

T/GXAS

团 体 标 准

T/GXAS 1111—2025

长大复杂构型管道沉管沉放施工技术规范

Specification for sinking construction of long, large, and complex
pipelines

2025 – 10 – 09 发布

2025 – 10 – 14 实施

广西标准化协会 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 1

4 施工准备 1

5 施工操作 1

 5.1 管段水面对接 1

 5.2 沉管沉放 2

 5.3 基槽回填 3

6 工程质量验收 3

附录 A（规范性） 长大复杂构型水下管道沉放吊力计算 4

 A.1 吊力计算 4

 A.2 吊力校核 4

附录 B（规范性） 吊缆和辅助装置布置要求 5

 B.1 管道应力 5

 B.2 布置间距 5

 B.3 挠度 5

附录 C（规范性） 辅助装置规格 6

 C.1 钢浮筒和气囊 6

 C.2 钢平台 6

参考文献 7

前 言

本文件参照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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西北投环保水务集团有限公司提出和宣贯。

本文件由广西标准化协会归口。

本文件起草单位：广西北投环保水务集团有限公司、广西大学、广西钦州北投环保水务有限公司。

本文件主要起草人：陈光辉、谭鹏、巫志文、黎强龙、胡荣峰、韦纯忠、罗程璟、蒋严波、胡汉钢、赵刚、李文广、罗毓钧、易超、潘壮、谢灿荣、旦文艺、黄安琪、陈新宇、黄贤双、申学安、李俊杰、黄耀松、刘达、陈煜政、王小江、吴春风、蒙政成、农居纯、黄珍妮。

长大复杂构型管道沉管沉放施工技术规范

1 范围

本文件界定了长大复杂构型管道沉管沉放施工涉及的术语和定义，规定了施工准备、施工操作、工程质量验收的要求。

本文件适用于长大复杂构型管道沉管沉放的施工。

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 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB/T 51241 管道外防腐补口技术规范
- T/GXAS 910 潮汐区域长大复杂构型管道沉管下水施工技术规范

3 术语和定义

GB 50268界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

长大复杂构型管道 long, large, and complex pipelines

长度大于 150 m、直径不小于 1 600 mm、除规则直线型结构外的其他结构形式管道。

[来源：T/GXAS 910—2024，3.2]

3.2

管段水面对接 water surface connection for the pipeline

沉管施工中，将预制完成的管段通过水面浮运至设计位置后进行精确对位、连接和密封的施工过程。

3.3

沉管沉放 immersion of the immersed pipeline

将对接完成后的管段通过浮运至设计位置后，利用压载水及沉放辅助装置调节重浮比，使其精确下沉至水底基槽并完成定位、水下对接的施工过程。

3.4

管道翻转 overturn the pipeline

当管道存在不规则段时，在沉放过程中进行翻转，使不规则段从水平漂浮状态转为垂直入槽姿态的操作。

4 施工准备

施工前完成安全专项论证、安全教育培训、安全技术交底，场地准备、材料准备等按GB 50268、T/GXAS 910的规定执行。

5 施工操作

5.1 管段水面对接

5.1.1 对接准备

5.1.1.1 应复核确认施工区域流速及流向、风速及风向、洋流、潮汐周期（高潮位、低潮位时间）、波浪周期及高度、天气等变化情况，选择水流平稳时段进行水面对接施工。

5.1.1.2 根据施工项目的实际要求,管段水面对接作业应设置焊接浮箱平台,平台安全性应符合以下要求:

- 承载能力:选择的钢材类型和强度等级应满足施工需求,平台应能承受最大施工荷载(设备、人员及材料等),并考虑风、浪、水流等外力的影响;
- 密封性:浮箱各部件连接应紧密,焊接部位焊缝均匀、牢固、无缺陷,连接处进行密封处理,防水功能良好;
- 稳定性:根据施工需求确定平台的水平面形状和尺寸,平台的水平度和稳定性应满足施工操作的要求,并考虑施工过程中可能的波浪和风力影响。

注:如沉管区域大型船只无法进入,可搭建钢平台提供作业面。

5.1.1.3 管段水面对接点应优先选择直管段,避开不规则段。

5.1.1.4 对接前应在管段设置对接控制标志,并进行管段轴线校核。

5.1.2 对接操作

5.1.2.1 焊接前,可抛设锚缆对管段的非对接端进行固定。

5.1.2.2 管段水上焊接应符合 GB 50268 的规定。

5.1.2.3 管段对接端的盲板,应在焊接浮箱完成组对后切除。

5.1.2.4 对接施工使用的起重船应抛设锚缆进行固定。

5.1.2.5 管段水面对接应符合以下要求:

- 管道对接偏差在设计允许范围内;
- 管道外观干净整洁,无裂纹、气孔、夹渣等;
- 管道焊缝 100% 超声波探伤检测合格;
- 管道焊缝防腐层修补完成,符合 GB/T 51241 的要求;
- 完成整管对接后应进行密封性试验,压力值应符合设计要求。

5.1.2.6 焊接浮箱的拆除不应损伤管道。

5.2 沉管沉放

5.2.1 沉放准备

5.2.1.1 沉放前应提前设置排气孔,宜设置在管道两端。

5.2.1.2 基槽应完成开挖,轴线、边坡坡度、槽底宽度、槽底标高等的允许偏差符合 GB 50268 的规定。

5.2.1.3 管道沉放前应进行基槽回淤情况检查,可采用多波束仪测量、潜水员探摸等方法进行检查。

5.2.1.4 长大复杂构型管道沉放吊力计算方法按附录 A 执行。

5.2.1.5 吊缆和辅助装置布置要求按附录 B 执行。

5.2.1.6 对于长大复杂构型管道,宜采用数值模拟对吊力、应力、姿态、转角等进行验算。

5.2.1.7 根据施工项目的实际要求布置工程辅助设备,常见辅助装置规格要求按附录 C 执行。

5.2.1.8 沉放施工前应符合以下要求:

- 人员情况:施工人员全部完成安全技术交底及相关培训,到达施工指定地点;
- 吊力验算情况:吊力验算满足施工要求;
- 管道情况:管道已完成水面对接并移至基槽上方设计沉放位置;
- 河床情况:完成对沉管区域河床的地形测绘,绘制包含基槽轴线、边坡坡度、高程控制点的纵断面图,测量范围应覆盖沉管轴线两侧 ≥ 50 m 区域,横断面间距 ≤ 5 m,重点区域(如基槽边坡、临时支墩位置)加密至 2 m;
- 基槽情况:基槽成槽质量、槽内回淤情况应满足设计要求;
- 潮汐情况:结合当地相关部门的潮汐数据,提前监测至少 2 个潮汐周期的水位变化,记录涨落潮时间、最大流速及流向,并分析其对沉放窗口期的影响;
- 设备检查情况:船舶、吊装设备等检查良好;
- 现场通讯情况:相关作业人员配备对讲机,作业现场通讯流畅;
- 沉放辅助装置情况:浮筒、气囊等大小、规格、质量等满足计算要求,与管道固定稳固。

5.2.2 沉放要点

- 5.2.2.1 应成立沉放小组并设立总指挥，统一指挥沉放工作。
- 5.2.2.2 沉放过程应进行注水排气，排气点宜选择在管道最高点或设计指定位置。
- 5.2.2.3 沉放过程中，应通过调整管道进水速度、排气速度及结合各吊点的起吊力，控制各吊点的起降幅度在 0.2 m 内，使管道均匀下沉且管道受力控制在容许范围内。
- 5.2.2.4 重大沉管沉放宜采用自动化控制系统，沉放过程实时、灵敏控制。
- 5.2.2.5 应实时监控各吊船的吊力、作业姿态，避免受力不均匀导致管道出现过大的变形、吊缆断裂、管段倾覆。
- 5.2.2.6 应密切监测水流情况，根据管道位移情况调整吊船前后吊缆的松紧度。
- 5.2.2.7 管道定位应符合以下要求：
 - 完成管道注水及翻转后立即进行定位，管中线应与设计轴线一致；
 - 管道沉放过程中，应持续监测管中线的位置，若与设计要求存在偏差，应及时调整。
- 5.2.2.8 管道翻转应符合以下要求：
 - 优先对不规则段注水及沉放；
 - 通过测吊绳垂直度验证管轴线与管槽对齐情况，若偏差超过 5 cm，应及时调整；
 - 提前准备偏差超限、突发结构损伤、环境突变等应急事故处理措施。
- 5.2.2.9 沉管落槽应符合以下要求：
 - 待管道下沉至距离设计槽底小于 0.5 m 时，管线各吊点的平面位置应与设计管道水下基槽轴线相一致，若不一致，应进行调整，确认无误后方可将管道沉放至基槽垫层上；
 - 管道沉放后应对管道的轴线偏差进行检验，水平轴线偏差应符合设计要求。
 - 管道沉管落槽后，应检查管底与基槽的接触均匀程度和紧密性，确保沉管到位。
- 5.2.2.10 沉管到位后，应按以下要求进行稳管：
 - 管道两端、转弯点应设置稳管点；
 - 直管段宜间隔 30 m~40 m 且符合设计要求设置稳管点。
- 5.2.2.11 完成稳管后，进行管道压力试验，压力值应符合设计要求，若不符合要求应重新浮起返工；若符合要求，回收管道沉放设备。

