

# 川渝地区埋地钢质管道防腐保温施工技术

庄田辉

川庆钻探工程公司油建公司

庄田辉.川渝地区埋地钢质管道防腐保温施工技术.天然气工业,2010,30(4):102-106.

**摘要** 随着川渝地区高含硫气田的开发,其管道输送介质的成分也发生了较大变化,需对埋地钢质管道进行防腐保温处理。但川渝地区因其独特的地形地貌,给埋地钢质管道防腐保温施工带来难度。为此,在借鉴北方各大油田埋地钢质管道直管防腐保温成功经验的同时,研制出适合川渝地区保温管焊口聚氨酯泡沫补口及弯头聚氨酯泡沫保温的施工工艺,并在国内率先推广使用。该技术的成功应用,解决了LG气田地面试采工程焊口保温补口和弯头保温的技术难题,提高了管道的保温质量,填补了川渝地区管道保温、焊口聚氨酯泡沫补口和弯头聚氨酯泡沫保温的技术空白。

**关键词** 川渝地区 埋地钢质管道 防腐保温 聚氨酯泡沫补口 聚氨酯泡沫保温 施工工艺

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2010.04.025

川庆钻探工程公司油建公司是川渝地区一支专门从事埋地石油管道防腐的专业化生产厂家,其防腐施工技术成熟。以LG气田地面试采工程内部集输工程(以下简称:LG试采工程)为例,介绍川渝地区埋地钢质管道防腐保温施工技术的应用情况。

## 1 防腐保温层结构

埋地钢质管道泡沫塑料防腐保温层是由防腐层—保温层—防护层组成的复合结构。

防腐层,指防腐涂料或具有防腐性能的热熔胶层。LG试采工程防腐层为3层PE,管径为 $\varnothing 168.3 \sim \varnothing 219.1$  mm的,设计厚度不小于2.0 mm;管径为 $\varnothing 273 \sim \varnothing 406.4$  mm的,设计厚度不小于2.2 mm(表1)。

保温层,指泡沫塑料层,其厚度应采用经济厚度计算法由设计确定。LG试采工程保温层设计厚度不小于30 mm(表1)。

防护层,指聚乙烯塑料层。防护层厚度应根据管径及施工工艺由设计确定。LG试采工程管径为 $\varnothing 168.3 \sim \varnothing 273$  mm,设计厚度不小于2.0 mm;管径

表1 管道规格、材质及防腐保温层技术要求表 mm

钢管管径	材质	3层PE总厚度	聚氨酯泡沫塑料厚度	聚乙烯防护层厚度	防水帽规格
406.4	L360QCS	$\geq 2.2$	$\geq 30$	$\geq 7.5$	$\varnothing 406.4 \times 30$
323.9	L245NCS	$\geq 2.2$	$\geq 30$	$\geq 6.3$	$\varnothing 323.9 \times 30$
273.0	L245NCS	$\geq 2.2$	$\geq 30$	$\geq 2.0$	$\varnothing 273.0 \times 30$
219.1	L360NCS	$\geq 2.0$	$\geq 30$	$\geq 2.0$	$\varnothing 219.1 \times 30$
168.3	L245NCS	$\geq 2.0$	$\geq 30$	$\geq 2.0$	$\varnothing 168.3 \times 30$

$\varnothing 323.9$  mm,设计厚度不小于6.3 mm;管径 $\varnothing 406.4$  mm,设计厚度不小于7.5 mm(见表1)。

## 2 LG气田地面试采工程保温技术要求

### 2.1 编制依据

《LG气田地面试采地面工程埋地钢质管道防腐保温层技术规格书》LG-SG-YB-SPE-004<sup>[1]</sup>,以下简称技术规格书。

### 2.2 管道系统的基本参数

输送介质为湿含硫天然气,输送介质温度为 $5 \sim 55$  °C。管道规格、材质及防腐保温层技术要求见表1。

**作者简介:**庄田辉,女,1979年生,助理工程师;主要从事埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术、埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温技术的研究工作;参与研制的“钢质管道冷切割及坡口加工装置”获得国家专利,专利号:ZL 200620035276.4。地址:(402284)重庆市江津区德感街道办事处海螺街38号。电话:(023)85567899,13635455189。E-mail:zhuangth30@163.com

