ICS 83.140.30
CCS G 33

中华人民共和国国家标准

GB/T 43982.11—2025

地下供水管网非开挖修复用塑料管道系统 第11部分:软管穿插内衬法

Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks—Part 11:Lining with inserted hoses

2025-01-24 发布　　2025-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

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　符号和缩略语 …… 2
5　M 阶段软管要求 …… 3
6　M 阶段管件要求 …… 6
7　附件 …… 9
8　Ⅰ阶段的系统要求 …… 9
9　施工 …… 10
10　验收 …… 12
附录 A（规范性）　TPU 材料的热水老化寿命预测方法 …… 14
附录 B（规范性）　软管和管件的试验方法 …… 18
参考文献 …… 20

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。

本文件是GB/T 43982《地下供水管网非开挖修复用塑料管道系统》的第11部分。GB/T 43982已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第11部分：软管穿插内衬法。

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专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本文件起草单位：广州市市政集团有限公司、中山大学、杰瑞高科(广东)有限公司、建研院检测中心有限公司、中裕软管科技股份有限公司、江苏双腾管业有限公司、天津安纳赛能源科技有限公司、乌鲁木齐联塑科技发展有限公司、江苏爱索新材料科技有限公司、广州市市政工程机械施工有限公司、广州市市政公路协会、漳州安越新材料科技有限公司、上海公路桥梁(集团)有限公司、中建三局第二建设工程有限责任公司、广州市第二市政工程有限公司、河北宇通特种胶管有限公司、中国石油天然气管道工程有限公司、北京工商大学。

本文件主要起草人：安关峰、马保松、陈立、黄家文、张永成、李广忠、李远文、马红城、张国平、邹华山、吴郁华、钟亮、遆仲森、王剑锋、唐碧波、胡继生、程德宝、李国辉、项爱民。

引　言

根据被修复管道系统的应用领域，非开挖修复技术分成下列技术系列：

——地下无压排水管网非开挖修复用塑料管道系统；

——地下承压排水管网非开挖修复用塑料管道系统；

——地下供水管网非开挖修复用塑料管道系统(本系列文件)；

——地下燃气管网非开挖修复用塑料管道系统。

GB/T 43982《地下供水管网非开挖修复用塑料管道系统》规定了地下供水管网非开挖修复用塑料管道的要求。GB/T 43982 拟由下列部分构成。

——第 1 部分：总则。目的在于确立适用于地下无压供水管网非开挖修复用塑料管道系统需要遵守的通用要求、总体原则和相关规则。

——第 2 部分：连续穿插内衬法。目的在于明确连续穿插内衬法的适用材料在生产制造和施工验收阶段的技术要求。

——第 3 部分：紧密贴合内衬法。目的在于明确紧密贴合内衬法的适用材料在生产制造和施工验收阶段的技术要求。

——第 4 部分：原位固化内衬法。目的在于明确原位固化内衬法的适用材料在生产制造和施工验收阶段的技术要求。

——第 11 部分：软管穿插内衬法。目的在于明确软管穿插内衬法的适用材料在生产制造和施工验收阶段的技术要求。

各个技术系列的第 1 部分(总则)规定了本领域非开挖修复技术的通用要求，其他部分对应具体的工程技术方法(工法)。各部分(工法)与第 1 部分(总则)结合使用。本文件作为 GB/T 43982 的第 11 部分，规定了采用软管穿插法修复地下供水管网时对塑料管道内衬系统的相关要求。由于并非所有技术(工法)都适用于每个应用领域，因此不同技术系列标准所包含的部分组成会有差异。进一步的信息见 GB/T 37862。

