

团 体 标 准

T/CFA 0005—2024
代替 T/CFA 02010202.03-2018

球墨铸铁给水排水管道工程施工及验收 技术规程

Technical regulations for construction and acceptance of ductile iron pipeline
works for water and sewerage applications

公告稿

2024 - 09 - 26 发布

2024 - 10 - 25 实施

中国铸造协会 发布

目 次

前言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本规定.....	1
5 入场、吊装、运输及储存.....	2
5.1 入场.....	2
5.2 吊装.....	2
5.3 运输.....	3
5.4 储存.....	3
6 开挖管道施工.....	5
6.1 一般规定.....	5
6.2 沟槽开挖.....	5
6.3 施工降排水.....	5
6.4 沟槽地基处理.....	6
6.5 沟槽支撑.....	6
6.6 管道安装.....	6
6.7 沟槽回填.....	11
7 非开挖管道施工.....	11
7.1 一般规定.....	11
7.2 顶管施工.....	11
7.3 水平定向钻进施工.....	12
8 特殊条件下球墨铸铁管的施工.....	13
8.1 明装球墨铸铁管的安装.....	13
8.2 管道跨越河沟的安装.....	13
8.3 丘陵地区球墨铸铁管的安装.....	14
8.4 穿越铁路和公路的安装.....	16
8.5 综合管廊内的安装.....	17
9 管道功能性试验.....	17
9.1 一般规定.....	17
9.2 管道水压试验.....	17
9.3 管道闭水闭气试验.....	18
9.4 冲洗与消毒.....	18
10 工程验收.....	18
10.1 施工质量控制的要求.....	19

10.2 工程质量验收的基本规定	19
附录 A (资料性) 校圆	20
A.1 椭圆度	20
A.2 校圆工具	20
A.3 操作程序	20
附录 B (资料性) 密封圈存储	21
B.1 注意事项	21
B.2 密封圈的存储	21
B.3 储存期	21
附录 C (规范性) 闭气法试验方法	22
参考文献	24
图 1 球墨铸铁管专用吊钩	22
图 2 球墨铸铁管起吊方式	3
图 3 球墨铸铁管存放时垫木位置示意图	3
图 4 球墨铸铁管堆放方式	4
图 5 球墨铸铁管承口的清理	7
图 6 密封圈的安装	7
图 7 检查密封圈位置	7
图 8 球墨铸铁管道刷涂润滑剂位置	7
图 9 小规格球墨铸铁管的安装	8
图 10 中大规格球墨铸铁管的安装	8
图 11 插口插入深度示意图	8
图 12 密封圈安装位置检查示意图	9
图 13 清洁球墨铸铁管承口内密封面及插口外表面	9
图 14 装入压兰和密封圈	10
图 15 明装球墨铸铁管支撑配置安装示意图	13
图 16 典型管道跨越河沟的安装型式	14
图 17 斜坡上球墨铸铁管受力示意图	14
图 18 斜坡上球墨铸铁管的混凝土支墩布置安装示意图	15
图 19 斜坡上的自锚接口管安装示意图	15
图 20 斜坡上球墨铸铁管道的安装锚固示意图	16
图 21 丘陵地带的截水沟球墨铸铁管的敷设方法示意图	16
图 A.1 球墨铸铁管校圆操作程序	20
表 1 K9 级球墨铸铁管堆放高度	4
表 2 首选压力等级球墨铸铁管堆放高度	4
表 3 球墨铸铁管道一侧的工作面宽度	5
表 4 砂垫层厚度	6

表 5 安装不同规格的球墨铸铁管使用的手动葫芦数量和吨位	9
表 6 滑入式柔性接口球墨铸铁管的安装允许转角	9
表 7 螺栓紧固扭矩	10
表 8 球墨铸铁管自锚接口的安装允许转角	10
表 9 球墨铸铁顶管的允许顶推力	12
表 C.1 气压下降 7 kPa 最小允许时间(T)	22
表 C.2 气压下降 3.5 kPa 最小允许时间 T	23



前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》和GB/T 1.2--2015《标准化工作导则 第2部分：以ISO/IEC标准化文件为基础的标准化文件起草规则》的规定起草。

本文件代替T/CFA 02010202.03—2018《球墨铸铁给水排水管道工程施工及验收规范 技术条件》，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 标准名称修改为《球墨铸铁给水排水管道工程施工及验收规范 技术规程》；
- 增加了DN 2800和DN 3000规格球墨铸铁管的相关要求，与GB/T 13295—2019保持一致；
- 将第6、7、8、9章合并为一章，开挖管道施工；
- 修改了规范性引用文件，增加了与标准内容相关的引用文件；
- 增加了插口术语和定义；
- 增加了入场检验的要求；
- 将承口和插口清理内容合并到一节；
- 修改了密封圈位置的检测方法；
- 修改了球墨铸铁管使用的手动葫芦数量和吨位；
- 删除了滑入式柔性接口和自锚接口的最大允许转角；
- 补充了涂层修补的内容；
- 修改了明装球墨铸铁管的安装形式；
- 增加了图15支撑配置示意图；
- 增加了丘陵地区球墨铸铁管的安装；
- 增加了跨越铁路和公路的安装；
- 修改了水压试验的分段长度；
- 修改了允许渗水量的计算公式；
- 增加了闭气试验要求和附录C闭气法试验方法

本文件由中国铸造协会标准工作委员会、铸管及管件分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件负责起草单位：新兴铸管股份有限公司、际华橡胶工业有限公司、山西华茂智能新材料有限公司、安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司、圣戈班管道系统有限公司、国铭铸管股份有限公司、沧州兴源铸业有限公司、天津市际华橡胶制品有限公司、山西大通铸业有限公司、中国城镇给水排水协会设备工作委员会、西安市政设计研究院有限公司水务分院、安徽同发设备股份有限公司、唐山鑫业科技有限公司、湖北翊通铸业有限公司。

本文件主要起草人：陈建波、时文博、刘延学、王 嵩、李华成、陈 勇、贾红光、张洪亮、苏柏林、何齐书、董建忠、车 蕾、孙 恕、何 根、时文博、刘延学、申 勇、张玉湖、史兴其、史振元、渠向江、余 强、黄新高、王海玲、蔡 敏、胡德安、张军峰、宋书燕、秦康盛、张晓亮、贾卫华、焦祥静、杨德军、李艳君、傅红叶。

本文件的历次版本发布情况为：

——2013年1月28日为首次发布。

——2018年5月10日第1次复审评议结果发布，结论为继续有效。

本次修订为第1次修订。

球墨铸铁给水排水管道工程施工及验收技术规程

1 范围

本文件规定了给水排水管道工程中球墨铸铁管（简称管）、管件和附件的术语和定义，基本规定，入场、吊装、运输及储存，开挖管道施工、非开挖管道施工，特殊条件下球墨铸铁管的施工，管道功能性试验和工程验收。

本文件适用于采用球墨铸铁管的给水排水管道工程的新建、扩建和改建的工程施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB/T 13295 水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件（GB/T 13295-2019，ISO 2531:2009，MOD）
- GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准
- GB/T 20739 橡胶制品 贮存指南（GB/T 20739-2006，ISO 2230:2002，IDT）
- GB/T 26081 排水工程用球墨铸铁管、管件和附件（GB/T 26081-2022，ISO 7186:2011，MOD）
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- YB/T 4564 非开挖铺设用球墨铸铁管（YB/T 4564-2016，ISO 13470:2012，MOD）
- T/CFA 02010202.4 非开挖管道施工用球墨铸铁顶管

3 术语和定义

GB/T 13295、GB/T 26081 和GB 50268 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防护桩 pile

竖立立于车厢内，防止管与车之间相互摩擦或碰撞的桩子。

3.2

原状地基 natural foundation

原始状态下即可满足承担基础全部荷载要求，不需要人工处理的地基。

3.3

内自锚接口 inner self-anchored joint

止脱部件置于承口内部的自锚接口。

3.4

插口线 insertion marks

喷印在球墨铸铁管及管件插口端外表面，控制插口插入深度的标记环。

4 基本规定

4.1 球墨铸铁给水排水管道工程中管、管件和附件除应符合本文件外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

4.2 管、管件和附件应有产品质量证明文件。

4.3 管、管件和附件的防腐涂层应由制造商按照设计文件的规定，在工厂内完成，因现场施工等引起的局部损坏时，应按照制造商手册要求进行现场修补。

4.4 球墨铸铁管道设计采用特殊措施时，其施工及验收应符合设计文件的规定。

4.5 与饮用水接触的材料应满足 GB/T 17219 或相关标准的要求。

4.6 施工前，施工单位应充分理解设计文件，结合当地相关规定要求进行调查研究，掌握管道沿线的下列情况和资料，编制施工组织设计报相关单位审批后执行，有变更时应办理变更审批：

