中华人民共和国行业标准

板桩码头检测与监测技术规程

JTS/T 338—2025

主编单位：中交第一航务工程勘察设计院有限公司
批准部门：中华人民共和国交通运输部
施行日期：2026 年 3 月 1 日

人民交通出版社

2025 · 北京

交通运输部关于发布《板桩码头检测与监测技术规程》的公告

2025 年第 72 号

现发布《板桩码头检测与监测技术规程》(以下简称《规程》),作为水运工程建设推荐性行业标准,标准代码为 JTS/T 338—2025,自 2026 年 3 月 1 日起施行。

《规程》由交通运输部水运局负责管理和解释,实施过程中具体使用问题的咨询,由主编单位中交第一航务工程勘察设计院有限公司答复。《规程》文本可在交通运输部政府网站水路运输建设综合管理信息系统"水运工程行业标准"专栏(www.mwtis.mot.gov.cn/syportal/sybz)查询和下载。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2025 年 12 月 1 日

制定说明

本规程是根据水运工程标准编制计划要求，由交通运输部水运局组织有关单位，经深入调查研究、广泛征求意见、反复修改完善编制完成。

板桩码头具有结构形式多样，受力、变形复杂等特点，随着板桩码头的广泛应用，检测与监测工作日趋重要。为规范其技术要求，在总结我国板桩码头检测与监测实践经验基础上，结合水运工程特点，制定本规程。

本规程共分6章5个附录，并附条文说明，主要包括板桩码头检测与监测方案编制、检测与监测、成果文件等技术内容。

本规程的某些内容可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本规程主编单位为中交第一航务工程勘察设计院有限公司，参编单位为水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、交通运输部天津水运工程科学研究院、中交天津港湾工程研究院有限公司、上海港湾工程质量检测有限公司。本规程编写人员分工如下：

1 总则：曹胜敏 蔡正银

2 术语：王玉红 武 霄

3 基本规定：曹胜敏 王玉红 蔡正银 张国权 成建强 武 霄 李学艳 张书杰 侯 伟

4 方案编制：曹胜敏 王玉红 张国权 蔡正银 武 霄 张书杰 成建强 侯 伟 刘红彪 孙洋波 张 鹏

5 检测与监测：曹胜敏 成建强 李学艳 白军营 张书杰 武 霄 孙洋波 赵梓鑫 张 鹏 刘红彪 贾晓婵

6 成果文件：武 霄 贾晓婵 张书杰 成建强 李学艳

附录A：李学艳 武 霄

附录B：武 霄 成建强

附录C：蔡正银 张书杰

附录D：蔡正银 贾晓婵

附录E：武 霄 张书杰

本规程于2025年5月29日通过部审，2025年12月1日发布，自2026年3月1日起施行。

本规程由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见，请及时函告交通运输部水运局（地址：北京市建国门内大街11号，交通运输部水运局技术管理处，邮政编码：100736）和本规程管理组（地址：天津市河西区洞庭路18号颐航大厦，中交第一航务工程勘察设计院有限公司，邮政编码：300220，电话：022-28160808），以便修订时参考。

目　次

1　总则 …… (1)
2　术语 …… (2)
3　基本规定 …… (3)
4　方案编制 …… (4)
4.1　一般规定 …… (4)
4.2　施工期检测与监测 …… (5)
4.3　运营期检测与监测 …… (10)
5　检测与监测 …… (12)
5.1　一般规定 …… (12)
5.2　外观 …… (12)
5.3　变位与变形 …… (13)
5.4　力与应力 …… (16)
5.5　腐蚀与防护 …… (19)
6　成果文件 …… (21)
6.1　资料整理与分析 …… (21)
6.2　成果报告 …… (21)
附录A　监测仪器安装与埋设考证记录 …… (23)
附录B　钢板计安装与布设 …… (24)
附录C　土压力计安装与埋设 …… (26)
附录D　波压力传感器安装与埋设 …… (28)
附录E　本规程用词说明 …… (29)
引用标准名录 …… (30)
附加说明　本规程主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员和管理组人员名单 …… (31)
条文说明 …… (33)

1 总 则

1.0.1 为规范板桩码头检测与监测工作，做到技术先进、经济合理，满足板桩码头结构安全运行的要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于板桩码头的检测与监测。

1.0.3 板桩码头的检测与监测除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1 前墙　Front Wall

板桩码头临水面的结构，可为钢板桩、管板组合桩、钢筋混凝土板桩、灌注桩排桩或地下连续墙等。

2.0.2 拉杆　Tie Rod

板桩码头中前墙与锚碇结构之间的连系杆。

2.0.3 锚碇结构　Anchoring of Sheet Wall

板桩码头中承受前墙通过拉杆传导的拉力，保证板桩墙稳定的结构。

2.0.4 胸墙　Parapet

前墙上方将前墙连接为整体的现浇钢筋混凝土结构。

2.0.5 初始值　Initial Value

仪器设备埋设安装后正常稳定状态的测值。

2.0.6 钢板应力计　Steel Sheet Gauge

由应变计和信号传输电缆等组成，测量钢结构应力发生变化时的应变量，并可同步测量测点温度的传感器。

2.0.7 锁口　Interlock

钢板桩之间或管板组合之间相互连接的接口部位。

3 基本规定

3.0.1 板桩码头的检测与监测应综合考虑结构形式、环境条件、使用功能等因素。

3.0.2 板桩码头的检测与监测宜分为施工期和运营期，施工期和运营期应统筹考虑，并宜保持连续性。

3.0.3 施工期和运营期应根据检测与监测的目的和目标，突出重点，并考虑施工工况、建造工艺、运行条件和环境因素的影响。

3.0.4 检测与监测宜采用自动化技术。采用新技术、新设备时应进行论证。

3.0.5 检测与监测工作宜按下列程序进行：

(1)现场调查和工程资料收集；

(2)方案编制；

(3)检测与监测实施；

(4)资料整理与分析；

(5)成果报告编写。

3.0.6 现场调查和收集的工程资料宜包括勘察、设计、施工资料，交工、竣工资料，运营期的维护、改造资料，码头区域的腐蚀介质、周边环境情况等。

3.0.7 方案编制应根据板桩码头的工程规模、安全等级、结构特点、施工工艺、设计或使用要求等进行。

3.0.8 检测与监测实施应符合下列规定。

3.0.8.1 检测与监测采用的平面坐标系统和高程系统宜与设计采用的系统一致。

3.0.8.2 检测与监测仪器设备的量程、分辨率、精度等技术性能指标应结合具体项目进行选择。

3.0.8.3 检测与监测仪器设备应经检定或校准合格，并在有效期内使用；检测与监测前应对仪器设备进行检查调试。

3.0.8.4 监测期间应进行现场巡视检查和监测系统维护。

3.0.9 检测与监测数据应如实记录并签字。采用自动化监测系统时，数据应及时备份，原始数据应连续完整。

3.0.10 检测与监测数据应及时分析处理，并将成果和建议向相关单位进行反馈。

3.0.11 检测与监测报告应结论准确、用词规范，对于容易混淆的术语和概念应书面进行解释。

3.0.12 检测与监测资料应按技术档案管理相关要求整理归档。

3.0.13 板桩码头地基、桩基和构件等涉及施工质量的检测应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)、《水运工程地基基础试验检测技术规程》(JTS 237)等的有关规定。

