

团 体 标 准

T/CFA 020102024-2023
代替 T/CFA 02010202.4-021

非开挖施工用球墨铸铁管 第 1 部分：顶管法用

Ductile iron pipes for trenchless application—

Part 1: Pipe jacking method

(公告稿)

2023-03-01 发布

2023-06-01 实施

中国铸造协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 顶管结构、接口型式、壁厚等级、尺寸及允许偏差	2
5 技术要求	6
6 试验方法	8
7 出厂检验	9
8 标志、包装、存放、吊装、运输和质量证明书	9
附录 A (资料性) 球墨铸铁顶管法施工安装指南	11
图 1 DN 600~DN 2600 T 型球墨铸铁顶管结构 A 示意图	2
图 2 DN 1600~DN 2600 K2T 型球墨铸铁顶管结构示意图	3
图 3 DN 600~DN 2600 T 型球墨铸铁顶管结构 B 示意图	4
图 4 球墨铸铁顶管顶推力试验示意图	9
表 1 球墨铸铁顶管接口尺寸及允许偏差	3
表 2 球墨铸铁顶管长度及公差	4
表 3 球墨铸铁顶管插口用顶推法兰尺寸及偏差	4
表 4 球墨铸铁顶管插口用钢板尺寸及偏差	5
表 5 球墨铸铁顶管顶推力型式试验规格分组	5
表 6 配置钢筋直径及间距	6
表 7 球墨铸铁顶管堆放层数	8

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》的规定起草。

本文件代替 T/CFA 020102024-2021《非开挖管道施工用球墨铸铁顶管》。与T/CFA 020102024—2021 相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

- 修改了本文件名称为:《非开挖施工用球墨铸铁管 第1部分:顶管法》
- 修改了1 范围中本文件适用范围的描述;
- 修改了图1 DN 600~ DN 2600 T型顶管结构A示意图;
- 增加了图3 DN 600~ DN 2600 T型顶管结构B示意图;
- 修改了5.5 焊接要求。

本文件由中国铸造协会标准工作委员会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件起草单位:安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司、福建台明铸管科技股份有限公司、圣戈班管道系统有限公司、国铭铸管股份有限公司、马鞍山市产品质量监督检验所、安徽同发设备股份有限公司、山西大通铸管有限公司、安徽恒生科技发展集团有限公司、天津市际华橡胶制品有限公司、营口爱维尔铸业有限公司、辽宁爱维尔金属成型科技股份有限公司、三鑫三淼(北京)生物科技有限公司、辽宁北台球墨顶管有限公司。

本文件主要起草人:王海玲、林如全、黄新高、张洪亮、孙 恕、何 根、张玉湖、刘长森、于银俊、樊永辉、廖贤康、陈 锐、章 轩、刘丽娜、刘小亮、柴成林、甘正斌、黄飞、焦祥静、汪良美、王敬玉、王 成、贾红光、张淑贞、渠向江、李宝春、孙 峰、官振兴、李智嘉、阚 蕾、沈春兰、吕永刚、崔凤鸣、陈贤锋、宫景文。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- T/CFA 020102024—2017;
- T/CFA 020102024—2021;

本次为第二次修订。

非开挖施工用球墨铸铁管

第 1 部分：顶管法用

1 范围

本文件规定了顶管法用非开挖施工用球墨铸铁管（以下简称顶管）的术语和定义，顶管结构、接口尺寸、外形及允许偏差，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、存放、吊装、运输等。

本文件适用于包含有承口、插口，一般以内部和外部涂覆状态交货的，尺寸范围为公称直径 DN 250～DN 2600 的球墨铸铁顶管，适用范围如下：

- 采用顶管法于地下非开挖施工；
- 在无压、有条件下运行；
- 分流输送或合流输送饮用水、消防用水、造雪用水、灌溉用水、水电站用水、雨水、污水、某些类型的工业废水。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 748 抗硫酸盐硅酸盐水泥
- GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋
- GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢 热轧钢板和钢带
- GB 8076 混凝土外加剂规范
- GB/T 11837 混凝土管用混凝土抗压强度试验方法
- GB/T 13295-2019 水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件
- GB/T 13788 冷轧带肋钢筋
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 16752 混凝土和钢筋混凝土排水管试验方法
- 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 17456.1 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 17456.2 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 17457 球墨铸铁管和管件 水泥砂浆内衬
- GB/T 19685 预应力钢筒混凝土管
- GB/T 20472 硫铝酸盐水泥

- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
- GB/T 21873 橡胶密封件 给、排水和污水管道用接口密封圈 材料规范
- GB/T 26081 污水用球墨铸铁管、管件和附件
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- CECS 246 中国工程建设协会标准 给水排水工程顶管技术规程
- JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
- JC/T 540 混凝土制品用冷拔低碳钢丝
- JGJ 63 混凝土用水标准
- YB/T 4564 非开挖铺设用球墨铸铁管

3 术语与定义

GB/T 13295 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

非开挖技术 trenchless technology

在地下铺设管道而无需开挖管沟的技术。

3.2

球墨铸铁顶管 ductile iron jacking pipe

对球墨铸铁管进行加固和加工，使其可以不开挖管沟而进行铺设，运用顶推力克服土壤的摩阻力顶进的球墨铸铁管。

3.3

标准长度 standardized length

顶管直管的长度，单位为毫米（mm）。

3.4

允许顶推力 allowable pushing force

顶管允许的最大顶推力，单位为千牛（kN）。

3.5

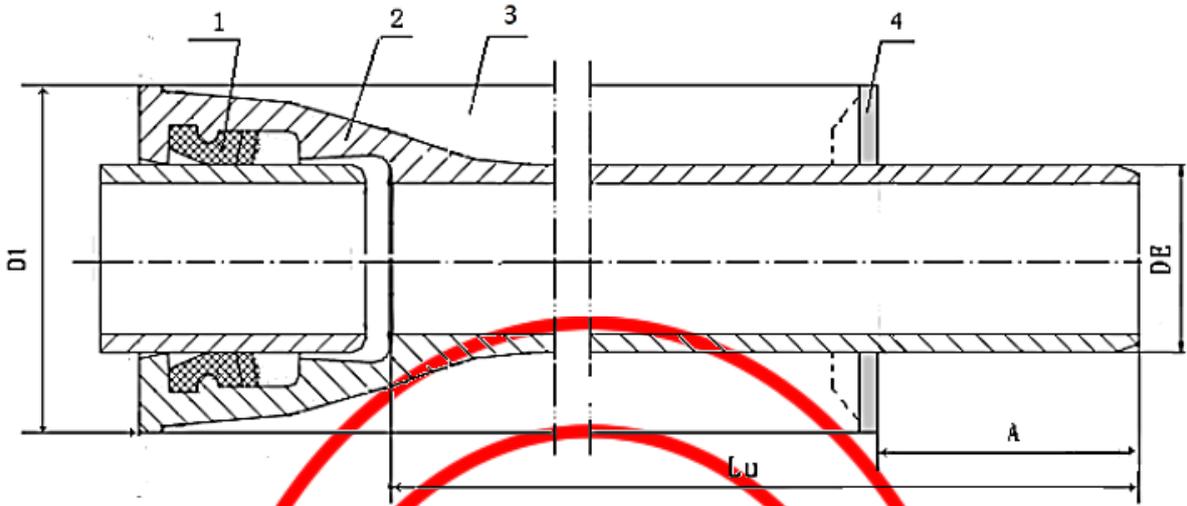
纠偏管 rectifying tube

在顶进过程中，为防止管道与顶进方向偏移，和顶管机机头相连接的短管。

4 顶管结构、接口型式、壁厚等级、尺寸及允许偏差

4.1 结构、接口型式及壁厚等级

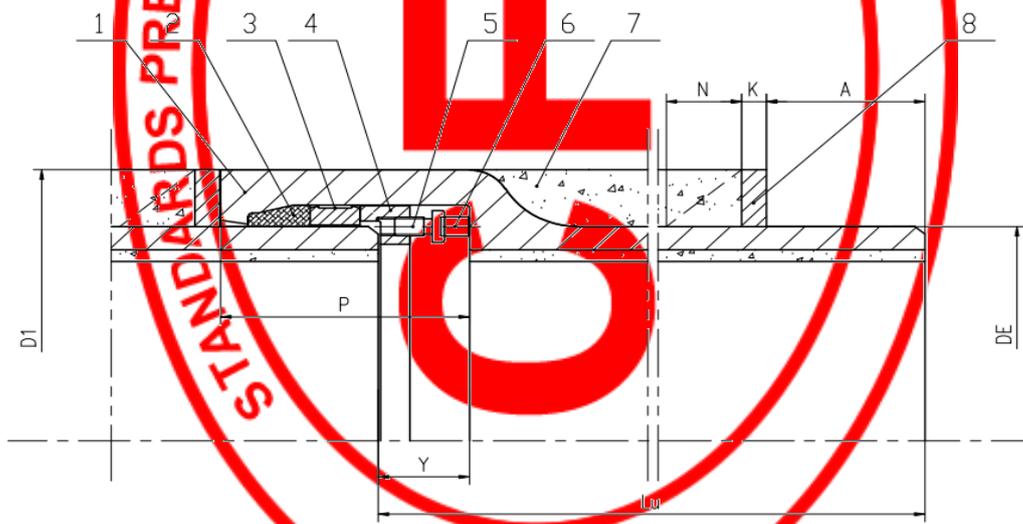
顶管接口型式采用承插式柔性接口，结构型式见图 1、图 2、图 3。按壁厚等级分级时，顶管壁厚级别系数 K 不应小于 8 级，按压力等级分级时，压力等级不应小于对应规格的首选压力等级，参见 GB/T 13295-2019 中 4.2.1 要求，也可由供需双方协商确定，应符合顶推力要求。



标引序号说明:

- 1---橡胶圈 2---球墨铸铁管 3---混凝土保护层 4---顶推法兰
 D1---承口外径 DE---插口外径 Lu---顶管标准长度 A---插口长度

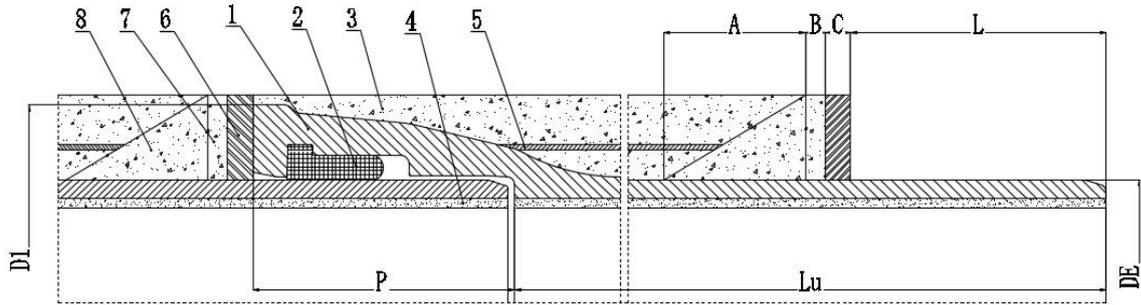
图 1 DN 600 ~ DN 2600 T型球墨铸铁顶管结构 A 示意图



标引序号说明:

- 1---球墨铸铁管 6---垫棒 Lu---顶管标准长度
 2---橡胶圈 7---混凝土保护层 A---插口长度
 3---组合圈 8---顶推法兰 K---法兰厚度
 4---压圈 D1---承口外径 N---筋板长度
 5---顶紧螺栓 DE---插口外径

图 2 DN 1600~ DN 2600 K2T 型球墨铸铁顶管结构示意图



标引序号说明:

- | | | |
|----------|---------|----------|
| 1—球墨铸铁管 | 6—顶推法兰 | A—加强筋长度 |
| 2—密封胶圈 | 7—顶板 | B—顶板厚度 |
| 3—混凝土保护层 | 8—加强筋 | C—顶推法兰厚度 |
| 4—水泥内衬 | D1—承口外径 | L—插口长度 |
| 5—钢筋网 | DE—插口外径 | P—承口长度 |

图 3 DN 600~ DN 2600 T 型球墨铸铁顶管结构 B 示意图

4.2 接口尺寸及允许偏差

顶管接口尺寸及允许偏差见表 1。

表 1 球墨铸铁顶管接口尺寸及允许偏差

单位为毫米

规格 DN	DE			D1			A		
	外径尺寸	正公差	负公差	外径尺寸	正公差	负公差	插口长度尺寸	正公差	负公差
600	635	1	取决于不同接口的设计要求, 由供方提供供需方		+10	-10	110	+3	-3
700	738						140		
800	842						150		
900	945						165		
1000	1048						175		
1100	1152						190		
1200	1255						205		
1400	1462						230		
1500	1565						243		
1600	1668						255 ^a (180 ^b)		
1800	1875						285 ^a (180 ^b)		
2000	2082						305 ^a (185 ^b)		
2200	2288						310 ^a (195 ^b)		
2400	2495						330 ^a (205 ^b)		
2600	2702						345 ^a (265 ^b)		

^a适用于图 1 的结构;

^b适用于图 2 的结构。

4.3 接口允许偏转角

顶管接口允许偏转角符合 GB/T 13295-2019 中 5.2.2 要求。实际施工时的偏转角按国家施工规范要求执行。

4.4 长度及公差

顶管标准长度及公差见表 2。可根据供需双方的协议提供不同长度的顶管。

表 2 球墨铸铁顶管长度及公差

单位为毫米

类型	长度 Lu	公差
标准长度	3000	-30/+70
	4000	
	5000	
	6000	

4.5 顶推法兰尺寸及允许偏差

顶管插口用顶推法兰性能应符合 GB/T 3274 的规定，其厚度应满足顶推力的要求，具体见表 3。

表 3 球墨铸铁顶管插口用顶推法兰尺寸及偏差

单位为毫米

规格 DN	厚度 K	内径尺寸	允许偏差	顶推法兰端面垂直度
600	20~30	637	+ 1/0	12 级
700		740		
800		844		
900		947		
1000		1050		
1100		1154		
1200		1257		
1400		1464		
1500		1566		
1600		1670		
1800	1878			
2000	20~40	2085		
2200		2290		
2400		2498		
2600		2705		

5 技术要求

5.1 基材

球墨铸铁顶管基材除终饰层以外，其它应符合 GB/T 13295 或 GB/T 26081 要求。

5.2 顶推力

顶推力应符合 YB/T 4564 对顶管的要求，K9 级顶管允许顶推力见表 4，表 5 给出每组中至少有一种规格应进行顶推力型式试验，试验装置见图 3。其它级别的顶管顶推力参照供应商提供的产品手册。

表 4 K9 级球墨铸铁顶管允许承受顶推力

单位为毫米

公称直径DN	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400
允许顶推力/kN	2720	2720	3300	4140	5080	6110	7240	9020
公称直径DN	1500	1600	1800	2000	2200	2400	2600	-
允许顶推力/kN	12360	12360	12360	16970	16970	16970	23340	-

表 5 球墨铸铁顶管顶推力型式试验规格分组

单位为毫米

规格分组DN	600~1000	1100~1500	1600~2600
每组抽取的规格DN	800	1200	2400

5.3 外层用混凝土强度及用辅材要求

5.3.1 混凝土强度

顶管用混凝土强度不应小于 C 30，符合 GB 50010 规定。

5.3.2 水泥

水泥宜采用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，也可采用抗硫酸盐水泥、硫铝酸盐水泥。水泥性能应分别符合 GB 175、GB/T 748 和 GB/T 20472 的规定。

