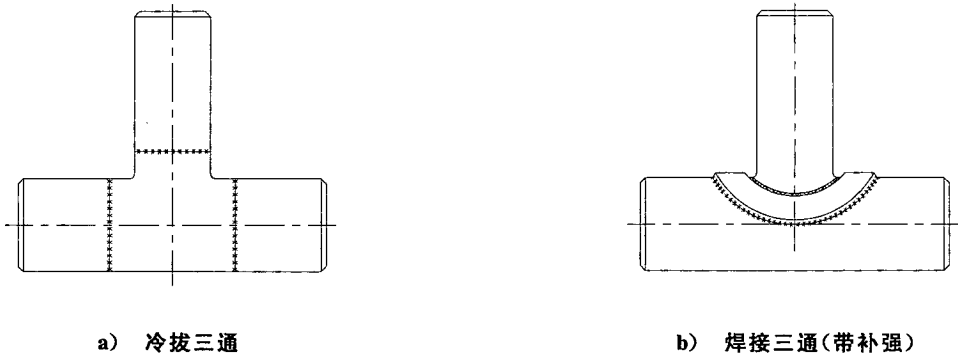


图 4 三通示意图

5.2.3.1 冷拔三通

冷拔三通主管和支管的壁厚应按设计提出的径向和轴向荷载要求确定。

5.2.3.2 焊接三通

焊接三通主管和支管的壁厚应按设计提出的径向和轴向荷载要求确定。焊接三通主管上马鞍型接口焊缝外围应焊接披肩式补强板,补强板的厚度及尺寸应按设计提出的径向和轴向荷载要求确定。

5.2.3.3 三通支管与主管角度偏差

支管应与主管垂直,允许角度偏差为 $\pm 2.0^\circ$ 。

5.2.4 异径管

异径管应符合 GB/T 12459 或 GB/T 13401 的规定,并应符合设计提出的径向和轴向荷载要求。异径管的形式见图 5。

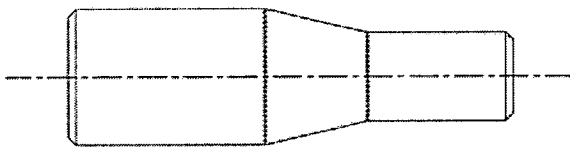
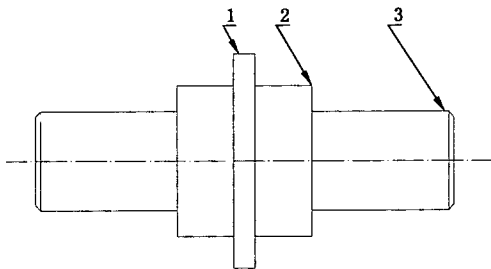


图 5 异径管示意图

5.2.5 固定节

固定节的形式见图 6。



说明:
1——支撑板;
2——钢裙套;
3——工作钢管。

图 6 固定节示意图

- 5.2.5.1 固定节整体结构设计应符合管道轴向推力要求。
- 5.2.5.2 钢裙套与外护管之间配合间隙应小于或等于 3 mm,两者之间应使用热缩带密封。
- 5.2.5.3 钢裙套长度应保证其运行使用时与热缩带接触处的温度不超过 50 ℃。

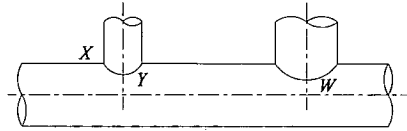
5.2.6 焊接

- 5.2.6.1 焊接工艺应按 JB 4708 进行焊接工艺评定后确定。焊工应持有符合 TSG Z 6002 规定的有效资格证书。
- 5.2.6.2 钢制管件的焊接应采用氩弧焊打底配以 CO₂ 气体保护焊或电弧焊盖面。焊缝处的机械性能

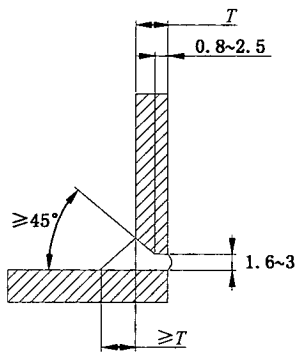
不应低于工作钢管母材的性能。当管件的壁厚大于或等于 5.6 mm 时,应至少焊两遍。

5.2.6.3 焊接坡口尺寸及型式应符合下列规定:

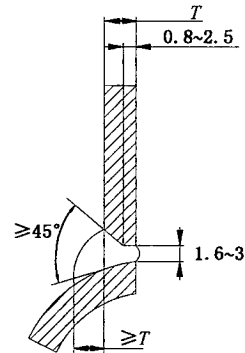
- 钢制管件的坡口处理应按 GB 50236 的规定执行。
- 三通支管的焊接预处理见图 7。



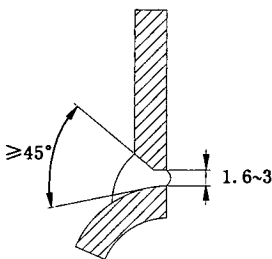
单位为毫米



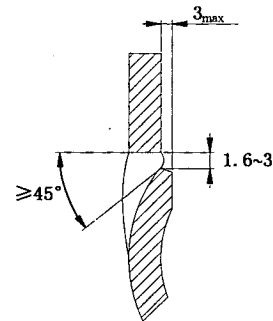
a) X 剖面 直角直管



b) Y 剖面 不等径直管直径比 $\leq 2/3$



c) Y 剖面 不等径直管直径比 $> 2/3$



d) W 剖面 等径直管

图 7 三通支管焊接预处理图

5.2.6.4 焊缝质量应符合下列规定:

- 外观检查:焊缝的外观质量不应低于 GB 50236—2011 规定的 II 级质量。
- 无损检测:钢制管件的焊缝可选用射线探伤或超声波探伤。无损检测的抽检比例应符合表 12 的规定。所检钢制管件的焊缝全长应进行 100% 射线探伤或 100% 超声波探伤。当采用超声波探伤时,还应采用射线探伤进行复验,复验比例不应小于焊缝全长的 20%;
- 射线和超声波探伤应按 JB/T 4730 的规定执行,射线探伤不应低于 II 级质量,超声波探伤不应低于 I 级质量;
- 对于公称壁厚小于或等于 6.0 mm 的焊接三通,其角焊缝无法进行射线或超声波探伤时,可采用水压试验及着色探伤进行替代,着色探伤不应低于 I 级质量。

5.2.6.5 焊接质量检验合格后,应对管件进行密封性试验,管件不得有损坏和泄漏。密封性试验可采用水密性试验或气密性试验。

5.3 外护管

5.3.1 原材料

外护管应使用高密度聚乙烯树脂制造,用于外护管挤出的高密度聚乙烯树脂应按GB/T 18475—2001的规定进行分级,高密度聚乙烯树脂应采用 PE80 级或更高级别的原料。

5.3.1.1 密度

聚乙烯树脂的密度应大于 935 kg/m³。树脂中应添加外护管生产及使用所需要的抗氧化剂、紫外线稳定剂、碳黑等添加剂。所添加的碳黑应符合下列要求:

- a) 碳黑密度:1 500 kg/m³~2 000 kg/m³;
- b) 甲苯萃取量:≤0.1%(质量分数);
- c) 平均颗粒尺寸:0.010 μm~0.025 μm。

5.3.1.2 碳黑弥散度

碳黑结块、气泡、空洞或杂质的尺寸不应大于 100 μm。

5.3.1.3 碳黑含量

外护管碳黑含量应为 2.5%±0.5%(质量分数),碳黑应均匀分布于母材中,外护管不应有色差条纹。

5.3.1.4 回用料

可使用不超过 15%(质量分数)的回用料,但回用料应是制造商本厂管道生产过程中产生的干净、未降解的材料。

5.3.1.5 熔体质量流动速率

外护管及其焊接所用高密度聚乙烯树脂的熔体质量流动速率(MFR)应为0.2 g/10 min~1.4 g/10 min (试验条件 5 kg,190 ℃)。

5.3.1.6 热稳定性

外护管原材料在 210 ℃下的氧化诱导时间不应少于 20 min。

5.3.1.7 长期机械性能

外护管原材料的长期机械性能应符合表 2 的规定,以试样发生脆断失效的时间作为测试时间的判定依据。当 1 个试样在 165 h 的测试模式下的失效时间小于 165 h 时,应使用 1 000 h 的参数重新测试。

