

中华人民共和国行业标准

水运工程施工监控技术规程

JTS/T 234—2020

主编单位:中交四航工程研究院有限公司

中交天津港湾工程研究院有限公司

批准部门:中华人民共和国交通运输部

施行日期:2020年11月15日

人民交通出版社股份有限公司

2020·北京

交通运输部关于发布 《水运工程施工监控技术规程》的公告

2020 年第 81 号

《水运工程施工监控技术规程》(以下简称《规程》)为水运工程建设推荐性行业标准,标准代码为 JTS/T 234—2020,自 2020 年 11 月 15 日起施行。由交通运输部水运局负责管理和解释,其文本可在交通运输部政府网站“水运工程行业标准”专栏(mwtis.mot.gov.cn/syportal/sybz)下载。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
2020 年 10 月 15 日

制定说明

近年来,我国水运工程建设发展迅猛,工程建设技术水平不断提高,但水运工程施工监控技术水平却滞后于水运工程建设发展需要,工程施工中缺乏统一的监控技术标准,阻碍了水运工程建设水平的进一步提高。当前,我国水运工程施工监控技术取得了长足的进步,施工监控已成为保证水运工程施工安全和质量的重要手段,水运行业亟需制定适合本行业特点的施工监控技术标准,形成完善的监控措施和预警、报警机制,从而有效减少或避免工程建设中安全质量事故的发生,并为优化工程设计和施工信息化提供可靠保证。为此,交通运输部水运局组织相关单位,在归纳、总结我国水运工程施工监控技术实践经验的基础上,通过深入调查研究,广泛征求意见、反复修改完善,编制完成本规程。

本规程共 13 章 1 个附录,并附条文说明,主要包括地基处理、基坑工程、桩基工程、码头工程、通航建筑物、航道整治建筑物、疏浚与吹填、防波堤、护岸和岸坡工程、船厂水工建筑物的监控项目、安全预警控制、监测资料整理及分析、监控报告等技术内容。

本规程主编单位为中交四航工程研究院有限公司和中交天津港湾工程研究院有限公司,参编单位为中交第四航务工程局有限公司、中交第一航务工程局有限公司、中交第三航务工程局有限公司、中交第四航务工程勘察设计院有限公司、中交上海航道勘察设计研究院有限公司、长江航道局、南京水利科学研究所、大连理工大学、河海大学、重庆交通大学、天津大学、湖南湘江航运建设开发有限公司、天津港湾工程质量检测中心有限公司、广州港湾工程质量检测有限公司。本规程编写人员的分工如下:

- 1 总则:董志良
- 2 术语:王友元 杨京方
- 3 基本规定:杨京方 王友元
- 4 地基处理:李 燕 胡 珩 杨京方 胡利文 林佑高 张功新
- 5 基坑工程:罗 彦 胡 珩 李 燕 刘亚平 杨锡安
- 6 桩基工程:苏林王 王 华 胡利文 赵 娟
- 7 码头工程:吕 黄 陈 达 王 华 王元战 林佑高 刘亚平 周世良
司炳君
- 8 通航建筑物:胡亚安 李中华 李 君 徐志峰 黄建红 杨锡安 吕 黄
- 9 航道整治建筑物:黄东海 王官平 周世良 杨锡安
- 10 疏浚与吹填:马兴华 罗 彦 喻志发 王官平
- 11 防波堤、护岸和岸坡工程:杨京方 刘爱民 李 燕 胡利文 喻志发 王元战
- 12 船厂水工建筑物:何良德 罗 彦 苏林王 陈 达
- 13 监控报告:罗 彦 苏林王 杨京方

附录 A:董志良

本规程于2020年5月27日通过部审,2020年10月15日发布,自2020年11月15日起实施。

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:广东省广州市海珠区前进路157号,中交四航工程研究院有限公司,邮政编码:510230),以便修订时参考。

目 次

| | | |
|----------|----------------|------|
| 1 | 总则 | (1) |
| 2 | 术语 | (2) |
| 3 | 基本规定 | (3) |
| 4 | 地基处理 | (4) |
| 4.1 | 一般规定 | (4) |
| 4.2 | 监控项目 | (4) |
| 4.3 | 预警控制 | (6) |
| 5 | 基坑工程 | (8) |
| 5.1 | 一般规定 | (8) |
| 5.2 | 监控项目 | (8) |
| 5.3 | 预警控制 | (12) |
| 6 | 桩基工程 | (15) |
| 6.1 | 一般规定 | (15) |
| 6.2 | 监控项目 | (15) |
| 6.3 | 预警控制 | (17) |
| 7 | 码头工程 | (18) |
| 7.1 | 一般规定 | (18) |
| 7.2 | 高桩码头监控项目 | (18) |
| 7.3 | 重力式码头监控项目 | (19) |
| 7.4 | 板桩码头监控项目 | (20) |
| 7.5 | 斜坡码头监控项目 | (21) |
| 7.6 | 浮码头监控项目 | (21) |
| 7.7 | 码头钢结构监控项目 | (22) |
| 7.8 | 预警控制 | (22) |
| 8 | 通航建筑物 | (23) |
| 8.1 | 一般规定 | (23) |
| 8.2 | 监控项目 | (23) |
| 8.3 | 预警控制 | (29) |
| 9 | 航道整治建筑物 | (31) |
| 9.1 | 一般规定 | (31) |
| 9.2 | 监控项目 | (31) |

| | | |
|-----------|---|-------------|
| 9.3 | 预警控制 | (32) |
| 10 | 疏浚与吹填 | (33) |
| 10.1 | 一般规定 | (33) |
| 10.2 | 监控项目 | (33) |
| 10.3 | 预警控制 | (35) |
| 11 | 防波堤、护岸和岸坡工程 | (37) |
| 11.1 | 监控项目 | (37) |
| 11.2 | 预警控制 | (38) |
| 12 | 船厂水工建筑物 | (39) |
| 12.1 | 一般规定 | (39) |
| 12.2 | 围堰施工监控项目 | (39) |
| 12.3 | 干船坞施工监控项目 | (40) |
| 12.4 | 船台滑道施工监控项目 | (43) |
| 12.5 | 预警控制 | (43) |
| 13 | 监控报告 | (45) |
| 13.1 | 一般规定 | (45) |
| 13.2 | 监控资料整理与分析 | (45) |
| 13.3 | 周期性报告和阶段性报告 | (45) |
| 13.4 | 预警报告 | (46) |
| 13.5 | 总报告 | (46) |
| 附录 A | 本规程用词说明 | (47) |
| 引用标准名录 | | (48) |
| 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 | (49) |
| 条文说明 | | (51) |

1 总 则

1.0.1 为了统一水运工程施工监控技术要求,保障安全和施工质量,减小工程施工对周边环境的影响,促进新技术应用,适应水运工程建设发展的需要,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水运工程施工监控的设计与实施。

1.0.3 水运工程施工监控应综合考虑工程设计、工程特点、建设场地的工程地质和水文地质条件、周边环境条件、施工组织设计等因素,根据需要,制定监控方案,精心组织和实施。

1.0.4 水运工程施工监控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 施工监控 Construction Monitoring

在水运工程施工期间,为保障工程安全和施工质量而对特定施工环节及周边环境实施的一系列测控工作的总称。

2.0.2 监测点 Monitoring Point

直接或间接设置在监控对象上并能反映其变化特征的观测点。

2.0.3 监测频率 Frequency of Monitoring

单位时间内的监测次数。

2.0.4 预警值 Alarming Value

为了保证水运工程施工及周边环境安全,防止监控对象出现异常、失稳、破坏等危险事故发生所设定的警戒值。

2.0.5 周边环境 Surrounding

在水运工程施工过程中,可能受水运工程施工影响或可能影响水运工程施工的既有建筑物、设施、管线、道路、岩土体及水系等的统称。

2.0.6 周期性报告 Periodic Report

施工监控中,在规定周期内出具分析监测数据和控制标准的报告。

2.0.7 阶段性报告 Stage Report

施工监控中,在划定的施工阶段或特定时间结束后,将监测数据进行整理和分析,对当前的施工质量和安全进行阶段性总结,为后续施工提出建议,并出具报告。

2.0.8 预警报告 Alarming Report on Monitoring

为保证水运工程施工及周边环境安全,施工监控中,当监测值达到预警值,或监控对象出现异常、危险情况时,针对监测数据及其安全性分析出具监测报告,并为后续施工提出建议及应急措施。

3 基本规定

- 3.0.1 水运工程重要建筑物的施工监控应进行施工监控设计。监控设计应根据工程具体情况提出施工监控技术要求,主要包括监控项目、测点布置、监测频率和预警值等。
- 3.0.2 监控单位应制定监控方案,并明确具体指标要求,经评审后实施。
- 3.0.3 施工监控应以技术监控为主、日常巡查为辅,日常巡查结果作为仪器监控结果的补充。
- 3.0.4 施工监控应按设定的监测频率进行,当出现可能危及工程及周边环境安全事故征兆时,应实时跟踪监测。
- 3.0.5 监控发现异常情况时,监控单位应及时通知工程参建各方,及时上报监控数据,并在24h内形成分析报告。
- 3.0.6 监控单位应参加工程有关方面组织的施工异常情况分析会,参与解决问题,消除安全隐患。
- 3.0.7 从事水运工程施工监控工作的单位应具备相应能力。
- 3.0.8 监控记录应真实完整,书写规范,记录的数据应及时整理和校核,监控数据应准确,报告应及时。
- 3.0.9 监测系统应满足监测周期内长期使用的有效性和稳定性要求。
- 3.0.10 对于需高频次或实时观测的监测项目,以及环境条件不允许或不可能用人工方式进行观测的监测项目宜实施自动化监测。
- 3.0.11 实施自动化监测的仪器设备精度和量程应满足工程要求。

4 地基处理

4.1 一般规定

4.1.1 地基处理施工监控项目监控方法及精度要求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 监控项目

4.2.1 施工监控项目应根据地基处理方法、工程重要性、建设规模等,按表 4.2.1 确定。

表 4.2.1 地基处理监控项目

| 地基处理方法 | | 监控项目 | | | | | | | | | |
|-----------|---------------|------------|------------|------------|------------|-----------|----------|------------|----------|-----|----------|
| | | 地表 竖向位移 | 地表 水平位移 | 深层 水平位移 | 土体 分层沉降 | 孔隙 水压力 | 地下 水位 | 膜下 真空压力 | 地面 裂缝 | 夯沉量 | 周边 隆起 |
| 排水 固结法 | 真空 预压法 | ★ | ☆ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | — | — | — |
| | 堆载 预压法 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ☆ | — | — | — | — |
| | 真空联合 堆载预压法 | ★ | ☆ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | — | — | — |
| 强夯法 | | ★ | ☆ | — | — | ☆ | ☆ | — | ☆ | ★ | ★ |
| 振冲法 | | ★ | — | ★ | — | ☆ | ☆ | — | ☆ | — | — |
| 碎石桩法/砂桩法 | | ☆ | — | ★ | — | ☆ | ☆ | — | ☆ | — | ☆ |
| 爆炸法 | | ☆ | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

4.2.2 周边环境影响监控项目应按表 4.2.2 确定。

4.2.3 排水固结法监控测点布置应符合下列规定。

4.2.3.1 监测点应根据工程特点、工程地质条件,选取最不利断面和有代表性的断面布置。

4.2.3.2 地表竖向位移监测点宜在加固区内均匀布置,间距宜为 20m ~ 30m,每个加固区不应少于 1 组。

4.2.3.3 深层水平位移监测点应沿加固区边界均匀布置,对于侧向变形较大、地质条件较差的部位应重点布置,测斜管进入相对稳定层不应少于 2m。

表 4.2.2 周边环境影响监控项目

| 地基处理方法 | | 监控项目 | | | | |
|----------|-----------|------|--------------|-------------|----|------|
| | | 地下水位 | 周边建筑物水平和竖向位移 | 地下管线水平和竖向位移 | 振动 | 地面裂缝 |
| 排水固结法 | 真空预压法 | ★ | ★ | ★ | — | ★ |
| | 堆载预压法 | ☆ | ★ | ★ | — | ★ |
| | 真空联合堆载预压法 | ★ | ★ | ★ | — | ★ |
| 强夯法 | | ☆ | ★ | ★ | ★ | ☆ |
| 振冲法 | | — | ★ | ★ | — | ☆ |
| 碎石桩法、砂桩法 | | — | ★ | ★ | — | ☆ |
| 爆炸法 | | — | ☆ | ☆ | ★ | — |

注：表中“★”为应测项目，“☆”为选测项目。

4.2.3.4 孔隙水压力监测点应布置在压缩变形和剪切变形较大部位，每个加固区不应少于1组，当布置多组时应在加固区内均匀布置，垂直向测点应沿深度在每个土层内布置，间距宜为2m~3m。

4.2.3.5 土体分层沉降监测点应布置在加固区中心处，宜与孔隙水压力监测点相邻近，垂直向测点宜布置在土层的分层面上，每个土层不应少于1个点。

4.2.3.6 地下水位监测点应布置在孔隙水压力监测点2m范围内，每个加固区不应少于1个点。

4.2.3.7 膜下真空压力监测点宜布置在加固区的角点和中心处，当加固区面积较大时，可适当增加测点数量。

4.2.4 排水固结法对周边环境影响监控应符合下列规定。

4.2.4.1 周边环境影响监控项目应根据加固区周边环境、地基处理方法等合理选择。

4.2.4.2 已有建筑物监测点宜布置在建筑物的角点、中点或柱上、裂缝两侧和其他有代表性部位。

4.2.4.3 管线监测点宜布置在管线的节点、转角点和变形曲率较大的部位。

4.2.4.4 道路监测点宜布置在路面中心或靠近加固区的一侧。

4.2.4.5 排水固结法影响范围应根据工程地质条件、地基处理方法、建筑物重要性等进行综合确定。真空预压法平面影响范围宜取设计加固深度的2倍~3倍。

4.2.5 排水固结法监控频率应根据施工进度确定，并应符合下列规定。

4.2.5.1 地表竖向位移、地表水平位移、深层水平位移、土体分层沉降、孔隙水压力、地下水位在加载初期应每天观测1次，中后期可2d~4d观测1次。

4.2.5.2 膜下真空压力宜2h~4h观测1次。

4.2.5.3 周边环境影响监控项目在加载初期宜1d~2d观测1次，中后期可3d~5d观测1次。

4.2.5.4 潮间带真空预压施工时，退潮期间应加密观测。

4.2.5.5 加固区周边有建筑物或地下管线时，应提高深层水平位移监控频率。

- 4.2.5.6 当出现异常情况或接近预警值时,应加密观测。
- 4.2.6 强夯法监控应符合下列规定。
 - 4.2.6.1 孔隙水压力监测点应在加固区内均匀布置,每个加固区不应少于1组,垂直向间距宜为2m~3m。
 - 4.2.6.2 地下水位监测点应在加固区内均匀布置,且不应少于1个点。
 - 4.2.6.3 夯沉量、夯坑周边隆起等监控项目应与强夯施工同步进行。
 - 4.2.6.4 周边环境影响监控项目应根据加固区周边环境条件合理选取,平面影响范围不宜小于1.5倍的设计加固深度。
- 4.2.7 振冲法、碎石桩法和砂桩法监测断面间距宜为50m~100m。

4.3 预警控制

- 4.3.1 真空联合堆载预压法预警值的设定应符合下列规定。
 - 4.3.1.1 加固区边缘向外水平位移速率不应大于5mm/d。
 - 4.3.1.2 加固区地基沉降速率不宜大于30mm/d。
- 4.3.2 堆载预压法预警值的设定应符合下列规定。
 - 4.3.2.1 加固区边缘向外水平位移速率不应大于5mm/d。
 - 4.3.2.2 设置竖向排水体的地基,基底中心的沉降速率不宜大于15mm/d;天然地基基底中心的沉降速率不应大于10mm/d。
 - 4.3.2.3 孔隙水压力增量与堆载荷载增量之比不应大于0.50~0.60。
- 4.3.3 深厚软土、砂性土、工程地质条件复杂的地基和周边环境影响要求较高的工程,应根据现场典型施工试验成果确定预警值。
- 4.3.4 周边环境影响监控项目预警值应根据监控对象的行业标准和工程经验来确定,当无相关要求时,宜按表4.3.4确定。

表 4.3.4 周边环境监控预警值

| 监测对象 | | | 项 目 | | |
|------|----------------|-----------|---------------------------------------|------------|-----|
| | | | 累计值(mm) | 变化速率(mm/d) | |
| 1 | 地下水位变化 | | 1000~2000(常年变幅以外) | 500 | |
| 2 | 管线位移 | 刚性通道 | 压力 | 10~20 | 2 |
| | | | 非压力 | 10~30 | 2 |
| | | 柔性管线 | | 10~40 | 3~5 |
| 3 | 邻近建筑位移 | | 小于建筑物地基变形允许值 | 2~3 | |
| 4 | 邻近道路路基 竖向沉降 | 高速公路、道路主干 | 10~30 | 3 | |
| | | 一般城市道路 | 20~40 | 3 | |
| 5 | 裂缝宽度 | 建筑物结构性裂缝 | 1.5~3 (既有裂缝) 0.2~0.25 (新增裂缝) | 持续发展 | |

续表 4.3.4

| 监测对象 | | | 项 目 | |
|------|------|------|----------------------------------|------------|
| | | | 累计值(mm) | 变化速率(mm/d) |
| 5 | 裂缝宽度 | 地表裂缝 | 10~15 (既有裂缝) 1~3 (新增裂缝) | 持续发展 |

注:①建筑整体倾斜度累计值达到 2/1000 或倾斜速度连续 3d 大于 $0.0001H/d$ 时应预警; H 为周边建筑物高度,单位为 mm;

