

ICS 91.140.10

CCS P 46

黑龙江省地方标准

DB23

DB23/T 2914-2021

备案号：Jxxxxx-2021

耐热聚乙烯（PE-RT II 型）
低温供热管道工程技术标准

Low temperature heating piping engineering
standard for polyethylene of raised temperature
resistance (PE-RT II)

2021-06-04 发布

2021-06-04 实施

黑龙江省住房和城乡建设厅
黑龙江省市场监督管理局

联合发布

前 言

根据省市场监督管理局年度标准发布计划和省住房和城乡建设厅要求，为了规范黑龙江省耐热聚乙烯（PE-RT II型）低温供热管道工程的材料、设计、施工及验收，哈尔滨工业大学建筑设计研究院、哈尔滨金凌科技有限公司组织相关单位编制了《耐热聚乙烯（PE-RT II型）低温供热管道工程技术标准》。

在编制过程中，编制组经深入研究、广泛调查、认真总结工程实践，参考有关国内外先进标准和做法，在广泛征求有关单位和专家的意见基础上编制了本标准。

本标准共分为7章和4个附录。主要技术内容是：1总则；2术语；3材料；4设计；5管道安装；6试验、清洗、试运行；7工程质量验收等。

本标准由黑龙江省住房和城乡建设厅负责管理，由哈尔滨工业大学建筑设计研究院和哈尔滨金凌科技有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，提出意见和建议，请寄送哈尔滨工业大学建筑设计研究院（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区黄河路73号，邮编：150090，邮箱：hgdsjy@vip.163.com）。

本标准主编单位：哈尔滨工业大学建筑设计研究院
哈尔滨金凌科技有限公司

本标准参编单位：哈尔滨工业大学建筑学院
黑龙江省设计集团有限公司
方舟国际设计有限公司
哈尔滨市建筑设计院
大庆高新技术产业开发区规划建筑设计院
黑龙江建投城市设计有限责任公司
哈尔滨投资集团有限责任公司
道达尔石化（上海）有限责任公司
西安塑龙熔接设备有限公司
山西久易通管业科技有限公司

本标准主要起草人员：孙振宇 宋金玲 姜 鑫 赵启辉 孔德骞
王玉哲 李壮男 陈 实 王 芃 宋 宇
陈 钧 叶德强 裴凤玲 王 鉴 张 磊
赵 锋 郭建明 宋晓锋 王全福 金玮涛
高英志 王丛菲 费 腾 张伟玲
本标准主要审查人员：李 毅 姜允涛 焦有芬 杨振兴 张成武
徐长龙 赵云鹏

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 材料.....	4
3.1 PE-RT II 型管材及管件.....	4
3.2 PE-RT II 型预制保温管.....	15
4 设计.....	17
4.1 一般规定.....	17
4.2 水力计算.....	17
4.3 管网的布置与敷设.....	18
5 管道安装.....	22
5.1 一般规定.....	22
5.2 热熔对接连接.....	23
5.3 电熔连接.....	29
5.4 热熔承插连接.....	30
6 试验、清洗、试运行.....	32
6.1 管道压力试验.....	32
6.2 管道清洗.....	32
6.3 系统试运行.....	33
7 工程质量验收.....	34
7.1 一般规定.....	34
7.2 竣工验收资料.....	34
附录 A PE-RT II 型供热管道的水力计算.....	36
附录 B 塑料管道熔接记录.....	58
附录 C 焊口编号示意图.....	60
附录 D 热熔对接焊口卷边切除检查记录表.....	61

本标准用词说明.....	62
引用标准名录.....	63
条文说明.....	65

Contents

1 General Provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Materials.....	4
3.1 Pipe and fittings of PE-RT II type.....	4
3.2 Prefabricated thermal insulation of PE-RT II type.....	15
4 Design.....	17
4.1 General provisions.....	17
4.2 Hydraulic calculations.....	17
4.3 Layout of pipe networks.....	18
5 Pipeline installation.....	22
5.1 General provisions.....	22
5.2 Butt-fusion connection.....	23
5.3 Electrical-fusion connections.....	29
5.4 Socket-fusion connections.....	30
6 Test,cleaning, trial operation.....	32
6.1 Pipeline pressure test.....	32
6.2 Pipe cleaning.....	32
6.3 System commissioning.....	33
7 Quality acceptance.....	34
7.1 General provisions.....	34
7.2 Completion Acceptance Documentary.....	34
Appendix A PE-RT II Hydraulic Calculation of Heating Pipeline	36
Appendix B record of Plastic Pipe fusion jointing.....	58
Appendix C Diagram of jointing Number.....	60
Appendix D Record of inspection of the removed bead from Butt-fusion joints.....	61

Explanation of provisions.....	62
Standard List Reference.....	63
Notes.....	65

1 总 则

1.0.1 为规范 PE-RT II 型供热管道在低温供热领域的应用，做到技术先进、经济合理、安全运行和保证工程质量，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于工作压力不大于 1.0MPa、设计温度不大于 75℃、公称外径小于或等于 355mm 的 PE-RT II 型供热管道工程的设计、施工及验收。

1.0.3 PE-RT II 型供热管道工程的设计、施工及验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 PE-RT II 型预制保温管 composite insulated pipes of PE-RT II type

由 PE-RT II 型工作管、聚氨酯泡沫保温层和高密度聚乙烯外护管组成。地上敷设时外护管也可采用其它材料。

2.0.2 公称外径 (d_n) nominal outside diameter

管材或管件插口外径的规定值, 单位为 mm。

2.0.3 公称壁厚 (e_n) nominal wall thickness

管材或管件壁厚的规定值, 单位为 mm。

2.0.4 不圆度 out-of roundness

在管材或管件管状部位的同一横截面上, 最大和最小外径测量值之差, 或最大和最小内孔测量值之差, 单位为 mm。

2.0.5 设计压力 (P) design pressure

管道系统压力的设计值, 单位为 MPa。

2.0.6 管系列 (S) pipe series

与公称外径和公称壁厚有关的无量纲数值, 用于指导管材规格的选用。按公式 (1) 计算并按一定规则圆整:

$$S = \frac{d_n - e_n}{2e_n} \dots \dots \dots (1)$$

对均质材料的压力管材, 存在以下关系:

$$S = \frac{\sigma}{P} \dots \dots \dots (2)$$

式中:

P ——内压, 单位为 MPa;

σ ——内压在管壁内引起的[平均]环向应力, 单位为 MPa。

2.0.7 标准尺寸比 (SDR) standard dimension ratio

管材或管件的公称外径 d_n 与公称壁厚 e_n 的比值, $SDR =$

d_n/e_n 。

注：SDR=2S+1

2.0.8 电熔连接 electro-fusion joint

电熔承口管件（或电熔鞍型管件）与管材（或带有插口端的管件）进行连接的方式。

2.0.9 热熔对接连接 butt-fusion joint

用加热板将两管端面（或鞍型曲面与管材外表面）熔融后对接的连接方式。

2.0.10 热熔承插连接 socket fusion connection

由热塑性塑料制作的管材、管件的插口与承口互相连接时，采用专用热熔承插工具将连接部位表面加热熔融，承插冷却后连接成一个整体的连接方式。

3 材 料

3.1 PE-RT II 型管材及管件

3.1.1 PE-RT II 型管材和管件原料的物理力学性能除应符合现行国家标准《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统第 1 部分：总则》GB/T28799.1、《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统第 2 部分：管材》GB/T28799.2、《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统第 3 部分：管件》GB/T28799.3 的规定外，尚应符合团体标准《直埋供热用 II 型耐热聚乙烯管》T/HBJC004 和表 3.1.1 的要求。

表 3.1.1 PE-RT II 原料的物理力学性能

项目	测试方法	单位	数值
密度	GB/T 1033.2	g/cm ³	≥ 0.945
熔体质量流动速率(190℃/5kg)	GB/T 3682	g/10min	0.45~0.85
氧化诱导时间(210℃)	GB/T 19466.6	min	>30
全切口蠕变试验 (Arkopal,80℃,4.0MPa)	GB/T 32682	h	≥2000
110℃/2.2MPa 条件下的静液压 热稳定性	GB/T 6111	h	≥15600h
长期静液压强度最小要求值 (MRS)	GB/T 18252	MPa	≥10

3.1.2 PE-RT II 型管材、管件的物理性能应符合表 3.1.2 的要求。

表 3.1.2 PE-RT II 型管材、管件的物理性能

项目	要求	试验参数		试验方法
		参数	数值	
密度	≥0.945 g/cm ³	温度	(23±2) °C	GB/T 1033.2

续表 3.1.2

纵向回缩率	$\leq 2\%$	温度	110℃	GB/T 6671
		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	
静液压状态下的 热稳定性	无破裂 无渗漏	静液压应力	2.4 MPa	GB/T6111
		试验温度	110℃	
		试验时间	8760h	
		试样数量	1	
熔体质量流动速 率 MFR	与对原料测 定值之差, 不应超过 $\pm$ 0.3g/10min 且不超过 $\pm$ 20%	砝码质量	5kg	GB/T 3682
		试验温度	190℃	
氧化诱导时间	$> 20\text{min}$	试验温度	210℃	GB/T 19466.6
耐慢速裂纹增长 ($e_n > 5\text{mm}$)	$\geq 500\text{h}$	试验温度	80℃	GB/T 18476
		试验压力	0.92MPa	
电熔管件的熔接 强度	脆性破坏所 占百分比 小于等于 33.3%	试验温度 (23 ± 2)℃		GB/T 19806 GB/T 19808
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: 失败	试验温度 (23 ± 2)℃		GB/T 19810

