

陕西省工程建设标准
热力用预制直埋球墨铸铁管道
应用技术规程

Technical specification for application of prefabricated
directly buried ductile iron pipes for thermal

DBJ 61/T 187-2021

主编部门：陕西省住房和城乡建设厅

批准部门：陕西省住房和城乡建设厅

陕西省市场监督管理局

实施日期：2021年04月20日

中国建材工业出版社

2021 北京

本标准的版权受到法律保护，未经著作权人书面许可，任何人不得以任何方式或方法复制抄袭本标准的任何内容，违者承担全部法律责任。

热力用预制直埋球墨铸铁管道 应用技术规程

Technical specification for application of prefabricated
directly buried ductile iron pipes for thermal

DBJ 61/T 187—2021

*

批准部门：陕西省住房和城乡建设厅

组织编制：陕西省建设标准设计站

地址：西安市金花北路 32 号 邮政编码：710032

电话：029—83235169

*

出版发行：中国建材工业出版社

地址：北京市海淀区三里河路 1 号

邮政编码：100044

印刷：陕西锦绣印务有限责任公司

开本：889mm×1194mm 1/32 印张：3.0 字数：60 千字

版次：2021 年 4 月第 1 版 印次：2021 年 4 月第 1 次印刷

*

统一书号：155160·2548

定价：30.00 元

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可与陕西省建设标准设计站联系退换 029—83235169

陕西省住房和城乡建设厅 文件
陕西省市场监督管理局

陕建标发〔2021〕1002号

关于批准发布《装配整体式叠合混凝土结构
技术规程》等 7 项陕西省工程建设标准
的通知

陕西省住房和城乡建设厅、陕西省市场监督管理局批准发布《装配整体式叠合混凝土结构技术规程》等 7 项标准为陕西省工程建设地方标准,2021 年 3 月 12 日发布,2021 年 4 月 20 日实施,现予以公布(见附件)。

特此通告。

附件:批准发布的 7 项陕西省工程建设地方标准目录

陕西省住房和城乡建设厅
陕西省市场监督管理局

2021 年 3 月 12 日

附件：

批准发布的 7 项陕西省工程建设地方标准目录

序号	标准名称	主编单位	标准编号	条文解释单位	备注
1	装配整体式叠合混凝土结构技术规程	三一筑工科技有限公司,中国建设西北设计研究院有限公司,西安建筑科技大学	DBJ 61/T 183 - 2021	三一筑工科技有限公司	
2	房屋建筑与市政基础设施工程专业人员配备标准	陕西省建设教育与城市建设档案管理中心,陕西建工控股集团有限公司,陕西省建筑劳动研究会	DBJ 61/T 179 - 2021	陕西建工控股集团有限公司	
3	绿色建筑工程验收标准	西安市绿色建筑科学技术研究会,中国建筑西北设计研究院有限公司	DBJ 61/T 184 - 2021	西安市绿色建筑科学技术研究会	
4	高延性混凝土应用技术规程	西安建筑科技大学,西安五和土木工程新材料有限公司	DBJ 61/T 112 - 2021	西安建筑科技大学	原标准《高延性混凝土应用技术规程》DBJ 61/T 112 - 2016, 自 2021 年 4 月 20 日废止
5	污水源热泵系统应用技术规程	中国建筑西北设计研究院有限公司、西安水务集团新能源有限公司	DBJ 61/T 185 - 2021	中国建筑西北设计研究院有限公司	
6	二次供水工程技术规程	中国建筑西北设计研究院有限公司、长安大学	DBJ 61/T 186 - 2021	中国建筑西北设计研究院有限公司、长安大学	
7	热力用预制直埋球墨铸铁管道应用技术规程	西安市政设计研究院有限公司,新兴铸管股份有限公司	DBJ 61/T 187 - 2021	西安市政设计研究院有限公司,新兴铸管股份有限公司	

前　言

本规程根据“陕西省住房和城乡建设厅关于下达 2020 年度工程建设标准制修订计划的通知”(陕建标发〔2020〕4号)文件,经广泛调查研究,总结实践经验,并参考国内相关标准,在广泛征求意见的基础上,结合陕西省实际,编制了本规程。

本规程共分 9 章,主要内容包括:1. 总则;2. 术语与符号;3. 基本规定;4. 材料;5. 管道布置与敷设;6. 固定墩设计;7. 管道安装;8. 试验与验收;9. 维护与检修。

本规程由陕西省住房和城乡建设厅归口管理,陕西省建设标准设计站负责出版,西安市政设计研究院有限公司和新兴铸管股份有限公司负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见和建议,请反馈给西安市政设计研究院有限公司(地址:陕西省西安市朱雀大街 100 号,邮编:710068,电话:029-88422024,邮箱:tree0818@163.com)。

本规程主编单位:西安市政设计研究院有限公司
新兴铸管股份有限公司

本规程参编单位:中国建筑西北设计研究院有限公司

燕山大学

宝鸡市热力有限责任公司

西安市热力集团有限责任公司

西安瑞行城市热力发展集团有限公司

西安高新区热力有限公司

咸阳市热力公司

咸阳市北区集中供热有限公司

咸阳市西区集中供热有限公司
西安沣东华能热力有限公司
西安全市长安区新区热力有限公司
西安新港分布式能源有限公司
陕西煤业新型能源科技股份有限公司
渭南市热力总公司有限公司
河北友联橡胶制品有限公司

本规程主要起草人:张莉娟 王社平 卢治行 同志江

张立 万光华 李健峰 惠荷
王道群 王嵩 时文博 马懿峰
尹留成 王娟芳 程卫夏 李军利
王军 雷万宁 张效智 黄涛
梁军旗 周立新 朱士澍 陈云峰
刘新成 刘汉权 康辉 牛天宇
张伟 陈千皎 扈晓明 刘宜运
高勇 罗丁 曹宏麟 胡建文
卢刚 张瑜 韩克贤 余选平
赵雪梅 杜立哲 侯小平 王诚才
赵海湖 刘军委 李春 贾立夫
王长庆 赵志诚 尹海涛 董啸
赵堃 冀嘉浩 苏风森 刘平
本规程主要审查人:张明生 季伟 陈效锋 骆政园
任普亮 姜正明 秦康盛

目 次

1 总则	1
2 术语与符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	7
4 材料	9
4.1 一般规定	9
4.2 工作管	9
4.3 保温层与外护管	12
4.4 连接管件	14
5 管道布置与敷设	17
5.1 管道布置	17
5.2 管道敷设	18
5.3 管道附件与设施	18
5.4 管道应力验算	19
5.5 管道热伸长计算	23
5.6 保温计算	24
6 固定墩设计	26
6.1 一般规定	26
6.2 管道对固定墩的作用力	26
6.3 回填土对固定墩的作用力	26

6.4 固定墩结构	28
7 管道安装	31
7.1 一般规定	31
7.2 沟槽施工	32
7.3 管道安装	33
7.4 管道连接	34
7.5 回填	35
8 试验与验收	36
8.1 管道试验	36
8.2 管道清洗	37
8.3 试运行	38
8.4 验收	39
9 维护与检修	40
附录 A K 级球墨铸铁管壁厚和工作压力	42
附录 B 固定墩、固定支架承受的推力计算	44
附录 C 陕西省主要城市地温月平均值	46
附录 D 管道接口安装方法和要求	47
本规程用词说明	50
引用标准名录	51
条文说明	53

Content

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	General Requests	7
4	Materials	9
4.1	General Requirements	9
4.2	Carrier pipe	9
4.3	Insulation layer and external protection pipe	12
4.4	Fittings for Connection	14
5	Arrangement and Installation of Pipes	17
5.1	Arrangement of Pipes	17
5.2	Installation of Pipes	18
5.3	Accessories and facilities of Pipes	18
5.4	Stress Checking of Pipes	19
5.5	Calcuation of Thermal Expansion	23
5.6	Insulation Calcuation	24
6	Design of Fixing Support	26
6.1	General Requirements	26
6.2	Action from Pipeline	26
6.3	Action from Soil	26
6.4	Fixing Support Structure	28
7	Installaion of Pipes	31

7.1	General Requirements	31
7.2	Trench Construction	32
7.3	Installaion of Pipes	33
7.4	Connection of Pipes	34
7.5	Backfill	35
8	Test and Acceptance	36
8.1	Site Testing of Pipes	36
8.2	Cleaning of Pipes	37
8.3	Trial Operation	38
8.4	Acceptance	39
9	Maintenance and Overhaul	40
Appendix A	K – class Wall Thickness and PFA	42
Appendix B	Stress Calculation of Fixing Support	44
Appendix C	Average Soil Temperature of Cities in Shaanxi and Nearbys	46
Appendix D	Installation method and Requirements of Pipes	47
	Explanation of Wording in This Code	50
	List of Quoted Standards	51
	Explanation of Provisions	53

1 总 则

1.0.1 为规范热力用预制直埋球墨铸铁管道的材料、设计、安装、试验、验收及维护与检修,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建的设计温度(长期运行温度)不高于120℃,偶然峰值温度不高于130℃,设计压力小于或等于2.5MPa,管道公称直径DN100至DN1600的城镇供热直埋热水管道的设计、施工、验收、试运行和维护检修。

1.0.3 在地震、湿陷性黄土、膨胀土等地区,热力用预制直埋球墨铸铁管道设计除应符合本规程外,尚应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025 和《膨胀土地区建筑技术规范》GB 50112 的规定。

1.0.4 热力用预制直埋球墨铸铁管道设计除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道 Prefabricated directly buried ductile iron pipes for heating

由球墨铸铁管、硬质聚氨酯泡沫等材料形成的保温层和高密度聚乙烯外护管在工厂预制而成的管道。

2.1.2 柔性接口 flexible joint

可提供角度偏转或轴向位移的接口,一般由插口、承口和密封胶圈组成。

2.1.3 一次应力 primary stress

外荷载引起的满足管道基本平衡条件的法向应力和剪应力。

2.1.4 单位长度摩擦力 friction of unit lengthwise pipeline

热力用预制直埋球墨铸铁管道与土壤沿管道轴线方向单位长度的摩擦力。

2.1.5 盲板力 blind plate force

流体在管道改变走向时和过水断面积发生变化时对管道内壁产生的内压推力。

2.1.6 驻点 stagnation point

两端为活动端的直线管段,当管道温度变化且全线管道产生朝向两端或背向两端的热位移,管道上位移为零的点。

2.1.7 主动土压力 active earth pressure

固定墩在墩后填土作用下向前发生移动,致使墩后填土的应力达到极限平衡状态时,填土施于固定墩上的土压力。

2.1.8 被动土压力 passive earth pressure

固定墩在某种外力作用下向后发生移动而推挤填土,致使填土的应力达到极限平衡状态时,填土施于固定墩上的土压力。

2.1.9 安全保温层厚度 thickness of safety insulation layer

管道满足外护管表面温度小于50℃安全条件下的最小保温层厚度。

2.1.10 经济保温层厚度 economic insulation layer thickness

管道年散热损失费用与保温工程投资年分摊费用之和最小值时对应的保温层厚度。

2.2 符号

a —— 沟槽底宽度;

c —— 安装工作宽度;

s —— 两管道之间的净距;

e_{nom} —— 公称壁厚;

e_a —— 工作管有效厚度;

DN —— 公称直径;

DE —— 插口外径;

D_c —— 外护管外径;

D_o —— 工作管内径;

D_w —— 工作管外径;

D_i —— 保温层外径;

E_{pe} —— 外护管壁厚;

K —— 壁厚级别系数;

PFA —— 允许工作压力;

PMA —— 最大允许工作压力;

PEA —— 现场允许试验压力；
 P_c —— 管道计算压力；
 SF —— 安全系数；
 F —— 管道与土壤之间的单位长度摩擦力；
 F_{f1} —— 水平向支墩滑动平面上摩擦力；
 F_{f2} —— 垂直向上弯管固定墩滑动平面上摩擦力；
 F_{f3} —— 垂直向下弯管固定墩滑动平面上摩擦力；
 μ —— 摩擦系数；
 μ_b —— 回填土与固定墩之间的摩擦系数；
 μ_d —— 动力系数；
 σ_v —— 管道中心线处土壤应力；
 G_p —— 包括介质在内的球墨铸铁热力管单位长度自重；
 ρ_{sw} —— 地下水位线以下的土壤有效密度；
 K_0 —— 土壤静压力系数；
 φ —— 回填土内摩擦角；
 H —— 管道中心线覆土深度；
 H_w —— 地下水位线深度；
 H_s —— 管顶至设计地面的覆土深度；
 H_1 —— 管道当量覆土深度；
 H_2 —— 自车行地面至管顶的深度；
 B_c —— 管顶的外缘宽度；
 $[\sigma]$ —— 球墨铸铁的许用应力；
 σ_b —— 球墨铸铁的最小抗拉强度；
 σ_s —— 球墨铸铁的最小屈服极限；
 σ_t —— 管道内压引起的环向应力；
 σ_{cr} —— 临界屈曲应力；
 E —— 工作管弹性模量；

- ΔX —— 工作管径向最大变形量；
 J —— 球墨铸铁管变形滞后系数；
 K_a —— 基座系数；
 W_t —— 管顶单位长度上总垂直荷载；
 E' —— 回填土变形模量；
 I_p —— 球墨铸铁工作管直管段横截面的惯性矩；
 r —— 工作管平均半径；
 F_{sv} —— 管顶单位长度上垂直土荷载；
 q_{sv} —— 管顶单位长度上竖向车辆荷载；
 Δl —— 管段的热伸长量；
 α —— 球墨铸铁的线膨胀系数；
 t_o —— 管道计算安装温度；
 t_1 —— 管道工作循环最高温度；
 t_s —— 供水温度；
 t_r —— 回水温度；
 t_e —— 管道中心线的环境温度；
 t_{ws} —— 供水管保温层外表面温度；
 t_{wr} —— 回水管保温层外表面温度；
 l —— 设计的管段长度；
 E_a —— 固定墩迎推力侧的主动土压力；
 E_p —— 固定墩抗推力侧的被动土压力；
 T —— 内压引起的轴向推力；
 T' —— 固定墩推力合力；
 T'_p —— 管道对固定墩水平分力；
 T'_s —— 管道对固定墩垂直向上分力；
 T'_x —— 管道对固定墩垂直向下分力；
 L_f —— 固定墩长度；