②建造年代已久、结构较差、离基坑较近的建筑可取下限;较新的、结构较好的、离基坑较远的可取上限;

③建造年代已久、结构较差、离基坑较近、安全影响较大的管道可取下限;较新的、结构较好的、离基坑较远、安全影响较小的管道、管线可取上限;

④建筑物地基变形允许值应按照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)的有关规定取值。

4.3.5 爆破施工对建筑物、管线等安全预警控制值应符合国家现行标准的有关规定。

5 基坑工程

5.1 一般规定

5.1.1 基坑工程施工监控应依据基坑工程设计、施工方案,针对基坑工程的关键部位重点监控,并制定有效、完整的监控系统。基坑工程周边存在对变形有特殊要求的建筑及设施时,应增加特定监控项目。

5.1.2 基坑工程监控项目的监控方法和精度要求应按现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497)的有关规定执行。

5.2 监控项目

5.2.1 施工监控项目应根据基坑开挖深度、工程重要性、基坑支护形式等,按表 5.2.1 确定。

表 5.2.1 基坑工程监控项目

| 序号 | 监控项目 | 基坑安全等级 | | |
|----|--------------|--------|----|----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 |
| 1 | 围护墙、边坡顶部水平位移 | ★ | ★ | ★ |
| 2 | 围护墙、边坡顶部竖向位移 | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 深层水平位移 | ★ | ★ | ☆ |
| 4 | 立柱竖向位移 | ★ | ☆ | ☆ |
| 5 | 围护墙内力 | ★ | — | — |
| 6 | 支撑内力 | ★ | ☆ | — |
| 7 | 立柱内力 | — | — | — |
| 8 | 锚杆内力 | ★ | ☆ | — |
| 9 | 土钉内力 | ☆ | — | — |
| 10 | 坑底隆起 | ☆ | — | — |
| 11 | 围护墙侧向土压力 | ☆ | — | — |
| 12 | 孔隙水压力 | ☆ | — | — |
| 13 | 地下水位 | ★ | ★ | ★ |
| 14 | 土体分层沉降 | ☆ | — | — |
| 15 | 周边地表竖向位移 | ★ | ★ | ☆ |
| 16 | 渗透压力 | ☆ | — | — |

(4) 混凝土支撑的监测截面选取在两支点间 1/3 部位,且避开节点位置;

(5) 监测点截面内传感器的数量和布置满足监测要求。

5.2.3.6 立柱内力监测点应布置在受力较大的立柱上,垂直向宜布置在坑底以上各层立柱长度 1/3 部位。

5.2.3.7 锚杆内力监测点应布置在受力较大、地质条件复杂且具有代表性的位置,基坑各边中部、阳角处宜布置监测点。每层锚杆的内力监测点数量宜为该层锚杆总数的 1%~3%,且不应少于 3 根,各层监测点在垂直向宜保持一致。每根杆体上的测点宜布置在锚头附近和受力有代表性的位置。

5.2.3.8 土钉内力监测点应布置在受力较大、地质条件复杂且具有代表性的位置,基坑各边中部、阳角处宜布置监测点。监测点数量和间距应根据具体情况确定,且不应少于 3 个,各层监测点在垂直向宜保持一致。每根杆体上的测点宜布置在锚头附近和受力有代表性的位置。

5.2.3.9 坑底隆起监测点宜按纵向或横向剖面布置,剖面宜选择在基坑的中央和其他能反映坑底变形特征的位置,监测剖面不宜少于 2 个,同一剖面上监测点间距宜为 10m~30m,数量不应少于 3 个。

5.2.3.10 围护墙侧向土压力监测点应布置在受力、土质条件变化较大且具有代表性的部位。平面布置上每边不宜少于 2 个监测点,垂直向间距宜为 2m~5m,下部可适当加密,当按土层分布情况布置时,每层土测点不应少于 1 个,且宜布置在各层土的中部。

5.2.3.11 孔隙水压力监测点应布置在基坑受力、变形较大且具有代表性的部位。垂直向测点宜按土层分布情况布置,间距宜为 2m~5m,数量不宜少于 3 个。

5.2.3.12 地下水位监测点布置应满足下列要求:

(1) 采用深井降水时,基坑内地下水位监测点布置在基坑中央和两相邻降水井的中间部位;采用轻型井点、喷射井点降水时,基坑内地下水位监测点布置在基坑中央和周边拐角处,监测点数量根据具体情况确定;

(2) 基坑外地下水位监测点沿基坑、被保护对象的周边或在基坑与被保护对象之间布置,间距为 20m~50m,当有止水帷幕时,布置在止水帷幕的外侧约 2m 处;

(3) 地下水位管的滤管管底埋置深度在最低设计水位或最低允许地下水位以下 3m~5m;承压水地下水位管的滤管埋置在所测的承压含水层中。

5.2.3.13 土体分层沉降监测点应布置在靠近被保护对象且有代表性的部位,数量应根据具体情况确定。垂直向测点宜布置在各层土的界面上,也可等间距布置。

5.2.3.14 周边地表沉降监测点宜按监测剖面布置在坑边中部或其他有代表性的部位,数量视具体情况确定。每个监测剖面上的监测点数量不宜少于 5 个。

5.2.3.15 扬压力监测点宜按纵向剖面布置,剖面宜选择在基坑的中央和其他能反映基坑底变形特征的位置,剖面数量不应少于 3 个,间距宜为 20m~50m,剖面上监测点间距宜为 10m~20m,数量不宜少于 3 个。

5.2.4 基坑周边环境影响监控测点布置应符合下列规定。

5.2.4.1 从基坑边缘向外 1 倍~3 倍基坑开挖深度范围内需要保护的周边环境应作

为监控对象,必要时应扩大监控范围。

5.2.4.2 周边建筑物沉降监测点宜布置在建筑四角、沿外墙每 10m~15m 处或每隔 2 根~3 根柱的柱基或柱体上和其他具有代表性的部位,且每侧外墙不应少于 3 个监测点。周边建筑水平位移监测点应布置在建筑的外墙墙角、外墙中间部位的墙上或柱体上、裂缝两侧和其他具有代表性的部位,监测点间距根据具体情况确定,一侧墙体的监测点不宜少于 3 点。

5.2.4.3 周边建筑物倾斜监测点宜布置在建筑角点、变形缝两侧的承重柱或墙上,应在主体顶部、底部上下对应布设,上、下监测点应布置在同一垂直线上。

5.2.4.4 周边建筑、地表裂缝监测点宜布置在有代表性的裂缝位置,当原有裂缝增大或出现新裂缝时,应及时增设监测点。每条裂缝的监测点不应少于 2 个,且宜布置在裂缝的最宽处和裂缝末端。

5.2.4.5 地下管线位移和沉降监测点宜布置在管线的节点、转角点和变形曲率较大的部位,平面间距宜为 15m~25m。

5.2.5 基坑工程监控频率应根据施工进度确定,并应符合下列规定。

5.2.5.1 基坑施工监控应从基坑围护结构施工前开始,直至船坞、翻车机房、通航建筑物等完成为止,对有特殊要求的工程应根据需要适当延长基坑监控时间。

5.2.5.2 基坑监控频率应综合考虑基坑安全等级、施工阶段、周边环境和当地经验确定,并符合设计要求。当无相关设计要求时,宜按表 5.2.5 确定。

表 5.2.5 基坑监控频率

| 基坑安全等级 | 施工进度 | | 频率 |
|----------|--------------------|------------------|---------------|
| 一级 | 开挖深度 h (m) | $\leq H/3$ | 1 次/2d~1 次/3d |
| | | $H/3 \sim 2H/3$ | 1 次/d~1 次/2d |
| | | $2H/3 \sim H$ | 1 次/d~2 次/d |
| | 底板浇筑后时间 T (d) | ≤ 7 | 1 次/d |
| | | $7 < T \leq 14$ | 1 次/3d |
| | | $14 < T \leq 28$ | 1 次/5d |
| $T > 28$ | | 1 次/7d | |
| 二级 | 开挖深度 h (m) | $\leq H/3$ | 1 次/3d |
| | | $H/3 \sim 2H/3$ | 1 次/2d |
| | | $2H/3 \sim H$ | 1 次/d |
| | 底板浇筑后时间 T (d) | $T \leq 7$ | 1 次/2d |
| | | $7 < T \leq 14$ | 1 次/3d |
| | | $14 < T \leq 28$ | 1 次/7d |
| | | $T > 28$ | 1 次/10d |

注:① H 为基坑设计深度,单位为 m;

②当基坑安全等级为三级时,监测频率可视具体情况适当降低;

③选测监测项目的仪器监测频率可视具体情况适当降低。

5.2.5.3 当出现下列情况之一时,应提高施工监控频率:

- (1) 监测指标接近预警值;
- (2) 监测指标变化较大或者变化速率加快;
- (3) 基坑底部、侧壁出现管涌、渗漏或流砂等现象;
- (4) 基坑及周边大量积水、长时间连续降雨、周边输水管道出现泄漏;
- (5) 支护结构出现开裂;
- (6) 周边建筑物、地面突发较大沉降或出现严重开裂;
- (7) 出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况。

5.3 预警控制

5.3.1 基坑施工监控应设置预警值,预警值应满足水运工程建筑物的设计要求和周边环境中的被保护对象的控制要求。

5.3.2 预警控制应由累计变化量和变化速率双控。

5.3.3 基坑支护结构预警值应根据土质条件、设计要求和当地经验等综合确定,在无相关设计要求时,宜按表 5.3.3 确定。

5.3.4 基坑周边环境影响预警值应根据相关规范和设计要求确定,无相关规范和设计要求时,宜按表 4.3.4 确定。

5.3.5 当出现下列情况之一时,应立即进行危险报警,且应对基坑支护结构和周边环境中的保护对象采取应急措施。

- (1) 监测指标达到预警值;
- (2) 基坑支护结构或周边土体的位移值突然明显增大;
- (3) 基坑出现流砂、管涌、隆起、陷落或较严重的渗漏等;
- (4) 基坑支护结构的支撑或锚杆出现过大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象;
- (5) 周边建筑的部分结构、周边地面出现较严重突发裂缝或危害结构的变形裂缝;
- (6) 地下管线变形突然明显增大或出现裂缝、泄漏等;
- (7) 根据工程经验判断,出现其他需进行危险报警的情况。

表 5.3.3 基坑支护结构监控预警值

| 序号 | 监控项目 | 支护结构类型 | 基坑安全等级 | | | | | | | | |
|----|---------------|---------------------------------|-------------|------------------|----------------|-------------|------------------|----------------|-------------|------------------|----------------|
| | | | 一级 | | | 二级 | | | 三级 | | |
| | | | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) |
| | | | 绝对值 (mm) | 相对基坑深度 (H)控制值 | | 绝对值 (mm) | 相对基坑深度 (H)控制值 | | 绝对值 (mm) | 相对基坑深度 (H)控制值 | |
| 1 | 墙、坡顶部 水平位移 | 土钉墙、复合土钉墙、 喷锚支护、水泥土墙 | 30~40 | 0.3%~0.4% | 3~5 | 40~50 | 0.5%~0.8% | 4~5 | 50~60 | 0.7%~1.0% | 5~6 |
| | | 钢板桩、灌注桩、 型钢水泥土墙、地下连续墙 | 20~30 | 0.2%~0.3% | 2~3 | 30~40 | 0.3%~0.5% | 2~4 | 40~60 | 0.6%~0.8% | 3~5 |
| 2 | 墙、坡顶部 竖向位移 | 土钉墙、喷锚支护 | 20~30 | 0.3%~0.4% | 2~3 | 30~40 | 0.6%~0.8% | 3~4 | 40~60 | 0.8%~1.0% | 4~5 |
| | | 水泥土墙、型钢水泥土墙 | — | — | — | 30~40 | 0.6%~0.8% | 3~4 | 40~60 | 0.8%~1.0% | 4~5 |
| | | 钢板桩、灌注桩、 型钢水泥土墙、地下连续墙 | 10~20 | 0.1%~0.2% | 2~3 | 20~30 | 0.3%~0.5% | 2~3 | 30~40 | 0.5%~0.6% | 3~4 |
| 3 | 深层 水平位移 | 复合土钉墙 | 40~60 | 0.4%~0.6% | 3~4 | 50~70 | 0.6%~0.8% | 4~5 | 60~80 | 0.7%~1.0% | 5~6 |
| | | 钢板桩 | 50~60 | 0.6%~0.7% | 2~3 | 60~80 | 0.7%~0.8% | 3~5 | 70~90 | 0.8%~1.0% | 4~5 |
| | | 型钢水泥土墙 | — | — | — | 50~60 | 0.7%~0.8% | 4~5 | 80~90 | 0.9%~1.0% | 5~6 |
| | | 灌注桩 | 30~50 | 0.3%~0.4% | 2~3 | 70~75 | 0.6%~0.7% | 3~5 | 80~90 | 0.8%~0.9% | 4~5 |
| | | 地下连续墙 | 30~50 | 0.3%~0.4% | | 70~75 | 0.7%~0.8% | | 80~90 | 0.9%~1.0% | |
| 4 | 立柱竖向位移 | 20~30 | — | 2~3 | 20~30 | — | 2~3 | 20~40 | — | 2~4 | |
| 5 | 周边地表竖向位移 | 25~35 | — | 2~3 | 34~45 | — | 3~4 | 45~55 | — | 4~5 | |
| 6 | 坑底回弹 | 累计值 20mm~60mm,变化速率 4mm/d~10mm/d | | | | | | | | | |
| 7 | 地下水位 | 1000 | — | 500 | 1000 | — | 500 | 1000 | — | 500 | |

| 序号 | 监控项目 | 支护结构类型 | 基坑安全等级 | | | | | | | | |
|----|-------|------------------------------|-------------|------------------|------------------------------|-------------|------------------|------------------------------|-------------|------------------|----------------|
| | | | 一级 | | | 二级 | | | 三级 | | |
| | | | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) |
| | | | 绝对值 (mm) | 相对基坑深度 (H)控制值 | | 绝对值 (mm) | 相对基坑深度 (H)控制值 | | 绝对值 (mm) | 相对基坑深度 (H)控制值 | |
| 8 | 支撑轴力 | 最大值: $60\%f_2 \sim 70\%f_2$ | | | 最大值: $70\%f_2 \sim 80\%f_2$ | | | 最大值: $70\%f_2 \sim 80\%f_2$ | | | |
| 9 | 锚杆拉力 | 最小值: $80\%f_v \sim 100\%f_v$ | | | 最小值: $80\%f_v \sim 100\%f_v$ | | | 最小值: $80\%f_v \sim 100\%f_v$ | | | |
| 10 | 土压力 | $60\%f_1 \sim 70\%f_1$ | | | $70\%f_1 \sim 80\%f_1$ | | | $70\%f_1 \sim 80\%f_1$ | | | |
| 11 | 孔隙水压力 | | | | | | | | | | |
| 12 | 围护墙内力 | $60\%f_2 \sim 70\%f_2$ | | | $70\%f_2 \sim 80\%f_2$ | | | $70\%f_2 \sim 80\%f_2$ | | | |
| 13 | 立柱内力 | | | | | | | | | | |

注:① f_1 是荷载设计值, f_2 是构件承载能力设计值, f_v 是钢支撑、锚杆预应力设计值;

②累计值取绝对值和相对基坑深度(H)控制值两者的小值;

③当监测项目的变化速率连续 3d 超过预警值的 70%, 应报警;

④嵌岩的灌注桩或地下连续墙位移预警值直接表中数值的 50% 取用。

6 桩基工程

6.1 一般规定

6.1.1 桩基工程施工监控应包括水上施工平台监控、水上施工环境监控和沉桩施工监控。

6.1.2 当工程地质条件复杂且缺乏沉桩经验时,施工监控方案编制前应进行可打性分析、桩身应力计算、沉桩对岸坡稳定和周边建筑物安全的影响分析、风浪和水流对沉桩施工的影响分析。

6.2 监控项目

6.2.1 打入桩和灌注桩施工监控项目应根据沉桩、成桩工艺分别按表 6.2.1-1 和表 6.2.1-2 确定。嵌岩桩的施工监控项目可结合具体类型参照打入桩和灌注桩选取。

表 6.2.1-1 打入桩桩基工程监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | |
|-----|---------|------|---|
| 1 | 水上施工平台 | 竖向位移 | ☆ |
| | | 水平位移 | ☆ |
| 2 | 水上施工环境 | 风 | ☆ |
| | | 浪 | ☆ |
| | | 水深 | ☆ |
| | | 水流 | ☆ |
| 3 | 沉桩施工 | 外观检查 | ★ |
| | | 垂直度 | ★ |
| | | 贯入度 | ★ |
| | | 动力观测 | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

6.2.2 桩基水上施工平台监测点宜布置在四角和各边中点处,每半个月观测 1 次,在水位、潮位和流速变化较大的季节宜每周观测 1 次。

6.2.3 在开阔水域进行桩基施工时,宜开展施工水域的风、浪、水深、水流等环境量监测,施工期宜每天观测 1 次。

6.2.4 采用锤击沉桩时,沉桩过程的施工监控应符合下列规定。

6.2.4.1 混凝土桩沉桩过程中应检查和记录桩身有无出现严重裂缝和破碎掉块等现象。

6.2.4.2 沉桩过程中应开展桩身垂直度和贯入度监测。

表 6.2.1-2 灌注桩桩基工程监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | |
|-----|---------|--------|---|
| | | | |
| 1 | 水上施工平台 | 竖向位移 | ☆ |
| | | 水平位移 | ☆ |
| 2 | 水上施工环境 | 风 | ☆ |
| | | 浪 | ☆ |
| | | 水深 | ☆ |
| | | 水流 | ☆ |
| | | 有害气体浓度 | ☆ |
| 3 | 灌注桩施工 | 泥浆 | ★ |
| | | 水头差 | ★ |
| | | 振动 | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

