

ICS 83.140.30

G33

# 团 体 标 准

T/GSC XXX—XXXX

## 供水管道螺旋缠绕非开挖修复技术规程

Technical specification for water supply pipeline trenchless  
renovation with spiral wound lining

(征求意见稿)

XXXX-xx-xx 发布

XXXX-xx-xx 实施

中国地质学会 发布

中国地质学会（GSC）是组织开展国内、国际标准化活动的全国性社会团体。制定中国地质学会团体标准，满足市场需要，增加标准的有效供给，促进科技创新，是中国地质学会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国地质学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国地质学会团体标准按《中国地质学会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国地质学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国地质学会团体标准予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国地质学会团体标准秘书处，以便修订时参考。

本文件版权为中国地质学会所有，除了用于国家法律或事先得到中国地质学会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

# 目 次

前 言.....	III
引 言.....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 材料 .....	3
4.1 一般规定 .....	3
4.2 带状型材 .....	4
4.3 密封条 .....	6
4.4 钢带 .....	6
4.5 内衬管 .....	8
4.6 注浆材料 .....	9
4.7 端部封堵材料 .....	10
5 设计 .....	10
5.1 一般规定 .....	10
5.2 注浆压力设计 .....	11
5.3 水力计算 .....	11
6 施工 .....	12
6.1 一般规定 .....	12
6.2 施工准备 .....	13
6.3 管道预处理 .....	13
6.4 螺旋缠绕作业 .....	14
6.5 注浆 .....	15
6.6 端口处理 .....	16
7 验收 .....	17
7.1 一般规定 .....	17
7.2 主控项目 .....	17
7.3 一般项目 .....	18

7.4 管道水压试验与冲洗消毒 .....	18
7.5 工程竣工验收 .....	19
附录 A (规范性) 带状型材刚度系数测试方法 .....	21
附录 B (规范性) 修复后管道水压试验 .....	23
参考文献 .....	24

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国地质学会提出并归口。

本文件的有些内容可能涉及到专利，中国地质学会不负责对其任何专利的鉴别。

本文件起草单位：天津倚通科技发展有限公司，北京河沐生态科技有限公司，北京探矿工程研究所，天津科技大学，沈阳建筑大学，中水北方勘测设计研究有限责任公司，中国市政工程华北设计研究总院有限公司，天津市排水管理事务中心，北京焕发管道修复有限公司，河北联润在线信息技术有限公司，上海水脉智瞳环境科技有限公司，安徽贝耐德管道新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：王刚、王卓、刘存辉、赵志涛、曹井国、任鑫龙、赵晓露、郑娜、周东旭、梁建煦、杨鹏、赵燕锋、仝志强、王成全、刘晨宇、黄猛。

本文件首次制定。

# 引 言

螺旋缠绕非开挖修复技术主要应用于非开挖工艺施工的输水、供水管道修复工程,具有不破坏地面、施工速度快、适应大口径长输水、供水管道、修复后管道结构强度高、耐腐蚀性好等显著优点。螺旋缠绕非开挖修复已逐步推广应用于市政供排水管道、水利管渠、长输管道等管道更新改造工程,具有广泛的市场应用前景,可解决大型输水、供水管道修复的难题,有利于促进地下长输水、供水管网健康发展。

为规范供水管道螺旋缠绕非开挖修复施工工程,在系统梳理和总结机械制螺旋缠绕法的技术原理、材料性能、施工工艺和工程应用实践经验的基础上,编制了《供水管道螺旋缠绕非开挖修复技术规程》。本文件的发布实施,对指导规范供水管道螺旋缠绕非开挖修复工程具有重要意义。

# 供水管道螺旋缠绕非开挖修复技术规程

## 1 范围

本文件规定了供水管道螺旋缠绕内衬法修复的材料、设计、施工、验收方面的技术要求。

本标准适用于供水管道的螺旋缠绕内衬法修复工程。螺旋缠绕内衬法适用于修复管径大于DN800，运行压力不大于0.8MPa，水温不超过45℃的输水、供水管道修复。

供水管道螺旋缠绕内衬法修复工程的设计、施工和验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 50268 《给水排水管道工程施工及验收规范》
- GB/T 50448 《水泥基注浆材料应用技术规范》
- GB 175 《通用硅酸盐水泥》
- GB/T 228.1 《金属材料拉伸试验》
- GB/T 528 《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》
- GB/T 531.1 《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》
- GB/T 1033.1 《塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》
- GB/T 1040.1 《塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则》
- GB/T 1040.2 《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 1043.1 《塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验》
- GB/T 1346 《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》
- GB/T 1633 《热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定》
- GB/T 2518 《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》
- GB/T 2794 《胶黏剂黏度的测定》
- GB/T 2918 《塑料试样状态调节和试验的标准环境》
- GB/T 3280 《不锈钢冷轧钢板和钢带》
- GB/T 5210 《色漆和清漆拉开法附着力试验》
- GB/T 5761 《悬浮法通用型聚氯乙烯树脂》
- GB/T 6672 《塑料薄膜和薄片厚度测定机械测量法》
- GB/T 9341 《塑料 弯曲性能的测定》

- GB/T 15332 《热熔胶粘剂软化点的测定 环球法》
- GB/T 17671 《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》
- GB/T 18042 《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》
- GB/T 22315 《金属材料 弹性模量和泊松比试验方法》
- GB 23440 《无机防水堵漏材料》

### 3 术语和定义

规范性引用文件中参考标准界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**螺旋缠绕内衬法** spiral wound lining ,SWL