4 方案编制

4.1 一般规定

4.1.1 方案编制的主要内容应包括检测与监测的项目、平面和断面布置、数量、抽样原则、频次、判定依据、预警阈值等，并宜按施工期和运营期分别编制。

4.1.2 施工期检测与监测可分为施工对象的检测与施工过程的监测，运营期的监测设施设备应在施工期统筹考虑。

4.1.3 运营期的检测与监测应根据港口基础设施维护和使用要求确定。

4.1.4 检测与监测项目应结合工程设计、施工方案和码头运行状况进行选择，且有利于相互验证。检测与监测项目宜包括下列内容：

(1)外观；

(2)变位与变形；

(3)力与应力；

(4)腐蚀与防护等。

4.1.5 监测断面和监测点布置应符合下列规定。

4.1.5.1 监测断面的位置、数量应根据板桩码头的结构形式、施工工艺、码头功能和环境条件等确定，传感器应基于力学分析结果布置在结构受力和变形关键位置。

4.1.5.2 监测断面和监测点的布置应便于监测、易于保护，不应影响码头正常作业。

4.1.5.3 监测断面的数量应根据泊位规模确定，且每个泊位不应少于1个，断面选取应反映监测对象的实际状态及其变化趋势。

4.1.5.4 监测断面竖直方向的监测点间距不应大于3m；监测点的数量和布置范围应有冗余量，在受力和变形较大、结构既有或易发生损伤等重要部位，宜加密布设监测点。

4.1.5.5 同一监测断面不同结构的监测点在竖向的布置宜保持一致。

4.1.6 传感器应选择合适的数据传输模式，并宜便于安装和更换。

4.1.7 检测与监测前应编制实施方案。实施方案应主要包括下列内容：

(1)工程概况；

(2)目的和依据；

(3)检测项目、方法和抽样原则；

(4)监测项目、方法、周期、频率；

(5)人员和仪器设备配置；

(6)监测预警阈值、预警形式、流程和处理建议等；

(7)质量、安全、进度等保证措施。

4.1.8 监测预警阈值应根据板桩码头结构的受力、变形和安全控制要求等确定，并应符合下列规定。

4.1.8.1 变形监测预警阈值应包括累计变化预警阈值和变化速率预警阈值，并应根据设计计算结果和当地工程经验等确定。

4.1.8.2 应力监测预警阈值宜为其承载能力设计值的60%～70%，并结合当地工程经验综合确定。

4.1.9 预警宜采用声光、语音、短信等形式。

4.2 施工期检测与监测

4.2.1 检测项目应根据检测对象、目的、方法与结构特点等综合确定，并宜符合表4.2.1的规定。

表4.2.1 施工期检测项目

检测部位	结构形式	检测项目						
		外观	倾斜	防腐蚀措施	成孔或成槽	混凝土强度	完整性	承载力
前墙	钢板桩、管板组合	●	●	●	×	×	×	×
	钢筋混凝土预制板桩	●	●	×	×	×	×	×
	灌注桩	●	●	×	●	●	●	○
	地下连续墙	●	●	×	●	●	●	×
拉杆	钢拉杆	●	×	●	×	×	×	○
锚碇结构	现浇钢筋混凝土墙 现浇钢筋混凝土板	●	●	×	×	○	×	×
	钢板桩、钢管桩	○	×	○	×	×	×	×
	钢筋混凝土预制桩 钢筋混凝土预制板	○	×	×	×	×	×	×
	灌注桩	×	×	×	●	●	●	○
	地下连续墙	×	×	×	●	●	●	×
进帘桩	钢管桩	○	○	○	×	×	×	×
	钢筋混凝土预制桩	○	○	×	×	×	●	×
	灌注桩	×	×	×	●	●	●	○
卸荷平台桩基	钢管桩	○	○	○	×	×	×	●
	钢筋混凝土预制桩	○	○	×	×	×	●	●
	灌注桩	×	×	×	●	●	●	●

注：表中●为应检测项目，○为可检测项目，×为非检测项目。

4.2.2 前墙宜根据结构材料、形式进行抽样检测，并应符合下列规定。

4.2.2.1 采用钢板桩、管板组合结构时，沉桩施工和港池开挖完成后应对钢板桩、管板组合表面防腐涂层和锁口联锁状况等进行外观检测。

4.2.2.2 钢板桩、管板组合施工后应进行倾斜检测，并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.2.3 钢板桩、管板组合施工后应进行干膜厚度、涂层黏结强度等防腐蚀措施检测，并应符合现行行业标准《水运工程结构防腐蚀施工规范》(JTS/T 209)的有关规定。

4.2.2.4 钢板桩接长时，焊缝检测应符合现行行业标准《水运工程钢结构施工规范》(JTS 203)和《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.2.5 采用钢筋混凝土预制板桩结构时，板桩施工和港池开挖完成后，应对混凝土板桩表面裂缝和脱榫状况等进行外观检测。

4.2.2.6 钢筋混凝土预制板桩施工后应进行倾斜检测，并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.2.7 采用灌注桩排桩式结构时，应对灌注桩的外观、倾斜、成孔质量、混凝土强度、桩身完整性等进行检测，并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)、《码头结构施工规范》(JTS 215)和《水运工程基桩试验检测技术规范》(JTS 240)的有关规定。

4.2.2.8 地下连续墙施工和港池开挖完成后，应对墙身、接头部位和缺陷修复区域等进行外观检测，外观检测应包括水上和水下墙身外表面缺陷、平整度、相邻墙段错位、接头漏砂和渗漏水等内容，并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.2.9 地下连续墙施工和港池开挖完成后应进行墙身倾斜检测，检测断面水平间距宜为20m～50m，且每个泊位不应少于1个断面，并应符合现行行业标准《码头结构施工规范》(JTS 215)的有关规定。

4.2.2.10 采用地下连续墙结构时，成槽施工应进行深度、宽度、垂直度和沉渣厚度检测，检测比例应为槽段数的100%，且每一槽段检测不宜少于3个断面，在槽段端头连接部位宜做三方向检测。

4.2.2.11 地下连续墙混凝土强度检测比例应为总墙段数的2%，且不应少于5个墙段。

4.2.2.12 地下连续墙完整性检测应采用声波透射法和钻芯法。采用声波透射法检测时，检测比例应为总墙段数的100%；采用钻芯法检测时，检测比例应为总墙段数的2%，且不应少于3个墙段。

4.2.3 拉杆检测应符合现行国家标准《钢拉杆》(GB/T 20934)的有关规定，并应符合下列规定。

4.2.3.1 对拉杆外观出现缺陷的区域，宜进行结构表面和内部缺陷检测。

4.2.3.2 对拉杆外形尺寸宜进行全数检测，拉杆截面尺寸检测数量宜满足下列要求：

(1)拉杆长度不大于10m时，均匀选取不少于3个截面；

(2)拉杆长度大于10m且不大于20m时,均匀选取不少于4个截面;

(3)拉杆长度大于20m时,均匀选取不少于5个截面。

4.2.3.3 拉杆组件的承载能力不应低于杆体的承载能力,当需验证各部分达到破坏的作用机理时,宜在拉杆组件进场前进行破坏性试验。

4.2.3.4 拉杆应进行防腐蚀措施检测,检测项目和抽样比例应符合现行行业标准《水运工程结构防腐蚀施工规范》(JTS/T 209)的有关规定。

4.2.4 锚碇结构的检测应符合下列规定。

4.2.4.1 采用现浇钢筋混凝土墙或现浇钢筋混凝土板结构时,宜抽取不少于10%的分段进行外观检测,并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.4.2 现浇钢筋混凝土墙和现浇钢筋混凝土板施工后应进行倾斜检测,检测断面水平间距宜为20m~50m,并应符合现行行业标准《码头结构施工规范》(JTS 215)的有关规定。

4.2.4.3 现浇钢筋混凝土墙和现浇钢筋混凝土板施工后宜进行混凝土强度检测,并应符合现行行业标准《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(JTS 239)的有关规定。

4.2.4.4 采用钢板桩和钢管桩时,宜进行外观和防腐蚀措施检测,并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.4.5 采用钢筋混凝土预制桩或钢筋混凝土预制板时,宜进行外观检测,并应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

4.2.4.6 采用灌注桩时,应对灌注桩的成孔质量、混凝土强度和桩身完整性等进行检测,并应符合现行行业标准《码头结构施工规范》(JTS 215)和《水运工程基桩试验检测技术规范》(JTS 240)的有关规定。

4.2.4.7 采用地下连续墙结构时,成槽施工应进行成槽深度、宽度、垂直度和沉渣厚度检测,检测比例应为槽段数的100%。每一槽段不宜少于3个断面,在槽段端头连接部位宜做三方向检测。

4.2.4.8 地下连续墙混凝土强度检测比例不应少于总墙段数的2%,且不应少于5个墙段。

4.2.4.9 地下连续墙完整性检测应采用声波透射法检测或钻芯法检测。采用声波透射法检测时,检测比例不应少于总墙段数的20%,且不应少于3个墙段;采用钻芯法检测时,检测比例不应少于总墙段数的2%,且不应少于3个墙段。

4.2.5 遮帘桩、卸荷平台桩基检测应符合现行行业标准《水运工程基桩试验检测技术规范》(JTS 240)的有关规定。

4.2.6 前墙与锚碇结构间的回填区域应根据设计要求进行密实度检测。密实度检测根据回填料种类可选用钻孔法、动力触探试验或标准贯入试验,并应符合现行行业标准《水运工程地基基础试验检测技术规程》(JTS 237)的有关规定。

4.2.7 监测项目宜按表4.2.7确定。

表 4.2.7　施工期监测项目

监测项目		监测部位					
		前墙	拉杆	锚碇结构	遮帘结构	卸荷结构	周边影响区域
变位与变形	表层水平位移	●	×	●	○	△	○
	表层垂直位移	●	△	●	○	△	○
	深层水平位移	●	×	○	○	×	×
	倾斜	○	×	△	×	×	△
	裂缝	○	×	△	×	×	○
力与应力	钢板应力或钢筋应力	●	×	○	△	×	×
	拉杆拉力	×	●	×	×	×	×
	混凝土应变	○	×	○	△	×	×
	土压力	●	×	○	●	×	×
	孔隙水压力	○	×	△	○	×	×
	剩余水头	●	×	×	×	×	×
	波浪力	△	×	×	×	×	×
	冰压力	△	×	×	×	×	×

注：①表中●为应监测项目，○为宜监测项目，△为可监测项目，×为非监测项目；

②周边影响区域包括板桩码头前墙与锚碇结构间的回填区域、周边建构筑物等；

③前墙和锚碇结构的胸墙、导梁外露部分宜进行全长范围的裂缝监测。

4.2.8　前墙宜根据结构材料、形式进行施工期的监测，并应符合下列规定。

4.2.8.1　墙顶水平和垂直位移监测点应沿码头前沿线布置，构造缝两侧、拉杆锚碇点等位置应布置监测点；监测点水平间距不宜大于 20m，水平和垂直位移监测点宜为共用点。

