



原位热塑成型法(FIPP)管道衬管

一、主要内容

一、工法简介

二、工法特点

三、技术性能

四、技术对比

五、工程验收

一、FIPP衬管工法简介—概述

原位热塑成型工法是将衬管加热软化，牵引置入原有管道内部，通过加热加压与原管紧密贴合，然后冷却形成内衬管，简称**FIPP**(formed-in-place pipe)。

新型热塑性高分子材料



1000+KM施工案例

热塑成型
衬管工法

符合ASTM&ISO标准

主流技术：
原位固化&热塑成型

INSTALLATION	CONTACT NAME	PHONE NUMBER	FOOTAGE	PIPE SIZES
Bramwell, VA, ME	John Alanson	207-729-8874	2,208	12, 15, 18
Camp McJannet	Luke Whittle	256-631-5515	400	24
Canon AFB, NM	Don Reed	505-784-2071	10,872	4, 8, 10, 15
Cherry Point Naval Station, NC	Luff Rhodes	252-666-4726	15,500	6, 8, 10
Elmendorf AFB, Alaska	Hazem Yunis	907-552-3079	8,650	8, 10, 12, 16
Engle, OR	Rich Har	541-682-5565	15,350	4, 8, 10, 12, 18
Fl Lewis, WA	Larry Covey	253-612-1910	2,748	15, 24
FT McClellan, AL	Gary Stone	256-620-9054	7,881	8, 10, 12, 15, 18, 24
Georgia DOT	Rudolf Bittner	706-348-4848	112,581	12, 15, 18, 21, 24, 30
Hurlbut AFB, FL	Bryan Maxwell	407-632-8164	1,483	8
Heathcote, Tenry	Caroleeja Murrell	1180 12483132	14,642	12, 10, 15
Largay, AFB, VA	Bo Baker	757-431-2966	12,501	4, 8, 8, 10, 12
Lynchburg, VA	Bill Sneyd	804-847-9500	34,717	6, 8, 10, 12, 15, 21, 24
Maxstrom AFB, MT	Gary Campbell	406-731-8219	1,196	6
Maxwell AFB, AL	Taller Tucker	334-953-5889	8,227	6, 8, 12
Nashville, TN	Greg Belmont	615-962-9322	87,800	6, 8, 9, 15
New Westminister, BC	Stephen Day	604-527-4592	21,974	8, 10, 12, 15, 18, 24
NPOIC, WA	David Senneker	215-501-6514	197	6
Seattle, WA	Kathy Renee	201-615-1705	76,552	8, 10, 12, 24
St Petersburg, FL	Bill Koceman	813-272-8877	9,269	8, 9
Stone Mountain, GA	Richard Brockworth	770-468-5714	2,544	15, 18, 24, 30