以机械缠绕方式将带状型材在原管道内形成一条新的管道内衬的修复方法。按缠绕机工作状态，螺旋缠绕内衬法分为固定式和行走式两大类。

#### 3.2

**固定式螺旋缠绕内衬法** spiral wound lining by fixed winding machine

缠绕机放置在工作井内固定不动，带状型材缠绕成内衬管的同时，内衬管被同步推入原管道内的方法。

#### 3.3

**行走式螺旋缠绕内衬法** spiral wound lining by movable winding machine

缠绕机在管道内沿轴线移动，同时将带状型材缠绕成内衬管的方法。

#### 3.4

**缠绕机** winding machine

将带状型材缠绕成内衬管的机械。

#### 3.5

**带状型材** profile strip

纵向呈条带状、横断面具有密封功能和锁紧机构的带有 T 形肋的 PVC 材料。

#### 3.6

**钢带** steel strip

与带状型材共同使用，用于提高螺旋缠绕内衬管刚度的钢质带状材料。

### 3.7

#### 密封胶（接缝密封材料） seam sealant

为实现接缝密封，在一体式锁紧结构或带状型材表面涂敷的热塑性或黏合性材料。

### 3.8

#### 密封条 sealing strip

锁扣内放置的用于密封目的的线状热塑性弹性体。

### 3.9

#### 锁紧机构 locking mechanism

设计在挤塑型材边缘的机械联锁结构。锁紧机构的形式有单锁扣和双锁扣两种结构形式。

### 3.10

#### 内衬管 liner

由带状型材或带状型材和钢带经机械螺旋缠绕制成的管状结构。

### 3.11

#### 独立结构修复 fully structural rehabilitation

管道内、外部荷载全部由内衬管或内衬管和环形间隙的注浆体共同承受的修复设计方法。

### 3.12

#### 复合结构性修复 composite-structural rehabilitation

管道内、外部荷载由原管道、内衬管及环形间隙的注浆体共同承担的修复设计方法。

### 3.13

#### 刚度系数 stiffness coefficient

螺旋缠绕内衬管单位长度管壁结构抗弯刚度的代表值。

## 4 材料

### 4.1 一般规定

4.1.1 生产商应声明带状型材、接缝密封材料、钢带、注浆材料等的主要材质和性能。

4.1.2 所用材料应具有质量合格证书、出厂检验、性能检测报告。

#### 4.2 带状型材

4.2.1 生产带状型材的材料应为硬聚氯乙烯（PVC-U）混配料。混配料应以聚氯乙烯（PVC）树脂为主，且聚氯乙烯树脂质量分数不应小于 80%，并加入必要的助剂，助剂应分散均匀。不应使用含铅类助剂，且不得使用回收料。PVC 树脂应符合 GB/T5761 的规定，树脂的 K 值应不小于 66，氯乙烯单体含量应不大于  $5 \mu\text{g/g}$ 。

4.2.2 带状型材外观质量应符合下列规定：

- a) 带状型材条带应整体均匀、光滑、清洁，无可见裂纹、孔洞、异物或其他有害缺陷；
- b) 带状型材的内表面应平整，外表面应布设 T 形肋；
- c) 带状型材的颜色应均匀；
- d) 带状型材的厚度不应小于 2.0mm。

4.2.3 螺旋缠绕法使用的带状型材的尺寸规格应符合图 1、图 2 和表 1 的规定：

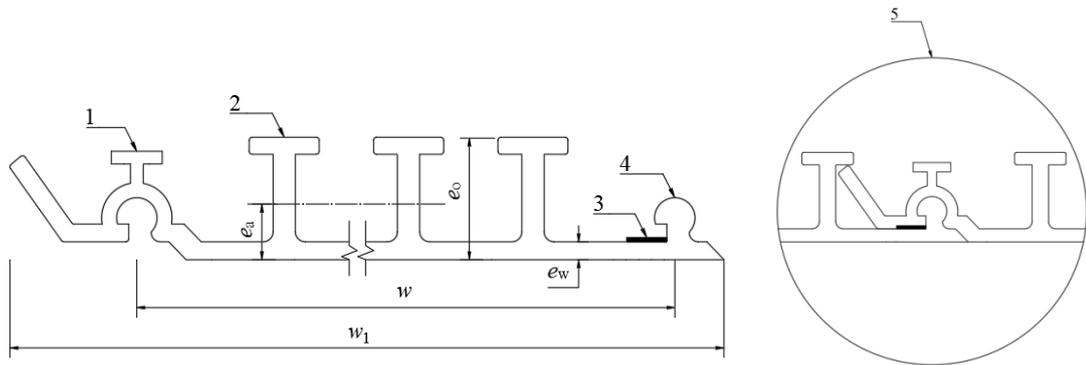


图 1 行走式螺旋缠绕带状型材结构

1—锁扣；2—T 形肋；3—密封胶；4—公扣；5—锁紧机构

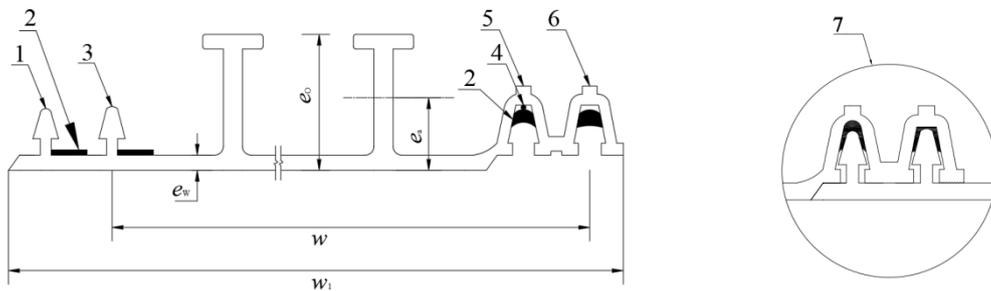


图 2 固定式螺旋缠绕带状型材结构

1—副公扣；2—密封胶；3—主公扣；4—密封条；5—副母扣；6—主母扣；7—锁紧机构

表 1 带状型材尺寸规格

修复工艺	带状型材规格	有效宽度 $w$ (mm)	总宽度 $w_1$ (mm)	带状型材高度 $e_0$ (mm)	壁厚 $e_w$ (mm)	中性轴高度 $e_s$ (mm)	横截面积 $A_1$ ( $\text{mm}^2$ )	管壁惯性矩 $I_1$ ( $\text{mm}^4/\text{mm}$ )
行走式	79-21	79.0	110.2	21.0	3.1	8.0	604.0	350.0

	79-31	79.0	116.1	31.0	4.0	12.6	1023.1	1300.0
	80-16	80.0	104.6	16.0	2.6	6.5	510.4	191.0
固定式	91-25	89.0	110.2	25.0	2.7	7.8	603.0	325.0
	126-15	126.0	150.5	15.0	2.7	5.1	560.7	97.0
	126-20	126.0	146.2	20.0	2.5	6.7	693.0	195.0

4.2.4 带状型材的性能应符合表 2 的规定。

表 2 带状型材的性能要求

性能指标	单位	要求	试验参数		试验方法
拉伸弹性模量	MPa	$\geq 2500$	试验速度	$(1 \pm 0.2)$ mm/min	现行国家标准《塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》GB/T 1040.1、《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
			试样类型	类型 1B	
屈服应力	MPa	$\geq 35$	试验速度	$(5 \pm 0.5)$ mm/min	
			试样类型	类型 1B	
拉伸断裂标称应变	%	$\geq 40$	试验速度	$(5 \pm 0.5)$ mm/min	
			试样类型	类型 1B	
简支梁缺口冲击强度	kJ/m <sup>2</sup>	$\geq 30$	试样类型	类型 1	现行国家标准《塑料 简支梁冲击性能的测定 第 1 部分：非仪器化冲击试验》GB/T 1043.1
			冲击方向	贯层	
			缺口类型	双 V 型, 类型 A	
			试验温度	23°C	
弯曲强度	MPa	$\geq 58$	试验速度	$(2 \pm 0.4)$ mm/min	现行国家标准《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341
维卡软化温度	°C	$\geq 75$			现行国家标准《热塑性塑料维卡软化温度 (VST) 的测定》GB/T 1633
密度	kg/m <sup>3</sup>	1 350~ 1 460	试验温度	23°C	现行国家标准《塑料 非泡沫塑料密度的测定 第 1 部分》GB/T 1033.1
			试验方法	浸渍法	

