

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50538 – 2020

# 埋地钢质管道防腐保温层技术标准

Technical standard for anti-corrosion and insulation coatings  
of buried steel pipeline

2020 – 11 – 10 发布

2021 – 06 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

# 埋地钢质管道防腐保温层技术标准

Technical standard for anti-corrosion and insulation coatings  
of buried steel pipeline

**GB/T 50538 - 2020**

主编部门：中国石油天然气集团公司

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 1 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2020 北 京



# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2020 年 第 250 号

## 住房和城乡建设部关于发布国家标准 《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》的公告

现批准《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》为国家标准,编号为 GB/T 50538-2020,自 2021 年 6 月 1 日起实施。原国家标准《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》(GB/T 50538-2010)同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站([www.mohurd.gov.cn](http://www.mohurd.gov.cn))公开,并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2020 年 11 月 10 日



# 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2014〕189 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考相关国内及国际标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是:总则,术语,基本规定,结构,材料,预制,现场制作,补口及补伤,质量检验,标识、运输与储存,交工文件等。

本标准修订的主要技术内容是:

1. 调整了本标准的适用温度范围;
2. 补充了新的防腐保温结构及对应材料等相关内容;
3. 补充了聚氨酯喷涂保温管预制工艺,补充了以玻璃钢、防腐钢套管作为防护层的保温管预制工艺等内容;
4. 增加了现场制作相关内容,完善了保温管的补口补伤等内容;
5. 增加了新增保温结构的质量检验方法,完善了预制保温管的质量检验方法;
6. 对附录进行了重新调整。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,由大庆油田工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送大庆油田工程有限公司(地址:黑龙江省大庆市让胡路区西康路 6 号,邮编:163712)。

本标准主编单位:大庆油田工程有限公司

中国石油集团工程技术研究院

本标准参编单位:中国石油规划总院



大庆油田工程建设有限公司建材公司  
中国石油集团工程设计有限责任公司  
西南分公司  
西安长庆科技工程有限责任公司  
天华化工机械及自动化研究设计院有  
限公司  
北京市建设工程质量第四检测所  
江苏宝力泰新材料科技有限公司

本标准主要起草人员:曹靖斌 韦振光 张宝良 杨春明  
韩文礼 张红磊 罗 锋 黄春蓉  
李 超 张志浩 贾宏庆 刘长海  
郜玉新 白冬军 顾颖波 孟祥刚  
于海涛 刘 芳 王 愔 陈彬源  
林 罡 李薇薇 韩秀军 张荣兰  
刘庆洪 雷 鸣 李婷婷 赵 越  
张大伟 那忠庆

本标准主要审查人员:张其滨 赵 君 叶可仲 白树彬  
张晓灵 廖宇平 欧 莉 杨学丽  
窦洪强 赵常英 曹静明 钟华亮

目 次

1 总 则 ..... ( 1 )

2 术 语 ..... ( 2 )

3 基本规定 ..... ( 3 )

4 结 构 ..... ( 5 )

5 材 料 ..... ( 8 )

    5.1 防腐层材料 ..... ( 8 )

    5.2 保温层材料 ..... ( 9 )

    5.3 防护层材料 ..... ( 11 )

    5.4 端部防水材料 ..... ( 15 )

6 预 制 ..... ( 16 )

    6.1 一般规定 ..... ( 16 )

    6.2 预处理 ..... ( 16 )

    6.3 保温 ..... ( 17 )

    6.4 端面处理 ..... ( 19 )

7 现场制作 ..... ( 20 )

    7.1 一般规定 ..... ( 20 )

    7.2 保温层制作 ..... ( 20 )

    7.3 防护层制作 ..... ( 21 )

8 补口及补伤 ..... ( 23 )

    8.1 一般规定 ..... ( 23 )

    8.2 防腐层补口 ..... ( 25 )

    8.3 保温层补口 ..... ( 25 )

    8.4 防护层补口 ..... ( 25 )

    8.5 补伤 ..... ( 26 )



8.6 补口工艺评定试验 ..... ( 27 )

9 质量检验 ..... ( 28 )

9.1 表面处理质量检验 ..... ( 28 )

9.2 原材料质量检验 ..... ( 28 )

9.3 保温管生产过程质量检验 ..... ( 29 )

9.4 成品管检验 ..... ( 32 )

9.5 补口及补伤施工质量检验 ..... ( 33 )

10 标识、运输与储存 ..... ( 35 )

11 交工文件 ..... ( 36 )

附录 A 保温层经济厚度计算公式 ..... ( 37 )

附录 B 泡沫塑料吸水率试验方法 ..... ( 39 )

附录 C 泡沫塑料耐热性试验方法 ..... ( 42 )

附录 D 泡沫塑料性能试验试件制作 ..... ( 44 )

本标准用词说明 ..... ( 45 )

引用标准名录 ..... ( 46 )

附:条文说明 ..... ( 49 )

Contents

1 General provisions ..... ( 1 )

2 Terms ..... ( 2 )

3 Basic requirements ..... ( 3 )

4 Structures ..... ( 5 )

5 Materials ..... ( 8 )

5.1 Coating materials ..... ( 8 )

5.2 Thermal insulation materials ..... ( 9 )

5.3 Jacketing materials ..... ( 11 )

5.4 End face waterproof materials ..... ( 15 )

6 Prefabrication ..... ( 16 )

6.1 General requirements ..... ( 16 )

6.2 Surface preparation ..... ( 16 )

6.3 Thermal insulation ..... ( 17 )

6.4 End face and treatment ..... ( 19 )

7 Field fabrication ..... ( 20 )

7.1 General requirements ..... ( 20 )

7.2 Fabrication of thermal insulation layer ..... ( 20 )

7.3 Fabrication of protection layer ..... ( 21 )

8 Field joint coating and repairs ..... ( 23 )

8.1 General requirements ..... ( 23 )

8.2 Filed joint coating ..... ( 25 )

8.3 Filed joint insulation layer ..... ( 25 )

8.4 Filed joint protection layer ..... ( 25 )

8.5 Repairs ..... ( 26 )



8.6 Field joint procedure qualification trial ..... ( 27 )

9 Inspection and testing ..... ( 28 )

9.1 Inspection of surface treatment ..... ( 28 )

9.2 Inspection of raw material ..... ( 28 )

9.3 Inspection of prefabrication thermal insulation pipe  
production process ..... ( 29 )

9.4 Inspection of finished pipe ..... ( 32 )

9.5 Inspection of patching and repairing and construction ..... ( 33 )

10 Marking and transportation and storage ..... ( 35 )

11 Completion documents ..... ( 36 )

Appendix A The calculation formula of economical thermal  
insulation thickness ..... ( 37 )

Appendix B The test method of absorption water of  
foam ..... ( 39 )

Appendix C The test method of foam thermostability ..... ( 42 )

Appendix D Specimen used for test foam performance ..... ( 44 )

Explanation of wording in this standard ..... ( 45 )

List of quoted standards ..... ( 46 )

Addition:Explanation of provisions ..... ( 49 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范埋地钢质管道外防腐保温层的设计、施工及检验，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于输送介质温度不高于  $350^{\circ}\text{C}$ ，环境温度不低于  $-25^{\circ}\text{C}$  的埋地钢质管道的外防腐保温。

**1.0.3** 埋地钢质管道外防腐保温层的设计、施工及检验除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 防护层 jacket layer

为防止水或潮气进入保温层,在保温层外部设置的防护结构。

### 2.0.2 防水帽 water proof cap

采用辐射交联聚乙烯热收缩材料或其他等效材料制作的,用于保温管端部防水的异型件。

### 2.0.3 “一步法”工艺 one-step process

聚乙烯外护层挤出和聚氨酯保温层发泡在一条作业线上连续同步制作的工艺。

### 2.0.4 “管中管法”工艺 pipe-in-pipe process

将聚氨酯保温原料灌注在外护管与钢管形成的密闭环形空间中,并发泡成型的制作工艺。

### 2.0.5 “喷涂法”工艺 spraying process

采用喷涂的方法将聚氨酯保温原料涂覆到钢管外表面形成保温层的制作工艺。

### 2.0.6 反射层 reflecting layer

在高温复合保温结构中设置的具有热反射功能材料层。

### 2.0.7 保护垫层 protective layer

在高温复合有机-无机保温结构中,具有减振作用和便于管道与无机保温层之间相对移动的无机垫层。



### 3 基本规定

**3.0.1** 埋地钢质管道的保温设计,应符合减少散热损失、满足输送工艺要求、安全环保、经济合理等基本原则。

**3.0.2** 埋地敷设的防腐保温管道宜采用工厂化预制,现场补口的方式。场站内管道及弯头、三通等异型件的防腐保温层可现场制作,现场制作防腐保温层性能不应低于预制管道的要求。

**3.0.3** 防腐层应根据输送介质运行温度、管道沿线敷设环境特点、使用寿命、施工可操作性、技术经济性等条件合理选用。

**3.0.4** 保温层应根据敷设环境条件、材料导热系数、抗压强度、化学稳定性、热稳定性、硬质材料的线性膨胀及收缩系数、腐蚀性、耐蚀性、防潮性能等指标综合选用,并应符合下列规定:

1 单一保温结构的材料允许使用温度应高于管道的最高设计温度;

2 复合保温结构的内外层界面处温度不应超过外层材料推荐使用温度的 90%;

3 保温层的厚度应根据工艺计算确定,经济厚度计算应符合本标准附录 A 的规定,当保温层厚度超过 80mm 时,保温层宜分层设置;

4 与奥氏体不锈钢表面接触的保温材料的氯化物、氟化物、硅酸根、钠离子含量应符合现行国家标准《覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范》GB/T 17393 的有关规定,保温材料浸出液的 pH 值在 25℃时应为 7.0~11.0。

**3.0.5** 防护层应根据敷设环境、施工及存储条件,满足防水、机械强度、化学稳定性、耐老化及使用寿命等要求合理选用;当采用钢管作为防护层时,外护钢管应做外防腐,外护钢管外防腐层应按使



用工况确定防腐材料和防腐等级。

**3.0.6** 管道防腐层补口、补伤材料应根据管道的介质温度及环境条件合理选用,并应与主体管道各层材料相匹配。

**3.0.7** 埋地钢质管道防腐保温层制作、安装等过程应符合职业健康、安全、环保管理相关规定。

## 4 结 构

**4.0.1** 输送介质温度不高于 80℃ 的防腐保温管宜采用“防腐层-保温层-防护层-端部防水层”结构(图 4.0.1-1、图 4.0.1-2)。采用喷涂法制作保温管时,宜在保温层和防护层之间增加粘结胶层,端部防水层宜与防护层连续一体制作。输送介质温度高于 80℃ 且不高于 140℃ 的防腐保温管宜采用“防腐层-保温层-防护层-端部防水层”结构(图 4.0.1-3)。保温管端部预留长度不应小于 150mm±10mm。