3.1.3 PE-RT II 型管材、管件的静液压强度应符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 PE-RT II 型管材、管件的静液压强度

要求	试验参数		
	静液压强度 (MPa)	试验温度 (℃)	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

3.1.4 PE-RT II 型管材、管件颜色宜为浅灰色，并标明原料牌号。

3.1.5 PE-RT II 型管材的规格尺寸应符合表 3.1.5 的要求。

表 3.1.5 PE-RT II 型管材的规格尺寸 单位：mm

公称外径 d_n	公称壁厚 e_n	
	S / SDR	
	S5/SDR11	S4/SDR9
25	2.3	2.8
32	2.9	3.6
40	3.7	4.5
50	4.6	5.6
63	5.8	7.1
75	6.8	8.4
90	8.2	10.1
110	10.0	12.3
125	11.4	14.0
140	12.7	15.7
160	14.6	17.9
180	16.4	20.1
200	18.2	22.4
225	20.5	25.2
250	22.7	27.9
280	25.4	31.3
315	28.6	35.2
355	32.2	39.7

3.1.6 PE-RT II 型管材外径及不圆度应满足表 3.1.6-1 的规定，壁厚及偏差应满足表 3.1.6-2 的规定。

表 3.1.6-1 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
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
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

表 3.1.6-2 壁厚与偏差 单位：mm

最小壁厚 e_{min}		允许正偏差	最小壁厚 e_{min}		允许正偏差
$>$	$\leq$		$>$	$\leq$	
2	3	0.4	27	28	2.9
3	4	0.5	28	29	3.0
4	5	0.6	29	30	3.1
5	6	0.7	30	31	3.2

续表 3.1.6-2

6	7	0.8	31	32	3.3
7	8	0.9	32	33	3.4
8	9	1.0	33	34	3.5
9	10	1.1	34	35	3.6
10	11	1.2	35	36	3.7
11	12	1.3	36	37	3.8
12	13	1.4	37	38	3.9
13	14	1.5	38	39	4.0
14	15	1.6	39	40	4.1
15	16	1.7	40	41	4.2
16	17	1.8	41	42	4.3
17	18	1.9	42	43	4.4
18	19	2.0	43	44	4.5
19	20	2.1	44	45	4.6
20	21	2.2	45	46	4.7
21	22	2.3	46	47	4.8
22	23	2.4	47	48	4.9
23	24	2.5	48	49	5.0
24	25	2.6	49	50	5.1
25	26	2.7	50	51	5.2
26	27	2.8	-	-	-

3.1.7 PE-RT II 型管件的电熔承口端应符合下列规定：

- 1 电熔承口端示意图见图 3.1.7；
- 2 插入深度和熔区长度应符合表 3.1.7 的规定；
- 3 距管件端口 L_1 的 $2/3$ 处开始，管件主体任一点的壁厚 e 应等于或大于相应管材的最小壁厚 $e_{\min}$ ；
- 4 电熔管件承口端的最大不圆度应不超过 $0.015d_n$ 。

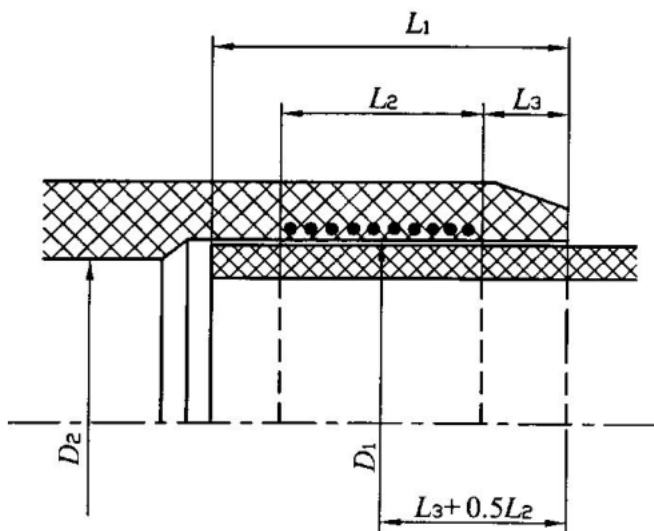


图 3.1.7 电熔承口端示意图

注：

L_1 ——管材或插口管件的插入深度。在有限位挡块的情况下，它为端口到限位挡块的距离，在没有限位挡块的情况下，它不大于管件总长的一半；

L_2 ——承口内部的熔区长度，即熔融区的标称长度；

L_3 ——管件口部与熔接区域开始处之间的距离，即管件承口口部非加热长度， $L_3 \geq 5\text{mm}$ ；

D_1 ——距口部端面 $L_3 + 0.5L_2$ 处测量的熔融区的平均内径， $D_1 \geq d_n$ ；

D_2 ——管件的最小通径，管件通径 D_2 不应小于公称外径 d_n 与 $2e_{\min}$ 的差值。

表 3.1.7 电熔承口端的插入深度和熔区长度 单位: mm

管件公称外径 d_n	插入深度		熔区长度 $L_{2,min}$
	$L_{1,min}$	$L_{1,max}$	
25	25	41	10
32	25	44	10
40	25	49	10
50	28	55	10
63	31	63	11
75	35	70	12
90	40	79	13
110	53	82	15
125	58	87	16
140	62	92	18
160	68	98	20
180	74	105	21
200	80	112	23
225	88	120	26
250	95	129	33
280	104	139	35
315	115	150	39
355	127	164	42

注: 1 表中 d_n 指与管件相连的管材的公称外径。

2 制造商应说明 D_i 和 L_1 的最大及最小实际值以便确定是否影响装夹及连接装配。

3.1.8 PE-RT II 型管件的插口端应符合下列规定:

- 1 插口端示意图见图 3.1.8;
- 2 插口端尺寸应符合表 3.1.8 的规定。

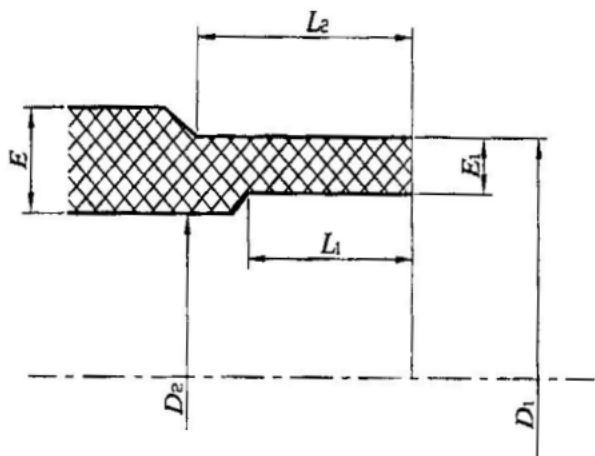


图 3.1.8 插口管件插口端示意图

注：

D_1 ——熔接段的平均外径，在距离端口不大于 L_2 、平行于该端口平面的任一截面处测量；

D_2 ——管件的最小通径，测量时不包括焊接形成的卷边；

E ——任一点测量的管件主体壁厚， E 应大于或等于管件同一端 E_1 ；

E_1 ——距离插入端口不超过 L_1 处任一点测量的熔接面的壁厚，并且应与对接管材的壁厚相同，偏差应符合表 3.1.6-2 中相应管材的偏差；

L_1 ——熔接段的回切长度，即热熔对接或重新熔接所必须的初始深度。此段长度允许通过熔接一段壁厚等于 E_1 的管段来实现；

L_2 ——熔接段的管状长度，即熔接端的初始长度，管状长度应满足热熔对接连接、电熔连接时使用夹具的要求。

表 3.1.8 PE-RT II 型管件插口端尺寸 单位: mm

公称外径 d_n	管件平均外径		最大 不圆度	最小 通径 $D_3 \min$	最小回 切长度 $L_1 \min$	管状部分的 最小长度 $L_2 \min$
	$D_1 \min$	$D_1 \max$				
25	25.0	25.3	0.4	18	25	41
32	32.0	32.3	0.5	25	25	44
40	40.0	40.4	0.6	31	25	49
50	50.0	50.4	0.8	39	25	55
63	63.0	63.4	0.9	49	25	63
75	75.0	75.5	1.2	59	25	70
90	90.0	90.6	1.4	71	28	79
110	110.0	110.7	1.7	87	32	82
125	125.0	125.8	1.9	99	35	87
140	140.0	140.9	2.1	111	38	92
160	160.0	161.0	2.4	127	42	98
180	180.0	181.1	2.7	143	46	105
200	200.0	201.2	3.0	159	50	112
225	225.0	226.4	3.4	179	55	120
250	250.0	251.5	3.8	199	60	129
280	280.0	281.7	4.2	223	75	139
315	315.0	316.9	4.8	251	75	150
355	355.0	357.2	5.4	283	75	164

3.1.9 PE-RT II 型法兰接头的规格尺寸应符合下列规定:

- 1 法兰接头的示意图见图 3.1.9;
- 2 尺寸应符合表 3.1.9 的规定。

单位为毫米

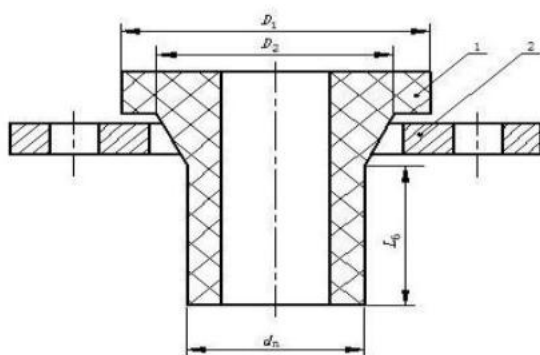


图 3.1.9 法兰接头示意图

注：

1 ——法兰连接管件；

2 ——金属法兰盘；

D_1 ——法兰连接管件头部的外径；

D_2 ——法兰连接管件柄（颈）部的外径；

d_n ——指与管件相连的管材的公称外径；

L_6 ——熔接段的管状长度，即熔接端的初始长度。

表 3.1.9 PE-RT II 型法兰接头的尺寸 单位：mm

公称外径 d_n	$D_{1,min}$	D_2	管状长度 $L_{6,min}$
20	45	27	41
25	58	33	41
32	68	40	44
40	78	50	49
50	88	61	55
63	102	75	63
75	122	89	70
90	138	105	79