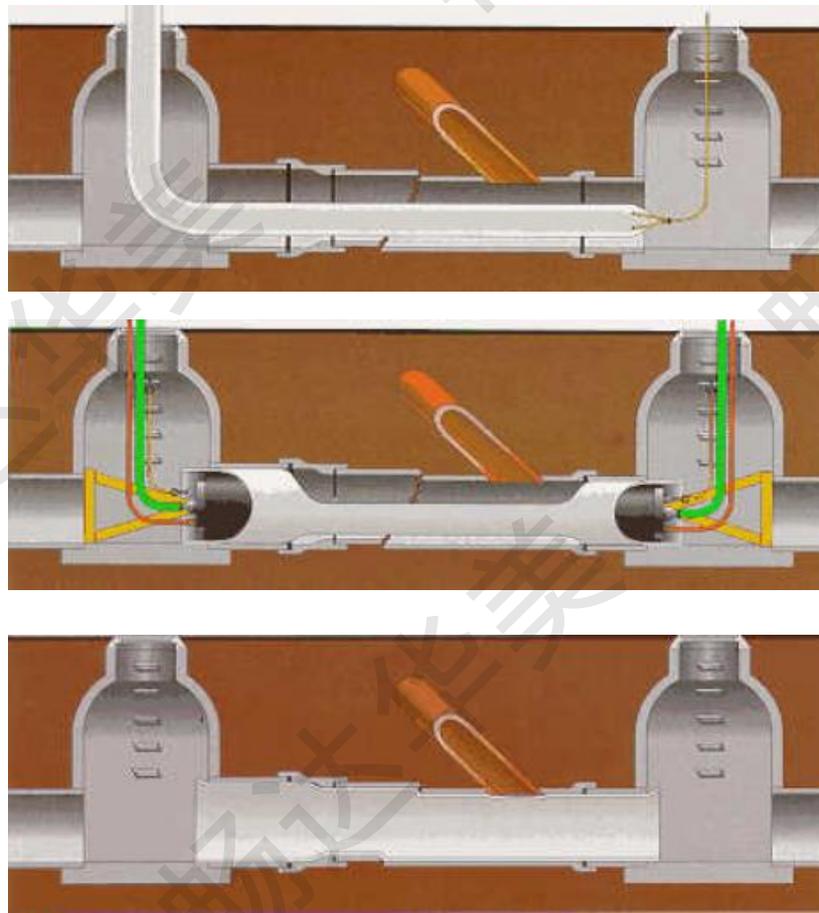


一、FIPP工法简介—原理

衬管软化 拉入母管

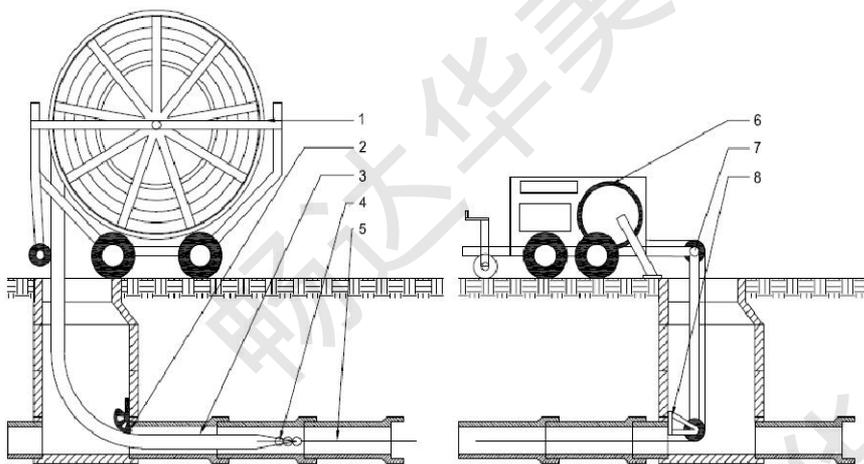
衬管加热&加压

衬管冷却成型 端口处理



视频演示

一、FIPP工法简介—设备



- 1 卷盘（卷盘所在井口为A口）
- 2 导轮
- 3 热塑成型内衬管
- 4 拉动头
- 5 牵引绳
- 6 绞车（绞车所在口为B口）
- 7 导轮
- 8 支撑



二、FIPP工法特点

工法特点

衬管在工厂预制，无需现场固化

修复后管道过流能力增加

严寒天气条件下施工

修复严重损坏的管道

修复带角度的管道

修复严重错位的管道

修复变径的管道

修复极端负荷条件下的管道

修复有部分渗漏的管道

与母管超紧密贴合

可用于压力和饮用水管道的修复

二、FIPP工法特点

1. 衬管在工厂中预制，无需现场固化

试验日期	2016年12月10日	产品名称	泰特非管道衬管通用材料 (DN150-DN1200)		
试验设备	Instron 8874 台式机				
数据					
拉伸	宽 (mm)	厚 (mm)	F _m (N)	拉伸弹性模量 (GPa)	拉伸强度 (MPa)
1	6.18	3.84	808.9	1.5	34
2	6.00	4.02	916.0	1.1	38
3	6.00	3.82	773.0	1.1	34
4	5.90	3.70	797.7	1.2	36
5	6.00	3.70	849.0	1.4	38
6	6.20	4.14	875.4	1.2	36
弯曲	宽 (mm)	厚 (mm)	F _m (N)	弯曲弹性模量 (GPa)	弯曲强度 (MPa)
1	10.16	4.00	74.608	2.5	63
2	10.10	3.94	84.297	2.7	55
3	10.40	4.12	75.780	2.6	56
4	10.40	4.22	80.210	2.8	59
5	10.40	3.82	76.822	2.6	57

