



Taihe
taihe

硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕

预制直埋保温管

天津市管道工程集团有限公司保温管厂



Taihe
taihe

一、企业简介

天津市管道工程集团有限公司保温管厂，是国内第一家将欧洲生产设备、制造技术和产品标准引入中国,进行预制直埋热水保温管生产的专业厂家，**1986年**,中国第一根“管中管”工艺预制直埋式保温管在我厂诞生。





Taihe
taihe

我厂目前主要生产“管中管”工艺聚氨酯保温管，“钢套钢”蒸汽保温管和“喷涂缠绕保温管”三种产品。

- 1、先进的生产设备。
- 2、完善的检测手段。
- 3、强大的生产能力
- 4、优秀的科研体系。

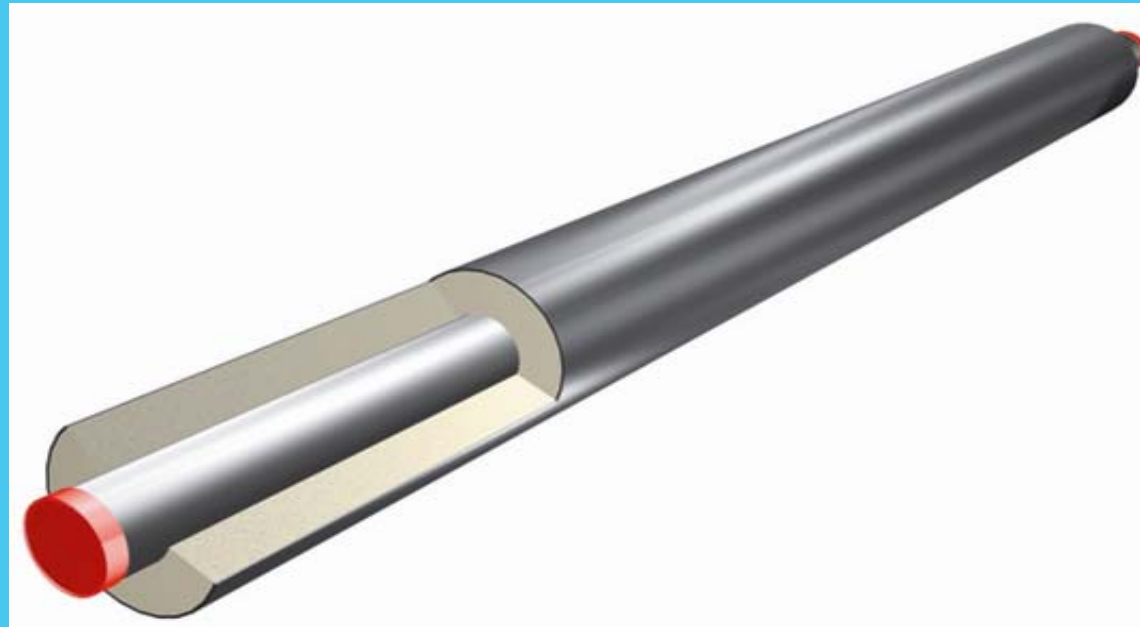




Taihe
taihe

二、保温管应用领域

- 1、预制直埋热水保温管是由输送介质的钢管、硬质聚氨酯保温层和聚乙烯外护管组成，具有良好的防腐保温效果和显著的节能效果，广泛应用于城市集中供热和城市集中供冷等领域，是公认的环保节能产品。在欧洲等发达国家已有近**50**年的使用历史，在我国也有近**30**年的使用时间





Taihe
taihe

2、集中供热、供冷特点

各地区和领域之间供热、供冷参数差异大，需要保温层厚度差异也较大。传统“管中管”工艺预制直埋保温管保温层厚度已标准化，相对固定，在某些工程中已经不能很好的适应工程的需要。

三、传统的预制直埋保温管生产工艺

1、生产工艺

目前生产企业普遍采用传统的“管中管”生产工艺，即：首先由挤出机加工标准的聚乙烯外套管；然后将除锈后的钢管安装支撑架后，穿入聚乙烯外套管中，采用管堵封闭管子两端，将聚氨酯原料注入环形空间，聚氨酯发泡后充满整个空间，然后拆卸管堵，完成保温管制作。