续表 3.1.9

110	158	125	82
125	158	132	87
140	188	155	92
160	212	175	98
180	212	180	105
200	268	232	112
225	268	235	120
250	320	285	129
280	320	291	139
315	370	335	150
355	430	375	164

注：插口的外径应符合本标准中对于与之相配套管材外径的规定。

3.1.10 PE-RT II 型电熔鞍型旁通管件的示意图见图 3.1.10。

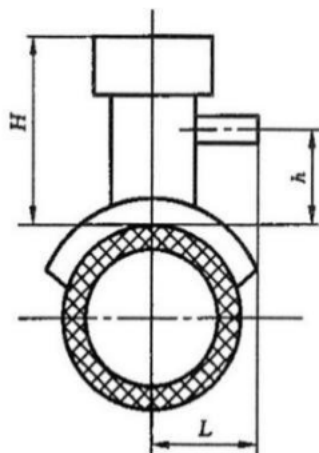


图 3.1.10 电熔鞍型旁通示意图

注：h—出口管材的高度，即主体管材顶部到出口管材轴线的距离；

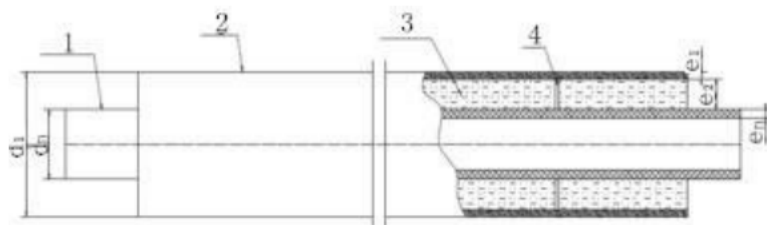
L—鞍型旁通的宽度，即主体管材轴线到出口管材端口的距离；

H—鞍型旁通的高度，即主体管材顶部到鞍型旁通顶部的距离。

3.1.11 $d_n \leq 63\text{mm}$ 的承插连接管件尺寸应符合 GB/T 28799.3 的要求。

3.2 PE-RT II 型预制保温管

3.2.1 PE-RT II 型预制保温管的结构如图 3.2.1 所示。



1——工作管；2——外护管；3——保温层；4——保温层支架

图 3.2.1 预制保温管结构示意图

注：

d_1 ——外护管外径，单位mm；

e_1 ——外护管壁厚，单位mm；

e_2 ——保温层厚度，单位mm；

d_n ——PE-RT II型工作管公称外径，单位mm；

e_n ——PE-RT II型工作管公称壁厚，单位mm。

3.2.2 PE-RT II 型预制保温管的规格尺寸应符合表 3.2.2 的要求。

管道保温尚应符合《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 和《城镇供热系统节能技术规范》CJJ/T 185 的要求。

表 3.2.2 PE-RT II 型预制保温管规格尺寸 单位：mm

公称 外径 D_n	工作管最小尺寸 e_n		保温层 最小厚度	外护管 公称外径	外护管 最小厚度
	S5 SDR11	S4 SDR9			
25	2.3	2.8	20	75	3.0
32	2.9	3.6		75	3.0

续表 3.2.2

40	3.7	4.5	20	90	3.0
50	4.6	5.6		90	3.0
63	5.8	7.1		110	3.0
75	6.8	8.4		125	3.0
90	8.2	10.1		140	3.0
110	10.0	12.3		160	3.0
125	11.4	14.0	25	200	3.2
140	12.7	15.7		200	3.2
160	14.6	17.9		225	3.5
180	16.4	20.1		250	3.9
200	18.2	22.4		280	4.4
225	20.5	25.2	35	315	4.9
250	22.7	27.9		355	5.6
280	25.4	31.3		355	5.6
315	28.6	35.2		400	6.3
355	32.2	39.7		450	7.0

3.2.3 PE-RT II 型预制保温管的制作、检验、标志、运输和储存应符合现行行业标准《高密度聚乙烯外护管聚氨酯发泡预制直埋保温复合塑料管》CJ/T 480 的相关要求，并应在外护管标明工作管的原料牌号。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 供热管网设计时，建筑物设计热负荷的计算应符合《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 的规定。

4.1.2 不同应用条件下，PE-RT II 型管道的设计应力应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 不同应用条件下的设计应力 单位：MPa

应用条件	45℃供暖	60℃供暖	75℃供暖
设计应力	5.12	4.39	4.02

4.1.3 PE-RT II 型管道常用管系列在不同应用条件下的允许最大工作压力应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 允许最大工作压力 单位：MPa

PE-RT II 预制保温管		最大允许工作压力		
工作管	规格	45℃	60℃	75℃
	S 4/SDR 9	1.27	1.09	1.0
	S 5/SDR 11	1.02	0.87	0.84

4.2 水力计算

4.2.1 管道规格应根据水力计算结果确定。

4.2.2 宜采用经济比摩阻设计管径。当计算经济比摩阻条件不足时，推荐比摩阻的选取应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 的相关规定。

4.2.3 管道比摩阻应按下列公式计算：

$$R = 105 K_1 C_{fi}^{-1.85} \cdot d_j^{-4.87} \cdot q_g^{1.85} \cdot 10^{-3} \quad (4.2.3)$$

式中：R——比摩阻（Pa/m）；

K_1 ——水温修正系数，见表 4.2.3；

C_h ——海澄·威廉系数，取 140；

d_j ——管道计算内径(m)；

q_g ——设计流量(m³/s)。

表 4.2.3 水温修正系数 K_1

水温 °C	10	20	30	40	50
水温修正系数 K_1	1.00	0.943	0.895	0.856	0.822
水温 °C	55	60	65	70	75
水温修正系数 K_1	0.808	0.793	0.781	0.769	0.761

注：附录 A 给出了比摩阻的计算表格。

4.2.4 局部阻力损失可按下式计算：

$$\Delta H_S = \frac{k \cdot v^2}{2g} \quad (4.2.4)$$

式中： ΔH_S ——局部阻力损失（m）；

k ——局部阻力系数；

v ——管道内的流速（m/s）；

g ——重力加速度（m/s²）。

当计算条件不足时，局部阻力损失可按沿程阻力损失的 12%~18%估算。

4.3 管网的布置与敷设

4.3.1 PE-RT II 型管道的敷设应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 和《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 的相关规定。

4.3.2 PE-RT II 型管道宜采用直埋敷设。

4.3.3 直埋敷设时，最小覆土深度应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 直埋敷设时的最小覆土深度

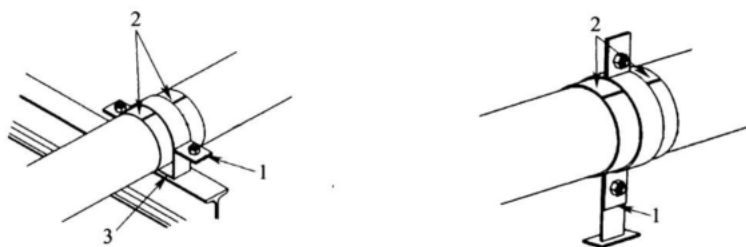
工作管公称外径 d_n (mm)	最小覆土深度 (m)	
	机动车道	非机动车道
≤ 125	0.8	0.7
140~315	1.0	0.7
355	1.2	0.9

4.3.4 地上或管沟敷设时，不同温度下管道固定卡点间距宜按表 4.3.4 选取。固定卡点参照图 4.3.4 设置。

表 4.3.4 不同热水温度下敷设管道的固定卡点间距 单位:mm

固定卡点间距 公称外径 d_n	45 °C	60 °C	75 °C
25	700	700	650
32			
40			
50	1100	1100	1000
63			
75			
90	1450	1450	1350
110			
125			
160	1900	1900	1700
200			
250			
315	2400	2400	1900
355			

4.3.5 地上或管沟敷设时，固定卡点的设置参考图 4.3.5。



1—管卡；2—胶垫；3—焊接或螺栓固定

图4.3.5 固定卡点示意图

4.3.6 地上敷设时，由于工作温度变化产生的固定卡点的轴向力按下式计算。

$$F = A \times \alpha \times \Delta T \times E \times 10^6 \quad (4.3.6)$$

式中：F—轴向力（N）；

E—工作温度下 PE-RT II 型工作管的弹性模量(MPa)，不同温度下的 PE-RT II 型工作管弹性模量见表 4.3.6；

α —PE-RT II 型工作管的线性膨胀系数（m/m•K），取 1.2×10^{-4} (m/m•K)；

A—管道截面面积（m²）；

ΔT —安装温度和最高工作温度的差值（K）。

表 4.3.6 不同热水温度下 PE-RT II 型管道的弹性模量

温度(℃)	20	45	60	75
弹性模量(MPa)	970	510	350	220

4.3.7 PE-RT II 型管道轴向应力应小于管道的轴向拉伸屈服强度，不同温度下 PE-RT II 型管道的轴向拉伸屈服强度见表 4.3.7。

表 4.3.7 不同温度下 PE-RT II 型管道的轴向拉伸屈服强度典型值

温度(°C)	-10	0	20	45	60	75
拉伸屈服强度(MPa)	31	29	23	17	13	10

4.3.8 直埋敷设时，应在管道上方埋设警示带或示踪线。

5 管道安装

5.1 一般规定

5.1.1 PE-RT II 型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》CJJ 28、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 的相关规定。

