

团 体 标 准

T/CGAS 010—2020

城镇燃气管道非开挖修复更新工程 技术规程

Technical specification for trenchless rehabilitation and renewal of city gas pipeline

此文本仅供个人学习、研究之用，未经授权，禁止复制、发行、汇编、
翻译或网络传播等，侵权必究。

如需申请版权许可，请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处。
电话：010-66020179，e-mail: cgas@chinagas.org.cn

2020-09-01 发布

2020-09-01 实施

中国城市燃气协会 发 布

中国城市燃气协会标准全文公开浏览专用

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 设计 3

6 插入法 5

 6.1 施工准备 5

 6.2 施工 6

 6.3 过程检验与记录 6

7 工厂预制成型折叠管内衬法 6

 7.1 一般规定 6

 7.2 材料与设备 6

 7.3 施工准备 7

 7.4 施工 8

 7.5 过程检验与记录 8

8 现场成型折叠管内衬法 8

 8.1 一般规定 8

 8.2 材料与设备 8

 8.3 施工准备 9

 8.4 施工 9

 8.5 过程检验与记录 9

9 缩径内衬法 9

 9.1 一般规定 9

 9.2 施工准备 9

 9.3 施工 10

10 静压裂管法 10

 10.1 施工准备 10

 10.2 施工 10

 10.3 过程检验与记录 11

11 翻转内衬法 11

 11.1 一般规定 11

 11.2 材料与设备 12

 11.3 施工准备 12

 11.4 施工 12

11.5 过程检验与记录	13
12 试验与验收	13
12.1 一般规定	13
12.2 管道吹扫与试验	14
12.3 工程竣工验收	14
13 修复更新后的管道接支管和抢修	14
附录 A (规范性附录) 工厂预制成型折叠管记忆能力的测试	16
附录 B (规范性附录) 常温下环向拉伸应力的测定	17
附录 C (资料性附录) 工厂预制成型折叠管内衬法在役管道通畅情况的检查要求	20
附录 D (规范性附录) 现场成型折叠管内衬法施工工艺评定方法	21
附录 E (规范性附录) 翻转内衬法水压爆破测试与 90°剥离强度试验方法	23
附录 F (规范性附录) 翻转内衬法管状复合内衬材料与粘合剂性能测试	25

中国城市燃气协会标准全文公开浏览专用

前 言

为规范城镇燃气管道非开挖修复更新工程的设计、施工及验收,制定本标准。

本标准按照《中国城市燃气协会团体标准编写规则(试行)》技术文件起草。

本标准的内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、设计、插入法、工厂预制成型折叠管内衬法、现场成型折叠管内衬法、缩径内衬法、静压裂管法、翻转内衬法、试验与验收、修复更新后的管道接支管和抢修及附录。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利,本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国城市燃气协会标准工作委员会归口。

本标准负责起草单位:北京市燃气集团有限责任公司。

本标准参加起草单位:北京市燃气集团有限责任公司、北京市燃气集团研究院、上海燃气有限公司、深圳市燃气集团股份有限公司、广州燃气集团有限公司、港华投资有限公司、北京优奈特燃气工程技术有限公司、北京市煤气热力工程设计院有限公司、北京市公用工程设计监理有限公司、北京北燃环能工程科技有限公司、亚大塑料制品有限公司、北京焕发管道修复有限公司、卓裕(广东)工程建设有限公司。

本标准主要起草人:李清、雷素敏、白丽萍、张海梁、于燕平、王海华、曹国权、陈凡、杨鹏、王志伟、邢琳琳、李秀怀、谢高新、席丹、刘璐、井帅、郝蕴华、李夏喜、赵耀宗、曾祥福、秦业美、乔涛、翟琳。

本标准使用过程中如有建议或意见请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处或负责起草单位。负责起草单位:北京市燃气集团有限责任公司(地址:北京市西城区西直门南小街22号,邮政编码:100035,E-mail:bailp@bjgas.com)。

本标准由中国城市燃气协会制定,其版权为中国城市燃气协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国城市燃气协会书面许可,标准的任何部分不得以任何形式和任何手段进行复制、发行、改编、翻译和汇编。如需申请版权许可,请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处。

联系地址:北京市西城区金融大街27号投资广场B座6层

邮政编码:100032

电话:010-66219978

电子邮箱:cgas@chinagas.org.cn

中国城市燃气协会标准全文公开浏览专用

城镇燃气管道非开挖修复更新工程 技术规程

1 范围

本标准规定了城镇燃气管道非开挖修复更新工程的设计、插入法、工厂预制成型折叠管内衬法、现场成型折叠管内衬法、缩径内衬法、静压裂管法、翻转内衬法、试验与验收、修复更新后的管道接支管和抢修。

本标准适用于采用插入法、折叠管内衬法、缩径内衬法、静压裂管法和翻转内衬法对在役燃气管道进行沿线修复更新的工程。

本标准不适用于新建埋地城镇燃气管道的非开挖施工、在役管道的局部修补和架空燃气管道的修复更新工程。

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 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 3923.1 纺织品 织物拉伸性能 第1部分:断裂强力和断裂伸长率的测定(条样法)

GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定

GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定

GB/T 15558.1—2015 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第1部分:管材

GB/T 15558.2 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第2部分:管件

GB/T 23658 弹性体密封圈 输送气体燃料和烃类液体的管道和配件用密封圈的材料要求

GB 50028 城镇燃气设计规范

CJJ 33 城镇燃气输配工程施工及验收规范

CJJ 51 城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程

CJJ 63 聚乙烯燃气管道工程技术标准

CJ/T 358—2019 非开挖工程用聚乙烯管

HG/T 20606 钢制管法兰用非金属平垫片(PN 系列)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

管道非开挖修复更新 trenchless rehabilitation and renewal of pipeline

采用非开挖施工技术在在役管道原位对管道进行沿线缺陷修复,或者原位更新在役管道以改善其性能。

注:本标准中管道非开挖修复工艺包括插入法、折叠管内衬法、缩径内衬法和翻转内衬法,管道非开挖更新工艺为静压裂管法。

3.2

插入法 slip lining

采用机械的方法,将聚乙烯管拉入或推入在役管道内的修复工艺。

注:插入法也称内插法。

3.3

折叠管内衬法 fold-and-form lining

将折叠成 U 形或 C 形的聚乙烯管拉入在役管道内后,利用材料的记忆功能,通过加热、加压等方法使折叠管恢复原有形状和大小,并与在役管道紧密贴合的修复工艺。

注:本标准中折叠管内衬法包括工厂预制成型折叠管内衬法和现场成型折叠管内衬法。

3.4

缩径内衬法 deformed and reformed

采用模压或辊筒使聚乙烯内衬管外径缩小后置入在役管道内,再通过加压或自然复原的方法,使聚乙烯管恢复原来直径的修复工艺。

3.5

静压裂管法 static pipe bursting

以待更换的在役管道为导向,用裂管器将在役管道切开或胀裂,使其胀扩,同时将聚乙烯管拉入在役管道的更新工艺。

3.6

翻转内衬法 cured-in-place pipe

将浸渍胶粘剂的管状复合内衬材料用压缩空气或水为动力翻转推入在役管道,经固化后形成一层与管道内壁紧密结合的内衬层的管道内修复工艺。

3.7

管状复合内衬材料 tubular compound lining material

气密性内衬层与无缝织物浸渍热固结合,一次成型且无搭接、与在役管道内径一致的材料。

4 基本要求

4.1 施工前应对修复更新用材料进行外观检查和质量证明文件查验,并应符合下列规定:

- a) 聚乙烯管材表面划伤深度不应超过管材壁厚的 10%,且不应超过 4 mm;管件外包装应完好、无破损;管材、管件标志应清晰,合格证、检验报告等资料应齐全,非标准产品应参照相应的标准做性能试验或检验;聚乙烯管材与管件的存放期限应符合 CJJ 63 的规定;
- b) 翻转内衬法修复用管状复合内衬材料与粘合剂的包装应完好,标志应清晰,质量证明文件、第三方检验机构检验报告等资料应齐全,检验项目及标准应符合附录 F 的规定。管状复合内衬材料在自生产之日起 24 个月内使用,粘合剂在自生产之日起 12 个月内使用。

4.2 修复更新工艺采用的闭路电视管道内窥检测设备应具备全彩图片、记录、慢动作和逐帧回放等功能。

4.3 牵引设备的牵引能力应大于计算允许拖拉力的 1.2 倍,并有自控装置。

4.4 修复更新前应根据设计方案和现场实际情况制定在役管道停气、置换与放散方案;停气、置换与放散应符合 CJJ 51 的规定。

4.5 聚乙烯管道的连接及质量检查应符合 CJJ 63 的规定。

4.6 施工现场所使用的设备应满足工程需要,并应安全、低噪声,且不对空气、地面和水源造成污染。

4.7 修复更新工程验收合格后未投入使用的燃气管道应采取安全措施,且应符合 CJJ 51 的规定。

4.8 修复更新工程的施工过程记录除应符合本标准提出的要求外,还应满足管道完整性管理的需求。

5 设计

- 5.1 设计前应收集在役管道及施工现场的相关资料,并应进行工程勘察。
- 5.2 管道非开挖修复更新应根据在役管道的情况、现场环境、施工条件、修复更新后管道的输配能力及使用年限等因素,经技术经济比较后,选择合理的工艺。当需连续通过 90°弯头且不能断管时,可优先采用翻转内衬法修复工艺。
- 5.3 设计应符合 GB 50028 的规定,设计文件中应包括下列内容:
- a) 修复更新后管道的使用年限、最大允许工作压力等参数,最大允许工作压力的确定应满足 5.12 与 5.13 的要求;
 - b) 修复更新工艺;
 - c) 对在役管道内壁进行清洗的方法及要求;
 - d) 工作坑及预留三通的位置;
 - e) 修复更新后管道与热力管道的水平、垂直净距不能满足要求时采取的有效隔热措施。
- 5.4 修复更新工艺对在役管道内壁的清理应符合表 1 的规定。

表 1 在役管道内壁的清理

工艺名称	清理要求
插入法	无影响插管的污物及尖锐毛刺
折叠管内衬法	无明显附着物、无尖锐毛刺
缩径内衬法	无明显附着物、无尖锐毛刺
静压裂管法	在役管道不堵塞,能满足施工要求
翻转内衬法	达到 Sa2.5 除锈等级,表面无可见的油脂和污物,且无氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质。任何污染物的残留痕迹应仅呈现为点状或条纹状的轻微色斑

- 5.5 在三通、阀门、凝水缸、弯头、预留接气点及分段起止点等处宜进行断管,并同时设置工作坑。
- 5.6 修复更新用聚乙烯管材、管件应选用 PE100 或 PE100-RC 聚乙烯混配料。管材、管件的质量应符合 CJ/T 358 和 GB/T 15558.2 的规定。
- 5.7 当修复工艺需要将修复用聚乙烯管道拖拉进入在役管道时,其最大允许拖拉力应按式(1)计算:

$$F = \sigma \times \frac{\pi(d_n^2 - d_o^2)}{12} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F —— 允许拖拉力,单位为牛(N);

σ —— 管材的屈服拉伸强度,单位为牛每平方米(N/mm²);PE100, $\sigma=20$ N/mm² 或实测值;

d_n —— 聚乙烯管道外径,单位为毫米(mm);

d_o —— 聚乙烯管道内径,单位为毫米(mm)。

- 5.8 修复更新用管材外径与在役管道内径的关系应符合表 2 的规定。根据在役管道内径,可选用非标准外径的管材,并应进行管道连接设计。

表 2 不同修复更新工艺的适用条件和范围

修复更新工艺		修复更新用管道材质	适用在役管道公称尺寸 DN	新管外径 d_n 与在役管内径 d_o 的关系	分段施工的最大适宜长度 m
插入法		聚乙烯	80~600	$d_n \leq 0.90d_o$	300
折叠管内衬法	现场成型	聚乙烯	160~400	$0.98d_o \leq d_n \leq 0.99d_o$	300
	工厂预制成型	聚乙烯	100~500	$0.95d_o \leq d_n \leq 0.98d_o$	500
缩径内衬法(含模压法和辊筒法)		聚乙烯	100~500	$0.90d_o \leq d_n \leq 1.04d_o$	300
静压裂管法		聚乙烯	100~400	$d_n \leq d_o + 100 \text{ mm}$	—
翻转内衬法		管状复合内衬材料	100~1 000	$d_n = d_o$	400
注：“—”表示无要求。					

5.9 当选用 SDR21、SDR26 的聚乙烯管作为修复更新用材料时,应考虑因在役管道结构失效,在停气检修时由外载荷及管道负压产生的管道失稳、竖向变形过大等问题。

5.10 插(衬)入的聚乙烯管与在役管道两端的环形空间应采用柔性透气填料封堵。

5.11 不同修复更新工艺的适用条件和范围宜符合表 2 的规定。当在役管道公称尺寸超过表 2 的规定时,应经修复更新工艺论证后确定。

5.12 当采用聚乙烯管材作为修复更新用材料时,聚乙烯管材的标准尺寸比(SDR)宜符合表 3 的规定,修复后聚乙烯管道的最大允许工作压力应符合表 4 的规定。

表 3 修复更新工艺用聚乙烯管材的标准尺寸比(SDR)

修复更新工艺	插入法	现场成型折叠管内衬法	工厂预制成型折叠管内衬法	缩径内衬法	静压裂管法
标准尺寸比 SDR	11,17/17.6	26	17/17.6,21,26	11,17/17.6	11
采用工厂预制成型折叠管内衬法修复时, $d_n \geq 100$ 的聚乙烯管材不应采用 SDR21 系列,小于 $d_n \geq 160$ 的聚乙烯管材不应采用 SDR26 系列。					

表 4 修复后聚乙烯管道的最大允许工作压力

单位为兆帕

城镇燃气种类		PE100			
		SDR11	SDR17/17.6	SDR21	SDR26
天然气		0.40	0.40	0.40	0.40
液化石油气	混空气	0.40	0.30	0.30	0.30
	气态	0.30	0.20	0.20	0.20
人工煤气	干气	0.40	0.30	0.30	0.30
	其他	0.30	0.20	0.20	0.20
注:最大允许工作压力以 20℃ 为参考工作温度。					

