

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

T/CHES XXX—20XX

代替 T/CHES XXX—XXXX

小型水库雨水情测报和大坝安全监测 设施建设与运行技术指南

Technical guide for construction and operation of rainfall, water
level and dam safety monitoring facilities for small reservoirs

(征求意见稿、送审稿、报批稿)

与国际标准的一致性程度标识

专利声明

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

目 次

前 言..... 2

引 言..... 3

1 范围.....4

2 规范性引用文件.....4

3 术语.....4

4 总则.....5

5 总体架构.....6

6 雨水情测报.....6

7 大坝安全监测.....7

8 工程巡视检查.....8

9 工程视频监视.....9

10 采集通信和供电防雷..... 10

11 监测平台.....10

12 运行维护.....11

附录 A 小型水库安全监测预警设施总体架构..... 13

附录 C 小型水库安全监测站.....17

附录 D 小型水库监测设施配置标准表..... 19

附录 E 小型水库雨水情监测设施.....20

附录 F 渗流量观测量水堰法..... 25

附录 G 土石坝渗流压力监测..... 27

附录 H 工程巡视检查项目和内容..... 31

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

标准的起草单位：水利部大坝安全管理中心

水利部 交通运输部 国家能源局南京水利科学研究院

水利部南京水利水文自动化研究所

标准的主要起草人：

引 言

我国小型水库普遍缺乏安全监测预警设施，根据 2021 年初统计，全国小型水库雨水情自动测报比例不超过 40%，大坝变形监测和渗流监测覆盖率不足 10%，工程视频监控覆盖比例约 30%，已有监测设施损坏率偏高，监测自动化程度低，监测平台开发标准不一，多数不能规范运行维护和开展监测分析，严重影响小型水库监测预警工作。为指导小型水库雨水情测报和大坝安全监测，规范监测设施项目设置、仪器选型、安装埋设及运行维护，提高小型水库监测和预警能力，配合小型水库大坝安全管理及《小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行管理办法》，水利部大坝安全管理中心等单位编制《小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行技术指南》。

《指南》主要包括范围、规范性引用文件、术语、总则、雨水情测报、大坝安全监测、工程巡视检查、工程视频监控、采集通信和供电防雷、监测平台、运行维护及附录等章节。该《指南》可作为各地小型水库大坝安全监测预警技术参考，也可以作为各地小型水库大坝安全管理的技术参考。

在编制过程中，编制组得到了有关勘测设计、施工、运行、管理、科研、高等院校等单位大力支持，进行了广泛调查研究，总结了我国多年来小型水库大坝安全监测预警设施建设与运行的实践经验，分析了小型水库雨水情测报和大坝安全监测领域存在的突出问题及其原因，先后多次召开了全国性专题讨论会并根据专家意见进行修改完善，最终形成了《小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行技术指南》。

小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施 建设与运行技术指南

1 范围

本指南规定了小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行技术。

本指南适用于各个省、市小型水库安全监测预警设施建设。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 22482	水文情报预报规范
GB/T 22385	大坝安全监测系统验收规范
GB/T 28181	公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
GB/T 50138	水位观测标准
SL 21	降水量观测规范
SL 61	水文自动测报系统技术规范
SL 323	实时雨水情数据库表结构与标识度标准
SL 551	土石坝安全监测技术规范
SL 601	混凝土坝安全监测技术规范
SL/T 782	水利水电工程监测系统运行管理规范
SL 530	大坝安全监测仪器检验测试规程
SL 531	大坝安全监测仪器安装标准
SL 515	水利视频监控系统技术规范
SL/T 783	水利数据交换规约
SL 651	水文监测数据通信规约
SL 700	水利工程建设与管理数据库表结构与标识符标准
小型水库防汛“三个重点环节”工作指南（试行）（办运管函〔2020〕209号）	
小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行管理办法（水运管〔2021〕313号）	

3 术语

3.0.1 雨水情测报 rainfall-water level observation and submission

以降水量、库水位为主的雨水情信息采集、记录和报送。

3.0.2 大坝安全监测 dam safety monitoring

以渗流量、渗流压力、变形为主的大坝安全信息采集、记录和报送。

3.0.3 工程视频监视 engineering video monitoring

采用视频监视设备，实现对水库大坝工程现场的现地监视或远程监视。

3.0.4 监测平台 monitor platform

对监测数据进行采集管理、汇集应用和信息共享的系统平台，按照所在层级不同可以分为部级、省级、市级、县级、单座水库监测平台。

3.0.5 水库监测站 monitoring station at reservoir site

设置在水库现场的用于采集、传输雨水情、大坝安全监测和工程视频监视信息的测控设施，由传感器、现地测控单元、通信设备、供电设备和保护箱（站房）等组成。

4 总则

4.0.1 为指导小型水库雨水情测报和大坝安全监测，规范监测设施项目设置、仪器选型、安装埋设及运行维护，掌握水库大坝安全运行性态，制定本指南。

4.0.2 本指南适用于总库容 10 万立方米以上、1000 万立方米以下的小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行管理。

4.0.3 本指南所称监测设施包括水库雨水情测报、大坝安全监测、工程视频监视、通信等设施设，以及提供监测信息汇集应用与共享服务的监测平台。

4.0.4 监测设施建设应结合工程实际，按照可靠实用、突出重点、因库制宜、信息共享原则，综合考虑工程规模、坝型特点、坝高坝长、下游影响和通信条件等工程实际，采取新建、改建、扩建方式，协调衔接现有设施设备，避免重复建设。

4.0.5 监测项目主要包括降水量、库水位、渗流压力、渗流量及工程视频图像等，其他监测项目根据需要设置。

监测信息应实现自动采集和报送，因特殊原因不能自动采集报送的监测项目应落实人工采集和报送。

4.0.6 监测仪器设备应结合通信条件和供电方式，选用稳定可靠、技术成熟、实用耐久的产品。

4.0.7 水库监测站应具备一站多发功能，信息编码应符合水利对象编码相关要求。

4.0.7 监测设施项目验收应参照《水文自动测报系统技术规范》（SL 61）、《大坝安全监测系统验收规范》（GB/T 22385）、《水利视频监控系统技术规范》（SL 515）等相关规范要求。

4.0.8 本指南为监测设施建设与运行基本要求，有条件地区可结合实际探索采用新型有效技术，与水利信息化业务融合。

5 总体架构

5.0.1 小型水库雨水情测报和大坝安全监测系统总体结构主要包括信息采集层、数据传输层、数据资源层、应用系统层、用户层。总体结构图参见附录 A。

5.0.2 小型水库监测平台由计算机硬件、应用系统和数据库组成。硬件结构见附录 B.1。

5.0.3 小型水库监测平台数据库应包括水库工程信息、安全监测信息、雨水情测报信息、工程视频监控数据库及安全预警数据库等。各数据库内容见附录 B.2。

5.0.4 小型水库安全监测站一般设置在大坝坝顶，可采用立杆式测站，有条件的也可采用站房式测站。参见附录 C.1。

5.0.5 小型水库监测站硬件设备包括现地监测单元（MCU）、雨量传感器、水位传感器、渗流监测传感器、变形监测传感器、视频摄像机、通信模块及其天馈线、太阳能电池板、蓄电池组等。其组成结构见附录 C.2。

6 雨水情测报

6.1 降水量监测

6.1.1 小型水库应开展降水量监测，应设置不少于 1 个降水量监测点，也可由临近雨量站观测信息代替。对流域面积超过 20km² 的宜增加降水量监测点，应具有流域代表性。降水量监测设施配置标准见附录 D。