### 3 保温工艺概述

#### 3.1 直管保温工艺

埋地钢质管道直管保温工艺包括“一次成型”工艺和“管中管”成型工艺。

##### 3.1.1 “一次成型”工艺

已防腐经检验合格的钢管倒运至一条连续的生产线上,该生产线完成聚乙烯防腐(防护层)以及聚氨酯泡沫保温两个独立的成型过程。该工艺适用于生产 $\varnothing 57 \sim \varnothing 273$  mm的保温管。为生产出优质的保温管,对管径 $\varnothing 168.3$  mm $\times 10$  mm, $\varnothing 219.1$  mm $\times 10$  (8.8) mm的管材采用“一次成型”工艺生产。保温管的聚氨酯泡沫保温层、PE防护层性能应满足标准SY/T 0415—96<sup>[2]</sup>的要求。

#### 3.1.2 “管中管”成型工艺

##### 3.1.2.1 工艺流程

“管中管”成型工艺是将PE外护管通过穿管机套在钢管上,在穿管机机械力的作用下将带有支撑块的钢管紧密地穿入套管中,在防腐管与PE塑料形成的环形空间内灌注聚氨酯泡沫塑料制成保温管的成型工艺技术。该工艺适用于生产管径为 $\varnothing 200 \sim \varnothing 800$  mm,单根管长为6~12.5 m的保温管。

对管径为 $\varnothing 273$  mm $\times 14.2$  mm、 $\varnothing 323.9$  mm $\times 17.5$  mm、 $\varnothing 406.4$  mm $\times 14.2$  (12.5) mm的管材,采用“管中管”成型工艺。防腐保温管PE防护层、聚氨酯泡沫保温层分别满足标准CJ/T 114—2000<sup>[3]</sup>、SY/T 0413—2002<sup>[4]</sup>和SY/T 0415—96的要求。

##### 3.1.2.2 PE外护管定制参数(表2)<sup>[5]</sup>

表2 PE外护管定制参数、焊口模具制作参数表

钢管管径 $D$ / mm	3层PE防腐层厚度 $\delta$ /mm	聚氨酯泡沫塑料厚度 $\delta$ /mm	PE外护管内径/mm		PE外护管长度/mm	焊口模具内径/mm		模具长度/m
			理论内径( $d_1$ )	实际内径		理论内径( $d_2$ )	实际内径	
406.4	$\geq 2.2$	$\geq 30$	470.8	473.0	见计算公式	470.8	473	3
323.9	$\geq 2.2$	$\geq 30$	388.3	—	暂未生产定制	388.3	—	暂未制作
273.0	$\geq 2.2$	$\geq 30$	337.4	—	暂未生产定制	337.4	—	暂未制作
219.1	$\geq 2.0$	$\geq 30$	283.1	285	见计算公式	283.1	285.0	3
168.3	$\geq 2.0$	$\geq 30$	232.3	234	见计算公式	232.3	234.0	3

LG试采工程的管端预留要求:防腐层端头预留610 $\pm 10$  mm,保温层端头预留710 $\pm 10$  mm。

PE外护管长度计算公式为:

$$L_{\text{外护管}} = L_{\text{钢管}} - 2L_{\text{端头}}$$

式中: $L_{\text{外护管}}$ 为PE外护管长度,mm; $L_{\text{钢管}}$ 为钢管长度,mm; $L_{\text{端头}}$ 为保温层端头预留,mm。

外护管内径的理论计算公式为:

$$d_1 = D + 2\delta + 2\delta$$

#### 3.2 焊口保温工艺

LG试采工程采用的焊口保温工艺是将焊口组对焊接好后再对成型焊口进行防腐保温,该工艺难点是生产聚氨酯泡沫保温模块时采用的焊口保温模具的制作。

##### 3.2.1 防腐保温管端头预留

防腐保温管端头预留的目的是为了焊接时不致烤坏防腐保温层。LG试采工程的管端头预留要求为:防腐层端头预留610 $\pm 10$  mm,保温层端头预留710 $\pm 10$  mm。计算出焊口保温长度为1420 $\pm 20$  mm。