6.2.4.3 缺乏沉桩经验时,宜选取地质条件复杂和具有代表性的区域进行沉桩前可打性分析和沉桩过程动力观测,数量宜取总桩数的 2%~5%,且不应少于 5 根。

6.2.5 水上沉桩施工后宜观测处于自由状态的桩顶沉降和水平位移,其观测频率应根据现场风浪和水流情况确定。

6.2.6 钻孔灌注桩施工过程中,应根据现场的施工条件和地基地质情况,对泥浆进行定期检测,施工过程中应对水头差进行实时监测。

6.2.7 振动沉桩施工过程中,宜开展施工振动监测,测点宜布置在打桩机与建筑物连线上,测点间距不宜大于 10m。

6.2.8 沉桩施工过程中宜进行挤土效应监控,对桩基周边土体进行水平、竖向位移观测,测点宜布置在打桩机与建筑物连线上,测点间距不宜大于 10m。

6.2.9 周边环境影响监控项目应按表 6.2.9 确定。

表 6.2.9 周边环境影响监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | 沉 桩、成 桩 工 艺 | |
|-----|-----------|----------|-------------|-------|
| | | | 打 入 桩 | 灌 注 桩 |
| 1 | 岸 坡 | 坡顶表层竖向位移 | ★ | ☆ |
| | | 坡顶水平位移 | ★ | ☆ |
| | | 深层水平位移 | ☆ | — |
| | | 孔隙水压力 | ☆ | — |
| | | 振动观测 | ☆ | — |
| 2 | 周 边 建 筑 物 | 竖向位移 | ★ | ☆ |
| | | 水平位移 | ★ | ☆ |
| | | 倾斜 | ★ | — |
| | | 裂缝 | ☆ | — |
| | | 振动观测 | ☆ | — |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

6.2.10 桩基施工前应对岸坡和周边建筑物的现状进行巡视调查和记录,岸坡监测点可参照第 11.1 节的有关规定布置,周边建筑物监测点宜布置在建筑物的角点、中点或柱上、裂缝两侧及其他有代表性部位。桩基施工期宜每天观测 1 次,稳定后宜每月观测 2 次~3 次,施工间歇期宜在停工时和重新开工时各观测 1 次。

6.2.11 根据沉桩位置和场地工程地质条件,桩基施工过程中宜在岸坡轴线和周边建筑物上布置 1 个~2 个振动观测点,并应在沉桩施工时实时监控。

6.3 预警控制

6.3.1 锤击沉桩施工过程中,预警值应符合下列规定。

6.3.1.1 控制贯入度应根据地质情况、设计承载力、锤型、桩型和桩长等因素综合确定。

6.3.1.2 钢筋混凝土桩和预应力混凝土桩桩身锤击沉桩动测压应力极值不应大于桩身混凝土轴心抗压强度设计值;钢管桩锤击压应力极值不应大于桩身屈服强度的 0.9 倍。

6.3.1.3 钢筋混凝土桩锤击沉桩动测拉应力极值不应大于桩身混凝土轴心抗拉强度设计值的 1.3 倍;预应力混凝土桩桩身锤击拉应力极值不应大于桩身混凝土轴心抗拉强度设计值的 1.3 倍与有效预应力值之和。

6.3.2 桩基施工对岸坡的影响监控预警值应根据施工监控设计要求确定,在无相关设计要求时,应符合第 11.2 节的有关规定。

6.3.3 桩基施工对周边建筑物的影响监控预警值应根据施工监控设计要求确定,在无相关设计要求时,应符合第 4.3.4 条的规定;其中沉桩振动对周边建筑物的影响预警值应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》(GB 50868)的有关规定。

7 码头工程

7.1 一般规定

7.1.1 码头工程施工监控方案应根据码头结构形式,综合考虑水文地质条件、周边环境、施工方案等因素确定。

7.1.2 施工期测点埋设应兼顾使用期原型观测的要求。

7.2 高桩码头监控项目

7.2.1 高桩码头施工监控应包括岸坡施工监控、桩基施工监控、上部结构施工监控、接岸结构施工监控和护面抛填施工监控。桩基施工监控应满足第6章的有关规定。

7.2.2 高桩码头施工监控项目应按表 7.2.2 确定。

表 7.2.2 高桩码头监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | |
|-----|---------|--------|---|
| 1 | 岸坡施工 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 深层水平位移 | ★ |
| | | 孔隙水压力 | ☆ |
| 2 | 上部结构施工 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| 3 | 接岸结构施工 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 深层水平位移 | ☆ |
| 4 | 护面抛填施工 | 桩顶位移 | ☆ |
| | | 岸坡位移 | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

7.2.3 岸坡施工过程的竖向位移、水平位移、深层水平位移和孔隙水压力等测点宜布置在岸坡的坡顶处,监测断面的间距宜为 20m ~ 100m,施工期应每天观测 1 次,稳定后每月观测 2 次 ~ 3 次。

7.2.4 码头上部结构和接岸结构浇筑面层混凝土时,应埋置固定的竖向位移和水平位移观测点,做好记录并及时进行首次观测,固定观测点宜每 20m ~ 50m 布置 1 个断面,施工期宜每天观测 1 次,稳定后每月观测 2 次 ~ 3 次。

7.2.5 护面抛填过程中宜对桩顶位移和岸坡位移进行监测,监控频率为每天 1 次,稳定

后的监控频率为每周 1 次。

7.2.6 高桩码头沉桩施工时宜对岸坡和周边建筑物进行观测监测,并应满足第 6.2.7 条的规定。

7.2.7 接岸结构施工过程中,应对正在施工部位、岸坡和周边建筑物进行竖向位移和水平位移观测,施工期应每天观测 1 次,稳定后每月观测 2 次~3 次。

7.3 重力式码头监控项目

7.3.1 重力式码头施工监控应包括基础施工监控、墙身施工监控、上部结构施工监控和后方回填施工监控。

7.3.2 重力式码头施工监控项目应按表 7.3.2 的确定。

表 7.3.2 重力式码头监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | |
|-----|---------|---------------|---|
| 1 | 基础施工 | 基槽回淤 | ★ |
| | | 围堰稳定性 | ☆ |
| 2 | 墙身施工 | 沉箱寄放、浮运、安装稳定性 | ★ |
| | | 竖向位移 | ☆ |
| | | 水平位移 | ☆ |
| 3 | 上部结构施工 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| 4 | 后方回填施工 | 填土高度 | ☆ |
| | | 内外水位 | ☆ |
| | | 墙身竖向位移 | ☆ |
| | | 墙身水平位移 | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

7.3.3 干地施工时应根据地质条件、开挖方法等开展基坑施工监控,基坑施工监控应符合第 5 章的有关规定。

7.3.4 基础施工过程中应对基槽回淤情况进行监控,施工期应每月观测 1 次,视回淤情况加密监测。

7.3.5 基础施工需设置临时围堰时,宜对围堰稳定性进行监控,监控布置和频率可参考第 7.5.3 条的规定。

7.3.6 沉箱结构施工时应应对沉箱寄放、浮运和安装稳定性进行监控,测点应布置在沉箱 4 个角点处,通过沉箱倾角和沉箱吃水测量对其稳定性进行实时监控。

7.3.7 重力式墙身与墩身构件安装过程中应进行定位观测,并宜在安装后进行构件的竖向位移和水平位移观测,宜在每个构件的角点上布置观测点,施工期宜每天观测 1 次,稳定后宜每周观测 2 次~3 次。

7.3.8 后方回填过程中宜对填土高度和已安装的墙身竖向位移、水平位移测点开展观测,抛填施工期应每天观测 1 次。墙后回填施工顺序、方向和速率应符合施工监控设计要

求,回填施工采用吹填时,吹填过程中宜对码头内外水位进行观测,施工期宜每天观测1次。

7.3.9 岩石基槽爆破开挖、基床采用爆夯施工时宜对岸坡和周边建筑物进行振动监控,根据工程地质资料进行计算分析获得爆破震动速度和影响范围,在爆破影响范围内布设振动监测点。

7.4 板桩码头监控项目

7.4.1 板桩码头工程监控应包括板桩沉桩施工监控、地下连续墙施工监控、锚碇结构施工监控、拉杆施工监控和前墙结构施工监控。

7.4.2 拉锚式板桩码头施工监控项目应按表 7.4.2 确定。卸荷式和遮帘式板桩码头施工监控可参照第 7.2 节高桩码头的有关规定。

表 7.4.2 板桩码头监控项目

| 序 号 | | 监 控 项 目 | |
|-----|-------|---------|---|
| | | | |
| 1 | 板桩沉桩 | 锁扣变形 | ☆ |
| | | 前趾位移 | ★ |
| 2 | 地下连续墙 | 前趾位移 | ★ |
| | | 墙体变形 | ★ |
| 3 | 锚碇结构 | 竖向位移 | ☆ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 倾斜 | ☆ |
| 4 | 拉杆 | 拉杆内力 | ★ |
| 5 | 前墙结构 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 倾斜 | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

7.4.3 预制钢筋混凝土板桩或钢板桩沉桩施工过程中,应对板桩的锁扣变形和前趾位移进行监控,监控频率宜为每天一次,稳定后的监控频率宜为每周一次。

7.4.4 采用地下连续墙时,地下连续墙成槽施工中应对前趾位移和墙体进行监控,监控频率应为每天一次,稳定后的监控频率应为每周一次。

7.4.5 锚碇结构施工期水平位移、竖向位移、倾斜的监控频率宜为每天一次,稳定后的监控频率宜为每周一次。

7.4.6 拉杆安装时应按施工监控设计要求监控施加的预拉力,并随墙后的回填高程逐次对拉力进行调整。拉杆内力的监控频率应为每天一次,稳定后的监控频率应为每周一次。

7.4.7 墙后回填及港池开挖过程中,前墙和锚碇结构的竖向位移、水平位移、倾斜观测的监控频率应为每天一次,稳定后的监控频率应为每周一次。

7.4.8 板桩码头沉桩施工时宜对岸坡和周边建筑物进行观测监测,并应满足第 6.2 节的有关规定。

7.6.3 沿海码头从第一次拉锚、锚链调整到施工完成后的 4 个涨落潮周期内,应全过程监控趸船漂移量,应在趸船 4 个角点附近分别设置 1 个监控点;内河码头从第一次拉锚、锚链调整到施工完成后的 1 年内,应全过程监控趸船漂移量,应在趸船 4 个角点附近分别设置 1 个监控点。

7.7 码头钢结构监控项目

7.7.1 钢结构施工监控应包括应力监控和变形监控。

7.7.2 钢结构施工监控项目应按表 7.7.2 确定。

表 7.7.2 钢结构施工监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | |
|--------|---------|----------|-------|
| | 1 | 应力 | 施工期应力 |
| 结构预加应力 | | | ☆ |
| 2 | 变形 | 主梁高程 | ★ |
| | | 相邻阶段拼接高程 | ★ |
| | | 合龙段高差 | ★ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

7.7.3 钢结构应力监控和变形监控点宜布置在施工过程结构受力大、受环境因素影响大的部位,施工期宜每天观测 1 次。

7.8 预警控制

7.8.1 码头工程施工过程中,各监控项目预警值应符合下列规定。

7.8.1.1 码头工程中的桩基监控预警值应满足第 6.3 节的有关规定。

7.8.1.2 施工过程中码头结构构件的内力预警值应为其承载能力设计值的 60% ~ 70%。

7.8.1.3 码头和接岸结构的水平位移速率和竖向位移速率预警值应为 3mm/d。

7.8.1.4 码头结构的倾斜预警值应为码头结构高度的 1/500。

7.8.2 码头施工过程中,周边建筑物的竖向位移、水平位移速率预警值应根据其结构类型和重要性等确定。

7.8.3 码头结构的钢结构构件应力及变形预警值应为相应设计值的 60% ~ 70%。

8 通航建筑物

8.1 一般规定

8.1.1 通航建筑物施工监控的主要对象应包括围堰工程、基坑工程、船闸和升船机主体、导航与靠船建筑物、引航道等。

8.1.2 通航建筑物施工监控宜与运行期安全监控相结合,监测仪器的选取、埋设应充分考虑运行期自动化监控和长期使用要求。

8.2 监控项目

8.2.1 基坑施工监控应符合第5章的有关规定。

8.2.2 围堰施工监控应符合下列规定。

8.2.2.1 围堰施工监控应包括围堰施工、运行和拆除三个阶段。

8.2.2.2 围堰施工和运行阶段监控项目应按表 8.2.2-1 确定。

表 8.2.2-1 围堰施工和运行阶段监控项目

| 序号 | 监控项目 | 围堰等级和类型 | | | | | |
|----|-------------|------------|-------|------|-----------|-------|------|
| | | 3级和重要的4级围堰 | | | 其余4级和5级围堰 | | |
| | | 土石围堰 | 混凝土围堰 | 板桩围堰 | 土石围堰 | 混凝土围堰 | 板桩围堰 |
| 1 | 巡视检查 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 2 | 堰体水平位移和竖向位移 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 围堰上下游和基坑水位 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 4 | 围堰深层水平位移 | ★ | — | ★ | ☆ | — | ☆ |
| 5 | 堰体渗流量 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 6 | 堰基渗透水压力 | ★ | — | — | ☆ | — | — |
| 7 | 过水围堰堰面流速、流态 | ★ | ☆ | ☆ | ★ | ☆ | ☆ |
| 8 | 围堰上下游地面隆起 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |

注:①表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目;

②围堰结构等级划分按照现行行业标准《水利水电工程围堰设计规范》(SL 645)的有关规定执行。

8.2.2.3 围堰拆除阶段监控项目应按表 8.2.2-2 和表 8.2.2-3 确定。

表 8.2.2-2 围堰开挖拆除阶段监控项目

| 序号 | 监控项目 | 开挖拆除 |
|----|------------|------|
| 1 | 巡视检查 | ★ |
| 2 | 堰体水平位移 | ★ |
| 3 | 围堰上下游和基坑水位 | ★ |

注:表中“★”为应测项目。

表 8.2.2-3 围堰爆破拆除对周边环境的影响监控项目

| 序号 | 监控项目 | 周边建筑物 | 高边坡 | 闸阀门等钢结构 |
|----|----------|-------|-----|---------|
| 1 | 巡视检查 | ★ | ★ | ★ |
| 2 | 振动 | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 动应变 | ★ | ★ | ☆ |
| 4 | 水击波和动水压力 | ★ | ☆ | ★ |
| 5 | 空气冲击波和噪声 | ☆ | — | — |
| 6 | 有害气体 | ☆ | — | — |

注：表中“★”为应测项目，“☆”为选测项目。

8.2.2.4 围堰监控项目设置应符合下列规定：

(1) 对于土石围堰巡视检查内容包括水流冲刷情况、管涌渗水、裂缝、局部失稳、临时堆载；

(2) 土石围堰、混凝土围堰的水平位移和竖向位移监测点布置在堰体顶部和坡面上，监测断面根据堰高、堰基地形、工程地质条件等确定，并布置在堰顶、下游堰肩及堰趾处，间距为 50m~100m，不少于 3 个；

(3) 板桩围堰水平位移和竖向位移监测点布置在围堰内土体和板桩桩顶上，监测断面间距为 50m~100m，不少于 3 个；

(4) 土石、板桩围堰深层土体位移监测孔埋深至围堰基底处，监测孔布置间距不大于 50m~100m；

(5) 围堰上下游水位监测点分别布置在上游围堰的上游坡面和下游围堰的下游坡面；

(6) 渗流量监测点布置在各排水沟分段设置的量水堰处；

(7) 对于土石围堰，选择 2 个~4 个典型监测断面监测堰基渗透水压力；对于过水围堰，沿围堰轴线在河床中、左岸边、右岸边分别监测围堰堰面流速、流态；

(8) 围堰上下游地面隆起监测点设置在围堰水平和竖向位移监测断面延长线位置；

(9) 围堰爆破拆除时，在周边建筑物、高边坡和钢结构选取 1 个~2 个典型断面布置监测点，每个断面在水上、水下各布置 1 个质点振动加速度和动应变监测点，周边建筑物和钢结构在迎水面水下 0.5m~1.5m 处布置水击波和动水压力监测点。

8.2.2.5 围堰施工监控频率应按表 8.2.2-4 确定。

表 8.2.2-4 围堰施工监控频率

| 序号 | 监控项目 | 监控频率 | | |
|----|------------|-------------|-------|-------------|
| | | 土石围堰 | 混凝土围堰 | 板桩围堰 |
| 1 | 巡视检查 | 1 次/d~2 次/d | | |
| 2 | 堰体水平和竖向位移 | 1 次/月~4 次/月 | | |
| 3 | 围堰上下游和基坑水位 | 1 次/d~2 次/d | | |
| 4 | 围堰深层水平位移 | 1 次/月~4 次/月 | — | 1 次/月~4 次/月 |
| 5 | 堰体渗流量 | 3 次/月~6 次/月 | | |

续表 8.2.2-5

| 序号 | 监控项目 | 监控频率 | | |
|----|-------------|-----------|-------|------|
| | | 土石围堰 | 混凝土围堰 | 板桩围堰 |
| 6 | 堰基渗透压力 | 3次/月~6次/月 | — | — |
| 7 | 过水围堰堰面流速、流态 | 过水期按需要确定 | | |
| 8 | 围堰上下游地面隆起 | 1次/月~4次/月 | | |