5.3 基槽回填

基槽回填前应对回填区域进行定位，回填应符合 GB 50268 的规定及以下要求：

- 回填前应确认基槽边坡稳定，存在坍塌风险时应先加固处理；
- 应按设计要求，由下至上分层均匀回填；
- 回填时应对称，不应仅在一侧进行回填，控制两侧高差 ≤ 50 cm；
- 回填量只能超填，不应少填，少填的立即进行补填。

6 工程质量验收

按GB 50268、T/GXAS 910的规定执行。

附录 A

(规范性)

长大复杂构型水下管道沉放吊力计算

A.1 吊力计算

长大复杂构型管道沉放过程，当波浪波长（ λ ）与管道直径（ D ）的比值（ D/λ ） >0.2 时，应使用数值模拟计算吊力；当 $D/\lambda < 0.2$ 时，单个吊缆吊力按式（A.1）计算：

$$F_s = \frac{F_H + F_{D.C}}{n \sin \alpha} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

F_H ——结构水平方向上的波浪力之和，单位为牛（N）；

$F_{D.C}$ ——水流对管道产生的总的阻力，单位为牛（N）；

n ——吊缆数量，单位为根；

α ——吊缆与竖直方向的夹角，单位为度（°）。

A.2 吊力校核

A.2.1 当管道的长细比大于30时，宜使用数值模拟进行校核。

A.2.2 应考虑沉放过程的动态特性，吊缆力应乘以动力系数。

A.2.3 恶劣环境下沉放时，除进行理论计算外，宜结合流体力学软件或者大型水槽试验进行验证。

A.2.4 沉管过程中应实时监测吊力、管道姿态及水流参数，吊力偏差超过10%时应进行调整。

附录 B (规范性) 吊缆和辅助装置布置要求

B.1 管道应力

吊缆和辅助装置布置时，管道应力应满足式 (B.1) 的要求：

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}D}{I_z} \leq \frac{[\sigma]}{\gamma} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- σ_{max} ——水下管道的最大应力，单位为帕斯卡 (Pa)；
- M_{max} ——水下管道最大弯矩，单位为牛米 (N·m)；
- D ——管道直径，单位为米 (m)；
- I_z ——截面惯性矩，单位为 (m⁴)；
- $[\sigma]$ ——钢材的许用应力，单位为帕斯卡 (Pa)；
- γ ——安全系数，取1.5~2.0。

B.2 布置间距

吊缆和辅助设备布置间距应满足式 (B.2) 的要求：

$$l_{max} \leq \sqrt{\frac{24\sigma_{max}W}{\gamma q}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- l_{max} ——吊缆与辅助装置或相邻辅助设备之间最大间距，单位为米 (m)；
- σ_{max} ——水下管道的最大应力，单位为帕斯卡 (Pa)；
- W ——管道截面模量，单位为立方米 (m³)；
- γ ——安全系数，取1.0~2.0；
- q ——沿管长所受均布荷载，单位为牛每米 (N/m)。

B.3 挠度

挠度应满足式 (B.3) 的要求：

$$\delta_{max} = \frac{5ql_{max}^4}{384EI_z} \leq \frac{l_{max}}{500} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

- δ_{max} ——布置间距段挠度，单位为米 (m)；
- q ——沿管长所受均布荷载，单位为牛每米 (N/m)；
- l_{max} ——吊缆与辅助装置或相邻辅助设备之间最大间距，单位为米 (m)；
- E ——钢材弹性模量，单位为帕斯卡 (Pa)；
- I_z ——管道截面惯性矩，单位为 (m⁴)。

附 录 C
(规范性)
辅助装置规格

C.1 钢浮筒和气囊

单个钢浮筒或气囊的浮力按式 (C.1) 计算:

$$F_f = \pi l_f \frac{(d_f + \delta)^2}{4} \rho_w \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- l_f ——钢浮筒或气囊长度, 单位为米 (m);
- d_f ——钢浮筒或气囊直径, 单位为米 (m);
- δ ——钢浮筒或气囊的壁厚, 单位为米 (m);
- ρ_w ——水的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m³)。

C.2 钢平台

当施工区域水位较深且大型船舶无法直接进入时, 可搭建钢平台辅助管道沉放, 钢平台的设计和搭建应符合相关规范要求。

参 考 文 献

- [1] JTS 131—2012 水运工程测量规范
 - [2] 张兆德, 梁旭, 李磊. 海洋工程结构[M]. 北京: 海洋出版社, 2019.
-



中华人民共和国团体标准
长大复杂构型管道沉管沉放施工技术规范
T/GXAS 1111—2025
广西标准化协会统一印制
版权专有 侵权必究