5.1.2 PE-RT II 型管道安装前应检查沟槽底高程、坡度、基底处理是否符合设计要求，管道内杂物及砂土应清除干净。

5.1.3 雨期施工应采取防止浮管及防止泥浆进入的措施。

5.1.4 施工间断时，管口应采用堵板封闭；管道安装完成后，将内部清理干净，及时封闭管口。

5.1.5 PE-RT II 型预制保温管及管件在运输、现场存放、安装过程中，应采取必要措施封闭端口，不得拖拽保温管材，不得损坏端口和外护层。

5.1.6 现场施工的接头保温应在管道系统水压试验完成后进行，符合设计和有关标准的规定。

5.1.7 保温复合管接头的保温和密封应符合下列规定：

- 1 接头施工采取的工艺，应有合格的型式检验报告；
- 2 接头的保温和密封应在接头焊口检验合格后进行；
- 3 接头处管道表面应干净、干燥。

5.1.8 管道的连接。

5.1.8.1 PE-RT II 型管道之间连接，公称外径小于 75mm 的采用承插热熔连接或电熔进行连接，公称外径大于或等于 75mm 采用热熔对接连接或电熔连接。

5.1.8.2 PE-RT II 型管道与金属管道或阀门、流量计、压力表等连接，公称外径小于 75mm 的可采用法兰或金属螺纹连接，公称外径大于或等于 75mm 采用法兰连接，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》CJJ 28 的相关规定。

5.2 热熔对接连接

5.2.1 管道热熔对接连接的环境温度应在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 范围内，在温度低于 -5°C 或风力大于 5 级的条件下进行热熔对接连接操作时，应采取保温、防风措施，在炎热夏天进行热熔连接操作时，应采取遮阳措施。

5.2.2 管材、管件存放处与施工现场温差较大时，连接前应将管材、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。

5.2.3 热熔对接连接应符合下列规定：

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

- 2 应将管材或管件的连接部位擦拭干净，并铣削待连接件端面，使其与轴线垂直，切削平均厚度不宜超过 0.2mm，切削后的熔接面应防止污染；

- 3 连接件的端面应使用热熔对接连接设备加热；

- 4 吸热时间达到工艺要求后，应迅速撤出加热板，检查待连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连接面完全接触，并翻边形成均匀一致的双凸缘；

- 5 在保压冷却期间不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

5.2.4 热熔对接连接的焊接工艺应符合图 5.2.4 和表 5.2.4-1、表 5.2.4-2、表 5.2.4-3 的规定。

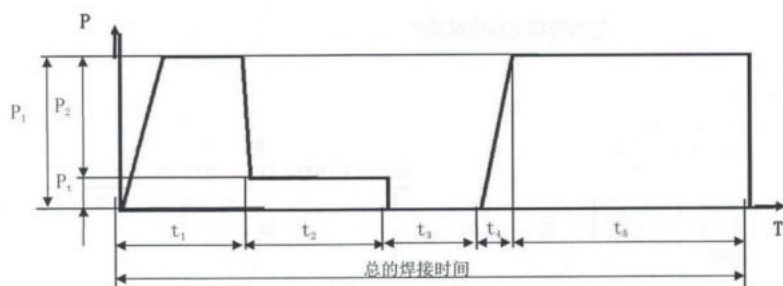


图 5.2.4 热熔对接连接工艺

注：P₂—热熔对接压力（表压，MPa）；

P_t—实测拖动压力（表压，MPa）；

t₁——卷边达到规定高度的时间；

t₂——焊接所需要的吸热时间（s），t₂=管材壁厚×10（壁厚单位：mm）；

t₃——切换所规定的时间（s）；

t₄——调整压力到 P₁ 所规定的时间（s）；

t₅——冷却时间(min)。

表 5.2.4-1 热熔对接连接工艺参数（环境温度：20℃）

参数	单位	数值
加热板温度	℃	225-230
初始卷边尺寸	mm	1-4
吸热时间(t ₂)	s	10e _n
切换时间(t ₃)	s	5-13
热熔对接压力(P ₂)	MPa	$(0.15 \pm 0.01) \times A_1/A_2$
增压时间(t ₄)	s	5-18
在焊机内保压冷却时间(t ₅)	min	10-40
A ₁ —管材的截面积（mm ² ）；A ₂ —焊机液压缸中活塞的总有效面积（mm ² ）；		

表 5.2.4-2 SDR9/S4 管材热熔对接焊接参数

公称 直径 d_n (mm)	管材 壁厚 e_n (mm)	P_2 (MPa)	压力= P_1 凸起高度 h (mm)	压力 $\approx P_1$ 吸热 时间 t_2 (s)	切换 时间 t_3 (s)	增压 时间 t_4 (s)	压力= P_1 冷却时间 t_5 (min)
75	8.4	263/A ₂	1.5	84	≤ 5	< 6	≥ 10
90	10.1	380/A ₂	1.5	101	≤ 6	< 7	≥ 11
110	12.3	566/A ₂	2.0	123	≤ 8	< 7	≥ 14
125	14.0	732/A ₂	2.0	140	≤ 8	< 8	≥ 15
140	15.7	919/A ₂	2.0	157	≤ 8	< 9	≥ 17
160	17.9	1198/A ₂	2.0	179	≤ 8	< 10	≥ 19
180	20.1	1514/A ₂	2.5	201	≤ 10	< 10	≥ 21
200	22.4	1874/A ₂	2.5	224	≤ 10	< 11	≥ 23
225	25.2	2372/A ₂	2.0	252	≤ 12	< 12	≥ 26
250	27.9	2920/A ₂	3.0	279	≤ 12	< 14	≥ 28
280	31.3	3668/A ₂	3.0	313	≤ 12	< 14	≥ 31
315	35.2	4641/A ₂	3.5	352	≤ 12	< 16	≥ 35
355	39.7	5898/A ₂	3.5	397	≤ 12	< 18	≥ 39

表 5.2.4-3 SDR11/S5 管材热熔对接连接参数

公称 直径 d_n (mm)	管材 壁厚 e_n (mm)	P_2 (MPa)	压力= P_1 凸起高 度 h (mm)	压力 $\approx P_1$ 吸热 时间 t_2 (s)	切换 时间 t_3 (s)	增压 时间 t_4 (s)	压力= P_1 冷却时间 t_5 (min)
75	6.8	219/A ₂	1.0	68	≤ 5	< 6	≥ 10
90	8.2	315/A ₂	1.5	82	≤ 6	< 7	≥ 11
110	10.0	471/A ₂	1.5	100	≤ 6	< 7	≥ 14
125	11.4	608/A ₂	1.5	114	≤ 6	< 8	≥ 15
140	12.7	763/A ₂	2.0	127	≤ 8	< 8	≥ 17
160	14.5	996/A ₂	2.0	145	≤ 8	< 9	≥ 19

续表 5.2.4-3

180	16.4	1261/ A_2	2.0	164	≤ 8	< 10	≥ 21
200	18.2	1557/ A_2	2.0	182	≤ 8	< 11	≥ 23
225	20.5	1971/ A_2	2.5	205	≤ 10	< 12	≥ 26
250	22.7	2433/ A_2	2.5	227	≤ 10	< 13	≥ 28
280	25.5	3052/ A_2	2.5	255	≤ 12	< 14	≥ 31
315	28.6	3862/ A_2	3.0	286	≤ 12	< 15	≥ 35
355	32.3	4906/ A_2	3.0	323	≤ 12	< 17	≥ 39

注： A_2 为焊机液压缸中活塞的总有效面积 (mm^2)，由焊机生产厂家提供。

5.2.5 管道连接后，应进行热熔对接连接接头质量检验，并应符合下列要求：

1 应对接头进行100%的翻边对称性检验，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（参照图5.2.6-1）。

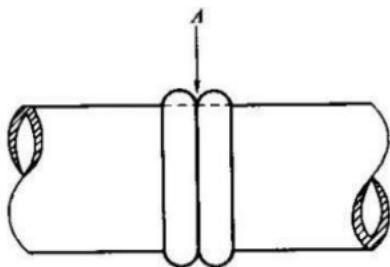


图5.2.5-1 翻边对称性

2 应对接头进行100%翻边对正性检验，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%（参照图5.2.6-2）。

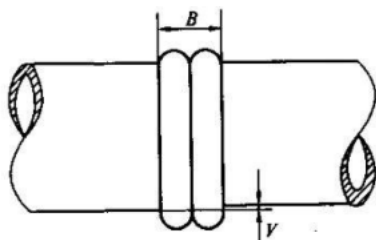


图5.2.5-2 翻边对正性

3 应对接头进行不少于10%的翻边切除检验。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（参照图5.2.5-3），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（参照图5.2.6-4）；
- 2) 翻边下侧不应有杂质、小孔、扭曲和损坏；
- 3) 每隔50mm进行180° 的背弯试验（参照图5.2.6-5），不应有开裂、裂缝，接缝处不得露出熔合线。