8.2.3 船闸水工建筑物施工监控应符合下列规定。

8.2.3.1 船闸主体施工监控项目应按表 8.2.3-1 确定。

表 8.2.3-1 船闸主体施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | | |
|---------|-------|---------------------|---|
| 1 | 地基与基础 | 渗透压力 | ☆ |
| | | 土压力及基底压力 | ☆ |
| | | 地下水位 | ☆ |
| 2 | 底板 | 竖向位移 | ★ |
| 3 | 闸首 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 倾斜 | ★ |
| | | 混凝土温度应力 | ☆ |
| 4 | 闸墙 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 倾斜 | ★ |
| | | 深层水平位移 ^② | ☆ |
| | | 高大模板应力 | ☆ |
| | | 混凝土温度应力 | ☆ |
| 锚杆、锚索应力 | ☆ | | |
| 5 | 墙后回填土 | 竖向位移 | ☆ |

注：①表中“★”为应测项目，“☆”为选测项目；

②闸室墙采用钢板桩结构时，深层水平位移观测为应测项目。

8.2.3.2 导航与靠船建筑物、引航道施工监控项目应按表 8.2.3-2 确定。

表 8.2.3-2 导航与靠船建筑物、引航道施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | | |
|----|-------|---------|---|
| 1 | 底板 | 竖向位移 | ★ |
| 2 | 墙身、墩身 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 倾斜 | ★ |
| | | 高大模板应力 | ☆ |
| | | 混凝土温度应力 | ☆ |
| 3 | 墙后回填土 | 竖向位移 | ☆ |

续表 8.2.3-2

| 序 号 | 监 控 项 目 | | |
|-----|---------|--------|---|
| 4 | 防洪堤 | 竖向位移 | ★ |
| | | 水平位移 | ★ |
| | | 深层水平位移 | ☆ |
| | | 渗透压力 | ☆ |
| | | 渗透流速 | ☆ |
| | | 渗流量 | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

8.2.3.3 船闸水工建筑物监控项目设置应符合下列规定。

(1) 闸首底板竖向位移和水平位移初始监测点布置在底板宽缝两侧,待闸首空箱浇筑结束后,监测点转至空箱顶部,在空箱顶部四个角点处各设监测点一个;闸室的底板、闸墙竖向位移和水平位移监测点布置在沉降缝两侧,间距为 50m ~ 200m;

(2) 导航、靠船建筑物、引航道的底板、墙身和墩身竖向位移和水平位移监测点布置在沉降缝两侧,间距为 50m ~ 200m;防洪堤竖向位移和水平位移监测点布置在堤顶和坡面处,间距为 50m ~ 200m;

(3) 船闸主体的地下水位观测井布置在基坑底部;

(4) 船闸主体的渗透压力监测点布置在船闸中心线位置,在上闸首在上、下游侧各布置 1 个测压孔;

(5) 船闸主体的土压力和基底压力监测断面布置在闸首底板位置,每个监测断面不小于 3 个点;

(6) 混凝土温度应力监测点布置在混凝土结构的表层、中心和底部;

(7) 墙后回填土竖向位移监测点在回填区域均匀布置,间距为 50m ~ 200m;

(8) 深层位移监测孔布置数量和间距视具体情况而定,但每个独立的施工段落不少于 1 个监测孔;布置在板桩内的测斜管深度不小于板桩的入土深度;布置在土体内的测斜管有足够的入土深度,且进入相对稳定层中不小于 2m;

(9) 高大模板应力监测点布置在模板高度 $H/3$ 和 $2H/3$ 处,每隔 3m ~ 5m 设点;

(10) 锚杆锚索应力观测选择重要部位安装测力计;

(11) 每一代表性防洪堤段布置的观测断面不少于 3 个,观测断面间距为 300m ~ 500m。如地质条件无异常变化,断面间距适当扩大。

8.2.3.4 船闸水工建筑物施工监控频率宜按表 8.2.3-3 和表 8.2.3-4 确定。

表 8.2.3-3 船闸主体施工监控频率

| 序号 | 监 控 项 目 | | 监 控 频 率 |
|----|---------|----------|---------------------------|
| 1 | 地基 | 渗透压力 | 不少于 1 次/月 |
| | | 土压力和基底压力 | 加载期不少于 1 次/d;满载后不少于 4 次/月 |
| | | 地下水位 | 1 次/d ~ 2 次/d |
| 2 | 底板 | 竖向位移 | 加载前一次,加载后不少于 2 次/月 |

续表 8.2.3-3

| 序号 | 监控项目 | | 监控频率 |
|----|-------|---------|--|
| 3 | 闸首 | 竖向位移 | 加载前一次,加载后不少于2次/月 |
| | | 水平位移 | 加载前一次,加载后不少于2次/月 |
| | | 倾斜 | 墙后回填时持续观测,加载结束后不少于1次/3d |
| | | 混凝土温度应力 | 1d内,1次/1h;1d~3d,1次/2h;3d~7d,1次/12h;7d~28d,1次/24h |
| 4 | 闸墙 | 竖向位移 | 加载前一次,加载后不少于2次/月 |
| | | 水平位移 | 加载前一次,加载后不少于2次/月 |
| | | 倾斜 | 墙后回填时持续观测,加载结束后不少于1次/3d |
| | | 深层水平位移 | 迎水侧开挖时1次/d |
| | | 高大模板应力 | 实时监控 |
| | | 混凝土温度应力 | 1d内,1次/1h;1d~3d,1次/2h;3d~7d,1次/12h;7d~28d,1次/24h |
| | | 锚杆、锚索应力 | 1月内,1次/d;2月~3月内,4次/月;4月~6月,3次/月; 7月~12月,2次/月;一年后,1次/月 |
| 5 | 墙后回填土 | 竖向位移 | 每填筑一层观测一次,不少于2次/月 |

注:①船闸水工建筑物施工期监测频率结合地质条件、气候环境、加载等影响因素确定;

②闸首宽缝浇筑前需连续观测2周直至稳定。

表 8.2.3-4 导航与靠船建筑物及引航道施工监控频率

| 序号 | 监控项目 | | 监控频率 |
|----|-------|---------|--|
| 1 | 底板 | 竖向位移 | 加载前一次,加载后不少于2次/月 |
| 2 | 墙身、墩身 | 竖向位移 | 加载前一次,加载后不少于2次/月 |
| | | 水平位移 | |
| | | 倾斜 | 墙后回填时持续观测,加载结束后不少于1次/3d |
| | | 高大模板应力 | 实时监控 |
| | | 混凝土温度应力 | 1d内,1次/1h;1d~3d,1次/2h;3d~7d,1次/12h;7d~28d,1次/24h |
| 3 | 墙后回填土 | 竖向位移 | 每填筑一层观测一次,不少于2次/月 |
| 4 | 防洪堤 | 竖向位移 | 每填筑一层观测一次,不少于2次/月 |
| | | 水平位移 | |
| | | 深层水平位移 | |
| | | 渗透压力 | |
| | | 渗透流速 | 3次/月~6次/月 |
| | | 渗流量 | |

8.2.3.5 船闸调试过程中应实时监控船闸金属结构和启闭机状态。

8.2.3.6 当出现下列情况之一时,应提高施工监控频率:

- (1) 不良地基进行墙后土方回填时;
- (2) 发现船闸水工建筑物原有裂缝加大时;
- (3) 暴雨、汛期、地震等自然灾害后;
- (4) 出现其他影响船闸水工建筑物安全的异常情况。

8.2.4 升船机施工监控应符合下列规定。

8.2.4.1 升船机水工建筑物施工监控项目应按表 8.2.4-1 确定。

表 8.2.4-1 升船机水工建筑物施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | 建筑物类型 | | |
|----|--------|-------|----|-----|
| | | 上闸首 | 塔柱 | 下闸首 |
| 1 | 巡视检查 | ★ | ★ | ★ |
| 2 | 水平位移 | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 竖向位移 | ★ | ★ | ★ |
| 4 | 倾斜 | ★ | ★ | ★ |
| 5 | 接缝变形 | ★ | ★ | ★ |
| 6 | 渗流量 | ★ | ★ | ★ |
| 7 | 扬压力 | ★ | — | ★ |
| 8 | 基础渗透压力 | — | ★ | — |
| 9 | 混凝土温度 | ☆ | ★ | — |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

8.2.4.2 升船机金属结构施工监控项目应按表 8.2.4-2 确定。

表 8.2.4-2 升船机金属结构施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | 建筑物类型 | |
|----|------|-------|-----|
| | | 船厢 | 闸首门 |
| 1 | 渗漏 | ★ | ★ |
| 2 | 水平度 | ★ | — |
| 3 | 挠度 | ★ | — |
| 4 | 吊点应力 | ☆ | — |
| 5 | 启闭力 | — | ★ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

8.2.4.3 升船机机械提升系统监控项目,应符合《中华人民共和国特种设备安全法》和现行国家标准《起重机械安全规程 第 1 部分:总则》(GB 6067.1)、《起重机设计规范》(GB/T 3811)等的有关规定。

8.2.4.4 升船机水工建筑物施工监控项目设置应符合下列规定:

(1) 水平和竖向位移监测点布置在上闸首两侧闸墙及基础,塔柱段上、中、下游 3 个横断面的两侧塔柱和下闸首两侧闸墙,塔柱段监测点不少于 4 个,地质条件复杂时适当增加监测断面和监测点;

(2) 应力、应变和温度监测断面布置在上闸首两侧闸墙中部和塔柱上,测点沿顺水流方向对称布置,不少于 3 个;

(3) 扬压力测点布置在升船机的上、下闸首基底面上,不少于 2 个;

(4) 基础渗透压力监测点布置在塔柱段船厢室底部,不少于 3 个;

(5) 导航建筑物、靠船建筑物监控项目设置和监控频率参照第 8.2.3 条规定执行。

8.2.4.5 升船机水工建筑物施工监控频率应按表 8.2.4-3 确定。

表 8.2.4-3 升船机水工建筑物施工监控频率

| 序号 | 监控项目 | 监控频率 |
|----|--------|--|
| 1 | 巡视检查 | 1次/d~2次/d |
| 2 | 水平位移 | (1)混凝土浇筑期每天观测1次,其余时间每周观测1次; (2)船厢和平衡重加载过程,每次加载结束观测3d~6d,每天观测1次; (3)施工完成后每月观测1次 |
| 3 | 竖向位移 | |
| 4 | 倾斜 | |
| 5 | 接缝变形 | |
| 6 | 渗流量 | |
| 7 | 扬压力 | 3次/月~6次/月 |
| 8 | 基础渗透压力 | 1次/月~4次/月 |
| 9 | 混凝土温度 | |

8.2.4.6 升船机金属结构施工监控项目设置应符合下列规定:

- (1)船厢水平度监测点布置在船厢4个吊点处;
- (2)船厢挠度变形监测点布置在船厢两侧,沿水流方向每隔15m~20m布置1点;
- (3)应力监测点布置在船厢吊点区域,每个区域测点不少于1组。

8.2.4.7 升船机金属结构施工监控频率应满足下列要求:

(1)船厢调平过程中实时在线监测,船厢调平完成后1周内每天监测2次~5次,发生安全报警时根据现场情况加密监测次数,船厢稳定后每周监测1次;

(2)船厢水体或平衡重质量每增加5%,24h内每3h~4h监测1次,发生安全报警时根据现场情况加密监测次数,稳定后每月监测1次。

8.2.4.8 升船机提升系统施工监控项目和监控频率,除满足国家特种设备安装调试相关安全规定外,还应满足下列要求:

(1)每次加载平衡重和船厢水体后监测1次,发生安全报警时根据现场情况加密监测次数;

(2)船厢水体或平衡重质量每增加5%,24h内每3h~4h监测1次;每次荷载加载完成,船厢升降运行连续监测2次~3次;发生安全报警时根据现场情况加密监测次数,稳定后每月监测1次;

(3)平衡重加载过程中和加载后各监测1次。

8.3 预警控制

8.3.1 围堰施工和运行阶段的施工监控预警值应满足施工监控设计要求,当无相关设计要求时,宜按表8.3.1确定。

8.3.2 围堰爆破拆除对周边建筑物、高边坡和钢结构的影响应满足安全设计要求,当无相关设计要求时,应符合现行行业标准《水运工程爆破技术规范》(JTS 204)的有关规定。

8.3.3 船闸、升船机水工建筑物监控预警值应满足施工监控设计要求,当无相关设计要求时,宜按表8.3.3确定。

表 8.3.1 围堰施工和运行阶段施工监控预警值

| 序号 | 监控项目 | 预警值 | |
|----|----------|----------|------------|
| | | 最大值 | 变化速率(mm/d) |
| 1 | 水平位移 | — | 2 |
| 2 | 竖向位移 | — | 5 |
| 3 | 应力、应变 | $0.8f_t$ | — |
| 4 | 渗透量、渗透压力 | $0.8f_t$ | — |

注： f_t 为相应的设计值。

表 8.3.3 船闸、升船机水工建筑物施工监控预警值

| 序号 | 监测项目 | | 升船机 | | 船闸 | | 其他辅助设施 | |
|----|------|----------|--------------------------------|-----------|----|-----------|--------|-------|
| | | | 塔柱 | 闸首 | 闸首 | 闸室 | 导航建筑物 | 靠船建筑物 |
| 1 | 水平位移 | 速率(mm/d) | 位移与高度比 为 1/1500 ~ 1/2000 | 2 | | 2 | | |
| | | 累计值(mm) | | 5 | | 10 | | |
| 2 | 竖向位移 | 速率(mm/d) | | 5 | | 5 | | |
| | | 累计值(mm) | | 10 | | 20 | | |
| 3 | 倾斜 | 速率 | | 0.0002H/d | | 0.0002H/d | | |
| | | 累计值 | | 5H/1000 | | H/100 | | |
| 4 | 温度场 | | 混凝土内外温差不大于 25℃ | | | | — | |
| | | | 混凝土块体降温速率不大于 2℃/d | | | | | |

注：①H为水工建筑物高度，单位为m；

②塔柱高度小于50m，位移与高度比取小值；大于80m，位移与高度比取大值。

8.3.4 船闸、升船机金属结构安装和调试预警值应满足施工监控设计要求，设计无明确规定时，应符合下列规定。

8.3.4.1 升船机船厢所有均衡油缸位置偏差预警值应为 $\pm 100\text{mm}$ ；船厢上左、上右与下左、下右四个点水深最大值与最小值差值不应大于 20mm；一个吊点内的各均衡油缸行程差值不应大于 30mm。

8.3.4.2 船厢及船厢门出现漏水或船厢水深变化 5cm 时应预警。

8.3.4.3 升船机船厢挠度变形和船厢吊点应力不应大于设计值的 70%。

8.3.4.4 船闸、升船机工作闸、阀门启闭门力不应大于设计值的 70%。

8.3.5 升船机机械提升系统安全预警值可参照国家特种设备有关规定确定。

9 航道整治建筑物

9.1 一般规定

9.1.1 航道整治建筑物施工监控的主要对象应包括防沙堤、导流堤、顺坝、丁坝、锁坝、护滩带、护底带和护岸等。

9.1.2 航道整治建筑物施工监控应主要包括整体稳定监控、堤脚堤身冲刷监控等。

9.1.3 当采用半圆体、沉箱、削角王字块、齿形构件或其他大型构件时,航道整治建筑物构件施工监控可参照第 11 章的防波堤、护岸相关施工监控要求执行。

9.2 监控项目

9.2.1 根据工程结构类型和地质条件,航道整治建筑物施工监控项目应按表 9.2.1 确定。堤头、坝头、丁坝和锁坝背水坡、合龙口、水流顶冲点等部位宜进行水流监控。

表 9.2.1 航道整治建筑物工程监控项目

| 序号 | 监控项目 | | 堤 坝 | | | 护滩、护底带、护岸 |
|----|---------|-------|------|------|------|-----------|
| | | | 软土地基 | 砂土地基 | 其他地基 | |
| 1 | 整体稳定 | 竖向位移 | ★ | ★ | ★ | — |
| | | 水平位移 | ★ | ☆ | ☆ | — |
| | | 孔隙水压力 | ☆ | — | — | — |
| 2 | 堤脚、堤身冲刷 | 地形 | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 地基渗流稳定 | 水位 | — | ☆ | — | — |
| | | 地形 | — | ☆ | — | — |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

9.2.2 整体稳定监控项目设置应符合下列规定。

9.2.2.1 整治建筑物竖向位移和水平位移监测断面应布置在沿线、堤头、坝头、交接点、转角点、不同结构分界处、不同地基交接处、分期实施工程连接处,纵向间距宜为 200m~1000m,软土地基宜适当加密,可取为 100m~500m。

9.2.2.2 水平位移监测点宜布置在边坡或堤脚附近,竖向位移监测点宜布置在监测断面中心处。

9.2.2.3 软土地基的堤段宜设置孔隙水压力监测点,测点宜布置在监测断面中心处。

9.2.2.4 地基稳定监控频率应满足下列要求:

- (1) 施工加载期每天监测 1 次,施工间歇期每周监测 1 次;
- (2) 满载稳定 1 个月后每月监测 1 次。

9.2.3 堤脚、堤身冲刷监控项目设置应符合下列规定。

9.2.3.1 整治建筑物施工过程中,应对堤脚、堤身及周边河床、可能影响范围内的已有堤岸进行地形变化监测,宜每1个月~3个月监测1次,异常部位应进行加密监测和水下探摸检查。

9.2.3.2 地形变化监测宜采用固定断面测量的方法,测量比例宜为1:500~1:1000,断面间距应根据工程范围内的地质、水流、泥沙等确定。

9.2.3.3 对堤头、堤脚、坝头和不规则堤段可采用常规水下地形测量,测量比例宜为1:1000~1:2000,测量范围可适当加大。崩岸严重或水流顶冲部位测量比例可采用1:500~1:1000。

9.2.3.4 水流集中部位宜同步进行水位和流速监测。

9.2.4 砂土地基上的堤坝施工期内宜开展两侧水位差监测,并宜定期巡视检查地基渗流破坏情况,径流影响为主宜在洪水退落期间进行,潮汐影响为主宜在大潮落潮期间进行,监控频率宜为每月观测2次。

