

T/GXAS

团 体 标 准

T/GXAS 910—2024

潮汐区域长大复杂构型管道沉管下水施工 技术规范

Specification for the construction of long, large, and complex pipelines
launching in tidal areas

2024 - 12 - 19 发布

2024 - 12 - 25 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 施工前准备 1

 4.1 一般规定 1

 4.2 工程资料复核及调查 2

 4.3 施工方案编制 2

 4.4 施工平面布置 2

5 管道制作 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 管道坡口加工、清理、组对、焊接 2

 5.3 管道补口、补伤 3

6 基槽开挖及处理 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 测量放线 3

 6.3 基槽开挖及施工 3

7 沉管下水施工 4

 7.1 一般规定 4

 7.2 利用潮汐水位差下水施工 5

 7.3 牵引拖管下水施工 6

 7.4 滑移滚管下水施工 6

8 工程质量控制 7

附录 A（规范性） 利用潮汐水位差下水施工..... 8

附录 B（规范性） 牵引拖管下水施工..... 10

附录 C（规范性） 滑移滚管下水施工..... 11

参考文献 12

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。

本文件由广西建筑业联合会提出、归口并宣贯。

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

本文件主要起草人：韦纯忠、陈光辉、胡汉钢、谭鹏、蒋严波、胡荣峰、朱高俊、罗程璟、黄安琪、奉小双、赵刚、谢艳、黄贤双、申学安、冉琪、陈新宇、李文广、巫志文、王小江、陈煜政、谢灿荣、韦劭寿。

潮汐区域长大复杂构型管道沉管下水施工技术规范

1 范围

本文件界定了潮汐区域长大复杂构型输水管道沉管下水施工涉及的术语和定义,规定了施工前准备、管道制作、基槽开挖及处理、沉管下水施工、工程质量控制的要求。

本文件适用于受潮汐影响的近海水域及河流入海口段水域、长大不规则结构体型输水钢管、水面浮运法沉管施工。其他条件的管道沉管施工可参照执行。

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/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
GB 4696 中国海区水上助航标志
GB 5863 内河助航标志
GB 6722 爆破安全规程
GB/T 33487 船舶与海上技术 船舶下水用气囊
GB 50026 工程测量规范
GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50369 油气长输管道工程施工及验收规范
JGJ 276 建筑施工起重吊装安全技术规范

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

潮汐区域 tidal region

受潮汐影响的近海水域及河流入海口段水域。

3.2

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。

注:通常为贴合河床的复杂的不规则结构形式,或贴合河床地形的直线型与不规则体型组合的输水管道结构形式。常见为U型、V型、W型和L型。

3.3

沉管下水 immersed tube launching

制作完成的管道从岸边溜(吊)放到水中的施工过程。

注:属于管道沉管施工中的一个环节。

4 施工前准备

4.1 一般规定

4.1.1 应深入现场调查,收集工程资料,掌握现场情况,核对设计文件,做好充分的施工准备工作。

4.1.2 在通航航道中进行沉管施工时,施工水域按有关规定设置助航标志及水上施工安全警戒设施,施工期应设置临时助航、封航标志,竣工后应设置永久性管线标志。助航标志应符合 GB 4696、GB 5863 的规定。

4.2 工程资料复核及调查

4.2.1 施工前应针对工程特点和规模，对提供和收集的工程资料进行复核及现场调查。

4.2.2 工程资料复核及现场调查应包括但不限于下列主要内容：

- 水文资料，包括流速、流向、水质等；
- 潮汐资料，包括潮汐周期长度、高潮位、低潮位、平均潮差、高潮时间、低潮时间等；
- 洪水资料，包括洪水频率、洪水水位、洪水成因、防洪措施等；
- 工程地形地质资料，包括现场地形地貌、工程地质条件等；
- 施工区域现状及规划资料，包括道路交通、航道运输、堤岸防护等；
- 环境资料，包括管道沉管下水施工区及附近水域生态保护要求等；
- 气象资料，包括气温、湿度、风速风向、降水等；
- 现场施工条件资料，包括场地条件、供水供电、建筑材料来源、施工装备和机械等；
- 管道沿线地面、地下及水下建（构）筑物资料，包括建（构）筑物、管线、军事设施等。

