

ICS

中国建筑业协会团体标准 团体标准

P

T/CCIAT xxxx— 20xx

排水管道紫外光固化修复施工和验收技术规程

Technical Specifications for Sewer Line Rehabilitation and Acceptance

by the UV-Cured-in-Place-Pipe

(征求意见稿)

20xx— xx—xx 发布

20xx—xx —xx 实施

中国建筑业协会 发布

中国建筑业协会团体标准

排水管道紫外光固化修复施工和验收技术规程

Technical Specifications for Sewer Line Rehabilitation and Acceptance
by the UV-Cured-in-Place-Pipe

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx 年 xx 月 xx 日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

前言

根据中国建筑业协会关于印发《第五批中国建筑业协会团体标准编制工作计划》的通知（建协函〔2021〕59号），规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工；7.验收。

本规程由中国建筑业协会负责管理，由中铁十八局集团有限公司、中铁十八局集团建筑安装工程有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中铁十八局集团建筑安装工程有限公司（地址：天津保税空港中环西路285号十八局建安公司；邮政编码：300308）。

本标准主编单位：中铁十八局集团有限公司、中铁十八局集团建筑安装工程有限公司

本标准参编单位：中国地质大学（武汉）

本标准主要起草人员：×××、×××

本标准主要审查人员：×××、×××

目 次

ICS	1
1 总则	2
2 术语和符号	3
2.1 一般术语	3
2.2 符号	8
2.3 缩略语	10
3 基本规定	11
4 材料	13
4.1 原材料	13
4.2 内衬管	17
5 设计	21
5.1 一般规定	21
5.2 内衬管结构设计	21
5.3 水力计算	25
6 施工	28
6.1 一般规定	28
6.2 管道预处理	29
6.3 翻转式施工	30
6.4 软管拉入及固化	33
6.5 局部原位固化法	36
6.6 相关设备	38
7 验收	39
7.1 一般规定	39
7.2 原有管道预处理	44
7.3 内衬管质量检验	45
7.4 内衬管力学性能试验	46
7.5 管壁密实性试验	50
7.6 管道功能性试验与冲洗消毒	51
7.7 工程竣工验收	52
附录 A（资料性附录） CIPP 组件及其功能	55
附录 B（规程性附录） 短期弯曲性能的测定	57
附录 C（资料性附录） 干、湿条件下长期弯曲模量的测定	70
附录 D（规程性附录） 干、湿或酸性条件下长期弯曲强度的测定(应力腐蚀试验)	77
附录 E（规程性附录） 管壁密实性试验	83
本标准（规程、规程）用词说明	85
引用标准名录	86
条文说明	错误！未定义书签。

Contents

1 总则

- 1.0.1 为使城镇排水管道紫外光固化修复做到技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量和保护环境，制定本规程。
- 1.0.2 本标准（或规程、规程）适用于采用原位固化法修复排水管道的设计、施工和验收。
- 1.0.3 本标准适用于各种树脂系统，包括与其兼容的纤维载体材料、增强材料和其他与工艺有关的塑料部件。
- 1.0.4 本标准（或规程、规程）规定了非压力排水管道原位固化修复的基本技术要求。当本标准（或规程、规程）与国家法律、行政法规的规定相抵触时，应按国家法律、行政法规的规定执行。
- 1.0.5 排水管道紫外光固化法修复工程的设计、施工和验收，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

下列术语、符号和缩略语适用于本文件。

2.1 一般术语

2.1.1

原位固化法 cured-in-place pipe

将湿软管通过翻转或者牵拉的方法置入原有管道内部并与原管紧密贴合后固化形成内衬管的非开挖管道修复方法，简称 CIPP。翻转法通常采用水力或气压翻转置入，然后通过循环热水或蒸汽进行固化，简称 WS-CIPP；牵拉法通常采用紫外光进行固化，简称 UV-CIPP。

2.1.2

干软管 dry tube

与树脂有良好相容性的一层或多层聚酯纤维毡等增强纤维织物或同等性能材料制作而成的柔性管材。

2.1.3

湿软管 wet tube

干软管经浸渍树脂后尚未固化的管材。

2.1.4

内衬管 liner

湿软管经安装进入原有管道并固化形成的新的管道内衬。

2.1.5

局部修复 localized repair

对原有管道内的局部破损、接口错位等缺陷修复的方法。

2.1.6

半结构性修复 semi-structural rehabilitation

原有管道承受外部土压力、动荷载和内部水压，内衬管承受外部水压、真空压力或局部孔洞压力的修复工程。

2.1.7

结构性修复 structural rehabilitation

管道内、外部压力全部由内衬管道承受的修复工程。

2.1.8

磨损层 abrasion layer

原位固化产品(2.1.11)使用过程中预计磨耗层，其为标称壁厚材料的内层。

2.1.9

载体材料 carrier material

内衬的多孔组件，它在插入更新的管道时携带液态树脂系统(2.1.23)，在树脂固化后成为内衬系统的一部分。

2.1.10

CIPP 产品 cured-in-place pipe product

专门设计的原位固化管，其管壁结构根据不同的管径/壁厚确定并由制定材料制成内衬，由特定的树脂系统(2.1.23)浸渍，通过特殊的工艺安装。

2.1.11

紫外光固化产品 UV-cured-in-place pipe product *

专门设计的原位固化管，其管壁结构根据不同的管径/壁厚确定并由指定材料制成内衬，由特定的树脂系统(2.1.23)浸渍，通过特殊的工艺安装。

2.1.12

紫外光固化装置 UV-CIPP unit

从一个连续衬管中生产的特定原位固化管道，在一个过程中浸渍，并以单一长度安装。

2.1.13

紧密配合 close fit

安装的内衬外层相对于原管内层的配合情况，包括过盈配合及由于材料收缩和公差造成的间隙配合。

2.1.14

复合材料 composite *

由固化树脂体系(2.1.23)、载体材料(2.1.9)和/或加固材料(2.1.22)组成，不包括内膜和外膜。

2.1.15

固化 curing *

树脂通过加热或曝晒来启动或加速聚合的过程。

2.1.16

设计壁厚 design thickness

结构设计所决定的复合材料 (2.1.14) 的要求壁厚,不包括磨损层(2.1.8)。

2.1.17

初次断裂 first break

与树脂基体或增强纤维局部失效有关的弹性极限或应力应变曲线出现的第一个间断。

2.1.18

软管内衬 lining tube *

由载体材料(2.1.9)、树脂系统(2.1.23)和薄膜/或加固材料(2.1.22)组成,在插入管道之前进行组合的一种柔性管,又称软管。

2.1.19

标准固化壁厚 nominal CIPP wall thickness

一种不连续的内衬管壁厚度,由各层材料的厚度之和决定。

2.1.20

永久性薄膜 permanent membrane

在内衬管插入和树脂系统(2.1.23)固化过程中保持其完整性,并为紫外光固化内衬的使用寿命提供相关功能的内外膜。

2.1.21

预制衬层 pre-liner

在树脂浸渍内衬管插入前安装的永久性 or 半永久性外膜。

2.1.22

加固 reinforcement

内衬中加入纤维，以增强内衬的尺寸稳定性及固化复合材料的结构性能。

注：加固材料可被纳入载体材料（2.1.9），构成新载体材料，也可以是单独层。

2.1.23

树脂体系 resin system

固化剂(2.1.15)和特定比例的填料或其他添加剂组成的热固性树脂。

2.1.24

半永久性薄膜 semi-permanent membrane

通过内衬管(2.1.4)插入和树脂体系(2.1.23)固化过程来保持内衬完整性，但在“Ⅰ”阶段不提供作用的内膜或外膜。

2.1.25

临时性薄膜 temporary membrane

在“Ⅲ”阶段铺设于管内外表面的薄膜，仅在“Ⅲ”阶段起作用。

注：临时性薄膜会在安装过程中或安装后移除。

2.1.26

总壁厚 total thickness*

紫外光固化内衬在“Ⅰ”阶段的总厚度，包括复合材料厚度(2.1.30)、任何半永久性(2.1.24)和永久性膜(2.1.20)的厚度。

2.1.27

典型试验 type testing

能证明材料、产品、接头或总成符合标准相关要求的测试。

2.1.28

辐射通量密度 P radiant flux density P *

单位面积上在一定波长范围内的辐射强度（辐射强度/面积）。

2.1.29

软管内衬的耐久性 durability of lining *

使用寿命期间在可预测的效果影响下，达到软管内衬所要求的强度的能力。

2.1.30

复合厚度 composite thickness*

通过静载计算得出的设计厚度，由材料检测时的测量数值（实际值）所得出的（额定值）或平均厚度。

2.2 符号

b——试件宽度

CE——弯曲试件三点弯曲模量修正系数

C σ ——弯曲试件三点弯曲应力修正系数

dm——复合材料中厚管材试样的平均直径 (=2R₂)

dn——标称外径

E₀——短期弯曲模量

E_c——曲率修正前弯曲试件三点弯曲试验表观弯曲模量

E_f——平板试件三点弯曲试验表观弯曲模量

E_x——x 年后的长期弹性模量

E_t —— t 时刻的弯曲蠕变模量
 e_1 ——内膜厚度
 e_2 ——外膜厚度
 e_c ——复合材料厚度
 e_{tot} ——总厚度
 $e_{c,m}$ ——复合材料平均厚度
 $e_{c,min}$ ——复合材料最小厚度
 F ——弯曲试验中施加的荷载
 h ——试件总厚度
 h_m ——试件平均厚度
 I ——单位长度管壁惯性矩（面积二次矩）
 L ——弯曲试验中支撑点间距
 L_1 ——弯曲试件与支撑接触点之间的间距
 L_2 ——弯曲试件弯曲试验时的真正跨度
 L_3 ——弯曲试件弯曲试验时的总弦长
 r ——支座半径
 R_2 ——复合材料试件在厚度中线处的曲率半径
 R_1 ——试件内表面的曲率半径
 V ——弯曲试件与支座接触点到试件中点的间距
 ε_{fM} ——最大载荷作用下的弯曲应变
 σ_0 ——蠕变试验中要求的弯曲应力
 σ_c ——曲率修正前弯曲试件三点弯曲试验表观弯曲应力

σ_f ——平板试件三点弯曲试验的弯曲应力

σ_{fb} ——第一次断裂时的弯曲应力

σ_{fM} ——最大载荷作用下的弯曲应力

σ_L ——纵向拉伸极限应力

σ_x —— x 年后的极限弯曲强度

Φ ——三点弯曲试验中弯曲试件与支座接触点之间弧长所对圆心角之半

2.3 缩略语

CIPP——原位固化法

EP——环氧树脂

GRP——玻璃增强热固性塑料

PA——聚酰胺

PAN——聚丙烯腈

PE——聚乙烯

PEN——聚萘二甲酸乙二醇酯

PET——聚对苯二甲酸乙二醇酯

PPTA——芳纶

PVC-U——未增塑聚氯乙烯

UP——不饱和聚酯树脂

VE——乙烯基酯树脂

3 基本规定

- 3.0.1 从事城镇排水管道非开挖修复更新工程的设计、施工单位应具备相应的技术能力。人员应经专业培训合格后上岗。
- 3.0.2 给水排水管道 CIPP 工程应依据检测评估报告进行设计和施工。
- 3.0.3 管道结构性修复后的使用年限不得低于原有管道的结构设计使用年限，对城镇给水排水地下干管，管道结构性修复后的结构设计使用年限不得低于 50 年；利用原有管道结构进行半结构性修复的管道，其结构设计使用年限不应低于原有管道结构的剩余设计使用期限。非开挖修复更新工程所用的内衬、构（配）件等材料应具有质量合格证书、性能检测报告、使用说明书，进口产品还应具有商检报告，合格后方可使用。
- 3.0.4 CIPP 工程所用的原材料、半成品、成品以及内衬管的质量应符合国家现行有关标准规定；涉及饮用水的材料卫生标准应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定。
- 3.0.5 管道修复更新完成后，应对内衬管端口、内衬管与支管接口或检查井接口处进行连接和密封处理。
- 3.0.6 非开挖修复更新工程应符合国家和地方政府有关环境保护的法律、法规的规定，采取有效措施控制施工现场的各种废弃物、噪声以及振动等对环境造成的污染和危害。

3.0.7 工程验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。工程应在验收合格后投入使用。

3.0.8 密闭空间内进行修复作业时应该符合国家和地方政府有关密闭空间作业的法律、法规的规定（GBZ/T 205）。

4 材料

4.1 原材料

4.1.1 CIPP 采用的原材料主要包括：树脂系统、干软管；原材料的技术性能应符合内衬管的要求，其质量标准、检测方法及检测规则等应符合相关标准的规定。

4.1.2 CIPP 使用的树脂系统应符合下列规定：

- a) 树脂系统可以采用不饱和聚酯树脂(UP)、环氧树脂(EP)或者乙烯基酯树脂 (VE)；
- b) 树脂应具有良好的浸润性及触变性能，可参考表 1 选择使用。