图 1 中的标准体系表显示了非开挖修复技术体系的通用部分、各技术系列的相互关系及其基本构成。

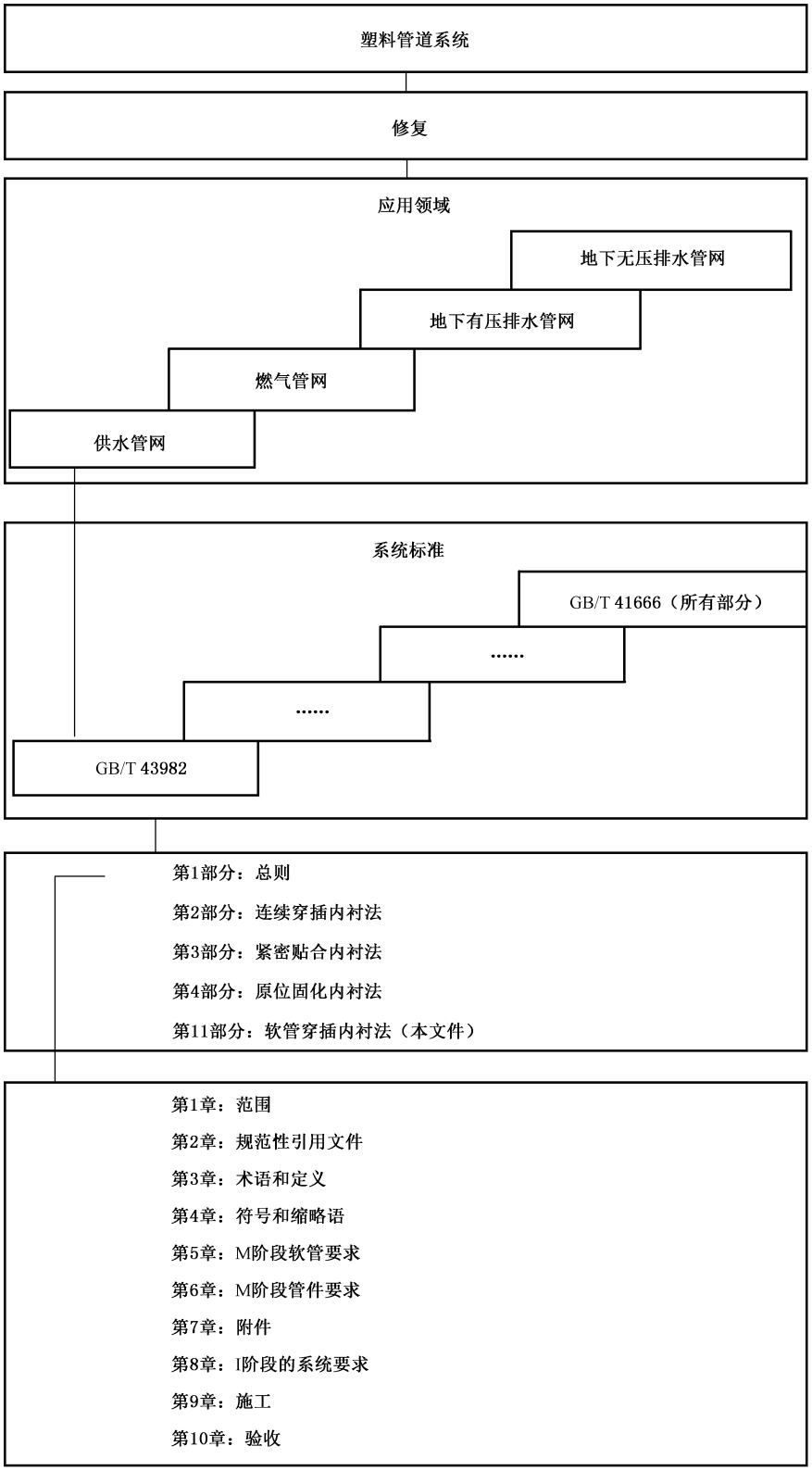


图 1　管网修复用塑料管道系统的标准架构

地下供水管网非开挖修复用塑料管道系统 第11部分:软管穿插内衬法

1 范围

本文件规定了以软管穿插内衬法修复供水管网时采用的塑料管道系统的M阶段软管和管件的技术要求、I阶段的系统要求、施工和验收。

本文件适用于工作温度不超过45 ℃地下供水管网修复用穿插软管(以下简称软管)及其配件。供水管网的地上管道修复可参照本文件执行。

注1:供应商提供压力折减系数。选购方有责任根据其特定应用需求,结合相关法规、标准或规范要求,恰当选用本文件规定的产品。

注2:内衬层材料为PE时,适用工作温度不超过40 ℃;内衬层材料为TPU时,适用工作温度不超过45 ℃。

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/T 528—2009 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 1040.4 塑料 拉伸性能的测定 第4部分:各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验条件

GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境

GB/T 5563 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法

GB/T 6283 化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法(通用方法)

GB/T 7142 塑料长期热暴露后时间-温度极限的测定

GB/T 9573 橡胶和塑料软管及软管组合件 软管尺寸和软管组合件长度测量方法

GB/T 10002.1—2023 给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材

GB/T 13663.1 给水用聚乙烯(PE)管道系统 第1部分:总则

GB/T 14905—2020 橡胶和塑料软管 各层间粘合强度的测定

GB/T 15560—1995 流体输送用塑料管材液压瞬时爆破和耐压试验方法

GB/T 16604 涤纶工业长丝

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料安全性评价标准

GB/T 18253—2018 钢及钢产品 检验文件的类型

GB/T 19278 热塑性塑料管材、管件与阀门 通用术语及其定义

GB/T 42823 对位芳纶长丝

GB/T 43982.1 地下供水管网非开挖修复用塑料管道系统 第1部分:总则

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

3 术语和定义

GB/T 19278、GB/T 43982.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

软管 hose

由柔性织物作为增强层，内覆橡/塑防渗层（内衬层），外覆橡/塑保护层的内衬管。

注：用软管作修复内衬时，软管与既有管道既包括松套配合（设计时预留径向间隙）关系，又包括紧密贴合关系。松套配合的软管工作时独立承受内部压力而不会将径向应力传递给原有管道；紧密贴合的软管通常与原有管道一起承受内压。

3.2

内衬层 internal membrane

内膜

覆盖在软管增强层内侧具有密封和耐磨功能的橡/塑材料层。

3.3

增强层 reinforcement layer

软管结构中的设计承压层。

注：通常为纤维编织结构，兼有稳定管材尺寸的作用。

3.4

保护层 external membrane

外膜

覆盖在增强层外侧具有抗渗和耐磨功能的橡/塑材料层。

3.5

M 阶段 M stage

管道部件已完成工厂制造，但尚未按照特定的管道修复工法进行任何现场处理之前的阶段。

[来源：GB/T 43982.1—2024，3.5.1]

3.6

I 阶段 I stage

管道部件安装就位后的最终形态，已按照特定的管道修复工法完成全部现场作业的阶段。

[来源：GB/T 43982.1—2024，3.5.2]

4 符号和缩略语

GB/T 43982.1 界定的以及下列符号和缩略语适用于本文件。

4.1 符号

d_e：（任一点）外径

$d_{em,max}$：最大平均外径

$d_{em,min}$：最小平均外径

d_n：软管公称外径

e_n：公称壁厚

e_t：增强层厚度

e_1：内衬层厚度

e_2：保护层厚度
T：老化试验温度
t：热水老化寿命

4.2 缩略语

CCTV：闭路电视(closed circuit television)
PE：聚乙烯(polyethylene)
PET：聚对苯二甲酸乙二醇酯[poly(ethylene terephthalate)]
PN：公称压力(nominal pressure)
PPTA：聚对苯二甲酰对苯二胺[poly(p-phenylene terephthalamide)]
TPU：热塑性聚氨酯弹性体(thermoplastic polyurethane elastomer)