Z_1 ——固定墩顶面至地面的距离；

Z_2 ——固定墩底面至地面的距离；

G_b ——固定墩自重；

W_b ——固定墩顶部覆土重量；

K_s ——固定墩抗滑稳定性抗力系数；

K_f ——垂直向稳定性抗力系数；

A_b ——固定墩底面积；

f_a ——修正后的地基承载力特征值；

陕西省地热协会
www.Sxsdrxh.com

3 基本规定

- 3.0.1** 热力用预制直埋球墨铸铁管道应在工厂内预制而成。
- 3.0.2** 热力用预制直埋球墨铸铁管道保温层设计,除应符合本规程的规定外,尚应符合现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272、《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 和《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 的有关规定。
- 3.0.3** 热力用预制直埋球墨铸铁管道系统的布置应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 的有关规定。球墨铸铁热力管道系统的承插接口应满足管道热胀冷缩使用要求。
- 3.0.4** 热力用预制直埋球墨铸铁管道系统应计算一次应力和盲板力。
- 3.0.5** 设计使用年限内,热力用预制直埋球墨铸铁管道的保温结构不应损坏,最小轴向剪切强度不应小于 0.08 MPa 。热力用预制直埋球墨铸铁管道外护管温度在设计工况运行时应低于 50°C 。
- 3.0.6** 热力用预制直埋球墨铸铁管道系统和主要构筑物的设计使用年限在工作压力不大于 2.5 MPa ,工作温度小于或等于 115°C 的连续运行温度下不小于 50 年;在工作压力不大于 2.5 MPa ,工作温度在 $116 \sim 120^\circ\text{C}$ 的连续运行温度下不小于 30 年。
- 3.0.7** 热力用预制直埋球墨铸铁管道系统安装完成后应进行清洗和功能性试验。

3.0.8 热力用预制直埋球墨铸铁管道系统功能性试验应采用严密性试验,试验应符合设计要求,并满足现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定。

陕西省地热协会
www.Sxsdrxh.com

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 热力用预制直埋球墨铸铁管,包括工作管、保温层和外护管,宜包括报警线。当设计有需求时,还包括支架。

4.1.2 热力用预制直埋球墨铸铁管的管端垂直度、挤压变形及划痕、外护管增大率、轴线偏心距、预期寿命和长期耐温性、抗冲击、蠕变性能等性能和质量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/T 29047 的相关规定。

4.1.3 接口处无保温层的预留长度宜等于球墨铸铁管的承口深度 + 50mm。

4.2 工作管

4.2.1 热力用预制直埋球墨铸铁管的工作管应为球墨铸铁管(包括管件),球墨铸铁管(包括管件)应符合以下规定:

1 球墨铸铁管、管件性能应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 规定的要求。球墨铸铁管、管件口径为 DN100 到 DN1600。

2 球墨铸铁管、管件应按照现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的规定进行防腐处理、水压试验、厚度和尺寸检验、力学试验等,满足要求后方可进行保温,保温前不再对球墨铸铁管外表面进行抛丸处理。

3 球墨铸铁管应按照现行国家标准《球墨铸铁管外表面锌涂层第1部分:带终饰层的金属锌涂层》GB/T 17456.1的规定进行防腐处理。球墨铸铁管宜无内衬,其内壁当量粗糙度不应大于相同条件下的钢管内壁当量粗糙度。球墨铸铁管件应按现行国家标准《球墨铸铁管外表面锌涂层第2部分:带终饰层的富锌涂料涂层》GB/T 17456.2的相关规定进行防腐处理,管件宜无内衬。

4.2.2 球墨铸铁管、管件的壁厚、压力等级和尺寸应符合下列规定:

1 球墨铸铁管应依据壁厚等级进行分级,壁厚等级可为K9、K10、K11、K12;管件应依据壁厚等级进行分级,壁厚等级应为K12。附录A给出了球墨铸铁管K9、K10等常用壁厚等级的最大允许工作压力。

2 球墨铸铁管、管件尺寸应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295的相关规定。

3 带有承口的球墨铸铁管件的允许工作压力不小于相同口径球墨铸铁管的最大允许工作压力,带有法兰接口的球墨铸铁管件的允许工作压力不小于法兰的PN值。

4.2.3 球墨铸铁管、管件材料力学性能应符合下列规定:

1 球墨铸铁管、管件的拉伸性能,应符合表4.2.3的规定。

2 离心球墨铸铁管的布氏硬度不应超过230HBW,非离心球墨铸铁管、管件的布氏硬度不应超过250HBW。

3 球墨铸铁管径向刚度和径向变形应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295的相关规定。

表 4.2.3 球墨铸铁管、管件的拉伸性能

铸件类型	最小抗拉强度(MPa)	最小断后伸长率(%)	
	DN100 ~ 1600	DN100 ~ 1000	DN1100 ~ 1600
离心铸造管	420	10	7
非离心铸造管、管件、附件	420	5	5

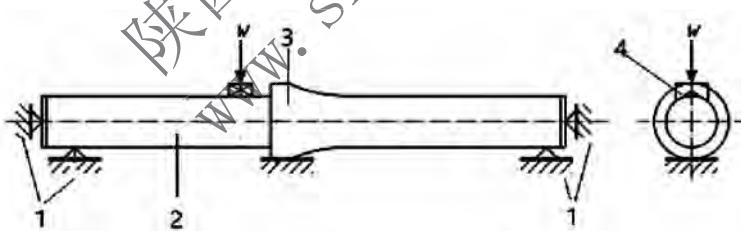
根据供需双方的协议,可检验屈服强度的值。其中,
当 DN100 ~ 1000, 断后伸长率 $\geq 12\%$ 时, 允许允许屈服强度 $\geq 270 \text{ MPa}$; 或
当 DN $>$ DN1000, 断后伸长率 $\geq 10\%$ 时, 允许允许屈服强度 $\geq 270 \text{ MPa}$ 。
其它情况下允许屈服强度 $\geq 300 \text{ MPa}$ 。
公称直径 DN100 ~ 1000 壁厚分级的离心铸造管壁厚级别超过 K12 时, 最小断后延伸率为 7%。

4.2.4 球墨铸铁管、管件接口应符合下列规定:

- 1 球墨铸铁管、管件的接口型式宜为滑入式柔性接口和机械式柔性接口。必要时管件可采用法兰接口,并保持另一端为承口或者插口等自由端形式。
- 2 柔性接口应能吸收单根球墨铸铁管在供暖条件下的膨胀量,并保持接口密封性能。
- 3 柔性接口密封性能应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的规定,且满足供暖温度条件下的密封要求。
- 4 柔性接口用密封胶圈,应符合现行国家标准《橡胶密封件给排水管道用接口密封圈材料规范》GB 21873 规定的要求,在热力工况使用条件下应满足 3.0.6 条规定。
- 5 柔性接口应进行下列热水条件下的型式试验,对接口密封性进行检查:
 - 1) 热水条件下的型式试验,应保持水温在试验过程中不低

于 130℃。

- 2) 试验应在由两段管的组装的接口进行, 每段管至少长 1m。试验装置应能在接口处于平直状态、偏转状态和承受剪切荷载状态下提供合适的端部约束。
- 3) 试验组件应配备精度级别 2.5 级以上的压力表。
- 4) 剪切荷载 W 通过 120°V 型垫块施加于插口,V 型垫块大约位于自承口面起 0.5 倍的公称直径 DN (mm) 或者 200mm 处, 垫块位置取两者最大值。承口应压在平面支架上。热水条件内部压力下接口密封试验如图 4.2.4 所示。
- 5) 试验接口应使得连接部件形成最大设计径向间隙。试验压力为 2.5MPa, 在 ± 0.05 MPa 范围内波动, 保持 2h, 接口在下列两种情况下不应有可见渗漏:
 - a) 接口平直和承受剪切: 剪切力的值(牛顿,N)应不小于 30 倍的公称直径 DN;
 - b) 接口偏转: 试验偏转角度, 应不小于 2°。



1—端部约束装置;2—平直管段;3—接口;4—V型垫块

图 4.2.4 热水条件下压力下接口密封试验

4.3 保温层与外护管

- 4.3.1** 热力用预制直埋球墨铸铁管的保温层宜采用硬质聚氨酯
12

泡沫塑料材质,保温层的材料性能及厚度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/T 29047 和《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611 的相关规定。

4.3.2 外护管应采用高密度聚乙烯材质,原材料性能及外护管管材性能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/T 29047 和《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611 的相关规定。

4.3.3 外护管回用料使用比例不应超过 15% (质量分数),回用料应是制造商本厂管道生产过程中产生的干净、未降解的材料。

4.3.4 外护管内表面应电晕处理,内表面环向长度 75% 范围内的表面张力系数应大于 50dyn/cm。

4.3.5 外护管的外径和壁厚应符合下列规定:

- 1** 外护管外径和壁厚应符合表4.3.5 的规定。
- 2** 发泡前外护管外径公差、外护管厚度公差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/T 29047 和《硬质聚氨酯喷涂聚乙烯缠绕预制直埋保温管》GB/T 34611 的相关规定。

表 4.3.5 外护管外径和最小壁厚(mm)

公称直径(DN)	外径(Dc)	外护管最小壁厚(Epe)
100	200	3.2
125	225	3.5
150	260	3.9
200	320	4.9
250	375	6.3

续表 4.3.5 外护管外径和最小壁厚(mm)

公称直径(DN)	外径(Dc)	外护管最小壁厚(Epe)
300	428	7.0
350	500	7.8
400	550	8.8
450	600	8.8
500	655	9.8
600	765	11.5
700	870	12.0
800	975	14.0
900	1080	14.0
1000	1188	14.0
1100	1300	15.0
1200	1410	15.0
1400	1630	16.0
1600	1920	20.0

注:外径和壁厚允许公差,应执行相关国家标准。

4.4 连接管件

4.4.1 热力用预制直埋球墨铸铁管连接管件应符合下列规定:

1 管件包括弯头、三通、承套、渐缩管等,宜为球墨铸铁材质,采用整体浇铸而成。管件也可使用钢制材料,其性能应满足相关国家标准规定的要求。管道跨越连接可采用钢制的刚性连

接管件连接,钢制的刚性连接管件性能应满足相关国家标准要求。

2 管件的壁厚、材料性能、接口、防腐、标识等性能应符合本标准4.2.1的规定。

3 当管件需要埋入混凝土固定墩进行固定时,其外部不做保温。

4.4.2 接口

1 球墨铸铁管件接口应为滑入式柔性接口、机械柔性接口,可使用法兰管件,包括:盘承、盘承、盲板法兰盘等,法兰盘应符合现行国家标准《整体铸铁法兰》GB/T 17241.6的相关规定。

4.4.3 弯头

1 弯头角度包括 $90^\circ(1/4)$ 、 $45^\circ(1/8)$ 、 $30^\circ(1/16)$ 和 $15^\circ(1/32)$ 。

2 弯头的接口型式宜包括:

- 1) 双承口接口
- 2) 承插接口

3 弯头的尺寸、允许工作压力、力学性能应符本标准4.2条相关规定。

4.4.4 三通

1 三通的类型包括全承三通、承插单支承三通。必要时,也可使用双承单支盘三通、承插单支盘三通。

2 三通的接口型式宜包括:

- 1) 承口
- 2) 插口
- 3) 法兰盘

3 三通的尺寸应符合下列规定:

1) 插口尺寸、有效长度应符合现行国家标准《水及燃气用

球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的规定。

2) 法兰盘尺寸应符合现行国家标准《整体铸铁法兰》GB/T 17241.6 标准的相关规定。

4.4.5 承套和渐缩

1 承套分为滑入式柔性接口承套和机械柔性接口承套。其材料性能、接口、防腐等应符合本标准 4.2 规定的要求。

2 承套承口尺寸应满足供应商提供的数值和允许偏差。有效长度应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的相关规定。

3 渐缩分为双承渐缩和承插渐缩。其材料性能、接口、防腐等应符合本规程 4.2 规定的要求。

4 渐缩承套承口尺寸应符合供应商提供的数值和允许偏差。插口尺寸和有效长度应符合现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的有关规定。

5 承套和渐缩的工作压力应不小于主管道工作压力要求。

5 管道布置与敷设

5.1 管道布置

5.1.1 管道的布置应符合《城市工程管线综合规划规范》GB 50289 以及现行行业标准《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。

5.1.2 热力用预制直埋球墨铸铁管道的最小覆土深度应符合表 5.1.2 的规定以及《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 的相关规定，并满足稳定性计算的要求。

表 5.1.2 热力用预制直埋球墨铸铁管道最小覆土深度

管道公称直径 (mm)	最小覆土深度 (m)	
	机动车道	非机动车道
≤125	0.8	0.7
150~300	1.0	0.7
350~500	1.2	0.9
600~700	1.3	1.0
800~1000	1.3	1.1
1100~1600	1.3	1.2

5.1.3 热力用预制直埋球墨铸铁管道在河底直埋敷设时，应远离浅滩、锚地，并选择较平顺稳定的河段布置，管道埋设深度应按不妨碍河道整治和保证管道安全的原则确定，并进行抗浮计算，管道布置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。

5.2 管道敷设

5.2.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道的敷设坡度不宜小于0.002,进入建筑物的管道宜坡向干管,管道的高点应安装放气装置,管道的低点应安装放水装置。