4.2.8.2　深层水平位移监测点宜布置在拉杆锚碇点或有代表性的部位，监测点数量宜根据码头规模、地质情况等设置，且不宜少于 3 个，非顺岸结构每边监测点不应少于 1 个。深层水平位移监测点埋设底高程宜低于前墙底高程，且不宜小于 2m。

4.2.8.3　倾斜监测点应沿码头前沿线布置，监测点水平间距宜为 20m～50m，拉杆锚碇点应布置监测点。

4.2.8.4　钢筋应力和钢板应力监测点应布置在受力、变形较大且有代表性的部位，监测点数量和水平间距宜根据码头规模、受力及变形情况等确定。竖直方向测点间距宜为 2m～3m，且在弯矩最大值处应布置监测点，监测点在开挖面以下临水侧与陆侧宜成对布置。

4.2.8.5　采用地下连续墙结构时宜设置混凝土应变监测点，监测点数量和水平间距宜根据码头规模、受力及变形情况等确定。竖直方向监测点间距宜为 2m～3m，且在弯矩最

大值处应布置监测点。

4.2.8.6 土压力监测点应布置在前墙、遮帘结构土压力影响范围之内。每层土布置测点不宜少于1个,且宜避开相邻土层交界处。

4.2.8.7 孔隙水压力监测点宜布置在前墙受力、变形较大或有代表性部位的后方回填区域。竖直方向监测点宜在孔隙水压力变化影响深度范围内按土层分布情况布置,间距宜为2m~3m,数量不宜少于3个。

4.2.8.8 剩余水头水位监测点宜布置在前墙后2m范围内,监测点水平间距宜为50m~100m,相邻建筑、重要的管线处宜布置水位监测点。剩余水头水位与墙前潮位监测应同步进行。

4.2.8.9 波浪力监测点应沿码头岸线布置,监测点水平间距宜为50m~100m,数量不宜少于2个。竖直方向监测点宜在波浪影响范围内布置,测点布置和间距应符合现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)的有关规定。

4.2.8.10 冰压力监测点布置应满足下列要求:

(1)冰压力监测点根据结构特点和历年冰凌冻结情况布置,监测点布置于迎冰面,数量不少于2个;竖直方向监测点在历年最高流冰水位和历年最低流冰水位处各设1个;在流冰水位频率90%相应位置附近设冰压力监测带,每条压力监测带上设不少于2个监测点;设计低水位以下的监测点根据历年冰凌冻结情况设置;内河冰压力的监测根据冬季枯水期的水位设置监测点;

(2)孤立流冰对前墙撞击力的监测点根据其运动轨迹进行布置;

(3)冻结在结构内、外的冰因温度变化所产生的膨胀力,监测点的布置根据历年的冰情综合分析确定。

4.2.9 拉杆拉力监测应选择拉力较大的区域,监测数量不宜少于4根。遮帘式板桩码头应分别对前墙和遮帘桩之间的拉杆、遮帘桩和锚碇结构之间的拉杆进行监测。

4.2.10 锚碇结构宜根据结构材料、形式进行监测,并应符合下列规定。

4.2.10.1 锚碇结构顶部水平和垂直位移监测点应与前墙同断面布置,且每个监测点断面位置应与拉杆锚碇点相同,水平和垂直位移监测点宜为共用点。

4.2.10.2 锚碇结构深层水平位移监测点宜布置在拉杆锚碇点或有代表性的部位,且与墙顶水平和垂直位移监测点相对应,埋设底高程宜低于锚碇结构底高程,且不宜小于2m。

4.2.10.3 倾斜监测点宜与前墙同断面布置。

4.2.10.4 钢筋应力和钢板应力监测点的布置原则、间距等应符合第4.2.8.4款的规定。

4.2.10.5 采用地下连续墙结构时宜设置混凝土应变监测点,混凝土应变监测应符合第4.2.8.5款的规定。

4.2.10.6 土压力监测点应布置在锚碇结构土压力影响范围之内。每层土布置测点不宜少于1个,且宜避开相邻土层交界处。

4.2.10.7 孔隙水压力监测点的布置原则、间距等应符合第4.2.8.7款的规定。

4.2.11 遮帘结构的表层水平位移、表层垂直位移、深层水平位移、土压力、孔隙水压力等监测应符合第4.2.8条的有关规定。

4.2.12 卸荷结构的表层水平和垂直位移监测点宜为共用点，监测点水平间距不宜大于20m。

4.2.13 板桩码头施工影响周边环境安全时，应对周边影响区域进行监测。

4.2.14 码头前沿开挖或港池疏浚后，应对码头结构前沿不小于50m范围内进行水下地形测量。

4.2.15 板桩结构所处的侵蚀环境存在重大变化时，应根据设计要求对侵蚀要素进行监测。

4.2.16 监测频率应根据施工进度、工况条件和监测数据的变化情况综合确定，并应符合下列规定。

4.2.16.1 监测频率宜为每天1次，监测值稳定且工况无明显变化时，可适当降低监测频率至每3天~5天1次。

4.2.16.2 上部结构安装、墙后回填、港池开挖，以及其他工况发生明显变化时，应加密监测；天文大潮期应加密监测。

4.2.16.3 施工间歇期监测频率宜为每周1次。

4.3 运营期检测与监测

4.3.1 运营期检测宜包括主要结构的裂缝、混凝土劣化、防腐蚀措施等检测，检测项目与内容宜按表4.3.1确定。

表4.3.1 板桩码头主要结构部位检测项目与内容

检测部位	检测项目	主要检测内容
上部结构	面层	沉降、裂缝、混凝土劣化等
	胸墙、导梁、轨道梁等	破损、裂缝、混凝土劣化等
前墙	钢板桩、管板组合	断面厚度、锁口连接、防腐蚀措施等
	钢筋混凝土预制板桩	混凝土劣化、钢筋锈蚀等
	地下连续墙	破损、裂缝、接头段、混凝土劣化等
	板桩墙体间接缝	破损、漏砂等
拉杆及锚碇结构	拉杆	腐蚀后的有效断面、连接件状况、防腐蚀措施等
	锚碇结构	混凝土劣化、防腐蚀措施等

4.3.2 检测的周期、频次应符合现行行业标准《港口基础设施维护技术规范》(JTS 310)的有关规定。

4.3.3 检测时应记录码头的使用荷载等相关因素，发现设施明显损坏影响正常使用时，应及时向相关部门报告。

4.3.4 运营期监测宜包括主要结构的变位与变形、力与应力、防腐蚀措施等监测。监测

项目与内容宜按表4.3.4确定。

表4.3.4 板桩码头主要结构部位监测项目与内容

监测部位	监测项目	主要监测内容
面层	变位与变形	表层垂直位移
胸墙		表层水平与垂直位移
轨道梁		表层垂直位移
前墙		倾斜
锚碇结构、遮帘结构、卸荷结构		表层水平与垂直位移
接岸结构		变形缝缝宽及高程差
前墙	力与应力	钢板应力、钢筋应力、混凝土应变、土压力、剩余水头、波浪力、冰压力
拉杆		拉力
锚碇结构、遮帘结构		钢板应力、钢筋应力、混凝土应变、土压力
前墙、拉杆、锚碇结构、遮帘结构、卸荷结构	腐蚀与防护	保护电位、钢筋锈蚀

4.3.5 监测的周期、频次应符合现行行业标准《港口水工建筑物结构健康监测技术规范》(JTS/T 312)的有关规定。

4.3.6 运营期监测断面和监测点布置宜结合运营期实际工况,充分利用施工期已布设监测点,并宜与施工期监测数据保持连续。

4.3.7 运营期监测剩余水头时,宜同周期同频次监测前墙内侧水位和外侧潮位,并记录前墙排水孔状况。

4.3.8 检测与监测可根据码头运营状况和设施维护、评估的需要增加水下结构检测的相关内容。

4.3.9 检测评估应结合历史资料、结构损坏情况、检测结果和校核计算等开展,并应符合现行行业标准《港口基础设施维护技术规范》(JTS 310)的有关规定。

4.3.10 运营期检测与监测应符合现行行业标准《港口基础设施维护技术规范》(JTS 310)和《港口水工建筑物结构健康监测技术规范》(JTS/T 312)的有关规定。