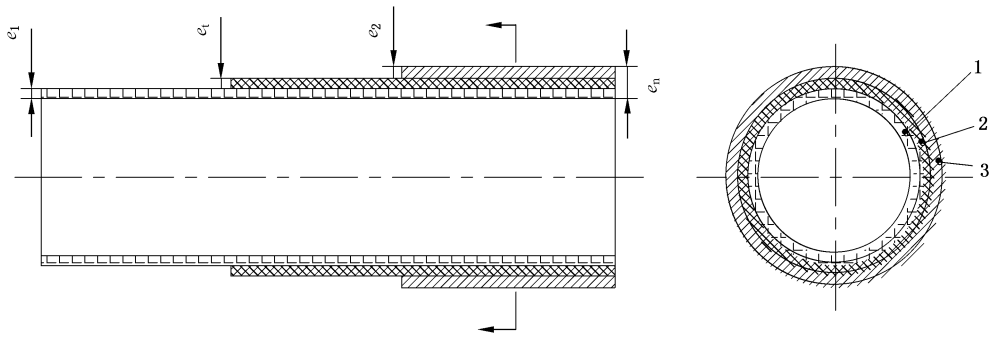
5 M 阶段软管要求

5.1 软管结构与材料

软管结构主要包括内衬层、增强层和保护层，见图 2。各层常见材料见表 1。

表 1 软管材料

软管结构	材料
内衬层	TPU、PE
增强层	PPTA、PET、PPTA/PET[a]
保护层	TPU、PE
[a] 可由 PPTA 和 PET 两种材料混编而成。	



a) 纵断面　　b) 横断面

标引序号说明：
1——内衬层；
2——增强层；
3——保护层。

图 2 软管结构示意图

5.2 材料要求

5.2.1 软管内衬层、保护层用 PE 混配料应符合 GB/T 13663.1 的要求；TPU 混配料应符合表 2 的要求。

表 2　TPU 材料的性能

序号	项目	要求	试验方法
1	拉伸强度/MPa	≥30	GB/T 528—2009 中规定的 1 型试样，拉伸速度(500±50)mm/min
2	拉断伸长率/%	≥350	
3	硬度/(Shore A)	85±5	GB/T 531.1
4	水分含量[a]/(mg/kg)	≤300	GB/T 6283
5	23 ℃热水老化寿命[b]/年	≥40	附录 A
[a] 若水分含量超过要求限值，使用前需预先烘干。 [b] TPU 的长期性能以热水老化寿命评估，表示材料拉伸强度下降至其初始值的 50%所需的时间。			

5.2.2　软管增强层用 PET 纤维应符合 GB/T 16604 的要求，PPTA 纤维应符合 GB/T 42823 的要求，其他类型的增强层材料应符合相应标准要求。

5.2.3　不应使用回用料及回收料。

5.3　卫生性能

接触饮用水的材料卫生性能应符合 GB/T 17219 的规定。

5.4　一般特性

5.4.1　外观

软管的内外表面应光滑、洁净，无气泡或其他缺陷。

5.4.2　颜色

软管的颜色一般为蓝色。其他颜色由供需双方协商确定。

5.5　几何特性

软管壁厚应符合表 3 要求，外径及其偏差可由供需双方商定。

表 3　软管壁厚

单位为毫米

软管公称外径 d_n	内衬层壁厚 e_1 ≥	保护层壁厚 e_2 ≥	公称壁厚[a] e_n				
			PN0.6 MPa	PN1.0 MPa	PN1.6 MPa	PN2.0 MPa	PN2.5 MPa
50	0.7	0.6	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7
65	0.7	0.6	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7
80	0.7	0.6	2.4	2.6	2.8	2.9	3.0
100	0.8	0.7	2.6	2.9	3.1	3.3	3.6
125	0.8	0.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.7
150	0.8	0.7	3.1	3.3	3.4	3.6	4.0

表 3　软管壁厚（续）

单位为毫米

软管公称外径 d_n	内衬层壁厚 e_1 ≥	保护层壁厚 e_2 ≥	公称壁厚[a] e_n				
			PN0.6 MPa	PN1.0 MPa	PN1.6 MPa	PN2.0 MPa	PN2.5 MPa
200	0.9	0.8	3.4	3.6	3.7	4.0	4.2
250	1.0	0.8	3.6	3.8	3.9	4.1	4.3
300	1.0	0.8	3.8	4.1	4.2	4.2	4.3
350	1.0	0.9	4.0	4.3	4.1	4.3	4.5
400	1.0	0.9	4.3	4.6	4.4	4.7	5.1
450	1.1	1.0	4.7	4.4	4.6	5.3	5.5
500	1.1	1.0	5.0	4.6	5.2	5.7	5.9
600	1.2	1.1	5.5	5.0	5.8	6.3	7.2
700	1.2	1.1	6.0	5.5	6.3	6.8	7.8
800	1.2	1.1	7.0	6.0	6.8	7.5	8.5
[a] 任一点壁厚不应小于公称壁厚。							
注：无背景颜色部分为采用 PET 纤维增强的软管，灰色背景部分为采用 PPTA 纤维增强的软管。							

5.6　力学性能

软管的力学性能应符合表 4 的要求。

表 4　软管的力学性能

序号	项目	要求		试验参数		试验方法
				参数	量值	
1	拉伸强度/MPa	PET 增强	≥45	拉伸速度	5 mm/min	附录 B
		PET/PPTA 增强	≥50			
		PPTA 增强	≥60			
2	承压形变/%	轴向延伸率	<3	测试压力起始点	0.07 MPa	附录 B
		环向延伸率	<10	测试压力终点	公称压力	
3	增强层与内衬层和保护层的粘合强度/(kN/m)	>3.0		宽度	25 mm	附录 B
				拉伸速度	(50±5) mm/min	
4	爆破试验	≥3 PN(PN≤1.0 MPa 时) ≥4 PN(PN>1.0 MPa 时)		—		附录 B