国家建筑工程质量监督检验中心检验报告
TEST REPORT OF CHINA NATIONAL CENTER FOR QUALITY
SUPERVISION AND TEST OF CONSTRUCTION ENGINEERING

报告编号 (No. of Report): BETC-HJ1-2016-00300 共 2 页 第 2 页 (Page 2 of 2)

序号	检测项目	检测条件	技术要求	检测结果	单项评定
1	弯曲强度/MPa	(23±2)°C	----	69.3	----
2	弯曲模量/MPa	(23±2)°C	----	2636	----
3	抗拉强度/MPa	(23±2)°C	----	40.4	----
4	断裂伸长率/%	(23±2)°C	----	28.3	----

(以下空白)



二、FIPP工法特点

2. 修复后管道过流能力增加



修复完成后管壁光滑，虽然管径有略微减小（约2%），但流量可以增加20%以上。

左图为在美国厄罗岗州公路涵管的案例，加衬后的管道内壁还要进行糙化，以防止三文鱼由于管壁过于光滑，无法回游繁殖。

内衬管过流比计算（以DN400为例）

$$B = \left(\frac{0.013}{0.009} \right) \times \left(\frac{388}{400} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\% \approx 133\%$$

插管过流比计算（以PE100级 DN355 SDR21管材为例）

$$B = \left(\frac{0.013}{0.009} \right) \times \left(\frac{321.2}{400} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\% \approx 80.4\%$$

二、FIPP工法特点

流量计算依据

无压道流量可按下面公式计算：

$$Q = 0.312 \frac{D_E^{\frac{8}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

式中： Q ——管道的流量（ m^3/min ）；
 D_E ——原有管道平均内径（ m ）；
 S ——管道坡度；
 n ——管道的粗糙系数

修复后管道的过流能力与修复前管道的过流能力的比值应按下式计算：

$$B = \frac{n_e}{n_l} \times \left(\frac{D_l}{D_E} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\%$$

式中： B ——管道修复前后过流能力比；
 n_e ——原有管道的粗糙系数，取值参考表5.3.2；
 D_l ——内衬管的内径（ m ）；
 n_l ——内衬管的粗糙系数，取值参考表5.3.2，原位成型内衬管可取0.009。

管材类型	粗糙系数 n
PE管	0.009
原位成型内衬管	0.009
混凝土管	0.013
砖砌管	0.016
陶土管	0.014

注：本表所列是指管道在完好无损的条件下的粗糙系数。

二、FIPP工法特点

3.严寒天气条件下施工

2016年12月在北京永泰庄北路施工
(零下20摄氏度)

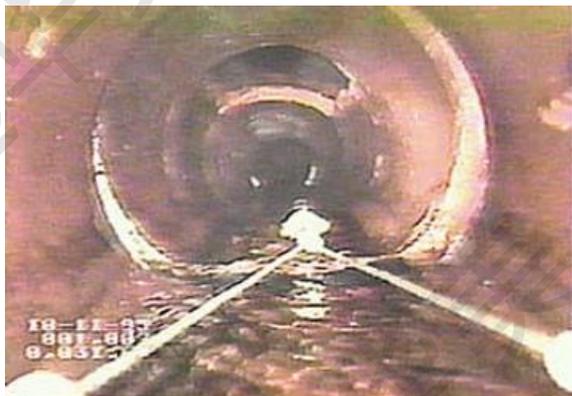


美国阿拉斯加州环境温度低于0华氏度
(零下18摄氏度)