4.2.5 带状型材的耐腐蚀性能、耐化学性能应符合表 3 的规定。

表 3 带状型材的耐腐蚀性能要求

检验项目	性能要求	试验方法
耐腐蚀性能	无破坏	现行国家标准《硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材二氯甲烷浸渍试验方法》GB/T 13526
耐化学性能	无破坏	《塑料 耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547

4.2.6 带状型材应以 2 m 或更小的间隔标记以下内容：生产商的名称或商标、生产时间、带状型材规格、

材料实时长度等。

4.2.7 带状型材储存时应符合下列规定：

- a) 带状型材在工厂加工完成后应直接卷至材料卷轴上；
- b) 带状型材应遮光避雨保存；
- c) 夏季应选择通风、阴凉的场所存放，冬季储存温度不宜低于-15℃。

4.2.9 带状型材运输时应符合以下规定：

- a) 带状型材连同卷轴一起吊装放置在运输车辆内；
- b) 材料卷轴装车时应竖立放置，不应平放；
- c) 材料卷轴应在车辆内固定牢靠，运输途中不应出现滑动、滚动、相互碰撞等情况。

4.2.10 带状型材应符合《生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全评价规范》GB/T 17219 的要求。

### 4.3 密封条

4.3.1 接缝密封材料和密封胶应为新料。

4.3.2 接缝密封材料的物理力学性能应符合表 4 的规定。

表 4 接缝密封材料的物理力学性能要求

性能指标	单位	性能要求	试验方法
邵氏硬度 A	A	45±15	现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第 1 部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》GB/T 531.1
厚度	mm	≥1.0	现行国家标准《塑料薄膜和薄片厚度测定机械测量法》GB/T 6672
软化点	℃	≥70	现行国家标准《热熔胶粘剂软化点的测定 环球法》GB/T 15332
熔融黏度（170℃）	cPs	4000~8000	现行国家标准《胶黏剂黏度的测定》GB/T 2794

4.3.3 密封条的直径不应小于 1.0 mm，密封条的物理力学性能应符合表 5 的规定。

表 5 密封条的物理力学性能要求

性能指标	单位	性能要求	试验方法
邵氏硬度 A (三元乙丙橡胶)	A	55±5	现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第 1 部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》GB/T 531.1
邵氏硬度 A (硅胶)		30±5	
拉断伸长率	%	≥200	现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528
拉伸强度	MPa	≥1	现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》GB/T 528

### 4.4 钢带

4.4.1 钢带外观质量应符合下列规定：

- a) 钢带表面应无裂纹、麻面、凸泡和脱皮；

- b) 钢带的厚度应均匀,当钢带为不锈钢材质时,允许误差应符合现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280 中有关窄钢带及卷切钢带 II 普通精度 (PT.A) 的规定;当钢带为镀铝锌钢带时,允许误差应符合现行国家标准《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518 的规定。

#### 4.4.2 钢带的物理力学性能应符合表 6 的规定。

表 6 钢带的物理力学性能要求

性能指标	单位	要求		试验方法
材质	/	不锈钢带	镀铝锌钢带	/
抗拉强度设计值	MPa	$\geq 515$	$\geq 260$	现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1
断后伸长率	%	$\geq 40$	$\geq 22$	现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1
弹性模量	GPa	$\geq 193$	$\geq 190$	现行国家标准《金属材料 弹性模量和泊松比试验方法》GB/T 22315
规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$	MPa	$\geq 205$	—	现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1

#### 4.4.3 成型钢带的尺寸参数应符合表 7 的规定,表中各符号的含义如图 3、图 4 所示。

表 7 成型钢带尺寸参数

锁扣形式	带状型材规格	钢带宽度	钢带高度	钢带厚度	中性轴高度	每延米管道钢带截面面积	缠绕管单位长度的管壁惯性矩
		$l/(\text{mm})$	$h/(\text{mm})$	$a/(\text{mm})$	$s_a/(\text{mm})$	$A_2/(\text{mm}^2)$	$I_s/(\text{mm}^4/\text{mm})$
单锁扣	79-21	24.5	16.3	1.0	10.7	811	215
	79-31	25.0	27.2	1.2	17.2	1600	1230
	80-16	16.5	14.0	1.0	9.1	660	117
双锁扣	91-25	60.6	20.8	0.7	13.4	930	594
		60.5	21.0	0.9	13.9	1197	760
		61.0	21.3	1.2	13.7	1582	1005
		61.4	21.5	1.4	13.7	1849	1180
	126-15	62.0	14.4	0.6	15.1	410	103
	126-20	62.1	15.1	0.7	11.0	640	152
		61.4	16.1	0.9	12.0	830	193

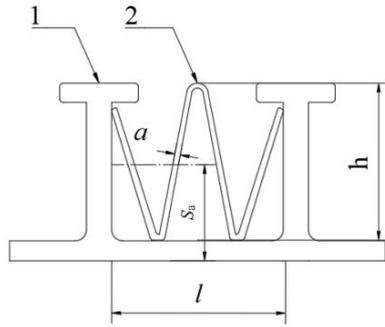


图3 单锁扣钢带尺寸参数示意图

1—型材；2—钢带

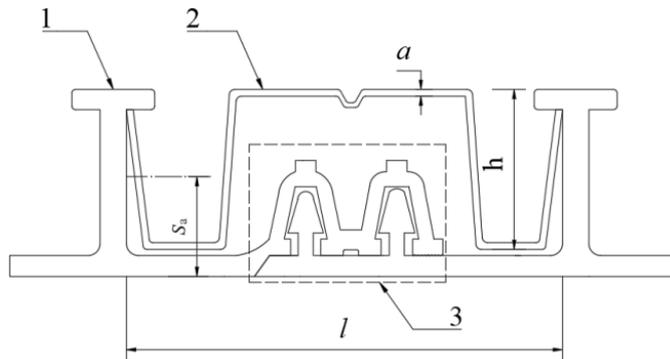


图4 双锁扣钢带尺寸参数示意图

1—型材；2—钢带；3—锁扣

#### 4.5 内衬管

4.5.1 新产品投产、产品定型或原材料配方、工艺发生重大变化时，应将带状型材制成试验用内衬管，并进行型式检验。

4.5.2 内衬管的性能应符合表8的要求。

表8 内衬管性能要求

性能指标		单位	要求	试验方法
内衬管接缝拉伸强度	单锁扣	N/mm	$\geq 4$	本规程 附录 B
	双锁扣		$\geq 8$	
严密性测试		—	通过	本规程 附录 C
50 年蠕变比率		—	不大于 2.5	现行国家标准《热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法》GB/T 18042