表 2 高密度聚乙烯原材料的长期机械性能

轴向应力/MPa	最短破坏时间/h	测试温度/℃
4.6	165	80
4.0	1 000	80

5.3.2 外护管管材

5.3.2.1 外观

外护管外观应符合下列规定：

- a) 外护管应为黑色，其内外表面目测不应有影响其性能的沟槽，不应有气泡、裂纹、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷；
- b) 外护管两端应切割平整，并与外护管轴线垂直，角度误差不应大于 2.5°。

5.3.2.2 密度

外护管的密度应大于 940 kg/m³。

5.3.2.3 拉伸屈服强度与断裂伸长率

外护管任意位置的拉伸屈服强度不应小于 19 MPa、断裂伸长率不应小于 350%。取样数量应符合表 3 的规定。

表 3 外护管取样数量 单位为个

外径/mm	$75 \leq D_e \leq 250$	$250 < D_e \leq 450$	$450 < D_e \leq 800$	$800 < D_e \leq 1\,200$	$1\,200 < D_e \leq 1\,700$
样条数	3	5	8	10	12

5.3.2.4 纵向回缩率

外护管任意管段的纵向回缩率不应大于 3%，管材表面不应出现裂纹、空洞、气泡等缺陷。

5.3.2.5 耐环境应力开裂

外护管耐环境应力开裂的失效时间不应小于 300 h。

5.3.2.6 长期机械性能

外护管的长期机械性能应符合表 4 的规定。

表 4 外护管长期机械性能

拉应力/MPa	最短破坏时间/h	试验温度/℃
4	2 000	80

5.3.2.7 外径和壁厚

外护管的外径和壁厚应符合下列规定：

- a) 外护管外径和最小壁厚应符合表 5 的规定；

表 5 外护管外径和最小壁厚 单位为毫米

外径(D_e)	最小壁厚(e_{min})
$75 \leq D_e \leq 160$	3.0
200	3.2

表 5 (续)

单位为毫米

外径(D_e)	最小壁厚(e_{\min})
225	3.5
250	3.9
315	4.9
$365 \leq D_e \leq 400$	6.3
$420 \leq D_e \leq 450$	7.0
500	7.8
$560 \leq D_e \leq 600$	8.8
$630 \leq D_e \leq 655$	9.8
760	11.5
850	12.0
$960 \leq D_e \leq 1\,200$	14.0
$1\,300 \leq D_e \leq 1400$	15.0
$1\,500 \leq D_e \leq 1\,700$	16.0
注：可按设计要求，选用其他外径的外护管，其最小壁厚应用内插法确定。	

b) 发泡前，外护管外径公差应符合下列规定：

平均外径 D_{cm} 与外径 D_e 之差($D_{cm}-D_e$)应为正值，表示为 $+x/0$ ， x 应按式(2)确定：

$$0 < x \leq 0.009 \times D_e \dots\dots\dots(2)$$

计算结果圆整到 0.1 mm，小数点后第二位大于零时进一位。

注：平均外径(D_{cm})是指外护管管材或管件插口端任意横断面的外圆周长除以 π (圆周率)并向大圆整到 0.1 mm 得到的值，单位为毫米(mm)。

c) 发泡前，外护管壁厚公差应符合下列规定：

公称壁厚 e_{nom} 应大于或等于最小壁厚 e_{\min} ；任何一点的壁厚 e_i 与公称壁厚之差(e_i-e_{nom})应为正值，表示为 $+y/0$ ， y 应按式(3)和式(4)确定：

当 $e_{nom} \leq 7.0$ mm 时：

$$y = 0.1 \times e_{nom} + 0.2 \dots\dots\dots(3)$$

当 $e_{nom} > 7.0$ mm 时：

$$y = 0.15 \times e_{nom} \dots\dots\dots(4)$$

计算结果圆整到 0.1 mm，小数点后第二位大于零时进一位。

5.4 保温层

5.4.1 保温层材料

保温层应采用硬质聚氨酯泡沫塑料。

5.4.2 泡孔尺寸

聚氨酯泡沫塑料应无污斑、无收缩分层开裂现象。泡孔应均匀细密，泡孔平均尺寸不应大于0.5 mm。

5.4.3 空洞、气泡

聚氨酯泡沫塑料应均匀地充满工作钢管与外护管间的环形空间。任意保温层截面上空洞和气泡的面积总和占整个截面积的百分比不应大于 5%，且单个空洞的任意方向尺寸不应超过同一位置实际保温层厚度的 1/3。

5.4.4 密度

保温层任意位置的聚氨酯泡沫塑料密度不应小于 60 kg/m^3 。

5.4.5 压缩强度

聚氨酯泡沫塑料径向压缩强度或径向相对形变为 10% 时的压缩应力不应小于 0.3 MPa。

5.4.6 吸水率

聚氨酯泡沫塑料吸水率不应大于 10%。

5.4.7 闭孔率

聚氨酯泡沫塑料的闭孔率不应小于 88%。

5.4.8 导热系数

未进行老化的聚氨酯泡沫塑料在 50 °C 状态下的导热系数 λ_{50} 不应大于 $0.033 [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 。

5.4.9 保温层厚度

保温层厚度应符合设计规定，并应保证运行时外护管表面温度不大于 50 °C。

5.5 保温管

5.5.1 管端垂直度

保温管管端的外护管宜与聚氨酯泡沫塑料保温层平齐，且与工作钢管的轴线垂直，角度误差应小于 2.5° 。

5.5.2 挤压变形及划痕

保温层受挤压变形时，其径向变形量不应超过其设计保温层厚度的 15%。外护管划痕深度不应超过外护管最小壁厚的 10%，且不应超过 1mm。

5.5.3 管端焊接预留段长度

工作钢管两端应留出 150 mm~250 mm 无保温层的焊接预留段，两端预留段长度之差不应大于 40 mm。

5.5.4 外护管外径增大率

保温管发泡前后，外护管任意位置同一截面的外径增大率不应大于 2%。

5.5.5 轴线偏心距

保温管任意位置外护管轴线与工作钢管轴线间的最大轴线偏心距应符合表 6 的规定。

表 6 外护管轴线与工作钢管轴线间的最大轴线偏心距 单位为毫米

外护管外径	最大轴线偏心距
$75 \leq D_e \leq 160$	3.0
$160 < D_e \leq 400$	5.0
$400 < D_e \leq 630$	8.0
$630 < D_e \leq 800$	10.0
$800 < D_e \leq 1\,400$	14.0
$1\,400 < D_e \leq 1\,700$	18.0

5.5.6 预期寿命与长期耐温性

5.5.6.1 保温管的预期寿命与长期耐温性应符合下列规定：

- a) 在正常使用条件下,保温管在 120 ℃ 的连续运行温度下的预期寿命应大于或等于 30 年,保温管在 115 ℃ 的连续运行温度下的预期寿命应至少为 50 年,在低于 115 ℃ 的连续运行温度下的预期寿命应高于 50 年。实际连续工作条件与预期寿命按附录 A 的规定执行。工作在不同温度下,聚氨酯泡沫塑料最短预期寿命的计算按附录 B 的规定执行。
- b) 连续运行温度介于 120 ℃ 与 140 ℃ 之间时,保温管的预期寿命及耐温性应符合附录 C 的规定。

5.5.6.2 保温管的剪切强度应符合下列规定：

- a) 老化试验前和老化试验后保温管的剪切强度应符合表 7 的规定；

表 7 老化试验前和老化试验后保温管的剪切强度要求

试验温度/℃	最小轴向剪切强度/MPa	最小切向剪切强度/MPa
23±2	0.12	0.20
140±2	0.08	—

- b) 老化试验条件应符合表 8 的规定。

表 8 老化试验条件

工作钢管温度/℃	热老化试验时间/h
160	3 600
170	1 450

- c) 老化试验前的剪切强度应按表 10 选择 23 ℃ 及 140 ℃ 条件下的轴向剪切强度,或按表 10 选择 23 ℃ 条件下的切向剪切强度；
- d) 老化试验后的剪切强度应按表 10 的要求执行。