6.1.2 降水量监测点应设置在平坦、空旷处，宜设置在水库坝上，避免地形、树木和建筑物的遮蔽影响。水库降水量观测点宜与库水位观测站合并考虑。

6.1.3 降水量应采用翻斗式雨量计观测，主要技术指标要求如下：

1. 承雨口径：Φ200mm；
2. 量程：降雨强度 0~4mm/min；
3. 分辨率：0.5~1.0mm；
4. 精度：±4%（以仪器自身排水量为准）；
5. 信号输出：接点通断输出。

6.1.4 雨量计安装与降水量观测参照《降水量观测规范》（SL 21）。

6.1.5 降水量自动监测信息应采用自报方式。当降水量达到 1 个分辨率时，自动采集、报送。当连续 24 小时无降水时，应报送测站电压信息，作为平安信息。

6.2 库水位监测

6.2.1 小型水库应开展库水位监测，设置 1 组人工观测水尺、1 个自动监测点和 1 组水准点，满足自动测报、人工观测及校验要求。库水位监测设施配置标准见附录 D。

6.2.2 库水位监测方式应根据场地条件确定，监测范围应覆盖死水位到坝顶的水位变化范围，一般要求如下：

1.水尺宜采用直立式、矮桩式或斜坡式，应首选直立式水尺，水尺安装方式和要求见附录 E.1；

2.自动监测宜采用浮子式、雷达式、压力式等水位计，水位计安装方式和要求见附录 E.2、E.3 和 E.4。

6.2.3 库水位监测点应设置在水面平稳处，一般设置在上游坝面、稳固岸坡或其他永久建筑物上，避免泄流、风浪或淤积等干扰，便于安装、观测和维护。

6.2.4 水位计分辨力 $\leq 1\text{cm}$ 。

6.2.5 水尺和水准点设置，库水位观测和校验，应符合《水位观测标准》（GB/T 50138）。

6.2.5 水位自动测报应采用自报方式，当水位一定时间间隔期发生 1cm 变化时自动采集、报送。

7 大坝安全监测

7.0.1 小型水库应开展大坝渗流量和渗流压力监测，根据需要开展大坝表面变形、岸坡稳定、接缝裂缝等变形监测。

7.0.2 存在渗漏明流的大坝应设置渗流量监测点（渗流量监测设施配置标准见附录 D），监测点设置一般要求如下：

1. 小（1）型水库设置 1 个监测点，有分区监测需求的根据需要增加监测点；
2. 小（2）型水库坝高 15m 以上的设置 1 个监测点，坝高 15m 以下影响较大的根据需要设置监测点。

7.0.3 渗流量监测一般采用量水堰计，量水堰型式根据渗流量大小和汇集排水条件确定。渗流量观测量水堰法将附录 F。

7.0.4 渗流压力监测横断面根据工程规模、坝型坝高、下游影响等情况设置（渗流量监测设施配置标准见附录 D），一般要求如下：

1. 小（1）型水库大坝应设置 1~2 个监测横断面，一般设置在最大坝高、渗流隐患坝段及坝体与穿坝建筑物接触部位，对坝长超过 500m 的根据需要增加监测断面；
2. 小（2）型水库坝高 15m 以上的应设置 1 个监测横断面，坝高 15m 以下影响较大的根据需要设置监测断面。一般设置在最大坝高、渗流隐患坝段及坝体与穿坝建筑物接触部位。

7.0.5 渗流压力监测点设置一般要求如下（渗流压力观测布置见附录 G.1）：

1. 每个监测横断面一般设置 2~3 个监测点；
2. 土石坝中均质坝、心墙坝、斜墙坝监测点一般设置在坝顶下游侧或心（斜）墙下游侧、坝脚或排水体前缘，必要时在下游坝坡增设 1 个监测点；
3. 混凝土坝及砌石坝根据廊道、帷幕和渗流情况设置扬压力监测点；
4. 面板堆石坝如需设置应根据情况确定；
5. 下游水位或近坝地下水位监测点根据需要设置。

7.0.6 存在明显绕坝渗漏的，根据需要设置绕坝渗流量或渗流压力监测点。

7.0.7 渗流压力监测宜采用在测压管中安装渗压计。

7.0.8 表面变形监测设置一般要求如下：

1. 对坝高超过 30 米或下游影响较大的土石坝，或坝高超过 50 米或下游影响大的混凝土坝、砌石坝，应设置表面变形监测设施。其他小型水库，根据规范要求，结合工程实际，落实大坝变形监测设施设置；

2. 土石坝以表面垂直位移监测为主，混凝土坝、砌石坝以表面水平位移监测为主；

3. 变形监测断面根据坝型坝高等情况设置，宜在坝顶下游侧设置一个变形监测纵断面，对土石坝必要时可增设一个监测横断面。

4. 有条件的地区鼓励使用北斗卫星系统开展大坝变形自动化观测。

7.0.9 监测仪器安装前应进行检验测试，并符合《大坝安全监测仪器检验测试规程》（SL 530）；安装埋设应符合《大坝安全监测仪器安装标准》（SL 531），做好测点标识、安装位置、仪器参数、初始读数等记录，及时填写考证表。测压管与渗压计安装方法见附录 G.2、G.3。

7.0.10 大坝安全监测还应参照《土石坝安全监测技术规范》（SL 551）、《混凝土坝安全监测技术规范》（SL 601）、《水利水电工程监测系统运行管理规范》（SL/T 782）等行业标准。

8 工程巡视检查

8.1 一般规定

8.1.1 每座小型水库大坝均须进行现场检查。应根据大坝的实际情况和阶段制定现场检查程序，规定检查的时间、部位、内容和方法，并确定其路线和顺序；并配置必要的工器具。具体检查项目和内容见附录 H。

8.1.2 现场检查包括日常检查、年度检查、定期检查和应急检查。

1. 日常检查。指大坝运行维护人员大坝进行日常巡视检查。日常检查的次数：每月不宜少于 1 次；汛期及遭遇特殊工况时，应增加检查次数。检查结果以表格方式记载。

2. 年度检查。在每年汛前、汛后，冰冻严重地区的冰冻及冻融期，水库管理单位组织大坝运行维护专业人员按规定的检查程序，对大坝进行全面详细的现场检查，并审阅大坝检查、运行、维护记录和监测数据等档案资料；提出大坝安全年度检查报告。

3. 定期检查。定期进行大坝安全鉴定前，主管单位（或业主）应按规定组织运行、设计、施工、科研等有关单位的专家，查阅工程勘察设计、施工与运行资料，对大坝外观状况、结构安全情况、运行管理条件等进行全面检查和评估，编制大坝现场安全检查报告，为大坝安全鉴定提供依据。

4. 应急检查。在坝区（或其附近）发生地震、遭受大洪水、库水位骤变、高水位低气温、水库放空以及发生其它影响大坝安全运用的特殊情况时，主管单位组织安全检查组及时进行应

急检查，必要时还应派专人进行连续监视。

8.1.3 每次巡视检查均应按规范要求作好详细的现场记录。如发现异常情况，除应详细记述时间、部位、险情和绘出草图外，必要时应测图、摄影或录像。对于有可疑迹象部位的记录，应在现场就地对其进行校对，确定无误后才能离开现场。