Taihe
taihe

2、工艺特点

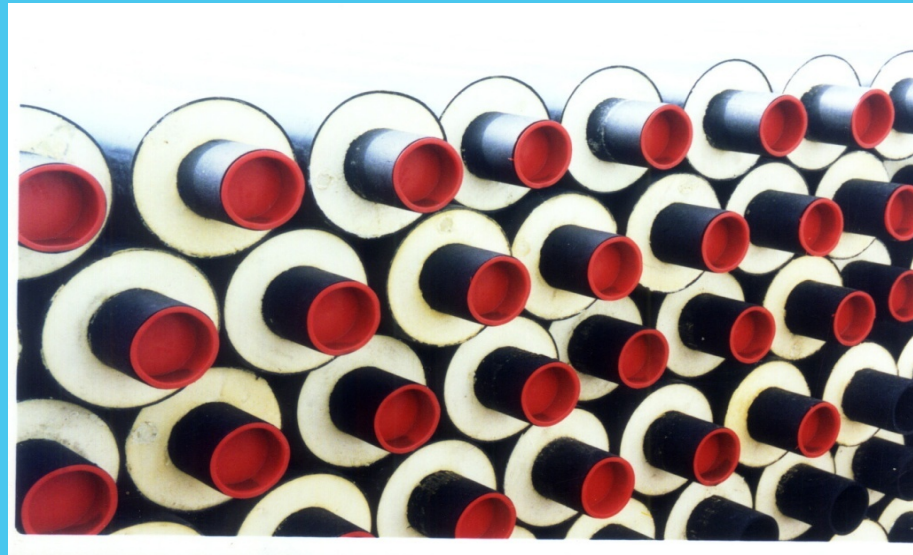
“管中管”生产工艺已有五十年历史，该工艺工序独立性强，便于专业操作和分工协作；产品规格化强，便于生产组织。但也存在一定的局限，即：产品规格相对固定，受应用领域、使用环境、输送介质温度差异等诸多变化因素影响，“管中管”工艺虽能适应市场的常规需要，但难以满足特殊用户的特定要求。

如果生产非标准化产品，就要按照不同保温层设计厚度大量加工聚乙烯套管挤出模具，发泡成型管堵，支撑块注塑模具等工装，加大了制造成本和工程投资，延长了生产和施工周期。



Taihe
taihe

- 3、随着城镇集中供热、供冷市场日趋成熟，工程项目精益化程度的提高，对保温管材市场的技术、质量、造价等方面都提出了新的、更高的要求。因此开发满足设计要求、性价比更为优化、工艺调整周期短、聚氨酯和聚乙烯厚度可调的保温管材生产工艺显得非常有必要。