##### 3.2.2 焊口防腐保温结构

焊口防腐保温结构为:防腐层(补口带)+保温层(聚氨酯泡沫保温模块)+防护层(补口套)。

##### 3.2.3 焊口防腐保温工艺流程

防腐保温层的补口程序为:防腐层补口 $\rightarrow$ 保温层补口 $\rightarrow$ 防护层补口。

流程概述:焊口采用喷砂除锈,经检验质量应达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》规定的Sa2级或St3级。采用补口带对焊口进行防腐,确定焊口处需要保温部分的长度以准确下料保温模块,在特制的容器中对多异氰酸酯和组合聚醚按照比例(1.0~1.1):1.0将两种原料混合搅拌后,倒入保温模具的空腔内进行发泡,经化学反应,混合料形成聚氨酯泡沫,待其固化,将模具拆卸下,用补口套对保温层进行防护。为保证产品质量,需掌握好发泡时间,并控制好固化时间。

##### 3.2.4 焊口聚氨酯泡沫保温块的模具制作

模具采用 $\delta$ 为5 mm的钢板而成,模具长度 $L$ 确定为3 m。模具翻盖可以通过手动旋转打开,其结构示意图见图1所示。

LG试采工程模具制作参数见表2。

模具内径的理论计算公式为:

$$d_2 = D + 2\delta + 2\delta$$

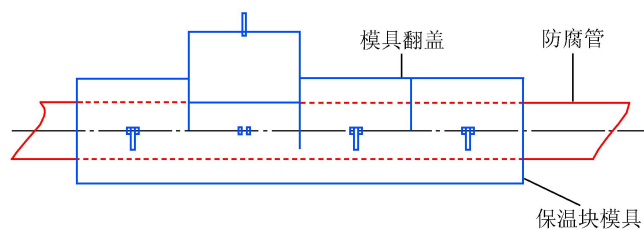


图1 焊口保温模具结构示意图

### 3.3 弯头保温工艺

LG 试采工程采用的弯头保温工艺是防腐厂按照一定比例将组合聚醚和多异氰酸酯在弯头模具里发泡成型制成泡沫保温块,再倒运至管道安装现场,然后根据弯头度数的大小下料,在现场进行完弯头除锈防腐,然后将其粘接。

该工艺难点是生产聚氨酯泡沫保温模块时采用的弯头保温模具的制作。

#### 3.3.1 弯头防腐保温结构

弯头防腐保温结构:热收缩带防腐+弯头保温模块层+热收缩带防护。弯头保温结构见图2所示。

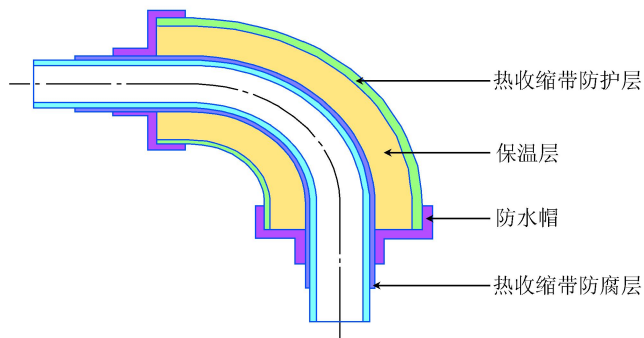


图2 弯头保温结构图

#### 3.3.2 弯头防腐保温工艺流程

弯头防腐保温层的补口程序为:防腐层补口→保温层补口→防护层补口。

流程叙述:弯头除锈采用喷砂除锈,防腐采用热收缩套防腐,除锈和防腐质量应满足 SY/T 0415—96 标准的要求。采用热收缩套对弯头进行防腐,根据弯头需要保温部分的长度对保温模块进行下料后,在特制的容器中对多异氰酸酯和组合聚醚按照比例(1.0~1.1):1.0将两种原料混合搅拌后,倒入保温模具中模块的空腔内进行发泡,经化学反应,混合料形成聚氨酯泡沫,待其固化,将模具拆卸下,用热收缩套对保温层进行防护。为保证产品质量,需掌握好发泡时间,并控制好固化时间。