4.3 施工方案编制

施工方案除应符合GB 50268的规定之外，还应符合下列要求：

- 充分考虑潮汐因素对工程的影响，并结合潮汐特点，采取相应的施工措施；
- 根据现场调查结果，对管道制作、基槽开挖、吊运、下水施工等环节做出明确具体的要求。

4.4 施工平面布置

4.4.1 应以管道焊接、土方临时堆放与运输、管道下水为重点。

4.4.2 应根据现场潮汐及涌浪变幅情况，安排管道施工作业区域。

4.4.3 场地地面高程或坝体高程应高出设计最高水位 0.5 m 以上，可采用填土、筑坝等方式防止潮汐影响施工场地。

4.4.4 设备停放保养场应选择不受潮汐影响的区域，并应进行地面硬化处理。

4.4.5 项目办公区域、生活区域、管道加工区域、管道下水区域、砂石料临时堆场、锚地设置以及工程所必需的其它临时性设施应设置在不受潮汐影响的区域，并应符合安全、消防、环境保护要求。

4.4.6 应根据施工平面布置，在对应规划区域进行施工作业和材料堆放。

5 管道制作

5.1 一般规定

5.1.1 应根据施工场地条件、管道构型参数、设备参数及数量、下水方式、浮运的水（海）面宽度、流速、潮汐等因素确定管节组对拼装的长度。

5.1.2 管道制作应充分考虑固定稳固、构型精确、应力集中、检测全面、储存保护等问题。

5.2 管道坡口加工、清理、组对、焊接

5.2.1 管道坡口加工

5.2.1.1 应根据 GB/T 985.1 规定的坡口形式和设计要求对管道坡口进行现场加工。

5.2.1.2 管道的坡口加工应保证高精度，并根据需要对弯曲部分的管节进行定制化的坡口设计。

5.2.1.3 坡口加工后，应进行外观检验，并对坡口角度、坡口钝边等进行测量检查，不合格的应重新加工。

5.2.1.4 坡口加工合格后，应重新测量管道长度并记录。

5.2.2 管道清理

5.2.2.1 清理管道时应保护管道内涂层不受伤害：避免采用硬质、尖锐的物体接触管道内涂层。

5.2.2.2 清口工作完成后应尽快组对焊接：当天完成的清口当天组对并焊接完成，未组对完的管口应用遮盖物保护，下次组对前重新检查清理。

5.2.3 管道组对

管道组对除应符合GB 50369的规定之外，组对前还应符合下列规定：

- 先绘图配管，再根据顺序对管节进行编号；
- 采用可靠夹具和支撑工具固定稳固管道。

5.2.4 管道焊接

5.2.4.1 焊接前管道应检查、确定管道组对是否精确、固定稳固。

5.2.4.2 现场焊接宜选择当日温差较小的时段进行。

5.2.4.3 在寒冷或恶劣环境下钢管焊接应符合GB 50268的规定。

5.3 管道补口、补伤

5.3.1 管道焊接完成后应进行防腐层补口、补伤。

5.3.2 管道现场防腐补口、补伤施工应符合设计要求和GB 50268的规定。

5.3.3 防腐层的外表面应平整，无漏涂、褶皱、流淌、气泡和针孔等缺陷；防腐层应能有效地附着在金属表面；补口、补伤材料应按其生产厂家使用说明进行施工。

6 基槽开挖及处理

6.1 一般规定

6.1.1 根据工程地质和水文条件以及水上交通和周围环境条件，结合基槽设计要求选用合适的水下开挖方式和船舶设备。

6.1.2 水下基槽浚挖前，应对管位进行测量放样复核，开挖成槽过程中应及时进行复测。