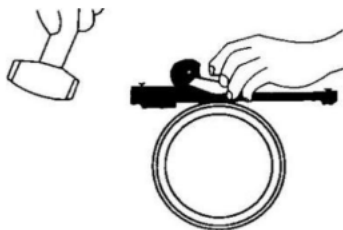


图5.2.5-3 翻边切除示意图

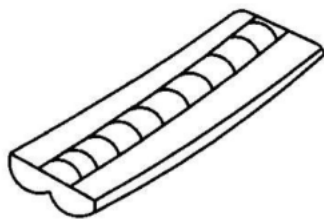


图5.2.5-4合格实心翻边图

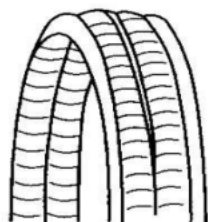


图5.2.5-5翻边背弯试验

4 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，按本标准进行检验；

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。

5.2.6 热熔对接焊接工艺评定检验与试验应符合表5.2.6的要求。

表5.2.6 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	$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	试验到破坏为止： 韧性，通过 脆性，未通过	参照《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/T19810
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	参照《流体输送用 热塑性管材耐内压 试验方法》 GB/T6111

5.3 电熔连接

5.3.1 电熔连接流程应符合下列要求：

1 电熔连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连接机具和电熔管件生产企业的规定。

2 电熔连接冷却期间，不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

3 管材、管件连接部位擦拭干净；

4 测量管件承口长度，在管材入端或插口管件入端标出插入长度并刮除插入长度加10mm的入端表皮，刮削氧化皮厚度宜为0.1 mm~0.2mm，然后重新标记插入长度；

5 公称外径小于90mm的管道，以及管材不圆度影响安装时，应采用整圆工具对入端进行整圆；

6 将管材或管件插入电熔管件承口内，至长度标记位置，并检查配合尺寸；

7 通电前，应校直两对应的待连接件，使其在同一轴线上，并用专用夹具固定管材、管件。

5.3.2 电熔连接接头质量检验应符合下列要求：

1 管道连接后，应进行接头质量检查；

2 电熔管件端口处的管材或插口管件周边应有明显刮皮痕迹和明显的入长度标记；

3 接缝处不应有熔融料溢出；

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）；

5 电熔管件上观察孔中应能看到有少量熔融料溢出，但溢料不得呈流淌状；

6 凡出现与上述要求条款不符合的情况，应判为不合格。

5.3.3 电熔连接工艺评定检验与试验应符合表 5.3.3 的要求。

表5.3.3 电熔连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，不应当有涨出、裸露、错行，焊后不游离，管件和管材熔接面上无可见界线，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》 TSGD2002
2	dn<90 挤压剥离试验	23±2℃	剥离脆性破坏百分比小于或等于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	dn≥90 拉伸剥离试验	23±2℃	剥离脆性破坏百分比小于或等于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	耐压 (静液压) 强度试验	密封接头，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

5.4 热熔承插连接

5.4.1 应根据工作管或管件的规格，选用相应的夹具，将工作管、

管件的连接端伸出夹具，自由长度不应小于公称直径的10%，并校直使其在同一轴线上。

5.4.2 在工作管插口端划出插入深度标线，并刮除管材连接段表皮氧化层和保温层残渣，用洁净棉布擦净连接面。

5.4.3 采用热熔承插连接设备加热工作管插口和管件承口，加热时间应符合表5.4.3的规定：

表5.4.3 承插热熔焊接工艺参数

公称外径 (mm)	插入深度 (mm)	加热时间 (s)	加压保持时 间 (s)	冷却时间 (min)
16	15	4	15	2
20	15	4	15	2
25	18	6	15	2
32	20	7	20	4
40	22	10	20	4
50	25	16	30	4
63	28	22	30	6

注：加热温度为 $240 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.4 加热时间达到工艺要求后，应迅速撤出加热工具，检查连接件加热面熔化的均匀性，不得有损伤，并应迅速用均匀外力使插口端插入承口内，至插入深度标线位置。

5.4.5 在保压冷却期间不得移动连接件或在连接件上施加任何外力。

6 试验、清洗、试运行

6.1 管道压力试验

6.1.1 供热管道应按设计要求进行强度试验和严密性试验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》CJJ 28 的相关规定。

6.1.2 强度试验应在工作管连接完成后、接头外护管连接和接头保温前进行；严密性试验应在管道工程全部完成后进行。

6.1.3 管道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 管道压力试验应符合下列规定：

- 1 管道压力试验的介质宜采用清洁水；
- 2 压力试验时环境温度不宜低于5℃，否则应采取必要的措施使温度达到要求；
- 3 强度试验压力应为1.5倍设计压力，且不得小于0.6MPa；严密性试验压力应为1.25倍设计压力，且不得小于0.6MPa。
检验方法：采暖系统应在试验压力下1h内压力降不大于0.05 MPa，然后降压至工作压力的1.15倍，稳压2h，压力降不大于0.03 MPa，同时各连接处不渗、不漏。
- 4 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；
- 5 试验结束后，应及时排净管道内的积水。

6.2 管道清洗

6.2.1 管道清洗应在压力试验后、管道试运行前进行，清洗前，应编制清洗方案。

6.2.2 管道清洗应符合下列规定：

- 1 管道清洗宜采用清洁水；

2 清洗进水管的截面积不应小于被清洗管截面积的 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；

3 管道清洗宜按主干线——支干线——支线顺序进行，排水时，不得形成负压；

4 清洗前应先将管道充满水，冲洗的水流方向应与设计介质流向一致。

5 管道清洗应连续进行，并应逐渐加大管内流量，管内平均流速不应低于 1m/s；

6 管道清洗过程中应观察排出水的清洁度，当目测排水口的水色和透明度与入水口一致时，清洗合格。

6.3 系统试运行

6.3.1 试运行应在单位工程验收合格，管道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 试运行应有完善、可靠的通讯系统及其他安全保障措施。

6.3.3 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》CJJ 28 的相关规定。

6.3.4 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。

7 工程质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 管道工程的竣工验收,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 附属构筑物结构防水效果;
- 2 防腐和保温;
- 3 竣工资料。

7.1.3 管道工程竣工验收合格后,应签署验收文件,移交工程,应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定,并填写竣工交接书。

7.1.4 在试运行结束后 3 个月内应向产权单位及相关部门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。

7.2 竣工验收资料

7.2.1 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、混凝土浇筑等;

2) 塑料管道熔接记录, 可按本标准附录 B 的格式填写;

3) 焊口编号示意图, 可按本标准附录 C 的格式填写;

4) 热熔对接焊口卷边切除检查记录, 可按本标准附录 D 的格式填写。

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

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。

7.2.2 竣工验收时, 检查项目应包括下列规定:

1 输热能力应达到设计参数, 输热能耗应符合国家标准规定, 管网的水力工况、热力工况应满足末端用户的需求;

2 工程档案资料应符合要求。

附录 A PE-RT II 型供热管道的水力计算

A.0.1 输送介质为 75℃ 及以下水温的 PE-RT II 型供热管道的水力计算，详见表 A.0.1-1、A.0.1-2、A.0.1-3、A.0.1-4。

注：表格中数据以 10℃ 为计算温度。

表 A.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

续表 A.0.1-1

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
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

续表 A.0.1-1

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 A.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_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
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

续表 A.0.1-2

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
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

续表 A.0.1-2

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
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

续表 A.0.1-2

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
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

续表 A.0.1-2

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 A.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		

续表 A.0.1-3

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		
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

续表 A.0.1-3

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
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

续表 A.0.1-3

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
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	234	1.56	71	0.94	24	0.61
46.80	13.00	452	2.04	243	1.59	73	0.96	25	0.62
47.70	13.25	468	2.08	251	1.62	76	0.98	25	0.63
48.60	13.50	485	2.12	260	1.65	78	1.00	26	0.64
49.50	13.75	501	2.16	269	1.68	81	1.02	27	0.65
50.40	14.00	518	2.20	278	1.71	84	1.04	28	0.67
51.30	14.25	536	2.24	288	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

续表 A.0.1-3

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
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

续表 A.0.1-3

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
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

续表 A.0.1-3

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 A.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)					
		$d_n250/204.6$		$d_n315/257.8$		$d_n355/290.6$	
流量		R	V	R	V	R	V
m^3/h	L/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				

续表 A.0.1-4

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				
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

续表 A.0.1-4

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
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

续表 A.0.1-4

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
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
183.60	51.00	103	1.55	34	0.97	16	0.77
187.20	52.00	107	1.58	35	0.99	17	0.78
190.80	53.00	111	1.61	36	1.01	18	0.80
194.40	54.00	115	1.64	37	1.03	19	0.81
198.00	55.00	119	1.67	39	1.05	19	0.83
201.60	56.00	123	1.70	40	1.07	20	0.85
205.20	57.00	127	1.73	41	1.09	20	0.86