5.2.2 球墨铸铁管道连接允许一定的偏转角,详见表5.2.2。

表5.2.2 球墨铸铁管道连接允许的偏转角

管道公称直径(mm)	设计允许偏转角度	安装允许偏转角度
80~300	3°	1°30'
350~600	2°	1°
700~1600	1°	30'

5.2.3 热力用预制直埋球墨铸铁管道宜利用柔性接口安装间隙进行补偿。

5.2.4 在坡道敷设管道时,宜保持管的承口指向上坡方向,当坡度大于20%时,应在每个接头下方使用支墩用于固定管道。

5.3 管道附件与设施

5.3.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道附件与设施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的有关规定。

5.3.2 热力用预制直埋球墨铸铁管道阀门应采用能够承受管道轴向载荷的焊接钢制阀门。

5.3.3 热力用预制直埋球墨铸铁管道干线、支干线、支线的起点应安装关断阀门,管道干线应装设分段阀门,分段阀门的设置原则同《城镇供热管网设计规范》CJJ 34等相关国家规范要求。

5.3.4 阀门、放气装置、泄水装置等附件宜布置在检查室内,检查室内管道宜采用钢制管道,与附件连接采用焊接方式。

5.4 管道应力验算

5.4.1 一般规定

1 热力用预制直埋球墨铸铁管道主要受一次应力,应力验算应采用弹性分析法,管道一次应力的当量应力不应大于球墨铸铁材料的许用应力。

2 对热力用预制直埋球墨铸铁管道进行应力验算时,应按照下列规定选取计算参数:

- 1) 工作循环最高温度应取用供热管网设计供水温度;
- 2) 工作循环最低温度,对于全年运行的管道应取30℃,对于只在采暖季运行的管道应取10℃;
- 3) 热网供、回水管道的计算压力均应取用管道设计压力;
- 4) 计算安装温度应选用安装时最低温度;
- 5) 计算应力变化范围时,计算温差应选用工作循环最高温度和工作循环最低温度之差;
- 6) 计算轴向力时,计算温差应选用工作循环最高温度和计算安装温度之差。

3 热力用预制直埋球墨铸铁管道与土壤之间的单位长度摩擦力应按下列公式计算:

$$F = \mu \left(\frac{1 + K_0}{2} \pi \times D_e \times \sigma_e + G_p - \frac{\pi}{4} D_e^2 \times \rho \times g \right) \quad (5.4.1-1)$$

$$K_0 = 1 - \sin\varphi \quad (5.4.1-2)$$

式中: F ——管道与土壤之间的单位长度摩擦力(N/m);

μ ——摩擦系数;

D_c ——外护管外径(m) ;
 σ_v ——管道中心线处土壤应力(Pa) ;
 G_p ——包括介质在内的保温管道单位长度自重(N/m) ;
 ρ ——土壤密度(kg/m³), 可取 1800kg/m³ ;
 g ——重力加速度(m/s²) ;
 K_o ——土壤静压力系数 ;
 φ ——回填土内摩擦角(°), 砂土取 30° 。

4 土壤应力应按下式计算:

1) 当管道中心线位于地下水位以上时的土壤应力:

$$\sigma_v = \rho \times g \times H \quad (5.4.1-3)$$

式中: σ_v ——管道中心线处土壤应力(Pa) ;

ρ ——土壤密度(kg/m³), 可取 1800kg/m³ ;

g ——重力加速度(m/s²) ;

H ——管道中心线覆土深度(m)。

2) 当管道中心线位于地下水位以下时的土壤应力:

$$\sigma_v = \rho \times g \times H + \rho_{sw} \times g (H - H_w) \quad (5.4.1-4)$$

式中: ρ_{sw} ——地下水位线以下的土壤有效密度(kg/m³) ;

H_w ——地下水位线深度(m)。

5 热力用预制直埋球墨铸铁管道外护管与土壤间的摩擦系数应根据回填条件确定, 可按表 5.4.1 选用。

表 5.4.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道外护管与土壤间的摩擦系数

回填料	摩擦系数	
	最大摩擦系数 μ_{max}	最小摩擦系数 μ_{min}
中砂	0.40	0.20
粉质粘土或砂质粉土	0.40	0.15

6 球墨铸铁管道的许用应力与球墨铸铁特性相关, 应按下

列公式计算：

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{3} \quad (5.4.1-5)$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{1.5} \quad (5.4.1-6)$$

式中： $[\sigma]$ ——球墨铸铁的许用应力(MPa)；

σ_b ——球墨铸铁的最小抗拉强度(MPa)；

σ_s ——球墨铸铁的最小屈服极限(MPa)。

5.4.2 直管段应力计算

1 球墨铸铁工作管内压引起的环向应力应按下式计算：

$$\sigma_t = \frac{P_c \times D_o}{2 \times e_{nom}} \quad (5.4.2-1)$$

式中： σ_t ——管道内压引起的环向应力(MPa)；

P_c ——管道设计压力(MPa)；

D_o ——工作管内径(m)；

e_{nom} ——工作管公称壁厚(m)。

2 球墨铸铁工作管的当量应力变化范围应按下式计算：

$$\sigma_t \leq [\sigma] \quad (5.4.2-2)$$

式中： σ_t ——管道内压引起的环向应力(MPa)；

$[\sigma]$ ——球墨铸铁的许用应力(MPa)。

5.4.3 直管段局部稳定性验算

1 由于土壤摩擦力约束热胀变形或局部沉降造成的高内力直管段，不得出现局部屈曲、弯曲屈曲和折皱。

2 公称直径大于500mm的管道应进行局部稳定性验算，并应符合下式计算规定：

$$\sigma_{cr} = 0.1253E \frac{e_a}{D_w} \quad (5.4.3-1)$$

式中： σ_{cr} ——临界屈曲应力(MPa)；

e_a ——工作管有效厚度(mm) ;

E ——工作管弹性模量(MPa) ;

D_w ——工作管外径(mm)。

3 公称直径大于 500mm 的管道应进行径向稳定性验算, 并应符合以下公式:

$$\Delta X = \frac{J \times K_a \times W_1 \times r^3}{E \times I_p + 0.061 E' \times r^3} \quad (5.4.3-2)$$

$$I_p = \frac{\delta^3}{12} \times 1 \quad (5.4.3-3)$$

$$\Delta X \leq 0.03 \quad (5.4.3-4)$$

式中: ΔX ——工作管径向最大变形量(m) ;

J ——球墨铸铁管变形滞后系数, 取 1.0~1.5 ;

K_a ——基座系数, 取 0.096 ;

W_1 ——管顶单位长度上总垂直荷载(MN/m), 包括管顶垂直土荷载和地面车辆传递到球墨铸铁管上的荷载 ;

E ——球墨铸铁的弹性模量(MPa) ;

E' ——回填土的变形模量(MPa), 取 3.5MPa ;

I_p ——球墨铸铁工作管直管段横截面的惯性矩(m⁴) ;

e_{nom} ——工作管公称壁厚(m) ;

r ——工作管平均半径(m)。

4 开槽敷设的埋地柔性管道, 管顶垂直土荷载按下式计算:

$$F_{sv} = \gamma_a H_s B_c \quad (5.4.3-5)$$

式中: F_{sv} ——管顶单位长度上垂直土荷载(MN/m) ;

γ_a ——回填土的重力密度(MN/m³) ;

H_s ——管顶至设计地面的覆土深度(m) ;

B_c ——管顶的外缘宽度(m), 当为圆管时, 以外径 D_o 替代。

5 单个轮压传递到管道顶部的车辆荷载按下式计算:

$$q_{sv} = \frac{\mu_d \times Q_{vi,k}}{(a_i + 1.4H_2)(b_i + 1.4H_2)} \quad (5.4.3-6)$$

式中: q_{sv} ——管顶单位长度上竖向车辆荷载(MN/m);

$Q_{vi,k}$ ——车辆的*i*个车轮承担的单个轮压标准值(MN);

a_i ——*i*个车轮的着地分布长度(m);

b_i ——*i*个车轮的着地分布长度(m);

H_2 ——自行车行地面至管顶的深度(m);

μ_d ——动力系数。

表 5.4.3 直埋管道管顶单位面积上总垂直荷载

管顶覆土深度(m)	管顶单位面积上总垂直荷载(kPa)
1.3	37.4
1.4	38
1.5	38*
1.6	39

5.5 管道热伸长计算

5.5.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道在工作时不会进入屈服状态,管段热伸长应按下式计算:

$$\Delta l = [\alpha(t_1 - t_0)] \times l \quad (5.5.1-1)$$

式中: Δl ——管段的热伸长量(m);

α ——球墨铸铁的线膨胀系数[m/(m·°C)];

t_0 ——管道计算安装温度(°C);

t_1 ——管道工作循环最高温度(°C);

l ——设计的管段长度(m),通常为单根管道长度。

5.5.2 利用承插接口间隙对管道热伸长位移进行补偿时,承插口间隙不应小于热伸长量的1.2倍。

5.5.3 热力用预制直埋球墨铸铁管道驻点位置 Z 如图 5.4.3 所示, 近似位于单根管道的中心。

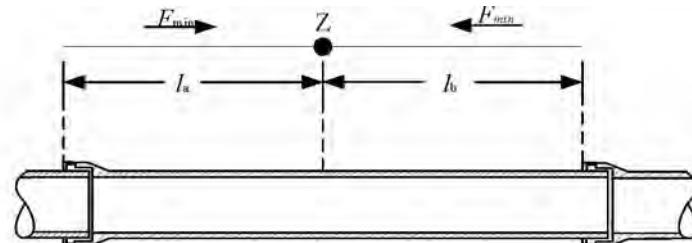


图 5.4.3 工作管驻点位置简图

5.6 保温计算

5.6.1 保温厚度计算

1 热力用预制直埋球墨铸铁管的安全保温层厚度要求保温层外表面温度不得大于 50℃。

2 进行热力用预制直埋球墨铸铁管保温层厚度计算时, 计算参数应按下列规定取值:

- 1) 供、回水温度应取供热管网设计温度;
- 2) 环境温度应取最冷月平均土壤自然温度, 可按本规范附录 C 选取。

3 热力用预制直埋球墨铸铁管热损失和保温层厚度根据《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 等相关现行标准及规程进行计算。

5.6.2 接口保温设计

1 保温接头性能

- 1) 保温接头处保温层的材料及性能应符合本标准第 4 章规定的要求, 并符合相关国家标准规定要求。

- 2) 保温接头外护层材料及性能应符合本标准第4章规定的要求，并符合相关国家标准规定的要求。
- 3) 保温接头性能应满足GB/T 29047规定的要求，应满足管道运行期间，在设计温度下外护管温度不高于50℃的要求。

2 保温接头形式

- 1) 热力用预制直埋球墨铸铁管采用硬质聚氨酯泡沫保温材料保温时，每个承插接口处均应预留伸缩缝，缝长宜为承口深度(P)加上50mm，缝内应填充柔性保温材料，或灌注硬质聚氨酯泡沫。
- 2) 外护管宜采用电熔焊式接头。

6 固定墩设计

6.1 一般规定

6.1.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道固定墩主要布置在管道弯头、三通、管道末端，管道变径处以及阀门井等处。

6.1.2 典型的固定墩类型为弯头固定墩、三通固定墩、直管段固定墩、变径处固定墩四类。

6.2 管道对固定墩的作用力

6.2.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道对固定墩、固定支架的作用力为管道内压产生的背板力。

6.2.2 管道作用于固定墩、固定支架两侧作用力的合力应是其两侧管道单侧作用力的矢量和。

6.2.3 固定墩、固定支架承受的推力宜按本规程附录 B 所列公式计算。

6.3 回填土对固定墩的作用力

6.3.1 回填土对固定墩、固定支架的作用力应包括下列三种力：

- 1** 固定墩迎推力侧的主动土压力；
- 2** 固定墩抗推力侧的被动土压力；
- 3** 固定墩滑动平面的摩擦力。

6.3.2 固定墩迎推力侧的主动土压力、固定墩抗推力侧的被动

土压力应按下列公式计算：

1 支墩迎推力侧的主动土压力

1) 地下水低于支墩地面时：

$$E_a = \frac{1}{3} (\gamma_{s3} \frac{Z_2^2 - Z_1^2}{2}) L_f \quad (6.3.2-1)$$

2) 地下水高于支墩顶面时：

$$E_a = \frac{1}{3} [r'_s \frac{Z_2^2 - Z_1^2}{2} + (\gamma_{s3} - r'_s) Z_w (Z_2 - Z_1)] L_f \quad (6.3.2-2)$$

2 支墩抗推力侧的被动土压力

1) 地下水低于支墩地面时：

$$E_b = \tan^2 (45 + \frac{\varphi_d}{2}) (\gamma_{s1} \frac{Z_2^2 - Z_1^2}{2}) L_f \quad (6.3.2-3)$$

2) 地下水高于支墩顶面时：

$$E_b = \tan^2 (45 + \frac{\varphi_d}{2}) [r'_s \frac{Z_2^2 - Z_1^2}{2} + (\gamma_{s1} - r'_s) Z_w (Z_2 - Z_1)] L_f \quad (6.3.2-4)$$