6.1.3 水下开挖基槽应根据水域的水文、地质、工程河段航道通航等条件，必要时宜进行试挖或试爆，爆破应符合GB 6722的规定。

6.1.4 基槽开挖的土泥要运到河道管理部门指定位置抛卸，不应影响水源环境、水体水质、航道通航及水利灌溉设施，不应影响附近建（构）筑物的正常使用。

6.1.5 应加强复杂构型管道水下基槽拐角或低洼区域的防淤积措施，并定期检查开挖的水下沟槽淤积情况，及时清理淤泥。

6.2 测量放线

6.2.1 应复查测量控制点、基准点、水准点。在复测控制网的基础上，根据工程需要适当加密，建立施工测量控制网。

6.2.2 应沿管线敷设方向采用水下地形测量、浅地层剖面等技术进行预调查，并对影响管线施工的障碍物进行清除。

6.2.3 水下地形测量采用侧扫声呐进行调查。预调查时可采用侧扫声呐对管道轴线两侧各50m范围进行扫测。调查中如果发现声呐障碍物，应对声呐障碍物的大小，精确的位置和形状进行调查。

6.2.4 测量放线定位应包括下列工作：

- 编制施工场地平面布置图；
- 建立平面及高程测量控制系统；
- 放出管道中心线；
- 确定水上铺管定位控制、基槽定位控制和水下测深控制测量方法；
- 做好水上施工导航设施。

6.2.5 测量作业时应分别复核采集数据、实测数据的准确性；测量结束后，应对外业资料进行检查、整理，发现数据有异常的应按GB 50026的规定进行补测。

6.3 基槽开挖及施工

6.3.1 应综合考虑基槽设计、地质条件、潮汐及涌浪变化、水文条件、周边环境、设备资源、纳泥区等因素，选择下列基槽开挖设备和方法：

- 对河床土层松软、水流速度小、回淤量小的河流，宜采用绞吸式或吸扬式挖泥船开挖管沟；
- 当河床土层为硬土层或卵石层时，采用抓斗挖泥船或轮斗挖泥船开挖管沟；

- 当河床地层为砂土、黏土或夹卵石时，用拉铲配合其他方法开挖管沟；
- 当河床底地层为岩石时，采用炸礁船进行沟槽钻孔爆破、石碴开挖成沟。

6.3.2 应根据施工需要，采用水力筛网、储泥池等措施。

6.3.3 进行基槽开挖作业时，应满足下列要求：

- 对水下土壤层较为均匀的情况，采用水平分层开挖；
- 对长距离的沟槽开挖，采用纵向分段开挖，逐步推进。

6.3.4 水下基槽开挖施工应符合 GB 50268 的规定。

6.3.5 管道基槽开挖处理完成后应立即进行管道沉管铺设。

7 沉管下水施工

7.1 一般规定

7.1.1 管道沉管下水施工前应进行潮汐分析与预测工作，选择最佳时间段进行下水作业。

7.1.2 岸上的管节组对拼装完成后进行溜（吊）放下水作业时，采用利用潮汐水位差、牵引拖管、滑移滚管等方法下水。

7.1.3 管道下水施工方法的选择，应根据管道长度和管径、构型、所处水域的工程水文地质、气象、航运交通等条件，周边环境、建（构）筑物、管线，以及设计要求和施工技术能力等因素，经技术经济比较后确定。

7.1.4 应在水域边选择溜（吊）放下管方便的场地作为管道预制场，将制作好的管道（段）溜（吊）放下水，沿水面浮运至沉放位置。

7.1.5 管节（段）吊运应符合下列要求：

- 根据计算确定吊点位置、选择吊装设备；
- 吊点不设置在管道弯转或其他薄弱部位，吊运过程保持稳定；
- 所有吊点同时起吊，管道平稳起放；
- 在吊点、牵引点处设置有管段保护装置，起吊缆绳不直接捆绑在管壁上；
- 吊运符合 JGJ 276 有关规定。