Taihe
taihe

四、“喷涂缠绕保温管”开发介绍

1、针对传统保温管的不适应性，我厂开发了“喷涂缠绕保温管”。

2、2011年4月产品已通过天津经信委组织的 product 鉴定。



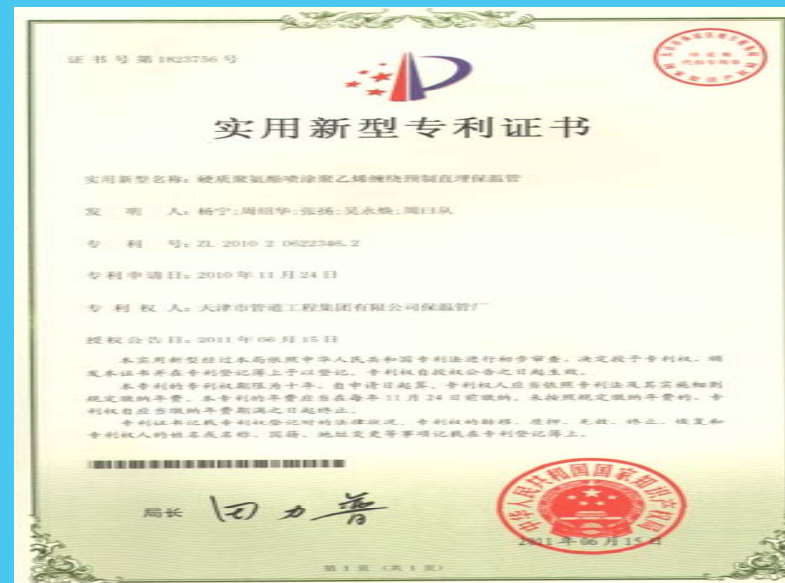


Taihe
taihe

四、“喷涂缠绕保温管”开发介绍

3、各项检测指标依据**CJ/T114-2000**，**EN253:2003**，**EN253:2009**标准进行检测，所检项目技术指标符合标准要求。

4、产品于**2010年11月**获得国家实用新型专利证书。





Taihe
taihe

5、2011年9月份我厂“喷涂缠绕保温管”企业标准正式获得天津市地方主管部门通过。标准号为Q/12BJ 6066-2011

6、该项目列为城建部科技开发项目并通过专家的鉴定





Taihe
taihe

- 7、喷涂缠绕保温管是欧洲上世纪**90**年代末开发出的一种新型保温管材。本世纪初，美国也开始生产，管径不大于**DN800**，喷涂缠绕保温管在国外已广泛应用于城市集中供冷和集中供热工程，目前掌握喷涂缠绕保温管生产工艺和技术的厂商在国外仅有为数不多的几家，处于技术垄断阶段。我厂是国内目前唯一掌握该产品生产制造核心技术的厂家。

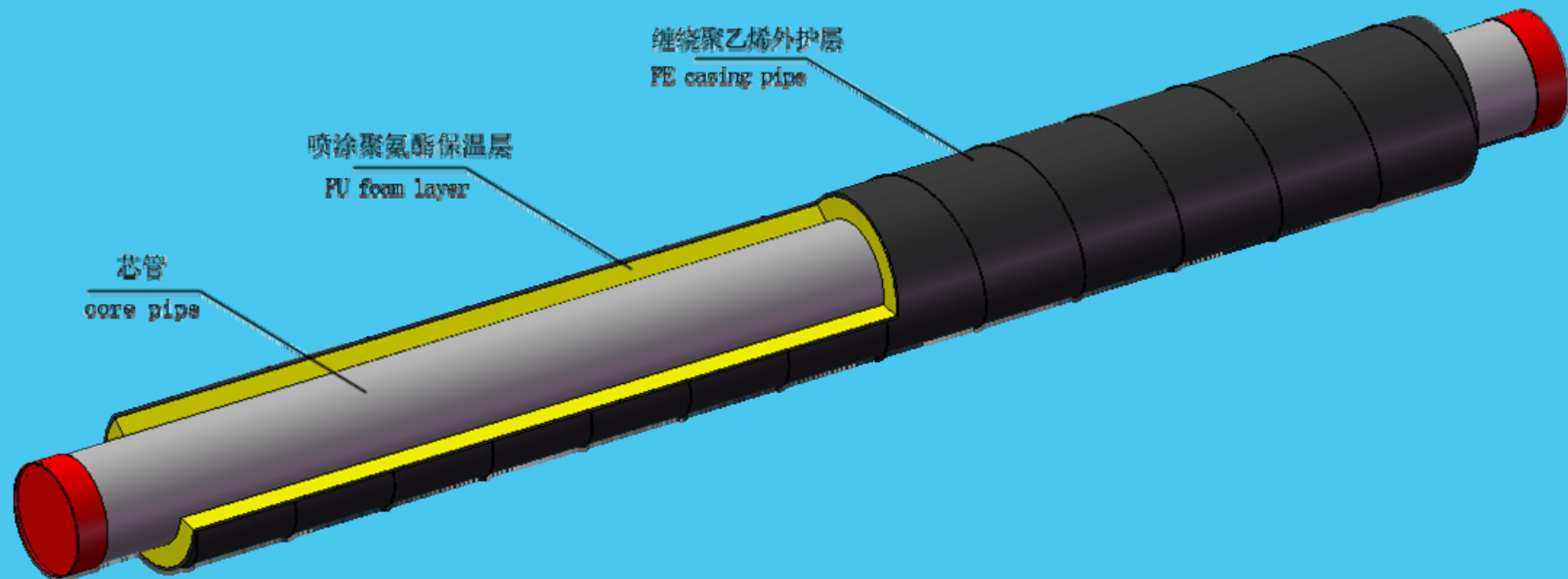




Taihe
taihe

五、“喷涂缠绕保温管”结构

“喷涂缠绕保温管”是由输送介质的钢管（芯管）、喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料保温层和缠绕聚乙烯外护层三部分组成。