5.7　试验方法

软管的试验方法按附录 B 的规定进行。

5.8 标志

5.8.1 标志信息应永久且清晰地标记在软管外表面上。标志不应引发裂纹或导致软管提前失效，清晰度不应在正常贮存、运输和安装过程中丧失。

5.8.2 软管标志间隔不宜超过 1 m。

5.8.3 软管标志应至少包括表 5 所列的内容。

表 5 软管标志内容

内容	标志或符号
本文件编号	GB/T 43982.11
制造商名称和/或商标	名称和/或符号
公称外径×公称壁厚	$d_n \times e_n$
公称压力	PN
材料(保护层/增强层/内衬层)	(TPU、PE)/(PPTA、PET、PPTA/PET)/(TPU、PE)
生产日期或生产批号	—
生产地址(提供可追溯性)	—

示例：

本文件编号	制造商或商标	$d_n \times e_n$	PN	材料	生产日期或生产批号	生产地址
GB/T 43982.11	×××	800×8	PN1.0 MPa	TPU/PPTA/TPU	×××	×××

5.9 包装、运输和贮存

5.9.1 软管应包装，并在外包装、标签或标志上标明厂名、厂址。

5.9.2 软管运输时，不应受到划伤、抛摔、剧烈的撞击、暴晒、雨淋，以及油污或其他化学品污染。

5.9.3 软管应贮存在远离热源及化学品污染、地面平整、通风良好的库房内；室外堆放时应有防晒措施。

6 M 阶段管件要求

6.1 分类

M 阶段管件包括各种结构的管端接头，用于在被修复的原有管道端部将内衬软管紧贴原有管道内壁固定至原有管道上，使软管两端与输送介质隔离，并提供后续连接的端口。

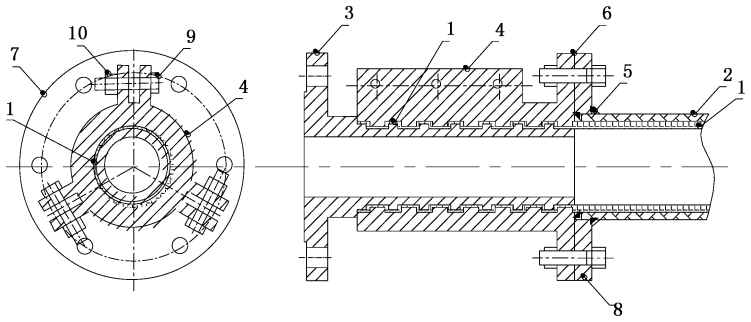
管端接头与软管、原有管道的典型连接形式包括以下四类。

a) 卡箍接头：具有整体式内衬套和分瓣卡箍式外套，内衬套插入软管端口、外套将软管卡紧在内套上实现密封。常以法兰形式与原有管道和后续管道连接，典型示意图见图 3。

b) 锥形接头：具有锥形插口端，可插入软管端部将其胀紧至原管道内壁实现密封。可以法兰形式与原管和后续管道连接，典型示意图见图 4。

c) 注胶接头：将软管端部插入管端接头的内外金属衬套之间，利用外套上的注胶口向内注胶实现软管的固定和密封。可通过法兰与原有管道和后续管道连接，典型示意图见图 5。