7.1.6 应根据管道重量、摩擦系数、地形坡度等因素确定牵引力大小。

7.1.7 采用牵引绳进行管道牵引拖拽时应符合下列要求：

- 牵引绳采用具有足够的强度、耐磨性和抗腐蚀性的材料，如钢丝绳、尼龙绳、聚酯绳等；
- 牵引过程中，牵引绳的抗拉能力大于牵引力；
- 在管道上设置安全可靠的绑扎点，牵引绳绑扎牢固；
- 牵引绳在拖拽过程中保持均匀的张力。

7.1.8 应根据设计要求、现场情况及施工能力采取下列技术措施：

- 整体组对拼装、整体下水浮运；
- 分段组对拼装、分段下水浮运。

7.1.9 管道下水作业前应做好下列准备工作：

- 选择高潮位状态、水文和气象变化相对稳定，水流速度相对较小（流速在 0.5 m/s 以下）的时段进行下水作业；
- 组对拼装后管段符合 GB 50268 的规定和下水要求；
- 下水施工阶段的管道强度、刚度、稳定性以及管道下水后的浮力验算满足要求；当管道重量大于浮力时，可采用加刚性浮筒或柔性浮囊的方法增加管道浮力；
- 管道下水机械设备到位，滑道、滑轨、下水沟槽等修建完成；
- 管道两端完成封堵，气密性试验合格；
- 管道下水过程的详细应力分析完成，必要的补偿措施准备完成；
- 已制定施工保护措施和应急预案、相关材料准备齐全。

7.1.10 夜间进行沉管下水施工应符合下列要求：

- 整个施工区域有良好的光照条件，配备有足够的便携式或可移动照明设备，如探照灯、手电筒等；
- 重要设施（如船只、浮标、管道）上安装 LED 警示灯带，提高夜间可视性；

- 施工人员有配备无线电对讲机，保持不间断的通讯联络；
- 施工人员完成安全培训，熟悉逃生路线、急救知识；
- 现场人员穿戴带高可见度的工作服，水上作业人员都穿着合适的救生衣。