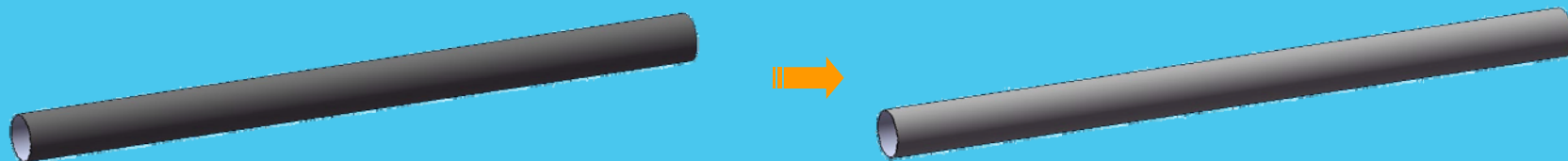




Taihe
taihe

六、“喷涂缠绕保温管”生产工艺

▶▶▶ 1. 钢管抛丸除锈

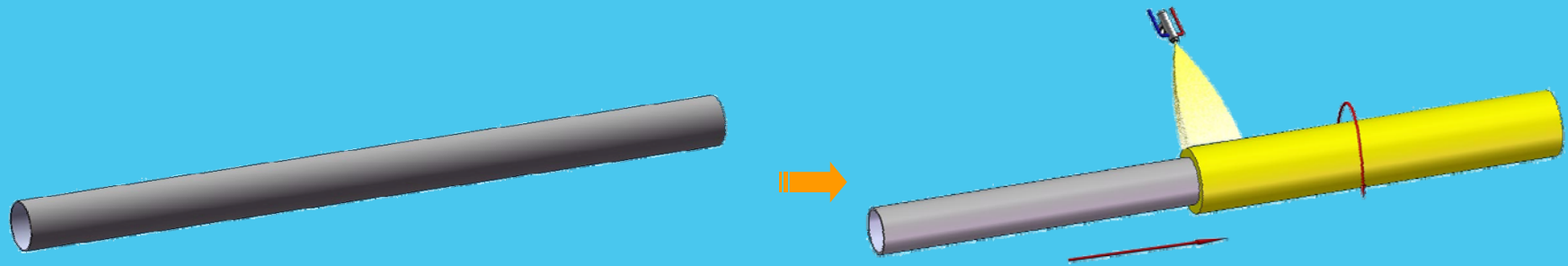


经过检验合格的钢管通过抛丸除锈处理，
表面除锈等级达到Sa2.5级标准。



Taihe
taihe

2. 硬质聚氨酯喷涂

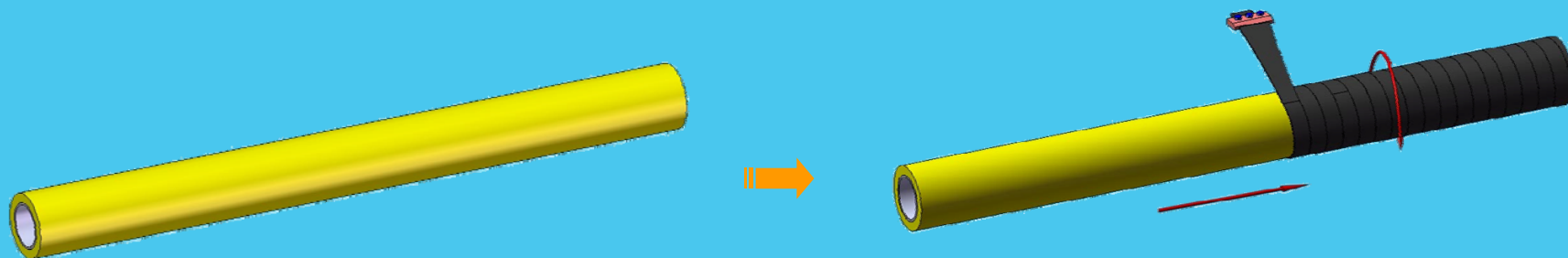


抛丸合格的钢管进行硬质聚氨酯喷涂，
达到设计保温层厚度。



Taihe
taihe

3. 聚乙烯外护层挤出缠绕

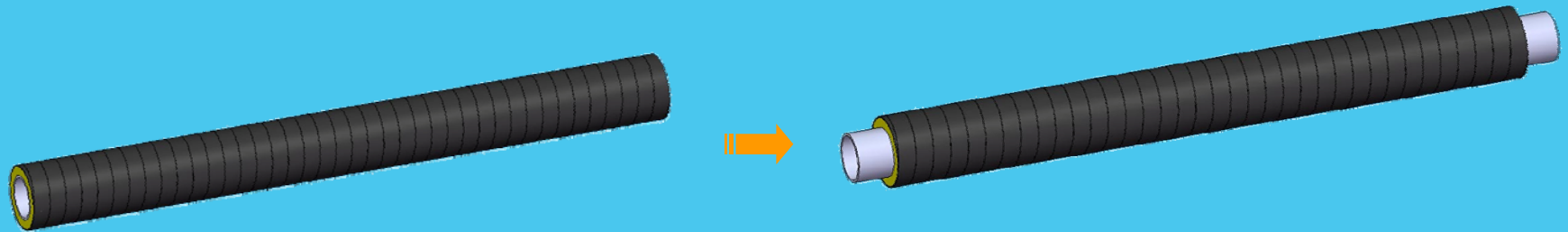


保温层喷涂完成，经检验合格后进行聚乙烯外护层挤出缠绕加工。



Taihe
taihe

4. 成品管端头切割修整



外护层加工完成，经检验合格后进行端头修整，切出裸露段。



Taihe
taihe

七、“喷涂缠绕保温管”产品主要性能指标

1、钢管：DN200及以上采用螺旋焊接钢管，材质选用Q235B，质量符合GB/T9711.1-1997要求。

2、HDPE外护层：质量及性能符合EN253及CJ/T114-2000标准要求，HDPE外护层性能指标见表1。

表1 HDPE外护层性能指标

项目	单位	性能指标
密度	Kg/m ³	≥940
碳黑含量	%	2.5±0.5
