



T/CECS 470-2017

中国工程建设协会标准

**竹缠绕复合管道工程
技术规程**

Technical specification for bamboo winding
composite pipe

中国计划出版社

出版社

中国工程建设协会标准

竹缠绕复合管道工程
技术规程

Technical specification for bamboo winding
composite pipe

T/CECS 470-2017

主编单位：国家林业局竹缠绕复合材料工程技术研究中心
水利部科技推广中心
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：2 0 1 7 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2017 北 京

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会公告

第 284 号

关于发布《竹缠绕复合管道工程技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2016〕036 号)的要求,由国家林业局竹缠绕复合材料工程技术研究中心和水利部科技推广中心等单位编制的《竹缠绕复合管道工程技术规程》,经本协会管道结构专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 470-2017,自 2017 年 10 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇一七年六月八日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2016〕036 号)的要求,编制组广泛开展调查研究,认真总结各地竹缠绕复合管道工程实践经验,并广泛听取了各方意见,制定本规程。

本规程共分 6 章和 2 个附录。主要内容包括:总则、术语和符号、管材和管件、工程设计、施工安装、运行与维护等。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会归口管理,由国家林业局竹缠绕复合材料工程技术研究中心负责具体技术内容的解释。在使用过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和资料寄送解释单位(地址:浙江省湖州市德清县长虹东街 966-2 号,邮政编码:313200,传真:0572-8232821)。

主 编 单 位: 国家林业局竹缠绕复合材料工程技术研究中心
水利部科技推广中心

参 编 单 位: 浙江鑫宙竹基复合材料科技有限公司
上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司
新疆兵团勘测设计院(集团)有限责任公司
中石化石油工程设计有限公司
中国水利水电科学研究院
中国铁建股份有限公司
中国灌溉排水发展中心
北京铁研建设监理有限责任公司
浙江省城乡规划设计研究院
中铁十八局集团有限公司
山东省临沂市水利勘测设计院

山东省临沂市水利局

主要起草人：叶 矜 陈梁擎 肖新民 王 健 沈小红
彭夏军 白新华 丁 慧 朱逢春 胡遵福
高本虎 谢崇宝 刘江华 高 勇 郎庆善
任卫来 吴晨旭 王新忠 杨险峰 杨志峰
金雪芹 吕如地 翁 赟 张淑娴 孙元平
李 琳
主要审查人：高占义 王如华 庞进武 冯广志 薛塞光
杨凤栋 魏若奇 陈湧城 杨 涛 胡盟明

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(2)
3	管材和管件	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	管材	(4)
3.3	管件	(10)
3.4	设计计算参数	(15)
4	工程设计	(17)
4.1	一般规定	(17)
4.2	管道布置和铺设	(17)
4.3	管道基础	(18)
4.4	管道结构设计	(19)
4.5	管道附件和支墩	(23)
5	施工安装	(26)
5.1	一般规定	(26)
5.2	管材运输、装卸及存放	(26)
5.3	沟槽、基础处理	(27)
5.4	管道安装	(29)
5.5	管道回填	(30)
5.6	管道支(吊)架的制作与安装	(31)
5.7	管道支墩	(32)
5.8	雨期、冬季施工	(33)

5.9 管道水压试验 (34)

5.10 竣工验收 (35)

6 运行与维护 (36)

6.1 一般规定 (36)

6.2 管道运行 (36)

6.3 管道维护 (37)

6.4 其他维护 (38)

附录 A O 型密封圈 (39)

附录 B 常用的维修方法 (42)

本规程用词说明 (47)

引用标准名录 (48)

附:条文说明 (49)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(2)
3	Pipe and fittings	(4)
3.1	General requirements	(4)
3.2	Pipe	(4)
3.3	Fittings	(10)
3.4	Calculation index	(15)
4	Engineering design	(17)
4.1	General requirements	(17)
4.2	Layout and installation of pipeline	(17)
4.3	Pipe base	(18)
4.4	Structure design of pipe	(19)
4.5	Pipe auxiliaries and supports	(23)
5	Construction and installation	(26)
5.1	General requirements	(26)
5.2	Pipe transportation, handling and storage	(26)
5.3	Trenching base	(27)
5.4	Pipeline installation	(29)
5.5	Pipeline backfill	(30)
5.6	Pipe support (hanging) frame manufacture and installation	(31)
5.7	Pipeline thrust piers	(32)

5.8	Construction in rain and winter period	(33)
5.9	Pipeline pressure test	(34)
5.10	Complete acceptance	(35)
6	Operation and maintenance	(36)
6.1	General requirements	(36)
6.2	Pipeline operation	(36)
6.3	Pipeline maintenance	(37)
6.4	Other maintenance	(38)
Appendix A	O seal ring	(39)
Appendix B	Common maintenance methods	(42)
	Explanation of wording in this specification	(47)
	List of quoted standards	(48)
	Addition; Explanation of provisions	(49)

1 总 则

1.0.1 为了贯彻执行国家技术经济政策,在竹缠绕复合管道工程建设和管理中做到安全可靠、技术先进、经济合理、确保质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水利、市政、工业类(含石油、化工)供水及排水用竹缠绕复合管道工程的设计、施工安装、运行与维护。

1.0.3 竹缠绕复合管道工程的设计、施工安装、运行与维护,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 竹缠绕复合管 bamboo winding composite pipe

以竹材为基体材料,以热固性树脂为胶粘剂,采用缠绕工艺制成的生物基管道,简称竹复合管(BWCP)。

2.1.2 结构层 structural layer

由竹材、热固性树脂组成的管道承力层。

2.1.3 外防护层 external protection layer

管道结构层外表面涂层。

2.1.4 内衬层 inner protection liner

管道内表面富树脂层。

2.1.5 束节 straight joint

用于连接两根公称内径相同管子的管件。

2.2 符号

2.2.1 管材和土的性能:

ν_s ——管两侧胸腔回填土的泊松比;

ν_p ——竹复合管的泊松比;

γ_b ——管材容重;

E_p ——管材的环向弯曲弹性模量;

E_d ——管侧土的综合变形模量。

2.2.2 计算参数:

K_{st} ——管壁截面设计稳定性系数;

n ——管壁失稳时的折皱波数;

k_b ——竖向压力作用下管道的竖向变形系数;

ϕ_q ——地面作用传递至管顶压力的准永久值系数；
 D_L ——变形滞后效应系数；
 K_f ——抗浮稳定性抗力系数；
 K_s ——整体稳定性抗力系数；
 γ_0 ——管道的重要性系数；
 γ_{G1} ——管道结构自重作用分项系数；
 $\gamma_{G,SV}$ ——竖向和侧向水土压力作用分项系数；
 γ_{GW} ——管内水重作用分项系数；
 γ_Q ——可变作用分项系数；
 φ_c ——可变荷载组合系数。

3 管材和管件

3.1 一般规定

3.1.1 每批竹复合管或管件出厂时应附有出厂合格证和标志。每根竹复合管或管件应有永久性标志。标志不应损伤管壁,在正常装卸和安装中字迹应保持清楚。

3.1.2 出厂合格证应包括下列内容:

- 1 生产厂名称(或商标);
- 2 批号及产品编号;
- 3 产品标准号及生产日期;
- 4 给水管需提供卫生许可证复印件及批准号。

3.1.3 出厂标志应包括下列内容:

- 1 生产厂名称或商标,应注明饮水管或非饮水管;
- 2 产品标记;
- 3 产品生产日期。

3.2 管 材

3.2.1 竹复合管外观质量应符合下列规定:

- 1 竹复合管内表面应光滑平整,无分层、缺胶、龟裂以及气泡缺陷;
- 2 管材端面应平齐,边棱无毛刺。

3.2.2 竹复合管的内径、承插口、壁厚和端面垂直度尺寸取值应符合下列规定:

- 1 竹复合管内径尺寸和允许偏差应符合表 3.2.2-1 的规定(图 3.2.2-1)。

表 3.2.2-1 竹复合管内径尺寸和允许偏差 (mm)

公称内径 DN	内 径		两端内径允许偏差
	小 端	大 端	
150	147	153	±1.0
200	197	206	±1.0
250	247	256	±1.0
300	297	307	±1.0
350	347	357	±1.0
400	397	407	±1.2
450	447	457	±1.2
500	497	507	±1.5
600	596	606	±1.5
700	696	707	±1.5
800	796	807	±1.8
900	896	907	±1.8
1000	996	1007	±2.0
1200	1196	1207	±2.0
1400	1397	1409	±2.5
1500	1497	1510	±2.5
1600	1597	1610	±2.5
1800	1797	1811	±2.5
2000	1997	2012	±2.5
2200	2197	2213	±3.0
2400	2397	2413	±3.0
2600	2597	2613	±4.0
2800	2796	2815	±4.0
3000	2996	3015	±4.0

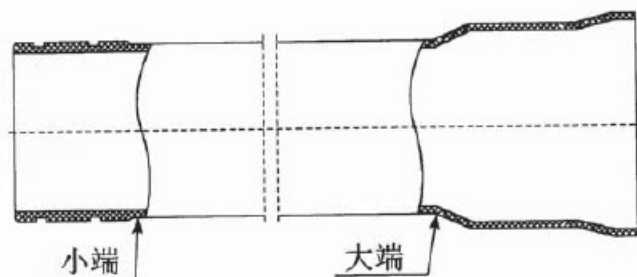


图 3.2.2-1 竹复合管大小端示意

- 2 竹复合管的长度宜为 12m, 允许偏差应为长度的 $\pm 0.25\%$ 。
- 3 竹复合管承口工作面与管内径过渡角应为 12° , 导入端倒角应为 15° ; 竹复合管承插口(图 3.2.2-2)尺寸应符合表 3.2.2-2 的规定。

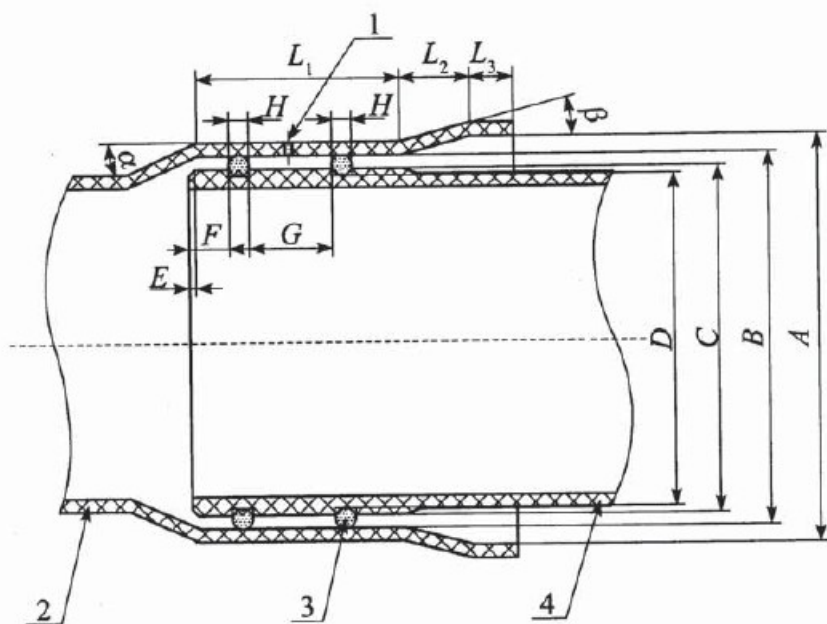


图 3.2.2-2 竹复合管承插口

- 1—注水孔; 2—承口大端; 3—密封胶圈; 4—插口小端;
 α —承口工作面与管内径过渡角; β —导入端倒角; L_1 —工作面长度;
 L_2 —导入段斜坡长度; L_3 —导入段长度; A —导入段内直径; B —工作面内径;
 C —插口外径; D —密封槽直径; E —导入口宽度; F —外背宽度;
 G —背宽; H —密封槽宽

表 3.2.2-2 竹复合管承插口尺寸 (mm)

