



T/CECS 205-202*

中国工程建设标准化协会标准

内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程 技术规程

**Technical specification for stainless steel lined or clad composite
steel pipeline engineering**

（征求意见稿）

中国工程建设标准化协会标准

内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程 技术规程

Technical specification for stainless steel lined or clad composite steel
pipeline engineering

T/CECS 205-202*

主编单位：

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

中国计划出版社

202X 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字第[2022]040 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程共分 6 章和 3 个附录，主要内容包括：总则、术语、管材和管件、设计、管道安装、验收等。

本规程是对《内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程技术规程》T/CECS 205-2015 的修订。

本次修订内容主要包括：

1. 术语调整：增加内衬不锈钢复合钢制对焊管件、内覆不锈钢复合钢制对焊管件；删除与生产工艺有关的术语；
2. 增加：表 3.2.1 “内衬（覆）不锈钢复合钢管的公称尺寸、公称外径”；并规定了在表 3.2.1 规定的公称壁厚时，对应于不同材质、不同外径时的最大设计工作压力；
3. 增加：表 3.2.5 “复合钢管基层（基管）的力学性能”和表 3.2.6-1 “基层化学成分”，并对表 3.2.6-2 “复层化学成分”进行了部分修订；
4. 增加：3.2.8 “界面剪切试验和夹持力试验的要求和试验方法”；
5. 增加：图 3.3.1 “内衬不锈钢可锻铸铁复合管件端口截面示意图”和表 3.3.1 “内衬不锈钢可锻铸铁复合管件尺寸”、图 3.3.3 “内衬不锈钢沟槽式复合管件端口截面示意图”和表 3.3.3 “内衬不锈钢沟槽式复合管件尺寸”、图 3.4.2 “内衬不锈钢法兰复合管件端口截面示意图”和表 3.4.2 “内衬不锈钢法兰复合管件尺寸和端口截面示意图”，以及使用管件需执行的具体规定；
6. 增加：3.3.4 管道工程中配套使用的对焊管件应符合现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的有关规定。若按 T/CECS 10120 附录 B 规定进行设计验证试验，试验压力应大于 T/CECS 10120 附录 A 规定的公称压力的 3 倍；设计验证试验可用于包含其他管件的管道系统。

7. 对管材管件的外防腐要求调整到了第3章；并增加了：对外壁采用熔结环氧粉末的防腐钢管，其塑层尺寸和性能应符合 GB/T 39636 的规定；涂覆前应对钢管内表面进行抛（喷）丸处理，规定了处理技术要求；

8. 增加：附录 C 水力学计算表；

9. 增加：4.4.5 管道系统的绝热保温要求；

10. 增加：4.4.6 管道系统应考虑因水温和环境温度变化产生的轴向位移，并采取补偿措施及其应满足有关要求；

11. 增加：5.3.3 沟槽连接端面可以采取可靠的防腐措施，如不锈钢密封套，硅橡胶密封套、堆焊等。不锈钢密封钢套可由不锈钢套和密封圈组成。防腐措施应能将整个管端与水接触部位包裹。连接所用的管件宜采用内衬不锈钢的沟槽式管件和附件；

12. 增加：5.5.6 3 除非是焊接外坡口时，采用焊接碳钢对应的填充材料，否则焊接复层和碳钢层材料的填充焊丝或焊条，都应为焊接复层材料对应的焊丝和焊条材料。应采用比铬镍含量高一等级的焊条焊丝而不是用碳钢材料对应的焊丝焊条。

13. 增加：5.5.16 内径相同但外径不同的管段相连时，可对相连处基管开 1/4 的过渡坡口；不同内径的管段相连时，应采用异径管进行转换。

14. 删除了插锁式连接。

15. 增加：修订说明；

16. 对规程的其他章节和内容进行了相应的修改和调整。

本标准的某些内容可能涉及专利：CN201520365957.6《一种内衬不锈钢复合管件》、CN201510287774.1《一种内衬不锈钢复合管件》、CN202111040457.1《管道对接套件、管道对接结构和管道对接方法》、CN202122138426.1《一种用于管间对接的管端套及其管道》。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与专利持有人（江苏众信绿色管业科技有限公司）协商处理。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。本规程由中国工程建设标准化协会管道结构委员会归口管理。

本规程由悉地国际设计顾问（深圳）有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给悉地国际设计顾问（深圳）有限公司（地址：上海市杨浦区四平路 1950 弄 5 号 204 室，邮编 200433，邮箱：13901995047@126.com、waterzhy@163.com 手机号：13901995047、13370217208）

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
3	管材和管件.....	3
3.1	一般规定.....	3
3.2	管 材.....	4
3.3	管 件.....	8
3.4	法 兰.....	11
3.5	管材和管件防腐.....	13
4	设 计.....	15
4.1	一般规定.....	15
4.2	设计工作压力和设计工作温度.....	15
4.3	水力计算.....	17
4.4	管道布置与敷设.....	18
5	管道安装.....	20
5.1	一般规定.....	20
5.2	螺纹连接.....	21
5.3	沟槽连接.....	22
5.4	法兰连接.....	23
5.5	焊接连接.....	23
5.6	防 腐.....	27
6	验 收.....	29
	附录 A 钢管壁厚的确定.....	31
	附录 B 不锈钢的耐蚀性能.....	33
	附录 C 水力计算表.....	34
	修订说明.....	63
	用词说明.....	66
	引用标准名录.....	67
	附：条文说明	69

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Pipe and fitting	(3)
3.1	General requirements	(3)
3.2	Pipe	(4)
3.3	Fitting	(8)
3.4	Flange	(11)
3.5	Anti-corrosion of pipe and fitting	(13)
4	Design	(15)
4.1	General requirements	(15)
4.2	Design operation pressure and Temperature operation pressure	(15)
4.3	Hydraulic calculation	(17)
4.4	Layout of pipes	(18)
5	Pipe installation	(20)
5.1	General requirements	(20)
5.2	Threaded connection	(21)
5.3	Grooved connection	(22)
5.4	Flanged joint	(23)
5.5	Welded joint	(23)
5.6	Anti-corrosion	(27)
6	Acceptance	(29)
	Appendix A Pipe wall thickness confirmation	(31)
	Appendix B Corrosion resistance for stainless steel	(33)
	Appendix C Hydraulic calculation table	(34)
	Revision description	(63)
	Explanation of wording	(66)
	List of quoted standard	(67)
	Appendix: Explanation of provisions	(69)

1 总 则

1.0.1 为使内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程的设计、施工及验收做到技术先进、安全卫生、经济合理、确保工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建的市政给水排水、建筑给水排水、工业给水排水、消防给水排水和空调水系统工程中采用内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的设计、施工及验收。

1.0.3 市政给水排水、建筑给水排水、工业给水排水、消防给水排水和空调水系统工程中采用内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的设计、施工及验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

1.0.4 城镇燃气管道、采暖蒸汽管道、成品油及空气输送管道系统工程中采用内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的设计、施工及验收除可采用本规程规定，并应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 内衬不锈钢复合钢管 composite steel pipe stainless steel lined

又称双金属机械复合钢管，将不锈钢管衬入碳钢管内，在机械压力作用下，在内外层金属间形成具有一定结合强度的复合钢管。

2.0.2 内覆不锈钢复合钢管 composite steel pipe stainless steel clad

又称双金属冶金复合钢管，采用冶金方式，使内层不锈钢层和外层碳钢层在结合部位相互熔融而形成的复合管材。

2.0.3 外包钢增强不锈钢管 reinforced stainless steel pipe with encased steel

依靠外层碳钢管提高机械强度，内层不锈钢管提高防腐能力的内衬不锈钢复合钢管，又称外包钢增强不锈钢管。

2.0.4 复层 cladding metal

与介质接触，可满足饮水卫生安全、抗腐蚀、耐磨损等要求的金属材料层，是内衬（覆）不锈钢复合管中衬层和覆层的总称。

2.0.5 衬层（衬管） liner metal（liner pipe）

内衬在基层（基管）直接与被输送介质接触的可满足饮水卫生安全、耐腐蚀、耐磨损等要求的金属层（管）。

2.0.6 覆层 clad metal

内覆在基层（基管）并与基层（基管）熔合为一体的可满足饮水卫生安全、耐腐蚀、耐磨损等要求的金属层（管）。

2.0.7 不锈钢复合钢制对焊管件 stainless steel composite steel butt welding pipe fittings

内层为不锈钢，外层为碳钢或合金钢的钢制对焊管件。

2.0.8 内衬不锈钢复合钢制对焊管件 stainless steel lined steel butt welding pipe fittings

不锈钢与管件基体之间机械结合的不锈钢复合钢制对焊管件。

2.0.9 内覆不锈钢复合钢制对焊管件 stainless steel clad steel butt welding pipe fittings

不锈钢与管件基体之间冶金结合的不锈钢复合钢制对焊管件。

3 管材和管件

3.1 一般规定

3.1.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管应符合以下要求：

1 用于建筑生活给水系统时，应符合现行行业标准《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192 的规定；

2 用于工业给水排水管道时，应符合现行国家标准《流体输送用耐蚀合金复合钢管》GB/T 31940、《流体输送用不锈钢复合钢管》GB/T 32958 或现行行业标准《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192 的规定。

3 用于城镇燃气管道、成品油及空气输送管道时，应符合现行国家标准《流体输送用耐蚀合金复合钢管》GB/T 31940、现行行业标准《内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管》SY/T 6623、现行国家标准《石油天然气工业用内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管》GB/T 37701 或现行行业标准《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192 的规定。

4 用于输送采暖蒸汽时，应符合现行国家标准《流体输送用耐蚀合金复合钢管》GB/T 31940、现行国家标准《石油天然气工业用内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管》GB/T 37701 或现行行业标准《内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管》SY/T 6623 的规定。

3.1.2 采用焊接连接的不锈钢复合管件应符合现行国家标准《石油天然气工业用耐腐蚀合金复合管件》GB/T 35072 或现行团体标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的规定，其他连接方式的复合管件应符合本技术规程 3.3 和 3.4 的要求。

3.1.3 用于生活饮用水和管道直饮水工程中的管材、管件和密封件还应符合以下要求：

1 管材、管件和橡胶密封件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。

2 密封件还应符合现行国家标准《生活饮用水管道系统用橡胶密封件》GB/T 28604 或现行国家标准《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873 的规定。

3.2 管 材

3.2.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管的公称尺寸、公称外径、复合管和复层公称壁厚应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管的公称尺寸、公称外径、公称壁厚和复层公称壁厚

公称尺寸 DN	公称外径 (mm)		复合钢管 最小公称壁厚 (mm)	复层 最小公称壁厚 ¹ (mm)
	I系列	II系列		
15	21.3	—	2.8	0.30
20	26.9	—	2.8	
25	33.7	—	3.2	
32	42.4	—	3.5	
40	48.3	45	3.5	0.40
50	60.3	57	3.8	
65	76.1	73	4.0	
80	88.9	89	4.0	
100	114.3	108	4.0	0.50
125	139.7	133	4.0	
150	168.3 (165.1 ²)	159	4.5	0.60
200	219.1	219	5.0	0.70
250	273.0	273	5.0	0.80
300	323.9	325	6.0	0.90
350	355.6	377	6.0	1.00
400	406.4	426	7.0	
450	457	480	8.0	
500	508	530	8.0	
600	610	630	8.0	
700	711	720	10.0	1.20
800	813	820	10.0	
900	914	920	10.0	
1000	1016	1020	10.0	
1200	1219	1220	11.0	1.50
1400	1422	1420	12.5	
1600	1626	1620	14.0	

注：

¹ 内衬（覆）不锈钢复合钢管焊接连接时，复层最小公称壁厚不得小于 0.5 mm；

² 内衬（覆）不锈钢复合钢管采用公称外径 165.1 时，适用于沟槽连接以及与沟槽进行转换的连接。

3.2.2 内衬（覆）不锈钢复合钢管的壁厚除了应符合 3.2.1 的规定外，还应符合以下规定：

1 公称尺寸不大于 DN150 的复合钢管的最小公称壁厚，应符合《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定。

2 根据具体工况条件，可按相关标准规范进行确定壁厚或按本规程附录 A 中的计算方法进行计算确定壁厚；复层厚度不应小于 8 %复合管总壁厚。

3 对内衬（覆）不锈钢复合钢管进行液压试验时，如产品标准中未规定液压试验压力的计算方法可按下列方法之一进行计算：

- 1) 按复合钢管总壁厚计算，进行液压试验；
- 2) 按基管公称壁厚计算，进行液压试验；
- 3) 基管已进行液压试验，复合钢管可不再进行液压试验。

4 对于埋地使用的内衬（覆）不锈钢复合钢管确定壁厚后，还应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332、现行协会标准《给水排水工程埋地钢管结构设计规程》T/CECS 141 核算埋地工况下复合钢管管壁截面的稳定性验算和刚度验算；

3.2.3 复合钢管基管的选用应符合下列规定：

1 基管公称外径系列应符合下列规定：

1) 公称尺寸不大于 DN200 且采用螺纹连接或沟槽连接时，应选用表 3.2.1 中 I 系列；

2) 公称尺寸大于 DN200 时，宜采用表 3.2.1 中 II 系列。

2 系统压力不大于 1.6 MPa 时，宜选用焊接钢管作为外基管；

3 系统压力大于 1.6 MPa，且不大于 2.5 MPa 时，可选用电熔焊焊接钢管作为外基管或选用无缝钢管作为外基管；

4 系统压力大于 2.5 MPa，应选用无缝钢管或符合现行国家标准《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711 的焊接钢管作为外基管。

3.2.4 各类材质的基管采用本规程表 3.2.1 中公称壁厚时，其设计工作压力应符合下列规定：

1 基管选用 Q235B、Q235C 材质的焊接钢管时：

1) 公称尺寸不大于 DN200 时，最大设计工作压力为 2.5 MPa；

- 2) 公称尺寸大于 DN200 且不大于 DN800 时, 最大设计工作压力为 2.0 MPa;
- 3) 公称尺寸大于 DN800 时, 最大设计工作压力为 1.6 MPa。
- 2 基管选用 20 材质的无缝钢管时:
- 1) 公称尺寸不大于 DN200 时, 最大设计工作压力为 3.0 MPa;
- 2) 公称尺寸大于 DN200 且不大于 DN800 时, 最大设计工作压力为 2.0 MPa;
- 3 基管选用 Q355、L360 材质时, 最大设计工作压力可为 Q235、20 材质的 1.5 倍。

3.2.5 复合钢管基层（基管）的力学性能应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 复合钢管基层（基管）的力学性能

基层材料	下屈服强度* R_{eL} (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	断后伸长率, A (%)	
			$D \leq 168.3$ mm	$D > 168.3$ mm
			不小于	
20	245	390	19	
Q235B、Q235C	235	370	15	20
Q355B、Q355C	355	470	13	18
L360	360	460	20 或按 GB/T 9711 规定公式计算	

*当屈服不明显时, 可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 或规定总延伸强度 $R_{t0.5}$ 代替。

3.2.6 复合管基层和复层的化学成分应分别符合本规程表 3.2.6-1 和表 3.2.6-2 规定, 其他材质牌号的管材应符合相应的国家、行业标准。

3.2.7 根据介质的腐蚀性能, 复层材料材质牌号的选择可按本规程附录 B 选取。

表 3.2.6-1 基层化学成分

牌号	化学成分（质量分数）（%）								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
Q235B	≤0.20	≤0.35	≤1.40	≤0.045	≤0.045	≤0.30	≤0.30	—	≤0.30
Q235C	≤0.17	≤0.35	≤1.40	≤0.040	≤0.040	≤0.30	≤0.30	—	≤0.30
Q355B	≤0.24	≤0.55	≤1.60	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30	—	≤0.40
Q355C	≤0.20	≤0.55	≤1.60	≤0.030	≤0.030	≤0.30	≤0.30	—	≤0.40
20	0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.030	≤0.030	≤0.30	≤0.25	—	≤0.20
L360*	≤0.26	≤0.45	≤1.40	≤0.030	≤0.030	≤0.50	≤0.50	≤0.15	≤0.50

* L360 化学成分：Nb+V+Ti≤0.15 %、B≤0.001 %；如为无缝钢管，C≤0.28 %；碳含量比规定最大碳含量每减少 0.01 %，则允许锰含量比规定最大锰含量增加 0.05 %，最大锰含量为 1.65 %。

表 3.2.6-2 复层化学成分

牌号	代号	化学成分（质量分数）（%）									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Cu
06Cr19Ni10	S30408	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.040	≤0.030	18.00~20.00	8.00~11.00	—	—	—
022Cr19Ni10	S30403	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.040	≤0.030	18.00~20.00	8.00~12.00	—	—	—
06Cr17Ni12Mo2	S31608	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.040	≤0.030	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	—	—
022Cr17Ni12Mo2	S31603	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.040	≤0.030	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	—	—
022Cr22Ni5Mo3N	S22253	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.020	21.00~23.00	4.50~6.50	2.50~3.50	0.08~0.20	—
022Cr25Ni7Mo4N	S25073	≤0.03	≤0.80	≤1.20	≤0.035	≤0.020	24.00~26.00	6.00~8.00	3.00~5.00	0.24~0.32	≤0.50

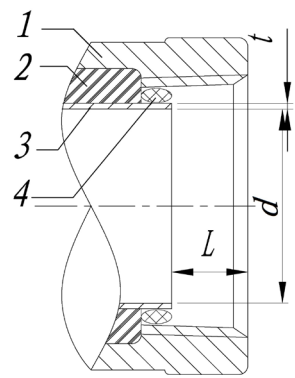
3.2.8 界面剪切试验和夹持力试验的试验方法及要求应符合下列规定：

- 1 内衬不锈钢复合钢管的试验方法及要求应符合现行行业标准《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192 的相关规定；
- 2 内覆不锈钢复合钢管的试验方法应符合现行国家标准《复合钢板力学及工艺性能试验方法》GB/T 6396，管体试样可压平，其值应不小于 140 MPa。

3.3 管 件

3.3.1 设计工作压力不大于 2.0 MPa 的管道工程中配套使用的螺纹连接管件应符合下列规定：

- 1 内螺纹管件应采用内衬不锈钢可锻铸铁管件。其外坯管件的材料、镀锌层（如有要求）、尺寸与公差、倒角、螺纹和性能要求等应符合现行国家标准《可锻铸铁管路连接件》GB/T 3287 的规定。内衬不锈钢可锻铸铁管件的截面如图 3.3.1 所示，尺寸应符合表 3.3.1 的规定，端口的密封圈宜具有内壁密封和端面密封的双密封功能；



1——可锻铸铁管件；2——固定层；3——内衬不锈钢层；4——端口密封圈部位；
t——内衬不锈钢层壁厚；d——内通径；L——端口密封圈距管件端口距离

图 3.3.1 内衬不锈钢可锻铸铁复合管件端口截面示意图

表 3.3.1 内衬不锈钢可锻铸铁复合管件尺寸

规格代号	公称尺寸 DN	所连接 钢管公称外径 OD (mm)	内通径 d (mm)	复层壁厚 t (mm)	端口密封圈距 管件端口距离 L (mm)
1/2	15	21.3	≥12	≥0.25	≥4.0
3/4	20	26.9	≥17	≥0.25	≥4.0
1	25	33.7	≥22	≥0.25	≥6.0

表 3.3.1 内衬不锈钢可锻铸铁复合管件尺寸

规格代号	公称尺寸 DN	所连接 钢管公称外径 OD (mm)	内通径 d (mm)	复层壁厚 t (mm)	端口密封圈距 管件端口距离 L (mm)
1¼	32	42.4	≥30	≥0.25	≥6.0
1½	40	48.3	≥35	≥0.35	≥6.0
2	50	60.3	≥45	≥0.35	≥6.0
2½	65	76.1	≥52	≥0.35	≥6.0
3	80	88.9	≥65	≥0.35	≥6.0
4	100	114.3	≥89	≥0.40	≥10.0

2 外螺纹管件（内接头）可采用不锈钢铸造管件，其应符合现行国家标准《低压不锈钢螺纹管件》GB/T 26120 的要求。

3.3.2 设计工作压力大于 2.0 MPa 的管道工程中配套使用的螺纹连接管件，应符合现行国家标准《锻制承插焊和螺纹管件》GB/T 14383 要求，材质应同复层材质，且应有便于放置橡胶密封圈和不锈钢挡圈的构造台阶。

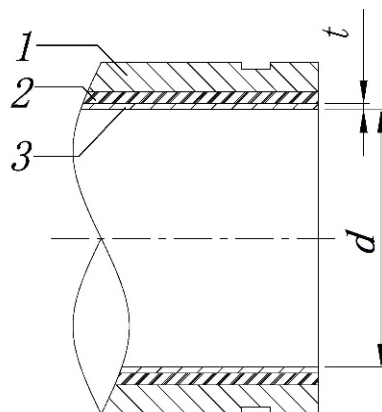
3.3.3 管道工程中配套使用的内衬不锈钢沟槽式复合管件和内衬不锈钢沟槽/螺纹式复合管件应符合下列规定：

1 外坯管件的标记、结构尺寸、基本参数、壳体材料、耐压强度等应符合现行国家标准《沟槽式管路连接件技术规范》GB/T 36019 的规定；

2 消防使用的外坯管件的标记、结构尺寸、基本参数、壳体材料、耐压强度等还应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统 第 11 部分：沟槽式管接件》GB 5135.11 的规定；

3 内衬不锈钢沟槽式复合管件截面如图 3.3.3 所示，尺寸应符合表 3.3.3 的规定。内衬不锈钢沟槽/螺纹式复合管件的螺纹端口截面如本标准图 3.3.1 所示，尺寸应符合本标准表 3.3.1 的规定。

4 配套连接的所使用的卡箍应符合现行国家标准《卡箍式柔性管接头 型式与尺寸》GB/T 8260 和《卡箍式柔性管接头 技术条件》GB/T 8259 的规定，且公称压力不得低于管路系统的公称压力。