式中： E_a —— 固定墩迎推力侧的主动土压力(N)；

E_b —— 固定墩抗推力侧的被动土压力(N)；

L_f —— 固定墩长度(m)；

Z_1 —— 固定墩顶面至地面的距离(m)；

Z_2 —— 固定墩底面至地面的距离(m)；

Z_w —— 地下水位在设计地面以下的深度(m)；

γ_{s1} —— 地下水位以上的原状土重度(N/m^3)；

γ_{s3} —— 主动土压力计算采用的回填土重度(N/m^3)；

γ'_s —— 地下水位以下土的有效重度(N/m^3)；

φ —— 回填土内摩擦角(°)。

6.3.3 固定墩滑动平面上摩擦力应按下列公式计算：

1 水平向固定墩滑动平面上摩擦力

$$F_{fl} = \mu_b \times (G_b + W_b - F_{fwk}) \quad (6.3.3-1)$$

2 垂直向上弯管固定墩滑动平面上摩擦力 G

$$F_{l2} = \mu_b \times (G_b + W_b + T'_{s} - F_{fw \cdot k}) \quad (6.3.3-2)$$

3 垂直向下弯管固定墩滑动平面上摩擦力

$$F_{l3} = \mu_b \times (G_b + W_b - T'_{s} - F_{fw \cdot k}) \quad (6.3.3-3)$$

式中： F_{fl} —— 水平向支墩滑动平面上摩擦力(N)；

F_{l2} —— 垂直向上弯管固定墩滑动平面上摩擦力(N)；

F_{l3} —— 垂直向下弯管固定墩滑动平面上摩擦力(N)；

μ_b —— 回填土与固定墩之间的摩擦系数；

G_b —— 固定墩自重(N)；

W_b —— 固定墩顶部覆土重量(N)；

T'_{s} —— 管道对固定墩垂直向上分力(N)；

T'_{x} —— 管道对固定墩垂直向下分力(N)；

$F_{fw \cdot k}$ —— 支墩及其顶部覆土所受浮托力(N)。

6.3.4 回填土与固定墩之间的摩擦系数

1 当等效内摩擦角为 20° 时，摩擦系数取 $f = 0.25$ ；

2 当等效内摩擦角为 28° 时，摩擦系数取 $f = 0.30$ ；

3 当等效内摩擦角为 35° 时，摩擦系数取 $f = 0.35$ 。

6.4 固定墩结构

6.4.1 固定墩应进行抗推力稳定性验算，并符合下列规定：

1 水平向固定墩抗推力稳定性验算应按下式计算：

$$E_p - E_a + F_{fl} \geq K_s T' \quad (6.4.1-1)$$

2 垂直向上弯管固定墩抗推力稳定性验算应按下式计算：

$$E_p - E_a + F_{l2} \geq K_s T'_{p} \quad (6.4.1-2)$$

3 垂直向下弯管固定墩抗推力稳定验算应按下式计算：

$$F_{l3} \geq K_s T'_{p} \quad (6.4.1-3)$$

式中： E_p —— 固定墩抗推力侧的被动土压力(N)；

E_a —— 固定墩迎推力侧的主动土压力(N)；

F_{fl} —— 水平向支墩滑动平面上摩擦力(N)；

F_{l2} —— 垂直向上弯管固定墩滑动平面上摩擦力(N)；

F_{l3} —— 垂直向下弯管固定墩滑动平面上摩擦力(N)；

K_s —— 固定墩抗滑稳定性抗力系数，取 1.5；

T' —— 固定墩推力合力(N)；

T'_{p} —— 管道对固定墩水平分力(N)。

6.4.2 固定墩地基承载力验算应符合下列规定：

1 水平向固定墩地基承载力验算应按下式计算：

$$G_b + W_b \leq A_b f_a \quad (6.4.2-1)$$

2 垂直向上弯管固定墩地基承载力验算应按下式计算：

$$G_b + W_b + T'_{x} \leq A_b f_a \quad (6.4.2-2)$$

3 垂直向下弯管固定墩地基承载力验算应按下式计算：

$$G_b + W_b \leq A_b f_a \quad (6.4.2-3)$$

不考虑地下水引起的浮力和水压合力的垂直向上分力偏于安全。

式中： G_b —— 固定墩自重(N)；

W_b —— 固定墩顶部覆土重量(N)；

A_b —— 支墩底面积(m^3)；

f_a —— 修正后的地基承载力特征值(kPa)，不小于 80kPa；

T'_{x} —— 管道对固定墩垂直向下分力(N)。

6.4.3 垂直向下弯管固定墩还应进行垂直向稳定验算，并符合下列规定：

$$G_b + W_b \geq K_f T'_x \quad (6.4.3-1)$$

式中: G_b —— 固定墩自重(N);

W_b —— 固定墩顶部覆土重量(N);

K_f —— 垂直向稳定性抗力系数, 取 1.1;

T'_x —— 管道对固定墩垂直向下分力(N)。

6.4.4 固定墩的强度及配筋计算应根据受力特点按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定执行。

6.4.5 固定墩应采用钢筋混凝土材料结构, 并应符合下列规定:

- 1 混凝土宜采用耐热混凝土, 强度等级不应低于 C30;
- 2 钢筋应采用 HPB300、HRB400, 直径不应小于 10mm;
- 3 钢筋应采用双层布置, 保护层不应小于 40mm, 钢筋间距不应大于 250mm;
- 4 当地下水对钢筋混凝土有腐蚀作用时, 应按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的规定对固定墩进行防腐处理。

7 管道安装

7.1 一般规定

7.1.1 热力用球墨铸铁管道工程的施工单位应具有相应的施工资质。

7.1.2 施工现场管理应有施工安全、技术、质量、环境、卫生标准,健全的安全、技术、质量、环境、卫生管理体系和制度。

7.1.3 施工中应执行设计文件的规定,需要变更设计时应按有关规定执行,未经审批的设计变更严禁施工。

7.1.4 施工前应按设计要求对管道应进行平面位置和高程测量,并应符合现行行业标准《城市测量规范》CJJ/T 8 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定。

7.1.5 施工前,施工单位应会同建设、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。

7.1.6 热力用球墨铸铁管道穿越其他市政设施时,应对其采取保护措施,并应征得产权单位的同意。

7.1.7 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。

7.1.8 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。施工现场夜间应设置安全照明、警示灯和具有反光功能的警示标志。

7.1.9 直埋保温管和管件应采用工厂预制的产品。直埋保温管和管路附件应符合现行的国家有关产品标准,并应具有生产厂质量检验部门的产品合格文件。

7.1.10 管道及管路附件在入库和进入施工现场安装前应进行检查,其材质、规格、型号应符合设计文件和合同的规定,并应进行外观检查。当对外观质量有异议或设计文件有要求时,应进行质量检验,不合格者不得使用。

7.2 沟槽施工

7.2.1 土方开挖及回填应按现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定执行,并应符合下列规定:

1 土方当开挖中发现地下管道或构筑物时,应与有关单位协商,并应采取保护措施;

2 管沟沟底宽度和工作坑尺寸应根据现场实际情况和管道敷设方法确定,设计未规定时,可按下列规定执行:

1) 槽底宽度可按下式确定:

$$a = 2D_c + s + 2c \quad (7.2.1-1)$$

式中: a —— 沟槽底宽度(m);

D_c —— 外护管外径(m);

s —— 两管道之间的净距(m),取 0.25 ~ 0.4;

c —— 安装工作宽度(m),取 0.1 ~ 0.2。

2) 工作坑的沟槽壁或侧面支承与直埋管道的净距不宜小于 0.6m,工作坑的沟槽底面与直埋管道的净距不应小于 0.5m。

3 沟槽边坡和支承应符合现行国家标准《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201 的规定;

4 沟槽一侧或两侧临时堆土位置和高度不得影响边坡的稳定性和管道安装。

7.2.2 安装至回填前,管沟内不应有积水。当日工程完工时,应

对未安装完成的管端采取临时封堵措施，并必须对裸露的保温层进行封端防水处理。

7.2.3 沟槽宜按直线布设，减少弯头设置，并减小弯头偏转角。沟底平整连续，保持水平。在弯头、三通、变径等处应结合混凝土固定墩的浇筑方案合理安排管沟尺寸和断面形状。

7.3 管道安装

7.3.1 安装前应找准安装面并下管。根据设计使用观测器、水平仪找准安装面。要避免把管子放在底层石块的凸面上。放管下沟时，要避免与底部和壁面强烈碰撞。

7.3.2 安装前应对承口进行必要的清理，不要留有漆、土、沙、水等残留物。

7.3.3 对不同管径的球墨铸铁管应采用不同的安装工具。使用机械辅助连接管道时，应注意保护管头。

7.3.4 球墨铸铁管道安装时，插入深度应满足设计要求。如发现插入时阻力过大，应立即停止，检查橡胶密封圈位置和承插口，查明原因并妥善处理，再行插入。

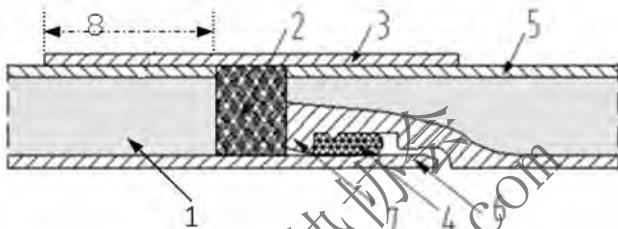
7.3.5 热力用预制直埋球墨铸铁管的接口安装应符合以下要求：

1 安装顺序：应先组装球墨铸铁管（工作管）接口，再检查接口内部的胶圈位置，最后进行接口处保温处理（补口）。如需对接口进行小角度偏转，应在球墨铸铁管接口组装后进行。

2 球墨铸铁管（工作管）接口安装时要保持承口内部、插口外部清洁，安装程序包括胶圈安装、润滑、接口连接和连接后检查等。附录 D 给出了球墨铸铁管接口安装方法和要求。

3 接口保温处理（补口）

- 1) 接口保温应在保温管安装完毕及胶圈位置检查合格后进行。有条件的,也可在水压试验合格后进行;
- 2) 接口部分的保温层和保温材料应保持干燥,若被水浸泡,应清除被浸湿的保温层后方可进行接口保温;
- 3) 接口外护层(热熔套)与其两侧外护管的搭接长度不应小于100mm。图7.3.5为接口示意图;



1—保温层;2—柔性填充物或现场灌注的聚氨酯泡沫;3—热熔套;
4—密封胶圈;5—外护管;6—插口;7—承口;8—搭接长度

图7.3.5 球墨铸铁管道接口示意图

- 4) 接口外护层安装完成后,应进行100%的气密性检验,气密性检验的压力应为0.02MPa,保压时间不应小于2min,压力稳定后应采用涂抹肥皂水的方法检查,无气泡为合格。

7.4 管道连接

7.4.1 球墨铸铁管与钢制管件、连接件的连接,应满足以下要求:

1 钢管、钢制连接件与球墨铸铁管连接,可采用法兰接口连接,也可采用承插柔性接口连接。采用法兰接口连接时,应满足第4章相关规定。采用承插柔性接口连接时,钢管作为插口端,

应保证其外径满足相同口径球墨铸铁管插口外径的要求,应采取措施控制钢管端热膨胀量,使其膨胀量不大于球墨铸铁管承口可以承受值。

2 阀门井、泄水阀等部分可用法兰连接,钢管端法兰焊接在钢管端部,球墨铸铁管端宜用盘承、盘插转换件完成和承插直管段连接。

7.5 回填

7.5.1 沟槽回填应满足现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 规定的要求。

7.5.2 热力用预制直埋球墨铸铁管回填时宜从管道两侧同时回填,同时压实;管道半径以下回填时应采取措施防止管道发生横向位移。

7.5.3 管道位于软土地层以及低洼、沼泽、地下水位高地段时,沟槽回填宜先用中、粗砂将管底腋角部位填充密实后,再用中、粗砂分层回填到管顶以上 500mm。当沟槽里有水时,应采取措施防止管道浮起。

8 试验与验收

8.1 管道试验

8.1.1 管道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》CJJ 28 的相关规定。

8.1.2 供热管道严密性试验应具备下列条件：

- 1** 管道附属设备已按要求紧固、锚固合格；
- 2** 锚固管件的固定墩混凝土强度已达到设计要求；
- 3** 除管道接口外，管道两侧及管顶以上回填高度不小于0.5m；
- 4** 管道内杂物已清理；
- 5** 试验段两端止推结构和附属设施满足水压试验的稳定性和强度要求。

8.1.3 严密性试验应符合下列规定：

- 1** 严密性试验的介质应采用清洁水；
- 2** 当管道充水时应将管道及设备中的空气排尽；
- 3** 试验时环境温度不宜低于5℃，当环境温度低于5℃时，应有防冻措施；
- 4** 当运行管道与压力试验管道之间的温差大于100℃时，应根据传热量对压力试验的影响采取保证运行管道和试验管道安全的措施；
- 5** 地面高差较大的管道，试验介质的静压应计入试验压力中，热水管道的试验压力应以最高点的压力为准，最低点的压力不得大于管道及设备能承受的额定压力；

6 严密性试验,试验压力为设计压力的 1.25 倍,且不得小于 0.6MPa;

7 将试压段管道内水压升压至试验压力,当压力趋于稳定后,检查管道、连接件、管路附件及设备等无渗漏,固定支墩无明显的变形;一级管网稳压在 1h,前后压降不大于 0.05MPa,则水压试验合格;二级管网稳压在 30min,前后压降不大于 0.05MPa,则水压试验合格。

8.2 管道清洗

8.2.1 供热管道清洗应在压力试验后,管道试运行前进行,并应符合《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的相关规定。

8.2.2 管道清洗方法应根据设计及供热管网的运行要求、介质类别确定,可采用人工清洗或水力冲洗法。

8.2.3 管道清洗准备工作宜包括:

1 管道清洗宜采用清清水;

2 不与管道同时清洗的设备、容器及仪表管等应隔开或拆除;

3 防护设施应能承受清洗时的冲击力,必要时应经设计核算;

4 水力冲洗进水管的截面积不得小于被冲洗管道截面积的 50%,排水管截面积不得小于进水管截面积,排水应引入可靠的排水井或排水沟内;

5 清洗使用的其他装置已安装完成,并应经检查合格。

8.2.4 人工清洗应符合下列规定:

1 管径公称直径应大于或等于 DN800;

2 管道安装前应进行人工清洗,管内不得有杂物;