公称内径 DN	L_1	L_2	L_3	A	B	C	D	E	F	G	H
150	140	21	20	194	179	177	164.5	5	20	30	17
200	165	21	20	254	239	237	224.5	5	25	30	17
250	165	21	20	304	289	287	274.5	5	25	30	17
300	175	36	20	366	347	344	326	10	32	30	24
350	175	36	20	416	397	394	376	10	32	30	24
400	175	36	20	466	447	444	426	10	32	30	24
450	190	41	25	524	502	499	478	10	35	40	30
500	190	41	25	574	552	549	528	10	35	40	30
600	190	41	25	674	652	649	628	10	35	40	30
700	190	41	25	774	752	749	728	10	35	40	30
800	190	41	25	874	852	849	828	10	35	40	30
900	190	41	25	988	966	963	942	10	35	40	30
1000	190	41	25	1088	1066	1063	1042	10	35	40	30
1200	190	41	25	1288	1266	1263	1242	10	35	40	30
1400	190	41	25	1500	1478	1475	1454	10	35	40	30
1500	220	45	30	1602	1578	1574	1536	20	45	40	40
1600	220	45	30	1715	1691	1687	1649	20	45	40	40
1800	220	45	30	1915	1891	1887	1849	20	45	40	40
2000	220	45	30	2135	2111	2107	2069	20	45	40	40
2200	220	45	30	2335	2311	2307	2269	20	45	40	40
2400	220	45	40	2536	2511	2507	2469	20	45	40	40
2600	220	45	40	2736	2712	2707	2669	20	45	40	40
2800	220	45	45	2936	2912	2907	2869	20	45	40	40
3000	220	45	45	3186	3162	3156	3112	20	45	40	40

4 环刚度为 5000N/m^2 和环刚度为 10000N/m^2 的竹复合管在不同公称压力下的设计壁厚应分别大于或等于表 3.2.2-3 和表

3.2.2-4的规定值,内衬层的厚度应大于或等于 1.2mm。

表 3.2.2-3 环刚度为 5000N/m² 的竹复合管设计壁厚 (mm)

公称内径 DN	公称压力 PN			
	0.2MPa	0.4MPa	0.6MPa	0.8MPa
150	5	5	5	6
200	6	6	6	7
250	8	8	8	9
300	9	9	9	10
350	11	11	11	12
400	12	12	12	14
450	13	13	13	15
500	15	15	15	17
600	18	18	18	20
700	21	21	21	23
800	24	24	24	26
900	26	26	26	29
1000	29	29	29	31
1200	35	35	35	37
1400	41	41	41	43
1500	44	44	44	45
1600	46	46	46	48
1800	52	52	52	53
2000	58	58	58	59
2200	64	64	64	64
2400	70	70	70	70
2600	75	75	75	76
2800	81	81	81	—
3000	87	87	87	—

表 3.2.2-4 环刚度为 10000N/m² 的竹复合管设计壁厚 (mm)

公称内径 DN	公称压力 PN							
	0.2MPa	0.4MPa	0.6MPa	0.8MPa	1.0MPa	1.2MPa	1.4MPa	1.6MPa
150	6	6	6	6	7	8	9	10
200	8	8	8	8	9	10	11	13
250	10	10	10	10	10	12	14	15
300	11	11	11	11	12	14	16	18
350	13	13	13	13	14	16	19	21
400	15	15	15	15	16	19	21	24
450	17	17	17	17	18	21	24	27
500	19	19	19	19	20	23	27	30
600	22	22	22	22	24	28	32	36
700	26	26	26	26	28	33	37	42
800	30	30	30	30	31	37	42	47
900	33	33	33	33	35	41	47	53
1000	37	37	37	37	38	45	51	58
1200	44	44	44	44	45	53	61	69
1400	52	52	52	52	52	61	71	80
1500	55	55	55	55	55	65	75	85
1600	59	59	59	59	59	69	—	—
1800	66	66	66	66	66	77	—	—
2000	73	73	73	73	73	85	—	—
2200	81	81	81	81	81	93	—	—
2400	88	88	88	88	—	—	—	—
2600	95	95	95	95	—	—	—	—
2800	103	103	103	—	—	—	—	—
3000	110	110	110	—	—	—	—	—

5 环刚度超过 10000N/m² 的竹复合管壁厚,应根据具体工况进行设计。

6 竹复合管端面垂直度应符合表 3.2.2-5 的规定。

表 3.2.2-5 竹复合管端面垂直度允许偏差 (mm)

公称内径 DN	管端面垂直度允许偏差
$DN < 600$	4
$600 \leq DN < 1000$	6
≥ 1000	8

3.2.3 管壁由内衬层、结构层和外防护层组成。内衬层的厚度应大于或等于 1.2mm, 结构层的最小厚度应大于或等于设计厚度的 95%, 外防护层的厚度应大于或等于 0.5mm。树脂的不可溶分含量应大于或等于 92%。

3.2.4 管材的环刚度应大于或等于相应的环刚度等级值。

3.2.5 管材短时失效水压应大于或等于其公称压力的 3 倍。

3.2.6 管材和管件连接部位的各项物理力学性能应大于或等于所连接管材的相应性能。

3.2.7 竹复合管及管件连接用 O 形密封圈应满足本规程附录 A 的技术要求。

3.2.8 竹复合管的选型分类, 应符合表 3.2.8 的规定。

表 3.2.8 竹复合管选型分类

名称	分类	型 号	示 例
竹复合管	普通级 (BWCP ₁)	BWCP ₁ -DN ×××-××× MPa-×××× N/m ²	例如: 公称内径为 600mm, 公称压力为 0.6MPa, 环刚度为 5000N/m ² 的普通型管道标记为: BWCP ₁ -DN600-0.6MPa-5000N/m ²
	饮用水级 (BWCP ₂)	BWCP ₂ -DN ×××-××× MPa-×××× N/m ²	

3.3 管 件

3.3.1 竹复合管的法兰、三通、弯头、异径管及束节等管件的力学性能应大于或等于管材相应性能。

3.3.2 竹复合管之间可采用承插连接、活套法兰连接、束节连接。采用活套法兰连接时,由钢制法兰盘和竹复合凸台构成的法兰(图 3.3.2)应符合下列规定:

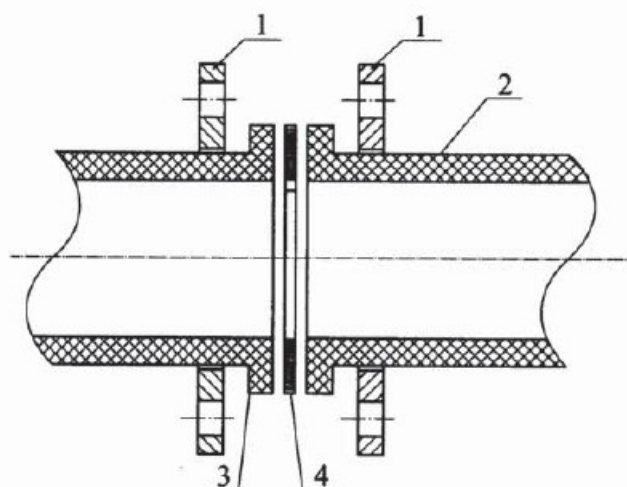


图 3.3.2 法兰剖面

1—法兰;2—竹复合管;3—竹复合凸台;4—密封垫

1 法兰材质应为 Q235C 钢,法兰连接尚应符合现行国家标准《板式平焊钢制管法兰》GB/T 9119 的有关规定。

2 竹复合凸台的厚度应符合表 3.3.2-1 的规定。

表 3.3.2-1 竹复合凸台的厚度 (mm)

公称内径 DN	公称压力 PN			
	$\leq 0.4\text{MPa}$	0.6MPa	1.0MPa	1.6MPa
150	5	11	18	28
200	5	13	21	34
250	6	15	25	40
300	7	17	28	44
350	8	20	33	52
400	9	22	36	58
450	10	24	40	64
500	11	26	44	70
600	13	31	51	82

续表 3.3.2-1

公称内径 DN	公称压力 PN			
	$\leq 0.4\text{MPa}$	0.6MPa	1.0MPa	1.6MPa
700	15	36	60	96
800	17	40	66	106
900	18	44	74	118
1000	20	49	84	132

3 竹复合凸台的外径应与连接法兰的密封面直径相等。

3.3.3 弯头的尺寸、角度及曲率半径取值应符合下列规定：

1 弯头的公称内径应与相应竹复合管公称内径一致。

2 竹复合管弯头方向角的允许偏差为 $\pm 0.5^\circ$ ，弯头的曲率半径 R 应为管道公称内径的 1.5 倍(见图 3.3.3)。

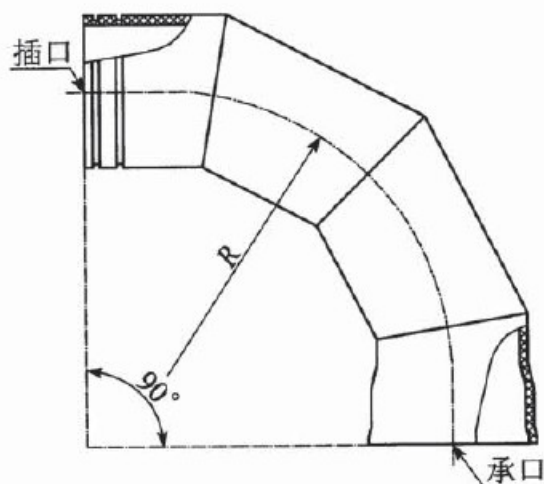


图 3.3.3 弯头示意图

R —曲率半径

3.3.4 T 形三通公称内径、直径允许偏差、角度取值应符合下列规定：

1 T 形三通的公称内径应与相应竹复合管的公称内径一致。

2 T 形三通角度的允许偏差为 $\pm 0.5^\circ$ 。

3 T 形三通的最小主体长度 L_0 应为主管公称内径的 2 倍。

4 T 形三通的支管长度(图 3.3.4)应与主管的公称内径相一致。

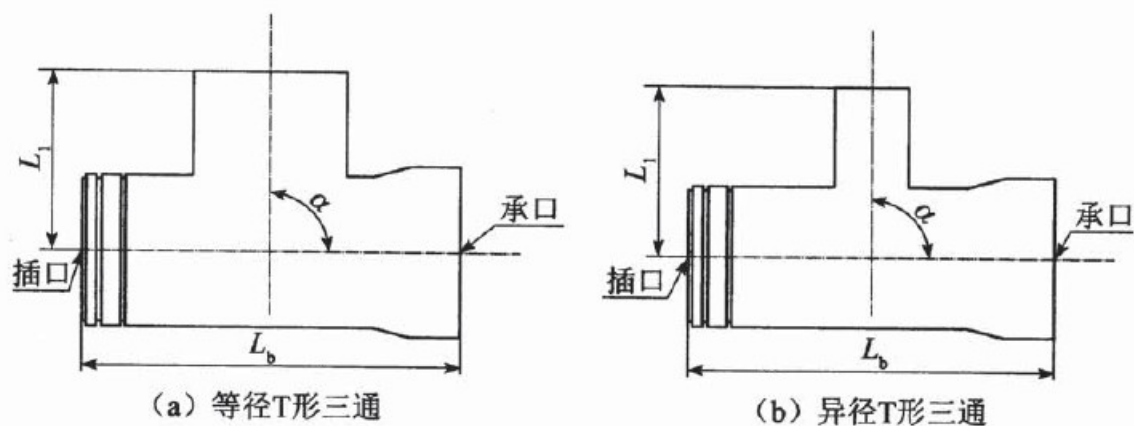


图 3.3.4 T 形三通

L_b —三通主体长度； L_1 —三通支管长度； α —三通角度

5 T 形三通的主体长度和支管长度的允许偏差应符合表 3.3.4 的规定。

表 3.3.4 T 形三通主体和支管长度允许偏差 (mm)