8.1.4 现场检查中发现异常迹象时，应分析原因并及时上报。

8.1.5 各种巡视检查的记录、图件和报告的纸质文档和电子文档等均应整理归档。并及时上传到小型水库安全监测预警平台。

8.2 检查方法

8.2.1 常规检查方法主要为眼看、耳听、手摸、鼻嗅、脚踩等直观方法，或辅以锤、钎、钢卷尺、放大镜、石蕊试纸等简单工具器材，对工程表面和异常现象进行检查。对安装了视频监控系统的土石坝，可利用视频图像辅助检查。

8.2.2 日常巡视检查人员应相对稳定，检查时应带好必要的辅助工具和记录笔、簿以及照相机、录像机等影像设备。

8.2.3 汛期高水位情况下对大坝表面（包括坝脚、镇压层）进行巡查时，宜由数人列队进行拉网式检查，防止疏漏。

9 工程视频监控

9.1 设置要求

9.1.1 具有互联网通信条件的小型水库，应设置视频监视设备，采用网络摄像机进行视频图像采集传输，对大坝、溢洪道等现场情况进行现地监视和远程监视。其他情况根据需要设置。

9.1.2 远程监视应具备视频实时查看和图片定时推送功能。视频图像宜通过现地设备或监测平台融合降水量、库水位、渗流量、渗流压力等信息。

9.1.3 视频监视点设置数量一般要求如下：

1. 小（1）型水库设置 2~3 个视频监视点；
2. 小（2）型水库设置 1~2 个视频监视点；
3. 坝长 500m 以上的根据需要增加视频监视点。

9.1.4 视频监视点设置位置宜在大坝、溢洪道等部位，重点监视大坝全貌，兼顾水尺、坝前水面、溢洪道进出口、坝体渗漏部位等。

9.2 设备选型及配置

9.2.1 视频监视设备根据供电方式和监视需求可选择球机或枪机，摄像机应具备夜视功能且视距不小于 50m。

9.2.2 视频监视设备应具备自动连续循环存储功能，视频图像存储时间不少于 15 天。

9.2.3 根据需要，视频监视设备可与语音广播实现联动报警。

9.2.4 视频监视设备应符合《水利视频监控技术规范》（SL 515）、《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》（GB/T 28181）。

10 采集通信和供电防雷

10.0.1 雨水情遥测终端 RTU、大坝安全监测数据采集装置 MCU、网络视频录像机 NVR 或其他一体化采集设备，应与监测设备选型匹配兼容，具有网络安全防护功能。

10.0.2 数据通信优先采用移动通信、北斗卫星或 NB-IoT 等公共通信资源，通信规则应符合《水利数据交换规约》（SL/T 783）、《水文监测数据通信规约》（SL 651）等。公共通信未覆盖的，可采用超短波或人工报送等方式。

10.0.3 供电方式应根据监测设备类型和现场供电条件选择，宜选用市电或太阳能供电。蓄电池容量应保证连续 15 天以上连续阴雨天气正常供电。

10.0.4 监测设施应有避雷器、避雷针和防雷接地等防雷保护设施。

11 监测平台

11.0.1 监测平台包括市县级监测平台、省级监测平台和全国监测平台。市县级监测平台用于监测信息汇集和管理，省级监测平台用于监测信息汇集和应用，通过互联网将监测信息定时发送至全国监测平台。

11.0.2 水库雨水情测报、大坝安全监测和工程视频监视信息可由市县级平台传输至省级监测平台，也可直接传输至省级监测平台。

11.0.3 各级安全监测平台可同期新建，也可以利用现有的水利信息化平台（如防汛指挥系统、山洪灾害系统、智慧水利等），进行必要的补充和完善。

如同期新建省级监测平台，或利用已建省级水利信息化平台，市县级监测平台可根据实际需要，确定是否需要新建或利用已建水利信息化平台。否则，应新建市县级监测平台或利用已建水利信息化平台。

11.0.4 根据水库实际情况和监测对象确定采用自动或非自动方式，将水库监测站信息定期汇总至省级监测平台。

1. 自动上报——通过水库监测站端的数据汇集软件远程调用监测平台提供的数据汇集与交换系统的数据标准化汇集接口实现

2. 人工上报——通过平台提供的 web 页面，人工录入或批量导入。

11.0.5 市县级监测平台应具有如下功能：

1. 数据采集与存储——采集水库监测数据，存储至监测信息数据库；

2. 数据处理与管理——监测物理量换算处理，数据增加、删除、修改管理；

3. 数据推送——将采集存储的数据按协议和频次要求推送至省级监测平台和相关业务平台。

11.0.6 省级监测平台应具有如下功能：

1. 平台管理——进行用户认证、权限管理，实现相关水行政主管部门、水库管理业务单位等用户分级分类管理；

2. 数据汇集与存储——汇集市县级监测平台信息或水库监测数据，存储至监测信息数据库；

3. 数据查询与管理——监测信息查询，数据增加、删除、修改管理，建立监测台账；

4. 数据统计与分析——特征值统计、图形绘制、报表制作、数据异常提醒；

5. 数据共享——按相关业务平台要求提供信息共享服务；

6. 移动应用——实时监测数据、典型图形绘制。

11.0.7 监测平台数据库用于存储管理降水量、库水位、渗流量、渗流压力、视频图像等监测数据，以及水库大坝基础信息、监测设施考证信息、巡视检查信息等。

数据库开发应符合《水利信息数据库表结构及标识符编制规范》（SL 478）、《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》（SL 323）、《水利工程建设与管理数据库表结构与标识符标准》（SL 700）、《水利对象分类与编码总则》（SL/T 213）等，并满足相关业务平台间数据交换、共享要求。各数据库内容见附录 B.2。

11.0.8 监测平台用户涉及各级水行政主管部门和相关业务单位。省级监测平台面向各市、县级主管部门以及水库管理单位，市县级监测平台面向市县级主管部门和水库管理单位，根据用户权限开放对应模块

11.0.9 监测平台软硬件条件包括应用软件、第三方服务及硬件设备等。硬件结构见附录 B.1。

11.0.10 监测平台应采用安全可靠、技术成熟的数据库管理系统进行数据存储管理，采取安全认证、传输加密、存储加密、数据备份等安全措施。

12 运行维护

12.0.1 水库主管部门和管理单位（产权所有者）应建立监测设施运行维护制度，规范监测报送、检查维护、定期校验、资料整编、数据分析、成果存档等要求，利用监测信息掌握工程安全状况和存在问题，指导大坝安全运行。