注：1——外基坯沟槽式管件；2——固定层；固定层根据生产工艺可取消。
3——内衬不锈钢层；t——内衬不锈钢管壁厚；d——内通径。

图 3.3.3 内衬不锈钢沟槽式复合管件端口截面示意图

表 3.3.3 内衬不锈钢沟槽式复合管件尺寸

规格 代号	公称尺寸 DN	所连接钢管公称外径 OD (mm)	最小内通径 d (mm)	复层最小壁厚 t (mm)
26.9 (27)	20	26.9	17	0.25
33.7 (34)	25	33.7	22	0.25
42.4 (42)	32	42.4	30	0.25
48.3 (48)	40	48.8	35	0.35
60.3 (60)	50	60.3	45	0.35
76.1 (76)	65	76.1	52	0.35
88.9 (89)	80	88.9	65	0.35
114.3 (114)	100	114.3	89	0.40
139.7 (140)	125	139.7	113	0.50
165.1 (165)	150	165.1	139	0.50
219.1 (219)	200	219.1	188	0.50
273	250	273.0	258	0.70
323.9 (325)	300	323.9	308	0.80

3.3.4 管道工程中配套使用的对焊管件应符合下列规定：

1 输送生活饮用水、管道直饮水、消防给水、热水、空调用水、污废水等用途时，复合对焊管件的类型、代号与标志，制造与设计，要求，试验方法，检验规则，包装、运输、贮存等应符合现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的有关规定。若按 T/CECS 10120 附录 B 规定进行设计验证试验，试验压力应大于 T/CECS 10120 附录 A 规定的公称压力的 3 倍。设计验证试验可用于包含其他管件的管道系统。

2 采用复层材质的不锈钢材质的管件进行对焊管件使用时，其应符合现行国家标准《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459 和《钢制对焊管件 技术规范》GB/T 13401 的规定。

3.4 法 兰

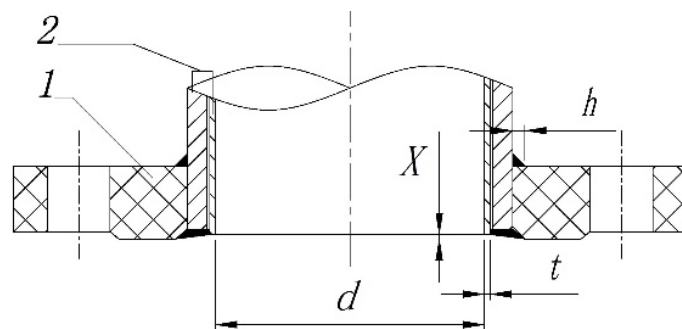
3.4.1 用于内衬（覆）不锈钢复合钢管配套使用的法兰，应符合下列规定：

1 法兰的设计、制造等技术要求均应符合现行国家标准《钢制管法兰第 1 部分：PN 系列》GB/T 9124.1 和现行行业标准《钢制管法兰（PN 系列）》HG/T 20592 的有关规定。

2 特殊需求法兰的设计、制造等技术要求可按照其他现行国家行业标准的规定执行。

3 设计工作压力不大于 4.0 MPa 时，宜选用板式平焊法兰（PL）、带颈平焊法兰（SO）和平焊环板式松套法兰（PL/C、PJ/RJ）。公称压力应与设计工作压力相匹配。

3.4.2 平焊法兰和平焊环与内衬（覆）不锈钢复合钢管的焊接接头应符合图 3.4.2 和表 3.4.2 的要求，其与钢管外壁的角焊缝应呈突起状态，不应呈凹下状态。平焊法兰和平焊环，在**法兰内孔和管体外层碳钢管端面应采用不锈钢焊条或焊丝进行封焊**，焊接时碳钢焊滴不应暴露在与流体接触的内表面（图 3.4.2）。



1——平焊法兰或平焊环；2——内衬（覆）不锈钢复合钢管；
t——复层壁厚；h——焊缝高度；X——密封焊缝距密封面距离；d——内通径。

图 3.4.2 平焊法兰或平焊环与内衬（覆）不锈钢复合钢管的焊接接头

表 3.4.2 内衬不锈钢法兰复合管件尺寸

规格代号 (公称尺寸) DN	所连接钢管 的公称外径 OD (mm)	内通径 d (mm)	焊缝高度 h (mm)	密封焊缝距密封面距离 X (mm)	复层壁厚 t (mm)
15	21.3	≥12	≤3.0	≤1.0	≥0.25
20	26.9	≥17	≤3.0	≤1.0	≥0.25
25	33.7	≥22	≤4.5	≤1.0	≥0.25
32	42.4	≥30	≤4.5	≤1.0	≥0.25
40	48.3	≥35	≤4.5	≤1.0	≥0.35
50	60.3	≥45	≤4.5	≤1.0	≥0.35
65	76.1	≥52	≤4.5	≤1.0	≥0.35
80	88.9	≥65	≤5.5	≤1.0	≥0.35
100	114.3	≥89	≤5.5	≤1.0	≥0.40
125	139.7	≥113	≤5.5	≤1.0	≥0.50
150	168.3 (165.1)	≥139	≤6.5	≤1.0	≥0.50
200	219.1	≥188	≤6.5	≤1.0	≥0.50
250	273.0	≥258	≤7.0	≤1.0	≥0.70
300	323.9/325.0	≥308	≤8.0	≤1.0	≥0.80
350	355.6/377.0	≥345	≤10.0	≤1.0	≥0.90
400	406.4/426.0	≥390	≤12.0	≤1.0	≥0.90
450	457.0/480.0	≥432	≤12.0	≤1.0	≥0.90
500	508.0/530.0	≥483	≤14.0	≤1.0	≥0.90
600	610.0/630.0	≥585	≤14.0	≤1.0	≥0.90

3.4.3 设计工作压力大于 4.0 MPa 时，应选用对焊法兰（WN）。所使用的对焊法兰应为不锈钢法兰或内堆焊不锈钢法兰。

3.4.4 法兰与螺纹连接方式进行转换时，可按下列方式之一进行转换：

1 采用加衬不锈钢的钢制带颈螺纹法兰（Th）。其外坯法兰应满足现行国家标准《钢制管法兰 第 1 部分：PN 系列》GB/T 9124.1 的规定或现行行业标准《钢制管法兰（PN 系列）》HG/T 20592 的规定，并且法兰密封面端应具有能够添加密封圈的台阶；

2 采用加衬不锈钢的可锻铸铁制带颈螺纹法兰。其外坯法兰应满足现行国家标准《带颈螺纹铸铁管法兰》GB/T 17241.3 的规定，并且法兰密封面端应具有能够添加密封圈的台阶；

3 采用满足本规程 3.4.2 的法兰短节，另一端进行螺纹加工。

3.4.5 法兰与沟槽连接方式进行转换时，可按下列方式之一进行转换：

1 采用加衬不锈钢的带颈法兰。其外坯管件应满足现行国家标准《沟槽式管路连接件技术规范》GB/T 36019 的要求；

2 采用满足本规程 3.4.2 的法兰短节，另一端进行沟槽轧制；

3.5 管材和管件防腐

3.5.1 对埋地使用的内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的外防腐措施应满足以下要求：

1 采用涂塑或覆塑层防腐的，塑层材料和塑层厚度应符合现行国家标准《流体输送用钢塑复合管及管件》GB/T 28897 的规定；

2 采用 PE 二层结构或 PE 三层结构防腐的，塑层材料和塑层厚度应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定；

3 采用熔结环氧粉末防腐的，塑层材料和塑层厚度应符合《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636 的规定；

4 采用石油沥青涂料、环氧煤沥青涂料、环氧树脂玻璃进行钢管外防腐的，涂层材料和涂层厚度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 和《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定；

5 涂覆前应对钢管内外表面进行抛（喷）射除锈。处理后的表面应无铁锈、焊渣、毛刺和杂物，抛（喷）射除锈等级应达到《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分： 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 中规定的 Sa2½级要求。

3.5.2 对室内使用的内衬（覆）不锈钢复合钢管外表面宜采用镀锌防腐层，镀锌质量应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定。

3.5.3 内衬不锈钢复合钢管出厂时，端面应有保护措施，避免在储存运输过程中，潮气进入复合管而引起双金属电腐蚀。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 管道系统设计工作压力和设计工作温度的确定、水力设计、管路连接和管路布置应符合现行下列国家强制性标准的规定：

《室外给水设计标准》GB 50013；
《室外排水设计标准》GB 50014；
《建筑给水排水设计标准》GB 50015；
《城镇燃气设计规范》GB 50028；
《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242；
《输气管道工程设计规范》GB 50251；
《给排水管道施工及验收规范》GB 50268；
《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332；
《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50947；
《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020；
《消防设施通用规范》GB 55036。

4.1.2 管道系统设计工作压力和设计工作温度的确定，壁厚设计并应符合现行下列国家标准的规定：

《压力容器》GB/T 150；
《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801。

4.1.3 内衬（覆）不锈钢复合钢管可采用螺纹连接、沟槽连接、法兰连接、焊接连接等方式。

4.2 设计工作压力和设计工作温度

4.2.1 管材、管件和法兰的设计工作压力应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 最大设计工作压力

品种	最大设计工作压力 (MPa)
基管符合《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的电阻焊、高频焊焊管的复合钢管	1.6
基管符合《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的电熔焊焊管，牌号为 Q235B 的复合钢管	2.5
基管符合《低压流体输送用无缝钢管》GB/T 8163，牌号为 20、Q355 的复合钢管	4.0
基坯管件符合《可锻铸铁管路连接件》GB/T 3287 的复合管件	2.0
符合《低压不锈钢螺纹管件》GB/T 26120 的不锈钢管件	2.0
基坯管件符合《锻制承插焊和螺纹管件》GB/T 14383 的复合管件	5.0
基坯管件符合《沟槽式管路连接件技术规范》GB/T 36019 的复合管件	2.5
沟槽式管接头 $DN \leq 300$	2.5
沟槽式管接头 $DN \geq 350$	1.6
基坯法兰符合《钢制管法兰 第 1 部分：PN 系列》GB/T 9124.1 的复合管件	16.0
基坯法兰符合《钢制管法兰（PN 系列）》HG/T 20592 的复合管件	16.0
基坯法兰符合《带颈螺纹铸铁管法兰》GB/T 17241.3 的复合管件	5.0
符合《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的复合管件	5.0
《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459 和《钢制对焊管件 技术规范》GB/T 13401 的不锈钢管件	16.0
注： 工作压力应小于等于相关标准的设计压力，如超过，应根据实际需要的压力，进行壁厚计算和验收。	

4.2.2 表 3.2.1 规定的最小壁厚为复合管最小公称壁厚，其设计工作压力的要求还应符合本规程 3.2.4 的规定。

4.2.3 焊接连接管件的设计应符合现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的规定。

4.2.4 管材和管件的设计温度符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 复合钢管及管件最大设计工作温度

品种	最大设计工作温度 (°C)
内衬（覆）奥氏体不锈钢的复合钢管	350
内衬（覆）双相不锈钢的复合钢管	300
基坯管件符合《可锻铸铁管路连接件》GB/T 3287	90 ¹
《低压不锈钢螺纹管件》GB/T 26120	110
基坯管件符合《锻制承插焊和螺纹管件》GB/T 14383	110
沟槽式管接头	90 ²
基坯法兰符合《钢制管法兰 第1部分：PN系列》GB/T 9124.1	350
基坯法兰符合《钢制管法兰（PN系列）》HG/T 20592	350
基坯法兰符合《带颈螺纹铸铁管法兰》GB/T 17241.3	110
《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459 和《钢制对焊管件 技术规范》GB/T 13401 材质牌号 06Cr19Ni10	350
满足现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的内衬不锈钢复合钢制对焊管件	110
满足现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的内覆不锈钢复合钢制对焊管件	350
注： ¹ 对输送更高温度的流体，可协商并指定耐高温固定层。 ² 对输送更高温度的流体，可协商并指定耐热硅橡胶密封圈。	

4.3 水力计算

4.3.1 室外给水管道水力计算应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的规定，不锈钢管的粗糙系数应为 0.0095。

4.3.2 室外排水管道的水力计算应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的规定，不锈钢管的粗糙系数应为 0.0095。

4.3.3 **建筑**给水排水管道水力计算应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。

4.3.4 **生活**给水管道单位长度的水头损失应按下式计算：

$$i = 105C^{-1.85}d^{-4.87}q_g^{1.85} \quad (4.4.4)$$

式中： i ——管道单位长度水头损失（kPa/m）；

d ——管道计算内径（m），内衬（覆）不锈钢复合钢管的壁厚和复层壁厚按表 3.2.1 采用，内衬（覆）不锈钢复合钢管的单位长度水头损失按本规程附录 C 采用；

q_g ——管道设计流量（m³/s）；

C ——海澄-威廉系数，对不锈钢取 130。

4.3.5 生活给水管道水力学计算表见附录 C。

4.3.6 消防给水管道水力计算应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50874 的规定。

4.4 管道布置与敷设

4.4.1 室外埋地管道管顶最小覆土深度不得小于土壤冰冻线以下 300 mm，车行道下的管线覆土深度不宜小于 700 mm。平行于建筑物外墙的进户给水、消防管道，其敷设深度应高于建筑物墙基底。

4.4.2 建筑室内给水管道的布置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。当两管平行布置时，其间距不得小于装卸管道连接件和支管接头时安装操作所需的距离。采用暗设时应便于安装和检修，且不得影响建筑结构的安全。室内嵌入承重砖墙的管道，其公称尺寸不得大于 DN25。

4.4.3 室内管道穿越楼板、梁和墙时，管道产生的荷载应计入结构设计的计算荷载。管道穿越混凝土、砌体等承重构件时，应设置保护套管。套管内壁与给水管外壁之间的空隙不得小于 20 mm。室内管道不得在建筑物的内墙基础底面以下穿越，不宜穿越建筑物之间的沉降缝。管道接头不得埋设在承重墙、梁、板、柱内，接头与结构构件外壁的净距不得小于管道安装和检修时所需的最小净距。

4.4.4 内衬（覆）不锈钢复合钢管及管接头不得埋设于钢筋混凝土结构中。

4.4.5 管道系统的绝热保温应满足以下要求：

1 室外明露或室内可能冰冻的场所安装后应进行保温，并在保温层外加设金属板或玻璃布等防护措施；

2 室内明露热水管道应采取相应的保温绝热措施。对有可能结露的部位宜采取防结露措施；

3 内衬（覆）不锈钢复合钢管的导热系数选用外基钢管的导热系数。

4.4.6 管道系统应考虑因水温和环境温度变化产生的轴向位移，并采取补偿措施。其应满足以下要求：

1 管材的膨胀系数选用外基钢管的线膨胀系数，一般可取值 $1.21 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ；

2 管道的伸缩补偿可选用曲挠橡胶接头、波纹伸缩节等补偿器，后在分流端设置自由臂作为支管的补偿；

3 热水水平干管与水平支管连接、水平干管与立管连接、立管与每层热水支管连接时，应采取管道伸缩时相互不影响措施。

5 管道安装

5.1 一般规定

5.1.1 管道安装前应具备下列条件：

- 1 施工图纸及其他技术文件齐全，并已进行技术交底；
- 2 对安装所需管材、管件、焊材、仪表和阀门等附件以及管道支承件、紧固件、密封圈等配件已核对产品合格证、质量保证书、规格型号、品种和数量，并进行外观检查；
- 3 施工场地及施工用水、供电满足要求；
- 4 施工机具已到场；
- 5 与管道连接的设备已就位固定或已定位；
- 6 如有焊接连接，施工方还应按照相应的现行国家行业标准进行焊接工艺评定，并编制焊接工艺规范。

5.1.2 施工人员应经内衬（覆）不锈钢复合钢管管道安装的技术培训，熟悉内衬（覆）不锈钢复合钢管的性能，掌握基本操作技能。

5.1.3 内衬（覆）不锈钢复合钢管安装可采用下列机具：

- 1 砂轮切割机；
- 2 电动切管机；
- 3 套丝机；
- 4 滚槽机；
- 5 手工氩弧焊接设备和气体保护装置（焊接连接时）；
- 6 手工电弧焊接设备（焊接连接时）。

5.1.4 内衬（覆）不锈钢复合钢管施工应符合《给排水管道施工及验收规范》GB 50268，施工程序应符合下列要求：

- 1 室内埋地管应在底层土建地坪施工前安装在地坪下；
- 2 室内埋地管道安装至外墙外距离不宜小于 500 mm，管口应及时封堵；
- 3 管道安装宜从大口径逐渐接驳接到小口径。

5.1.5 管道穿越楼板、墙壁、屋面及嵌墙敷设时，应配合土建留洞、留槽时，墙槽表面需平整，无尖角等突出物，留洞、留槽尺寸应符合下列要求：

1 预留洞孔尺寸应不小于管道外径加 40 mm；

2 管道嵌墙内暗敷时，管槽宽度可为管道外径加 30 mm；管槽深度可为管道外径加 20 mm。

5.1.6 埋地、嵌墙敷设的管道，在进行隐蔽工程验收后应及时填补。

5.1.7 截切管应符合下列要求：

1 截切管应采用砂轮切割机、电动切管机等工具。截切管后管口尺寸不得缩径，不得采用火焰切割；

2 截切管时，其锯面应垂直于管轴线，偏差不应超过 1.0 mm。端面应去除毛刺飞边等缺陷。

5.2 螺纹连接

5.2.1 螺纹的选用及加工应符合下列要求：

1 管体螺纹连接的管件应符合本规程 3.3.1 和 3.3.2 的规定；

2 螺纹应采用圆锥形管螺纹且符合现行国家标准《55°密封管螺纹 第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB/T 7306.2 的规定；

3 螺纹加工（套丝）应采用自动套丝机，采用润滑油润滑，并应采用标准螺纹规检验；

4 管端的管螺纹（丝扣）应光洁，不得有毛刺、乱扣，缺扣总长不得超过管螺纹（丝扣）总长的 10 %；接口紧固后宜露出 2~3 个螺牙。

5.2.2 管端清理加工应符合下列要求：

1 应去除管端的毛边、毛刺；

2 应清除管端和螺纹内的油、水和金属切屑等杂物。

5.2.3 管端的螺纹清理加工后，应进行防腐、密封处理，宜采用聚四氟乙烯生料带缠绕螺纹或液体生料带涂覆螺纹或两种组合的方式，同时应用色笔在管壁上标记拧入深度，拧入深度应符合表 5.2.3；

表 5.2.3 标准旋入牙数及标准紧固扭矩

公称尺寸 DN	旋入		扭矩	管子钳规格×施加的力 (mm) × (kN)
	长度 (mm)	牙数 (个)	N×m	
15	11	5.5~6.5	40	350×0.15
20	13	6.0~7.0	60	350×0.25
25	15	5.5~6.5	100	450×0.30
32	17	6.0~7.5	120	450×0.35
40	18	6.0~7.5	150	600×0.30
50	20	8.0~9.5	200	600×0.40
65	23	9.0~10.5	250	900×0.35
80	27	10.0~12.0	300	900×0.40
100	33	12.0~14.0	400	1000×0.50

5.2.4 管件的连接

1 管材与管件连接前，应检查管件内密封圈。然后将管件连接到管端外螺纹，在确认配件接口已插入内衬（覆）不锈钢复合钢管后，用管钳进行管子与管件的连接。进行连接时，不得逆向旋转；

2 管材与管件连接后，外露的螺纹部分及所有钳痕和表面损伤的部位应涂防腐胶或缠绕防腐密封带；

3 管材与给水栓、卫生器具及设备附件连接时，应采用不锈钢或黄铜材质的外螺纹接头进行过渡。过渡后，外螺纹接头在依次连接内螺纹管件、内衬（覆）不锈钢复合钢管。

5.3 沟槽连接

5.3.1 沟槽连接方式适用于公称尺寸不小于 DN50 的内衬（覆）不锈钢复合钢管的连接。管道系统的工作压力不得大于沟槽式管接头的公称压力或标称的允许工作压力。

5.3.2 沟槽连接用卡箍及沟槽式管件应符合本规程 3.3.3 的规定。

5.3.3 管道安装时，应符合下列要求：

1 管端沟槽轧制加工过程应符合现行协会标准《沟槽式连接管道工程技术规程》T/CECS 151 的规定；另外沟槽连接端面应采取可靠的防腐措施，宜添加不锈钢密封套，硅橡胶密封套、堆焊等，不锈钢密封套在沟槽加工后应与管端固定成为一体，不应脱落。不锈钢密封钢套可由不锈钢和密封圈组成。防腐措施应能将整个管端与水接触部位包裹，彻底解决基管端面与水接触而产生电化学腐蚀的问题。连接所用的管件宜采用内衬不锈钢的沟槽式管件和附件；

2 接头安装和支（吊）架设置应符合现行协会标准《沟槽式连接管道工程技术规程》T/CECS 151 的规定。

5.4 法兰连接

5.4.1 管道系统的工作压力不得大于法兰的公称压力或标称的允许工作压力。

5.4.2 管道法兰连接应符合下列要求：

- 1 截切管应符合本规程 5.1.8 条的要求；
- 2 现场配接法兰时，应采用连接方式转换的方式进行，符合本技术规程 3.4.4 或 3.4.5 的规定；
- 3 与螺纹连接或沟槽连接转换时，应按本技术规程 3.4.4 或 3.4.5 的规定进行。
- 4 连接法兰的螺栓应使用相同规格，而且安装方向应一致，螺栓应从钢管对称位置紧固，紧固好的螺栓应露出螺母之外。
- 5 法兰应与管道保持同心，两法兰间应平行。
- 6 法兰连接应采取一次安装法，应设计好每段焊有法兰的复合钢管的长度，在工厂进行制作，在施工现场一次性进行安装。不应在施工现场在复合钢管上焊接法兰。当安装有困难时，可采用松套法兰连接。
- 7 埋地管道法兰连接时，其法兰应采取防腐措施。

5.5 焊接连接

5.5.1 焊接连接应符合现行国家标准《不锈钢复合钢板焊接技术条件》GB/T 13148 的规定或符合现行行业标准《石油化工不锈钢复合钢焊接规程》SH/T 3527 的规

定，并应符合现行国家标准《给排水管道施工及验收规范》GB 50268 关于焊接施工的规定。

5.5.2 焊工应经技术培训，并考核合格，取得合证书后，持证上岗。

5.5.3 焊接坡口应采用机械加工方法，出厂管端坡口应满足 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，对接焊时，接头示意图如图 5.5.3 所示。