4.5.3 复合带状型材短期刚度系数应符合表9的规定。

表9 复合带状型材短期刚度系数

修复工艺	带状型材种类	钢带厚度a (mm)	短期刚度系数EI ( $\times 10^6$ MPa·mm <sup>3</sup> )	试验方法
------	--------	------------	--	------

行走式	79-21	1.0	$\geq 2.05$	附录A
	79-31	1.2	$\geq 11.73$	
	80-16	1.0	$\geq 1.13$	
固定式	91-25	0.7	$\geq 6.52$	
		0.9	$\geq 8.34$	
		1.2	$\geq 11.03$	
		1.4	$\geq 12.95$	
	126-15	0.6	$\geq 1.56$	
	126-20	0.7	$\geq 2.31$	
0.9		$\geq 2.94$		

4.5.4 带有钢带的缠绕内衬管的长期刚度系数应由材料生产商提供,长期刚度系数的取值应计入型材蠕变和钢带构造厚度的影响。

#### 4.6 注浆材料

4.6.1 独立结构修复使用的注浆材料宜为素水泥浆,水泥的性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。注浆材料中可添加膨胀剂以补偿收缩,其加量宜通过试验确定。试验目标应为:使添加膨胀剂后注浆体的膨胀体积,等于不加膨胀剂时环状间隙充填注浆体的失水收缩体积。

4.6.2 复合结构修复时使用的水泥基注浆材料的性能应符合表 10 的规定。

表 10 复合结构修复用水泥基注浆材料的性能要求

性能指标		单位	要求	试验方法	
最大骨料粒径		mm	$\leq 4.75$	—	
截锥流动度	初始值	mm	$\geq 340$	现行国家标准《水泥基注浆材料应用技术规范》GB/T 50448	
	30min	mm	$\geq 310$		
竖向膨胀率	3h	%	0.1~3.5		
	24h 与 3h 的膨胀值之差		0.02~0.50		
抗压强度	1d	MPa	$\geq 15$		
	3d		$\geq 30$		
	28d		$\geq 50$		
氯离子含量		%	$< 0.1$		现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

泌水率	%	0	现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
-----	---	---	------------------------------------

#### 4.7 端部封堵材料

4.7.1 内衬管端部封堵材料应使用无机防水堵漏材料，其性能应满足表 11 的要求。

表 11 端部封堵材料性能要求

性能指标		单位	要求	试验方法
抗压强度	28d	MPa	$\geq 20$	现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671
凝结时间	初凝时间	min	$\leq 5$	现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法》GB/T 1346
	终凝时间		$\leq 10$	
抗渗压力	7d	MPa	$\geq 0.2$	现行国家标准《无机防水堵漏材料》GB 23440

4.7.2 封堵完成后，宜采用涂刷环氧粘结剂进行表面处理，环氧粘结剂的性能应满足表 12 的要求。

表 12 环氧粘结剂性能要求

性能指标		单位	要求	试验方法
破坏强度	1d	MPa	$\geq 2$	现行国家标准《色漆和清漆拉开法附着力试验》GB/T 5210

### 5 设计

#### 5.1 一般规定

5.1.1 螺旋缠绕内衬法结构修复工程的设计应以管道检测与评估报告为依据，应详细调查原管道的基本概况、工程地质和水文地质条件、现场施工环境。

5.1.2 管道结构性修复的设计使用年限不宜低于 50 年，复合结构性修复的设计使用年限不宜低于 30 年。

5.1.3 螺旋缠绕内衬法修复宜参照表 13 选择。

表 13 螺旋缠绕法适用性

项目	固定式螺旋缠绕内衬法	行走式螺旋缠绕内衬法
管道截面	圆形	圆形和非圆形
材料	带状型材和钢带	带状型材和钢带
修复范围（mm）	DN800~DN3000	DN1000~DN5000
压力范围	$\leq 0.8$ MPa	$\leq 0.8$ MPa
管道弯曲	$\leq 10^\circ$	$\leq 10^\circ$ ，转弯半径 $\geq 5D$
注浆	需要	

适用修复类型	独立结构修复	复合结构性修复
原管道管材	无限制	

5.1.3 螺旋缠绕修复工程的设计应符合下列规定：

- a) 当原管道地基不满足要求时，应进行处理；
- b) 修复后管道的结构应满足受力要求；
- c) 修复后管道的过流能力应满足要求。

5.1.4 螺旋缠绕内衬管的内径不宜小于原管道内径的 90%。

5.1.5 当原管道、箱涵等非圆形截面为钢筋混凝土结构且管道仍存在剩余结构强度时，按照《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 进行加固，参照表 14 进行结构设计。

表 14 其他形状截面内衬修复设计

项目	仅混凝土腐蚀	钢筋受到腐蚀，裂缝宽度小于 0.2mm	裂缝宽度 $\geq$ 0.2mm
注浆体要求	不应低于原结构设计强度，且不应低于 30MPa		
布筋要求	不需要	需要	需要

5.1.6 当原管道结构已完全丧失或原管道剩余结构强度无法评估时，厂家应提供不同规格带状型材、不同配筋、不同注浆体强度的破坏载荷申明值，由设计进行复核是否满足要求。