监测设施运行维护应纳入水库日常维修养护范围，鼓励采用政府集中购买服务方式开展小型水库监测设施运行维护。

12.0.2 降水量、库水位自动测报频次应按照有关规范要求设置；当出现强降水、库水位明显变化，或遭遇大洪水、强地震、工程异常等特殊情况下，应增加测报频次。

12.0.3 渗流量、渗流压力监测频次自动采集原则上不少于每日 1 次，人工监测频次原则上不少

于每周 1 次。初蓄期或遭遇大洪水、强地震、工程异常等特殊情况时，增加监测频次。

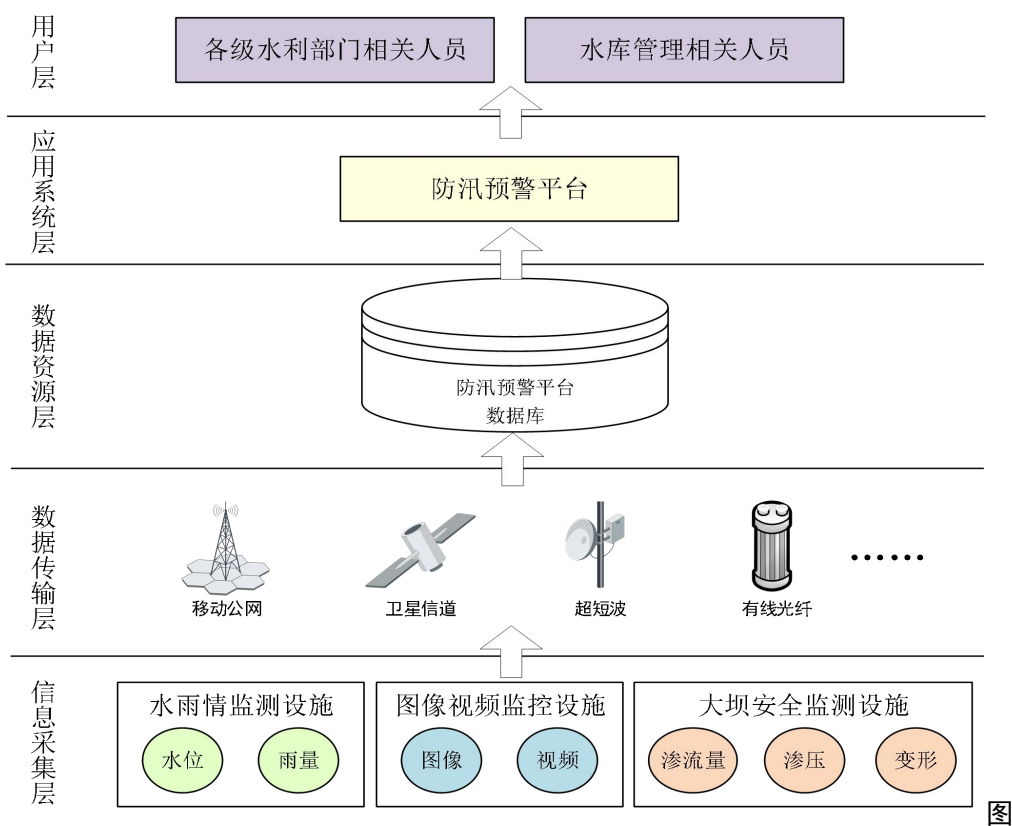
12.0.4 对监测中发现的数据异常应及时进行补测和比测，对反映的工程异常应加强分析和研判。

12.0.5 监测设施设备应开展检查维护和定期校验，发现问题及时处理，并建立运维台账。检查维护至少每年汛前开展 1 次，校验至少每年开展 1 次；特殊情况时应加密维护和校测，具体根据实际情况确定。

12.0.6 监测平台应当落实运行管理单位和维护人员，建立平台运行、硬件维护、软件保障、系统安全等制度，落实故障处理、漏洞修复、运行保障等工作。

附录 A 小型水库安全监测预警设施总体架构

小型水库安全监测预警设施总体架构见图 A.1 所示。



A.1 小型水库安全监测预警设施建设总体框架

- (1) 信息采集层：水库现地建设的安全监测设施，主要由信息采集设备、各类传感器、供电设备及通信设备组成。小型水库现地采集内容包括水位、雨量、图像/视频、渗流量、渗压、大坝变形等。
- (2) 数据传输层：数据传输可使用 2G\3G\4G、NB-IoT 等无线网络，如果水库未覆盖以上网络，使用北斗卫星、超短波、光纤等通信方式进行。
- (3) 数据资源层：包括监测平台数据库、资源汇聚和共享服务。
- (4) 应用系统层：充分利用各级已建防汛指挥系统、山洪灾害应用系统等平台，进行安全监测信息查询展示及预警发布。现有应用平台不能满足小型水库监测预警需求的，可在原有应用平台上扩充建设或新建。
- (5) 用户层：包括部、省市（州）、县（市、区）水利部门相关人员，水库管理相关人员。

附录 B 监测平台建设

B.1 监测平台结构

小型水库监测平台由计算机硬件、应用系统及数据库组成。小型水库监测平台应由省级或地市级统一建设，且充分利用各级已建应用平台，如防汛指挥系统、山洪灾害应用系统等，将各应用平台监测信息整合至统一平台，进行小型水库安全监测预警信息的查询及发布。小型水库安全监测预警平台硬件结构见图 B.1 所示。

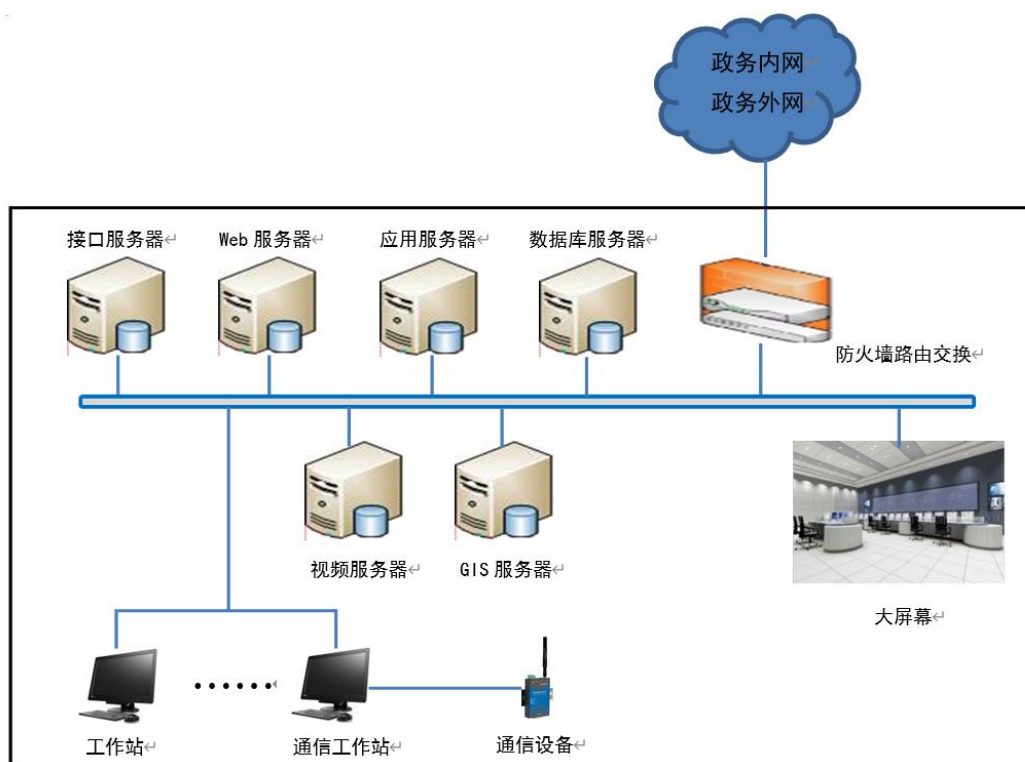


图 B.1 小型水库安全监测预警平台硬件结构

通过现地监测站，将采集到的水位、雨量、图像/视频、渗流量、渗透压力、大坝变形等数据通过移动公网、卫星信道、超短波、有线光纤等通信方式加密后实时传输到管理部门服务器，经解密校验后自动存入数据库，并由小型水库安全监测预警平台对数据进行分析处理并发布预警信息。