公称内径 DN	T 型三通主体和支管长度允许偏差
$150 \leq DN \leq 800$	+5
$800 < DN \leq 1400$	+8
$1400 < DN \leq 2400$	+10
$2400 < DN \leq 3000$	+12

3.3.5 异径管的尺寸应符合下列规定：

1 异径管的公称内径 D_1 和 D_2 与相应竹复合管的公称内径一致(图 3.3.5)。

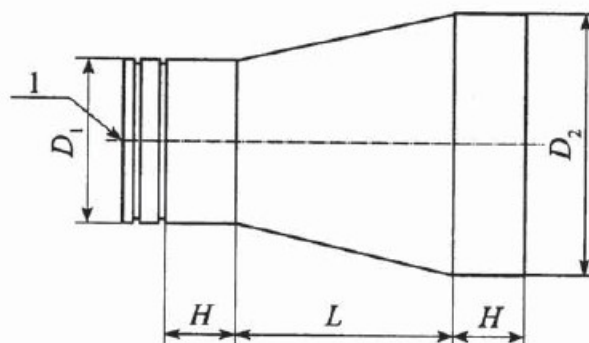


图 3.3.5 同心异径管

1—插口； L —渐变段长度； H —直管段长度

2 竹复合管异径管尺寸应符合表 3.3.5 的规定。

表 3.3.5 竹复合管异径管尺寸 (mm)

公称内径 $D_2 \times D_1$	渐变段 L	直管段长度 H	公称内径 $D_2 \times D_1$	渐变段 L	直管段长度 H
350×300	400	300	1200×1000	850	370
400×300	450	300	1400×1200	950	370
400×350	450	300	1600×1200	950	450
450×350	500	300	1600×1400	1000	450
450×400	500	300	1800×1400	1000	450
500×400	550	300	1800×1600	1100	450
500×450	550	300	2000×1600	1100	450
600×450	600	300	2000×1800	1200	450
600×500	600	300	2200×1800	1200	450
700×500	650	370	2200×2000	1300	450
700×600	650	370	2400×2200	1300	450
800×600	700	370	2600×2200	1400	450
800×700	700	370	2600×2400	1400	540
900×700	750	370	2600×2400	1500	540
900×800	750	370	2800×2600	1500	540
1000×800	800	370	3000×2600	1600	540
1000×900	800	370	3000×2800	1600	540
1200×900	850	370			

3.3.6 用于压力管道的束节(图 3.3.6)最小长度应符合表 3.3.6 的规定。

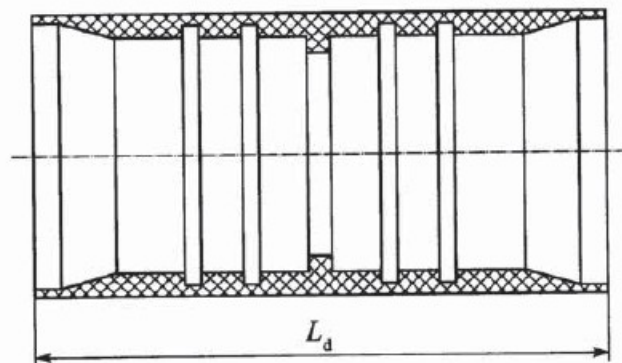


图 3.3.6 束节剖面

L_d —束节的最小长度

表 3.3.6 束节的最小长度 (mm)

公称内径 DN	束节的最小长度 L_d	公称内径 DN	束节的最小长度 L_d
150	442	1000	662
200	502	1200	662
250	502	1400	662
300	576	1600	780
350	586	1800	790
400	586	2000	790
450	642	2200	790
500	642	2400	790
600	652	2600	800
700	652	2800	830
800	652	3000	830
900	652		

3.3.7 竹复合管件的选型分类,应符合表 3.3.7 的规定。

表 3.3.7 竹复合管件的选型分类

名 称	型 号
弯头	E-DN $\times \times \times$ - $\times \times$ MPa
异径管	R-DN $\times \times \times$ / $\times \times \times$ - $\times \times$ MPa
等径三通	T-DN $\times \times \times$ - $\times \times$ MPa
异径三通	T-DN $\times \times \times$ / $\times \times \times$ - $\times \times$ MPa
法兰	F-DN $\times \times \times$ - $\times \times$ MPa
束节	B-DN $\times \times \times$ - $\times \times$ MPa
示例:公称内径为 300mm、公称压力为 0.6MPa 的法兰标记为:F-DN300-0.6MPa; 主管公称内径为 600mm、支管公称内径为 300mm、公称压力为 1.0MPa 的异 径三通标记为:T-DN 600/300-1.0MPa。	

3.4 设计计算参数

3.4.1 竹复合管的环刚度 SN 可按式计算确定:

$$SN = \frac{E_p t^3}{12 D_0^3} \times 10^6 \quad (3.4.1)$$

式中: SN ——管材的环刚度(N/m^2);

E_p ——管材的环向弯曲弹性模量(MPa);

t ——管壁厚度(mm);

D_0 ——管壁中心直径(mm)。

3.4.2 竹复合管的设计参数可按下列规定取值:

- 1 管材容重: $\gamma_b = 9.5 \text{ kN/m}^3$ 。
- 2 管材环向弯曲弹性模量: $E_p = 2600 \text{ MPa}$ 。
- 3 管材泊松比: $\nu_p = 0.3$ 。
- 4 管材环向长期抗拉强度设计值: $f_\theta = 37 \text{ MPa}$ 。
- 5 管材线膨胀系数: $2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ 。
- 6 管材纵向弯曲强度设计值: 27 MPa 。
- 7 管材内壁粗糙系数 n 值为 $0.0084 \sim 0.0100$ 。

4 工程设计

4.1 一般规定

4.1.1 竹复合管可用作水利、市政、工业类(含石油、化工)等行业的灌溉、给排水、水系防污处理、工业循环水等管道输水工程。

4.1.2 管道工程的设计使用年限和结构设计安全等级应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定。

4.1.3 竹复合管及配件当用作给水管道或用于输送原水时,所采用的内衬层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 的相关规定;当用作排水管道时,输送的污水水质应符合排水水质标准,不得腐蚀管道内壁及接口胶圈。

4.1.4 竹复合管排水管道的最大设计流速宜小于或等于 5.0m/s。管道在非满流时最小设计流速宜大于或等于 0.6m/s;管道在满流时最小设计流速宜大于或等于 0.75m/s。

4.2 管道布置和铺设

4.2.1 竹复合管用作城市给水、排水管道时,其平面布置和竖向位置,应按现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 的规定执行。与其他地下管道、建筑物、构筑物之间的距离,应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《室外排水设计规范》GB 50014 的相关规定。

4.2.2 竹复合管平面位置和高程应根据地形、地质、地下水位、道路交通、地下设施、施工条件以及服务功能综合确定。

4.2.3 竹复合管的埋设深度应根据冰冻情况、外部荷载、管材性能、抗浮要求、土壤性质及与其他管道交叉情况,依据城镇规划综

合确定,并应符合下列规定:

1 当埋设在机动车道下时,竹复合管不应影响道路质量,管道埋设的最小覆土深度应大于或等于 1.0m;

2 当埋设在非机动车道和人行道下时,管道埋设的最小覆土深度应大于或等于 0.7m。

4.2.4 竹复合管宜采用直线铺设,当遇到需进行折线或曲线铺设情况时,管道接口偏斜夹角应符合表 4.2.4 的规定值。

表 4.2.4 管道接口允许偏斜夹角

公称内径 $DN(\text{mm})$	管道接口允许偏斜夹角($^{\circ}$)
$400 \leq DN \leq 500$	≤ 1.5
$500 < DN \leq 1000$	≤ 1.0
$1000 < DN \leq 1800$	≤ 1.0
$DN > 1800$	≤ 0.5

4.2.5 竹复合管敷设应符合下列规定:

1 当用作生活饮用水管道时,应避免穿过毒物污染及腐蚀性地段,无法避开时应采取保护措施。

2 当用作生活饮用水管道时,且与污水管道或输送有毒液体管道交叉,给水管应敷设在上面,且不应有接口重叠。

3 竹复合管不应与其他工程管线重叠直埋敷设。

4 敷设和检修管道时,不应相互影响。

4.2.6 竹复合管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。

4.3 管道基础

4.3.1 管道基础应根据管道材质、接口形式和有效地质资料确定。当管道地基不均匀沉降计算值超过管道接口允许偏斜夹角时,应采取地基加固措施。

4.3.2 当压力管道敷设方向改变时,应按管道管径、管道设计压力、转弯角度和接口形式,计算确定管道支墩设置方式。

4.3.3 管道的沟槽开挖、边坡、基础、垫层、回填土压实密度、支撑加固,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。

4.4 管道结构设计

4.4.1 竹复合管用于压力输水时,管道系统在正常工作状态下的设计内水压力标准值应按下列式计算:

$$F_{wd,k} = 1.5F_{wk} \quad (4.4.1)$$

式中: $F_{wd,k}$ ——管道的设计内水压力标准值(kN/m^2);

F_{wk} ——管道的工作压力标准值(kN/m^2)。

4.4.2 竹复合管应按柔性管道进行管道工程结构设计。竹复合管环向截面结构设计,应按承载能力和正常使用两种极限状态进行计算和验算,并满足下列规定:

1 承载能力极限状态计算,应包括管道结构环截面强度计算、环截面压屈失稳计算、管道抗浮稳定计算。

2 正常使用极限状态计算,应包括管道环截面变形验算。

3 竹复合管的结构设计文件应规定管体间的连接构造及管周各部位回填土的密实度设计要求。

4.4.3 竹复合管结构设计应符合下列规定:

1 竹复合管结构设计应采用以概率理论为基础的设计表达式。

2 竹复合管结构的强度计算应采用下列式计算极限状态:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (4.4.3)$$

式中: γ_0 ——管道的重要性系数,给水工程单线输水管道取 1.1,双线输水管道和配水管道取 1.0,污水管道取 1.0,灌溉管道取 1.0,雨水管道取 0.9;

S ——管道结构荷载作用效应的基本组合设计值;

R ——管道结构的抗力强度设计值。

3 管道结构的抗力强度设计值,应根据管材的抗力分项系数及强度标准值确定,其强度标准值应为管道长期静水压力环向抗拉强度的最低保证值,应由管材企业提供,并出具检测报告。

4 对埋设在地下水位以下的竹复合管,应按最高地下水位和管道覆土条件进行管道整体抗浮稳定性验算,计算时各项作用均应取标准值,抗浮稳定性抗力系数 K_f 应大于或等于 1.1。

5 埋地竹复合管应按各项作用的不利组合进行环向截面稳定性计算,计算时各项作用均应取标准值,管壁截面设计稳定性系数 K_{st} 应大于或等于 2.0。

6 竹复合管采用柔性接口时,在其敷设方向改变处的管道支墩应进行抗滑移稳定计算,对各项作用均取标准值,抗滑移的稳定性抗力系数 K_s 应大于或等于 1.5。

7 竹复合管应进行管道环向截面竖向变形的验算,在准永久组合作用效应下,最大竖向变形值应小于管道计算直径的 0.03。

4.4.4 竹复合管结构上的作用,可分为永久作用和可变作用两类:

1 永久作用包括管道结构自重、竖向土压力、侧向土压力以及管道内水重。

2 可变作用包括管道内的水压力、管道真空压力、地面堆积荷载、地面车辆荷载以及地下水作用。

4.4.5 竹复合管设计时,对不同性质的作用应采用不同的代表值,并符合下列规定:

1 对永久作用,应采用标准值作为代表值。

2 对可变作用,应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值。

3 可变作用组合值应为可变作用标准值乘以作用组合系数;可变作用准永久值应为可变作用标准值乘以作用的准永久值系数。

4 荷载作用标准值可按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定确定。

4.4.6 竹复合管结构的内力分析,应按弹性体系计算。

4.4.7 竹复合管作用效应的组合设计值,应按下式确定:

$$S = \gamma_{G1} C_{G1} G_{0k} + \gamma_{G,SV} C_{SV} F_{SV,k} + \gamma_{GW} C_{GW} G_{wk} + \varphi_c \gamma_Q (C_{Q,wd} F_{wd,k} + C_{QV} q_{vk} + C_{Qm} q_{mk}) \quad (4.4.7)$$