5.3.3 骨料

骨料宜采用中粗砂，模数 2.3~3.3。骨料最大粒径不得大于顶管外层混凝土层壁厚的 1/3，并不应大于环向钢筋净距的 3/4。骨料性能应分别符合 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定。

5.3.4 混凝土外加剂

外加剂主要用来改善新拌混凝土性能和提高硬化混凝土性能。允许混凝土掺加外加剂，但不应对管子产生有害影响。当掺加外加剂时，应符合 GB 8076 的规定。

5.3.5 拌合用水

混凝土拌合用水应符合 JGJ 63 的规定。

5.3.6 钢筋骨架

顶管混凝土层中宜配置钢筋，钢筋骨架宜采用冷轧带肋钢筋、热轧带肋钢筋，也可采用热轧光圆钢

筋、冷拔低碳钢丝。钢筋性能应分别符合 GB/T 13788、GB/T 1499.1、GB/T 1499.2 和 JC/T 540 的规定。钢筋骨架位置宜在距顶管外壁的 2/5 处，钢筋直径及骨架尺寸见表 6。

表 6 配置钢筋直径及间距

规格 DN	环向筋		纵向筋	
	直径/mm	环向间距/mm	直径/mm	根数/根
600~800	≥3	≤150	≥3	≥8
900~1500	≥3	≤150	≥3	≥12
1600~2600 (含 K2T)	≥3	≤150	≥3	≥12

5.4 外防腐涂层

5.4.1 球墨铸铁管插口外表面、承口内表面涂刷环氧树脂漆，环氧树脂漆厚度不应小于 70 μm，供水用顶管性能指标应符合 GB/T 17219 要求。

5.4.2 顶管外表面涂刷树脂涂料，涂料耐磨性、粘结力及表面光洁度可根据使用的外部条件，符合供需双方的协议。

5.5 焊接要求

5.5.1 焊接前，应清除焊件上的铁锈、油脂和水分。

5.5.2 应采用适合球墨铸铁管材质的焊条或焊丝。

5.5.3 焊接应牢固，焊缝应光洁均匀，无漏焊、无焊穿、无裂缝、无咬边、无溅渣、无气孔等现象，焊渣药皮应清理干净。

5.5.4 顶推法兰、顶板、加强筋与管体接触部位可采用以下焊接方法：

- 熔焊；
- 点焊；
- 交替断续焊接；
- 特殊要求，供需双方可协商确定。

5.5.5 焊接质量应符合 JB/T 5943 的规定，顶推力应符合本文件 5.2 的要求。

5.6 注浆孔及密封

5.6.1 注浆孔设置

5.6.1.1 有效长度为 6 m 的带注浆孔的顶管，应沿球墨铸铁管圆周方向夹角 120° 设置 2 个注浆孔。

5.6.1.2 有效长度为小于 6 m 的带注浆孔顶管注浆孔可设置 1 个注浆孔。

5.6.1.3 注浆孔公称直径宜不大于 1 英寸（DN 25.4 mm）。

5.6.2 注浆孔封堵

封堵注浆孔堵丝采用不锈钢材质符合 GB/T 20878 要求。堵丝和注浆孔之间应采用密封材料密封，供水用顶管密封材料符合 GB/T 17219 要求。

5.7 混凝土保护层外观质量

混凝土保护层外表面允许有不大于 0.25 mm 纵向裂纹，且纵向裂纹及总长度不应大于管身长度的 1/3，顶管顶推法兰处的手工衬砌区允许出现环向裂纹，应无凹凸不平、缺块、多块，涂料涂刷应均匀，无滴流、无漏刷。

5.8 混凝土保护层修补

5.8.1 养生后的水泥保护层应无砂粒剥落或松散。

5.8.2 表面凹深应小于 10 mm，粘皮、麻面、蜂窝、塌落、露筋、空鼓等局部深度应小于总壁厚的 1/5，最大值应小于 10 mm，且总面积占外表总面积应小于 1/10，每块面积应小于 100 cm²。

