

DB

新疆维吾尔自治区工程建设标准

JXXXXX—2021

XJJXXX—2021

耐热聚乙烯(PE-RT II)直埋热水保温管 道技术规程

Design and engineering technical code for the
Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT II)
insulated pipes of directly buried hot-water supply
pipeline

(征求意见稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅 发布

目 录

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	4
3 材料要求	5
3.1 一般规定	5
3.2 GRPE 热水管道	5
3.3 PE-RT II 管材及管件	8
3.4 管道标志、运输和储存	11
4 设计	13
4.1 一般规定	13
4.2 水力计算	13
4.3 管网的布置与敷设	14
4.4 管道应力和作用力的计算	17
4.5 管道阀门及附件	20
4.6 管道保温	20
5 施工	22
5.1 一般规定	22
5.2 沟槽开挖	23
5.3 PE-RT II 管道连接	24
5.4 接头保温	26
5.5 管道敷设	26
5.6 沟槽回填	27
6 压力试验、清洗和试运行	30
6.1 管网压力试验	30

6.2 管网清洗	31
7 工程竣工验收	33
7.2 工程质量验收	33
7.3 竣工验收	35
附录 A GRPE 热水管道的检验	37
附录 B 轴向剪切强度的测试方法	40
附录 C PE-RT II 管材及管件原材料的质量要求	42
附录 D GRPE 热水管道的水力计算	45
附录 E 管道热熔对接焊接规程	65
附录 F 管道电熔承插焊接规程	69
附录 G 质量验收报告及记录	72
本规程用词说明	79
引用标准名录	80

1 总则

1.0.1 为了提高供热管道防腐性能，减少热损失，方便施工，延长管道使用寿命，为耐热聚乙烯（PE-RT II）直埋保温供热管道（以下简称“GRPE 热水管道”）的设计、施工、验收和使用提供指导和依据，促进自治区城镇供热事业的发展，做到保证质量、技术先进、经济合理、安全使用和环保节能，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新疆维吾尔自治区城镇供热管网工作压力不大于 1.0MPa，热水温度不超过 80℃直埋 GRPE 热水管道的设计、施工及验收。

1.0.3 GRPE 热水管道用于地震、湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土等地区除应执行本规程外，尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011、《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032、《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025、《膨胀土地区建筑技术规范》GB50112、《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T50942 等规定。

1.0.4 GRPE 热水管道的设计、施工和验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家、行业和新疆维吾尔自治区现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 GRPE 热水保温管道 GRPE Polyethylene of raised temperature resistance insulated pipes of hot water supply pipes

指以耐热聚乙烯（PE-RT II）树脂经挤出成型为工作内管，聚氨酯材料为保温层，高密度聚乙烯或聚氯乙烯管材为外护管，组成的三层一体式的复合热水管道。

2.1.2 PE-RT II 管材及管件 the polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT II) of pipes and fittings

以耐热聚乙烯 PE-RT II 原料加工制造而成管材及管件。

2.1.3 低温热水供热管网 low temperature hot-water heating network

自热力站或锅炉房、热泵机房、直燃机房等热源至建筑物热力入口，介质温度不超过 80℃ 热水的供热管网。

2.1.4 无补偿敷设 installation no compensator

直管段不采取人为热补偿措施的直埋敷设方式。

2.1.5 锚固段 fully restrained section

在管道温度产生变化时，不产生热位移的管段。

2.1.6 固定点 fix point

采用强制固定措施使管道不发生位移的点。

2.1.7 保温层 insulating layer

在工作管与外护管之间设置的保温材料层。

2.1.8 外护管 out protecting pipe

在工作管和保温层的外侧，设置具有一定的机械强度和防水性能的套管。

2.1.9 不圆度 out-of roundness

在 PE-RT II 管材或管件的同一横截面上，最大和最小外径测量值之差。

2.1.10 管系列(S) pipe series

与公称外径和壁厚有关的无量纲数值，可用于指导管材规格的选用。

2.1.11 标准尺寸比(SDR) standard dimension ratio

公称外径与公称壁厚比值。

2.1.12 电熔承插管件 electrofusion socket fitting

具有一个或多个组合加热元件，能够将电能转换成热能从而与管材或管件插口端熔接的 PE-RT II 管件。

2.1.13 电熔鞍型管件 electrofusion saddle fitting

具有鞍形几何特征及一个或多个组合加热元件、能够将电能转换成热能从而在管材外侧壁上实现熔接的 PE-RT II 管件。

2.1.14 插口管件 spigot end fitting

插口端的连接外径等于相应配套使用管材的公称外径(d_n)的 PE-RT II 管件。

2.1.15 机械连接管件 mechanical fitting

通过机械作用将 PE-RT II 管件与另一段管材或管道附件连接的管件。一般可在施工现场装配或由制造商在工厂预装。可以通过螺纹、压缩接头或法兰与金属部件连接装配。

2.1.16 热熔对接焊接 butt fusion jointing

采用专门的热熔对接焊接设备，用加热板将管材或管件端面加热，撤去加热板，将两个端面对接在一起。

2.1.17 电熔承插焊接 electric fusion jointing

采用专门的电熔管件，由专用的电熔焊机，按照一定的规则控制流过管件中埋设的电阻丝中的电流，使其合理发

热，加热管件与管材的连接界面，经过一定时间的熔融，达到熔接目的。

2.2 符号

- A ——管道截面面积， mm^2 ；
 d_n ——PE-RT II 管的公称外径， mm ；
 d_l ——外护管的外径， mm ；
 $d_{\text{em,min}}$ ——PE-RT II 管的最小平均外径， mm ；
 $d_{\text{em,max}}$ ——PE-RT II 管的最大平均外径， mm ；
 E ——计算温度下 PE-RT H 管道的弹性模量， MPa ；
 e_n ——PE-RT II 管的公称壁厚， mm ；
 P_d ——设计压力， MPa ；
 P ——公称压力， MPa ；
 V ——流速， m/s ；
 Rm ——比摩阻， Pa/m ；
 α ——PE-RT II 管道材料的线性膨胀系数， $\text{m}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；
 σ ——静液压强度， MPa ；
 σ_s ——计算温度下 PE-RT II 管道材料的设计应力（环向应力）， MPa ；
 $[\sigma]$ ——材料许用应力， $[\sigma] = \sigma_y/1.5$ ；
 σ_y ——材料屈服应力， MPa 。

3 材料要求

3.1 一般规定

3.1.1 GRPE 热水管道应为 PE-RT II 工作管、保温层、外护管为一体的工厂预制产品。产品质量除应符合本规程外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

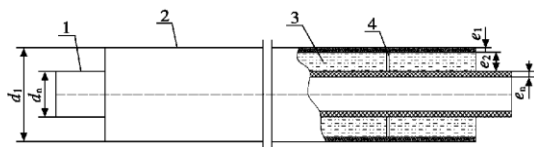
3.1.2 GRPE 热水管道检验应符合本规程附录 A 的规定。

3.1.3 GRPE 热水管道，每一部分的质量控制都很重要，因此最好由同一厂家提供一体式的产品，以提高整个系统产品的质量稳定性。保温层质量好坏关乎整个系统的保温性能，工厂发泡能够确保保温发泡工艺的工厂化管理和控制，在施工现场只进行接口保温确保了施工的灵活性。

3.1.4 GRPE 热水管道从生产到使用之间，存放时间不宜超过 2 年，超过 2 年应重新抽样，按照本规程附录 A 出厂检测项目进行检验，合格后方可使用。

3.2 GRPE 热水管道

3.2.1 GRPE 热水管道构造应符合图 3.2.1 的规定。



1—PE-RT II 工作管；2—外护管（聚乙烯）；3—保温层（聚氨酯）；4—支架。

图 3.2.1 GRPE 热水管道构造

图中： d_1 ——外护管的外径，mm；

e_1 ——外护管的厚度，mm；

e_2 ——保温层的厚度，mm；

d_n ——工作管的公称外径，mm；

e_n ——工作管的公称壁厚，mm。

3.2.2 GRPE 热水管道的规格尺寸应符合以下规定：

1 GRPE 热水管道长度一般为4m、6m，也可由供需双方商定；

2 PE-RT II 管规格尺寸应符合表 3.2.2- 1 的要求；

表 3.2.2-1 PE-RT II 管规格尺寸

单位：mm

公称外径 d_n	公称壁厚 e_n				
	管系列 (S) SDR				
	S8/SDR17	S6.3/SDR13.6	S5/SDR11	S4/SDR9	S3.2/SDR7.4
20	—	—	2.0	2.3	2.8
25	—	—	2.3	2.8	3.5
32	—	—	2.9	3.6	4.4
40	—	—	3.7	4.5	5.5
50	—	—	4.6	5.6	6.9
63	—	—	5.8	7.1	8.6
75	—	—	6.8	8.4	10.3
90	5.4	6.7	8.2	10.1	12.3
110	6.6	8.1	10.0	12.3	15.1
125	7.4	9.2	11.4	14.0	17.1
140	8.3	10.3	12.7	15.7	19.2
160	9.5	11.8	14.6	17.9	21.9
180	10.7	13.3	16.4	20.1	24.6
200	11.9	14.7	18.2	22.4	27.4
225	13.4	16.6	20.5	25.2	30.8
250	14.8	18.4	22.7	27.9	34.2
280	16.6	20.6	25.4	31.3	38.3
315	18.7	23.2	28.6	35.2	43.1
355	21.1	26.1	32.2	39.7	—
400	—	29.4	36.3	44.7	—

注：1 SDR =2S +1 (几个不同温度不同压力的表格)在表 4.4.4/4.4.5 已有管系列的选择；

2 $S = \sigma_s / P$ 式中： σ_s ——管材圆周方向的应力或管材/管件材料的设计应力，MPa；

P ——管材公称压力，MPa。

3 保温层最小厚度应符合表 3.2.2-2 的要求。

表 3.2.2 - 2 保温层最小厚度

单位: mm

工作管公称外径	最小厚度 e_2
$d_n \leq 110$	≥ 20
$110 < d_n \leq 200$	≥ 25
$200 < d_n \leq 335$	≥ 35
$335 < d_n \leq 400$	≥ 45

4 外护管最小壁厚应符合表 3.2.2-3 的要求;

表 3.2.2 - 3 外护管最小壁厚

单位: mm

外护管外径 d_1	最小壁厚 e_1
$75 \leq d_1 \leq 180$	3.0
200	3.2
225	3.5
250	3.9
315	4.9
$365 \leq d_1 \leq 400$	6.3
$420 \leq d_1 \leq 450$	7.0
500	7.8

3.2.3 GRPE 热水管道质量要求应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 GRPE 热水管道质量要求

序号	项目	质量要求
1	管端垂直度	管道管端应与 PE-RT II 管的轴线垂直, 角度误差应小于 2.5°
2	保温层的挤压径向变形量	保温层的挤压径向变形量应小于等于设计保温层厚度的 15%
3	端头留出尺寸	PE-RT II 管端头应预留 150mm ~ 250mm 接头尺寸, 以备连接操作
4	管端泡沫	管端硬质聚氨酯发泡表面不得有破损、脱层、起鼓、孔泡
5	外护管外径增大率	外护管任意位置同一截面的外径增大率不应大于 2%
6	最大轴心偏距	外护管轴线应尽量和 PE-RT II 管轴线保持一致, 当外护管外径不大于 160mm 时, 最大轴心偏距为 3.0mm; 当外护管外径大于 160mm 时, 最大轴心偏距为 4.5mm
7	轴向剪切强度	在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 时, 管材和保温层之间的轴向剪切强度应不小于 0.09 MPa

注: 1 表中 1~6 项的试验方法应按《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》

GB/T29046 的规定执行;

2 表中第 7 项的试验方法, 应按本规程附录 B 执行。

3.2.4 PE-RT II 管除应符合本规程 3.3 节规定外，还应符合国家现行产品标准的要求。

3.2.5 外护管及保温层采用的原材料应符合现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》 GB/T29047 的规定。

3.3 PE-RT II 管材及管件

3.3.1 PE-RT II 管材及管件应由同一厂家，同一牌号原料制造，其颜色和外观应符合下列规定：

1 内外表面应光滑、平整、清洁，不应有影响产品性能的明显划痕、凹陷、气泡、杂质等缺陷；

2 表面颜色应均匀一致，不允许有明显色差，端面应切割平整并与轴线垂直。

3.3.2 制造 PE-RT II 管材及管件的原材料，其性能应符合附录 C 的要求。

3.3.3 PE-RT II 管材尺寸偏差应符合下列规定：

1 PE-RT II 管材平均外径与不圆度的偏差应符合表 3.3.3-1 的要求。

表 3.3.3 -1 平均外径和不圆度 单位：mm

公称外径 d_n	最小平均外径 $d_{em,min}$	最大平均外径 $d_{em,max}$	最大不圆度
20	20.0	20.3	1.2
25	25.0	25.3	1.2
32	32.0	32.3	1.3
40	40.0	40.4	1.4
50	50.0	50.4	1.4
63	63.0	63.4	1.5
75	75.0	75.5	1.6
90	90.0	90.6	1.8
110	110.0	110.7	2.2
125	125.0	125.8	2.5

续表 3.3.3 -1

公称外径 d_n	最小平均外径 $d_{em,min}$	最大平均外径 $d_{em,max}$	最大不圆度
140	140.0	140.9	2.8
160	160.0	161.0	3.2
180	180.0	181.1	3.6
200	200.0	201.2	4.0
225	225.0	226.4	4.5
250	250.0	251.5	5.0
280	280.0	281.7	9.8
315	315.0	316.9	11.1
355	355.0	357.2	12.5
400	400.0	402.2	14.0

2 PE-RT II 管材任一点壁厚的偏差应符合表 3.3.3-2 的要求。

表 3.3.3 -2 任一点壁厚的偏差

单位: mm

最小壁厚 $e_{y,min}$		允许正偏差	最小壁厚 $e_{y,min}$		允许正偏差
>	≤		>	≤	
2	3	0.4	23	24	2.5
3	4	0.5	24	25	2.6
4	5	0.6	25	26	2.7
5	6	0.7	26	27	2.8
6	7	0.8	27	28	2.9
7	8	0.9	28	29	3.0
8	9	1.0	29	30	3.1
9	10	1.1	30	31	3.2
10	11	1.2	31	32	3.3
11	12	1.3	32	33	3.4
12	13	1.4	33	34	3.5
13	14	1.5	34	35	3.6
14	15	1.6	35	36	3.7
15	16	1.7	36	37	3.8
16	17	1.8	37	38	3.9

续表 3.3.3 -2

最小壁厚 $e_{y,min}$		允许正偏差	最小壁厚 $e_{y,min}$		允许正偏差
>	≤		>	≤	
17	18	1.9	38	39	4.0
18	19	2.0	39	40	4.1
19	20	2.1	40	41	4.2
20	21	2.2	41	42	4.3
21	22	2.3	42	43	4.4
22	23	2.4	43	44	4.5

3.3.4 PE-RT II 管材及管件的静液压强度应符合表 3.3.4 的规定。

表 3.3.4 PE-RT II 管材及管件的静液压强度

要求	试验参数		
	静液压应力 (MPa)	试验温度 (°C)	试验时间 (h)
无渗漏 无破裂	11.2	20	1
	4.1	95	22
	4.0	95	165
	3.8	95	1000

3.3.5 PE-RT II 管材及管件的物理性能应符合 3.3.5 的要求。

表 3.3.5 PE-RT II 管材及管件的物理性能

项目	要求	试验参数		试验标准
		参数	数值	
密度	0.945g/m ³	温度	(23 ±2) °C	GB/T1033.2
导热系数	(0.40-0.42) W/(m	—	—	GB/T10297
线性膨胀系数	(1.2×10 ⁻⁴ ~1.7×10 ⁻⁴) m/(m • K)	—	—	ISO11359 -2
纵向回缩率	≤2%	温度	110℃	GB/T6671
		试验时间	—	
		$e_n \leq 8\text{mm}$	1h	
		$8\text{mm} < e_n \leq 16\text{mm}$	2h	
		$e_n > 16\text{mm}$	4h	

续表 3.3.5

项目	要求	试验参数		试验标准
		参数	数值	
静液压状态下的热稳定性	无破裂, 无渗漏	静液压应力	2.4MPa	GB/T6111
		试验温度	110℃	
		试验时间	8760h	
		试样数重	1	
熔体质量流动速率 MFR	与对原料测定值之差, 不应超过 $\pm 0.3\text{g}/10\text{min}$ 且不超过 $\pm 20\%$	砝码质量	5kg	GB/T3682
		试验温度	190℃	
氧化诱导时间	> 20 min	试验温度	210℃	GB/T19466.6
管材耐慢速裂纹增长 ($en > 5\text{mm}$)	$\geq 500\text{h}$	试验温度	80℃	GB/T18476
		试验应力	4.6MPa	
电熔管件的熔接强度	脆性破坏所占百分比 $\leq 33.3\%$	试验温度	(23 $\pm$ 2)℃	GB/T19806 GB/T19808
插口管件-对接熔接管件的拉伸强度	试验到破坏为止, 韧性: 通过; 脆性: 未通过	试验温度	(23 $\pm$ 2)℃	GB/T19810

3.3.6 用于生活冷热水输送的 PE-RT II 管材及管件的卫生性能应符合 GB/T17219 的规定。

3.4 管道标志、运输和储存

3.4.1 GRPE 热水管道应有永久性标志, 标志不应损伤外护管性能。标志应在运输、贮存和使用过程中清晰可辨。

3.4.2 GRPE 热水管道应在外护管上进行标志, 标志内容应包括以下内容:

- 1 生产企业名称或代号、商标;
- 2 GRPE 热水管道各层的材料, 如: HDPE/PU/PE-RT II;
- 3 外护管与 PE-RT II 管材的规格尺寸等标志;
- 4 标准代号;
- 5 生产批号、生产日期。

3.4.3 GRPE 热水管道应采用吊带或其他不伤及保温管的方法

吊装，严禁用钢丝绳直接吊装；在装卸过程中，不得碰撞、抛摔和在地面上拖拉滚动，不得损坏管道端口和外护管。

3.4.4 在长途运输过程中，GRPE热水管道必须固定牢靠，不得损伤外护管及保温层。

3.4.5 GRPE热水管道堆放场地应符合下列规定：

- 1 地面应平整、无碎石等坚硬杂物；
- 2 地面应有足够的承载能力，保证堆放后不发生塌陷和倾倒事故；堆放场地应挖排水沟，场地不允许积水；
- 3 场地应设置管托，管托应确保保温管外护管下表面高于地面 150mm。