- 现场地形、地貌、建（构）筑物、各种管线和其他设施的情况；
- 工程地质、水文地质、工程用地及施工用水、排水条件、供电条件等；
- 工程材料、施工机械供应条件；
- 在地表水体中或岸边施工时，应掌握地表水的水文和航运资料；在寒冷地区施工时，应掌握地表水的冻结和流冰的资料；
- 在土壤有强腐蚀性时，应预先评估土壤的腐蚀性；
- 结合工程特点和现场条件的其他情况和资料。

4.7 管道工程施工前，宜对施工人员进行管、管件、附件及设备的施工技术培训。

5 入场、吊装、运输及储存

5.1 入场

5.1.1 管、管件及附件等产品运至现场后应进行入场检验，检验应包括下列内容：

- 制造商提供的产品质量证明文件；
- 核对管、管件及附件的外观、规格尺寸、管材壁厚、防腐涂层等与产品标准和设计文件的一致性。椭圆现象的判定和处理宜参照附录 A 执行。

5.1.2 外观质量检查符合下列规定：

- 管和管件金属外表面不应有裂纹，不应有妨碍使用的缺陷；
- 采用承插接口的球墨铸铁管，承口的内工作面和插口的外工作面应光滑、轮廓清晰，不应有影响接口密封性的缺陷。

5.1.3 需要修补的管、管件和附件应进行标记并分开存放。

5.2 吊装

5.2.1 吊装工具

5.2.1.1 管、管件和附件应采用专用工具起吊，起吊时应使用有软性材料外包的专用吊钩（见图 1）、吊装带及有软性材料保护的钢丝绳，确保内衬和外涂层不受破坏。

5.2.1.2 施工安装时，球墨铸铁管宜采用吊装带起吊，起吊时应确保管平稳，防止管转动和倾斜造成安全事故。

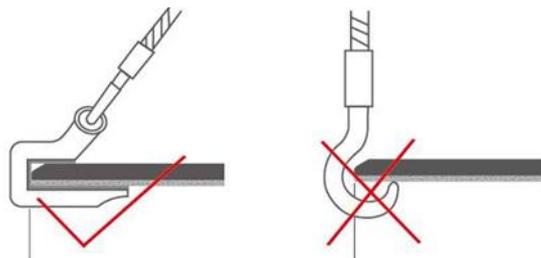


图1 球墨铸铁管专用吊钩

5.2.2 吊装操作

5.2.2.1 起吊设备的选型、装卸作业及操作人员资格均应符合国家有关规程的规定。

5.2.2.2 起吊、落吊时应平稳、缓慢，小心吊运，不应与其它物品冲撞。

5.2.2.3 制造商应提供打包管的相关信息和吊装要求。对于打捆包装的管，应使用吊装带和专用吊具整捆兜底吊装，不应用吊钩直接钩住包装钢带或单支管起吊。起吊一般一钩一捆，若需要一钩多捆，应使用专用工具；对于散装的球墨铸铁管，可采用专用吊钩或吊装带一次吊运一根或数根。起吊方式见图 2。



图2 球墨铸铁管起吊方式

5.2.2.4 吊运时不得站在吊运的管、管件和附件及吊运路径下面。

5.3 运输

5.3.1 装管车辆的防护桩应保证足够的强度，其基座应固定可靠。

5.3.2 防护桩与管接触面应有垫木或橡胶层等保护，以免破坏外涂层。

5.3.3 管装车时，应轻装轻放，采取合理的堆放方式和保护措施，保证管承插口错开、管与车、管与管之间不互相摩擦或冲撞。

5.3.4 封车时应用紧固带将管固定好，防止运输过程中管松动。

5.3.5 管、管件和附件在运输时应垫稳、垫牢，不应相互撞击。橡胶密封圈在运输中不应受到挤压。

5.4 储存

5.4.1 堆放地点和要求

5.4.1.1 所选择存放管和管件的场地，应平摊、坚实，应避免：

- 斜坡，不平坦的地方；
- 沼泽地；
- 存在污染的地方。

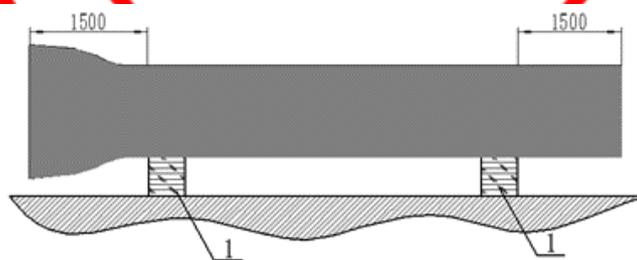
5.4.1.2 管、管件和附件存放时，应按品种规格分开存放并进行适当防护，避免受到污染。

5.4.1.3 橡胶密封圈应储存在阴凉、干燥的地方，具体要求见附录 B。

5.4.2 堆放和储存方式

5.4.2.1 管堆放时不应直接和地面接触，应放置在适当的材料上，如垫木、砂袋等。

5.4.2.2 管多层堆放时，最底层的管应放在两排平行的垫木上（见图 3），并用楔子进行固定，两排垫木距承口端和插口端的距离约为 1500 mm，承口不应和地面接触，承插口交错排放，每一层的承口应伸出下一层的插口，避免承口搭在插口外端。



标引序号说明：

1——垫木

图3 球墨铸铁管存放时垫木位置示意图

5.4.2.3 管堆放方式有金字塔式和四方式两种，见图 4。



图4 球墨铸铁管堆放方式

5.4.2.4 K9 级管的堆放高度应符合表 1 的规定；首选压力等级管的堆放高度应符合表 2 的规定。

表1 K9 级球墨铸铁管堆放高度

公称直径	建议堆放层数		公称直径	建议堆放层数	
	金字塔式	四方式		金字塔式	四方式
DN80	32	20	DN600	8	4
DN100	26	18	DN700	7	4
DN125	24	16	DN800	6	3
DN150	20	16	DN900	5	3
DN200	18	12	DN1000	3	3
DN250	17	9	DN1100	3	2
DN300	14	9	DN1200	2	2
DN350	12	9	DN1400	2	1
DN400	12	6	DN1500	2	1
DN450	10	6	DN1600	2	1
DN500	9	5	DN1800及以上	1	1

注1：若增加管堆放层数，请咨询制造商。
注2：壁厚等级低于K9级时，堆放层数请咨询制造商。

表2 首选压力等级球墨铸铁管堆放高度

公称直径	建议堆放层数		公称直径	建议堆放层数	
	金字塔式	四方式		金字塔式	四方式
DN80	26	18	DN450	8	6
DN100	24	16	DN500	7	5
DN125	21	14	DN600	6	4
DN150	18	14	DN700	5	3
DN200	15	11	DN800	4	3
DN250	14	9	DN900	3	2
DN300	12	8	DN1000	3	2
DN350	10	7	DN1100	2	2
DN400	10	7	DN1200及以上	1	1

注1：若增加管堆放层数，请咨询制造商。
注2：压力等级低于首选压力等级时，堆放层数请咨询制造商。

6 开挖管道施工

6.1 一般规定

6.1.1 沟槽宜采用平底沟槽。

6.1.2 开挖沟槽时,在满足设计文件及沟槽稳定性的前提下,可考虑回填取土方便,充分利用开挖料。沟槽开挖深度超过有关规范规定的,应制定专项方案。

6.1.3 对交通、地面建(构)筑物、地下构筑物、地下其他管线及其他设施有影响的应制定专项防护措施。

6.2 沟槽开挖

6.2.1 沟槽底部的开挖宽度B,应按公式(1)计算:

$$B = DE + 2(b_1 + b_2 + b_3) \quad (1)$$

式中:

B——沟槽底部的开挖宽度,单位为毫米(mm);

DE——管的插口外径,单位为毫米(mm);

b_1 ——管道一侧的工作面宽度,可按表3选取,单位为毫米(mm);

b_2 ——有支撑要求时,管道一侧的支撑宽度,一般取(100~150)mm;

b_3 ——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板的厚度,单位为毫米(mm)。

6.2.2 球墨铸铁管放入沟中,对管道一侧的工作面宽度要求见表3。

表3 球墨铸铁管道一侧的工作面宽度

管道规格(DN)	管道一侧工作面宽度(b_1) mm
≤500	300
600~1000	400
1100~1500	500
1600~2600	600
2800~3000	800

注1:槽底需设排水沟时, b_1 应当增加;
注2:采用机械回填管道侧面时, b_1 需满足机械作业的宽度要求;
注3:采用轨道龙门吊安装时, b_1 宜适当增加。