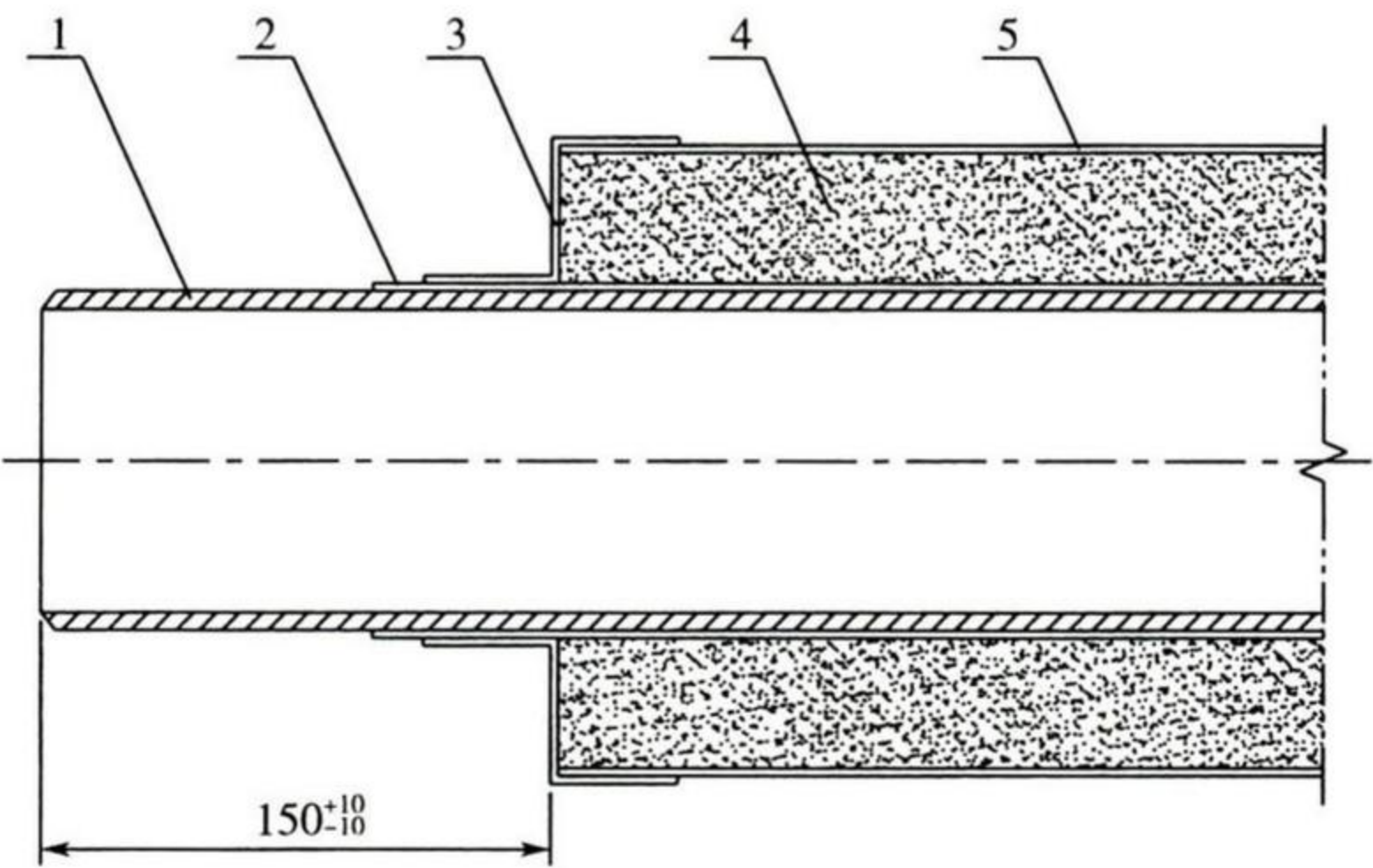


图 4.0.1-1 输送介质温度不高于 80℃ 的“防腐层-保温层-防护层-端部防水帽”结构保温管道结构图

1—钢管;2—防腐层;3—端部防水帽;4—保温层;5—防护层



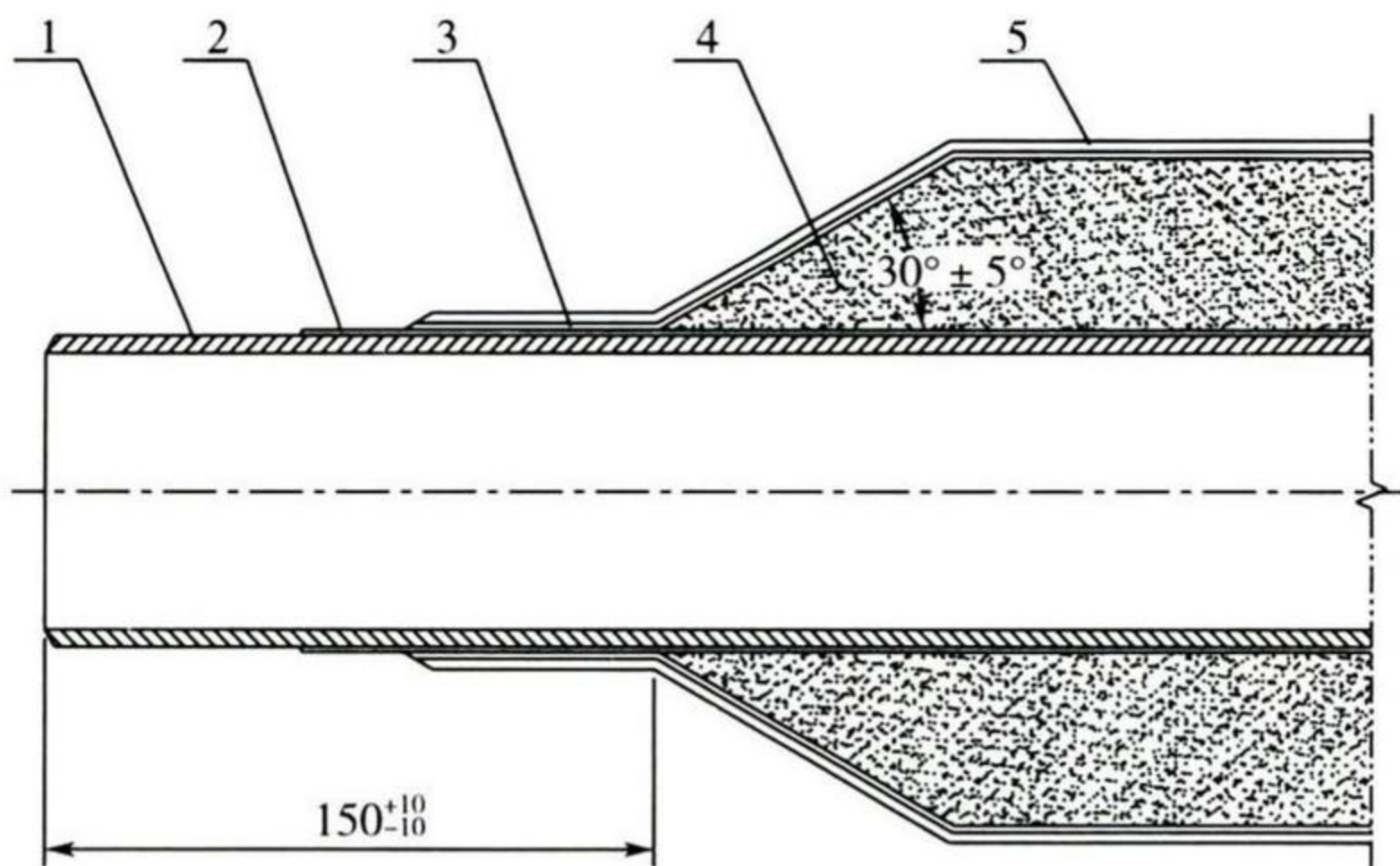


图 4.0.1-2 输送介质温度不高于 80℃ 的喷涂法保温管道结构图  
1—钢管；2—防腐层；3—粘结胶层；4—聚氨酯泡沫；5—防护层

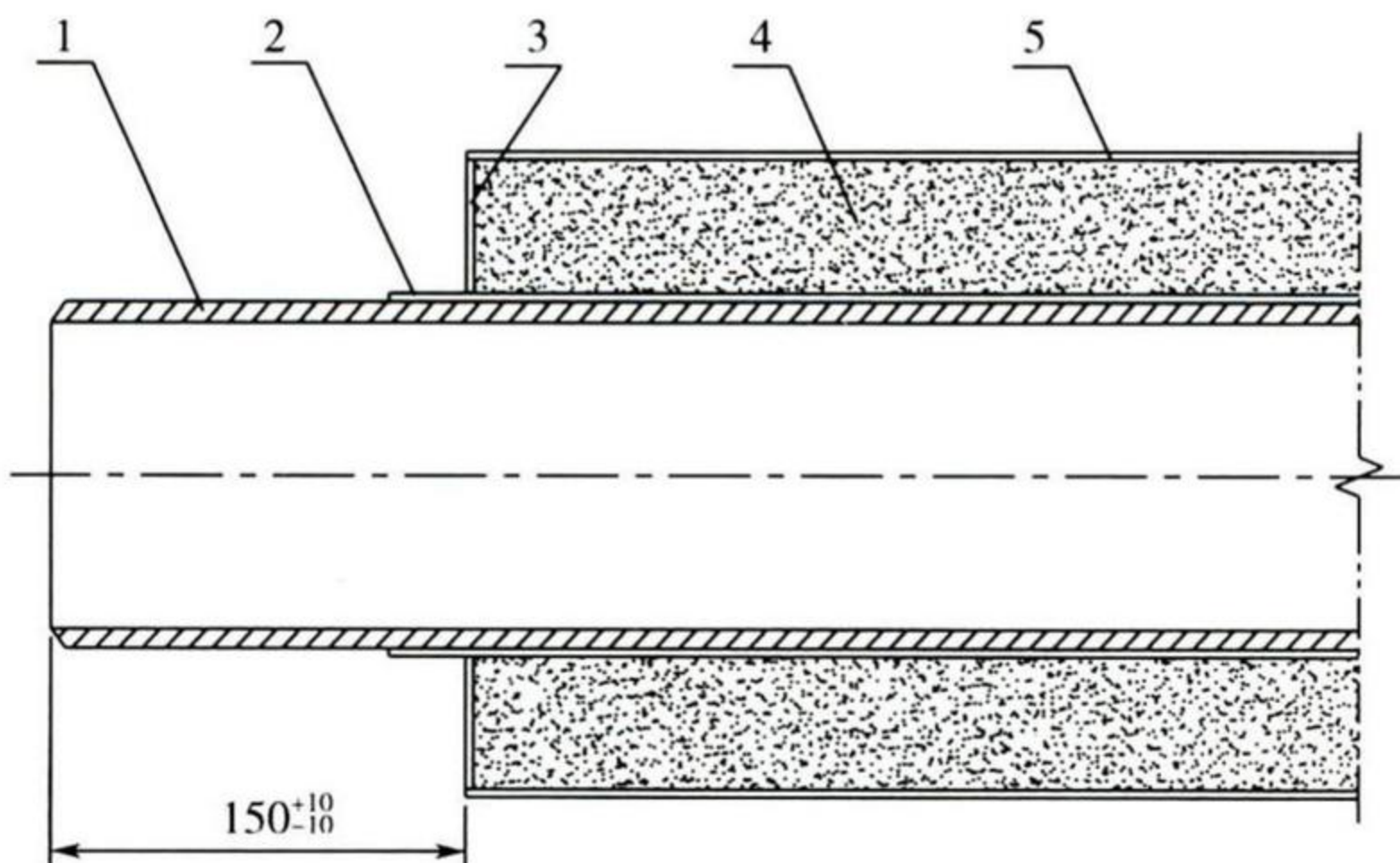


图 4.0.1-3 输送介质温度高于 80℃ 且不高于 140℃ 的“防腐层-保温层-防护层-端部防水层”保温管道结构图  
1—钢管；2—防腐层；3—端部防水层；4—保温层；5—防护层

**4.0.2** 输送介质温度高于 140℃ 且不高于 350℃ 时,应按表 4.0.2 选用高温防腐保温结构,保温管端部应采用临时防水措施,预留长度应满足下列要求:



- 1 当保温管无防腐层时,保温管端部预留长度不应小于 100mm;
- 2 当保温管有防腐层时,保温管端部预留长度不应小于 120mm。

表 4.0.2 高温防腐保温管形式及结构

序号	形 式	结 构
1	有反射层“有机-无机”复合保温	管道-防腐层-保护垫层-无机保温层-铝箔(布)-有机保温层-防护层
2	无反射层“有机-无机”复合保温	管道-防腐层-保护垫层-无机保温层-有机保温层-防护层
3	有反射层“无机”复合保温	管道-防腐层-无机保温层-铝箔(布)-无机保温层-铝箔(布)-空气层-防护层
4	无反射层“无机”复合保温	管道-防腐层-无机保温层-空气层-防护层

4.0.3 弯头、三通等异型件的防腐保温结构应根据输送介质温度按下列规定确定：

- 1 当输送介质温度不高于 80℃时,宜采用“防腐层-保温层-防护层-端部防水帽”结构或喷涂法制作的保温结构；
- 2 当输送介质温度高于 80℃且不高于 140℃时,可采用“防腐层-保温层-防护层-端部防水层”结构；
- 3 当输送介质温度高于 140℃且不高于 350℃时,应按本标准 4.0.2 采用高温防腐保温结构。

4.0.4 工厂预制的保温管道及弯头、三通等异型件端部防水措施应符合下列规定：

- 1 当输送介质温度不高于 80℃时,端部防水措施宜采用辐射交联聚乙烯热收缩防水帽；
- 2 当输送介质温度高于 80℃时,宜根据实际使用工况确定端部防水层材料性能和结构形式。

4.0.5 现场制作的保温管防腐保温结构应与工厂预制的防腐保温结构一致,补口处的防腐保温结构应与主体管道的防腐保温结构相匹配。



## 5 材 料

### 5.1 防腐层材料

5.1.1 钢质管道外防腐层应具备良好的电绝缘性、机械性、防潮防水性、附着力、耐化学性和热老化性、耐微生物侵蚀等基本性能。

5.1.2 埋地钢质保温管道保温层下防腐层材料宜按表 5.1.2 选择。

表 5.1.2 保温管道保温层下常用防腐层材料

序号	防腐层及材料	适用温度(℃)	执行标准	制作方法
1	三层或二层结构聚乙烯防腐层	－40～80	GB/T 23257	工厂预制
2	三层结构聚丙烯防腐层	－30～110	SY/T 7041	工厂预制
3	熔结环氧粉末防腐层	－30～80	SY/T 0315	工厂预制
4	无溶剂环氧涂料防腐层	－20～80	SY/T 6854	工厂预制/现场制作/补口
5	厚胶型聚乙烯胶粘带防腐层	－5～70	SY/T 0414	工厂预制/现场制作/补口
6	聚丙烯胶粘带防腐层	－5～110	SY/T 0414	工厂预制/现场制作/补口
7	耐高温环氧酚醛涂层	－35～200	SY/T 7036	工厂预制/现场制作/补口
8	有机硅高温涂层	5～400	SY/T 7036	工厂预制/现场制作/补口
9	粘弹体防腐胶带	－40～80	GB/T 51241	现场制作/补口



续表 5.1.2

序号	防腐层及材料	适用温度(℃)	执行标准	制作方法
10	压敏胶型热收缩带	－20～50	GB/T 51241	现场制作/补口
11	配套底漆的聚乙烯热收缩带	－20～80	GB/T 51241	现场制作/补口
12	配套底漆的聚丙烯热收缩带	－20～110	GB/T 51241	现场制作/补口

注：适用温度下限为防腐层适用的安装和储存最低环境温度。

5.2 保温层材料

5.2.1 保温层可选用硬质聚氨酯泡沫塑料、硬质聚异氰脲酸酯、硬质酚醛泡沫等有机材料,以及岩棉、玻璃棉等无机材料,常用保温材料性能除应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 对保温材料基本性能的规定外,还应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 常用保温层材料

序号	保温层材料		适用温度(℃)	执行标准	制作方法
1	硬 质 聚 氨 酯 泡 沫 塑 料	常温型	<120	本标准第5.2.2条、第 5.2.3 条、第5.2.4条	工厂预制/现场制作/补口
		高温型	120～140	GB/T 29047	
2	硬质聚异氰脲酸酯泡沫塑料		≤150	GB/T 25997	工厂预制/现场制作/补口
3	硬质酚醛泡沫制品		≤160	GB/T 20974	现场制作/补口
4	玻璃棉制品		≤300	GB/T 13350	现场制作/补口
5	岩棉制品		≤350	GB/T 11835	现场制作/补口
6	复合硅酸盐制品		≤450	JC/T 990	现场制作/补口
7	硅酸钙制品		≤550	GB/T 10699	现场制作/补口