3.4.6 GRPE热水管道的堆放高度不应大于2.0 m，不得接受烈日照射、雨淋和浸泡，露天存放时应有遮盖物遮盖，堆放处应远离热源和火源。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 GRPE 供热管网设计时，按建筑设计计算热负荷，方案初设时热负荷计算应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范 CJJ34》的规定。

4.1.2 GRPE 供热管网应采用不大于 80℃ 的低温热水作为供热介质，水质应符合下列规定：

1 热力站及室外供热管网水质，应满足现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ34 的规定；

2 连接锅炉房等热源的低温热水供热管网水质，应满足现行国家标准《工业锅炉水质》GB/T1576 对热水锅炉水质的要求；

3 应满足室内系统散热设备、管道及附件的要求。

4.1.3 用于生活热水系统管道水质的卫生指标，应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定。

4.1.4 用于生活热水的管道系统，应有温控装置，并采取防止超温的可靠措施。

4.1.5 应随管道走向设计示踪线（带）和警示带。管道出地面位置应有合适的标识和标志。

4.1.6 管道基础内不应有生活垃圾、建筑垃圾、腐殖土、不均匀、积水等明显影响承载能力的因素。

4.2 水力计算

4.2.1 管网管径和循环泵的设计参数应根据水力计算结果确定。当用户分期建设时，主干管应按远期负荷进行管网水力计算、选择管径。

4.2.2 对全年运行的空调系统管道，应分别计算供暖期和供冷

期设计流量及管网压力损失，分别确定循环泵运行参数。

4.2.3 用于供暖、空调系统的管网，设计流量应符合供热要求计算确定，用于生活热水系统的管网，设计流量应按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 确定。

4.2.4 用于供暖系统的管网，确定主干线管径时，宜采用经济比摩阻。经济比摩阻数值宜根据工程具体条件计算确定。主干线比摩阻可采用 $60\text{Pa/m} \sim 100\text{Pa/m}$ 。

4.2.5 用于空调系统的管网，支线管径应按照允许压力降确定，比摩阻不宜大于 200Pa/m 。

4.2.6 用于供暖、空调系统的管网最不利用户的资用压头，应考虑用户系统安装过滤装置、计量装置、调节装置的压力损失。

4.2.7 GRPE 热水管道的最大允许设计流速不宜大于 3.0m/s 。

4.2.8 GRPE 热水管道单位长度沿程水头损失，应按附录 D 中表 D.0.1 计算。

4.2.9 管道系统的局部构件阻力当量长度，应按附录表 D 中表 D.0.2 计算。

4.3 管网的布置与敷设

4.3.1 GRPE 热水管道布置应符合下列规定：

1 居住建筑及公共建筑管网的水力平衡调节装置和热量计量装置应设置在建筑物热力入口；

2 当系统较大、阻力较高、各环路负荷特性或阻力相差悬殊、供水温度不同时，宜在建筑物热力入口设二次循环泵或混水装置；

3 生活热水系统应设循环水管道；

4 GRPE 供热管网宜采用枝状布置；

5 在满足室内各环路水力平衡和供热计量的前提下，宜

减少建筑物热力入口的数量；

6 建筑物热力入口装置宜设在专用的空间内，当设在室外专用房间内时，热力室的防水及排水设施应能满足设备、控制阀和计量仪表对使用环境的要求；

7 供热管道与有关设施最小安全净距应符合表 4.3.1-1 的规定。

表 4.3.1-1 供热管道与有关设施最小安全净距 单位：m

项目			水平方向	垂直方向
给水管、排水管			1.5	0.15
排水盲沟			1.5	0.50
燃气管道 （钢管）	压力≤0.4MPa		1.0	0.15
	0.4MPa <压力≤0.8MPa		1.5	
	压力>0.8MPa		2.0	
燃气管道 （聚乙烯管）	压力≤0.4MPa		1.0	燃气管在上 0.5 燃气管在下 1.0
	0.4MPa <压力≤0.8MPa		1.5	
	压力>0.8MPa		2.0	
压缩空气或 CO ₂ 管			1.0	0.15
乙炔、氧气管			1.5	0.25
铁路钢轨			钢轨外侧 3.0	轨底 1.2
电车钢轨			钢轨外侧 2.0	轨底 1.0
铁路、公路路基边坡底脚或边沟的边缘			1.0	—
通信、照明或 10kV 以下的电力路线的电杆			1.0	—
高压输电线塔基础边缘（35kV~220kV）			3.0	—
桥墩（高架桥、栈桥）			2.0	—
架空管道支架基础			1.5	—
地铁隧道结构			5.0	0.80
电力铁路接触网电杆基础			3.0	—
乔木、灌木			1.5	—
建筑物基础			2.5（ $d_n \leq 250\text{mm}$ ）	—
			3.0（ $d_n \geq 300\text{mm}$ ）	—
电缆	通讯电缆及管块		1.0	0.15
	电力及控制电缆	≤35kV	2.0	0.50
		≤110kV	2.0	1.00

- 注：1 直埋供热管道与电缆平行敷设时，电缆处的土壤温度与月平均土壤自然温度比较，全年任何时候，对于 10kV 的电缆不高出 10℃，对于 35kV～110kV 的电力电缆不高出 5℃，可减少表中所列净距；
- 2 当采取行之有效的措施，征得产权单位同意后，可适当减少净距；
- 3 使用明火应远离管道。

8 直埋 GRPE 热水管道最小覆土深度应符合表 4.3.1-2 规定

表 4.3.1-2 直埋供热管道的最小覆土深度 单位：m

管道公称外径(mm)	最小覆土深度	
	机动车道	非机动车道
≤125	0.8	0.7
160～315	1.0	0.7
355～400	1.2	0.9

4.3.2 GRPE 热水管道的敷设应符合下列规定：

- 1** 直埋供热管道的坡度不宜小于 0.002，高处应设放气阀，低处应设泄水阀；
- 2** 管道应利用转角做自然补偿，小于 60°转角不宜用作自然补偿；
- 3** 当地基软硬不一致时，应对地基作特殊处理；
- 4** 架空敷设时，应对管道支撑、管道热胀冷缩进行有效的补偿和固定。管道水平支撑间距应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 管道水平支撑间距 单位：mm

公称外径 d_n	水平支撑距离	
	60℃热水管	80℃热水管
20	600	550
25	700	650
32	850	750
40	950	875
50	1100	1000
63	1300	1200

续表 4.3.2

公称外径 d_n	水平支撑距离	
	60℃热水管	80℃热水管
75	1350	1250
90	1450	1350
110	1600	1400
125	1700	1500
160	1900	1700
200	2100	1900
250	2400	1900
315	2400	2150
355	2700	2450
400	2700	2450

4.3.3 直埋 GRPE 热水管道宜采用无补偿敷设方式。

4.4 管道应力和作用力的计算

4.4.1 直埋敷设保温管道的应力应按系统最大工作压力计算。

4.4.2 管道在进行受力计算与应力验算时，供热介质参数和安装温度应符合下列规定：

1 热水管网供、回水管道的计算压力应采用循环水泵最高出口压力加上循环水泵与管道最低点地形高差产生的静水压力；

2 管道工作循环最高工作温度，应采用室外供暖计算温度下的热网计算供水温度；管道工作循环最低温度，对于全年运行的管网应采用 30℃，对于只在供暖期运行的管网应采用 10℃；

3 计算安装温度取安装时当地的最低温度。

4.4.3 供热管道的运行条件分为 4 个使用级别，应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 供热管道运行条件分级

使用条件级别	典型应用范围	运行条件			
		设计温度 TD (℃)	TD 下的运行时间 (年)	最高运行温度 Tmax (℃)	Tmax 下的运行时间 (年)
1	供热水/温泉水 (60℃)	60	49	80	1
2	供热水/温泉水 (70℃)	70	49	80	1
3	地板辐射或低温散热器供暖	20	2.5	70	2.5
		40	20		
		60	25		
4	高温散热器供暖	20	14	90	1
		60	25		
		80	10		

注：1 当时间和相关温度不止一个时，应当叠加处理。由于系统在设计时间内不是连续运行，所以对于 50 年使用寿命来讲，实际操作时间累计达到 50 年，其他时间按 20℃考虑；

2 当供热管网运行的设计温度和时间不同于本表时，不宜使用本表规定的级别，可咨询生产商根据管道检测结果，重新设计应力。

4.4.4 GRPE 热水管道在不同温度下的设计应力应符合下表规定。

表 4.4.4 GRPE 热水管道在不同使用级别下的设计应力

60℃生活热水/温泉水	70℃生活热水/温泉水	60℃供暖	75℃供暖	80℃供暖
4.02MPa	3.72MPa	4.39MPa	4.02MPa	3.50MPa

4.4.5 对应不同设计压力，可按 4.4.5 来选取相应管系列 S 的管道。

表 4.4.5 GRPE 热水管道工作管及管件管系列(S)的选择

使用级别	设计压力(MPa)				
	S3.2/SDR7.4	S4/SDR9	S5/SDR11	S6.3/SDR13.6	S8/SDR17
≤60℃生活热水	1.25	1.00	0.80	0.64	0.50
≤70℃生活热水	1.16	0.93	0.74	0.59	0.46
≤60℃供暖	1.51	1.21	0.97	0.76	0.60
≤75℃供暖	1.25	1.00	0.80	0.63	0.50
≤80℃供暖	1.09	0.87	0.70	0.55	0.43

4.4.6 单位长度的直埋敷设预制保温管的外壳与土壤之间的摩擦力应按照现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T81 的规定计算。

4.4.7 进行 GRPE 热水管道轴向膨胀力计算时，计算温度下的 PE-RT II 管弹性模量见表 4.4.7，线性膨胀系数取 $(1.2 \times 10^{-4} \sim 1.7 \times 10^{-4})\text{m}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

表 4.4.7 不同温度下 PE-RT II 管的弹性模量

温度(℃)	20	40	60	70	75	80
弹性模量(MPa)	850	650	330	290	220	190

4.4.8 GRPE 热水管道需要进行安装时，需要计算工作管道膨胀的大小，单位长度塑料管道自由膨胀力应由下列公式计算。

$$F = A \times \alpha \times \Delta T \times E \times 10^6 \quad (4.4.8)$$

式中 F ——轴线方向每米管道的自由膨胀产生的应力，N；

E ——工作温度下 PE-RT II 管材的弹性模量，MPa；

α ——PE-RT II 管材的线性膨胀系数， $\text{m}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；

A ——管道截面面积， m^2 ；

ΔT ——安装时温度和最高工作温度的温差，K。

4.4.9 架空敷设管网时，应结合现场情况，宜利用 GRPE 供热管道的柔性以及“L 管段、Z 型管段”、“n 型管段”进行自然补偿，降低管道的轴向应力。自然补偿的柔性臂长度可以按照下列公式进行计算。

$$L_{BS} = C \times \sqrt{\Delta L \times d_n} \quad (4.4.9)$$

式中： L_{BS} ——柔性臂的长度，mm；

C ——管道材料常数，PE-RT II 材料可以取 26~30；

ΔL ——管道自由段由温度变化引起的纵向变形量，

mm;

$$\Delta L = L_0 \times \alpha \times \Delta T \times 1000;$$

L_0 ——计算直线段管道长度，mm;

d_n ——PE-RT II 管材的公称外径，mm。

4.4.10 管道应按照国家现行《城镇供热直埋热水管道技术规范》CJJ/T81 进行管道竖向稳定性验算，验算不通过时，应采取下列措施：

- 1 增加管道埋深或管道上方荷载；
- 2 降低管道轴向应力。

4.5 管道阀门及附件

4.5.1 在建筑物热力入口处，供、回水管道上应设阀门、温度计、压力表，供、回水管之间宜设旁通管并加阀门，在供水入口调节阀、流量计、热量表前的管道上应设过滤器。

4.5.2 在建筑物热力入口处，供暖、通风，空调系统应分系统设水力平衡调节装置，生活热水系统循环管上宜设水力平衡调节装置。水力平衡调节装置的安装应符合产品的要求。

4.5.3 热量表应符合现行行业标准《热量表》CJ128 的规定。热量表的安装位置、过滤器的规格应符合热量表的产品要求。

4.5.4 管网上的各种设备、阀门、热量表及热力入口装置的使用要求和防水等级，应满足安装环境条件，必要时采取相应防腐措施。

4.5.5 有条件时，建筑物热力入口处的温度、压力、流量、热量信号宜传至集中控制室。

4.6 管道保温

4.6.1 管道保温应符合以下规定：

1 供热管道及设备的保温结构，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T4272、《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 和《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB50264 的有关规定；

2 供热设备、阀门应进行保温；

3 保温材料及其制品的主要技术性能应符合本规程第 3 章要求；

4 保温层设计时采用保温厚度应满足节能要求，当经济保温厚度不能满足技术要求时，应按技术条件确定保温层厚度。

4.6.2 保温层结构应符合以下规定：

1 GRPE 热水管道应采用 PE-RT II 管、硬质聚氨酯泡沫保温层、高密度聚乙烯外护管紧密结合在一起的预制保温结构，结构性能应符合本规程第 3 章的要求；

2 阀门、法兰等部位宜采用可拆卸式保温结构；

3 接口处的保温应符合本规程 5.4 节的规定。

4.6.3 GRPE 热水管道保温层计算应符合以下规定：

1 保温层厚度宜按本规程表 3.2.2-2 选取；

2 需进行管道保温计算时，应符合现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 和现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ34 的规定；

3 PE-RT II 管的导热系数为 $0.42\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，聚氨酯泡沫塑料的导热系数为 $0.033\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 GRPE 热水管道施工应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 和《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T81 的规定。

5.1.2 施工前，施工单位应按设计要求对管线进行平面位置和高程测量，并应会同建设、监理等单位核对管道路由、相关地下管道以及构筑物的资料，必要时应局部开挖核实。

5.1.3 施工单位开工前应熟悉图纸和现场，并按建设单位或监理单位审定的施工组织设计组织施工。操作人员应经培训，掌握材料的一般性能、操作要点及安全施工知识，并应持特殊工种上岗证上岗。

5.1.4 GRPE 热水管道应符合现行国家有关产品的标准，并具有生产厂质量检验部门的产品合格文件。在入库和进入施工现场安装前应进行进场验收，其材质、规格、型号应符合设计文件和合同的规定，并进行外观检查。当对外观质量有异议或设计文件有要求时，应进行质量检查，不合格者不得使用。

5.1.5 在地下水位较高的地区或雨季施工时，应采取降低水位或排水措施，并应及时清除沟内积水。

5.1.6 在沿车行道、人行道施工时，应在管沟沿线设置安全护栏，并应设置明显的警示标志。在施工路段路线，应设置夜间警示灯。

5.1.7 GRPE 热水管道连接宜采用沟上连接，特殊地段可采用沟底连接，沟底连接应设置工作坑。

5.1.8 GRPE 热水管道连接当日工程完工时，应对未安装完成

的管端采取封堵措施，并应对裸露的保温层进行封端防水处理。

5.1.9 GRPE 热水管道连接完成后，按附录 E 和附录 F 的要求进行接头质量检查，不合格接头必须返工，返工后应重新进行接头质量检查。

5.1.10 GRPE 热水管道附件安装应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 和《城镇供热直埋热水管道技术规程 CJJ/T81 的规定。

5.2 沟槽开挖

5.2.1 沟槽开挖前，应对设置的临时水准点、管道轴线控制桩、高程桩进行复核。施工测量的允许偏差应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 的规定。

5.2.2 管沟沟底宽度和工作坑尺寸应根据现场实际情况确定，设计未规定时，可按下列规定执行：

1 沟底宽度可按下式确定：

$$\alpha = 2d_1 + s + 2c \quad (5.2.2)$$

式中： α ——沟底宽度，m；

d_1 ——外护管外径，m；

s ——两管之间的净距，m，取 0.25~0.40；

c ——安装工作宽度，m，取 0.10~0.20。

2 工作坑尺寸(沟底连接)，管道连接处工作坑的沟槽壁或侧面支撑与管道的净距不宜小于 0.6m，工作坑的沟槽底面与管道的净距不应小于 0.2m，工作坑长度不应小于 0.5m。

5.2.3 沟槽开挖严格控制基底高程，不得扰动基底原状土层。基底设计标高以上 0.2m 的原状土，应人工清理至设计标高。当槽底遇有坚硬物体、生活垃圾、建筑垃圾、腐殖土时，必须清除。槽底局部超挖时，应按以下方法处理：

1 沟槽超挖在 150mm 以内时，用原土回填夯实，其压实度不应低于 90%。沟槽超挖在 150mm 以上时，采用级配砂石处理，压实度不应低于 95%。

2 槽底有地下水或含水量较大时，应采用级配砂石或天然砂回填到设计标高。

5.3 PE-RT II 管道连接

5.3.1 PE-RT II 管道连接前应对管材、管件及管道附件按设计要求进行核对，并进行外观质量检查。

5.3.2 公称外径小于 90mm 的 PE-RT II 管道宜采用电熔承插焊接，公称外径大于等于 90mm 的 PE-RT II 管道可采用热熔对接焊接或电熔承插焊接。

5.3.3 PE-RT II 管道连接必须根据不同连接形式选用专用的焊接设备。焊接机具应由管材、管件供应商予以确认。

5.3.4 PE-RT II 管道连接时，管材切割应采用专用割刀或切管工具，工作管切割端面应平整并垂直于管轴线。

5.3.5 热熔对接焊接工艺参数及操作步骤如下：

1 管道热熔焊接的环境温度宜在 $10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 范围内，推荐的焊接工艺温度为 $215^{\circ}\text{C}\sim 235^{\circ}\text{C}$ ，PE-RT II 管道制造单位或者管道安装单位可以根据具体的工作环境和材料，适当调整焊接温度；

2 焊接压力与时间的关系见图 5.3.5。

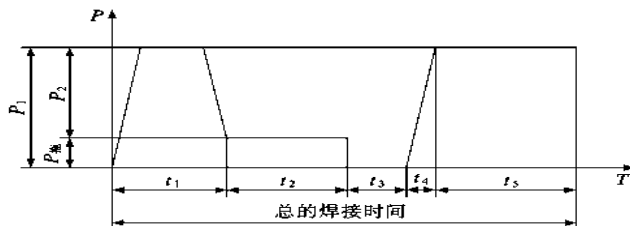


图 5.3.5 焊接压力与时间的关系

图中: P_1 ——总的焊接压力, MPa;

P_2 ——焊接规定的压力, MPa;