7.2 利用潮汐水位差下水施工

7.2.1 在潮汐影响大、高低潮位差距明显、地形平坦的区域进行。

7.2.2 应进行下水施工应进行下水时间、下水沟槽、管道利用潮汐水位差下水等内容设计，按附录 A 布置施工。

7.2.3 下水时间应根据当地潮汐表确定；下水沟槽宜根据现场情况结合管道拼装场进行。

7.2.4 应选择潮位较高且潮差较大的时间段进行下水施工。最高潮位状态下，下水沟槽水深按式（1）计算确定：

$$H \geq D_0 \quad (1)$$

式中：

H ——最高潮位状态下沟槽水深，单位为毫米（mm）；

D_0 ——管子外径，单位为毫米（mm）。

7.2.5 应实时监测潮汐水位变化情况，在实际水位符合预期情况下进行下水施工。

7.2.6 应制定应急预案，包括潮汐变化超出预期时的应对措施。

7.2.7 开挖的下水沟槽应符合下列规定：

——根据管道的规格、构型和潮汐变化设计沟槽的尺寸；

——沟槽底部宽度按式（2）计算确定：

$$W \geq W_0 + 1000 \quad (2)$$

式中：

W ——沟槽底部宽度，单位为毫米（mm）；

W_0 ——复杂构型管道最大宽度，单位为毫米（mm）。

——沟槽深度可按式（3）计算确定：

$$H_1 \geq H + 500 \quad (3)$$

式中：

H_1 ——沟槽深度，单位为毫米（mm）；

H ——最高潮位状态下沟槽水深，单位为毫米（mm）。

——沟槽长度按式（4）计算确定：

$$L \geq L_0 + 3 \quad (4)$$

式中：

L ——沟槽长度，单位为米（m）；

L_0 ——管道拼装长度，单位为米（m）。

——沟槽边坡坡比根据地质条件设计确定，并对边坡采取加固保护措施；

——沟槽内采取防渗排水措施避免沟槽内积水。

7.2.8 管道利用潮汐水位差下水应符合下列规定：

——在下水设计潮位来临前，完成管道下水准备工作，并预先将管道平稳放置在沟槽内；

——在管道就位后开挖下水沟槽挡水堤，使沟槽与海（水）域联通；

——实时监测管道的上浮情况，在管道上浮至适当高度时拖运；

——拖运过程做好管道保护措施，并控制好拖运速度和方向；

——下水沟槽应在所有管道下水完成后，退潮时及时回填，恢复场地。

7.2.9 下水场地符合下列规定时，也可不开挖下水沟槽：

——场地位于岸边，低潮位状态有足够空间满足管道布置，高潮位状态有足够水位满足管道上浮；

- 低潮位状态下，管道拼接场地的宽度与长度应符合 7.2.7 中沟槽底部宽度、长度的要求；
- 高潮位状态下，下水场地水位高度按式 (5) 计算：

$$H_2 \geq 0.2D_0 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

H_2 ——管道飘浮后管道底部与地面之间的距离，单位为毫米 (mm)；

D_0 ——管子外径，单位为毫米 (mm)。

——场地地面平整坚固、无障碍物。

7.3 牵引拖管下水施工

- 7.3.1 在岸边场地承载力高、地形平坦、坡度缓和的区域进行。
- 7.3.2 应进行牵引道、减阻装置、管道牵引等内容设计，按附录 B 布置施工。
- 7.3.3 牵引道设计应符合下列规定：
 - 根据管道长度、口径和构型进行牵引道的平面尺寸设计，根据实际需要加大牵引道宽度；
 - 根据施工需求和管道的重量计算牵引道坡度，坡度应在 2% 范围内；
 - 对牵引道进行分层压实或平整硬化处理；
 - 牵引道满足管道竖向布置。
- 7.3.4 应采用减阻装置避免管道与牵引道直接接触，减阻装置应根据管道的重量、口径、构型和长度进行设计，采用滑轨或高压气囊作为减阻装置。
- 7.3.5 采用滑轨作为减阻装置进行施工应符合下列规定：
 - 滑轨材料应具有足够的强度和耐腐蚀性，材料尺寸根据管道口径、重量确定；
 - 管道在整个滑动过程中有滑轨支撑，滑轨长度覆盖从牵引道到水面的距离；
 - 滑轨间距应根据管道受力验算确定；
 - 采取安全可靠的固定措施稳定滑轨且滑轨满足搬运管道的荷载要求。
- 7.3.6 采用高压气囊作为减阻装置进行施工应符合下列规定：
 - 气囊布置间距和数量应根据验算确定，满足管道牵引拖管下水要求；
 - 保证管道在牵引拖管过程的稳定性；
 - 气囊的材料性能、外观、尺寸偏差、气密性、压缩性能、承载力性能等应符合 GB/T 33487 的规定。
- 7.3.7 管道牵引应符合下列规定：
 - 根据验算情况选择合适的牵引设备，安装与使用遵循安全操作技术规定；
 - 管道牵引点设置在合适位置，作用的牵引力与管道重心在同一直线上；
 - 管道从弯转端、宽度大的一端进行牵引；
 - 控制管道的牵引速度不高于 13 m/min；
 - 在牵引过程中实时监测牵引力，并持续观察管道的位置和姿态。

7.4 滑移滚管下水施工

- 7.4.1 在岸边场地开阔、承载力高、地形平坦、坡度缓和的区域进行。
- 7.4.2 应进行场地、滑轨、管道滑移等内容设计，按附录 C 布置施工。
- 7.4.3 场地设计应符合下列规定：
 - 选择靠近岸边的平坦地带且满足管道横向布置的区域；
 - 当地层软弱不利于施工时，可采用换填法、强夯法、预压法等方法进行加固处理；
 - 地面应进行平整处理；
 - 应根据施工需要设置不大于 5% 的坡度。
- 7.4.4 滑轨设计应符合 7.3.5 规定。
- 7.4.5 管道滑移设计应符合下列规定：
 - 牵引设备控制滑移速度和方向；
 - 复杂构型管道在下滑过程中管道姿态保持稳定，不发生偏转；
 - 在管道与滑轨之间使用石墨粉、润滑脂或固体润滑剂等润滑材料；