5.5.7 抗冲击性

在 -20 ℃ 条件下,用 3.0 kg 落锤从 2 m 高处落下对外护管进行冲击,外护管不应有可见裂纹。

5.5.8 蠕变性能

100 h 下的蠕变量 ΔS_{100} 不应超过 2.5 mm, 30 年的蠕变量不应超过 20 mm。

5.5.9 报警线

保温管中的报警线应连续不断开, 且不得与工作钢管短接, 报警线与报警线、报警线与工作钢管之间的电阻值不应小于 500 M Ω , 报警线材料及安装应符合 CJJ/T 81 的规定。

5.6 保温管件

5.6.1 管端垂直度

保温管件管端的外护管宜与聚氨酯泡沫塑料保温层平齐, 且与工作钢管的轴线垂直, 角度误差应小于 2.5°。

5.6.2 挤压变形及划痕

保温层受挤压变形时, 其径向变形量不应超过其设计保温层厚度的 15%。外护管划痕深度不应超过外护管最小壁厚的 10%, 且不应超过 1 mm。

5.6.3 管端焊接预留段长度

工作钢管两端应留出 150 mm~250 mm 无保温层的焊接预留段, 两端预留段长度之差不应大于 40 mm。

5.6.4 外护管外径增大率

保温管件发泡前后, 外护管任意位置同一截面的外径增大率不应大于 2%。

5.6.5 钢制管件与外护管角度偏差

在距保温管件保温端部 100 mm 长度内, 钢制管件的中心线和外护管中心线之间的角度偏差不应超过 2°。

5.6.6 轴线偏心距

保温管件任意位置外护管轴线与工作钢管轴线间的最大轴线偏心距应符合表 6 的规定。

5.6.7 最小保温层厚度

保温弯头与保温弯管上任何一点的保温层厚度不应小于设计保温层厚度的 50%, 且任意点的保温层厚度不应小于 15 mm。

5.6.8 外护管焊接

5.6.8.1 熔体质量流动速率差值应符合下列规定:

- 端面熔融焊接: 两段焊接外护管的熔体质量流动速率的差值不应大于 0.5 g/10 min(试验条件为 5 kg, 190 °C)。
- 挤出焊接: 焊接粒料与焊接外护管之间的熔体质量流动速率的差值不应大于 0.5 g/10 min(试验条件为 5 kg, 190 °C)。

5.6.8.2 弯头与弯管的外护管管段之间的角度和最小长度应符合下列规定:

- a) 弯头与弯管外护管的相邻两个外护管段之间的最大角度 α 不应超过 45° , 见图 8。弯头与弯管的外护管管段之间的角度与焊接分段应以符合 5.6.7 规定的最小保温层厚度来确定;
- b) 弯头与弯管靠近焊接预留段处的外护管段的最小长度不应小于 200 mm, 见图 8。

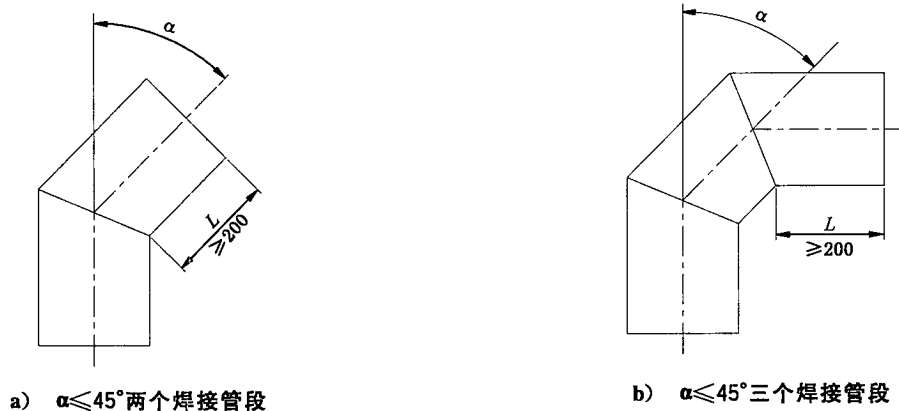


图 8 弯头与弯管外护管的相邻两个外护管段之间的最大角度

5.6.8.3 外护管焊接宜采用端面熔融焊接, 对于无法采用端面熔融焊接的部分可采用挤出焊接。聚乙烯焊接设备、焊接工艺要求参见附录 D。

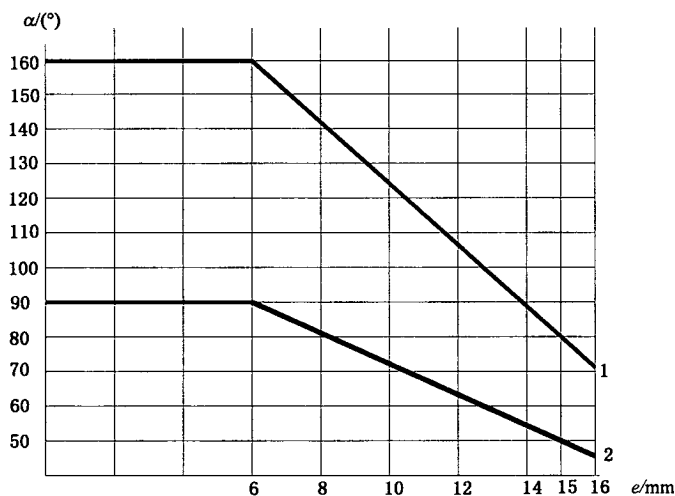
5.6.8.4 外护管端面熔融焊接应符合下列规定:

- 两条对接焊缝的融合点处形成凹槽的底部应高于外护管表面;
- 在整个焊缝长度上, 端口内外表面的对接错口不应超过外护管壁厚的 20%, 对于特殊配件, 如马鞍口处, 在整个焊缝长度上任意点内外表面的径向错位量不应超过壁厚的 30%。当外护管壁厚不等时, 其焊缝错位量应按照较小的壁厚计算;
- 两条对接焊缝应均匀并有大致相同的外观及壁厚;
- 在整个焊缝长度上两条熔融焊道应有大致相同的形状和尺寸, 且两焊道的总宽度应是 0.6 倍~1.2 倍的外护管壁厚, 若壁厚小于 6 mm, 则为 2 倍壁厚;
- 整条焊缝上的两条熔融焊道应是弧形光滑的, 不能有焊瘤、裂纹、凹坑等。

5.6.8.5 外护管挤出焊接应符合下列规定:

- 挤出焊料的性能应符合 5.3 和 5.6.8.1 的规定;
- 挤出焊料应填满整个焊缝处的 V 形坡口, 不应有裂纹、咬边、未焊满及深度超过 1mm 的划痕等表面缺陷;
- 对于任何破坏性检验, 在焊缝的任何方向上, 焊肉与外壳之间都不应有可见的不粘性区域;
- 焊缝表面应是类似半圆形的光滑凸起, 而且应高于外护管表面, 高度为外护管壁厚的 10%~40%;
- 挤出焊料形成的焊缝应覆盖 V 形焊口外护管边缘至少 2 mm;
- 挤出焊缝的起始点和终止点搭接处应去除多余的焊料, 且表面不应留有划痕;
- 根部高出内表面的高度应小于壁厚的 20%;
- 局部凹坑和空洞不应超出外护管壁厚的 15%;
- 在圆周焊口上任何一点, 两个端口的径向错位量不应超过壁厚的 30%。对于不同壁厚的外护管焊缝错位量应按较小的壁厚计算。