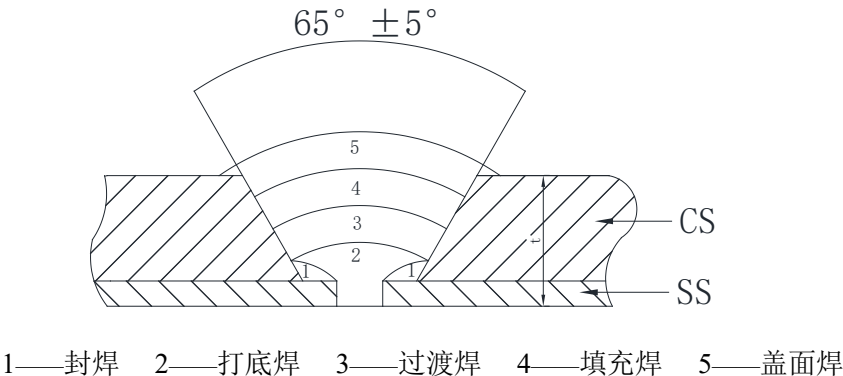


图 5.5.3 复合管环焊坡口设计及焊接次序

5.5.4 焊前应采用机械方法及有机溶剂（如丙酮、酒精、香蕉水等）清除焊丝表面和焊接坡口两侧应不小于 20 mm 范围内的油污、锈迹、氧化膜及其他污物。钢管对口检查合格后，方可进行焊接。焊接过程中应清除前道焊缝表面的熔渣和缺陷等，并露出金属光泽。

5.5.5 复层及过渡层的焊接，宜采用钨极氩弧焊或激光焊或两者的组合焊；基层的焊接宜采用钨极氩弧焊、激光焊、焊条电弧焊和二氧化碳保护焊。

5.5.6 焊接使用的焊条、焊丝应符合下列规定：

1 焊条应分别符合现行国家标准《不锈钢焊条》GB/T 983、《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118 等规定及供需双方协议的要求；焊丝应分别符合现行国家标准《气体保护焊用碳钢、低合金钢用焊丝》GB/T 8110、现行行业标准《焊接用不锈钢丝》YB/T 5092 等规定及供需双方协议的要求；

2 焊条和焊丝宜按本规程表 5.5.6 选用，对接焊缝的不锈钢焊条焊丝，应采用铬镍含量高一等级的焊条焊丝；

表 5.5.6 焊条和焊丝的选用

基层牌号	基层焊条电弧焊	基层气体保护焊焊丝
Q235B、 Q235C、20	E4303 (J422)、E4315 (J427)	ER49-1 (H08Mn2Si)、 ER50-2 (H08Mn2Si2A)
Q355B、Q355C	E5015 (J507)、E5016 (J506)	ER50-2 (H08Mn2SiA)
06Cr19Ni10	E310-15 (A407)、E310-16 (A402)、 E309-16 (A302)、E309-15 (A307)、 E309L-16 (A062)	ER309L (H03Cr24Ni13Si)
022Cr19Ni10	E309L-16 (A062)	
06Cr17Ni12Mo2	E309Mo-16、E309MoL-16	ER309LMo (H03Cr24Ni13Mo2)
022Cr17Ni12Mo2	E309MoL-16	
022Cr23Ni5Mo3N	E2209-17	ER2209 (H03Cr22Ni8Mo3N)
022Cr25Ni7Mo4N	E2594-16	ER2594 (H03Cr25Ni9Mo4N)

3 除非是焊接外坡口时，采用焊接碳钢对应的填充材料，否则焊接复层和碳钢层材料的填充焊丝或焊条，都应焊接复层材料对应的焊丝和焊条材料。应采用比铬镍含量高一等级的焊条焊丝而不是用碳钢材料对应的焊丝焊条。

4 奥氏体不锈钢的焊条电弧焊宜采用钛钙型酸性焊条；

5 相同强度等级的碳素钢、低合金钢相焊的焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于相应母材标准规定下限值；

6 对于有防晶间腐蚀要求的焊接接头应采用熔敷金属中含有稳定化元素 Ti、Nb 或保证熔敷金属中含碳量 $\leq 0.04\%$ 的焊条或含碳量 $\leq 0.03\%$ 的焊丝；

7 焊条应在 300℃烘干 1h~2h，并保存在保温桶内，以备取用；

5.5.7 当设计施工技术条件要求进行焊接工艺评定时，在焊接施工前应按设计要求进行焊接工艺评定。如未指定标准，可按现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 或《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 规定进行。

5.5.8 焊接工艺参数宜选用较小的焊接线能量；对奥氏体不锈钢，复层焊接层间温度不宜大于 150℃；对奥氏体-铁素体双相不锈钢，复层焊接层间温度不宜大于 100℃。

5.5.9 内衬不锈钢管管端的封焊应符合下列规定：

1 封焊时应注意观察熔池，如果发现熔池由里往外冒气泡，或是发生爆裂时，应立即停止焊接，将接头处打磨干净后重新焊接；

2 封焊时电流不宜过大，应控制在 90 A 以内；摆动不宜过大，焊接速度应快一点，焊道不宜太厚太宽；

5.5.10 焊接程序应符合下列规定：

1 先焊复层，再焊过渡层，最后焊基层。对于大口径管道，焊工在管内进行对焊时，先焊基层，再焊过渡层，最后内焊盖面复层。

2 内衬不锈钢复合钢管在现场施焊前可将封焊层打开 1 个点位~2 个点位，并对管口进行加热，使其水蒸气和空气尽可能排出，然后再进行对接打底焊；

3 对接焊时应按下列规定进行焊接：

- 1) 首先对管道进行四点刚性固定，采用机械夹具调整坡口间隙。
- 2) 中小口径管的焊接顺序为：先打底焊接不锈钢复层，再盖面焊焊接碳钢基层。在打底焊结束后，采用不锈钢刷或角向砂轮机将底层不锈钢焊缝表面的药皮清理干净，直至露出金属光泽。
- 3) 对于大口径管道，焊工在管内进行对焊时的焊接顺序为：先焊基层，再焊过渡层，最后内焊盖面复层。焊接操作顺序为仰焊（顺时针 4 点~8 点）→立焊（逆时针 4 点~1 点）→立焊（顺时针 8 点~11 点）→平焊（顺时针 11 点~4 点）的方法完成。

5.5.11 打底焊（根焊）和内盖面焊应符合下列规定：

1 应采用钨极氩弧焊或激光焊进行，焊接顺序由下到上，对称焊接；

2 焊接电流应合适，一般控制在 80 A~100 A；过小的电流容易造成未焊透，过大的电流容易造成根部内凹；

3 对于打底焊的缺陷，通常需要将焊道磨穿才能将缺陷清除。如果打底焊返修不成功，应将焊道割掉增加短管，短管长度应不小于 500 mm。

5.5.12 过渡层的焊接应符合下列规定：

1 过渡层焊接时，过小的电流容易造成层间未焊透及熔敷金属合金浓度梯度过大，过大的电流易将根部或封焊层烧穿；焊接过渡层时，应采用较小直径的焊条或焊丝；

2 过渡层的厚度不小于 2 mm，过渡层焊接时可采用复层焊接材料或打底焊材料；

5.5.13 外盖面焊缝控制焊缝余高不超过 2 mm，并严格控制盖面焊缝咬边缺陷的发生，焊后应清除焊件表面的焊渣、飞溅及其他污物。

5.5.14 管径大于 800 mm 时，可采用双面焊。

5.5.15 管道焊接连接时，基体钢管的纵向焊缝应错开。管径小于 600 mm 时，错开的间距不小于 100 mm；管径大于等于 600 mm 时，错开的间距不小于 300 mm。环向焊缝距支架距离应不小于 100 mm；直管管段两相邻环向焊缝的间距应不小于 200 mm，并应不小于管节的外径；管道任何位置不得有十字形焊缝。

5.5.16 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不宜大于 3 mm。内径相同但外径不同的管段相连时，可对相连处基管开 1/4 的过渡坡口；不同内径的管段相连时，应采用异径管进行转换。不同管径的管节相连时，两管径相差大于小管管径的 15 % 时，可用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的 2 倍，且不应小于 200 mm。

5.5.17 与管道连接的弯头、三通、异径管（大小头）等管件应符合本规程 3.3.4 的规定。

5.6 防 腐

5.6.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管连接部位的防腐应符合以下规定：

1 螺纹连接时，在螺纹加工深浅不同时，管端面应与管件的橡胶密封装置紧密接触；

2 不锈钢内螺纹管件，必须具有台阶，用于放置管端密封装置；

3 沟槽连接时，管端面与管端面、管端面与管件端面以及管件端面与管件端面应采取可靠的防腐措施，避免水与外基层（包括：外基管、外坯沟槽管件）接触；

4 焊接连接时，管端在出厂时应进行封焊或堆焊，且对接焊缝内壁不能露出碳钢焊滴；

5 支管连接时，应采用相配套的并经防腐处理的三通管件。

6 对内衬（覆）不锈钢复合钢管主管需连接支管时，应采用能确保复合管端面防腐的衬不锈钢可锻铸铁或碳钢三通管件、覆不锈钢复合钢板对焊三通管件。

7 管道系统的支承体、紧固件应采用热浸镀锌金属件或碳钢件加防腐漆；沟槽卡箍使用的螺栓应采用热镀锌防腐或达克罗防腐。

5.6.2 运输和安装过程中损坏的防腐层、管道连接部位防腐应符合以下规定：

1 应按现行国家标准《管道外防腐补口技术规范》GB/T 51241 规定，用辐射交联聚乙烯热收缩带、辐射交联聚乙烯补伤片、无溶剂液体涂料、聚合物胶粘带或弹体胶带进行修补与补口；

2 应按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定用环氧底漆/辐射交联聚乙烯热收缩带进行修补与补口；

3 应按现行国家标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636 的规定，采用熔结环氧粉末进行外表面修补与补口；

4 应采用聚脲进行修补与补口。

6 验 收

6.0.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《给排水管道施工及验收规范》GB 50268 或按照其他领域的国家有关规定进行分项、分部及单位工程试验及验收。

6.0.2 中间验收、竣工验收前施工单位应进行自检。验收时应做好记录，签署文件，并立卷归档。

6.0.3 焊接检验应包含以下内容：

1 焊缝无损检测按照现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323 或现行行业标准《承压设备无损检测》NB/T 47013 或《石油天然气工业 承压钢管无损检测方法》SY/T 6423 规定进行。

2 焊缝的无损检测的检测范围及合格标准，应符合设计图纸和技术条件规定，或按供需双方协议的要求。

6.0.4 内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的试压程序应与不锈钢管系统一致，并应符合以下规定：

1 试压前，管道附属设备已按要求紧固、锚固合格；

2 管道顶部回填土宜留出接口位置，以便检查渗漏处；

3 试验管段所有敞口应封闭，不得有渗漏水现象；试验管段注满水后，宜在不大于工作压力条件下充分浸泡后再进行水压试验；

4 试验水质应满足不锈钢管到系统试压水质的要求。

6.0.5 管道试压合格后，应将管道系统内的存水放空，放空时应开启进气孔，并进行管道清洗。输送生活饮用水和饮用净水的管道还应消毒。消毒后的管道通水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求。

6.0.6 验收时应具备下列文件：

1 施工图、竣工图及设计变更文件；

2 材料出厂合格证和质量保证书；

3 中间试验记录和隐蔽工程验收记录；

4 水压试验记录、消毒与水质检验记录以及冲洗通水试验记录；

- 5 工程质量事故记录;
- 6 分项、分部、单位工程的施工及质量检验记录。

6.0.7 工程验收时应重点检查下列项目:

- 1 管材、管件和附件标志是否与用途一致;
- 2 沟槽连接是否采用专用橡胶密封圈和不锈钢保护套;
- 3 螺纹连接部位的管段露牙数是否过多, 能否确保拧紧深度;
- 4 检查管位、管径、标高、坡度、垂直度、支承位置及牢固性;
- 5 埋地管道的防腐处理;
- 6 焊接质量检验文件;

7 按照《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分: 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 的规定, 目测或样板对比评定钢管涂装前表面除锈质量。目测或用五倍放大镜检验涂装质量;

- 8 用漆膜测厚仪测量涂层干膜总厚度。

附录A 钢管壁厚的确定

A.0.1 钢管壁厚可按下列公式计算确定：

$$t = \frac{0.625P_0D}{R_{eL}KH} \quad \text{————— (A.1)}$$

式中：

t ——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；

P_0 ——允许工作压力，单位为兆帕（MPa）；

D ——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）；

R_{eL} ——钢管下屈服强度，单位为兆帕（MPa），详见表 A.1-1；

K ——不同标准规定的许用应力和上屈服强度的比例，详见表 A.1-2；

H ——高温下许用应力与室温下许用力相比的下降系数，详见表 A.1-3。

表 A.1-1 材料的下屈服强度 R_{eL}

标准	牌号	下屈服强度* R_{eL} （MPa）
GB/T 3091	Q195A、Q195B	195
GB/T 3091	Q235B、Q235C	235
GB/T 3091	Q355B、Q355C	355
GB/T 8163	20	245
GB/T 8163	Q355B、Q355C	355
GB/T 9711	L245	245
GB/T 9711	L320	320
GB/T 9711	L415	415
*当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 或规定总延伸强度 $R_{t0.5}$ 代替。		

表 A.1-2 材料许用应力和下屈服强度之比 K

标准	范围	系数 K
GB/T 3091	—	60 %
GB/T 8163	—	60 %
GB/T 9711	L245/B	60 %
GB/T 9711 L290/X42 至 L830/X120	$D \leq 141.3\text{mm}$	60 %
	$D > 141.3\text{mm}$ 至 $\leq 219.1\text{mm}$	75 %
	$D > 219.1\text{mm}$ 至 $\leq 508\text{mm}$	85 %
	$D > 508\text{mm}$	90 %

表 A.1-3 高温下许用应力与室温下许用力相比的下降系数 H

温度	材料	下降系数 H
20℃	20、Q235B、Q235C、Q355、L320	1
$\leq 200^{\circ}\text{C}$	20、Q235B、Q235C、Q355、L320	$\geq 85\%$
$\leq 300^{\circ}\text{C}$	20、Q235B、Q235C、Q355、L320	$\geq 69\%$

附录B 不锈钢的耐蚀性能

B.0.1 不锈钢的耐蚀性能应符合表 B.1 规定。

表 B.1 不锈钢耐蚀性能表

牌号	介质	浓度	温度 (°C)	耐腐蚀性能或 腐蚀速度 (mm/a)
06Cr19Ni10 (304)	含 Cl ⁻ 水	200 mg/L	20	可使用的最高浓度
	含 Cl ⁻ 水	50 mg/L	热水	可使用的最高浓度
	硝酸	0.5%~99%	20	<0.1
	醋酸	10%	沸腾	<0.1
	硫酸	1%	20~99	0.002
	柠檬酸	1%~50%	20	<0.1
	硝酸铵	—	—	无腐蚀
	碳酸钠	10%	15.6	<0.0014
	锅炉水	—	332	35000 h 无腐蚀
022Cr17Ni12Mo2 (316L)	含 Cl ⁻ 水	800 mg/L	20	可使用的最高浓度
	H ₃ PO ₄	20%	93	0.05
	醋酸	50%	沸腾	0.005
	尿素	32%~34%	195	0.065
	硫酸	30%	25	<0.3
	氯化钙	58%	166	0.043
022Cr22Ni5Mo3N (2205)	5% NaOH +20% NaCl	—	108	0.001
	NaCl	3%	沸腾	0.003
	NaOH	30%	沸腾	0.06
	H ₃ PO ₄	85%	66	0.01
	甲酸	20%	沸腾	0.033
	硫酸	20%	50	<0.1
	NH ₄ Cl	50%	115	<0.1
	水/油=90/10, H ₂ S 2%, NaCl 9%, CO ₂ 3% pH4.5—6 压力 7MPa	—	115~140	实际使用 超过了 20 年

附录C 水力计算表

C.0.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管的沿程水头损失可按表 C.0.1 确定。

表 C.0.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管水力计算表

流量Q		DN15		DN20		DN25	
		d _j =0.0141		d _j =0.0197		d _j =0.0257	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
0.234	0.065	0.416	0.2386				
0.252	0.070	0.448	0.2736				
0.270	0.075	0.480	0.3109				
0.288	0.080	0.512	0.3503				
0.306	0.085	0.544	0.3919				
0.324	0.090	0.576	0.4356				
0.342	0.095	0.608	0.4814				
0.360	0.10	0.640	0.5293				
0.378	0.105	0.672	0.5793				
0.396	0.11	0.704	0.6314				
0.414	0.115	0.736	0.6855	0.377	0.1345		
0.432	0.12	0.769	0.7416	0.394	0.1455		
0.450	0.125	0.801	0.7998	0.410	0.1569		
0.468	0.13	0.833	0.8600	0.427	0.1687		
0.486	0.135	0.865	0.9222	0.443	0.1809		
0.504	0.14	0.897	0.9864	0.459	0.1935		
0.522	0.145	0.929	1.0525	0.476	0.2065		
0.540	0.15	0.961	1.1206	0.492	0.2198		
0.558	0.155	0.993	1.1907	0.509	0.2336		
0.576	0.16	1.025	1.2628	0.525	0.2477		
0.594	0.165	1.057	1.3367	0.541	0.2622		
0.612	0.17	1.089	1.4126	0.558	0.2771	0.328	0.0759
0.630	0.175	1.121	1.4904	0.574	0.2924	0.337	0.0801
0.648	0.18			0.591	0.3080	0.347	0.0844
0.666	0.185			0.607	0.3240	0.357	0.0888
0.684	0.19			0.623	0.3404	0.366	0.0933
0.702	0.195			0.640	0.3572	0.376	0.0979
0.720	0.20			0.656	0.3743	0.386	0.1025
0.738	0.205			0.673	0.3918	0.395	0.1073
0.756	0.21			0.689	0.4097	0.405	0.1122
0.774	0.215			0.705	0.4279	0.414	0.1172
0.792	0.22			0.722	0.4465	0.424	0.1223
0.810	0.225			0.738	0.4655	0.434	0.1275
0.828	0.23			0.755	0.4848	0.443	0.1328

续表 C.0.1

流量Q		DN20		DN25		DN32	
		d _j =0.0197		d _j =0.0257		d _j =0.0338	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
0.846	0.235	0.771	0.5045	0.453	0.1382		
0.864	0.24	0.787	0.5245	0.463	0.1437		
0.882	0.245	0.804	0.5449	0.472	0.1493		
0.900	0.25	0.820	0.5656	0.482	0.1550		
0.918	0.255	0.837	0.5867	0.492	0.1607		
0.936	0.26	0.853	0.6082	0.501	0.1666		
0.954	0.265	0.869	0.6300	0.511	0.1726		
0.972	0.27	0.886	0.6522	0.520	0.1787		
0.990	0.275	0.902	0.6747	0.530	0.1848		
1.008	0.28	0.919	0.6976	0.540	0.1911		
1.026	0.285	0.935	0.7208	0.549	0.1975		
1.044	0.29	0.951	0.7444	0.559	0.2039		
1.062	0.295	0.968	0.7683	0.569	0.2105	0.329	0.0554
1.080	0.30	0.984	0.7925	0.578	0.2171	0.334	0.0572
1.098	0.305	1.001	0.8171	0.588	0.2239	0.340	0.0590
1.116	0.31	1.017	0.8421	0.598	0.2307	0.345	0.0608
1.134	0.315	1.033	0.8674	0.607	0.2376	0.351	0.0626
1.152	0.32	1.050	0.8930	0.617	0.2447	0.357	0.0644
1.170	0.325	1.066	0.9190	0.627	0.2518	0.362	0.0663
1.188	0.33	1.083	0.9454	0.636	0.2590	0.368	0.0682
1.206	0.335	1.099	0.9720	0.646	0.2663	0.373	0.0701
1.224	0.34			0.655	0.2737	0.379	0.0721
1.242	0.345			0.665	0.2812	0.384	0.0741
1.260	0.35			0.675	0.2888	0.390	0.0760
1.296	0.36			0.694	0.3042	0.401	0.0801
1.332	0.37			0.713	0.3200	0.412	0.0843
1.368	0.38			0.733	0.3362	0.424	0.0885
1.404	0.39			0.752	0.3528	0.435	0.0929
1.440	0.40			0.771	0.3697	0.446	0.0974
1.476	0.41			0.790	0.3870	0.457	0.1019
1.512	0.42			0.810	0.4046	0.468	0.1066
1.548	0.43			0.829	0.4226	0.479	0.1113
1.584	0.44			0.848	0.4410	0.490	0.1161
1.620	0.45			0.867	0.4597	0.502	0.1211
1.656	0.46			0.887	0.4788	0.513	0.1261
1.692	0.47			0.906	0.4982	0.524	0.1312
1.728	0.48			0.925	0.5180	0.535	0.1364
1.764	0.49			0.945	0.5381	0.546	0.1417

续表 C.0.1

流量Q		DN25		DN32		DN40	
		d _j =0.0257		d _j =0.0338		d _j =0.0395	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
1.404	0.39	0.752	0.3528	0.435	0.0929	0.318	0.0435
1.440	0.40	0.771	0.3697	0.446	0.0974	0.326	0.0456
1.476	0.41	0.790	0.3870	0.457	0.1019	0.335	0.0477
1.512	0.42	0.810	0.4046	0.468	0.1066	0.343	0.0499
1.548	0.43	0.829	0.4226	0.479	0.1113	0.351	0.0521
1.584	0.44	0.848	0.4410	0.490	0.1161	0.359	0.0544
1.620	0.45	0.867	0.4597	0.502	0.1211	0.367	0.0567
1.656	0.46	0.887	0.4788	0.513	0.1261	0.375	0.0590
1.692	0.47	0.906	0.4982	0.524	0.1312	0.384	0.0614
1.728	0.48	0.925	0.5180	0.535	0.1364	0.392	0.0639
1.764	0.49	0.945	0.5381	0.546	0.1417	0.400	0.0663
1.800	0.50	0.964	0.5586	0.557	0.1471	0.408	0.0689
1.854	0.515	0.993	0.5900	0.574	0.1554	0.420	0.0727
1.908	0.53	1.022	0.6222	0.591	0.1639	0.433	0.0767
1.962	0.545	1.051	0.6552	0.607	0.1725	0.445	0.0808
2.016	0.56	1.080	0.6889	0.624	0.1814	0.457	0.0849
2.070	0.575	1.108	0.7234	0.641	0.1905	0.469	0.0892
2.124	0.59	1.137	0.7587	0.658	0.1998	0.481	0.0935
2.178	0.605	1.166	0.7948	0.674	0.2093	0.494	0.0980
2.232	0.62	1.195	0.8317	0.691	0.2190	0.506	0.1025
2.286	0.635	1.224	0.8693	0.708	0.2289	0.518	0.1072
2.340	0.65	1.253	0.9076	0.724	0.2390	0.530	0.1119
2.394	0.665	1.282	0.9468	0.741	0.2493	0.543	0.1167
2.448	0.68			0.758	0.2598	0.555	0.1216
2.502	0.695			0.775	0.2705	0.567	0.1267
2.556	0.71			0.791	0.2814	0.579	0.1318
2.610	0.725			0.808	0.2925	0.592	0.1370
2.664	0.74			0.825	0.3038	0.604	0.1422
2.718	0.755			0.841	0.3153	0.616	0.1476
2.772	0.77			0.858	0.3270	0.628	0.1531
2.826	0.785			0.875	0.3389	0.641	0.1587
2.880	0.80			0.892	0.3510	0.653	0.1643
2.934	0.815			0.908	0.3633	0.665	0.1701
2.988	0.83			0.925	0.3757	0.677	0.1759
3.042	0.845			0.942	0.3884	0.690	0.1818
3.096	0.86			0.958	0.4012	0.702	0.1878
3.150	0.875			0.975	0.4143	0.714	0.1939
3.204	0.89			0.992	0.4275	0.726	0.2001