表 1 管道类型与树脂材料选择

管道水质条件	选用树脂类型
雨水，城市生活污水	UP 树脂、EP 树脂
pH $\geq$ 8 的碱性腐蚀性的废排水，或者含有甲醇、甲苯类有机溶剂成分的废排水，或者温度高于 40℃ 的废排水	VE 树脂，EP 树脂，须树脂供应商出具其可以用于该用途排水的适用报告

- c) 紫外光固化专用树脂系统浇铸体性能要求应符合表 2 中的相关要求限值：

表 2 CIPP 专用树脂浇铸体性能要求

纯树脂性能	间苯/邻苯	乙烯基酯	环氧树脂	测试方法
弯曲模量， MPa	≥3000	≥3000	≥3000	GB/T 2567
弯曲强度， MPa	≥90	≥100	≥100	GB/T 2567
拉伸模量， MPa	≥3000	≥3000	≥3000	GB/T 2567
拉伸强度， MPa	≥60	≥80	≥80	GB/T 2567
拉伸断裂延伸 率，%	≥2	≥4	≥4	GB/T 2567
热变形温 度，℃	≥88	≥93	≥85	GB/T 1634

d) 原位固化法干软管用热固性树脂等级划分和试验方法见表 3。

表 3 CIPP 热固化树脂等级划分和试验方法

化合物溶液	等级 1	等级 2/等级 3	测试方法
硝酸，浓度 1.0%	耐	耐	GB/T 3857
硫酸，浓度 5.0%	耐	耐	GB/T 3857
燃料油，浓度 100%	耐	耐	GB/T 3857
氢氧化钠，浓度 0.5%	不耐	耐	GB/T 7194
蔬菜油(棉籽油、谷物	耐	耐	GB/T 3857

油或矿物油), 浓度 100%			
洗涤剂, 浓度 0.1%	耐	耐	GB/T 3857
肥皂水, 浓度 0.1%	耐	耐	GB/T 3857

注 1: 等级 1 为热固性不饱和聚酯树脂, 等级 2 为热固性不饱和聚酯树脂以及乙烯基酯树脂, 等级 3 为热固性环氧树脂。

注 2: 按照 GB/T 3857 玻璃纤维增强热固性塑料耐化学药品性能试验方法中加温至 60℃ 下 28 天期龄的弯曲强度保留率与弯曲模量保留率的平均值大于 70% 同时样品外观无劣化视为耐, 否则为不耐。

- e) 树脂储藏环境、储藏温度和储藏时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定。树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍。
- f) 干软管应在抽成真空状态下充分浸渍树脂, 碾胶时应控制干斑、气泡、厚度不匀、褶皱等缺陷的出现。
- g) 浸渍过树脂的湿软管应存储在避光和产品要求的温度环境中, 运输过程中应记录湿软管暴露的温度和时间。

4.1.3 干软管应符合下列规定:

- a) 采用折叠法、缝合法制作湿软管, 应先制作干软管;
- b) 干软管可由单层或多层聚酯纤维毡或同等性能的材料组成, 并应与所用树脂兼容, 且应能承受施工的拉力、压力和固化温度;
- c) 干软管的外表面应包覆一层与所采用的树脂兼容的非渗透性塑料膜;
- d) 折叠法的各层纤维毡或同等性能的材料接缝应错开;

- e) 干软管应有足够的拉伸、弯曲性能，以确保能承受安装压力和树脂固化温度以及适应非规则部分管道的修复；
- f) 紫外光固化内衬采用的常规干软管承受的最大拉力符合表 4；

表 4 UV-CIPP 常规干软管承受的最大拉力（单位：kN）

管径×壁厚（mm）	最大拉力
DN300×4	40
DN400×5	55
DN500×6	100
DN600×6	125
DN700×8	190
DN800×8	225
DN1000×10	340
DN（1200～1600）×12	500

- g) 干软管的轴向拉伸率不得大于 2%；
- h) 玻璃纤维增强的干软管应至少包含两层玻璃纤维层；
- i) 干软管制作厚度应确保固化后管壁大于等于内衬管材的设计厚度；
- j) 干软管的长度应大于待修复管道的长度，干软管直径的大小应保证在固化后能与原有管道的内壁紧贴在一起，同时也不得因软衬管直径过大而在管道内部产生影响质量的隆起或褶皱。

4.1.4 紫外光固化内衬的临时内膜表面应光滑，并且完整、无破损，具有良好的抗渗及防腐性能，通常可以采用下列材料：

- 聚乙烯（PE）；
- 聚丙烯（PP）；
- 聚氨酯（PUR）；
- 聚酰胺（PA）；
- 聚氯乙烯（PVC）。

紫外光固化内衬采用的临时内膜主要技术参数应符合表 5 的要求。

表 5 UV-CIPP 临时内膜主要技术参数

项目	数值	备注
耐温	-40℃～85℃	
拉伸强度	>55MPa	按 ASTM D882
延伸率	8～30%	按 ASTM D882
厚度	100～300μm	

4.1.5 湿软管外观应符合下列规定：

- a) 湿软管厚度均匀；
- b) 表面无破损；
- c) 表面无较大面积褶皱；
- d) 表面无气泡。

4.2 内衬管

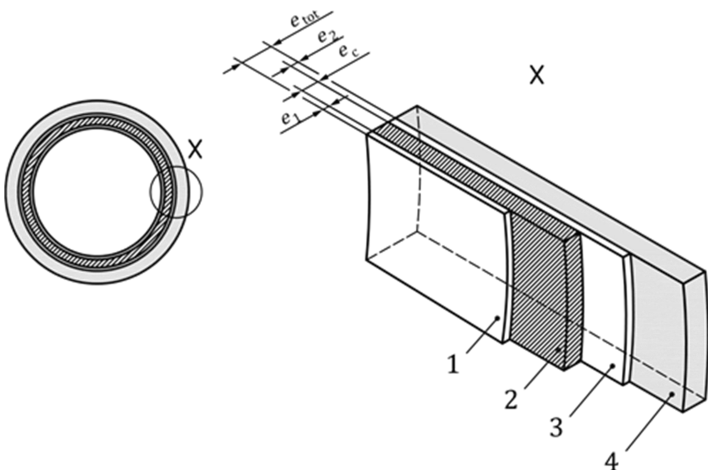
4.2.1 翻转法施工的内衬管由纤维布或纤维毡等骨架材料组成的

软管和树脂粘合材料组成。

4.2.2 拉入式施工的内衬管由玻璃纤维增强的骨架材料组成的软管和紫外光固化树脂粘合材料组成。

4.2.3 内衬管宜包括以下部件：

- 树脂体系；
 - 载体材料。
- 以下材料为备选项：
- 加固材料；
 - 内膜（永久性、半永久性、临时性的）；
 - 外膜（永久性、半永久性、临时性的）。



1-内膜；2-复合材料（树脂载体材料/加固材料，包括磨损层）3-外膜；4-现有管道。

图 1 典型的内衬管壁结构

4.2.4 紫外光固化内衬管部件材料应符合表 6 中的相关内容，应对每个部件所使用的材料进行说明。

表 6 紫外光固化内衬管部件材料

内衬管部件	材料
-------	----

树脂体系	
a) 树脂类型:	a) UP,VE 或 EPa;
b) 填料类型:	b) 无, 无机填料或有机填料;
c) 固化剂类型:	c) 紫外光固化剂。
载体材料/加固材料	a) 聚合物纤维: PA, PAN, PEN, PET, PP 或 PPTA; b) ISO 10467 中推荐的“E”,“C”,“R”型和/或“E-CR”型玻璃纤维; c) ISO 13002 中标明的碳纤维; d) 以上几种纤维的组合。
薄膜	无限制 c
a) 目前技术水平发展出的其他树脂体系虽然不在此范围内, 但原则上可以根据标准进行测试; b) 如果使用几种纤维的组合, 每一种纤维的质量比例应控制在 5% 以内; c) 由于对薄膜没有相关要求, 所以对用于薄膜的热塑性材料的选择也无限制。	

4.2.5 内衬管的周长应按现有管道的尺寸确定, 以便在安装时与现有的排水管道管壁形成紧密配合, 满足设计的要求。应将安装过程中轴向和周向拉伸的余量计入内衬管的生产长度和厚度中。

4.2.6 内衬管和配件应从表 6 中给出的材料表选择并相互兼容。

半永久性内膜与复合材料的粘结强度应足够大以防止在材料喷射过程中或者在正常运营时的松散材料脱落，堵塞排水管道。

4.2.7 机械性能安装过程中，内衬管需要满足技术方法和具体项目对强度和刚度要求。

4.2.8 浸渍后的内衬管长度应连续，在各检查井之间不设多余连接。

4.2.9 内衬材料的标识应满足下列要求：

- a) 为满足内衬管安装在非圆形管渠的情形，标识的尺寸信息应为标称外径或与内衬管外周长相同的圆的外径。
- b) 标注的尺寸应为紫外光固化内衬标称壁厚。
- c) 所使用的内衬结构和（如果预浸渍）树脂体系中应有制造商的信息标识。

4.2.10 紫外光固化内衬管的规格尺寸宜符合下列要求：

修复排水管道时，采用的紫外光固化内衬直径宜为150-2000mm。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 原位固化修复工程设计前应详细调查原有管道的基本概况、工程地质和水文地质条件、现场及周边的施工环境。

5.1.2 应按现行国家行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的有关规定对原有管道的缺陷进行检测与评估，根据检测和评估报告的结论确定修复方式，整体或局部修复，结构性修复或半结构性修复。

5.1.3 原位固化修复工程的设计应符合下列规定：

- d) 当原有管道地基不满足要求时，应进行处理；
- e) 修复后管道的结构应满足强度、稳定及变形要求；
- f) 修复后管道的过流能力应满足要求；
- g) 修复后管道应满足清疏要求；
- h) 供水管道修复不能出现纵向褶皱。

5.2 内衬管结构设计

5.2.1 紫外光固化法所用软管尺寸应与原有管道内径相匹配。

5.2.2 内衬壁厚设计采用下列公式：

5.2.2.1 内衬管与原有管道联合承受外部地下水静液压力及真空压力时的内衬管壁厚设计公式为式(5.2.2.1.1-3)：

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_L C}{(P_w + P_v)N(1 - \mu^2)} \right]^{1/3} + 1} \quad (5.2.2.1.1)$$

$$C = \left[\frac{1 - q/100}{(1 + q/100)^2} \right]^3 \quad (5.2.2.1.2)$$

$$q = 100 \times \frac{(D_E - D_{\min})}{D_E} \quad \text{或} \quad q = 100 \times \frac{D_{\max} - D_E}{D_E} \quad (5.2.2.1.3)$$

式中：

P_w ——管底位置地下水压力（MPa）， $P_w = 0.00981H_w$ ；

H_w ——管底处地下水位深度（m）；

P_v ——真空压力（MPa）（根据工程实际取值，且不小于 0.05MPa）；

C ——椭圆度折减因子；

N ——管道截面环向稳定性抗力系数（取值不应小于 2.0）；

q ——原有管道的椭圆度（%）；

D_E ——原有管道的平均内径（mm）；

$D_{\min}$ ——原有管道的最小内径（mm）；

$D_{\max}$ ——原有管道的最大内径（mm）；

E_L ——内衬管的长期弯曲弹性模量（MPa）；

K ——圆周支持率，应取值为 7.0；

μ ——泊松比，取 0.3。

5.2.2.2 重水管道结构性修复内衬管独立承受外部总荷载（地下水静液压力、土壤静载荷、活载荷）壁厚设计公式为式

(5.2.2.2.1-4)。

$$t = 0.721D_0 \left[\frac{(N \cdot q_t / C)^2}{E_L \cdot R_w \times B' \times E_s'} \right]^{1/3} \quad (5.2.2.2.1)$$

$$q_t = 0.00981H_w + \frac{\gamma \cdot H_s \cdot R_w}{1000} + W_s \quad (5.2.2.2.2)$$

$$R_w = 1 - 0.33 \times \frac{H_w}{H_s} \quad (5.2.2.2.3)$$

$$B' = \frac{1}{1 + 4e^{-0.213H_s}} \quad (5.2.2.2.4)$$

式中：

q_t ——管道总的外部压力 (MPa)；

R_w ——水浮力因子 (最小取 0.67)；

H_w ——管底处地下水位深度 (m)；

H_s ——管顶覆土厚度 (m)；

γ ——土体重度 (kN/m³)；

W_s ——活荷载 (MPa)，地面车辆荷载的确定应根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规程》GB 50332 中的规定进行；

B' ——弹性支撑系数；

E_s' ——管侧土综合变形模量 (MPa)，参照现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规程》GB 50332 选取。

5.2.2.3 对给水管道进行半结构性修复时，当原有管道存在大面积腐蚀或破损孔洞时，内衬管承担原有管道局部孔洞处内水压力，当缺口或孔洞尺寸较小、且满足式 (5.2.2.3.1) 时，应按式