5.13 翻转内衬法修复适用于设计压力不大于 2.5 MPa 的在役燃气管道,且修复后管道的最大允许工作压力不应高于修复前在役管道的最高工作压力。

注:修复前在役管道的最高工作压力指修复前在役管道实际可以运行的最高工作压力。

6 插入法

6.1 施工准备

6.1.1 施工现场应具有放置机具、设备和管材的空间,且在起始工作坑的延长线上应具有放置施工段聚乙烯管所需的位置。

6.1.2 修复更新前应清除地面和工作坑底的石块和尖凸物,工作区域应设置围挡。

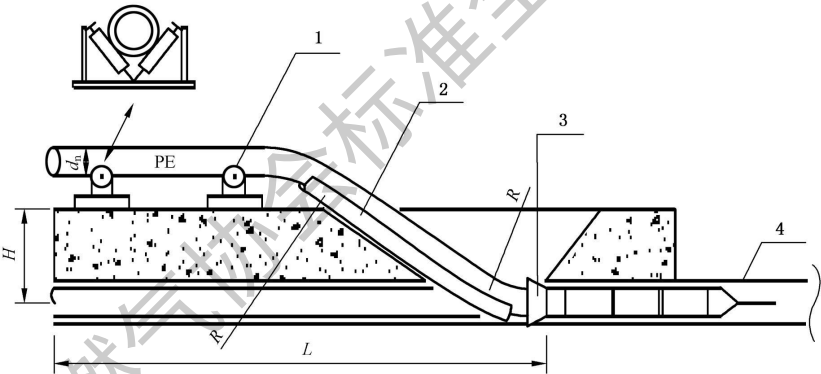
6.1.3 施工现场应确定断管部位、工作坑的位置及穿插聚乙烯管道的分段等。工作坑应避开地下构筑物、地下管线及其他障碍物。

6.1.4 起始工作坑(见图 1)最小长度宜按式(2)计算:

$$L = [H \times (4R - H)]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- L —— 工作坑最小长度,单位为米(m);
- H —— 敷设深度,单位为米(m);
- R —— 聚乙烯管道允许弯曲半径,单位为米(m),且 $R \geq 25d_n$ (d_n 为聚乙烯管道外径)。



说明:

- 1——地面滚轮架;
- 2——耐磨垫;
- 3——喇叭形导入管;
- 4——在役管道。

图 1 插入法工作坑示意

6.1.5 插管前应对在役管道内壁进行检查和清理,并应符合下列规定:

- a) 应采用闭路电视管道内窥检测设备核实插管路线、窥查管道内障碍物情况,确定在役管道清理方案;
- b) 清理后应采用闭路电视管道内窥检测设备对管道内壁进行内窥检查,并应满足 5.4 的要求;
- c) 应对清理出的污水、污物进行收集,并集中处理;
- d) 清理后的管道应及时施工或对管道两端进行封堵保护。

6.1.6 插管前应采用长度不小于 4 m,且与待插入管道同径的聚乙烯检测管段穿过在役管道,并检测其表面划痕深度不应超过壁厚的 10%,且不应超过 4 mm。

6.2 施工

6.2.1 待插入的聚乙烯管道应采用热熔连接,且焊口应进行 100%切边检查。

6.2.2 插入前应在在役管道端口加装一个表面光滑、阻力小的导滑口,并在导滑口上涂敷不对聚乙烯管产生影响的润滑剂,且工作坑外聚乙烯管应放置在滑轮支架上拖拉。

6.2.3 聚乙烯管插入在役管道后,每段插入管伸出在役管道端口的长度应在管道拉伸变形恢复后满足管道连接操作的要求,并及时对插入管段两端进行临时封堵。

6.2.4 插管完成后宜分段进行强度试验,试验应符合 CJJ 63 的规定。

6.2.5 工作坑内插入管之间的连接应符合下列规定:

- a) 连接前应经过不少于 24 h 应力松弛,并在两段 PE 管上的连接管件处设置支撑点;
- b) 固定口焊接应采用电熔连接。

6.2.6 当聚乙烯管道与在役金属管道连接时,应选用钢塑转换管件连接或法兰连接。当采用法兰连接时,宜设置检查井。法兰盘、紧固件应经防腐处理,法兰垫片应采用丁腈橡胶、氟橡胶等材料,并应符合 GB/T 23658 的规定,垫片尺寸应符合 HG/T 20606 的规定。

6.2.7 连接完成后应对连接部位进行检查,确认无泄漏后,方可拆除工作坑支护并回填。工作坑回填应符合 CJJ 63 的规定。

6.3 过程检验与记录

6.3.1 施工过程中应检查每段插入的聚乙烯管伸出在役管道端口至少 1 m 长管段的外表面,表面完好或表面划痕深度不应超过聚乙烯管壁厚的 10%,且不超过 4 mm 判定为合格。

6.3.2 施工过程记录至少应包括下列内容:

- a) 焊口的焊接记录;
- b) 连接点和保护结构大样图(比例 1:50);
- c) 闭路电视管道内窥检测记录;
- d) 检测管段的情况记录。

7 工厂预制成型折叠管内衬法

7.1 一般规定

7.1.1 预制成型折叠管在出厂前应进行模拟实际工程的安装测试,并提供测试报告。

7.1.2 预制成型折叠管制造商应提供安装手册,并在安装手册中提供下列参数:

- a) 复原所需要的最大和最小内压力值;
- b) 复原时管道内部和外部表面应达到的最大和最小温度;
- c) 允许最大牵引力;
- d) 最小安装弯曲半径;
- e) 允许的环境温度范围。

7.1.3 预制成型折叠管应按照附录 A 和附录 B 进行管材记忆能力测试与常温下环向拉伸应力测定,合格后方可开工。

7.2 材料与设备

7.2.1 制造商应提供制造阶段的折叠管管径、壁厚、形状及其允许偏差等资料。

7.2.2 模拟安装测试后的管材样品的壁厚应符合表 5 的规定。尺寸测量应符合 GB/T 8806 的规定。

表 5 模拟安装测试后的管材样品的壁厚 单位为毫米

最大平均外径 $d_{em,max}$	壁厚							
	SDR17		SDR17.6		SDR21		SDR26	
	最小壁厚 e_{min}	最大平均壁厚 $e_{m,max}$	最小壁厚 e_{min}	最大平均壁厚 $e_{m,max}$	最小壁厚 e_{min}	最大平均壁厚 $e_{m,max}$	最小壁厚 e_{min}	最大平均壁厚 $e_{m,max}$
100	5.9	7.1	5.7	6.9	4.8	5.9	3.9	4.9
125	7.4	8.8	7.1	8.5	6.0	7.3	4.8	5.9
150	8.9	10.5	8.6	10.2	7.2	8.6	5.8	7.0
200	11.9	13.9	11.4	13.3	9.6	11.3	7.7	9.2
225	13.4	15.6	12.8	14.9	10.8	12.6	8.6	10.2
250	14.8	17.1	14.2	16.4	11.9	13.9	9.6	11.3
300	17.7	20.4	17.1	19.7	14.3	16.6	11.6	13.5
350	20.6	23.6	19.9	22.8	16.7	19.3	13.5	15.6
400	23.7	27.1	22.8	26.1	19.1	21.9	15.3	17.7
500	29.7	33.5	28.3	32.2	23.9	27.3	19.1	21.9

7.2.3 预制成型折叠管内衬法施工应具备下列施工设备和工具：

- a) 带有整套过程控制系统的蒸汽发生器；
- b) 卷盘拖车；
- c) 具有图形或数字形式记录的绞盘装置；
- d) 数据存储器；
- e) 水汽分离器；
- f) 聚乙烯管焊接机具；
- g) 管道导向装置；
- h) 扩口器、牵引头、窗口切割器；
- i) 其他标准工具、设备及辅助设备。