- 设置紧急制动装置，并在滑移过程中持续监控管道的状态；
- 在管道和滑轨间增加软垫等保护措施。

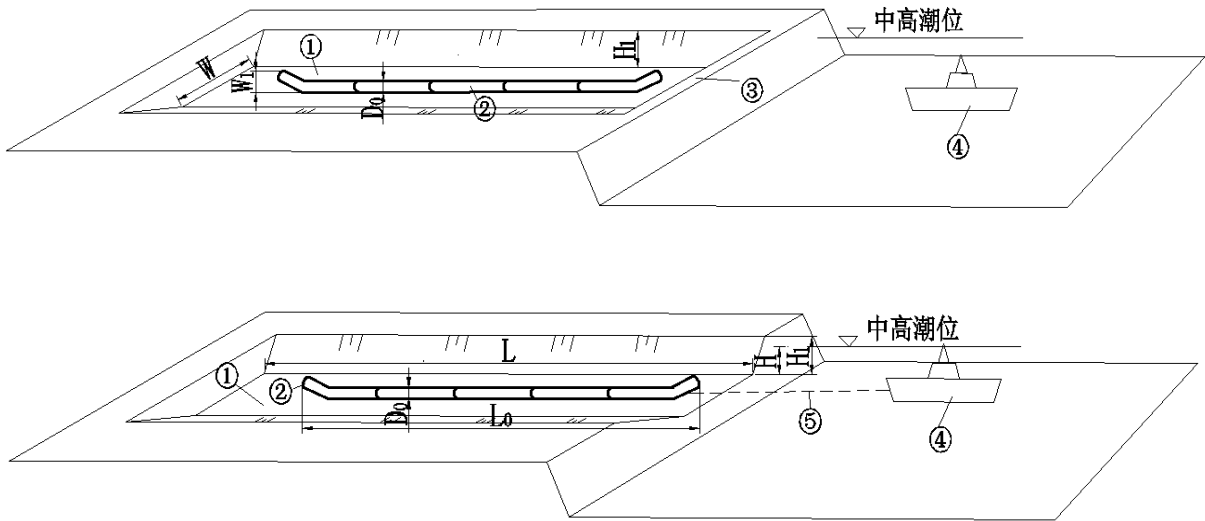
8 工程质量控制

- 8.1 管道制作过程应采取措施使管道固定稳固，接口匹配、组对精确，满足设计尺寸和构型要求。
- 8.2 管道组对焊接完成后，应对焊缝进行 100%超声波无损检测。
- 8.3 应根据设计要求选择管道防腐层类型，并确保防腐涂层均匀完整，厚度达标。
- 8.4 管道补伤补口完成后应全面检查各部位防腐层是否存在缺陷，重点检查弯转焊接部位。
- 8.5 管道制作完成后，沉管下水前应进行气密性试验，试验结果满足下水要求。
- 8.6 基槽开挖完成后进行全面检查，使基槽平整度、标高等满足设计要求，必要时进行清淤或加固处理，对管道弯转处的基槽部位进行重点检验。
- 8.7 管道采用多台吊装设备进行吊运时应确保各吊点同时起吊，吊运过程平稳。
- 8.8 管道吊运和下水施工应避免对弯转或其他薄弱部位产生应力集中。
- 8.9 利用潮汐水位差方式下水施工应根据潮汐情况严格把控下水时间。
- 8.10 开挖完成的下水沟槽应做好边坡加固和排水措施。
- 8.11 牵引道、滑移滚管的下水场地应平坦缓坡、压实紧密，下水作业过程中不发生塌陷变形。
- 8.12 牵引拖管下水施工应严格控制牵引速度，并采取紧急制动措施避免管道速度失控。
- 8.13 滑移滚管下水施工应严格控制牵引设备和制动设备的协同施工。
- 8.14 应严格控制管道在下水过程中不与周围边壁发生刮蹭。
- 8.15 在管道（段）下水、浮运过程中，应采取措施防止管线（段）产生超过允许的轴向扭曲、环向变形、纵向弯曲以及管道（段）防腐层损伤等现象，局部损坏时应及时修补。