二、FIPP工法特点

4. 修复严重损坏的管道



修复前的管道，已严重损坏



修复完成的管道

二、FIPP工法特点

5. 修复带角度的管道



二、FIPP工法特点

6. 修复严重错位的管道



二、FIPP工法特点

7.修复变径管道



二、FIPP工法特点

8. 修复极端负荷条件下的管道



DN300 埋深1.5米，阿拉巴马州 伯明翰市 一个伐木场外，每天路过百辆18轮重型卡车



DN300 埋深1.5米，阿拉巴马州 安尼斯顿市，每天路过30列货物列车

- 材料具备卓越的抗冲击性能，可用于承受极端荷载的管道修复（火车道，高速路下面的管道）

- 材料的柔韧性（断裂伸长率超过25%）导致其可以用于循环载荷（如地铁沿线），和地震多发区管道的修复

二 FIPP工法特点

9. 修复部分泄漏的管道



加衬前视频演示

加衬后视频演示

二、FIPP工法特点

10.与母管超紧密贴合



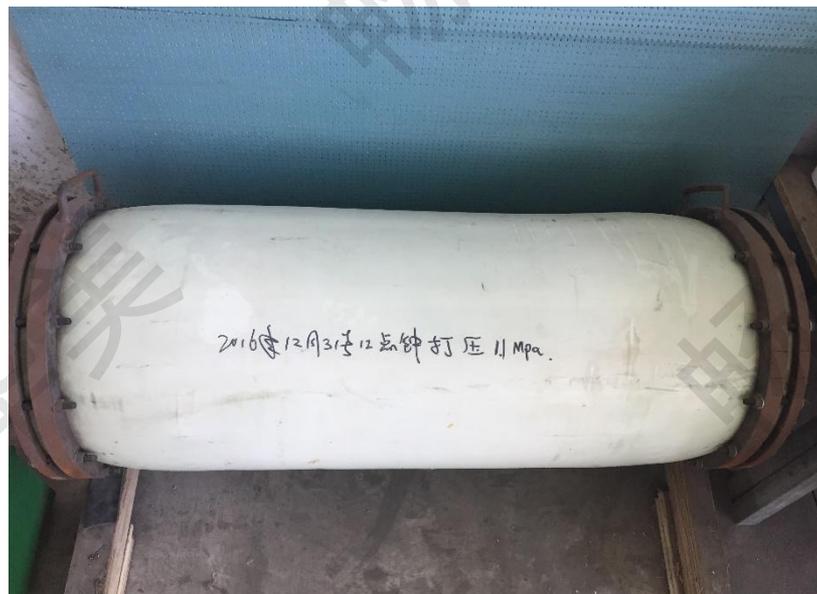
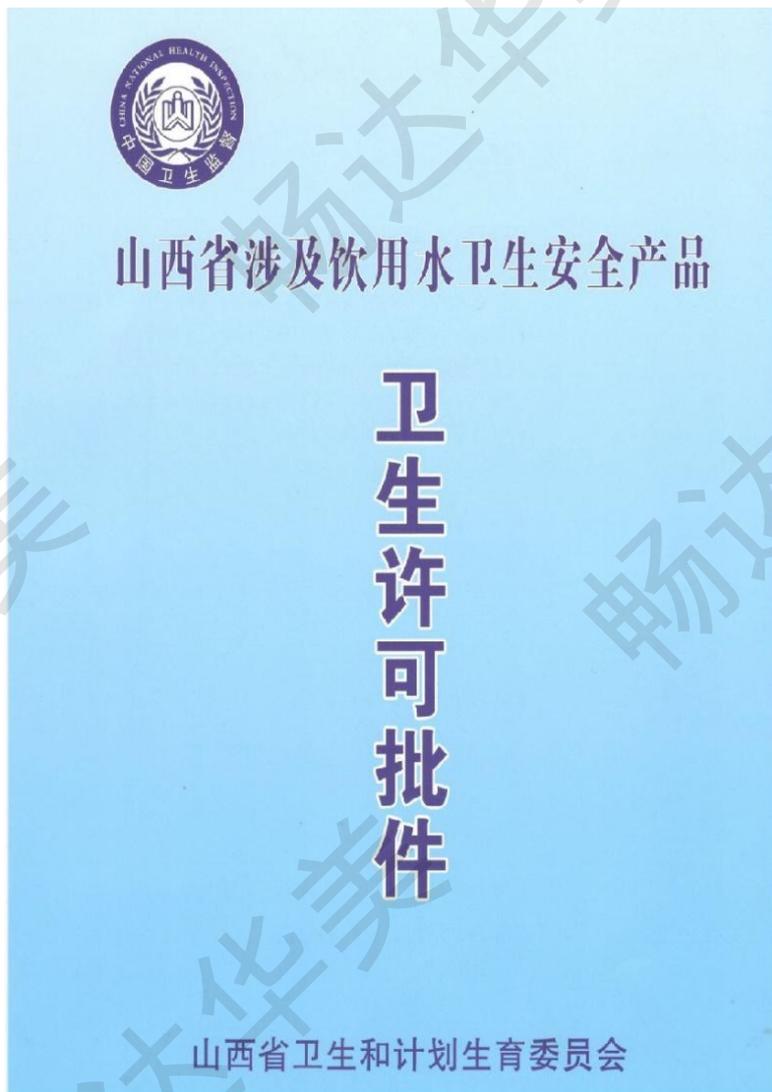
修复前的管道