9.2.5 对发生堤身或堤脚塌落的部位应进行详细的地形测量,测量比例宜为1:100~1:500,测量范围在塌落部位两端各外延50m~100m。

9.3 预警控制

9.3.1 航道整治建筑物整体稳定监控预警值应满足施工监控设计要求。当无明确要求时,软土地基整治建筑物的整体稳定监控预警值宜按表9.3.1确定。

表 9.3.1 软土地基整治建筑物整体稳定监控预警值

| 序号 | 监控项目 | 类别 | |
|----|--------------|---------|---------|
| | | 地基有排水通道 | 地基无排水通道 |
| 1 | 水平位移速率(mm/d) | 10 | 5 |
| 2 | 竖向位移速率(mm/d) | 30 | 10 |
| 3 | 孔隙水压力系数 | 0.6 | |

9.3.2 航道整治建筑物堤脚、堤身冲刷深度和流速的监控预警值应为设计预测值的70%。

9.3.3 当航道整治建筑物地基土出现管涌或流土现象时,其施工期的渗流稳定监控应预警。

10 疏浚与吹填

10.1 一般规定

10.1.1 航道疏浚、港池疏浚、炸礁、疏浚土倾倒、炸礁弃礁倾倒、吹填施工、吹填围堰、围堤等疏浚与吹填施工时,应对工程安全和工程对周边环境影响进行监控。

10.2 监控项目

10.2.1 航道疏浚施工过程中,当疏浚可能影响范围内存在周边建筑物时,应采用水下断面测量对航道疏浚的速率、超深、超宽进行监控。断面间距应根据疏浚区与周边建筑物的距离、周边建筑物的情况确定,河港宜为5m~20m,海港宜为20m~100m;疏浚期间宜每周~每2周观测1次,疏浚速率较高时取小值,疏浚完成后应观测1次。

10.2.2 航道疏浚施工时,应对航道疏浚可能影响范围的周边建筑物开展施工监控,监控项目的设置应符合下列规定。

10.2.2.1 航道疏浚的可能影响范围应根据工程地质条件、航道疏浚底面与地面高差、周边建筑物的重要性以及结构形式、堆载等,结合整体稳定计算结果综合确定。

10.2.2.2 周边环境影响监控项目布置应按表10.2.2确定。

表 10.2.2 周边环境影响监控项目

| 序号 | 监控项目 | 斜坡式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 板桩式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 重力式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 高桩 码头 | 桥梁 | 房屋 | 管线 |
|----|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|----|----|----|
| 1 | 周边建筑物 水平位移 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |
| 2 | 周边建筑物地表 竖向位移 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |
| 3 | 分层竖向位移 | ☆ | — | — | — | — | — | — |
| 4 | 深层水平位移 | ☆ | ☆ | — | — | — | ☆ | — |
| 5 | 建筑物表面裂缝 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | — |
| 6 | 倾斜度 | — | — | — | — | — | ☆ | — |
| 7 | 结构内力 | — | ☆ | — | ☆ | ☆ | — | — |

注:表中“☆”为选测项目。

10.2.3 航道疏浚对周边环境影响监控频率应符合下列规定。

10.2.3.1 疏浚前应观测1次,疏浚时宜每天观测1次,疏浚后1周内宜每天观测1次。

10.2.3.2 暂停疏浚期间宜每周观测 1 次,疏浚完成后第 2 周~第 4 周宜每周观测 1 次。

10.2.3.3 疏浚完成后第 2 个月~第 6 个月内宜每月观测 1 次。对于敏感和重要建筑物,监控时间宜延长到疏浚完成后 1 年~3 年。

10.2.4 港池疏浚或高桩码头下方边坡疏浚施工过程中,应采用水下断面测量对港池疏浚超深、超宽和高桩码头下方超深、超宽、边坡坡度进行施工监控。断面间距应根据工程地质条件、周边建筑物的重要性和结构形式等确定,宜为 5m~20m,高桩码头下方边坡疏浚时尚应结合码头排架间距确定,在疏浚期间宜每 1 周~每 2 周观测 1 次,疏浚速率较高时取小值,疏浚完成后应观测 1 次。

10.2.5 炸礁施工监控应符合下列规定。

10.2.5.1 炸礁施工时,施工过程中可能影响区域内的周边建筑物应开展安全监控,监控项目和监控点布置应按表 10.2.5-1 和表 10.2.5-2 确定。

表 10.2.5-1 周边环境监控项目

| 序号 | 监控项目 | 斜坡式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 板桩式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 重力式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 高桩 码头 | 桥梁 | 房屋 | 管线 |
|----|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|----|----|----|
| 1 | 振动速度、 振动加速度 | ☆ | ★ | ☆ | ☆ | ★ | ★ | — |
| 2 | 周边建筑物 水平位移 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |
| 3 | 周边建筑物 地表竖向位移 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |
| 4 | 分层竖向位移 | ☆ | — | — | — | — | — | — |
| 5 | 深层水平位移 | ☆ | ☆ | — | — | — | ☆ | — |
| 6 | 建筑物表面裂缝 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | — |
| 7 | 倾斜度 | — | — | — | — | — | ☆ | — |
| 8 | 结构内力 | — | ☆ | — | ☆ | ☆ | — | — |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

表 10.2.5-2 周边环境监控点布置

| 监控项目 | 斜坡式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 板桩式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 重力式的护岸、 码头、防汛堤、 吹填围堰、围堤 | 高桩码头 | 桥梁 | 房屋 |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|------|------------------------|
| 振动速度、 振动加速度 | 护坡表面、 码头面层 | 胸墙表面、 码头面层 | 胸墙表面、 码头面层 | 码头面层 | 重要部位 | 临航道侧房屋 外地表、 每层楼面 |

10.2.5.2 当炸礁影响较小或不存在累积效应时,可在炸礁典型施工时进行监控。当炸礁影响较大或存在累积效应时,应对炸礁施工全过程进行监控。

10.2.5.3 炸礁施工监控频率应符合下列规定。

(1) 振动监测与炸礁施工同步进行;

(2) 水平位移、地表竖向位移、建筑物表面裂缝监测在炸礁前观测 1 次,在炸礁时每天观测 1 次,在炸礁后 1 周内每天观测 1 次,在暂停炸礁期间每周观测一次,炸礁完成后第 2 周~第 4 周每周观测一次,炸礁完成后第 2 个月~第 6 个月每月观测 1 次。

10.2.6 疏浚土倾倒施工过程中应采用水深测量对倾倒范围、高程进行监测,测量比例不宜小于 1:5000,倾倒期间宜每 1 周~每 4 周观测 1 次,倾倒强度较高时取小值,倾倒结束时观测 1 次。

10.2.7 炸礁弃渣倾倒施工过程中应采用水深测量对炸礁弃渣倾倒区的范围、高程进行监测,测量比例不宜小于 1:1000,平面和高程精度宜为 $\pm 0.2\text{m}$,炸礁弃渣倾倒期间宜每周观测 1 次,处置结束时观测 1 次。

10.2.8 吹填施工过程中,靠近建筑物时应采用断面测量对吹填速度、吹填高程进行监测,吹填期间宜每天观测 1 次或根据设计要求确定。

10.2.9 吹填施工时,应对吹填施工可能影响范围内的周边环境开展安全监控,吹填施工的可能影响范围应根据工程地质条件、吹填厚度、周边建筑物的重要性和结构形式,结合计算分析综合确定。监控项目设置应按表 10.2.2 确定。

10.2.10 吹填施工对周边环境影响监控频率应符合下列规定。

10.2.10.1 吹填前应观测 1 次,吹填时宜每天观测 1 次,吹填后 1 周内宜每天观测 1 次。

10.2.10.2 暂停吹填期间宜每周观测 1 次,吹填完成后第 2 周~第 4 周宜每周观测 1 次。

10.2.10.3 吹填完成后第 2 个月~第 6 个月宜每月观测 1 次。

10.2.11 吹填施工围堰、围堤监控项目的设置应符合下列规定。

10.2.11.1 吹填围堰、围堤施工、后方吹填施工和吹填区地基处理期间,应对吹填围堰、围堤进行施工监控。

10.2.11.2 吹填围堰、围堤监控项目设置应按表 10.2.2 确定。

10.2.12 吹填施工围堰、围堤监控频率应符合下列规定。

10.2.12.1 堤身填筑、吹填和吹填区地基处理的加载期间宜每天观测 1 次,加载后 1 周内宜每天观测 1 次。

10.2.12.2 暂停加载期间宜每周观测一次,加载完成后第 2 周~第 4 周宜每周观测一次。

10.2.12.3 在加载完成后第 2 个月~第 6 个月宜每月观测 1 次。

10.2.13 回填施工时,应对回填材料规格、回填速度、分层厚度、时间间隔等进行监测,并应对吹填施工的可能影响范围内的周边环境开展安全监控,监控项目、监控点布置、监控频率可参照吹填施工确定。

10.3 预警控制

10.3.1 航道疏浚、港池疏浚、吹填施工、炸礁施工对周边环境影响监控预警值应满足设计要求。

10.3.2 疏浚土倾倒区的监控预警值应满足施工监控设计要求,当无明确要求时,应符合下列规定。

10.3.2.1 当监控显示疏浚土倾倒区内实际抛泥达到疏浚土倾倒区设计高程以下 1m 时,应提出高程安全预警。

10.3.2.2 当监控显示疏浚土倾倒区内实际抛泥作业点距离疏浚土倾倒区设计边界 50m 时,应提出范围安全预警。

10.3.3 炸礁弃渣倾倒区的监控预警值应满足施工监控设计要求,当无明确要求时,应符合下列规定。

10.3.3.1 当监控显示炸礁弃渣倾倒区内实际高程达到炸礁弃渣倾倒区设计高程以下 2m 时,应提出高程安全预警。

10.3.3.2 当监控显示炸礁弃渣倾倒区内实际弃渣作业点距离炸礁弃渣倾倒区设计边界 100m 时,应提出范围安全预警。

10.3.4 吹填施工围堰、围堤的监控预警值应满足施工监控设计要求,当无明确要求时,应符合下列规定。

10.3.4.1 对设置竖向排水体的地基,基底中心的沉降速率不应大于 15mm/d;对天然地基,基底中心的沉降速率不应大于 10mm/d;当加固的地基土为深厚软土时,预警值可适当放宽。

10.3.4.2 水平位移速率不应大于 5mm/d,当地基土为深厚软土时,预警值可适当放宽。

11 防波堤、护岸和岸坡工程

11.1 监控项目

11.1.1 防波堤、护岸和岸坡工程施工监控范围应覆盖工程的整个区域和周边影响范围。

11.1.2 根据防波堤、护岸和岸坡的工程重要性、建设规模、工程地质条件等,应按表 11.1.2 确定监控项目。

表 11.1.2 防波堤、护岸和岸坡监控项目

| 序号 | 监控项目 | 直立式防波堤 | 斜坡式防波堤 | 岸坡工程 |
|----|----------|--------|--------|------|
| 1 | 结构水平位移 | ★ | ★ | — |
| 2 | 地表竖向位移 | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 孔隙水压力 | ☆ | ☆ | ☆ |
| 4 | 深层水平位移 | ★ | ★ | ☆ |
| 5 | 倾斜 | ★ | — | — |
| 6 | 土体分层沉降 | ☆ | ☆ | ☆ |
| 7 | 地表水平位移 | ★ | ★ | ☆ |
| 8 | 水位 | ☆ | ☆ | ☆ |
| 9 | 土压力与基底压力 | ☆ | ☆ | ☆ |
| 10 | 波浪力 | ☆ | — | — |
| 11 | 流速 | ☆ | ☆ | — |

注:①表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目;

②斜坡堤采用爆破挤淤施工工艺时,表中的应测项目改为选测项目,具体监控项目根据工程的实际情况确定;

③高边坡、深厚软土条件下,深层水平位移为应测。

11.1.3 防波堤工程施工监控的测点布置应符合下列规定。

11.1.3.1 结构水平位移监测点宜布置在顶面和坡脚处,监测断面间距宜为 50m ~ 100m。

11.1.3.2 地表竖向位移监测点应布置在断面中心、两侧平台及坡脚处,监测断面间距宜为 100m ~ 300m。

11.1.3.3 孔隙水压力和水位监测点应布置在断面中心处,监测断面间距宜为 200m ~ 400m。孔隙水压力垂直向测点宜按土层布置,每层不应少于 1 个点,当土层较厚时,宜适当增加测点;水位管的埋设深度应低于最低水位不少于 3m。

11.1.3.4 深层水平位移和地表水平位移监测点应布置在两侧坡脚处,监测断面间距宜为 100m ~ 300m。测斜管埋设进入相对稳定层不应少于 2m。

11.1.3.5 倾斜监测点可布置在直立面,监测断面间距宜为 50m ~ 100m。

11.1.3.6 土体分层沉降监测点应布置在断面中心处,监测断面间距宜为 200m ~

400m,垂直向测点宜布置在土层的分层面上,每层不应少于1个点,当土层较厚时,宜适当增加测点。

11.1.3.7 土压力与基底压力监测点应布置在防波堤、护岸的断面中心处,监测断面间距宜为300m~600m,垂直向测点宜按土层布置,每层不应少于1个点,当土层较厚时,宜适当增加测点。

11.1.3.8 波浪力测点可布置在临水面,监测断面间距宜为300m~600m。

11.1.3.9 流速监测点宜布置在防波堤、护岸施工影响范围外的水域,宜布置1个~3个测点。

11.1.4 岸坡工程监控的测点布置应符合下列规定。

11.1.4.1 地表沉降、土体分层沉降、地表水平位移、深层水平位移、孔隙水压力、地下水位、土压力与基底压力等测点可布置在岸坡的坡顶和坡脚处,监测断面间距宜为20m~100m,且不应少于3个。

11.1.4.2 复杂工况条件下,地表水平位移、深层水平位移监测宜采用双向观测。

11.1.4.3 孔隙水压力垂直向测点间距宜为1m~3m,在软弱土层宜取小值。

11.1.4.4 土体分层沉降垂直向测点间距宜为1m~3m,宜布置在土层的分层面上,每层不应少于1个点。

11.1.5 防波堤、护岸和岸坡的施工对周边建筑物有影响时,应对周边建筑物进行地表沉降、倾斜、地面裂缝等监控。

11.1.6 采用爆破挤淤成堤或振动对周边环境有不利影响时,宜进行振动速度和加速度监测,测点间距宜为30m~50m。

11.1.7 已建成的防波堤、护岸和岸坡受到坡前开挖、后方堆载等施工影响时,应对防波堤、护岸和岸坡进行地表沉降、结构水平位移和深层水平位移监控。

11.1.8 防波堤、护岸和岸坡工程监控频率应符合下列规定。

11.1.8.1 防波堤、护岸和岸坡施工时应每天观测1次,间歇期宜每2d~3d观测1次。

11.1.8.2 出现异常情况或接近预警值时,应加密观测。

11.2 预警控制

11.2.1 防波堤、护岸和岸坡工程施工时,预警值应符合下列规定。

11.2.1.1 水平位移速率不应大于4mm/d。

11.2.1.2 设置竖向排水体的地基,沉降速率不应大于15mm/d,天然地基沉降速率不应大于10mm/d。当加固的地基土为深厚软土时,预警值可适当放宽,但不应大于20mm/d。

11.2.1.3 孔隙水压力增量与荷载增量之比不应大于0.50。

11.2.2 防波堤、护岸和岸坡的施工对周边建筑物有影响时,应根据建筑物的类型、重要性、规模等确定周边环境影响监控预警值。

12 船厂水工建筑物

12.1 一般规定

12.1.1 船厂水工建筑物施工监控应包括围堰施工与拆除监控、基坑开挖与围护施工监控、地基处理施工监控、桩基工程施工监控、船坞与船台滑道主体工程等施工监控。

12.1.2 船厂水工建筑物地基处理施工监控应符合第4章的有关规定,基坑开挖与围护施工监控应符合第5章的有关规定,桩基工程施工监控应符合第6章的有关规定。

12.1.3 船厂水工建筑物施工监控应进行倾斜、裂缝、坍塌、滑移、错动、隆起、冒水、管涌、流沙、渗漏、淤积或冲刷等项目巡视检查,发现异常时,加密监测频率。

12.1.4 沉降、位移、变形、渗流、压力、应力等测点宜布置在同一监测断面。

12.2 围堰施工监控项目

12.2.1 围堰工程施工监控重点应包括整体稳定性、结构强度、渗透稳定性、渗流量、迎水面护坡稳定性、施工对周边建筑物影响的监控。

12.2.2 围堰施工监控项目确定时应综合考虑保护对象重要性、失事后果严重性、围堰水头、围堰高度、工程地质条件及围堰结构形式等因素。

12.2.3 围堰施工监控项目应根据围堰结构形式按表12.2.3确定。

表 12.2.3 围堰施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | 围堰结构形式 | | |
|----|------------|--------|--------|-------|
| | | 土石围堰 | 双排板桩围堰 | 沉箱式围堰 |
| 1 | 堰体竖向位移 | ★ | ★ | ★ |
| 2 | 堰体水平位移 | ★ | ★ | ★ |
| 3 | 堰体倾斜 | — | ★ | ★ |
| 4 | 深层水平位移 | ★ | ★ | ☆ |
| 5 | 结构内力、应力 | — | ★ | — |
| 6 | 孔隙水压力、渗透压力 | ☆ | ☆ | ☆ |
| 7 | 围堰渗流量 | ★ | ★ | ★ |
| 8 | 水下护坡稳定性 | ☆ | ☆ | ☆ |