广西标准化协会

附录 A
(规范性)
利用潮汐水位差下水施工

利用潮汐水位差下水施工（下水沟槽）示意图见图A. 1，利用潮汐水位差下水示意图（岸边场地）见图A. 2。



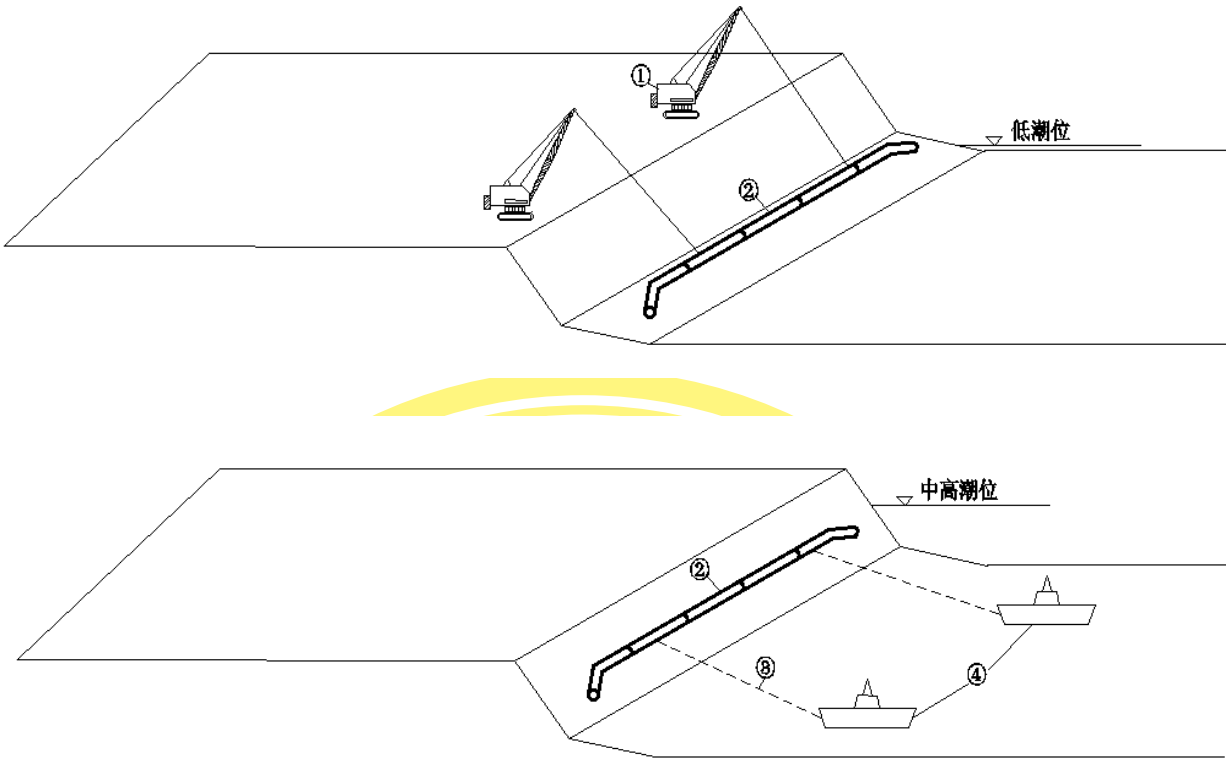
标引序号说明：

- ① ——下水沟槽；
- ② ——下水管道；
- ③ ——堤坝；
- ④ ——拖运船；
- ⑤ ——牵引绳。

符号说明：

- D_0 ——管子外径 (mm)
- H_1 ——沟槽深度 (mm)
- H ——最高潮位状态下沟槽水深 (mm)
- W ——沟槽底部宽度 (mm)
- W_0 ——复杂构型管道最大宽度 (mm)
- L ——沟槽长度 (m)
- L_0 ——管道拼装长度 (m)