续表 C.0.1

流量Q		DN32		DN40		DN50	
		d _j =0.0338		d _j =0.0395		d _j =0.0509	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
2.286	0.635	0.708	0.2289	0.518	0.1072	0.312	0.0312
2.340	0.65	0.724	0.2390	0.530	0.1119	0.319	0.0326
2.394	0.665	0.741	0.2493	0.543	0.1167	0.327	0.0340
2.448	0.68	0.758	0.2598	0.555	0.1216	0.334	0.0354
2.502	0.695	0.775	0.2705	0.567	0.1267	0.342	0.0368
2.556	0.71	0.791	0.2814	0.579	0.1318	0.349	0.0383
2.610	0.725	0.808	0.2925	0.592	0.1370	0.356	0.0398
2.664	0.74	0.825	0.3038	0.604	0.1422	0.364	0.0414
2.718	0.755	0.841	0.3153	0.616	0.1476	0.371	0.0429
2.772	0.77	0.858	0.3270	0.628	0.1531	0.378	0.0445
2.826	0.785	0.875	0.3389	0.641	0.1587	0.386	0.0462
2.880	0.80	0.892	0.3510	0.653	0.1643	0.393	0.0478
2.934	0.815	0.908	0.3633	0.665	0.1701	0.401	0.0495
2.988	0.83	0.925	0.3757	0.677	0.1759	0.408	0.0512
3.042	0.845	0.942	0.3884	0.690	0.1818	0.415	0.0529
3.096	0.86	0.958	0.4012	0.702	0.1878	0.423	0.0546
3.150	0.875	0.975	0.4143	0.714	0.1939	0.430	0.0564
3.204	0.89	0.992	0.4275	0.726	0.2001	0.437	0.0582
3.258	0.905	1.009	0.4409	0.739	0.2064	0.445	0.0600
3.312	0.92	1.025	0.4545	0.751	0.2128	0.452	0.0619
3.366	0.935	1.042	0.4684	0.763	0.2193	0.460	0.0638
3.420	0.95	1.059	0.4823	0.775	0.2258	0.467	0.0657
3.474	0.965	1.075	0.4965	0.787	0.2325	0.474	0.0676
3.528	0.98	1.092	0.5109	0.800	0.2392	0.482	0.0696
3.582	0.995	1.109	0.5255	0.812	0.2460	0.489	0.0716
3.636	1.01	1.126	0.5402	0.824	0.2529	0.496	0.0736
3.690	1.025	1.142	0.5551	0.836	0.2599	0.504	0.0756
3.744	1.04	1.159	0.5703	0.849	0.2670	0.511	0.0777
3.798	1.055	1.176	0.5856	0.861	0.2741	0.518	0.0797
3.852	1.07	1.193	0.6011	0.873	0.2814	0.526	0.0819
3.906	1.085	1.209	0.6168	0.885	0.2887	0.533	0.0840
3.960	1.10	1.226	0.6326	0.898	0.2962	0.541	0.0861
4.014	1.115	1.243	0.6487	0.910	0.3037	0.548	0.0883
4.068	1.13	1.259	0.6649	0.922	0.3113	0.555	0.0905
4.122	1.145			0.934	0.3190	0.563	0.0928
4.176	1.16			0.947	0.3267	0.570	0.0950
4.230	1.175			0.959	0.3346	0.577	0.0973
4.284	1.19			0.971	0.3426	0.585	0.0996

续表 C.0.1

流量Q		DN40		DN50		DN65	
		d _j =0.0395		d _j =0.0509		d _j =0.0663	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
3.852	1.07	0.873	0.2814	0.526	0.0819	0.310	0.0226
3.906	1.085	0.885	0.2887	0.533	0.0840	0.314	0.0232
3.960	1.10	0.898	0.2962	0.541	0.0861	0.319	0.0238
4.014	1.115	0.910	0.3037	0.548	0.0883	0.323	0.0244
4.068	1.13	0.922	0.3113	0.555	0.0905	0.327	0.0250
4.122	1.145	0.934	0.3190	0.563	0.0928	0.332	0.0256
4.176	1.16	0.947	0.3267	0.570	0.0950	0.336	0.0262
4.230	1.175	0.959	0.3346	0.577	0.0973	0.340	0.0269
4.284	1.19	0.971	0.3426	0.585	0.0996	0.345	0.0275
4.338	1.205	0.983	0.3506	0.592	0.1020	0.349	0.0281
4.392	1.22	0.996	0.3587	0.600	0.1043	0.353	0.0288
4.446	1.235	1.008	0.3669	0.607	0.1067	0.358	0.0295
4.500	1.25	1.020	0.3752	0.614	0.1091	0.362	0.0301
4.554	1.265	1.032	0.3836	0.622	0.1116	0.366	0.0308
4.608	1.28	1.045	0.3920	0.629	0.1140	0.371	0.0315
4.662	1.295	1.057	0.4006	0.636	0.1165	0.375	0.0322
4.716	1.31	1.069	0.4092	0.644	0.1190	0.379	0.0329
4.770	1.325	1.081	0.4179	0.651	0.1216	0.384	0.0336
4.824	1.34	1.094	0.4267	0.659	0.1241	0.388	0.0343
4.878	1.355	1.106	0.4356	0.666	0.1267	0.392	0.0350
4.932	1.37	1.118	0.4445	0.673	0.1293	0.397	0.0357
4.986	1.385	1.130	0.4536	0.681	0.1319	0.401	0.0364
5.040	1.40	1.142	0.4627	0.688	0.1346	0.406	0.0372
5.094	1.415	1.155	0.4719	0.695	0.1373	0.410	0.0379
5.148	1.43	1.167	0.4812	0.703	0.1400	0.414	0.0386
5.202	1.445	1.179	0.4906	0.710	0.1427	0.419	0.0394
5.256	1.46	1.191	0.5001	0.718	0.1455	0.423	0.0401
5.310	1.475	1.204	0.5096	0.725	0.1482	0.427	0.0409
5.364	1.49	1.216	0.5192	0.732	0.1510	0.432	0.0417
5.418	1.505	1.228	0.5289	0.740	0.1539	0.436	0.0425
5.472	1.52	1.240	0.5387	0.747	0.1567	0.440	0.0433
5.526	1.535	1.253	0.5486	0.754	0.1596	0.445	0.0440
5.580	1.55	1.265	0.5586	0.762	0.1625	0.449	0.0448
5.634	1.565			0.769	0.1654	0.453	0.0457
5.688	1.58			0.776	0.1683	0.458	0.0465
5.742	1.595			0.784	0.1713	0.462	0.0473
5.796	1.61			0.791	0.1743	0.466	0.0481
5.850	1.625			0.799	0.1773	0.471	0.0489

续表 C.0.1

流量Q		DN50		DN65		DN80	
		d _j =0.0509		d _j =0.0663		d _j =0.0791	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
5.850	1.625	0.799	0.1773	0.471	0.0489		
5.904	1.64	0.806	0.1804	0.475	0.0498		
5.958	1.655	0.813	0.1834	0.479	0.0506		
6.012	1.67	0.821	0.1865	0.484	0.0515		
6.066	1.685	0.828	0.1896	0.488	0.0523		
6.120	1.70	0.835	0.1928	0.492	0.0532		
6.300	1.75	0.860	0.2034	0.507	0.0561		
6.480	1.80	0.885	0.2143	0.521	0.0591		
6.660	1.85	0.909	0.2254	0.536	0.0622		
6.840	1.90	0.934	0.2368	0.550	0.0654		
7.020	1.95	0.958	0.2485	0.565	0.0686		
7.200	2.00	0.983	0.2604	0.579	0.0719		
7.380	2.05	1.007	0.2725	0.594	0.0752		
7.560	2.10	1.032	0.2850	0.608	0.0787		
7.740	2.15	1.057	0.2976	0.623	0.0822		
7.920	2.20	1.081	0.3106	0.637	0.0857		
8.100	2.25	1.106	0.3238	0.652	0.0894		
8.280	2.30	1.130	0.3372	0.666	0.0931		
8.460	2.35	1.155	0.3509	0.681	0.0968		
8.640	2.40	1.179	0.3648	0.695	0.1007		
8.820	2.45	1.204	0.3790	0.710	0.1046		
9.000	2.50	1.229	0.3934	0.724	0.1086		
9.180	2.55	1.253	0.4081	0.739	0.1126	0.519	0.0477
9.360	2.60	1.278	0.4230	0.753	0.1168	0.529	0.0494
9.540	2.65	1.302	0.4382	0.768	0.1210	0.539	0.0512
9.720	2.70	1.327	0.4536	0.782	0.1252	0.549	0.0530
9.900	2.75	1.351	0.4693	0.797	0.1295	0.560	0.0548
10.080	2.80	1.376	0.4852	0.811	0.1339	0.570	0.0567
10.260	2.85	1.401	0.5014	0.826	0.1384	0.580	0.0586
10.440	2.90	1.425	0.5177	0.840	0.1429	0.590	0.0605
10.620	2.95	1.450	0.5344	0.854	0.1475	0.600	0.0624
10.800	3.00	1.474	0.5513	0.869	0.1522	0.610	0.0644
10.980	3.05	1.499	0.5684	0.883	0.1569	0.621	0.0664
11.160	3.10	1.523	0.5857	0.898	0.1617	0.631	0.0684
11.340	3.15	1.548	0.6033	0.912	0.1665	0.641	0.0705
11.520	3.20			0.927	0.1715	0.651	0.0726
11.700	3.25			0.941	0.1764	0.661	0.0747
11.88	3.30			0.956	0.1815	0.672	0.0768

续表 C.0.1

流量Q		DN65		DN80		DN100	
		d _j =0.0663		d _j =0.0791		d _j =0.1043	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
12.24	3.40	0.985	0.1918	0.692	0.0812		
12.60	3.50	1.014	0.2024	0.712	0.0857		
12.96	3.60	1.043	0.2132	0.733	0.0902		
13.32	3.70	1.072	0.2243	0.753	0.0949		
13.68	3.80	1.101	0.2356	0.773	0.0997		
14.04	3.90	1.130	0.2472	0.794	0.1047		
14.40	4.00	1.159	0.2591	0.814	0.1097		
14.76	4.10	1.188	0.2712	0.834	0.1148		
15.12	4.20	1.217	0.2836	0.855	0.1200		
15.48	4.30	1.246	0.2962	0.875	0.1254		
15.84	4.40	1.274	0.3090	0.895	0.1308	0.515	0.0340
16.20	4.50	1.303	0.3222	0.916	0.1364	0.527	0.0355
16.56	4.60	1.332	0.3355	0.936	0.1420	0.538	0.0369
16.92	4.70	1.361	0.3491	0.956	0.1478	0.550	0.0384
17.28	4.80	1.390	0.3630	0.977	0.1537	0.562	0.0400
17.64	4.90	1.419	0.3771	0.997	0.1596	0.574	0.0415
18.00	5.00	1.448	0.3915	1.017	0.1657	0.585	0.0431
18.36	5.10	1.477	0.4061	1.038	0.1719	0.597	0.0447
18.72	5.20	1.506	0.4209	1.058	0.1782	0.609	0.0463
19.08	5.30	1.535	0.4360	1.079	0.1846	0.620	0.0480
19.44	5.40			1.099	0.1911	0.632	0.0497
19.80	5.50			1.119	0.1977	0.644	0.0514
20.16	5.60			1.140	0.2044	0.655	0.0531
20.52	5.70			1.160	0.2112	0.667	0.0549
20.88	5.80			1.180	0.2181	0.679	0.0567
21.24	5.90			1.201	0.2251	0.691	0.0585
21.60	6.00			1.221	0.2322	0.702	0.0604
21.96	6.10			1.241	0.2394	0.714	0.0623
22.32	6.20			1.262	0.2467	0.726	0.0642
22.68	6.30			1.282	0.2541	0.737	0.0661
23.04	6.40			1.302	0.2616	0.749	0.0680
23.76	6.60			1.343	0.2770	0.772	0.0720
24.12	6.70			1.363	0.2848	0.784	0.0741
24.48	6.80			1.384	0.2927	0.796	0.0761
24.84	6.90			1.404	0.3007	0.808	0.0782
25.20	7.00			1.424	0.3088	0.819	0.0803
25.56	7.10			1.445	0.3170	0.831	0.0824
25.92	7.20			1.465	0.3253	0.843	0.0846

续表 C.0.1

流量Q		DN80		DN100		DN125	
		d _j =0.0791		d _j =0.1043		d _j =0.1297	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
24.48	6.80	1.384	0.2927	0.796	0.0761	0.515	0.0263
24.84	6.90	1.404	0.3007	0.808	0.0782	0.522	0.0271
25.20	7.00	1.424	0.3088	0.819	0.0803	0.530	0.0278
25.56	7.10	1.445	0.3170	0.831	0.0824	0.537	0.0285
25.92	7.20	1.465	0.3253	0.843	0.0846	0.545	0.0293
26.28	7.30	1.486	0.3338	0.854	0.0868	0.553	0.0300
26.64	7.40	1.506	0.3423	0.866	0.0890	0.560	0.0308
27.00	7.50	1.526	0.3509	0.878	0.0912	0.568	0.0316
27.36	7.60	1.547	0.3596	0.890	0.0935	0.575	0.0324
27.72	7.70	1.567	0.3684	0.901	0.0958	0.583	0.0331
28.08	7.80	1.587	0.3773	0.913	0.0981	0.590	0.0339
28.44	7.90	1.608	0.3863	0.925	0.1005	0.598	0.0348
28.80	8.00	1.628	0.3954	0.936	0.1028	0.606	0.0356
29.16	8.10	1.648	0.4045	0.948	0.1052	0.613	0.0364
29.52	8.20	1.669	0.4138	0.960	0.1076	0.621	0.0372
29.88	8.30	1.689	0.4232	0.971	0.1101	0.628	0.0381
30.24	8.40	1.709	0.4327	0.983	0.1125	0.636	0.0389
30.60	8.50	1.730	0.4423	0.995	0.1150	0.643	0.0398
30.96	8.60	1.750	0.4520	1.007	0.1175	0.651	0.0407
31.32	8.70	1.770	0.4617	1.018	0.1201	0.658	0.0415
31.68	8.80	1.791	0.4716	1.030	0.1226	0.666	0.0424
32.04	8.90	1.811	0.4816	1.042	0.1252	0.674	0.0433
32.40	9.00	1.831	0.4916	1.053	0.1278	0.681	0.0442
32.76	9.10			1.065	0.1305	0.689	0.0451
33.12	9.20			1.077	0.1332	0.696	0.0461
33.48	9.30			1.088	0.1358	0.704	0.0470
33.84	9.40			1.100	0.1386	0.711	0.0479
34.20	9.50			1.112	0.1413	0.719	0.0489
34.56	9.60			1.124	0.1441	0.727	0.0498
34.92	9.70			1.135	0.1469	0.734	0.0508
35.28	9.80			1.147	0.1497	0.742	0.0518
35.64	9.90			1.159	0.1525	0.749	0.0528
36.0	10.00			1.170	0.1554	0.757	0.0537
36.9	10.25			1.200	0.1626	0.776	0.0563
37.8	10.50			1.229	0.1700	0.795	0.0588
38.7	10.75			1.258	0.1776	0.814	0.0614
39.6	11.00			1.287	0.1853	0.833	0.0641
40.5	11.25			1.317	0.1932	0.851	0.0668

续表 C.0.1

流量Q		DN100		DN125		DN150	
		d _j =0.1043		d _j =0.1297		d _j =0.1571	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
34.20	9.50	1.112	0.1413	0.719	0.0489	0.490	0.0192
34.56	9.60	1.124	0.1441	0.727	0.0498	0.495	0.0196
34.92	9.70	1.135	0.1469	0.734	0.0508	0.500	0.0200
35.28	9.80	1.147	0.1497	0.742	0.0518	0.506	0.0204
35.64	9.90	1.159	0.1525	0.749	0.0528	0.511	0.0207
36.0	10.00	1.170	0.1554	0.757	0.0537	0.516	0.0211
36.9	10.25	1.200	0.1626	0.776	0.0563	0.529	0.0221
37.8	10.50	1.229	0.1700	0.795	0.0588	0.542	0.0231
38.7	10.75	1.258	0.1776	0.814	0.0614	0.555	0.0242
39.6	11.00	1.287	0.1853	0.833	0.0641	0.567	0.0252
40.5	11.25	1.317	0.1932	0.851	0.0668	0.580	0.0263
41.4	11.50	1.346	0.2012	0.870	0.0696	0.593	0.0274
42.3	11.75	1.375	0.2094	0.889	0.0724	0.606	0.0285
43.2	12.00	1.405	0.2177	0.908	0.0753	0.619	0.0296
44.1	12.25	1.434	0.2262	0.927	0.0782	0.632	0.0308
45.0	12.50	1.463	0.2348	0.946	0.0812	0.645	0.0319
45.9	12.75	1.492	0.2435	0.965	0.0843	0.658	0.0331
46.8	13.00	1.522	0.2524	0.984	0.0873	0.671	0.0343
47.7	13.25	1.551	0.2615	1.003	0.0905	0.684	0.0356
48.6	13.50	1.580	0.2707	1.022	0.0936	0.696	0.0368
49.5	13.75	1.609	0.2800	1.041	0.0969	0.709	0.0381
50.4	14.00	1.639	0.2895	1.060	0.1002	0.722	0.0394
51.3	14.25	1.668	0.2992	1.079	0.1035	0.735	0.0407
52.2	14.50	1.697	0.3089	1.097	0.1069	0.748	0.0420
53.1	14.75	1.726	0.3189	1.116	0.1103	0.761	0.0434
54.0	15.00	1.756	0.3289	1.135	0.1138	0.774	0.0447
55.8	15.50	1.814	0.3495	1.173	0.1209	0.800	0.0475
57.6	16.00			1.211	0.1282	0.825	0.0504
59.4	16.50			1.249	0.1357	0.851	0.0534
61.2	17.00			1.287	0.1435	0.877	0.0564
63.0	17.50			1.325	0.1514	0.903	0.0595
64.8	18.00			1.362	0.1595	0.929	0.0627
66.6	18.50			1.400	0.1677	0.954	0.0660
68.4	19.00			1.438	0.1762	0.980	0.0693
70.2	19.50			1.476	0.1849	1.006	0.0727
72.0	20.00			1.514	0.1938	1.032	0.0762
73.8	20.50			1.552	0.2028	1.058	0.0798
75.6	21.00			1.589	0.2121	1.083	0.0834

续表 C.0.1

流量Q		DN125		DN150		DN200	
		d _j =0.1297		d _j =0.1571		d _j =0.2067	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
61.2	17.00	1.287	0.1435	0.877	0.0564	0.507	0.0148
63.0	17.50	1.325	0.1514	0.903	0.0595	0.522	0.0156
64.8	18.00	1.362	0.1595	0.929	0.0627	0.536	0.0165
66.6	18.50	1.400	0.1677	0.954	0.0660	0.551	0.0173
68.4	19.00	1.438	0.1762	0.980	0.0693	0.566	0.0182
70.2	19.50	1.476	0.1849	1.006	0.0727	0.581	0.0191
72.0	20.00	1.514	0.1938	1.032	0.0762	0.596	0.0200
73.8	20.50	1.552	0.2028	1.058	0.0798	0.611	0.0210
75.6	21.00	1.589	0.2121	1.083	0.0834	0.626	0.0219
77.4	21.50	1.627	0.2215	1.109	0.0871	0.641	0.0229
79.2	22.00	1.665	0.2311	1.135	0.0909	0.656	0.0239
81.0	22.50	1.703	0.2409	1.161	0.0947	0.671	0.0249
82.8	23.00	1.741	0.2509	1.187	0.0987	0.685	0.0259
84.6	23.50	1.779	0.2611	1.212	0.1027	0.700	0.0270
86.4	24.00	1.817	0.2715	1.238	0.1068	0.715	0.0281
88.2	24.50			1.264	0.1109	0.730	0.0292
90.0	25.00			1.290	0.1151	0.745	0.0303
91.8	25.50			1.316	0.1194	0.760	0.0314
93.6	26.00			1.341	0.1238	0.775	0.0325
95.4	26.50			1.367	0.1282	0.790	0.0337
97.2	27.00			1.393	0.1328	0.805	0.0349
99.0	27.50			1.419	0.1373	0.820	0.0361
100.8	28.00			1.444	0.1420	0.834	0.0373
102.6	28.50			1.470	0.1467	0.849	0.0386
104.4	29.00			1.496	0.1515	0.864	0.0398
106.2	29.50			1.522	0.1564	0.879	0.0411
108.0	30.00			1.548	0.1613	0.894	0.0424
109.8	30.50			1.573	0.1663	0.909	0.0437
111.6	31.00			1.599	0.1714	0.924	0.0451
113.4	31.50			1.625	0.1766	0.939	0.0464
115.2	32.00			1.651	0.1818	0.954	0.0478
117.0	32.50			1.677	0.1871	0.969	0.0492
118.8	33.00			1.702	0.1924	0.983	0.0506
120.6	33.50			1.728	0.1979	0.998	0.0520
122.4	34.00			1.754	0.2034	1.013	0.0534
124.2	34.50					1.028	0.0549
126.0	35.00					1.043	0.0564
127.8	35.50					1.058	0.0579