拉伸屈服强度	MPa	≥19
断裂伸长率	%	≥350
耐环境应力开裂	h	≥300
长期机械性能	h	≥2000
氧化诱导期（210℃）	min	≥20



Taihe
taihe

3、聚氨酯保温层：质量及性能符合**EN253**及**CJ/T114-2000**标准要求，聚氨酯保温层性能指标见表2

表2 聚氨酯保温层性能指标

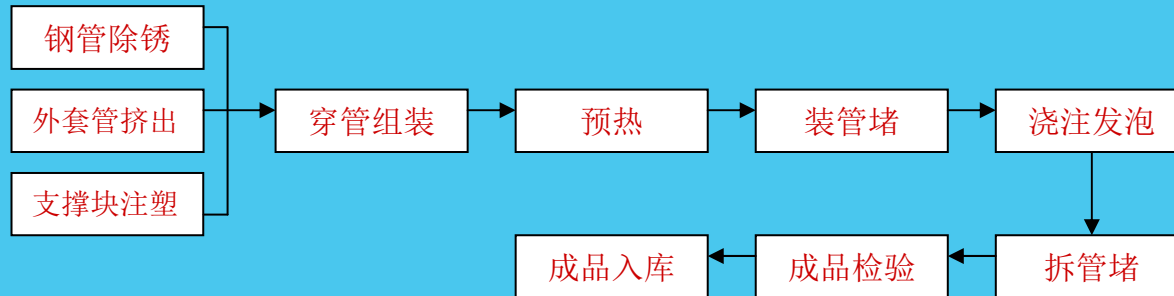
项目	单位	性能指标
芯部密度	Kg/ m ³	≥60
径向抗压强度（压缩10%）	MPa	≥0.3
闭孔率	%	≥88
高温吸水率	%	≤10
导热系数	w/m. k	≤0.025（10℃） ≤0.033（50℃）
长期耐温（连续运行30年）	℃	120



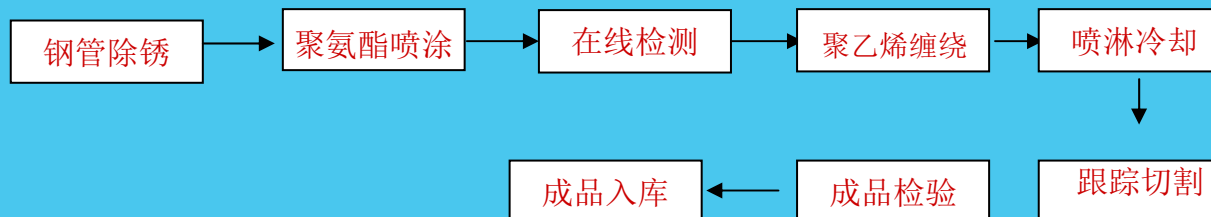
Taihe
taihe

八、两种工艺比较

1、“管中管”工艺流程



2、“喷涂缠绕”工艺流程





Taihe
taihe

3、两种工艺比较

(1)聚氨酯保温层厚度

传统的“管中管”生产工艺采用标准保温层厚度，通常供、回水管保温层厚度相同，由于回水管输送的介质温度较低，因此回水管保温层厚度偏大，造成资源浪费。“喷涂缠绕”生产工艺能够根据设计要求，在一定范围内可任意调整保温层厚度，对于同规格钢管可很方便地根据设计要求生产不同聚氨酯厚度的供、回保温管。生产过程无需增加相应的模具工装投入，灵活机动，简便易行。