## 5.2 注浆压力设计

当对内衬管和原管道的间隙内注浆时，最大注浆压力应按公式（1）加以限制：

$$P_{zj} \leq \frac{24EI}{(1-\nu^2)D^3} \cdot \frac{C}{N} \quad (1)$$

式中： $P_{zj}$ —注浆压力（螺旋缠绕内衬管临界屈曲压力）（MPa）；

$EI$ —内衬管的刚度系数（MPa·mm<sup>3</sup>）；

$E$ —内衬管的初始弹性模量（MPa）；

$I$ —内衬管的惯性矩（mm<sup>4</sup>/mm）；

$N$ —安全系数，推荐值为 2.0；

$D$ —内衬管的平均直径（mm），按式（3）计算；

$\nu$ —内衬管的泊松比，取 0.38；

$C$ —椭圆度折减系数，按式（4）计算。

## 5.3 水力计算

5.3.1 管道的水头损失  $h$  应按下式计算：

$$h = \frac{10.67q^{1.852}}{C_h^{1.852}d_j^{4.87}}l \quad (2)$$

式中： $h$ —水头损失（m）；

$q$ —设计流量（m<sup>3</sup>/s）；

$l$ —管道长度（m）；

$C_h$ —海曾-威廉系数，取值范围为 135-145；

$d_j$ —管道内径（m）。

5.3.2 管道沿程损失应采用谢才公式计算：

$$h_f = \frac{Lv^2}{C^2R} \quad (3)$$

式中： $v$ —流速，m/s；

$R$ —水力半径，m；

$C$ —谢才系数；

$L$ —管道长度。

当管径为 0.4~12m 时，谢才系数  $C$  按巴浦洛夫斯基公式计算：

$$C = \lambda \frac{1}{n} \text{Re}^y \quad (4)$$

$$\text{其中： } y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.1)$$

谢才系数  $C$  也可按曼宁公式计算：

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (5)$$

式中： $\lambda$ —沿程阻力系数；

$n$ —粗糙系数，螺旋缠绕内衬管取 0.010；

$R_e$ —雷诺数。

## 6 施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 根据待修复管道的直径和长度，采用材料生产商指定的专用设备，并由具备相应资质和施工经验的专业队伍进行施工。

6.1.2 螺旋缠绕内衬法修复工程施工应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

6.1.3 进行有限空间作业必须严格按照有限空间作业操作规程进行，作业前，认真检查各种仪器设备是否符合要求，发现问题及时处理，如果不具备有限空间作业条件就必须停止作业。

- 6.1.4 气体检测合格后方可佩戴防护用品进入有限空间，气体检测结果不符合要求时必须进行机械通风，直到气体检测合格后方可佩戴防护用品进入有限空间（应急救援时除外，应急救援时应佩戴隔绝式正压呼吸器进入）。
- 6.1.5 当施工需进行局部开挖时，开挖前应取得相关部门的批准。
- 6.1.6 非开挖修复更新工程所产生的污物、噪声及振动应符合国家有关环境保护的规定。
- 6.1.7 现场施工临时用电必须符合施工现场临时用电规范的要求和公司关于施工现场临时用电的要求。
- 6.1.8 非开挖修复工程应在验收合格后投入使用。

## 6.2 施工准备

### 6.2.1 施工前应取得以下许可与编制相关文件：

- a) 取得安全施工许可证；
- b) 编制施工组织设计；
- c) 涉及道路开挖与恢复、交通导行时应编制专项方案。

### 6.2.2 施工前应对现场进行围挡，现场围挡应遵守以下规定：

- a) 施工现场应封闭，防止无关人员进入；
- b) 若施工现场在市区道路、高速路、环路等车道上，施工时需要进行交通导行；
- c) 施工现场应具备施工车辆进入条件，方便运送设备及施工人员；

### 6.2.3 施工前应在现场配备施工所需的所有设备，并检查与调试到正常工作状态。使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、校准合格后方可使用。

### 6.2.4 进入施工现场的材料应符合以下规定：

- a) 修复材料进场时，应检查每批产品的质量合格证书、性能检测报告和使用说明书，并应核对材料品种及型号、生产企业、产品有效期。
- b) 应提供该进场材料的相关检测和评估报告，包括但不限于：带状型材的检测报告，成管的环刚度报告以及注浆材料的强度报告（适用于复合管）等；
- c) 进场时应提供螺旋缠绕管施工手册，手册中应规定成施工所需的所有附加材料（如密封剂、填料、粘合剂）和操作细节，包括安装过程中的最低温度；
- d) 螺旋缠绕法所使用的材料（带状型材、钢带等）的规格、尺寸、性能应符合设计要求；
- e) 带状型材内表面应当光滑平整，带状型材不得存在可见的破损、裂缝、孔洞、划伤、弯曲、变形等缺陷；
- f) 在工程施工前应检查当晚的温度，当地上气温低于 10℃时，施工时应采取加温措施。

### 6.2.5 施工前对待修复管道进行强制通风，直到达到作业人员可以下井的条件。

### 6.2.6 根据现场管道情况，选择联合冲洗车或高压水冲洗对管道进行疏通，从下游井口开始施工。

## 6.3 管道预处理

- 6.3.1 修复施工前应对原有管道进行预处理，预处理前宜进行电视检测（CCTV）或管内目测，并制定合理的预处理方案。
- 6.3.2 预处理不得对管道造成进一步的损伤和破坏。
- 6.3.3 原有管道预处理可采用机械清洗、喷砂清洗、高压水射流清洗和管内修补等技术中的一种或几种组合进行作业。
- 6.3.4 采用机械清洗进行管道预处理时，应符合下列规定：
- a) 机械清洗可采用敲除、刮除和磨除等工艺类型，根据不同的管道材质、不同的结垢情况，可合理选择单一或多种清洗工艺；
  - b) 当使用敲除管壁锈垢工艺时，机械设备不得损坏原有管道；
  - c) 清洗产生的污水和污物应收集处理，不得随意排放。
- 6.3.5 采用喷砂清洗进行管道预处理时，应符合下列规定：
- a) 磨料应选用无毒、干净的石英砂，压缩空气应经过油气分离器除油；
  - b) 当使用喷砂除锈工艺时，应在管道末端安装收集装置；
  - c) 除锈结束后应向管内送入高压旋转气体，排净管内的杂质和水渍。
- 6.3.6 采用高压水射流清洗进行管道预处理时，高压水射流设备应由专业人员操作，并应合理控制清洗操作压力和流量，水流压力不得对管壁造成损坏。
- 6.3.7 管道内存在裂缝、接口错位和漏水、孔洞、变形、管壁材料脱落、锈蚀等局部缺陷时，可采用灌浆、机械打磨、点位加固、人工修补等管内修补的方法进行预处理。
- 6.3.8 管道预处理作业中，若发现管道状况与设计文件严重不符时，应停止预处理作业，立即与设计单位沟通。
- 6.3.9 管道变形或破坏严重、接头错位严重的部位，应按经批准的施工组织设计进行预处理。
- 6.3.10 预处理后的原管道内应无沉积、结垢和障碍物。
- 6.3.11 管道预处理后应进行电视检测（CCTV），人工可进入的管道也可采用管内目测进行检查，并应保存影像、文字等资料作为隐蔽验收依据。
- 6.3.12 预处理验收合格后，方可进行下一步施工。

#### 6.4 螺旋缠绕作业

- 6.4.1 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。
- 6.4.2 固定式螺旋缠绕内衬法应符合下列规定：
- a) 螺旋缠绕设备应固定在起始工作坑中，且设备轴线应与管道轴线一致；
  - b) 内衬管的缠绕肋型及推入过程应同步进行，直到内衬管到达目标工作坑；
  - c) 内衬管缠绕过程中，钢带应同步安装在带状型材外表面，应与带状型材公母锁扣处嵌合牢固；
  - d) 当带状型材截断后采用热熔焊接进行再连接时，焊缝翻边应均匀，焊接应牢固。
- 6.4.3 行走式螺旋缠绕内衬法应符合下列规定：