式中: γ_{G1} ——管道结构自重作用分项系数, γ_{G1} 取 1.2;

$\gamma_{G,SV}$ ——竖向和侧向水土压力作用分项系数, $\gamma_{G,SV}$ 取 1.27;

γ_{GW} ——管内水重作用分项系数, γ_{GW} 取 1.2;

γ_Q ——可变作用的分项系数, γ_Q 取 1.4;

C_{G1} ——管道结构自重;

C_{SV} ——竖向和侧面土压力;

C_{GW} ——管内水重的作用效应系数;

$C_{Q,wd}$ ——内水压力;

C_{QV} ——地面车辆荷载;

C_{Qm} ——地面堆积荷载;

G_{0k} ——管道结构自重标准值(kN/m);

$F_{sv,k}$ ——竖向水土压力标准值(kN/m);

G_{wk} ——管内水重标准值(kN/m);

q_{vk} ——车行荷载产生的竖向压力标准值(kN/m²);

q_{mk} ——地面堆积荷载作用标准值(kN/m²);

φ_c ——可变荷载组合系数, φ_c 取 0.9。

4.4.8 竹复合管结构强度计算应符合下列规定:

1 竹复合管结构强度计算应满足下式要求:

$$\gamma_0 \sigma_0 \leq f_0 \quad (4.4.8-1)$$

式中: σ_0 ——在设计内水压力作用下管壁截面的环向应力设计值(MPa);

f_0 ——管材环向长期抗拉强度设计值(MPa)。

2 设计内水压力作用下管壁环向应力设计值可按下式计算:

$$\sigma_{\theta} = \frac{\gamma_Q F_{wd,k} D_0}{2t} \quad (4.4.8-2)$$

4.4.9 竹复合管环向管壁截面稳定应满足下式要求:

$$F_{cr,k} \geq K_{st} \left(\frac{F_{sv,k}}{D_0} + q_{ik} + F_{vk} \right) \quad (4.4.9)$$

式中: $F_{cr,k}$ ——管壁截面失稳临界压力标准值(kN/m^2);

F_{vk} ——管内真空压力标准值(kN/m^2),可取 50kN/m^2 ;

q_{ik} ——地面堆载或车辆轮压传至管顶的压力标准值(kN/m^2);可按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定计算;

K_{st} ——管壁截面设计稳定性系数,可取 2.0。

4.4.10 竹复合管环向管壁截面的临界压力应按下式计算:

$$F_{cr,k} = \frac{2E_p(n^2 - 1)}{3(1 - \nu_p^2)} \left(\frac{t}{D_0} \right)^3 + \frac{E_d}{2(n^2 - 1)(1 + \nu_s)} \quad (4.4.10)$$

式中: n ——管壁失稳时的折皱波数,其取值应使 $F_{cr,k}$ 为最小并大于或等于 2 的正整数;

ν_s ——管两侧胸腔回填土的泊松比,应根据土工试验确定;

ν_p ——竹复合管的泊松比,可取值 0.3;

E_d ——管侧土的综合变形模量(MPa),可按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定取值。

4.4.11 竹复合管在土压力和地面荷载作用下产生的最大竖向变形值 $\omega_{d,max}$ 可按下式计算:

$$\omega_{d,max} = \frac{D_L \cdot (F_{sv,k} + \psi_q q_{ik} D) k_b}{8 \times 10^{-6} SN + 0.061 E_d} \quad (4.4.11)$$

式中: $\omega_{d,max}$ ——最大竖向变形值(mm);

D_L ——变形滞后效应系数,取 1.2~1.5;

D ——管道外径(m);

ϕ_q ——地面作用传递至管顶压力的准永久值系数,取 0.5;

k_b ——竖向压力作用下管道的竖向变形系数,可按表 4.4.11 的规定取值。

表 4.4.11 竖向压力作用下管道竖向变形系数 k_b

项 目	土弧基础中心角				
变形系数	20°	60°	90°	120°	150°
k_b	0.109	0.103	0.096	0.089	0.085

4.5 管道附件和支墩

4.5.1 当管道系统采用柔性连接时,在管道敷设方向改变处、管径改变处,以及管道三通、四通、端头和阀门处,应按管道设计内水压力计算管道推力。当推力大于管道外部土体支承强度时,应设置支墩。支墩的整体稳定应满足下式的要求:

$$E_{pk} \leq K_s P_T \quad (4.5.1)$$

式中: E_{pk} ——管道对支墩的止推力(N);

P_T ——埋地给水管道对支墩产生的推力(N);

K_s ——整体稳定性抗力系数,不应小于 1.5。

4.5.2 管道推力可按下列规定计算:

1 管道端头及正三通处推力 P_T 可按下式计算:

$$P_T = 0.785 \times DN^2 \times F_{wd,k} \quad (4.5.2-1)$$

式中: P_T ——埋地给水管道对支墩产生的推力(N);

DN ——管材公称内径(m)。

2 管道水平方向弯头处推力 P_T 可按下式计算(图 4.5.2-1):

$$P_T = 1.57 \times DN^2 \times F_{wd,k} \times \sin(\alpha/2) \quad (4.5.2-2)$$

3 管道水平方向三通处推力 P 可按下式计算(图 4.5.2-2):

$$P = Q \quad (4.5.2-3)$$

式中: Q ——由于截面外推力产生的水压合力(N)。

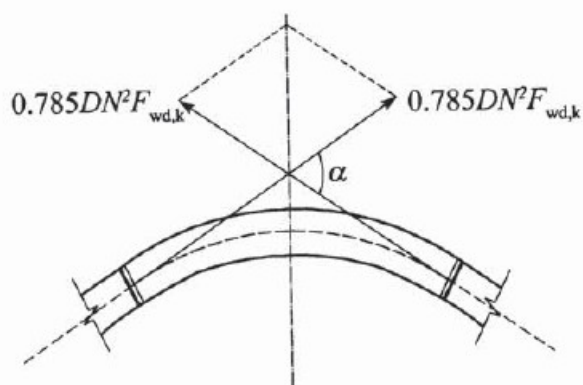


图 4.5.2-1 管道水平方向弯头推力

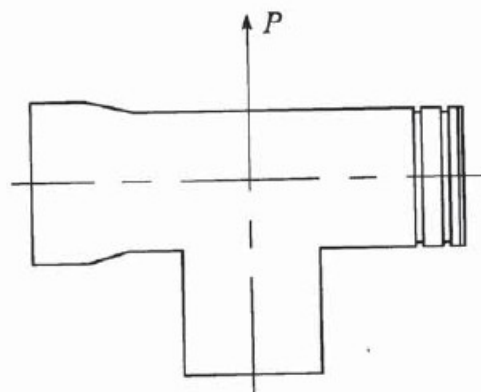


图 4.5.2-2 三通推力

4 异径管轴向推力 P_T 可按下式计算:

$$P_T = 0.785 \times (DN_1^2 - DN_2^2) \times F_{wd,k} \quad (4.5.2-4)$$

式中: DN_1 ——大管公称内径(m);

DN_2 ——小管公称内径(m)。

5 管道垂直方向上弯弯头及下弯弯头推力 P_T 及其水平和垂直方向分力 P_{T1} 、 P_{T2} , 可按下列公式计算(图 4.5.2-3):

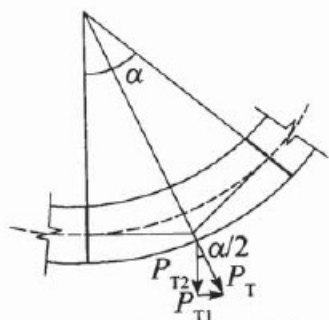
$$P_T = 1.57 \times DN^2 \times F_{wd,k} \times \sin(\alpha/2) \quad (4.5.2-5)$$

$$P_{T1} = P_T \times \sin(\alpha/2) \quad (4.5.2-6)$$

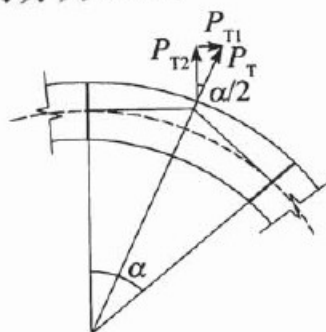
$$P_{T2} = P_T \times \cos(\alpha/2) \quad (4.5.2-7)$$

式中: P_{T1} ——推力 P_T 在水平方向上的分力(N);

P_{T2} ——推力 P_T 在垂直方向上的分力(N)。



(a) 上弯弯头推力



(b) 下弯弯头推力

图 4.5.2-3 管道垂直方向上弯弯头和下弯弯头推力

4.5.3 当柔性连接的管道敷设坡度大于 1 : 6 时,应浇筑混凝土防滑墩。防滑墩间距可按表 4.5.3 的规定执行。

表 4.5.3 防滑墩间距

管道坡度 i (高 : 宽)	间 距
$1 : 6 \leq i < 1 : 5$	每隔 4 根管子
$1 : 5 \leq i < 1 : 4$	每隔 3 根管子
$1 : 4 \leq i < 1 : 3$	每隔 2 根管子
$i \geq 1 : 3$	每隔 1 根管子

5 施 工 安 装

5.1 一 般 规 定

- 5.1.1 当竹复合管周边条件不受限制且具备开挖条件时,应采用地下埋设方式。
- 5.1.2 管道施工前应进行地质勘察复查,查明影响施工的不利因素。
- 5.1.3 管道施工前应进行施工技术准备,橡胶圈、法兰、阀门等重要配件及各种工具应做好分类、储存和保管。
- 5.1.4 对运至现场的管材、管件及其配件,应进行现场检查,产品尺寸应符合设计和合同约定的要求。
- 5.1.5 沟槽的开挖、支护方式应根据工程地质条件、施工方法、周围环境进行技术经济比较,并符合施工安全和环境保护要求。
- 5.1.6 受地表径流威胁的管线段,在管道施工时,应做好临时防洪和渡汛准备。

5.2 管材运输、装卸及存放

- 5.2.1 竹复合管宜采用平板拖车、公路或铁路货车运输。运输车辆应符合运输长度要求,管材悬空一端应小于或等于 2m。车上不应有铁钉、石块等坚硬物。
- 5.2.2 竹复合管装车前应用发泡塑料膜等柔性包装物对承插口的端面和外表面进行包装。
- 5.2.3 竹复合管装车时应采用卧式堆放。在管与车厢板之间应加支撑木方垫,木方垫间距应小于或等于 2m。在竹复合管的层与层之间应加软质衬垫。所有管应采用高强度柔软绳索绑扎牢固。
- 5.2.4 竹复合管的装车、卸车、现场倒运以及入沟安装,可用人工

或吊车搬运。吊装时,宜用柔性索带。当用铁链或钢索吊装时,应在吊索与管接触处衬填橡胶或其他柔性物。装卸时应轻吊轻放,避免冲击或撞击管。

5.2.5 吊装管道应在距管两端各 $1/4$ 管长处设置吊点,吊装移动时应使管两端离地,不得单点起吊。

5.2.6 直立吊装管道,在吊装时应在着地端垫柔性材料,管道不得在地面上滑动。

5.2.7 施工现场的管材,应存放在管沟一侧平整的软土地上,地面不应有可能造成管材表面损伤的碎石或其他硬碎性顶垫物。

5.2.8 管材的最大堆放层数应符合表 5.2.8 的规定,层与层之间应用垫木隔开。

表 5.2.8 管材的最大堆放层数

公称内径 DN (mm)	≤ 300	400	500	600~700	800~1000	>1000
最大层数	6	5	4	3	2	1

5.2.9 竹复合管及管件存放地距离火源应大于 10m。

5.2.10 竹复合管及管件不宜长期露天放置,若露天放置,应采取遮阳措施。

5.3 沟槽、基础处理

5.3.1 沟槽的开挖应符合下列规定:

1 管沟应位于稳定土层中,管沟两侧的稳定土层宽度不应小于管道公称内径的 2.5 倍,不足部分应采取加固措施。

2 槽底原状地基土不得扰动,机械开挖时槽底应预留 200mm~300mm 土层,人工开挖至设计高程后整平。

3 槽底不得受水浸泡或受冻。排水不良造成槽底局部扰动或受水浸泡时,宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填。

4 沟底表面不应有大于 25mm 的圆石或大于 13mm 的尖角形碎石等坚硬物体,地基为岩石、半岩石、砾石时,应铲除至设计标高以下 0.15m~0.2m,然后铺上中粗砂整平夯实。

5 当沟槽沿线地下水位高于槽底设计高程时,应采取有效的降水措施,使其地下水位至少控制在槽底以下 0.2m。

5.3.2 管道沟槽底部开挖宽度应满足下管、回填、夯实、安装操作及地下水排水的要求,管壁到沟槽壁的距离可按表 5.3.2 确定,沟槽的最小宽度 b 应按下式计算:

$$b \geq D + 2s \quad (5.3.2)$$

式中: b ——沟槽的最小宽度(mm);

s ——管壁到沟槽壁的距离(mm)。

表 5.3.2 管壁到沟槽壁的距离 (mm)

公称内径 DN	s
$150 < DN \leq 500$	200
$500 < DN \leq 900$	300
$900 < DN \leq 1500$	450
$1500 < DN \leq 2400$	600
$2400 < DN \leq 3000$	750

5.3.3 地质条件良好、土质均匀、地下水位低于沟槽底面高程,且开挖深度在 5m 以内、沟槽不设支撑时,沟槽边坡最陡坡度可按表 5.3.3 确定。

表 5.3.3 深度在 5m 以内的沟槽最陡坡度

土的类别	边坡坡度		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.5
中密的碎石类土(充填物为砂土)	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑性粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.00
中密的碎石类土(充填物为黏性土)	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土(降水后)	1 : 1.25	—	—

5.3.4 沟槽挖深较大时,应按沟槽土质情况确定分层开挖的深度,必要时应设置支撑或护板。

5.4 管道安装

5.4.1 竹复合管安装过程中,当安装的长度不足整根管材长度时,应按所需长度切割整管,并与带接头的管段对接。

5.4.2 竹复合管之间可采用承插连接、活套法兰连接、束节连接。竹复合管与钢管、铸铁管及其管件的连接,可采用承插连接或活套法兰连接。竹复合管与泵或其他设备连接可采用活套法兰连接。

5.4.3 竹复合管的承插连接应符合下列规定:

1 管道的承口、插口与密封圈接触的表面应平整、光滑、无划痕、无气孔。装好 O 形密封胶圈后,管端口应按 1.5 倍工作压力进行试压。

2 插口端与承口变径处在轴向应有 5mm~15mm 间隙,管道接口允许偏斜夹角应符合本规程表 4.2.4 的规定。

5.4.4 竹复合管的束节连接应符合下列规定:

- 1 清洁接头内表面、凹槽和橡胶圈,应无油污、灰尘。
- 2 密封圈与凹槽、管壁应均匀贴合。
- 3 管道连接时应润滑密封圈,不得使用油性润滑剂。
- 4 安装接头使用机械管卡和紧线器时,管道与管卡之间应加衬垫。

5.4.5 竹复合管的法兰连接应符合下列规定:

- 1 法兰应与管道保持同心,两法兰间应平行;
 - 2 螺栓应使用相同规格,且安装方向应一致;
 - 3 螺栓应对称紧固,紧固好的螺栓应露出螺母之外;
 - 4 连接法兰的垫圈、螺栓及螺帽应清洁。
- 5.4.6** 管道穿越公路时,铺设管道的刚度等级应满足工程要求。

5.5 管道回填

5.5.1 管道沟槽回填应符合下列规定：

1 在进行水压试验前，除接口外，管道两侧及管顶以上覆土高度应大于或等于 0.5m，水压试验合格后，应及时回填沟槽的其他部分。

2 管顶覆土最小厚度应符合设计要求，且符合当地防冻要求。

5.5.2 管沟回填与夯实应符合下列规定：

1 应正确选择管区回填材料，并进行管区回填和夯实；管道底部应回填厚度大于或等于 100mm 的砂层，管两端的腋角部位应按设计支撑角的要求回填和夯实。

2 承插口腋角砂层厚度应等于承口外径与插口外径之差。

3 回填前应清除沟槽内砖、石、木块等杂物，沟槽内不得有积水。

4 降排水系统应正常运行，不得带水回填。

5 管区应对称分层回填和夯实，管区回填和夯实均应从沟槽壁两侧同时开始，逐渐向管道回填，管顶的夯实应达到要求的压实度(图 5.5.2)。

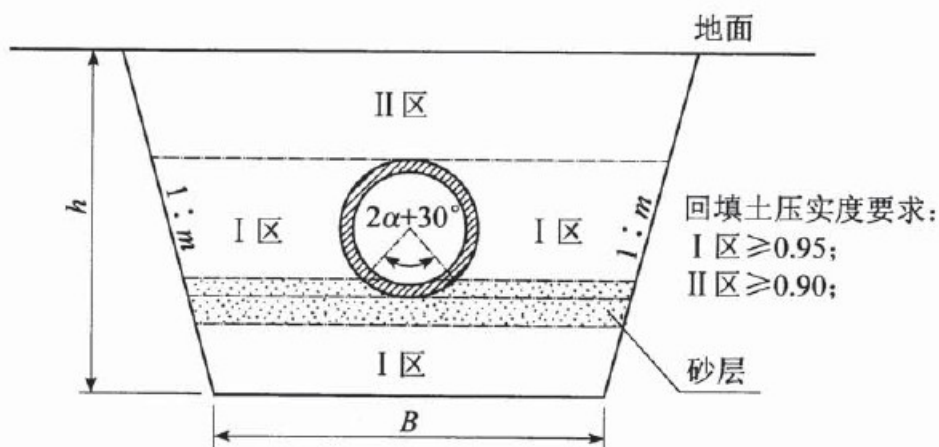


图 5.5.2 回填土压实度分区图

6 回填作业每层的压实遍数,应按压实度、压实工具、虚铺厚度和含水量,经现场试验后确定。

5.5.3 回填材料除应符合设计要求外,尚应符合下列规定:

1 采用土料回填时,应符合下列规定:

- 1) 槽底至管顶以上 500mm 范围内,土中不得含有机物、冻土以及大于 50mm 的砖、石等硬块。
- 2) 冬期回填时管顶以上 500mm 范围以外可均匀掺入冻土,其数量不应超过填土总体积的 15%,且冻块尺寸应小于 100mm。
- 3) 回填土的含水量,宜按土类和采用的压实工具控制在最佳含水率 $\pm 2\%$ 范围内,土壤最佳含水量可通过击实试验确定,击实试验方法应符合现行行业标准《公路土工试验规程》JTGE40 的有关规定。

2 采用石灰土、砂、砂砾土等材料回填时,其质量应符合设计要求或国家现行有关标准的要求。

5.5.4 管区回填土料最大粒度限值应符合表 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 管区回填土料最大粒度限值 (mm)

公称内径 DN	最大粒度限值
$DN \leq 600$	13
$600 < DN \leq 1800$	19
$DN > 1800$	25

5.6 管道支(吊)架的制作与安装

5.6.1 现场制作的管道支架应符合设计要求,并涂漆保护;对拉杆吊架和弹簧吊架的吊耳支撑,应按钢结构制作标准进行焊接,并进行 100% 的渗透或磁粉探伤。

5.6.2 固定支架应按设计要求安装,并应在补偿器预拉伸之前固定。

5.6.3 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整,不得有歪斜和

卡涩现象。

5.6.4 管道与管道支架(包括支座)之间不得直接进行粘接固定。竹复合管固定支架的管道配合件(管卡、管托或管夹)与管道外壁之间,应垫有厚度不小于 3mm 的橡胶块或其他软垫。

5.6.5 管箍安装螺丝收紧时应预留 1mm 左右间隙,避免因热胀冷缩损坏管箍。

5.7 管道支墩

5.7.1 在管道的弯管、变径、三通处应设置支墩。支墩应设置在原状土上,并将管件包围住。

5.7.2 支墩的受力一边应支承在原状土层上,原状土的密实度应大于或等于 0.95,否则应分层夯实至密实度要求。

5.7.3 阀门应加固,在阀门井内应设置卡环、支墩等固定阀门的装置。阀门井与管道的连接要求(图 5.7.3)。

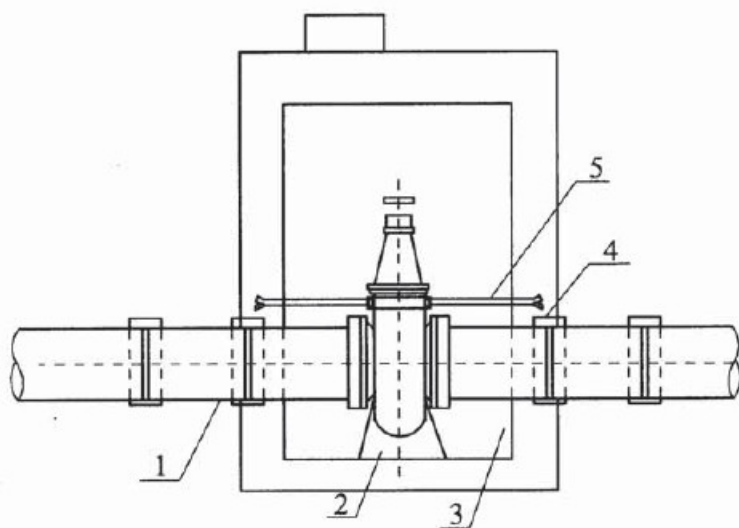
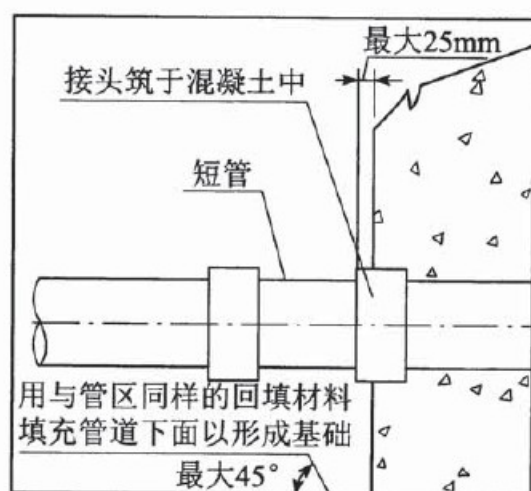


图 5.7.3 阀门井与管道连接示意图

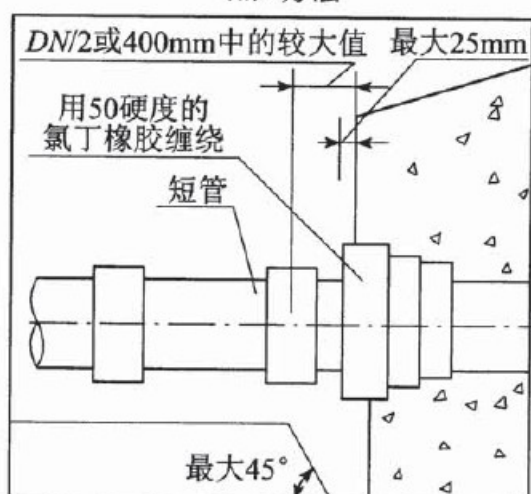
1—短管;2—固定支架;3—阀门井;4—柔性接头;5—固定夹

5.7.4 当管道穿过墙壁或部分被封闭在混凝土中进行刚性连接时,应采取降低管道产生突变应力的措施,可把接头部分浇筑在混凝土中[图 5.7.4(a)],也可用橡胶包住管接头并浇筑在混凝土中