应用系统对水库基础信息、水雨情、图像视频、大坝安全监测等信息进行展示与管理，实时掌握水库最新动态，并建议配套设置基于移动端的应用（手机 APP 或微信服务号）。

小型水库监测平台应与已建的防汛指挥系统、山洪灾害预警平台进行

整合共享。省内各市、县可通过账号访问该监测平台。

B.2 安全监测预警平台数据库

B.2.1 基础数据库内容见表 B.2-1。

表 B.2-1 水库基础数据库内容

序号	信息分类	主要属性	备注
1	水库基本信息	水库代码、水库名称、工程规模、工程等级、所在位置（东经，北纬）、高程基面、所属行业、所在地行政代码、所在地、所在流域、所在河流、归属流域机构、地震基本烈度、地震动参数设计值、下游河道安全泄量	
2	水库水文特征	水库代码、控制流域面积、多年平均径流量、设计洪水标准、设计洪峰流量、设计洪水总量/时段、设计洪水最大泄量、校核洪水标准、校核洪峰流量、校核洪水总量/时段、校核洪水最大泄量、校核洪水位、设计洪水位、正常蓄水位、防洪高水位、汛限水位、死水位、总库容、防洪库容、调节库容、死库容、库容曲线	
3	水库建设基本情况	水库代码、工程开工日期、竣工日期、最近一次加固改造日期	
4	水库功能	水库代码、水库功能、下游保护对象/数量、设计供水流量	
5	大坝	水库代码、坝型、大坝建筑物级别、坝项高程、最大坝高、坝顶长度、坝顶宽度	
6	溢洪道	水库代码、溢洪道位置、溢洪道型式、堰顶高程、溢流堰宽度、溢流段长度、溢流孔数、控制方式、闸门型式、启闭方式、设计泄洪流量、校核泄洪流量、消能方式、泄流曲线	
7	泄洪洞	水库代码、泄洪洞位置、泄洪洞型式、泄洪洞长度、进口高程、泄洪洞断面尺寸、控制方式、闸门型式、启闭方式、设计泄洪流量、校核泄洪流量、消能方式、泄流曲线	
8	输水建筑物	水库代码、输水建筑物名称、输水建筑物位置、输水建筑物型式、输水建筑物长度、进口高程、输水建筑物断面尺寸、控制方式、闸门型式、启闭方式、设计输水流量、输水流量曲线	
9	管理机构	水库代码、管理机构名称、管理人员数量、三个责任人姓名、管理单位性质、通信地址/电话/Email、主管部门/电话	
10	安全鉴定	水库代码、最近一次安全鉴定日期、安全鉴定单位、安全鉴定结论	
11	安全运行管理	水库代码、调度规程、应急预案、规章制度	
12	工程图纸	水库代码、工程图名称/编号、工程图纸	

B.2.2 安全监测数据库内容见表 B.2-2。

表 B.2-2 水库安全监测数据库内容

序号	信息分类	主要属性	备注
1	基本信息	水库代码、安全监测类别/数量	
2	监测点信息	水库代码、测点编号、监测类型、监测位置（桩号/坝轴距/高程）、监测型式、安装日期、初始值	
3	仪器信息	水库代码、仪器编号、仪器名称、仪器型号、仪器参数	
4	测点图纸	水库代码、测点编号、平面布置图、断面布置图、安装图	
5	安全监测数据	水库代码、测点编号、监测日期/时间、仪器读数、监测物理量	

B.2.3 水雨情监测数据库内容见表 B.2-3。

表 B.2-3 水库水雨情监测数据库内容

序号	信息分类	主要属性	备注
1	降雨量	水库代码、测站编号、时段、降雨量	
2	水位	水库代码、测站编号、时间、水位值	

B.2.4 巡视检查数据库内容见表 B.2-4。

表 B.2-4 水库巡视检查表内容

序号	信息分类	主要属性	备注
1	巡视检查基本信息	水库代码、巡视检查日期、巡视检查人员、天气、库水位	
2	巡视检查记录	水库代码、图片、影像、文字记录、巡视检查主要结论	

B.2.5 视频监视数据库内容见表 B.2-5。

表 B.2-5 水库现场监视多媒体数据内容

序号	信息分类	主要属性	备注
1	视频信息	水库代码、摄像机编号、摄像区域、日期、视频文件	

B.2.6 安全预警数据库内容见表 B.2-6。

表 B.2-6 水库安全预警数据库内容

序号	信息分类	主要属性	备注
1	预警指标	水库代码、建筑物编号、建筑物名称、测点编号、安全阈值上限、安全阈值下限	
2	安全预警信息	水库代码、建筑物编号、监测时间、物理量数值、变化趋势、预警类型	