5 检测与监测

5.1 一般规定

5.1.1 检测与监测的内容应符合方案编制的要求。

5.1.2 检测与监测的方法应根据目的、内容、板桩结构形式和现场条件选择。

5.1.3 安装和埋设监测仪器时，应及时形成安装与埋设考证记录，记录格式可采用附录A。

5.1.4 检测与监测时应及时形成检测与监测原始记录，并应符合下列规定。

5.1.4.1 检测与监测记录宜采用统一、规范的表格，信息填写应真实、准确、完整并签名，记录表宜包括工程基本信息、环境要素、时间、工况和所使用的仪器设备等内容。

5.1.4.2 工程基本信息宜包括工程名称、结构或构件名称、检测与监测项目、位置、断面、测点编号等。

5.1.4.3 环境要素宜包括潮位、气温、风向、风速等。

5.1.4.4 采用自动化方法监测时，监测电子记录应及时整理保存。

5.1.5 现场监测时应同时监测相关的影响因素。

5.1.6 环境条件超出检测与监测工作条件时，应做好相应记录。

5.1.7 变形监测应对温度、湿度和气压条件同步监测，并准确记录。

5.1.8 力与应力监测宜在低潮位时进行。

5.1.9 波浪力宜根据设计要求进行连续监测。

5.1.10 检测或监测数据发生异常时，应及时复核、复测，必要时应扩大检测或加密监测。

5.2 外 观

5.2.1 外观检测宜以目测为主，必要时应采用裂缝检测仪、水下机器人、无人机等相应的仪器设备和专用工具进行检测。

5.2.2 水上混凝土构件外观检测应主要包括下列内容：

(1)混凝土构件表面变形、裂缝、露筋、空洞等缺陷；

(2)钢筋锈蚀引起的锈迹、空鼓、剥落；

(3)混凝土冻融引起的剥落、露筋；

(4)混凝土表面平整度。

5.2.3 水上钢构件外观检测应主要包括下列内容：

(1)钢构件表面脱皮、泛锈、龟裂和起泡等缺陷；涂层皱皮、流坠、乳突、针眼、气泡等缺陷；涂层与钢基材之间和各涂层之间空鼓、脱层、明显凹陷、粉化松散和浮浆等缺陷；

(2)钢构件表面锈蚀、麻点或划伤等缺陷；

(3)钢构件焊缝外观检测；

(4)钢板桩、管板组合锁口联锁情况；

(5)拉杆的剩余直径、连接件与紧固件工作状态、防腐蚀措施状态等。

5.2.4 水下结构外观检测应符合下列规定。

5.2.4.1 检测内容应包括钢筋混凝土前墙的裂缝、露筋、空洞、蜂窝、局部突起、接头段漏土砂情况，钢板桩、管板组合锁口情况等。

5.2.4.2 检测方法可采用水下摄像、探摸等。

5.2.5 前墙后方1/2墙高范围内地面局部沉陷应定期进行检测。

5.2.6 前墙临水面排水孔应进行检测，发现淤堵应及时处理。

5.3 变位与变形

5.3.1 变位与变形监测可分为表层水平位移、垂直位移、深层水平位移、倾斜、裂缝监测等。

5.3.2 监测基准网应符合下列规定。

5.3.2.1 监测基准网应由基准点和部分工作基点构成。基准点应选在变形影响区域之外稳固的位置，工作基点应选在比较稳定且方便使用的位置。

5.3.2.2 水平位移监测基准网可采用三角形网、导线网、卫星定位测量控制网和视准轴线等形式。当采用视准轴线时，轴线上或轴线两端应设立校验点。

5.3.2.3 垂直位移监测基准网应布设成环形网，并应采用水准测量方法进行。

5.3.2.4 监测基准网主要技术要求应符合现行国家标准《工程测量标准》(GB 50026)的有关规定。

5.3.2.5 监测基准网应每半年复测1次，当对变形监测结果产生怀疑时，应及时校验监测基准网。

5.3.3 表层水平位移监测应符合下列规定。

5.3.3.1 表层水平位移根据监测要求和现场条件可选用下列方法：

(1)测量监测点特定方向的位移时，选用视准线法、激光准直法或测边角法等；

(2)测量监测点任意方向的位移时，视监测点的分布情况，采用前方交会法、方向差交会法、导线测量法或极坐标法等；

(3)监测内容较多或监测点远离基点时，采用三角、三边、边角测量与基准线法相结合的方法等。

5.3.3.2 表层水平位移监测等级应采用三等及以上，监测精度应符合现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)的有关规定。

5.3.3.3 表层水平位移监测应与同一监测断面垂直位移监测同步进行。

5.3.3.4 监测点的安装与埋设应满足下列要求：

(1)监测标志采用带强制对中功能的监测元件，并与待测构件形成刚性连接的整体；

(2)前墙位移监测点在前墙胸墙浇筑时埋设或浇筑后钻孔埋设；

(3)锚碇结构的位移监测点采用具有一定强度且不受横向荷载约束的刚性杆件延伸到码头面;

(4)遮帘结构、卸荷结构桩基位移监测点在基桩上部导梁浇筑过程中埋设或浇筑后钻孔埋设。

5.3.3.5 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)计算水平位移量、水平位移速率和累计水平位移量;

(2)绘制表层水平位移与时间关系曲线、表层水平位移速率与时间关系曲线。

5.3.4 垂直位移监测应符合下列规定。

5.3.4.1 垂直位移监测可采用几何水准法、液体静力水准法等方法。

5.3.4.2 垂直位移监测等级应采用三等及以上,测量宜采用闭合路线,监测精度应符合现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)的有关规定。

5.3.4.3 监测点的安装与埋设应符合第5.3.3.4款的要求。

5.3.4.4 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)计算垂直位移量、垂直位移速率和累计垂直位移量;

(2)绘制垂直位移与时间关系曲线、垂直位移速率与时间关系曲线。

5.3.5 深层水平位移监测应符合下列规定。

5.3.5.1 深层水平位移监测可采用测斜仪法、光纤法、应变式位移计法等。

5.3.5.2 滑动式测斜仪最小分度值不应大于0.01 mm,准确度不应低于0.1 mm/500m,固定式测斜仪的最小分度值不应大于8″,信号电缆长度应满足测量要求。

5.3.5.3 测斜管安装与埋设应满足下列要求:

(1)测斜管采用钻孔埋设法安装,测斜管的刚度能与被测结构变形相适应,采用聚氯乙烯塑料管或铝合金管,埋设深度符合第4.2.8.2款的要求;

(2)测斜管埋设前检查测斜管的质量,测斜管连接时保证上、下管段的导槽相互对准、顺畅,各段接头及管底保持密封,测斜管的管口、管底采取保护措施;

(3)测斜管埋设时保持竖直,防止发生上浮、断裂、扭转,测斜管一对导槽的方向与所需测量的位移方向保持一致;

(4)使用探头检查测斜管导槽顺畅状态;

(5)测斜仪探头置入测斜管管底,待探头接近管内温度后,自下而上以不大于设计要求间隔逐段测量,每个监测方向均进行正、反两次量测;

(6)深层水平位移计算时,确定起算点;当测斜管嵌固在稳定的岩土体时,以测斜管底部为位移起算点;当测斜管未嵌固在稳定的岩土体时,以测斜管上部管口为位移起算点,且每次监测均测定管口位移,并对深层水平位移值进行修正。

5.3.5.4 固定式测斜仪的安装与埋设应满足下列要求:

(1)安装测斜管;

(2)对固定式测斜仪进行现场数据预测试;

(3)根据设计要求和信号电缆的长度确定测斜仪的安装顺序;

(4)将测斜仪按同一方向和标准节距连杆连接起来,调整校直后固定,各测斜仪的正

反方向与厂商标注的方向保持一致；

(5)测斜仪与标准节距连杆连接后，记录各测斜仪的信号电缆编号；

(6)导入测斜仪，把连接好的测斜仪和标准节距连杆放入测斜管中，并使其正方向对准测斜管的正方向导向槽；下放时拉住接在系统底部的钢缆绳，缓慢下放，连接下节测斜仪继续导入；

(7)测斜仪全部导入测斜管后，将信号电缆通过孔口引至集线箱。

5.3.5.5 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)计算各测点的水平位移累计值；

(2)计算各测点两次测量间隔时间内的水平位移变化值；

(3)计算水平位移速率；

(4)绘制深层水平位移与时间关系曲线、深层水平位移速率与时间关系曲线。

5.3.6 倾斜监测应符合下列规定。

5.3.6.1 倾斜监测方法应满足下列要求：

(1)结构具有足够的整体刚度时，选用倾角仪直接观测法；

(2)结构顶部与下部之间具有竖向通视条件时，选用激光准直仪观测法、激光位移计自动测计法或正垂线法等；

(3)立面上监测点数量较多或倾斜变形比较明显时，采用近景摄影测量法或激光三维扫描法。

5.3.6.2 倾斜监测周期、频次宜与表层水平位移、垂直位移一致。

5.3.6.3 倾斜监测精度应符合现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)的有关规定。

5.3.6.4 监测仪器安装与埋设应满足下列要求：

(1)采用倾角仪法监测时，传感器在待测结构施工完成后埋设，埋设位置在结构临水面，每个监测断面竖向布置不少于3个监测点；

(2)传感器安装前，在被测结构监测点位置处先进行打磨，使其表面平整；

(3)将安装支架固定在被测结构上，然后将倾斜传感器固定在支架上，安装时保持传感器的安装面与被测结构表面平行；

(4)安装保护装置；

(5)安装完成后，采用读数仪检查传感器状态。

5.3.6.5 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)计算各测点的倾斜值、倾斜角度；

(2)计算各测点倾斜速率；

(3)绘制倾斜值与时间关系曲线、倾斜速率与时间关系曲线。

5.3.7 裂缝监测应符合下列规定。

5.3.7.1 裂缝监测宜包括裂缝的位置、走向、长度、宽度，必要时应监测裂缝深度。深度监测宜选在裂缝最宽的位置。

5.3.7.2 裂缝监测应统一编号。每次监测时，应绘制裂缝的位置、形态、尺寸，注明监

测日期,并拍摄裂缝照片。

5.3.7.3 每条裂缝应布设不少于3组监测标志,并宜设置在裂缝的两端和中间部位,每组宜在裂缝两侧对称布置。

5.3.7.4 裂缝监测方法宜满足下列要求:

(1)裂缝长度监测采用直接量测法;