7.2.4 预制成型折叠管的存放、搬运与运输应符合 CJ/T 358 的规定，并应符合下列规定：

- a) 不应应对预制成型折叠管造成机械损伤；
- b) 管材表面不应产生超过壁厚 10%，且超过 4 mm 的划痕，不应有永久弯曲、皱痕或折痕等损伤。

7.3 施工准备

- 7.3.1 穿管前应对在役管道内壁进行检查和清理，并应满足 6.1.5 的规定。
- 7.3.2 清理检查合格后应检查在役管道的通畅情况，对检查受阻的管段应开挖处理。检查要求参见附录 C。
- 7.3.3 应对在役管道系统的结构状况、阻碍物、管道的沉降和(或)变形及泄漏情况等进行测定并记录。
- 7.3.4 工作坑的长度不宜小于式(3)的计算值：

$$L = 10 \times D + h \dots\dots\dots (3)$$

式中：

L ——工作坑长度,单位为米(m)；

D ——内衬管外径,单位为米(m)；

h ——连接装置的长度,单位为米(m)。

7.4 施工

7.4.1 当预制成型折叠管被牵引进入在役管道时,应采取措施防止砂砾等杂物进入折叠管与在役管道间的环形空间。

7.4.2 在预制成型折叠管被牵引进入的在役管管口宜设置摩擦阻力小、表面光滑的导向装置或折叠管保护装置。

7.4.3 每段预制成型折叠管伸出在役管道端口的长度不宜小于 1.5 m。

7.4.4 预制成型折叠管两端应焊接密封板,安装温度和压力传感器,并与蒸汽及压缩空气的接口连接。

7.4.5 当已通入的蒸汽温度达到安装手册中的规定值时,可通入压缩空气。压缩空气的压力应满足合格的模拟安装测试报告的要求。

7.4.6 保持预制成型折叠管内的压缩空气压力,直到接收坑内折叠管的管外壁温度达到安装手册的规定值。

7.4.7 预制成型折叠管恢复圆形后,稳压时间不宜少于 24 h。

7.4.8 在复原过程中,应至少每 2 min 自动测量和记录 1 次温度和压力。复原温度和压力应严格遵守折叠管制造商所提供的工艺条件。

7.4.9 就位后的预制成型折叠管连接前,应在内衬管的端口安装一个刚性的内部支撑衬套。

7.4.10 工作坑内预制成型折叠管的连接除应满足 6.2.5、6.2.6 的要求外,还应符合下列规定：

- a) 对 SDR17/SDR17.6、SDR21 系列非标准外径预制成型折叠管,当扩径至与标准聚乙烯管外径及壁厚一致时方可进行连接;当采用扩径的方式不能满足标准壁厚时,应采用变径管件连接。
- b) SDR26 系列非标准外径的预制成型折叠管应采用变径管件连接。

7.4.11 当预制成型折叠管为 SDR21 与 SDR26 系列时,在役管道断管处的聚乙烯管及管件宜采取外加钢制套管或砖砌保护沟,并填砂加盖板的方式进行保护。

7.5 过程检验与记录

7.5.1 在预制成型折叠管内衬修复施工过程中,应对工作坑连接点的位置和高程、牵引力和牵引速度、安装温度和压力、折叠管焊口及复原参数等进行记录。

7.5.2 卸压时应打开预制成型折叠管端口,压力应缓慢释放,并应使用闭路电视管道内窥检测设备检查其内壁。内壁应连续并全部恢复圆形,预制成型折叠管表面应无褶皱、裂纹,并应做全程录像存档。

8 现场成型折叠管内衬法

8.1 一般规定

8.1.1 现场成型折叠管施工应在 5℃~30℃ 环境温度的条件下进行。

8.1.2 现场成型折叠管的复原应采用清洁的常温水。

8.1.3 现场成型折叠管施工前,施工单位应按附录 D 进行与工程相适应的工艺评定,合格后方可开工。

8.2 材料与设备

8.2.1 现场连接折叠管的管件应与折叠管管材相匹配,并应符合 GB/T 15558.2 的规定。

8.2.2 现场成型折叠管压制成型专用设备的类型应根据折叠管的管径和壁厚选择。

8.2.3 牵引设备应具有牵引力自动控制装置和显示、记录仪表。

8.2.4 现场成型折叠管复原所需水泵等设备应满足工艺的要求,且有温度、压力计量仪表。

8.3 施工准备

8.3.1 现场成型折叠管修复的施工准备应满足 6.1 的要求。

8.3.2 压制设备的压辊间距应按照现场成型折叠管的规格要求进行调整。

8.4 施工

8.4.1 现场成型折叠前的聚乙烯管应采用热熔连接,且焊口应进行 100%切边检查。工作坑内聚乙烯管的连接宜采用电熔连接。

8.4.2 在热熔连接冷却期间,整个聚乙烯管段不应受任何外力的作用;焊接好的聚乙烯管应做好端口密封。

8.4.3 焊接检查合格的聚乙烯管现场成型折叠后,应立即将缠绕带缠绕在折叠管外。牵引端宜采用连续缠绕,其他部分宜采用间断缠绕,且间距不宜大于 50 mm。缠绕带不应使用钢丝或其他金属制品。

8.4.4 在役管道端口应配备现场成型折叠管导入装置,并应满足 6.2.2 的要求。

8.4.5 压制折叠管、折叠管缠绕和被牵引进入在役管道的牵引速度应保持同步,并宜控制在 5 m/min~8 m/min。

8.4.6 折叠管在工作坑的两端宜各留有不少于 1.5 m 的施工裕量。

8.4.7 当折叠管在在役管道内就位后,应在折叠管端部焊接密封盲板。

8.4.8 折叠管复原时应严格控制加压速度,并按施工工艺评定参数执行。

8.4.9 折叠管恢复圆形并达到压力稳定后,稳压时间不宜少于 24 h。

8.4.10 就位后的现场成型折叠管的连接应满足 7.4.9、7.4.10 的要求。

8.5 过程检验与记录

8.5.1 在施工过程中,应通过闭路电视管道内窥检测设备检验管道清理情况并记录,以及检测折叠管的复原情况与内壁的完整性。折叠管的表面应平滑、无褶皱和裂纹。

8.5.2 施工过程记录至少应包括下列内容:

- a) 施工过程中的牵引力;
- b) 复原过程中的水温、水压及进水量等参数测试与记录;
- c) 在牵引端测试复原后的折叠管壁厚。

9 缩径内衬法

9.1 一般规定

9.1.1 当采用缩径内衬法进行在役管道修复时,工作段内不应有大于 11.25°的弯头。

9.1.2 缩径施工时,聚乙烯管道外径的缩减量应小于或等于其外径值的 15%。

9.1.3 经缩径并恢复后的聚乙烯管外径应小于在役管道内径的 2.5%,但不应小于 10 mm。

9.2 施工准备

9.2.1 在役管道进行修复时,应具备多组辊筒、锻模、绞盘车和推管机等设备。

9.2.2 在役管道的内壁检查与清理,以及工作坑开挖等施工准备应满足 6.1 的要求。

9.2.3 对在役管道椭圆度、腐蚀程度、裂纹等情况应进行测定并记录。

9.3 施工

9.3.1 聚乙烯管道焊接及焊口质量检查应满足 6.2.1 的要求。

9.3.2 牵引时,聚乙烯管端应封闭。当施工牵引力不能满足 4.3 的要求时,应采用液压驱动机协助将聚乙烯管推入在役管道。

9.3.3 施工时,每个施工段聚乙烯管应连续牵引进入在役管道,中途不应停顿。拉入速度宜为 1 m/min~2 m/min。

9.3.4 聚乙烯管被置入在役管道后宜使其自然恢复原状,恢复时间不应少于 24 h。若采用加水加压使其复原,维持水压不应少于 24 h。

9.3.5 就位后的聚乙烯管道的连接应符合 7.4 的要求。

9.3.6 施工过程检验与记录应符合 7.5 的要求。

10 静压裂管法

10.1 施工准备

10.1.1 裂管法施工应具备裂管器、液压动力源、液压拉杆机、支撑架及相应数量的拉杆。

10.1.2 裂管法施工准备应符合 6.1.3 和 6.1.4 的要求。

10.1.3 施工前应获得管道沿线两侧各 1.5 m~2.0 m 的地下管线资料并与相关部门进行核对,确定各类相邻管线性质、位置、埋深及地下水位等情况。

10.1.4 施工前应对在役管道进行裂管施工安全性评估,施工不应影响周围管线与设施。

10.1.5 施工接收工作坑的开槽应符合 CJJ 33 的规定。放置设备一侧的工作坑的坑壁面应平整、无突起硬物,并应垂直于坑底平面及在役管道中心线。工作坑的规格尺寸应满足裂管机施工操作的要求。

10.1.6 当在役管道内污物影响施工时,应对在役管道进行清理,并应满足 5.4 的要求。

10.2 施工

10.2.1 聚乙烯管道焊接及焊接后的检查应满足 6.2.1 的要求。

10.2.2 裂管器连接端应完好无损,并与拉杆相连。

10.2.3 裂管器进入在役管道时,割刀轮位置宜与垂直于地面的管道直径连线在下方成 30°夹角(见图 2)。



图 2 割刀轮位置示意

10.2.4 牵引时,聚乙烯管引入端口应封闭。

10.2.5 聚乙烯管道应放置在滑轮支架上拖动。

10.2.6 当施工中发生牵引力陡增现象时,应立即停止施工,查明原因,处理后方可继续施工。

10.2.7 伸出工作坑的聚乙烯管的长度,应能满足各段连接需要。

10.2.8 聚乙烯管就位后,各管段的连接应符合 6.2.5 的要求。

10.3 过程检验与记录

10.3.1 施工过程中应严格记录穿入在役管道中拉杆的数量及相应牵引力。

10.3.2 裂管施工过程记录至少应包括下列内容:

- a) 物探报告;
- b) 地勘报告;
- c) 裂管施工记录。

11 翻转内衬法

11.1 一般规定

11.1.1 施工前应按照实际工程模拟制作一段试件进行水压爆破测试与剥离强度试验,并提供测试合格报告。

11.1.2 采用翻转内衬法修复后的管道,在粘合剂固化完成后应进行水压爆破测试与剥离强度试验,试验方法见附录 E。试验合格标准应符合下列规定:

- a) 每项工程均应进行水压爆破测试,爆破压力应符合表 6 的规定;

表 6 爆破压力

管道设计压力(PN) MPa	爆破压力 MPa
PN≤0.4	≥5.0
0.4<PN≤1.6	≥6.0
1.6<PN≤2.5	≥8.0

- b) 每项工程每 1 000 m 管道均应进行内衬 90°(圆周方向)剥离强度试验,试验结果应符合表 7 的规定;

表 7 剥离强度

管线设计压力(PN) MPa	剥离强度 N/cm
PN≤0.4	≥10
0.4<PN≤1.6	≥17
1.6<PN≤2.5	≥25

- c) 试验结果不满足上述要求时应返工。

11.1.3 两工作段连接用短管的材质性能应不低于在役管道材质,且应满足在役管道的焊接要求。钢质管道还应进行外防腐处理,防腐性能不应低于原防腐层。短管连接、防腐施工和验收应符合 CJJ 33 的规定。

11.1.4 管道经翻转内衬法修复后,仍应对钢质管道的外防腐层及阴极保护系统进行维护和管理。

11.1.5 翻转内衬法修复技术及辅助管道清理技术应具备清理、修复 $1.5D$ 的 90° 弯头能力。

注： D 为管道外径。

11.2 材料与设备

11.2.1 翻转内衬法修复用管状复合内衬材料应符合下列规定：

- a) 纺织基材应使用无缝管状织物，膜材应为耐磨弹性高分子材料；基材与膜材应互相浸渍热固结合，一次成型且无搭接。
- b) 每一批次的管状复合内衬材料至少应进行一次厚度、单位面积克重及平铺宽度的测量；每一批次的管状复合内衬材料均应进行气密性检测、拉伸性能测试、老化测试与耐燃气组分测试。测量/测试的方法与要求应符合附录 F 的规定。

11.2.2 翻转内衬法修复用粘合剂应符合下列规定：

- a) 每一批次的粘合剂应取样进行黏度测试，测试结果应符合附录 F 的规定；
- b) 每一批次的粘合剂应取样待其固化后进行耐燃气组分测试，试验方法见附录 F。

11.2.3 管状复合内衬材料和粘合剂的储存及搬运应符合下列规定：

- a) 应在专用库房避光保存，通风良好，不应与油类、酸、碱、盐等其他化学物质接触；
- b) 储存超过期限的管状复合内衬材料与粘合剂应在使用前重新进行一次 11.2.1 与 11.2.2 所规定的检测，并记录结果；
- c) 搬运和运输时应保持密封，防尘防水、防止破损。

11.2.4 翻转内衬法施工应具备闭路电视管道内窥检测、清理及翻转工艺操作等设备。

11.3 施工准备

11.3.1 开挖工作坑的大小应根据其功能、所需断管长度、作业所需空间、管道直径和埋设深度决定。

11.3.2 翻转内衬修复前的清理应符合下列规定：

- a) 在役管道内壁的清理应符合 5.4 的要求；
- b) 应采用喷砂及吸砂系统进行清理，吸砂设备应具备 100% 吸除可见粉尘的能力；
- c) 曾经输送过人工煤气的在役管道，应先进行高压水清理，再进行喷砂清理；
- d) 管道喷砂清理完成后，应采用闭路电视管道内窥检测设备检查清理效果，除锈效果应达到金属表面处理等级 Sa2.5 级；
- e) 喷砂清理完成后，应及时对在役管道进行干燥处理，并进行临时封堵。

11.3.3 管状复合内衬材料和粘合剂应与在役管道压力级别匹配，并根据施工段的长度进行准备。

11.4 施工

11.4.1 进行翻转操作前，应对管状复合内衬材料直径及长度进行核查，并采用闭路电视管道内窥检测设备对在役管道内部情况和管道总长度进行复核和记录。

11.4.2 粘合剂基料和固化剂应按照比例充分混合均匀，搅拌桶内不应进入水滴和灰尘等杂物。粘合剂基料和固化剂开封后应一次性用完。

11.4.3 当管状复合内衬材料浸渍粘合剂时，应经充分碾压，并达到饱和状态。

11.4.4 启动翻转设备前，翻转端口应连接牢固。

11.4.5 翻转过程中应根据管径严格控制翻转压力与翻转速度，宜使用自动控压、控速翻转设备，并应符合下列规定：

- a) 翻转压力应小于 0.15 MPa ，且应保证翻转压力稳定，压力变化值不超过 $\pm 0.002\text{ MPa}$ ；
- b) 翻转速度应小于 5 m/min ，且应保证翻转速度稳定，速度变化值不超过 $\pm 0.5\text{ m/min}$ 。