图A. 1 利用潮汐水位差下水施工示意图（下水沟槽）



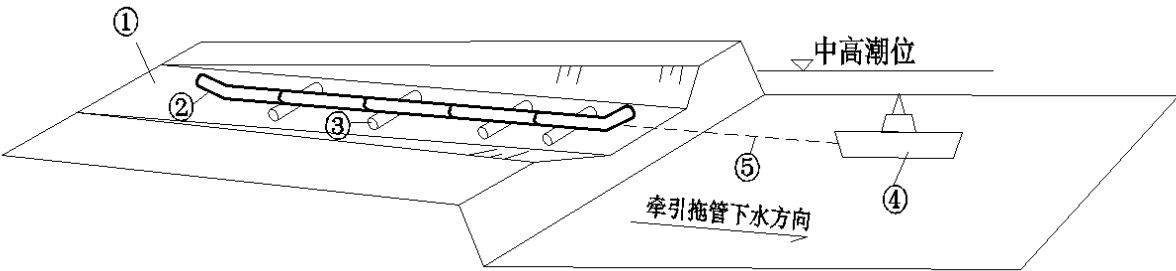
标引序号说明：

- ① —— 吊装设备；
- ② —— 下水管道；
- ③ —— 牵引绳；
- ④ —— 拖运船。

图A.2 利用潮汐水位差下水施工示意图（岸边场地）

附 录 B
(规范性)
牵引拖管下水施工

牵引拖管下水施工示意图见图B. 1。



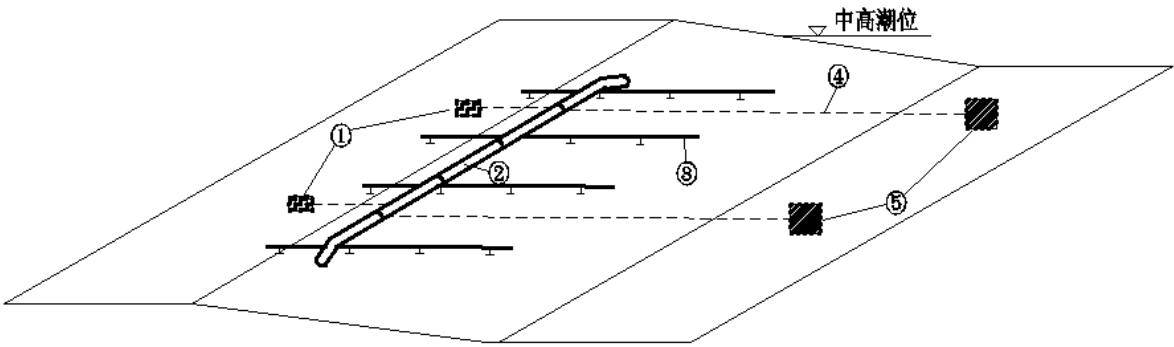
标引序号说明：

- ① ——牵引道；
- ② ——下水管道；
- ③ ——减阻装置(气囊)；
- ④ ——牵引船；
- ⑤ ——牵引绳。

图B. 1 牵引拖管下水施工示意图

附 录 C
(规范性)
滑移滚管下水施工

滑移滚管下水施工示意图见图C.1。



标引序号说明：

- ① —— 制动装置；
- ② —— 下水管道；
- ③ —— 滑轨；
- ④ —— 牵引绳；
- ⑤ —— 牵引设备。

图C.1 滑移滚管下水施工示意图

参 考 文 献

- [1] DB/T 29-242 给水排水管道水下沉管工程施工及验收规程
-

中华人民共和国团体标准
潮汐区域长大复杂构型管道沉管下水施工技术规范
T/GXAS 910—2024
广西标准化协会统一印制
版权专有 侵权必究