3 管道安装完成后、设备安装前应进行人工清洗，管内不得有杂物，并应验收合格；

4 人工清洗过程应有保证安全的措施。

8.2.5 水冲洗应符合下列规定：

1 管道冲洗宜按主干线、支干线、支线分别进行；二级管网应单独进行冲洗，冲洗前应充满水并浸泡管道；冲洗水流方向应与设计的介质流向一致；

2 清洗过程中管道中的杂物不得进入设备，已冲洗合格的管道不得被污染；

3 管道冲洗应连续进行，冲洗时管内平均流速不应小于1m/s；排水时，管内不得形成负压；

4 管道冲洗过程中应观察排出水的清洁度，当排水水样中固形物的含量接近或等于冲洗用水中固形物的含量时，清洗合格；

5 水力清洗结束后应打开排水阀门排污，合格后应对排污管、除污器等装置进行人工清洗；

6 排放的污水不得随意排放，不得污染环境。

8.3 试运行

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

8.3.2 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、指挥等各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、设计单位和监理单位审查同意并进行交底。

8.3.3 试运行应有完善、可靠的通信系统及其他安全保障措施。

8.3.4 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》CJJ 28 的相关规定。

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

8.4 验收

8.4.1 竣工验收应在单位工程验收和试运行合格后进行。

8.4.2 竣工验收应按照《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的相关规定执行。

9 维护与检修

9.0.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道的维护与检修应制定相应的管理制度、岗位责任制、安全操作规程、设施和设备维护保养手册及事故应急预案，并应定期进行修订。

9.0.2 维护与检修的安全措施应符合下列规定：

- 1** 检修管道应与供热管网断开；
- 2** 检查室井口应设置围栏，采取防坠落措施，并应有专人监护；
- 3** 起重设备等应检查合格，作业过程中应有安全措施；
- 4** 不得将重量加载至供热管道或其他管道上；
- 5** 检修电源、供电线路及用电设备应检查合格，且应由专人监管；
- 6** 当检修环境温度大于40℃时，应有降温措施。

9.0.3 检查室和管沟等有限空间内的维护检修作业应符合下列规定：

- 1** 有限空间作业前应制定有限空间作业应急救援预案，作业前必须进行危险气体和温度检测，合格后方可进入现场作业。
- 2** 作业时应进行围挡，并应设置提示和安全标志。当夜间作业时，还应设置警示灯。
- 3** 严禁使用明火照明，照明用电电压不得大于36V；当在管道内作业时，临时照明用电电压不得大于24V。当有人员在检查室和管沟内作业时，严禁使用潜水泵等其他用电设备。
- 4** 地面上必须有监护人员，并应与有限空间内的作业人员保持联络畅通。

5 严禁在有限空间内休息。

9.0.4 维护与检修除应符合现行行业标准《城镇供热系统安全运行技术规程》CJJ/T 88 的相关规定外,还应符合下列规定:

1 维护与检修人员应按巡检方案巡视检查供热管道及附属设施,并应进行记录;

2 当供热系统出现降压、温度变化较大及管道失水量大等异常情况时,应立即进行全网巡检,查明故障并维修;

3 巡检发现施工占压或可能损坏供热管道及附属设施时,应及时处理;

4 管道严重泄露或破裂危及供热运行时,应立即采取紧急措施,设置安全警戒区和警示标志并及时报告相关部门;

5 当有其他管道在热力用预制直埋球墨铸铁管道上下或侧面进行开槽施工时,应及时告知建设单位采取保护措施。

9.0.5 维护与检修应配备下列设备、器材:发电机、焊接设备、排水设备、降温通风设备、照明器材、安全防护器材、备品备件(包括例如承套等管件、胶圈)、起吊工具等。

附录 A K 级球墨铸铁管壁厚和工作压力

A.0.1 当一条管线上出现若干不同允许工作压力的产品时,管线的允许压力受限于较低允许工作压力的部件(例如阀门等)。

A.0.2 壁厚分级管的允许工作压力(PFA)、最大允许工作压力(PMA)、现场允许试验压力(PEA)分别在现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 中定义,其最大值应符合表 A.0.2 的规定。应考虑合适的界限和防护措施,防止在已安装管线上出现这些压力的极限值,例如:

——承插管在表 A.0.2 所示的 PFA 值、PMA 值受管线其它部件低承受力的限制,如法兰接口管、某类三通管件以及柔性接口的特殊设计;

——在表 A.0.2 所示的 PEA 值下进行现场水压试验(尤其是 DN100 ~ DN150)会受管线锚固、止推系统的类型与设计和/或柔性接口设计的限制。

表 A.0.2 承插管允许工作压力

DN(mm)	K9 (MPa)			K10 (MPa)		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
100	6.4	7.7	9.6	6.4	7.7	9.6
125	6.4	7.7	9.6	6.4	7.7	9.6
150	6.4	7.7	9.6	6.4	7.7	9.6
200	6.1	7.3	7.8	6.4	7.7	9.6
250	5.3	6.4	6.9	6.1	7.3	7.8
300	4.8	5.8	6.3	5.5	6.6	7.1

续表 A.0.2 承插管允许工作压力

DN(mm)	K9 (MPa)			K10 (MPa)		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
350	4.4	5.3	5.8	5.1	6.1	6.7
400	4.2	5.0	5.5	4.8	5.7	6.2
450	4.0	4.8	5.3	4.6	5.5	6.0
500	3.8	4.6	5.1	4.3	5.2	5.7
600	3.5	4.2	4.7	4.0	4.8	5.3
700	3.3	4.0	4.5	3.8	4.6	5.1
800	3.2	3.8	4.3	3.6	4.3	4.8
900	3.1	3.7	4.2	3.5	4.2	4.7
1000	3.0	3.6	4.1	3.4	4.1	4.6
1100	2.9	3.5	4.0	3.3	4.0	4.5
1200	2.9	3.5	4.0	3.3	3.9	4.4
1400	2.8	3.3	3.8	3.2	3.8	4.3
1500	2.7	3.3	3.8	3.1	3.7	4.2
1600	2.7	3.3	3.8	3.1	3.7	4.2

附录 B 固定墩、固定支架承受的推力计算

B.0.1 按本标准 6.1 节规定的计算原则, 给出了常见的管道布置形式中固定墩承受推力的计算公式。当实际工程中出现不同的布置形式时, 可参考相似形式的计算原则确定计算公式。

B.0.2 管道截面外推力主要由内压引起的轴向推力组成。

$$T = \frac{\pi P_c \times D_0^2}{4 \times 10^3} = \frac{0.785 P_c \times D_0^2}{10^3} \quad (\text{B.0.2})$$

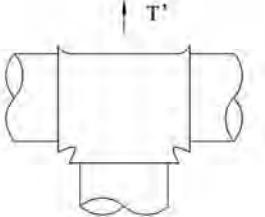
式中: T —— 内压引起的轴向推力(kN);

D_0 —— 在承插接口中, 取插口外径(mm);

P_c —— 管道计算压力(MPa)。

B.0.3 管道典型布置形式的固定墩推力合力 T' 应按表 B.0.3 所列公式计算。

表 B.0.1 管道典型布置形式的固定墩推力合力

1		$T' = 2 \times T \times \sin(\theta/2)$
2		$T' = T$

续表 B.0.1 管道典型布置形式的固定墩推力合力

3		垂直向下分力： $T'_x = T \times \sin\alpha$ 水平分力： $T'_p = T \times (1 - \cos\alpha)$
4		垂直向下分力： $T'_s = T \times \sin\alpha$ 水平分力： $T'_p = T \times (1 - \cos\alpha)$
5		$T' = \frac{0.785 P_c \times (D_{o2}^2 - D_{o1}^2)}{10^3}$

附录 C 陕西省主要城市地温月平均值

表 C 陕西省主要城市地温月平均值

城市	深度(m)	自然地温月平均值(℃)											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
西安	0.0	-0.6	3.6	10.4	17.6	22.4	28.8	30.5	28.6	22.8	15.3	7.4	0.6
	-0.8	4.6	5.0	8.4	12.9	17.0	21.4	24.2	25.1	12.6	18.5	13.2	8.2
	-1.6	8.9	7.6	8.7	11.3	14.4	17.7	20.5	22.4	21.9	19.8	16.5	12.3
	-3.2	14.4	12.8	11.9	12.0	12.9	14.3	15.9	17.7	18.8	18.9	18.1	16.3
延安	0.0	-4.8	1.0	8.0	16.1	20.1	25.7	27.7	24.1	19.9	10.7	2.9	-4.0
	-0.8	0.7	0.7	3.7	8.9	15.1	20.5	23.7	24.0	21.2	16.1	10.0	4.5
	-1.6	4.8	3.4	4.4	7.4	11.7	16.1	19.5	21.1	20.3	17.5	13.3	8.8
	-3.2	10.4	8.4	7.5	7.8	9.3	11.5	14.0	16.0	17.0	16.8	15.5	13.3
榆林	0.0	-9.2	-4.0	5.0	12.8	18.0	24.5	27.8	23.9	18.2	9.4	0.7	-6.2
	-0.8	-3.1	-3.1	0.3	6.3	13.3	19.4	23.1	23.4	20.3	14.5	7.5	1.2
	-1.6	1.6	0.0	1.1	4.5	9.4	14.4	18.4	20.1	19.3	16.0	11.2	6.1
	-3.2	7.9	5.7	4.6	5.0	6.6	9.2	12.0	14.3	15.5	15.3	13.7	11.2
安康	0.0	3.8	8.3	12.2	18.7	22.5	28.3	30.9	28.7	24.0	16.6	9.3	4.4
	-0.8	7.7	7.7	10.2	14.5	19.6	24.1	26.8	27.1	24.8	20.5	15.4	10.8
	-1.6	11.1	10.0	10.7	13.2	16.8	20.5	23.4	24.7	24.0	21.7	18.2	14.4
	-3.2	15.8	14.1	13.3	13.6	14.8	16.7	18.7	20.4	21.3	21.1	20.0	18.1

附录 D 管道接口安装方法和要求

D.0.1 密封橡胶圈安装应符合以下要求：

1 将密封胶圈装入承口

- 1) 对于较小规格($\leq DN800$)的胶圈,宜将其弯成“心”形状
后再放入承口密封槽内,见图 D - 1;



图 D - 1

- 2) 对于较大规格($> DN800$)的胶圈,宜将其弯成如“十字”
形状后再放入承口密封槽内,见图 D - 2;

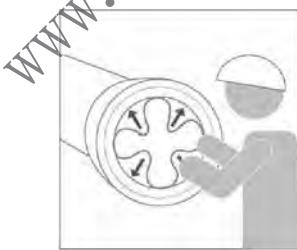


图 D - 2

2 检查胶圈是否完全装入承口槽内,应保持其完全装入承口,见图 D - 3



图 D - 3

D.0.2 胶圈和插口的润滑应符合以下要求：

- 1 涂抹润滑膏(脂)前,应将胶圈工作面和插口表面清理干净;
- 2 在承口内胶圈的工作表面及另一支管的插口工作面上均匀涂润滑脂,见图 D - 4



图 D - 4

D.0.3 接口连接应符合以下要求：

- 1 将相邻两支保溫管的承口和插口对中,缓慢引导插口靠近承口胶圈,将插口缓慢地推入到承口中,直到承口端面在两条插口线中间。如图 D - 5。

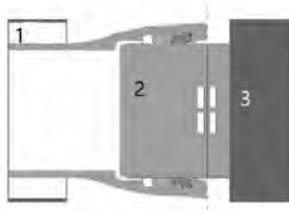


图 D - 5

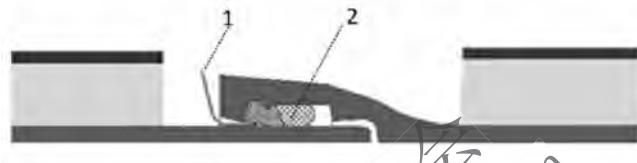
1—保溫层;2—插口端及插入线;3—外护管

注:如发现保溫管插入时阻力过大,应立即停止安装,将管子拔出来,检查密封胶

圈的位置和管子的承插口,查明原因并妥善处理后再行安装。

2 若遇到接口需要偏转情况,应先保持相邻管道直线安装;安装后,再使接口产生一定的偏转角。

D.0.4 安装后检查,宜用探尺工具,检查接口里胶圈位置。当沿着接口四周插入深度大致相同时,即可认为接口安装合格。如图D-6.