续表 A.0.1-4

208.80	58.00	131	1.76	43	1.11	21	0.87
212.40	59.00	135	1.79	44	1.13	22	0.89
216.00	60.00	139	1.82	45	1.15	23	0.90
219.60	61.00	144	1.85	47	1.17	24	0.92
223.20	62.00	148	1.88	48	1.18	24	0.93
226.80	63.00	152	1.91	50	1.20	25	0.95
230.40	64.00	157	1.94	51	1.22	26	0.96
234.00	65.00	161	1.97	53	1.24	26	0.98
237.80	66.00	166	2.00	54	1.26	27	0.99
241.20	67.00	171	2.03	56	1.28	28	1.01
244.80	68.00	176	2.06	57	1.30	29	1.02
248.40	69.00	180	2.09	59	1.32	29	1.04
252.00	70.00	185	2.12	60	1.34	30	1.05
255.60	71.00	190	2.15	62	1.36	31	1.07
259.20	72.00	195	2.18	64	1.38	32	1.08
262.80	73.00	200	2.21	65	1.39	33	1.10
266.40	74.00	205	2.24	67	1.41	33	1.12
270.00	75.00	210	2.27	69	1.43	34	1.14
273.60	76.00	216	2.30	70	1.45	35	1.15
277.20	77.00	221	2.33	72	1.47	36	1.16
280.80	78.00	226	2.36	74	1.49	37	1.17
284.40	79.00	232	2.39	76	1.51	38	1.19
288.00	80.00	237	2.42	77	1.53	39	1.20
291.60	81.00	243	2.45	79	1.55	40	1.22
295.20	82.00	248	2.48	81	1.57	40	1.23
298.80	83.00	254	2.51	83	1.59	41	1.25
302.40	84.00	260	2.55	85	1.60	42	1.26
306.00	85.00	265	2.58	87	1.62	43	1.28
309.60	86.00	271	2.61	88	1.64	44	1.30
313.20	87.00	277	2.64	90	1.66	45	1.30
316.80	88.00	283	2.67	92	1.68	46	1.32
320.40	89.00	289	2.70	94	1.70	47	1.34

续表 A.0.1-4

324.00	90.00	295	2.73	96	1.72	48	1.36
327.60	91.00	301	2.76	98	1.72	49	1.37
331.20	92.00	307	2.79	100	1.76	50	1.39
334.80	93.00	313	2.82	102	1.78	51	1.40
338.40	94.00	320	2.85	104	1.70	52	1.42
342.00	95.00	326	2.88	106	1.81	53	1.43
345.60	96.00	332	2.91	108	1.83	54	1.44
349.20	97.00	339	2.94	111	1.85	55	1.46
352.80	98.00	345	2.97	116	1.87	56	1.47
356.40	99.00	352	3.00	115	1.89	57	1.49
360.00	100.00			117	1.91	58	1.51
367.20	102.00			121	1.95	60	1.54
374.40	104.00			126	1.99	63	1.57
381.60	106.00			130	2.02	65	1.60
388.80	108.00			135	2.06	67	1.63
396.00	110.00			140	2.10	69	1.66
403.20	112.00			144	2.14	72	1.69
410.40	114.00			149	1.28	74	1.72
417.60	116.00			154	2.22	77	1.75
424.80	118.00			159	2.25	79	1.78
432.00	120.00			164	2.29	81	1.81
439.20	122.00			169	2.33	84	1.84
446.40	124.00			174	2.37	87	1.87
453.60	126.00			179	2.41	89	1.90
460.80	128.00			185	2.44	92	1.93
468.00	130.00			190	2.48	94	1.96
475.20	132.00			196	2.52	97	1.99
482.40	134.00			201	2.56	100	2.02
489.60	136.00			207	2.60	103	2.05
496.80	138.00			212	2.64	105	2.08
504.00	140.00			218	2.67	108	2.11
511.20	142.00			224	2.71	111	2.14

续表 A.0.1-4

518.40	144.00			230	2.75	114	2.17
525.60	146.00			236	2.79	117	2.20
532.80	148.00			242	2.83	120	2.23
540.00	150.00			248	2.87	123	2.26
547.20	152.00			254	2.90	126	2.29
554.40	154.00			260	2.94	129	2.32
561.60	156.00			266	2.98	132	2.35
568.80	158.00			273	3.02	135	2.38
576.00	160.00					139	2.41
583.20	162.00					142	2.44
590.40	164.00					145	2.47
597.60	166.00					148	2.50
604.80	168.00					152	2.53
612.00	170.00					155	2.56
619.20	172.00					158	2.59
626.40	174.00					162	2.62
633.60	176.00					165	2.65
640.80	178.00					169	2.68
648.00	180.00					172	2.71
655.20	182.00					176	2.74
662.40	184.00					180	2.77
669.60	186.00					183	2.80
676.80	188.00					187	2.83
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

附录 B 塑料管道熔接记录

工程名称:			工程编号:			施工单位:			施工地点:			编号		
焊口编号	焊工姓名	焊工证号	焊接日期	管径/ 壁厚 (mm)	焊接形式	焊接温度或熔接电压	熔接时间(s)	冷却时间(min)	焊环高度、宽度或插入深度(mm)	溢 出 料 溢 出 情 况	焊接环境			备注
											气温(℃)	风力(级)	晴雨	

附录 C 焊口编号示意图

编号:

焊口 编号																
卷边切 除检查 编号																
管线 长度																

附录 D 热熔对接焊口卷边切除检查记录表

编号:

卷边 切除 检查 编号	卷边 切除 操作 人	检查 时间	焊口切除前检查 情况		卷边实心 圆滑根部 较宽	卷边切除处存在缺陷				背弯实验情况		
			卷边 对称 性	接头对 正性		杂质	气孔	扭 曲	损 坏	开裂	裂缝	接缝处熔 合线
质检员						监理						

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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 《塑料 非泡沫塑料密度的测定 第2部分 密度梯度柱法》
GB/T 1033.2
- 2 《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
- 3 《流体输送用热塑性管材耐内压试验方法》 GB/T 6111
- 4 《热塑性塑料管材纵向回缩率的测定》 GB/T 6671
- 5 《塑料管道系统 用外推法对热塑性塑料管材长期静液压强度的测定》 GB/T18252
- 6 《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
- 7 《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
- 8 《塑料管材和管件聚乙烯电熔组件的挤压剥离试验》 GB/T 19806
- 9 《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/T 19808
- 10 《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
- 11 《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
- 12 《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
- 13 《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
- 14 《城镇供热管网工程施工及验收规范》 CJJ 28
- 15 《城镇供热管网设计规范》 CJJ 34

16 《城镇供热直埋热水管道技术规程》 CJJ/T 81

17 《高密度聚乙烯外护管聚氨酯发泡预制直埋保温塑料复合管》
CJ/T 480

黑龙江省地方标准

耐热聚乙烯 (PE-RT II 型)

低温供热管道工程技术标准

Low temperature heating piping engineering standard for
polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT II)

DB 23/T **—2021**

条文说明

编制说明

根据黑龙江省市场监督管理局《关于印发<2021 年黑龙江省地方标准制修订项目计划>的通知》，由哈尔滨工业大学建筑设计研究院、哈尔滨金凌科技有限公司等单位组织编制《耐热聚乙烯（PE-RT II 型）低温供热管道工程技术标准》。

本标准按照《GB/T1.1-2020 标准化工作导则》要求进行编写，标准内容的依据主要来自《城镇供热管网设计规范》（CJJ34）、《城镇供热直埋热水管道技术规程》（CJJ/T81）以及 PE-RT II 型管道产品国家标准《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》（GB/T28799）等系列标准。

PE-RT II 型管材从材质、施工、性能考察，其能够充分满足我国二次供热管网的应用条件，PE-RT II 型管道在二次供热管网中的应用正契合当前我国的减污降碳，环境保护，绿色发展为方向的产业政策，其将会产生显著的低碳，绿色节能、经济效益、环境效益、社会效益。并且能够改善供热管网的水质，满足供热分户计量仪表和设备对水质的要求，保证计量仪表和设备的计量精度，为供热体制改革和智慧管网的实施，创造了良好的基础条件。

目前该产品的国家标准、行业标准已颁布实施，但在二次供热管网中的应用仍缺乏相应的设计与施工规范，本规范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，并根据黑龙江省气候特点进行调整修改。

本标准编写过程中，编制组进行广泛的调查研究，总结我省供暖工程实施经验，同大专院校科研单位的学者以及设计单位的专家进行了深入的研究讨论，为本次编写提供了有力支撑。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，标准编制组按章、节、条

顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则.....	69
3 材料.....	71
3.1 PE-RT II 型管材及管件.....	71
3.2 PE-RT II 型预制保温管.....	73
4 设计.....	75
4.1 一般规定.....	75
4.2 水力计算.....	76
4.3 管网的布置与敷设.....	76
5 管道安装.....	84
5.1 一般规定.....	84
6 试验、清洗、试运行.....	85
6.1 管道压力试验.....	85

1 总 则

1.0.1 目前供热管网普遍采用传统的钢管，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电化学腐蚀，这种电化学反应随着热媒的温度升高而加剧，因此以钢管作为工作管的管道，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装置的计量精度。自上世纪 80 年代开始，随着小区集中供暖不断增加，供热单位就开始寻求更经济，节能，环保的方法建设新的供热管网，研制了用于小区供热的预制直埋保温塑料管道系统，并在全国大部分地区二次供热管网中应用。PE-RT II 型材料是专门应用于高温流体输送领域的一种新型管道材料。在国内其作为建筑地暖管、冷热水管等领域的应用已取得了行业的认可，在集中供热二次供暖管网中也有了进一步广泛的应用，但是在黑龙江省还没有适合相应的标准规范。从其材质的标准耐热性能抗低温考察，该管道具备替代钢管的潜力。本标准为使工程设计和施工人员掌握其基本物理力学性能、施工安装技术，确保工程质量，在吸收国外先进技术和总结国内应用、施工安装经验的基础上进行编制。

1.0.2 本条是针对集中供热的特点以及 PE-RT II 型管道的特性，规定了本标准的使用范围为工作温度不高于 75℃。现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《压力管道规范 公用管道》GB/T38942-2020 规定，散热器集中供暖系统热水温度宜按 75℃/50℃连续供暖进行设计。为了响应建筑节能的政策，供暖水温还将呈下降趋势。II 型耐热聚乙烯材料为高密度聚乙烯，其软化点通常为 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