6.2.3 沟槽每侧临时堆土或施加其它荷载时,应符合设计文件及GB 50268的规定。

6.2.4 沟槽需分层开挖时,应符合设计文件及GB 50268的规定。

6.2.5 沟槽的开挖应符合下列规定:

- 开挖断面应符合施工组织设计方案的要求,槽底原状地基土不得扰动,机械开挖时槽底预留200mm~300mm土层应由人工开挖至设计高程,整平;
- 槽底不应受水浸泡或受冻槽底局部扰动或受水浸泡时宜采用天然级配砂砾石或石灰土回填;槽底土质为湿陷性黄土时,应按设计要求进行地基处理;
- 槽底土层为杂填土、腐蚀性土等不良土质时,应按设计要求进行地基处理;
- 在沟槽边坡稳固后应设置供施工人员上下沟槽的安全梯。

6.3 施工降排水

6.3.1 对有地下水影响的土方施工,应根据工程规模、工程地质、水文地质、周围环境等要求制定施工降排水方案,包括:排水量的计算、排水方法的选定、排水系统的布置、抽水机械的选型、排放区的构造等以防安装好的管和管件产生下沉或浮起。

6.3.2 设计降水深度在基坑(槽)范围内不应小于基坑(槽)底面以下0.5m。

6.3.3 采用明沟排水施工时，施工单位应采取有效措施控制施工降排水对周边环境的影响，排水井宜布置在沟槽范围以外，其间距不宜大于 150 m。

6.4 沟槽地基处理

6.4.1 沟槽局部超挖或发生扰动时，应按下列规定处理：

- 超挖深度不超过 150 mm 时，可用挖槽原土回填夯实，其压实度不应低于原地基土的密实度
- 超挖深度超过 150 mm 时，应按设计要求处理；
- 槽底地基土壤含水量不适于压实时，应采取换填等有效措施；
- 岩石及其他硬质基础，应按设计要求进行处理。

6.4.2 排水不良造成地基土扰动时，应按下列方法处理：

- 扰动深度在 100 mm 以内，宜填天然级配砂石或砂砾处理；
- 扰动深度在 300 mm 以内，但下部坚硬时，宜填卵石或块石，再用砾石填充空隙并找平表面。

6.4.3 原状地基为岩石状况时，管道下方应铺设砂垫层，其厚度应符合表 4 的规定。

表4 砂垫层厚度

规格范围	DN≤500	500<DN≤1000	DN>1000
垫层厚度 mm	100	150	200

6.4.4 非永冻土地区，管道不应铺设在冻结的地基上，管道安装过程中，应防止地基冻胀。

6.4.5 设计要求换填时，应按要求清槽，并经检查合格；回填材料应符合设计要求或有关规定。

6.5 沟槽支撑

6.5.1 沟槽支撑应根据沟槽的土质、地下水位、开槽断面、荷载条件等因素进行设计，施工单位应按设计要求进行沟槽支撑。

6.5.2 支撑的材料可选用钢材、木材或钢材木材混合使用。

6.5.3 支撑的施工应符合下列规定：

- 横撑不应妨碍下管和稳管；
- 支撑安装应牢固，安全可靠；
- 支撑应经常检查，发现支撑构件有弯曲、松动、移位或劈裂等迹象时，应及时处理；
- 拆除支撑前，应对沟槽两侧的建筑物、构筑物和槽壁进行安全检查，并应制定拆除支撑的作业要求和安全措施。
- 施工人员应由安全梯上下沟槽，不得攀登支撑。

6.6 管道安装

6.6.1 一般规定

6.6.1.1 应根据施工方案的要求摆放管、管件和附件，摆放的位置应便于起吊和运送，并应采取适当的安全防护措施防止管滚落。

6.6.1.2 接口工作坑应结合管道铺设及时开挖，开挖尺寸应符合施工方案的要求。不应采用填块抬高管身，使管身与沟槽基础分离。

6.6.1.3 管道安装时，应随时清除管道内的杂物、暂时停止安装时管道两端及所有敞口应采用封堵严密的堵头进行封堵。

6.6.1.4 施工现场不应直接在管身钻螺纹孔装压力表或者接分支管，需要时应加装马鞍座或专用装置。

6.6.2 滑入式柔性接口的安装

6.6.2.1 安装时宜插口向承口方向安装。

注：承口方向与水流方向无一致性要求。

6.6.2.2 安装前应对承口内部和插口外表面进行清理，如图 5 所示，承口内部不应有土、砂、毛刺或水等残留物；同时应清扫插口，光滑边缘。严寒气候条件下，安装前密封圈应升温至 20 ℃。

注：可采用把密封圈放在温水中浸泡的方式升温。

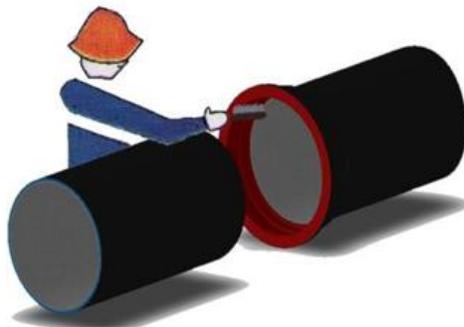


图5 球墨铸铁管承口的清理

6.6.2.3 对较小规格（DN800 及以下）的密封圈，宜将其弯成“心”型放入承口密封槽内；对较大规格（DN800 以上）的密封圈，宜将其弯成“十”型或其它形状。密封圈的安装见图 6。密封圈放入后，应施加径向力使其完全放入密封槽内，并应检查与球墨铸铁管是否完全吻合，见图 7。