5.8.3 合缝漏浆深度不应大于壁厚的 1/5，且最大长度不应大于管长的 1/5。

5.8.4 端面碰伤纵向长度不应大于 100 mm，环向长度 DN 600~900 不应大于 80 mm，DN 1000~DN 2600 不应大于 105 mm。

6 试验方法

6.1 试验项目

6.1.1 尺寸检查

应采用合适的工具对顶管的外径、内径、长度及壁厚进行测量。在插口端测量混凝土层厚度。

6.1.2 混凝土抗压强度

6.1.2.1 混凝土拌合物应在搅拌站或喂料工序中随机取样，制作立方体试件，3 个试件为 1 组。

6.1.2.2 每天拌制的同配合比的混凝土，取样不应少于一次，每次至少应成型 2 组试件，与管子同条件养护。试件拆模后，除测定脱模强度的试件外，其余试件应再进行标准养护。

6.1.2.3 1 组试件用于检验评定混凝土 28 d 强度，1 组试件用于测定脱模强度，其余备用。

6.1.2.4 立方试件的抗压强度应按 GB/T 11837 规定的试验方法进行测定。

6.1.3 外观质量

包括露筋、合缝漏浆、翘皮、外表面凹坑、蜂窝、空腔、端部碰伤等，应按 GB/T 13295 和 GB/T 16752 的规定进行检查。

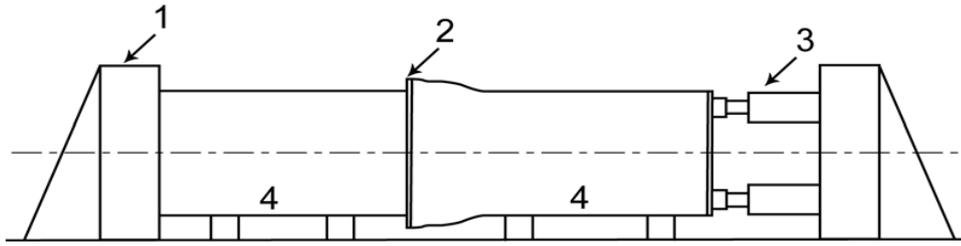
6.2 顶推力型式试验

应按 ISO 13470 中顶管型式试验的规定执行：

a) 顶推力型式试验应在由两段管组装的接口上进行，每段管至少长 1 m，见图 4。

b) 在型式试验中，组装接口应在无偏转角情况下，测试允许顶推力。

c) 型式试验用管可无护套。



标引序号说明： 1——止推框架 2——钢板 3——液压千斤顶 4——顶管用球墨铸铁管

图 4 球墨铸铁顶管顶推力试验示意图

7 出厂检验

7.1 球墨铸铁管检测参照 GB/T 13295 执行。

7.2 顶管的出厂检验项目应包括但不限于混凝土抗压强度、外观质量和尺寸偏差。

8 标志、包装、存放、吊装、运输和质量证明书

8.1 标志

每根顶管出厂前应在表面标明：企业名称、商标、产品标记、生产日期和“严禁碰撞”等字样。

8.2 包装

为防止在运输过程中损坏，顶管两端可用软质物品包扎。

8.3 存放

顶管应按品种规格生产日期分别堆放；堆放场地应平整，可单排独立存放；梯形存放时，存放层数见表 7。每支顶管应用专用防护垫防护，存放底面应放支撑木，不应损害内外水泥衬层。

表 7 球墨铸铁顶管堆放层数

单位为毫米

公称直径 DN	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1500	1600~2600 (含 K2T)
层数/层	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1

8.4 起吊

顶管吊装应用吊装带，起吊应轻吊轻落，不应直接使用吊钩或穿心吊。装卸时顶管不应自由滚动和随意抛、摔、滚、拖。

8.5 运输

运输时，运输车辆应做专业防护，预防损坏顶管外表面涂层。

8.6 质量证明书

产品出厂时应附有产品质量证明书，证明书至少应包括以下内容：

- a) 制造商名称或商标；
- b) 标准编号；
- c) 产品名称、规格；
- d) 混凝土抗压强度检验结果；
- e) 产品批号，出厂日期；
- f) 水压试验数值；
- g) 力学性能数值；
- h) 企业检验部门及检验人员签章。