附录 C 小型水库安全监测站

C.1 小型水库安全监测站形式

C.1.1 小型水库安全监测站支架式见图 C.1-1

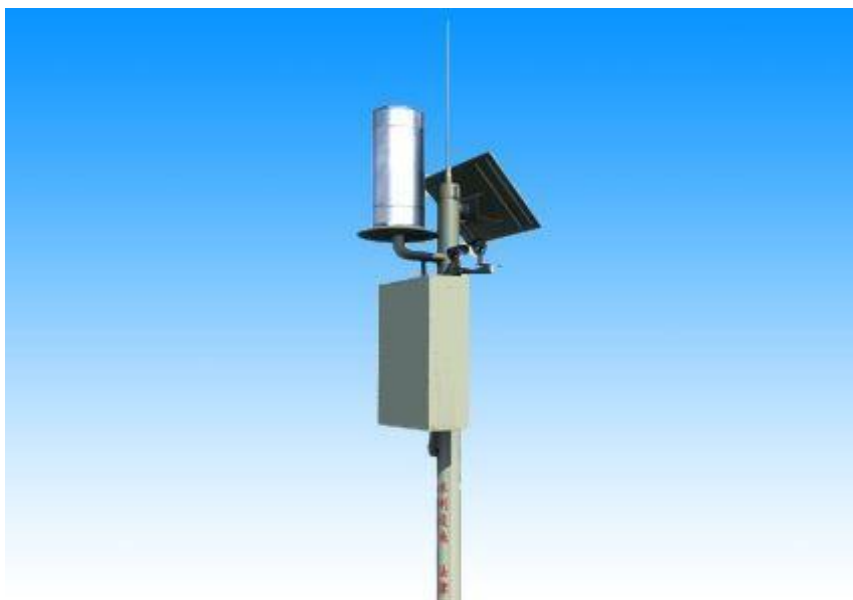


图 C.1-1 小型水库监测站支架式

C.1.2 小型水库安全监测站站房式示意图见图 C.1-2



图 C.1-2 小型水库监测站站房式

C.2 小型水库安全监测站组成

小型水库安全监测组成见图 C.2。

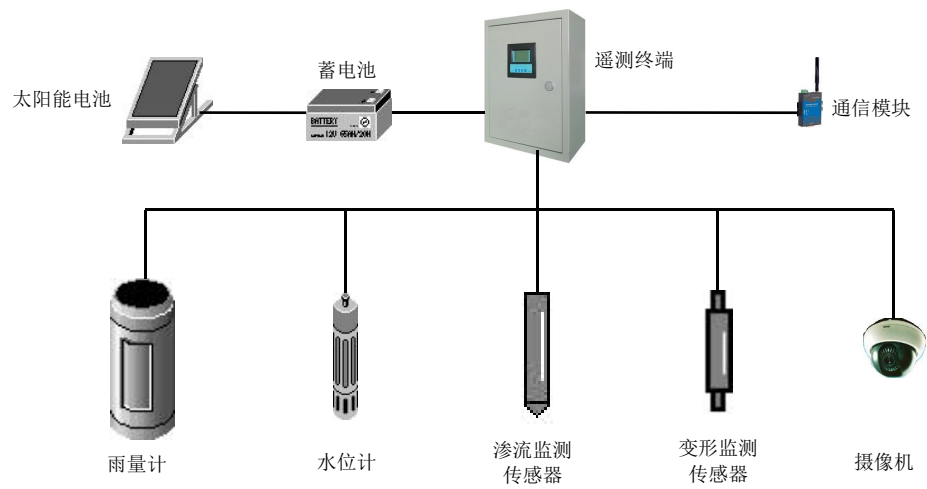


图 C.2 小型水库监测站组成

附录 D 小型水库监测设施配置标准表

工程规模	雨水情测报		工程视频监控	大坝安全监测			
	降水量	库水位	视频图像	渗流量	渗流压力		表面变形
					土石坝	混凝土坝及砌石坝	
小（1）型	至少设置 1 个降水量监测点或采用临近可获得雨量站信息。	设置 1 个自动监测点、1 组人工观测水尺和 1 组水准点	1. 具有通信条件的小型水库，应设置视频监控设备 2. 小（1）型设置 2~3 个视频监控视点。 3. 坝长 500m 以上的根据需要增加视频监控点。	1. 存在渗漏明流的大坝应设置渗流量监测点。 2. 小（1）型水库设置 1 个监测点，有分区监测需求的根据需要增加监测点。 3. 存在明显绕坝渗漏的，根据需要设置绕坝渗流量或渗流压力监测点。	1. 渗流压力监测断面根据工程规模、坝型坝高、下游影响等情况设置，小（1）型水库大坝应设置 1~2 个监测断面，一般设置在最大坝高和渗流隐患坝段，对坝长超过 500m 的根据需要增加监测断面。 2. 土石坝每个监测断面一般设置 2~3 个监测点；监测点一般设置在坝顶下游侧或心（斜）墙下游侧、坝脚或排水体前缘，必要时在下游坝坡增设 1 个监测点；下游水位或近坝地下水位监测点根据需要设置；存在明显绕坝渗漏的，根据需要设置绕坝渗流压力监测点。 3. 面板堆石坝如需设置应根据情况确定。	1. 混凝土坝及砌石坝根据廊道、帷幕和渗流情况设置扬压力监测点。 2. 下游水位或近坝地下水位监测点根据需要设置。 3. 存在明显绕坝渗漏的，根据需要设置绕坝渗流压力监测点。	1. 对坝高超过 30 米且下游影响较大的土石坝，或坝高超过 50 米且下游影响大的混凝土坝、砌石坝，应设置表面变形监测设施。其他小型水库，根据规范要求，结合工程实际，推进落实大坝变形监测设施设置。 2. 土石坝以表面垂直位移监测为主，混凝土坝、砌石坝以表面水平位移监测为主。 3. 变形监测断面根据坝型坝高等情况设置，宜在坝顶下游侧设置一个变形监测纵断面，对土石坝必要时可增设一个监测横断面。
小（2）型	2. 对流域面积超过 20km ² 的可增加具有流域代表性的监测点。		1. 具有通信条件的小型水库，应设置视频监控设备 2. 小（2）设置 1~2 个视频监控视点。 3. 坝长 500m 以上的根据需要增加视频监控点。	1. 存在渗漏明流的大坝应设置渗流量监测点。 2. 小（2）型水库坝高 15m 以上的设置 1 个监测点，坝高 15m 以下影响较大的根据需要设置监测点。 3. 存在明显绕坝渗漏的，根据需要设置绕坝渗流量或渗流压力监测点。	1. 渗流压力监测断面根据工程规模、坝型坝高、下游影响等情况设置，小（2）型水库坝高 15m 以上的应设置 1 个监测断面，坝高 15m 以下影响较大的根据需要设置监测断面。 2. 土石坝每个监测断面一般设置 2~3 个监测点；监测点一般设置在坝顶下游侧或心（斜）墙下游侧、坝脚或排水体前缘，必要时在下游坝坡增设 1 个监测点；下游水位或近坝地下水位监测点根据需要设置；存在明显绕坝渗漏的，根据需要设置绕坝渗流压力监测点。 3. 面板堆石坝如需设置应根据情况确定。		

附录 E 小型水库雨水情监测设施

E.1 水尺

E.1.1 直立式水尺

水尺由长度 1~2m，宽约 8~10cm 的钢制或搪瓷尺板组成，分辨力为 1cm。使用时将水尺板固定在水尺桩上。沿水位测量断面设置一组水尺桩，装上水尺板，构成直立式水尺，见图 E.1-1 所示。

水尺桩由钢或混凝土材料制成，牢固固定在岸坡或上游坝面。相邻水尺桩之间水位刻度要有一定的重合，以保证读到任一水位。

安装完成后，用精密水准测量方法确定每根水尺的零点高程。在读取水尺板的水位刻度读数后，加上该水尺的零点高程即为水位高程。当测量断面建筑物有合适的直立面时，也可沿建筑物直立面直接安装水尺板。

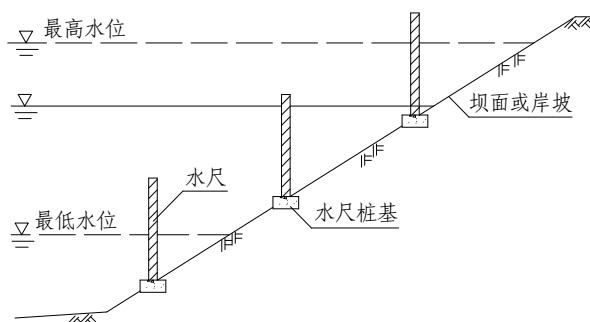


图 E.1-1 直立式水尺安装示意图

E.1.2 斜坡式水尺

水库上游坝坡较为稳定，可采用斜坡式水尺。设立斜坡式水尺时，需要在水位观测断面修一条水泥的斜尺面，此斜尺面应能覆盖整个水位变化范围，见图 E.1-2 所示。在斜尺面上采用精密水准测量的方法，测出各水位高程对应的位置，并按直立水尺的模式，用油漆或荧光漆画出清晰的刻度，刻度数字底板的色彩对比应鲜明，且不易褪色、不易利落。水位高程可在倾斜面尺上直接读出。

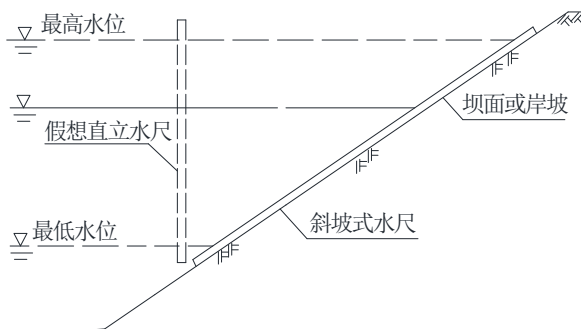


图 E.1-2 斜坡式水尺安装示意图

E.1.3 矮桩式水尺

矮桩式水尺的安装埋设与直立式水尺基本相同，见图 E.1-3。桩基要

高出岸坡地面，在桩基面上安
设一圆形水准基点。测量时，
观测人员在被水淹没的桩基上
放置专用水尺，水尺读数加上
桩基基点高程，即为水位高程。
由于测量时观测人员必须靠近