#### 3.3.3 弯头聚氨酯泡沫保温块的模具制作

##### 3.3.3.1 弯头模具的制作

弯头模具采用  $\delta$  为 5 mm 的钢板卷制而成,制成虾米腰状,见图3。

##### 3.3.3.2 弯头模具曲率半径的计算

模具曲率半径计算公式:

$$R = n \times DN$$

式中: $R$ 为弯头保温模具曲率半径,mm; $n$ 为倍数; $DN$ 为钢管公称直径,mm。

一般热煨弯头的曲率半径为  $5 DN$ ,有时也为  $10 DN$ ,LG 试采工程弯头保温部分工程热煨弯头的曲率半径为  $5 DN$ ,弯头保温模具曲率半径  $R_{\text{保温}}$  因此确定为  $5 DN$ 。弯头直径对应曲率半径如图4所示。

##### 3.3.3.3 弯头模具规格的确定

弯头保温模具的内径计算公式同焊口保温模具的内径计算公式,因弯头管径的不同,其计算的曲率半径值不一样,采用的模具弧度也不一样。表3所示参数是经过多次试验取得的经验值。

### 3.4 防腐保温管端头处理

因需要进行焊后热处理,管端应预留较长一段钢管,端头预留长度要求为:防腐层端头预留  $610 \pm 10$  mm,保温层端头预留  $710 \pm 10$  mm。

堆放防腐保温管前应在防腐保温管端头安装防水帽,防水帽规格应与管径相配套。防水帽规格见表1。防水帽及与防水帽搭接的粘接部分必须清洁干燥。与防水帽搭接的防护层应打磨至表面粗糙,然后用火焰加热器对防水帽加热,按防水帽产品说明书的要求控制加热温度。

### 3.5 补伤

防腐保温管补伤处的防腐保温质量及性能指标应不低于原防腐保温管的防腐保温质量及性能指标。

#### 3.5.1 防腐层损伤时的修补

防腐层损伤时,先将损伤处的铁锈、泥土、油污、水分等清理干净,然后除锈,除锈质量达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》规定的 Sa2 级或 St3 级,修补好防腐层。

#### 3.5.2 保温层的修补

保温层损伤深度大于 10 mm 时,将损伤处修整平齐,按补口要求修补好保温层。

#### 3.5.3 防护层的修补

防护层有破口、漏点和深度大于 0.5 mm 的划伤等缺陷时,按下列要求补伤:

1) 除去补伤处的泥土、水分、油污等杂物,用木锉将补伤处的防护层修平、打毛。

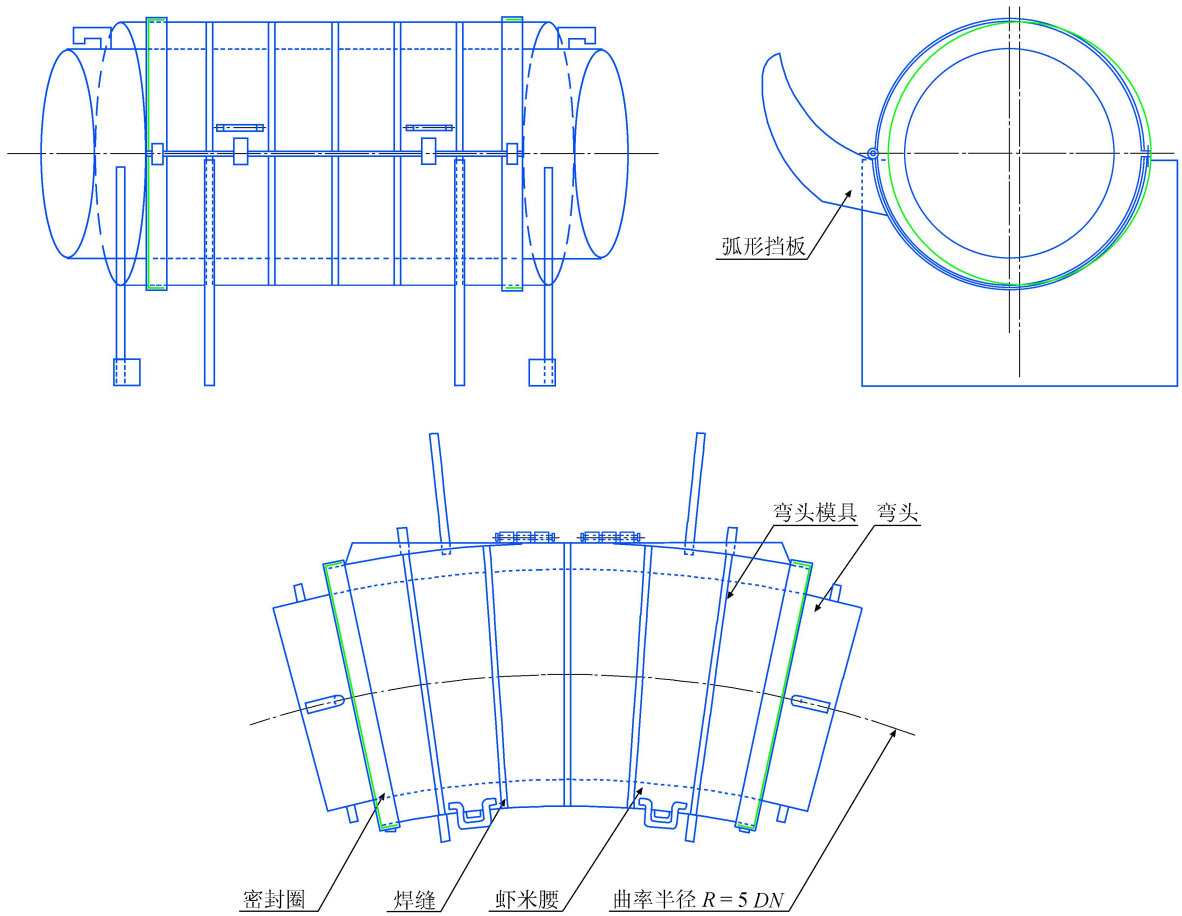


图 3 弯头保温模具图

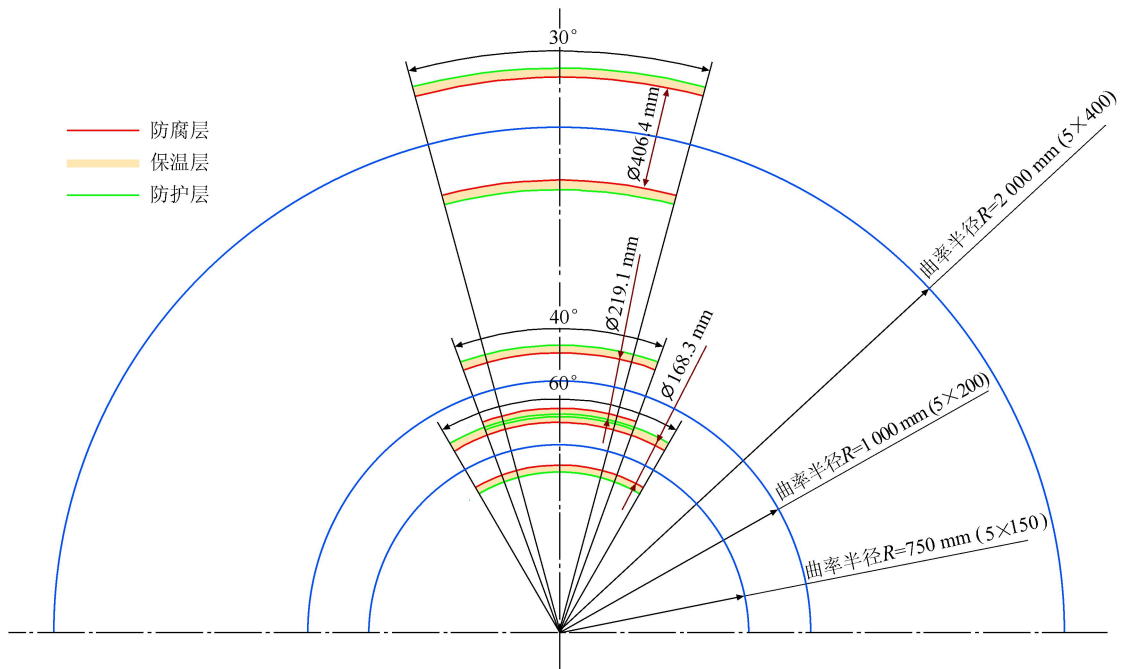


图 4 弯头直径对应曲率半径图

表3 弯头模具规格表

钢管管径(D)/ mm	3层PE防腐层 厚度( $\delta$ )/mm	聚氨酯泡沫 塑料厚度( $\delta$ )/mm	模具内径/mm		模具弧度/ (°)
			理论内径( $d_t$ )	实际内径	
406.4	$\geq 2.2$	$\geq 30$	470.8	473.0	30
323.9	$\geq 2.2$	$\geq 30$	388.3	—	暂未制作
273.0	$\geq 2.2$	$\geq 30$	337.4	—	暂未制作
219.1	$\geq 2.0$	$\geq 30$	283.1	285.0	40
168.3	$\geq 2.0$	$\geq 30$	232.3	234.0	60

2)补口带剪成需要的长度,并大于破口或划伤处100 mm。

3)补伤后,接口周围应有少量胶均匀溢出。

### 3.6 质量检验

以LG试采工程为例,防腐保温层质量应满足LG-SG-YB-SPE-004《LG气田试采地面工程埋地钢质管道防腐保温层技术规格书》和SY/T 0415—96《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》要求。

### 3.7 成品防腐保温管的储存和运输

防腐保温管的储存和运输应符合SY/T 0415—96《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》的要求。

#### 3.7.1 储存

1)防腐保温管的堆放场地地面应平整无杂物,有足够支撑防腐保温管的承载力,堆放场地不能有积水,防止防腐保温管受潮。

2)堆放场地应设置管托或埂道,LG试采工程堆放场地设置埂道,埂道高于地面150 mm,以保证防腐保温层不与地面接触。

3)防腐保温管堆放时,每批同类管子应放在一起,严禁不同种类、不同批号的管子混放,其堆放高度不得大于2 m。