(5.2.2.3.2) 对内衬管壁厚设计值进行校核；当缺口或孔洞尺寸较大且超出式 (5.2.2.3.1) 的范围时，应按紫外光固化内衬结构强度计算公式 (5.2.2.3.3) 及 (5.2.2.3.4) 对内衬管壁厚设计值进行校核。

$$\frac{d_h}{D_E} \leq 1.83 \cdot \sqrt{\frac{t}{D_0}} \quad (5.2.2.3.1)$$

式中：

d_h ——原有管道中缺口或孔洞的最大直径 (mm)；

D_E ——原有管道的平均内径 (mm)；

$$t \geq \frac{D_0}{1 + \sqrt{5.33 \times \left(\frac{D_E}{d_h}\right)^2 \times \frac{\sigma_L}{NP_n}}} \quad (5.2.2.3.2)$$

式中：

σ_L ——内衬管道的长期弯曲强度 (MPa)，咨询生产商或取短期强度的 50%。

5.2.2.4 给水管道采用紫外光固化进行修复时，紫外光固化管道结构强度计算应符合下列规定：

a) 紫外光固化内衬结构的强度计算，应满足下式(5.2.2.4.1)

要求：

$$\gamma_0 \sigma_\theta \leq \gamma_{01} f \quad (5.2.2.4.1)$$

式中：

γ_0 ——管道的重要性系数，输水管道为单线时，应取值为 1.1；输水管道为双线或单线设有调节池时，以及配水管道，应取为 1.0；

σ_{θ} ——在设计内水压力作用下管壁截面上的环向应力设计值 (N/mm²);

γ_{0t} ——紫外光固化管材抗力分项系数, 可根据不同水温温度, 按表 7 确定;

f ——管材环向长期抗拉强度标准值, 取值根据生产商推荐 (N/mm²)。

表 7 紫外光固化管材抗力分项系数

温度(℃)	20	25	30	35	40
γ_{0t}	0.96	0.89	0.84	0.77	0.71

b) 紫外光固化内衬的计算厚度 t , 可按式 (5.2.2.4.2) 计算:

$$t = \frac{\gamma_Q F_{wd} D_0}{2\sigma_{\theta}} \quad (5.2.2.4.2)$$

式中:

F_{wd} ——管道设计内水压力标准值 (N/mm²), 应采用管道工作压力的 1.5 倍计算;

D_0 ——管道计算直径 (mm);

t ——管壁计算厚度 (mm);

γ_Q ——设计内水压力的作用分项系数, $\gamma_Q=1.2$ 。

5.2.3 当排水管道进行结构性修复时, DN600 以上的内衬结构设计应按照 GB50332 进行强度和变形计算, 并采取适当的构造措施。

5.3 水力计算

5.3.1 给水管道的水头损失 H 应按公式 (5.3.1.1) 计算:

$$H = \frac{10.67Q^{1.852}l}{C_h^{1.852}d_i^{4.87}} \quad (5.3.1.1)$$

式中:

H ——水头损失 (m);

Q ——管道流量 (m³/s);

l ——管道长度 (m);

C_h ——海森-威廉系数, 取值范围为 135-145;

d_i ——管道内径 (m)。

5.3.2 排水管道的水力计算应满足以下要求:

a) 排水管道流量按照公式 (5.3.2.1):

$$Q = Av \quad (5.3.2.1)$$

式中:

A ——水流有效断面面积 (m²);

v ——流速 (m/s);

b) 流速按照公式 (5.3.2.2) 计算:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (5.3.2.2)$$

式中:

i ——水力坡降;

n ——管道的粗糙系数;

R ——水力半径 (m)。

c) 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（5.3.2.3）计算：

$$B = \frac{n_e}{n_l} \times \left(\frac{D_l}{D_E} \right)^{8/3} \times 100\% \quad (5.3.2.3)$$

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，取值可参考表 8；

D_i ——内衬管的内径（m）；

n_l ——CIPP 管的粗糙系数，取值可参考表 8。

表 8 粗糙系数推荐值

管材类型	粗糙系数 n
原位固化内衬管	0.010
混凝土管	0.013
砖砌管	0.016
陶土管	0.014
钢管	0.012
铸铁管	0.013
玻璃钢管	0.0084
塑料管	0.010

注：本表所列是指管道在完好无损的条件下的粗糙系数。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工单位在开工前应编制施工组织设计，对关键的分项、分部工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计、专项施工方案必须按照规定程序审批后执行，有变更时要办理变更审批。

6.1.2 施工设备应根据工程特点合理选用，并应有总体布置方案，应有满足施工要求的动力和设备。对不宜间断施工的项目，应有备用动力和设备。

6.1.3 当管道内需采取临时排水措施时，应符合下列规定：

- a) 应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68 的有关规定对原有管道进行封堵；
- b) 当管堵采用充气管塞时，应随时检查管堵的气压，当管堵气压降低时应及时充气；
- c) 当管堵上、下游有水压力差时，应对管堵进行支撑；
- d) 临时排水设施的排水能力应能确保修复工艺的施工要求。

6.1.4 工程所用的管材、管道附件、构（配）件和主要原材料等产品进入施工现场时必须进行进场验收并妥善保管。进场验收时应检查每批产品的订购合同、质量合格证、性能检测报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等，并按国家有关标准规定进行复测，验收合格后方可使用。

6.1.5 施工单位必须遵守国家 and 地方政府有关环境保护的法律、法规，采用有效设施控制施工现场的各种粉尘、废气、废弃物以及噪音、振动等对环境造成的污染和危害。

6.1.6 施工单位应按照相应的施工技术标准对工程质量进行全过程控制，建设单位、勘察单位、设计单位、监理单位等各方应按有关规定对工程质量进行管理。

6.1.7 工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

6.2 管道预处理

6.2.1 紫外光固化修复工程施工前，应对原有管道进行预处理，并应符合下列规定：

- a) 预处理后的原有管道内应无沉积物、垃圾及其他障碍物，不应有影响施工的积水和渗水现象；
- b) 管道内表面应洁净，应无影响干软管衬入的附着物、尖锐毛刺、突起现象；
- c) 管道有沉降、变形、破损和接头错位的部位，应先进行复位和修复处理；
- d) 当采用局部修复法时，原有管道待修复部位及其前后 0.5m 范围内管道内表面应洁净无附着物、尖锐毛刺和突起，材料进入端应清洗干净，无影响软管材料进入的异物；
- e) 原有管道地下水位较高，内部存在可能影响整体固化的二级及以上渗漏时，应对漏水点通过注浆等措施进行止

水或隔水处理。

6.2.2 管道宜采用高压水射流进行清洗，清洗产生的污水和污物应从检查井内排出，污物应按现行行业标准《城镇排水管渠与泵站维护技术规程》CJJ 68-2007 中的有关规定处理，但是应避免对管道造成进一步的损伤和破坏。

6.2.3 管内影响内衬施工的障碍物宜采用专用工具或局部开挖的方式进行清除。

6.2.4 有内钢套的原有管道，应对内钢套进行预处理。

6.2.5 在进行内衬施工前，应对预处理后的管道进行 CCTV 检查，确保管道清洁并且无障碍物，检查结果作为记录并保存。

6.3 翻转式施工

6.3.1 干软管的树脂浸渍及运输应符合下列规定：

- a) 浸渍树脂时用于抽真空、搅拌、传送碾压的设备应齐全、性能良好，并符合批准后的施工组织设计要求；
- b) 浸渍树脂宜在室内完成，应采取避光，降温等措施。室内温度不应高于 30℃，树脂应能在热水、热蒸汽作用下固化，且初始固化温度应低于 60℃；
- c) 浸渍前应对软管进行检测，确认干软管无破损；
- d) 干软管应在抽成真空状态下充分浸渍树脂，且不得出现气泡；
- e) 在浸渍干软管之前应计算树脂的用量，树脂的各种成分应进行充分混合，实际用量应比理论用量多 5%~15%；

- f) 树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍，当不能及时浸渍时，应将树脂避光冷藏，冷藏温度和时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定；
- g) 整平、碾压湿软管时应匀速，并确定碾压厚度在设计范围内，且应控制干斑、气泡、厚度不匀、褶皱等缺陷的出现；
- h) 湿软管应存储在避光和生产厂商要求的温度环境中，存储和运输过程中应记录暴露的温度和时间；
- i) 湿软管在贮运和装卸过程中应避免与硬质、尖刺物体发生刮擦、碰撞。

6.3.2 可采用水压或气压的方法将湿软管翻转置入原有管道，施工过程应符合下列规定：

- a) 当翻转时，应将湿软管的外层防渗塑料薄膜向内翻转成内衬管的内膜，与湿软管内水或蒸汽相接触；
- b) 翻转压力应控制在使湿软管充分扩展所需最小压力和湿软管所能承受的允许最大内部压力之间，同时应能使湿软管翻转到管道的另一端点，相应压力值应符合产品说明书的规定；
- c) 翻转过程中宜用润滑剂减少翻转阻力，润滑剂应是无毒的油基产品，且不得对湿软管和相关施工设备等产生影响；
- d) 翻转完成后，湿软管伸出原有管道末端的长度宜为

0.5m~1.0m。

6.3.3 翻转完成后应采用热水或热蒸汽对湿软管进行固化，并应符合下列规定：

- a) 热水供应装置和蒸汽发生装置应装有温度测量仪，固化过程中应对温度进行跟踪测量和监控；
- b) 在修复段起点和终点，距离端口大于 300mm 处，应在湿软管与原有管道之间安装监测管壁温度变化的温度感应器；
- c) 热水宜从标高较低的端口通入，蒸汽宜从标高较高的端口通入；
- d) 固化温度应均匀升高，固化所需的温度和时间以及温度升高速度应根据树脂材料说明书的规定，并应根据修复管段的材质、周围土体的热传导性、环境温度、地下水位等情况进行适当调整；
- e) 固化过程中湿软管内的水压或气压应能使湿软管与原有管道保持紧密接触，并保持该压力值直到固化结束；
- f) 可通过温度感应器监测的树脂放热曲线判定树脂固化的状况。

6.3.4 固化完成后内衬管的冷却应符合下列规定：

- a) 应先将内衬管的温度缓慢冷却，热水宜冷却至 38℃以下；蒸汽宜冷却至 45℃以下；冷却时间应根据树脂材料说明书的规定；

- b) 可用常温水替换内衬管内的热水或蒸汽进行冷却，替换过程中内衬管内不得形成真空；
- c) 应待冷却稳定后方可进行后续施工。

6.3.5 应在内衬管与原有管道之间充填树脂混合物进行密封，且树脂混合物应与湿软管的树脂材料相同。

6.3.6 内衬管端头应切割整齐。

6.3.7 翻转式原位固化法施工应做好树脂存储温度、冷藏温度和时间、树脂用量、湿软管浸渍停留时间和使用长度、翻转时的压力和温度、湿软管的固化温度、时间和压力、内衬管冷却温度、时间、压力等记录和检验。

6.4 软管拉入及固化

6.4.1 树脂浸渍应符合本标准以下规定：

- a) 浸渍树脂时用于抽真空、搅拌、传送碾压的设备应齐全、性能良好，并符合批准后的施工组织设计要求；
- b) 浸渍树脂宜在室内完成，应采取避光，降温等措施。室内温度不应高于 30℃，树脂应能在热水、热蒸汽作用下固化，且初始固化温度应低于 60℃；
- c) 浸渍前应对软管进行检测，确认干软管无破损；
- d) 干软管应在抽成真空状态下充分浸渍树脂，且不得出现气泡；
- e) 在浸渍干软管之前应计算树脂的用量，树脂的各种成分应进行充分混合，实际用量应比理论用量多 5%~15%；

- f) 树脂和添加剂混合后应及时进行浸渍，当不能及时浸渍时，应将树脂避光冷藏，冷藏温度和时间应根据树脂本身的稳定性和固化体系来确定；
- g) 整平、碾压湿软管时应匀速，并确定碾压厚度在设计范围内，且应控制干斑、气泡、厚度不匀、褶皱等缺陷的出现。

6.4.2 拉入湿软管之前应在原有管道内铺设垫膜，垫膜应置于原有管道底部，并应覆盖大于 1/3 的管道周长，且应在原有管道两端进行固定。

6.4.3 湿软管的拉入应符合下列规定：

- a) 应沿管底的垫膜将湿软管平稳、缓慢地拉入原有管道，拉入速度不得大于 5m/min；
- b) 在拉入湿软管过程中，不得磨损或划伤湿软管；
- c) 湿软管两端端口伸出原有管道的长度应符合表 9 要求。

表 9 湿软管两端端口伸出长度

湿软管管径	端口伸出长度
$D \leq 500\text{mm}$	500mm
$500 < D \leq 800\text{mm}$	800mm
$D > 800\text{mm}$	不小于 1000mm

- d) 湿软管拉入原有管道之后，宜对折放置在垫膜上。

6.4.4 湿软管的扩展应采用压缩空气，并应符合下列规定：

- a) 扎头应使用扎头布绑扎牢固；

- b) 充气装置宜安装在湿软管入口端，且应装有控制和显示压缩空气压力的装置；
- c) 充气前应检查湿软管各连接处的密封性，湿软管末端宜安装调压阀；
- d) 压缩空气压力应能使湿软管充分膨胀扩张紧贴原有管道内壁，压力值应根据产品说明书设定。