5.2.2 “一步法”硬质聚氨酯泡沫塑料性能应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 “一步法”聚氨酯泡沫塑料性能

序号	项目		指标	试验方法
1	表观密度(kg/m³)		40~70	GB/T 29046
2	压缩强度(MPa)		≥0.2	GB/T 29046
3	吸水率(%)		≤15	本标准附录 B
4	导热系数(23℃±2℃)[W/(m·K)]		≤0.03	GB/T 10297
5	耐热性	尺寸变化率(%)	≤3	本标准附录 C
		重量变化率(%)	≤2	本标准附录 C

- 注:1 耐热性试验条件为 100℃,96h。
- 2 泡沫塑料试件制作应执行本标准附录 D 的规定。

5.2.3 “管中管法”硬质聚氨酯泡沫塑料性能应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 “管中管法”聚氨酯泡沫塑料性能

序号	项目		指标	试验方法
1	表观密度(kg/m³)		≥60	GB/T 29046
2	压缩强度(MPa)		≥0.3	GB/T 29046
3	吸水率(%)		≤10	GB/T 29046
4	闭孔率(%)		≥88	GB/T 29046
5	导热系数(50℃)[W/(m·K)]		≤0.033	GB/T 29046
6	耐热性	尺寸变化率(%)	≤3	本标准附录 C
		重量变化率(%)	≤2	本标准附录 C

- 注:1 耐热性试验条件为 120℃,96h。
- 2 泡沫塑料试件制作应执行本标准附录 D 的规定。

5.2.4 “喷涂法”硬质聚氨酯泡沫塑料性能应符合表 5.2.4 的规定。



表 5.2.4 “喷涂法”聚氨酯泡沫塑料性能

序号	项目		指标	试验方法
1	表观密度(kg/m³)		≥60	GB/T 29046
2	压缩强度(MPa)		≥0.35	GB/T 29046
3	吸水率(%)		≤8	GB/T 29046
4	闭孔率(%)		≥90	GB/T 29046
5	导热系数(50℃)[W/(m·K)]		≤0.033	GB/T 29046
6	耐热性	尺寸变化率(%)	≤3	本标准附录 C
		重量变化率(%)	≤2	本标准附录 C

注：1 耐热性试验条件为常温型聚氨酯泡沫 120℃,96h;高温型聚氨酯泡沫 140℃,96h。

2 泡沫塑料试件制作应执行本标准附录 D 的规定。

5.2.5 钢带、钢丝等捆扎材料的规格应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的有关规定。

5.3 防护层材料

5.3.1 防护层材料可选用聚乙烯材料、玻璃钢、防腐钢管等,非金属防护层材料性能应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 非金属防护层材料

序号	防护层材料		适用温度(℃)	性能要求	制作方法
1	聚乙烯	一步法	－25～80	本标准表 5.3.2	工厂预制
		管中管法	－25～80	本标准表 5.3.3	工厂预制
		喷涂法	－25～80	本标准表 5.3.4	工厂预制
2	厚胶型聚乙烯胶粘带		－5～70	SY/T 0414	补口/现场制作
3	聚丙烯胶粘带		－5～110	SY/T 0414	补口/现场制作
4	玻璃钢		－25～90	CJ/T 129	工厂预制/补口/ 现场制作
5	电热熔套		－25～80	GB/T 29047	补口
6	聚乙烯热收缩带		－25～80	GB/T 23257	补口/现场制作



5.3.2 “一步法”工艺的聚乙烯原料及防护层性能应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 “一步法”工艺的聚乙烯专用料及防护层的性能

序号	项目		指标	试验方法
聚乙烯专用料				
1	密度(g/cm <sup>3</sup> )		≥0.935	GB/T 4472
2	熔体流动速率(负荷 5kg,190℃)(g/10min)		≥0.7	GB/T 3682.1
3	拉伸强度(MPa)		≥20	GB/T 1040.2
4	断裂标称应变(%)		≥600	GB/T 1040.2
5	维卡软化点(℃)		≥90	GB/T 1633
6	脆化温度(℃)		<-65	GB/T 5470
7	耐环境开裂时间(F50)(h)		>1000	GB/T 1842
8	电气强度(MV/m)		>25	GB/T 1408.1
9	体积电阻率(Ω·m)		>1×10 <sup>13</sup>	GB/T 31838.2
10	耐化学介质 腐蚀(浸泡 7d)(%)	10% HCl 溶液	≥85	GB/T 23257
		10% NaOH 溶液	≥85	GB/T 23257
		10% NaCl 溶液	≥85	GB/T 23257
11	氧化诱导期(220℃)(min)		≥30	GB/T 23257
12	耐紫外光老化(336h)(%)		≥80	GB/T 23257
聚乙烯防护层				
13	拉伸强度	轴向(MPa)	≥20	GB/T 1040.2
		径向(MPa)	≥20	GB/T 1040.2
		偏差(%)	<15	—
14	断裂标称应变(%)		≥600	GB/T 1040.2
15	压痕硬度 (mm)	23℃±2℃	≤0.2	GB/T 23257
		60℃±2℃	≤0.3	
16	耐环境开裂时间(h)		>300	GB/T 29046

注:1 耐化学介质腐蚀及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。

2 拉伸强度偏差为轴向与径向拉伸强度的差值与两者中较低者之比。



5.3.3 “管中管法”的聚乙烯原料及防护层性能应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 “管中管法”的聚乙烯专用料、压制片及防护层主要性能

序号	项目		指标	试验方法
聚乙烯专用料				
1	外观		黑色,无气泡、 裂纹、凹陷、 杂质、颜色不均	目视
2	密度(g/cm <sup>3</sup> )		≥0.940	GB/T 4472
3	炭黑含量(质量百分比)(%)		2.0~3.0	GB/T 13021
4	熔体流动速率(负荷 5kg,190℃)(g/10min)		0.2~1.4	GB/T 3682.1
5	氧化诱导期(220℃)(min)		≥30	GB/T 23257
6	含水率(%)		≤0.1	HG/T 2751
7	耐热老化(100℃,2400h)(%)		≤35	GB/T 3682.1
压制片				
8	拉伸强度(MPa)		≥20	GB/T 1040.2
9	断裂标称应变(%)		≥600	GB/T 1040.2
10	维卡软化点(℃)		≥110	GB/T 1633
11	脆化温度(℃)		<-65	GB/T 5470
12	电气强度(MV/m)		>25	GB/T 1408.1
13	体积电阻率(Ω·m)		>1×10 <sup>13</sup>	GB/T 31838.2
14	耐环境开裂时间(F50)(h)		>1000	GB/T 1842
15	压痕硬度	23℃	≤0.2	GB/T 23257
		60℃	≤0.3	
16	耐化学介质 腐蚀(浸泡 7d)(%)	10% HCl 溶液	≥85	GB/T 23257
		10% NaOH 溶液	≥85	GB/T 23257
		10% NaCl 溶液	≥85	GB/T 23257



续表 5.3.3

序号	项目	指标	试验方法
17	耐紫外光老化(336h)(%)	≥80	GB/T 23257
聚乙烯防护层			
18	拉伸强度(MPa)	≥19	GB/T 8804.3
19	断裂标称应变(%)	≥350	GB/T 8804.3
20	纵向回缩率(%)	≤3	GB/T 6671
21	长期机械性能(4MPa,80℃)(h)	≥1500	GB/T 29046
22	耐环境开裂时间(F50)(h)	≥300	GB/T 29046

- 注:1 耐热老化指标为试验前与试验后的熔体流动速率偏差。
- 2 耐化学介质腐蚀及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。

5.3.4 “喷涂法”的聚乙烯专用料及压制片性能应符合表 5.3.3 的规定,防护层性能应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 “喷涂法”的聚乙烯防护层主要性能

序号	项目	指标	试验方法
1	拉伸屈服强度(MPa)	≥19	GB/T 29046
2	断裂标称应变(%)	≥450	GB/T 29046
3	环向热回缩率(%)	≤3	GB/T 34611
4	长期机械性能(4MPa,80℃)(h)	≥2000	GB/T 29046
5	耐环境开裂时间(h)	≥300	GB/T 29046

5.3.5 玻璃钢原材料及外护层性能应符合下列规定：

- 1 玻璃钢外护层应由玻璃纤维无捻纱或无捻粗纱布以及不饱和聚酯树脂作原料,采用湿法缠绕施工；
- 2 玻璃纤维无捻粗纱性能指标应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369 的有关规定,无捻粗纱布性能指标应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱布》GB/T 18370 的有关规定；



**3** 不饱和聚酯树脂性能指标应符合现行国家标准《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237 的有关规定；

**4** 玻璃钢外护层的性能指标应符合国家现行标准《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129 的有关规定。

**5.3.6** 钢质外护管应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定,钢质外护管应进行防腐处理。

**5.3.7** 防护层补口及补伤材料的性能指标应符合下列规定：

**1** 聚乙烯电热熔套性能应符合现行国家标准《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 的有关规定；

**2** 辐射交联聚乙烯热收缩带的性能应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的有关规定。

## **5.4 端部防水材料**

**5.4.1** 辐射交联聚乙烯热收缩防水帽的性能应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 中关于辐射交联聚乙烯热收缩带的规定。

**5.4.2** 玻璃钢防护层保温管端防水层树脂性能应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。



## 6 预 制

### 6.1 一 般 规 定

- 6.1.1 保温预制作业应在室内或在防雨、防风沙和遮阳的环境下进行。
- 6.1.2 保温原料使用前应进行发泡小样试验验证材料的乳化时间和固化时间等参数与生产工艺的适应性,试验环境条件应与预制工艺相匹配。
- 6.1.3 聚氨酯泡沫塑料发泡时,原料温度宜控制在  $20^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

### 6.2 预 处 理

- 6.2.1 钢管应符合下列规定:
- 1 钢管管材进厂技术资料应齐全;
  - 2 钢管质量应符合相关技术规范规定。
- 6.2.2 钢管预处理的温度应高于露点温度  $3^{\circ}\text{C}$  以上。
- 6.2.3 钢管预处理应符合下列规定:
- 1 除锈质量的检验应符合现行国家标准《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 的有关规定;
  - 2 锚纹深度的检验应符合现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 的有关规定;
  - 3 灰尘度的检验应符合现行国家标准《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 的有关规定;
  - 4 盐分含量的检验应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表



面处理 表面清洁度的评定试验 第 9 部分:水溶性盐的现场电导率测定法》GB/T 18570.9 的有关规定。

**6.2.4** 已有防腐层的钢管保温预制前应清除表面灰尘、油脂和污垢等附着物。

## 6.3 保 温

**6.3.1** 保温层预制应在防腐层质量检验合格后进行。

**6.3.2** 采用“一步法”工艺预制保温管时,应符合下列规定:

1 正式生产前应测定比例泵输送的组分比例,配合比应满足所用材料的工艺要求;

2 生产线应配备自动纠偏装置,钢管中心、挤出机机头中心及纠偏环中心应根据钢管直径调整并保持在同一条水平作业线上;

3 发泡液面距定径套宜为 0.5m~1.0m,并应保持稳定,纠偏环应处于泡沫开始固化位置,并应位于泡沫液面后 0.10m~0.15m;

4 泡沫初步固化后,环切钢管活接处的聚乙烯防护层和泡沫层宜待泡沫层完全固化后再切齐端面;

5 聚乙烯防护层成型时,应按照加工材料的特性及工艺设计要求,从加料段到挤出段逐级升温;

6 聚乙烯防护层成型后,应采用水冷方式冷却,冷却后防护层温度不应高于 60℃。

**6.3.3** 采用“管中管法”工艺预制保温管时,应符合下列规定:

1 聚氨酯发泡宜采用高压发泡机注料,注料方式可采用端头注料或中间注料,并宜按确认的原料配比要求灌注;

2 定位架宜在工作管和外护管之间的环形空间等距离放置,定位架间距应符合表 9.3.2 中的保温层厚度偏差规定,也可采用外定径方式;

3 发泡时,宜在外护管两端设置密封环,两端应预留均匀,其



长度偏差不应大于 40mm,工作管应比外护管长,单侧外护管至钢管端部的长度不应小于 140mm;

4 聚乙烯外护管预制过程应符合现行国家标准《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 的规定;

5 钢管防护层保温管的预制过程应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

6.3.4 采用“扣模法”工艺预制保温管时,应符合下列规定:

1 可采用模具方式进行整体、分段、分瓣预制保温层,模具发泡的保温层内径应与工作管外径一致;

2 模具两端应加设防止泡沫漏失的密封措施,模具上部应留有注料孔和排气孔;

3 浇注宜按确定的原料配比要求进行;

4 模具内壁应采取脱模措施,聚氨酯泡沫塑料发泡熟化到外形稳定后再脱模,保温层脱模后应清除表面影响粘接的污物;

5 机械湿法缠绕玻璃钢防护层预制的要求应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

6.3.5 “喷涂法”工艺应符合下列规定:

1 喷涂聚氨酯保温层前,管体应预热至露点温度 3℃ 以上;

2 按确定的原料配比要求喷涂,喷涂泵的压力应满足生产工艺要求;

3 喷涂聚氨酯泡沫时,应配备飞溅泡沫收集装置;

4 喷涂作业不应在风速大于 5m/s 的条件下进行;

5 热缠聚乙烯防护层预制的要求应符合现行国家标准《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611 的有关规定;

6 湿法缠绕玻璃钢防护层预制的要求应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

6.3.6 高温防腐保温管预制的要求应符合现行行业标准《直埋高



温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

## 6.4 端面处理

**6.4.1** 保温管道及弯头、三通等异型件端面结构应符合本标准第 4.0.4 条的规定,端面应切齐并清理干净。

**6.4.2** 当保温管为聚乙烯防护层时,输送介质温度不高于 80℃ 的保温管端面宜安装辐射交联聚乙烯热收缩防水帽,防水帽与防腐层及防护层的搭接长度不宜小于 50mm;当输送介质温度高于 80℃ 时,宜采用其他适用的端面防水结构。辐射交联聚乙烯热收缩防水帽端部处理应符合下列规定:

1 防护层壁厚大于 5mm 时,防护层端面应做坡口处理并清理干净;

2 安装防水帽的聚乙烯防护层部位应进行打毛处理,其他材料部位表面应清理干净;

3 均匀加热防水帽,安装完成后,热熔胶应均匀溢出。

**6.4.3** 保温管为玻璃钢防护层时,端面处理宜采用手工涂敷树脂或其他防水材料的措施。

**6.4.4** 保温管为钢管防护层时,端面处理宜采用加装端部防水帽或其他材料的防水措施。



## 7 现场制作

### 7.1 一般规定

7.1.1 现场制作的防腐保温结构应符合本标准第 4.0.5 条的规定,根据现场埋设条件保温结构还应符合下列规定:

- 1 保温结构的机械强度和刚度应根据现场环境条件确定;
- 2 宜选用低吸水率的硬质和半硬质保温材料,并应有严密的防水措施;
- 3 在环境变化与振动情况下,应保持其结构的完整性和密封性;
- 4 采用高温复合结构时,外层保温材料宜采用硬质保温材料。

7.1.2 需要涂敷防腐层时,应根据防腐层材料和结构进行涂敷,质量检验合格后再进行保温层制作。

7.1.3 现场施工环境应满足材料的施工要求,当存在下列情况之一,且无有效措施时,不应在露天条件下进行防腐保温层施工:

- 1 雨雪天、风沙天;
- 2 风速达到 5 级以上;
- 3 环境温度低于材料施工要求的温度下限;
- 4 相对湿度大于 85%。

### 7.2 保温层制作

7.2.1 保温层可采用现场浇注和捆扎等方法进行制作,并应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 的有关规定。

7.2.2 采用聚氨酯现场浇注发泡时,应符合下列规定:



- 1 宜采用发泡机现场浇注；
- 2 正式浇注前,应进行试浇,确定现场浇注工艺参数；
- 3 浇注时,管道表面温度应高于露点温度 3℃ 以上；
- 4 模具应拼缝严密、尺寸准确、支点牢固,并应有可靠的脱模措施；
- 5 大面积浇注时,应设对称多点浇注口分段进行。

#### 7.2.3 采用捆扎法施工时应符合下列规定：

- 1 变径管段的保温层应采用扇形保温制品,其他异型件的保温层可根据异型件外形确定保温制品形状和制作方法；
- 2 管道弯头保温层施工宜采用成型保温制品,无成型保温制品时,应将管壳切割成虾米腰分节安装,当管道公称直径小于 25mm 时,可采用导热系数相近的软质材料安装；
- 3 硬质保温制品应设置伸缩缝,并应填充软质保温材料,当保温层为双层或多层时,各层均应设置伸缩缝,相邻两层的伸缩缝应错开,错开间距宜大于 100mm；
- 4 捆扎间距不得大于 400mm,每块制品捆扎不宜少于两道,公称直径大于 600mm 的管道,间距宜为 500mm,不应采用螺旋形捆扎；
- 5 敷设异径管保温层应采用环向或网状捆扎,捆扎铁丝应与大直径管段的捆扎铁丝纵向拉连。

7.2.4 保温层现场制作宜在下沟前完成,保温层施工完成后外表面应平整、干燥、清洁。

### 7.3 防护层制作

#### 7.3.1 采用胶粘带防护层施工时,应符合下列规定：

- 1 缠绕胶粘带防护层时,宜采用专用缠绕机或手动缠绕机施工；
- 2 胶粘带始末端搭接长度不应小于 1/4 管子周长,且不应小于 100mm,相邻两次缠绕搭接缝应相互错开,搭接宽度不应小于



25mm,缠绕时胶粘带搭接缝应平行,不得翘起、扭曲、皱褶。

**7.3.2 采用玻璃钢防护层时,应符合下列规定:**

**1** 玻璃钢防护层制作可采用预制成型或现场制作方式,玻璃钢的制作应满足相关技术要求;

**2** 预制成型的玻璃钢可采用粘贴、铆接、组装的方法进行连接,并应对接缝处进行防水处理;

**3** 现场制作玻璃钢防护层时,铺衬基布应紧密贴合,并应顺次排净气泡,胶料涂刷应饱满,并应达到规定的层数和厚度。



# 8 补口及补伤

## 8.1 一般规定

8.1.1 防腐保温层补口结构宜采用带防水帽防腐保温层补口结构形式、端部非防水帽防腐保温层补口结构形式、防护层端部密封防腐保温层补口结构形式(图 8.1.1-1~图 8.1.1-3)。高温复合保温管补口结构应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