(2)裂缝宽度监测采用千分尺、游标卡尺、裂缝计或摄影等方法;

(3)裂缝深度监测采用超声波法、凿出法等。

5.3.7.5 裂缝宽度量测精度不宜低于0.1mm,裂缝长度和深度量测精度不宜低于1mm。

5.3.7.6 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)绘制裂缝位置分布图;

(2)编制监测成果表;

(3)绘制裂缝监测值与时间变化曲线。

5.4 力与应力

5.4.1 力与应力监测可分为钢筋应力、钢板应力、混凝土应变、拉杆拉力、土压力、孔隙水压力、剩余水头、波浪力和冰压力等。

5.4.2 钢筋应力监测应符合下列规定。

5.4.2.1 钢筋应力可采用钢筋计进行监测。

5.4.2.2 钢筋计量程应满足被测钢筋应力范围的要求,其上限可取最大设计值的2倍,精度不宜低于0.5%满量程,分辨率不宜低于0.2%满量程。监测时应考虑温度修正、安装应力及上部荷载等因素的影响。

5.4.2.3 测点宜布设在构件最外侧主筋上,并应符合第4.2.8.4款的规定。

5.4.2.4 钢筋计的安装与埋设应满足下列要求:

(1)钢筋计安装在同一直径的受力钢筋并保持在同一轴线上;

(2)钢筋计距受力钢筋接头不小于1.5m;

(3)钢筋计的安装采用焊接、绑扎等方式,焊接时避免焊接高温损伤钢筋计。

5.4.2.5 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)计算各测点的钢筋应力值和两次时间间隔内的应力变化值,并注明当时工况;

(2)绘制钢筋应力与深度关系曲线、钢筋应力与时间关系曲线。

5.4.3 钢板应力监测应符合下列规定。

5.4.3.1 钢板应力可采用钢板计进行监测。

5.4.3.2 钢板计量程不应小于设计值,其上限可取最大设计值的2倍,精度不宜低于0.5%满量程,分辨率不宜低于0.2%满量程。监测时应考虑温度修正、安装应力及上部荷载等因素的影响。

5.4.3.3 钢板应力监测点的布置应满足下列要求:

(1)测点布设在钢板桩和管板组合表面,竖向间距不大于3m;

(2)最大弯矩点、拉杆与前墙锚固点处布设测点,同一断面最低测点不高于设计计算弯矩零点。

5.4.3.4 钢板计可焊接在钢板桩上,焊接时应避免损伤钢板计,安装完成后应加设防护设施。钢板计安装与布设应符合附录 B 的规定。

5.4.3.5 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)计算各测点的钢板应力值和两次时间间隔内的应力变化值,并注明当时工况;

(2)绘制钢板应力与深度关系曲线、钢板应力与时间关系曲线。

5.4.4 混凝土应变监测应符合下列规定。

5.4.4.1 混凝土应变可采用混凝土应变计进行监测。

5.4.4.2 混凝土应变计量程应满足被测内力范围的要求,其上限可取最大设计值的 2 倍,精度不宜低于 0.5% 满量程,分辨率不宜低于 0.2% 满量程;应变计的选取应考虑环境温度对测量数据的影响。

5.4.4.3 混凝土应变测点应布设在构件最外侧主筋截面处,临水侧和陆侧对称布置。混凝土应变计的安装高程应与钢筋计的安装高程一致。

5.4.4.4 混凝土应变计安装时应采取避免与钢筋接触的措施,应变计监测变形的方向应与混凝土受压、拉方向一致;混凝土浇注、振捣时,应避免损坏应变计及其电缆。

5.4.4.5 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)计算各测点的混凝土应力值和两次时间间隔内的应力变化值,并注明当时工况;

(2)绘制混凝土应力与深度关系曲线、混凝土应力与时间关系曲线。

5.4.5 拉杆拉力监测应符合下列规定。

5.4.5.1 拉杆拉力可采用测力计或应变式传感器进行监测。

5.4.5.2 测力计或应变式传感器量程应满足被测拉力范围的要求,其上限可取最大设计值的 2 倍,精度不宜低于 0.5% 满量程,分辨率不宜低于 0.2% 满量程。监测时应考虑施工时拉杆预应力。

5.4.5.3 拉杆拉力监测时,单根拉杆应布设不少于 3 个测点;测点宜布设在拉杆两端和中间部位,两端测点宜布设在距离拉杆端头 3 倍~5 倍截面直径处,传感器宜成对布置且不少于 1 对。

5.4.5.4 仪器安装与埋设应满足下列要求:

(1)测力计或应变式传感器的测量方向与拉杆受拉方向一致;

(2)测力计或应变式传感器在拉杆施加预应力前安装;

(3)测力计或应变式传感器与拉杆牢固连接。

5.4.5.5 监测成果的整理应主要包括下列内容:

(1)计算各测点的拉杆拉力值和拉力变化值;

(2)绘制拉杆拉力与时间关系曲线。

5.4.6 土压力监测应符合下列规定。

5.4.6.1 土压力可采用土压力计进行监测。

5.4.6.2 土压力计的测量范围和分辨率应满足设计要求,其上限可取最大设计土压力

的1.2倍。

5.4.6.3 土压力计布设应符合第4.2.8.6款的规定。

5.4.6.4 土压力计受力面应与所监测的土压力方向垂直并紧贴被监测对象，宜采用气缸顶出法并符合附录C的规定。

5.4.6.5 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)计算各测点的土压力值和两次时间间隔内的土压力变化值，并注明当时工况；

(2)绘制土压力与深度关系曲线、土压力与时间关系曲线。

5.4.7 孔隙水压力监测应符合下列规定。

5.4.7.1 孔隙水压力可采用孔隙水压力计进行监测。

5.4.7.2 孔隙水压力计的量程应满足被测压力范围的要求，可取静水压力与超孔隙水压力之和的2倍。

5.4.7.3 孔隙水压力计安装与埋设高程宜与附近的土压力计一致。

5.4.7.4 孔隙水压力计宜采用钻孔法埋设，钻孔直径宜为110mm～130mm，不宜使用泥浆护壁成孔，封口材料宜采用直径10mm～20mm的干燥膨润土球，并应满足下列要求：

(1)埋设前排除透水石及管路中的空气，核查标定数据，记录探头编号，测读初始读数；

(2)埋设过程中保持孔隙水压力计处于饱水状态；

(3)孔隙水压力计周围回填透水填料，透水填料选用中粗砂、砾砂或粒径小于10mm的碎石块，透水填料层高度为0.6m～1.0m；

(4)上下两个孔隙水压力计之间采用回填隔水填料分隔，填料高度不小于1m；

(5)埋设后观测孔口用隔水填料填实封严，防止地表水渗入。

5.4.7.5 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)计算各测点的孔隙水压力值和两次时间间隔内的孔隙水压力变化值，并注明当时工况；

(2)绘制孔隙水压力与时间关系曲线。

5.4.8 剩余水头监测应符合下列规定。

5.4.8.1 潮位可采用潮位计或水尺进行监测，前墙后地下水位可采用钻孔埋设水位计监测。采用水尺监测时，监测精度不宜低于10mm；采用水位计监测时，监测精度不应低于2mm。

5.4.8.2 剩余水头宜在天文大潮期监测涨潮与落潮全过程水位变化。

5.4.8.3 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)计算地下水位；

(2)根据潮位和地下水位监测成果，计算剩余水头；

(3)绘制剩余水头与时间关系曲线。

5.4.9 波浪力监测应符合下列规定。

5.4.9.1 波浪力监测可采用波压力传感器进行监测，监测时宜同时监测该区域的潮位和波浪要素。

5.4.9.2 波压力传感器安装时应将受力面和被测结构表面齐平，波压力传感器安装与埋设应符合附录 D 的规定。

5.4.9.3 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)编制监测记录表；

(2)绘制波浪力分布图；

(3)统计潮位、波浪要素和风况等资料。

5.4.10 冰压力监测应符合下列规定。

5.4.10.1 对前墙的挤压冰力可采用埋设压力传感器进行监测。压力传感器的埋设应满足下列要求：

(1)结冰前在前墙外与水体接触前边缘，在历年最高流冰水位和历年最低流冰水位间布置冰压力测线；

(2)压力传感器无测温功能时，在测点附近布置温度传感器。

5.4.10.2 孤立流冰对前墙的撞击力可采用埋设压力传感器进行监测。

5.4.10.3 冻结在结构内、外的冰因温度变化所产生的膨胀力，可采用测力传感器进行监测。

5.4.10.4 监测期内应同时监测气温、冰温、潮位和风况等环境要素。

5.4.10.5 监测成果的整理应主要包括下列内容：

(1)编制监测记录表；

(2)绘制监测点布置图；

(3)统计监测数据资料；

(4)绘制冰情分布图、流冰流向图、挤压冰力分布图、冰的竖向力变化曲线或冰的膨胀力变化曲线；

(5)统计气温、冰温、潮位和风况等资料。

5.5 腐蚀与防护

5.5.1 防腐蚀检测与监测可分为钢筋混凝土表面防腐蚀检测、钢筋混凝土结构电化学防腐蚀检测与监测和钢构件防腐蚀检测与监测。

5.5.2 钢筋混凝土表面防腐蚀检测应包括硅烷浸渍检测和表面涂层检测，并应符合下列规定。

5.5.2.1 硅烷浸渍检测应包括吸水率试验、硅烷浸渍深度试验和氯化物吸收降低效果试验。

5.5.2.2 表面涂层检测应包括涂层干膜厚度和黏结强度。

5.5.2.3 硅烷浸渍检测和表面涂层检测应符合现行行业标准《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(JTS 239)的有关规定。