续表 C.0.1

流量Q		DN150		DN200		DN250	
		d _j =0. 1571		d _j =0. 2067		d _j =0. 2605	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
93.6	26.00	1.341	0.1238	0.775	0.0325	0.488	0.0105
95.4	26.50	1.367	0.1282	0.790	0.0337	0.497	0.0109
97.2	27.00	1.393	0.1328	0.805	0.0349	0.507	0.0113
99.0	27.50	1.419	0.1373	0.820	0.0361	0.516	0.0117
100.8	28.00	1.444	0.1420	0.834	0.0373	0.525	0.0121
102.6	28.50	1.470	0.1467	0.849	0.0386	0.535	0.0125
104.4	29.00	1.496	0.1515	0.864	0.0398	0.544	0.0129
106.2	29.50	1.522	0.1564	0.879	0.0411	0.553	0.0133
108.0	30.00	1.548	0.1613	0.894	0.0424	0.563	0.0137
109.8	30.50	1.573	0.1663	0.909	0.0437	0.572	0.0142
111.6	31.00	1.599	0.1714	0.924	0.0451	0.582	0.0146
113.4	31.50	1.625	0.1766	0.939	0.0464	0.591	0.0150
115.2	32.00	1.651	0.1818	0.954	0.0478	0.600	0.0155
117.0	32.50	1.677	0.1871	0.969	0.0492	0.610	0.0159
118.8	33.00	1.702	0.1924	0.983	0.0506	0.619	0.0164
120.6	33.50	1.728	0.1979	0.998	0.0520	0.629	0.0169
122.4	34.00	1.754	0.2034	1.013	0.0534	0.638	0.0173
124.2	34.50			1.028	0.0549	0.647	0.0178
126.0	35.00			1.043	0.0564	0.657	0.0183
127.8	35.50			1.058	0.0579	0.666	0.0188
129.6	36.00			1.073	0.0594	0.675	0.0193
131.4	36.50			1.088	0.0609	0.685	0.0198
133.2	37.00			1.103	0.0625	0.694	0.0203
135.0	37.50			1.118	0.0641	0.704	0.0208
136.8	38.00			1.132	0.0657	0.713	0.0213
138.6	38.50			1.147	0.0673	0.722	0.0218
140.4	39.00			1.162	0.0689	0.732	0.0223
142.2	39.50			1.177	0.0705	0.741	0.0229
144.0	40.00			1.192	0.0722	0.751	0.0234
145.8	40.50			1.207	0.0739	0.760	0.0239
147.6	41.00			1.222	0.0756	0.769	0.0245
149.4	41.50			1.237	0.0773	0.779	0.0250
151.2	42.00			1.252	0.0790	0.788	0.0256
153.0	42.50			1.267	0.0808	0.797	0.0262
154.8	43.00			1.281	0.0825	0.807	0.0268
158.4	44.00			1.311	0.0861	0.826	0.0279
162	45.00			1.341	0.0898	0.844	0.0291
180	50.00			1.490	0.1091	0.938	0.0354

续表 C.0.1

流量Q		DN200		DN250		DN300	
		d _j =0. 2067		d _j =0. 2605		d _j =0. 3091	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
135.0	37.50	1.118	0.0641	0.704	0.0208	0.500	0.0090
136.8	38.00	1.132	0.0657	0.713	0.0213	0.506	0.0093
138.6	38.50	1.147	0.0673	0.722	0.0218	0.513	0.0095
140.4	39.00	1.162	0.0689	0.732	0.0223	0.520	0.0097
142.2	39.50	1.177	0.0705	0.741	0.0229	0.526	0.0099
144.0	40.00	1.192	0.0722	0.751	0.0234	0.533	0.0102
145.8	40.50	1.207	0.0739	0.760	0.0239	0.540	0.0104
147.6	41.00	1.222	0.0756	0.769	0.0245	0.546	0.0106
149.4	41.50	1.237	0.0773	0.779	0.0250	0.553	0.0109
151.2	42.00	1.252	0.0790	0.788	0.0256	0.560	0.0111
153.0	42.50	1.267	0.0808	0.797	0.0262	0.566	0.0114
154.8	43.00	1.281	0.0825	0.807	0.0268	0.573	0.0116
158.4	44.00	1.311	0.0861	0.826	0.0279	0.586	0.0121
162	45.00	1.341	0.0898	0.844	0.0291	0.600	0.0126
180	50.00	1.490	0.1091	0.938	0.0354	0.666	0.0154
198	55.00	1.639	0.1301	1.032	0.0422	0.733	0.0183
216	60.00	1.788	0.1529	1.126	0.0495	0.800	0.0215
234	65.00			1.220	0.0575	0.866	0.0250
252	70.00			1.313	0.0659	0.933	0.0286
270	75.00			1.407	0.0749	0.999	0.0325
288	80.00			1.501	0.0844	1.066	0.0367
306	85.00			1.595	0.0944	1.133	0.0410
324	90.00			1.689	0.1049	1.199	0.0456
342	95.00			1.782	0.1159	1.266	0.0504
360	100.00			1.876	0.1275	1.333	0.0554
378	105.00			1.970	0.1395	1.399	0.0606
396	110.00			2.064	0.1521	1.466	0.0661
414	115.00			2.158	0.1651	1.533	0.0718
432	120.00			2.252	0.1786	1.599	0.0776
450	125.00			2.345	0.1926	1.666	0.0837
468	130.00			2.439	0.2071	1.732	0.0900
486	135.00			2.533	0.2221	1.799	0.0965
504	140.00			2.627	0.2375	1.866	0.1033
540	150.00			2.814	0.2699	1.999	0.1173
576	160.00					2.132	0.1322
612	170.00					2.265	0.1479
648	180.00					2.399	0.1644
684	190.00					2.532	0.1817

续表 C.0.1

流量Q		DN250		DN300		DN350	
		d _j =0.2605		d _j =0.3091		d _j =0.3406	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
198	55.00	1.032	0.0422	0.733	0.0183	0.604	0.0114
216	60.00	1.126	0.0495	0.800	0.0215	0.659	0.0134
234	65.00	1.220	0.0575	0.866	0.0250	0.713	0.0156
252	70.00	1.313	0.0659	0.933	0.0286	0.768	0.0179
270	75.00	1.407	0.0749	0.999	0.0325	0.823	0.0203
288	80.00	1.501	0.0844	1.066	0.0367	0.878	0.0229
306	85.00	1.595	0.0944	1.133	0.0410	0.933	0.0256
324	90.00	1.689	0.1049	1.199	0.0456	0.988	0.0284
342	95.00	1.782	0.1159	1.266	0.0504	1.043	0.0314
360	100.00	1.876	0.1275	1.333	0.0554	1.098	0.0345
378	105.00	1.970	0.1395	1.399	0.0606	1.152	0.0378
396	110.00	2.064	0.1521	1.466	0.0661	1.207	0.0412
414	115.00	2.158	0.1651	1.533	0.0718	1.262	0.0447
432	120.00	2.252	0.1786	1.599	0.0776	1.317	0.0484
450	125.00	2.345	0.1926	1.666	0.0837	1.372	0.0522
468	130.00	2.439	0.2071	1.732	0.0900	1.427	0.0561
486	135.00	2.533	0.2221	1.799	0.0965	1.482	0.0602
504	140.00	2.627	0.2375	1.866	0.1033	1.537	0.0644
540	150.00	2.814	0.2699	1.999	0.1173	1.646	0.0731
576	160.00			2.132	0.1322	1.756	0.0824
612	170.00			2.265	0.1479	1.866	0.0922
648	180.00			2.399	0.1644	1.976	0.1025
684	190.00			2.532	0.1817	2.085	0.1133
720	200.00			2.665	0.1998	2.195	0.1245
756	210.00			2.799	0.2186	2.305	0.1363
792	220.00					2.415	0.1485
828	230.00					2.524	0.1613
864	240.00					2.634	0.1745
900	250.00					2.744	0.1882
936	260.00					2.854	0.2023
972	270.00					2.963	0.2170
1008	280.00					3.073	0.2321
1044	290.00					3.183	0.2476
1080	300.00					3.293	0.2637
1116	310.00						
1152	320.00						
1188	330.00						
1224	340.00						

续表 C.0.1

流量Q		DN400		DN450		DN500	
		d _j =0.3894		d _j =0.4380		d _j =0.4890	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
252	70.00	0.588	0.0093				
270	75.00	0.630	0.0106				
288	80.00	0.672	0.0119				
306	85.00	0.714	0.0133	0.564	0.0075		
324	90.00	0.756	0.0148	0.597	0.0084		
342	95.00	0.798	0.0164	0.631	0.0092		
360	100.00	0.840	0.0180	0.664	0.0101		
378	105.00	0.882	0.0197	0.697	0.0111	0.559	0.0065
396	110.00	0.924	0.0215	0.730	0.0121	0.586	0.0071
414	115.00	0.966	0.0233	0.763	0.0131	0.612	0.0077
432	120.00	1.008	0.0252	0.796	0.0142	0.639	0.0083
450	125.00	1.050	0.0272	0.830	0.0153	0.666	0.0090
468	130.00	1.092	0.0292	0.863	0.0165	0.692	0.0096
486	135.00	1.134	0.0314	0.896	0.0177	0.719	0.0103
504	140.00	1.176	0.0335	0.929	0.0189	0.745	0.0111
540	150.00	1.260	0.0381	0.996	0.0215	0.799	0.0126
576	160.00	1.344	0.0429	1.062	0.0242	0.852	0.0142
612	170.00	1.427	0.0480	1.128	0.0271	0.905	0.0158
648	180.00	1.511	0.0534	1.195	0.0301	0.958	0.0176
684	190.00	1.595	0.0590	1.261	0.0333	1.012	0.0195
720	200.00	1.679	0.0649	1.327	0.0366	1.065	0.0214
756	210.00	1.763	0.0710	1.394	0.0400	1.118	0.0234
792	220.00	1.847	0.0774	1.460	0.0436	1.171	0.0255
828	230.00	1.931	0.0840	1.526	0.0474	1.225	0.0277
864	240.00	2.015	0.0909	1.593	0.0513	1.278	0.0300
900	250.00	2.099	0.0980	1.659	0.0553	1.331	0.0323
936	260.00	2.183	0.1054	1.726	0.0594	1.384	0.0348
972	270.00	2.267	0.1130	1.792	0.0637	1.438	0.0373
1008	280.00	2.351	0.1209	1.858	0.0682	1.491	0.0399
1044	290.00	2.435	0.1290	1.925	0.0728	1.544	0.0425
1080	300.00	2.519	0.1374	1.991	0.0775	1.597	0.0453
1116	310.00	2.603	0.1459	2.057	0.0823	1.651	0.0481
1152	320.00	2.687	0.1548	2.124	0.0873	1.704	0.0510
1188	330.00	2.771	0.1638	2.190	0.0924	1.757	0.0540
1224	340.00	2.855	0.1731	2.257	0.0976	1.810	0.0571
1260	350.00	2.939	0.1827	2.323	0.1030	1.864	0.0603
1296	360.00	3.023	0.1925	2.389	0.1085	1.917	0.0635
1332	370.00	3.107	0.2025	2.456	0.1142	1.970	0.0668

续表 C.0.1

流量Q		DN400		DN450		DN500	
		d _j =0. 3894		d _j =0. 4380		d _j =0. 4890	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
1368	380.00	3.191	0.2127	2.522	0.1200	2.023	0.0702
1404	390.00	3.275	0.2232	2.588	0.1259	2.077	0.0736
1440	400.00			2.655	0.1319	2.130	0.0771
1476	410.00			2.721	0.1381	2.183	0.0807
1512	420.00			2.787	0.1444	2.236	0.0844
1548	430.00			2.854	0.1508	2.290	0.0882
1584	440.00			2.920	0.1573	2.343	0.0920
1620	450.00			2.987	0.1640	2.396	0.0959
1656	460.00			3.053	0.1708	2.449	0.0999
1692	470.00			3.119	0.1777	2.503	0.1040
1728	480.00			3.186	0.1848	2.556	0.1081
1764	490.00			3.252	0.1920	2.609	0.1123
1800	500.00			3.318	0.1993	2.662	0.1166
1836	510.00					2.716	0.1209
1872	520.00					2.769	0.1253
1908	530.00					2.822	0.1298
1944	540.00					2.875	0.1344
1980	550.00					2.929	0.1390
2016	560.00					2.982	0.1437
2070	575.00					3.062	0.1510
2124	590.00					3.142	0.1583
2178	605.00					3.221	0.1658
2232	620.00					3.301	0.1735
2304	640.00						
2376	660.00						
2448	680.00						
2520	700.00						
2592	720.00						
2664	740.00						
2736	760.00						
2808	780.00						
2880	800.00						
2952	820.00						
3024	840.00						
3096	860.00						
3168	880.00						
3240	900.00						
3312	920.00						

续表 C.0.1

流量Q		DN600		DN700		DN800	
		d _j =0.5910		d _j =0.6876		d _j =0.7896	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
1368	380.00	1.385	0.0279	1.023	0.0133	0.776	0.0068
1404	390.00	1.422	0.0293	1.050	0.0140	0.796	0.0071
1440	400.00	1.458	0.0307	1.077	0.0147	0.817	0.0075
1476	410.00	1.495	0.0321	1.104	0.0154	0.837	0.0078
1512	420.00	1.531	0.0336	1.131	0.0161	0.858	0.0082
1548	430.00	1.567	0.0350	1.158	0.0168	0.878	0.0085
1584	440.00	1.604	0.0366	1.185	0.0175	0.899	0.0089
1620	450.00	1.640	0.0381	1.212	0.0182	0.919	0.0093
1656	460.00	1.677	0.0397	1.239	0.0190	0.939	0.0097
1692	470.00	1.713	0.0413	1.266	0.0198	0.960	0.0101
1728	480.00	1.750	0.0430	1.293	0.0206	0.980	0.0105
1764	490.00	1.786	0.0446	1.320	0.0214	1.001	0.0109
1800	500.00	1.823	0.0463	1.347	0.0222	1.021	0.0113
1836	510.00	1.859	0.0481	1.373	0.0230	1.042	0.0117
1872	520.00	1.896	0.0498	1.400	0.0238	1.062	0.0122
1908	530.00	1.932	0.0516	1.427	0.0247	1.082	0.0126
1944	540.00	1.968	0.0534	1.454	0.0256	1.103	0.0130
1980	550.00	2.005	0.0553	1.481	0.0264	1.123	0.0135
2016	560.00	2.041	0.0571	1.508	0.0273	1.144	0.0139
2070	575.00	2.096	0.0600	1.548	0.0287	1.174	0.0146
2124	590.00	2.151	0.0629	1.589	0.0301	1.205	0.0153
2178	605.00	2.205	0.0659	1.629	0.0315	1.236	0.0161
2232	620.00	2.260	0.0690	1.670	0.0330	1.266	0.0168
2304	640.00	2.333	0.0731	1.724	0.0350	1.307	0.0178
2376	660.00	2.406	0.0774	1.777	0.0370	1.348	0.0189
2448	680.00	2.479	0.0818	1.831	0.0391	1.389	0.0200
2520	700.00	2.552	0.0863	1.885	0.0413	1.430	0.0211
2592	720.00	2.625	0.0910	1.939	0.0435	1.470	0.0222
2664	740.00	2.698	0.0957	1.993	0.0458	1.511	0.0233
2736	760.00	2.770	0.1005	2.047	0.0481	1.552	0.0245
2808	780.00	2.843	0.1055	2.101	0.0505	1.593	0.0257
2880	800.00	2.916	0.1105	2.154	0.0529	1.634	0.0270
2952	820.00	2.989	0.1157	2.208	0.0554	1.675	0.0282
3024	840.00	3.062	0.1210	2.262	0.0579	1.715	0.0295
3096	860.00	3.135	0.1264	2.316	0.0604	1.756	0.0308
3168	880.00	3.208	0.1318	2.370	0.0631	1.797	0.0322
3240	900.00			2.424	0.0658	1.838	0.0335
3312	920.00			2.478	0.0685	1.879	0.0349

续表 C.0.1

流量Q		DN700		DN800		DN900	
		d _j =0.6876		d _j =0.7896		d _j =0.8906	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
1368	380.00	1.023	0.0133	0.776	0.0068	0.610	0.0038
1404	390.00	1.050	0.0140	0.796	0.0071	0.626	0.0040
1440	400.00	1.077	0.0147	0.817	0.0075	0.642	0.0042
1476	410.00	1.104	0.0154	0.837	0.0078	0.658	0.0044
1512	420.00	1.131	0.0161	0.858	0.0082	0.674	0.0046
1548	430.00	1.158	0.0168	0.878	0.0085	0.690	0.0048
1584	440.00	1.185	0.0175	0.899	0.0089	0.706	0.0050
1620	450.00	1.212	0.0182	0.919	0.0093	0.722	0.0052
1656	460.00	1.239	0.0190	0.939	0.0097	0.738	0.0054
1692	470.00	1.266	0.0198	0.960	0.0101	0.754	0.0056
1728	480.00	1.293	0.0206	0.980	0.0105	0.771	0.0058
1764	490.00	1.320	0.0214	1.001	0.0109	0.787	0.0061
1800	500.00	1.347	0.0222	1.021	0.0113	0.803	0.0063
1836	510.00	1.373	0.0230	1.042	0.0117	0.819	0.0065
1872	520.00	1.400	0.0238	1.062	0.0122	0.835	0.0068
1908	530.00	1.427	0.0247	1.082	0.0126	0.851	0.0070
1944	540.00	1.454	0.0256	1.103	0.0130	0.867	0.0073
1980	550.00	1.481	0.0264	1.123	0.0135	0.883	0.0075
2016	560.00	1.508	0.0273	1.144	0.0139	0.899	0.0078
2070	575.00	1.548	0.0287	1.174	0.0146	0.923	0.0081
2124	590.00	1.589	0.0301	1.205	0.0153	0.947	0.0085
2178	605.00	1.629	0.0315	1.236	0.0161	0.971	0.0089
2232	620.00	1.670	0.0330	1.266	0.0168	0.995	0.0094
2304	640.00	1.724	0.0350	1.307	0.0178	1.027	0.0099
2376	660.00	1.777	0.0370	1.348	0.0189	1.059	0.0105
2448	680.00	1.831	0.0391	1.389	0.0200	1.092	0.0111
2520	700.00	1.885	0.0413	1.430	0.0211	1.124	0.0117
2592	720.00	1.939	0.0435	1.470	0.0222	1.156	0.0123
2664	740.00	1.993	0.0458	1.511	0.0233	1.188	0.0130
2736	760.00	2.047	0.0481	1.552	0.0245	1.220	0.0136
2808	780.00	2.101	0.0505	1.593	0.0257	1.252	0.0143
2880	800.00	2.154	0.0529	1.634	0.0270	1.284	0.0150
2952	820.00	2.208	0.0554	1.675	0.0282	1.316	0.0157
3024	840.00	2.262	0.0579	1.715	0.0295	1.348	0.0164
3096	860.00	2.316	0.0604	1.756	0.0308	1.381	0.0171
3168	880.00	2.370	0.0631	1.797	0.0322	1.413	0.0179
3240	900.00	2.424	0.0658	1.838	0.0335	1.445	0.0187
3312	920.00	2.478	0.0685	1.879	0.0349	1.477	0.0194

续表 C.0.1

流量Q		DN700		DN800		DN900	
		d _j =0.6876		d _j =0.7896		d _j =0.8906	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
3384	940.00	2.531	0.0713	1.920	0.0363	1.509	0.0202
3456	960.00	2.585	0.0741	1.961	0.0378	1.541	0.0210
3528	980.00	2.639	0.0770	2.001	0.0392	1.573	0.0218
3600	1000.00	2.693	0.0799	2.042	0.0407	1.605	0.0227
3672	1020.00	2.747	0.0829	2.083	0.0423	1.637	0.0235
3744	1040.00	2.801	0.0859	2.124	0.0438	1.669	0.0244
3816	1060.00	2.855	0.0890	2.165	0.0454	1.702	0.0252
3888	1080.00	2.908	0.0921	2.206	0.0470	1.734	0.0261
3960	1100.00	2.962	0.0953	2.246	0.0486	1.766	0.0270
4032	1120.00	3.016	0.0985	2.287	0.0502	1.798	0.0280
4104	1140.00	3.070	0.1018	2.328	0.0519	1.830	0.0289
4176	1160.00			2.369	0.0536	1.862	0.0298
4248	1180.00			2.410	0.0553	1.894	0.0308
4320	1200.00			2.451	0.0571	1.926	0.0318
4392	1220.00			2.491	0.0589	1.958	0.0327
4464	1240.00			2.532	0.0607	1.991	0.0337
4536	1260.00			2.573	0.0625	2.023	0.0348
4608	1280.00			2.614	0.0643	2.055	0.0358
4680	1300.00			2.655	0.0662	2.087	0.0368
4752	1320.00			2.696	0.0681	2.119	0.0379
4824	1340.00			2.737	0.0700	2.151	0.0390
4896	1360.00			2.777	0.0720	2.183	0.0400
4968	1380.00			2.818	0.0739	2.215	0.0411
5040	1400.00			2.859	0.0759	2.247	0.0422
5112	1420.00			2.900	0.0779	2.279	0.0434
5184	1440.00			2.941	0.0800	2.312	0.0445
5256	1460.00			2.982	0.0820	2.344	0.0457
5328	1480.00			3.022	0.0841	2.376	0.0468
5400	1500.00			3.063	0.0863	2.408	0.0480
5472	1520.00					2.440	0.0492
5544	1540.00					2.472	0.0504
5616	1560.00					2.504	0.0516
5688	1580.00					2.536	0.0528
5760	1600.00					2.568	0.0541
5832	1620.00					2.601	0.0553
5904	1640.00					2.633	0.0566
5976	1660.00					2.665	0.0579
6048	1680.00					2.697	0.0592