Taihe
taihe

(2)管材聚氨酯密度分布

“管中管”生产工艺的特点决定了管材聚氨酯密度分布不均，密度梯度相对较大，为保证管材各部位密度指标不低于标准要求，就需要多注**40%-50%**的聚氨酯原料，形成工艺过程的质量过剩。

而喷涂缠绕工艺采用聚氨酯喷涂工艺，聚氨酯原料均匀喷涂在钢管上并沿着垂直于钢管轴向的方向发泡，不仅使聚氨酯的密度分布均匀，而且也提高了聚氨酯的抗压强度。同时均匀的聚氨酯密度分布也保证了聚氨酯物性的均匀性，尤其导热系数的均匀性，更加保证管材的节能效果。并且也减少了聚氨酯材料消耗。



Taihe
taihe

(3)管材应力水平

“管中管”生产工艺，聚乙烯外护管在聚氨酯注料成型过程中为束缚聚氨酯发泡产生的膨胀力，也需要加大其设计厚度，形成工艺过程的质量过剩；“管中管”发泡过程中聚乙烯外套管膨胀产生较大的内应力，外套管的壁厚需要保持一定的安全厚度。

“喷涂缠绕”工艺不存在发泡时对聚乙烯外护层产生膨胀应力，因此聚乙烯外护层厚度能够制作的相对较薄，降低了成本。



Taihe
taihe

九、两种生产工艺生产的保温管材质量比较

1、聚氨酯保温层密度分布

(1) “管中管”工艺保温管保温层密度分布

管径	左侧距端头 500mm	中间	左侧距端头 500mm	密度差
DN200	60	72.8	61.2	12.8
DN200	60.5	76.2	71.4	16.7
DN400	68.7	79.1	69.3	10.5

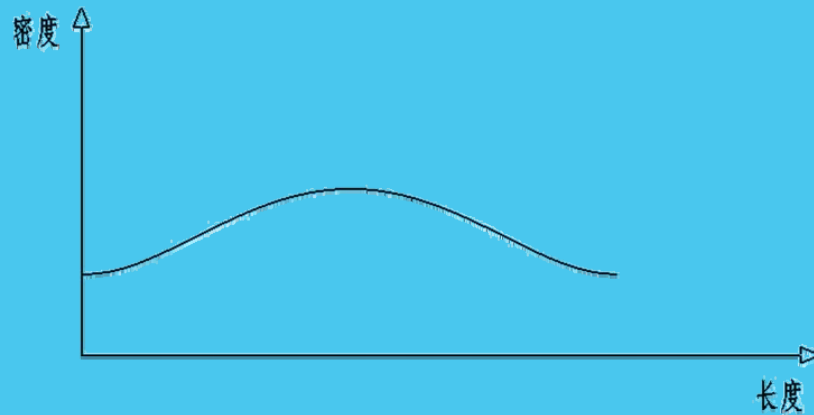
(2) “喷涂缠绕保温管”保温层密度分布

管径	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	密度 差
DN900	61 .2	61.2	65.6	63.1	61.2	60.5	63.3	60.3	66	62.8	65	5.7