计使用寿命应按照相关标准进行折减计算。Ⅱ型耐热聚乙烯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。

1.0.3 本标准应与现行国家规范、行业及地方标准协调。

3 材 料

3.1 PE-RT II 型管材及管件

3.1.1 GB/T28799.2-2012 的适用范围是四个使用条件级别，产品的直径规格一般不超过 $\text{dn}160\text{mm}$ （大多数为 $\text{dn}20\sim\text{dn}75\text{mm}$ ），连接方式多为热熔承插连接，该标准对于 PE-RT II 型的定义是材料性能指标达到 PE-RT II 型预测静液压强度参照曲线上相应数值；但是室外埋地集中供热二次管网的管道的使用压力和温度相对高一些，直径规格一般为 $\text{dn}63\sim\text{dn}355\text{mm}$ （口径大很多），连接方式包括热熔对接连接和电熔承插连接，根据目前成熟的工程经验，从供热安全考虑，为保证管道的生产、连接和安装焊接等应用环节的安全，对集中供热二次管网用 PE-RT II 型管道材料要求更高一些，通过相互关联的技术指标，从不同维度对材料性能进行规定，所以提出表 3.1.1 PE-RT II 型原料的物理力学性能要求。

密度和熔体质量流动速率是聚乙烯材料最基础的两个物理参数，与材料的强度、加工性和焊接性能密切相关，易于监测和监控，可用于现场对材料进行初步的评估。现在 PE-RT II 型管道材料有中密度聚乙烯（MDPE）和高密度聚乙烯（HDPE），中密度聚乙烯密度为 $0.935\sim0.941\text{g/cm}^3$ ，密度大于 0.941g/cm^3 为高密度聚乙烯；如果采用中密度 PE-RT I 型材料进行管道的热熔对接焊接和电熔焊接，会出现熔流过大而产生冷焊和虚焊，影响焊接强度，出现泄露和破坏事故，因此供热用 PE-RT II 型管道的焊接参数和设备都是基于成熟的高密度聚乙烯 PE100 管道材料的，为保证供热安全，根据工程经验，本标准要求供热用 PE-RT II 型管道材料密度应大于等于 0.945g/cm^3 。

熔体流动速率太低不利于生产加工管材和管件制品，现在 PE100 冷水管道材料的熔体流动速率最大为 $0.39\text{g}/10\text{min}$ ，熔体

流动速率太高又会导致生产大口径时出现明显的熔垂效应,导致无法生产大口径管材(例如 dn200 以上),现在 PE-RT I 型管道材料的熔体流动速率最小为 0.9g/10 min(最大可生产 dn110 管道);规定熔体质量流动速率为 0.45~0.85g/10min 的高密度 PE-RT II 型可以生产大口径管材,并有利于区分用于给水、燃气 PE100 型管道材料和用于生产小口径地暖用 PE-RT I 型管道材料混入室外供热二次管网用耐热 PE-RT II 型管道。另外,不同熔体流动速率的材料在一起焊接,要严格控制熔体流动速率的差异不能太大,否则影响焊接强度。

塑料管道材料的破坏机理中,最复杂也是最难以预测和控制的是脆性破坏或脆性破坏和韧性同时存在的混合性破坏,因此也是对于塑料管道材料长期使用寿命影响最大的破坏模式,这是塑料管道材料自身的分子结构特性决定的,依靠材料的耐慢速裂纹增长性能来表征,通过全切口蠕变试验来检测。

耐老化性能在塑料管道原材料的长期静液压曲线上也表现出来,例如曲线没有拐点,即意味着在设计使用寿命期内,不存在脆性破坏,也就大大地提高了安全性,从而保证材料的长期安全使用。国家 GB/T28799.1-2012 里对于建筑内冷热水管规定的热稳定检测要求是在 110℃ 要测试超过 8760 小时,欧洲标准 BRL 5609-2016 对于埋地的集中供热管道系统的要求在 110℃ 要测试超过 15600 小时,本标准采用更高的要求。

按照 GB/T18476,聚乙烯压力管道材料的分级包括 PE63、PE80 和 PE100,目前市场上只有 HDPE、PE100 和 PE-RT II 型材料才能够满足集中供热二次管网的要求,根据聚乙烯燃气管道的焊接经验,PE80 和 PE100 不能互相对接焊接,因此有必要对集中供热用的耐热聚乙烯管道也进行相应的要求和限制,避免误用或者混用。

3.1.2 本表列出了 PE-RT II 型管材、管件的主要物理性能要求。

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。

3.1.3 对于压力管道而言,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。

3.1.4 对于工作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灰色(国际标准 ISO 15494),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 PE-RT II 型塑料供热管,宜为浅灰色。

3.1.6 工作管的壁厚偏差参考《燃气用埋地聚乙烯 (PE) 管道系统 第1部分: 管材》GB15558.1。

3.1.7 3.1.8 3.1.9 电熔管件、插口管件、法兰接头的主要尺寸参考《冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统 第3部分: 管件》GB/T28799.3。

3.2 PE-RT II 型预制保温管

3.2.1 预制保温管的三层结构包括了工作管、保温层和外护管。工作管承担系统的压力和温度,外护管起到保护保温层的作用。工作管与外护管之间的支架主要起到支撑的作用,确保工作管和

外护管的同轴度。

3.2.2 预制保温管外护管的尺寸参考《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/T29047-2012 。

3.2.3 在设计计算的基础上，给出了一个保温层厚度的最小值要求。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.2 PE-RT II 型管道的设计应力依据管网运行条件, 根据国家标准《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991-2003 中 MINER' S 规则 (累计损伤原则) 进行计算。

表 4.1.2 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管使用条件

使用条件	工作温度 T _o ℃	在T _o 下的 时间分布 年	最高工作 温度T _{max} ℃	在T _{max} 下的 时间分布 年	故障温度 T _m ℃	在T _m 下 的时间分 布 h
45℃供暖	20	0.5	60	4.5	70	100
	30	20				
	45	25				
60℃供暖	20	12.5	70	2.5	80	
	40	25				
	60	10				
75℃供暖	20	14	75	1	95	
	50	25				
	60	10				

注 1: 对于 45℃供暖、60℃供暖、75℃供暖使用条件, 按 50 年使用寿命设计;

注 2: T_o 、 T_{max} 和 T_m 值超出本表范围时, 应根据工作管的压力曲线以及 GB/T 18991 的 miner's 规则重新进行核算。

4.1.4 也可以利用公式来核算管道实际能承受的最大压力。例如 S5 系列的管道, 用于 75℃供暖条件, 管道能承受的允许最大工

作压力计算如下：

$$P=\sigma/S=4.02/5=0.80\text{MPa}$$

4.2 水力计算

4.2.1 参照 CJJ34《城镇供热管网设计规范》第 14 章街区供热管道的规定。水力计算的目的是合理确定管网管径和循环泵扬程，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。

4.2.2 参照 CJJ 34《城镇供热管网设计规范》第 14 章街区供热管道的规定。

4.2.3 本条按《建筑给水排水设计规范》GB50015 的规定，其中海澄—威廉系数按规范规定取 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 GBT 50349-2005《建筑给水聚丙烯管道工程技术规范》的附录 B 表 B.0.4 的修正系数。

4.2.4 本条参考了 GBT 50349-2005《建筑给水聚丙烯管道工程技术规范》，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 PE-RT II 型管道的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即可约束管道的位移，无需进行管道补偿，而且管道之间可以通过热熔对接焊接以及电熔管件进行连接，都属于相同材质的本体连接，适合于直埋敷设。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

排水和供暖管道领域已经有很成熟的应用经验。

PE-RT II 型管道工作管在 20℃ 时表现为刚性管，在 75℃ 时表现为柔性管，即工作管在温度高的情况下表现更“柔”，其在外荷载作用下管断面的变形量更大。从这个角度来说，在计算直埋管道的最小环刚度时，应该主要考虑最不利的情况即设计温度 75℃ 时的环刚度。

1 直埋保温塑料管道最小环刚度

环刚度表示管道抵抗环向变形的能力，如果环刚度太小，管材可能发生过大变形或出现压屈失稳破坏。反之，如果环刚度选择得太大，必然造成用材太多，成本过高。所以存在一个满足使用条件的最小环刚度。

1) 管道上的作用荷载

管道上的作用荷载是直埋塑料管道发生变形的主要因素，根据《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 规定，塑料管道埋地后，管道承受的荷载包括永久作用荷载和可变作用荷载。

a) 永久作用荷载

作用在塑料管道顶部的竖向土压力标准值可按式 (4.3.1-1) 计算：

$$q_{sv,k} = \gamma_s (H_s - H_w) + (\gamma' + \gamma_w) H_w \quad (4.3.1-1)$$

式中： $q_{sv,k}$ ——管顶单位面积上的竖向土压力标准值，kN/m²；

γ_s ——回填土的重力密度，可取 18 kN/m³；

γ' ——地下水范围内的覆土重力密度，可取 10 kN/m³；

γ_w ——地下水的重力密度，可取 10 kN/m³；

H_s ——管顶覆土深度，m；

H_w ——管顶以上地下水的深度，m。

b) 可变作用荷载

塑料管道上的可变作用荷载应包括作用在管道上的地面车辆荷载和堆积荷载。车辆荷载与堆积荷载不应同时考虑，应选用荷载效应较大者。车辆荷载与堆积荷载不应同时考虑。

I) 地面车辆荷载

根据《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012（2016 年版），道路路面结构设计应以双轮组单轴载 100 kN 为标准轴载。根据《公路桥涵设计通用规范》JTG D60，车辆荷载标准值取值按表 4.3.1-1。