5.6.8.6 焊缝最小弯曲角度应根据图 9 确定, 图 9 中 e 为表 4 中的外护管最小壁厚。试验中最小弯曲角度达到之前, 焊缝不得出现裂纹。



说明：
1——端面熔融焊缝；
2——挤出焊缝。

图 9 最小弯曲角度

5.6.8.7 焊接外护管的密封性:焊接外护管应进行 100%的密封性检查,焊接外护管在发泡之后,管件外部(端口除外)不应有泡沫溢出,否则该焊接外护管应予以更换。

5.6.9 保温固定节

- 5.6.9.1 保温固定节的外护管与钢裙套的搭接处应采用热缩带密封。
- 5.6.9.2 保温固定节宜先发泡后收缩。
- 5.6.9.3 外观:热缩带收缩后边缘应有均匀的热熔胶溢出,不应出现过烧、鼓包、翘边或局部漏烤等现象,封端盖片应胶结严密。
- 5.6.9.4 热缩带的剥离强度在 20℃±5℃下不应小于 60 N/cm。

5.6.10 报警线

保温管件中的报警线应连续不断开,且不得与工作钢管短接,报警线与报警线、报警线与工作钢管之间的电阻值不应小于 500 MΩ,报警线材料及安装应符合 CJJ/T 81 的规定。

5.6.11 主要尺寸允许偏差

保温管件主要尺寸允许偏差应符合表 9 和图 10 的规定。

表 9 保温管件主要尺寸允许偏差 单位为毫米

管道公称直径 DN	主要尺寸允许偏差	
	H	L
≤300	±10	±20
>300	±25	±50

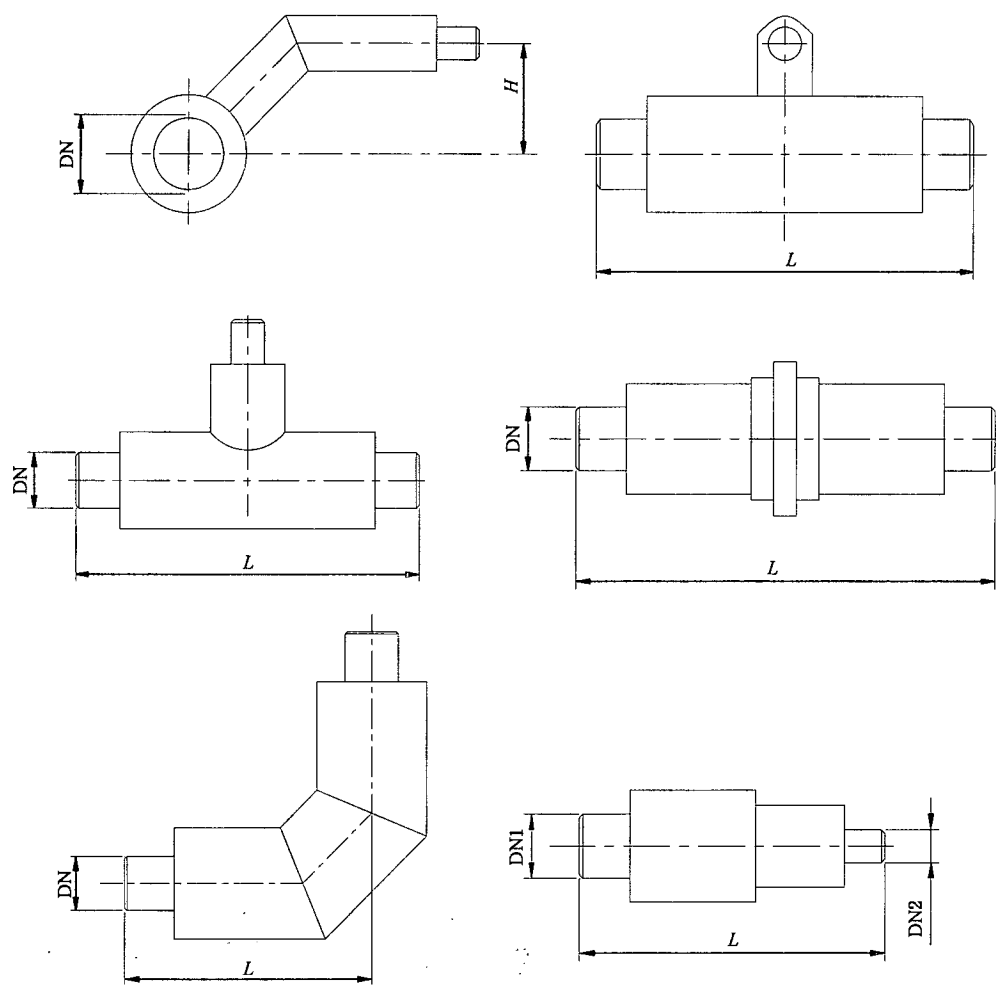


图 10 保温管件主要尺寸允许偏差示意图

5.7 保温接头

5.7.1 保温接头性能

- 5.7.1.1 保温接头处保温层的材料及性能应符合 5.4 的规定。
- 5.7.1.2 保温接头外护层材料及性能应符合 5.3 的规定。热熔接头的外护层与保温管外护管的熔体质量流动速率的差值不应大于 0.5 g/10 min(试验条件为 5 kg, 190 ℃)。
- 5.7.1.3 保温接头应能整体承受管道运动时产生的剪切力和弯矩。
- 5.7.1.4 保温接头应能整体承受由于温度和温度变化带来的影响。
- 5.7.1.5 耐土壤应力性能:保温接头应进行土壤应力砂箱试验,循环往返 100 次以上应无破坏、无渗漏。
- 5.7.1.6 热缩带式接头所用热缩带的剥离强度不应小于 60 N/cm,收缩后应能将管道外护管和接头外护层搭接处密封;热缩带收缩后,边缘处的热熔胶应均匀溢出,不应出现过烧、鼓包、翘边或局部漏烤等现象。封端盖片及发泡孔盖片应粘结严密。
- 5.7.1.7 电熔焊接接头应采用专用可控温塑料焊接设备,焊接后搭接熔合区试样在室温下的拉剪强度不应低于外护管母材的强度,且断裂点应位于熔焊区之外。
- 5.7.1.8 密封性:保温接头应密封,不得渗水。现场所有的保温接头外护层都应做气密性试验。保温

接头的气密性试验应采用空气或其他类气体。试验应在接头冷却到 40 ℃ 以下后进行。试验压力应为 0.02 MPa,保压 2 min 后,密封处涂上肥皂水,不应有气泡产生。

5.7.2 保温接头形式

当工作钢管管径小于或等于 DN 200 时,宜采用热缩带式接头;当大于等于 DN 250,且小于或等于 DN 450 时,可采用热缩带式接头或电熔焊式接头;当大于等于 DN 500 时,宜采用电熔焊式接头。根据现场工况条件或设计要求可以选择双密封接头。当采用双密封接头时,其中的每种接头密封形式和双密封组合形式都应符合 5.7.1 的相关规定。

5.7.3 保温接头安装

5.7.3.1 保温接头安装应符合 CJJ 28 的规定。

5.7.3.2 接头处的表面清理应符合下列规定:

- a) 接头处工作钢管表面应进行清理,去除铁锈、轧钢鳞片、油脂、灰尘、漆、水分或其他沾染物;
- b) 管端潮湿的聚氨酯泡沫塑料应清除;
- c) 接头外护层内表面应干燥无污物;
- d) 管道外护管表面与接头外护层搭接处应干净、干燥,应对搭接处表面进行打磨处理。

5.7.3.3 接头处报警系统的安装应符合 CJJ/T 81 的规定。

5.7.3.4 保温接头发泡应符合下列规定:

- a) 保温接头应使用机器发泡;
- b) 接头发泡时应采取排气措施,聚氨酯泡沫塑料应充满整个接头,接头处的保温层与保温管的保温层之间不得产生空隙;
- c) 发泡后发泡孔处应有少量泡沫溢出;
- d) 保温接头气密性检验及发泡后,应对外护管开孔处及时进行密封处理。