4)防腐保温管不得长期日晒雨淋,堆放处应远离火源和热源,露天存放时间不应超过3个月。

5)防腐保温管在存放期间钢管两端应加封堵。

#### 3.7.2 运输

1)防腐保温管在捆扎、吊装、拉运时应采用宽度为150~200 mm的尼龙带或胶皮带,并保护好防腐保温层,严禁用钢丝绳缠绕防腐保温管。

2)防腐保温管装载高度同其堆放高度,均不得大于2 m。

## 4 结论

随着川渝地区高含硫气田的发现,川庆钻探工程公司油建公司在借鉴北方各大油田埋地钢质管道直管防腐保温成功经验的同时,研制出适合川渝地区保温管焊口聚氨酯泡沫补口及弯头聚氨酯泡沫保温的施工工艺,并在国内率先推广使用。该技术的成功应用,解决了LG气田地面试采工程焊口保温补口和弯头保温的技术难题,提高了管道的保温质量,填补了川渝地区管道保温、焊口聚氨酯泡沫补口和弯头聚氨酯泡沫保温的技术空白。

### 参 考 文 献

- [1] 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司.LG-SG-YB-SPE-004 LG气田试采地面工程埋地钢质管道防腐保温层技术规格书[R].成都:[出版者不详],2008.
- [2] 中国石油天然气总公司.SY/T 0415—96埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准[S].北京:石油工业出版社,1996.
- [3] 中华人民共和国建设部.CJ/T 114—2000高密度聚乙烯外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管技术标准[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [4] 国家经济贸易委员会.SY/T 0413—2002埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准[S].北京:石油工业出版社,2002.
- [5] 乔军平.钢质三层PE防腐技术兼容泡沫夹克保温管成型生产工艺[J].管道技术与设备,2007(5):17-19.

(修改回稿日期 2010-02-12 编辑 何明)