$P_{拖}$ ——拖动压力, MPa;

t_1 ——卷边达到规定高度的时间, s;

t_2 ——焊接所需要的吸热时间, s;

t_3 ——切换所规定的时间, s;

t_4 ——调整压力到 P_1 所规定的时间, s;

t_5 ——冷却时间, min。

3 总的焊接压力 P_1 和焊接规定的压力 P_2 , 计算公式如下:

$$P_1 = P_2 + P_{拖} \quad (5.3.5-1)$$

$$P_2 = \frac{A_1 \times P_0}{A_2} \quad (5.3.5-2)$$

式中: A_1 ——管材的截面积, mm^2 , $A_1 = \pi \times S \times X (d_n - e_n)$;

A_2 ——焊机液压缸中活塞的有效面积, mm^2 , 由焊机生产厂家提供;

P_0 ——作用于管材上单位面积的力, 0.15N/mm^2 ;

$P_{拖}$ ——拖动压力, MPa。

4 吸热时间与管材、管件公称壁厚 e_n 的关系: 吸热时间与推荐的吸热时间与公称壁厚的关系为 $e_n \times 10(s)_0$ 。当环境条件(温度、风力等)恶劣时, 应当根据实际情况适当调整;

5 热熔对接焊接操作步骤参见本规程附录 E。

5.3.6 电熔承插焊接工艺参数及操作步骤如下:

1 PE-RT II 管件制造单位应当对所有规格的电熔管件在设计生产时逐一进行焊接工艺评定, 并且向施工单位提供相应的焊接工艺参数;

2 电熔承插焊接操作步骤参见本规程附录 F。

5.3.7 应采用相同牌号材料生产的管材和管件进行电熔焊接焊接和热熔对接焊接，当无法避免时应进行焊接工艺评定。

5.3.8 PE-RT II 管与金属管道或阀门、流量计、压力表等管道配件的连接应采用法兰连接。法兰连接应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 的规定。

5.3.9 阀门的安装应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 的规定。

5.3.10 无论电熔焊接还是热熔焊接，每一道焊口都应进行外观检验；管道焊接检验主要手段为非破坏性检验，通过目测、专用工具等用于现场质量控制和操作人员自检。

5.4 接头保温

5.4.1 接头保温应在现场施工及管道系统水压试验完成后进行。

5.4.2 接头保温应符合下列规定：

- 1 使用聚氨酯发泡时，环境温度宜为 10℃～45℃；
- 2 接头保温的材质和厚度应与预制保温层相同；
- 3 施工过程中应对保温管的保温层采取防潮措施，若预制保温层被水浸泡，应清除被浸泡的保温材料方可进行接头保温；

4 接头外护管与其两侧的保温外护管的搭接长度不小于 10mm。接口时，外护管与 PE-RT II 管表面应清洁干燥。

5.4.3 接头保温完成后应进行 100%气密性检验。

5.5 管道敷设

5.5.1 GRPE 热水管道应在沟底标高和管沟基础质量检查合格后，方可敷设。

5.5.2 下管时，应采用非金属绳（带）捆扎和吊运，并应防止

管道划伤、扭曲或承受过大的拉伸和弯曲。

5.5.3 GRPE 热水管道宜采用直线敷设，可随地形自然弯曲。在管道敷设过程中出现折角或管道折角大于设计值时，应与设计单位确认后再进行敷设。

5.5.4 GRPE 热水管道敷设坡度、埋深应与设计要求一致。

5.6 沟槽回填

5.6.1 GRPE 热水管道敷设完毕并经外观检验合格后，应及时进行沟槽回填。在强度试验前，除接头部位可外露外，管道两侧和管顶以上的回填高度不宜小于 0.5m，强度试验合格后，应及时回填其余部分。

5.6.2 回填前应检查沟槽，沟槽内不得有积水、砖、石、木块等杂物，若有应清除干净。

5.6.3 沟槽回填应从两侧同时对称均衡进行，并应保证管道不产生位移。必要时应对管道采取临时限位措施，防止管道上浮。

5.6.4 GRPE 热水管道系统中阀门井等附属构筑物周围回填应符合下列规定：

1 井室周围的回填，应与管道沟槽回填同时进行，不能同时进行，应留阶梯形接茬；

2 井室周围回填压实时应沿井室中心对称进行，且不得漏夯；

3 回填材料压实后应与井壁紧贴；

4 路面范围内的井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填，且回填宽度不宜小于 400mm；

5 严禁在槽壁取土回填。

5.6.5 沟槽回填时，不得回填淤泥、有机物或冻土，回填土中不得含有石块、砖及其他杂物。

5.6.6 管基设计中心角范围内应采取中粗砂填充密实，并应与管壁紧密接触，不得用土或其他材料填充。

5.6.7 沟槽回填时，回填土或其他回填材料运入沟槽内，应从沟槽两侧对称运入槽内，不得直接回填在 GRPE 热水管道上，不得损伤 GRPE 热水管道及其接口。

5.6.8 回填土体的厚度应根据夯实或压实机具及压实度而定，虚铺厚度应符合表 5.6.8 的规定。

表 5.6.8 回填土的虚铺厚度 单位: mm

夯实或压实机具	虚铺厚度
木夯、铁夯	≤200
轻型压实设备	200~250
压路机	200~300
振动压路机	≤400

5.6.9 当沟槽采用钢板桩支护时，应在回填达到规定高度后，方可拔除钢板桩。钢板桩拔除后应及时回填桩孔，并应填实。当采用砂灌填时，可冲水密实；当对周围环境影响有要求时，可采取边拔桩边注浆措施。

5.6.10 管道管区回填施工应符合下列规定：

1 管底基础到管顶以上 0.5m 范围内，必须采用人工回填，轻型压实设备夯实，不得采用机械推土回填；

2 回填、夯实应分层对称进行，每层回填土高度不应大于 200mm，不得单侧回填、夯实；

3 管顶 0.5m 以上采用机械回填压实时，应从管轴线两侧同时均匀进行，并夯实、碾压。

5.6.11 管道回填作业每层土的压实遍数，应根据压实度要求、压实工具、虚铺厚度和含水量，经现场试验确定。

5.6.12 采用重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行使时，管顶以上应有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应根据压实机械的规格和管道的设计承载能力，经计算确定。

5.6.13 管道管顶 0.5m 以上部位回填土的压实度，应按相应的场地或道路设计要求确定，不宜小于 90%；管顶 0.5m 以下各部位回填土应符合表 5.6.13 的规定。

表 5.6.13 沟槽回填土压实度与回填材料

填土部位		压实度 (%)	回填材料
管道基础	管底基础	≥90	中砂、粗砂
	管道有效支撑角范围	≥95	
管道两侧		≥95	中砂、粗砂、
管顶以上 0.5m 内	管道两侧	≥90	
	管道上部	85±2	
管顶以上 0.5m~1.0m		≥90	原土

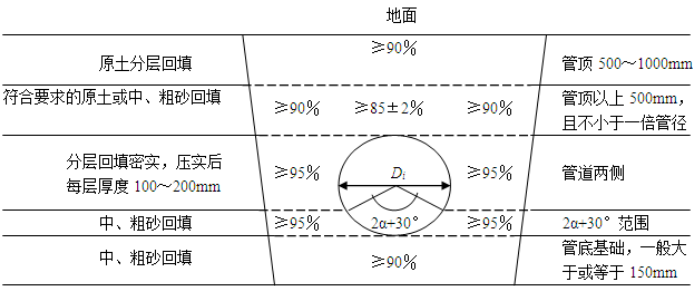


图 5.6.13-1 柔性管道沟槽回填部位与压实度示意图

注: 1 回填土的压实度, 除设计要求用重型机击实标准外, 其他皆以轻型机击实标准试验获得最大干密度为 100%。

2 管沟压实度压实度检测取样频次可参照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50026 进行。

6 压力试验、清洗和试运行

6.1 管网压力试验

6.1.1 GRPE 热水管道压力试验应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 的规定。

6.1.2 强度试验应在 PE-RT II 管连接完成后、接头外护管连接和接头保温前进行；严密性试验应在 GRPE 热水管道回填后进行。

6.1.3 压力试验前应划定安全区、设置安全标志。在整个试验过程中应有专人值守，无关人员不得进入试验区。

6.1.4 压力试验应符合下列规定：

- 1 压力试验的介质应采用洁净水；
- 2 压力试验时环境温度不宜低于 5℃，否则应采取防冻措施；
- 3 压力试验的管段长度不宜超过 500m；
- 4 试验压力应符合设计规定。当设计未规定时，试验压力应为设计压力的 1.5 倍；严密性试验压力应为设计压力的 1.25 倍，且不低于 0.6MPa；
- 5 当试验过程中发现渗漏时，严禁带压处理，消除缺陷后，应重新进行压力试验；
- 6 试验结束后，应及时排尽管道内的积水。

6.1.5 水压试验的检验内容及检验方法应符合表 6.1.5 的规定。

表 6.1.5 水压试验的检验内容及检验方法

序号	项目	试验方法及质量标准		检测范围
1	强度试验	升压到试验压力稳压 10min 无渗漏、无压力降后降至设计压力，稳压 30min 无渗漏、无压力降为合格		每个试验阶段
2	严密性试验	升压至试验压力，并趋于稳定后，应详细检查管道、管路附件及设备无渗漏，固定支架无明显的变形等		全段
		二级管网	稳压在 30min 内压力降不大于 0.05MPa，为合格	

6.1.6 试验合格后，应填写强度严密性试验记录，记录内容应符合本规程附录 G 中表 G.0.1 的规定。

6.2 管网清洗

6.2.1 GRPE 热水管道清洗应在压力试验后、试运行前进行。

6.2.2 清洗应符合下列规定：

- 1 清洗宜采用清洁水；
- 2 不与 GRPE 热水管道同时清洗的设备、容器及仪表应与清洗管道隔离或拆除；
- 3 清洗进水管的截面积不应小于被清洗管道截面积的 50%，清洗排水管截面积不应小于进水管截面积，排放水应引入可靠的排水井或排水沟内；
- 4 清洗宜按主干线一支干线一支线顺序进行，排水时，不得形成负压；
- 5 清洗前应将 GRPE 热水管道充满水，冲洗的水流方向应与设计介质流向一致；
- 6 清洗应连续进行，并应逐渐加大管内流量，管内平均流速不应低于 1m/s；
- 7 清洗过程中应观察排出水清洁度，当目测排水口水色和透明度与入口一致时，即清洗合格。

6.2.3 清洗完成后，应在分项工程、分部工程验收合格的基础上进行单位工程验收，并应符合现行行业标准《城镇供热管

网工程施工及验收规范》CJJ28 的规定。

6.2.4 供热管网清洗合格后，应填写情况检验记录，记录内容应符合本规程附录 G 中表 G.0.2 的规定。

6.3 系统试运行

6.3.1 试运行应在单位工程验收合格，压力试验和清洗合格后，同时在热源具备供热条件情况下进行。

6.3.2 试运行前应编制试运行方案，对试运行各个阶段的任务、方法、步骤、指挥等方面的协调配合及应急措施均应作详细的安排。在环境温度低于 5℃时，应制定可靠的防冻措施。试运行方案应由建设单位、设计单位审查同意并进行交底。

6.3.3 试运行前应有完善、可靠的通讯系统及其他安全保障措施。

6.3.4 试运行的实施应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ28 的规定。

6.3.5 当试运行期间发现不影响运行安全和试运行效果的问题时，可待试运行结束后进行处理，否则应停止试运行，并应在降温、降压后进行处理。

6.3.6 试运行合格后，应填写试运行记录，记录内容应符合本规程附录 G 中表 G.0.3 的规定。

7 工程竣工验收

7.1 一般规定

7.1.1 供热管网工程的竣工验收，应在单位工程验收和试运行合格后进行。

7.1.2 工程验收应复检下列主要项目：

- 1 承重和受力结构；
- 2 结构防水效果；
- 3 补偿器、防腐和保温；
- 4 热机设备、电气和自控设备；
- 5 其他标准设备安装和非标准设备的制造安装；
- 6 竣工资料。

7.1.3 供热管网工程竣工验收合格后，应签署验收文件，移交工程，并按本规程附录 G 中表 G.0.4 的规定填写竣工交接书。

7.1.4 在试运行结束后 3 个月内应向城建档案馆、管道管理单位提供纸质版竣工资料和电子版竣工资料，所有隐蔽工程应提供影像资料。

7.1.5 工程竣工验收后，保修期不应少于 2 个采暖期。

7.2 工程质量验收

7.2.1 工程质量验收分为合格和不合格。不合格项目应进行返修或返工，直至验收合格。

7.2.2 工程质量验收可划分为分项、分部、单位工程，并应符合下列规定：

- 1 分项工程宜包括下列内容：
 - 1) 沟槽、热力小室、回填土等土建分项工程；

2) 管道安装、焊接、支架安装、设备及管路附件安装、水压 试验、管道保温等热机分项工程。

2 分部工程宜按长度、专业或部位划分为若干个分部工程，如工程规模小，可不划分分部工程。

3 单位工程宜为具备试运行条件的工程，可以是一个或几个设计阶段的工程。

7.2.3 工程质量的验收应按分项、分部及单位工程三级进行，当工程不划分分部时，可按分项、单位工程两级进行验收，其质量合格率应按下式计算：

$$\psi = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (7.3.3)$$

式中： ψ —质量合格率，%；

n —同一检查项目中的合格点（组）数，个；

N —同一检查项目中的应检点（组）数，个。

7.2.4 工程质量验收合格判定应符合下列要求：

1 分项工程符合下列条件为合格：

1) 主控项目的合格率应达到 100%。

2) 一般项目的合格率达到 80%，且最大偏差小于允许偏差的 1.5 倍，可判定为合格；

2 分部工程应所有分项工程均为合格，则该分部工程为合格；

3 单位工程应所有分部工程均为合格，则该单位工程为合格。

7.2.5 工程质量验收还应符合下列规定：

1 分项工程交接检验应在施工班组自检、互检的基础上由检验人员进行，检验完成后应填写质量验收报告，并应按本规程附录 G 中表 G.0.5 的规定执行；

2 分部工程检验应由检验人员在分项工程交接检验的基

础上进行，检验完成后应填写质量验收报告，并应按本规程附录 G 中表 G.0.6 的规定执行；

3 单位工程检验应由检验人员在分部工程检验或分项工程交接检验的基础上进行，检验完成后应填写质量验收报告，并应按本规程附录 G 中表 G.0.7 的规定执行。

7.3 竣工验收

7.3.1 竣工验收时施工单位应提供下列资料：

1 施工技术资料：施工组织设计、图纸会审记录，技术交底记录，工程变更及洽商记录等；

2 施工管理资料：工程概况、开工报告、施工日志、事故处理报告；

3 工程物资资料：工程用原材料、构配件等质量证明文件，进场检验或复试报告、主要设备合格证书及进场验收文件和设备竣工图、安装说明书、技术性能说明书、专用工具和备件的移交证明；

4 施工测量监测资料：工程定位及复核记录、施工沉降和位移等观测记录；

5 施工记录应包括下列资料：

1) 检查及情况处理记录：隐蔽工程检查记录、地基处理记录、钎探记录、验槽记录、管道变形记录、管道焊口检查和管道排位记录（图）、混凝土浇筑等；

2) 设备安装记录：支架、补偿器及各种设备安装记录等。

6 施工试验及检测报告：回填压实检测记录、管道检测报告、管道的冲洗记录、管道强度和严密性试验记录、管网试运行记录等；

7 施工质量验收资料：分项、分部工程质量验收记录、

单位工程质量评定记录；

8 工程竣工验收资料：竣工报告、竣工测量报告、工程安全和功能、工程观感及内业资料核查等。

7.3.2 竣工验收时，检查项目宜包括下列规定：

1 供热管网输热能力及热力站各类设备应达到设计参数，输热损耗应符合国家标准规定，管网末端的水力工况、热力工况应满足末端用户的需求；

2 管网及站内系统、设备在工作状态下应严密，管道支架、热力站热机、电气及控制等设备应正常、可靠；

3 计量应准确，安全装置应灵敏、可靠；

4 各种设备的性能及工作状况应正常，运转设备产生的噪声值应符合国家标准规定；

5 工程档案资料应符合要求。

7.3.3 保温工程在第一个采暖季结束后，应对设备及管道保温效果进行测定与评价，且应符合现行国家标准《设备及管道绝热效果的测试与评价》GB/T8174 的规定，并提出测定与评价报告。

附录 A GRPE 热水管道的检验

A.0.1 产品检验分为出厂检验与定型检验。

A.0.2 出厂检验应符合以下规定：

1 产品应经制造厂质量检验部门检验，合格后方可出厂，出厂时应附检验合格报告；

2 出厂检验项目见表 A.0.3。

A.0.3 定型检验应符合以下规定：

1 同一设备制造厂的同类型设备首次投产或原料生产厂或原料牌号发生变化时，进行定型检验；

2 定型检验项目见表 A.0.3。

表 A.0.3 检验项目

检验项目		试验方法	出厂检验	定型检验
PE-RT II 管材及管 件	外观	GB/T 27899	√	√
	规格尺寸	GB/T 8806	√	√
	纵向回缩率	GB/T 6671	√	√
	熔体质量流动速率(MFR)	GB/T 3682	√	√
	氧化诱导时间(OIT)	GB/T 17391	√	√
	密度	GB/T 1033.2	√	√
	静液压试验：20℃/1h/11.2MPa	GB/T 6111	—	√
	静液压试验：95℃/22h/4.1MPa	GB/T 6111	任选其一	√
	静液压试验：95℃/165h/4.0MPa	GB/T 6111		√
	静液压试验：95℃/1000h/3.8MPa	GB/T 6111	—	√
	静液压热稳定试验： 110℃/8760h/2.4MPa	GB/T 6111	—	√
	电熔管件的熔接强度	GB/T 19806 GB/T 19808	√	√
	插口管件—对接熔接管件的拉伸强度	GB/T 19810	—	√

续表 A.0.3

检验项目		试验方法	出厂检验	定型检验
聚乙烯 外护管	外观	GB/T 29047	√	√
	尺寸	GB/T 8806	√	√
	密度	GB/T 1033.1	√	√
	纵向回缩率	GB/T 6671	—	√
	拉伸屈服强度	GB/T 8804.3	√	√
	断裂伸长率	GB/T 8804.3	√	√
	氧化诱导时间 (OIT)	GB/T 19466.6	—	√
	熔体质量流动速率 (MFR)	GB/T 3682	—	√
聚氨酯 保温层	泡沫密度	GB/T 6343	√	√
	泡沫闭孔率	GB/T 10799	—	√
	泡孔尺寸	GB/T 29046	—	√
	吸水率	GB/T 29046	—	√
	导热系数	GB/T 10297	—	√
	压缩强度	GB/T 8813	—	√
	保温层截面上空洞、气泡	GB/T 29046	—	√
GRPE 供热管道	管端垂直度	GB/T 29046	√	√
	保温层挤压变形量		√	√
	工作管端头留出尺寸		√	√
	管端泡沫脱层		√	√
	外护管表面温度		—	√
	外护管外径增大率		—	√
	最大轴线偏心距		√	√
	轴向剪切强度	附录 B	—	√