1—探尺, 2—胶圈

图D-6

本规程用词说明

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 本标准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 《标准化工作导则第1部分:标准的结构和编写》 GB/T1.1
- 2 《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》 GB/T 13295
- 3 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》 GB 50032
- 4 《湿陷性黄土地区建筑标准》 GB 50025
- 5 《膨胀土地区建筑技术规范》 GB 50112
- 6 《整体铸铁法兰》 GB/T 17241.6
- 7 《混凝土结构设计规范(2015年版)》 GB 50010
- 8 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046
- 9 《设备及管道绝热技术通则》 GB/T 4272
- 10 《设备及管道绝热设计导则》 GB/T 8175
- 11 《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
- 12 《城市工程管线综合规划规范》 GB 50289
- 13 《城镇供热管网设计规范》 CJJ 34
- 14 《城镇供热管网工程施工及验收规范》 CJJ 28
- 15 《城镇供热直埋热水管道技术规程》 CJJ/T 81

陝西省地熱協會
www.SxSdrxh.com

陕西省工程建设标准
热力用预制直埋球墨铸铁管道
应用技术规程

DBJ 61/T 187 - 2021

条文说明

制定说明

《热力用预制直埋球墨铸铁管道应用技术规程》DBJ 61/T 187 – 2021, 经陕西省住房和城乡建设厅同陕西省市场监督管理局 2021 年 3 月 12 日联合发布。

为便于有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定, 编制组按照章、节、条顺序编制了本规程的条文说明, 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规程正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握条文规定的参考。

目 次

1 总 则	57
2 术语和符号	58
3 基本规定	59
4 材料	61
4.1 一般规定	61
4.2 工作管	61
4.3 保温层与外护管	62
4.4 连接管件	63
5 管道布置与敷设	65
5.1 管道布置	65
5.2 管道布置	67
5.3 管道附件与设施	68
5.4 管道应力验算	69
5.5 管道热伸长计算	73
5.6 保温计算	74
6 固定墩设计	76
6.1 一般规定	76
6.2 管道对固定墩的作用力	76
6.3 回填土对固定墩的作用力	76
6.4 固定墩结构	77
7 管道安装	78
7.1 一般规定	78
7.2 沟槽施工	80

7.3	管道安装	81
7.4	管道连接	81
8	试验与验收	83
8.1	管道试验	83
8.2	管道清洗	83
9	维护与检修	84
附录 D 管道接口安装方法和要求		86

陕西省地热协会
www.SxSdrxh.com

1 总 则

1.0.1 球墨铸铁管道与传统的钢管相比,具有耐腐蚀、安装周期短、寿命长等诸多有点,适合于供热工程的应用,本规程的编制主要针对球墨铸铁管道在供热工程上的应用做了规定。

1.0.2 基于球墨铸铁管的生产工艺和市场需求,其最小公称直径一般为 100mm。国家《热水管道直埋敷设》17R10 中热水管道公称管径最大为 1200mm,华北、东北、西北地区图集系列《热力工程》12N6 中直埋供热管道公称直接最大为 1400mm,目前供热工程常用供热管道公称直径为 1400mm 及以下。依据现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的相关规定,球墨铸铁管道管径最大为 3000mm,压力为一般为 2.5 MPa。但限于目前市场上热力管线阀门最大口径为 1600mm 的原因,本规程规定最大管径为 DN1600。

1.0.3 直埋供热管道和给水管道、雨污水管道、燃气管道都属于市政管道,在地震区、湿陷性黄土地带和膨胀土地区,供热管道和燃气、给水、排水管道在安全性上有共同要求,因此,本规程球墨铸铁管道应遵守国家已经颁布的有关标准的规定。

1.0.4 热力用预制直埋球墨铸铁管道属于城镇供热管网的范畴,因此在执行本规程时,同时要执行《城镇供热管网设计规范》CJJ 34、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 等相关行业规范以及其他国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

本规程使用的术语和符号较多,主要参考了球墨铸铁管国标、供热行业标准、供热行业的使用习惯及其他国家规定的常用术语和计量符号。为了使用者方便,本标准赘列了文中使用的部分术语和符号,其余文中相关术语和符号可参考现行供热行业标准和规程的规定。

陕西省地热协会
www.Sxsdrxh.com

3 基本规定

3.0.1 工厂内预制的产品由于加工条件好,产品质量可靠,如现场制作保温和管件,受现场加工条件限制,保温层质量及外护管的密封性很难保证,高温运行时会导致聚氨酯保温层失效,导致整个管网热损失增加。

3.0.3 热力用预制直埋球墨铸铁管道在安装时通过插口端插入线控制插入深度,确保承插口保留10mm间距,用于吸收热膨胀量。

3.0.6 影响直埋球墨铸铁管道系统预期寿命的主要因素为保温层、接口密封胶圈的预期寿命。聚氨酯泡沫保温层,根据现行国标《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》GBT 29047 的规定,在低于115℃的连续运行温度下的预期寿命应高于50年;大于115℃小于120℃时,预期寿命应大于或等于30年。根据石家庄焦化集团和石家庄铁道学院建筑与艺术分院的韩彦荣、谢华两位的文章《热力管道保温材料的选用分析》(《制冷与空调》2006 第4期)介绍,选用玻璃棉管壳保温,可承受350℃的高温,可用在热水供热管线上,且造价低,是个理想的备选保温材料。另,目前市场上已有不开挖修复直埋热力管道保温层的技术,一旦有损坏,也方便修补。

密封胶圈,现行国家标准《橡胶密封件 110℃热水供应管道的管口密封圈材料规范》GB/T 27572 对胶圈材质作出了明确的规定。中国石油大学(北京)研究表明(2006 机电工程学院论文),最常见的三元乙丙橡胶(EPDM)在150℃ ~ 170℃条件下,其寿命预测最高可达42.68年。《化学工业》2014年第7期文章《氟橡胶

结构特点及其应用和发展探源》介绍了氟橡胶,其中 26 - 41 氟橡胶可在 250℃ 下长期使用。密封胶圈在 130℃ 条件下的预期寿命是可以达到本规定要求的。

陕西省地热协会
www.Sxsdrxh.com

4 材料

4.1 一般规定

4.1.3 预留长度是根据接口的尺寸决定的,长度等于承口深度 P + 50mm 是最理想的状态。如果过长会对接口的保温带来不利影响,过短则影响承插接口的安装操作。P 值由材料厂家提供。

4.2 工作管

4.2.1 球墨铸管管道(包括管件)应符合以下规定:

1 本标准中球墨铸铁管口径一般为 DN100、DN125、DN150、DN200、DN250、DN300、DN350、DN400、DN450、DN500、DN600、DN700、DN800、DN900、DN1000、DN1100、DN1200、DN1400、DN1600。经供需双方协商,制造商可以提供不同于本标准规定口径的球墨铸铁管、管件,其它性能应满足本规程要求。

3 球墨铸铁管外壁喷锌的要求来自国家标准《球墨铸铁管外表面锌涂层 第 1 部分:带装饰层的金属锌涂层》GB/T 17456.1 的相关要求。其内壁不做水泥内衬,防止水泥水化反应,造成水质硬度增加,进而产生管道、供热片内壁结垢。对于地热供热、温泉项目等,管道的内衬是需要的,以防腐为主要目的。

4.2.3 根据文献《铸造手册 - 铸铁》(机械工业出版社,1995 版,第 275 ~ 277 页)介绍,铁素体球墨铸铁材料的高温短时力学性能,在低于 315℃ 时强度没有明显变化;对于高温持久性能,该文献认为低于 300℃ 没有意义,仅仅考察了 375℃ 及以上温度的高温

持久性能。国内有企业对常温球墨铸铁管力学性能和150℃条件下力学性能进行了对照,结果表明,150℃条件下,球墨铸铁管主要力学性能(拉伸强度)略有下降,下降幅度约为2~4%。考虑检测设备、检测过程的不确定性,本标准建议用常温球墨铸铁材料力学性能考察和计算供暖条件下管道材料力学性能。

4.2.4 接口密封试验是验证最不利情况下接口在热水条件下的密封性能。接口的密封性能取决于承口尺寸、插口尺寸和密封胶圈的尺寸。球墨铸铁管接口密封性满足了现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295的规定进行常温水条件下的内压力下密封试验、外压力下密封试验、负内压下密封试验,无泄漏。

由于球墨铸铁管承插口尺寸、胶圈尺寸不变,热水条件下的接口密封性能主要取决于胶圈的材料性能(例如氟橡胶、三元乙丙橡胶材料等),与接口的口径大小关系不大。考虑实际热水型式试验的可操作性(热水的获得和保温等环节),本条款建议使用小口径接口进行热水型式试验(推荐DN400)。基于此,b)接口偏转角,规定为应不小于2°。

4.3 保温层与外护管

4.3.1 本条规定了热力用预制直埋球墨铸铁管的保温层材质。随着保温材料的发展,其他材质的保温层是允许使用的,例如微晶保温层等。

4.3.4 为了球墨铸铁热力管达到三位一体的效果,对外护管的电晕处理做了明确规定。

4.4 连接管件

4.4.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道连接管件应符合下列规定：

1 球墨铸铁管道的连接管件是管道重要组成部分，按照现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的规定，管件包含弯头（ 90° 、 45° 、 22.5° 和 11.25° ）、三通（全承口、承口加法兰、承插加法兰等）、承套（双承口短管）和渐缩（变径、双法兰、双承口、承插口等）。

本规程不禁止使用钢制的弯头、三通等管件，钢制管件应满足国家、行业相关标准的要求。钢制管件与球墨铸铁管相连时，宜用柔性连接。管道跨越连接件，既可以通过柔性接口的球墨铸铁管件组合完成，也可以使用钢制的刚性连接件完成，钢制连接件应满足国家、行业相关标准的要求。

3 根据欧美国家使用热力用预制直埋球墨铸铁管的经验，弯头、三通等管件不做保温，直接埋于混凝土固定墩内（见本标准安装章节）。编制组曾进行过研究，如果管件进行常规保温（硬质聚氨酯泡沫塑料保温，HDPE 外护管），则保温层的硬度（ 0.3 MPa 10% 变形）不足以抵抗管道水头推力，导致保温层持续变形，并存在使接口脱开的风险。如果使用的保温材料及外护管的强度足以满足设计压力时，可以做好保温后埋入固定墩内。

4.4.2 接口

1 球墨铸铁管道由于采用了柔性接口连接，供暖工作状态下的热膨胀量由每个柔性接口吸收，二次应力几乎可以忽略不计，故存在使用法兰接口的可能性，主要使用的状况一般为管端密封，阀门井连接，球墨铸铁管与钢管连接。此时最好避免连续

使用法兰接口,防止形成的整个管段过长,导致其膨胀量大于柔性接口能吸收的膨胀量。

4.4.3 弯头

3 弯头的允许工作压力,与弯头的接口形式有关,如果是法兰接口,其最大设计压力等于法兰 PN 值,如果是承口弯头,其最大设计压力不应小于主管道设计压力。

4.4.4 三通

1 单支盘三通一般在管道排气、排水或连接件另一端为自由端(例如盘插、盘承)的情况下使用。

2 三通接口形式包括主体两端接口形式和分支接口形式。本条款法兰接口仅指分支接口处可使用法兰。

4.4.5 承套和减缩

1 机械柔性接口承套(例如现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 中的 K 型承套)使用压兰通过螺栓将胶圈压紧产生密封力,该接口有一定数量的螺栓和一对压盘。该接口外观类似法兰盘,其实不是法兰接口,在此澄清。

5 管道布置与敷设

5.1 管道布置

5.1.1 热力用预制球墨铸铁管道属于直埋敷设热力管道,而现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 对直埋敷设热力管道的布置原则与敷设方法提出了具体要求,本规程管道与相关设施间的最小水平和最小垂直净距与《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ 34 一致,在相关设施项目中新增围墙基础外缘,氢气管道,支线、干线综合管廊,易燃、可燃液体管道的净距要求。热力用预制直埋球墨铸铁管道与相邻设施间的净距应符合表 5.1.1 的规定:

表 5.1.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道与相关设施之间的净距

设施名称	最小水平净距(m)	最小垂直净距(m)
建筑物基础	2.5(DN≤250mm)	-
	3.0(DN≥300mm)	-
围墙基础外缘	1.0	-
铁路钢轨	钢轨外侧 3.0	轨底 1.2
电车钢轨	钢轨外侧 3.0	轨底 1.0
地铁隧道结构	5.0	0.80
铁路、公路路基坡底脚或边沟的边缘	1.0	路面 0.7
电气铁路接触网电杆基础	3.0	-
照明、通信或 10kV 以下电力线路的电杆	1.0	-
桥墩(高架桥、栈桥)	2.0	-

续表 5.1.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道与相关设施之间的净距

设施名称		最小水平净距(m)	最小垂直净距(m)
架空管道支架基础		1.5	-
高压输电线铁塔基础边缘(35kV ~ 220kV)		3.0	-
燃气管道	压力≤0.4MPa	1.0	燃气为钢管时 0.15; 燃气为聚乙烯管时， 燃气在上 0.5，燃 气在下 1.0
	压力≤0.8MPa	1.5	
	压力>0.8MPa	2.0	
给水、排水管道		1.5	0.15
排水盲沟		1.5	0.50
氧气、氢气、乙炔管道		1.5	0.25
压缩空气、二氧化碳管道		1.0	0.15
易燃、可燃液体管道		1.5	0.30
干线、支线综合管廊		1.0	1.00
乔木或灌木中心		1.5	-
电缆	通信电缆及管块	1.0	0.15
	电压≤35 kV	2.0	0.50
	电压≤110 kV	2.0	1.00

- 当预制保温层球墨铸铁管道的埋设深度大于建(构)筑物基础深度时,最小水平净距应按土壤内摩擦角计算确定;
- 当热力用预制球墨铸铁管道与电力电缆平行敷设时,电缆处的土壤温度与月平均土壤自然温度比较,全年任何时候对于电压 10kV 的电缆不高出 10℃,对于电压 35kV ~ 110kV 的电缆不高出 5℃,可减少表中所列净距;
- 不同深度并列敷设各种管道时,各种管道间的水平净距不应小于其深度差;
- 在条件不允许时,经有关单位同意可采取有效技术措施

以减少表中规定的距离,或采用埋深较大的暗挖法、盾构法施工。

5.1.2 热力用预制直埋球墨铸铁管道最小覆土深度应考虑土壤和地面活荷载对管道强度的影响,且管道不得发生纵向失稳,当不能满足覆土深度时,应设置过街套管、管沟或在管道上方敷设混凝土板等保护措施,以降低管道的垂直荷载。根据现行标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81、《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 提供的管顶竖向荷载计算公式,计算后可知车辆荷载和土壤荷载传至球墨铸铁热力管的竖向压力总和在管顶覆土深度 1.3m 时最小,因此机动车道下管道的最小覆土深度按计算所得取值,DN500 以下管道保留了原规程条文的规定数值。非机动车道下敷设的管道最小覆土深度大于原规程规定,是为了避免机动车的闯入造成危害。

5.1.3 本条参照现行行标《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 的相关规定,对河底敷设供热管道制定了敷设的基本原则、覆土深度等相关规定。

5.2 管道布置

5.2.1 直埋敷设应考虑设计时确定放气、排水点,故宜设坡度。放气装置除排放管中空气外,也是保证管道充水、放水的必要装置。放水装置保证在冬季事故状态下放水,以免采暖系统冻坏。