11.4.6 翻转内衬修复后，应使用新制管段对各个翻转段进行连接。采用焊接方式进行连接时，应对已

修复管段的两端切出焊接的热影响区,切除长度应为管径的 1/2 且不小于 150 mm,切口应整齐。

11.4.7 翻转完毕后应将管道两端连接好,并安装带有自动记录功能的压力表后加压固化。

11.4.8 固化应符合下列规定:

- a) 在整个固化过程中固化压力应保持稳定;
- b) 固化时间应符合表 8 的规定;

表 8 固化时间

燃气管道设计压力(p)	土壤温度 ℃	最短固化时间 h
$0.4\text{ MPa} < p \leq 2.5\text{ MPa}$	25	48
	20	72
	15	96
	10	120
$p \leq 0.4\text{ MPa}$	≥ 10	24
	< 10	24 ^a
^a 需额外添加催化剂。		

- c) 固化结束后应缓慢卸压,不应使管内形成负压。

11.4.9 固化完成后,应启动闭路电视管道内窥检测设备对管道进行检查,除管道转弯及弯头处可存在少量皱褶外,整个翻转段应连续和光滑,无污浊、无皱褶、无空鼓、无分层。

11.5 过程检验与记录

11.5.1 翻转内衬法修复施工中应采用闭路电视管道内窥检测设备检查每一管段的清理质量与翻转质量。

11.5.2 施工过程中的记录至少应包括下列内容:

- a) 管道清理质量与翻转质量的闭路电视管道内窥检测录像资料;
- b) 管状复合内衬材料尺寸;
- c) 粘合剂类型、用量等;
- d) 翻转压力与固化压力;
- e) 连接段防腐质量检查记录。

12 试验与验收

12.1 一般规定

12.1.1 在役燃气管道修复更新完成后,应对修复更新后的管道进行吹扫、强度试验和严密性试验。

12.1.2 燃气管道试验前应具备下列条件:

- a) 管道施工已按设计文件和本标准的规定进行施工质量检查;
- b) 对管道各连接部位的安装和接口质量,已按相关标准规定进行检验;
- c) 试验前应由施工单位向监理单位和建设单位报送试验方案,做好安全准备工作,批准后方可进行。

12.2 管道吹扫与试验

12.2.1 修复更新工程施工完成后的管道应进行吹扫,并应符合 CJJ 33 的规定。

12.2.2 修复更新的管道进行强度试验前,应根据不同的修复工艺对其过程检查验收的资料进行核实,满足设计、施工要求的管道方可进行强度试验。

12.2.3 修复更新后管道的强度试验应符合 CJJ 33 的规定。

12.2.4 严密性试验应在强度试验合格后进行,并应符合 CJJ 33 的规定。

12.3 工程竣工验收

12.3.1 非开挖修复更新工程应在强度、严密性试验合格后方可进行竣工验收。

12.3.2 燃气管道修复更新工程的竣工验收,应由建设单位组织,设计单位、施工单位、监理单位按本标准要求联合验收。

12.3.3 工程竣工验收应包括工程实体验收和竣工档案的验收。

12.3.4 工程实体验收应包括下列内容:

- a) 工程内容与要求应与设计文件相符;
- b) 外观质量应包括修复更新前管材的几何尺寸等检测资料,接口的外观应满足标准要求;
- c) 管道的吹扫、强度试验、严密性试验应符合国家现行相关标准的规定;
- d) 设备和附属工程应满足相关技术要求;
- e) 接口检测资料应满足设计文件要求。

12.3.5 工程竣工档案验收应包括下列内容:

- a) 开工报告;
- b) 施工图及施工组织设计;
- c) 工程设计文件;
- d) 管材、管件的合格证和质量保证书;
- e) 管道接口的试验资料和接口工艺评定、工艺指导书;
- f) 在役管道管线图和资料;
- g) 闭路电视管道内窥检测和评定资料;
- h) 管道接口外观记录和无损探伤记录(超声波及 X 射线拍片记录和评定资料);
- i) 施工过程及检验记录;
- j) 修复管道质量评定资料,含施工自评、监理评估、验收记录;
- k) 隐蔽工程验收资料;
- l) 质量事故处理资料;
- m) 生产安全事故报告;
- n) 分项、分部、单位工程质量检验评定记录;
- o) 工程竣工图和竣工报告;
- p) 工程实体验收记录。

13 修复更新后的管道接支管和抢修

13.1 修复更新后的燃气管道宜在设计预留的位置接支管。当预留位置不能满足要求时,接支管应采用机械断管方式割除修复管道外的旧管,不应使用气割或加热方法。

13.2 割除旧管后,可在聚乙烯管上接出支管。接出支管应符合 CJJ 63 的规定。

13.3 当在采用翻转内衬法修复的燃气管道上接支管或抢修时,应由原翻转内衬修复单位配合,并应符

合下列规定：

- a) 当在带气的燃气管道上接支管时,应选择连接短管处开孔。当短管处不能满足要求时,可在修复后的管道上进行开孔封堵机械作业;开孔封堵机械作业应符合 CJJ 51 的规定,焊接管件时应采取局部降温处理。
- b) 当采用翻转内衬法修复的燃气管道受损泄漏时,应停气断管,实施抢修。断管后应将受热影响的内衬材料割除并按 11.4.6 的要求进行端口处理后,再进行施工。

13.4 修复更新后的管道连接支管和抢修结束后应做好相关记录。

附 录 A
(规范性附录)

工厂预制成型折叠管记忆能力的测试

- A.1 预制成型折叠管管材试样长度不应小于 50 mm。
- A.2 预制成型折叠管记忆能力测试前应将测试用恒温箱预热到 $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，然后将试样放入烤箱的任意位置，测试参数应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 测试参数

管壁最小厚度($e_{\min}$) mm	测试温度 $^{\circ}\text{C}$	恒温时间 min
$e_{\min} \leq 8$	120 ± 2	60 ± 1
$8 < e_{\min} \leq 16$	120 ± 2	90 ± 2
$e_{\min} > 16$	120 ± 2	120 ± 2

- A.3 达到加热时间后应将试样取出，并自然冷却至常温，然后测量预制成型折叠管记忆恢复值 H (见图 A.1)。管材记忆恢复值应大于或等于产品标注的评价直径的 65%。

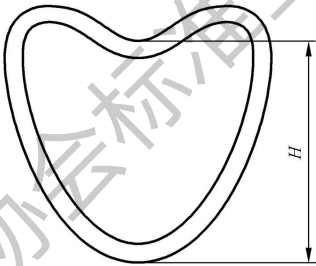


图 A.1 预制成型折叠管记忆恢复值示意

附 录 B
(规范性附录)
常温下环向拉伸应力的测定

B.1 常温下环向拉伸应力测定用试样的制备应符合下列规定：
a) 应沿试样圆周方向截取 3 个试样(见图 B.1),试样尺寸应符合表 B.1 的规定；

表 B.1 试样的尺寸 单位为毫米

符 号	项 目	尺 寸
A_c	折叠管最小弯曲半径的部分	—
L_c	圆周长度	≥ 160
W	宽度	≥ 25

注：试样在后续加热过程中会引起尺寸变化,制备试样时要考虑尺寸变化量。

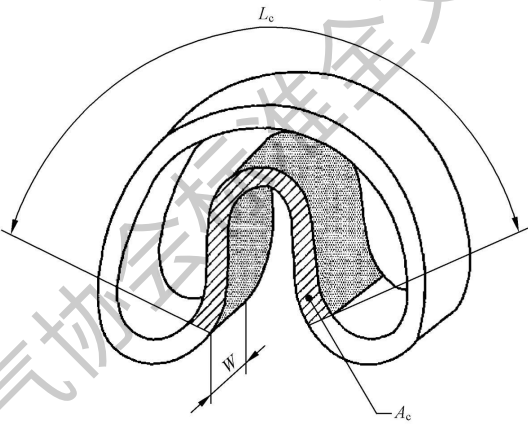


图 B.1 管段上截取样品位置示意

b) 试样应放置在恒温箱中加热,恒温箱温度的设置应符合表 B.2 的规定；

表 B.2 恒温箱温度设置

管材壁厚(e) mm	温度 ℃	放置时间 min
$e \leq 8$	120 ± 2	60 ± 1
$8 < e \leq 16$	120 ± 2	20 ± 2
$e > 16$	120 ± 2	240 ± 5

c) 加热后取出试样,并应及时使用两块不锈钢板夹稳、压平,保持压力直至试样温度自然冷却至常温；
d) 将压平的试样按图 B.2 制成试样,其尺寸应符合表 B.3 的规定。