[图 5.7.4(b)]。短管最长应为 2m 与 2 倍公称内径中的较小值；短管最短应为 1m 与 1 倍公称内径的较小值。



(a) 方法一



(b) 方法二

图 5.7.4 管道与刚性墙连接示意图

5.7.5 当管道铺设纵向角度大于 15° 时,应自下而上安装,并进行锚固。

5.8 雨期、冬季施工

5.8.1 雨期施工应采取下列措施:

1 合理缩短开槽长度,暂时中断管道安装。与河道相连通的管口应临时封堵。已安装的管道验收后应及时回填。

2 做好槽边雨水径流疏导路线的设计、槽内排水及防止漂管事故的应急措施。

3 雨天不宜进行接口施工。

5.8.2 冬季施工不得使用冻硬的橡胶圈。

5.8.3 当冬季施工管口表面温度低于 -3°C 时,接口材料填充打实、抹平后,应及时覆盖保温材料进行养护。

5.9 管道水压试验

5.9.1 竹复合管安装后应及时进行水压试验。

5.9.2 除设计另有要求外,竹复合管水压试验的管段长度不宜大于1km。对于无法分段试验的管道,应根据工程具体情况确定试验管道长度。

5.9.3 竹复合管水压试验可分为预试验和主试验阶段。管道的压力降应符合设计要求。

5.9.4 竹复合管水压试验应符合下列规定:

1 竹复合管水压试验前应注满水,放置24h后进行排气,再补满水进行试验。

2 竹复合管应按工作压力的1.25倍~1.5倍压力进行水压试验。

3 预试验阶段:应将管道内水压缓慢升至试验压力并稳压30min,期间如有压力下降可注水补压,但不应高于试验压力。当发现管道接口处有漏水、损坏现象时,应查明原因并采取相应措施后重新试压。

4 主试验阶段:停止注水补压,稳定15min后,当试验压力达到1.25倍工作压力时,稳定30min,允许压力降不应超过0.02MPa;再将试验压力降至工作压力并保持恒压,30min后进行外观检查,若无漏水现象,则水压试验合格。

5.9.5 当水压试验不合格时,应检查原因,重新安装或堵漏后再试验,直至合格为止。

5.10 竣工验收

5.10.1 管道工程完工后,施工单位应对施工质量进行自检,自检合格后报建设、设计、施工和监理单位,根据本规程和设计文件要求进行检查和验收。

5.10.2 工程验收时,施工单位应提交下列文件:

- 1 竣工图、设计变更文件、工作联系单等文件资料。
- 2 管材、管件、树脂等主要材料出厂产品合格证和检验报告等质量证明文件及现场验收记录。
- 3 粘结材料配比记录。
- 4 管道的位置及高程测量记录。
- 5 接口施工记录。
- 6 隐蔽工程检查验收记录、中间试验记录。
- 7 回填土压实度检验记录。
- 8 管道系统的水压试验或闭水试验记录。
- 9 质量事故处理记录。
- 10 饮用水管道冲洗、消毒记录及水质检验报告。
- 11 工程质量检查评定资料。

5.10.3 竣工验收时应检查核实各类竣工验收资料,并进行必要的抽查复检和外观检查。

5.10.4 给水竹复合管管道工程主控项目和一般项目的检验方法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、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242和《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185 的有关规定。

5.10.5 竣工检查验收合格后,应填写竣工验收记录。

5.10.6 竣工验收后,建设单位应将全部设计、施工及验收文件资料立卷归档。

6 运行与维护

6.1 一般规定

6.1.1 施工回填至设计高程后,应在 12h~24h 内测量管道竖向直径的初始变形量,并计算初始变形率,其值不应超过管道直径竖向允许变形率的 2/3。

6.1.2 管道竖向直径初始变形量宜按圆形心轴方法检测,测量偏差应控制在 1mm 之内。

6.1.3 当管道竖向直径的初始变形率大于管道直径竖向允许变形率的 2/3,且管道本身未损坏时,可按照安装要求纠正。运行过程中应定期检查,维修养护。

6.1.4 室外压力输水竹复合管管道工程的运行流速,应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 对水泵吸水管和供水管的不同流速要求。非压力输水竹复合管管道工程应符合现行行业标准《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的有关规定,管道维修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。

6.2 管道运行

6.2.1 竹复合管运行前,应进行竣工文件检查、现场检查、建档、标识及数据采集。

6.2.2 运行中的检查和监测应包括运行初期检查、巡线检查及在线监测、末期检查三部分。

6.2.3 运行初期检查应符合下列规定:

1 压力管道应着重从管道的位移情况、振动情况、支承情况、阀门及法兰的密封性等方面进行检查,发现问题,应及时解决;

2 无压排水管道应进行功能状态和结构状态两类检查。功能检查应包括管道积泥、检查井积泥、雨水口、排放口积泥、泥垢和油脂、树根、水位和水流及残墙、坝根等；结构检查应包括管道裂缝、变形、腐蚀情况、错口、脱节、破损与孔洞、渗漏及异管穿入等。功能状态的检查周期宜为1年~2年一次，结构性能状态的检查周期宜为5年~10年一次，施工质量差和重要的管道检查周期应缩短。

3 应急事故检查应包括渗漏、裂缝、错位、积水等。

6.2.4 巡线检查及在线监测应符合下列规定：

1 应定期或不定期进行巡线检查及在线监测，及时发现事故苗头，并采取措施予以消除；

2 巡线检查及在线监测可着重检查管道的位移、振动、支撑情况、阀门及法兰的严密性；

3 对于重要管道或管道的重点部位可利用预埋芯片进行在线检测。

6.2.5 末期检查应对长期运行的压力管道，加强在线监测，并制定好应急措施和救援方案。

6.2.6 管道运行管理部门应建立健全管网档案资料管理制度，配备专职档案资料管理人员。管网档案资料应包括工程竣工资料、维修资料、管道检查资料及管网图等。管道工程竣工后，管道运行管理部门应对建设单位移交的竣工资料及时归档。管道管理运行部门可建立管网地理信息系统，采用计算机技术对管网图实施智能化管理，减轻运行管理工作量，提高运行管理水平。

6.3 管道维护

6.3.1 管道在使用过程中，发现管道有内衬损坏、局部碰伤、渗漏等现象，应立即现场修复。

6.3.2 所有损坏、撞坏或剪切损坏的管道部位，应采用新管道或管件予以替换。

6.3.3 管道损坏不严重，经专业技术人员现场评估后，可做现场

修理,现场修理宜按下列步骤进行:

1 现场检查,收集如图纸、报告以及安全要求等必要的信息资料。

2 应按缺陷或损坏的影响因素,拟订改正计划,避免缺损再次发生。

3 维修方案应经有关各方确认。方案宜包括下列内容:

1) 维修方法(本规程附录 B);

2) 工作说明;

3) 所需材料;

4) 需要的工具和设备;

5) 维修相关工艺和程序;

6) 维修工作报告和记录。

6.3.4 竹复合管的接头连接、破损口现场修复、两定长管段之间的接口连接等,宜在施工现场用手糊补强来完成。内衬破裂可按内衬成型方法,切割漏失内衬,使两端内衬露出,并以竹表面毡和增强材料进行修补,外面应以竹纤维增强材料进行修补。

6.3.5 维修工作之前,应将维修的管线先泄压排空,对管道进行烘干处理。

6.3.6 维修完毕后,应对维修后的管段进行水压试验,试验压力应与主试验压力一致。

6.4 其他维护

6.4.1 管道系统运行时的临时修理,应按本规程附录 B 要求进行。

6.4.2 在高寒地区冬期不运行的灌溉输水管道,应在冰冻前放空管道内存水。

6.4.3 开启和关闭闸阀时,应对机压管道和自压管道输水灌溉系统分别采取不同的开启模式。

6.4.4 自压管道输水工程的进水口水位不应低于设计水位。

6.4.5 各类闸阀的启闭应均匀缓慢。

附录 A O形密封圈

A.0.1 O形密封圈的检验工具应包括卡尺、高低温试验箱、柴油和汽油。

A.0.2 检验O形密封圈可按现行国家标准《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1 进行抽样。一般检验水准Ⅱ为标准。

A.0.3 O形密封圈应符合表 A.0.3 的要求,主要缺陷参考maj=0.4,次要缺陷参考 min=1.5。

表 A.0.3 O形密封圈的判定标准

检查项目	技术要求及测试方法	缺陷描述	缺陷等级
标示检查	核实外包标示单上品名,型号应与实物完全相符	品名、型号与实物不符	maj
	核实外箱标示数量是否与箱内实际数量相符	数量不符	min
外观检查	无破损变形、裂纹、毛刺/边、破损	有破损、变形、毛刺且影响性能	maj
		有变形但不影响装配	min
尺寸检查	各重要尺寸需与图纸及相关资料要求相符,尤其要注意检查直径、厚度的尺寸。误差-0.05mm	各尺寸与要求不相符	maj
材质实验和试装检查	用汽油浸泡 24h	不能有腐蚀现象	maj
	用柴油浸泡 24h	不能有腐蚀现象	maj
	高温 130℃贮存 2h	不能有变形、融化、烧焦	maj
	低温-40℃贮存 2h	不能有变形、老化	maj
	与相连接的配件进行试装	试装不符合	maj

A.0.4 O形密封圈应符合下列规定：

1 竹复合管及管件连接用O形密封圈材料应为三元乙丙或氯丁橡胶，O形密封圈尺寸应符合表A.0.4-1的规定。

表 A.0.4-1 O形密封圈尺寸 (mm)

公称内径 DN	O形槽宽	线径×内径
150	17	12×145
200	17	12×195
250	17	12×245
300	24	17×285
350	24	17×335
400	24	17×385
450	30	20×437
500	30	20×486
600	30	20×568
700	30	20×650
800	30	20×742
900	30	20×840
1000	30	20×940
1200	30	20×1130
1400	30	20×1330
1500	40	30×1400
1600	40	30×1500
1800	40	30×1700
2000	40	30×1900
2200	40	30×2080
2400	40	—
2600	40	—
2800	40	—
3000	40	35×2900

2 应核对密封圈外包装上应标示型号、材质、颜色、数量。

3 应核对密封圈与外包装所标示的型号、材质以及颜色是否吻合。

4 用电子天平以称重的方式核对每一包密封圈的数量,如有不足,统计数量后通知采购部处理,并以实际数量入库。

5 抽检时,采用游标卡尺测量密封圈的尺寸是否合格(公差范围 $\pm 0.1\text{cm}$),抽检百分比可按表 A. 0. 4-2 的规定执行。

表 A. 0. 4-2 抽检百分比

规 格	抽检百分比
500 个~1000 个	5%
1000 个~5000 个	3%
5000 个~10000 个	2%
10000 个以上	1%

6 目测检查每一个密封圈有无毛刺、飞边、破损(检查数量:全检)。

7 以上检测合格后,按型号、材质、颜色编号后分类入库。

附录 B 常用的维修方法

B.1 局部更换

B.1.1 当管体或粘接点有问题或管和管件(包括法兰)受损时,应进行局部更换。

B.1.2 进行局部更换时,应检查确定所有缺陷/泄漏部位都已识别。

B.1.3 切割损坏部分时,应考虑破损延伸范围。切割后的管应有足够长度进行车削工作,以便安装新管及管件。

B.1.4 新管材或新管件与原管线应按设定的连接工艺进行连接。

B.1.5 修补用原材料及方法应符合下列规定:

1 放空管道内介质,干燥后,用角向磨光机将缺陷处打磨,打磨范围应大于损伤范围 50mm,且露出内衬层,并用丙酮清洗干净。

2 采用与内衬同型号的树脂按配方配制基体材料,配料时严禁将引发剂与促进剂直接混合。

3 用毛刷在打磨面上均匀涂刷一层已配制好的树脂。

4 在打磨面上糊制 2 层~3 层 $450\text{g}/\text{m}^2$ 的短切毡,每糊一层,刷一层树脂,同时施压赶尽气泡,让树脂浸透纤维,待固化后,磨去毛刺、飞边。最后,外表面再糊两层 $450\text{g}/\text{m}^2$ 的短切毡。