注:表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目。

12.2.4 堰体竖向位移和水平位移监测纵断面应根据围堰结构形式、工程地质条件确定。土石围堰应在堰顶的两侧布置1条~2条,内侧边坡宜布置1条~2条,外侧迎水坡面应做定期扫测;双排钢板桩围堰应在两侧钢板桩顶、填料中线各布置1条;沉箱式围堰应在

墙顶两侧角点布置 2 条。软土地基上的围堰或接近坞口基坑的部位应在内侧地表布置 1 条~2 条。

12.2.5 堰体竖向位移和水平位移监测横断面应根据堰体高度、工程地质条件、结构断面变化情况确定,间距宜为 20m~50m,每边横断面不宜少于 3 个。

12.2.6 堰基深层水平位移监测点应根据围堰结构形式确定。土石围堰应布置在堰体顶中轴线或中轴线内侧、内侧坡面,双排板桩围堰应布置在两侧钢板桩体上,沉箱式围堰应布置在内侧墙;间距宜为 40m~100m,每边监测点数量不应少于 2 个。软土地基上的围堰或接近坞口基坑的部位应适当增加监测点。

12.2.7 当测斜管埋设在钢板桩上,测斜管埋设深度不宜小于钢板桩的深度;当测斜管埋设在土体中,测斜管埋设深度不宜小于围堰高度的 1.5 倍。测斜管进入相对稳定层不应少于 2.0m。

12.2.8 双排板桩围堰钢拉杆应力监测点应布置在拉力较大且有代表性的位置,监测点不宜少于拉杆总数的 1%~3%,每个隔仓内不应少于 1 根,每根拉杆监测点宜布置在拉杆长度 1/3 处。各层拉杆测点在垂直向上宜保持一致。

12.2.9 堰体、堰基、绕堰渗透压力监测点应根据围堰结构形式、防渗和排水形式、工程地质条件和渗流特征等确定,监测断面不宜少于 3 个,宜每天观测 1 次。

12.2.10 堰体、堰基、绕堰渗流以及导渗的渗流量宜在导渗沟出口或排水沟内设置水堰进行监测,每天观测 1 次。

12.2.11 围堰采用爆破法拆除时,应对爆破施工安全以及爆破对船厂水工建筑物、周边环境的影响进行振动速度、振动加速度实时跟踪观测。

12.2.12 有防汛、防台要求的围堰、临水基坑等应进行度汛、度台安全监控,水位、风速、波高、流速等环境量监测,每天宜观测 2 次~4 次。

12.2.13 围堰外侧水下护坡或抛填压坡棱体冲刷量宜 1d~7d 观测 1 次。

12.2.14 围堰的沉降、位移、倾斜、结构应力在堰内抽水时宜每天观测 1 次,坞口基坑开挖时宜每天观测 1 次~2 次,变形趋于稳定后宜 2d~7d 观测 1 次。

12.3 干船坞施工监控项目

12.3.1 船坞工程施工监控重点应包括坞室、坞口、水泵房、翼墙、护岸的整体稳定性、结构强度、渗透稳定性,以及施工对周边建筑物影响的监控。

12.3.2 坞室监控项目应根据工程重要性、工程地质条件、坞墙高度和坞室结构形式等因素综合考虑。

12.3.3 坞室监控项目应根据坞室结构形式按表 12.3.3 确定。

12.3.4 坞墙竖向位移和水平位移监测点宜布置在两侧坞墙中心、地基软弱、地质条件复杂和有代表性的结构横断面处,扶壁式结构、格形地下连续墙监测断面宜布置在肋板或横墙之间。横断面间距不宜大于 20m,每个结构段不应少于 1 个断面。

12.3.5 坞墙深层水平位移监测点间距宜为 20m~50m,每侧坞墙监测断面不宜少于 2 个。

表 12.3.3 坞室施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | 分离式坞室 | | | | 整体式坞室 | | |
|----|----------------|-----------|---------|------------|------|-------|----|----|
| | | 坞墙 | | | | 底板 | 坞墙 | 底板 |
| | | 重力式、低桩承台式 | 衬砌式、混合式 | 板桩式、高桩前板桩式 | 半重力式 | | | |
| 1 | 结构和地表竖向位移 | ★ | ☆ | ★ | ★ | ☆ | ★ | ★ |
| 2 | 结构和地表水平位移、结构倾斜 | ★ | ★ | ★ | ★ | — | ★ | — |
| 3 | 坞墙深层水平位移 | ☆ | — | ☆ | ☆ | — | ☆ | — |
| 4 | 结构内力、应力 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |
| 5 | 拉杆、锚杆、锚索、锚桩应力 | — | ☆ | ☆ | — | ☆ | — | ☆ |
| 6 | 混凝土温度 | ☆ | ☆ | — | — | ☆ | ☆ | ★ |
| 7 | 孔隙水压力、渗透压力、扬压力 | ☆ | ★ | ☆ | ☆ | ★ | ☆ | ★ |
| 8 | 地下水位 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | — | ☆ | — |

注:①表中“★”为应测项目,“☆”为选测项目;

②底板设置闭合块的整体式坞室,闭合块施工前参照分离式坞墙确定监控项目。

12.3.6 坞墙的应力监测点应根据坞墙结构形式、工程地质条件等确定,每侧坞墙不宜少于2个监测断面。

12.3.7 坞室渗透压力、扬压力、地下水位监测点应根据坞墙结构形式、工程地质条件和渗流控制措施等确定,横向监测断面不宜少于3个,监测点布置和监测频率可参照第5章有关规定。

12.3.8 坞口监控项目应根据工程重要性、工程地质条件、门墩高度和坞口结构形式等因素综合考虑。

12.3.9 坞口监控项目应根据坞口结构形式按表12.3.9确定。

表 12.3.9 坞口施工监控项目

| 序号 | 监控项目 | 分离式坞口 | | | 整体式坞口 | | |
|----|----------------|---------|-----|-----|-------|----|----|
| | | 门墩 | | | 底板 | 门墩 | 底板 |
| | | 实体式、空箱式 | 板桩式 | 沉井式 | | | |
| 1 | 结构和地表竖向位移 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 2 | 结构和地表水平位移、结构倾斜 | ★ | ★ | ★ | — | ★ | — |
| 3 | 门墩深层水平位移 | ☆ | ☆ | ☆ | — | ☆ | — |
| 4 | 结构内力、应力 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ |
| 5 | 拉杆、锚杆、锚索、锚桩应力 | — | ☆ | — | ☆ | — | ☆ |
| 6 | 混凝土温度 | ★ | — | — | ★ | ★ | ★ |
| 7 | 孔隙水压力、渗透压力、扬压力 | ☆ | ☆ | ☆ | ★ | ☆ | ★ |

续表 12.3.9

| 序号 | 监控项目 | 分离式坞口 | | | 整体式坞口 | | |
|----|------|---------|-----|-----|-------|----|----|
| | | 门墩 | | | 底板 | 门墩 | 底板 |
| | | 实体式、空箱式 | 板桩式 | 沉井式 | | | |
| 8 | 地下水位 | ☆ | ☆ | ☆ | — | ★ | — |
| 9 | 渗流量 | ☆ | ☆ | ☆ | ☆ | — | — |

注：①表中“★”为应测项目，“☆”为选测项目；

②整体式坞口形成整体前，参照分离式坞口确定监控项目。

12.3.10 坞口竖向位移和水平位移宜在坞口外侧、内侧分别布设监测横断面。监测点宜布置在门墩顶部四个角点处、闭合块两侧和底板的 1/2 跨度、1/4 跨度处。利用坞门挡水干地施工坞室时，应监测坞口的纵向位移。

12.3.11 坞口门墩的深层水平位移监测横断面不宜少于 1 个，测点的横向、竖向位置应根据门墩结构形式、工程地质条件等确定。

12.3.12 坞口结构应力监测点应根据结构形式、受力特点、设计要求等，布置在底板、门墩、廊道等部位。

12.3.13 坞口渗透压力、扬压力监测点应根据坞口尺度、结构形式、施工方法、工程地质条件和渗流控制措施等确定。横向监测断面不宜少于 3 个，纵向监测断面不宜少于 5 个。监测点宜布设在坞口基底四周、防渗墙两侧、门墩内侧、底板分块中心等位置，宜每天观测 1 次。

12.3.14 坞口地下水位监测点宜布置在门墩外侧，每侧不宜少于 3 个。坞口渗流量监测点布置应与围堰渗流量监测综合考虑。地下水位、渗流量宜每天观测 1 次。

12.3.15 船坞的拉杆、锚杆、锚索、锚桩的应力监测点应布置在受力较大且有代表性的位置，监测点宜为拉杆总数的 1% ~ 3%。

12.3.16 船坞大体积混凝土温度和温度应力监测点宜布置在结构的表层、中心和底部，监测频率应符合现行行业标准《水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规程》(JTS 202—1) 的有关规定。

12.3.17 在土基上，船坞施工对周边环境影响范围宜为 3 倍结构高度或基坑深度，监测点的数量和布置应符合第 5 章有关规定。在岩基上，船坞施工对周边环境影响范围宜为 1 倍 ~ 2 倍结构高度或基坑深度，周边有对船坞安全影响显著的滑坡体、高边坡时应进行专项监测。

12.3.18 浮箱式船坞施工时应进行下水、浮游、定位下沉稳定性监控，可按第 7 章沉箱浮运施工监控的有关规定执行。

12.3.19 船坞翼墙、护岸施工监测可按有关分离式坞墙的规定执行。

12.3.20 船坞坞门施工监控应按第 8 章金属结构的有关规定执行。

12.3.21 船坞坞墙、门墩内侧开挖、或外侧回填时，沉降、位移、倾斜、结构应力宜每天观测 1 次 ~ 2 次，分离式结构的底板施工结束后宜 2d ~ 5d 观测 1 次，变形趋于稳定后宜 2d ~ 7d 观测 1 次。

12.4 船台滑道施工监控项目

12.4.1 船台滑道工程施工监控重点应包括临时围堰、岸坡、船台滑道的地基基础、板梁结构、挡土结构等施工监控。斜船台闸门段的监控项目、监测点数量和布置可按第 12.3 节有关坞口的规定执行。

12.4.2 船台滑道施工监控项目应根据工程重要性、工程地质条件、船台滑道结构形式等因素综合考虑。

12.4.3 船台滑道施工监控项目应根据船台滑道类型按表 12.4.3 确定。

表 12.4.3 船台滑道施工监控项目

| 序 号 | 监 控 项 目 | | 船台滑道类型 | |
|-----|---------|------|--------|---------|
| | | | 实体式 | 架空式、混合式 |
| 1 | 岸坡 | 竖向位移 | ★ | ★ |
| | | 水平位移 | ★ | ★ |
| 2 | 重力式支墩 | 竖向位移 | — | ★ |
| | | 水平位移 | — | ★ |
| 3 | 挡土结构 | 竖向位移 | ★ | ★ |
| | | 水平位移 | ★ | ★ |
| 4 | 板梁结构 | 应力 | ☆ | ☆ |

注：表中“★”为应测项目，“☆”为选测项目。

12.4.4 岸坡、挡土结构施工监控宜间隔 50m 设置一个监控断面，岸坡每个监控断面应布置不少于 3 个观测点，分别位于坡顶、坡身和坡脚处；挡土结构应在顶部布置 1 个观测点。施工期宜每天观测 1 次。

12.4.5 每个重力式支墩顶部应布置不少于 2 个观测点；板梁结构应在每一跨设置 2 个监控断面，每个断面布置 2 个观测点。施工期宜每天观测 1 次。

12.5 预警控制

12.5.1 施工过程中地基稳定性预警值的设定应符合下列规定。

12.5.1.1 地基水平位移速率不应大于 5mm/d。

12.5.1.2 地基竖向位移速率不应大于 10mm/d，对于深厚软土地基、砂性土地基、或设置竖向排水体的地基，竖向位移速率控制标准可适当放宽。

12.5.1.3 地基孔隙水压力增量与荷载增量之比不应大于 0.5。

12.5.2 当施工采用临时支护结构时，预警值应符合第 5 章的有关规定。坞墙、坞口门墩兼作为临时围护结构时，可按第 5 章一级基坑支护结构预警值的有关规定执行。

12.5.3 围堰侧向位移预警值应根据结构形式、土质特征、设计要求及当地经验等因素确定，当无当地经验时，可按表 12.5.3 确定。

表 12.5.3 围堰侧向位移预警值

| $H \geq 7m$ | | | $H < 7m$ | | |
|-------------|------------------------|----------------|----------|------------------------|----------------|
| 累计值 | | 变化速率 (mm/d) | 累计值 | | 变化速率 (mm/d) |
| 绝对值(mm) | 相对值 | | 绝对值(mm) | 相对值 | |
| 40 ~ 60 | $0.4\% H \sim 0.7\% H$ | 2 ~ 3 | 70 ~ 85 | $0.6\% H \sim 0.8\% H$ | 4 ~ 6 |

注:① H 为围堰高度,单位为m;

②累计值取绝对值和相对值两者的小值;

③当监测项目的变化速率达到表中规定值或连续3d超过该值的70%时报警;

④表中预警值,土石围堰取小值,钢板桩围堰取大值,沉箱式围堰按小值50%取用。

12.5.4 坞室、坞口等水工结构预警值应符合下列规定:

- (1)水工结构位移、倾斜、挠度预警值取设计值的80%;
- (2)水工结构内力、应力预警值取设计值的70%~80%;
- (3)拉杆、锚杆、锚索、锚桩内力、应力预警值取设计值的70%。

12.5.5 爆破拆除、开挖施工引起周边建筑物的振动速度监控应满足设计要求,当无相关设计要求时,应符合现行行业标准《水运工程爆破技术规范》(JTS 204)的有关规定。

12.5.6 大体积混凝土监控预警值应符合现行行业标准《水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规程》(JTS 202—1)的有关规定。

12.5.7 船厂水工建筑物施工对周边建筑物有影响时,应根据建筑物的类型、等级、规模等确定周边环境的影响监控预警值。

13 监控报告

13.1 一般规定

- 13.1.1 监控单位应根据施工进度情况和阶段监测成果,提供周期性报告、阶段性报告、总报告。
- 13.1.2 监控报告中提供的数据、图表应客观、真实、准确。
- 13.1.3 监控报告应包括工程概述、监控项目、监测点布置、监测成果、成果分析、结论、建议、附图表等内容。
- 13.1.4 监控报告应进行组卷、归档。

13.2 监控资料整理与分析

- 13.2.1 每次观测后应及时对监控资料进行整理、分析和校对,监测数据出现异常时,应分析原因,必要时应进行现场核对或复测。
- 13.2.2 监测数据应及时计算累积变化值、变化速率值,并绘制时程曲线,必要时绘制断面曲线图、等值线图,并应根据施工工况、地质条件和环境条件下分析监测数据变化原因和变化规律,预测其发展趋势,并做出预报,指导下一步施工。
- 13.2.3 数据处理、成果图表及分析资料应完整、清晰。监测数据的处理与信息反馈宜利用监测数据处理与信息管理系统专业软件或平台,其功能和参数应符合本规程的相关规定,并宜具备数据采集、处理、分析、查询和管理一体化以及监测成果可视化的功能。
- 13.2.4 监测单位应及时提交报表,当观测值达到预警值时,应及时发出报警通知。

13.3 周期性报告和阶段性报告

- 13.3.1 周期性、阶段性监控报告编号应具有唯一性,报告应主要包括下列内容:
- (1) 监测时间内的天气、潮位、风、浪、流等情况和施工现场的工况;
 - (2) 监测仪器埋设情况,监测点布置和监测仪器破坏受损情况;
 - (3) 巡视检查情况;
 - (4) 实测各项监控项目的本次测试值、单次变化值、变化速率、累计变化值等,绘制监控项目随时间、空间的变化曲线图;
 - (5) 标示达到或超过监控预警值观测点位置;
 - (6) 巡视检查发现异常情况的详细描述,并给出分析和建议;
 - (7) 对监控项目的正常或异常情况的判断,并综合各项监控成果对施工的安全状态给出判断性结论;

(8)根据监控成果对施工进行分析,并给出下一步施工合理建议。

13.3.2 周期性、阶段性监控报告应有报告编写人员、监控项目负责人、审核人签名。

13.3.3 周期性、阶段性监控报告应及时提交。

13.4 预警报告

13.4.1 当监控数据达到或超过预警值时,应及时发出预警并加密观测,分析原因。

13.4.2 当监控数据达到或超过预警值时,监控单位应及时通知参建各方,及时上报监控数据,并在24h内提交分析报告。

13.4.3 设计、施工和监测单位应结合施工工况、天气情况、周边环境变化、设计要求等对监控数据进行综合分析,判断是否危及工程安全,必要时及时采取相应的工程措施。

13.5 总报告

13.5.1 监控总报告编号应具有唯一性,报告应主要包括下列内容:

(1)工程概况,对工程建设背景、工程地理位置、工程地质和水文地质条件、周边环境等进行简要介绍;

(2)监控依据,监控过程中所依据和执行的主要文件、技术标准等;

(3)监控项目,开展的监控项目和各监控项目的数量;

(4)观测点布置,所有观测点的布置情况;

(5)观测设备与观测方法,所采用观测设备和各监控项目所采用的观测方法;

(6)监控频率及预警值,各项监控项目所采用的监控频率和监控项目所设置的预警值;

(7)监控成果分析,各项监控项目全过程的发展变化分析和整体评述,并绘制成相关图表曲线;

(8)结论及建议,整个施工过程中的整体安全性判定和基于施工监控成果提出的施工建议;