6 试验方法

本标准的检测方法按照 GB/T 29046—2012 的规定执行,检测要求应符合表 10 的规定。

表 10 检测条款对照表

检验项目			与 GB/T 29046—2012 对应的试验条款	
工作钢管		材质、尺寸公差及性能	5.1.1	
		公称直径、外径及壁厚	5.1.2	
		外观	5.1.3	
钢制管 件	材料	材质、尺寸公差及性能	8.1.1	
		公称直径与壁厚	8.1.2	
		外观	8.1.3	
	弯头与弯管	弯曲部分外观	8.1.4	
		弯曲部分最小壁厚	8.1.2	
		弯曲部分椭圆度	8.1.5	
		弯头的弯曲半径	8.1.6	
		直管段长度	8.1.7	
		弯曲角度偏差	8.1.8	
		三通支管与主管角度偏差		8.1.9
		焊缝质量*		8.1.10
	密封性		8.1.11	

表 10 (续)

检验项目			与 GB/T 29046—2012 对应的试验条款
外 护 管	原材料	密度	5.3.1.5
		碳黑弥散度	5.3.1.7
		碳黑含量	5.3.1.6
		熔体质量流动速率	5.3.1.8
		热稳定性	5.3.1.9
		长期机械性能	5.3.1.15
	外护管管材	外观	5.3.1.2
		密度	5.3.1.5
		拉伸屈服强度与断裂伸长率	5.3.1.10
		纵向回缩率	5.3.1.12
		耐环境应力开裂	5.3.1.14
		长期机械性能	5.3.1.15
保 温 层	泡孔尺寸		5.2.1.2
	空洞、气泡		5.2.1.4
	密度		5.2.1.5
	压缩强度		5.2.1.6
	吸水率		5.2.1.7
	闭孔率		5.2.1.3
	导热系数		5.2.1.8
	保温层厚度		4.3
保 温 管	管端垂直度		4.2
	挤压变形及划痕		4.1
	管端焊接预留段长度		4.5
	外护管外径增大率		5.3.1.13
	轴线偏心距		4.6
	预期寿命与 长期耐温性	老化前剪切强度	6.2
		老化后剪切强度	6.3 和 6.4
	抗冲击性		6.5
	蠕变性能		6.6
	报警线		10
保 温 管 件	管端垂直度		4.2
	挤压变形及划痕		4.4.1
	管端焊接预留段长度		4.5
	外护管外径增大率		5.3.1.13
	钢制管件与外护管角度偏差		8.4.2
	轴线偏心距		8.4.1
	最小保温层厚度		8.2.2
	外护管焊接	熔体质量流动速率差值	5.3.1.8
		焊缝最小弯曲角度	8.3.3
		焊接外护管的密封性	8.5
	保温固定节	外观	7.4.1
		热缩带剥离强度	7.4.2
	报警线		10
	主要尺寸允许偏差		8.4.3

表 10 (续)

检验项目		与 GB/T 29046—2012 对应的试验条款
保温接头	保温层材料和性能	7.3
	外护层材料和性能	5.3.1
	耐土壤应力性能	7.1
	热缩带剥离强度	7.4.2
	拉剪强度	7.5
	密封性	7.2
* 射线探伤或超声波探伤抽检应在每年的生产过程中均匀分期进行。		

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 产品应经制造厂质量检验部门检验,合格后方可出厂,出厂时应附检验合格报告。

7.2.2 出厂检验分为全部检验和抽样检验,检验项目应符合表 11 的规定。

表 11 检验项目表

检验项目		出厂检验		型式检验			执行条款
		全部检验	抽样检验	保温管	保温管件	保温接头	技术要求
工作钢管	材质、尺寸公差及性能	—	√	—	—	—	5.1.1
	公称直径、外径及壁厚	—	√	—	—	—	5.1.2
	外观	—	√	—	—	—	5.1.3
钢制管件	材料	材质、尺寸公差及性能	—	√	—	—	5.2.1.1
		公称直径与壁厚	√	—	—	—	5.2.1.2
		外观	√	—	—	—	5.2.1.3
	弯头与弯管	弯曲部分外观	√	—	—	—	5.2.2.1
		弯曲部分最小壁厚	√	—	—	—	5.2.2.2
		弯曲部分椭圆度	—	√	—	—	5.2.2.3
		弯头的弯曲半径	√	—	—	—	5.2.2.4
		直管段长度	√	—	—	—	5.2.2.5
		弯曲角度偏差	√	—	—	—	5.2.2.6
		三通支管与主管角度偏差	√	—	—	—	5.2.3.3
		焊缝质量	—	√	—	—	5.2.6.4
		密封性	√	—	—	—	5.2.6.5

表 11 (续)

检验项目			出厂检验		型式检验			执行条款
			全部检验	抽样检验	保温管	保温管件	保温接头	技术要求
外护管	原材料	密度	—	√	√	√	√	5.3.1.1
		碳黑弥散度	—	√	√	√	√	5.3.1.2
		碳黑含量	—	√	√	√	√	5.3.1.3
		熔体质量流动速率	—	√	√	√	√	5.3.1.5
		热稳定性	—	√	√	√	√	5.3.1.6
		长期机械性能	—	—	√	√	√	5.3.1.7
	外护管管材	外观	√	—	√	√	√	5.3.2.1
		密度	—	√	√	√	√	5.3.2.2
		拉伸屈服强度与断裂伸长率	—	√	√	√	√	5.3.2.3
		纵向回缩率	—	—	√	√	√	5.3.2.4
		耐环境应力开裂	—	√	√	√	√	5.3.2.5
		长期机械性能	—	—	√	√	√	5.3.2.6
		外径和壁厚	—	√	√	√	√	5.3.2.7
保温层	泡孔尺寸		—	√	√	√	√	5.4.2
	空洞、气泡		—	√	√	√	√	5.4.3
	密度		—	√	√	√	√	5.4.4
	压缩强度		—	√	√	√	√	5.4.5
	吸水率		—	√	√	√	√	5.4.6
	闭孔率		—	√	√	√	√	5.4.7
	导热系数		—	√	√	√	√	5.4.8
	保温层厚度		√	—	√	√	√	5.4.9
保温管	管端垂直度		√	—	√	√	—	5.5.1
	挤压变形及划痕		√	—	√	√	—	5.5.2
	管端焊接预留段长度		√	—	√	√	—	5.5.3
	外护管外径增大率		—	√	√	√	—	5.5.4
	轴线偏心距		√	—	√	√	—	5.5.5
	预期寿命与长期耐温性	老化前剪切强度	—	√	—	—	—	5.5.6.2
		老化后剪切强度	—	—	√	—	—	5.5.6.2
	抗冲击性		—	—	√	√	√	5.5.7
	蠕变性能		—	—	√	—	—	5.5.8
	报警线		√	—	√	√	√	5.5.9

表 11 (续)

检验项目			出厂检验		型式检验			执行条款
			全部 检验	抽样 检验	保温管	保温 管件	保温 接头	技术 要求
保温 管 件	管端垂直度		√	—	√	√	—	5.6.1
	挤压变形及划痕		√	—	√	√	—	5.6.2
	管端焊接预留段长度		√	—	√	√	—	5.6.3
	外护管外径增大率		—	√	√	√	—	5.6.4
	钢制管件与外护管角度偏差		—	√	—	√	—	5.6.5
	轴线偏心距		√	—	√	√	—	5.6.6
	最小保温层厚度		—	√	—	√	—	5.6.7
	外护管 焊接	熔体质量流动速率差值	—	√	√	√	√	5.6.8.1
		焊缝最小弯曲角度	—	—	—	√	—	5.6.8.6
		焊接外护管的密封性	√	—	—	√	—	5.6.8.7
	保温固 定节	外观	√	—	—	√	—	5.6.9.3
		热缩带剥离强度	—	√	—	√	—	5.6.9.4
	报警线		√	—	√	√	√	5.6.10
	主要尺寸允许偏差		—	√	—	√	—	5.6.11
保温 接 头	保温层材料和性能		—	√	—	—	√	5.7.1.1
	外护层材料和性能		—	√	—	—	√	5.7.1.2
	耐土壤应力性能		—	—	—	—	√	5.7.1.5
	热缩带剥离强度		—	√	—	—	√	5.7.1.6
	拉剪强度		—	√	—	—	√	5.7.1.7
	密封性		√	—	—	—	√	5.7.1.8