修复后，超紧密贴合

二、FIPP工法特点

11.可用于压力管道和饮用水管道的修复



三、FIPP技术性能

项目	数值	标准
厚度	3毫米至20毫米	GB/T 8806—2008 塑料管道系统塑料部件尺寸的测定
弯曲模量	>2000兆帕	GB/T 9341—2008 塑料弯曲性能的测定
弯曲强度	>50兆帕	GB/T 9341—2008 塑料弯曲性能的测定
拉伸模量	>30兆帕	GB/T 1040.2-2006 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
断裂伸长率	>25%	GB/T 1040.2-2006 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
耐腐蚀性	适用于污水管道环境	GB/T 11547-2008 塑料耐液体化学试剂性能的测定
耐磨性	<20mg/1000g/1000r	GB/T1768-2006 色漆和清漆耐磨性的测定
工作环境	70°C以下	

三、FIPP技术性能

检验报告



2015000333Z (2015)国认监认字(077)号
CNAS L0230 检测

检 验 报 告

TEST REPORT

BETC-HJ1-2016-00300

工程/产品名称
Name of Engineering/Product 原位成型法管道衬管（特殊聚氯乙烯）

委托单位
Client 北京北排建设有限公司

检验类别
Test Category 委托检验

国家建筑工程质量监督检验中心
NATIONAL CENTER FOR QUALITY SUPERVISION
AND TEST OF BUILDING ENGINEERING

国家建筑工程质量监督检验中心检验报告

TEST REPORT OF NATIONAL CENTER FOR QUALITY SUPERVISION AND TEST OF BUILDING ENGINEERING

委托编号 (Commission No.): 2016-001819
报告编号 (No. of Report): BETC-HJ1-2016-00300 第1页 共2页 (Page 1 of 2)

委托单位 (Client)	北京北排建设有限公司			
地址 (ADD)	-----	样品编号 (NO.)	HJ1-2016-00300	
	名称 (Name)	原位成型法管道衬管（特殊聚氯乙烯）	状态 (State)	正常
样品 (Sample)	商 标 (Brand)	-----	规格型号 (Type/Model)	DN400
	生产单位 (Manufacturer)	北京北排建设有限公司		
送样日期 (Date of delivery)	2016-12-08	数量 (Quantity)	1组	
工程名称 (Name of engineering)	试验段。			
检验 (Test)	项 目 (Item)	弯曲强度、弯曲模量、抗拉强度、断裂伸长率。	地 点 (Place)	北京市朝阳区北三环东路30号
	仪 器 (Instruments)	化检191 万能材料试验机 (10 (kN), 500 (N))	日 期 (Date)	2016-12-09
检 验 依 据 (Test based on)	GB/T 1040.2-2006《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 9341-2008《塑料 弯曲性能的测定》			
判 定 依 据 (Criteria based on)	-----			
检 验 结 论 (Conclusion)				
所检项目结果见本报告第2页。 (本页以下无正文)				
备 注	检验数据见本报告的2页。			
批准 (Approval)	审核 (Verification)	主检 (Chief tester)	联系电话 (Tel)	报告日期 (Date)
			010-8428692	2016-12-09