续表 C.0.1

流量Q		DN900		DN1000		DN1200	
		d _j =0.8906		d _j =0.9926		d _j =1.1930	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
1368	380.00	0.610	0.0038				
1404	390.00	0.626	0.0040	0.504	0.0023		
1440	400.00	0.642	0.0042	0.517	0.0025		
1476	410.00	0.658	0.0044	0.530	0.0026		
1512	420.00	0.674	0.0046	0.543	0.0027		
1548	430.00	0.690	0.0048	0.556	0.0028		
1584	440.00	0.706	0.0050	0.569	0.0029		
1620	450.00	0.722	0.0052	0.582	0.0031		
1656	460.00	0.738	0.0054	0.594	0.0032		
1692	470.00	0.754	0.0056	0.607	0.0033		
1728	480.00	0.771	0.0058	0.620	0.0034		
1764	490.00	0.787	0.0061	0.633	0.0036		
1800	500.00	0.803	0.0063	0.646	0.0037		
1836	510.00	0.819	0.0065	0.659	0.0038		
1872	520.00	0.835	0.0068	0.672	0.0040		
1908	530.00	0.851	0.0070	0.685	0.0041		
1944	540.00	0.867	0.0073	0.698	0.0043		
1980	550.00	0.883	0.0075	0.711	0.0044		
2016	560.00	0.899	0.0078	0.724	0.0046	0.501	0.0019
2070	575.00	0.923	0.0081	0.743	0.0048	0.514	0.0020
2124	590.00	0.947	0.0085	0.762	0.0050	0.528	0.0021
2178	605.00	0.971	0.0089	0.782	0.0053	0.541	0.0022
2232	620.00	0.995	0.0094	0.801	0.0055	0.555	0.0023
2304	640.00	1.027	0.0099	0.827	0.0059	0.573	0.0024
2376	660.00	1.059	0.0105	0.853	0.0062	0.590	0.0025
2448	680.00	1.092	0.0111	0.879	0.0066	0.608	0.0027
2520	700.00	1.124	0.0117	0.905	0.0069	0.626	0.0028
2592	720.00	1.156	0.0123	0.930	0.0073	0.644	0.0030
2664	740.00	1.188	0.0130	0.956	0.0077	0.662	0.0031
2736	760.00	1.220	0.0136	0.982	0.0080	0.680	0.0033
2808	780.00	1.252	0.0143	1.008	0.0084	0.698	0.0034
2880	800.00	1.284	0.0150	1.034	0.0088	0.716	0.0036
2952	820.00	1.316	0.0157	1.060	0.0093	0.734	0.0038
3024	840.00	1.348	0.0164	1.086	0.0097	0.751	0.0040
3096	860.00	1.381	0.0171	1.111	0.0101	0.769	0.0041
3168	880.00	1.413	0.0179	1.137	0.0106	0.787	0.0043
3240	900.00	1.445	0.0187	1.163	0.0110	0.805	0.0045
3312	920.00	1.477	0.0194	1.189	0.0115	0.823	0.0047

续表 C.0.1

流量Q		DN900		DN1000		DN1200	
		d _j =0.8906		d _j =0.9926		d _j =1.1930	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
3384	940.00	1.509	0.0202	1.215	0.0119	0.841	0.0049
3456	960.00	1.541	0.0210	1.241	0.0124	0.859	0.0051
3528	980.00	1.573	0.0218	1.266	0.0129	0.877	0.0053
3600	1000.00	1.605	0.0227	1.292	0.0134	0.895	0.0055
3672	1020.00	1.637	0.0235	1.318	0.0139	0.912	0.0057
3744	1040.00	1.669	0.0244	1.344	0.0144	0.930	0.0059
3816	1060.00	1.702	0.0252	1.370	0.0149	0.948	0.0061
3888	1080.00	1.734	0.0261	1.396	0.0154	0.966	0.0063
3960	1100.00	1.766	0.0270	1.422	0.0159	0.984	0.0065
4032	1120.00	1.798	0.0280	1.447	0.0165	1.002	0.0067
4104	1140.00	1.830	0.0289	1.473	0.0170	1.020	0.0070
4176	1160.00	1.862	0.0298	1.499	0.0176	1.038	0.0072
4248	1180.00	1.894	0.0308	1.525	0.0182	1.056	0.0074
4320	1200.00	1.926	0.0318	1.551	0.0187	1.074	0.0076
4392	1220.00	1.958	0.0327	1.577	0.0193	1.091	0.0079
4464	1240.00	1.991	0.0337	1.602	0.0199	1.109	0.0081
4536	1260.00	2.023	0.0348	1.628	0.0205	1.127	0.0084
4608	1280.00	2.055	0.0358	1.654	0.0211	1.145	0.0086
4680	1300.00	2.087	0.0368	1.680	0.0217	1.163	0.0089
4752	1320.00	2.119	0.0379	1.706	0.0223	1.181	0.0091
4824	1340.00	2.151	0.0390	1.732	0.0230	1.199	0.0094
4896	1360.00	2.183	0.0400	1.758	0.0236	1.217	0.0096
4968	1380.00	2.215	0.0411	1.783	0.0243	1.235	0.0099
5040	1400.00	2.247	0.0422	1.809	0.0249	1.252	0.0102
5112	1420.00	2.279	0.0434	1.835	0.0256	1.270	0.0104
5184	1440.00	2.312	0.0445	1.861	0.0262	1.288	0.0107
5256	1460.00	2.344	0.0457	1.887	0.0269	1.306	0.0110
5328	1480.00	2.376	0.0468	1.913	0.0276	1.324	0.0113
5400	1500.00	2.408	0.0480	1.938	0.0283	1.342	0.0116
5472	1520.00	2.440	0.0492	1.964	0.0290	1.360	0.0118
5544	1540.00	2.472	0.0504	1.990	0.0297	1.378	0.0121
5616	1560.00	2.504	0.0516	2.016	0.0304	1.396	0.0124
5688	1580.00	2.536	0.0528	2.042	0.0312	1.413	0.0127
5760	1600.00	2.568	0.0541	2.068	0.0319	1.431	0.0130
5832	1620.00	2.601	0.0553	2.094	0.0326	1.449	0.0133
5904	1640.00	2.633	0.0566	2.119	0.0334	1.467	0.0136
5976	1660.00	2.665	0.0579	2.145	0.0341	1.485	0.0139
6048	1680.00	2.697	0.0592	2.171	0.0349	1.503	0.0143
6120	1700.00	2.729	0.0605	2.197	0.0357	1.521	0.0146
6192	1720.00	2.761	0.0618	2.223	0.0365	1.539	0.0149
6264	1740.00	2.793	0.0632	2.249	0.0372	1.557	0.0152
6336	1760.00	2.825	0.0645	2.274	0.0380	1.574	0.0155
6408	1780.00	2.857	0.0659	2.300	0.0388	1.592	0.0159

续表 C.0.1

流量Q		DN900		DN1000		DN1200	
		d _j =0.8906		d _j =0.9926		d _j =1.1930	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
6120	1700.00	2.729	0.0605	2.197	0.0357	1.521	0.0146
6192	1720.00	2.761	0.0618	2.223	0.0365	1.539	0.0149
6264	1740.00	2.793	0.0632	2.249	0.0372	1.557	0.0152
6336	1760.00	2.825	0.0645	2.274	0.0380	1.574	0.0155
6408	1780.00	2.857	0.0659	2.300	0.0388	1.592	0.0159
6480	1800.00	2.889	0.0673	2.326	0.0397	1.610	0.0162
6552	1820.00	2.922	0.0686	2.352	0.0405	1.628	0.0165
6624	1840.00	2.954	0.0700	2.378	0.0413	1.646	0.0169
6696	1860.00	2.986	0.0715	2.404	0.0421	1.664	0.0172
6768	1880.00	3.018	0.0729	2.430	0.0430	1.682	0.0176
6840	1900.00	3.050	0.0743	2.455	0.0438	1.700	0.0179
6912	1920.00			2.481	0.0447	1.718	0.0182
6984	1940.00			2.507	0.0456	1.736	0.0186
7056	1960.00			2.533	0.0464	1.753	0.0190
7128	1980.00			2.559	0.0473	1.771	0.0193
7200	2000.00			2.585	0.0482	1.789	0.0197
7272	2020.00			2.610	0.0491	1.807	0.0200
7344	2040.00			2.636	0.0500	1.825	0.0204
7416	2060.00			2.662	0.0509	1.843	0.0208
7488	2080.00			2.688	0.0518	1.861	0.0212
7560	2100.00			2.714	0.0527	1.879	0.0215
7632	2120.00			2.740	0.0537	1.897	0.0219
7704	2140.00			2.766	0.0546	1.914	0.0223
7776	2160.00			2.791	0.0556	1.932	0.0227
7848	2180.00			2.817	0.0565	1.950	0.0231
7920	2200.00			2.843	0.0575	1.968	0.0235
7992	2220.00			2.869	0.0585	1.986	0.0239
8064	2240.00			2.895	0.0594	2.004	0.0243
8136	2260.00			2.921	0.0604	2.022	0.0247
8208	2280.00			2.946	0.0614	2.040	0.0251
8280	2300.00			2.972	0.0624	2.058	0.0255
8352	2320.00			2.998	0.0634	2.075	0.0259
8424	2340.00			3.024	0.0644	2.093	0.0263
8496	2360.00					2.111	0.0267
8568	2380.00					2.129	0.0272
8640	2400.00					2.147	0.0276
8712	2420.00					2.165	0.0280
8784	2440.00					2.183	0.0284

续表 C.0.1

流量Q		DN1200		DN1400		DN1600	
		d _j =1. 1930		d _j =1. 3930		d _j =1. 5940	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
2016	560.00	0.501	0.0019				
2070	575.00	0.514	0.0020				
2124	590.00	0.528	0.0021				
2178	605.00	0.541	0.0022				
2232	620.00	0.555	0.0023				
2304	640.00	0.573	0.0024				
2376	660.00	0.590	0.0025				
2448	680.00	0.608	0.0027				
2520	700.00	0.626	0.0028				
2592	720.00	0.644	0.0030				
2664	740.00	0.662	0.0031				
2736	760.00	0.680	0.0033	0.499	0.0015		
2808	780.00	0.698	0.0034	0.512	0.0016		
2880	800.00	0.716	0.0036	0.525	0.0017		
2952	820.00	0.734	0.0038	0.538	0.0018		
3024	840.00	0.751	0.0040	0.551	0.0019		
3096	860.00	0.769	0.0041	0.564	0.0019		
3168	880.00	0.787	0.0043	0.577	0.0020		
3240	900.00	0.805	0.0045	0.591	0.0021		
3312	920.00	0.823	0.0047	0.604	0.0022		
3384	940.00	0.841	0.0049	0.617	0.0023		
3456	960.00	0.859	0.0051	0.630	0.0024		
3528	980.00	0.877	0.0053	0.643	0.0025		
3600	1000.00	0.895	0.0055	0.656	0.0026	0.501	0.0013
3672	1020.00	0.912	0.0057	0.669	0.0027	0.511	0.0014
3744	1040.00	0.930	0.0059	0.682	0.0028	0.521	0.0014
3816	1060.00	0.948	0.0061	0.696	0.0029	0.531	0.0015
3888	1080.00	0.966	0.0063	0.709	0.0030	0.541	0.0015
3960	1100.00	0.984	0.0065	0.722	0.0031	0.551	0.0016
4032	1120.00	1.002	0.0067	0.735	0.0032	0.561	0.0016
4104	1140.00	1.020	0.0070	0.748	0.0033	0.571	0.0017
4176	1160.00	1.038	0.0072	0.761	0.0034	0.581	0.0018
4248	1180.00	1.056	0.0074	0.774	0.0035	0.591	0.0018
4320	1200.00	1.074	0.0076	0.787	0.0036	0.601	0.0019
4392	1220.00	1.091	0.0079	0.801	0.0037	0.611	0.0019
4464	1240.00	1.109	0.0081	0.814	0.0038	0.621	0.0020
4536	1260.00	1.127	0.0084	0.827	0.0039	0.631	0.0020
4608	1280.00	1.145	0.0086	0.840	0.0041	0.641	0.0021

续表 C.0.1

流量Q		DN1200		DN1400		DN1600	
		d _j =1. 1930		d _j =1. 3930		d _j =1. 5940	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
4680	1300.00	1. 163	0. 0089	0. 853	0. 0042	0. 651	0. 0022
4752	1320.00	1. 181	0. 0091	0. 866	0. 0043	0. 661	0. 0022
4824	1340.00	1. 199	0. 0094	0. 879	0. 0044	0. 671	0. 0023
4896	1360.00	1. 217	0. 0096	0. 892	0. 0045	0. 682	0. 0024
4968	1380.00	1. 235	0. 0099	0. 905	0. 0047	0. 692	0. 0024
5040	1400.00	1. 252	0. 0102	0. 919	0. 0048	0. 702	0. 0025
5112	1420.00	1. 270	0. 0104	0. 932	0. 0049	0. 712	0. 0025
5184	1440.00	1. 288	0. 0107	0. 945	0. 0050	0. 722	0. 0026
5256	1460.00	1. 306	0. 0110	0. 958	0. 0052	0. 732	0. 0027
5328	1480.00	1. 324	0. 0113	0. 971	0. 0053	0. 742	0. 0027
5400	1500.00	1. 342	0. 0116	0. 984	0. 0054	0. 752	0. 0028
5472	1520.00	1. 360	0. 0118	0. 997	0. 0056	0. 762	0. 0029
5544	1540.00	1. 378	0. 0121	1. 010	0. 0057	0. 772	0. 0030
5616	1560.00	1. 396	0. 0124	1. 024	0. 0058	0. 782	0. 0030
5688	1580.00	1. 413	0. 0127	1. 037	0. 0060	0. 792	0. 0031
5760	1600.00	1. 431	0. 0130	1. 050	0. 0061	0. 802	0. 0032
5832	1620.00	1. 449	0. 0133	1. 063	0. 0063	0. 812	0. 0032
5904	1640.00	1. 467	0. 0136	1. 076	0. 0064	0. 822	0. 0033
5976	1660.00	1. 485	0. 0139	1. 089	0. 0066	0. 832	0. 0034
6048	1680.00	1. 503	0. 0143	1. 102	0. 0067	0. 842	0. 0035
6120	1700.00	1. 521	0. 0146	1. 115	0. 0068	0. 852	0. 0036
6192	1720.00	1. 539	0. 0149	1. 129	0. 0070	0. 862	0. 0036
6264	1740.00	1. 557	0. 0152	1. 142	0. 0072	0. 872	0. 0037
6336	1760.00	1. 574	0. 0155	1. 155	0. 0073	0. 882	0. 0038
6408	1780.00	1. 592	0. 0159	1. 168	0. 0075	0. 892	0. 0039
6480	1800.00	1. 610	0. 0162	1. 181	0. 0076	0. 902	0. 0039
6552	1820.00	1. 628	0. 0165	1. 194	0. 0078	0. 912	0. 0040
6624	1840.00	1. 646	0. 0169	1. 207	0. 0079	0. 922	0. 0041
6696	1860.00	1. 664	0. 0172	1. 220	0. 0081	0. 932	0. 0042
6768	1880.00	1. 682	0. 0176	1. 234	0. 0083	0. 942	0. 0043
6840	1900.00	1. 700	0. 0179	1. 247	0. 0084	0. 952	0. 0044
6912	1920.00	1. 718	0. 0182	1. 260	0. 0086	0. 962	0. 0045
6984	1940.00	1. 736	0. 0186	1. 273	0. 0087	0. 972	0. 0045
7056	1960.00	1. 753	0. 0190	1. 286	0. 0089	0. 982	0. 0046
7128	1980.00	1. 771	0. 0193	1. 299	0. 0091	0. 992	0. 0047
7200	2000.00	1. 789	0. 0197	1. 312	0. 0093	1. 002	0. 0048
7272	2020.00	1. 807	0. 0200	1. 325	0. 0094	1. 012	0. 0049
7344	2040.00	1. 825	0. 0204	1. 339	0. 0096	1. 022	0. 0050

续表 C.0.1

流量Q		DN1200		DN1400		DN1600	
		d _j =1. 1930		d _j =1. 3930		d _j =1. 5940	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
7416	2060.00	1.843	0.0208	1.352	0.0098	1.032	0.0051
7488	2080.00	1.861	0.0212	1.365	0.0099	1.042	0.0052
7560	2100.00	1.879	0.0215	1.378	0.0101	1.052	0.0053
7632	2120.00	1.897	0.0219	1.391	0.0103	1.062	0.0053
7704	2140.00	1.914	0.0223	1.404	0.0105	1.072	0.0054
7776	2160.00	1.932	0.0227	1.417	0.0107	1.082	0.0055
7848	2180.00	1.950	0.0231	1.430	0.0109	1.092	0.0056
7920	2200.00	1.968	0.0235	1.444	0.0110	1.102	0.0057
7992	2220.00	1.986	0.0239	1.457	0.0112	1.112	0.0058
8064	2240.00	2.004	0.0243	1.470	0.0114	1.122	0.0059
8136	2260.00	2.022	0.0247	1.483	0.0116	1.133	0.0060
8208	2280.00	2.040	0.0251	1.496	0.0118	1.143	0.0061
8280	2300.00	2.058	0.0255	1.509	0.0120	1.153	0.0062
8352	2320.00	2.075	0.0259	1.522	0.0122	1.163	0.0063
8424	2340.00	2.093	0.0263	1.535	0.0124	1.173	0.0064
8496	2360.00	2.111	0.0267	1.549	0.0126	1.183	0.0065
8568	2380.00	2.129	0.0272	1.562	0.0128	1.193	0.0066
8640	2400.00	2.147	0.0276	1.575	0.0130	1.203	0.0067
8712	2420.00	2.165	0.0280	1.588	0.0132	1.213	0.0068
8784	2440.00	2.183	0.0284	1.601	0.0134	1.223	0.0069
8856	2460.00	2.201	0.0289	1.614	0.0136	1.233	0.0070
8928	2480.00	2.219	0.0293	1.627	0.0138	1.243	0.0071
9000	2500.00	2.237	0.0297	1.640	0.0140	1.253	0.0073
9072	2520.00	2.254	0.0302	1.654	0.0142	1.263	0.0074
9144	2540.00	2.272	0.0306	1.667	0.0144	1.273	0.0075
9216	2560.00	2.290	0.0311	1.680	0.0146	1.283	0.0076
9288	2580.00	2.308	0.0315	1.693	0.0148	1.293	0.0077
9360	2600.00	2.326	0.0320	1.706	0.0150	1.303	0.0078
9432	2620.00	2.344	0.0324	1.719	0.0152	1.313	0.0079
9504	2640.00	2.362	0.0329	1.732	0.0155	1.323	0.0080
9576	2660.00	2.380	0.0334	1.745	0.0157	1.333	0.0081
9648	2680.00	2.398	0.0338	1.759	0.0159	1.343	0.0082
9720	2700.00	2.415	0.0343	1.772	0.0161	1.353	0.0084
9792	2720.00	2.433	0.0348	1.785	0.0163	1.363	0.0085
9864	2740.00	2.451	0.0352	1.798	0.0166	1.373	0.0086
9936	2760.00	2.469	0.0357	1.811	0.0168	1.383	0.0087
10008	2780.00	2.487	0.0362	1.824	0.0170	1.393	0.0088
10080	2800.00	2.505	0.0367	1.837	0.0172	1.403	0.0089

续表 C.0.1

流量Q		DN1200		DN1400		DN1600	
		d _j =1. 1930		d _j =1. 3930		d _j =1. 5940	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
10152	2820.00	2.523	0.0372	1.850	0.0175	1.413	0.0091
10224	2840.00	2.541	0.0377	1.863	0.0177	1.423	0.0092
10296	2860.00	2.559	0.0381	1.877	0.0179	1.433	0.0093
10368	2880.00	2.576	0.0386	1.890	0.0182	1.443	0.0094
10440	2900.00	2.594	0.0391	1.903	0.0184	1.453	0.0095
10512	2920.00	2.612	0.0396	1.916	0.0186	1.463	0.0097
10584	2940.00	2.630	0.0401	1.929	0.0189	1.473	0.0098
10656	2960.00	2.648	0.0406	1.942	0.0191	1.483	0.0099
10728	2980.00	2.666	0.0412	1.955	0.0193	1.493	0.0100
10800	3000.00	2.684	0.0417	1.968	0.0196	1.503	0.0102
10872	3020.00	2.702	0.0422	1.982	0.0198	1.513	0.0103
10944	3040.00	2.720	0.0427	1.995	0.0201	1.523	0.0104
11016	3060.00	2.737	0.0432	2.008	0.0203	1.533	0.0105
11088	3080.00	2.755	0.0437	2.021	0.0206	1.543	0.0107
11160	3100.00	2.773	0.0443	2.034	0.0208	1.553	0.0108
11232	3120.00	2.791	0.0448	2.047	0.0211	1.563	0.0109
11304	3140.00	2.809	0.0453	2.060	0.0213	1.573	0.0111
11376	3160.00	2.827	0.0459	2.073	0.0216	1.584	0.0112
11448	3180.00	2.845	0.0464	2.087	0.0218	1.594	0.0113
11520	3200.00	2.863	0.0470	2.100	0.0221	1.604	0.0114
11592	3220.00	2.881	0.0475	2.113	0.0223	1.614	0.0116
11664	3240.00	2.899	0.0480	2.126	0.0226	1.624	0.0117
11736	3260.00	2.916	0.0486	2.139	0.0228	1.634	0.0119
11808	3280.00	2.934	0.0491	2.152	0.0231	1.644	0.0120
11880	3300.00	2.952	0.0497	2.165	0.0234	1.654	0.0121
11952	3320.00	2.970	0.0503	2.178	0.0236	1.664	0.0123
12024	3340.00	2.988	0.0508	2.192	0.0239	1.674	0.0124
12096	3360.00	3.006	0.0514	2.205	0.0242	1.684	0.0125
12168	3380.00	3.024	0.0520	2.218	0.0244	1.694	0.0127
12240	3400.00			2.231	0.0247	1.704	0.0128
12312	3420.00			2.244	0.0250	1.714	0.0129
12384	3440.00			2.257	0.0252	1.724	0.0131
12456	3460.00			2.270	0.0255	1.734	0.0132
12528	3480.00			2.283	0.0258	1.744	0.0134
12600	3500.00			2.297	0.0261	1.754	0.0135
12672	3520.00			2.310	0.0263	1.764	0.0137
12744	3540.00			2.323	0.0266	1.774	0.0138
12816	3560.00			2.336	0.0269	1.784	0.0139