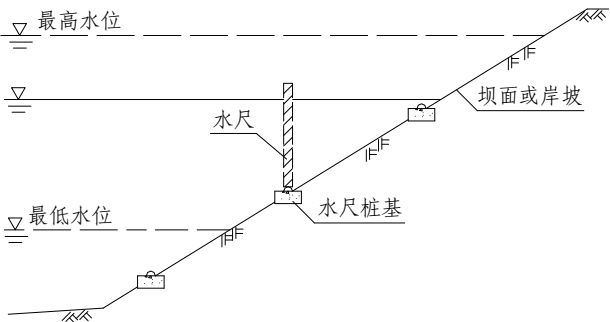


图 E.1-3 矮桩式水尺安装示意图

上，所以在岸坡较为平缓时，不宜采用，否则就要求大量的桩基。

水尺设置完成后，对设置的水尺必须统一编号，各种编号的排列顺序
应为组号、脚号、支号、支号辅助号。水尺编号应标在直立式水尺的靠桩
上部、矮桩式水尺的桩顶上或倾斜式水尺的斜面上的明显位置。

E.2 浮子式水位计

浮子式水位计具有简单可靠、精度高、易于维护等特点。使用浮子式
水位计时，必须建设水位测井，有些场合建水位井较为困难，或造价很高，
使其在使用上受到一定限制。

E.2.1 浮子式水位计结构

浮子式水位计由浮子、重锤、
悬索、水位轮、转动部件和水位编
码器(或记录仪)组成，见图 E.2-1。
浮子漂浮在水位井内，随着水位的
升降而升降。绕过水位轮的悬索一
端固定在浮子上，另一端固定一个
平衡锤，平衡锤自动控制悬索的张
紧和位移。悬索带动水位轮旋转，
由转动部件将水位轮的旋转传递给水位编码器（或记录仪）。

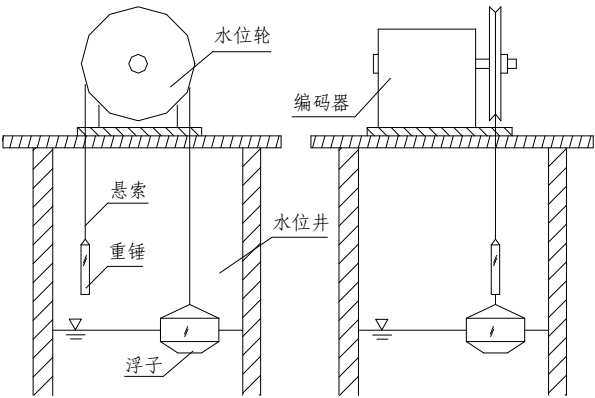


图 E.2-1 浮子式水位计示意图

E.2.2 浮子式水位计安装

水位井可根据现场的具体情况进行设计。如果测量断面建筑物有合适
的直立面时，可沿建筑物直立面直接安装水位观测井，见图 E.2-2（a）；
对于斜坡断面，按水位井的结构形式可分为岸式、岛式或岛岸结合式，见
图 E.2-2（b）、（c）。

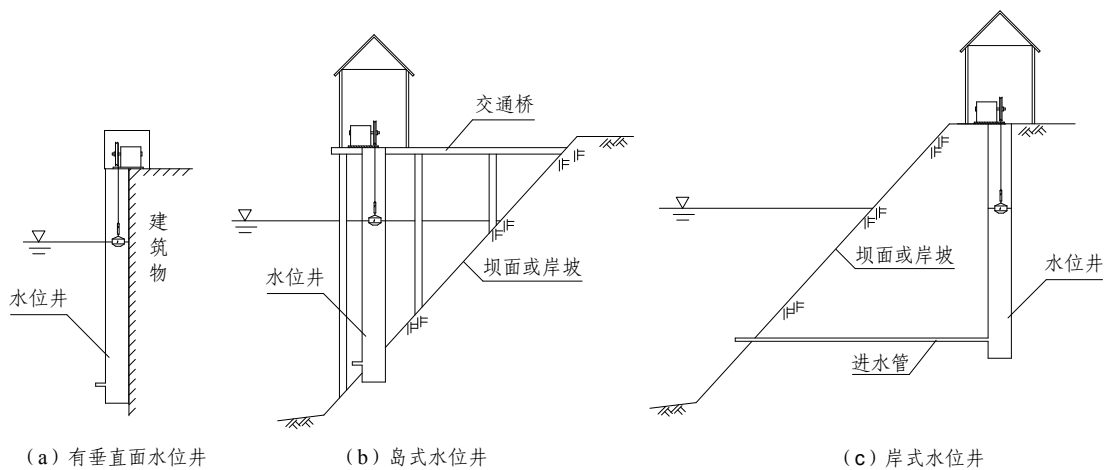


图 E.2-2 水位观测井示意图

水位测井应不干扰水流的流态，测井截面宜建成圆形或椭圆形。井壁应垂直，井底应低于设计最低水位 0.5~1m，测井口应高于设计最高水位 0.5~1m。水位测井井底及进水管应设防淤和清淤设施，卧式进水管可在入水口建沉沙池。测井及进水管应定期清除泥沙。

水位测井可用金属管、钢筋混凝土、砖或其他适宜的材料建成。测井截面应能容纳浮子随水位自由升降，浮子与井壁应有 5~10cm 间隙，水位滞后不宜超过 1cm，测井内外含沙量差异引起的水位差不宜越过 1cm，并使测井具有一定的削弱波浪的性能。

进水管、管道应密封不漏水，进水管入水口应高于河底 0.1~0.3m，测井入水口应高于测井底部 0.3~0.5m。有封冻的地区，进水管必须低于冰冻线。

进水管可用钢管、水泥管、瓷釉管等材料。根据需要可以设置多个不同高程的进水管。

E.3 超声波（雷达）水位计

超声波（雷达）水位计是利用声学电子技术进行测距的水位量测仪器。根据安装方式和传播介质的不同，超声波水位计分为液介式和气介式。

超声波水位计的工作原理是：声波在一种介质中以一定的速度传播，当遇到不同密度的介质分界面时，可以发生反射，测出声波传播的时间，可计算出其传播的距离，即可得出水位值。

超声波水位计的安装示意图见图 E.3 所示。

超声波水位计的现场安装非常重要。液介式水位计的安装基墩应设在基岩或不会发生沉降处，换能器应牢固安装在基墩上。由于液介式超声波水位计存在 0.5m 的盲区，所以换能器的安装位置应低于最低水位 0.5m 以上，换能器的发射面应保持水平。换能器不能安装在有旋涡、水草或淤积的地方。信号电缆应缚设保护管保护。

气介式水位计可将换能器安装在预制的支架、桥墩或坝体上。应避免安装在水面漂浮物多的地方，换能器下方一定范围内不应有其他物体，以免造成反射，产生测量错误。由于气介式超声波水位计存在 1m 的盲区，所以换能器的安装位置应高于最高水位 1m 以上，换能器的发射面应保持水平。换能器上方应加遮挡阳光和雨水的保护罩，避免阳光直接暴晒和雨水侵袭。信号电缆应缚设保护管保护。