注：“√”为检测项目，“—”为非检测项目。

7.2.3 全部检验

要求全部检验的项目应对所有产品逐件进行检验。

7.2.4 抽样检验

7.2.4.1 保温管抽样检验应按每台发泡设备生产的保温管每季度抽检 1 次,每次抽检 1 根,每季度累计生产量达到 60 km 时,应增加 1 次检验。检验应均布于全年的生产过程中,抽检项目应按表 11 的规定执行。

7.2.4.2 保温管件抽样检验应符合下列规定:

- 每台发泡设备生产的保温管件应每季度抽检 1 次,每次抽检 1 件,每季度累计生产量达到 2 000 件时,应增加 1 次检验,抽检项目应按表 11 的规定执行;
- 管件钢焊缝无损检测抽检比例应符合表 12 的规定。

表 12 管件钢焊缝无损检测抽检比例

公称外径	射线探伤比例	超声波探伤比例
DN<300	5%	20%
300≤DN<600	15%	50%
DN≥600	100%	—

7.2.4.3 保温接头抽样检验应按每 500 个接头抽检 1 次,每次抽检 1 个,抽检项目应按表 11 的规定执行。

7.2.4.4 保温接头抽样检验合格判定应符合下列规定:

- a) 当出现不合格样本时,应加抽 1 件,仍不合格,则视为该批次不合格。复验结果作为最终判定依据;
- b) 不合格批次未经剔除不合格品时,不应再次提交检验。

7.3 型式检验

7.3.1 凡有下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 新产品的试制、定型鉴定或老产品转厂生产时;
- b) 正常生产时,每两年或不到两年,但当保温管累计产量达到 600 km、保温管件累计产量达到 15 000件时;
- c) 正式生产后,如主要生产设备、工艺及材料的牌号及配方等有较大改变,可能影响产品性能时;
- d) 产品停产 1 年后,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.3.2 型式检验项目应符合表 11 的规定。

7.3.3 型式检验抽样应符合下列规定:

- a) 对于 7.3.1 中规定的 a)、b)、c)、d)四种情况的型式检验取样范围仅代表 a)、b)、c)、d)四种状况下所生产的规格,每一选定规格仅代表向下 0.5 倍直径,向上 2 倍直径的范围;
- b) 对于 7.3.1 中规定的 e)、f)两种状况的型式检验取样范围应代表生产厂区的所有规格,每一选定规格仅代表向下 0.5 倍直径,向上 2 倍直径的范围;
- c) 每种选定的规格抽取 1 件。

7.3.4 型式检验任何 1 项指标不合格时,应在同批产品中加倍抽样,复检其不合格项目,若仍不合格,则该批产品为不合格。

8 标识、运输与贮存

8.1 标识

8.1.1 保温管或保温管件可用任何不损伤外护管性能的方法进行标识,标识应能经受住运输、贮存和使用环境的影响。

8.1.2 外护管的标识内容如下:

- a) 外护管原材料商品名称及代号;
- b) 外护管外径尺寸和壁厚;
- c) 生产日期;
- d) 厂商标志。

8.1.3 保温管/保温管件的标识内容如下：

- a) 壁厚；
- b) 钢材材质；
- c) 生产者标志；
- d) 产品标准代号；
- e) 发泡日期或生产批号。

8.2 运输

保温管/保温管件应采用吊带或其他不伤及保温管/保温管件的方法吊装，严禁用吊钩直接吊装管端。在装卸过程中严禁碰撞、抛摔和在地面直接拖拉滚动。长途运输过程中，保温管/保温管件应固定牢靠，不应损伤外护管及保温层。

8.3 贮存

8.3.1 保温管/保温管件堆放场地应符合下列规定：

- a) 地面应平整、无碎石等坚硬杂物；
- b) 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；
- c) 堆放场地应挖排水沟，场地内不允许积水；
- d) 堆放场地应设置管托，以防保温层受雨水浸泡；
- e) 保温管/保温管件的贮存应采取保护措施，避免滑落，必须保证产品安全和人身安全；
- f) 保温管/保温管件的两端应有管端防护端帽。

8.3.2 保温管/保温管件不应受烈日照射、雨淋和浸泡，露天存放时应用蓬布遮盖。堆放处应远离热源和火源。在环境温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，不宜露天存放。

附 录 A
(规范性附录)

实际连续工作条件与加速老化试验条件

采用阿列纽斯(Arrhenius)方程(该方程建立了保温管预期寿命的对数与持续工作绝对温度的倒数关系式)和高温老化试验数据,反推出在实际工作温度下预期寿命值。活化能值采用 150 kJ/(mol · K)。

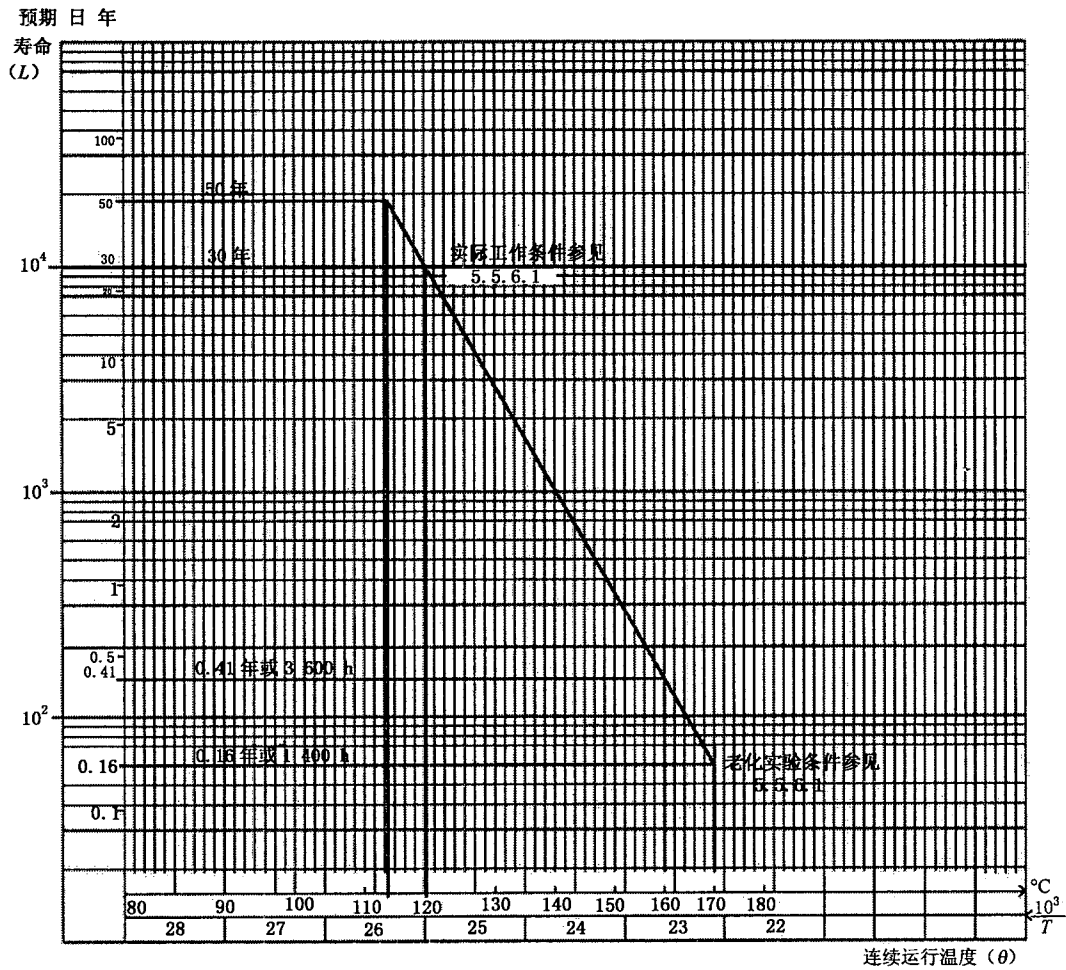


图 A.1 连续运行温度 θ 之下的预期寿命与 5.5.6.1 要求的温度之下的加速老化试验之间的关系

阿列纽斯(Arrhenius)方程可用图 A.1 表示,从图中可得出满足 30 年最短预期寿命要求,应进行 160 °C,3 600 h 或 170 °C,1 450 h 的老化试验。