续表 C.0.1

流量Q		DN1200		DN1400		DN1600	
		d _j =1. 1930		d _j =1. 3930		d _j =1. 5940	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
12888	3580.00			2.349	0.0272	1.794	0.0141
12960	3600.00			2.362	0.0274	1.804	0.0142
13032	3620.00			2.375	0.0277	1.814	0.0144
13104	3640.00			2.388	0.0280	1.824	0.0145
13176	3660.00			2.402	0.0283	1.834	0.0147
13248	3680.00			2.415	0.0286	1.844	0.0148
13320	3700.00			2.428	0.0289	1.854	0.0150
13392	3720.00			2.441	0.0292	1.864	0.0151
13464	3740.00			2.454	0.0295	1.874	0.0153
13536	3760.00			2.467	0.0297	1.884	0.0154
13608	3780.00			2.480	0.0300	1.894	0.0156
13680	3800.00			2.493	0.0303	1.904	0.0157
13752	3820.00			2.507	0.0306	1.914	0.0159
13824	3840.00			2.520	0.0309	1.924	0.0160
13896	3860.00			2.533	0.0312	1.934	0.0162
13968	3880.00			2.546	0.0315	1.944	0.0164
14040	3900.00			2.559	0.0318	1.954	0.0165
14112	3920.00			2.572	0.0321	1.964	0.0167
14184	3940.00			2.585	0.0324	1.974	0.0168
14256	3960.00			2.598	0.0327	1.984	0.0170
14328	3980.00			2.612	0.0330	1.994	0.0171
14400	4000.00			2.625	0.0334	2.004	0.0173
14472	4020.00			2.638	0.0337	2.014	0.0175
14544	4040.00			2.651	0.0340	2.024	0.0176
14616	4060.00			2.664	0.0343	2.035	0.0178
14688	4080.00			2.677	0.0346	2.045	0.0179
14760	4100.00			2.690	0.0349	2.055	0.0181
14832	4120.00			2.703	0.0352	2.065	0.0183
14904	4140.00			2.716	0.0355	2.075	0.0184
14976	4160.00			2.730	0.0359	2.085	0.0186
15048	4180.00			2.743	0.0362	2.095	0.0188
15120	4200.00			2.756	0.0365	2.105	0.0189
15192	4220.00			2.769	0.0368	2.115	0.0191
15264	4240.00			2.782	0.0372	2.125	0.0193
15336	4260.00			2.795	0.0375	2.135	0.0194
15408	4280.00			2.808	0.0378	2.145	0.0196
15480	4300.00			2.821	0.0381	2.155	0.0198
15552	4320.00			2.835	0.0385	2.165	0.0199

续表 C.0.1

流量Q		DN1200		DN1400		DN1600	
		d _j =1. 1930		d _j =1. 3930		d _j =1. 5940	
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)	v (m/s)	i (kPa/m)
15624	4340.00			2.848	0.0388	2.175	0.0201
15696	4360.00			2.861	0.0391	2.185	0.0203
15768	4380.00			2.874	0.0395	2.195	0.0205
15840	4400.00			2.887	0.0398	2.205	0.0206
15912	4420.00			2.900	0.0401	2.215	0.0208
15984	4440.00			2.913	0.0405	2.225	0.0210
16056	4460.00			2.926	0.0408	2.235	0.0212
16128	4480.00			2.940	0.0411	2.245	0.0213
16200	4500.00			2.953	0.0415	2.255	0.0215
16272	4520.00			2.966	0.0418	2.265	0.0217
16344	4540.00			2.979	0.0422	2.275	0.0219
16416	4560.00			2.992	0.0425	2.285	0.0220
16488	4580.00			3.005	0.0429	2.295	0.0222
16560	4600.00					2.305	0.0224
16632	4620.00					2.315	0.0226
16704	4640.00					2.325	0.0228
16776	4660.00					2.335	0.0230
16848	4680.00					2.345	0.0231
16920	4700.00					2.355	0.0233
16992	4720.00					2.365	0.0235
17064	4740.00					2.375	0.0237
17136	4760.00					2.385	0.0239
17208	4780.00					2.395	0.0241
17280	4800.00					2.405	0.0242
17352	4820.00					2.415	0.0244
17424	4840.00					2.425	0.0246
17496	4860.00					2.435	0.0248
17568	4880.00					2.445	0.0250
17640	4900.00					2.455	0.0252
17712	4920.00					2.465	0.0254
17784	4940.00					2.475	0.0256
17856	4960.00					2.486	0.0258
17928	4980.00					2.496	0.0260
18000	5000.00					2.506	0.0261
18072	5020.00					2.516	0.0263
18144	5040.00					2.526	0.0265
18216	5060.00					2.536	0.0267
18288	5080.00					2.546	0.0269

续表 C.0.1

流量Q		DN1600					
		d _j =1.5940					
(m ³ /h)	(L/s)	v (m/s)	i (kPa/m)				
18360	5100.00	2.556	0.0271				
18432	5120.00	2.566	0.0273				
18504	5140.00	2.576	0.0275				
18576	5160.00	2.586	0.0277				
18648	5180.00	2.596	0.0279				
18720	5200.00	2.606	0.0281				
18792	5220.00	2.616	0.0283				
18864	5240.00	2.626	0.0285				
18936	5260.00	2.636	0.0287				
19008	5280.00	2.646	0.0289				
19080	5300.00	2.656	0.0291				
19152	5320.00	2.666	0.0293				
19224	5340.00	2.676	0.0295				
19296	5360.00	2.686	0.0297				
19368	5380.00	2.696	0.0299				
19440	5400.00	2.706	0.0301				
19512	5420.00	2.716	0.0304				
19584	5440.00	2.726	0.0306				
19656	5460.00	2.736	0.0308				
19728	5480.00	2.746	0.0310				
19800	5500.00	2.756	0.0312				
19872	5520.00	2.766	0.0314				
19944	5540.00	2.776	0.0316				
20016	5560.00	2.786	0.0318				
20088	5580.00	2.796	0.0320				
20160	5600.00	2.806	0.0322				
20232	5620.00	2.816	0.0325				
20304	5640.00	2.826	0.0327				
20376	5660.00	2.836	0.0329				
20448	5680.00	2.846	0.0331				
20520	5700.00	2.856	0.0333				
20592	5720.00	2.866	0.0335				
20664	5740.00	2.876	0.0337				
20736	5760.00	2.886	0.0340				
20808	5780.00	2.896	0.0342				
20880	5800.00	2.906	0.0344				
20952	5820.00	2.916	0.0346				
21024	5840.00	2.926	0.0348				

续表 C.0.1

流量Q		DN1600					
		d _j =1.5940					
(m ³ /h)	(L/s)	v(m/s)	i(kPa/m)				
21096	5860.00	2.937	0.0351				
21168	5880.00	2.947	0.0353				
21240	5900.00	2.957	0.0355				
21312	5920.00	2.967	0.0357				
21384	5940.00	2.977	0.0360				
21456	5960.00	2.987	0.0362				
21528	5980.00	2.997	0.0364				
21600	6000.00	3.007	0.0366				

注：d_j为m。

修订说明

本规程是在《内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程技术规程》T/CECS 205-2015的基础上修订而成。

本规程修订过程中，编制组进行了深入调查研究，认真总结了我国内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本次修订内容主要包括：

1. 术语调整：增加内衬不锈钢复合钢制对焊管件、内覆不锈钢复合钢制对焊管件；删除与生产工艺有关的术语；

2. 增加：表 3.2.1 “内衬（覆）不锈钢复合钢管的公称尺寸、公称外径”；并规定了在表 3.2.1 规定的公称壁厚时，对应于不同材质、不同外径时的最大设计工作压力；

3. 增加：表 3.2.5 “复合钢管基层（基管）的力学性能”和表 3.2.6-1 “基层化学成分”，并对表 3.2.6-2 “复层化学成分”进行了部分修订；

4. 增加：3.2.8 “界面剪切试验和夹持力试验的要求和试验方法”；

5. 增加：图 3.3.1 “内衬不锈钢可锻铸铁复合管件端口截面示意图”和表 3.3.1 “内衬不锈钢可锻铸铁复合管件尺寸”、图 3.3.3 “内衬不锈钢沟槽式复合管件端口截面示意图”和表 3.3.3 “内衬不锈钢沟槽式复合管件尺寸”、图 3.4.2 “内衬不锈钢法兰复合管件端口截面示意图”和表 3.4.2 “内衬不锈钢法兰复合管件尺寸和端口截面示意图”，以及使用管件需执行的具体规定；

6. 增加：3.3.4 管道工程中配套使用的对焊管件应符合现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120的有关规定。若按 T/CECS 10120 附录 B 规定进行设计验证试验，试验压力应大于 T/CECS 10120 附录 A 规定的公称压力的 3 倍；设计验证试验可用于包含其他管件的管道系统。

7. 对管材管件的外防腐要求调整到了第 3 章；并增加了：对外壁采用熔结环氧粉末的防腐钢管，其塑层尺寸和性能应符合 GB/T 39636 的规定；涂覆前应对钢管内、外表面进行抛（喷）丸处理，规定了处理技术要求；

8. 增加：附录 C 水力学计算表；

9. 增加：4.4.5 管道系统的绝热保温要求；

10. 增加：4.4.6 管道系统应考虑因水温和环境温度变化产生的轴向位移，并采取补偿措施及其应满足有关要求；

11. 增加：5.3.3 沟槽连接端面可以采取可靠的防腐措施，如不锈钢密封套，硅

橡胶密封套、堆焊等。不锈钢密封钢套可由不锈钢套和密封圈组成。防腐措施应能将整个管端与水接触部位包裹。连接所用的管件宜采用内衬不锈钢的沟槽式管件和附件；

12. 增加：5.5.6 3 除非是焊接外坡口时，采用焊接碳钢对应的填充材料，否则焊接复层和碳钢层材料的填充焊丝或焊条，都应为焊接复层材料对应的焊丝和焊条材料。应采用比铬镍含量高一等级的焊条焊丝而不是用碳钢材料对应的焊丝焊条。

13. 增加：5.5.16 内径相同但外径不同的管段相连时，可对相连处基管开 1/4 的过渡坡口；不同内径的管段相连时，应采用异径管进行转换。

14. 删除了插锁式连接。

15. 增加：修订说明；

16. 对规程的其他章节和内容进行了相应的修改和调整。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

本规程所替代的历次版本为：

——《内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程技术规程》T/CECS 205：2015

主编单位：悉地国际设计顾问（深圳）有限公司

江苏众信绿色管业科技有限公司

参编单位：浙江金洲管道科技股份有限公司

绍兴市水联管业有限公司

中国城镇供水协会设备材料工作委员会

中国城镇供水协会设备管道物资部

上海钢管行业协会

中国建筑西北设计研究院有限公司

福建省建筑设计研究院

江苏省建筑设计研究院有限公司

中元国际（上海）工程设计研究院

东南大学建筑设计研究院

南京长江都市建筑设计股份有限公司

南京市建筑设计研究院有限责任公司
 上海建工四建集团有限公司工程设计研究院
 青岛理工大学设计院
 云南昆钢新型复合材料开发有限公司
 番禺珠江钢管有限公司
 苏州金达宝复合管材有限公司
 上海申花钢管有限公司
 上海月月潮集团有限公司
 威海化工机械有限公司
 天津友发钢管集团股份有限公司
 天津君诚钢管科技集团有限公司

主要起草人：钱乐中 姜文源 吕 晖 孟宪虎 沈淦荣
 冯志琴 陈怀德 刘西宝 方玉妹 程宏伟
 罗定元 刘 俊 郭 枫 杨 娟 王 竹
 张军峰 白迪祺 宋书燕 蒋秋生 刘彦菁
 张海宇 王赤宇 陈 祥 杨伟方 刘建伟
 王培永 李 华 李志刚 郭 霖 李华军
 王利树 魏家乐 余立毅 徐倍伦 巩宏良
 孙永喜 董华威 郝红亚 尹九祥 张松明
 郭建君 王亚平 周莉莉

——《给水内衬不锈钢管管道工程技术规程》CECS 205：2006

主编单位：上海沪标工程建设咨询有限公司
 建设部给水排水产品标准化技术委员会

参编单位：上海莘天实业有限公司
 西安向阳航天材料股份有限公司
 广东华捷钢管实业有限公司
 上海佑利积水管业有限公司
 绍兴市水联管业有限公司
 嘉兴中达集团有限公司
 南通三达防腐工程公司

主要起草人：姜文源 黄金屏 钱乐中 郭 霖 李加赠
 滕万波 张燕飞 郑阿松 邓锦权 吴志勇
 李锡伟 金惠明 王瑞金 冯志琴

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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：

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该这样做的：

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”。

引用标准名录

- 《自动喷水灭火系统 第 11 部分：沟槽式管接件》GB 5135.11
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《室外给水设计标准》GB 50013
- 《室外排水设计标准》GB 50014
- 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
- 《城镇燃气设计规范》GB 50028
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 《输气管道工程设计规范》GB 50251
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50874
- 《压力容器》GB/T 150
- 《不锈钢焊条》GB/T 983
- 《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091
- 《可锻铸铁管路连接件》GB/T 3287
- 《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323
- 《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117
- 《热强钢焊条》GB/T 5118
- 《复合钢板力学及工艺性能试验方法》GB/T 6396
- 《55°密封管螺纹 第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB/T 7306.2
- 《气体保护焊用碳钢、低合金钢用焊丝》GB/T 8110
- 《低压流体输送用无缝钢管》GB/T 8163
- 《卡箍式柔性管接头 技术条件》GB/T 8259
- 《卡箍式柔性管接头 型式与尺寸》GB/T 8260
- 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1
- 《钢制管法兰 第 1 部分：PN 系列》GB/T 9124.1
- 《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711
- 《钢制对焊管件 类型与参数》GB/T 12459
- 《不锈钢复合钢板焊接技术条件》GB/T 13148

《钢制对焊管件 技术规范》GB/T 13401

《锻制承插焊和螺纹管件》GB/T 14383

《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

《带颈螺纹铸铁管法兰》GB/T 17241.3

《压力管道规范工业管道》GB/T 20801

《橡胶密封件 给、排水管及污水管道用接口密封圈 材料规范》GB/T 21873

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

《低压不锈钢螺纹管件》GB/T 26120

《生活饮用水管道系统用橡胶密封件》GB/T 28604

《承压用复合无缝钢管》GB/T 28883

《流体输送用钢塑复合管及管件》GB/T 28897

《流体输送用耐蚀合金复合钢管》GB/T 31940

《流体输送用不锈钢复合钢管》GB/T 32958

《石油天然气工业用耐腐蚀合金复合管件》GB/T 35072

《沟槽式管路连接件技术规范》GB/T 36019

《石油天然气工业用内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管》GB/T 37701

《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636

《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192

《钢制管法兰（PN 系列）》HG/T 20592

《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014

《石油化工不锈钢复合钢焊接规程》SH/T 3527

《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452

《石油天然气工业 承压钢管无损检测方法》SY/T 6423

《内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管规范》SY/T 6623

《耐腐蚀合金双金属复合管焊接及无损检测技术标准》SY/T 7464

《焊接用不锈钢丝》YB/T 5092

《给水排水工程埋地钢管结构设计规程》T/CECS 141

《沟槽式连接管道工程技术规程》T/CECS 151

《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120

中国工程建设协会标准

内衬内覆不锈钢复合钢管管道工程
技术规程

T/CECS 205-201X

条文说明

目次

1 总 则.....	71
2 术 语.....	72
3 管材和管件.....	73
4 设 计.....	76
4.2 设计工作压力	76
4.3 设计工作温度	76
4.4 水力计算	77
4.5 防腐	77
5 管道安装.....	80
5.1 一般规定	80
5.3 沟槽连接	80
5.5 焊接连接	80
附录 A 钢管壁厚的确定.....	83
附录 B 不锈钢的耐蚀性能.....	84
附录 C 水力学计算表.....	85

1 总 则

1.0.1 随着不锈钢复合钢管制造技术在发展，不仅能生产机械复合的内衬不锈钢复合钢管，而且能生产冶金复合的内覆不锈钢复合钢管；由于复合钢管使用压力的提高，使用口径的扩大，使用范围已从建筑给水领域，扩展到建筑排水，工业给水排水、市政给水排水和消防给水排水等领域，并在温泉、太阳能工程、工业空调领域的蒸汽、热水输送系统得到了广泛应用，如 DN1800 内覆不锈钢复合钢管已成功应用于泰和水厂工程中、因而规程名称为：《内衬（覆）不锈钢复合钢管管道工程技术规程》。

1.0.3 “管道工程采用的内衬（覆）不锈钢复合钢管应符合现行行业标准《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T192、根据需要也可采用符合现行国家标准《流体输送用耐蚀合金复合钢管》GB/T31940、现行国家标准《流体输送用不锈钢复合钢管》GB/T 32958”等移至第 2 章。删除：“油气输送管道并应符合行业标准《内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管规范》SY/T 6623”。

1.0.4 原稿“输送燃气、空气、油和蒸汽等流体管道工程也可据需要使用本规程，并应同时符合该领域相应标准和规程的规定。”范围较宽，如超超临界电站蒸汽管和采暖用蒸汽管差别较大，油气管和家庭装修用与煤气灶连接的燃气管差别也较大，卫生间与换气扇连接的空气管，压力也很低。故改为：“城镇燃气管道、采暖蒸汽管道、空气输送管道系统工程中采用内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的设计、施工及验收除可采用本规程规定，并应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。”

2 术语

2.0.9 **内衬不锈钢复合钢制对焊管件** stainless steel lined steel buttwelding pipe fittings

不锈钢与管件基体之间机械结合的不锈钢复合钢制对焊管件。

2.0.10 **内覆不锈钢复合钢制对焊管件** stainless steel clade steel buttwelding pipe fittings

不锈钢与管件基体之间冶金结合的不锈钢复合钢制对焊管件。

删除：“内旋压成型复合工艺”、“爆燃成型复合工艺”、“嵌套成型复合工艺”、“液压成型复合工艺”、“内旋压热熔合工艺”、“离心铸造复合工艺”、“复合板(带)成型焊接复合工艺”、“插入自锁卡簧式管件”术语、以及“内衬不锈钢复合钢管”和“内覆不锈钢复合钢管”术语中与生产工艺有关的内容。

3 管材和管件

3.2 管材

3.2.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管的公称尺寸、公称外径、复合管和复层最小公称壁厚应符合表 3.2.1 的规定。

公称壁厚和公称压力关系应符合公式（1）

$$P_0 = \frac{2SR}{1.25D} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

P_0 ——允许工作压力，单位为兆帕（MPa）；

S ——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；

D ——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）；

R ——允许应力，按上屈服强度的60%，单位为兆帕（MPa）。

1.25—安全系数

表 3.2.1-2 壁厚、允许工作压力和钢的牌号的计算

DN	实际直径 (mm)	允许工作压力 (MPa)	钢板下屈服 强度 (MPa)	强度计算所需 最小壁厚 (mm)	表 3.2.1 规定 复合管最小公 称壁厚 (mm)
200	219	2.5	235	2.43	5.0
250	273	2	235	2.42	5.0
300	325	2	235	2.88	6.0
350	377	2	235	3.34	6.0
400	426	2	235	3.78	7.0
450	480	2	235	4.26	8.0
500	530	2	235	4.7	8.0
600	630	2	235	5.59	8.0
700	720	2	235	6.38	10.0
800	820	2	235	7.27	10.0
900	920	1.6	355	6.48 ^a	10.0
1000	1020	1.6	355	7.18 ^a	10.0
1200	1220	1.6	355	8.59 ^a	11.0
1400	1420	1.6	355	10.0 ^a	12.5
1600	1620	1.6	355	11.4 ^a	14.0

注：^a 壁厚是按允许工作压力 1.6 MPa 的 1.5 倍进行计算的，即可应用于允许工作压力 2.4 MPa 的场合。

从表 3.2.1 看出，按表 3.2.1 确定的公称壁厚，在承压能力上是留有余地的。公称壁厚包括基管壁厚和复层壁厚，表 3.2.1-2 中强度计算所需最小壁厚和规定复合管最小公称壁厚之差超过复层壁厚，所以强度计算所需最小壁厚可理解成基管最

小壁厚或理解成复合管最小壁厚都是可以的，所以，可按复合钢管总壁厚进行强度计算，并对成品复合钢管进行整体液压试验；也可按基管壁厚进行计算，并对基管进行液压试验。若基管已进行过液压试验，成品复合钢管可不再进行液压试验。

表 3.2.1 引用了《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T192 关于覆(衬)层厚度和复合管总壁厚的规定；

注：DN150 的钢管外径为 165.1mm，仅用于仅适用于沟槽连接，以及与沟槽连接进行转换的连接时。

3.2.2 内衬（覆）不锈钢复合钢管的壁厚除了满足 3.2.1 的要求外，还应符合以下要求：

1 按《55°密封管螺纹第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB/T 7306.2 规定：“对于采用螺纹连接和沟槽连接的复合钢管基层壁厚不应小于 2.5mm。综合《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192 和《不锈钢复合钢板和钢带》GB/T 8165 标准中对覆(衬)层厚度的规定，规定：“覆(衬)层厚度不应小于 8%复合管总壁厚”。复合钢管的最小公称壁厚，不大于 DN150 的，应同 GB/T 3091 标准一致。

2 根据具体工况条件，可按相关标准规范进行确定壁厚或按本规程附录 A 中的计算方法进行计算确定壁厚；

3 在对内衬(覆)不锈钢复合钢管进行壁厚强度设计计算时，宜按复合钢管总壁厚进行计算，并对成品复合钢管进行整体液压试验；也可按基管壁厚进行计算。若基管已进行过液压试验，成品复合钢管可不再进行液压试验。

4 对于埋地使用的内衬（覆）不锈钢复合钢管确定壁厚后，还应按现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332、现行协会标准《给水排水工程埋地钢管结构设计规程》T/CECS 141 核算埋地工况下复合钢管管壁截面的稳定性验算和刚度验算，壁厚取最小公称壁厚；

5 采用焊接连接时，复层不锈钢的壁厚不得小于 0.5 mm。

3.2.4 采用表 3.2.1 中壁厚的管材时，其设计工作压力应满足以下要求：

1 基管选用 Q235B、Q235C 材质的焊接钢管时：

- 1) 公称尺寸不大于 200 时，最大设计工作压力为 2.5 MPa；
- 2) 公称尺寸大于 200 且不大于 800 时，最大设计工作压力为 2.0 MPa；
- 3) 公称尺寸大于 800 时，最大设计工作压力为 1.6 MPa。