5.5.3 钢筋混凝土结构电化学防腐蚀检测与监测应符合现行行业标准《海港工程钢筋混凝土结构电化学防腐蚀技术规范》(JTS 153—2)的有关规定。

5.5.4 钢构件防腐蚀检测应包括涂层厚度和黏结强度，并应符合现行行业标准《水运工

程结构防腐蚀施工规范》(JTS/T 209)的有关规定。

5.5.5 钢构件防腐蚀监测应包括防腐涂层、外加电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护,并应符合现行行业标准《港口水工建筑物结构健康监测技术规范》(JTS/T 312)的有关规定。

6 成果文件

6.1 资料整理与分析

6.1.1 检测与监测资料应及时整理与分析，检测与监测数据出现异常时，应分析原因，必要时应进行复核、复测。

6.1.2 检测与监测资料的整理宜包括下列内容：

(1)检测与监测有关的勘察、设计、施工和其他相关资料；

(2)按时间顺序形成的检测与监测原始记录资料；

(3)检测与监测阶段成果及文字说明资料；

(4)使用的检测与监测设备相关资料等。

6.1.3 检测与监测资料的分析宜包括下列内容：

(1)检测与监测的单位变化量、变化幅度、变化趋势和相关关系；

(2)检测与监测成果与既有资料的变化；

(3)施工和码头运营维护建议。

6.2 成果报告

6.2.1 成果报告宜以阶段性报表和总报告的形式体现。阶段性报表和总报告应格式统一、层次分明、项目齐全、数据有效、图表完整，并建档保存。

6.2.2 施工期、运营期宜根据检测与监测目标、内容等要求，提供阶段性报表和总报告；发现异常应及时查明原因，并将检测、监测数据报送相关单位。

6.2.3 施工期、运营期阶段性报表宜包括下列内容：

(1)工程概况；

(2)检测项目，监测项目、时间、监测点位置、监测频率等；

(3)检测与监测成果图表、成果分析、检测与监测异常或预警信息；

(4)结论与建议。

6.2.4 总报告应符合下列规定。

6.2.4.1 施工期检测与监测总报告宜包括下列内容：

(1)工程概况；

(2)检测与监测依据的主要文件、技术标准等；

(3)检测项目、目的、方法；检测仪器设备型号、编号等；

(4)检测抽样原则，检测成果及判定；

(5)监测项目、目的、方法；监测仪器设备型号、编号等；监测点位置、监测时段、监测

频率及预警阈值等；

(6)发生预警时的原因分析、发展趋势和处理建议；

(7)检测与监测成果图表、成果分析；

(8)结论与建议。

6.2.4.2 运营期检测与监测总报告宜包括下列内容：

(1)工程概况，包括码头运行年限、使用荷载、维修养护资料等；

(2)检测与监测依据的主要文件、技术标准等；

(3)检测部位、项目、目的、方法；检测仪器设备型号、编号等；

(4)检测抽样原则，检测成果及判定；

(5)监测项目、目的、方法；监测仪器设备型号、编号等；监测点位置、监测时段、监测频率等；

(6)检测与监测中发现异常状况时的原因分析和处理建议；

(7)检测与监测成果图表、成果分析；

(8)结论与建议。

附录 A　监测仪器安装与埋设考证记录

表 A.0.1　监测仪器安装与埋设考证记录

工程名称：　　编号：

监测对象		监测项目	
监测断面		监测点编号	
安装与埋设位置		传感器编号	
埋设日期			
安装与埋设 示意图及说明			

埋设人：　　记录人：　　校核人：

附录 B　钢板计安装与布设

B.0.1　钢板计夹具与钢板焊接时应采用模具定位，夹具焊接后，应冷却至常温后安装钢板计。

B.0.2　钢板计应牢固连接在钢结构表面。

B.0.3　钢板计监测点宜根据结构形式按图 B.0.3 布设。

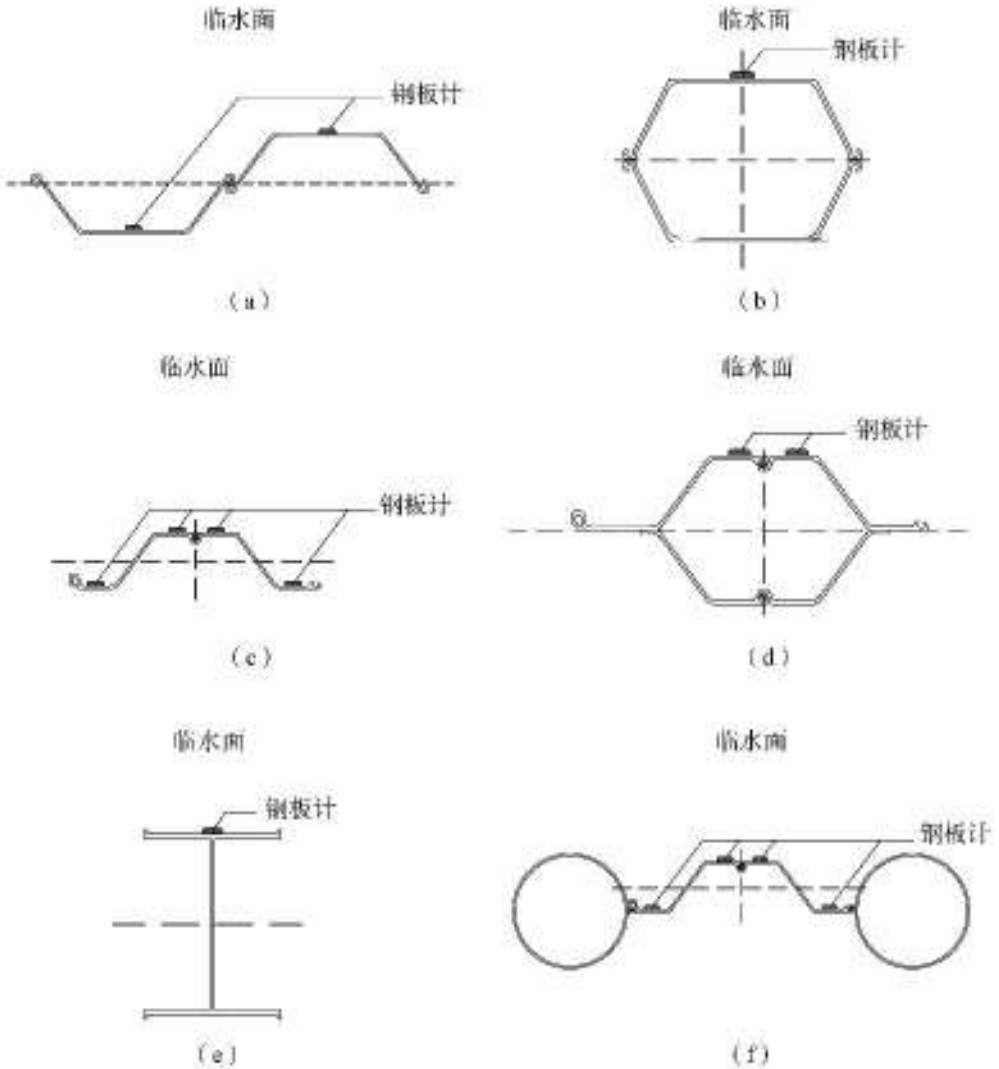


图 B.0.3　钢板计布设示意图

(a)U 型钢板桩；(b)U-BOX 型钢板桩；(c)AZ 型钢板桩；(d)CAZ-BOX 型钢板桩；(e)HZ、AZ 型钢板桩；(f)管板组合结构

B.0.4　钢板桩或管板组合监测点宜布设一组 3 个钢板计，宜按图 B.0.4 所示方向安装。

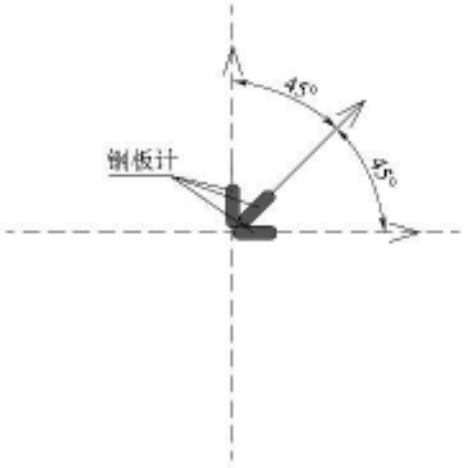


图 B.0.4　钢板计安装位置示意图

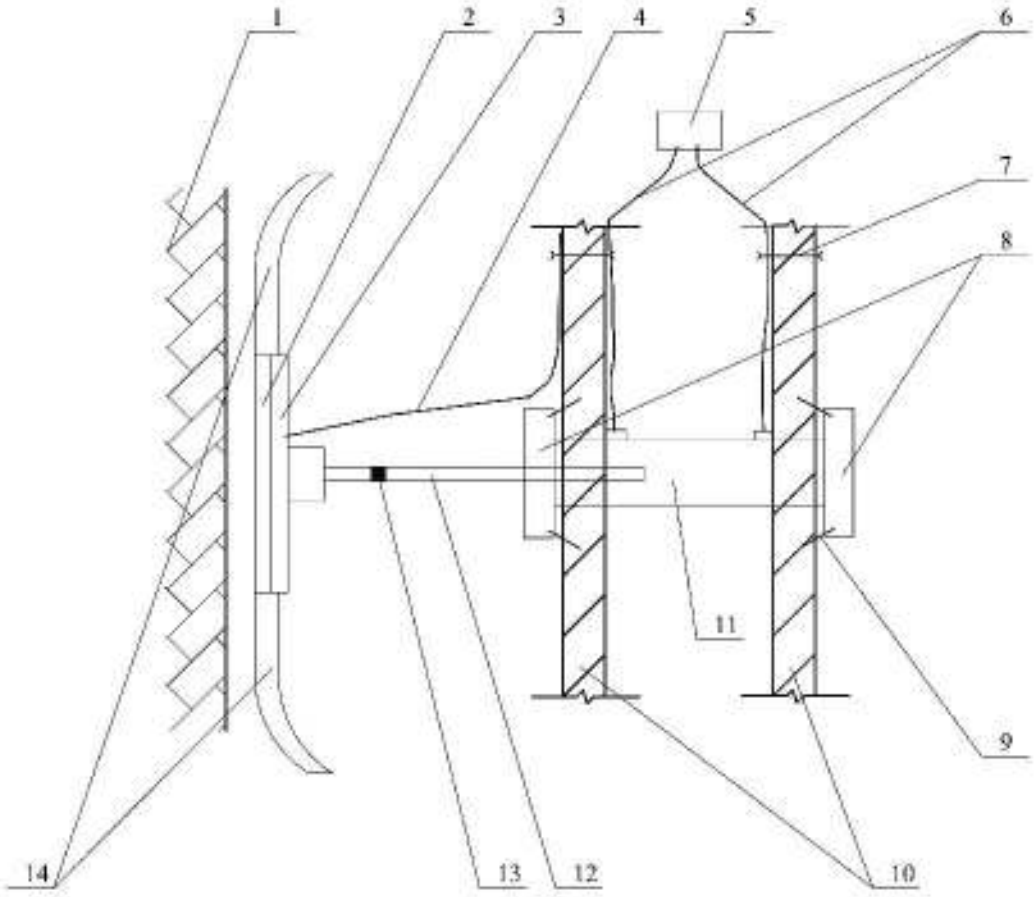
附录C　土压力计安装与埋设

C.0.1　气缸顶出法土压力计安装与埋设宜按下列步骤进行：

(1)材料准备与检验，准备气缸、压力管、气泵、法兰盘、土压力计及其安装底座和紧固件等材料，并进行现场检验；

(2)确定土压力计安装位置；

(3)安装土压力计，在气缸两端安装法兰，在土压力计受力面安装受压油膜；将组装好的土压力计通过其底部预留的螺口与气缸活塞杆相连，调整土压力计受压油膜方向，使受力面与钢筋笼对应面平行；用钢筋将法兰和钢筋笼焊接在一起；安装气缸的送压管和减压管，并进行气缸性能测试；安装示意图见图C.0.1；



图C.0.1　气缸顶出法土压力计安装与埋设示意图

1-被测土体；2-受压油膜；3-土压力计；4-信号电缆；5-气泵；6-压力管；7-绑扎带；8-气缸法兰；9-焊接钢筋；10-钢筋笼；11-气缸；12-气缸活塞杆；13-螺口；14-土压力计保护板

(4)土压力计保护，在土压力计上下两侧安装保护板；

(5)所有土压力计安装完毕后,记录各土压力计对应的信号电缆编号;

(6)绑扎信号电缆,将土压力计的信号电缆和气缸压力管按顺序自下而上绑扎,绑扎间距1m~2m;

(7)将信号电缆和压力管引至集线箱;

(8)顶出土压力计,利用气泵通过送压管对气缸施压,加压过程中监测土压力计读数,判断其与被测土体紧密接触后,停止加压,准备混凝土浇注;

(9)混凝土初凝后,打开减压阀,卸除气缸内压力;