B.2 修补块修补

B.2.1 修补块修补方法适用于管道/管件结构的局部损坏情况,根据破坏程度选取 par 型(图 B.2.1-1)或者 per 型修补块(图 B.2.1-2)。

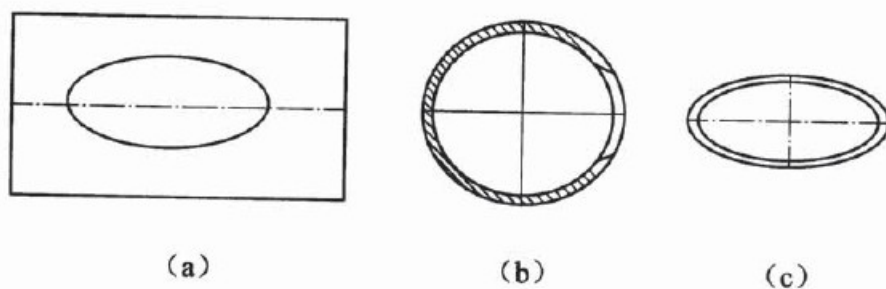


图 B. 2. 1-1 与竹复合管方向平行的 par 型修补块

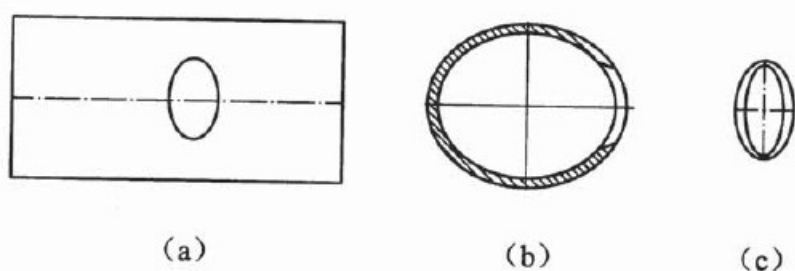


图 B. 2. 1-2 与竹复合管方向垂直的 per 型修补块

B. 2. 2 修补块的厚度应与待修管道的厚度一致。

B. 2. 3 修理方法应按下列步骤进行：

1 找出损坏部位,选择合适的切割机器,将损坏的部位切除,同时将切口处打磨平滑。

2 选择对应管道型号的修补块,放入切好的孔洞中,使两者吻合。

3 外面以锁链锁住修补块。

4 在切口四周涂上一薄层黏合剂,或喷漆,粘合剂和油漆应与产品材质兼容。

5 黏合剂或油漆应在环境温度下自然固化。

B. 3 对接包缠连接

B. 3. 1 对接包缠连接方法(图 B. 3. 1)适用于管和管件损坏部位比较小,以及黏合剂连接处泄漏比较少少的情况。

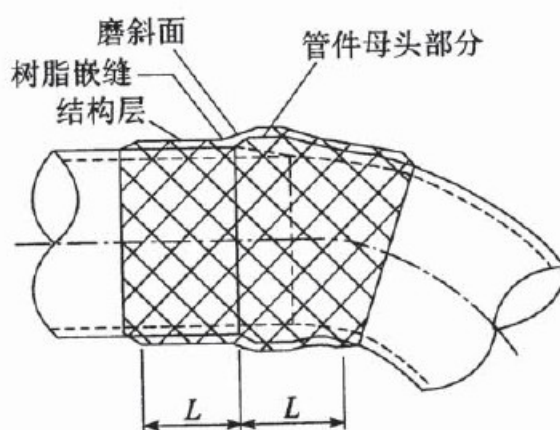


图 B. 3. 1 对接包缠连接方法示意图

B. 3. 2 进行对接包缠连接前,两端各应除去结构层 10mm,留下内衬层,涂刷黏合剂进行对接,对接后用竹表面毡和增强材料进行包缠,待固化后,外表面用竹纤维增强材料进行包缠。

B. 3. 3 包裹长度和层数应按系统设计压力确定,并应符合下列规定:

1 原材料应按工艺单上的种类和数量准备。竹篾条和短切毡应根据产品的尺寸规格裁剪。以上原材料需经检测合格后使用。

2 如需更换材料或变动铺层,应经有关工艺人员书面认可,方可变动。

3 切割打磨:根据图纸,找出需对接的管道,并检查规格、长度、公称压力与设计要求是否相符。在需切割处用记号笔划好切割线,用装有金刚石锯片的角向磨光机将需胶接的部位切开,切口应平整,切割尺寸误差不应大于 2mm。根据对接宽度将需胶接的地方用装有软片砂轮的角向磨光机进行打磨,切口应磨到内衬层,内衬厚度宜为 1.2mm~2.0mm。

4 对接定位:将找正环(或膨胀环)塞入一头对接口,胀紧后,把另一接头套在找正环上,然后将两对接头推紧合缝,对正找平并用水平仪检查管线是否水平,轴心线是否在同一直线上,方向是否正确,如有法兰还需确认法兰孔是否对中。如果管道公称内径小

于 DN400 或无找正环,亦可直接对正。

5 配胶:树脂在配制前,应根据当时的气温条件进行凝胶试验,确定树脂与引发剂、促进剂的配比。凝胶时间以 25min~45min 为宜,以整个工序操作完成后 30min~60min 内固化为好。配制时,应先用秤或量杯准确量取树脂后加入促进剂(钴盐),搅拌均匀后再加入引发剂。为防止未操作完,树脂提前固化,可分多次配制。配胶时严禁将引发剂与促进剂直接混合。

6 封口:在接缝处,刷上内衬树脂,铺上表面毡,将浸好胶的长丝绕在对接的缝隙内。然后,铺放两层短切毡。该两层短切毡,应铺满整个搭接面,用毛刷和辊轮使短切毡浸润充分、滚压平整、无气泡和皱纹。

7 糊制:待封口固化后,检查封口及有无气泡、裂纹等缺陷。如有,则需打磨修复。用打磨机将对接面打毛,将整个对接面刷上一层黏合剂。根据工艺单上规定的搭接宽度和铺层顺序铺放短切毡,缠绕竹篾层,每缠一层,用毛刷刷涂树脂,使之浸透,用辊轮滚压,赶尽气泡并抹平,不得留有皱纹、未浸润等不良情况。糊制时,对接口两边应平整整齐。不能一次铺放二层以上的铺层,每层都应用压辊滚压。对于公称内径大于或等于 DN500 的管道对接,可以分成两次成型,但第一次成型时,两端须厚度递减,第二次成型与第一次成型须搭接,搭接宽度应大或等于 50mm。凝胶前,应留有专人看管,以防流胶。如有流胶现象发生,应及时补胶。胶淤积处,需用毛刷将胶抹匀,直至凝胶。

8 记录:贴上标明规格、压力、制作时期、糊制人员、对接编号等内容的标签,记录所用的各种材料及用量。

B.4 表面修补

B.4.1 当管道/管件结构外表出现微小缺陷或磨损,但管道/管件本体没有损坏,也没有泄漏迹象时,宜采用表面修补方法。

B.4.2 表面修补应按下列方法进行:

- 1 将有小划痕、表面裂纹等缺陷的地方轻轻地用砂纸打磨掉；
- 2 涂上一薄层黏合剂或喷漆，黏合剂和油漆应与产品材质兼容；
- 3 让黏合剂或油漆在环境温度下自然固化。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《室外给水设计规范》GB 50013
- 《室外排水设计规范》GB 50014
- 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289
- 《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332
- 《计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1
- 《板式平焊钢制管法兰》GB/T 9119
- 《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
- 《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6
- 《公路土工试验规程》JTG E40

中国工程建设协会标准

竹缠绕复合管道工程
技术规程

T/CECS 470-2017

条文说明

目 次

1	总 则	(53)
3	管材和管件	(54)
3.2	管材	(54)
3.3	管件	(54)
3.4	设计计算参数	(55)
4	工程设计	(56)
4.4	管道结构设计	(56)
5	施工安装	(59)
5.1	一般规定	(59)
5.3	沟槽、基础处理	(60)
5.5	管道回填	(60)
5.9	管道水压试验	(61)
6	运行与维护	(62)
6.1	一般规定	(62)
6.2	管道运行	(62)
6.4	其他维护	(62)
附录 B	常用的维修方法	(64)

1 总 则

1.0.1 竹缠绕复合管产量和应用范围随着技术的成熟而不断扩大,为使工程建设有标可依,根据竹复管的特点、使用条件和技术要求,总结竹复管的工程经验,制定了本规程。

1.0.2 本条规定了竹复合管的适用范围。

3 管材和管件

3.2 管 材

3.2.1 为了保证产品质量,本规程给出了竹复管外观质量要求,通过肉眼观察可初步确定产品的质量可靠性。

3.2.2 本条规定给出了竹复合管的内径、承插口、壁厚、端面垂直度和端口圆度尺寸的规格,便于选用者对竹复合管的规格有基本了解,便于不同工程合理选用。

3.2.3 本条规定中竹复合管的内衬层树脂不可溶分含量的规定是为了满足卫生标准要求,结构层作为承力体系,其厚度设计应符合竹复合管产品标准的要求。外防护层厚度的规定是为了满足防止外界腐蚀介质对管道产生不良影响的要求,起到防止管道老化和耐土壤中腐蚀介质侵蚀的作用。

3.2.4 本条强调管道的环刚度,是确保安全使用所必需的。合格产品的环刚度不应小于相应的环刚度等级值。

3.3 管 件

3.3.1 本条规定管件力学性能应大于或等于管材相应性能,是考虑到管材与管件连接后的管道系统,工作压力应与承压能力保持一致,管件与管材连接,可能会存在一定的内应力,因此要求管件的力学性能大于管材的力学性能。

3.3.2 本条规定给出了竹复合管法兰和凸台的尺寸规格和对应的公称压力,便于选用者对法兰和凸台的匹配选择,避免因尺寸不配套造成的连接部位漏水、渗水等现象。竹复合管法兰不传递纵向力,对于不同工程条件要求可根据表 3.3.2-1 和表 3.3.2-2 所给出的公称压力进行相应选择,公称内径大于 1000mm 的竹复合

管不适用于法兰连接。

3.3.3 在实际安装施工中,有可能需要进一步增加主体长度,以提供足够的长度用于斜接面和接头处的外部缠绕。

3.3.4~3.3.6 条文明确了 T 形三通、异径管、束节的尺寸规格,便于工程技术人员掌握应用。

3.4 设计计算参数

3.4.1 管道的环刚度等级是管材环向初始特定环刚度的级别,是管材抗弯曲能力的标定值。

3.4.2 本条列出竹复合管的设计参数指标,是根据厂家产品的数据统计确定,供设计计算参考使用。其中竹复合管环向抗拉强度值经测试为 50MPa,加拿大国家林产品创新研究院出具的竹复合管加速老化试验报告表明:竹复合管经过 56 年自然老化后,强度保留率为 74%,因此,竹复合管工程设计时环向长期抗拉强度设计值可取 37MPa。粗糙系数提供的是范围值,各行业进行水力计算时根据实际情况在该范围内选取。

4 工程设计

4.4 管道结构设计

4.4.3 对于圆形管道结构,应根据管道结构环刚度与管周土体刚度的比值 α_s ,判别为刚性管道或柔性管道,以此确定管道结构的计算分析模型。

圆形管道结构与管周土体刚度的比值 α_s 可按式确定:

$$\alpha_s = \frac{E_b}{E_d} \left(\frac{t}{r_0} \right)^3 \quad (1)$$

式中: E_b ——管材弹性模量(MPa);