注：可使用木锤或橡胶锤轻轻敲击的方式产生径向力。



图6 密封圈的安装

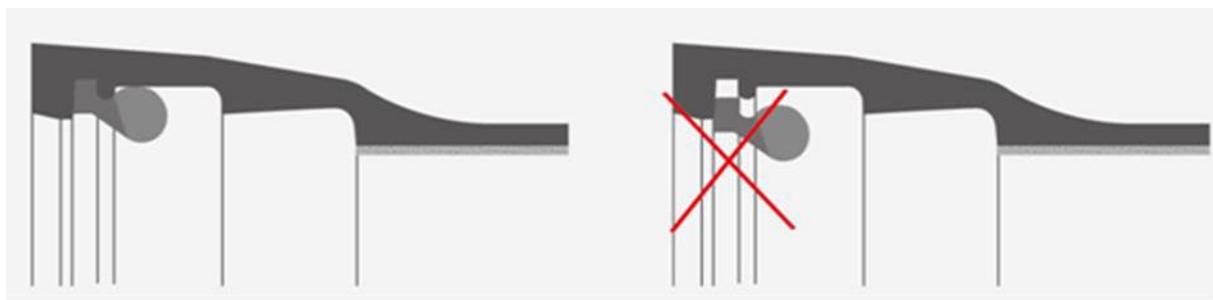


图7 检查密封圈位置

6.6.2.4 管道安装前应对安装好的密封圈外表面及插口外表面均匀涂抹专用润滑油，见图 8。不应使用黄油、机油等对水质产生影响并对密封圈存在腐蚀作用的润滑剂。

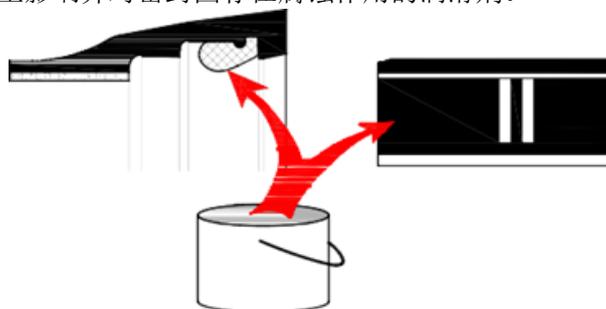


图8 球墨铸铁管道刷涂润滑剂位置

6.6.2.5 管可采用不同的安装工具，安装工具与管接触的部位都应垫柔性材料进行防护：

a) DN 150 及以下规格的管采用撬棍等简易工具进行安装，见图 9；

b) DN 200 及以上规格的管应用手动葫芦进行安装，见图 10。

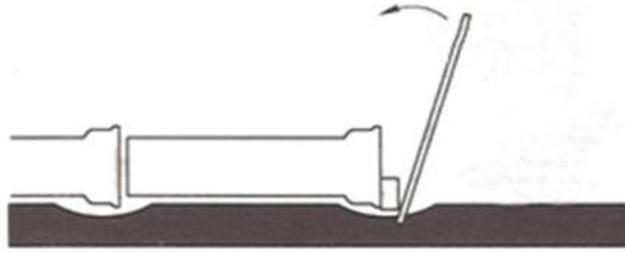


图9 小规格球墨铸铁管的安装

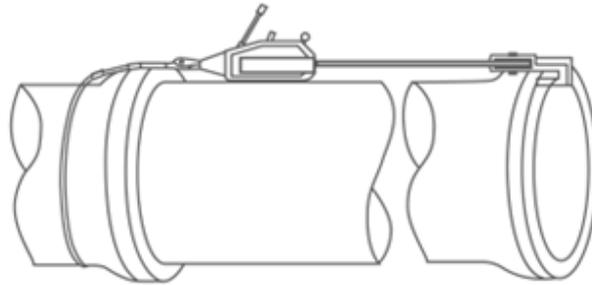
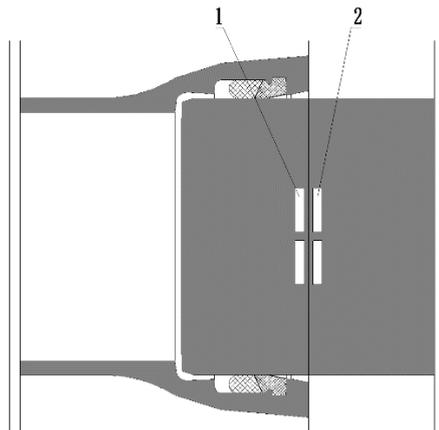


图10 中大规格球墨铸铁管的安装

6.6.2.6 发现球墨铸铁管插入时阻力过大，或插入时管出现反弹现象，应立即停止，不得强行顶进，应将管拔出，检查密封圈位置和承插口，查明原因并妥善处理后再重新安装。

6.6.2.7 安装完成后，管承口端面应位于第一条插口线和第二条插口线之间，见图 11。在温差较大的环境下，施工环境温度较低时，管承口端面宜位于第一条插口线边缘；施工环境温度较高时，管承口端面宜位于第二条插口线边缘。

注：例如对于温差变化较大的寒冷地区，冬季施工时，插口端插入承口端的安装过程中在越过第一条插口线后，尽量远离第二条插口线，使得承插口间隙满足未来管道升温导致的管道伸长。而对于寒冷地区的夏季施工，插口端插入承口端的安装过程中在越过第一条插口线后，尽量靠近第二条插口线，使得承插口间隙满足未来的管道降温导致的管道缩短。



标引序号说明：

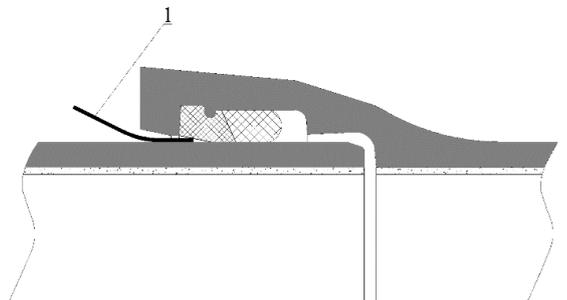
1——第一条插口线

2——第二条插口线

图11 插口插入深度示意图

6.6.2.8 安装完成后，应采用图 12 所示方法检测密封圈位置：对于不超过 DN1200 的球墨铸铁管，利用一把薄的窄钢尺，沿承插口至少在 90° 的四个点检查密封圈位置；对于大于 DN1200 的球墨铸铁

管，按照“米”字型样式至少八个点位置检查密封圈位置，钢尺环绕插口位置的插入深度应基本相同，表明接口连接正常。



标引序号说明：

1——钢尺

图12 密封圈安装位置检查示意图

6.6.2.9 安装不同管径的球墨铸铁管使用的手动葫芦数量和吨位应符合表 5 的规定。

表5 安装不同规格的球墨铸铁管使用的手动葫芦数量和吨位

规格DN(mm)	80-200	250-400	450-1000	1100-1400	1500-2000	2200-3000
葫芦数量×吨位	1×1 t	2×2 t	2×5 t	2×8 t	2×10 t	2×20 t

6.6.2.10 当接口安装完毕后，可根据表 6 要求调整管的偏转角度，接口的安装允许转角应符合设计要求或表 6 的规定。

表6 滑入式柔性接口球墨铸铁管的安装允许转角

DN	滑入式柔性接口	
	安装允许转角 °	
80-300	3	
350-600	2	
700-2600	1	
2800-3000	0.5	

6.6.3 机械式柔性接口的安装

6.6.3.1 安装前应清扫承口内表面以及插口外表面，不应有土、砂、水等杂物，见图 13。

6.6.3.2 应将压兰和涂有润滑剂的密封圈套在插口端，见图 14。密封圈截面积较小的一端应朝向承口端，安装前应仔细检查连接用密封圈，不应粘有任何杂物。

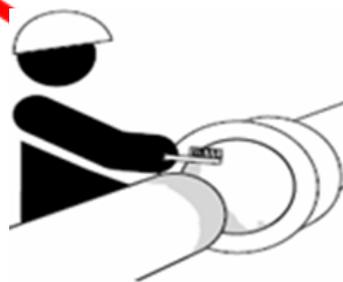


图13 清洁球墨铸铁管承口内密封面及插口外表面

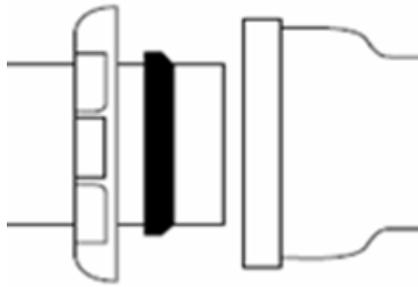


图14 装入压兰和密封圈

6.6.3.3 安装时,应使插口与承口法兰压盖的轴线相重合;螺栓安装方向应一致,宜用扭矩扳手均匀、对称地紧固。安装完成后,承口端面应位于第一条插口线和第二条插口线之间。宜使用测力扳手,连接螺栓的力矩宜符合表 7 要求。

表7 螺栓紧固扭矩

规格	规定扭矩值 kgf.m	推荐最小手柄长度 mm	最小手柄长度时施力值 kgf
M16	6	150	40
M20	10	250	40
M24	14	350	40
M27	20	450	44
M30	20	450	45

6.6.4 自锚接口的安装

6.6.4.1 安装前应将管承口工作上的杂物清理干净,检查管承口内表面尤其是密封工作面有无影响密封的缺陷等。

6.6.4.2 安装前应检查连接用密封圈、压兰和挡环等无缺陷。

6.6.4.3 安装前应检查自锚插口倒角以及插口端部焊环满足安装要求。

6.6.4.4 自锚接口的安装应按照制造商安装手册的要求执行。

6.6.4.5 自锚接口的安装允许转角应符合制造商给出的值,制造商无推荐值时应满足表 8 的规定。

表8 球墨铸铁管自锚接口的安装允许转角

规格 DN	自锚接口
	安装允许转角°
80-300	1.25
350-600	0.75
≥700	0.25

6.6.5 切管和校圆

6.6.5.1 当管道安装需要切割短管时,应选择有可切割标识的管进行切割;切割前应对拟切割部位进行测量,确认切割部位符合安装尺寸;管切割后应进行倒角和防腐处理,防腐应相关国家标准以及设计文件的规定,倒角尺寸应符合接口设计要求。

6.6.5.2 中小口径球墨铸铁管(DN1000 及以下)宜使用砂轮切割机,大口径球墨铸铁管(DN1000 以上)宜使用电动金属锯切管机。

6.6.5.3 校圆的操作应按照附录 A 要求进行。

6.6.6 涂层修补

6.6.6.1 可对损坏的或有缺陷的部位进行修补，管的涂层修补过程应按照制造商手册的要求进行。

6.6.6.2 管道在吊装、运输、安装或抢修时，若发生内、外涂层损坏，应采用下列修补措施：

- 水泥内衬破损时，应将破损的水泥内衬清除干净，采用与原有内衬相同的水泥、细砂与水泥胶均匀搅拌成配料修复破损区域，并应待配料干燥后打磨整平；
- 终饰层破损时，应将破损的终饰层清除干净，采用与原有终饰层相同的材料修复破损区域，终饰层的厚度不得低于设计文件及相关产品标准的要求；
- 环氧、聚氨酯等防腐层破损时，应采用制造商提供的修复材料，并按制造商提供的操作程序进行修复。