d) 焊接式接头：软管端部在接头内外套之间固定并密封后，通过焊接方式与原管道和后续管道连接的管端接头。典型示意图见图 6。



a） 横断面　　b） 纵断面

标引序号说明：

1——软管；

2——原有管道；

3——法兰内衬套；

4——卡箍；

5——焊缝；

6——密封圈；

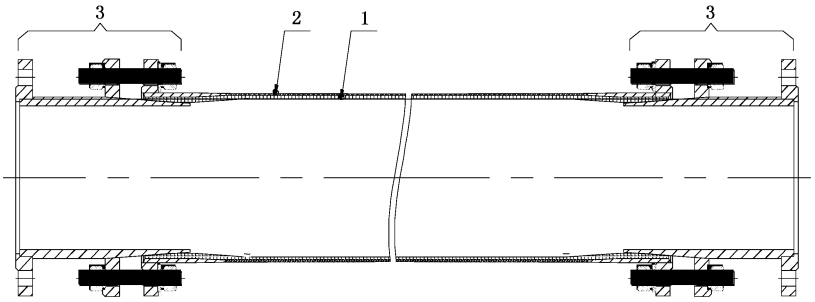
7——法兰盘；

8——焊接法兰盘；

9——紧固螺栓；

10——螺母。

图 3　卡箍接头管件典型结构示意图



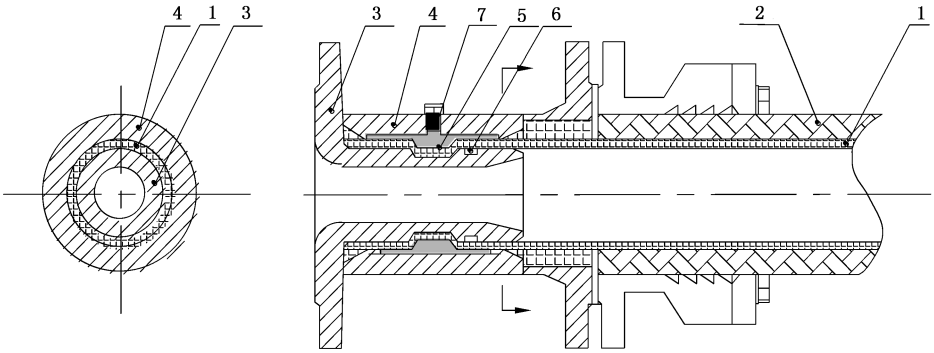
标引序号说明：

1——软管；

2——原有管道；

3——锥形接头。

图 4　锥形接头管件典型结构示意图



a） 横断面　　b） 纵断面

标引序号说明：

1——软管；

2——原有管道；

3——内衬套；

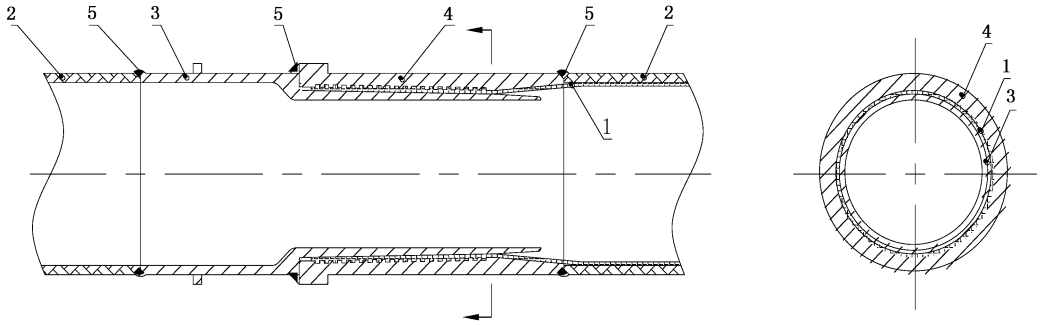
4——外衬套；

5——密封片；

6——密封圈；

7——注胶孔。

图 5　注胶接头管件典型结构示意图



a） 纵断面　　b） 横断面

标引序号说明：

1——软管；

2——原有管道；

3——内衬套；

4——外衬套；

5——焊缝。

图 6　接头与原管道焊接典型结构示意图

6.2　材料要求

6.2.1　金属承压部件应提供符合 GB/T 18253—2018 规定的检验证明书 3.1。

6.2.2　使用其他非金属材料时，应提供检验证明书，由制造商提供适用性证明。

6.2.3　承压部件的防腐等级应不低于原有管道的防腐等级。

6.2.4　弹性密封圈应符合 GB/T 10002.1—2023 附录 C 的要求。

6.2.5　接触饮用水的材料卫生性能应符合 GB/T 17219 的规定。

6.3 几何特性

管件的几何尺寸应满足与软管连接的要求。

6.4 系统适用性

管端接头与软管连接后，按附录 B 进行静液压试验和密封性试验，管体和接头应不泄漏、不破裂、不滑移。

6.5 标志

6.5.1 管件标志信息应永久且清晰地标记在管件外表面上。标志不应引发裂纹或导致管件提前失效，清晰度不应在正常贮存、运输和安装过程中丧失。

6.5.2 管件标志至少包括表 6 所列的内容。

表 6 管件的标志内容

内容	标志或符号
本文件编号	GB/T 43982.11
制造商名称和/或商标	名称和/或符号
公称外径×公称壁厚范围[a]	$d_n \times e_n$ [a]
公称压力	PN
材料	—
材料批号	—
生产日期或生产批号	—
生产地址	—
[a] 适应连接软管的总壁厚范围。	
注：制造商名称和/或商标、公称外径×公称壁厚范围、公称压力标记在管件外表面，其余信息可标注在随行文件上。	

示例：

本文件编号	制造商或商标	$d_n \times e_n$	PN	材料	材料批号	生产日期或生产批号	生产地址
GB/T 43982.11	×××	800×8～10	PN1.0 MPa	×××	×××	×××	×××

7 附件

与饮用水接触的附件材料卫生性能均应符合 GB/T 17219 的相关规定。

8 I 阶段的系统要求

8.1 材料特性

8.1.1 卫生性能

对于饮用水管道，安装的内衬系统不应导致任何不可接受的水质劣化。

接触饮用水的材料卫生性能应符合 GB/T 17219 的规定。

8.1.2 注入树脂要求

注胶接头的填充树脂应提交适用性检验证明。

8.2 几何特性

8.2.1 Ⅰ阶段安装后的软管，应能在设计压力下完全吹胀，吹胀后内壁不应有尖凸、鼓包、褶皱、扭转和破损，不应从原有管道破损部位臌胀至管外。设计为紧密贴合的内衬软管，吹胀后与原有管道内壁之间不应有间隙或空泡。