(10)填写监测仪器安装与埋设考证记录。

C.0.2　土压力计安装与埋设应符合下列规定。

C.0.2.1　土压力计安装时,气缸活塞杆行程方向应垂直于被测土体,且能自由出入,气缸压力管接口宜便于后续安装压力管。

C.0.2.2　信号电缆绑扎时应考虑气缸活塞杆行程所需信号电缆的长度。

C.0.2.3　压力管绑扎位置应避开混凝土浇注、振捣位置。

C.0.2.4　混凝土浇注、振捣时,应避免损坏压力管、土压力计和电缆。

附录 D　波压力传感器安装与埋设

D.0.1　波压力传感器宜采用预埋装置安装与埋设，安装与埋设可见图 D.0.1。

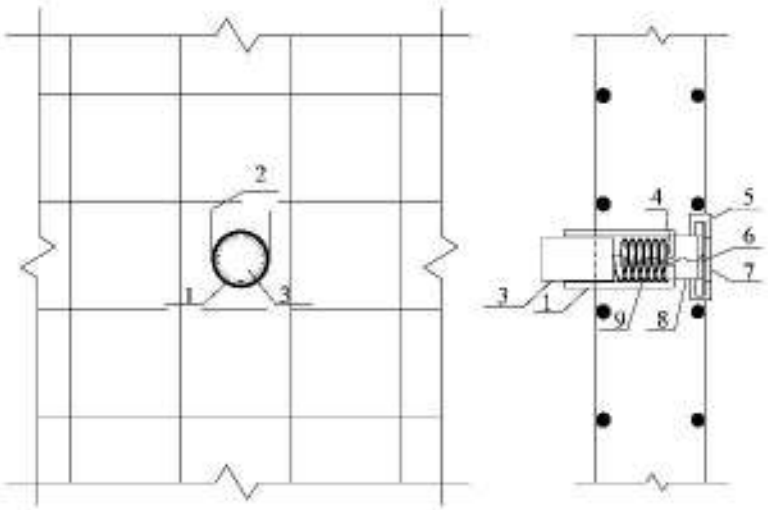


图 D.0.1　波压力传感器安装与埋设示意图

1-套筒；2-托架；3-波压力传感器；4-引线口；5-U 型导向滑槽；6-限位板；7-连接钢板；8-导向钢丝；9-弹簧

D.0.2　波压力传感器安装与埋设宜按下列步骤进行：

（1）分组编号，根据设计要求确定需要组装的独立单元数量，并按测线对独立单元分组编号；

（2）组装独立单元，将套筒穿过托架的下端圆环，在套筒的内壁和波压力传感器的外壁涂抹润滑油；用土工布包裹波压力传感器的测量界面，然后将电缆从套筒端部的引线口穿入；将波压力传感器套进套筒中，抵住弹簧，完成组合套筒的组装；将限位板放进 U 型导向滑槽内，使其能在滑槽内部上下滑动，组装调向底座；

（3）埋设波压力传感器，进行传感器埋设位置的放样；将固定支架上端的挂钩挂在横向钢筋上，固定支架下端与横向钢筋固定；调节组合套筒中托架的上端挂钩高度，将组装好的独立单元组合套筒挂在横向钢筋上；将两根 L 型导向钢丝的一端装进 U 型导向滑槽内；移动 L 型导向钢丝调节波压力传感器端面方向与铅垂线方向一致，固定限位板；将波压力传感器的电缆沿限位板的钢丝和竖向钢筋绑扎并引出；

（4）安装内外模板浇注混凝土，拆除模板后将波压力传感器的界面土工布拆除；顶部的电缆引进观测房，接入二次仪表。

附录 E　本规程用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度的用词说明如下：

(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)表示允许选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

引用标准名录

1.《钢拉杆》(GB/T 20934)
2.《工程测量标准》(GB 50026)
3.《海港工程钢筋混凝土结构电化学防腐蚀技术规范》(JTS 153—2)
4.《水运工程钢结构施工规范》(JTS 203)
5.《水运工程结构防腐蚀施工规范》(JTS/T 209)
6.《码头结构施工规范》(JTS 215)
7.《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)
8.《水运工程地基基础试验检测技术规程》(JTS 237)
9.《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(JTS 239)
10.《水运工程基桩试验检测技术规范》(JTS 240)
11.《水运工程质量检验标准》(JTS 257)
12.《港口基础设施维护技术规范》(JTS 310)
13.《港口水工建筑物结构健康监测技术规范》(JTS/T 312)

附加说明

本规程主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主编单位：中交第一航务工程勘察设计院有限公司

参编单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院
交通运输部天津水运工程科学研究院
中交天津港湾工程研究院有限公司
上海港湾工程质量检测有限公司

主要起草人：曹胜敏（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
王玉红（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
武　霄（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
（以下按姓氏笔画为序）
白军营（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
成建强（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
刘红彪（交通运输部天津水运工程科学研究院）
孙洋波（上海港湾工程质量检测有限公司）
李学艳（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
张　鹏（中交天津港湾工程研究院有限公司）
张书杰（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
张国权（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
赵梓鑫（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
侯　伟（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
贾晓婵（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
蔡正银（水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院）