国家建筑工程质量监督检验中心检验报告

TEST REPORT OF CHINA NATIONAL CENTER FOR QUALITY SUPERVISION AND TEST OF CONSTRUCTION ENGINEERING

报告编号 (No. of Report): BETC-HJ1-2016-00300 共 2 页 第 2 页 (Page 2 of 2)

序号	检测项目	检测条件	技术要求	检测结果	单项评定
1	弯曲强度/MPa	(23±2)°C	-----	69.3	-----
2	弯曲模量/MPa	(23±2)°C	-----	2636	-----
3	抗拉强度/MPa	(23±2)°C	-----	40.4	-----
4	断裂伸长率/%	(23±2)°C	-----	28.3	-----
(以下空白)					
备 注	所检项目按委托方要求进行试验, 仅出具检测结果, 不作评定。				

四、FIPP技术对比

	FIPP—热塑成型	CIPP--紫外	CIPP--水翻	胀插法	插管法
修复接口错位	✓	✗	✗	✓	✗
修复变径的管道	✓	变径5%以内可以施工	✗	✓	✗
修复带弯度的管道	✓	✗	✓	✗	✗
可以末端翻边，可用于压力管道；	✓	需定制	✗	✗	✗
延展性好，适用于地铁周围有载荷变化的管道	✓	✓	✓	✓	✗
材料环保，可修复自来水管	✓	特殊材料，价格高	特殊材料，价格高	✗	✗
管径损失较小	✓	✓	✓	✗	✗
对原管道内渗漏，淤泥及杂物的清理要求	较低	高	高	低	低

适用修复范围

五、工程验收

0. 生产厂家出厂检验

a. 型式检验（每年一次）

b. 常规检验



1. 材料进场检验



2. 施工完工检验



3. 工程现场取样抽检



五、工程验收

1. 材料进场检验

1. 检验生产厂家的产品合格证及出厂检测报告
2. 检验产品标识及外观完好性



五、工程验收

常规管径衬管壁厚对照表

母管管径	出厂壁厚	出厂外径	安装后壁厚	检测标准
DN300	> 6mm	280mm	>5mm	GB/T 8806-2008
DN400	>7mm	370mm	>6mm	
DN500	>8mm	460mm	>7mm	
DN600	>10mm	550mm	>8mm	

- 衬管出厂外径一般为待修复管道内径90%至95%，可以最大程度地防止待修复管道内径不规则造成的衬管皱褶
- 安装后衬管的壁厚减小率和衬管的膨胀率成线性关系（如衬管需膨胀5%，壁厚减小5%）
- 管道厚度可按具体工程要求增减变化

五、工程验收

4.完工检验

CCTV检测

- CCTV检测按CJJ/T210-2014 规定如下：
- 内衬管表面应光洁、平整，无局部划伤、裂纹、磨损、孔洞、起泡、褶皱、拉伸变形等影响管道结构、使用功能的损伤和缺陷。
- 内衬管应与原有管道贴附紧密。

壁厚检测

- 加衬施工完成后，应在两端管口处沿环向均匀间隔取至少6点进行壁厚测量，取算术平均值，任一端头的平均壁厚应不小于设计厚度。任一端头的最小壁厚应不小于设计壁厚的90%。