6.4.5 采用紫外光固化时应符合下列规定：

- a) 紫外灯安装应避免损伤内膜，大于 DN800 的管道应设置空气锁；
- b) 紫外光固化过程中湿软管内应保持空气压力，使湿软管与原有管道紧密接触；紫外线光固化时，需确保 UV 灯架的持续功能检查。每个湿软管产品上所使用的光技术波长必须一致，应根据灯具制造商的建议定期检查灯具的辐射强度。需遵守湿软管内衬制造商所给出的使用何种型号参数的紫外线 UV 灯架以及固化巡航速度。为了适应固化巡航速度，需测量湿软管内表面上软管内衬固化时的温度。在整个固化阶段，将持续记录：压力、固化巡航速度及温度进程，且必须符合系统手册中的规则标准参数；
- c) 湿软管固化完成后，应缓慢降低管内压力至大气压，降压速度不大于 0.01MPa/min。

6.4.6 固化完成后，内衬管端头应按以下规定进行密封和切割处

理：

- a) 应在内衬管与原有管道之间充填树脂混合物进行密封，且树脂混合物应与湿软管的树脂材料相同。
- b) 内衬管端头应切割整齐。

6.4.7 拉入软管的施工应对湿软管拉入长度、扩展压缩空气压力、湿软管固化温度、时间和压力、紫外线灯的巡航速度、内衬管冷却温度、时间、压力等记录和检验。

6.5 局部原位固化法

6.5.1 内衬管的长度应能覆盖待修复缺陷，且前后应比待修复缺陷至少长 200mm。

6.5.2 浸渍树脂应符合下列规定：

- a) 采用常温固化树脂时，树脂的固化时间宜为 2h~4h，且不得小于 1h；采用紫外光固化树脂时，树脂的固化时间宜为不大于 5min。
- b) 树脂的浸渍应按本规程第 6.4 节的相关规定进行，或根据实际情况采取特殊的浸渍工艺；
- c) 湿软管浸渍完成后，应立即进行修复施工，否则应将湿软管保存在适宜的温度下，且不应受灰尘等杂物污染。

湿软管的安装应符合下列规定：

①湿软管应绑扎在可膨胀的气囊上，气囊应由弹性材料制成，并应能承受一定的水压或气压，应有良好的密封性能；

②通过气囊或小车将湿软管运送到待修复位置，并应采用

CCTV 设备实时监测、辅助定位；

③气囊的工作压力和修补管径范围应符合气囊设备规定的技术要求。

6.5.3 湿软管的安装应符合下列规定：

- a) 湿软管应绑扎在可膨胀的气囊上，气囊应由弹性材料制成，并应能承受一定的水压或气压，应有良好的密封性能；
- b) 通过气囊或小车将湿软管运送到待修复位置，并应采用 CCTV 设备实时监测、辅助定位；
- c) 气囊的工作压力和修补管径范围应符合气囊设备规定的技术要求。

6.5.4 湿软管的膨胀及固化应符合下列规定：

- a) 当采用常温固化树脂时，气囊宜充入空气进行膨胀；
- b) 当采用加热固化树脂时，应先采用空气或水使湿软管膨胀，再置换成热蒸汽或热水进行固化；如果采用紫外光固化树脂时，固化应控制紫外灯的功率；
- c) 气囊内气体或水的压力应能保证湿软管紧贴原有管道内壁，但不得超过湿软管材料所能承受的最大压力；
- d) 当采用常温固化树脂体系时，应根据修复段的直径、长度和现场条件确定固化时间；
- e) 当采用加热固化树脂体系时，应按本规程第 5.3 节的规定进行操作；

- f) 固化完成后应缓慢释放气囊内的气体；如果采用加热固化法，应先将气囊内气体或水的温度降到 38°后，然后缓慢释放气囊内的气体或水。

6.5.5 点状原位固化法应做好树脂用量、湿软管浸渍停留时间和使用长度、气囊压力、湿软管固化温度、时间和压力以及内衬管冷却温度、时间、压力等记录和检验。

6.6 相关设备

6.6.1 所有技术专用设备应记录在施工手册中。描述的项目应包括以下内容：

- a) 树脂储存,混合和浸渍设备(如果在安装现场进行浸渍)；

- b) 拉入设备，包括：

② 用于绞盘拉入的绞盘和控制器；

②用于充气的空气压缩机；

③用于维持和/或监测压力的设备。

- c) 固化设备，包括：

①记录时间，温度和压力的设备；

②光固化系统：UV 光源，用于灯具装配的绞盘和记录沿管道前进速度的设备。

- d) 障碍物清理设备，包括：

手动或机械切割器和/或用于端口处理的研磨机。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工过程中需要检查验收的资料应进行核实，符合设计、施工要求的管道方可进行管道功能性试验。

7.1.2 进入施工现场所用的各类管材的规格、尺寸、性能等应符合本标准第 4 章的规定和设计要求，每一个分项工程的同一生产厂家、同一批次产品均应按设计要求进行性能复测。

7.1.3 现场取样检测应满足在相同施工条件下每 3 个修复段现场制作样品管 1 个，或者按照设计要求进行取样检测。

7.1.4 现场取样应符合下列规定：

- a) 宜采取在原有管端部设置拼合管的方式制作；取样时应考虑检查井的尺寸，取样长度宜不小于原有管道直径的 1 倍，或应满足测试要求；
- b) 在拼合管的周围应堆积沙包或采取其它措施保证和实际修复的管道处于同样的工况环境条件；
- c) 在管道修复过程中，同时对拼合管进行内衬固化，待内衬管复原冷却或固化冷却后，打开拼合管，截取样品管；
- d) 用于检测质量的内衬管应尽可能在检查井处选取，避免在修复开始端口或终止端口选取；
- e) 应在施工日志中记录内衬管的样品的切割方法，应有相关的试验数据证明切割方法不会影响实际内衬管试样的

性能；

- f) 当圆型内衬直径为 600mm，通常可使用围管或者套管法在检查井处取样，对于其他直径的内衬管样品，应从实际的管壁中获取，并按照施工手册中的规定，用类似的材料补好由此产生的孔；
- g) 如果业主不允许在管壁上取样，或者现场条件不适于进行取样（如地下水限制了取样后衬管的充填及密封），则可以考虑采用其他的样品获取方法；
- h) 按照表 11 和附录 B 进行三点弯曲试验时，试样的切割方向应为：

①对于内衬管试样的周向和纵向弯曲性能的平均值相差不超过 $\pm 10\%$ 的紫外光固化内衬产品，可以使用纵向或周向试样。但是，典型试验所选择的试样方向应作为统一标准；

②对于各项异性管壁结构的紫外光固化内衬产品，应选择周向试样进行测试。

7.1.5 样品送检应满足如下要求：

- a) 应由第三方进行检测，并出具完整检测报告；
- b) 每个样品应有样品说明单，其内容至少包括如下信息：
 - ①内衬材料、尺寸、树脂类型、是否有涂层、内衬生产商；
 - ②施工日期、采样日期；
 - ③采样位置、采样方法；
 - ④测试委托方、施工方签字确认。

- c) 当上述测试结果不满足质量要求时，应由材料供应商、施工方和业主共同商议后确定增补测试项目。

7.1.6 内衬管的尺寸、性能检测应符合下列规定：

- a) 壁厚检验应按现行国家标准《塑料管道系统塑料部件尺寸的测定》GB/T 8806 的有关规定执行，壁厚应符合设计要求；壁厚检测方法，测量值不小于设计最小值；
- b) 紫外光固化内衬管壁各组成层的厚度和相对位置（包括公差）应按照标示值确定。管壁结构中的最大含气量和/或最大体积也应规定。应通过目视检查管道切割部分的边缘厚度，必要时可使用精度达到 0.1mm 的刻度尺或游标卡尺检测。

注 1：为了验证任何夹带的空气和/或产生的气体不超过标示的最大比例体积，可对薄片进行微观检测。对于均匀复合材料，可通过测试试样的密度来检测。

- c) 在实验室按照规定试验方法进行测量时，安装的内衬管厚度应符合表 10 的要求。

注 2：在工作井附近或支管附近的紫外光固化内衬壁厚值不应作为检测样本。

表 10 几何特征

特性	需求	测试
复合材料的 平均壁厚 ec,m	不低于设计厚度（包括任何磨损层厚度）	B.4.1
复合材料的 最小壁厚	不低于设计厚度的 80%（包括任何磨损层的厚度），或 3mm，以较大者为准。 a	

ec,min		
a) ec,min 要求不适用于既有管道的不平整造成壁厚减小的情形。		

- d) 不含玻璃纤维和含玻璃纤维内衬管的短期力学性能和测试方法应符合表 11 的规定；内衬管的长期力学性能应根据设计要求进行测试（见 7.4），且不应小于初始性能的 50%。

表 11 内衬管短期力学性能检测要求

测试项目	测试指标	试样尺寸及测试标准		试样数量
		普通毡衬管	玻璃纤维衬管	
三点弯曲测试	抗弯强度	GB/T 9341	GB/T 1449	5
	短期弯曲弹性模量	GB/T 9341	GB/T 1449	
拉伸试验	抗拉强度	GB/T 1040.2	GB/T 1040.4	5

7.1.7 修复后的管道内应无明显湿渍，不得出现滴漏、线漏等渗水现象。

对于内周长恒定的直管，其不平整度可取既有管道公称直径的 2% 或 6 mm，以较大者为准，内衬管不能带入额外的不平整度。

注：如果内衬管的设计需要满足水力学要求，在适当的情况下，可以改变该限定值。

7.1.8 CIPP 内衬管表观质量应符合下列规定：

- a) 内衬管表面应光洁，无局部孔洞、贯穿性裂纹和软弱带；
- b) 局部划伤、磨损、气泡或干斑的出现频次每 10m 不大于

1 处；

- c) 内衬管褶皱应满足设计要求，当设计无要求时褶皱时应满足最大褶皱不应超过 6mm；
- d) 内衬管应与原有管道贴附紧密；
- e) 当采用点状原位固化法时，内衬管应与原管道贴。

7.1.9 原位固化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) 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，应予以验收；
- c) 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，应予以验收；
- d) 经返修或加固处理的分项工程、分部（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。

7.1.10 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（子分部）工程、单位（子单位）工程，严禁验收。

7.1.11 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，应及时地将有关资料移交总承包单位。

7.1.12 单位工程质量验收合格后，建设单位应按规定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。

7.1.13 紫外光固化修复工程的质量验收除应满足本章节的规定外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规程》GB 50268 的有关规定。

7.2 原有管道预处理

7.2.1 主控项目

a) 原有管道经检查，其损坏程度、施工方案满足设计要求。

检查方法：按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 和《城镇给水非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T244 的有关规定进行检查；对照设计文件检查施工方案；检查原有管道检测与评估报告、与设计的洽商记录等。

b) 原有管道经预处理后，应无影响修复施工工艺的缺陷，

管道内表面应符合本标准第 6.2.1 条的规定。

检查方法：全数观察、CCTV 辅助检查；检查预处理施工记录、相关技术处理记录。

7.2.2 一般项目

a) 原有管道的预处理应符合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，检查施工材料质量保证资料和施工检验记录或报告。

b) 原有管道范围内的检查井、工作井经处理满足施工要求；

按要求已进行管道试通，并应满足修复施工要求。

检查方法：观察；检查施工记录、试穿管段试通记录、相关技术处理记录。

- c) 按要求已进行管道内表面基面处理、周边土体加固处理，且应符合设计和施工方案的要求。

检查方法：检查施工记录、技术处理方案和施工检验记录或报告。

- d) 按要求已完成拼合管制作，现场拼合管工况条件应符合样品管的制备要求。

检查方法：观察；检查施工材料质量保证资料、施工记录等。

7.3 内衬管质量检验

7.3.1 主控项目

- a) 原材料的规格、性能应符合本标准第 4 章的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

检查方法：对照设计文件全数检查；检查质量保证资料、厂家产品使用说明等。

- b) 内衬管主要材料的主要技术指标经进场检验应符合本标准第 3 章的规定和设计要求。

检查方法：同一批次产品现场取样不少于 1 组；对照设计文件检查取样检测记录、复测报告等；内衬管检查方法应按本规程第 7.1.3 条～7.1.6 条执行。

- c) 内衬管表面质量应符合本规程第 7.1.8 条的规定。

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查；检查接口连接分项工程质量验收记录等；检查施工记录、现场检测记录或 CCTV 记录等。

d) 内衬管的最小厚度不得小于设计值。

检查方法：对照设计文件用测厚仪、卡尺等量测，并检查样品管或样品板检验记录。

7.3.2 一般项目

a) 管道线性和顺，接口、接缝平顺，新老管道过渡平缓；
管道内无明显湿渍。

检查方法：全数观察，CCTV 辅助检查；检查施工记录、CCTV 记录等。

b) 采用局部紫外光固化法施工，原有管道缺陷应被修复材料完全覆盖，且内衬管长度应符合本标准 6.5.1 的规定。

检查方法：全数观察；检查施工记录等。

c) 内衬管两端与原有管道间的环状空隙密封处理应符合设计要求，且应密封良好。

检查方法：全数观察；对照设计文件检查施工记录等。

d) 修复管道的检查井及井内施工应符合设计要求，并应无渗漏水现象。

检查方法：全数观察；对照设计文件和施工方案检查施工记录等。

7.4 内衬管力学性能试验

7.4.1 测试环境

- a) 除非另有规定，否则本标准中规定的所有力学性能测试均应在 $(23\pm2)^\circ\text{C}$ 的温度下进行。对于长期使用温度在 35°C 至 50°C (包括 50°C) 的情况，若无特定说明，典型试验应在设计使用温度的 5°C 范围内进行，但不得低于设计使用温度，以确定设计中评估长期性能所使用的相关因子。