A.0.4 组批和分组

同一原料，同一配方，同一工艺条件连续生产的同一规格 GRPE 热水管道作为一批，每批数量不超过 10000m。

按表 A.0.4 对 PE-RT II 管材及管件进行尺寸分组，选取每一尺寸组中任一规格的管材即代表该尺寸组内所有规格产品进行检验。

表 A.0.4 PE-RT II 管材及管件的尺寸组合公称外径范围

尺寸组	公称外径范围 (mm)
1	$d_n \leq 63$
2	$63 < d_n \leq 160$
3	$160 < d_n \leq 355$

A.0.5 抽样, 按现行国家标准《计数抽样检验程序 第一部分: 按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划》GB/T2828.1 采用正常检验一次抽样方案, 取一般检验水平 I, 接收质量限(AQL) 6.5。抽样方案见表 A.0.5。

表 A.0.5 GRPE 热水管道出厂检验抽样和合格质量水平判定

批量(N)	样本量(n)	接收数(Ac)	拒收数(Re)
<25	2	0	1
26~50	8	1	2
51~90	8	1	2
91~150	8	1	2
151~280	13	2	3
281~500	20	3	4
501~1200	32	5	6
1201~3200	50	7	8
3201~10000	80	10	11

A.0.6 判定规则应符合下列规定:

1 样本中被检验出的不合格样本单位数不超过表 A.0.5 中规定的批质量合格判定数时, 则判定交付批合格; 超过批质量合格判定数时, 则判定交付批不合格;

2 不合格批未经剔除不合格品时, 不得再次提交检验。复验应按表 A.0.5 进行抽取样本单位数检验, 再进行批质量的判定。复验结果作为最终判定依据。

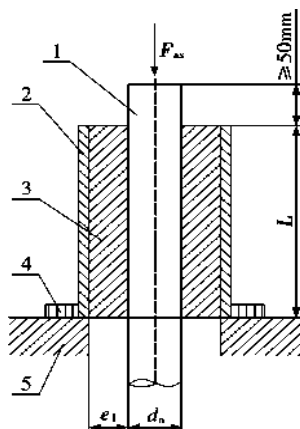
附录 B 轴向剪切强度的测试方法

B.0.1 试样制备

试样测试段应是一截长度为保温层厚度 2.5 倍的 GRPE 热水管道，但不得短于 200mm。在保温结构两端，保留适当长度的 GRPE 热水管道的工作管，以便于试验操作。试样应垂直于管道轴线截取，并要至少距离管端 50mm 的 GRPE 热水管道中间取样。

B.0.2 测试步骤

按图 B.0.2 的布置，试样处于常温(23 ± 2)℃环境条件下，由试验装置按 5mm/min 的速度对 PE-RT II 管一端施加轴向力，直到保温结构的结合面破坏分离。记录最大轴向力值，并计算轴向剪切强度。试验可在管道轴线置于垂直方向或水平方向的两种情况进行，当管道轴线处于垂直方向时，轴向力中应计入 GRPE 热水管道的重量。



1—PE-RT II 管；2—外护管；3—保温层；4—导向环；5—试验装置底座

图 B.0.2 轴向剪切强度装置

图中: F_{ax} ——轴向力, N;

d_n ——PE-RT II 管外径, mm;

e_I ——保温层厚度, mm;

L ——试样的长度, mm, $L=2.5 \times e_I$ 且 $\geq 200\text{mm}$ 。

B.0.3 轴向剪切强度计算

轴向剪切强度应按公式(B.0.3)进行计算:

$$T_{ax} = \frac{F_{ax}}{L \times \pi \times d_n} \quad (\text{B.0.3})$$

式中: T_{ax} ——轴向剪切强度, MPa;

F_{ax} ——轴向力, N;

L ——试样的长度, mm;

d_n ——PE-RT II 管的外径, mm。

取 3 个试样分别测试结果的平均值作为最终测试结果。

附录 C PE-RT II 管材及管件原材料的质量要求

C.0.1 PE-RT II 管材及管件材料在温度 10℃ 至 110℃ 范围内的最小预测静液压强度分别参照图 C.0.1 曲线，可由方程(C.0.1) 推导得到。方程式如下：

$$\lg t = 1301.621 + \frac{124594.128}{T} + 1.77868 \lg \sigma - \frac{86662.02}{T} \lg \sigma \tag{C.0.1}$$

式中：t—时间，h；

T—温度，K；

σ—静液压强度(环应力)，MPa。

在 110℃ 测试条件下，至少应包括 3 个不少于 15600h 的破坏时间。

C.0.2 PE-RT II 管材及管件原材料为高密度耐热聚乙烯管道专用材料，应满足表 C.0.2 的要求，原材料的供应商提供相应的测试报告。

表 C.0.2 PE-RT II 管材及管件原材料的物理力学性能要求

性能	测试方法	单位	数值
密度	GB/T1033.2	g/m ³	≥0.945
导热系数	GB/T10297	W/(m·K)	0.40~0.42
线性膨胀系数	ISO11359-2	m/(m·K)	1.2x10 ⁻⁴ ~1.7x10 ⁻⁴
熔体质量流动速率(MFR)(190℃/5kg)	GB/T3682	g/10min	0.45~0.85
氧化诱导时间(OIT)(210℃)	GB/T19466.6	min	> 20
静液压热稳定试验(110℃/2.2MPa)	GB/T6111	h	≥15600
全切口蠕变试验(Arkopal, 80℃, 4.0MPa)	ISO16770	h	≥2000

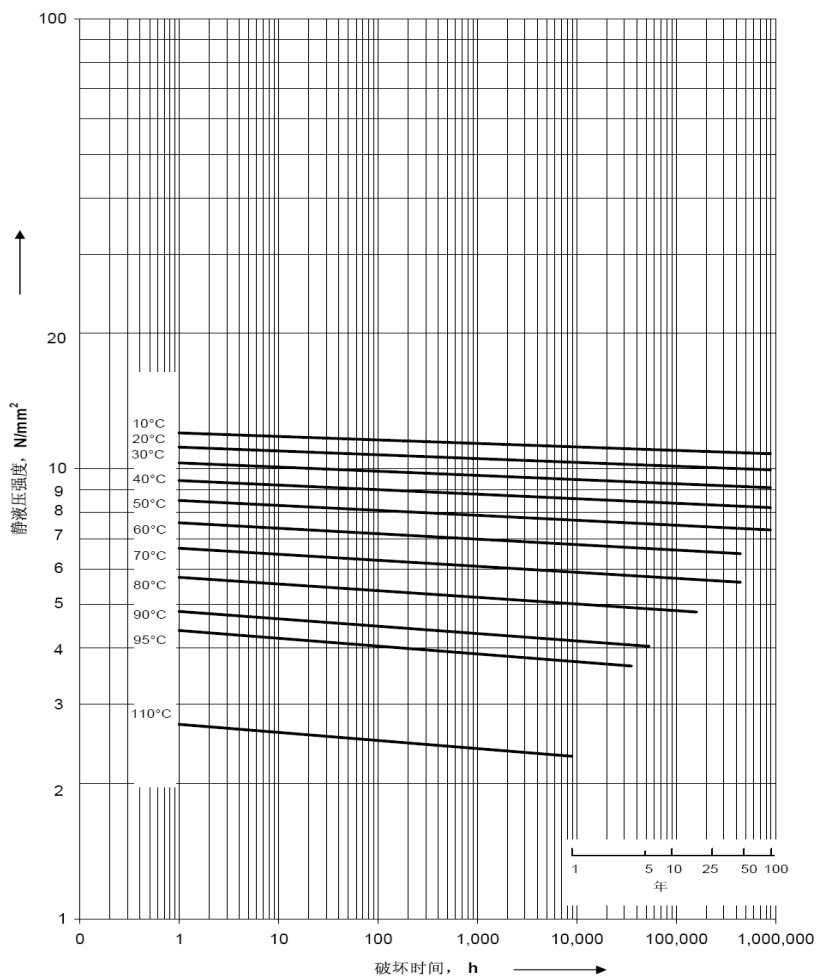


图 C.0.1 PE-RT II 管材及管件原材料的预期静液压强度参考曲线

C.0.3 外护管用 PE 原材料应满足表 C.0.3 的要求。

表 C.0.3 外护管用 PE 原材料的要求

性能	测试方法	单位	数值
炭黑含量	GB/T 13021	%	2.0~2.5
熔体质量流动速率 MFR(190℃/5kg)	GB/T 3682	g/10min	0.2~0.5
氧化诱导时间(OIT)(200℃)	GB/T 19466.6	min	>20

附录 D GRPE 热水管道的水力计算

D.0.1 输送介质为 80℃ 及以下水温的 GRPE 热水管道的水力计算, 详见表 D.0.1-1、D.0.1-2、D.0.1-3、D.0.1-4。管道粗糙度一般取值为 $0.010 \times 10^{-3} \text{m} \sim 0.013 \times 10^{-3} \text{m}$

表 D.0.1-1 单位长度沿程水头损失水力计算

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n20/16.0$		$d_n25/20.4$		$d_n32/26.2$		$d_n40/32.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
0.23	0.07	112	0.32	34	0.20	—	—	—	—
0.25	0.07	129	0.35	39	0.21	—	—	—	—
0.27	0.08	147	0.37	45	0.23	—	—	—	—
0.29	0.08	165	0.40	51	0.24	—	—	—	—
0.31	0.09	185	0.42	57	0.26	—	—	—	—
0.32	0.09	205	0.45	63	0.27	—	—	—	—
0.34	0.10	226	0.47	69	0.29	—	—	—	—
0.36	0.10	249	0.50	76	0.31	—	—	—	—
0.40	0.11	297	0.55	91	0.34	27	0.20	—	—
0.43	0.12	353	0.60	108	0.37	32	0.22	—	—
0.47	0.13	406	0.64	124	0.40	37	0.24	—	—
0.50	0.14	464	0.69	142	0.43	42	0.26	—	—
0.54	0.15	530	0.74	162	0.46	48	0.28	—	—
0.58	0.16	595	0.79	182	0.49	54	0.30	—	—
0.61	0.17	666	0.84	204	0.52	60	0.31	21	0.20
0.65	0.18	740	0.89	227	0.55	67	0.33	23	0.22
0.68	0.19	818	0.94	250	0.58	74	0.35	26	0.23
0.72	0.20	899	0.99	275	0.61	81	0.37	28	0.24
0.90	0.25	1358	1.24	416	0.76	123	0.46	42	0.30
1.08	0.30	1904	1.49	583	0.92	172	0.56	59	0.36
1.26	0.35	2531	1.74	775	1.07	229	0.65	79	0.42
1.44	0.40	3241	1.98	993	1.22	293	0.74	101	0.48
1.62	0.45	4032	2.23	1235	1.37	365	0.83	126	0.54
1.80	0.50	4899	2.48	1501	1.53	444	0.93	153	0.60
1.98	0.55	5844	2.73	1790	1.68	529	1.02	183	0.66

续表 D.0.1-1

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_j (mm)							
		$d_n20/16.0$		$d_n25/20.4$		$d_n32/26.2$		$d_n40/32.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
2.16	0.60	6864	2.98	2103	1.83	622	1.11	214	0.72
2.34	0.65	—	—	2438	1.98	721	1.20	249	0.78
2.52	0.70	—	—	2796	2.14	827	1.30	285	0.84
2.70	0.75	—	—	3177	2.29	939	1.39	324	0.90
2.88	0.80	—	—	3580	2.44	1058	1.48	365	0.96
3.06	0.85	—	—	4005	2.59	1184	1.57	408	1.02
3.24	0.90	—	—	4451	2.75	1316	1.67	454	1.08
3.42	0.95	—	—	4920	2.90	1455	1.76	502	1.14
3.60	1.00	—	—	5410	3.05	1599	1.85	552	1.20
3.78	1.05	—	—	—	—	1750	1.94	603	1.25
3.95	1.10	—	—	—	—	1908	2.04	658	1.31
4.14	1.15	—	—	—	—	2072	2.13	714	1.37
4.32	1.20	—	—	—	—	2241	2.22	773	1.43
4.50	1.25	—	—	—	—	2417	2.31	833	1.49
4.63	1.30	—	—	—	—	2599	2.41	896	1.55
4.85	1.35	—	—	—	—	2786	2.50	961	1.61
5.04	1.40	—	—	—	—	2981	2.59	1028	1.67
5.22	1.45	—	—	—	—	3181	2.68	1097	1.73
5.40	1.50	—	—	—	—	3385	2.78	1168	1.79
5.58	1.55	—	—	—	—	3597	2.87	1241	1.85
5.76	1.60	—	—	—	—	3816	2.96	1316	1.91
5.94	1.65	—	—	—	—	—	—	1393	1.97
6.12	1.70	—	—	—	—	—	—	1472	2.03
6.30	1.75	—	—	—	—	—	—	1553	2.09
6.48	1.80	—	—	—	—	—	—	1637	2.15
6.66	1.85	—	—	—	—	—	—	1722	2.21
6.84	1.90	—	—	—	—	—	—	1805	2.27
7.02	1.95	—	—	—	—	—	—	1898	2.33
7.20	2.00	—	—	—	—	—	—	1989	2.39
7.56	2.10	—	—	—	—	—	—	2177	2.51
7.92	2.20	—	—	—	—	—	—	2372	2.63
8.28	2.30	—	—	—	—	—	—	2575	2.75
8.64	2.40	—	—	—	—	—	—	2786	2.87
9.00	2.50	—	—	—	—	—	—	3005	2.99

表 D.0.1-2 单位长度沿程水头损失水力计算

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_j (mm)							
		$d_n50/40.8$		$d_n63/51.4$		$d_n75/61.4$		$d_n90/73.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
1.00	0.30	20	0.23	—	—	—	—	—	—
1.26	0.35	27	0.27	—	—	—	—	—	—
1.44	0.40	34	0.31	—	—	—	—	—	—
1.62	0.45	42	0.34	14	0.22	—	—	—	—
1.80	0.50	51	0.38	17	0.24	—	—	—	—
1.98	0.55	61	0.42	20	0.26	—	—	—	—
2.16	0.60	72	0.46	23	0.29	10	0.20	—	—
2.34	0.65	83	0.50	27	0.31	11	0.22	—	—
2.52	0.70	96	0.53	31	0.34	13	0.24	—	—
2.70	0.75	109	0.57	35	0.36	15	0.25	—	—
2.88	0.80	122	0.61	40	0.38	17	0.27	—	—
3.06	0.85	137	0.65	44	0.41	19	0.29	8	0.20
3.24	0.90	152	0.69	49	0.43	21	0.30	9	0.21
3.42	0.95	168	0.72	55	0.46	23	0.32	10	0.22
3.60	1.00	185	0.76	60	0.48	25	0.34	11	0.23
3.78	1.05	202	0.80	66	0.51	28	0.35	11	0.25
3.96	1.10	221	0.84	72	0.53	30	0.37	13	0.26
4.14	1.15	240	0.88	78	0.55	33	0.39	14	0.27
4.32	1.20	259	0.92	84	0.58	35	0.40	15	0.28
4.50	1.25	280	0.95	91	0.60	38	0.42	16	0.29
4.68	1.30	301	0.99	98	0.63	41	0.44	17	0.30
4.86	1.35	322	1.03	105	0.65	44	0.45	18	0.32
5.04	1.40	345	1.07	112	0.67	47	0.47	20	0.33
5.22	1.45	368	1.11	119	0.70	50	0.49	21	0.34
5.40	1.50	392	1.14	127	0.72	54	0.51	22	0.35
5.58	1.55	416	1.18	135	0.75	57	0.52	24	0.36
5.76	1.60	441	1.22	143	0.77	60	0.54	25	0.37
5.94	1.65	467	1.26	152	0.79	64	0.56	27	0.39
6.12	1.70	494	1.30	160	0.82	68	0.57	28	0.40
6.30	1.75	521	1.34	169	0.84	71	0.59	30	0.41
6.48	1.80	549	1.37	178	0.87	75	0.61	31	0.42
6.66	1.85	577	1.41	187	0.89	79	0.62	33	0.43

续表 D.0.1-2

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n50/40.8$		$d_n63/51.4$		$d_n75/61.4$		$d_n90/73.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
6.84	1.90	607	1.45	197	0.91	83	0.64	34	0.44
7.02	1.95	636	1.49	206	0.94	87	0.66	36	0.46
7.20	2.00	667	1.53	216	0.96	91	0.67	38	0.47
7.56	2.10	730	1.60	237	1.01	100	0.71	41	0.49
7.92	2.20	796	1.68	258	1.06	109	0.74	45	0.51
8.28	2.30	864	1.75	280	1.11	118	0.78	49	0.54
8.64	2.40	934	1.83	303	1.15	128	0.81	53	0.56
9.00	2.50	1008	1.91	327	1.20	138	0.84	57	0.59
9.36	2.60	1084	1.98	351	1.25	148	0.88	61	0.61
9.72	2.70	1162	2.06	377	1.30	159	0.91	66	0.63
10.08	2.80	1243	2.14	403	1.35	170	0.94	71	0.66
10.44	2.90	1326	2.21	430	1.39	181	0.98	75	0.68
10.80	3.00	1412	2.29	458	1.44	193	1.01	80	0.70
11.16	3.10	1499	2.37	486	1.49	205	1.04	85	0.73
11.52	3.20	1591	2.44	516	1.54	218	1.08	90	0.75
11.58	3.30	1684	2.52	546	1.59	230	1.11	96	0.77
12.24	3.40	1788	2.59	577	1.64	243	1.15	101	0.80
12.60	3.50	1878	2.67	609	1.68	257	1.18	107	0.82
12.96	3.60	1978	2.75	642	1.73	271	1.21	112	0.84
13.32	3.70	2081	2.82	675	1.78	285	1.25	118	0.87
13.68	3.80	2187	2.90	709	1.83	299	1.28	124	0.89
14.04	3.90	2294	2.98	744	1.88	314	1.31	130	0.91
14.40	4.00	—	—	780	1.92	329	1.35	136	0.94
14.76	4.10	—	—	816	1.97	344	1.38	143	0.96
15.12	4.20	—	—	853	2.02	360	1.42	149	0.98
15.48	4.30	—	—	893	2.07	376	1.45	156	1.01
15.84	4.40	—	—	920	2.12	392	1.48	163	1.03
16.20	4.50	—	—	970	2.16	409	1.52	170	1.05
16.56	4.60	—	—	1010	2.21	426	1.55	177	1.08
16.92	4.70	—	—	1051	2.26	443	1.58	184	1.10
17.28	4.80	—	—	1093	2.31	451	1.62	191	1.12
17.64	4.90	—	—	1135	2.36	479	1.65	199	1.15