5.2.3 球墨铸铁管道单管长度管道之间通过承插方式连接,每个接口存在约 10mm 的安装间隙。本条规定应充分利用安装间隙进行自然补偿,管道因温度升高而产生的热伸长将在接口处释放,可以大幅减少固定墩、补偿器的数量,进而降低了工程投资与管道安全风险。

5.2.4 根据 T/CWHIDA 0002《水利水电工程球墨铸铁管道技术

导则》介绍,敷设于斜坡上的管道,首先应依据自然条件(土壤含水率变化、雨水冲刷等)复核边坡自身的稳定性,然后再复核管道的稳定性。对于不稳定边坡应采取削坡或加固等处理措施使其满足稳定要求后,再进行管道敷设;一般情况土基明挖敷设管道坡度不宜大于 22° ,砂砾石基础明挖敷设管道坡度不宜大于 30° 。在岩基斜坡上敷设管道,从进度、经济、便于施工等方面考虑,首先应按管基设垫层的条件对管道不同工况进行稳定性复核计算,当敷设管道不满足稳定要求时,可设混凝土管床、管座、镇墩等措施以满足管道稳定要求。考虑预制保温层球墨铸铁管外护管表面粗糙度、以及整个预制保温层管身的径向强度,本标准推荐在坡度大于 20° 时,应在每个接口下方使用支墩固定。

5.3 管道附件与设施

5.3.1 现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 对阀门、检查室等附件设施的设置制定了相关技术要求,在执行本规程时应同时满足上述两个规范规定的要求。

5.3.2 球墨铸铁管道阀门选择和设置要求一般包括:1 阀门要承受因管道热变形而产生的各种力和力矩,阀门需要具有承受管道轴向荷载的能力。2 钢制阀门相比于铸铁阀门能承受较大的荷载,因此要求采用钢制阀门。3 在一些高温高压的环境下,焊接钢制阀门相比于法兰连接阀门的安全性能更可靠,能更好的减少介质泄露的可能性;同时,在一些大口径的管道上,采用法兰连接耗费材料,增加了施工成本,有时候实际操作也不方便,此时应采用焊接钢制阀门。

5.3.3 球墨铸铁管道主要线路装设阀门,主要是考虑检修和切

断故障段的需要。管道关断、分段阀门的作用如下：1 减少检修时的放水量，降低运行成本。2 事故状态时缩短放水、充水时间，加快抢修进度。3 事故时切断故障段，保证尽可能多的用户正常运行。

5.3.4 检查井室内附件设置复杂，采用承插球墨铸铁管方式连接将进一步增加附件布置难度，宜采用钢制管道焊接连接。在井壁处可以使用带翼环的直管锚固，并外采用承插接口方式连接管道。

5.4 管道应力验算

5.4.1 一般规定

1 热力用预制直埋球墨铸铁管道应力分析方法应采用弹性应力分析法。

传统上供热管道通常都采用钢管。供热时温度升高，钢管的长度将发生变化，而钢管是焊接一体的，如果处理不当，将产生较大的热应力。导致管道产生大范围的塑性变形。因此焊接钢制供热管道应力验算必须采用应力分类法。但球墨铸铁管道采用承插方式连接，管道因热应力产生的伸长量可由承插口处的预留间隙吸收，管道之间不会产生弯矩，因此热应力很小，可以忽略，只需考虑管道设计压力产生的一次应力即可。一次应力是结构为了满足管道整体静力平衡条件而产生的。校核一次应力是为了控制管道整体破坏，而局部的应力集中对其影响不大。对一次应力的校核采用弹性应力分析法即可，弹性应力分析法是在结构分析中采用连续、均匀和各向同性假设，将构件简化为理想弹性体，不考虑材料的塑性，计算直接采用弹性力学的方法进行，通过最不利荷载组合下结构的最大内力进行应力校核计算。

2 本条规定了预制保温层球墨铸铁管道应力验算相关计算参数取值。计算压力和工作循环最高温度取用设计压力和设计供水温度。工作循环最低温度取用正常工作循环的最低温度,即停热时经常出现的温度,而不采用可能出现的最低温度,例如较低的安装温度。因为供热管道一次应力加二次应力加峰值应力验算时,应力的限定并不取决于一时的应力水平,而是取决于交变的应力范围和交变循环次数。安装时的低温只影响最初达到工作循环最高温度时材料塑性变形量,对管道寿命几乎没有影响。全年运行的管道停热检修一般在采暖期以后,此时气温、地温已较高,直埋敷设管道由于保温效果好,短期停热管壁温度仍达30℃以上;对于只在采暖期运行的管道,停热时日平均气温不会低于5℃,同样道理,地下敷设管壁温度不会低于10℃。

3 球墨铸铁管道外护管与土壤间的摩擦力计算方法参照《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81。对于坡度管道敷设应在本条文基础上,结合管道坡度对公式进行修正。

6 材料的许用应力等于极限破坏应力除以安全系数。碳素铸钢安全因数为3,对比球墨铸铁与碳素铸钢的力学性能,在室温~400℃范围,其屈服强度比部分碳素铸钢要高,出于安全考虑,取球墨铸铁的安全因数与碳素钢相同即N=3。由球墨铸铁应力应变曲线可知铁素体基体球墨铸铁、铁素体和珠光体基体球墨铸铁的最小抗拉强度约为最小屈服强度的1.5至2.0倍。因此,取用最小抗拉强度计算许用应力时,安全因数取3,取用最小屈服极限计算许用应力时,安全因数取1.5,球墨铸铁的许用应力取二者的较小值。

5.4.2 直管段应力计算

1 球墨铸铁管道在使用过程中,内压是其承受的主要荷载,因此对管道在内压作用下的荷载与应力分析构成了压力管道的

设计基础。因管道几何形状的轴对称性质,可应用弹性力学理论,进行管道应力值计算。同时管道壁厚远小于内径,因此半径方向的径向挤压应力可以忽略,只需考虑管壁内的环向应力。

2 热力用预制直埋球墨铸铁直管段环向应力小于许用应力是验算的必要条件。

5.4.2 直管段局部稳定性验算

1 管道在承受高轴向内压应力和截面内存在缺陷部位可能出现塑性变形的集中。预制保温层球墨铸铁管道的温度位移受到了外部摩擦力约束,就是属于承受高轴向内压应力的管道系统。

2 目前直埋热力管道由于安装条件需要承受温差作用,横截面会产生较大的压应力,当最大压应变达到一个临界水平时便有可能发生局部屈曲,导致管道的局部褶皱而失效。本条计算公式采用国家标准《压力容器》GB 150-所规定的计算公式,《压力容器》中关于圆筒许用轴向压缩应力计算公式做出如下规定:

1) 根据圆筒外径 D_w 和有效厚度 δ_a 按下式计算 A 值:

$$A = 0.188\delta_a/D_w$$

2) 按照圆筒材料选用相应的外压应力系数曲线图(GB150.3 - 2011 第四章),根据其温度线得到 B 值,若在弹性范围内,则可按下式计算 B 值:

$$B = 2AE/3 = 0.1253E \frac{\delta_a}{D_w}$$

3) 许用轴向压缩应力取 B 值,且不得大于许用应力 $[\sigma]$ 。

3 对于承受较大净土压和机动车动土压的管道不得出现径向失稳。《输油管道工程设计规范》GB 50253、《输气管道工程设计规范》GB 50251、《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 中均规定管道的径向变形量应小于管道外径的 3%,因此,预制保

温层球墨铸铁管道径向变形量也应符合上述要求。三种规范对于径向变形计算公式基本一致,其中,CJJ/T 81 是在 GB 50253、GB 50251 公式的基础上进行了数据处理,以简化计算。出于计算的准确性考虑,选择 GB 50253、GB 50251 的计算方法。

4 管道顶部竖向土荷载计算公式按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 选取。本规范正文章节中给出了开槽敷设的埋地柔性管道,管顶竖向土荷载的计算方法。若管道为不开槽、顶进施工的管道,管顶竖向土荷载按下式计算:

$$F_{sv} = C_j \gamma_a B_t D_w$$

$$B_t = D_w \left[1 + \operatorname{tg}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \right]$$

$$C_j = \frac{1 - \exp\left(-2K_a \mu \frac{H_s}{B_t}\right)}{2K_a \mu}$$

式中: F_{sv} —— 管顶单位长度上竖向土荷载(MN/m);

C_j —— 不开槽施工土压力系数;

γ_a —— 回填土的重力密度(MN/m³);

B_t —— 管顶上部土层压力传递至管顶处的影响宽度(m);

D_w —— 工作管外径(m);

H_s —— 管顶至设计地面的覆土深度(m);

$K_a \mu$ —— 管顶以上原状土的主动土压力系数和内摩擦系数的乘积,对一般土质条件可取 0.19;

φ —— 回填土内摩擦角,砂土可取 30°。

5 管道顶部竖向车辆荷载计算公式按照《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 选取。本规范正文章节中给出了单个轮压传递到管道顶部的车辆荷载的计算方法。对于其他情况,按下列计算方法计算:

1) 两个以上单排轮压传递到管道顶部的竖向压力可按下式计算：

$$q_{sv} = \frac{\mu_d \times n_1 \times Q_{vi,k}}{(a_i + 1.4H_2)(n_1 b_i + \sum_{j=1}^{n_1-1} d_{bj} + 1.4H_2)}$$

式中： q_{sv} —— 管顶单位长度上竖向车辆荷载(MN/m)；

$Q_{vi,k}$ —— 车辆的 i 个车轮承担的单个轮压标准值(MN)；

a_i —— i 个车轮的着地分布长度(m)；

b_i —— i 个车轮的着地分布宽度(m)；

H_2 —— 自车行地而至管顶的深度(m)；

μ_d —— 动力系数；

D_w —— 管道外径(m)；

n_1 —— 车轮的总数量；

d_{bj} —— 沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个车轮间的净距(m)。

2) 多排轮压传递到管道顶部的竖向压力可按下式计算：

$$q_{sv} = \frac{\mu_d \sum_{i=1}^{n_1} Q_{vi,k}}{(\sum_{i=1}^{M_a} a_i + \sum_{j=1}^{M_a-1} d_{aj} + 1.4H_2)(\sum_{i=1}^{M_b} b_i + \sum_{j=1}^{M_b-1} d_{bj} + 1.4H_2)}$$

式中： m_a —— 沿车轮着地分布宽度方向的车轮排数；

m_b —— 沿车轮着地分布长度方向的车轮排数；

d_{aj} —— 沿车轮着地分布长度方向，相邻两个车轮间的净距(m)。

5.5 管道热伸长计算

5.5.1 由于球墨铸铁直管段两端接口存在约 10mm ~ 15mm 的安装间隙，用于吸纳由于温度变化引起的管道长度变化，因此管道

在工作时为弹性状态,管道应力和应变的关系完全符合虎克定律。计算公式中, t_0 为管道设计计算时的冷态计算温度,通常取安装时最低温度; t_1 通常取工作循环最高温度。

5.5.2 在 120℃ 的温度条件下,单根 6m 长的管道热伸长量约为 8mm,利用接口间隙对管道进行热补偿时应适当留有余地,本条规定一般为计算热伸长量的 10%,考虑直管段驻点位置可能发生漂移而造成过渡段长度加长,对热伸长影响较大,为此规定余量提高至 20%。

5.5.3 一般情况下,由于直管段两端对称,两侧承受的土壤摩擦力相同,驻点近似位于管道中间。对于与固定墩连接的直管段,驻点位置在管道与固定墩的连接位置。

5.6 保温计算

5.6.1 保温厚度计算

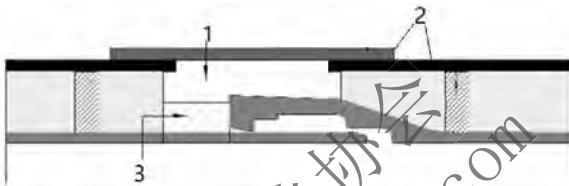
1 热力用预制直埋球墨铸铁管道安全保温层厚度除要满足制造要求外,还要满足保温层外表面温度小于 50℃ 的技术要求,从以下两方面考虑都是十分必要的:一是确保外护管的安全及使用寿命,二是供热系统的节能减排。

2 保温层厚度根据保温层外表面温度条件确定,应按最不利条件计算。供、回水温度选用可能出现的最高温度,即设计供、回水温度,环境温度选用管道运行期间最冷月的土壤温度。

3 参照现行行标《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81,直埋球墨铸铁热力管道一般为供、回水同沟敷设,两根管道散热形成的温度场与单管敷设不同,需要计入两管温度的相互影响。

5.6.2 接口保温设计

1 接口保温处理,可通过验算确认外护管温度在设计工况下不大于50℃。接口处保温可以采用填充岩棉保温棉、灌注树脂泡沫或者两者结合的方法进行保温(例如下图)。但应关注球墨铸铁管承口处凸起部分保温层效果,当该部分保温效果达不到要求时,应进行对填充保温层进行加厚处理。一般而言,当口径大于DN600时,需要进行对填充保温层进行加厚处理,具体工程情况视球墨铸铁管供应商的承口尺寸而定。



接口保温示意图

1—聚氨酯泡沫;2—高密度聚乙烯外护套;3—保温棉

2 接口保温性能规定

- 1) 管道安装完毕后,受热运行过程中会产生蠕动,所以必须预留伸缩缝,填充柔性保温材料有两个作用,一是保温效果好,二是蠕动时不会对管道造成伤害。
- 2) 电熔焊式接头是由高密度聚乙烯外护层和电热熔丝做成可控温度塑料焊接设备加热后,热熔套会和保温管的外护管紧密的结合在一起,密封性好,气密性试验有保证。