表 B.3 试样尺寸

单位为毫米

符 号	项 目	尺 寸
A	总长	≥ 150
B	端口宽度	20.0 ± 0.2
C	狭窄平行部分的长度	60.0 ± 0.5
D	狭窄平行部分的宽度	10.0 ± 0.2
E	弧度	60.0 ± 2
F	标定长度	50.0 ± 0.5
G	夹具之间的原始距离	115.0 ± 0.5
e	厚度	管材壁厚
P	平板	—
Q	测试片	—

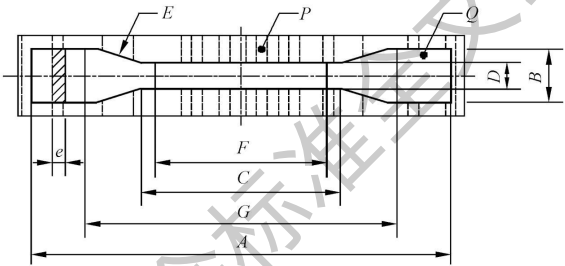


图 B.2 试样示意

B.2 常温下环向拉伸应力测定应具备下列设备、仪器：

- a) 空气恒温箱；
- b) 两块不锈钢板和加压装置；
- c) 夹紧装置；
- d) 负载系统应在 1 s~5 s 对测试片施加平稳的和可重复的负载力，偏差不应超过规定负载力的 $\pm 1\%$ ；
- e) 水槽或热空气箱；
- f) 计时器。

B.3 常温下环向拉伸应力测定前，试样应按表 B.4 进行状态调节。

表 B.4 试样状态调节要求

管材壁厚 e mm	状态调节温度 ℃	状态调节时间 min
$e \leq 8$	80 ± 2	60 ± 1
$8 < e \leq 16$	80 ± 2	120 ± 2
$e > 16$	80 ± 2	240 ± 5

B.4 常温下环向拉伸应力测定应按下列步骤进行：

- a) 状态调节后应测量试样的尺寸。
- b) 根据表 B.5 中所规定的材料应力,按式(B.1)计算负载力：

$$F = \sigma \times A \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

F ——负载力,单位为牛(N)；
 σ ——材料应力,单位为牛每平方米(N/mm²)；
 A ——试样窄边初始平均面积,单位为平方毫米(mm²)。

- c) 用夹具将试样夹紧,放入温度为 80 ℃±2 ℃的水槽或热空气箱中。
- d) 逐步、平稳地在试样上施加负荷,不应有振动,并在 1 s~5 s 内达到所要求的负载力。
- e) 达到测试负载力时应立即开始计时。
- f) 达到 165 h 或试样发生失效时应停止试验。

表 B.5 测试参数

管材材料	测试参数		
	温度 ℃	材料应力 N/mm ²	测试时间 h
PE 100	80±2	5.4	≥165

B.5 测试时间达到 165 h 时,试样未破坏应判为合格。

B.6 若试样被破坏,应确定是韧性破坏还是脆性破坏。当试样在 165 h 前发生韧性破坏,应按 CJ/T 358—2019 表 10 选择较低的应力和相应的最小破坏时间重新试验。

B.7 常温下环向拉伸应力测定报告应包括下列内容：

- a) 参考文件和测试方法；
- b) 完整的试样信息；
- c) 材料类型；
- d) 管材的公称尺寸和生产时间；
- e) 取样时间；
- f) 试样压平前的温度和加热时间；
- g) 试样的实际测量长度(表 B.3 中定义的长度 F 、宽度 D 和厚度 e)；
- h) 应用的应力；
- i) 计算测试所用的负载力和精确度；
- j) 试样的温度和时间条件；
- k) 测量环境；
- l) 测试时间；
- m) 如发生断裂应注明断裂类型；
- n) 任何会影响测试结果的因素；
- o) 测试日期。

附 录 C
(资料性附录)

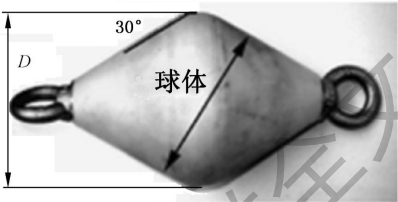
工厂预制成型折叠管内衬法在役管道通畅情况的检查要求

C.1 对于清理合格后的管道,可采用“通球”的方法对在役管道的通畅情况进行检查。“球”的材质宜选用金属,并保持一定的强度。

C.2 “球”的尺寸及样式可参考表 C.1,“球”的样式参见图 C.1。

表 C.1 “球”的尺寸 单位为毫米

管内径	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
“球”外径 D	98.0	122	145	170	194	217	241	260	289	340	385	436	485



说明:
 D ——“球”外径。

图 C.1 “球”的样式

附录 D
(规范性附录)

现场成型折叠管内衬法施工工艺评定方法

- D.1 现场成型折叠管内衬法的施工工艺评定应符合下列规定：
- a) 施工工艺评定的条件与环境应真实模拟现场施工时的最不利情况；
 - b) 进行施工工艺评定的试件应由施工单位制备并送检；
 - c) 试件制备的全过程应由建设单位、设计单位和监理单位参加并确认；
 - d) 施工工艺评定的试件应由取得国家认证的检验单位进行；
 - e) 施工工艺评定应仅对实际采用的工艺管材材质有效；
 - f) 施工工艺评定的有效期为 1 年。
- D.2 现场成型折叠管内衬法的施工工艺评定的试件制备应符合下列规定：
- a) 管材的尺寸分组应符合表 D.1 的规定。

表 D.1 管材的尺寸分组

尺寸分组	管材公称外径 d_n mm	最小有效长度 m
第一组	$d_n < 250$	6
第二组	$d_n \geq 250$	8

每尺寸组选取任一规格进行试验，在最小有效长度内应包含 2 个均匀分布的热熔连接焊口。

- b) 管材的标准尺寸比应为 SDR26。
 - c) 制备试件的环境温度应为 5℃；当制备温度高于 5℃时，评定结果应只适用于高于制备温度且低于 40℃环境温度下的施工。
 - d) 制备过程应严格按 8.4 的要求进行。
 - e) 复原应在与试验管外径相适应的钢管内进行。
- D.3 折叠管复原后的检验项目应包括外观检查、静液压试验、耐慢速裂纹增长试验与断裂伸长率试验，检验方法应符合 CJ/T 358 的规定。取样规则应符合下列规定：
- a) 应截取含有 1 个热熔焊口的管段进行静液压试验；
 - b) 应截取 1 段试样进行耐慢速裂纹增长试验；
 - c) 应沿管道轴向和径向分别取两组试样进行断裂伸长率试验，取样点应在折叠弯曲半径最小处（见图 D.1）。