闭气试验

- 闭气试验按照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的相关规定进行。

备注：**FIPP**施工过程中的冷却过程本身就是闭气试验的过程，压力保持在超过**50KPa**，一般远超过于闭气试验的标准。

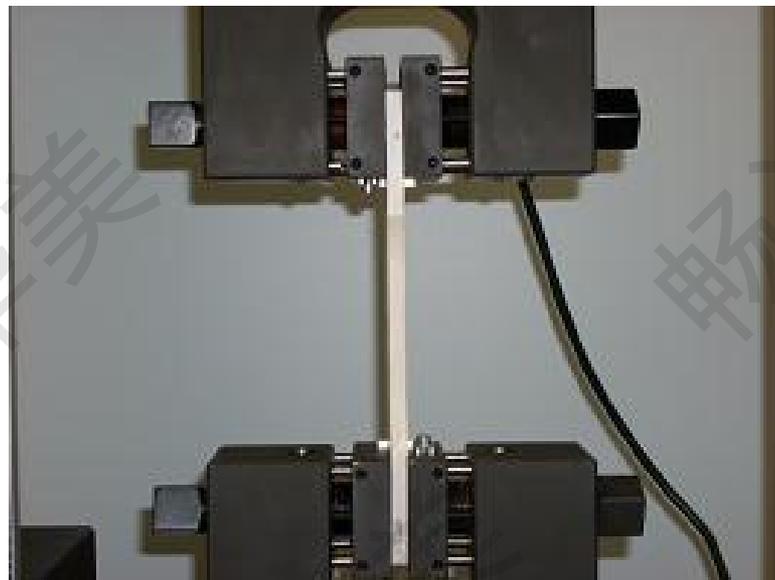
五、工程验收

4. 工程现场取样抽检



抗弯曲特性试验 **ASTM D790**

弯曲强度 $> 50\text{Mpa}$ ，弯曲模量 $> 2000\text{Mpa}$



抗拉伸特性试验 **ASTM D638**

$> 30\text{Mpa}$

六、验收

1. 出厂检验—管材型式检验（每年一次或有重大生产变更）

检测项目	检测方法	适用规范标准	合格标准
弯曲强度	取样试验室检测	GB/T 9341—2008	弯曲强度 > 50Mpa 为合格；
弯曲模量	取样试验室检测	GB/T 9341—2008	弯曲模量 > 2000Mpa 为合格
拉伸模量	取样试验室检测	GB/T 1040.2-2006	> 30Mpa 为合格
断裂伸长率	取样试验室检测	GB/T 1040.2-2006	> 25%
环刚度	取样试验室检测	GB/T 9647-2015	不小于设计值

六、验收

2. 出厂检验--常规检验

验收项目	检测方法	适用规范标准	合格标准
厚度	在被测截面上沿环向均匀间隔至少6点进行壁厚测量，取算术平均值	GB/T 8806--2008	壁厚应符合设计要求。
外观检验	目测	Q/141000CDG 001—2016	管外表面应光滑、平整，无裂口、凹陷和其他影响衬管性能的表面缺陷，衬管中不应含有可见杂质。

热塑成型施工工艺流程

1. 蒸管
2. 待修管段预处理
3. 做加衬前视频资料
4. 衬管拖入
5. 加A口管堵
6. 拖出B口
7. 衬管拉伸
8. 加B口管堵及安装加压装置
9. 吹胀预加热
10. 热塑成型
11. 管口处理
12. 做加衬后视频资料

热塑成型施工工艺流程1

1. 蒸管

可提前在出车前进行或到达现场后进行。

预定蒸管时间

- 管径大小
- 管材长短
- 管材壁厚

热塑成型施工工艺流程2

2. 待修管段预处理

- 管段内部清洗干净
- 无杂物和污水
- 确定母管尺寸与衬管尺寸相符
- 管段漏水情况确定

热塑成型施工工艺流程3

3. 做加衬前视频资料

热塑前做待修管段视频，留底存档。

热塑成型施工工艺流程4

4. 衬管拖入

- 把蒸好的衬管拖入待修管段，将加热软化后的衬管从修复的管段的一端（A口）通过牵引钢丝绳拖入所需修复的管段，当衬管从另一端管段（B口）拖出时暂停，将衬管从卷盘上沿井口上1.5米左右切割断开
- 预留需要的长度（需要提前计算）