表 4.3.1-1 车辆荷载的主要技术指标

项目	单位	技术指标
车辆重力标准值	kN	550
前轴重力标准值	kN	30
中轴重力标准值	kN	2×120
后轴重力标准值	kN	2×140
轴距	m	$3+1.4+7+1.4$
轮距	m	1.8
前轮着地宽度和长度	m	0.3×0.2
中、后轮着地宽度和长度	m	0.6×0.2
车辆外形尺寸（长 $\times$ 宽）	m	15×2.5

为了保证直埋塑料管道的安全，车辆荷载取后轴重力标准值 2×140 kN，单个轮组 70 kN，轮胎着地面积 $0.2\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，轮距 1.8m，并且考虑轮压之间压力传播的叠加组合作用。

两个以上单排轮压综合影响传递到管道顶部的竖向压力标准值（见图 4.3.1），可按式（4.3.1-2）计算：

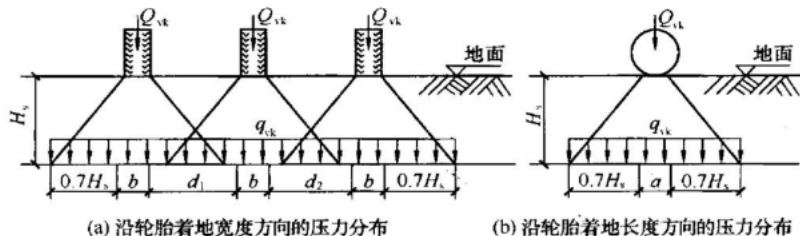


图 4.3.1 地面车辆两个以上单排轮压综合影响的传递分布

$$q_{vk} = \frac{n\mu_d Q_k}{(a+1.4H_s)(nb+\sum_{i=1}^{n-1}d_i+1.4H_s)} \quad (4.3.1-2)$$

式中： q_{vk} ——地面车辆荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准， kN/m^2 ；

μ_d ——车辆荷载的动力系数，可按表 7 取值；

Q_k ——车辆的单个轮压标准值， kN ；

a ——单个车轮着地长度， m ；

b ——单个车轮着地宽度， m ；

n ——轮压数量；

d_j ——相邻两个轮压间的净距， m 。

表 4.1.1-2 动力系数 μ_d

覆土厚度 (m)	≤ 0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	≥ 0.70
动力系数 μ_d	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

II) 地面堆积荷载

地面堆积荷载标准值按 10kN/m^2 计算。当车辆荷载标准值小于 10kN/m^2 ，堆积荷载超过车辆荷载的影响，此时可以忽略车辆荷载的作用，只考虑堆积荷载。

c) 管道上的总作用荷载

对于永久作用荷载，应采用标准值；对于可变作用荷载，应采用可变作用标准值乘以作用的准永久值系数。所以，管道上的总作用荷载按按式 (4.3.1-3) 计算：

$$q_z = q_{sv,k} + \psi_q q_{vk} \quad (4.3.1-3)$$

式中： q_z ——管道上的总作用荷载， kN/m^2 。

从公式 (4.3.1-1)、(4.3.1-2) 和 (4.3.1-3) 可以看出，管道上的作用荷载与管径无关。

2) 参照《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ143-2010，直埋保温塑料管道在外压作用下，其竖向直径的变形量按下式计

算:

$$w_{d,\max} = D_L \frac{K_d(q_{sv,k} + \psi_q q_{vk})D_1}{8S_p + 0.061E_d} \quad (4.3.1-4)$$

式中: $w_{d,\max}$ ——管道在组合作用下的最大竖向变形量 (mm);

K_d ——管道变形系数, 应根据管道的敷设基础计算中心角, 45° 时取 0.105;

$q_{sv,k}$ ——管顶单位面积上的竖向土压力标准值 (kN/m^2);

q_{vk} ——地面车辆荷载或堆积荷载传至管顶单位面积上的竖向压力标准 (kN/m^2);

D_L ——变形滞后效应系数, 可根据管道胸腔回填密实度 1.2~1.5;

ψ_q ——可变荷载准永久值系数, 取 0.5;

S_p ——管材环刚度 (kN/m^2);

E_d ——管侧土的综合变形模量 (kN/m^2);

D_1 ——管道外径 (mm)。

3) 管道竖向直径变形率按下式计算:

$$\varepsilon = \frac{w_{d,\max}}{D_1} \times 100\% \quad (4.3.1-5)$$

式中: ε ——管道竖向直径变形率 (%)。

管道竖向直径变形率不应大于管道允许变形率 $[\varepsilon]=3\%$ 。

表 4.3.1-3 不同覆土深度时直埋保温塑料工作管道最小环刚度值

项 目	管顶覆土深度 H_s (m)							
	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6

续表 4.3.1-3

最大竖向变形率 ε (%)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
变形滞后效应系数 D_L	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
管道变形系数 K_d	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5
土壤静荷载 $q_{sv,k}$ (kN/m^2)	36	32.4	28.8	25.2	21.6	18	14.4	10.8
动力系数 μ_d	1	1	1	1	1	1	1	1.05
车辆荷载 q_{vk} (kN/m^2)	8.05	9.32	10.9 5	13.0 7	15.9 1	19.8 9	25.7 4	36.8 1
堆积荷载 q_{vk} (kN/m^2)	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0
可变作用荷载 q_{vk} (kN/m^2)	10.0 0	10.0 0	10.9 5	13.0 7	15.9 1	19.8 9	25.7 4	36.8 1
管侧土的综合变形模量 E_d (kN/m^2)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
设计工况管材最小环刚度 $S_{p,min75^\circ\text{C}}$ (kN/m^2)	9.86	7.66	5.74	4.19	2.85	1.87	1.45	2.64
实验工况管材最小环刚度 $S_{p,min23^\circ\text{C}}$ (kN/m^2)	36.7 6	28.5 4	21.4 1	15.6 1	10.6 3	6.95	5.42	9.83

直埋保温塑料管道管径为 $\text{dn}20\sim\text{dn}355$ ，应用在二级供管网，管顶埋深一般不会超过 2m，同时建议管顶覆土深度尽量控制在 0.6m~1.8m 范围内，由表 4.3.1-3 可知其实验工况下的最小环刚度 $S_{p,min} 23^\circ\text{C}$ 在 $5.42 \text{ kN/m}^2\sim 28.54 \text{ kN/m}^2$ 。所以，当 PE-RT II

型管道实验工况下的最小环刚度不小于 28.54 kN/m^2 时, 可满足管顶覆土深度 $0.6 \sim 1.8\text{m}$ 范围内的变形要求。

2 管道的竖向变形率

根据某企业提供的 PE-RT II 型管材 S5/dn315 的检测报告, 其环向刚度为 115 kN/m^2 。其在不同覆土深度时的竖向变形率见表 4.3.1-4。

表 4.3.1-4 塑料管道不同覆土深度时的竖向变形率

项 目	管顶覆土深度 H_s (m)							
	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6
最大竖向变形率 ε (%)	1.63	1.49	1.37	1.26	1.18	1.11	1.09	1.16
最大竖向变形量 $W_{d,\max}$ (mm)	5.15	4.70	4.30	3.98	3.71	3.51	3.42	3.67
变形滞后效应系数 D_L	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
管道变形系数 K_d	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5	0.10 5
土壤静荷载 $q_{sv,k}$ (kN/m^2)	36	32.4	28.8	25.2	21.6	18	14.4	10.8
动力系数 μ_d	1	1	1	1	1	1	1	1.1
车辆荷载 q_{vk} (kN/m^2)	8.05	9.32	10.9 5	13.0 7	15.9 1	19.8 9	25.7 4	36.8 1
堆积荷载 q_{vk} (kN/m^2)	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0	10.0 0
可变作用荷载 q_{vk} (kN/m^2)	10.0 0	10.0 0	10.9 5	13.0 7	15.9 1	19.8 9	25.7 4	36.8 1
可变荷载的准永久值系数 ψ_q	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

续表4.3.1-4

管侧土的综合变形模量 E_d (kN/m^2)	200 0	200 0	200 0	200 0	200 0	200 0	200 0	200 0
设计工况环刚度 $Sp_{.75^\circ\text{C}}$ (kN/m^2)	30.8 5	30.8 5	30.8 5	30.8 5	30.8 5	30.8 5	30.8 5	30.8 5
实验工况管材最小环刚度 $Sp_{.23^\circ\text{C}}$ (kN/m^2)	115	115	115	115	115	115	115	115

从表4.3.1-4可以看出，管道在不同管顶覆土时的最大竖向变形率在1.09%~2.45%，均未超过允许竖向变形率3%。

4.3.4 应用于地上敷设时，要考虑管道的支撑间距。本条参考《工业常用塑料管道设计手册》。

4.3.6 本条引自 CJJ/T98-2014《建筑给水塑料管道工程技术规程》以及上海市地方标准 DG/TJ08-309-2005《建筑给水塑料管道工程技术规程》。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》PPI TR-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。本标准给出了 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相对安全的。不同温度下的弹性模量基本符合线性关系，中间温度条件下的模量可以采用内插法进行计算。

5 管道安装

5.1 一般规定

5.1.1-5.3.3 本标准中的热熔对接连接、电熔连接内容为参考《聚乙烯燃气管道工程技术规程》CJJ 63-2018，仅对热熔对接温度进行了调整，主要是由于在检测 and 实际使用中发现 PE-RT II 型材料在熔接时需要的热量要略高于 PE 燃气管材，为保证熔接的可靠性，缩小了熔接温度范围。

6 试验、清洗、试运行

6.1 管道压力试验

6.1.1 压力试验按照现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定执行。

6.1.3 试验时带压处理管道和设备的缺陷是非常危险的，容易造成事故。