附录 A
(资料性)
球墨铸铁顶管法施工安装指南

A.1 勘察

顶管作业施工受土质和地下水的影响，采用顶管法施工时，应对管道的沿线进行勘察，以决定适宜的顶进工法、进行后背墙的强度和顶力计算、制订地下水的防范措施、选择顶管机及进行环境影响的估计。

A.2 施工前的准备

- A.2.1 施工图纸及其他技术文件齐全，并经会审、图样设计交底完成。
- A.2.2 编制的施工专项方案经技术主管部门审批通过，并向有关施工管理人员和班组长进行了书面交底。
- A.2.3 施工安装人员已经过技术培训，熟悉顶管的性能，并掌握安装操作技能。
- A.2.4 管道安装部位的土建施工应能满足管道安装要求。
- A.2.5 施工现场的用水、用电和材料存放库房等条件能满足安装要求，施工机具已备齐。
- A.2.6 安装使用的管材及管件等材料已按计划组织进场，并按设计选用的材质、规格、型号等要求进行检查验收。

A.3 计划

A.3.1 顶管工法的选择

顶管工法可分为敞开（人工）式顶进和密闭（机械）式顶进，机械顶进又分为泥水平衡式和土压平衡式顶进。

A.3.2 顶管施工中，应构筑工作井和接收井

- a) 设计工作井结构应坚固、牢靠、能全方位的抗衡土压力，地下水水压力及顶管反作用力；
- b) 工作井应有充足的尺寸容纳必要的设备和操作空间，其长度应可容纳单节管长和顶管设备；
- c) 设计接收井应考虑土壤压力和地下水压力，长度应足以移走顶管机。

A.3.3 顶管设备

顶管设备包括止推墙、液压千斤顶、导轨、顶铁，进、排泥管、压浆管、供电设施、纠偏管、顶管机等。

A.4 顶力计算

顶管顶力计算参照CECS 246 的要求计算。

A.5 顶管施工

A.5.1 承口内部、插口外部及放置密封橡胶圈位置的表面应清洁无残留物。

A.5.2 应采用EPDM（三元乙丙）橡胶密封圈密封，橡胶圈的物理性能应符合GB/T 21873 规范要求。安装时密封圈弯成“十”型或其它形状。放入后应施加径向力使其完全放入密封槽内，并检查是否吻合。应用专用润滑剂润滑承口胶圈和插口密封部位。