主要审查人：李天碧
（以下按姓氏笔画为序）
马玉臣、王　华、米胜东、苏林王、李　武、杨幸龙、郑建民、
徐　光、黄　勇、程新生、谢　燕、解曼莹

总校人员：谢　燕、刘连生、董　方、王　华、郑建民、曹胜敏、武　霄、
刘红彪、张　鹏、韩瑞洁

管理组人员：张国权（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
曾胜敏（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
王玉红（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
武　霄（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
韩瑞洁（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）

中华人民共和国行业标准

板桩码头检测与监测技术规程

JTS/T 338—2025

条 文 说 明

目　　次

2　术语 …… (37)
3　基本规定 …… (38)
4　方案编制 …… (39)
4.1　一般规定 …… (39)
4.2　施工期检测与监测 …… (39)
4.3　运营期检测与监测 …… (40)
5　检测与监测 …… (41)
5.1　一般规定 …… (41)
5.2　外观 …… (41)
5.3　变位与变形 …… (41)
5.4　力与应力 …… (41)
5.5　腐蚀与防护 …… (42)

2 术　　语

2.0.5 监测项目初始值在相关施工工序之前测定，一般取至少连续监测3次稳定测值的平均值作为初始值。实际上各监测项目都不可能取得绝对稳定的测值，因此本条所说的稳定测值实际上是指在较小范围内变化的观测值。

3 基本规定

3.0.2 监测仪器设备通常在施工期埋设，并在运营期延续使用，以保证监测数据连续、准确。

3.0.3 施工期和运营期检测与监测的目的和目标有所不同，施工期检测与监测的重点为检验施工质量、指导信息化施工；运营期检测与监测的重点在于了解码头运行状况，保障码头结构运行安全。

3.0.4 数据采集采用自动化技术，能实现高频次和实时监测，减少人为测量误差，实现标准化输出，节约人力成本，降低安全风险。

4 方案编制

4.1 一般规定

4.1.2 和运营期相比，传感器在施工期更易于安装或埋设，因此规定运营期的监测设施设备应在施工期统筹考虑。

4.1.5.5 同一监测断面不同结构的监测点在竖向的布置保持一致，相互验证数据。

4.1.8 监测预警是预防码头工程事故发生、保障工程及周边环境安全的重要措施。监测预警阈值是监测工作的一项重要指标，是监测期间对工程正常、异常和危险三种状态进行判断的重要依据。

4.1.8.1 累计变化预警阈值反映监测对象即时状态与危险状态的关系，变化速率预警阈值反映监测对象发展变化的快慢，过大的变化速率往往是突发事故的先兆。

4.1.8.2 依据行业标准《水运工程施工监控技术规程》(JTS/T 234—2020)给出本款规定。

4.2 施工期检测与监测

4.2.5 卸荷平台桩基是卸荷式板桩码头的重要组成部分，一般为灌注桩、钢桩或钢筋混凝土预制桩，卸荷式板桩码头结构断面示意图见图4.1。

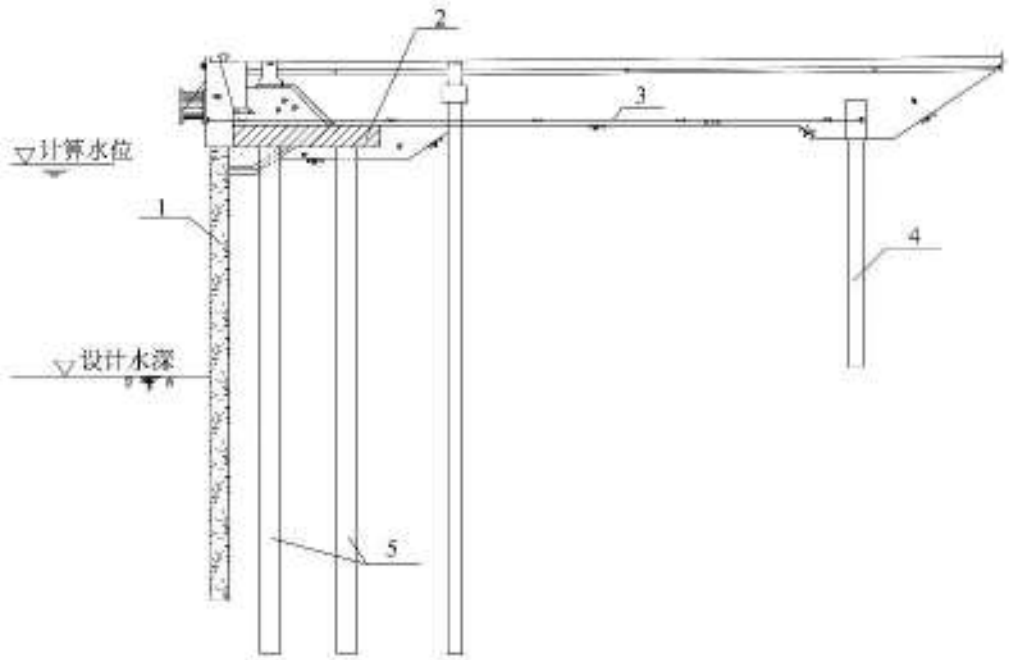


图4.1 卸荷式板桩码头结构断面示意图

1-前墙；2-卸荷结构；3-拉杆；4-锚碇结构；5-基桩

4.2.6 根据回填料的种类选用密实度检测方法，当回填料为抛石时，一般选用钻孔法；当回填料为山皮土时，一般选用动力触探试验；当回填料为砂时，一般选用标准贯入试验。

4.3 运营期检测与监测

4.3.7 剩余水头是影响前墙结构安全稳定的因素之一，同周期同频次监测前墙内外侧水位能更准确地反映前墙的剩余水头。

5 检测与监测

5.1 一般规定

5.1.5 本条中影响因素包括环境温度、安装应力、上部荷载等，它们的变化往往会影响监测数据真实可靠。

5.1.8 一般情况下，在低潮位时结构所承受的力与应力最大。

5.2 外 观

5.2.5 前墙后方1/2墙高范围内的区域在上部荷载、地下水位、回填料自密实等多种因素的共同作用下会发生一定量的沉降，可能导致该区域地面发生沉陷，对前墙结构受力、港区车辆通行、水电管沟等造成不良影响。

5.2.6 前墙临水面排水孔直接反映墙后倒滤层的功能性是否正常，排水口不通畅可能给结构安全带来隐患。

5.3 变位与变形

5.3.3.1 水平位移监测方法是常用的监测方法，本款根据行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131—2012)、《建筑变形测量规范》(JGJ 8—2016)和国家标准《工程测量标准》(GB 50026—2020)相关规定制定。

5.4 力与应力

5.4.2.2、5.4.3.2、5.4.4.2、5.4.5.2、5.4.6.2、5.4.7.2 监测仪器设备的技术性能指标依据国家标准《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》(GB/T 15406—2007)和行业标准《水运工程试验检测仪器设备技术标准》(JTS 238—2016)、《水运工程地基基础试验检测技术规程》(JTS 237—2017)等的要求做出有关规定。

5.4.6.4 土压力计埋设有钻孔法、挂布法、顶出法等。钻孔法为地连墙施工完成后在临近墙一定位置钻孔埋设土压力计，间接反映墙身承受的土压力情况；挂布法和顶出法均为在地连墙钢筋笼内外侧表面安装土压力计，并随钢筋笼下放至地连墙基槽，然后进行水下混凝土浇筑。但挂布法在工程实践中经常发生混凝土浇筑后将面向土层的土压力计钢膜表面包裹的现象，使其无法感应土压力作用，导致土压力计失效；另外，还可能出现土压力计的承压面与土压力方向不垂直的问题。顶出法埋设土压力计可以很好地解决上述问题，故推荐采用此方法。

5.4.7.4 孔隙水压力计埋设方法有压入法、钻孔法、填埋法等，压入法埋设孔隙水压力

计仅适用于无硬壳层的软土层,或钻孔到软土层再采用压入的方法埋设;钻孔法不受场地地质条件的限制,推荐采用一个钻孔多个探头的埋设方式。

孔隙水压力探头埋设有两个关键环节,一是保证探头周围回填砂渗水通畅和透水石不堵塞;二是防止上下层水压力的贯通。如果没有隔水材料,会导致整个钻孔内的探头相互联通,不能反映实际土层的孔隙水压力。

5.4.8.2 剩余水头为前墙后地下水位与墙前潮位的差值。在天文大潮期,剩余水头一般处于峰值,在大潮期全过程监测涨潮与落潮水位变化能全面反映前墙的剩余水头变化情况。

5.5 腐蚀与防护

5.5.3 本条文依据行业标准《海港工程钢筋混凝土结构电化学防腐蚀技术规范》(JTS 153—2—2012)制定。该标准对钢筋混凝土结构的外加电流阴极保护、牺牲阳极阴极保护、电化学脱盐和电沉积等方法的适用范围、系统设计、安装与调试等给出了详细规定。该标准第4.1.4条的条文说明,钢筋混凝土结构外加电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护给出了连云港二码头东侧钢筋混凝土梁底板和湛江港码头横梁、肋和板等工程案例。