E_d ——管侧原状土的变形模量(MPa);

t ——管道的管壁厚度(mm);

r_0 ——管道结构的计算半径(mm),即自管中心至管壁中心线的距离。

将竹复合管设计计算参数代入公式(1)进行计算, $\alpha_s < 1$ 时,应按柔性管道计算。

国内现行规范柔性管一般采用美国的 Spangler 计算模型(图 1)(简称“斯氏”),而刚性管一般采用克列恩计算模型(图 2)。由于刚性管道可以不计圆管结构的变形影响,而柔性管应考虑管道结构变形引起的土体的弹性抗力,这两种管道的计算模型完全不同。因此,首先应对管道的相对环刚度进行计算,以此确定竹复合管为柔性管,然后采用 Spangler 计算模型,与现行规范设计协调统一。

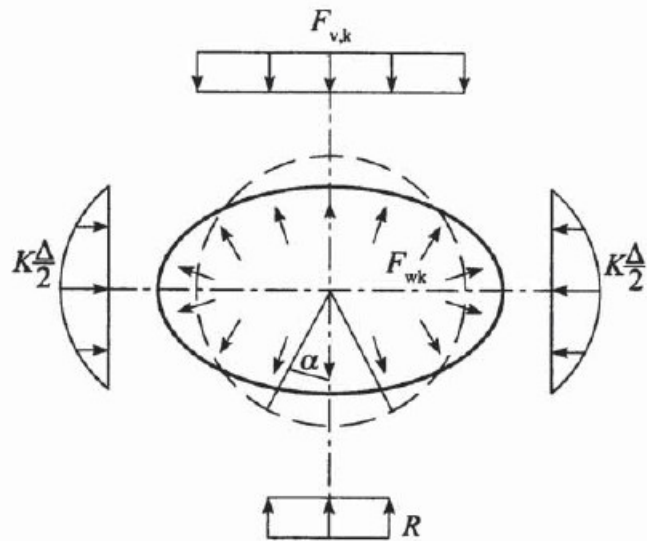


图 1 Spangler 计算模型

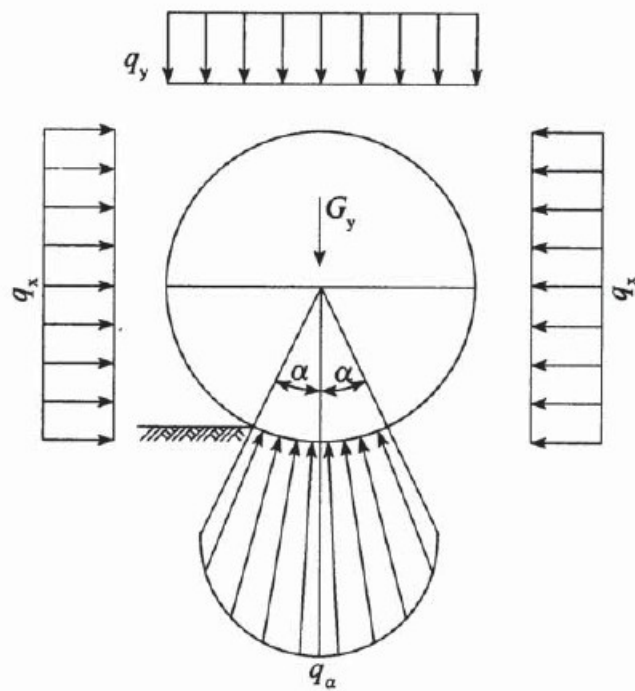


图 2 克列恩计算模型

4.4.4~4.4.8 条文内容均根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定的原则确定。

4.4.9 竹复合管的强度计算主要分为两部分,总安全系数应大于或等于 3。

(1)管道在设计压力作用下,管壁环向的拉应力计算值小于管壁环向的抗拉强度设计值。

(2)管道在外土荷载作用下,管壁环向的弯曲应力小于管壁环向的弯曲强度设计值,以第 4.4.11 条的变形控制来保证管壁环向弯曲强度。另外,编制组利用有限元分析方法,对埋地管道的变形量进行模拟计算:DN3000、环刚度 20000N/m^2 竹复合管,在埋深 1m,回填土综合变形模量取值 4MPa,地面(18m^2)均布载荷 90t 的情况下,管道竖向变形量不到 1%,低于 3%限值。

4.4.10、4.4.11 条文内容均根据现行国家标准《给水排水管道工程结构设计规范》GB 50332 的规定的原则确定。

5 施工安装

5.1 一般规定

5.1.1 本章的施工安装仅为埋地管道的施工,暂不将以热固性树脂为胶粘剂的竹复合管明铺管道列入,主要原因是明铺管道外层受温度、湿度、紫外线等外界因素影响较多,其外防护层耐久性尚需进一步研究,技术上不够成熟,因此,明铺管道的施工安装暂不纳入标准。

5.1.3 管道施工前应做好以下施工技术准备:

(1)管材和管件等主材、密封橡胶圈、法兰、阀门等配套材料应按设计要求订货,出厂运输至现场前应进行查验,管材和管件应重点查验出厂合格证、铭牌等。

(2)橡胶圈应在室内存放保管,应防晒、防冻、远离热源,不应与油脂类和有机溶剂接触;法兰、阀门等应防晒、防水、防锈蚀。

(3)现场管道连接施工用的增强材料、基体材料树脂、固化剂、促进剂、抗老化剂和各种胶泥等,应由同一家竹复合管制造商提供,并与管制造所用各种材料相一致,施工单位应于开工前备齐,在现场应分类存放在无阳光直射的阴凉、干燥处。

(4)现场专用的接头、切割工具、扳手、专用拉紧工具等应于施工前备齐并保持完好。

5.1.4 对运至现场的管材、管件及其配件,应进行现场检查,产品尺寸应符合设计和合同约定的质量标准规定,严禁使用不合格品。

(1)密封橡胶圈质量应满足:不得使用再生胶;橡胶圈外观应完好、无接头,表面不得有裂纹、杂质和气泡;橡胶圈的规格、各部尺寸应符合所用管道圈槽加工尺寸要求,截面直径误差不应超过 $\pm 0.5\text{mm}$,环径误差不应超过 $\pm 10\text{mm}$;承口内、插口外所有表面

应平滑,不应有裂纹、断口或对连接面的使用性能不利的其他缺陷。橡胶圈的物理力学性能应符合下列规定:

- 1) 硬度(邵氏 A)45 度~55 度;
- 2) 拉伸强度大于 16MPa;
- 3) 伸长率大于 500%;
- 4) 永久变形小于 20%;
- 5) 老化系数 0.6(70℃/144h)。

(2) 法兰密封面应平整、光滑,不应挠曲,不应有毛刺、纵向沟槽、气泡和不粘合的夹层;

(3) 阀门应操作灵活、无渗漏,应用清水逐个试压,试验压力应为工作压力的 1.5 倍,稳压时间应大于等于 10min。

5.3 沟槽、基础处理

5.3.1 本条强调开挖断面应采用天然地基时槽底原状土不得扰动;对机械开挖时或不能连续施工时,沟槽需预留一定厚度由人工开挖、清槽;对槽底受水浸泡或受冻后或槽底土层存有不良土质、岩石(砾石)的回填处理做了专门的规定。

回填材料质量直接影响到管道施工质量,必须严格控制;根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 给出管道设计的变形允许值,竹复合管道变形率不应超过 3%;若超过 3%时,应采取更换回填材料或改变压实方法等处理措施。

5.3.2 管道开挖宽度应符合设计要求,设计无具体要求时,按本条给出的计算公式计算。

5.5 管道回填

5.5.1 本条规定管道覆土厚度符合设计要求,管顶最小覆土厚度应满足当地冰冻厚度要求;因条件限制,管顶覆土厚度无法满足本条要求或本规程第 5.5.2 条规定时,应由设计单位提出处理方案,按设计要求或有关规定进行处理。

5.9 管道水压试验

5.9.1 管道功能性试验作为给排水管道施工质量验收的主控项目,应在管道安装完成后进行。

5.9.2 除本规程和设计另有要求外,本条规定管道的试验长度。压力管道水压试验的管段长度不宜大于 1km,这是主要考虑便于试验操作而进行的原则性规定;对于无法分段试验的如穿越水域的管道、倒虹吸管道等应由工程有关方面根据工程具体情况确定管道的试验长度。

5.9.3、5.9.4 条文结合了新疆、北京、山东、上海等地压力管道工程的水压试验实践经验,并参考了现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中的内容,规定压力管道水压试验分为预试验和主试验阶段,并规定试验合格的判定依据分为允许压力降值,试验压力根据行业取值,石油行业取值 1.25 倍,水利、市政行业可取值 1.5 倍。试验方法应尽可能避免烦琐和不必要的资源浪费。本规程规定试验合格的判定依据应根据设计要求来确定,通常工程设计文件都对管道试验有具体规定;设计无要求时应根据工程实际情况,选用允许压力降值进行管道功能性试验。

6 运行与维护

6.1 一般规定

6.1.1~6.1.3 管道安装变形是指管道就位至填筑完成过程中的变形,施工变形则包含了填土的部分沉降导致的管道变形。

6.2 管道运行

6.2.1 竣工文件检查,是指对管道工程设计、采购及施工完成之后的最终图纸文件资料进行检查,主要包括设计竣工文件、采购竣工文件和施工竣工文件的检查。

现场检查可分为设计与施工漏项、未完工程、施工质量三方面的检查。

建档内容主要包括管线号、起止点、介质(包括各种腐蚀性介质及其浓度或分压)、操作温度、操作压力、设计温度、设计压力、主要管道直径、管道材料、管道等级(包括公称压力和壁厚等级)、管道类别、隔热要求、热处理要求、管道等级号、管道投入运行日期和事项记录等。

管道的标识可分为常规标识和特殊标识两大类。对压力管道的一些薄弱点、危险点,或管道在热状态下可能发生失稳(如蠕变、疲劳等)的典型点、重点腐蚀检测点、重点无损探测点等应作为重点检查点做特殊标识。对于影响压力管道安全的地方,应设置监测点并予以标识,在运行中加强观测,登记造册,并采集初始(开工前的)数据。

6.4 其他维护

6.4.2 在冻害地区,有压输水灌溉管道系统的出地竖管、给水栓、

安全装置、量水设备等均可能因冰冻而损坏。因此,不论管道埋于冻土层内或冻土层下,在冬季停灌期间均应及时防空;在冬灌间歇期间,以不造成冻害为前提,视气温情况和间歇时间长短,考虑提前放空管道存水。

6.4.3 有压管道的机压系统,开泵充水时,若不先开给水栓,则管内压力将超出设计压力,有可能导致爆管事故;对于自压系统,若不先开排气阀,则容易产生气蚀和水锤,可能造成爆管等损坏。因此操作人员应针对具体管理要求,制定严格操作规程,以防事故发生。

附录 B 常用的维修方法

B.2 修补块修补

B.2.1、B.2.2 修补块根据公称内径的不同而不同,形状类似椭圆,由外防护层至内衬层有倒角,角度为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$,如图 B.2.1-1、B.2.1-2 中(b)、(c)所示。一般分为两种,一种是与竹复合管方向平行,如图 B.2.1-1 所示记为 par;一种是与竹复合管方向垂直,如图 B.2.2-2 所示记为 per。每一种分为五种型号,分别记为 I、II、III、IV、V。

为了操作者在修补时能更加方便,现提供修补块长轴尺寸供参考,见表 1,短轴的长度为长轴的 $1/2$ 。

表 1 修补块长轴的尺寸 (mm)

公称内径 DN	椭圆的长轴 $2a$				
	I	II	III	IV	V
$150 \leq DN < 300$	75	120	150	$3/4 DN$	DN
$300 \leq DN < 600$	150	230	300	$3/4 DN$	DN
$600 \leq DN < 1000$	300	450	600	$3/4 DN$	DN
$1000 \leq DN < 1600$	500	700	950	$3/4 DN$	DN
$1600 \leq DN < 2200$	800	1050	1350	$3/4 DN$	DN
$2200 \leq DN \leq 3000$	1100	1450	1800	$3/4 DN$	DN