6.7 沟槽回填

6.7.1 沟槽回填应符合以下规定：

- 管道安装完成后应及时回填至设计高程；
- 沟槽内砖、石、木块等杂物应清除干净；
- 沟槽内不应有积水；
- 保持降排水系统正常运行，不应带水回填。

6.7.2 沟槽应分层回填，分层厚度、回填方式、回填压实指标和腋角回填等应符合设计要求，设计无规定时，应符合 GB 50268 的要求。

6.7.3 回填前应检查管道，有损伤或变形的管道应修复或更换。

6.7.4 沟槽回填前，应作好防止管线上浮、位移的应急预案。

6.7.5 除满足设计要求外，回填材料应符合下列规定：

6.7.5.1 采用土回填时，应符合下列规定：

- 管底至管顶以上 500 mm 范围内，土中不应含有机物、淤泥、冻土以及大于 20 mm 的砖、石等硬块；
- 冬期在管顶以上 500 mm 范围以外可均匀掺入数量不应超过填土总体积 15 % 的冻土回填，且冻块尺寸不应超过 100 mm；

6.7.5.2 采用石灰土、砂、砂砾等材料回填时，其质量应符合设计要求或有关标准规定。

6.7.6 每层回填土的虚铺厚度，应符合 GB 50268 的规定。

6.7.7 当管道规格大于 DN 1200 时，安装完成后宜在管道内安装支撑木再进行沟槽回填。

6.7.8 球墨铸铁管道回填到设计高程时，应在 12h~24h 内测量并记录管道变形率，管道变形率应符合 GB 50268 的规定。

7 非开挖管道施工

7.1 一般规定

7.1.1 非开挖管道施工用球墨铸铁管应符合 YB/T 4564 的规定。

7.1.2 施工前应编制施工方案，施工方案的内容应符合 GB 50268 的规定。

7.2 顶管施工

7.2.1 顶管机的外径应与球墨铸铁顶管的外径相符合，球墨铸铁顶管应符合 YB/T 4564 和 T/CFA 02010202.4 的规定。

7.2.2 球墨铸铁顶管宜采用柔性接口，接口安装可参考本文件第 6.6 条的规定。

7.2.3 顶管时应采用顶铁，不应采用千斤顶直接顶推管口；顶推作业面应为承口端面，不应顶推插口端面。

7.2.4 根据施工工艺的要求，开设注浆孔的球墨铸铁顶管安装完成后，应对注浆孔进行封堵，堵头材质宜采用不锈钢，密封材料应满足 GB 17219 要求。

7.2.5 管道接口顶推工作面应垫入木垫圈，木垫圈宜采用质地均匀富有弹性的松木、杉木或胶合板，木垫圈的压缩模量不应大于 140 MPa。其外径应不大于顶管外径，内径宜比管道插口外径大 2 mm。

7.2.6 施工前应复核是否减阻，必要时应采取合适的减阻措施，确保管道承受的顶推力始终符合设计要求，设计无要求时 K8 级和 K9 级顶管的允许顶推力应符合表 9 的规定。

表9 球墨铸铁顶管的允许顶推力

规格 (DN)	允许顶推力 KN	
	K8	K9
250	560	920
300	750	1240
350	770	1270
400	810	1350
450	940	1560
500	1150	1910
600	1640	2720
700	1640	2720
800	1980	3300
900	2490	4140
1000	3050	5080
1100	3670	6110
1200	4350	7240
1400	5420	9020
1500	6810	11350
1600	7420	12360
1800	7420	12360
2000	10190	16970
2200	10190	16970
2400	10190	16970
2600	14010	23340
2800	14010	23340
3000	14010	23340

7.3 水平定向钻进施工

- 7.3.1 水平定向钻进施工用球墨铸铁管接口应采用内自锚接口。
- 7.3.2 施工前，接口处宜包覆收缩套和薄钢皮，收缩套应覆盖接口间隙，薄钢皮应覆盖承口。
- 7.3.3 水平定向钻进施工的钻孔直径不应小于管道承口外径的 1.2 倍。
- 7.3.4 水平定向钻进施工时，球墨铸铁管接口安装允许转角不应超过本文件第 6.6.4.5 条中表 8 的规定。
- 7.3.5 施工过程中，插口应朝向前进方向，并应采取合适的减阻措施，确保管道承受的拉力始终符合

设计要求。

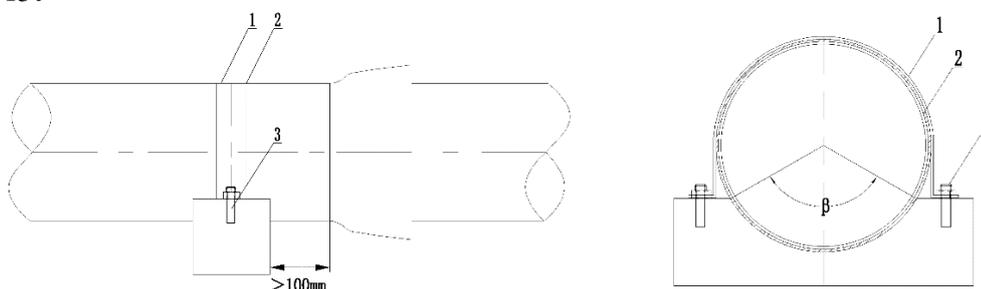
7.3.6 水平定向钻进施工部分的管道水压试验应与管线的其他部分分开进行，在管道拉入钻孔前，宜对已组装的管道进行附加的压力试验，穿越后应对钻孔空隙进行注浆。

8 特殊条件下球墨铸铁管的施工

8.1 明装球墨铸铁管的安装

8.1.1 根据工程条件，管道支架可选择混凝土支撑、钢支撑等，支撑设置应符合设计要求，当设计无明确规定时，可按下列原则设置：

- 每节管应设置管道支架，宜设置不少于一套支撑结构；
- 管道支架宜设置于靠近承口的位置，且位于承口后直管段 100 mm 之外的区域；
- 支撑型式宜采用鞍式，管和鞍形支撑台之间宜设有橡胶垫片，马鞍角 β 宜为 $90^\circ \sim 180^\circ$ ，见图 15。



标引序号说明：

- 1——管道抱箍
- 2——橡胶垫片
- 3——螺栓

图15 明装球墨铸铁管支撑配置安装示意图

8.1.2 一般情况下，对于采用柔性接口或自锚接口的球墨铸铁管线可不设置膨胀吸收装置，对于局部伸缩量要求较高的区域（如长距离桥梁的伸缩缝处），宜设置带有限位的滑动支架。接口安装应符合本文件第 6.5 条的要求。