2 基管选用 20 材质的无缝钢管时：

- 1) 公称尺寸不大于 200 时, 最大设计工作压力为 3.0 MPa;
- 2) 公称尺寸大于 200 且不大于 800 时, 最大设计工作压力为 2.0 MPa;
- 3 基管选用 Q355、L360 材质时, 最大设计工作压力可为 Q235、20 材质的 1.5 倍, 因 Q355、L360 的屈服强度相当于 Q235B、20 的 1.5 倍。

3.2.5 按《碳素结构钢》GB/T 700 规定了 Q235 的化学成分和力学性能, 按《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定了 Q355 的化学成分和力学性能, 按《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 规定了 20 的化学成分和力学性能, 按《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711 规定了 L360 的化学成分和力学性能。按《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 和《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 规定了屈服强度为下屈服强度, 并按《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711 规定: * 当屈服不明显时, 可用规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 或规定总延伸强度 $R_{t0.5}$ 代替。

3.2.6 按《流体输送用不锈钢焊接钢管》GB/T 12771 和《奥氏体—铁素体型双相不锈钢焊接钢管》GB/T 21832, 规定: 衬层覆层主要材料的化学成份见表 3.2.6-2。

3.2.8 按《内衬不锈钢复合钢管》CJ/T 192 和《流体输送用耐蚀合金复合钢管》GB/T 31940 规定了: 界面剪切结合强度或夹持力试验结合强度的要求。

3.3 管件

3.3.1 增加: 图 3.3.1 内衬不锈钢可锻铸铁复合管件端口截面示意图和表 3.3.1 内衬不锈钢可锻铸铁复合管件尺寸; 端口的密封圈应具有内壁密封和端面密封的双密封功能;

3.3.2 增加: 图 3.3.2 内衬不锈钢沟槽式复合管件截面示意图和表 3.3.2 内衬不锈钢沟槽式复合管件尺寸。内衬不锈钢沟槽/螺纹式复合管件的螺纹端口截面如本标准图 3.3.1 所示, 尺寸应符合本标准表 3.3.1 的规定。

3.3.4 复合对焊管件的类型、代号与标志, 制造与设计, 要求, 试验方法, 检验规则, 包装、运输、贮存等应符合现行协会标准《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 的有关规定。若按《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 附录 B 规定进行设计验证试验, 试验压力应大于《不锈钢复合钢制对焊管件》T/CECS 10120 附录 A 规定的公称压力的 3 倍。设计验证试验可用于包含其他管件的管道系统。

3.4 法 兰

3.4.2 增加：图 3.4.2 内衬不锈钢法兰复合管件端口截面示意图和表 3.4.2 内衬不锈钢法兰复合管件尺寸。平焊法兰和平焊环与内衬（覆）不锈钢复合钢管的焊接接头应符合图 3.4.2 和表的要求。平焊法兰和平焊环在**法兰内孔和管体外层碳钢管端面应采用不锈钢焊条或焊丝进行封焊**，焊接时碳钢焊滴不应暴露在与流体接触的内表面，（图 3.4.2）。现发现有施工单位在现场因焊有法兰的复合钢管长度不合适，随意切断，切断后，只焊法兰和碳钢管的外表面，而切断碳钢管端面和法兰内孔没有用不锈钢焊条进行封焊，造成碳钢管端面腐蚀而产生黄水。

3.4.2 3 增加：法兰角焊缝应呈突起状态，不应呈凹下状态。

3.5 管材和管件防腐

3.5.1 对埋地使用的内衬（覆）不锈钢复合钢管管道系统的外防腐措施应满足以下要求：

1. 采用涂塑或覆塑层防腐的，塑层材料和塑层厚度应符合现行国家标准《流体输送用钢塑复合管及管件》GB/T 28897 的规定；
2. 采用 PE 二层结构或 PE 三层结构防腐的，塑层材料和塑层厚度应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定；
3. 采用熔结环氧粉末防腐的，塑层材料和塑层厚度应符合《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636 的规定；
4. 采用石油沥青涂料、环氧煤沥青涂料、环氧树脂玻璃进行钢管外防腐的，涂层材料和涂层厚度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 和《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的规定；
5. 涂覆前应对钢管内外表面进行抛（喷）射除锈。处理后的表面应无铁锈、焊渣、毛刺和杂物，抛（喷）射除锈等级应达到《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分： 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 中规定的 Sa2½级要求。

3.5.2 对室内使用的内衬（覆）不锈钢复合钢管外表面宜采用镀锌防腐层，镀锌质量应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定。

3.5.3 内衬不锈钢复合钢管出厂时，端面应有保护措施，避免在储存运输过程中，潮气进入复合管而引起双金属电腐蚀。

双金属腐蚀是电偶腐蚀，又称接触腐蚀或异金属腐蚀。电偶腐蚀是由不同的金属或其他电子导体作为电极而形成的。当两种不同的金属或合金接触时，在电解质溶液中电位较负的金属腐蚀速度加快，而电位较正的的金属得到保护。

发生双金属腐蚀有三个条件：

- 1) 电位较正的“贵金属”和电位较负的“贱金属”偶接，“贵金属”呈阴极，“贱金属”呈阳极，二者的电位差越大，则电偶腐蚀倾愈大。
- 2) 经导线连接或直接接触后形成电子通道，“贱金属”中的铁失去电子到达“贵金属”表面被腐蚀剂吸收。
- 3) 两种金属的接触区有电解质覆盖或浸没。“贱金属”中的铁失去的电子形成离子进入溶液，“贵金属”表面的电子被电解质中的腐蚀剂（如空气中的氧）拿去。电解质成为离子的通道。

只要改变三个条件中的一个，双金属腐蚀即被中止。

电偶腐蚀与双金属接触面积有关，接触面积愈大，腐蚀愈小。

电偶腐蚀的驱动力是电位差。

碳钢在海水中的电偶序 $E_H = -0.40V$ ，304 不锈钢在海水中的电偶序 $E_H = 0.30V$ ，碳钢与 304 不锈钢偶接后，碳钢是阳极，自腐蚀电位 E_{corr} 约为 $-0.7V$ ，304 不锈钢是阴极，自腐蚀电位为 E_{corr} 约为 $-0.20V$ ，碳钢首先受到腐蚀。

4 设计

4.2 设计工作压力和设计工作温度

1. 基层为《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的，按《压力管道规范工业管道 第 2 部分 材料》GB/T 20801.2 第 6.2、6.3.1 条规定：“GB/T 3091 电阻焊焊管，设计压力不大于 1.6 MPa，GB/T 3091 电熔焊焊管，牌号为 Q215B、Q235B 的设计压力不大于 3.0 MPa”。

2. 按《压力容器 第 2 部分 材料》GB/T 150.2 第 5.1.3 条规定：“GB/T 8163 中

10、20 钢和 Q345（等同于 Q355）钢管的设计压力不大于 4.0 MPa”。

3. 按《压力管道规范工业管道 第 2 部分 材料》GB/T 20801.2 第 6.1 条：“可锻铸铁管道组成件的设计压力不大于 2 MPa；”。按《可锻铸铁管道连接件》GB/T 3287-2011，第 5.11 条规定：“可锻铸铁管道连接件的最大设计工作压力为 2.0-2.5 MPa”。当设计压力大于 2 MPa 时可采用《锻制承插焊和螺纹管件》GB/T 14383。

4. 按《低压不锈钢螺纹管件》GB/T 26120，低压不锈钢螺纹管件最大工作压力为 2 MPa。

5. 按《自动喷水灭火系统 第 11 部分： 沟槽式管接头》GB 5135.11、《沟槽式连接管道工程技术规程》T/CECS 151 规定了沟槽连接的压力使用范围。按《沟槽式管路连接件技术规范》GB/T 36019 中，规定了沟槽连接的适用工作压力不大于 2.5 MPa。

6. 复合钢管及管道元件最大设计温度见表 4.3.1。

7. 基层为《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的，按《压力管道规范工业管道 第 2 部分 材料》GB/T 20801.2 第 6.2、6.3.1 条规定：“设计温度不大于 350 °C；GB/T 3091 电熔焊焊管，牌号为 Q215B、Q235B 的设计温度不大于 350 °C”。按《压力管道规范工业管道 第 2 部分 材料》GB/T 20801.2 第 6.5 条规定：“超低碳不锈钢不宜在 425 °C 以上长期使用”。按《压力管道规范工业管道 第 2 部分 材料》GB/T 20801.2 第 7.2.3 条规定：“双相不锈钢不得在 300 °C 以上的温度使用”。因奥氏体不锈钢耐高温能力高于碳钢，故规定：内覆（衬）奥氏体不锈钢的复合管设计温度不大于 350 °C，覆（衬）双相不锈钢的复合管设计温度不大于 300 °C。

8. 按《压力管道规范工业管道 第 2 部分 材料》GB/T 20801.2 第 6.1 条规定：“可锻铸铁管道组成件的设计温度应大于-20 °C 且不大于 300 °C”。Q235、10、20、Q345、可锻铸铁、奥氏体不锈钢使用温度均可达 300 °C。

9. 规定衬塑带颈螺纹法兰用于 ≤90 °C 条件下。内壁衬不锈钢的可锻铸铁或衬不锈钢的碳钢管件，一般夹层中为聚丙烯，故规定最大设计工作温度为 90 °C；

10. 对于输送更高温度的流体，可协商并指定耐高温夹层。因一般硅橡胶密封圈允许使用温度为 110 °C，故规定《沟槽式管接头》《低压不锈钢螺纹管件》最大设计工作温度为 110 °C，对输送更高温度的流体，可协商并指定采用耐热硅橡胶密封圈。

11. 与内衬内覆不锈钢复合钢管配套使用的管件用于输送 ≤90 °C 冷热水时，宜采

用衬不锈钢可锻铸铁或衬不锈钢碳钢管件、覆不锈钢复合钢板对焊管件、覆不锈钢无缝对焊管件、螺纹连接用不锈钢铸造管件和焊接连接用纯不锈钢对焊管件。

12. 用于输送温度 $\geq 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的沸水和蒸汽时宜采用覆不锈钢复合钢板对焊管件、覆不锈钢无缝对焊管件、螺纹连接用不锈钢铸造管件和焊接连接用纯不锈钢对焊管件。

4.4 水力计算

4.4.2 室外排水管道的的水力计算应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014的规定，参照不同管材的海澄—威廉系数的差异，不锈钢管的粗糙系数定为 0.0095。

4.4.3 给水管道的沿程水头损失，本规程引用了现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的计算公式，即海澄—威廉公式。该公式适用于流速不大时的沿程水头损失的计算，这与给水管道的情况相符。GB 50015 还具体规定了不同管材的海澄—威廉系数，对于不锈钢管该值为 130。水力计算表见附录 C。

5 管道安装

5.1 一般规定

5.1.3 内衬内覆不锈钢复合钢管不会因管道切割和套丝过程产生的热量而导致内衬熔化变形，但需对切割工具作出严格限制，并对套丝机的润滑剂作出规定。在安装上，当采用不锈钢管件、衬不锈钢可锻铸铁管件、或衬塑带颈螺纹法兰时，管件和管体螺纹连接应确保拧紧深度、管体端面密封和防腐，且避免管体端面产生双金属腐蚀。当采用沟槽连接时，管体端面应安装防腐套。

5.1.6 内衬内覆不锈钢复合钢管由于钢管和内衬内覆层都是金属，材料延展性相对较差，当弯曲半径较小，弯角度较大时，容易出现结合面的离层现象。因此，条文中取消可以冷弯的规定。

5.3 沟槽连接

5.3.1 管道安装时，应符合下列要求：

1 管端沟槽轧制加工过程应符合现行协会标准《沟槽式连接管道工程技术规程》T/CECS 151 的规定；另外沟槽连接端面可以采取可靠的防腐措施，如不锈钢密封套，硅橡胶密封套、堆焊等。不锈钢密封钢套可由不锈钢和密封圈组成。防腐措施应能将整个管端与水接触部位包裹，彻底解决基管端面与水接触而产生电化学腐蚀的问题。连接所用的管件宜采用内衬不锈钢的沟槽式管件和附件；

5.4 法兰连接

5.4.2 管道法兰连接应符合下列要求：

6 法兰连接应采取一次安装法，**应设计好每段焊有法兰的复合钢管的长度，在工厂进行制作，在施工现场一次性进行安装，不应在施工现场在复合钢管上焊接法兰**。当安装有困难时，可采用松套法兰连接。

因在工厂焊接法兰时，在管体端口和法兰内孔焊接处，内衬不锈钢层可以稍长，包裸外层碳钢管端面，对碳钢管端面进行有效的封焊。现有施工单位在现场因焊有法兰的复合钢管长度不合适，随意切断，切断后，只焊法兰和碳钢管的外表面，而切断碳钢管端面和法兰内孔没有用不锈钢焊条进行封焊，造成碳钢管端腐蚀而产生黄水。

5.5 焊接连接

5.5.1 按照现行国家标准《不锈钢复合钢板焊接技术条件》GB/T 13148 编制焊接连接的各项要求。

5.5.6 焊条、焊丝应符合下列规定：

1 按《石油化工不锈钢复合钢焊接规程》SH/T 3527-2009、《不锈钢焊条》GB/T 983、《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《焊接用不锈钢丝》GB/T 5092 编制表 5.5.6 《焊条和焊丝的选用》。

2 为避免不锈钢在焊接加热后缓慢冷却，在晶界析出碳化物而引起耐腐蚀能力下降，韧性下降，特规定“对接焊缝的不锈钢焊条焊丝，应采用铬镍含量高一等级的焊条焊丝”。而表 5.5.6 即按此原则选用的，现有复合管厂都是这样选用焊条焊丝。

3 除非是焊接外坡口时，采用焊接碳钢对应的填充材料，否则焊接复层和碳钢层材料的焊填充焊丝或焊条，**都应为焊接复层材料对应的焊丝和焊条材料**。应采用比铬镍含量高一等级的焊条焊丝而不是用碳钢材料对应的焊丝焊条。

4 奥氏体不锈钢的焊条电弧焊宜采用钛钙型酸性焊条。

5 相同强度等级的碳素钢、低合金钢相焊的焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于相应母材标准规定下限值。

6 为避免在焊接加热后冷却过程中碳化物在晶间析出，从而产生晶间腐蚀，规定：“对于有防晶间腐蚀要求的焊接接头应采用熔敷金属中含有稳定化元素 Ti、Nb 或保证熔敷金属中含碳量 $\leq 0.04\%$ 的焊条或含碳量 $\leq 0.03\%$ 的焊丝。”

5.5.10 按“中国石油天然气第一建设公司田彩刚《L245/316L双金属复合管焊接技术》编制具体焊接工艺参数。由于复合管的基层和内层只是通过内挤外压达到紧密接触。接触面存在空气、水分和油污等杂质。焊接时杂质受热会分解为水蒸气和二氧化碳气体等。致使熔池内产生大量气体，严重时发生爆裂，破坏熔池。规定了：

“首先对管道进行四点刚性固定，采用机械夹具调整坡口间隙。”，“如果发现熔池由里往外冒气泡，或是发生爆裂时，应立即停止焊接。将接头处打磨干净后重新焊接”，“在现场施焊前将封焊层打开1~2个点位，并对管口进行加热，使其水蒸气和空气尽可能排出。”，“过渡层的焊接时：过小的电流容易造成层间未焊透及熔敷金属合金浓度梯度过大。过大的电流易将根部或封焊层烧穿。”等生产实践中总结的经验。

5.5.13 按“昆钢蓝天城片区新建住宅区生活水改造工程不锈钢复合管道焊接方案”规定了“盖面焊缝控制焊缝余高2 mm，并严格控制盖面焊缝咬边缺陷的发生。”“为抑制表面碳钢焊缝柱状晶的生长，在盖面焊以后采用适当的保温措施（如盖以石棉布等），使焊缝缓冷至室温。”

5.5.15 按《给排水管道施工及验收规范》GB 50268规定：“管道焊接连接时，复合管纵向焊缝应错开，管径小于600 mm时，错开的间距不得小于100 mm；管径大于等于600 mm时，错开的间距不得小于300 mm。环向焊缝距支架距离不应小于100 mm；直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于200 mm，并不应小于管节的外径；管道任何位置不得有十字形焊缝。”

5.5.16 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不宜大于3 mm。**内径相同但外径不同的管段相连时，可对相连处基管开1/4的过渡坡口；不同内径的管段相连时，应采用异径管进行转换。**不同管径的管节相连时，两管径相差大于小管管径的15 %时，可用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的2倍，且不应小于200 mm。

5.6 防 腐

5.6.1 内衬（覆）不锈钢复合钢管连接部位的防腐应符合以下规定：

- 1 螺纹连接时，在螺纹加工深浅不同时，管端面应与管件的橡胶密封装置紧密接触；
- 2 不锈钢内螺纹管件，必须具有台阶，用于放置管端密封装置；
- 3 沟槽连接时，管端面与管端面、管端面与管件端面以及管件端面与管件端面应采取可靠的防腐措施，避免水与外基层（包括：外基管、外坯沟槽管件）接触；
- 4 焊接连接时，管端在出厂时应进行封焊或堆焊，且对接焊缝内壁不能露出碳钢焊滴；
- 5 支管连接时，应采用相配套的并经防腐处理的三通管件。
- 6 对内衬（覆）不锈钢复合钢管主管需连接支管时，应采用能确保复合管端面防腐的衬不锈钢可锻铸铁或碳钢三通管件、覆不锈钢复合钢板对焊三通管件。
- 7 管道系统的支承体、紧固件应采用热浸镀锌金属件或碳钢件加防腐漆；沟槽卡箍使用的螺栓应采用热镀锌防腐或达克罗防腐。

5.6.2 运输和安装过程中损坏的防腐层、管道连接部位防腐应符合以下规定：

- 1 应按现行国家标准《管道外防腐补口技术规范》GB/T 51241 规定，用辐射交联聚乙烯热收缩带、辐射交联聚乙烯补伤片、无溶剂液体涂料、聚合物胶粘带或弹体胶带进行修补与补口；
- 2 应按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定用环氧底漆/辐射交联聚乙烯热收缩带进行修补与补口；
- 3 应按现行国家标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636 的规定，采用熔结环氧粉末进行外表面修补与补口；
- 4 应采用聚脲进行修补与补口。

附录 A 钢管壁厚的确定

1 按《压力容器 第 1 部分 通则》GB/T 150.1 第 4.6.2 条，液压试验压力为设计压力的 1.25 倍，安全系数为 1.25。

2 按《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091、《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163、《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711 标准的液压试验公式：

$$P=2St/D\text{-----} (1)$$

式中：P——钢管进行液压试验的试验压力，单位为兆帕（MPa）；

D——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）；

t——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；

$$3 \quad S=R_{eL} KH\text{-----} (2)$$

式中：S——为钢管许用应力，单位为兆帕（MPa）；

R_{eL} ——为钢管下屈服强度，单位为兆帕（MPa），详见表 B2；

K——不同标准规定的许用应力和下屈服强度的比例，详见表 B1；

H——高温下许用应力与室温下许用力相比的下降系数，详见表 B3。

4 按《压力容器 第 1 部分 通则》GB150.1 第 4.6.2.2 条规定：

$$P_0=P/1.25\text{-----} (3)$$

式中： P_0 ——设计压力，单位为兆帕（MPa）；

将（1）、（2）和（3）合并成（4）

$$t=0.625P_0 \cdot D / (R_{eL} \cdot K \cdot H)\text{-----} (4)$$

5 考虑到复合管常使用在不超过 300 °C 的高温状态，300 °C 时许用应力下降系数，最小为 69 %，200 °C 时许用应力下降系数，最小为 85 %；统计情况见表 A.1-4

表 A.1-4 高温下许用应力与室温下许用力相比的下降系数

标准	钢种	下屈服强度	室温时许用应力 A	300 °C 许用应力 B	B/A=H ₁	200 °C 许用应力 C	C/A=H ₂
GB/T 3091	Q235B	235 MPa	116 MPa	81 MPa	69.8 %	99 MPa	85.4 %
GB/T 3091	Q235C	235 MPa	123 MPa	86 MPa	69.9 %	105 MPa	85.4 %
GB/T 8163	10	205 MPa	124 MPa	89 MPa	71.8 %	108 MPa	87.1 %
GB/T 8163	20	245 MPa	152 MPa	108 MPa	71.1 %	131 MPa	86.2 %
GB/T 8163	Q345D	345 MPa	174 MPa	153 MPa	87.9 %	174 MPa	100 %
GB/T 9711	L320	320 MPa	181 MPa	140 MPa	77.3 %	167 MPa	92.2 %

附录 B 不锈钢的耐蚀性能

不锈钢耐腐蚀试验数据取自：中国特钢企业协会不锈钢分会李成主编的《不锈钢实用手册》和吴玖等著《双相不锈钢》。不锈钢水管能够经受很高的流速，即使流速大于 40 米/秒，仍然保持极低的腐蚀速率，不超过 0.003 毫米/年，故 304（06Cr19Ni10）的不锈钢复合钢管在供水中具有很长的使用寿命。

附录 C 水力学计算表

1 内衬（覆）不锈钢复合钢管的公称尺寸、公称外径、公称壁厚和复层公称壁厚按表 3.2.1 选用。

2 流速控制：管道公称尺寸为 DN15~DN200 时，参考《建筑给水排水设计标准》GB 50015—2019 第 3.7.13 条：

DN15~DN20, 0.3 m/s-1.0 m/s;

DN25~DN40, 0.3 m/s-1.2 m/s;

DN50~DN65, 0.3 m/s-1.5 m/s;

DN80~DN200, 0.5 m/s-1.8 m/s。

管道公称尺寸大于 DN200 时，参考《室外给水设计标准》GB 50013—2018 第 6.3.1 条：

DN250~DN1600, 0.5 m/s~3.0 m/s。

3 流量控制：

0.065 L/s~0.35 L/s, 每次计算递增 0.005 L/s;

0.35 L/s~0.50 L/s, 每次计算递增 0.010 L/s;

0.50 L/s~1.70 L/s, 每次计算递增 0.015 L/s;

1.70 L/s~3.30 L/s, 每次计算递增 0.05 L/s;

3.30 L/s~10.00 L/s, 每次计算递增 0.10 L/s;

10.00 L/s~15.00 L/s, 每次计算递增 0.25 L/s;

15.00 L/s~45.00 L/s, 每次计算递增 0.50 L/s;

45.00 L/s~140.00 L/s, 每次计算递增 5.00 L/s;

140.00 L/s~560.00 L/s, 每次计算递增 10.00 L/s;

560.00 L/s~6000.00 L/s, 每次计算递增 20.00 L/s;