8.2.2 已安装的软管的最小内径应不小于供应商提供的标称值。

注 1：最小内径有两方面作用：一是为过流能力保留足够的横截面；二是为日常维护设备或检修通道保留足够的空间。

注 2：修复管道系统的最大内径受原有管道的内部尺寸以及已安装内衬系统的壁厚和配合紧密度的限制。

8.3 系统适用性

Ⅰ阶段系统适用性应满足 6.4 的规定。

9 施工

9.1 准备工作

9.1.1 应在安装手册或施工方案中明确用软管穿插内衬法修复供水管网的现场准备工作。

9.1.2 修复用软管外径应比待修复原有管道道截面通径略小。

9.1.3 修复作业前应先对原管道进行清洗疏通，使内径畅通。

注：一般性的现场准备工作见 GB/T 37862。

9.2 贮存与运输

修复用软管的贮存与运输符合下列规定。

a) 应采取保护措施，确保在卸货、现场处理和存储时不会过度损坏软管。

注 1：过度损坏软管指任何厚度超过壁厚 10%的划痕或任何因严重弯曲操作导致的永久扭结、折痕或折叠。

b) 存放地面应平整，不应有大的尖锐石块、碎屑或垃圾。

注 2：贮存和运输产生的划痕，可能会在安装过程中诱发软管损坏。

c) 起吊时应使用织物吊带、吊索，起吊货物外形长度超过 12 m 时应使用吊索梁。

d) 运输装置底部应平整，不应有尖凸或锐棱。可将软管缠绕在卷盘上运输。

e) 在装载之前，应目视检查软管是否有损坏。

f) 在贮存、运输和收卷/开卷过程中，管端应密封。

9.3 设备

9.3.1 绞车与杆式牵引设备

绞车与杆式牵引设备符合下列规定：

a) 绞车主要包括卷扬机和牵引钢缆，钢缆通过连接锥与软管相连；

b) 杆式牵引设备通常包括液压驱动的滑架，以及一连串螺纹连接或卡扣连接的牵引杆，并通过连接锥与软管相连；

c) 绞车设备与牵引装置应装有实时显示装置，以数据图表或数字形式记录安装期间施加在钢缆

或牵引杆上的荷载；

d) 应设置防护措施，避免操作者接触绞车或牵引设备暴露的钢缆或拉杆；

e) 应控制牵引钢缆或牵引杆的工作载荷，使软管轴向应力不高于软管拉伸强度。

9.3.2 导向装置

原管道入口应设有导向装置，导向装置应安全可靠，应防止在插入过程中损坏软管，任何零部件不应脱落进入原管道。

9.3.3 复圆设备

用于软管吹胀复圆的空气压缩机应满足充气流量和压力的要求。

9.3.4 接头安装设备

安装接头的液压设备应与软管和接头的规格匹配，并满足压紧负荷与压紧行程的要求。

9.3.5 检查设备

检查设备符合下列规定：

a) 检查设备(如 CCTV)应能提供全彩画面和慢动作逐帧回放的画面，并应能提供所修复管道所有部位的清晰影像，影像应能标明位置、长度、修复类型、尺寸和日期等信息；

b) 进入软管道工作的设备其构造和维护均不应对软管造成损伤或污染；

c) 设备操作应符合相关安全管理规定。

9.3.6 起重设备

起重设备符合下列规定：

a) 所有的起重设备均应符合特种设备检验要求；

b) 操作人员应经过专门安全技术培训，考试合格持证上岗。

9.4 安装

9.4.1 一般要求

9.4.1.1 安装施工环境温度应为－5 ℃～40 ℃。不满足时，应采用适当方式对作业区域进行调控，使软管温度达到－5 ℃～40 ℃。

9.4.1.2 安装者应根据现场的具体情况，确定附件(例如阀门)、管件(例如 90°弯头)的种类和连接方式。

9.4.2 安全预防措施

应明确从准备到完成所有安装步骤都满足的安全要求。

9.4.3 安装手册

9.4.3.1 施工单位进场前应编写或从技术提供单位获取安装手册。

9.4.3.2 安装手册应清晰描述具体安装方法，包括所需设备、软管末端管件及其连接、重新接入原供水管网的方法、特定操作过程的管件参数、注意事项；各工序所需的检查和测试，以及检查项应满足的量值和容许偏差。

9.4.4 质量控制

9.4.4.1 如果待修复原有管道的一个修复区段有多处转弯，或某处转弯角度在 45°～90°之间，或转弯半

径小于 $3d_n$，应进行模拟安装，检测拉力是否超过软管的拉伸强度，并应检查软管在弯曲部分与原有管道的贴合情况。

9.4.4.2 穿插前应对原有管道进行 CCTV 检查，原有管道内应无沉积物、垃圾或其他障碍物，内表面清洁，无附着物或尖凸点。严重变形、损坏或错口的部位应进行预处理。

9.4.5 环形空间处理

插入软管内衬时残留在原有管道环形空间内的水或污垢应及时清理。

9.5 过程自检与测试

9.5.1 施工完成后，应根据设计要求，采用人工巡视、CCTV 或断面轮廓检测仪进行内部检测，确定软管连续、断面轮廓符合要求。

9.5.2 检查软管对于原有管道的外露部分（牵引端、分支管检查井或中间井中暴露的部分等），划痕深度不应超过软管保护层的厚度。

9.6 内衬后处理

内衬后处理应包括安装设备及辅助装置的拆除、原有管道的防腐保护以及已安装内衬系统端部后续重连的准备等作业。

9.7 与既有管网系统的重新连接

9.7.1 应使用作业指导书规定的设备、配件和方法，用符合第 6 章的管件将修复后的管道与既有管网重新连接。

9.7.2 连接完成后应拆除连接设备并清理施工杂物。

9.8 归档

归档文件应包括下列内容：

a) 安装记录，包括安装时环境温度、软管的最大拉力；

b) 安装作业指导书要求检查和记录的全部书面资料、照片和/或电子记录。

10 验收

10.1 一般规定

10.1.1 进入施工现场所用的软管的规格、尺寸、性能应符合第 5 章、第 6 章的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

10.1.2 现场取样时，在同规格、同批次、相同施工条件下每 3 个修复段应至少制作一个样品段，或者按照设计要求进行取样检测。

10.1.3 宜在原有管道端部取样，取样时应考虑检查井的尺寸，取样长度应满足测试要求，且不宜小于原有管道直径的 1 倍。

10.1.4 软管样品送检符合下列规定。

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，其内容应至少包括如下信息：

——内衬材料、尺寸、软管生产厂家；

——施工日期、采样日期；

——采样位置、采样方法；

——测试委托方、施工方签字确认。

10.1.5 软管表观质量符合下列规定：

a) 表面应光洁，无局部孔洞、无贯穿性裂纹；

b) 局部划伤、磨损的出现频次每 10 m 不多于 1 处；

c) 不应出现明显褶皱；

d) 管内应无非原管道引起的明显突起、凹陷、错口等现象；

e) 管内应无空鼓现象，软管应完整牢固、光滑平整。

10.2 软管施工质量检验

10.2.1 主控项目

10.2.1.1 管道内不应出现滴漏、线漏等渗水现象。

检查数量：全数观察。

检查方法：CCTV 辅助检查；检查施工记录、CCTV 检查记录等。

10.2.1.2 软管的最小厚度不应小于设计值。

检查数量：修复管段的两个端头，每个端头均布 4 个点。

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查记录。

10.2.1.3 软管的主要技术指标应符合设计要求。

检查数量：样品全数检测。

检查方法：取样数量应符合 10.1.2 的规定；现场取样及送检应符合 10.1.3、10.1.4 的规定；对照设计文件检查取样检测记录、样品检测报告等。

10.2.2 一般项目

10.2.2.1 软管表观质量应符合 10.1.5 的规定。

检查数量：全数观察。

检查方法：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 检查记录等。

10.2.2.2 软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，且无渗水现象。

检查数量：全数观察。

检查方法：目测；对照设计文件检查施工记录等。

10.3 管道功能性试验

穿插后应按 GB 50268 进行水压试验。

附 录 A
（规范性）
TPU 材料的热水老化寿命预测方法

A.1 概述

用于修复地下供水管网的软管内衬层和保护层可由 TPU 材料制成，TPU 的使用寿命对于软管的长期使用至关重要。本附录描述了通过热水老化试验预测 TPU 老化寿命的方法。老化寿命以规定温度下样品拉伸强度下降 50％所需的时间表示。