8.1.3 密封圈宜采用三元乙丙橡胶密封圈。

8.2 管道跨越河沟的安装

8.2.1 跨越河沟施工时宜采用自锚管。

8.2.2 桥梁上安装的形式见图 16。

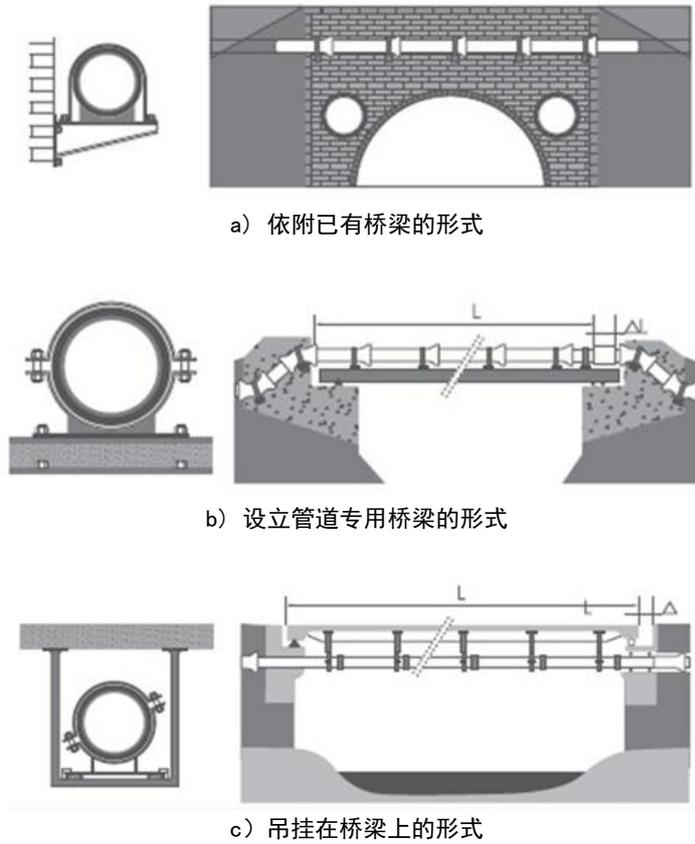


图16 典型管道跨越河沟的安装型式

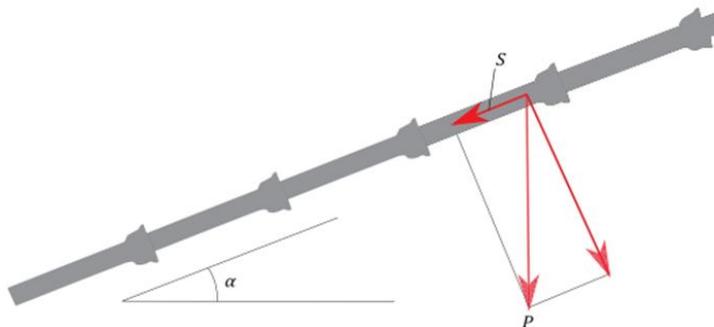
8.3 丘陵地区球墨铸铁管的安装

8.3.1 一般规定

在丘陵地带安装滑入式接口球墨铸铁管应采取防护措施。

8.3.2 管道斜坡锚固

管道在斜坡上敷设时，宜用支墩、垂直锚固挡墙、自锚接口或支墩与自锚接口混合使用，以抵消由压力、管重和水的重量产生的轴向重力，见图 17。

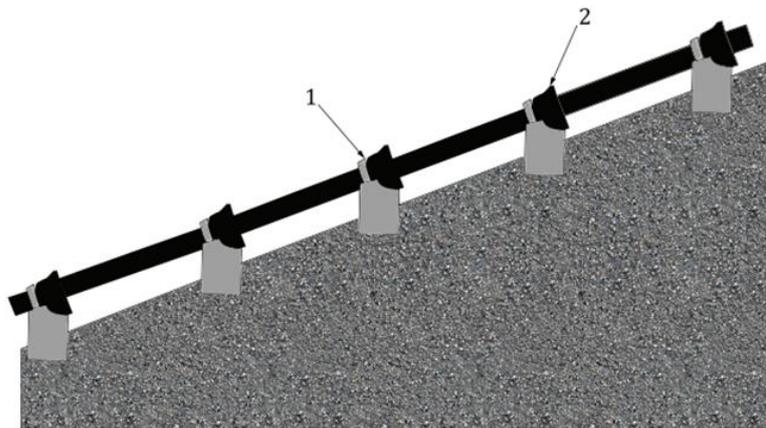


说明：
 S——管道轴向力
 P——重力
 a——坡度角

图17 斜坡上球墨铸铁管受力示意图

8.3.2.1 在斜坡上敷设球墨铸铁管可有以下两种方法：

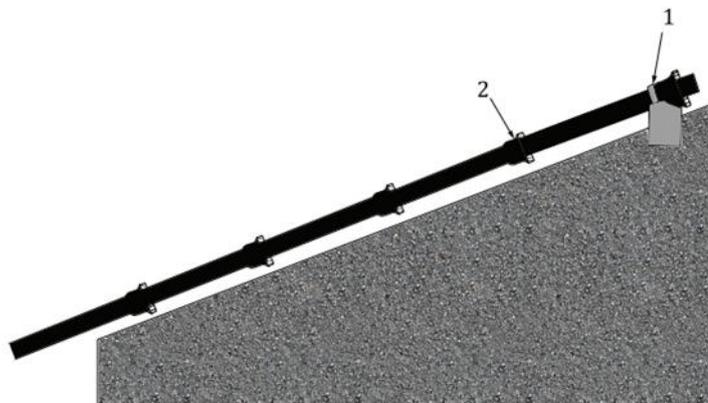
- 管道采用滑入式柔性接口时，在每根管上应设置混凝土锚固墩，锚固应置于球墨铸铁管的承口附近。安装示意图见图 18。
- 管道采用自锚接口时，在斜坡顶部及沿管线的一定间距，应设置混凝土支墩进行管道锚固，见图 19。



标引序号说明：

- 1——锚固墩
- 2——滑入式柔性接口

图18 斜坡上球墨铸铁管的混凝土支墩布置安装示意图



标引序号说明：

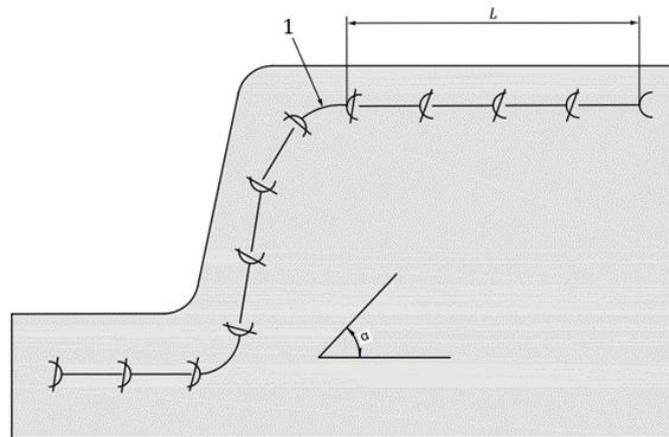
- 1——锚固墩
- 2——自锚接口

图19 斜坡上的自锚接口管安装示意图

8.3.3 丘陵地形管道安装

8.3.3.1 在丘陵地带敷设管道时，底层布置应考虑以下注意事项：

- a) 在丘陵地区常见的多石地面，应将边缘锋利的石头/硬石从沟底移走。确保沟底平整，应提供至少 100 mm 深的软土或砂子作为底层；
- b) 避免使用超过 5 mm 的角粒状材料做底层或侧填；
- c) 斜坡铺设时，管道的承口宜向上，采用柔性接口的管线敷设坡度不应超过 1:5（地上铺设）或 1:4（地下铺设）。超过该坡度的安装，应设锚固墩或使用自锚接口，见图 20。

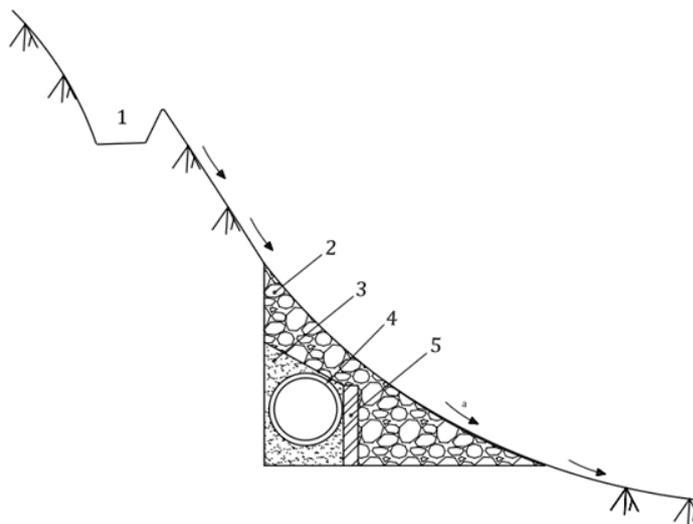


说明:

- 1——靠上的自锚弯头
- L——朝弯头方向的自锚管长度
- α ——坡度角

图20 斜坡上球墨铸铁管道的安装锚固示意图

- 8.3.3.2 应根据设计要求对管件进行适当锚固。应在盲端、弯头、三通、渐缩管和阀门处提供外部锚固，以抵抗内部压力和动态载荷产生的推力。
- 8.3.3.3 在土壤和管道摩擦较小的地方，应注意确保插口不过多插入或拔脱。敷设前，所有插口都应标记插口插入深度，并应注意检查所有接口都已安装至标记环处。
- 8.3.3.4 当管道敷设于山坡冲刷面时，应在管道上游设置截洪沟分流，并对管道基础及覆土进行处理见图 21。
- 8.3.3.5 管道纵剖面上的每一个高点，都应配备一个排气阀，见图 21。



标引序号说明:

- 1——截水沟将水围在上坡侧
- 2——不透水填充物，防止水渗入沟槽土壤
- 3——软土填充
- 4——球墨铸铁管
- 5——砌体构造柱
- a——水流方向

图21 丘陵地带的截水沟球墨铸铁管的敷设方法示意图

8.4 穿越铁路和公路的安装

球墨铸铁管道系统穿越铁路和公路时，可采用YB/T 4564 中定义的方法，并按设计要求执行。

8.5 综合管廊内的安装

- 8.5.1 综合管廊管道应设置管道支架，管道支架的设置应符合本文件第 8.1.1 条的规定。
- 8.5.2 管道在管廊内运输可选用无轨小车或专用的牵引拖拉设备。
- 8.5.3 管道的吊装宜借助廊顶的吊环或者采用简易龙门吊。
- 8.5.4 管廊内的管道宜采用柔性接口连接，弯头处宜采用自锚接口连接，接口的安装宜采用手动葫芦，其吨位可按本文件第 6.6.2.9 条的规定。
- 8.5.5 管道弯头处的支墩应满足抗滑设计要求，弯头处采用自锚接口时，抗滑支墩可设置在弯头两侧的自锚管上。
- 8.5.6 抗滑支墩与管廊底部可采用预埋件焊接相连的方式，也可采用后植筋技术，利用锚固胶将钢筋与廊底锚固在一起。