注 1：如果业主要求，也可以在 35°C 或更低的使用温度下重新确定评定系数。

注 2：在市政管道中， $\text{DN}\leq 200$ （包括与室内接通的管道）的工作温度通常高达 45°C ，而 $\text{DN}> 200$ 的管道工作温度高达 35°C 。

- b) 试样应在测试前至少 24 小时以规定测试温度存储于空气中进行预处理（若无其余要求）。

7.4.2 测试要求

- a) 当按照表 10 和表 11 中给出的方法进行测试时，管道试样的力学性能应满足表中的相关要求。
- b) 如果需要对表 10、表 11 或表 12 中给出额标示值进行变更，则应该在产品施工手册中为紫外光固化产品记录新的标示值，并应提供标示值的来源或者相关的试验测试数据支持文件。

表 12 管道的短期力学性能

特性	要求	测试参数		测试方法
		参数	值	

初始环刚度, S_0	标示值, 但不低 于 0.25kPa	试件数量 试件长度: —— $d_n \leq 300\text{mm}$ —— $d_n > 300\text{mm}$ 对于法 B: 环偏量	2 $d_n \pm 5\%$ (300±15)mm (3±0.5)%	ISO 7685: 1998, 法 A 或法 Bb
短期弯曲模 量, E_0	标示值 MPa	测试件数 加载速率 取样方向	5 10mm/min 应符合 8.1.4	附录 B
首次屈服的 弯曲应力, σ_{fb}	标示值 MPa			
首次屈服的 弯曲应变, ε_{fb}	标示值 不低于 0.75%			
极限纵向拉 伸应力, σ_L	标示值 MPa	测试件数 加载速率	5 5 mm/min	ISO 8513: 2016, 法 A 或法 Bb
极限伸长	标示值 不低于 0.5%			
a) 标示值是指每个特征的平均值, 这是根据一组测试的结果确定的指定的试件数量。 b) 如有争议, 方法 A 适用。				

表 13 管道的长期机械特性

特性	需求 a	测试参数		测试方法
		参数	值	
干燥蠕变因子 ^a α_x, d_{ry}	标示值不小于 (0,125 kPa)/ S_0^c	方法 1 (环测试) ^b 试件数量 试件长度: —— $d_n \leq 300\text{mm}$ —— $d_n > 300\text{mm}$ S_0 测量方法: ——初始应变 ——测试周期 ——外推使用寿命 ——相对湿度	5 $d_n \pm 5\%$ (300±15)mm 恒定负载 (0,25±0,2)% 10 000h 50 年(i.e.x=50) 50±10)%	ISO 7684, 根据 ISO 10468 进行 外推
干燥条件下的长期弯曲模量 ^a , E_x, d_{ry}	标示值 MPa	方法 2 (3 点弯曲测试) ——试件数量 ——取样方向 ——测试周期 ——外推使用寿命 ——相对湿度	5 应符合 8.1.4 10 000h 50 年(i.e. x=50) (50±10)%	附录 C

潮湿蠕变因子 ^a , $\alpha_{x,Wet}$	标示值 不小于 $(0,125\text{kPa})/S_0^c$	方法 1 (环测试) b 试件数量 试件长度: —— $d_n \leq 300\text{mm}$ —— $d_n > 300\text{mm}$ S_0 测量方法 ——初始应变 ——测试周期 ——外推使用寿命	5 $dn \pm 5\%$ $(300 \pm 15)\text{mm}$ 恒定负载 $(0,25 \pm 0,2)\%$ 10 000h 50 年	ISO 10468
潮湿条件下的长期弯曲模量 ^a , $E_{x,Wet}$	标示值 MPa	方法 2 (3 点弯曲测试) ——试件数量 ——取样方向 ——测试周期 ——外推使用寿命	5 应符合 8.1.4 10 000h 50 年(i.e.x=50)	附录 C
干燥条件下的长期弯曲强度 ^{d,e} , σ_x, d_{ry}	使用 50 年标示值 MPa	测试液的组成 相对湿度	无 $(50 \pm 10)\%$	附录 D
潮湿条件下的长期弯曲强度 ^{d,e} , σ_x, W_{et}	使用 50 年标示值 MPa	测试液的组成	水	附录 D
a) 根据国家偏好, 预计只会采用其中一种蠕变试验方法(干法或湿法)。 b) 当整环试样较难获得时, 法 2 可作为法 1 的实际替代方案。 c) 提供长期环刚度, S_{50} 应不小于 0.125kPa。 d) 预计这些长期强度测试方法中只有一种(干燥或潮湿或酸性条件; 参见表 13)适用, 根据国家的偏好。 e) 设计非圆形内衬时需要的数据。				

注 1: 当标示值的最低要求与运营时最低性能特性直接相关时, 将提供标示值的最低要求。对于可以通过其他因素补偿的材料特性没有提供最低要求, 如弯曲模量与壁厚相结合以提供环刚度。

注 2: 表 13 中提到的干、湿蠕变因子, 根据 ISO 11296-1: 2018 中定义, 是第 2,3 和 7 条规定的热塑性塑料衬管的蠕变比的倒数。通过比较 CIPP 与热塑性塑料内衬的蠕变性能, CIPP 的 x 年等效蠕变比可以简单地计算为 $1/\alpha_x$ 。

7.4.3 附加特征

按照表 14 给出的方法进行试验时, 紫外光固化内衬在恒定挠度(耐应变腐蚀性)下的化学侵蚀性及其在酸性条件下的长期弯曲强度(耐应力腐蚀性)应符合表 14 中的相关要求。

7.4.1 中规定的试验温度和预处理方法也适用于此处。

注：如果载体材料/增强材料完全由 PET 纤维组成，测试经验表明没有发生应变腐蚀失效。

表 14 附加特征

特性	需求	测试参数		测试方法
		参数	值	
弯曲状态下抵抗化学侵蚀能力	50 年最小外推失效应变：标示值，但不低于 0.45 %	试验液的组成 试件数量 试件长度： —— $d_n \leq 300\text{mm}$ —— $d_n > 300\text{mm}$ 试件直径 外推使用寿命	0.5mol/L 硫酸 18 $d_n \pm 5\%$ (300±15)mm $150\text{mm} \leq d_n \leq 400\text{mm}$ 50 年	ISO 10952
酸性条件下长期弯曲强度， σ_x, a_{cid}	使用 50 年标示值 MPa	测试液组成	0.5mol/L 硫酸	附录 D
这些测试的相关性取决于内衬设计条件，但通常只能测试其中之一。				

7.5 管壁密实性试验

7.5.1 在固化完成后，应对内衬管管壁的密实性进行测试。测试时应满足如下要求：

- 测试应在室温条件下进行，要求温度为 21—25℃；
- 每个样品的试验点数不少于 3 个，每段施工分别取 3 个试样分别检测；
- 样本在检测前应在测试环境中至少放置 4 小时；
- 检测介质为染色的饮用水，不含松弛剂；
- 如果放在样本上的纸上出现水迹，则视为有水渗漏。在每个样本的三个检测点上，都不出现渗水，则表示合格；

f) 管壁密实性试验方法按照附录 E 进行。

7.6 管道功能性试验与冲洗消毒

7.6.1 重力管道内衬管安装完成、内衬管冷却到周围土体温度后，应进行管道严密性检验。检验可采用下列两种方法之一，当修复管段的检查井采用不同工艺进行修复或未修复时，应选用闭气试验：

- a) 闭水试验：按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规程》GB 50268 无压管道闭水试验的有关规定进行。实测渗水量应小于或等于按下式(7.6.1.1)计算的允许渗水量：

$$Q_e = 0.0046D_L \quad (7.6.1.1)$$

式中：

Q_e ——允许渗水量 ($\text{m}^3/24\text{h}\cdot\text{km}$)；

D_L ——试验管道内径 (mm)。

- b) 闭气法试验：按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规程》GB 50268 的规定进行。

7.6.2 压力管道内衬管安装完成、内衬管冷却到周围土体温度后，应按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规程》GB 50268 的规定进行水压试验。

7.6.3 当管道处于地下水位以下，管道内径大于 1000mm，且试验用水源困难或管道有支、连管接入，且临时排水有困难时，可按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规程》GB 50268

混凝土结构无压管道渗水量测与评定方法的有关规定进行检查，并做好记录。经检查，修复管道应无明显渗水，严禁水珠、滴漏、线漏等现象。

7.6.4 局部修复的重力管道可采用局部的闭气或闭水试验，压力管道应进行水压试验。

7.6.5 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验收规程》GB 50268 的规定对管道进行冲洗消毒和水质检验。

7.6.6 修复后的管道经水压试验合格和水质检验达标后，方可回填工作坑，并允许并网通水投入运行。

7.7 工程竣工验收

7.7.1 紫外光固化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程》GB 50268 的有关规定。

7.7.2 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预验，自检合格并经监理单位检查同意后通知相关部门验收。

7.7.3 紫外光固化工程的竣工验收，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。

7.7.4 紫外光固化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) 工程质量控制资料应完整；
- c) 工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；

d) 外观质量验收应符合要求。

7.7.5 工程竣工验收的感观质量检查应包括下列内容：

- 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) 检查井管口处理及渗漏水情况；
- d) 合同、设计工程量的实际完成情况；
- e) 相关排水管道的接入、流出及临时排水工后处理等情况；
- f) 沿线地面、周边环境情况。

7.7.6 工程竣工验收的安全及使用功能检查应包括下列内容：

- 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、结构等试件试验以及管材试验的检验汇总情况；
- h) 涉及土体加固、原有管道预处理以及相关管道系统临时措施恢复等情况。

7.7.7 工程竣工验收的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) 原有管道竣工图纸等相关资料，工程沿线勘察资料；

- c) 修复前对原有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) 管道功能性试验、管道位置贯通测量、管道环向变形率等涉及工程安全及使用功能的有关检测资料；
- k) 相关工程会议纪要、设计变更、业务洽商等记录；
- l) 质量事故、生产安全事故处理资料；
- m) 工程竣工图和竣工报告等。

附录 A

（资料性附录）

CIPP 组件及其功能

树脂系统和载体材料是成品管的基本成分。根据所使用的不同内衬技术，也可以添加其他材料。表A.1给出了CIPP组件的可能功能。

表A.1 CIPP组件功能

组分	工法相关的典型功能	可能的最终产品（“T”阶段）功能						
		密封性	机械性能		耐化学性	液压平稳	耐磨性	耐喷射性
			刚性	强度				
树脂系统	无	+	+	+	+a	+a	+a	+a
载体材料	液态树脂的载体	—	b	b	—	—	—	+
增强材料	增强内衬管的几何稳定性和强度	—	+	+	—	—	—	+
临时内部和/或外部薄膜	内衬管在拉入和固化期间容纳和保护未固化的树脂系统，内衬安装期过程中或之后移除	—	—	—	—	—	—	—
半永久性内膜	作为临时膜，但在树脂固化后留在原位（不依赖于在“T”阶段保持其完整性）	—	—	—	—	—	—	+
半永久性外膜		—	—	—	—	—	—	—
永久性内膜	作为半永久性薄膜，但能起到增加CIPP衬垫使用寿命的功能	+	—	—	+	+	+	+
永久性外膜		+	—	—	+	—	—	—

- a) 这些功能可由ISO 10467: 4.3.1a中定义的内部树脂层提供。
- b) 载体材料通常影响复合材料的性能，例如， 通过增加或减少机械阻力。

附录 B

（规程性附录）

短期弯曲性能的测定

B.1 概述

本附录依据ISO178中的三点弯曲试验原理，对“T”阶段用于测试现场或模拟施工中的试样的弯曲性能的设备、试样形状和尺寸、测试过程进行了修订，本附件可参考ISO 178：2010 + A1：2013中的单个条款进行修订。

还可参考ISO 14125：1998 + A1：2011，以获得可接受的试验跨度比，适用于纤维增强热固性化合物的平均试样厚度，以及长纤维增强复合材料中可能出现的失效模式的定义。

对于弯曲的圆周样本，提供了包括几何校正因子的修正公式，用于计算根据ISO 178或ISO 14125确定的载荷和挠度测量的弯曲模量、应力和应变值。这些和适用于三点弯曲测试的报告要求完整记录。

B.2 设备

对弯曲圆周样品的测试，在ISO 178：2010 + A1：2013,5.3中定义的两个支撑点和一个加载边都应半径为 (5 ± 0.2) mm的圆柱状或半圆柱状（见图B.1）。