如果热水管网设计最短寿命为 30 年,最高持续工作温度不是 120 °C,则测试温度或测试时间应加以修改。

a) 当测试时间为 3 600 h,则测试温度按式(A.1)计算:

$$\theta' = \frac{1}{(\theta + 273)^{-1} - 2.38 \times 10^{-4}} - 273 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:
 θ' ——测试温度,单位为摄氏度(°C);
 θ ——设计 30 年连续工作温度,单位为摄氏度(°C)。

b) 当测试温度为 160 ℃,则测试时间按式(A. 2)计算:

$$T = e^{(54.097 - \frac{18\,041.86}{\theta + 273})} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中:

T ——测试时间,单位为小时(h);

θ ——设计 30 年连续工作温度,单位为摄氏度(℃)。

附 录 B
(规范性附录)

工作在不同温度下的聚氨酯泡沫塑料最短预期寿命的计算

热水管网的寿命将取决于聚氨酯泡沫塑料及其成分、工作钢管、外护管和管网设计与运行中周期性温度变化引起的各种机械应力。

式(B.1)仅适用于图 A.1 所示的正常运行温度范围内温度有缓慢或偶然变化(如:满足供热的季节性要求)的管网中直管段的寿命计算,而未考虑机械应力。

设定每年的运行温度循环波动是相同的,其预期寿命则可按式(B.1)计算:

$$L = \left(\frac{t_1}{L_1} + \frac{t_2}{L_2} + \cdots + \frac{t_n}{L_n} \right)^{-1} \quad \cdots \cdots \cdots (B.1)$$

L_1 、 L_2 从图 A.1 所示阿列纽斯(Arrhenius)图中选取。

式中:

- L ——系统的预期寿命,单位为年;
- L_1 ——持续运行温度为 θ_1 时的系统预期寿命,单位为年;
- L_2 ——持续运行温度为 θ_2 时的系统预期寿命,单位为年;
- L_n ——持续运行温度为 θ_n 时的系统预期寿命,单位为年;
- t_1 ——一年中系统以温度 θ_1 运行的时间比例;
- t_2 ——一年中系统以温度 θ_2 运行的时间比例;
- t_n ——一年中系统以温度 θ_n 运行的时间比例。

附 录 C

(规范性附录)

长期连续运行温度介于 120 ℃~140 ℃之间的保温管的要求及试验

C.1 一般要求

连续运行温度介于 120 ℃~140 ℃之间的直埋保温管,其性能除应符合 5.5 所有的性能要求外,还应进行耐温性试验并计算其在保证 30 年寿命下所能耐受的最高连续运行温度(即 CCOT),并应保证此温度高于其实际长期运行温度。

保温管的寿命除了受热应力的影响外,还会受到氧化、机械过程、产品质量、施工质量及管网运行的影响。本附录中连续运行温度的计算只考虑了热应力的影响。

C.2 老化和剪切强度试验要求

热寿命是指聚氨酯泡沫塑料在选定的热老化试验温度下进行试验,并在 140 ℃条件下测定其切向剪切强度,当该值下降到 0.13 MPa 时所用的时间。老化试验应选择不少于三个温度点进行,试验所选择的每一个老化试验温度,应保证试样至少有 1 000 h 以上的热寿命。基于保温管在三个不同温度下切向剪切强度的检测和阿列纽斯(Arrhenius)方程关系式,计算出其所能耐受的连续运行温度(CCOT)。

所选的各个温度点之间的差值不应小于 3 K,且最高老化试验温度和最低老化试验温度之差不应小于 10 K。试验期间应控制并记录工作钢管的温度,整个试验过程中偏离设定的温度值不应超过 0.5 K。老化试验过程中,保温管端口的保温层应进行充分的密封处理,以防止气体扩散。

注:用于热寿命定义的切向剪切强度值 0.13 MPa 高于管网运行中所需的剪切强度,所以管道的实际使用寿命将超过热寿命值。

切向剪切强度检测应在介质温度 140 ℃,距工作钢管端头不小于 500 mm 的位置进行。切向剪切强度降到 0.13 MPa 之前及之后的 3 次检测中,每两次检测的时间间隔应不大于 7 天。

C.3 长期连续运行耐受最高温度的计算

C.3.1 确定在不同老化试验温度下的热寿命

对于每个老化试验温度 T_k ,保温管的切向剪切强度值与老化试验时间成线性关系。计算并做出切向剪切强度值与老化试验时间的关系曲线,在曲线上找出切向剪切强度 0.13 MPa 附近的两个检测时间点,通过内插法确定切向剪切强度为 0.13 MPa 时的具体老化试验时间,即该聚氨酯泡沫塑料材料的热寿命 L_k 。

C.3.2 采用阿列纽斯(Arrhenius)关系式

由实测的热寿命值 L_k 和相应的热老化试验温度 T_k ,通过线性回归的方法计算阿列纽斯(Arrhenius)关系式(C.1)中的系数 C 和 D 。

$$\ln L_k = \frac{C}{T_k} + D \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- L_k ——老化试验温度 T_k 下的热寿命,单位为小时(h);
- T_k ——老化试验温度,单位为开尔文(K);
- C ——回归系数;
- D ——回归系数。

当相关系数 r 小于 0.98 时,所测数据无效,应扩大取样范围或重做试验。相关系数 r 应按式(C.2)计算:

$$r = \frac{\sum_k [(y_k - \overline{y_k}) \times (x_k - \overline{x_k})]}{\sqrt{\sum_k (y_k - \overline{y_k})^2 \times \sum_k (x_k - \overline{x_k})^2}} \dots\dots\dots (C.2)$$

- 式中:
- $x_k = 1/T_k$
 - $y_k = \ln(L_k)$
 - r ——为相关系数;
 - $\overline{x_k}$ ——为 x_k 平均值;
 - $\overline{y_k}$ ——为 y_k 的平均值。

C.3.3 长期连续运行耐受最高温度的计算

30 年(262 800 h)预期寿命的连续运行耐受最高温度应按式(C.3)计算:

$$CCOT = \frac{C}{\ln 262\,800 - D} \dots\dots\dots (C.3)$$

- 式中:
- $CCOT$ ——30 年预期寿命下的计算连续运行温度,单位为开尔文(K)。

C.4 测试报告

30 年预期寿命下的计算连续运行温度报告中应包括保温层聚氨酯泡沫塑料的密度、泡孔尺寸、闭孔率及发泡剂种类。

附录 D
(资料性附录)
外护管焊接指南

D.1 一般要求

- D.1.1 对于外护管件的对接焊口,宜采用端面熔融焊接工艺。
- D.1.2 挤出焊接工艺适用于马鞍型焊缝、搭接焊缝、纵向和环向焊缝。
- D.1.3 热风焊接工艺仅适用于不宜采用端面熔融焊接和挤出焊接工艺的特殊情况。
- D.1.4 定期校准焊接设备上的计量仪表。
- D.1.5 具有用于设备和生产工艺操作的作业指导书。
- D.1.6 操作者具有相应的操作资质,厂内有其培训考核的合格记录。

D.2 对工位、机器设备和被焊管段的要求

- D.2.1 工位干净、无灰土、无油、不潮湿、无风,光线充足以保证焊工进行焊接作业并能监测整个焊接工艺和对焊缝进行外观检查。
- D.2.2 定期维护机器设备,以确保正常的生产工艺。
- D.2.3 通过焊缝试样检验以确定机器设备的功能是否正常。
- D.2.4 焊接工作开始之前,清洁加热元件和焊接卡具,并检查其表面的损伤程度。
- D.2.5 加热元件的表面涂有聚四氟乙烯(PTFE)或类似产品的涂层,挤出焊靴采用聚四氟乙烯(PTFE)或类似产品制作。
- D.2.6 焊接前,已备完料的塑料管管段进行表面和端口边的清理。
- D.2.7 塑料管管段与机器周围环境的温差不超过 5℃。