续表 D.0.1-2

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n50/40.8$		$d_n63/51.4$		$d_n75/61.4$		$d_n90/73.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
18.00	5.00	—	—	1178	2.41	497	1.69	206	1.17
18.36	5.10	—	—	1222	2.45	518	1.72	214	1.19
18.72	5.20	—	—	1267	2.50	534	1.75	222	1.22
19.08	5.30	—	—	1312	2.55	553	1.79	230	1.24
19.44	5.40	—	—	1359	2.60	573	1.82	238	1.26
19.80	5.50	—	—	1406	2.65	593	1.85	246	1.29
20.16	5.60	—	—	1453	2.69	613	1.89	254	1.31
20.52	5.70	—	—	1502	2.74	633	1.92	263	1.33
20.88	5.80	—	—	1551	2.79	654	1.95	271	1.36
21.24	5.90	—	—	1600	2.84	675	1.99	280	1.38
21.60	6.00	—	—	1651	2.89	696	2.02	289	1.40
21.96	6.10	—	—	1702	2.93	718	2.06	297	1.43
22.32	6.20	—	—	1754	2.98	740	2.09	307	1.45
22.68	6.30	—	—	1807	3.03	762	2.12	316	1.47
23.04	6.40	—	—	1850	3.08	784	2.16	326	1.50
23.46	6.50	—	—	1914	3.13	807	2.19	335	1.52
23.76	6.60	—	—	1969	3.17	830	2.22	345	1.54
24.12	6.70	—	—	2025	3.22	854	2.26	354	1.57
24.48	6.80	—	—	2081	3.27	878	2.29	364	1.59
24.84	6.90	—	—	2138	3.32	902	2.33	374	1.61
25.20	7.00	—	—	2196	3.37	926	2.36	384	1.64
25.56	7.10	—	—	2254	3.42	950	2.39	394	1.66
25.92	7.20	—	—	2313	3.46	975	2.43	405	1.68
26.28	7.30	—	—	2373	3.51	1001	2.46	415	1.71
26.64	7.40	—	—	—	—	1026	2.49	426	1.73
27.00	7.50	—	—	—	—	1052	2.53	437	1.76
27.36	7.60	—	—	—	—	1078	2.56	447	1.78
27.72	7.70	—	—	—	—	1104	2.59	458	1.80
28.08	7.80	—	—	—	—	1131	2.63	469	1.83
28.44	7.90	—	—	—	—	1158	2.66	481	1.85
28.80	8.00	—	—	—	—	1185	2.70	492	1.87
29.15	8.10	—	—	—	—	1213	2.73	503	1.90

续表 D.0.1-2

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n50/40.8$		$d_n63/51.4$		$d_n75/61.4$		$d_n90/73.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
29.52	8.20	—	—	—	—	1241	2.76	515	1.92
29.88	8.30	—	—	—	—	1269	2.80	527	1.94
30.24	8.40	—	—	—	—	1297	2.83	538	1.97
30.60	8.50	—	—	—	—	1326	2.86	550	1.99
30.96	8.60	—	—	—	—	1355	2.90	562	2.01
31.32	8.70	—	—	—	—	1384	2.93	575	2.04
31.68	8.80	—	—	—	—	1414	2.97	587	2.06
32.04	8.90	—	—	—	—	1444	3.00	599	2.08
32.40	9.00	—	—	—	—	—	—	612	2.11
32.76	9.10	—	—	—	—	—	—	624	2.13
33.12	9.20	—	—	—	—	—	—	637	2.15
33.48	9.30	—	—	—	—	—	—	650	2.18
33.84	9.40	—	—	—	—	—	—	663	2.20
34.20	9.50	—	—	—	—	—	—	676	2.22
34.56	9.60	—	—	—	—	—	—	689	2.25
34.92	9.70	—	—	—	—	—	—	703	2.27
35.28	9.80	—	—	—	—	—	—	716	2.29
35.64	9.90	—	—	—	—	—	—	730	2.32
36.00	10.00	—	—	—	—	—	—	743	2.34
36.90	10.25	—	—	—	—	—	—	778	2.40
37.80	10.50	—	—	—	—	—	—	814	2.46
38.70	10.75	—	—	—	—	—	—	850	2.52
39.60	11.00	—	—	—	—	—	—	887	2.57
40.50	11.25	—	—	—	—	—	—	924	2.63
41.40	11.50	—	—	—	—	—	—	963	2.69
42.30	11.75	—	—	—	—	—	—	1002	2.75
43.20	12.00	—	—	—	—	—	—	1042	2.81
44.10	12.25	—	—	—	—	—	—	1082	2.87
45.00	12.50	—	—	—	—	—	—	1123	2.93
45.90	12.75	—	—	—	—	—	—	1165	2.98

表 D.0.1-3 单位长度沿程水头损失水力计算

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n110/90.0$		$d_n125/102.2$		$d_n160/130.8$		$d_n200/163.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
4.50	1.25	6	0.20	—	—	—	—	—	—
4.68	1.30	6	0.20	—	—	—	—	—	—
4.86	1.35	7	0.21	—	—	—	—	—	—
5.04	1.40	7	0.22	—	—	—	—	—	—
5.22	1.45	8	0.23	—	—	—	—	—	—
5.40	1.50	8	0.24	—	—	—	—	—	—
5.58	1.55	9	0.24	—	—	—	—	—	—
5.76	1.60	9	0.25	5	0.20	—	—	—	—
5.94	1.65	10	0.26	5	0.20	—	—	—	—
6.12	1.70	10	0.27	6	0.21	—	—	—	—
6.30	1.75	11	0.27	6	0.21	—	—	—	—
6.48	1.80	12	0.28	6	0.22	—	—	—	—
6.66	1.85	12	0.29	7	0.23	—	—	—	—
6.84	1.90	13	0.30	7	0.23	—	—	—	—
7.02	1.95	14	0.31	7	0.24	—	—	—	—
7.20	2.00	14	0.31	8	0.24	—	—	—	—
7.56	2.10	16	0.33	8	0.26	—	—	—	—
7.92	2.20	17	0.35	9	0.27	—	—	—	—
8.28	2.30	18	0.36	10	0.28	—	—	—	—
8.64	2.40	20	0.38	11	0.29	—	—	—	—
9.00	2.50	21	0.39	11	0.31	—	—	—	—
9.36	2.60	23	0.41	12	0.32	—	—	—	—
9.72	2.70	25	0.42	13	0.33	4	0.20	—	—
10.08	2.80	26	0.44	14	0.34	4	0.21	—	—
10.44	2.90	28	0.46	15	0.35	5	0.21	—	—
10.80	3.00	30	0.47	16	0.37	5	0.22	—	—
11.16	3.10	32	0.49	17	0.38	5	0.23	—	—
11.52	3.20	34	0.50	18	0.39	5	0.24	—	—
11.88	3.30	36	0.52	19	0.40	5	0.24	—	—
12.24	3.40	38	0.53	20	0.41	6	0.25	—	—
12.60	3.50	40	0.55	21	0.43	6	0.26	—	—
12.96	3.60	42	0.57	23	0.44	7	0.27	—	—

续表 D.0.1-3

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n110/90.0$		$d_n125/102.2$		$d_n160/130.8$		$d_n200/163.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
13.32	3.70	44	0.58	24	0.45	7	0.27	—	—
13.68	3.80	46	0.60	25	0.46	8	0.28	—	—
14.04	3.90	49	0.61	27	0.48	8	0.29	—	—
14.40	4.00	51	0.63	29	0.49	8	0.30	—	—
14.76	4.10	53	0.64	30	0.50	9	0.30	—	—
15.12	4.20	56	0.66	31	0.51	9	0.31	3	0.20
15.48	4.30	58	0.68	31	0.52	9	0.32	3	0.20
15.84	4.40	61	0.69	33	0.54	10	0.33	3	0.21
16.20	4.50	64	0.71	34	0.55	10	0.33	3	0.21
16.56	4.60	66	0.72	36	0.56	11	0.34	4	0.22
16.92	4.70	69	0.74	37	0.57	11	0.35	4	0.22
17.28	4.80	72	0.75	38	0.59	12	0.36	4	0.23
17.64	4.90	74	0.77	40	0.60	12	0.36	4	0.23
18.00	5.00	77	0.79	41	0.61	12	0.37	4	0.24
18.36	5.10	80	0.80	43	0.62	13	0.38	4	0.24
18.72	5.20	83	0.82	45	0.63	13	0.38	5	0.25
19.08	5.30	86	0.83	46	0.65	14	0.39	5	0.25
19.44	5.40	89	0.85	48	0.66	14	0.40	5	0.26
19.80	5.50	92	0.86	49	0.67	15	0.41	5	0.26
20.16	5.60	95	0.88	51	0.68	15	0.41	5	0.27
20.52	5.70	98	0.89	53	0.70	16	0.42	5	0.27
20.88	5.80	102	0.91	55	0.71	16	0.43	6	0.28
21.24	5.90	105	0.93	56	0.72	17	0.44	6	0.28
21.60	6.00	108	0.94	58	0.73	18	0.44	6	0.29
21.96	6.10	111	0.96	60	0.74	18	0.45	6	0.29
22.32	6.20	115	0.97	62	0.76	19	0.46	6	0.29
22.68	6.30	118	0.99	64	0.77	19	0.47	6	0.30
23.04	6.40	122	1.00	65	0.78	20	0.47	7	0.30
23.40	6.50	125	1.02	67	0.79	20	0.48	7	0.31
23.76	6.60	129	1.04	69	0.81	21	0.49	7	0.31
24.12	6.70	133	1.05	71	0.82	21	0.50	7	0.32
24.48	6.80	136	1.07	73	0.83	22	0.50	7	0.32

续表 D.0.1-3

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n110/90.0$		$d_n125/102.2$		$d_n160/130.8$		$d_n200/163.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
24.84	6.90	140	1.08	75	0.84	23	0.51	8	0.33
25.20	7.00	144	1.10	77	0.85	23	0.52	8	0.33
25.56	7.10	148	1.11	79	0.87	24	0.53	8	0.34
25.92	7.20	152	1.13	81	0.88	25	0.53	8	0.34
26.28	7.30	155	1.15	83	0.89	25	0.54	8	0.35
26.64	7.40	159	1.16	86	0.90	26	0.55	9	0.35
27.00	7.50	163	1.18	88	0.92	26	0.56	9	0.36
27.36	7.60	167	1.19	90	0.93	27	0.56	9	0.36
27.72	7.70	172	1.21	92	0.94	28	0.57	9	0.37
28.08	7.80	176	1.22	94	0.95	28	0.58	10	0.37
28.44	7.90	180	1.24	97	0.96	29	0.58	10	0.38
28.80	8.00	184	1.26	99	0.98	30	0.59	10	0.38
29.16	8.10	188	1.27	101	0.99	30	0.60	10	0.38
29.52	8.20	193	1.29	103	1.00	31	0.61	10	0.39
29.88	8.30	197	1.30	106	1.01	32	0.61	11	0.39
30.24	8.40	202	1.32	108	1.02	33	0.62	11	0.40
30.60	8.50	206	1.33	111	1.04	33	0.63	11	0.40
30.96	8.60	210	1.35	113	1.05	34	0.64	11	0.41
31.32	8.70	215	1.37	115	1.06	35	0.64	12	0.41
31.68	8.80	220	1.38	118	1.07	36	0.65	12	0.42
32.04	8.90	224	1.40	120	1.09	36	0.66	12	0.42
32.40	9.00	229	1.41	123	1.10	37	0.67	12	0.43
32.76	9.10	234	1.43	125	1.11	38	0.67	13	0.43
33.12	9.20	238	1.44	128	1.12	39	0.68	13	0.44
33.48	9.30	243	1.46	131	1.13	39	0.69	13	0.44
33.84	9.40	248	1.48	133	1.15	40	0.70	13	0.45
34.20	9.50	253	1.49	136	1.16	41	0.70	14	0.45
34.56	9.60	258	1.51	139	1.17	42	0.71	14	0.46
34.92	9.70	263	1.52	141	1.18	43	0.72	14	0.46
35.28	9.80	268	1.54	144	1.20	43	0.73	15	0.47
35.64	9.90	273	1.55	147	1.21	44	0.73	15	0.47
36.00	10.00	278	1.57	149	1.22	45	0.74	15	0.48

续表 D.0.1-3

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n110/90.0$		$d_n125/102.2$		$d_n160/130.8$		$d_n200/163.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
36.90	10.25	291	1.61	156	1.25	47	0.76	16	0.49
37.80	10.50	305	1.65	163	1.28	49	0.78	17	0.50
38.70	10.75	318	1.69	171	1.31	51	0.80	17	0.51
39.60	11.00	332	1.73	178	1.34	54	0.81	18	0.52
40.50	11.25	346	1.77	186	1.37	56	0.83	19	0.53
41.40	11.50	360	1.81	193	1.40	58	0.85	20	0.55
42.30	11.75	375	1.84	201	1.43	61	0.87	20	0.56
43.20	12.00	390	1.88	209	1.46	63	0.89	21	0.57
44.10	12.25	405	1.92	217	1.49	66	0.91	22	0.58
45.00	12.50	420	1.96	226	1.53	68	0.93	23	0.59
45.90	12.75	436	2.00	23.4	1.56	71	0.94	24	0.61
46.80	13.00	452	2.04	24.3	1.59	73	0.96	25	0.62
47.70	13.25	468	2.08	25.1	1.62	76	0.98	25	0.63
48.60	13.50	485	2.12	26.0	1.65	78	1.00	26	0.64
49.50	13.75	501	2.16	26.9	1.68	81	1.02	27	0.65
50.40	14.00	518	2.20	27.8	1.71	84	1.04	28	0.67
51.30	14.25	536	2.24	28.8	1.74	87	1.05	29	0.68
52.20	14.50	553	2.28	297	1.77	90	1.07	30	0.69
53.10	14.75	571	2.32	307	1.80	92	1.09	31	0.70
54.00	15.00	589	2.36	316	1.83	95	1.11	32	0.71
55.80	15.50	626	2.43	336	1.89	101	1.15	34	0.74
57.60	16.00	664	2.51	356	1.95	107	1.18	36	0.76
59.40	16.50	703	2.59	377	2.01	114	1.22	38	0.78
61.20	17.00	743	2.67	399	2.07	120	1.26	40	0.81
63.00	17.50	783	2.75	421	2.14	127	1.30	43	0.83
54.80	18.00	825	2.83	443	2.20	134	1.33	45	0.86
66.60	18.50	868	2.90	466	2.26	141	1.37	47	0.88
68.40	19.00	912	2.98	490	2.32	148	1.41	50	0.90
70.20	19.50	—	—	514	2.38	155	1.44	52	0.93
72.00	20.00	—	—	538	2.44	162	1.48	55	0.95
73.80	20.50	—	—	564	2.50	170	1.52	57	0.97
75.60	21.00	—	—	589	2.56	178	1.55	60	1.00

续表 D.0.1-3

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n110/90.0$		$d_n125/102.2$		$d_n160/130.8$		$d_n200/163.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
77.40	21.50	—	—	616	2.62	186	1.59	62	1.02
79.20	22.00	—	—	642	2.68	194	1.63	65	1.05
81.00	22.50	—	—	670	2.75	202	1.67	68	1.07
82.80	23.00	—	—	697	2.81	210	1.70	71	1.09
84.60	23.50	—	—	726	2.87	219	1.74	74	1.12
86.40	24.00	—	—	755	2.93	227	1.78	76	1.14
88.20	24.50	—	—	784	2.99	236	1.81	79	1.16
90.00	25.00	—	—	814	3.05	245	1.85	82	1.19
91.80	25.50	—	—	—	—	254	1.89	85	1.21
93.60	26.00	—	—	—	—	264	1.92	89	1.24
97.20	27.00	—	—	—	—	283	2.00	95	1.28
99.00	27.50	—	—	—	—	293	2.04	98	1.31
100.80	28.00	—	—	—	—	302	2.07	102	1.33
102.60	28.50	—	—	—	—	313	2.11	105	1.35
104.40	29.00	—	—	—	—	323	2.15	109	1.38
106.20	29.50	—	—	—	—	334	2.18	112	1.40
108.00	30.00	—	—	—	—	344	2.22	116	1.43
109.80	30.50	—	—	—	—	354	2.26	119	1.45
111.60	31.00	—	—	—	—	365	2.29	123	1.47
113.40	31.50	—	—	—	—	375	2.33	126	1.50
115.20	32.00	—	—	—	—	387	2.37	130	1.52
117.00	32.50	—	—	—	—	399	2.41	134	1.54
118.80	33.00	—	—	—	—	410	2.44	138	1.57
120.60	33.50	—	—	—	—	421	2.48	142	1.59
122.40	34.00	—	—	—	—	433	2.52	146	1.62
124.20	34.50	—	—	—	—	445	2.55	150	1.64
126.00	35.00	—	—	—	—	457	2.59	154	1.66
127.80	35.50	—	—	—	—	469	2.63	158	1.69
129.80	36.00	—	—	—	—	482	2.66	162	1.71
131.40	36.50	—	—	—	—	494	2.70	166	1.73
133.20	37.00	—	—	—	—	507	2.74	170	1.76
135.00	37.50	—	—	—	—	519	2.78	175	1.78

续表 D.0.1-3

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_j (mm)							
		$d_n110/90.0$		$d_n125/102.2$		$d_n160/130.8$		$d_n200/163.6$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
136.80	38.00	—	—	—	—	532	2.81	179	1.81
138.60	38.50	—	—	—	—	545	2.85	183	1.83
140.40	39.00	—	—	—	—	558	2.89	188	1.85
142.20	39.50	—	—	—	—	572	2.92	192	1.88
144.00	40.00	—	—	—	—	585	2.96	197	1.90
147.60	41.00	—	—	—	—	—	—	206	1.95
151.20	42.00	—	—	—	—	—	—	215	2.00
154.80	43.00	—	—	—	—	—	—	225	2.04
158.40	44.00	—	—	—	—	—	—	235	2.09
162.00	45.00	—	—	—	—	—	—	245	2.13
165.60	46.00	—	—	—	—	—	—	255	2.18
169.20	47.00	—	—	—	—	—	—	265	2.22
172.80	48.00	—	—	—	—	—	—	276	2.26
176.40	49.00	—	—	—	—	—	—	286	2.30
180.00	50.00	—	—	—	—	—	—	297	2.35
183.60	51.00	—	—	—	—	—	—	308	2.40
187.20	52.00	—	—	—	—	—	—	320	2.45
190.80	53.00	—	—	—	—	—	—	331	2.50
194.40	54.00	—	—	—	—	—	—	343	2.55
198.00	55.00	—	—	—	—	—	—	355	2.60
201.60	56.00	—	—	—	—	—	—	367	2.65
205.20	57.00	—	—	—	—	—	—	379	2.70
208.80	58.00	—	—	—	—	—	—	391	2.75
212.40	59.00	—	—	—	—	—	—	404	2.80
216.00	60.00	—	—	—	—	—	—	416	2.85
219.60	61.00	—	—	—	—	—	—	429	2.90
223.20	62.00	—	—	—	—	—	—	443	2.95
226.80	63.00	—	—	—	—	—	—	456	2.99
230.40	64.00	—	—	—	—	—	—	469	3.04