6 固定墩设计

6.1 一般规定

6.1.2 热力用预制直埋球墨铸铁管道典型固定墩包括以下四类:(a)弯管固定墩,包括不同角度的水平、竖直弯管固定墩(b)三通固定墩(c)直管段固定墩(d)变径处固定墩。固定墩属于现场浇筑。

6.2 管道对固定墩的作用力

6.2.1 热力用预制直埋球墨铸铁管道对固定墩的作用力解释如下:内压不平衡力,指管道在弯头三通位置,由于供热介质流向改变产生的不平衡力。内压不平衡力按计算压力值计算。

6.2.2 本条明确了固定墩管道作用力的合成原则,即应注意固定墩两侧管道的作用力的方向性。

6.3 回填土对固定墩的作用力

6.3.1 回填土对固定墩和的作用力解释如下:1 固定墩向背离填土方向移动的适当距离,使固定墩后土中的应力状态达到主动极限平衡状态时,作用在固定墩上的土压力,称为主动土压力。2 当固定墩在外力作用下,向土体方向偏移至土体达到极限平衡状态时,作用在固定墩上的土压力,称为被动土压力。3 固定墩底面、侧面及顶面与土壤之间的摩擦力,不同方向的固定墩滑动平面的

摩擦力不同。

6.3.4 本条参照了《柔性接口给水管道支墩》10S505,明确了回填土对固定墩作用力的计算方法,为确定回填土的要求提供基础验算数据:1 固定墩迎推力侧的主动土压力、固定墩抗推力侧的被动土压力是在固定墩受力面为直立、光滑、回填土是无黏性填土的前提下建立的。若实际情况不同,应按实际情况设计。2 固定墩滑动平面上摩擦力根据固定墩形式不同,设计计算方式不同。

6.4 固定墩结构

6.4.3 本条明确了固定墩两侧回填土要求,以满足固定墩工作状态的假定。对比现行行标《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 与《柔性接口给水管道支墩》10S505 中对固定墩抗推力验算方法,10S505 与热力用预制直埋球墨铸铁管道形式更为贴近,且更趋向于安全。

7 管道安装

7.1 一般规定

7.1.1 热力管道温度及压力较高,如施工质量不达标,容易出现爆管,施工的技术要求相对给水排水管道,甚至燃气管道高,具备施工资质是最基本的要求,也是施工单位参与其他市政管道建设的必备条件。

7.1.2 施工首先要有技术质量标准,至少要清楚直埋管道施工中要执行那些国家的现行标准,明晰主要技术内容、重点技术要求,并为此建立管理体系和制度,方可落实、执行。

7.1.3 城市地下设施复杂,施工中不可避免与设计方案有差别。在遇到实际情况不能执行设计时,按手续提请设计变更后再行施工。也就是说,不管何时,施工只能按设计进行,不但是确保工程质量,也是施工单位对自身的保护。

7.1.4 要求建设单位或设计单位向施工单位提供供热管网工程设计测量所用的原始测量资料,施工单位以此进行工程线位和高程测量,便于施工测量和设计测量的统一;设计测量所用控制点的精度等级不符合工程测量要求时,施工单位应会同设计、测量及监理单位共同复核,并确定满足要求的测量系统;为了施工测量和设计测量一致,并在施工测量中对设计测量进行必要的校核,推荐工程测量与设计测量使用同一测量标志。

7.1.5 由施工引起的损坏其他地下管道或设施的事故年年发生,核对管道路由、相关地下管道以及构筑物的资料十分必要,不但可确保管道路由正确,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。

7.1.6 穿越其他市政设施时要采取相应的保护措施,特别是对强电、燃气、给水等管道采取保护措施非常重要,包括管道的防腐层都要进行保护,否则将降低管道的使用寿命。采取保护一方面是不损坏其他管道或设施,另一方面也是保证施工的安全。产权单位最了解管道的压力等运行参数、已使用年限和保护方法,与之协调是正确的做法。

7.1.7 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。沟槽有水危害方面如下:(1)受水浸泡的沟槽会产生地基承载力下降、基地松软、边坡失稳塌方、上部建(构)筑物坍塌等安全风险;(2)排水不良基底有积水,混凝土浇注后难以成型且混凝土强度会因水灰比增大而降低;(3)如沟槽内有水,任何措施都保证不了保温管被水浸泡,直接后果是①泡沫保温层进水导致保温效果降低、保温管寿命缩减或高温汽化 HDPE 外护管爆裂,②现场保温接口失效,表现为 HDPE 外护管虚焊接及泡沫保温层萎缩失效。

7.1.8 市政管道在城市,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。在《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 中,夜间设置照明灯、警示灯、和反光警示标志是强制性条文,注意必须严格执行。

7.1.9 工厂预制的直埋保温管及保温管件比现场制做的保温产品质量高、质量可靠可控,因此推荐使用工厂预制保温产品。

7.1.10 直埋管及管路附件生产中可能存在质量问题,运输时损坏,在安装前进行外观检查十分必要,不但保证施工质量,也可降

低返工的可能性。

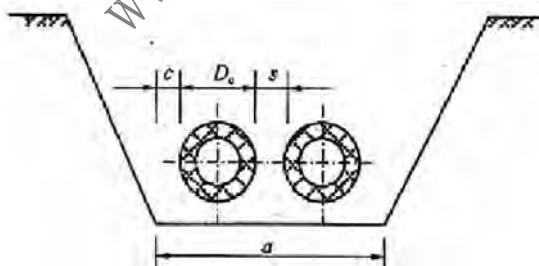
7.2 沟槽施工

7.2.1 在《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 中,对开挖和回填做了详细规定,包括开挖时的预留值、超挖的处理、回填及回填土的要求等。

1 城市管道开挖时常会遇到地下管道或构筑物,随意处置、不加保护有可能被损坏或给施工造成安全隐患,要采取何种保护措施,应与有关单位协商是稳妥的做法;

2 管沟沟底宽度和工作坑尺寸制定的目的是为管道安装和质量检验的需要,管沟沟底宽度和工作坑尺寸不合理,有可能影响工程质量。本规程给出了推荐性做法,施工单位可根据自身的施工水平和方法及现场条件确定。

3 沟槽开挖必须遵照国家和地方的现行规定,例如开挖所要求的边坡或侧面支承的规定等。在开挖的深度、空间和土壤条件不容许采用简单的带边坡的沟槽处,就必须设置匣钵柱或斜撑作侧面支承。



管沟宽度尺寸示意图

7.2.3 由于球墨铸铁管道采用了柔性接口连接,接口将吸收供暖工况下管道的热涨量,故无须再设计管道弯曲作为自由端,尽
80

可能按照直线布设。在必须设置弯头、三通等处,弯头、三通、变径和盲端等处有水头推力,应通过混凝土固定墩将该处接口固定,防止弯头、三通、变径和盲端脱开,造成漏水。具体固定墩的形式和尺寸计算,见本标准第六章。

7.3 管道安装

7.3.1 本条规定主要是考虑安装时管道底部平整度。

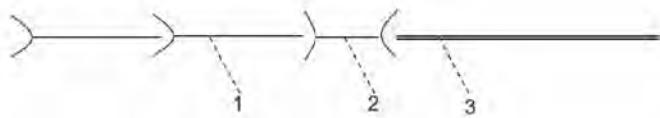
7.3.4 热力用预制直埋球墨铸铁管道主要利用柔性接口安装间隙进行补偿。如插入深度偏大或偏小,将无法达到设计使用要求。

7.4 管道连接

7.4.1 球墨铸铁管与钢制管件、连接件的连接,应满足以下要求:

1 球墨铸铁管和钢管对接采用承插柔性接口,目的是为了通过接口吸收热膨胀量,减少二次应力。钢管管件加工时,应保持其外径及其偏差和相同口径的球墨铸铁管的插口外径一致,保持插口部位光滑无焊瘤和凹槽,并做好倒角。具体尺寸和操作规程可咨询球墨铸铁管供应商。钢制管件质量和性能应满足国家和行业标准规定的要求。

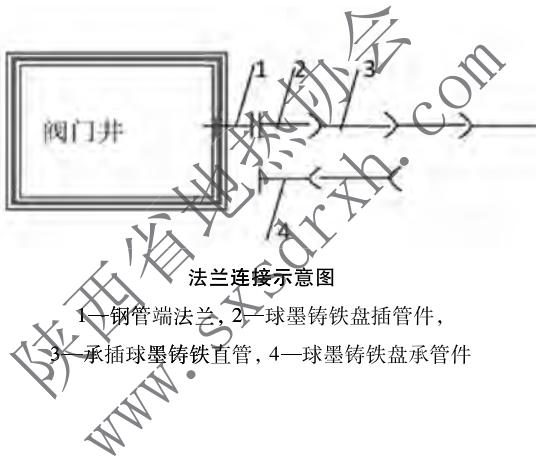
实际工程应用中,一般在钢管与球墨铸铁管之间使用球墨铸铁承套过渡,如下图。当钢管端直线管道长度过大时(温差在100℃时,一般认为8米左右),其膨胀量会大于球墨铸铁管承口可以承受的余量,应采取措施诸如添加固定端、设计U型管等,减小钢管端的膨胀量,确保接口安全运行。



钢管和球墨铸铁管连接图

1—球墨铸铁管, 2—球墨铸铁承套, 3—钢管

2 钢管热力管与承插式预制直埋球墨铸铁供热管通过法兰连接的示意图如下。当钢管端直线管道长度过大时,应采取措施,减小钢管端的膨胀量。



法兰连接示意图

1—钢管端法兰, 2—球墨铸铁盘插管件,
3—承插球墨铸铁直管, 4—球墨铸铁盘承管件

8 试验与验收

8.1 管道试验

8.1.1 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 对管道压力试验做出了详细的规定,包括试验程序、安全措施、试验压力、实验条件及合格判定等要求,供热管网工程施工完成后,应进行强度试验和严密性试验,试验前应编制试验实施方案,并应报有关单位审批。试验前应进行技术、安全交底。试验完成后应出具试验报告。

8.1.3 严密性试验应符合下列规定:

7 本条是水压试验的相关规定。根据现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的规定,供热管网工程施工完成后应按设计要求进行强度试验和严密性试验。

8.2 管道清洗

8.2.1 管道清洗前应编制清洗方案,并报有关单位审批同意后方可实施。清洗方案中宜包括清洗方法、技术要求、操作及安全措施等内容。清洗前应进行技术、安全交底。清洗方案应满足《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 规定的相关要求。

9 试验与验收

9.0.1 维护与检修人员应掌握预制直埋球墨铸铁管道系统维护、检修的技术指标及要求,维护与检修人员人员应定期培训,考核合格后持证上岗,以保证维护、检修质量。同时,预制直埋球墨铸铁管道在维护与检修过程中应严格按照当地的环保要求进行,做到环境保护、文明施工的要求。

9.0.2 规定维护与检修时要注意的安全要求,是保证维护与检修工作安全进行的重要依据。

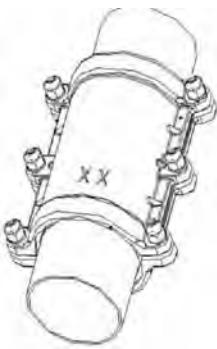
9.0.3 在检查室和管沟等有限空间内的维护检修作业极易发生安全事故,本条结合供热管道系统维护检修特点提出安全要求,确保维护检修人员的安全。

9.0.4 维护与检修应符合下列规定:

2 管网漏损等情况会导致系统运行参数不正常,加强全网巡检,查明故障并维修可以降低事故程度。

4 管道严重泄露或破裂时,应立即采取紧急措施切断泄漏部位的管道,保证将停暖区域限制在最小范围内,并报告相关部门。

球墨铸铁管抢修,不宜使用焊接补漏法。可以根据现场情况决定抢修方法,例如抱箍(也称哈弗节,密封橡胶圈应采用耐高温)法、带压密封夹具密封法等,下面给出了使用抱箍抢修的简图。在非供暖期,宜置换该漏水管道。



抱箍抢修简图

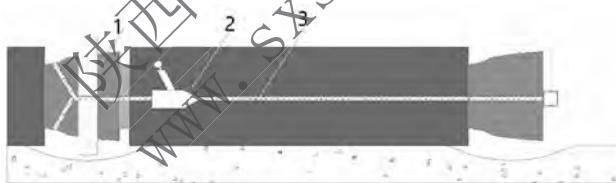
5 土壤约束力对直埋热水管道起重要作用,应避免供热运行期间在直埋热力管道周边开槽。

附录 D 管道接口安装方法和要求

D.0.2 在引导插口插入承口前,应对胶圈外表面和插口外表面上涂抹润滑膏(脂),以便减轻插口插入阻力,也为了防止胶圈在插口插入过程中产生移位,导致接口密封不好。润滑膏(脂)不应对胶圈产生腐蚀作用。

D.0.3 安装工具宜根据管道口径选择,大口径管道可以采用挖掘机挖斗,小口径管道可以采用手扳葫芦安装或电动葫芦。一般推荐使用手扳、电动葫芦安装,以确保接口插入深度满足规定的要求,如下图。

大口径保温管安装时可使用挖斗,保温管与挖斗之间必须加硬木块防护,如下图。此时应严格控制接口插入深度,可在承插口之间塞预定厚度的垫片来控制插入量。



手板葫芦安装示意图

1—垫木;2—手板葫芦;3—带外套胶管的钢丝绳



挖掘机挖斗安装示意图

1—垫木

D.0.6 一般认为当胶圈处于承口内的事先设计的凹槽内时,安装是合格的。当胶圈在安装过程中从承口内部的设计凹槽移出时,会发生接口漏水状况。

检查时利用一把薄的窄钢尺(或探尺),绕着插口 90° 四点轻轻插入接口内,检查胶圈位置,钢尺在四点位置的塞入深度若大致相同,这说明接口连接正常。否则应拆开检查,处理后重新安装。

陕西省地热协会
www.Sxsdrxh.com