- a) 螺旋缠绕设备安装在管道内时，设备轴线应与原管道轴线对正；
- b) 螺旋缠绕设备的缠绕与行走应同步进行；
- c) 螺旋缠绕作业应平稳、匀速进行，锁扣应嵌合、连接牢固。

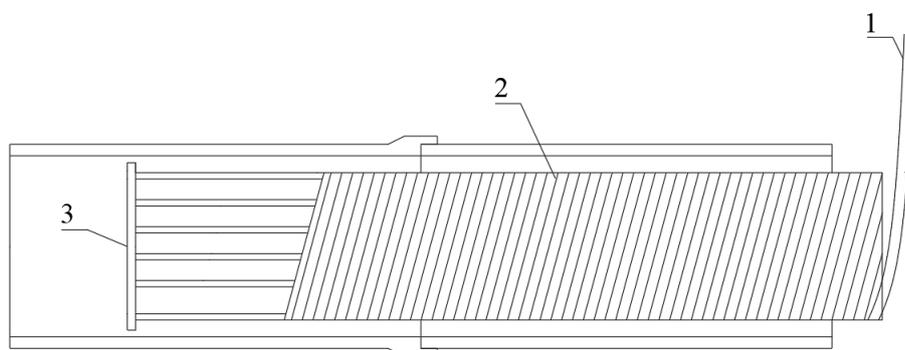


图 5 行走式螺旋缠绕内衬法

1—带状型材；2—内衬管；3—缠绕机组

6.4.4 当管道断面为非圆形时，行走式缠绕内衬工艺管道拐角处半径  $R$  的取值范围应符合表 15 的规定。

表 15 拐角处半径  $R$  的规定

短边边长 $L$ / (mm)	拐角半径 $R$ / (mm)
$800 < L \leq 1000$	$\leq 250$
$1000 < L \leq 2000$	$\leq 300$
$2000 < L \leq 3000$	$\leq 400$
$3000 < L \leq 5000$	$\leq 700$

## 6.5 注浆

6.5.1 固定式螺旋缠绕内衬法和行走式螺旋缠绕内衬法需要对环形间隙进行注浆处理。

6.5.2 在环形间隙中注浆之前，应进行防内衬管上浮的支护工作，以防止作用在内衬管上的注浆压力引起的上浮。

6.5.3 中大直径螺旋缠绕内衬管的环状间隙注浆前，应在内衬管的内部安装支架作为支撑，以防止注浆压力引起的内衬管上浮和屈曲，如图 6 所示。

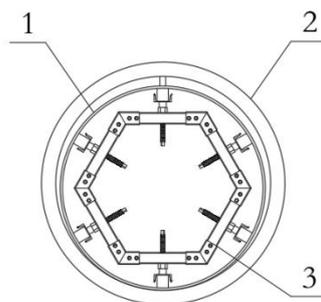


图 6 中大直径管道防上浮支护

1—内衬管；2—原管道；3—支撑装置

6.5.4 注浆前应在工作坑中对内衬管两端与原管道之间的间隙做如下处理：

- a) 采用快干水泥和环氧砂浆等材料进行密封处理；
- b) 密封处理时应在管道两侧环形间隙 2 点、10 点、12 点的位置分别埋设注浆管，一侧可用于注浆，另一侧可用于排气和观察。

6.5.5 对螺旋缠绕内衬管与原管道之间的间隙注浆时应符合下列规定：

- a) 注浆时应当做好注浆记录，记录内容应包括：注浆设备及型号、注浆材料、配比、注浆时间、注浆量、注浆压力、异常情况；
- b) 初次配浆时利用比重仪对注浆体进行检测，判断注浆体的水灰比是否准确；
- c) 根据管道预埋注浆孔的位置，布设注浆支管，每个注浆口支管均设一控制闸阀；
- d) 施工前必须根据注浆段实际长度计算理论注浆量，严格控制注浆体注入量，实际注入量不应小于计算注浆量；
- e) 注浆应分次进行，首次注浆量应根据内衬管自重、管内水量进行计算；
- f) 第二次注浆应至少在首次注浆注浆体初凝后进行，与首次注浆的时间间隔不宜小于 12h；
- g) 注浆时应控制最大注浆压力不超过理论计算值；
- h) 施工中注意观察注浆管的排气和冒浆情况，连续冒出水泥浆后方可封闭观察孔和注浆孔；
- i) 注浆发生压力突然升或降、吸浆量突然增加或减少等异常现象时应立即查明原因，采取相应措施妥善处理，并做好详细记录。当出现冒浆、漏浆时应根据具体情况采取嵌缝、表面封堵、低压、限流、限量、间歇灌注等方法进行处理，尽量不采取待凝措施；
- j) 注浆完成后应密封注浆孔，并应对管道端头进行平整处理；
- k) 注浆完成后应立即用清水冲洗注浆管，必须采取适当措施处理废水，做好清洁工作。

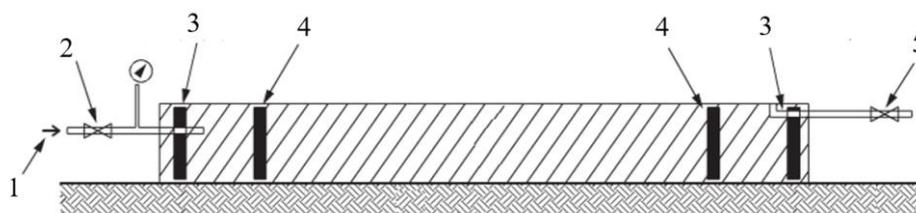


图 7 注浆现场配置图

1—注浆口；2—注入阀；3—密封装置；4—支架；5—放气阀

## 6.6 端口处理

6.6.1 内衬管起点和终点端口应切割整齐。

6.6.2 对内衬管两端与原有管道间的环状空隙进行密封处理，具体要求如下：

- a) 应使用环氧砂浆密封材料封堵；

- b) 封口厚度不少于 15cm;
- c) 封堵材料应当不损坏内衬管;
- d) 最后要压光抹平。

## 7 验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 供水管道螺旋缠绕内衬法结构修复工程的质量检验与验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定和设计文件的要求。

7.1.2 供水管道螺旋缠绕内衬法结构修复工程的单位工程、分部工程、分项工程的划分应符合表 16 的规定。

表 16 供水管道螺旋缠绕内衬法结构修复工程的单位工程、分部工程、分项工程的划分

单位工程 (可按一个施工合同或视工程规模按一个路段、一种施工工艺,分为1个或若干个单位工程)		
分部工程	分项工程	分项工程验收批
单独管段	1 原管道预处理	单独管段
	2 修复更新管道	
	3 端口连接与处理	
	4 管道功能性试验	