(9)监控成果数据和相关图表文件。

13.5.2 总报告应有报告编写人员、工程负责人、审核人、技术负责人签名,并加盖监控报告专用章。

13.5.3 监控项目完成后,现场监控原始记录、监控日报、监控周期性报告、监控阶段性报告、总结报告等应及时存档。

附录 A 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. 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)
2. 《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497)
3. 《建筑工程容许振动标准》(GB 50868)
4. 《起重机械安全规程 第1部分:总则》(GB 6067.1)
5. 《起重机设计规范》(GB/T 3811)
6. 《水运工程地基基础试验检测技术规程》(JTS 237)
7. 《水利水电工程围堰设计规范》(SL 645)
8. 《水运工程爆破技术规范》(JTS 204)
9. 《水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规程》(JTS 202-1)

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:中交四航工程研究院有限公司

中交天津港湾工程研究院有限公司

参编单位:中交第四航务工程局有限公司

中交第一航务工程局有限公司

中交第三航务工程局有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司

中交上海航道勘察设计研究院有限公司

长江航道局

南京水利科学研究院

大连理工大学

河海大学

重庆交通大学

天津大学

湖南湘江航运建设开发有限公司

天津港湾工程质量检测中心有限公司

广州港湾工程质量检测有限公司

主要起草人:董志良(中交四航工程研究院有限公司)

王友元(中交第四航务工程局有限公司)

杨京方(中交天津港湾工程研究院有限公司)

李 燕(中交四航工程研究院有限公司)

(以下按姓氏笔画为序)

马兴华(中交上海航道勘察设计研究院有限公司)

王元战(天津大学)

王 华(中交第三航务工程局有限公司)

王官平(长江航道局)

司炳君(大连理工大学)

吕 黄(中交第四航务工程局有限公司)

刘亚平(中交第一航务工程局有限公司)
刘爱民(中交天津港湾工程研究院有限公司)
苏林王(中交四航工程研究院有限公司)
何良德(河海大学)
李中华(南京水利科学研究院)
李 君(南京水利科学研究院)
杨锡安(湖南湘江航运建设开发有限公司)
张功新(中交四航工程研究院有限公司)
陈 达(河海大学)
林佑高(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)
周世良(重庆交通大学)
罗 彦(中交第四航务工程局有限公司)
胡亚安(南京水利科学研究院)
胡利文(广州港湾工程质量检测有限公司)
胡 珩(中交四航工程研究院有限公司)
赵 娟(广州港湾工程质量检测有限公司)
徐志峰(南京水利科学研究院)
黄东海(中交上海航道勘察设计研究院有限公司)
黄建红(南京水利科学研究院)
喻志发(天津港湾工程质量检测中心有限公司)

主要审查人:赵冲久、徐 光

(以下按姓氏笔画为序)

仇伯强、叶国良、吕卫清、李国祥、麦远俭、吴 锋、周国然、
施志勇、徐元锡、黄 勇、黄宏宝、曹胜敏、解曼莹、翟世鸿、
魏宏大

总校人员:郑清秀、刘国辉、李荣庆、吴敦龙、刘连生、董 方、檀会春、
董志良、李 燕、周红星

管理组人员:李 燕(中交四航工程研究院有限公司)
周红星(中交四航工程研究院有限公司)
赵 娟(中交四航工程研究院有限公司)

中华人民共和国行业标准

水运工程施工监控技术规程

JTS/T 234—2020

条文说明

目 次

| | | |
|-----------|----------------|------|
| 1 | 总则 | (55) |
| 3 | 基本规定 | (56) |
| 4 | 地基处理 | (57) |
| 4.2 | 监控项目 | (57) |
| 4.3 | 预警控制 | (58) |
| 5 | 基坑工程 | (59) |
| 5.2 | 监控项目 | (59) |
| 5.3 | 预警控制 | (60) |
| 6 | 桩基工程 | (61) |
| 6.1 | 一般规定 | (61) |
| 6.2 | 监控项目 | (61) |
| 6.3 | 预警控制 | (61) |
| 7 | 码头工程 | (63) |
| 7.2 | 高桩码头监控项目 | (63) |
| 7.3 | 重力式码头监控项目 | (63) |
| 7.4 | 板桩码头监控项目 | (63) |
| 7.5 | 斜坡码头监控项目 | (63) |
| 7.6 | 浮码头监控项目 | (63) |
| 7.7 | 码头钢结构监控项目 | (63) |
| 7.8 | 预警控制 | (64) |
| 8 | 通航建筑物 | (65) |
| 8.1 | 一般规定 | (65) |
| 8.2 | 监控项目 | (65) |
| 8.3 | 预警控制 | (66) |
| 9 | 航道整治建筑物 | (67) |
| 9.2 | 监控项目 | (67) |
| 9.3 | 预警控制 | (67) |
| 10 | 疏浚与吹填 | (68) |
| 10.1 | 一般规定 | (68) |
| 10.2 | 监控项目 | (68) |
| 10.3 | 预警控制 | (69) |

| | | |
|-----------|--------------------|------|
| 11 | 防波堤、护岸和岸坡工程 | (70) |
| 11.1 | 监控项目 | (70) |
| 11.2 | 预警控制 | (70) |
| 12 | 船厂水工建筑物 | (71) |
| 12.1 | 一般规定 | (71) |
| 12.2 | 围堰施工监控项目 | (71) |
| 12.3 | 干船坞施工监控项目 | (71) |
| 12.5 | 预警控制 | (71) |
| 13 | 监控报告 | (72) |
| 13.1 | 一般规定 | (72) |
| 13.2 | 监控资料整理与分析 | (72) |
| 13.3 | 周期性报告和阶段性报告 | (72) |
| 13.4 | 预警报告 | (72) |

1 总 则

1.0.1 本规程水运工程施工监控对象包括：地基处理、基坑工程、桩基工程、码头工程、通航建筑物、航道整治建筑物、疏浚与吹填、防波堤、护岸和岸坡工程、船厂水工建筑物。

3 基本规定

3.0.1 考虑到水运工程施工监控的重要性,因此规定了水运工程对于重要建筑物需要进行施工监控设计,并对监控设计提出了要求。

3.0.3 日常巡视是施工监控工作的重要组成部分,仪器监控点的位置是固定的,有时不能全面反映工程的全貌,因此需要进行日常巡视工作。

3.0.4 工程施工需要定时监控以便获得整个施工过程的详尽资料,因此,条文推荐采用定时监控。当工程已有危险征兆时,实时跟踪是为了及时获取信息,以便快速处理安全隐患。

3.0.9 施工监控是一个长期的过程,短则数月,长则数年,监测仪器的耐久性、长期稳定性是施工监控可持续的基础,直接影响到施工监控成果的质量。

4 地基处理

4.2 监控项目

4.2.1 施工监控项目是通过对我国大量水运工程建设实践调研基础上,结合现行的有关规范,考虑了我国目前地基处理监控技术水平后提出的,是对我国现有监控技术水平的经验总结,符合我国水运工程发展的实际需要,有较强的可操作性。施工监控项目的选择应与地基处理方法、工程重要性、建设规模等相适应,盲目追求监控项目内容和数量并不是施工监控的目的,施工监控力求做到“兼顾全面、突出重点”。

本规程所列出 10 项监测项目,主要围绕着应力、变形开展相关监控。参考了《港口工程地基规范》(JTS 147—1—2010)、《真空预压加固软土地基技术规程》(JTS 147—2—2009)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)等有关规定。同时大量工程实践表明:边桩位移测量精度受到多种因素影响,同时仅以地表的水平位移来判断地基变形情况也有失偏颇,相对于边桩位移,深层水平位移则更全面,更准确,将深层水平位移确定为“应测”,根据地基处理方法地表水平位移确定为“应测”或“选测”。地基处理过程中的水平变形和竖向位移是相辅相成的,是从两个方向对应力作用的体现,是一个相互验证的过程,同时开展地表沉降监测,能够提高监测数据的有效性和准确度,因此,将地表竖向位移确定为“应测”。孔隙水压力的变化是对土体内部有效应力转化的反应,是土体受力机理的本质体现,对于准确把握加载安全控制作用更加明显,对于排水固结法将其确定为“应测”。

4.2.2 我国正在步入资源节约型、环境友好型社会,地基处理过程中环境问题也愈发突出,尤其是施工对周边环境的影响越来越受到社会各界的关注,大量的工程实践表明:地基处理施工一定程度上会对周边建筑物、地下管线、道路等产生不利的影 响,轻则会产生墙体、路面裂纹,重则会产生管道断裂、路面开裂,甚至出现建筑物倾斜等严重事故。而目前就地基处理对周边环境的影响程度尚没有明确的界定标准,本条监控项目是根据大量工程实践经验总结确定的。

4.2.3 测斜仪测出的是相对位移,位移量是管顶点相对于测斜管底的位移量,要实现位移量与地基变形的绝对位移量相吻合,就必须保证测斜管底是绝对不动的,而不同土体在地基处理过程中变形特性是有差异的,软土层的变形量较大,会影响到测斜数据的准确性,所以要求测斜管埋设进入相对稳定层不少于 2m。

孔隙水压力的变化是对加载作用下土体内部超静孔隙水压力产生、消散过程的反应,是对有效应力变化的一种体现,对于控制加载速度、判断土体固结度及土体强度增长情况都有着十分重要的作用,孔隙水压力监测点应布置在对控制加载安全起到关键性作用,或

有代表性的部位。

地下水位反映的是加固区内所测土体附近区域水位变化,基本反映测段孔隙水压力平均值。由于孔隙水压力只反映点的特性,与测点处土体总应力与变形有关,因此测值变化较大,地下水位则反映平均特性,测值相对稳定,与孔隙水压力观测互为补充。

土体分层沉降监测是对地表沉降监测的补充,利用分层沉降可以准确得到各土层的变形压缩情况,以便分析各土层的固结情况,方便准确掌握主要处理土层所处状态是否达到预期的效果。

4.2.4 对周边环境影响监控主要是为保护周边环境,避免或减少地基处理施工对周边环境的过度影响,监控的出发点和落脚点还在于周边环境本身,监测点布置在建筑物的角点、中点或柱上以及其他有代表性的部位,对于管线,一般布置在管线的节点、转角点和变形曲率较大的部位,是因为这些位置对外部条件变化比较敏感。

地基处理施工会对周边环境产生一定的影响,其影响范围因采用处理方法不同有所差异,目前尚没有明确的标准来界定安全影响距离,大量的工程实践表明:对于真空预压法,平面距离在3倍以上的设计加固深度范围之外的周边建筑物、管线、路面等受到地基处理施工影响是有限的,不会对建筑物、管线、路面本身产生破坏性作用,因此确定对平面距离在2倍~3倍的处理深度范围以内的建筑物、管线、路面采取必要的监控措施。

4.2.5 由于加固区内水位变化受潮位变化影响较小,或变化较缓,而加固区外水位变化较明显,这样退潮期在加固区内外形成了一定的水压差,极易诱发失稳破坏,因此规定加密观测。

4.2.6 强夯施工的孔隙水压力监测主要是为强夯施工的间歇时间提供依据,因此规定监测点在加固区内均匀布置,而垂直向布置,主要是为判断强夯施工有效加固深度提供依据。

4.3 预警控制

4.3.2 本条根据行业标准《水运工程地基设计规范》(JTS 147—2017)有关规定确定。

4.3.4 本条依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)的有关规定确定。

4.3.5 本条参考的国家现行标准主要包括《建筑工程容许振动标准》(GB 50686—2013)、《水运工程爆破技术规范》(JTS 204—2008)、《爆破安全规程》(GB 6722—2011)、《土方与爆破工程施工及验收规范》(GB 50201—2012)。

5 基坑工程

5.2 监控项目

5.2.1 本条监测控项目基本依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)、建筑行业标准《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)等相关规定确定。同时考虑到水运工程中船坞工程、通航建筑物等基本位于沿海、沿江的岸边,水位变化对基坑稳定性影响较大,水位、潮位每天都在不断地变化,为此特别增加了扬压力监测项目。

基坑安全等级的划分根据建筑行业标准《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)的有关规定确定。

5.2.2 本条依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)相关规定确定。

5.2.3 一般基坑每边的中部、阳角处变形较大,所以中部、阳角处需要布置测点,关键部位需要适当加密。

围护墙或土体深层水平位移是观测基坑围护体系变形最直接的手段,监测点需要布置在基坑平面上挠曲计算值最大的位置。一般情况下基坑每侧中部、阳角处的变形较大,因此该处需要设监测点。

立柱的竖向位移对支撑轴力的影响很大,有工程实践表明:立柱沉降 20mm ~ 30mm,支撑轴力会增加约 1 倍,因此对支撑体系需要加强立柱的位移监测。

围护墙内力监测点布置在受力、变形较大且具有代表性的部位,是指围护墙弯矩弯矩极值的部位,平面上选择在围护墙相邻两支撑(锚杆、土钉)的跨中部位、开挖深度较大以及地面堆载较大的部位,这些部分风险较大,是变形较大的位置。

支撑内力监测点的位置是通过支护结构计算确定的,监测截面通常选择在轴力较大杆件上受剪力影响小的部位,对于钢筋混凝土支撑和钢支撑内力监测点布置在支撑长度的 1/3 部位;5.2.3.5 款第 3 项和第 5 项是指:钢管支撑采用反力计测试时,监测点布置在支撑端头;采用表面应变计测试时,布置在支撑长度的 1/3 部位。

围护墙侧向土压力监测点布置规定,能够使监测数据之间相互验证,便于对监测项目的综合分析。

5.2.4 本条依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)相关规定确定。

5.2.5 施工监控的根本目的就是发现施工过程中存在的问题,修正设计,减小施工安全风险,而监控频率就需要满足能够在施工过程中及时发现问题以及监控对象所发生的重要变化的要求,抓住重要变化时刻,从而为实现即时报警,及时处理提供可能。

基坑类别、基坑和地下结构的不同施工阶段以及周边环境、自然条件的变化等是确定监控频率考虑的主要因素。基坑监控频率不是一成不变的,根据基坑开挖和结构的施工进度、施工工况以及其他外部环境影响因素的变化及时作出调整,当出现异常或有危险事故征兆时,及时调整监控频率,抓住重要变化时刻的要求,提高确保基坑施工安全。基坑监控频率要求主要依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)相关规定确定。

5.3 预警控制

5.3.1 施工监控预警值是监控工作的实施前提,是监控期间对基坑工程正常、异常和危险三种状态进行判断的重要依据,因此规定基坑工程监控应设置预警值。

5.3.2 监控预警值设置的合理与否直接关系到施工监控的质量,虽然预警值是综合了设计计算结果、类似工程经验、本地区的经验等多种方法确定的,但仍可能有所不足,为了减少施工风险,提高监控的有效性,以及借鉴现行其他行业规范的办法,确定采用累计变化量和变化速率值共同控制的方法,该方法也是工程实践中采用最多的方法,取得了较好工程应用效果。累计变化量反映的是监测对象即时状态与危险状态的关系,而变化速率反映的是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。

5.3.3 考虑到水运工程和建筑基坑采用的支护形式和结构本身差异不大。同时,建筑基坑工程案例较多,相关规范使用多年,效果显著。因此,基坑支护结构监控预警值依据国家《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)相关规定确定。

5.3.4 基坑施工对周边环境的影响,主要与周边地下管线、建筑物自身对沉降、位移的敏感性和承受能力有关,与基坑重要性等级和支护结构形式无关,因此,本条依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2019)相关规定确定。

6 桩基工程

6.1 一般规定

6.1.2 可打性分析是指对特定场地土层条件下施工到设计高程所采用的施工工艺和配备合理性的一种分析计算,有利于确定更加合理的桩基设计参数、施工设备、施工工艺和停锤标准等。

6.2 监控项目

6.2.1 桩基施工监控项目分类是结合成桩工艺进行划分,包括打入桩、灌注桩和嵌岩桩三种。其中嵌岩桩施工涉及沉桩、稳桩、成孔、混凝土浇筑等施工工序,并符合打入桩和灌注桩的施工规定,因此嵌岩桩的施工监控项目可参照打入桩和灌注桩具体选取。

6.2.2 桩基水上施工平台需要具有足够的稳定性,能承受施工设备、材料、人员的荷载,以及水流力、波浪力、风力和施工船舶系靠力等荷载,因此在水位、潮位和流速变化较大的季节增加了观测密度。

6.2.4 依据行业标准《码头结构施工规范》(JTS 215—2018)规定,锤击沉桩控制采用设计高程和贯入度的双控标准,控制贯入度标准往往根据试打桩来确定,通过沉桩前的可打性分析和打桩过程的动力观测可以了解基桩的可打性,预测单桩竖向承载力,验证选锤的合理性。因此,本条从合理制定沉桩方案和有效控制沉桩质量方面考虑,在缺乏沉桩经验时选取一定比例的基桩开展可打性分析和打桩全程动力观测。

6.2.5 沉桩后,在风浪、水流、土坡变化及斜桩自重作用下桩基会发生桩倾斜、偏位和折裂等情况,工程中需要及时采取夹桩或其他必要的加固措施。因此针对处于自由状态的桩基开展桩顶沉降和水平位移监测,能够在出现问题时及时发现并处理。

6.2.7 振动沉桩施工过程中,由于拔管振动过程中可能会对周边建筑物造成影响,因此需要开展施工振动监测。

6.2.9 打入桩由于沉桩施工巨大的冲击能量和明显的挤土效应,往往对周边环境产生一定的不利影响,因此,在打入桩施工过程中,振动和挤土效应对周边岸坡和周边建筑物的影响等定为“应测”。此外,进行水上打入桩施工时宜增加环境监测项目。灌注桩由于钻孔、挖孔灌注桩对周边环境影响较小、无挤土效应等特点,其施工过程中的周边环境影响监测项目定为“选测”。

6.3 预警控制

6.3.1 混凝土材料作为明显的率相关材料,其极限强度会随着应变率或者加载速率的增

加而增加,故锤击沉桩过程中往往会出现桩身混凝土未见损伤,而实测的桩身应力值却会超过行业规范《码头结构设计规范》(JTS 167—2018)中规定的应力限值的情况。