表 D.0.1-4 单位长度沿程水头损失水力计算

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$		$d_n400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
23.40	6.50	2	0.20	—	—	—	—	—	—
23.76	6.60	2	0.20	—	—	—	—	—	—
24.12	6.70	2	0.20	—	—	—	—	—	—
24.48	6.80	2	0.21	—	—	—	—	—	—
24.84	6.90	3	0.21	—	—	—	—	—	—
25.20	7.00	3	0.21	—	—	—	—	—	—
25.56	7.10	3	0.22	—	—	—	—	—	—
25.92	7.20	3	0.22	—	—	—	—	—	—
26.28	7.30	3	0.22	—	—	—	—	—	—
26.64	7.40	3	0.22	—	—	—	—	—	—
27.00	7.50	3	0.23	—	—	—	—	—	—
27.36	7.60	3	0.23	—	—	—	—	—	—
27.72	7.70	3	0.23	—	—	—	—	—	—
28.08	7.80	3	0.24	—	—	—	—	—	—
28.44	7.90	3	0.24	—	—	—	—	—	—
28.80	8.00	3	0.24	—	—	—	—	—	—
29.16	8.10	3	0.25	—	—	—	—	—	—
29.52	8.20	4	0.25	—	—	—	—	—	—
29.88	8.30	4	0.25	—	—	—	—	—	—
30.24	8.40	4	0.25	—	—	—	—	—	—
30.60	8.50	4	0.26	—	—	—	—	—	—
30.96	8.60	4	0.26	—	—	—	—	—	—
31.32	8.70	4	0.26	—	—	—	—	—	—
31.68	8.80	4	0.27	—	—	—	—	—	—
32.04	8.90	4	0.27	—	—	—	—	—	—
32.40	9.00	4	0.27	—	—	—	—	—	—
32.76	9.10	4	0.28	—	—	—	—	—	—
33.12	9.20	4	0.28	—	—	—	—	—	—
33.48	9.30	4	0.28	—	—	—	—	—	—
33.84	9.40	5	0.28	—	—	—	—	—	—
34.20	9.50	5	0.29	—	—	—	—	—	—
34.56	9.60	5	0.29	—	—	—	—	—	—

续表 D.0.1-4

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$		$d_n400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
34.92	9.70	5	0.29	—	—	—	—	—	—
35.28	9.80	5	0.30	—	—	—	—	—	—
35.64	9.90	5	0.30	—	—	—	—	—	—
36.00	10.00	5	0.30	—	—	—	—	—	—
36.90	10.25	5	0.31	2	0.20	—	—	—	—
37.80	10.50	6	0.32	2	0.20	—	—	—	—
38.70	10.75	6	0.33	2	0.21	—	—	—	—
39.60	11.00	6	0.33	2	0.21	—	—	—	—
40.50	11.25	6	0.34	2	0.21	—	—	—	—
41.40	11.50	7	0.35	2	0.22	—	—	—	—
42.30	11.75	7	0.36	2	0.22	—	—	—	—
43.20	12.00	7	0.36	2	0.23	—	—	—	—
44.10	12.25	7	0.37	2	0.23	—	—	—	—
45.00	12.50	8	0.38	2	0.24	—	—	—	—
45.90	12.75	8	0.39	3	0.24	—	—	—	—
46.80	13.00	8	0.39	3	0.25	—	—	—	—
47.70	13.25	9	0.40	3	0.25	—	—	—	—
48.60	13.50	9	0.41	3	0.26	—	—	—	—
49.50	13.75	9	0.42	3	0.26	—	—	—	—
50.40	14.00	9	0.42	3	0.27	—	—	—	—
51.30	14.25	10	0.43	3	0.27	—	—	—	—
52.20	14.50	10	0.44	3	0.28	—	—	—	—
53.10	14.75	10	0.45	3	0.28	—	—	—	—
54.00	15.00	11	0.45	3	0.29	2	0.22	—	—
55.80	15.50	11	0.47	4	0.30	2	0.23	—	—
57.60	16.00	12	0.48	4	0.31	2	0.24	—	—
59.40	16.50	13	0.50	4	0.32	2	0.25	—	—
61.20	17.00	14	0.52	4	0.32	2	0.25	—	—
63.00	17.50	14	0.53	5	0.33	2	0.26	—	—
64.80	18.00	15	0.55	5	0.34	2	0.27	—	—
66.60	18.50	15	0.56	5	0.35	2	0.28	—	—
68.40	19.00	17	0.58	5	0.36	3	0.28	—	—

续表 D.0.1-4

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_j (mm)							
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$		$d_n400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
70.20	19.50	17	0.59	6	0.37	3	0.29	—	—
72.30	20.00	18	0.61	6	0.38	3	0.30	—	—
73.80	20.50	19	0.62	6	0.39	3	0.31	—	—
75.60	21.00	20	0.64	7	0.40	3	0.32	—	—
77.40	21.50	21	0.65	7	0.41	3	0.33	—	—
79.20	22.00	22	0.67	7	0.42	4	0.34	—	—
81.00	22.50	23	0.68	7	0.43	4	0.34	—	—
82.80	23.00	24	0.70	8	0.44	4	0.35	—	—
84.60	23.50	25	0.71	8	0.45	4	0.35	—	—
86.40	24.00	26	0.73	8	0.46	4	0.36	—	—
88.20	24.50	27	0.74	9	0.47	4	0.36	—	—
90.00	25.00	28	0.76	9	0.48	4	0.37	—	—
91.80	25.50	29	0.77	9	0.49	5	0.38	—	—
93.60	26.00	30	0.79	10	0.50	5	0.39	—	—
97.20	27.00	32	0.82	10	0.52	5	0.40	—	—
99.00	27.50	33	0.83	11	0.53	5	0.41	—	—
100.80	28.00	34	0.85	11	0.53	5	0.42	—	—
102.60	28.50	35	0.86	11	0.54	5	0.43	—	—
104.40	29.00	36	0.88	11	0.55	6	0.43	—	—
106.20	29.50	37	0.89	12	0.56	6	0.44	—	—
108.00	30.00	39	0.91	13	0.57	6	0.45	—	—
109.80	30.50	40	0.92	13	0.58	6	0.46	—	—
111.60	31.00	41	0.94	13	0.59	6	0.47	—	—
113.40	31.50	42	0.95	14	0.60	6	0.47	—	—
115.20	32.00	44	0.97	14	0.61	7	0.48	—	—
117.00	32.50	45	0.98	15	0.62	7	0.49	—	—
118.80	33.00	46	1.00	15	0.63	7	0.50	—	—
120.60	33.50	47	1.02	15	0.64	7	0.50	—	—
122.40	34.00	49	1.03	16	0.65	8	0.51	—	—
124.20	34.50	50	1.05	16	0.66	8	0.52	—	—
126.00	35.00	51	1.06	17	0.67	8	0.53	—	—
127.80	35.50	53	1.08	17	0.68	8	0.53	—	—

续表 D.0.1-4

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$		$d_n400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
129.60	36.00	54	1.09	18	0.69	9	0.54	—	—
131.40	36.50	56	1.11	18	0.70	9	0.55	—	—
133.20	37.00	57	1.12	19	0.71	9	0.56	—	—
135.00	37.50	58	1.14	19	0.72	10	0.56	—	—
136.80	38.00	60	1.15	20	0.73	10	0.57	—	—
138.60	38.50	61	1.17	20	0.74	10	0.58	—	—
140.40	39.00	63	1.18	20	0.74	10	0.59	—	—
142.20	39.50	64	1.20	21	0.75	10	0.59	—	—
144.00	40.00	66	1.21	21	0.76	11	0.60	—	—
147.60	41.00	69	1.27	22	0.78	11	0.62	—	—
151.20	42.00	72	1.27	24	0.80	12	0.63	—	—
154.80	43.00	75	1.30	25	0.82	12	0.65	—	—
158.40	44.00	78	1.33	26	0.84	13	0.66	—	—
162.00	45.00	82	1.36	27	0.86	13	0.68	—	—
165.60	46.00	85	1.39	28	0.88	14	0.69	—	—
169.20	47.00	89	1.42	29	0.90	14	0.70	—	—
172.80	48.00	92	1.45	30	0.92	15	0.72	—	—
176.40	49.00	96	1.48	31	0.94	15	0.74	—	—
180.00	50.00	99	1.52	32	0.96	16	0.76	10	0.59
183.60	51.00	103	1.55	34	0.97	16	0.77	10	0.61
187.20	52.00	107	1.58	35	0.99	17	0.78	11	0.62
190.80	53.00	111	1.61	36	1.01	18	0.80	11	0.63
194.40	54.00	115	1.64	37	1.03	19	0.81	11	0.64
198.00	55.00	119	1.67	39	1.05	19	0.83	12	0.65
201.60	56.00	123	1.70	40	1.07	20	0.85	12	0.67
205.20	57.00	127	1.73	41	1.09	20	0.86	13	0.68
208.80	58.00	131	1.76	43	1.11	21	0.87	13	0.69
212.40	59.00	135	1.79	44	1.13	22	0.89	13	0.70
216.00	60.00	139	1.82	45	1.15	23	0.90	14	0.71
219.60	61.00	144	1.85	47	1.17	24	0.92	14	0.73
223.20	62.00	148	1.88	48	1.18	24	0.93	15	0.74
226.80	63.00	152	1.91	50	1.20	25	0.95	15	0.75

续表 D.0.1-4

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_i (mm)							
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$		$d_n400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
230.40	64.00	157	1.94	51	1.22	26	0.96	16	0.76
234.00	65.00	161	1.97	53	1.24	26	0.98	16	0.77
237.80	66.00	166	2.00	54	1.26	27	0.99	17	0.79
241.20	67.00	171	2.03	56	1.28	28	1.01	17	0.80
244.80	68.00	176	2.06	57	1.30	29	1.02	18	0.81
248.40	69.00	180	2.09	59	1.32	29	1.04	18	0.82
252.00	70.00	185	2.12	60	1.34	30	1.05	18	0.83
255.60	71.00	190	2.15	62	1.36	31	1.07	19	0.84
259.20	72.00	195	2.18	64	1.38	32	1.08	19	0.86
262.80	73.00	200	2.21	65	1.39	33	1.10	20	0.87
266.40	74.00	205	2.24	67	1.41	33	1.12	20	0.88
270.00	75.00	210	2.27	69	1.43	34	1.14	21	0.89
273.60	76.00	216	2.30	70	1.45	35	1.15	22	0.90
277.20	77.00	221	2.33	72	1.47	36	1.16	22	0.92
280.80	78.00	226	2.36	74	1.49	37	1.17	23	0.93
284.40	79.00	232	2.39	76	1.51	38	1.19	23	0.94
288.00	80.00	237	2.42	77	1.53	39	1.20	24	0.95
291.60	81.00	243	2.45	79	1.55	40	1.22	24	0.96
295.20	82.00	248	2.48	81	1.57	40	1.23	25	0.98
298.80	83.00	254	2.51	83	1.59	41	1.25	25	0.99
302.40	84.00	260	2.55	85	1.60	42	1.26	26	1.00
306.00	85.00	265	2.58	87	1.62	43	1.28	26	1.01
309.60	86.00	271	2.61	88	1.64	44	1.30	27	1.02
313.20	87.00	277	2.64	90	1.66	45	1.30	28	1.04
316.80	88.00	283	2.67	92	1.68	46	1.32	28	1.05
320.40	89.00	289	2.70	94	1.70	47	1.34	29	1.06
324.00	90.00	295	2.73	96	1.72	48	1.36	29	1.07
327.60	91.00	301	2.76	98	1.72	49	1.37	30	1.08
331.20	92.00	307	2.79	100	1.76	50	1.39	31	1.09
334.80	93.00	313	2.82	102	1.78	51	1.40	31	1.11
338.40	94.00	320	2.85	104	1.70	52	1.42	32	1.12

续表 D.0.1-4

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_p /管内径 d_j (mm)							
		$d_p250/204.6$		$d_p315/257.8$		$d_p355/290.6$		$d_p400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
345.60	96.00	332	2.91	108	1.83	54	1.44	32	1.13
349.20	97.00	339	2.94	111	1.85	55	1.46	33	1.14
352.80	98.00	345	2.97	116	1.87	56	1.47	34	1.15
356.40	99.00	352	3.00	115	1.89	57	1.49	34	1.17
360.00	100.00	—	—	117	1.91	58	1.51	35	1.18
367.20	102.00	—	—	121	1.95	60	1.54	36	1.19
374.40	104.00	—	—	126	1.99	63	1.57	37	1.21
381.60	106.00	—	—	130	2.02	65	1.60	38	1.24
388.80	108.00	—	—	135	2.06	67	1.63	40	1.26
396.00	110.00	—	—	140	2.10	69	1.66	41	1.29
403.20	112.00	—	—	144	2.14	72	1.69	43	1.31
410.40	114.00	—	—	149	1.28	74	1.72	46	1.36
417.60	116.00	—	—	154	2.22	77	1.75	47	1.38
424.80	118.00	—	—	159	2.25	79	1.78	49	1.40
432.00	120.00	—	—	164	2.29	81	1.81	50	1.43
439.20	122.00	—	—	169	2.33	84	1.84	52	1.45
446.40	124.00	—	—	174	2.37	87	1.87	53	1.48
453.60	126.00	—	—	179	2.41	89	1.90	55	1.50
460.80	128.00	—	—	185	2.44	92	1.93	56	1.52
468.00	130.00	—	—	190	2.48	94	1.96	58	1.55
475.20	132.00	—	—	196	2.52	97	1.99	60	1.57
482.40	134.00	—	—	201	2.56	100	2.02	61	1.59
489.60	136.00	—	—	207	2.60	103	2.05	63	1.62
496.80	138.00	—	—	212	2.64	105	2.08	65	1.64
504.00	140.00	—	—	218	2.67	108	2.11	67	1.67
511.20	142.00	—	—	224	2.71	111	2.14	68	1.69
518.40	144.00	—	—	230	2.75	114	2.17	70	1.71
525.60	146.00	—	—	236	2.79	117	2.20	72	1.74
532.80	148.00	—	—	242	2.83	120	2.23	74	1.76
540.00	150.00	—	—	248	2.87	123	2.26	76	1.78
547.20	152.00	—	—	254	2.90	126	2.29	78	1.81
554.40	154.00	—	—	260	2.94	129	2.32	79	1.83

续表 D.0.1-4

管系列 S5 SDR11		公称外径 d_n /管内径 d_j (mm)							
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$		$d_n400/327.4$	
流量		R	V	R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s
561.60	156.00	—	—	266	2.98	132	2.35	81	1.86
568.80	158.00	—	—	273	3.02	135	2.38	83	1.88
576.00	160.00	—	—	—	—	139	2.41	85	1.90
583.20	162.00	—	—	—	—	142	2.44	87	1.93
590.40	164.00	—	—	—	—	145	2.47	89	1.95
597.60	166.00	—	—	—	—	148	2.50	91	1.98
604.80	168.00	—	—	—	—	152	2.53	93	2.00
612.00	170.00	—	—	—	—	155	2.56	95	2.02
619.20	172.00	—	—	—	—	158	2.59	97	2.05
626.40	174.00	—	—	—	—	162	2.62	100	2.07
633.60	176.00	—	—	—	—	165	2.65	102	2.09
640.80	178.00	—	—	—	—	169	2.68	104	2.12
648.00	180.00	—	—	—	—	172	2.71	106	2.14
655.20	182.00	—	—	—	—	176	2.74	108	2.17
662.40	184.00	—	—	—	—	180	2.77	110	2.19
669.60	186.00	—	—	—	—	183	2.80	113	2.21
676.80	188.00	—	—	—	—	187	2.83	115	2.24
684.00	190.00	—	—	—	—	190	2.86	—	—
691.20	192.00	—	—	—	—	194	2.89	—	—
698.40	194.00	—	—	—	—	198	2.93	—	—
705.60	196.00	—	—	—	—	202	2.96	—	—
712.80	198.00	—	—	—	—	206	2.99	—	—
720.00	200.00	—	—	—	—	209	3.02	—	—

D.0.2 阀门和螺纹管件局部损失的当量补偿长度计算，详见表 D.0.2。

表 D.0.2 阀门和螺纹管件局部损失的当量补偿长度

管件 内径 (mm)	对应管 材规格 (mm)	90 °标准 弯头 (m)	45 °标准 弯头 (m)	标准三通 90 ° 转角流 (m)	三通直 向流 (m)	夹板 阀 (m)	球阀 (m)	角阀 (m)
9.5	16	0.3	0.2	0.5	0.1	0.1	2.4	1.2
12.7	20	0.6	0.4	0.9	0.2	0.2	4.6	2.4
19.1	25	0.8	0.5	1.2	0.2	0.2	6.1	3.6
25.4	32	0.9	0.6	1.6	0.3	0.2	7.6	4.6
31.8	40	1.2	0.7	1.8	0.4	0.2	7.6	4.6
38.1	50	1.2	0.7	1.8	0.4	0.2	10.6	5.5
50.8	63	2.1	1.2	3.0	0.6	0.4	16.7	8.5
65.6	75	2.4	1.5	3.6	0.8	0.5	19.8	10.3
76.2	90	3.0	1.8	4.6	0.9	0.6	24.3	12.2
101.6	110	4.3	2.4	6.4	1.2	0.8	38.0	16.7
127	160	5.2	3.0	7.6	1.5	1.0	42.6	21.3
152.4	200	6.1	3.6	9.1	1.8	1.2	50.2	24.3

注：本表的螺纹接口是指管件无凹口的螺纹，即管件与管道在连接点内径有突变管件内径大于管道内径。当管件为凹口螺纹，或管件与管道为等径焊接，其折算补偿长度取本表值的 1/2。