为减少试样不完全平坦时，作用在其上的扭应变，试样应与支撑件完全接触，且冲击边应在垂直于样品轴线的平面内能自由旋转。

对于所有其他方面，试验机，加载和挠度测量系统以及用于测量试样宽度和厚度的设备应符合ISO 178或ISO 14125的要求。

从现场固化后内衬的圆周方向切割的试件应具有一致的曲率半径，以保证试件放置在支撑件上时，在沿着跨度的点上最高点距离中心位置不大于0.1L（见图B.1）。

纵向试件的边缘应相互平行切割（见图B.2）。

任何单个试件长度中间三分之一范围内的复合材料厚度与其平均值的偏差不得超过10%。

B.2.1 宽度

圆周方向试样的宽度一般为(50±1)mm，如果是从圆柱管中切割的，或如果是从平面试样中切割的，则应符合表B.1。对于使用粗增强材料的复合材料，或者如果增强材料的主方向不是圆周方向，则可以在其中一种情况或两种情况下都表明更大的试件宽度值。这些说明的试件宽度值（公差±1 mm）应分别成为弯曲和平板试样上进行所有圆周方向弯曲试验的要求。

纵向试件的宽度应符合表B.1的规定。

注：如果纵向试件的宽度因任何原因超过表B.1中规定的宽度，则在推导弯曲性能时，有必要对弯曲截面的惯性矩进行修正(见图B.2)。

表B.1 纵向试样宽度b值与平均壁厚 $e_{c,m}$ 的关系

平均复合厚度	宽度
--------	----

$e_{c,m} \leq 10$	15.0±1
$10 < e_{c,m} \leq 20$	30.0±1
$20 < e_{c,m} \leq 35$	50.0±1
$e_{c,m} > 35$	80.0±1

B.2.2 长度

标称跨度为 L 的平板试件，应切割成总长度不小于 $L+4e_{c,m}$ ，除单向或多向复合材料符合ISO 14125:1998+A1:2011表3中定义的III类或IV类外，试件长度均不应小于 $L+10e_{c,m}$ 。

对于弯曲试样，超过试验跨距的试样长度应采用相同的复合厚度倍数，多余长度应沿圆周方向的试样弧度测量。试样应被切割如图B.1所定义的总弦长 L_3 ，因此通常会由 $L_3=L_2+4e_{c,m}\cos\varphi$ ，或者在第三、第四类的情况下，复合材料由 $L_3=L_2+10e_{c,m}\cos\varphi$ 确定。

B.3 过程

注：以下要求是在ISO 178: 2010+A1: 2013,8.1、8.2和8.3基础上的修改和补充。

B.3.1 复合材料厚度和宽度的测量

总厚度 h 应首先应根据ISO 3126，通过在试件三分之一跨度的六个点上测量确定（参见图B.3）。复合材料的厚度是由每次测量的总厚度减去已知的或单独测量的任何内部和/或外部膜的厚度来确定的。

注：任何永久性或半永久性膜的厚度通常可以根据7.4.2的规定赋值。

多余的树脂的试样（对应于衬管的外侧），特别是在形成一层不规则厚度的情况下，为了符合厚度公差或减少弯曲模量测量

中的相关误差，在没有因此去掉预期复合材料的任何部分的前提下，可以在测试前部分或全部磨掉。在此情况下，过量纯树脂被定义为不含任何纤维的固化树脂，并且由于现场取样技术或其他原因，局部增加了树脂与纤维在复合材料中所占的比例，超过了按照7.4.2所声明的比例。

测试前，不得从复合材料厚度中扣除富含树脂层，包括作为CIPP壁结构部分的任何磨损层或打磨层。

如个别复合材料厚度测量值与平均复合材料厚度 $e_{c,m}$ 偏差超过10%，则应丢弃试件，随机选择新的试件。

如果任何单个试样的复合厚度 $e_{c,m}$ 的平均值与一组试样的平均值 $e_{c,m}$ 相差超过10%，则该试样同样应由随机选择的另一试样代替。

试样的宽度应在测厚用的三对点的位置测量(见图B.3)。

B.3.2 跨度的设置

支架之间的标称距离 L 应设定为 $(16 \pm 1) e_{c,m}$ ，除了符合ISO 14125: 1998+A1: 2011，表3中定义的III级或IV级的单向或多向复合材料外，为了避免由层间剪切引起的失效，应根据需要采用以较高的 $L/e_{c,m}$ 比率计算跨度（见ISO 14125: 1998+A1: 2011，图6）。

在使用弯曲试件的情况下，如图B.1所示，其与支撑件的接触点之间的半角 ϕ 不应超过45°。这相当于标称跨距与直径比 L/d_n 的上限约为0.70。

B.3.3 跨度的测量

支撑中心之间的水平距离 L 应测量到最接近的0.5%。

在使用弯曲样本的情况下，如图B.1所定义的真实跨度 L_2 应由公式 (B.3.3.1) 计算：

$$L_2 = \frac{L}{1 - \left[\frac{r + e_1 + 0.5e_{c,m}}{R_2} \right]} \quad (\text{B.3.3.1})$$

式中：

r ——支座的半径；

$e_{c,m}$ ——复合材料平均厚度；

e_1 ——任何内膜的平均厚度；

R_2 ——试样在复合材料中等厚度处的曲率半径。

对于已知外径 d_n 、 R_2 的圆形衬管切割的环向试件，可以简单地赋值，如式(B.3.3.2)所示：

$$R_2 = \frac{d_n - e_{c,m}}{2} \quad (\text{B.3.3.2})$$

在所有其他情况下， R_2 也应确定。

a) 按公式 (B.3.3.3) 计算：

$$R_2 = \frac{v}{2} + \frac{L_1^2}{8v} + e_1 + \frac{e_{c,m}}{2} \quad (\text{B.3.3.3})$$

其中图B.1中定义的尺寸 V 和 L_1 的值是通过在卸载在支架上时直接测量试件获得的，或者

b) 将试件内表面的边缘轮廓描摹到纸上，利用几何构造或其他合适的方法求出最适合该轮廓的圆弧半径 R_1 ，如式

(B.3.3.4)所示:

$$R_2 = R_1 + e_1 + \frac{e_{c,m}}{2} \quad (\text{B.3.3.4})$$

B.4 试件的对准

在加载之前,试件应垂直于支架对齐,并定位,使其中心线位于加载边缘枢轴点作用线的0.5mm范围内。

B.5 结果的计算和表达

注:以下要求是在ISO 178: 2010 + A1: 2013,9.1、9.2和9.3基础上的修改和补充。

B.5.1 计算的跨度和厚度

当采用弯曲试样时,计算抗弯性能的跨距应为 L_2 ,如公式(B.3.3.1)所定义,而不是支座中心之间的距离 L 。用于计算复合材料抗弯模量和强度的厚度,在所有情况下均应为根据B.4.1测量的复合材料平均厚度 $e_{c,m}$ 。

B.5.2 应变基准的确定

应变基准点或零点的测量应从表观应力-应变曲线初始线性部分斜率与应变轴交点处确定(见图B.4)。如果测试机软件不能自动校正零误差,则还应使用B.5.3中描述的从未校正的应变数据推导表观弯曲模量的程序来推导真实的应变数据。

B.5.3 平板试样抗弯性能的推导

对于轴向剪切的平板试样,应力、应变和模量的计算应按ISO 178:2010+A1:2013,式(5)~(9)进行,但用复合材料平均厚度 $e_{c,m}$ 代替总厚度 h ,按B.5.1计算。

当使用未修正的应变数据时，短期弯曲模量 E_0 应通过ISO 178: 2010 + A1: 2013,9.3中的步骤确定，使用 $\varepsilon_{f2}=\varepsilon_{f1}+0.002$ 的值，其中 ε_{f1} 被赋值为0.0005和0.004，其使计算的挠曲模量的值最大化， $E_f=E_0$ 。通过推断直线的斜率 E_0 ，从而构造应变轴，可确定基准应变 ε_{p0} (见图B.4)。从实际的应力-应变曲线上任何一点确定真正的应变，因为 $(\varepsilon_{f1})_{\text{校正}}=(\varepsilon_{f1})_{\text{未校正}}$ ， ε_{p0} 未校正。若因形状或其他原因，试件在达到明显(未修正)应变0.002之前，尚未完全接合支架，则应丢弃试件，随机选择新的试件。

B.5.4 弯曲试样抗弯性能的推导

对于沿圆周方向切割的弯曲样品，首先应进行平面计算。按照B.5.1的要求，另外用 L_2 代替 L ，得到下面的表观弯曲应力公式， σ_c [见式 (B.5.4.1)]和应变， ε_c [见式 (B.5.4.2)]:

$$\sigma_c = \frac{3F \cdot L_2}{2b \cdot (e_{c,m})^2} \quad (\text{B.5.4.1})$$

$$\varepsilon_c = \frac{6s \cdot e_{c,m}}{(L_2)^2} \quad (\text{B.5.4.2})$$

然后，由表观应力的差除以标准参考应变0.0005和0.0025的表观应变差来计算表观模量 E_c ，如公式 (B.5.4.3) 所示:

$$E_c = \frac{\sigma_{c2} - \sigma_{c1}}{\varepsilon_{c2} - \varepsilon_{c1}} \quad (\text{B.5.4.3})$$

其中，下标值(2)较大的为表观应力应变的实测值，下标值(1)较小的为表观应力应变的实测值。

使用未校正的应变数据时，应采用与B.5.3中所述类似的步骤。设定值 $\varepsilon_{c2}=\varepsilon_{c1}+0.002$ ，其中 ε_{c1} 被赋予0.0005和0.004之间的值，

这使得计算的表观弯曲模量 E_c 的值最大化，然后推断直线的斜率 E_c ,应变轴来确定基准应变 ε_{c0} 。

然后利用公式(B.5.4.4)，根据弯曲试样几何形状的影响，修正模量和应力的表观值：

$$E_f = \frac{E_c}{C_E} \quad (\text{B.5.4.4})$$

公式 (B.5.4.5) 中 C_E 为将曲面试件表观模量 E_c 转换为等效平面试件 E_f 的弯曲模量的修正因子：

$$C_E = \frac{(L_2 / d_m)^3 \cdot \cos^2 \phi}{1.5 \cdot [\phi - (L_2 / d_m) \cdot \cos \phi]} \quad (\text{B.5.4.5})$$

其中平均管径， $d_m=2R_2$ ，

和公式 (B.5.4.6)：

$$\sigma_f = \frac{\sigma_c}{C_\sigma} \quad (\text{B.5.4.6})$$

其中 C_σ 是使用公式 (B.5.4.7) 将从弯曲试样获得的表观应力或强度 σ_c 转换为平板试样的等效值 σ_f 的修正系数：

$$C_\sigma = \left[1 + \frac{e_{c,m}}{3d_m} \right] / \cos \phi \quad (\text{B.5.4.7})$$

注1： ϕ 可以用公式计算， $\sin \phi = L_2 / d_m$ ；

弯曲试样的跨厚比和跨径比应在B.4.2规定的范围内进行测试。

注2：在试验过程中没有对平板试样进行校正，但如有必要，可以使用ISO 14125: 1998+A1: 2011，附录B的指导来考虑。

B.5.5 弯曲性能的替代表达

当复合材料的平均厚度($e_{c,m}$)不容易确定时,例如,由于膜的厚度或任何多余的整齐的树脂层的厚度不确定,可以使用平均总试样厚度, (B.5.4.1)和(B.5.4.2)来计算,而不是 $e_{c,m}$ 。

截面抗弯刚度计算结果如式(B.5.5.1)所示:

$$EI = \frac{E_f \cdot b \cdot h_m^3}{12} \quad (\text{B.5.5.1})$$

和公式 (B.5.5.2) 所示的截面弯矩:

$$M = \frac{\sigma_f \cdot b \cdot h_m^2}{6} \quad (\text{B.5.5.2})$$

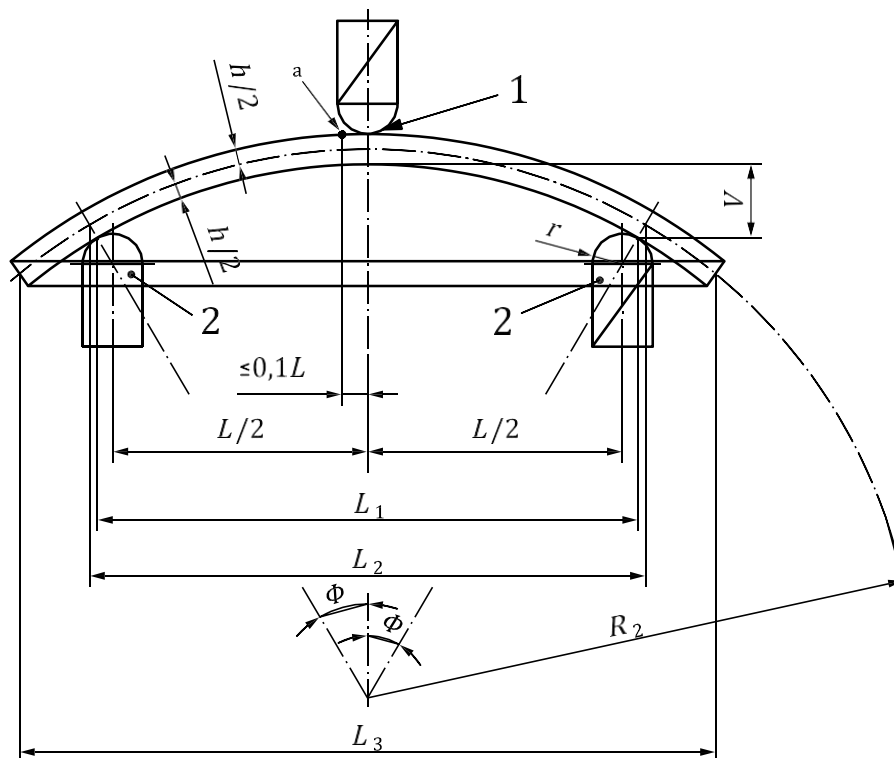
注: 这种测试结果的替代表达形式,可以用于安装CIPP内衬样品的质量控制测试,以验证截面设计特性的实现,而不需要对内衬管壁结构进行详细的检查或测量。