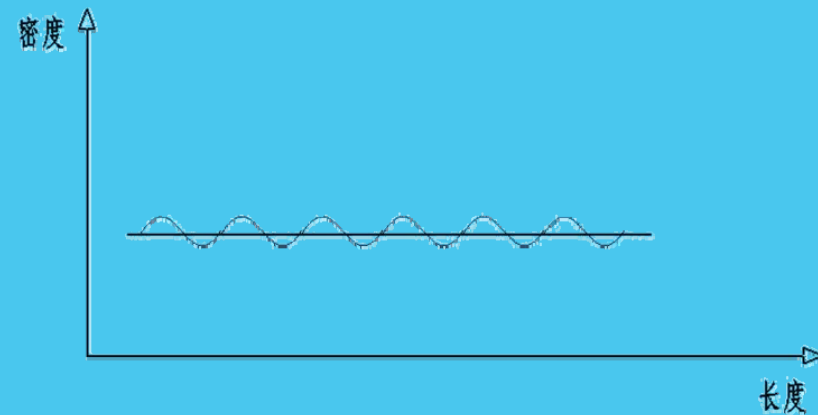


Taihe
taihe

(3) 保温层密度分布示意图



“管中管”工艺保温管保温层密度分布示意图



“喷涂缠绕”工艺保温管保温层密度分布示意图



Taihe
taihe

2、“喷涂缠绕保温管”保温层内部无空洞缺



“喷涂缠绕保温管”保温层



“管中管”工艺保温管保温层



Taihe
taihe

3、聚乙烯外护层应力水平。

(1) “管中管”保温管外护管膨胀率见下表

管径 DN1000*1155*15							
测点	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.8	6.8
发泡前周长	3615	3615	3615	3614	3614	3615	3619
发泡后周长	3662	3665	3667	3683	3673	3674	3671
膨胀率	1.3	1.38	1.41	1.91	1.63	1.63	1.44

(2) “喷涂缠绕保温管”收缩率

DN900*1032*6规格管材的4个端头，收缩率

如下1.31% 1.44% 1.48% 1.48%。



Taihe
taihe

(3)两种工艺聚乙烯外护层应力水平比较

可以看出“管中管”工艺膨胀率的分布与保温层的密度分布基本是一致的，也是中间大两端小的状态，因“喷涂缠绕保温管”的保温层密度分布均匀，所以外护层的收缩率只检测端头处。

从以上两种工艺管材数据对比可以看出，膨胀率与收缩率基本一致，根据聚乙烯管道应力计算公式： $\text{应力} = \text{弹性模量} \times \text{形变}$ ，可以得出如下结论：对于采用“喷涂缠绕工艺”即使在外护层减薄后，与传统的“管中管”工艺生产的管材相比，外护层和外护管的内应力仍基本是一致的，进而说明“喷涂缠绕保温管”外护层所确定的厚度是安全性。



Taihe
taihe

(4)低温试验

为了验证“喷涂缠绕保温管”外护层的质量，我厂**2011**年特意远赴内蒙古呼伦贝尔市鄂伦春旗大杨树镇进行产品低温试验，大杨树地区地处北纬**50**度左右，一月份的气温基本在零下**25**-零下**35**摄氏度之间，最低气温是在零下**33**-零下**40**摄氏度，将两种管材放置在这种低温环境中**4**个月的时间，外护层无损坏。



Taihe
taihe





Taihe
taihe





Taihe
taihe

4、“喷涂缠绕保温管”管材层间粘接力提高，抗剪切力增强。

(1) 聚氨酯材料喷涂时是将聚氨酯原料成雾状喷到钢管表面，原料接触钢管时是液状，然后再发起，所以保温层和钢管的粘接十分牢固。

(2) 聚氨酯发起后，表面有微小的凹凸，热熔的聚乙烯缠绕其表面再经冷却收缩，粘接力非常强，上述两界面良好的结合增强了管材的抗剪切能力。保证管子的三大主材——钢管、聚氨酯和聚乙烯形成牢固紧密的“三位一体”结构。



Taihe
taihe

十、“喷涂缠绕保温管”产品特点

- 1、聚氨酯保温层密度、导热系数、抗压强度等核心指标均匀一致，产品整体性能好。
- 2、聚氨酯保温层自由发泡形成，泡孔发起方向与管材轴向垂直，保温层抗压强度提高。
- 3、聚氨酯保温层采用喷涂成型，原料以液态型式喷涂到钢管外表面，然后发起，由于喷涂聚氨酯原料反应活性高，其粘结力优于其它工艺。
- 4、聚氨酯泡沫表面粗糙，有利于保温层和外护层之间的粘结。
- 5、聚氨酯保温层可以根据工程或设计需要的厚度喷涂，最薄厚度可达**15-20mm**。
- 6、聚乙烯外护层在保证其使用功能的前提下，可减薄厚度，节省成本。



Taihe
taihe

十一、喷涂缠绕保温管规格

钢管公称直径	钢管外径	系列1			系列2			系列3		
		保温层厚度	外护层公称外径 (Dc)	最小外护层厚度 (e _{min})	保温层厚度	外护层公称外径 (Dc)	最小外护层厚度 (e _{min})	保温层厚度	外护层公称外径 (Dc)	最小外护层厚度 (e _{min})
700	720	30	789	4.5	40	809	4.5	50	829	4.5
800	820	30	890	5.0	40	910	5.0	50	930	5.0
900	920	30	992	6.0	40	1012	6.0	50	1032	6.0
1000	1020	30	1092	6.0	40	1112	6.0	50	1132	6.0
1100	1120	30	1194	7.0	40	1214	7.0	50	1234	7.0
1200	1220	30	1294	7.0	40	1314	7.0	50	1334	7.0