A.2 原理

热水老化寿命的预测，与 GB/T 7142 测定塑料长期热暴露后时间-温度极限的原理相同，只是将样品热暴露环境从空气中变更为浸没于热水中。

本附录以外推 23 ℃时的老化寿命表示 TPU 的长期耐久性。

拉伸试验应按照 GB/T 528 的规定进行。

A.3 样品

将厚度约为 1.0 mm（与软管内衬层或保护层的厚度大致相同）的 TPU 薄片浸入温水中。每张薄片可切割成 2 个～5 个试样进行拉伸试验。

A.4 老化容器

老化容器包含一个热水槽、吊架等。薄片应完全浸没在水中，老化容器应具有自动控温功能，精度控制在±1 ℃以内。

A.5 试验程序

A.5.1 样品数量

样品数量除了满足热水老化试验需要之外，还应单独保存足够数量的试样，以备由于试验精度要求需在额外的其他温度下进行热水老化试验。试样按 GB/T 2918 规定的环境贮存/保存。

A.5.2 初步测试

在热水老化试验前，按 GB/T 528 规定测试试样的初始拉伸强度。

A.5.3 热水老化试验

将规定的数量的 TPU 薄片分别浸入规定温度（通常为 70 ℃、80 ℃和 90 ℃）的热水中。

A.5.4 浸水处理和受拉试验

可按表 A.1 规定的时间浸泡和测试样品。对达到浸泡时间的样品，取出并擦去表面残留水分，按 GB/T 528 在室温下进行测试。

注：测试结果表明表 A.1 不适宜受测材料的特性表征时，例如需要更长的浸泡周期或者更短间隔进行测量时，参考表 A.1 的形式调整试验时间表。

表 A.1　热水老化试验的浸水时间推荐表

试验周数/周	浸泡处理试样组	拉伸测试试样组	备注
0	B、C、D、E、F	A	如果浸水处理时间在 3 周、7 周、11 周、15 周或 19 周尾结束，应将 G、H 和 I 组从老化容器中及时取出并进行测试，以便获得精确的老化时间。如在 19 周结束时仍未达到最终的老化时间，则可按本表所示对 G、H 和 I 组进行测试。 如果第 3 周末对 B 组试样测试拉伸强度已经降至临界值(及以下)，此时 G、H、I 分别浸泡了 2 周、1 周和 0 周，应继续将 G、H、I 浸泡 1 d 后取出测试
1	G	—	
2	H	—	
3	I	B	
4	—	—	—
5	—	—	—
6	—	—	—
7	—	C	—
8	—	—	—
9	—	—	—
10	—	—	—
11	—	D	—
12	—	—	—
13	—	—	—
14	—	—	—
15	—	E	—
16	—	—	—
17	—	—	—
18	—	—	—
19	—	F	—
20	—	—	—
21	—	G	该组试样已老化 20 周
22	—	—	—
23	—	H	该组试样已老化 21 周
24	—	—	—
25	—	I	该组试样已老化 22 周
26	—	—	—
27	—	—	—

注：A、B、C……代表不同的分组代号。

A.5.5 补充试验

如果按表 A.1 试验时样品拉伸强度不能下降到初始值的 50%以下，应补充试样继续试验或提高浸泡温度重新试验。

A.6 结果计算

A.6.1 图 A.1 表示对于不同的热暴露时间，其拉伸强度与时间的对数函数的关系图。图中与 50%水平线相交的点就是试验终止点。

计算每组试样拉伸强度的平均值相对于初始强度的衰减比例，达到或超过 50%时试验终止。

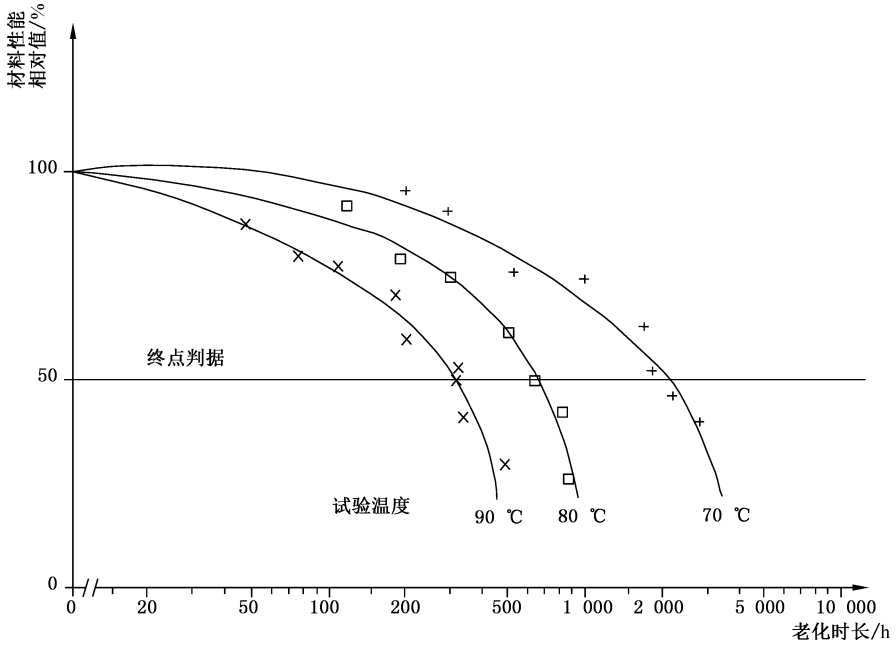


图 A.1 不同温度热水老化条件下的拉伸强度变化图

A.6.2 根据图 A.1 得出不同温度下的热水老化寿命 t，将其取对数并与温度(换算为绝对温度)的倒数绘制在直角坐标系内，得到材料老化寿命与温度的散点图，如图 A.2 中的数据点。其中纵坐标是破坏时间，横坐标是绝对温度的倒数。