注:当工程仅有1个修复段(俩工作坑之间)时,该分部工程可视为单位工程。

7.1.3 单位工程、分部工程、分项工程及验收批的质量验收记录应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.1.4 使用的计量器具和检测设备,应经计量检定、校准合格后方可使用。

7.1.5 管道修复后应采用电视检测(CCTV)设备对管道内部进行表观检测。检测资料应存入竣工档案中。

7.1.6 现场检验和抽样检验应做好检验记录并存档。检验记录应包括工程编号、项目名称、施工单位名称、施工负责人、施工地点、管道规格、管材类型、修复长度、材料名称、生产厂家、产品有效日期、质量检验项目等内容。

7.1.7 每个单位工程在相同施工条件下的同一批次产品应现场见证取样,并应进行取样检测。每个单位工程应至少取一组样品进行检测。

### 7.2 主控项目

7.2.1 带状型材和钢带的规格、尺寸、外观应符合本规程第3章和设计文件的规定。

检查方法：材料进场时现场抽检。

检查数量：不少于进场总量的 1/3。

#### 7.2.2 带状型材和钢带的性能应符合本规程第 3 章和设计文件的规定。

检查方法：对照设计文件全数，检查产品合格证、质量检测报告、厂家产品使用说明等。

检查数量：全数检查。

#### 7.2.3 内衬管的刚度应符合设计文件的规定。

检查方法：对于独立结构和复合结构性修复，检查成品的环刚度或刚度系数检测报告。对于复合结构修复，检查注浆体 28 天抗压强度。

检查数量：检查产品环刚度时，同一项目每种管径留样 1 组。检查刚度系数时，同一项目带状型材和钢带不同组合留样 1 组。检查注浆体 28 天抗压强度时，检查抗压强度试块报告。

#### 7.2.4 修复后的管道不得有滴漏和线流现象。

检查方法：修复完成后宜采用 CCTV 检测，修复后管径大于 800mm 时也可进入管道人工检查。

检查数量：全数检查

#### 7.2.5 原管道经预处理后，应无影响修复施工工艺的缺陷，管道内表面应符合本规程第 6.3.9 条的规定。

检查方法：查看 CCTV 视频，检查预处理施工记录、相关技术处理记录。

检查数量：全数检查。

#### 7.2.6 注浆体应密实、连续。

检查方法：冲击回波法、地质雷达法、敲击法。

检查数量:全数检查。

### 7.3 一般项目

#### 7.3.1 管道内应线形平顺，不得出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况。

检查方法：采用 CCTV 检测或人工检查。

检查数量：全数检查。

#### 7.3.2 原管道缺陷的预处理方案应满足设计和施工方案的要求。

检查方法：对照设计文件和施工方案检查管道预处理记录；检查预处理材料质量保证资料、预处理施工检验记录或报告。

检查数量：全数检查。

#### 7.3.3 修复后内衬管道端口与原有管道之间间隙；修复后的管道和相邻管段之间的连接，应符合设计要求，且应密封良好。

检查方法：进入检查井检查，对照设计文件检查施工记录等。

检查数量：全数检查。

### 7.4 管道水压试验与冲洗消毒

7.4.1 修复后的管道应进行管道水压试验，管道水压试验应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定和设计文件的要求。

7.4.2 管道水压试验合格后，应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定对管道进行冲洗消毒和水质检验。

## 7.5 工程竣工验收

7.5.1 供水管道螺旋缠绕内衬法修复工程质量验收应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

7.5.2 施工单位在修复更新工程完工后，应进行工程资料整理及管道水压试验检验，自检验合格并经监理单位检查同意后通知相关部门验收。

7.5.3 工程竣工验收应由建设单位组织，设计单位、施工单位、监理单位共同参加进行联合验收。

7.5.4 供水管道螺旋缠绕内衬法结构修复工程竣工验收应符合下列规定：

- a) 工程验收批的质量验收应全部合格；
- b) 外观质量验收应符合要求；
- c) 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；
- d) 工程质量控制资料应完整。

7.5.5 工程验收批的质量验收内容应包括本规程 7.2~7.4 节的全部内容。

7.5.6 外观质量验收应包括下列内容：

- a) 管道位置、线形及渗漏水情况；
- b) 管道附属构筑物位置、外形、尺寸及渗漏水情况；
- c) 管口处理及渗漏水情况；
- d) 设计工程量的实际完成情况；
- e) 沿线地面、周边环境情况。

7.5.7 工程有关安全及使用功能检测资料应包括下列内容：

- a) 工程内容、要求与设计文件相符情况；
- b) 修复前、后的管道检测与评估情况；
- c) 管道功能性试验情况；
- d) 管道位置贯通测量情况；
- e) 管道环向变形率情况；
- f) 管道接口连接检测、修复有关施工检验记录等汇总情况；
- g) 涉及材料、结构等试样试验以及管材试验的检验汇总情况；
- h) 涉及土体加固、原管道预处理以及相关管道系统临时措施恢复等情况。

7.5.8 工程质量控制资料应包括下列内容：

- a) 建设基本程序办理资料及开工报告；

- b) 原管道管竣工图纸等相关资料，工程沿线勘察资料；
- c) 修复前对原管道的检测和评定报告及 CCTV 记录；
- d) 设计施工图及施工组织设计（施工方案）；
- e) 工程原材料、各类管材等材料的质量合格证、性能检验报告、复试报告等质量保证资料；
- f) 所有施工过程的施工记录及施工检验记录；
- g) 工程的质量验收记录；
- h) 修复后管道的检测和评定报告及 CCTV 记录；
- i) 施工、监理、设计、检测等单位的工程竣工质量合格证明及总结报告；
- j) 相关工程会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；
- k) 质量事故、生产安全事故处理资料；
- l) 工程竣工图和竣工报告等。

7.5.9 非开挖修复工程的质量验收不合格时，应按下列规定处理：

- a) 经返工重做或更换管节、管件、管道设备等的验收批，应重新进行验收；
- b) 经检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，可予以验收；
- c) 经检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收；
- d) 经返修或加固处理的分项工程、分部及子分部工程，改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

7.5.10 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部工程及子分部工程、单位工程及子单位工程，严禁验收。

7.5.11 检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工项目技术负责人或专业质量检查员等进行验收。

7.5.12 分部工程及子分部工程应由总监理工程师组织施工项目负责人、技术与质量负责人、设计和勘察单位工程项目负责人等进行验收。

7.5.13 单位工程经施工单位自行检验合格后，应由施工单位向建设单位提出验收申请。单位工程有分包单位施工时，分包单位对所承包的工程应按本规程进行验收，验收时总承包单位应派人参加。分包工程完成后，应将有关资料移交总承包单位。