实际生产过程中可以根据要求进行调整，保温层最大厚度可达**50mm**，最小厚度可达**15-20mm**。



Taihe
taihe

十二、管件生产及接口施工的解决方案

1、管件生产方案。

管件生产按照传统“管中管”工艺生产。

2、接口施工方案。

(1) 喷涂缠绕保温管之间接口的施工。

采用传统电热熔接头套的工艺施工。

(2) 喷涂缠绕保温管与管件或“管中管”工艺保温管之间接口的施工。

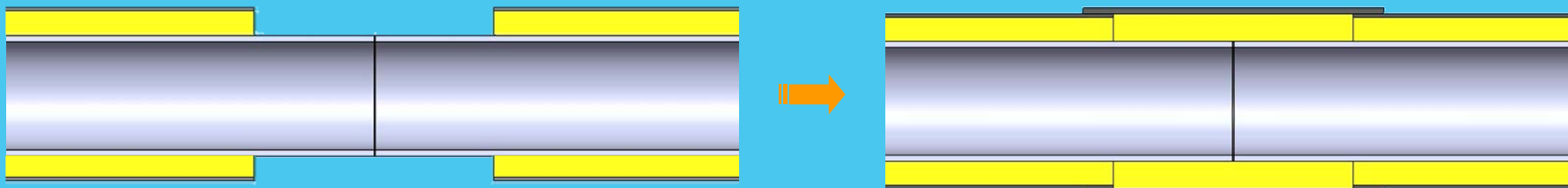
接口外套管连接采用电热熔接头套的工艺施工。因接口两端管材保温层和外护层厚度的不一致，所以接头套采用变径的形式。



Taihe
taihe

接口施工示意图

1、喷涂缠绕管之间的接口施工

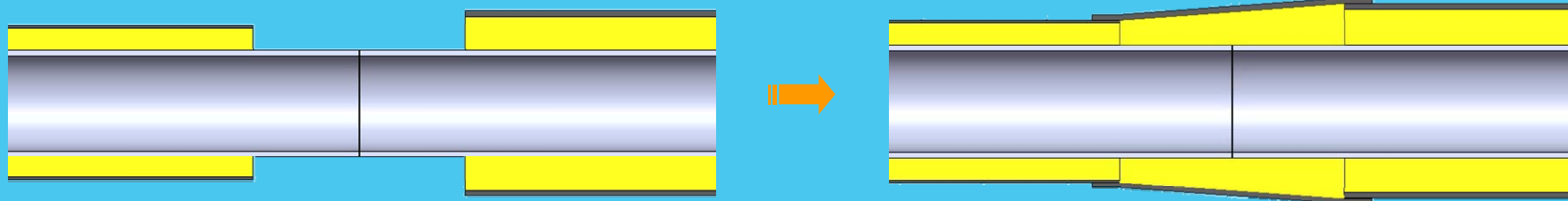


钢管焊接完成，检测合格后采用等径电热熔套进行接口外套管连接施工，外护管接口经气密性检验合格后进行聚氨酯注料发泡施工。



Taihe
taihe

2、喷涂缠绕管与管件之间接口施工



钢管焊接完成，检测合格后采用变径电热熔套进行接口外套管连接施工，外护管接口经气密性检验合格后进行聚氨酯注料发泡施工。



Taihe
taihe

十三、产品成本及应用前景分析

喷涂缠绕工艺技术改变了传统保温管的生产工艺、在保温管制造技术方面获得了重大突破，“喷涂缠绕保温管”与传统的保温管最大的优势是在成本上。喷涂缠绕工艺可以根据每个工程输送介质的温度，分别确定合理的经济保温层厚度，减少不必要的质量过剩。外护层厚度在内应力较低的情况下，只考虑外护层满足防腐、防护、运输、安装等要求的厚度，此厚度相对“管中管”工艺的外护管壁厚可以大幅度降低，节省了成本。

随着国家环保节能政策的大力推行，“喷涂缠绕直埋式保温管”产品优势必将益发凸显，具有较高的推广价值。