B.5.6测试报告

测试报告应包括以下信息:

- a) 对本文件的引用,即 ISO 11296-4;
- b) 对所测试材料的完整标识,包括类型,来源,制造商的代码编号,形式和以前的历史记录,以及已知的复合材料类别;
- c) 对于管道样品,每个试件的方向(即圆周或纵向);
- d) 每个试样的形状和尺寸,包括弯曲试样的平均总厚度 h_m 、总长度 L_3 的值和半径 R_2 以及直接测量的尺寸 L_1 和 V 的确定方法;
- e) 从测量的总厚度中减去任何内部和/或外部膜的厚度 e_1 和 e_2 ,以确定 B.4.1 的复合材料厚度;

- f) 复合材料的平均厚度 $e_{c,m}$, 三分之一试样的平均值最大百分比偏差;
- g) 测量日期;
- h) 试样的制备方法;
- i) 测试条件和调节程序 (如适用);
- j) 测试的样本数量;
- k) 所用跨度的标准长度 L , 在弯曲试样的情况下, 计算的实际跨度 L_2 ;
- l) 测试速度;
- m) 根据 ISO 178: 2010 + A1: 2013,5.1 或 ISO 14125: 1998 + A1: 2011,5.1.1 对试验机进行精度等级确定;
- n) 在扁平试样的情况下, 试样的表面与支架接触;
- o) 与支架接触的任何膜的厚度 e_1 以及如何确定;
- p) 计算公式和应变范围 (即应变差)
- q) 试验结果表示为模量、首次破断时的应力应变、最大加载时的应力应变的平均值, 或者客户指定为截面抗弯刚度和弯矩承载力的对应值, 并注明试验日期;
- r) 各个测量值, 包括力-位移图, 以及对应于图 B.4 中 a) 所示所有关键点的力和位移值;
- s) 获得的破坏类型;
- t) 如果需要, 平均值的标准差。



说明：

1——加载边缘；

2——支撑；

F ——作用力；

h ——试件总厚度；

L ——支撑间距离；

L_1 ——未加载的测试件与支撑件的接触点之间的距离；

L_2 ——弯曲试件的实际跨度；

L_3 ——弯曲试件的总弦长；

r ——支座半径；

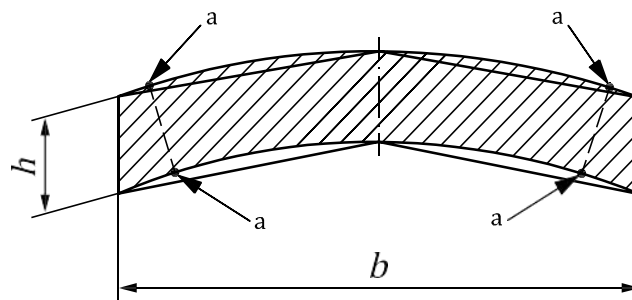
R_2 ——试样在中等厚度处的曲率半径

V ——卸载试样的中心在其与支座接触点上方的增量；

Φ ——卸载试样与支架接触点之间的弧角的一半；

a ——测试件的最高点。

图B.1 试验开始时弯曲圆周试件的尺寸



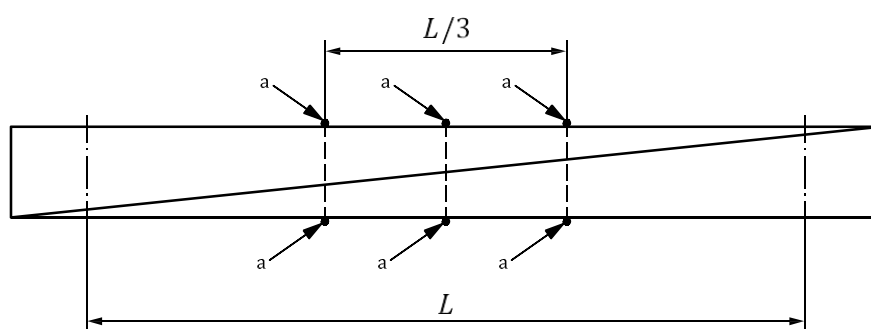
说明:

h ——试件厚度;

b ——试件宽度;

a ——测量点

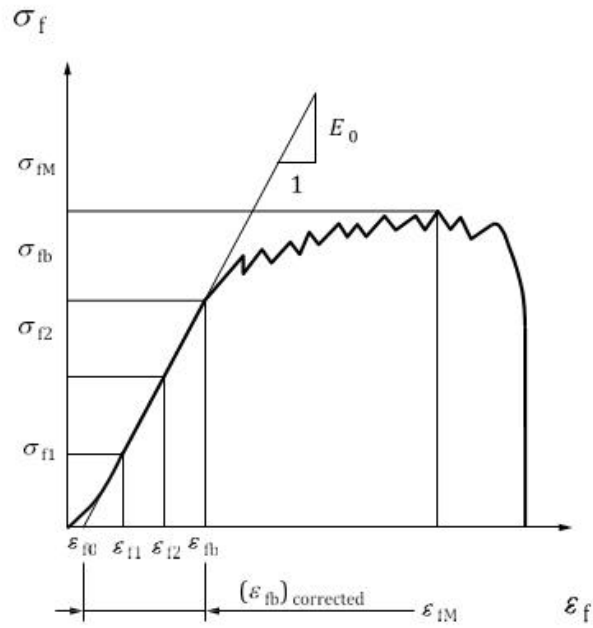
图B.2 显示厚度测量点的纵向试样的横截面形状



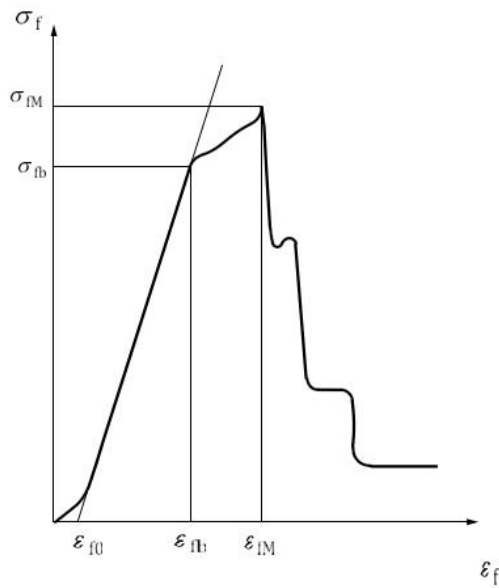
说明:

a ——测量点

图B.3 显示厚度和宽度测量点的试件平面图(圆周或纵向)



a)第一次断裂和最大施加载荷之间具有大应变能力的复合材料



b)复合材料在第一次断裂时或断裂后不久表现出脆性断裂

图B.4 典型弯曲应力-应变曲线的特征以及材料特性的相关推导

附录 C

（资料性附录）

干、湿条件下长期弯曲模量的测定

C.1 概述

本附件规定了确定在干燥或潮湿条件下受恒定弯曲应力作用的紫外光固化内衬材料长期弯曲模量的方法。规定的试验周期为10000h，试验结果用外推到50年的长期模量值表示。然而，所使用的外推法也允许在10000小时至50年之间的任何其他时间测定长期模量。

C.2 原理

在控制温度的条件下，对从紫外光固化管样上切下的试样进行三点弯曲试验。在干式试验中，也要控制大气的相对湿度，或者在湿式试验中，试样浸在水中。测量了试样随时间增加的变形量，计算了相应减小的表观弯曲模量。模量值是根据时间绘制的，模量在50年或其他指定的设计寿命外推得到。

C.3 装置

该设备应符合ISO 899-2中的规定，但其支架应为圆柱形或半圆柱形，符合B.2的规定，并可在湿式测试中增加以下内容。

浸水设备或类似设备，其中：

- a) 将试件浸入可饮用的自来水中；

b) 将水温保持在 $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;

c) 充分覆盖, 以避免蒸发造成的水快速流失。

注: 将样品封装在宽松, 充满水和密封的柔性塑料薄膜袋中是实现a) 和c) 的可行方法。

C.4 样品制备

样品应从实际或模拟装置中取出。

C.5 试件的准备

应从衬管样品的整个厚度切割至少五个试件, 根据8.1.4的标准以及B.3中规定的尺寸和公差在圆周或纵向上取向。对于环向试样, 选择用于长期试验的样品的曲率应限制为真实跨度与平均直径比为 $L_2/d_m \leq 0.28$ 的试样。

为了在潮湿条件下进行测试, 用硅酮密封剂密封每个测试件的切割边缘, 使得仅内衬的内表面和外表面将暴露于测试液体, 并允许密封剂在调质之前完全固化。

C.6 过程

C.6.1 干燥试验的调节和试验环境

在测试之前, 将测样置于温度为 $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 5) \%$ 的空气中保存 (20 ± 4) 小时。在相同的大气条件下进行测试, 确保在整个测试期间温度变化保持在 $\pm 2 ^\circ\text{C}$ 范围内。

注: 试件的龄期和养护条件 (温度和湿度) 会影响蠕变试验的结果。

C.6.2 潮湿试验的调节和试验温度

测试前，试样应在测试温度为 $(20\pm4)^{\circ}\text{C}$ 的水中保存。确保在整个测试过程中，温度变化保持在2摄氏度以内。

注：试件的龄期和养护温度会影响蠕变试验的结果。

C.6.3 测试件尺寸和支撑件之间距离的测量

根据B.4.1测量经调节的试样的平均复合材料厚度， $e_{c,m}$ 和宽度 b 。

对于正常的试样，将测试件与支撑件之间的初始距离 L 调整为 $(16\pm1)e_{c,m}$ 。

在单向或多向复合试样的情况下，如果发现有必要避免同一材料短期试验中层间剪切引发的破坏，可调整支撑件之间的距离，以提供 $L/e_{c,m}>17$ 的值(见B.4.2)。

测量支撑之间的距离 L 在 $\pm 0.5\%$ 范围内，以毫米为单位。

如果使用弯曲的环向试样，则根据B.4.3确定实际的跨度长度 L_2 。如果为了进行湿试验，试件应封装在充满水的柔性塑料薄膜袋中，薄膜材料的平均厚度应与任何永久性或非永久性内膜的平均厚度相加，确定尺寸 e_l 。

C.6.4 安装试件

受调节和测量的测试件对称地安装，其长轴与支撑件成直角，使得CIPP的内表面在使用时在施加载荷时将处于拉伸状态。根据需要设置偏转测量装置。

使用公式(C.6.4)计算要施加到试件上的力 F ，以牛顿为单位，以得到所需的弯曲应力：

$$F = \frac{\sigma_0 \cdot b \cdot e_{c,m}^2}{1.5L_2} \quad (C.6.4)$$

式中：

b ——跨度中间三分之一的试件平均宽度(见图B.3)，单位为mm；

$e_{c,m}$ ——跨度中间三分之一范围内复合材料的平均厚度(见图B.3)，单位为mm；

σ_0 ——所需的弯曲应力，单位为兆帕(MPa)，等于 $0.002 \pm 5E_0$ ；

E_0 ——短期弯曲模量，根据表10确定；

L_2 ——实际的跨度长度，以毫米为单位（如果试件是平的，等于 L ）。

C.6.5 加载过程

根据ISO 899-2: 2003,6.5，在没有预加载的情况下平稳地装载测试件。施加的力 F 应精确到在根据C.6.5获得的计算力的 $\pm 0.1\%$ 范围内。记录测试件完全装载的时间点 $t=0$ 。

C.6.6 挠度测量

除非自动和/或连续记录挠度，否则在约1分钟至至少10 000小时之间取一系列读数至测量值的 $\pm 1\%$ 以内。选择进行单独测量的时间，使得以小时为单位的时间对数的每十年至少有三次读数。

建议使用以下标称时间：1min, 2min, 3min, 6min, 12min, 21min, 36min; 1h, 2h, 4h, 6h, 10h, 16h, 25h, 40h, 63h, 100h,