热塑成型施工工艺流程5

5. 加A口管堵

将蒸汽管插入A口的切断管材端口内（插入深度5~10CM），用棉被将管口包裹好，长度约为1米左右，开启蒸汽阀门，加热3~5分钟，关闭蒸汽阀门，检查管端是否软化完成，如软化完成，及时使用大力钳工具把管口拉开，将管堵塞入管口内，管堵外端面需插入到距管口10CM以上方可，塞好管堵后，加上充气接头进行充气，充气压力一般为0.05MPa,充气完毕后，在距管堵外端面2cm左右位置将管材打固定孔，打孔时一定要注意不要打到管堵上，以免损伤管堵，固定孔需在管材两面对穿，打完后，将撬棍或铁链通达固定孔把管堵固定在当前位置即可（固定孔与管端面需有5cm以上的管材长度,如长度不够会出现安全问题），固定完成后请检查管堵是否被撬棍或铁链固定住了，如管堵端面与固定物还有一定距离，可将管堵内气体放出一部分后，将管堵往外拉出使端面与固定物保持贴合状态后再加压将管堵涨起固定住，如固定不稳当，管材吹涨时也有可能出现问题

热塑成型施工工艺流程6

6. 拖出B口

A口加堵固定完成后，将蒸汽管接到管堵接口上拧紧（注意有密封圈），打开蒸汽阀门加热拖入管段的衬管（此过程为预加热过程），预加热过程根据管材外径、长度、壁厚、环境气温及管段内漏水情况而定，一般时长约为8至15分钟（如有气温低及管段漏水严重时需延长时间），预加热完成后，关闭蒸汽阀门，打开牵引装置，将A口管端拖入井室内到达待修复管段管口处，此时B口处管端被拖出B口井口

热塑成型施工工艺流程7

7. 衬管拉伸

- B口拖出后，将A口管堵气压减少让蒸汽漏出一部分，加热至A口软化（一般为5分钟即可），将管堵气压加高使衬管口卡在待修管段管口处，开始拉伸
- B口拉伸一定程度以保证管道成型后底部没有褶皱

热塑成型施工工艺流程8

8. 加B口管堵及安装加压装置

- 重复A口加管堵过程，将B口管堵安装完成。
- 在B口处管堵连接管口连接吹胀加压装置，加压装置连接前需确认加压装置的加压阀门、压力表、温度表均完好无损

热塑成型施工工艺流程9

9. 吹胀预加热

把拖入的衬管加热8--12分钟或70度左右（以温度测量为准）

热塑成型施工工艺流程10

10. 热塑成型

B口处加压装置安装完成后，必须将加压阀门完全打开，然后打开A口端蒸汽阀门，开始二次预加热衬管，二次预加热过程需严格参考热塑施工二次加热工艺表进行操作，当二次预加热完成后，开始加压吹胀过程（加压吹胀过程需A口、B口人员严密配合，严格按照加压操作工艺表要求进行操作，通过对讲机随时保持联系，同步操作过程，以确保操作过程无失误），开始加压（此时应打开设备车上的空压机及冷干机，预备加压过程中配气操作时使用），B口人员将加压装置加压阀门缓缓关闭，每两分钟时间内缓慢均匀加压0.01MPa，不断升压直至衬管贴合待修复管道，加压过程中需注意温度压力变化情况，如A口进汽温度超过工艺表要求时，A口人员需缓慢打开空压机配气阀门进行配气操作，同时通过对讲机告知B口人员，使B口人员知道配气操作，以免加压过程压力波动较大出现问题，加压过程中应时刻注意衬管状况，当衬管两端与待修复管段管壁基本贴合时，A口B口人员需相互告知，预知进入保压换气阶段，A口人员缓慢关闭蒸汽阀门的同时，同步缓慢打开冷气阀门，此时B口人员按照工艺表要求进行保压操作，操作阀门反应应快速，务必使压力控制在工艺要求的范围内，A口人员在完全关闭蒸汽阀门并完全打开冷气阀门时应告知B口人员已完成换气过程，B口人员此时将压力维持住，开始观察出气口温度，当出口温度降到工艺要求的温度时，告知A口人员完成吹胀，A口人员关闭冷气阀，开始同时拆卸管堵；

热塑成型施工工艺流程11

11. 管口处理

把待修管口以外的余料切掉（预留8~10cm衬管），用水泥砂浆处理衬管与待修管段管口间隙。

热塑成型施工工艺流程12

12. 做加衬后视频资料

做热塑后的视频资料，留底存档



汇报完毕