9 管道功能性试验

9.1 一般规定

- 9.1.1 有压管道应进行管道水压试验，无压管道应进行管道闭水闭气试验，应符合 GB 50268 规定。
- 9.1.2 管道水压试验和闭水试验前设计单位应提供试验技术要求，施工单位应编制试验实施方案。试验完成后，施工单位应出具试验报告。
- 9.1.3 管道水压试验合格的判定标准应为允许压力降值，管道闭水试验合格的判定依据应为允许渗水量值。
- 9.1.4 管道水压试验应有安全防护措施，作业人员应按照相关安全作业规程进行操作。
- 9.1.5 管道水压试验用水应使用洁净水，不应使用污染源进行水压试验。试验前应做好水源的引接、排放方案，应采取保护措施确保人员、交通通行和附近设施的安全。试验过程中应及时对有代表性的试验结果进行计算，初判满足要求程度，对不合理结果和误差应进行调查。
- 9.1.6 冬季进行压力管道水压或闭水试验时，应采取防冻措施。

9.2 管道水压试验

9.2.1 管道水压试验应在具备以下条件后进行：

- 试验前对管道进行浸泡，浸泡时间应不小于 24h；
- 管道安装，所有接口均应进行检查并合格，管沟回填应已完成；
- 止推结构、附属设施施工完成，应经复核满足水压试验的稳定性和强度要求；
- 管道内杂物应已清理；
- 水压试验工作方案应已批准；
- 试验水源、试验场地、试验人员应已落实，试验设备应已安装、调试完成。

9.2.2 水压试验分段长度应综合考虑地形、水源、建（构）筑物布置等因素确定，应遵从设计文件要求，设计未做规定时分段长度不宜大于 1 km；管线布置平缓、水资源匮乏的管段，可适当增加试验分段长度，最大分段长度不宜超过 5 km。

9.2.3 水压试验压力按以下规定选取：

- 当工作压力不大于 0.5 MPa 时，试验压力取 2 倍工作压力；
- 当工作压力大于 0.5 MPa 时，试验压力取工作压力加 0.5 MPa；
- 任意点的试验压力不小于管道系统内该点的设计压力。

9.2.4 水压试验时不应采用阀门作为封堵板，阀门宜拆除并对管端封堵，在阀门厂家同意时，可不拆卸阀门进行水压试验，但阀门应处于打开状态。

9.2.5 水压试验采用的设备、仪表的规格及安装要求均应符合 GB 50268 的有关规定。

9.2.6 水压试验前管段注满水后，宜在不大于工作压力条件下充分浸泡再进行水压试验，浸泡时间不应少于 24h。

9.2.7 水压试验应采用允许压力降值判定，试验应符合以下规定：

- 预试验阶段：通过进水管补水增压，将试验段管道内水压由起始压力缓慢分级升至试验压力并稳压 30min，期间如有压力下降可注水补压，但不应高于试验压力；升压与保压期间实时应检

查井室内管道接口、配件等处有无漏水和损坏现象；有漏水、损坏现象并可能造成工程事故或者试验失败时，应及时停止试验，应查明原因并采取相应措施后重新试验。

——主试验阶段：停止注水补压，稳定 15 min；当 15 min 后压力下降不超过 0.03 MPa 时，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30 min，进行外观检查，若无漏水现象，则水压试验合格。

9.3 管道闭水闭气试验

9.3.1 无压管道闭水试验长度应遵从设计要求，如无要求时，长度不宜超过 5 个连续井段。

9.3.2 无压管道闭水试验时，试验管段应符合以下要求：

- 管道及检查井外观质量应已验收合格；
- 试验管段两端堵板、弯管段止推结构应已完成并满足强度和稳定性要求。

9.3.3 管道闭水试验压力应符合以下规定：

- 试验段上游设计水头（压力）不超过管顶高程时，试验水头应以试验段上游管顶高程加 2 m。
- 试验段上游设计水头（压力）超过管顶高程时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2 m。
- 计算试验水头（压力）小于 10 m，但已超过上游检查井井口时，试验水头（压力）以检查井井口高度为准。

9.3.4 闭水试验应采用补水法进行，试验程序执行 GB 50268 的规定。要求渗水量不大于允许渗水量为合格，允许渗水量应按公式（2）计算：

$$Q_s = 0.0046D_j \quad (2)$$

式中：

Q_s ——允许渗水量，单位为立方米每24小时每公里[m³/（24 h·km）]；

D_j ——管道计算内径，单位为毫米（mm）。

9.3.5 对于地下水位高于管顶的非开挖施工管道，当管径大于 1400 mm 时，在闭水试验前进行漏水检查，不得有滴漏、线流现象。

9.3.6 无压管道的闭气试验应符合下列规定：

- 闭气试验宜用于公称直径不大于 DN 1000 的无压管道；
- 闭气试验前沟槽不得回填；
- 沟槽内不得有积水；
- 下雨时不得进行闭气试验；
- 闭气试验不宜用于混凝土检查井的严密性试验。

9.3.7 闭气试验时应采取下列安全措施：

- 应正确安装、约束和固定所有橡胶充气堵头，在充气加压前，应检查所有堵头的固定情况；
- 在加压过程中，任何人不得进入检查井内、或堵头突然弹出的可能范围内；
- 测试压力不得超过 42 kPa，增压设备应带有确保压力不超过 42 kPa 的泄压阀；
- 闭气试验完成后，应打开放气阀并排出所有空气；在管道内气压未降至大气压之前，不得取下堵头。

9.3.8 闭气试验应按本文件附录 C 的规定进行。

9.4 冲洗与消毒

9.4.1 给水管道通水运行前应进行冲洗与消毒，经水质检验达到 GB 5749 标准后，方可投入运行。

9.4.2 给水管道冲洗与消毒应符合下列要求：

- 给水管道取用污染水源进行水压试验与冲洗，施工管段处于污染水水域较近时，应严格控制污染水进入管道；如不慎污染管道，应由水质检测部门对管道污染水进行化验，并按其要求在管道并网运行前进行冲洗与消毒；
- 管道冲洗与消毒应编制实施方案；
- 施工单位应在建设单位、管理单位的配合下进行冲洗与消毒；
- 冲洗时应避开用水高峰，冲洗流速不小于 1.0 m/s，并连续冲洗；
- 管道应采用含量不低于 20 mg/L 氯离子浓度的清洁水浸泡 24h 进行消毒。

10 工程验收

10.1 施工质量控制的要求

10.1.1 管道施工的各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，每分项工程完成后，应进行检验。

10.1.2 相关各分项工程之间应进行交接检验。所有隐蔽分项工程应进行隐蔽验收，未经检验或验收不合格不应进行下道分项工程。

10.1.3 管道附属设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

10.1.4 管道施工时，生产厂商应按照用户要求派驻人员到施工现场进行技术指导，并及时处理施工中的有关问题。

10.2 工程质量验收的基本规定

10.2.1 管道工程施工质量验收应在施工单位自检基础上，按验收批、分项工程、分部(子分部)工程、单位(子单位)工程的顺序进行，并应符合下列规定：

- 符合本规范和相关专业验收的规定；
- 符合工程勘察、设计文件的要求；
- 参加工程施工质量验收的各方人员应具备相应的资格；
- 对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行试验或检测；
- 承担检测的单位应具有相应资质；
- 工程施工作业的外观质量应由质量验收人员，通过现场检查共同确认。

10.2.2 验收批、分项工程、分部(子分部)工程、单位(子单位)工程的质量验收，应符合 GB 50268 标准中的有关规定。

10.2.3 管道工程施工质量验收不合格时，应按下列规定处理：

- 经返工重做或更换管节、管件、管道设备等的验收批，应重新进行验收；
- 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，应予以验收；
- 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收；
- 经返修或加固处理的分项工程、分部(子分部)工程，改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收；
- 经返修或加固处理仍不能满足结构安全和使用功能要求的分项工程、分部(子分部)工程，不应验收。

10.2.4 单位工程的质量验收合格后，建设单位应按规定将竣工验收报告及有关文件，报工程所在地建设行政主管部门备案。

10.2.5 管道施工工程应经过竣工验收合格后移交，建设单位应将有关文件和技术资料归档。

附录 A
(资料性)
校圆

A.1 椭圆度

$$\text{椭圆度} = [(A_1 - A_2)/(A_1 + A_2)] \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- A₁ ——直径最大值, 单位为毫米 (mm);
- A₂ ——直径最小值, 单位为毫米 (mm)。