A.5.3 顶管轻吊于工作坑内轨道上，放下管沟时，应避免管身与坑面及坑底强烈碰撞。顶进时插口朝向土层方向，承口朝向千斤顶方向，千斤顶不应直接顶推插口。

A.5.4 在插口钢圈与承口端面之间加衬垫，顶进过程中，应用软木衬垫夹于前后管节之间，以均匀管节间的彼此作用力，软木衬垫选用多层胶合板，厚度一般为 10 mm。

A.5.5 承插口连接：在千斤顶与顶管承口间设置垫铁，应小心地将球墨铸铁管连续插入，直至胶合板与承插口间无间隙为止。

A.6 施工注意事项

A.6.1 基本要求

下管时应采取安全措施，防止滑脱事故。

A.6.2 洞口密封设施

水下顶管时，应在工作井预留洞口安装穿墙止水环，防止地下水、泥砂和触变泥浆从管节与止水环之间的间隙流到工作井；止水环应采用钢法兰加压板与双层橡胶密封。

A.6.3 注浆

A.6.3.1 滑润注浆

顶力增大影响管体也波及工作井的后背墙时，可灌注滑润剂以减小顶力，滑润剂应通过管子的灌注孔灌注到管的外表面。

A.6.3.2 管外注浆

顶管的外壁与土体之间形成的空隙，必要时可用管外注浆材料填充。

A.6.3.3 灌注孔处理

顶进用球墨铸铁管的灌注孔应按用户要求留置。

A.6.4 中继间

A.6.4.1 为了减小顶力、延长顶距，在管道上可设中继间。

A.6.4.2 中继间连接：由承口和插口短节组成，与顶管施工的顶管连接方法相同，在承口短节与插口短节之间，应留有供安放中继间千斤顶的空档。

A.6.5 防止地面沉陷的措施

顶进时因开挖面被扰动或超挖而引起地面沉陷，应采取防止地面沉陷的措施。

A. 6.6 管道轴线位移的纠偏方法

A. 6.6.1 周边环境可能引起管道轴线偏移，当发现蛇形趋势增大时，应纠正其偏移。

A. 6.6.2 当不均匀压力施加在管道上时，应迅速纠正，避免压力增大，使顶管接触面损坏。当土质稳定且具有自稳能力时，可用超挖或破裂面法纠偏；当土质不稳定，可采用调整工具管或调整盾构机械的角度纠偏。

A. 6.6.3 借助纠偏管纠偏：宜调整纠偏管的朝向，纠正其方位，从而改变土压产生的阻力，达到改变顶进角度的目的；可采用调向千斤顶改变纠偏管的角度。

A. 6.6.4 超量开挖法纠正变位：采用纠偏管仅一侧超挖，可达到反向纠正的目的。

A. 6.7 校测

A. 6.7.1 管道轴线校测

校测工作应安全而准确，以使管子正确就位位于设计的管道轴线上。

A. 6.7.2 校测次数

校测工作应频繁的进行，可较快发现管道的偏移；每节管应测定但不少于 1~2 次，在取得校测结果的同时纠正偏移。

A. 6.7.3 顶力的校测

为便于发现突发性的顶力变化，在顶进中可从油泵的压力计校测顶力，每节管应至少保留一个顶力读数记录。

A. 6.7.4 地面沉陷的校测

顶进前应对地面校测，顶进完成后比较顶进前后的测量值，以评价顶进的影响。

A. 7 内防腐涂层防护与修补

A. 7.1 内衬层的防护

对人力顶管时采用橡胶轮或铺设导轨在管道内壁来回运土，使管内产生的泥砂，或机械顶管时，管内布置输送水管和泥浆管等可能会破坏管材内衬层防腐性能的防护措施：。

——管道内铺设宽度不应小于 1/3 管道内周长的防护层，防护层底层应采用聚苯泡沫挤塑板铺设，厚度不应小于 20 mm；

——防护面层采用胶合板铺设并连接牢固，确保平整、稳定，厚度不应小于 20 mm。

A. 7.2 内衬层修补

A. 7.2.1 内衬层如有以下损伤时，应进行修补：

——损坏面积应小于 0.1 m²。

——损坏长度应小于管径的 1/4，且损坏处的管壁没有变形。

A. 7. 2. 2 内衬水泥层的修补过程

A. 7. 2. 2. 1 修补材料和工具宜选用：

——修补材料：使用的任何材料不应对输送的介质造成污染。厂家提供修补用的水泥砂浆的具体配比；

——修补工具：钢丝刷、毛刷、铲刀、抹刀等。

A. 7. 2. 2. 2 修补过程为：

——把要修补的部分转到底部，使用锤子和铲刀清除损坏的水泥衬层；

——用金属刷子除去残留的水泥块，湿润待修补部分的水泥层边缘，然后等待几分钟；

——填充水泥砂浆，并把它压至原有水泥衬层的厚度；

——最后把表面涂平滑并且加上一些水或覆盖一层湿布，以防水泥干得太快而产生裂纹或脱落。

A. 8 现场水压试验

非开挖施工的管段水压试验应与其它管道分开进行，水压试验应符合GB 50268 规定要求。

A. 9 安全规程

非开挖顶管法施工安全规程应符合GB 50268 规定和施工合同的要求。