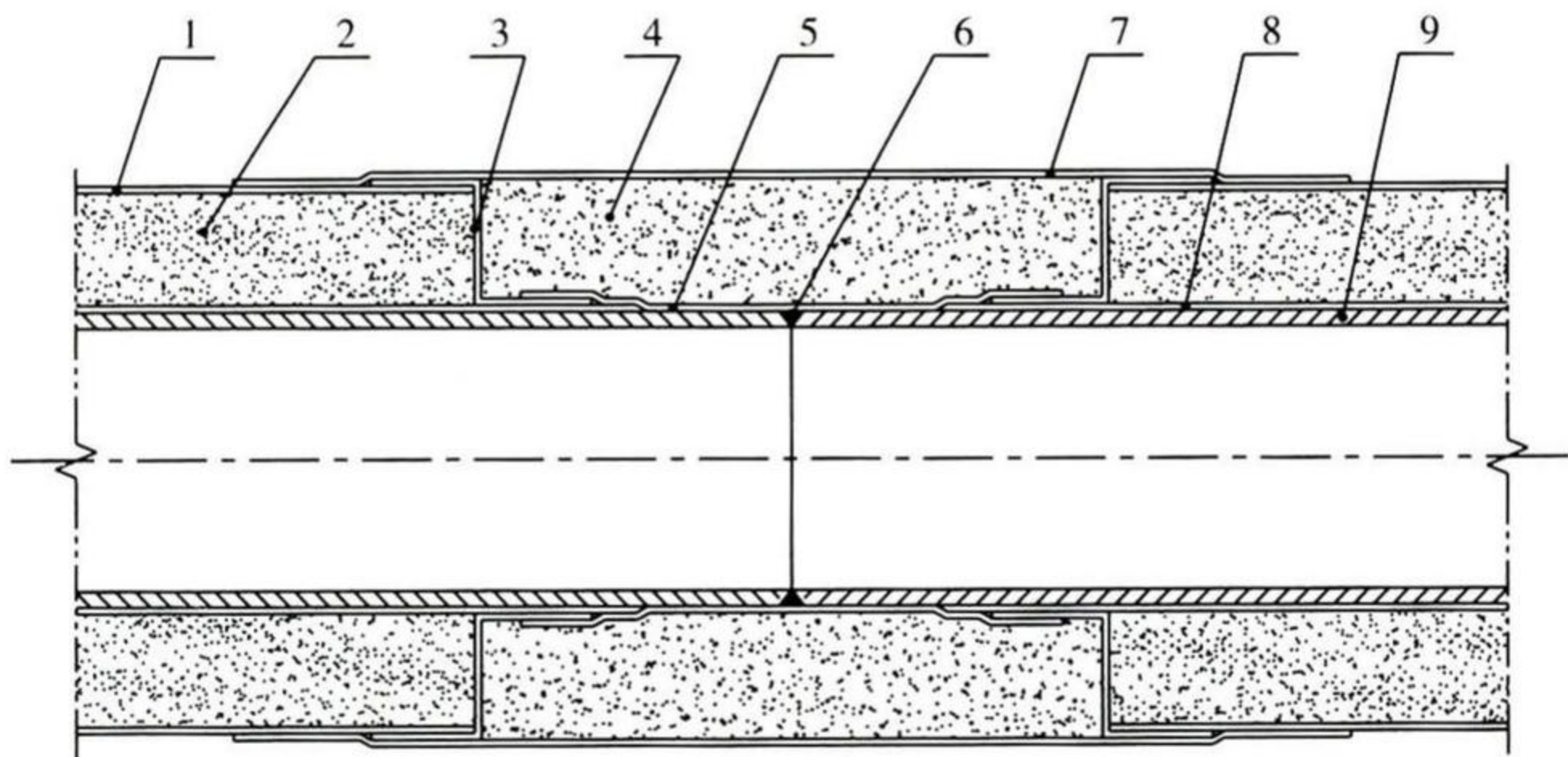


图 8.1.1-1 带防水帽防腐保温层补口结构示意图

1—防护层;2—保温层;3—防水帽;4—补口保温层;  
5—补口防腐层;6—管道焊缝;7—补口防护层;8—防腐层;  
9—管道



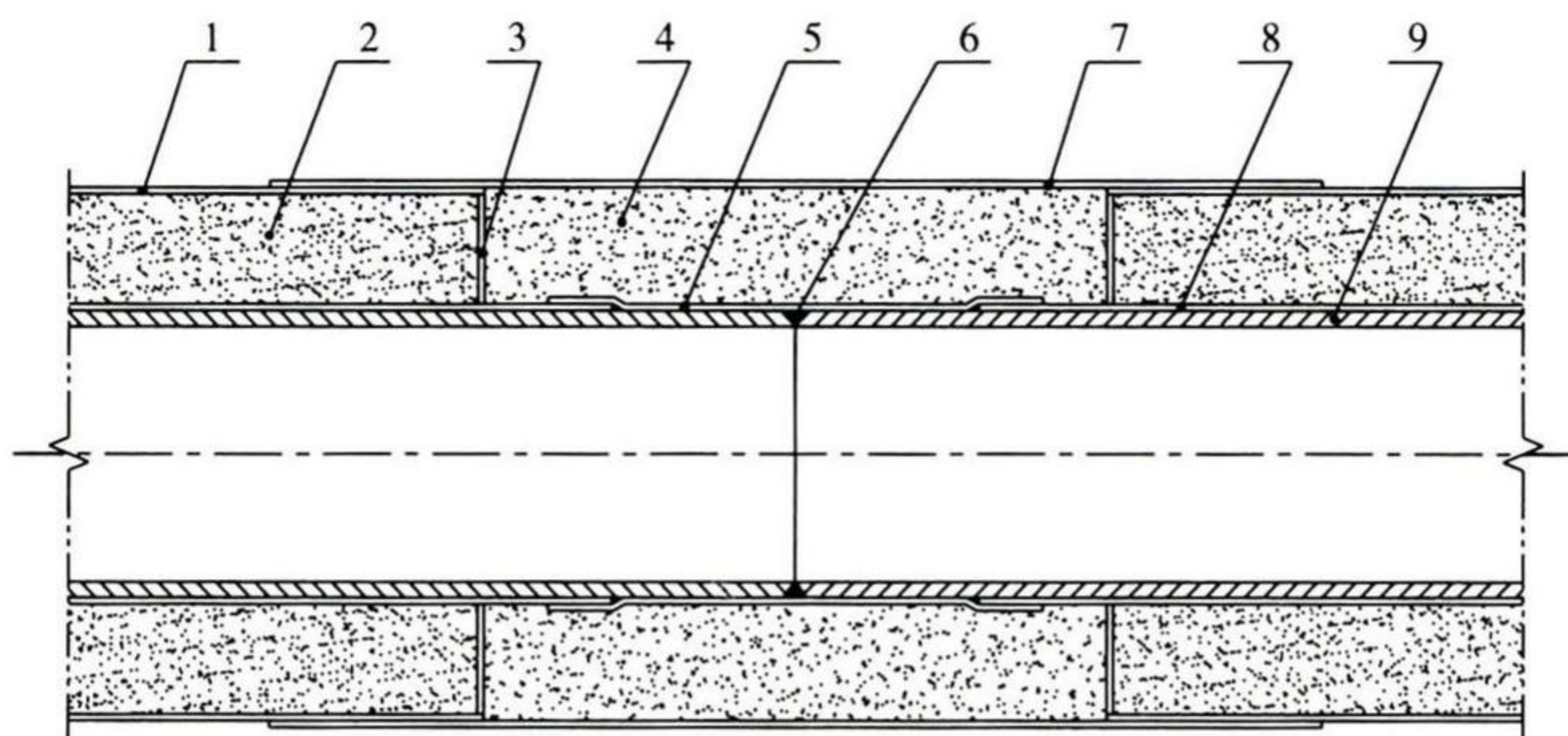


图 8.1.1-2 端部非防水帽防腐保温层补口结构示意图

1—防护层;2—保温层;3—端部防水层;4—补口保温层;5—补口防腐层;  
6—管道焊缝;7—补口防护层;8—防腐层;9—管道

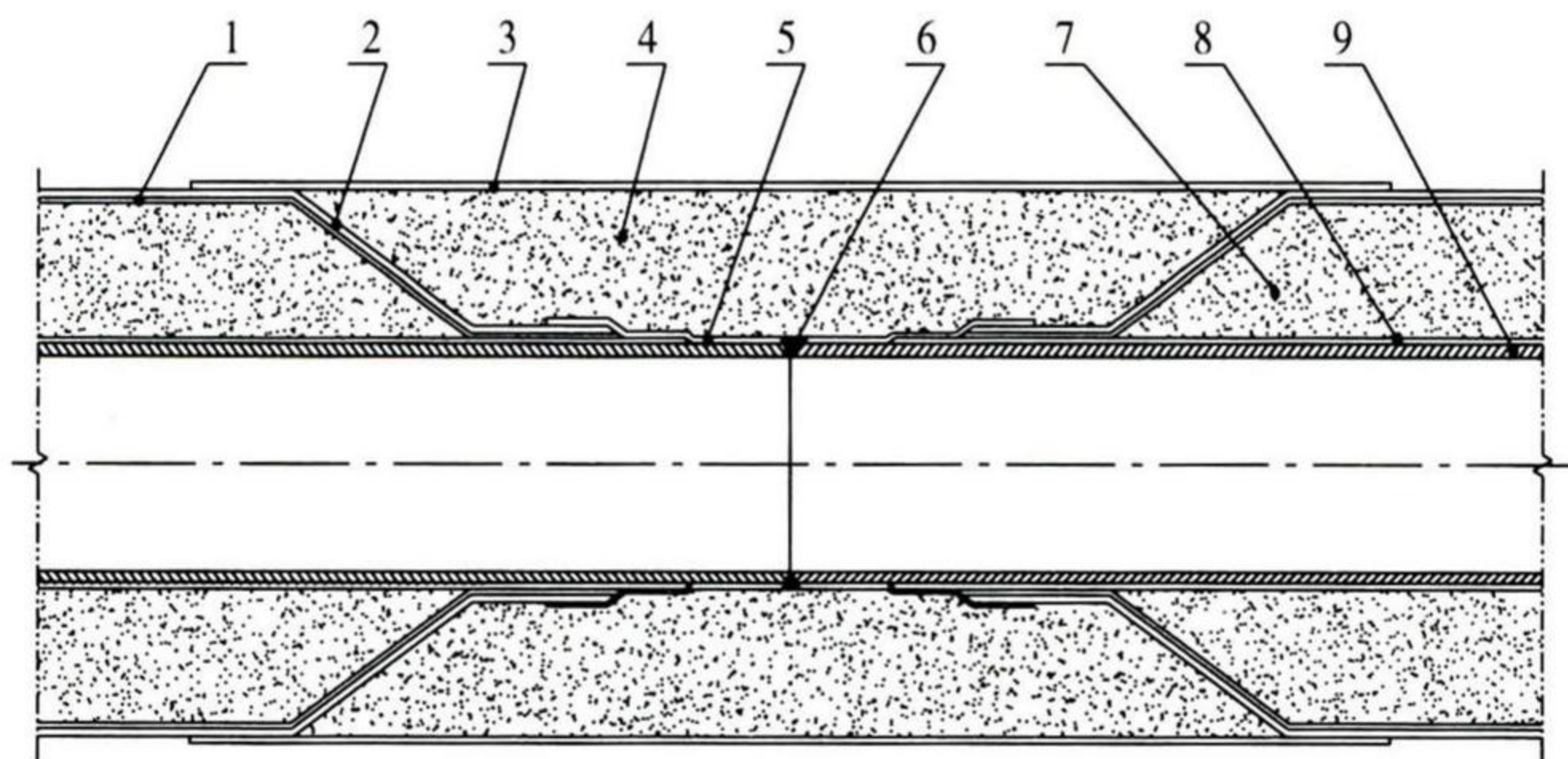


图 8.1.1-3 防护层端部密封防腐保温层补口结构示意图

1—粘胶;2—防护层;3—补口防护层;4—补口保温层;5—补口防腐层;  
6—管道焊缝;7—保温层;8—防腐层;9—管道

**8.1.2** 防腐层、保温层补口及补伤处的等级及质量不应低于主体保温管防腐层、保温层的等级及质量。

**8.1.3** 当保温管补口采用新结构、新材料时,应在设计条件下或



模拟现场工况条件下进行工艺评定试验。

**8.1.4** 补口前,应清除补口部位的焊渣、毛刺、泥土、油污等污物。

**8.1.5** 保温管补口施工环境要求应满足本标准第 7.1.3 条的要求。

## **8.2 防腐层补口**

**8.2.1** 补口防腐层与保温管管体防腐层搭接不应小于 20mm;当采用辐射交联聚乙烯热收缩带时,周向搭接应位于管道顶部区域,搭接宽度不应小于 80mm。

**8.2.2** 保温层补口施工应在防腐层质量检验合格后进行。

## **8.3 保温层补口**

**8.3.1** 保温层补口可采用现场浇注、捆扎等方法,保温层补口施工完成后外表面应平整、干燥、清洁。

**8.3.2** 保温层采用现场浇注发泡时,应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 中浇注法施工的规定,并应符合下列规定:

1 补口模具的内径应与保温管端部外径尺寸相同;

2 模具应紧固在保温管两端防护层上,与防护层搭接长度不应小于 100mm;

3 环境温度低于 5℃时,模具、管道和发泡原料应预热后再进行发泡。

**8.3.3** 保温层采用捆扎施工时,应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 的有关规定。

## **8.4 防护层补口**

**8.4.1** 当采用聚乙烯热收缩带做防护层补口时,应符合下列规定:

1 应按保温管补口防护层外径选用配套规格的热收缩带;

2 当端部为无防水帽结构时,与保温管防护层搭接不应小于 100mm,当端部有防水帽结构时,热收缩带应覆盖防水帽,且与保



保温管防护层的搭接不应小于 80mm,周向搭接应位于管道顶部区域,搭接宽度不应小于 80mm;

3 热收缩带的加热施工不应使保温层产生收缩、变形等缺陷;

4 安装完成后,在热收缩带边缘应有少量熔胶均匀溢出。

8.4.2 当采用聚乙烯或聚丙烯胶带缠绕时,防护层宜相向缠绕两次。胶带的搭接宽度宜为胶带宽度的 50%~55%,当端部无防水帽结构时,与保温管防护层搭接宽度不应小于 100mm;当端部有防水帽结构时,热收缩带应覆盖防水帽,且与保温管防护层的搭接不应小于 80mm。防护层补口施工应符合本标准第 7.3.1 条的规定。

8.4.3 采用聚乙烯电热熔套补口应符合下列规定:

1 聚乙烯电热熔套应按管径选用配套的规格;

2 补口施工前,可拆除封端防水帽或需要清除的其他防水设施;

3 电热熔套安装应采用专用施工设备控制加热时间和温度;

4 可采用聚乙烯热收缩带对电热熔套接缝处进行保护;

5 聚乙烯电热熔套补口施工还应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

8.4.4 当防护层补口采用玻璃钢材料时,施工应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

## 8.5 补 伤

8.5.1 以聚乙烯为防护层的防腐保温管道补伤应符合下列规定:

1 当聚乙烯防护层划痕损伤深度大于 1/10 但小于 1/3 壁厚时,宜采用热熔修补棒修补;

2 当聚乙烯防护层有破口、漏点或深度大于防护层厚度 1/3 的划伤等缺陷时,破口面积不大于 100mm×100mm,应采用补伤片修补,补伤片的大小应保证其边缘距离破口边缘不小于 100 mm,补伤片安装完成后周围应有少量胶均匀溢出;



3 当聚乙烯防护层损伤轴向长度小于补口宽度时,宜按照聚乙烯防护层补口的要求进行修补;

4 当防护层损伤轴向长度超出补口宽度时,防护层应重新制作;

5 当保温层损伤深度大于 10mm 时,应进行保温层补伤,补伤应在外护层补伤前进行,聚氨酯泡沫保温层损伤,宜先将空洞部位修整成规则形状,可采用预制的聚氨酯保温块进行镶嵌,也可采用直接注料进行发泡填充,表面应修整平齐。

**8.5.2** 玻璃钢或外护钢管为防护层的防腐保温管道的补伤应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

## **8.6 补口工艺评定试验**

**8.6.1** 工艺评定试验所用的防腐保温管应与待补口的管道工程用防腐保温管相同,工艺评定试验宜在工程现场进行。

**8.6.2** 工艺评定试验宜在与保温管结构与管径相同或近似的管道上做 3 个试验口。试验口的长度应与实际补口长度一致。

**8.6.3** 工艺评定试验使用的所有工具、设备的型号应与实际补口施工中使用的相同。

**8.6.4** 工艺评定试验不在工程现场进行时,应模拟现场条件实施评价。

**8.6.5** 评定的补口防腐保温结构、施工工序及施工方法应与主体管道工程用防腐保温管相同。

**8.6.6** 工艺评定试验的检验项目及指标应根据所采用的防腐层、保温层及防护层材料确定。

**8.6.7** 工艺评定试验的 3 个试验口均应合格。

**8.6.8** 工艺评定试验结束后,应提交完整的工艺评定试验报告。



## 9 质量检验

### 9.1 表面处理质量检验

**9.1.1** 除锈质量检验应符合现行国家标准《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的有关规定,除锈质量应逐根检查。

**9.1.2** 锚纹深度检验应符合现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407的有关规定,每班次应至少测量两根钢管的锚纹深度。

**9.1.3** 灰尘度检验应符合现行国家标准《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的有关规定,每班次应至少测量两根钢管的灰尘度。

**9.1.4** 钢管经海运、海边堆放或涂敷施工现场处于盐碱地带时,每班应至少检测2根钢管表面的盐分,盐分含量检验应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第9部分:水溶性盐的现场电导率测定法》GB/T 18570.9的有关规定。

### 9.2 原材料质量检验

**9.2.1** 原材料的质量检验当有一项性能指标不合格时,应加倍抽样检验,仍有不合格的,应判定该批次原料为不合格。

**9.2.2** 每种牌(型)号的防腐层材料在使用前应按本标准表5.1.2的规定进行检验。

**9.2.3** 保温层材料质量检验应符合下列规定:



1 每种牌(型)号的保温层材料在使用前应按本标准表 5.2.1 的规定进行检验;

2 桶装聚氨酯和聚异氰尿酸酯泡沫原料,每 100 桶应为一检验批次,不足 100 桶时也应按一个检验批次计,可任意抽检 5 桶,应按照本标准附录 D 制作小样,并应进行表观密度、导热系数、压缩强度和吸水率四项指标测试,检测结果应分别满足本标准表 5.2.2、表 5.2.3 和表 5.2.4 的要求。

#### 9.2.4 防护层及端面处理材料质量检验应符合下列规定:

1 每种牌(型)号的防护层材料在使用前应按本标准表 5.3.1 的规定进行检验;

2 聚乙烯原料应每 100t 为一个检验批次,不足 100t 时也应按一个检验批次计,并应测试拉伸强度或拉伸屈服强度、密度、熔体流动速率、断裂标称应变四项指标,检验结果应满足本标准表 5.3.2、表 5.3.3 和表 5.3.4 的要求;

3 聚乙烯热收缩带、防水帽到货每 5000 个应为一检验批次,不足 5000 个时也应按一个检验批次计,首批供货应按规定指标进行全面检验,后续批次每批应至少抽查一组试样,应检测拉伸强度、断裂标称应变、剪切强度、剥离强度四项指标。

### 9.3 保温管生产过程质量检验

9.3.1 防腐层生产过程质量检验应按本标准表 5.1.2 规定的质量检验方法及判定指标执行。

9.3.2 保温管质量检验应符合下列规定:

1 保温管端面的保温层厚度偏差和防护层最小厚度应按设计厚度逐根进行检查。

2 聚乙烯防护层保温管的保温层厚度偏差和防护层最小厚度应符合表 9.3.2 的规定。

3 聚氨酯泡沫保温层外观应采用目测法,并应逐根进行检查,保温层应无收缩、发酥、开裂、烧芯、空洞等缺陷。



表 9.3.2 聚乙烯防护层保温管尺寸偏差(mm)

预制工艺	钢管公称直径	保温层厚度偏差	防护层最小厚度
一步法	DN40~DN100	±3	1.4
	DN150~DN350	±5	1.6
	>DN350	±5	1.8
管中管法	DN50~DN150	±3	3.0
	DN200~DN250	±4	4.9
	DN300~DN400	±4	7.0
	DN450~DN500	±5	9.8
	DN600~DN700	±6	11.5
	DN800~DN900	±6	14.0
	DN1000~DN1200	±8	15.0
	DN1200~DN1400	±10	16.0
喷涂法	DN50~DN150	±3	3.0
	DN200~DN250	±4	3.5
	DN300~DN400	±4	4.0
	DN450~DN500	±5	4.5
	DN600~DN700	±5	5.0
	DN800~DN1000	±5	6.0
	DN1100~DN1200	±5	8.0
	≥DN1400	±5	9.0

9.3.3 扣模法成型工艺保温管质量检验应符合下列规定：

1 应逐件检测保温层厚度，厚度偏差应满足表 9.3.3 的要求，分瓣预制的保温层还应逐件检测保温层内径与防腐管或钢管外径之间的偏差和组对后的分瓣保温块缝隙，组装后偏差及缝隙不应大于 2mm，保温层周长偏差不应大于 6mm。



表 9.3.3 扣模法聚乙烯防护层保温管尺寸偏差(mm)

钢管公称直径	保温层厚度偏差	防护层最小厚度
DN32~DN50	±1.5	1.5
DN65~DN100	±2	2.0
DN150~DN250	±3	2.5
DN300~DN400	±4	3.0
DN450~DN600	±5	4.0
DN700~DN800	±6	5.0

2 湿法缠绕玻璃钢防护层的检验项目、检验方法、抽检频次及判定指标应符合现行行业标准《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129 的有关规定。

9.3.4 喷涂法成型工艺保温管质量检验应符合下列规定：

1 应逐根检测保温层厚度,厚度偏差应满足本标准表 9.3.2 的要求；

2 应采用目视法逐根检查保温层外表面,保温层表面不应有收缩、开裂和空洞等缺陷；

3 湿法缠绕玻璃钢防护层检验项目、检验方法及性能要求应符合现行行业标准《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129 的有关规定；

4 热缠聚乙烯防护层检验项目、方法及性能要求应符合现行国家标准《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611 的有关规定。

9.3.5 高温保温管质量检验的项目、方法及性能指标应符合现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324 的有关规定。

9.3.6 端面处理质量检验应符合下列规定：

1 聚乙烯防水帽应逐根检测外观质量,应无烤焦、鼓包、皱褶、翘边等缺陷；



2 防水帽安装后,每 500 个防水帽应检查一次剥离强度,常温剥离强度不应小于 50N/cm,并应呈现内聚破坏形式;