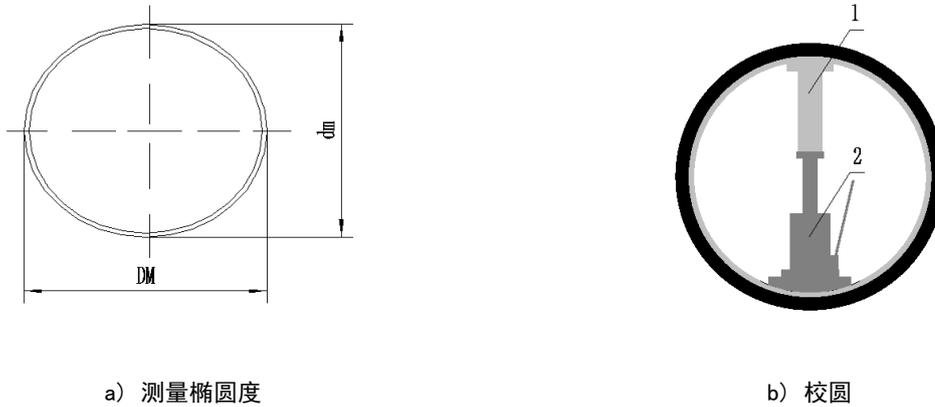
A.2 校圆工具

校圆工具主要有: 千斤顶, 木块(或可调整的垫木), 两个橡胶垫盘。

A.3 操作程序

校圆的操作程序见图A.1。

- 按照图组装工具, 准备纠正椭圆;
- 调整千斤顶使插口恢复圆形;
- 确保校圆过程对水泥内衬没有损坏;
- 为防止管弹性变形, 请在管安装完毕后取出校圆工具。



标引序号说明:
1——支撑物
2——千斤顶

图A.1 球墨铸铁管校圆操作程序

附录 B
(资料性)
密封圈存储

B.1 注意事项

应按GB/T 20739 中的要求执行，应注意：

- 储存温度；
- 储存区域空气的湿度及干燥度；
- 避光；
- 储存期。

B.2 密封圈的存储

从生产到使用之间的任何阶段，密封圈应按GB/T 20739 中的要求贮存，并注意以下几点：

- a) 贮存温度宜低于 25 ℃，宜高于 15 ℃，湿度宜低于 70 %。
- b) 橡胶密封圈应避光贮存，应避免强阳光和高紫外线含量的人造光的照射；需包装存储。
- c) 在存放橡胶密封圈的房间内，不宜有可产生臭氧的设备，如：汞蒸气灯，或可产生电火花或静电的高压电器。
- d) 密封圈宜以无拉伸、无压缩和无其它形变的松弛自然状态下整齐存放，重叠高度不宜超过 1.5 m，不宜将密封圈悬挂存放。
- e) 贮存橡胶密封圈的环境宜保持清洁，不应接触各类油脂。
- f) 在贮存中密封圈不应长期受挤压。

B.3 储存期

在满足上述贮存环境条件下，贮存期应满足GB/T 20739 要求。

附录 C
(规范性)
闭气法试验方法

C.1 闭气试验应包括试压和主压两个步骤，并可选用压力下降 7 kPa 或 3.5 kPa 两种方法进行。

C.2 试压步骤应符合下列规定：

- a) 往管内充气，直到管内压力达到 27.5 kPa。关闭气阀，观察管内气压变化；
- b) 当压力下降至 24 kPa 时，应往管内补气，使压力保持在 24 kPa~27.5 kPa 之间，持续时间至少 2 min。

C.3 试压步骤结束后，进入主压步骤，主压步骤应符合下列规定：

- a) 缓慢增加压力直到 27.5 kPa，关闭气阀停止供气；
- b) 观察管内压力变化，当压力下降至 24 kPa 时，开始计时；
- c) 记录压力表中压力从 24 kPa 下降至 17 kPa 或 20.5 kPa 所用的实际时间 (T1)；
- d) 比较实际时间 (T1) 与最小允许时间 (T)，若 T1 大于或等于 T，则管道闭气试验合格，反之为不合格；
- e) 如果实际时间 (T1) 已经超过最小允许时间 (T)，而气压下降量为零或远小于 7 kPa 或 3.5 kPa，则也应判定管道闭气试验合格。

C.4 压力下降 7 kPa 或 3.5 kPa 最小允许时间 (T) 应分别按表 C.1 或 C.2 取值，也可按下式计算：

$$T = 0.00102DK_t/V_e \dots\dots\dots (C.1)$$

$$K_t = 5.4085 \times 10^{-5}D_jL_t \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

- T ——压力下降 7 kPa或 3.5 kPa最小允许时间,单位为秒 (s)；
- K_t ——安全系数,按式C.2 计算,且不应小于 1；
- V_e ——渗漏速率,取 0.45694×10⁻³, [渗漏量/ (时间×管道内表面积), m³/ (min·m²)]；
- D_j ——管道计算内径,单位为毫米 (mm)；
- L_t ——测试段长度,单位为米 (m)。

表C.1 气压下降 7 kPa 最小允许时间(T)

管道内径 (mm)	最小时间 (min:s)	最小时间管道长度 (m)	测试管道长度(m)								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
100	3:43	185.0	3:43	3:43	3:43	3:43	3:43	3:43	3:43	4:01	6:02
200	7:26	92.0	7:26	7:26	7:26	8:03	9:40	12:4	13:41	16:06	24:09
300	11:10	62.0	11:10	11:10	12:41	18:07	21:44	27:10	30:47	36:13	54:20
400	14:53	46.0	14:53	16:06	22:32	32:12	38:38	48:18	54:44	64:23	96:35
500	18:36	37.0	18:36	25:09	35:13	50:18	60:22	75:27	85:31	100:36	150:54
600	22:19	31.0	22:19	36:13	50:42	72:26	86:56	108:39	123:9	144:53	217:19

表 C.1 (续)

管道内径 (mm)	最小时间 (min:s)	最小时间 管道长度 (m)	测试管道长度(m)								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
700	26:3	26.4	29:35	49:18	69:1	98:36	118:19	147:54	167:37	197:12	295:47
800	29:46	23.0	38:38	64:23	90:9	128:47	154:32	193:10	218:55	257:33	386:20
900	33:29	20.5	48:54	81:30	114:05	162:59	195:35	244:29	277:05	325:58	488:57
1000	37:12	18.5	60:22	100:37	140:51	201:13	241:28	301:50	342:04	402:26	603:39

注1: 可以采取插值法获取其他长度的最小允许时间(T), 对管道直径不可采取插值法;
注2: 表中包括规定的压力从 24 kPa下降到 17 kPa允许最短时间, 采用的允许渗漏速率为 $0.45694 \times 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$, 最大渗流量不应超过 $635 V_e$ 。

表 C.2 气压下降 3.5 kPa 最小允许时间 T

管道内径 (mm)	最小时间 (min:s)	最小时间 管道长度 (m)	测试管道长度(m)								
			30	50	70	100	120	150	170	200	300
100	1:52	92.5	1:52	1:52	1:52	1:51.5	1:52	1:52	1:52	2:01	3:01
200	3:43	46.0	3:43	3:43	3:43	4:01.5	4:50	6:20	6:51	8:03	12:05
300	5:35	31.0	5:35	5:35	6:21	6:03.5	10:52	13:35	15:24	18:07	27:10
400	7:27	23.0	7:27	8:03	11:16	16:06	19:19	24:09	27:22	32:12	48:18
500	9:18	18.5	9:18	12:35	17:37	25:09	30:11	37:44	42:46	50:18	75:27
600	11:10	15.5	11:10	18:07	25:21	36:13	43:28	54:20	66:35	72:27	108:40
700	13:15	13.2	14:43	24:39	34:31	49:18	59:10	73:57	83:49	98:36	147:54
800	14:53	11.5	19:19	32:12	45:45	64:24	77:16	96:35	109:28	128:47	193:10
900	16:45	10.3	24:27	40:45	57:03	81:30	97:48	122:15	138:53	162:59	244:29
1000	18:36	9.3	30:11	50:19	70:26	100:37	120:44	150:55	171:02	201:13	301:50

注1: 可以采取插值法获取其他长度的最小允许时间(T), 对管道直径不可采取插值法;
注2: 采用压力下降 3.5 kPa的方法, 可缩短试验时间。

C.5 如果测试不合格, 应检查渗漏点并进行修复。修复之后再次进行测试, 并应达到试验的要求。若多次测试均不合格, 则应改做闭水试验。

参 考 文 献

- [1] ISO 21051 球墨铸铁管道系统的施工与安装(Construction and installation of ductile iron pipeline system)
-