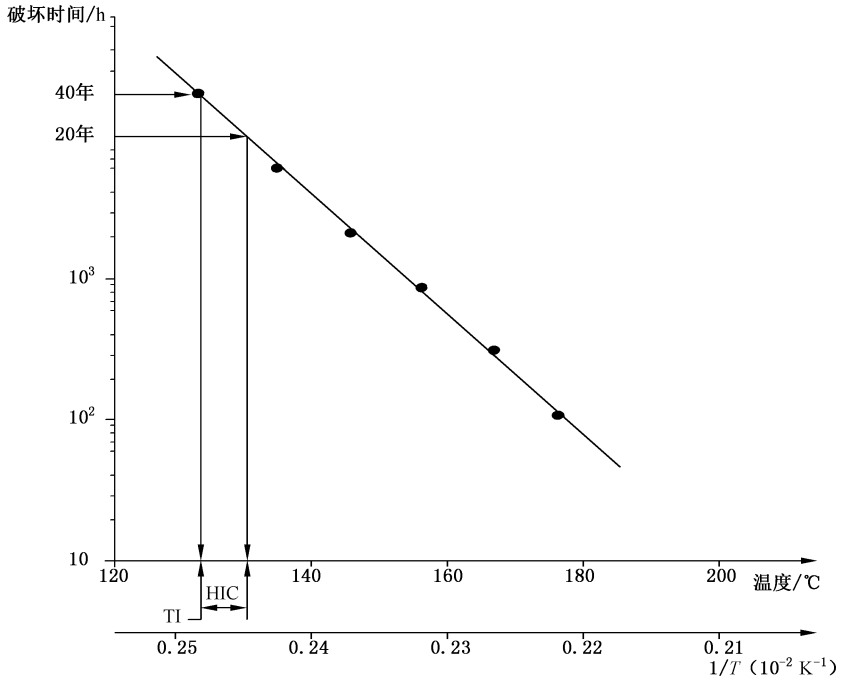


图 A.2　计算老化寿命、温度指数与半差的耐热曲线

A.6.3　依据 GB/T 7142 对图 A.2 数据点进行回归直线的计算并线性拟合，绘制拟合线，如图 A.2。

A.6.4　根据线性回归方程外推计算 23 ℃时材料的老化寿命。

A.6.5　根据线性回归方程，分别计算老化寿命为 40 年、20 年时对应的温度，计算其温差，作为“半差”，用 HIC 表示。其中，40 年对应的温度值，称为材料耐热老化的温度指数，用 TI 表示。

A.7　试验报告

试验报告应包含以下内容：

a)　样品的全部信息；

b)　本文件编号；

c)　老化试验的条件；

d)　拉伸强度初始值和老化临界值(下降 50%)；

e)　试样的形状、尺寸、制备方法、处理的细节；

f)　热水老化过程的温度波动记录；

g)　浸泡时间；

h)　各温度下不同浸泡时间的拉伸强度数据表；

i)　试验结果，包括热水老化寿命(23 ℃)和温度指数 TI、半差 HIC；

j)　回归分析的相关系数。

附 录 B
（规范性）
软管和管件的试验方法

B.1 试样状态调节和试验的标准环境

应在管材或管件下线 48 h 后取样。

除另有规定外，试样按 GB/T 2918 的规定，在温度为(23±2)℃条件下进行状态调节至少 24 h，并在此条件下进行试验。

B.2 外观

目测。

B.3 颜色

目测。

B.4 几何特性

软管的尺寸按 GB/T 9573 的规定测量。

最小壁厚应精确到 0.1 mm。

当公称外径大于或等于 300 mm 时，将软管或软管组合件伸直，水平放置进行检查，并施加 0.07 MPa的静压约 5 min，在软管长度中点和距离管道两端 250 mm 以上的位置测量外径。

B.5 力学性能

B.5.1 软管拉伸强度

按 GB/T 1040.4 的规定进行，采用 2 型试样。试样长度方向与管材轴向平行，根据管径的大小，同一圆周裁切 3 个～5 个试样，裁切边缘应整齐。

B.5.2 爆破试验

按 GB/T 15560 的规定进行，封头按 GB/T 15560—1995 中 A.5 的规定。

B.5.3 承压变形

按 GB/T 5563 的规定进行。

B.5.4 增强层与内衬层和保护层的粘合强度

增强层与内衬层和保护层的粘合强度按 GB/T 14905—2020 的规定，采用 1 型试样进行测试。

B.6 系统适用性

B.6.1 40 ℃试验

管端接头与软管连接后，在 40 ℃条件下，按 GB/T 5563 规定的方法进行试验，试验环境为水-水，试验压力为 1.2 PN，试验时间为 165 h。

为了便于观察渗漏，可在软管内水中添加染料。

B.6.2 23 ℃试验

在23 ℃条件下，按GB/T 5563规定的方法对装配好的试样组件进行试验，试验环境为水-水或水-空气，试验压力为爆破压力的70%。达到试验压力后，关闭进水阀门，保压3 h。试验压力的下降幅度≤0.02 MPa。

参 考 文 献

[1] GB/T 37862 非开挖修复用塑料管道 总则