160h, 250h, 400h, 630h, 1 000h, 1 600h, 2 500h, 4 000h, 6 300h, 10 000h。

C.6.7 其他测量和控制

根据ISO 899-2: 2003,6.7测量每次蠕变经历的总时间。根据ISO 899-2: 2003,6.8, 控制测试期间的温度和适用的相对湿度。

C.7 结果的表达

C.7.1 计算方法

使用公式(C.7.1)计算每个选定测量时间的弯曲蠕变模量 E_t , 单位为兆帕(MPa):

$$E_t = \frac{0.25F \cdot L_2^3}{b \cdot e_{c,m}^3 \cdot s_t} \quad (C.7.1)$$

式中:

F ——以牛顿为单位施加的力;

L_2 ——以毫米为单位的跨度长度 (如果试件是平的则等于 L);

b ——测试件在跨度中间三分之一处的平均宽度 (见图B.3), 单位为mm;

$e_{c,m}$ ——跨度中间三分之一的复合材料的平均厚度 (见图B.3), 单位为mm;

s_t ——弯曲试件在时间 t 的挠度, 以mm为单位。

C.7.2 结果说明

绘制蠕变模量的对数与时间的对数。如果由于任何原因读数不接近平滑迹线，则放弃测试，记录事件并重复测试。

为每个测试件生成的图形看起来像是一条线，它经过一条过渡到大斜率的近似直线。如果是这样，请观察过渡的位置。在过渡或50小时后（以较晚者为准），使用ISO 10928: 2016，方法B，以时间对数的方式回归计算的蠕变模数的对数值。在检查数据是否适合外推后，按照ISO 10928，确定在 $x=50$ 年（=438 000h）时的长期弯曲模量 E_x 的外推值，并记录获得的值。

每个测试的图形显示为连续曲线而不趋向近似直线，和/或数据不符合ISO 10928的线性外推的适用性标准，二次多项式或其他非线性外推符合ISO 10928: 2016，方法B确实满足其相关的适用性标准，可用于确定50年的 E_x 值，前提是这不超过线性外推法得到的值。

C.8 测试报告

测试报告应包括以下信息：

- a) 对本文件和本附件的引用，即 ISO 11296-4: 2018，附件 C；
- b) CIPP 内衬的完整描述和识别，包括制造方法，所涉及的时间和温度，制造商，代码和树脂批号；
- c) B.6、c)至 f)和 m)中规定的每个试件的方向和尺寸；
- d) 确定每个试件的管道中的位置（如果已知）；
- e) 试件制备方法，包括在试验前是否除去任何内部和/或外

部膜和/或多余树脂层的说明；

- f) 在适用的情况下，任何内部和/或外部膜的厚度 e_1 和 e_2 从测量的总厚度中扣除，以确定符合 B.4.1 的复合材料厚度；
- g) 平均复合材料厚度， ec,m ，以及试件中间三分之一的平均值的最大百分比偏差；
- h) 应用的测试条件（干燥或湿润）和调节程序；
- i) 测试的样本数量；
- j) 所用跨距的标称长度 L ，对于弯曲试样，计算的实际跨度 L_2 ；
- k) 与支撑物接触的任何膜的厚度 e_1 以及如何确定它们；
- l) 弯曲蠕变模量的对数与时间对数的曲线图；
- m) 施加在试件上的力；
- n) 50 年时长期蠕变模量 E_x 的计算值；
- o) 可能影响结果的任何因素，例如本附件未规定的任何事件或任何操作细节；
- p) 测试周期的日期。

附录D

(规程性附录)

干、湿或酸性条件下长期弯曲强度的测定(应力腐蚀试验)

D.1 原理

根据附录C制备的长期刚度测试试件，暴露于干燥，潮湿或潜在腐蚀性环境中，在高恒定载荷下经受3点弯曲，随着时间的推移导致材料失效(三次蠕变)。由于通常使用浓度为0.5mol/L的腐蚀性试验液体硫酸，因此这复制了下水道中可能遇到的情况的最坏情况；然而，也可以使用其他代表在使用中可能遇到的替代环境的测试液体。

每次使用新的试件，在几个施加的应力水平上重复测试并记录破坏的时间。然后将结果用于计算50年外推的失效应力。测试结果与使用中CIPP内衬管的长期弯曲强度直接相关。

该方法可以同样地应用于轴向或圆周方向切割的管道样品，尽管与蠕变刚度测试的情况一样，环向试件的初始曲率程度被限制，以考虑到失效前可能发生的较大形状变化的挠度。

D.2 仪器

设备应符合C.3规定的长期弯曲模量的确定，并增加以下内容。

- a) 在测试期间施加的相当大的力下不会偏转；
- b) 不对试样施加明显的纵向约束；

- c) 提供与样品没有明显压痕的线接触。

D.2.1 一种依照ISO 899-2适用于蠕变-破裂试验的加载系统

其中规定防止破裂时发生的任何冲击传递到相邻的装载系统。

D.2.2 测量试样挠度的方法

- a) 尽可能靠近作用力的施加线；
- b) 自身仅对样本施加微小的力；
- c) 准确度在 $\pm 0.5\%$ 之内。

D.2.3 浸水装置，封装方法或类似设备

- a) 本身可抵抗试验液体的腐蚀或其他化学侵蚀；
- b) 将样品保持在测试液体中；
- c) 将试验液体的温度保持在 $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ；
- d) 避免由于蒸发导致的测试液体的快速损失，因此在酸性环境的情况下，在测试期间 pH 改变不超过 ± 0.1 。

D.3 试件

D.3.1 试件数量

为了确定弯曲强度的50年值，至少需要21个试件。需要从相同内衬样品切割至少5个其他测试件以确定其短期弯曲强度。

D.3.2 试件准备

每个测试件应从内衬管壁的全厚度开始制作，以形成符合C.5中规定的形状和尺寸的测试件。

D.3.3 调节

在测试之前，每个测试件应在测试温度下在环境中预处理16至24（ 20 ± 4 ）h。

D.3.4 过程

- a) 准备测试件。
- b) 使用惰性标记，按照图 B.3 在试样的中心三分之一内的三个位置标记试样。
- c) 在 b) 中确定的三个点中的每一个点处确定试样的宽度 b 和厚度 h ，精度为 $\pm 0.05\text{mm}$ ，并计算宽度和厚度测量的算术平均值。
- d) 根据 B.4.1，从试样的平均总厚度 h_m 确定平均复合材料厚度 $e_{c,m}$ 。
- e) 根据附录 B，使用五个试件确定短期抗弯强度（第一次破裂时的应力， σ_{fb} 和极限载荷， σ_{fM} ）。
- f) 在潮湿或酸性条件下进行试验时，试样的切边应密封，例如：使用硅胶或纯树脂。
- g) 调节每个试件。
- h) 根据 C.6.3 将支架之间的距离 L 设定为所需值，并将 L 测量到 $\pm 0.5\%$ ，单位为毫米。
- i) 选择在目标时间范围内产生失效所需的弯曲应力 σ_0 。
- j) 使用公式（C.1）计算要施加到试件上的力 F ，以牛顿为单位，以得到所需的弯曲应力 σ_0 。
- k) 将测试件放置在设备中，使测试件的纵向轴线与支撑件

成直角，使得在使用时内衬的“内表面”在施加载荷时将处于拉伸状态。

- l) 在执行步骤 k) 之后，立即平稳地施加力并开始测试。
施加的力应精确到计算力的 $\pm 0.1\%$ 范围内。
- m) 注意每个试件失效的时间。
- n) 绘制应力对数与失效时间对数的关系图，并使用 ISO 10928:2016 方法 B 回归应力对数与时间对数的关系，以确定时间 $x=50$ 年($=438000$ 小时)时失效应力的外推值 σ_x 。
- o) 目标应该是定期间隔（以时间对数的对数）获得至少 21 个数据点，破坏时间从零到超过 10000 小时。如果数据中存在明显的“缺口”，则应根据表 D.1 测试其他测试件以给出推荐的破坏时间差。

表D.1 故障时间的分布

破坏时间 (h)	试件数量
1-10	4
10-1 000	6
1 000-6 000	5
6 000-10 000	5
>10 000	1

注：在加载后的最初几个小时内引起故障所需的应力可能大于第一次中断时的短期应力。在初始测试中将 σ_0 设置为接近 σ_{fM} 的最小观测值可以帮助建立破

坏时间回归线的趋势，从而指导选择应力水平，以产生高达10000小时的破坏时间范围。

D.4 测试报告

对于每一系列测试，测试报告应包括以下信息：

- a) 对本文件和本附件的引用，即 ISO 11296-4; 2018，附件 D;
- b) 紫外光固化内衬的完整描述和标识，包括制造方法，所涉及的时间和温度，制造商，代码和树脂批号；
- c) 每个试件的方向和尺寸，如 B.6，c) 至 f) 和 m) 所述；
- d) 试件制备方法，包括在试验前是否除去任何内部和/或外部膜和/或多余树脂层的说明；
- e) 在适用的情况下，任何内部和/或外部膜的厚度 e_1 和 e_2 从测量的总厚度中扣除，以确定符合 B.4.1 的复合材料厚度；
- f) 平均复合材料厚度， $e_{c,m}$ ，以及试件中间三分之一的平均值的最大百分比偏差；
- g) 试验条件（干燥，湿润或酸性），试验液体的组成和 pH（如果适用），以及适用的调节程序；
- h) 测试的试件数量；
- i) 所用跨距的标称长度 L ，在弯曲试件的情况下，计算的
实际跨度 L_2 ；
- j) 与支撑物接触的任何膜的厚度 e_1 以及如何确定；
- k) 弯曲应力对数对失效时间对数的图表；

- l) 施加在试件上的力；
- m) 长期抗弯强度的计算值， σ_x 为 50 年；
- n) 可能影响结果的任何因素，例如本附件未规定的任何事件或任何操作细节；
- o) 测试期的日期；
- p) 任何其他相关信息。

附录E

（规程性附录）

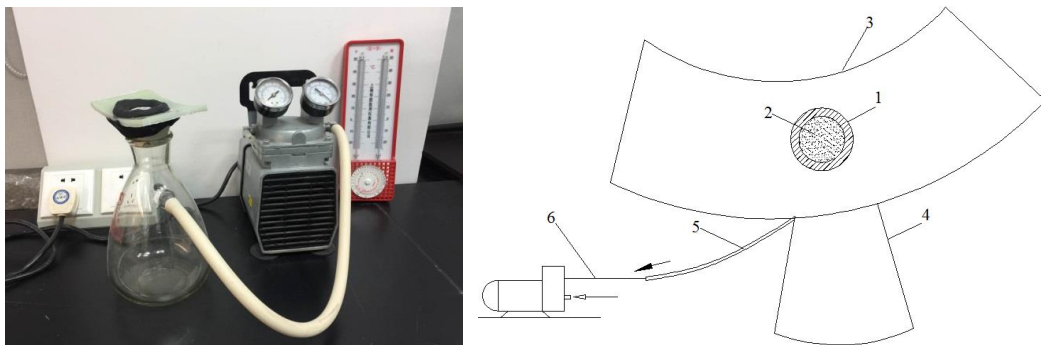
管壁密实性试验

E.0.1 试样应从现场固化的CIPP内衬管上截取。

E.0.2 宜选择不太透明的或者目测判断可能有针孔的试样进行试验。

E.0.3 如果薄膜或者涂层是内衬管道的一部分，则不得破坏内衬表面的涂层；如果薄膜或者涂层是可去除的，则采用游标卡尺精确材料薄膜或者涂层厚度，然后对其切割10个相互垂直的切口，形成尺寸为4×4mm 的网格。

E.0.4 测试时采用如图E.1所示的系统，在样本的一侧形成-0.05MPa 负压（误差为±2.5KPa）。



说明：

- 1——橡皮泥；
- 2——带颜色的水；
- 3——CIPP试样；
- 4——透明玻璃瓶；
- 5——气管；
- 6——抽气装置。

图E.1 管壁密实性试验方法及装置

参考文献

- [1] ISO 11295, Classification and information on design and applications of plastics piping systems used for renovation and replacement
- [2] ISO 1043-1, Plastics — Symbols and abbreviated terms — Part 1: Basic polymers and their special characteristics

本标准（规程、规程）用词说明

1 为便于在执行本标准（规程、规程）条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明必须按其他标准、规程执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”

引用标准名录

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，仅所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 1634-2004 塑料负荷变形温度的测定

GB/T 2567-2008 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 3857-2005 玻璃纤维增强热固性塑料耐化学介质性能试验方法

GB/T 8806-2008 塑料管道系统塑料部件尺寸的测定

GB 50013-2014 室外给水设计规程

GB 50014-2016 室外排水设计规程

GB 50268-2008 给排水管道工程施工及验收规程

GB 50332-2002 给水排水工程管道结构设计规程

CJJ 6-2009 城镇排水管道维护安全技术规程

CJJ 68-2015 城镇排水管渠与泵站维护技术规程

CJJ 101-2016 埋地塑料给水管道工程技术规程

CJJ/T 147-2010 城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程

CJJ 181-2012 城镇排水管道检测与评估技术规程

CJJ/T 210-2014 城镇排水非开挖修复更新工程技术规程

CJJ/T 244-2016 城镇给水非开挖修复更新工程技术规程