D.3 端面熔融焊接

D.3.1 设备

- D.3.1.1 加热元件(热板)的工作面应平整,平行度偏差符合表 D.1 的规定。

表 D.1 热板平面平行度允许偏差

外护管外径 D_e /mm	平面平行度允许偏差/mm
$D_e < 250$	≤ 0.2
$250 \leq D_e \leq 500$	≤ 0.4
$D_e > 500$	≤ 0.8

- D.3.1.2 加热板的温度为自动控制,焊接过程中温度偏差应符合表 D.2 的规定,热板两面温差不应大于 5℃。

表 D.2 允许最大温度偏差

外护管外径 D_e /mm	温度偏差/℃
$D_e < 380$	±5
$380 \leq D_e \leq 650$	±8
$D_e > 650$	±10

D.3.1.3 焊接设备的卡具和导向工具具备足够的耐挤压性能,以保证焊接设备在焊接加压的过程中产生的焊接表面的平行误差不能超过表 D.3 的规定。

表 D.3 焊接表面的平行误差的最大值

外护管外径 D_e /mm	焊接表面的平行误差最大值/mm
$D_e \leq 355$	0.5
$355 < D_e \leq 630$	1.0
$630 < D_e \leq 800$	1.3
$800 < D_e \leq 1\,400$	1.5
$1\,400 < D_e \leq 1\,700$	1.8

D.3.2 焊接工艺

D.3.2.1 在熔化压力 0.01 MPa 下,固定在夹具上的两个管段的端口平面最大平行误差不应大于 1.0 mm,当管径不小于 630 mm 时,其最大误差不应超过 1.3 mm。

D.3.2.2 焊接步骤

D.3.2.2.1 在 0.15 MPa 的压力下加热,直到焊接表面与加热板完全接触。

D.3.2.2.2 按照规定的时间,在 0.01 MPa 的压力下加热。

D.3.2.2.3 将被夹持的塑料件卸压、移走加热板的时间及焊接表面加压对接在一起的时间应尽可能短。

D.3.2.2.4 在 1 s~15 s(根据壁厚而定)内焊接压力加至 0.15 MPa。

D.3.2.3 在保压而不受其他外力的情况下自然冷却至小于 70 ℃。焊接后焊缝均不允许强制冷却,焊缝在受重压之前要完全冷却。

D.4 挤出焊接

D.4.1 焊接工艺

D.4.1.1 焊接设备在两个管段的焊缝接口及附近区域连贯预热。

D.4.1.2 焊接填料符合 5.3.1 的规定。

D.4.1.3 焊接时管段坡口面上的熔深不小于 0.5 mm。

D.4.1.4 通过具有足够焊接压力的焊靴将合格均匀的塑性焊接材料挤压到 V 形焊接区,焊靴形状应与焊缝形式相适应,见图 D.1 和表 D.4。

D.4.1.5 焊缝搭接处使用合适的带有聚四氟乙烯(PTFE)或类似材料涂层的手动工具压至光滑。

D.4.1.6 焊接后焊缝均不应强制冷却,焊缝在受重压之前完全自然冷却。

表 D.4 焊靴的最小尺寸

单位为毫米

壁厚	长度	
	L_A	L_N
$e \leq 15$	≥ 35	10
$15 < e \leq 20$	≥ 45	15
$20 < e \leq 30$	≥ 55	20

注： L_A ——压脚长度； L_N ——突出长度。

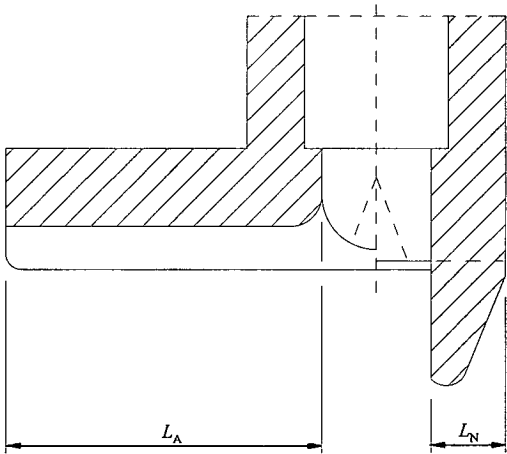


图 D.1 焊靴的最小尺寸图

D.4.1.7 表 D.4 焊靴尺寸适用于不超过 200 mm/min 的焊接速度,对于较高的焊接速度需要用较长的压脚。

D.5 焊缝的破坏性试验

D.5.1 标准试样

试样的尺寸见图 D.2,取样应与焊缝平面成 90°,沿环向均匀取样,取样数量符合表 D.5 的规定,样条的宽度大于塑料管壁厚。

表 D.5 塑料焊取样数量

单位为个

外径/mm	$75 \leq D_e \leq 250$	$250 < D_e \leq 450$	$450 < D_e \leq 800$	$800 < D_e \leq 1\,200$	$1\,200 < D_e \leq 1\,700$
样条数	3	5	8	10	12

D.5.2 试验按表 10 的规定进行,当试样的断裂面位于焊接区内或焊接区的根部时,为不合格试样,当断裂面位于焊接区外,则为合格试样,见图 D.3。

单位为毫米

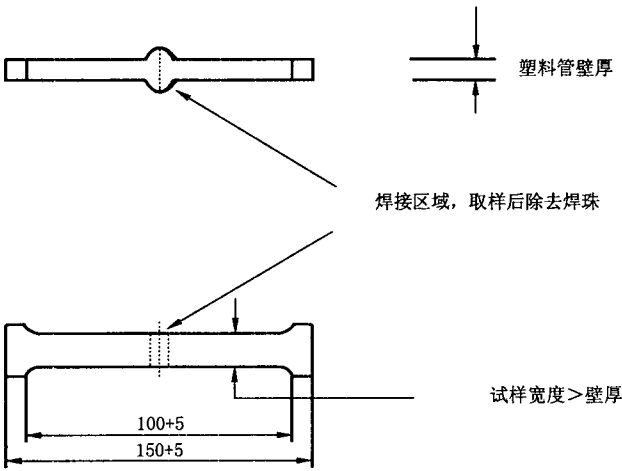
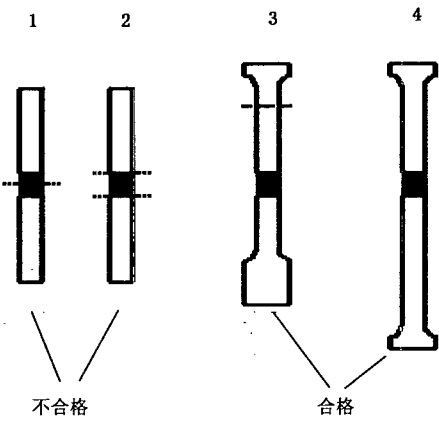


图 D.2 拉伸实验试样尺寸图



图示：
■ 焊接区
--- 断裂线

图 D.3 合格的拉伸试样图

参 考 文 献

[1] EN 253 District heating pipes—Pre-insulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks—Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

[2] EN 448 District heating pipes—pre-insulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks—joint assembly for steel service pipes polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

[3] EN 489 District heating pipes—pre-insulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks—joint assembly for steel service pipes polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene

[4] EN 14419 District heating pipes—Pre-insulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks—Surveillance systems

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料
预制直埋保温管及管件
GB/T 29047—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

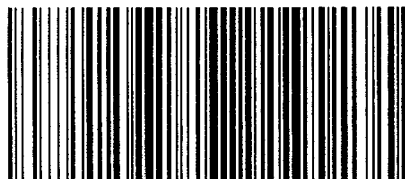
*

开本 880×1230 1/16 印张 2.5 字数 69 千字
2013年3月第一版 2013年3月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-46392 定价 36.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 29047-2012