7.5.14 符合竣工验收条件的单位工程，经施工单位组织自检合格后，应由总监理工程师组织各专业监理工程师进行竣工预验收。预验收合格后，应由建设单位按规定组织验收。施工、勘察、设计、监理等单位的有关负责人以及本工程的管理或使用单位有关人员应参加验收。

7.5.15 单位工程质量验收合格后，建设单位应将竣工验收报告和有关文件，报工程所在地建设行政主管部门备案。

7.5.16 施工单位应对由施工引起的各种粉尘、废气、废弃物以及噪声、振动等环境污染问题采取控制措施。

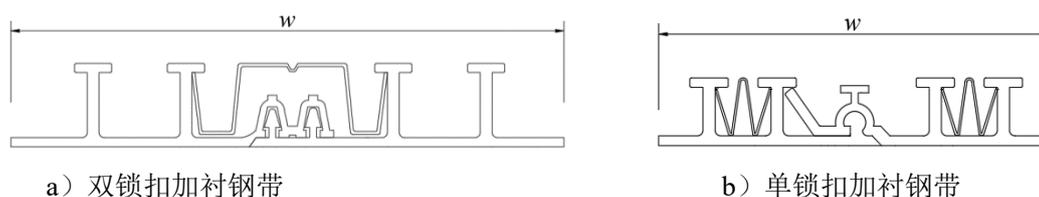
## 附录 A

(规范性)

## 带状型材刚度系数测试方法

## A.1 试样

试样应由生产厂家提供，每批产品应分别取三个不同位置的试样进行检测，每组试样不应少于 3 个，试样宽度应等于表 1 中有效宽度,试样截面见图 A.1。



标引序号说明：

$w$ —试样宽度。

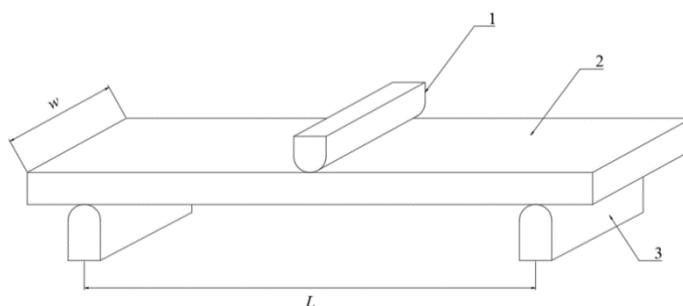
图 A.1 试样截面图

## A.2 试验环境

试验环境应符合《塑料试样状态调节和试验的标准环境》GB/T 2918 中的规定。

## A.3 试验装置

试验装置应包括支撑底座、试验平台和加载头，见图 A.2 所示。



标引序号说明：

1—加载头；

2—试样；

3—支撑底座；

$w$ —试样宽度；

$L$ —支撑跨距。

图 A.2 刚度系数测试装置

刚度系数计算应按式 (A.1) 计算：

$$EI = \frac{L^3 m}{48w} \quad (\text{A.1})$$

式中： $EI$ —刚度系数，单位为兆帕立方毫米（ $\text{MPa}\cdot\text{mm}^3$ ）；

$m$ —载荷-挠度曲线中初始直线部分的切线斜率，单位为牛顿每毫米（ $\text{N}/\text{mm}$ ）；

$L$ —支撑跨距， $\text{mm}$ ；

$w$ —试样宽度， $\text{mm}$ 。

#### A.4 试验步骤

A.4.1 安装试样并调整支撑跨距  $L$ ，使跨距  $L$  满足  $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ 。

A.4.2 载荷应施加在样品带有肋条的一侧，加载头试验速率应符合式（A.2），试样发生形变，至试样外表面发生破裂或最大应变达到  $0.05 \text{ mm}/\text{mm}$  时终止。

$$R = \frac{ZL^2}{6e_0} \quad (\text{A.2})$$

式中： $R$ —加载头试验速率，单位为毫米每分钟（ $\text{mm}/\text{min}$ ）；

$Z$ —试样外表面应变速率，应取  $0.1$ ，单位为每分钟（ $\text{min}$ ）；

$L$ —支撑跨距， $\text{mm}$ ；

$e_0$ —型材高度， $\text{mm}$ 。

A.4.3 应力-应变曲线（见图 A.3）初始弯曲部分是由试样的松弛引起，虚线部分与  $x$  轴交点为修正零点，式（A.1）中  $m$  值即为虚线斜率。

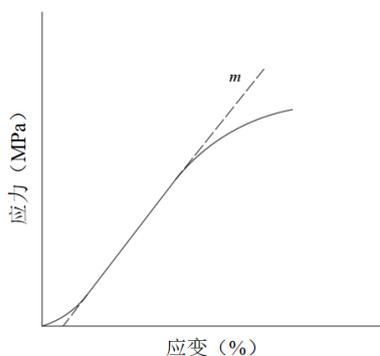


图 A.3 应力-应变曲线示例

## 附录 B 修复后管道水压试验

(规范性)

### B.1 原理

通过对封堵完好的待测管段进行注水，若管段在规定时间内规定压力下通过外观检测无渗漏现象，则视为待测管段通过水压试验。

### B.2 设备

水泵、压力计、管阀件、计时器等。

### B.3 试验步骤

B.3.1 将待测管段两端设置堵板进行封堵。

B.3.2 安装注水口、排水口、压力计和阀门等配件。

B.3.3 打开水泵向管内注水，应将管内空气排出，以免影响试验结果。

B.3.4 对管段进行预实验。观察压力表读数的变化，控制注水流量使水压缓缓上升至试验压力  $P_t$ ，试验压力按照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 确定。

B.3.5 试验压力  $P_t$  维持 30min，稳压期间若水压下降可注水补压，但不可超过试验压力  $P_t$ 。检查管段接口、配件等处有无漏水情况，若有漏水应立即停止试验，查明原因并采取相应措施后重新试压。

B.3.6 停止注水补压，稳定 15min；当 15min 后压降不超过 0.03MPa，将试验压力  $P_t$  降低至工作压力  $P$  并保持恒压 30min，进行外观检查，若无漏水现象，则水压检验合格。

## 参考文献

- [1] GB 50013—2018 室外给水设计标准。
  - [2] GB 50268—2003 给水排水管道工程施工及验收规范。
  - [3] GJJ/T 244—2016 城镇给水管道非开挖修复更新工程技术规程。
  - [4] GB/T 37862-2019 非开挖修复用塑料管道 总则。
- 

---

---

ICS 83.140.30

G33

关键词：供水管道、螺旋缠绕、非开挖修复技术

---

---