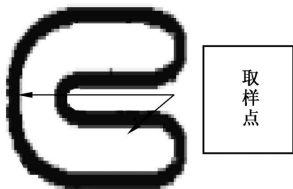


图 D.1 断裂伸长率试验取样点示意

- D.4 现场成型折叠管内衬法的施工工艺评定标准应符合下列规定：

- a) 管材折叠后的断裂伸长率的试验值应符合 CJ/T 358 的规定,且与管材出厂的断裂伸长率的偏差不应超过 -20% ;
- b) 静液压强度、耐快速裂纹扩展和耐慢速裂纹增长性能试验结果均应符合 CJ/T 358 的规定;
- c) 对接熔接拉伸强度的检验结果应符合 GB/T 15558.2 的规定。

D.5 现场成型折叠管内衬法的施工工艺评定报告应完整、准确地反映工艺评定的过程及结果,并应包括下列内容:

- a) 管材、焊接机具以及焊接参数、压制设备型号、压制操作参数、环境温度、复原环境及参数等试件制备的记录;
- b) 封样及送检情况说明。

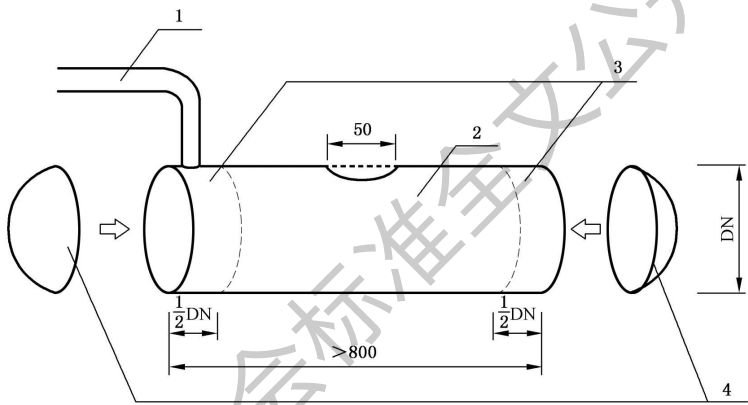
附 录 E
(规范性附录)

翻转内衬法水压爆破测试与 90°剥离强度试验方法

E.1 水压爆破测试

E.1.1 试件可在修复段内任意位置截取,应在试件顶部标明试件截取的工作坑号,翻转段及翻转日期。
E.1.2 修复前应预先在将要截取的试件中间的顶部位置开孔,而后进行正常翻转修复,修复后将带孔管段截取下来,剥离试件两端的内衬材料,在任意一端开孔并焊接无缝钢管(见图 E.1)。试件制作应符合压力容器相关国家标准的规定。其中,公称直径用 DN 表示。

单位为毫米



说明:

- 1——连接钢管;
- 2——内衬区域
- 3——剥离内衬区域;
- 4——封头。

图 E.1 水压爆破测试试件示意

E.1.3 试验设备及试验介质应符合下列规定:

- a) 试验采用手动试压水泵,流量宜为 1 m³/h;
- b) 压力计的量程应与试压水泵的扬程匹配,精度不低于 1.5 级;
- c) 无缝钢管与试压水泵应采用丝扣连接;
- d) 试验介质应为 20℃±5℃的常温水。

E.1.4 试验装置连接完毕后,用手动水泵开始加压至修复后管道最高运行压力的 1.5 倍并稳压 1 h,观察开孔处内衬;之后每隔 20 min 提高 0.1 MPa,压力达到 2.5 MPa 后稳压 1 h,观察开孔处内衬;继续提高压力,直至试件开孔处内衬爆裂,并记录开孔处内衬爆裂时的压力值。

E.2 90°剥离强度试验

E.2.1 试件宜从翻转段的前端或末端截取,长度应不小于 0.5 m,并应在试件顶部标明试件截取的工作

坑号, 翻转段及翻转日期。

E.2.2 试验方法应符合下列规定:

- a) 从试件上不同位置(管顶, 管底及管侧)加工出至少 4 片弧度为 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 的带衬管片, 管片轴向宽度至少为 0.4 倍的公称直径。
- b) 在管片上沿圆周方向进行切割, 对管片上的内衬进行分割并加工出 4 条宽度为 0.1 倍公称直径的内衬条。
- c) 在试件管片上先凿出足够长的内衬, 并与剥离仪器的夹具相连; 匀速进行剥离测试, 剥离速度为 10 mm/min, 过程中以不大于 5 s 的间隔记录剥离强度, 直至整个内衬条完全从管壁剥离。
- d) 试验应记录试件上全部至少 16 个内衬条的剥离强度, 数据精确到 0.01 N/cm。

附录 F

(规范性附录)

翻转内衬法管状复合内衬材料与粘合剂性能测试

F.1 每一批次或每 3 000 m 的管状复合内衬材料应至少进行一次厚度、单位面积克重及平铺宽度的测量,测量结果应不低于生产商提供的最小值,测试方法应符合下列规定:

- a) 厚度及单位面积克重:在均匀分布在整個内衬材料上的 3 个位置分别取 1 片 100 mm×100 mm 的内衬材料,试样的 4 边应尽可能与材料编织层织物的经、纬走向平行,而后进行测量并按照生产商提供的最小值进行比对;
- b) 平铺宽度:在任意位置取 1 m 内衬,压平后在均匀分布的 3 个位置进行测量,并按照生产商提供的最小值进行比对。

F.2 每一批次的管状复合内衬材料应进行气密性检测。在任意位置取 1 m 内衬试样,使织物面朝外并装填水,水压升至该批纺织内衬能承受的最大翻转压力的 1.3 倍,保压 20 min,过程中内衬应保持严密性,否则视该批次纺织内衬质量不合格。

F.3 每一批次的管状复合内衬材料均应按照 GB/T 3923.1 进行拉伸性能测试,经向与纬向的断裂强度不应低于 800 N/cm,断裂伸长率不应小于 20%。

F.4 每一批次的管状复合内衬材料应按照 GB/T 3512 进行老化处理,将试样置于 70℃±2℃ 的老化装置中 30 d 自然通风老化后,在 23℃±2℃、湿度 50%±5% 的环境中继续放置至少 48 h。随后进行拉伸性能试验,试验平均数值不应比 F.3 中得出的数值降低超过 25%或提高超过 50%。

F.5 每一批次的管状复合内衬材料均应按照 GB/T 11547 进行耐燃气组分测试,合成冷凝液按照 GB/T 15558.1—2015 的 6.1.8.2 配制,浸泡温度为 23℃±2℃,浸泡时间为 4 周。浸泡干燥后称量,试样单位面积克重不应低于试验前单位面积克重的 95%。浸泡后立即测量试样的拉伸强度及断裂拉伸率,试验平均数值的变化不应高于 F.3 中得出数值的 20%。

F.6 每一批次的粘合剂均应取样进行黏度测试,测试结果应满足生产商提供的规格和公差数据。

F.7 每一批次的粘合剂应取样待其固化后按照 F.5 的试验方法进行耐燃气组分测试。固化后试样面积宜为 30 mm×30 mm,厚度宜为 1.5 mm~2 mm。浸泡干燥后称量,试样质量不应低于试验前质量的 95%。

中国城市燃气协会标准全文公开浏览专用