3 玻璃钢保温管端面采用树脂防水时,树脂层应全面覆盖端面,无漏涂现象。

9.3.7 保温管端预留长度应逐根检测,结果应满足相关技术要求。

## 9.4 成品管检验

9.4.1 型式检验应符合下列规定:

1 型式检验内容包括不同生产工艺防腐层、保温层、防护层的各项性能。

2 当有下列情况之一时,应进行成品管型式检验:

- 1)新产品的试制、定型、鉴定或老产品转厂生产时;
- 2)正式生产后,结构、材料、工艺等有较大改变时;
- 3)产品停产一年,恢复生产时;
- 4)出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 5)正常生产时,每两年或累计产量达到 300km,进行周期性型式检验。

9.4.2 出厂检验应符合下列规定:

1 应逐根、逐件目视检测成品管外观质量,外观应平整光滑,不应有开裂、裂纹、损伤。

2 原料、配方、工艺和规格相同的保温管每 5km 应至少抽检一根,不足 5km 时也应至少抽检一根,并按下列规定检测防护层和保温层性能:

- 1)保温层厚度和防护层厚度检测,每个端面应检测上、下、左、右四点的厚度,结果应满足技术要求;
- 2)聚氨酯泡沫保温层应测试表观密度、吸水率、压缩强度和导热系数四项指标,并应符合本标准表 5.2.2~表 5.2.4 的规定;



- 3) 聚乙烯防护层应测试拉伸强度或拉伸屈服强度、断裂标称应变及压痕硬度三项指标,其性能应符合本标准表 5.3.2~表 5.3.4 的规定,“管中管法”聚乙烯防护层还应抽查纵向回缩率,性能应符合本标准表 5.3.3 的规定;
- 4) 玻璃钢防护层表面应无坑洼、毛刺、起鼓和开裂现象;
- 5) 钢质防护管与工作管之间防止相对滑动的固定措施应牢固;
- 6) 无机类保温管保温材料应干燥,且无超标的裂缝及掉角,缝隙应填满,保温层应捆扎牢固,且无开裂现象,多层保温时,相邻层应错缝、压缝。

3 若有一项指标不合格,应加倍检查,仍有不合格的,全批应为不合格。

## 9.5 补口及补伤施工质量检验

9.5.1 补口质量检验应按防腐层、保温层、防护层顺序检验,进行下一层施工时,前序施工质量应检验合格。

9.5.2 补口及补伤各层的外观质量应逐个检验。外观应平整光滑,且无明显缺陷。

9.5.3 防腐层补口应按每班次抽检,抽检比例宜为 1%,且不应少于 1 个口,出现抽检不合格时,应加倍抽检,如仍不合格,本班次施工的补口质量应为不合格。

9.5.4 保温层补口质量应逐个检验,并符合下列规定:

- 1 保温层厚度应满足规定的技术要求;
- 2 应目视检查现场浇注的聚氨酯泡沫保温层外观质量,应无空洞、发酥、软缩、泡孔不均、烧芯等缺陷;
- 3 应目视检验捆扎保温层的外观质量,应无裂纹、无空洞等缺陷,应检查保温层拼缝宽度和上下保温层压缝的搭接长度,拼缝宽度不应大于 5mm,搭接长度不应小于 100mm。

9.5.5 防护层补口质量检验应符合下列规定:



**1 聚乙烯热收缩带防护层质量应符合下列规定：**

- 1)应逐个目视检查防护层表面,外观应平整,无皱褶、气泡、空鼓、烧焦炭化等现象,热收缩带周边应有胶粘剂均匀溢出;
- 2)应逐个检测固定片与热收缩带搭接部位的滑移量,滑移量不应大于 5mm;
- 3)防护层补口应抽检搭接部位的剥离强度,抽检比例为 1%,检测方法 & 性能要求应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的有关规定。

**2 聚乙烯电热熔套补口熔焊完成后、注泡前,应逐个进行气密性试验,气密性试验压力宜为 0.02MPa,压力稳定 30s 后,可在搭接处涂肥皂水目测,搭接部位无气泡出现应为合格。**

**3 聚乙烯胶粘带或聚丙烯胶粘带应抽检搭接部位的剥离强度,抽检比例为 1%,结果应满足相关技术要求。**

**4 缠绕的玻璃钢防护层,应逐个检查补口的外观,无白斑、裂纹、变色、鼓包、皱褶、树脂缺失等缺陷。**



## 10 标识、运输与储存

**10.0.1** 检验合格的防腐保温管成品宜在距管端 350mm 处粘贴或喷涂产品标识,标识内容应包括生产厂名称、钢管规格、长度、执行标准,随产品提供的合格证内容应包括产品名称、生产厂名称、生产日期、班次和质检员代号。

**10.0.2** 防腐保温管吊装时应采用宽度为 150mm~200mm 的尼龙带或橡胶带,不应用钢丝绳吊装。

**10.0.3** 防腐保温管的堆放场地应坚固、平整、无杂物、无积水,设置的管托应确保保温管下表面高于地面 150mm,不应混堆,堆放高度不应大于 2m,堆放处应远离火源和热源。

**10.0.4** 堆放场地应悬挂铭牌,铭牌上应写明管径、壁厚、保温层厚度。

**10.0.5** 防腐保温管成品在运输过程中应采取有效的固定措施,不应损伤防护层、保温层及防腐层结构,装卸过程中应轻拿轻放。

**10.0.6** 防腐保温管不宜长期受阳光照射及雨淋,露天存放不应超过 6 个月;超过 6 个月露天存放时宜用篷布盖住,且钢管两端应加封堵。



## 11 交工文件

**11.0.1** 工程交工验收前,应按照规定向建设单位提交交工文件。

**11.0.2** 管道保温施工结束后,应提供下列文件:

- 1 防腐保温材料的质量证明文件及第三方检测报告;
- 2 保温管和保温管件预制质量证明文件及有关检测报告;
- 3 保温管及保温管件安装记录;
- 4 补口补伤施工记录;
- 5 其他相关资料。



## 附录 A 保温层经济厚度计算公式

**A. 0. 1** 埋地钢质管道防腐保温层中的保温层经济厚度应按下列公式计算：

$$\frac{D_1}{2} \ln \frac{D_1}{D} = 10^{-3} \sqrt{\frac{BH\lambda(t_1 - t_2)}{AN}} - \frac{\lambda}{\alpha} \quad (\text{A. 0. 1-1})$$

当  $h/D_1 \geq 3$  时，

$$\alpha = \frac{2\lambda_\tau}{D_1 \ln \frac{4h}{D_1}} \quad (\text{A. 0. 1-2})$$

当  $h/D_1 < 3$  时，

$$\alpha = \frac{2\lambda_\tau}{D_1 \ln \left( \frac{2h}{D_1} + \sqrt{\left( \frac{2h}{D_1} \right)^2 - 1} \right)} \quad (\text{A. 0. 1-3})$$

$$\delta = \frac{D_1 - D}{2} \quad (\text{A. 0. 1-4})$$

式中： $D$ 、 $D_1$ ——分别为保温层内径、外径(m)；

$B$ ——热能价格(元/GJ)；

$H$ ——年运行时间(h)；

$\lambda$ ——导热系数[W/(m·K)]；

$t_1$ ——介质温度(K)；

$t_2$ ——距地面  $h$  处的土壤温度(K)；

$A$ ——防腐保温层单位造价(元/m<sup>3</sup>)；

$N$ ——保温工程投资年分摊率(%)；

$\alpha$ ——保温层外表面向土壤的放热系数[W/(m<sup>2</sup>·K)]；

$\lambda_\tau$ ——土壤导热系数[W/(m·K)]；

$h$ ——管道中心距地面深度(m)；



$\delta$ ——保温层厚度(m)。

**A. 0. 2** 按单利计息,式(A. 0. 1-1)中  $N$  的取值应按下式计算:

$$N = \frac{2 + i(n + 1)}{2n} \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中: $i$ ——年利率;

$n$ ——计息年数。

**A. 0. 3** 按复利计息,式(A. 0. 1-1)中  $N$  的取值应按下式计算:

$$N = \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^{n-1}} \quad (\text{A. 0. 3})$$

式中: $i$ ——年利率;

$n$ ——计息年数。

**A. 0. 4** 式(A. 0. 1-1)中  $A$  代表保温层+防护层所组成的复合结构,复合结构的单位造价应按下式计算:

$$A = A_1 + 2A_2 / D_1 + 2A_3 / D_0 \quad (\text{A. 0. 4})$$

式中: $A_1$ ——保温层单位造价(元/ $\text{m}^3$ );

$A_2$ ——防护层单位造价(元/ $\text{m}^2$ );

$D_1$ ——保温层外径(m);

$A_3$ ——防腐层单位造价(元/ $\text{m}^2$ );

$D_0$ ——钢管外径(m)。



## 附录 B 泡沫塑料吸水率试验方法

### B.1 仪 器

**B.1.1** 测试泡沫塑料吸水率时,常用的试验仪器应包括分析天平、游标卡尺、干燥箱、干燥器、浸泡桶以及敞口容器或水池。

**B.1.2** 所用试验仪器中,游标卡尺的精度宜为 0.02mm,分析天平的精度宜为 0.01g。

### B.2 试 件

**B.2.1** 在泡沫塑料保温管上取样时宜任取三个试件,试件尺寸宜为 50mm×50mm×25mm 的方形。

**B.2.2** 所取试件表面应采用细砂纸磨光,应检查外表面,表面应完整且无缺损,三个试件应为一组。

### B.3 试 件 处 理

**B.3.1** 每组试件应分别放入  $50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  的干燥箱中,并应干燥 24h。

**B.3.2** 取出试件后,应放入干燥器中,并应冷却到室温后称重,数值应精确到 0.01g。

**B.3.3** 试件重新放入干燥箱中应干燥 4h,取出后应放入干燥器中,应冷却到室温后称重,数值应精确到 0.01g。

**B.3.4** 当按第 B.3.3 条称重的结果与按第 B.3.2 条称重的结果相对比,两次称重值之差小于 0.02g 时,可认为试件达到恒重,取后者的称重值作为试件重量  $W_2$ ;当两次称重值之差大于 0.02g 时,应按第 B.3.3 条重复进行,直至达到恒重要求。



## B.4 测试步骤

### B.4.1 吸水率测试应按下列步骤进行：

1 当用游标卡尺测量试件三面线性尺寸测量时，卡尺面应与试件表面接触，但不得压缩试件，每面应测量三点，取平均值，数值精确到 0.02mm，计算出试样体积  $V_0$ ，精确到  $10\text{mm}^3$ ；

2 当把试样放入盛有新鲜蒸馏水的敞口容器中时，可用不锈钢丝网压住试样；

3 试样应与水充分接触，水位应高出试样上表面 50mm；

4 应使试件与水充分接触，两试件之间应保持一定距离，不得互相接触；

5 可用短毛刷除去试件上的气泡；

6 容器内水应加热至沸腾，并应持续沸腾 90min 后取出，浸入盛有  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  水的烧杯中，并应用不锈钢丝网压住试样，水位应高出试样上表面 50mm 并应保持 1h；

7 取出的试样应用清洁滤纸轻轻吸去表面水分，并应立即称重，吸水后重量  $W_1$  应精确到 0.01g。

## B.5 结果计算及检验报告

### B.5.1 吸水率应按下式计算：

$$\eta = \frac{W_1 - W_2}{V_0 \times \rho} \times 100\% \quad (\text{B.5.1})$$

式中： $\eta$ ——体积吸水率(%)；

$W_1$ ——试件吸水后重量(g)；

$W_2$ ——试件吸水前重量(g)；

$V_0$ ——试件体积( $\text{cm}^3$ )；

$\rho$ ——水的密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

### B.5.2 试验结果应取三个试样的算术平均值。

### B.5.3 计算结果数值宜修约到小数点后一位。



**B.5.4 检验报告应包括以下内容：**

**1** 试样来源,委托检验应包括委托单位、委托人、生产厂商、生产工艺、生产日期、生产合格证等,抽样检验应包括抽样单位、抽样人、生产厂商、生产工艺、生产日期、生产合格证等；

**2** 试样概况应包括试样名称、种类、规格等；

**3** 实验室环境状态；

**4** 执行的试验方法标准和结果判别标准；

**5** 测定地点和日期；

**6** 试验结果；

**7** 试验结论；

**8** 报告签署。



## 附录 C 泡沫塑料耐热性试验方法

### C.1 仪 器

C.1.1 测定泡沫塑料耐热性能时,主要仪器和设备宜包括烘箱、带恒速运动卡头的拉(压)力试验机、游标卡尺和分析天平。

C.1.2 在所用仪器设备中,烘箱量程宜为  $0^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ,精度允许偏差宜为  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,游标卡尺精度宜为  $0.02\text{mm}$ ,分析天平精度宜为  $0.01\text{g}$ 。

### C.2 试 件

C.2.1 测试泡沫塑料耐热性能时,在保温层上任取试件的尺寸宜为  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。

C.2.2 做尺寸变化率和重量变化率的试件每组宜为 3 个。

### C.3 测 试 步 骤

C.3.1 当测量尺寸和重量的变化时,应符合下列规定:

- 1 当用游标卡尺测量试件尺寸时,数值宜精确至  $0.02\text{mm}$ 。
- 2 当把试件放在天平上称重时,数值宜精确至  $0.01\text{g}$ 。
- 3 把试件放入烘箱中加热升温,当加热温度小于  $100^{\circ}\text{C}$  时,升温速度宜为  $25^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ;当加热温度大于  $100^{\circ}\text{C}$  时,升温速度宜为  $50^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。
- 4 当温度上升到所要求温度时,宜恒温  $96\text{h}$ ,然后冷却  $24\text{h}$ ,测量试件的尺寸和重量。

5 当试件尺寸变化基本均匀时,应按现行国家标准《硬质泡沫塑料 尺寸稳定性试验方法》GB/T 8811 进行测量,试件尺寸变化不均匀时,应在最大形变点上进行测量,并应记录试样在试验