根据近年来在华南和华东地区开展的沉桩过程动力观测研究,钢管桩锤击沉桩过程中的桩身压应力预警值取钢材屈服强度的 0.9 倍;预应力混凝土桩和钢筋混凝土桩桩身压应力预警值取桩身混凝土轴心抗压强度,钢筋混凝土桩拉应力预警值取桩身混凝土轴心抗拉强度设计值的 1.3 倍,预应力混凝土桩拉应力预警值取桩身混凝土轴向抗拉强度设计值的 1.3 倍与有效预压应力值之和。

7 码头工程

7.2 高桩码头监控项目

7.2.2~7.2.7 桩基施工是高桩码头施工关键所在,除了桩身施工监控外,同时也要考虑沉桩施工对工程区域及周边环境的影响,如码头开挖、回填时岸坡土体变形对码头基桩的影响等,因此规定岸坡和周边建筑物等的竖向位移和水平位移监测。

7.3 重力式码头监控项目

7.3.1~7.3.9 重力式码头施工主要包括基础施工、墙身施工、上部结构施工和后方回填施工等。陆上基槽开挖属深度较浅的基坑开挖,监控要求与第5章基坑工程相同。水下基槽开挖要考虑回淤影响,必要时需设置围堰,因此,基槽为水下开挖时,重力式码头施工还需设置基槽回淤和围堰监控项目。

岩石基槽爆破开挖、基床爆夯施工时在爆破影响范围内布设振动监测点,监测施工影响范围,以确保爆破过程中周边岸坡和建筑物的安全。

7.4 板桩码头监控项目

7.4.1、7.4.2 板桩码头为采用板桩、地下连续墙作为永久支护结构的直立式或近于直立式码头,后方设置锚定式结构,其结构形式同基坑工程的钢板桩或地下连续墙支护结构,因此,板桩码头结构施工监控项目设置、频率等参考第5章基坑工程的相关要求制定。

7.5 斜坡码头监控项目

7.5.5~7.5.7 斜坡码头为前沿临水面呈斜坡状的码头,主要采用挡土墙或墩台结构,根据地质情况设置桩基础。因此,其监控项目主要针对挡土墙、墩台结构或桩基进行设置。

7.6 浮码头监控项目

7.6.1 浮码头主要由趸船、支撑锚系设施、引桥及护岸等组成,其施工过程主要是对趸船、锚链进行监控。

7.7 码头钢结构监控项目

7.7.1 码头钢结构施工监控,主要是对钢结构构件的应力和变形进行监控。

7.8 预警控制

7.8.1 ~ 7.8.3 由于码头工程施工监控尚处于逐步发展积累阶段,再加上工程结构形式和所处环境的差异性和复杂性,故本规程主要依据设计结果和工程经验确定预警值。

8 通航建筑物

8.1 一般规定

8.1.1 目前国内船闸大多为内河船闸和非冰冻河流船闸,升船机大多为钢丝绳卷扬提升式垂直升船机,因此,本章相关规定仅针对上述类型通航建筑物。

8.1.2 施工监控的相关监测项目、监测仪器等大多与运行期安全监控相一致,因此,在进行施工监控设计时需要考虑与运行期安全监测设计相结合。

8.2 监控项目

8.2.2 围堰是航电枢纽及通航建筑物工程的重要临时建筑,其等级划分参照水利行业标准《水利水电工程围堰设计规范》(SL 645—2013),重要的4级围堰指挡水水头较高,失事后后果比较严重的围堰。

在航电枢纽及通航建筑物施工全过程中,围堰工程将经历建设、运行和拆除三个阶段,每个阶段其施工监控重点有所不同。

周边建筑物包括厂房及敏感的机电设备基础、大坝基础廊道、坝顶、帷幕灌浆区、进出水口、闸墩顶部、闸门槽、启闭机排架基础、通航建筑物闸首及其他需要保护的建筑物。钢结构包括泄水闸、拦污栅、通航建筑物工作闸门、检修闸门等。

围堰监控项目的设置和频次的取值主要参考行业标准《水利水电工程围堰设计规范》(SL 645—2013)、《土石坝安全监测技术规范》(DL/T 5259—2010)、《混凝土坝安全监测技术规范》(DL/T 5178—2016)、《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)、《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)等的有关规定。

8.2.3 船闸水工建筑物监控项目的设置和频次的取值主要参考行业标准《船闸水工建筑物设计规范》(JTJ 307—2001)、《船闸闸阀门设计规范》(JTJ 308—2003)、《混凝土坝安全监测技术规范》(DL/T 5178—2016)、《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》(SL 101—2014)、《船闸工程施工规范》(JTS 218—2018)、《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235—2005)等的有关规定。

8.2.3.2 某些船闸水工建筑物建设需兼顾防洪、防汛功能,在导航、靠船建筑物及引航道的墙身、墩身混凝土结构不能满足防洪、防汛要求的情况下,背水侧需加高建设防洪堤,因此规定防洪堤施工期间的监控要求。

8.2.3.3 建筑物的竖直及水平位移监测点布设密度,主要考虑不同地质条件和地基处理形式。不良地质条件下增大监测点布设密度,较好地质条件下减小监测点布设密度。

8.2.3.4 船闸主体结构底板宽缝浇筑前竖直位移持续观测14d,主要是考虑闸首墩

墙、闸室墙浇筑完成后,回填土达到设计高程,地基是否沉降稳定,掌握准确的宽缝浇筑时机。

8.2.3.5 船闸调试是船闸建设过程的重要阶段,也是船闸闸、阀门等金属结构及土建结构安全事故多发阶段,需要根据不同船闸特点制定专门的调试方案及重点监控项目,相关技术要求应满足《船闸调试技术规程》(JTS 320—4—2018)有关规定。

8.2.4 升船机水工建筑物、金属结构监控项目的设置和频次的取值主要参考行业标准《升船机设计规范》(SL 660—2013)、《混凝土坝安全监测技术规范》(DL/T 5178—2016)、《船闸水工建筑物设计规范》(JTJ 307—2001)、《船闸闸阀门设计规范》(JTJ 308—2003)、《水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程》(SL 101—2014)等的有关规定,以及三峡、思林、景洪等多座升船机建设中的相关经验综合确定。

8.2.4.3 升船机机械提升系统属于国家特种设备,施工监控参照《中华人民共和国特种设备安全法》(2013年6月29日第十二届全国人民代表大会常务委员会第3次会议通过,2014年1月1日起施行)、《起重机械安全规程》(GB 6067—2010)、《起重机设计规范》(GB/T 3811)等国家特种设备相关安全规定。

8.2.4.5 升船机塔柱结构土建施工完成后,塔柱在提升系统、船厢、平衡重系统等安装过程会承受较大荷载变化,塔柱可能会出现不均匀沉降,危及塔柱本身及机械提升系统等的安全,需在船厢和平衡重加载过程,加密塔柱沉降、倾斜等观测次数。

8.3 预警控制

8.3.1 ~ 8.3.4 水运工程施工监控尚处于逐步发展积累阶段,再加上工程和所处地域的差异性和复杂性,本规程主要依据设计结果、相关标准的规定值和工程经验三方面确定预警值。

安全预警值主要参考《水运工程爆破技术规范》(JTS 204—2008)和三峡围堰工程设计、施工过程的相关资料和经验确定。

船闸的安全预警值主要参考三峡船闸、长洲船闸、杨家湾船闸等工程的设计、施工过程的相关资料和经验确定。

升船机的安全预警值主要参考三峡升船机、水口升船机、思林升船机、景洪升船机等工程的设计、施工过程的相关资料和经验确定。

9 航道整治建筑物

9.2 监控项目

9.2.1 航道整治建筑物施工监控项目主要依据近年来长江下游—长江口的航道整治工程实践经验确定。

表 9.2.1 中,软土地基是指在沉积环境中形成的天然孔隙比大于或等于 1.0 天然含水率大于液限的细粒土组成的软弱地基土层。砂土地基是指由粒径大于 2mm 的颗粒含量小于 50%,且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量大于 50% 的砂性土组成的地基土层。其他地基主要包括卵石或砾石地基、粉土地基、黏土地基等。其中卵石或砾石地基常见于河道上游,水流较急,堤脚冲刷和防护是施工监控的重点;粉土地基常见于河口,特别是黄河口周边,土颗粒细,易冲动,堤脚冲刷和防护是施工监控的重点;黏土地基常见于沿海地区,整体稳定是施工监控的重点。

9.2.2.1 整体稳定监控的监测断面间距主要来源于长江下游—长江口的整治建筑物工程实践经验确定,一般在 200m ~ 1000m 之间。软土地基堤段的监测断面间距主要来源于天津港、连云港等地的防波堤工程实践经验确定,一般在 100m ~ 500m 之间。

9.2.3.1 堤脚冲刷的监测,地形变化较大时适当加大监测频率,完工后地形趋于稳定时则适当降低监测频率。

9.2.3.2 根据长江中下游航道整治工程实践经验,固定断面测量的布置间距一般取 200m ~ 400m,冲刷较大的区段一般局部加密至 50m ~ 150m。固定断面测量长度根据需要确定,一般不小于 200m。

9.3 预警控制

9.3.1 本条依据行业标准《水运工程地基设计规范》(JTS 147—2017)和《海堤工程设计规范》(GB/T 51015—2014)有关规定确定。

10 疏浚与吹填

10.1 一般规定

10.1.1 本条是根据疏浚、吹填工程的特点和工程实践经验确定的,其中:

- (1) 航道疏浚的监控重点是疏浚超深、超宽对周边建筑物的影响;
- (2) 港池疏浚的监控重点是疏浚超深、超宽,以及高桩码头下方边坡疏浚边坡对码头、护岸的影响;
- (3) 吹填施工的监控重点是吹填对吹填围护结构的影响;
- (4) 在疏浚土倾倒区使用过程中,重点对倾倒区的高程和范围进行监控,以避免对船舶通航安全造成不利影响;
- (5) 在航道、港池炸礁过程中,重点对炸礁引起的飞石距离、炸礁对周边建筑物的影响、炸礁弃渣倾倒区的高程和范围进行监控;
- (6) 吹填围堰的监控重点是吹填围堰自身的安全。

10.2 监控项目

10.2.2 航道疏浚可能影响范围一般根据工程地质条件、航道疏浚地面与地面高差、周边建筑物的结构形式及荷载,并结合整体稳定计算分析等确定。周边已有建筑物属于一般建筑物时,淤泥地基的可能影响范围一般取距离航道疏浚边线 5 倍~6 倍疏浚深度的范围,其他地基的可能影响范围一般取距离航道疏浚边线 3 倍~4 倍疏浚深度的范围;周边已有建筑物属于敏感建筑物时,淤泥地基的可能影响范围一般取距离航道疏浚边线 6 倍以上疏浚深度的范围,其他地基的可能影响范围一般取距离航道疏浚边线 4 倍~5 倍疏浚深度的范围。

航道疏浚监控项目布置主要来源于上海内河航道工程实践经验。

10.2.3 航道疏浚施工前对邻近航道的护岸、码头、防汛堤、桥梁、房屋等沿跨河建筑物进行安全监测,目的是获得初始数据。

航道疏浚对周边建筑物的影响存在一定的滞后效应,因此,需要对疏浚完成后一段时间进行监控。如上海内河航道穿越城市段距离周边住宅楼较近时,沿线居民对航道对住宅楼安全的影响十分关注,工程建设方在疏浚前、疏浚过程中和疏浚后 3 年内对沿线周边住宅楼进行安全监控,全面掌握疏浚对建筑物的影响,取得了满意的效果。

10.2.4 本条主要考虑到高桩码头下方泥面边坡没有达到设计坡度,会增加码头桩基的附加水平力、弯矩,对码头结构不利。

10.2.5 板桩式的结构、桥梁、房屋对施工振动相对较为敏感,振动速度、振动加速度监控

项目确定为“应测”,斜坡式的、重力式的护岸、码头、防汛堤、吹填围堰、围堤和高桩结构对施工振动则相对不敏感,振动速度、振动加速度监控项目确定为“选测”。

10.2.7 炸礁弃渣倾倒区的高程往往很不平整,采用多波束水深测量方法能够得到分辨率很高的三维图像,避免遗漏局部凸起物。

10.2.10 吹填施工对周边环境影响监控频率主要来源于港口陆域形成工程、围堤吹填工程实践经验。

10.2.11、10.2.12 吹填施工围堰、围堤的监控项目设置、监控频率主要来源于近年来沿海地区港口陆域形成工程、围堤吹填工程实践经验。

10.3 预警控制

10.3.4 本条参考了行业标准《港口工程地基规范》(JTS 147—1—2010)有关规定。另外,根据连云港围堤、天津临港工业区围堤、温州乐清港区围堤等深厚软土地基筑堤实践经验,若软土地基的累积沉降量较大,沉降速率也相对较大。因此,当加固的地基土为深厚软土时,适当放宽吹填施工围堰、围堤预警值。

11 防波堤、护岸和岸坡工程

11.1 监控项目

11.1.2 监控项目是根据天津、黄骅、宁波、连云港等地的工程实践经验确定。

11.1.3、11.1.4 本条参考了行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235—2016)有关规定。编写组还对天津港、宁波、连云港、黄骅港等共 80 多项总长超过 300km 岸坡类工程进行了调研,调研成果显示:码头类岸坡、护岸的监测断面间距大多在 30m~150m 之间;防波堤类的监测断面间距在 100m~600m 之间,其中 60% 以上在 100m~400m 之间,临时围堰监测断面间距更大。因此,本次规程制定时,把防波堤类工程单列。复杂工况条件下,岸坡工程的失稳可能不是一个方向,因此在水平位移观测时确定采用双向观测,以准确确定位移方向,尤其是深层水平位移观测。一旦地基出现失稳,滑动面最可能位于软弱土层,因此要求在软弱土层中孔隙水压力监控适当加密,以监控孔隙水压力的变化情况。

11.1.6 当周边进行爆破、炸礁、强夯等施工会对已建成的防波堤、护岸和岸坡的稳定产生不利影响时,根据工程经验,监控项目常采用振动速度和加速度。

11.2 预警控制

11.2.1 预警值主要来源于天津、黄骅、宁波、连云港等地的工程实践经验确定。通过大量工程实测成果调研统计,大多数岸坡工程施工期的控制标准如下:沉降速率在 15mm/d~25mm/d 之间;水平位移速率在 4mm/d~5mm/d,个别工程还规定累计变化量不超过 30mm~35mm;孔隙水压力增量与荷载增量之比在 0.5~0.6,个别工程规定累计孔隙水压力变化值不超过 35kPa。本规程所规定指标为预警值,根据上述工程实践经验,按实际控制标准的 80% 确定。

12 船厂水工建筑物

12.1 一般规定

12.1.1 船厂水工建筑物施工期间需根据工程的实际情况进行施工全过程的监控,以掌握工程施工情况,实行信息化施工和管理,确保工程施工安全、质量可靠。施工监控需抓住关键部位,做到重点监测、项目配套,形成有效的、完整的动态监控系统。

12.2 围堰施工监控项目

12.2.1 围堰内的基坑,一般分坞口基坑、坞室基坑两期先后开挖,其中,坞口基坑邻近围堰,两者的整体稳定性和渗流稳定性相互影响。基坑开挖前需要对施工围堰进行专项检查验收。在施工过程中,需要对围堰进行整体稳定性、结构强度、渗透稳定性、渗流量、迎水面护坡稳定性、施工对周边建筑物影响进行监控,以便发现异常情况并及时处理。

12.2.3 综合相关规范和大量工程实践经验,确定了土石围堰、双排钢板桩围堰、沉箱式围堰等典型围堰的施工监控项目。水下护坡稳定性主要监控围堰外侧水下护坡或抛填压坡棱体冲刷量。

12.2.10 围堰渗流量能最直观地反映围堰的渗流工作性态,定为“应测”。在洪水、高潮或渗漏量持续增大的情况下,经论证需要提出专门的监测方法和频次。

12.3 干船坞施工监控项目

12.3.2 坞口常用整体式结构,坞室有分离式和整体式两种。施工期安全监控重点是分离式坞室。分离式坞室常采用重力式、桩基承台式、衬砌式、混合式、板桩式、半重力式(包括格形地下连续墙、格形钢板桩、沉井等)或组合式等结构形式。其中半重力式结构形式因其造价昂贵,仅在其他结构形式受到限制的情况下采用。本条综合相关规范和大量工程实践经验,确定了重力式、衬砌式、板桩式、半重力式等四种典型坞墙的施工监控项目。

12.5 预警控制

12.5.2、12.5.3 条文规定参照国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497—2019)相关规定确定。

13 监控报告

13.1 一般规定

13.1.1 监控报告是施工监控的主要组成部分,是施工监控成果的系统反应,是进行设计优化、进行信息化施工的重要依据。因此,根据施工进度本条明确规定要提供周期性报告、阶段性报告、总报告。

13.2 监控资料整理与分析

13.2.2 考虑到监控数据受到多种因素影响,如天气条件、周边环境、施工工况等,也与以往监控数据有密切联系,因此,本条确定监测数据要结合上述因素分析变化原因和变化规律,预测其发展趋势,并做出预报,对工程起到保驾护航的作用。

13.3 周期性报告和阶段性报告

13.3.1 本条是根据建筑、水运等各行业监测报告行之有效的经验总结,以及标准化管理要求确定的。

13.3.3 施工监控的重要目标就是及时发现问题,以便在最短的时间内采取相应施工措施,以达到保障施工安全的目的,因此监控报告的及时性是施工监控重要基础。

13.4 预警报告

13.4.2 及时对监控数据进行整理分析,当监控数据超过预警值时,为保证工程施工人员及设备安全,确定第一时间通知相关参建单位及人员,考虑书面报告或意见的滞后性,先采取电话或口头通知。