附录 E 管道热熔对接焊接规程

E.1 总则

E.1.1 管道热熔焊接的环境温度宜在 $10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 范围内，在温度低于 10°C 或风力大于 5 级的条件下进行热熔焊接操作时，应采取保温、防风措施，并应调整焊接工艺；在炎热夏天进行热熔焊接操作时，应采取遮阳措施。

E.1.2 管材、管件存放处与施工现场温差较大时，连接应将管材、管件在施工现场放置一定时间，使其温度接近施工现场温度。

E.1.3 管道连接时，每次收工，管口应采取临时封堵措施。

E.1.4 管道连接后，应按照 E.3 进行接头质量检查，热熔对接焊接接头如图 E.1。不合格接头必须返工，返工后重新进行接头质量检查。当对焊接质量检查有争议时，应按表 E.1.4 规定进行评定检验。

表 E.1.4 热熔对接焊接工艺评定检验与试验要求

序号	检验与试验项目	检验与试验参数	检验与试验要求	检验与试验方法
1	拉伸性能	$(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$	试验到破坏为止， 韧性：通过； 脆性：未通过。	参照 GB/T19810《聚乙烯（PE）管材和管件热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定》
2	耐压（静液压） 强度试验	密封接头：a 型 调节时间：12h 试验时间：165h 环应力：4.0MPa 试验温度：95℃	焊接处无破坏， 无渗漏	GB/T611《流体输送用热塑性管材耐内压试验方法》

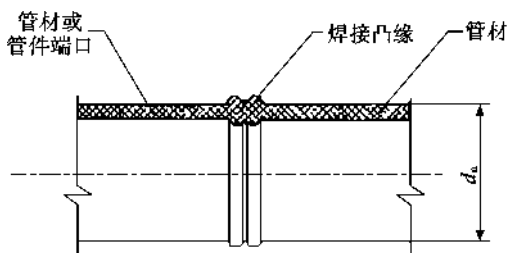


图 E.1 管道热熔对接焊接接头示意图

E.2 热熔对接焊接操作步骤

E.2.1 热熔对接焊接设备应符合下列规定：

1 机架应坚固稳定，能保证加热板和铣削工具切换方便及管材或管件移动方便和校正对中；

2 夹具应能固定管材或管件，并能使管材或管件快速定位或移开；

3 铣刀应为双面铣削刀具，应能将待焊接的管材或管件端面铣削成垂直于管材中轴线，并保持清洁、平整、平行匹配面；

4 加热板表面结构应完整，并保持洁净，温度分布应均匀，允许偏差为设定温度的 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

5 压力系统的压力显示分度值不应大于 0.1 MPa；

6 焊接设备使用电源的电压波动范围应不超过额定电压的 $\pm 10\%$ ；

7 热熔对接焊接设备应定期校准和检定，周期不宜超过 1 年。

E.2.2 根据管材或管件的规格，选用相应的夹具，焊接件的焊接端应伸出夹具，自由长度不应小于公称直径的 10%，移动夹具使待焊接件端面接触，并校直对应的待焊接件，使其在同一轴线上，错边不应大于壁厚的 10%。

E.2.3 应将管材或管件的焊接部位擦拭干净，并铣削待焊接

件端面，使其与轴线垂直。切屑平均厚度不宜超过 0.2mm，切削后的熔接面应防止污染。

E.2.4 焊接件的端面应使用热熔对接焊接设备加热。

E.2.5 吸热时间达到工艺要求后，应迅速撤出加热板，检查待焊接件的加热面熔化的均匀性，不得有损伤。在规定的时间内用均匀外力使焊接面完全接触，并翻边形成均匀一致的双凸缘。

E.2.6 在保压冷却期间不得移动焊接件或在焊接件上施加任何外力。

E.3 热熔对接焊接接头质量检验

E.3.1 连接完成后，应对接头进行 100%的翻边对称性、接头对正性检验和不少于 10%翻边切除检验。

E.3.2 翻边对称性检验：接头应具有沿管材整个圆周平滑对称的翻边，翻边最低处的深度（A）不应低于管材表面（图 E.3.2）。

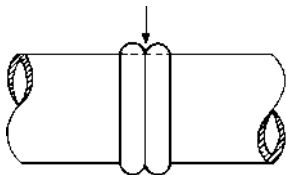


图 E.3.2 翻边对称性检验

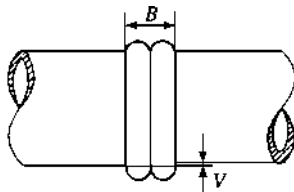


图 E.3.3 接头对正性检验

E.3.3 接头对正性检验。焊缝两侧紧邻翻边的外圆周的任何一处错边量（V）不应超过管材壁厚的 10%（图 E.3.3）。

E.3.4 翻边切除检验。使用专用工具，在不损伤管材和接头的情况下，切除外部的焊接翻边（图 E.3.4 - 1）。翻边切除检验应符合下列要求：

- 1 翻边应是实心圆滑的，根部较宽（图 E.3.4-2）；
- 2 翻边下不应有杂质、小孔、扭曲和损坏；

3 每隔 50mm 进行 180° 的背弯试验（图 E.3.4-3），不应有开裂、裂缝，接缝处不得露出熔合线。

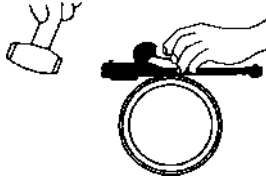


图 E.3.4-1 翻边切除示意图

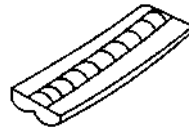


图 E.3.4-2 合格实心翻边图

图 E.3.4-3 翻边背弯图

E.3.5 当抽样检验的焊缝全部合格时，则此次抽样所代表的该批焊缝应认为全部合格；若出现与上述条款要求不符合的情况，则判定本焊口不合格，并按下列规定加倍抽样检验：

1 每出现一道不合格焊缝，则应加倍抽检该焊工所焊的同一批焊缝，按本规程进行检验；

2 如第二次抽检仍出现不合格焊缝，则对该焊工所焊的同批全部焊缝进行检验。

附录 F 管道电熔承插焊接规程

F.1 总则

F.1.1 电熔承插焊接是将内埋电阻丝的 PE-RT II 电熔管件套在管材或管件上的方法，通电加热电熔管件的內表面和管材或管件的外表面，使其熔融连为一体，直到接头冷却到室温，如图 F.1。

F.1.2 电熔焊接机具的类型应符合下列要求：

1 电熔焊接机具应在国家电网供电或发电机供电情况下，均可正常工作；

2 外壳防护等级应不低于 IP54，所有印刷线路板应进行防水、防尘、防震处理，开关、按钮应具有防水性；

3 输入和输出电缆，在超过 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 工作范围，应能保持韧性；

4 温度传感器精度应不低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，并应有防机械损伤保护；

5 输出电压的允许偏差应控制在设定电压的 $\pm 1.5\%$ 以内，输出电流的允许偏差应控制在额定电流的 $\pm 1.5\%$ 以内，熔接时间的允许偏差应控制在理论时间的 $\pm 1\%$ 以内；

6 电熔焊接设备应定期校准和检定，周期不宜超过 1 年。

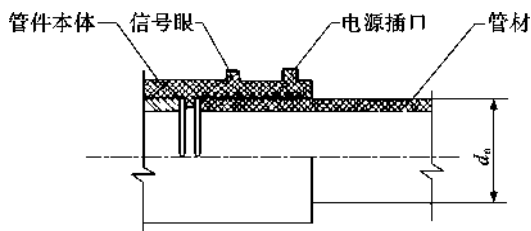


图 F.1 管道电熔承插焊接示意图

F.2 电熔焊接操作流程

F.2.1 电熔焊接机具与电熔管件应正确连通，连接时，通电加热的电压和加热时间应符合电熔焊接机具和电熔管件生产企业的定。

F.2.2 电熔焊接冷却期间，不得移动焊接件或在焊接件上施加任何外力。

F.2.3 电熔承插焊接操作应符合下列规定：

- 1 管材、管件焊接部位擦拭干净；
- 2 测量管件承口长度，并在管材或管件入端标出插入长度，且刮除插入长度加 10mm 的入端表皮，刮削氧化皮厚度宜为 0.1mm~0.2mm，然后重新标记插入长度；
- 3 公称外径小于 90mm 的 PE-RT II 管材不圆度影响安装时，应采用整圆工具对入端进行整圆；
- 4 将 PE-RT II 管材或管件插入电熔承插管件承口内，至长度标记位置，并检查配合尺寸；
- 5 通电前，应校直两对应的待焊接件，使其在同一轴线上，并用专用夹具固定管材、管件。

F.3 电熔焊接接头质量检验

F.3.1 管道焊接结束后，应进行接头质量检查。不合格接头必须返工，返工后重新进行接头质量检查。当对焊接质量检查有争议时，应按表 F.3.1 规定进行评定检验。

表 F.3.1 电熔承插焊接工艺评定检验与试验要求

序号	检验与试验项目	检验与试验参数	检验与试验要求	检验与试验方法
1	电熔管件剖面检验	—	电熔管件中的电阻丝应当排列整齐，不当有涨出、裸露、错行，焊后不游离，管件和管材熔接面上无可见线，无虚焊、过焊气泡等影响性能的缺陷	参照《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TS-GD2002

续表 F.3.1

序号	检验与 试验项目	检验与 试验参数	检验与试验要求	检验与试验方法
2	$d_n < 90$ 挤压剥离 试验	$(23 \pm 2)^\circ\text{C}$	剥离脆性破坏 百分比 $\leq 33.3\%$	参照《塑料管材和管件聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》GB/T19806
3	$d_n \geq 90$ 拉伸剥离 试验	$(23 \pm 2)^\circ\text{C}$	剥离脆性破坏 百分比 $\leq 33.3\%$	参照《塑料管材和管件公称直径大于或等于 90mm 的聚乙烯电熔组件的拉伸剥离试验》GB/T19808
4	静液压 强度试验	封接头：a 型 方向：任意 调节时间：12h 试验时间：165h 环应力：4.0MPa 试验温度：95℃	焊接处无破坏，无渗漏	参照《流体输送用热塑性管材耐内压试验方法》GB/T6111

F.3.2 电熔管件端口处的 PE-RT II 管材或插口管件周边均应有明显刮皮痕迹和明显的插入长度标记。

F.3.3 接缝处不应有熔融料溢出。

F.3.4 电熔管件内电阻丝不应挤出（特殊结构设计的电熔管件除外）。

F.3.5 电熔管件上观察孔中应能看到有少量熔融料溢出，但不得呈流淌状。

F.3.6 凡出现与上述要求条款不符合的情况，应判为不合格。

附录 G 质量验收报告及记录

G.0.1 工程强度/严密性试验记录内容应符合表 G.0.1 的规定。

表 G.0.1 强度/严密性试验记录

强度/严密性试验记录					编号						
工程名称											
施工单位											
试验性质		□强度试验			□严密度试验		试验日期		年 月 日		
环境温度		℃		试验介质温度		℃		压力表精度		级	
环境部位		设计压力 (MPa)	设计温度 (℃)	最大工作压力 (MPa)		工作介质		试验压力 (MPa)		试验介质	
壳程											
管程											
试验要求:											
试验情况记录:											
试验意见及结论:											
监理(建设)单位				施工单位							

注：本表由施工单位填写，建设单位、施工单位保存。

G.0.2 供热管网工程清洗检验记录内容应符合表 G.0.2 的规定。

表 G.0.2 供热管网工程清洗检验记录

供热管网冲洗记录		编号	
工程名称			
施工单位			
冲洗范围（桩号）			
冲洗长度（m）			
冲洗介质			
冲洗方法			
冲洗日期		年 月 日	
冲洗情况及结果：			
备注：			
监理（建设）单位	施工单位		
	技术负责人	质检员	

注：本表由施工单位填写，建设单位、施工单位保存。

G.0.3 供热管网试运行记录内容应符合表 G.0.3 的规定。

表 G.0.3 供热管网试运行记录

供热管网试运行记录		编号		
工程名称				
施工单位				
热运行范围				
试运行时间		从 月 日 时分 至 月 日 时分止		
试运行温度		试运行压力		
是否连续运行		热运行累计时间		
热运行情况：				
处理意见：				
热运行结论：				
监理（建设）单位	设计单位	施工单位		
		技术负责人	施工员	质检员

注：本表由施工单位填写，建设单位、施工单位保存。

G.0.5 分项工程质量验收报告应符合表 G.0.5 的规定。

表 G.0.5 分项工程质量验收报告

分项工程质量验收报告															编号					
工程名称				分部工程名称				分项工程名称												
施工单位				桩号				主要工程数量												
序号	外观检查项目	质量情况													评定意见					
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
序号	量测项目	允许偏差	实测点偏差值															应量测	合格	合格率 (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
交方班组			接方班组				平均合格率(%)													
							验收结果													
施工负责人				质检员				验收日期		年 月 日										

注：本表由施工单位填写，建设单位、施工单位保存。

G.0.6 分部工程质量验收报告应符合表 G.0.6 的规定。

表 G.0.6 分部工程质量验收报告

分部工程质量验收报告		编号			
单位工程名称				分部工程名称	
施工单位					
序号	外观检查		质量情况		
1					
2					
3					
4					
序号	分项工程名称		合格率(%)	质量等级	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
验收意见			验收等级		
技术负责人		施工员	质检员		
日期		年 月 日			

注：本表由施工单位填写，建设单位、施工单位保存。

G.0.7 单位工程质量验收报告应符合表 G.0.7 的规定。

表 G.0.7 单位工程质量验收报告

单位工程质量验收报告		编号			
单位工程名称					
施工单位					
序号	外观检查		质量情况		
1					
2					
3					
4					
5					
序号	部位(分部)工程名称		合格率(%)	验收结果	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
平均合格率(%)					
验收意见			验收结果		
施工单位		项目经理		技术负责人	
建设单位		监理单位		设计单位	
日期		年 月 日			

注：本表由施工单位填写，建设单位、施工单位保存。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的;

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 2 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264
- 3 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 4 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032
- 5 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025
- 6 《膨胀土地区建筑技术规范》GB 50112
- 7 《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第1部分: 管材》GB 15558.1
- 8 《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第2部分: 管件》GB 15558.2
- 9 《塑料非泡沫塑料密度的测定 第1部分: 浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》GB/T 1033.1
- 10 《塑料非泡沫塑料密度的测定 第2部分: 密度梯柱法》GB/T 1033.2
- 11 《工业锅炉水质》GB/T 1576
- 12 《热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定》GB/T 3682
- 13 《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272
- 14 《生活饮用水卫生标准》GB/T 5479
- 15 《流体输送用热塑性管材耐内压试验方法》GB/T 6111
- 16 《泡沫塑料及橡胶表观密度的测定》GB/T 6343
- 17 《热塑性塑料管材纵向回缩率的测定》GB/T 6671
- 18 《设备及管道绝热技术导则》GB/T 8175
- 19 《热塑性塑料管材拉伸性能测定 第3部分: 聚烯烃管材》GB/T 8804.3

- 20 《塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定》GB/T 8806
- 21 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》GB/T 8813
- 22 《非金属固体材料导热系数的测定 热线法》GB/T 10297
- 23 《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798
- 24 《硬质泡沫塑料 开孔和闭孔体积百分率的测定》GB/T 10799
- 25 《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统 第 2 部分: 管件》GB/T 13663.2
- 26 《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
- 27 《流体输送用聚烯烃管材耐裂纹扩展的测定切口管材裂纹慢速增长的试验方法 (切口试验)》GB/T 18476
- 28 《塑料 差示扫描量热法 (DSC) 第 6 部分: 氧化诱导时间 (等温 OIT) 和氧化诱导温度 (动态 OIT) 的测定》GB/T 19466. 6
- 29 《塑料管材和管件聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》GB/T 19806
- 30 《塑料管材和管件公称外径大于或等于 90mm 的聚乙烯电熔组件的拉伸剥离试验》GB/T 19808
- 31 《聚乙烯 (PE) 管材和管件热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定》GB/T 19810
- 32 《冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管道系统第 1 部分: 总则》GB/T 28799.1
- 33 《冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管道系统第 2 部分: 管材》GB/T 28799.2
- 34 《冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管道系统第 3 部分: 管件》GB/T 28799. 3

- 35 《城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法》
GB/T 29046
- 36 《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋
保温管及管件》GB/T 29047
- 37 《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942
- 38 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28
- 39 《城镇供热管网设计规范》CJJ 34
- 40 《聚乙烯燃气管道技术规程》CJJ 63
- 41 《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81
- 42 《埋地聚乙烯给水管道技术规程》CJJ 101
- 43 《玻璃纤维增强塑料外护层 聚氨酯泡沫预制直埋保
温管》CJ/T 129
- 44 《建筑给水塑料管道工程技术规程》DG/TJ 08-309
- 45 《城镇供热直埋保温塑料管道技术标准》T/CDHA 5
- 46 《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》TSGD 2002
- 47 《塑料热机分析（TMA）第 2 部分：线性热膨胀系
数和玻璃转换临界点（中点）温度的测定》ISO 11359 -2
- 48 《塑料 聚乙烯环境应力开裂 全切口蠕变试验
（FNCT）》IS 016770

新疆维吾尔自治区工程建设标准

耐热聚乙烯(PE-RT II)直埋保温
供热管道技术规程

(征求意见稿)

条文说明

目 录

1 总则.....	85
3 材料.....	87
3.1 一般规定.....	87
3.2 GRPE 热水管道.....	87
3.3 PE-RT II 管材及管件	87
4 设计.....	89
4.2 水力计算.....	89
4.3 管网的布置与敷设.....	90
4.4 管道应力和作用力的计算.....	91
4.6 管道保温.....	93
5 施工.....	94
5.1 一般规定.....	94
5.2 沟槽开挖.....	94
5.3 PE-RT II 管道连接	94
5.4 接头保温.....	94
5.5 管道敷设.....	95
5.6 沟槽回填.....	95
6 压力试验、清洗和试运行	96
6.1 管网压力试验.....	96
7 工程竣工验收.....	97
7.1 一般规定.....	97
7.2 工程质量验收.....	98
7.3 竣工验收.....	98