前后外观的变化。

6 测量结束后应计算试件尺寸和重量的变化率。

## C.4 试验报告

C.4.1 试验结果应取三个试样的算术平均值。

C.4.2 计算结果数值应修约到小数点后一位。

C.4.3 测定报告应包括下列内容：

1 试样来源,委托检验宜包括委托单位、委托人、生产厂商、生产工艺、生产日期、生产合格证等,抽样检验应包括抽样单位、抽样人、生产厂商、生产工艺、生产日期、生产合格证等;

2 试样概况应包括试样名称、种类、规格等;

3 实验室环境状态;

4 执行的试验方法标准和结果判别标准;

5 测定地点和日期;

6 试验结果;

7 试验结论;

8 报告签署。



## 附录 D 泡沫塑料性能试验试件制作

### D.1 取 样

**D.1.1** 取样应分为小泡取样和成品管取样。

**D.1.2** 小泡取样时应选取有代表性的样品,试样尺寸宜为  $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 100\text{mm}$ ,在模具中预制发泡成型,在  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度  $50\% \pm 5\%$  的条件下应放置养护至少 7d 后,根据不同试验项目的要求加工成相应规格尺寸的试件。

**D.1.3** 成品管取样应在距离管子泡沫端头 500mm 以外截取。

### D.2 样 品 处 理

**D.2.1** 潮湿样品应在  $70^{\circ}\text{C}$  干燥箱内干燥至恒重。

**D.2.2** 72h 以内生产的样品应在  $70^{\circ}\text{C}$  干燥箱内熟化 24h。

### D.3 试 件 制 作

**D.3.1** 样品应按各试验项目试件要求加工。

**D.3.2** 抗压强度和导热系数的试样应标明泡沫上涨方向。

**D.3.3** 成品管取样加工成的试件,厚度达不到要求时应按实际厚度计,加工成试件的体积应等于各试验项目规定的试件体积。



## 本标准用词说明

1 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:

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:

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:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。



## 引用标准名录

- 《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264
- 《管道外防腐补口技术规范》GB/T 51241
- 《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/T 1040.2
- 《绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分:工频下试验》GB/T 1408.1
- 《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
- 《塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法》GB/T 1842
- 《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 3682.1
- 《化工产品密度、相对密度的测定》GB/T 4472
- 《塑料 冲击法脆化温度的测定》GB/T 5470
- 《热塑性塑料管材纵向回缩率的测定》GB/T 6671
- 《纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂》GB/T 8237
- 《热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分:聚烯烃管材》GB/T 8804.3
- 《硬质泡沫塑料 尺寸稳定性试验方法》GB/T 8811
- 《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
- 《非金属固体材料导热系数的测定 热线法》GB/T 10297
- 《硅酸钙绝热制品》GB/T 10699
- 《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB/T 11835



《聚乙烯管材和管件炭黑含量的测定(热失重法)》GB/T 13021

《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350

《覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范》GB/T 17393

《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369

《玻璃纤维无捻粗纱布》GB/T 18370

《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

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第9部分:水溶性盐的现场电导率测定法》GB/T 18570.9

《绝热用硬质酚醛泡沫制品(PF)》GB/T 20974

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

《绝热用聚异氰脲酸酯制品》GB/T 25997

《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》GB/T 29046

《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

《固体绝缘材料 介电和电阻特性 第2部分:电阻特性(DC方法)体积电阻和体积电阻率》GB/T 31838.2

《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611

《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129

《未增塑乙酸纤维素含水量的测定》HG/T 2751

《复合硅酸盐绝热制品》JC/T 990

《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324

《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407

《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414

《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854

《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》SY/T 7036

《钢质管道聚丙烯防腐层技术规范》SY/T 7041



中华人民共和国国家标准

埋地钢质管道防腐保温层技术标准

**GB/T 50538 - 2020**

条文说明



## 编 制 说 明

《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》GB/T 50538-2020,经住房和城乡建设部 2020 年 11 月 10 日以第 250 号公告批准发布。

本标准是在《埋地钢质管道防腐保温层技术规范》GB/T 50538-2010 的基础上修订而成,上一版的主编单位是大庆油田工程有限公司,参编单位是大庆油田建设集团建材公司防腐管道厂、中国石油集团工程技术研究院,主要起草人员是曲良山、郜玉新、曹靖斌、张其滨、卢绮敏、杜树彬、黄桂柏。本次修订的主要技术内容是:1. 调整了本标准的适用温度范围;2. 补充了新的防腐保温结构及对应材料等相关内容;3. 补充了聚氨酯喷涂保温管预制工艺,补充了以玻璃钢、防腐钢套管作为防护层的保温管预制工艺等内容;4. 增加了现场制作相关内容,完善了保温管的补口补伤等内容;5. 增加了新增保温结构的质量检验方法,完善了预制保温管的质量检验方法;6. 对附录进行了重新调整。

本次修订组建了由用户、设计单位、研究单位、施工单位、材料生产商等涵盖埋地钢质管道防腐保温层相关各方参加的编制组。在修订过程中,对国内在用的埋地钢质管道防腐保温层现状进行了调研,对新的防腐保温结构、防腐保温材料的性能、现场安装结构及方式、防腐保温层管道的预制进行了研究,同时参考了欧洲标准 *District heating pipes-Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks-Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene* 等国外标准以及《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 等国内标准,并广泛征求用户、材料生产商以及研究所对埋地钢质管道防腐保



温层所涉及的材料性能意见,为了使标准更具有代表性,编制组组织了多次会议,对标准应涵盖的范围、标准章节结构、防腐保温结构、补口结构、工厂预制、现场施工等方面进行了深入讨论。

为便于广大用户、设计、施工等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。



# 目 次

1	总 则	( 55 )
2	术 语	( 56 )
3	基本规定	( 57 )
4	结 构	( 58 )
5	材 料	( 60 )
5.1	防腐层材料	( 60 )
5.2	保温层材料	( 60 )
5.3	防护层材料	( 62 )
6	预 制	( 64 )
6.1	一般规定	( 64 )
6.2	预处理	( 64 )
6.3	保温	( 64 )
6.4	端面处理	( 66 )
7	现场制作	( 67 )
7.1	一般规定	( 67 )
7.2	保温层制作	( 67 )
7.3	防护层制作	( 67 )
8	补口及补伤	( 68 )
8.4	防护层补口	( 68 )
8.6	补口工艺评定试验	( 68 )
9	质量检验	( 69 )
9.2	原材料质量检验	( 69 )
9.3	保温管生产过程质量检验	( 69 )
9.4	成品管检验	( 69 )



附录 A 保温层经济厚度计算公式 ..... ( 71 )

附录 B 泡沫塑料吸水率试验方法 ..... ( 72 )

附录 C 泡沫塑料耐热性试验方法 ..... ( 74 )



# 1 总 则

**1.0.2** 本标准的适用范围包括两个方面：一是输送介质温度不超过  $350^{\circ}\text{C}$  的埋地防腐保温管道，这个温度范围包括了油田输送管道、城镇供热管道及蒸汽管道等，其覆盖范围能够满足绝大部分埋地钢质管道的防腐保温要求；二是环境温度不低于  $-25^{\circ}\text{C}$  的埋地防腐保温管道，低温环境需要考虑出现保温管的低温影响情况的发生。



## 2 术 语

本章所列术语,其定义及范围仅适用于本标准。

**2.0.6** 反射层是高温管道保温中常用的一种结构,一面为通常材料铝箔、铝箔玻璃丝布等光亮面的材料,使用时将光亮面朝向高温侧。铝箔、铝箔玻璃丝布等使用时,温度通常不超过 250℃。



### 3 基本规定

**3.0.2** 场站内及短距离敷设管道、弯头、三通等异型件的防腐保温可现场制作并不排斥工厂预制现场组装,工厂预制更加容易保证质量。



## 4 结 构

**4.0.1** 防水帽是预制保温管端部防水措施之一,通常采用聚乙烯热收缩异型结构,规定输送介质温度不高于  $80^{\circ}\text{C}$ ,主要是考虑聚乙烯热收缩材料的长期耐温要求。

输送介质温度  $80^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$  涵盖了供热管道、热水管道及部分蒸汽管道,在这部分温度范围内,通常聚乙烯防水帽已经不适合,因此不做防水帽防水措施的要求。为了避免水从端部进入保温管内部,可采取与防护层及防腐层相容的材料在端部覆盖防水胶等防水结构。也有在保温层内部敷设报警设施的做法,当水进入保温层时,报警设施报警,提示及时维修。国外供热管道聚氨酯保温预制管均设有渗漏报警线,一旦管道某处发生渗漏,通过报警线的传导,便可在专用检测仪表上显示保温管道渗水、漏水的准确位置及渗漏程度的大小,以便通知检修人员迅速处理漏水的管段,保证供热管网的安全运行。在现行国家标准《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 中也有报警线的设置要求,使用时可根据具体情况酌情考虑是否采取泄露报警装置。

泡沫喷涂成型保温管结构一般为防腐层—保温层—胶粘剂层—防护层。喷涂法预制的保温管防护层热缠绕聚乙烯保温只适用于直管段的预制,弯头保温还是采用现在常用的聚乙烯管节焊接,或先模具浇筑保温层后制作防护层的方式,因此,需要注意弯头与直管段防护层外径的匹配,以利于现场补口施工。

图 4.0.1-1 的端部预留长度指保温层端部至钢管焊口端部的距离尺寸,通常预留为 150mm,当有防腐层时,防腐层会伸出保温层端部至少 20mm,因此有防腐层时,端部尺寸一般不小



于 140mm。

**4.0.2** 输送介质温度高于 140℃ 的高温复合保温管见现行行业标准《直埋高温钢质管道保温技术规范》SY/T 0324。

**4.0.3** 弯头及管件的防腐保温结构宜与直管段防腐保温结构一致,温度低于 80℃ 的一般为油田集输系统管道,输送介质温度为 80℃~140℃ 的供热管道居多,输送介质温度不低于 140℃ 的为其他用途管道,因此根据不同用途及应用习惯给出推荐防腐保温结构,实际应用过程还应根据具体使用环境确定。

**4.0.4** 端部防水措施主要包括防水帽、端部树脂防水胶层、聚乙烯焊接及粘接结构、手工黏糊玻璃钢层或光固化材料、临时塑料布套等方式。



## 5 材 料

### 5.1 防腐层材料

**5.1.2** 表 5.1.2 中第 1、2 项的下限温度是根据现行国际标准化组织标准 ISO 21809-1:2011 *Petroleum and natural gas industries-External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems-Part 1: Polyolefin coatings* 确定的,其余各项温度范围根据所对应防腐层的标准确定。表 5.1.2 中的适用温度下限是指环境温度,上限是指输送介质温度。

防腐层材料选择时既要考虑防腐层材料的耐温性,又要考虑施工期间在最低环境温度情况下不致使防腐层性能发生改变。

### 5.2 保温层材料

**5.2.1** 表 5.2.1 所列保温层材料为常用材料,本标准并不限制采用其他可靠的保温层材料,近年来新材料不断涌现如纳米孔复合绝热材料等,其性能优良,施工及预制方式灵活,具有很大的应用空间,如果使用应在使用前充分考虑工作的环境条件,除满足适用温度的条件外,还要考虑整体性能,如保温层材料本身的吸水性能、抗压性能等条件,验证合格后方可应用于具体工程项目。

岩棉制品主流产品能满足 350℃ 工况的使用要求,最近几年随着技术的改进提高,部分厂家的产品最高使用温度可达到 600℃。当工况超过 350℃ 时,需要通过加热线收缩率、最高使用温度等方法进行试验评价才能使用。

硬质聚氨酯泡沫塑料根据实际工程应用中的通用做法分为常温型和高温型,但需要通过现行国家标准《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



第 5.5.6 条“预期寿命与长期耐温性”的测试。

硬质聚异氰脲酸酯制品的适用温度结合了现行国家标准《绝热用聚异氰脲酸酯制品》GB/T 25997-2010 适用温度范围 $-183^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 以及聚异氰脲酸酯制品的实际应用情况而定,且需要通过现行国家标准《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 中第 5.5.6 条“预期寿命与长期耐温性”的测试,未采纳现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264-2013 中的推荐使用温度 $-196^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

硬质酚醛泡沫制品的适用温度是根据酚醛泡沫的实际应用情况确定的。

**5.2.2 耐热性**在《埋地钢质管道防腐保温层技术规范》GB/T 50538-2010 中包含“强度变化率”指标,本次修订“耐热性”取消了“强度变化率”指标要求,其原因是随着技术的进步及中高压发泡机的广泛应用,聚氨酯泡沫原料的反应已经比较充分,聚氨酯泡沫的初始抗压强度通常都明显大于  $0.2\text{ MPa}$ ,烘烤后强度值增大有限,而且按原来的指标要求,聚氨酯泡沫初始值越大,要求烘烤后强度值的增大量越大,指标不合理。耐热性试验条件按常温型聚氨酯泡沫最高使用温度进行测试。

目前,“一步法”工艺在油田生产建设中还普遍使用,“一步法”聚氨酯泡沫密度低,吸水率按照现行国家标准《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 的指标和检测方法很有可能达不到。因此本次修订“一步法”吸水率仍然按本标准附录 D 执行。

表观密度由原现行国家标准《泡沫塑料及橡胶 表观密度的测定》GB/T 6343 修改为现行国家标准《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》GB/T 29046,在现行国家标准《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》GB/T 29046 中“表观密度”除了按照现行国家标准《泡沫塑料及橡胶 表观密度的测定》GB/T 6343 方法测试外,还对保温管的聚氨酯保温层取样做了要



求,更具有操作性。

“抗压强度”修改为“压缩强度”,与现行国家标准《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 的术语统一。在现行国家标准《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》GB/T 29046 中“压缩强度”除了按照现行国家标准《硬质泡沫塑料 压缩性能的测定》GB/T 8813 方法测试外,还对保温管的聚氨酯保温层取样做了要求,更具有操作性。