1 总则

1.0.1 目前供热管网普遍采用是传统的钢管，热媒介质中游离的氯离子以及其他盐类的存在会引起金属管道的化学腐蚀，这种电化学反应随着热媒的温度升高而加剧，因此以镀锌钢管作为工作管的热力管道，投入使用一段时间内就发生管内锈蚀，在发展的初期会导致管道堵塞，导致输送能耗增加、供暖效果降低；随着锈蚀的发展，管道泄露成为常态，导致热媒损失。此外管道锈蚀影响仪表和计量精度。自上世纪 80 年代开始，随着小区集中供暖不断增加，欧洲的供热部门就开始研发建设新的供热管网。预制直埋保温塑料管道用于小区供热，现已在欧洲大部分地区的小区二次热力管网中应用。高密度耐热聚乙烯(PE-RT II)材料是在 PE-RT I 材料的基础上，由欧洲大型石化公司近年推出的专门应用于高温流体输送领域的一种新型管道材料。其作为建筑供暖管/冷热水管等应用已取得了行业认可，并广泛应用，但作为小区热力管网应用，即在供热二次管网中应用比较少见，也没有相应的标准规范。从其材质的标准耐热性能考察，该管道具备替代钢管的潜力，本规程为使工程设计和施工人员掌握材料基本物理力学性能，施工技术，确保工程质量，在吸收国外先进技术和总结国内施工安装经验的基础上进行编制。

1.0.2 本条是针对低温供热的特点以及 GRPE 热水管道的特性，规定了本规程的使用范围，工作温度不高于 80℃，经过相应的调查和了解，新疆地区城镇供热二次管网的水温基本不会超过 80℃，即使是最冷的时候，管道内的热水温度也不会超过 75℃。为了响应建筑节能的政策，供暖水温还将呈下降趋势。供热管网工作压力一般不超过 1.25MPa，配合对等压力

条件的设计，完全可以实现低温水低压力向建筑内供热。而且这个工况条件与建筑内冷热水系统的设计工况以及散热器供暖的设计工况是类似的，而 PE-RT II 管在建筑内冷热水和供暖系统已经得到了广泛的应用和认可，是安全可靠的。同时，在规定的条件下，GRPE 热水管道能够比较经济的替换钢管，不仅能够实现耐压耐温的基本功能，而且还能很好的发挥寿命长、耐腐蚀、易安装以及连接可靠等优势。更高的压力例如 1.6MPa 也能够应用，只不过应该设计更厚的壁厚，相应的管材成本会增加一些。高密度耐热聚乙烯（PE-RT II）热力管道材料的软化点通常为 126℃，最高工作温度通常应至少低于该温度 15℃；当短期用于 95℃，甚至 100℃的工况时，设计使用寿命应参照相关标准进行折减计算。高密度耐热聚乙烯（PE-RT II）材料和其他聚烯烃材料一样，随着使用温度升高，材料的静液压强度会相应降低，为了确保能够长期（与建筑同寿命 50 年）应用，同时还确保具有很好的静液压强度（耐压能力），不适用于蒸汽和高温水输送管网。

1.0.4 本规程应与现行国家规范、行业及地方标准协调。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 作为 GRPE 热水管道，每一部分的质量控制都很重要，应按照现行国家标准进行控制。

3.2 GRPE 热水管道

3.2.1 GRPE 热水管道的三层结构包括了 PE-RT II 管、保温层和外护管。PE-RT II 管承担系统的压力和温度，外护管起到保护保温层的作用。PE-RT II 管与外护管之间的支架主要起到支撑的作用，确保 PE-RT II 管和外护管的同轴度。从结构上和钢管保温复合管是一样的，不同的是，以塑料管为工作管，结构的稳定性要求不那么严苛，因为塑料 PE-RT II 管的导热系数约为 $0.4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，是热的不良导体，与保温层之间的空气间隙对系统保温性的影响不像钢管复合保温管那么显著；欧洲也有塑料工作管与保温层完全分离的整体非粘合型复合管道。

3.2.2 PE-RT II 管的公称外径以及壁厚参考《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T10798，外护管的尺寸参考《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T29047。实际应用中发现 $d_n 90$ 以下的规格应用不是很多，因此本表列出了 GRPE 热水管道的系列规格尺寸，同时标出了非优选规格，即不常用的规格，推荐使用优选的规格，以减少相关生产单位、施工及管理单位的备货、维修及库存管理，体现标准化对社会化大生产的作用。

3.3 PE-RT II 管材及管件

3.3.1 对于 PE-RT II 管的颜色各国都有不同的规定和管理方式，一般来讲工业用塑料管道多为黑色或灰色(例如国际标准

ISO15494), 生活冷热水用塑料管道颜色通常没有具体规定, 但是有不透光性的要求, 因此多为灰色等较深的色系。对于 GRPE 热水管道, 由于有黑色外护管的保护, 颜色可根据市场情况确定, 其他颜色由供需双方协商确定。

3.3.2 PE-RT II 管材及管件原材料性能是保证管长期性能的最基本的保障, 因此对原材料性能进行了详细的规定, 其中长期静压参考曲线、密度、全切口蠕变性能、110℃静液压条件下的热稳定性是确保 PE-RT II 管材及管件能长期使用的理论基础和依据。

3.3.3 PE-RT II 管材及管件的壁厚偏差参考《燃气用埋地聚乙烯 (PE)管道系统 第 1 部分: 管材》GB15558.1。

3.3.4 对于 PE-RT II 管材及管件而言,最基本的力学性能是耐压性能, 即管材管件的静液压强度。依据《冷热水用耐热聚乙烯 PE-RT 管道系统 第 2 部分: 管材》GB/T28799.2 制定。

3.3.5 本表列出 PE-RT II 管材及管件的主要物理、力学性能要求。

1 密度和熔体质量流动速率是材料最基本的物理性能, 也是快速有效的用于质量控制追溯的很重要的指标, 即测试管材管件产品的密度和熔体质量流动速率, 再测试生产管材管件产品相应批次的原材料的密度和熔体质量流动速率, 比较两者的差异是否在标准允许的范围内。

2 管材耐慢速裂纹增长性能与管道的长期寿命密切相关, 按照聚乙烯燃气管道国家标准《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第 1 部分: 管材》GB15558.1 的要求制定。

3 电熔管件的焊接强度以及对接焊接管件的拉伸强度是考核接头质量的关键指标, 按照聚乙烯燃气管道国家标准《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第 2 部分: 管件》GB15558.2 的要求制定。

4 设计

4.2 水力计算

4.2.1 水力计算的目的是合理确定管网管径和循环水泵扬程，保证最不利用户的流量、压力和整个管网的水力平衡。供暖系统管网、生活热水系统供水管网和循环水管网应进行水力计算并采取水力平衡措施。当用户建筑分期建设时，供热管网一般按最终设计规模建设，随着负荷逐步发展，水力工况变化较大。管网设计时，需要根据分期水力计算结果，确定循环泵的配置和运行调节方案。

4.2.4 按经济比摩阻数值确定管网主干线管径，在管网设计时比较容易实施，小区供热范围较小，经济比摩阻数值高于大型热水管网，本条建议 $60\text{Pa/m} \sim 100\text{Pa/m}$ ，当主干线长度较长时取较小值。我国现行的建筑节能设计标准对循环水泵的耗电输送比进行控制，其控制指标折算为比摩阻与本条规定接近值。

4.2.5 支线设计应充分利用主干线提供的总用压头，提高管内流速，不仅可以节约管道成本，还可以减少用户水力不平衡现象。最高比摩阻取 400Pa/m 符合一般暖通设计对最高流速的控制要求。

4.2.6 室外管网定压系统设计应结合建筑内部供暖系统和热源系统的情况统筹考虑，保证系统内任何一点不超压、不汽化、不倒空，还应保证循环水泵吸入口不发生汽蚀。当系统循环水泵停止运行时，应有维持系统静压的措施。管网的静态压力应保证系统中任何一点不超压、不倒空。

4.2.7 GRPE 热水管道的最大允许设计流速不宜大于 3.0m/s 。本规程沿用钢管保温管的设计。由于塑料管道内壁光滑、阻力损失小，而且塑料管道是柔性管道，噪声和水锤现象的影

响比金属管道小，综合这些因素，在使用 GRPE 热水管道时，特别是工作管公称直径 d_n 355 以下时，鼓励考虑较高的流速，使得管材的设计既经济又合理。

4.2.8 本条按照《建筑给水排水设计规范》GB50015 的相关规定，其中海澄-威廉系数按照规范规定取 140，有的国家取 150 ~ 155，按此计算出管道单位长度水头损失更小，取 140 趋于安全。海澄-威廉公式计算管道水力损失在建筑给排水领域得到了广泛的应用，因为系数 C_h 大致上反映了相对粗糙度，雷诺数的影响已经包含在公式之中，而且公式直接给出了粗糙度对流速的影响，但是其局限性在于只适用于特定运动粘度的水。因此对于热水，需要考虑温度的影响，为了简化计算，本条参考了《建筑给水塑料管道工程技术规程》DG/TJ08-309 的相关规定，采用 0.8 的修正系数。

4.2.9 本条参照《建筑给水排水设计规范》GB50015，只考虑连接方式的影响，局部水利损失按照管道沿程损失的百分比选取。

4.3 管网的布置与敷设

4.3.1 GRPE 热水管道自身柔韧性较好，能够实现灵活的布置，在小区内可以随行就势铺设。由于柔韧性很好，能够通过自身变形来应对路面沉降的影响以及路面动态载荷的影响。因此埋设深度的要求可以比金属管道更加宽松。为更严格规范施工，本条采用现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T81 的规定。

4.3.3 GRPE 热水管道为一体式复合管，保温层与工作管之间紧密粘合，线性膨胀系数比钢管大，但是弹性模量很小，依靠土壤和外护套管之间的摩擦力来约束管道的位移，无需进行结构补偿，适合于直埋敷设。而且塑料管道直埋敷设在燃

气输配管道、市政给排水管道以及建筑给排水和采暖管道领域已经有很成熟的应用经验。

4.4 管道应力和作用力的计算

4.4.1 GRPE 热水管道具体的选项以及最大允许工作压力 P_{max} 的计算可以参考《冷热水用耐热聚乙烯塑料管道系统 第 2 部分：管材》GB/T28799.2。

4.4.3 设计应力的计算应根据塑料管道的运行条件，按照 MIN-EIVS 规定进行计算。本规程表 4.4.3-1 定义了五个常用的供热管道运行条件。

表 4.4.3-1 供热管道运行条件分级

使用级别	温度适用范围	运行条件 ¹⁾					
		设计温度 T_D (°C)	在 T_D 下的运行 时间 ²⁾ (年)	最高 温度 T_{max} (°C)	在 T_{max} 下的运行 时间 (年)	故障温度 T_{mal} (°C)	在故障温度 T_{mal} 下的运行 时间 (h)
1	60℃生活热水	60	49	70	1	95	100
2	70℃生活热水	70	49	80	1	95	100
3	≤60℃供暖	20 40 60	14 25 10	70	2.5	80	100
4	≤75℃供暖	20 50 60	14 25 10	75	1	95	100
5	≤80℃供暖	20 60 70	14 25 10	85	1	100	100

注：1 设计应力计算过程中考虑到设计系数 C 为 1.25~1.5；

2 系统的峰值温度以及故障温度超过本表时，本表不适用，应咨询管道生产商，重新计算设计应力；

3 当时间和相关温度不止一个时，应当叠加处理。由于系统在设计时间内不是连续运行，所以对于 50 年使用寿命来讲，实际操作时间未累计达到 50 年，其他时间按 20℃考虑。

以 75℃ 供暖条件为例，50 年设计使用寿命。在每年 4 个月采暖季中，设计温度 50℃～60℃，短期峰值出现 75℃，故障温度为 95℃，其余时间为冷水 20℃ 保压，根据《冷热水系统用热塑性塑料管材及管件》GB/T18991 中 MINER'S 规则（累计损伤原则）按表 4.4.3-2 计算出设计应力 4.02Mpa。

表 4.4.3-2 75℃ 供暖条件下设计应力的计算

温度 (P)	设计应力 (MPa)	设计系数	运行时间 (h)	每年运行的时间比例 (%)	每年的损耗比例 (%)	设计使用寿命 (年)
50	4.02	1.50	219150	50.00	0.000	—
60	4.02	1.50	87660	20.00	0.001	
75	4.02	1.50	8760	2.00	0.111	
95	4.02	1.30	100	0.02	1.892	—
20	4.02	1.25	210290	27.98	0.000	
总计	—	—	438000	100	2.003	49.9

4.4.6 依据《建筑给水塑料管道工程技术规》CJJ/T98-2014 经计算本标准最大管径和壁厚的轴向力不超过 $1.0 \times 10^5 \text{N}$ ，切应力不超过 0.08Mpa，保温管外壳与土壤的摩擦力依据《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T81-2013，胸腔填土为中砂计算，每米摩擦力约 $1.5 \times 10^4 \text{N}$ ，土的横向压缩反力系数约 $4.0 \times 10^6 \text{N/m}^3$ ，直埋段长度超过 6m 时土的摩擦力可以完全约束管道的轴向膨胀力，不超过 6m 时横向压缩力可以完全约束管道的轴向膨胀力。切应力不超过 0.08Mpa，小于保温层剪切指标 0.08MPa 不会造成保温层脱离破坏，与工程实际应用验证一致。

4.4.8 本条引自上海市地方标准《建筑给水塑料管道工程技术规程》DG/TJ08-309。美国塑料管道协会(PPI)发布的技术报告《塑料管材的热胀冷缩》PPITR-21/2001 也给出了塑料管道材料的热膨胀应力的计算方式，这两者是一致的。管道的轴向应力和管道长度无关，只取决于材料的线性膨胀系数、弹性

模量以及管道的截面积。值得注意的是，塑料管道是一种粘弹性材料，其弹性模量随着温度升高会降低，在一定应力作用下，会随时间的延长而降低，即蠕变模量。本规程给出了6个不同温度下的特征数值，可以用于计算或校核相应典型工作温度下，由于热膨胀导致的轴向应力值，由于没有考虑随时间延长带来的进一步影响，按照所给出的模量来计算是很保守很安全的。

4.4.9 架空敷设时采用自然补偿的方式，架空敷设管道在支架上不完全固定。

4.6 管道保温

4.6.1 从节能角度看，供热介质温度大于 40℃即有设保温层的价值，实际上，大于 50℃的供热介质是大量的，所以本条规定大于 50℃的管道及设备都应保温。保温厚度既要考虑保温的效果，也要考虑发泡过程的难易程度。

4.6.2 直埋敷设 GRPE 热水管道设计必须认真处理好其保温结构，本条规定的保温结构须符合本规程第 3 章的要求，此章关于保温结构的内容主要参照国家现行《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T29047 的规定，此标准符合国内预制直埋塑料保温管生产的较高水平。

4.6.3 本条规定考虑到便于阀门、设备的检修，可节约重新做保温结构的费用。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.2 由施工引起的损坏其他地下管道或设施的事故年年发生，核对相关地下管道以及构筑物的资料十分必要，不但可确保管线路正确，避免事故的发生，而且可知设计方案是否可行，提早进行设计变更，使施工顺畅有序。

5.1.3-5.1.4 是根据 GRPE 热水管道的特性，对管道施工必须具备的条件提出的要求。

5.1.5 在地下水较高和雨季施工期间，沟槽开挖应采取降排水预防措施，避免槽底受水浸泡。

5.1.6 市政管线在城镇，特别是在人口密集区都采用封闭式施工，保障交通参与者和施工人员的安全。夜间在城镇居民区或现有道路施工时，极易造成车辆或行人掉入管沟，碰撞施工围挡等事故，设置照明灯、警示灯和反光警示标志能大大提高其安全性。

5.1.7 根据 GRPE 热水管道的特性及聚乙烯管道在供水、燃气行业应用实践得出的。

5.2 沟槽开挖

5.2.2-5.2.3 本部分内容是根据国家现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程 CJJ/T81 制定的。

5.3 PE-RT II 管道连接

5.3.1-5.3.1 本规程中的热熔对接焊接、电熔承插焊接、法兰连接参考《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ63 的相关内容。

5.4 接头保温

5.4.1-5.4.3 本部分主要参照国家现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程 CJJ/T81 相关要求制定。

5.5 管道敷设

5.5.2 聚乙烯外护管以及 PE-RT II 管为柔性管道，刚度较低，安装时应避免划伤。

5.5.3 GRPE 热水管道具有柔性特性，可以随地形自然弯曲敷设，起到一定的自然补偿作用。

5.6 沟槽回填

5.6.1-5.6.13 对回填进行了规定，基本参照《给水排水管道工程施工及验收规范》**GB50268**，又针对 GRPE 热水管道的特性进行了规定。

6 压力试验、清洗和试运行

6.1 管网压力试验

6.1.1-6.1.5 本部分基本参考《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T81 相关要求进行了规定,规定试验长度不超过 500m,是考虑到试验段过长,一旦试验不合格将给查找漏水点带来难度,此外由于 GRPE 热水管道刚性比钢管低,在较大压力下易发生膨胀,试验段过长,达到试验压力和稳压的时间要求更长。

7 工程竣工验收

7.1 一般规定

7.1.1 竣工验收指试运行合格后，竣工资料已整理完毕，而且在正常运行一段时间后，由建设单位组织设计单位、施工单位、监理单位、管理单位等对资料和工程进行验收。工程验收和竣工验收应对验收项目做出结论性意见。如有缺陷应在处理合格后重新验收。

7.1.2 在各种检验及自检的基础上进行的验收，主要目的是检查工程各部位是否达到设计要求及使用标准，检查各种记录是否完整、合格。

7.1.4 为确保工程质量的可追溯性，便于运营管理，工程试运行3个月后，施工单位除提供纸质的竣工资料外，还应提供电子版形式的竣工资料。竣工验收电子文档主要包括以下内容：

- 1 土方开挖记录（须附典型照片电子版）；
- 2 焊口焊接记录（须附典型照片电子版）；
- 3 焊口（编号）排版图（电子版）；
- 4 管道轴线定位记录（电子版）；
- 5 焊缝表面检查记录（须附典型照片电子版）；
- 6 焊口保温记录（须附典型照片电子版）；
- 7 工艺回填砂记录（须附典型照片电子版）；
- 8 管线回填（铺设警示布）记录（须附典型照片电子版）；
- 9 土建阀室井尺寸图（须附典型照片电子版）；
- 10 固定支墩配筋、尺寸图（须附典型照片电子版）；
- 11 实际管道井尺寸（须附典型照片电子版）。

7.1.5 保修期为两个采暖期是为了充分考查工程总体质量，使工程运行经历完整的春夏秋冬四季考验。

7.2 工程质量验收

7.2.4 制订工序（分项）、部位、单位工程检验质量验收表，要根据验收情况填写、签认。

7.3 竣工验收

7.3.1 根据工程规模大小，施工单位可提报施工组织设计或施工方案和施工技术措施。

7.3.2 本条第 1 款对大型工程应进行鉴定，其他工程可由建设单位自行决定；其他条款均应作鉴定。