**5.2.4** 泡沫喷涂法成型的保温层是在空气中自由发泡成型,因此对原料的性能要求较“一步法”和“管中管法”要高。闭孔率是影响泡沫保温层导热系数的重要因素,闭孔率越高,导热系数越低,力学强度也越好。而泡沫保温层微观结构的缺陷,如针孔、裂纹等是造成闭孔率低的直接原因。泡沫喷涂法成型过程中,受工艺条件及环境的影响,出现微观结构缺陷的概率较大,因此对泡沫喷涂法工艺成型的保温层,要严格控制闭孔率 $>90\%$ 。

“耐热性”测试经过实践应用证明,可在短时间内对聚氨酯泡沫的耐温性能进行定量评价,是一种可初步快速判断聚氨酯泡沫高温工况下是否能长期使用的实用方法。

### 5.3 防护层材料

**5.3.1** 表 5.3.1 中的适用温度是指材料所处环境能够正常工作、正常施工的温度条件。

玻璃钢防护层通常为常温固化产品。一般纤维增强复合材料不能在高温下长期使用,通用不饱和聚酯纤维增强复合材料在 $50^{\circ}\text{C}$ 以上强度就明显下降,一般只在 $100^{\circ}\text{C}$ 以下使用;通用型环氧纤维增强复合材料在 $60^{\circ}\text{C}$ 以上,强度有明显下降。

**5.3.4** 表 5.3.4 中由原标准的“纵向回缩率”修改为“环向热回缩率”,是因为在现行国家标准《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611-2017 中是“环向热回缩率”,没有“纵向回缩率”这一术语,且现行国家标准《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预



制直埋保温管》GB/T 34611-2017 中,环向热回缩率的定义为外护层任意位置环向热回缩率不应大于 3%,试验后外护层表面不应出现裂纹、空洞、气泡等缺陷。



## 6 预 制

### 6.1 一 般 规 定

**6.1.2** 发泡小样试验的试验环境条件及原料要求应与预制工艺相匹配。泡沫塑料性能试验试件制作应按本标准附录 D 的要求进行。

### 6.2 预 处 理

**6.2.1** 保温管预制厂所进的钢管一般是业主供货,其长度不一定是标准管长,如果直接进行保温管预制,则会在运输、吊装等环节产生一些问题,如果将短管相互焊接后再进行保温管预制就可以避免上述问题,并且也减少了现场管道的焊接及防腐保温补口的工作量,但焊接的管道要按照标准及工艺设计要求进行严格检验。

### 6.3 保 温

**6.3.2** “一步法”工艺主要用于输送介质温度不超过 100℃ 的聚乙烯硬质聚氨酯泡沫保温管道的预制,对设备中心调整、材料配比、风压、发泡位置跟踪、挤出温度和冷却温度提出了明确要求。保温层原料采用多异氰酸酯和组合聚醚,不同厂家、不同批次的原料其满足工艺要求所需的配合比均不相同,因此要根据所用原料的具体工艺要求确定多异氰酸酯和组合聚醚的配合比。一般情况下,聚氨酯两种液体原料的配比为 1.1 : 1,但仍需根据不同厂家供应材料的工艺性和生产环境温度对比例适当调整。不同原料厂家供应的聚乙烯材料的熔体流动速率不同,挤出机各段加热温度设置范围也有所不同,但要保证聚乙烯颗粒能够通过持续加热、熔融、挤出实现从固态到黏流态的转变,进而保证聚乙烯外护层厚度



均匀一致,无过热分解变色线。

“一步法”工艺包括发泡、固化、熟化,其中熟化在固化后完成,原工艺中端面处理(切齐、清理)在线完成,新工艺端面处理传输到平台上完成,有效杜绝过早切齐泡沫收缩,俗称“二次切接头”,这是与其他工艺法的不同之处。

**6.3.3** 工厂化预制实际应用的“管中管法”工艺分为常压发泡和高压发泡。常压发泡采用“管静枪退”成型,高压发泡采用端面或中间开孔高压发泡机注料。本标准推荐采用端面注料,以防止开孔对聚乙烯外护管的人为损伤,增加修复工作量。一般情况下,“管中管法”高压发泡工艺的物料配比高于“一步法”,预制厂家应根据工艺加以调整。

140℃以上复合保温管采用“钢套钢”结构,其中的聚氨酯保温层也需采用“管中管法”工艺完成,具体规定见相关国家现行标准。

**6.3.4** 脱模剂除涂刷黄油、凡士林再贴塑料薄膜的方式外,还有专用硅油类的聚氨酯脱模剂。

**6.3.5** “喷涂法”是我国近年来从国外引进的聚氨酯成型新工艺,从产品结构上,外护层采用热缠绕胶粘剂及聚乙烯结构。聚氨酯采用了高压无气喷涂技术。喷涂工艺对成型外表面积有一定要求,因此该工艺一般适用于中大口径保温管预制,特点是保温层厚度可任选,保温层表面抗压强度高,外护层厚度在满足安装工艺要求的基础上可适当减薄。喷涂法为工程设计和用户应用提供了一项新工艺。

聚乙烯防护层成型时,因其使用的原材料厂家、种类不同,其加工工艺温度也不同,因此在聚乙烯挤出成型前,需要按照由原料厂家提供的材料特性说明书或工艺设计书等文件的要求,确定挤出机各段的加热温度。聚乙烯防护层成型后,立即采用水冷方式进行冷却,将防护层温度降至 60℃ 以下。

“喷涂法”聚氨酯保温层成型工艺是将组合聚醚和多异氰酸酯通过高压喷涂机混合喷涂在待保温的钢管表面,并在钢管表面自



由发泡形成保温层。如钢管表面温度低于露点温度,钢管表面会出现凝结水分,在保温层发泡成型过程中会产生气泡等缺陷。原料经高压喷涂机喷出后会产生雾化效果,喷涂过程中如果有风会影响到原料的使用率,因此对于生产现场的避风设施有严格的要求。

**6.3.6** 输送介质温度高于  $140^{\circ}\text{C}$  时,有机保温层会出现碳化等现象,影响保温层的性能,因此采用“无机-有机”复合保温管结构,保温内层通常采用耐高温无机保温材料,如硅酸钙制品等。

## **6.4 端面处理**

**6.4.2** 近年来聚乙烯防护层保温管的口径越来越大,壁厚也越来越厚,通常超过  $10\text{mm}$ ,如果采用常规的端头切齐方式,防水帽安装施工过程中容易被聚乙烯防护层端部损坏,因此需要做坡口处理。当防护层壁厚大于  $5\text{mm}$  时,对防护层做坡口处理有利于现场接头补口施工时热熔焊接。

聚乙烯在温度高于其耐温上限时会发生软化现象,所以当输送介质温度高于防水帽、防水套材料的耐温上限时,补口施工前应将其拆除。保温管端头应预留不小于  $150\text{mm}\pm 10\text{mm}$  的补口施工操作空间,便于现场补口施工,因此应限定端头预留长度。

**6.4.3** 目前玻璃钢防护层保温管端面除涂刷弹性防水涂料或树脂防水外,还有采用防水布套等防水措施。

**6.4.4** “钢套钢”结构的保温管常见的端部防水措施有塑料布胶带防水,可重复使用的防水布套等。



## 7 现场制作

### 7.1 一般规定

7.1.2 保温结构的机械强度和刚度应根据现场环境条件确定,除非采用钢护套结构,外保温层应采用硬质材料以保证足够的刚度。

### 7.2 保温层制作

7.2.1 现场制作的保温层主要为浇注泡沫和捆扎有机材料或无机材料,缠绕法和粘贴法较少使用。

7.2.2 采用发泡制作保温层时,发泡机发泡质量优于人工发泡质量。

### 7.3 防护层制作

7.3.2 玻璃钢防护层材料现场通常采用湿法缠绕,粘贴法也可采用光固化材料。



## 8 补口及补伤

### 8.4 防护层补口

**8.4.1** 当施工环境温度低于 $-25^{\circ}\text{C}$ 时,聚氨酯保温管防护层补口宜采用低温型热熔胶型聚乙烯热收缩带。低温型热熔胶型聚乙烯热收缩带在极低温下( $-50^{\circ}\text{C}$ )仍然具有良好的强度和柔韧性,采用其补口类似将管道柔性连接,可以消除保温管外护层应力集聚造成的低温冻害。

### 8.6 补口工艺评定试验

**8.6.1** 工艺评定试验是为了评价设计、材料、施工等进行的现场或模拟现场试验。一般地,所用的防腐保温管及补口材料、工艺应与设计文件一致。



## 9 质量检验

### 9.2 原材料质量检验

**9.2.1** 质量优良的原材料是生产出高质量产品的基础和条件,进厂材料复检十分必要。

**9.2.3** 桶装聚氨酯泡沫原料检验数量是以中型生产厂家处理量为准制订的。乳化时间、固化时间可甄别硬质和软质聚氨酯。密度、抗压强度和吸水率通过发泡小样试验完成。

**9.2.4** 聚乙烯材料需要测试密度、熔体流动速率、拉伸强度或拉伸屈服强度、断裂标称应变四项指标,其中密度、熔体流动速率指标决定了挤出机各段加热温度的设置。密度越大、熔体流动速率越小,则挤出温度越高。

防水帽检验批次是由生产的防水帽数量决定的,同时本条还规定了防水帽具体检验项目。

### 9.3 保温管生产过程质量检验

**9.3.1** 防腐层检验是生产工序中的重要停检点,防腐层质量不合格,不能转入保温层预制工序。本标准的生产过程质量检验,表面处理在一般规定中有明确要求,因此本条未包括预处理质量检验,重点阐明了防腐层、部分保温层的质量检测,较原标准层次更清晰,操作性更强。

**9.3.2** 过程检验的重点是保温层厚度指标。本标准分别规定了采用各种工艺成型方法生产的保温层厚度指标及外护层厚度指标。

### 9.4 成品管检验

**9.4.1** 本条规定了进行型式检验的几大类情况,与国内目前正在



使用的各类直埋保温管道产品规定的相关型式检验条件内容基本一致,“累计产量”降至 300km,主要考虑的是目前使用的直埋保温管道中有相当部分是高温高压的蒸汽管道以及输送油品和危险气体等的压力管道,进行型式检验的“累计产量”不宜过长。

**9.4.2** 产品出厂质量检验是质量检查的最后工序,本条规定了产品出厂质量检验的具体项目。由于保温层厚度在过程检验中完成,本条重点规定了各种保温层、防护层以及防水帽材料检测项目和性能指标。



## 附录 A 保温层经济厚度计算公式

**A.0.1** 直埋保温管道的散热损失与保温层的厚度不是呈简单的线性关系,但保温层达到一定厚度时热损失减少的速率降低,节能效果与造价增高明显不成比例,因此工程中既要兼顾保温节能效果又要保证经济性,所以通常采用经济厚度来设计计算保温层的厚度。

近年来随着新技术、新材料、新型保温结构的不断应用,目前埋地钢质管道防腐保温层多数属于复合结构,且结构型式复杂、多样,不断更新换代,既有不同材料的简单重叠复合,又有不同结构型式的复合,如不同保温材料和金属反射材料和空气层组成的保温结构,甚至还有用不同保温材料与真空层组成的保温结构。分别计算不同保温材料与绝热层的导热系数会使问题复杂化,这里提出保温结构综合导热系数的概念,是通过实验室测试和软件模拟的方式评价保温管结构的整体保温效果。实验室评价按以下方法进行:按直埋运行工况条件设计保温结构,并将其热工参数理论换算到实验室空气环境中的表面温度和界面温度,然后在实验室条件下对高温管道实物样品进行表面温度、界面温度和散热损失实测,理论计算值与实测值的偏差不应大于 10%,具体操作方法应符合现行国家标准《城镇供热管道保温结构散热损失测试与保温效果评定方法》GB/T 28638 的规定。通过以上方法可以测试出不同保温结构综合导热系数,用于保温层经济厚度的计算。

**A.0.4** 本条主要阐明的的问题是,在进行埋地钢质保温管道造价估算时,因其产品结构的特殊性,应将钢管防腐层、保温层、外防护层的造价一并纳入价格计算当中。



## 附录 B 泡沫塑料吸水率试验方法

### B.1 仪 器

本节结合埋地钢质管道的实际运行工况,对泡沫塑料吸水率提出更高要求,需要用常压沸水煮的方法测试其高温状态下的吸水率,配备相应的实验仪器,在现行国家标准《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 和现行欧洲标准 BS EN 253:2009 *District heating pipes-Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks-Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of polyethylene* 中均采用这种方法。

### B.2 试 件

试件尺寸主要考虑不同厂家材料性能差异极大,其中部分试件出现过沸水煮后剧烈变形、收缩、溶胀等现象,因此比现行国家标准《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 中的尺寸有所增大。

### B.3 试 件 处 理

试件处理增加了恒重检查环节,主要考虑试件多来自工程现场,在存放、运输、制备等环节,水分、污物、杂质进入很难避免,所以增加这一步以减少外部因素和环境条件对实验本身的影响。

### B.4 测 试 步 骤

试验过程实际是模拟埋地保温管道的保温层在破损进水后的较为苛刻的高温运行条件下,保温结构的耐受能力和损坏程度,与



埋地保温管道实际运行工况一致。

### **B.5 结果计算及检验报告**

本节计算出的是保温材料的体积吸水率,因泡沫保温材料的密度与水的密度相差极大,如计算质量吸水率反映的效果不明显,体积吸水率反映的是吸入水所占空间,故更直观明确。



## 附录 C 泡沫塑料耐热性试验方法

泡沫塑料耐热性试验方法是评价使用温度不超过 120℃ 埋地钢质保温管道用泡沫塑料材料耐热性的一种简易方法。美国现行标准 ASTM C447 *Standard Practice for Estimating the Maximum Use Temperature of Thermal Insulations* 中,从材料受热后尺寸变化、质量变化和强度变化三个方面评价其耐热性能的优劣。