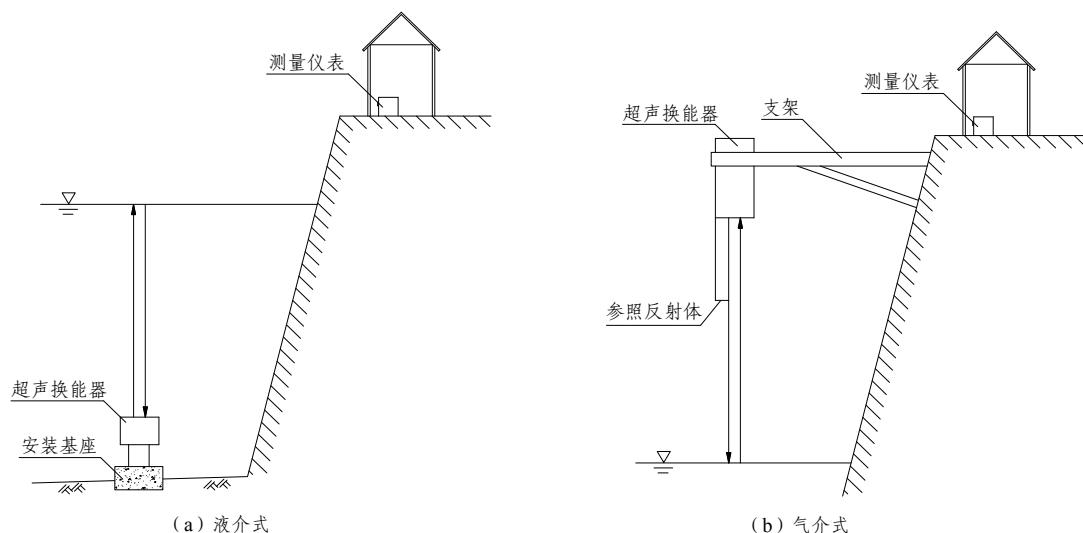


图 E.3 超声波水位计安装示意图

E.4 压力式水位计

压力水位计是通过量测静水压力来实现水位测量的观测仪器。它直接将静水压力转换成电信号，再经测量仪表将电信号转换成水位值。

压力水位计按压力传递方式分为投入式和气泡式水位计。投入式水位计是将压力传感器直接安装于水下，通过通气电缆将信号引至测量仪表；气泡式水位计是通过一根气管向水下的固定测点吹气，使吹气管内的气体压力和测点的静水压力平衡，通过量测吹气管内压力实现水位的测量，其

传感器置于水面以上。

压力水位计的优点是安装方便，无需建造水位测井。压力水位计的安装如图 E.4 所示，压力传感器宜置于设计最低水位以下 0.5m，当受波浪影响时，可在二次仪表中增设阻尼装置。当设一个传感器量程不够时，可根据情况分级设置多个传感器。压力传感器的感压面应与流线平行，不应受到水流直接冲击。

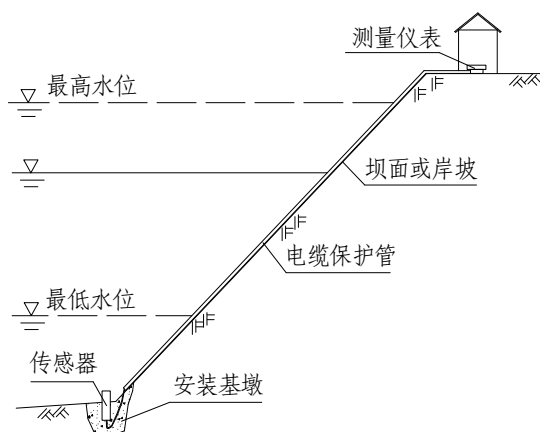


图 E.4 压力式水位计安装示意图

传感器的底座及安装应牢固，传感器的高程可按水尺零点高程测量的要求测定。传感器测得的水的高差加上传感器高程即为水位高程。

通气电缆可顺坝面或岸坡引出水面，电缆应加保护管可靠保护，其出口必须高出最高水位。通气电缆与普通电缆的连接应采用专用干燥接线盒。

附录 F 渗流量观测量水堰法

F.1 量水堰类型

- (1) 直角三角堰：当渗流量在 $1\sim 70\text{L/s}$ 之间（堰上水头约为 $50\sim 300\text{mm}$ ）时采用。
- (2) 梯形堰：当渗流量在 $10\sim 300\text{L/s}$ 之间时采用。
- (3) 矩形堰：当渗流量大于 50L/s 时采用。

F.2 量水堰结构

- (1) 量水堰应设在排水沟的直线段上，堰槽段应采用矩形断面，其长度应大于堰上水头的 7 倍，且总长不得小于 2m （堰板上、下游的堰槽长度分别不得小于 1.5m 或 0.5m ）。堰槽两侧应平行和铅直。堰板应与水流方向垂直，并需直立，水尺或堰上水位计的位置应在堰板上游 $3\sim 5$ 倍堰上水头处。
 - (2) 两侧墙应平行，局部的间距误差不得大于 $\pm 10\text{mm}$ 。
 - (3) 量水堰的堰板宜采用不锈钢板制作，过水堰口下游边缘应呈 45° 。堰板应为平面，局部不平处不得大于 $\pm 3\text{mm}$ 。堰口的局部不平处不得大于 $\pm 1\text{mm}$ 。堰板顶部应水平，两侧高差不得大于堰宽的 $1/500$ 。
 - (4) 堰板和侧墙应铅直。倾斜度不得大于 $1/200$ 。侧墙局部不平处不得大于 $\pm 5\text{mm}$ 。堰板应与侧墙垂直，误差不得大于 $30''$ 。
- 量水堰结构示意图见图 F.2-1。
- (5) 三角堰堰口为等腰三角形，底角为直角。见图 F.2-2。

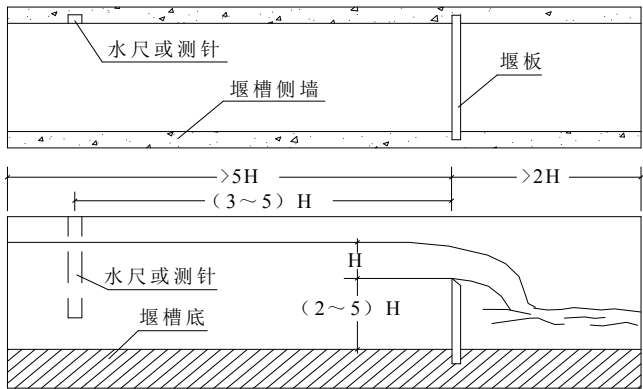


图 F.2-1 量水堰结构图

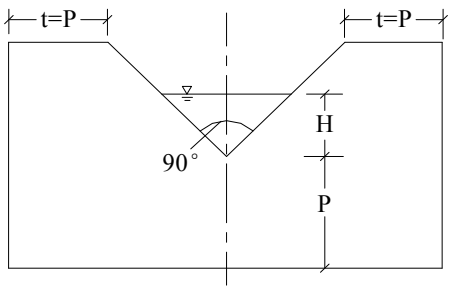


图 F.2-2 三角堰板结构图

- (6) 梯形堰堰口一般采用 $1:2.5$ 的边坡，底（短）边宽度应小于 3 倍

堰上水头，一般应在 0.25~1.5m 范围内。见图 F.2-3。

(7) 矩形堰堰口宽度应为 2~5 倍堰上水头，一般应在 0.25~2m 范围内。无侧向收缩的矩形堰，水舌下部两侧壁上应设补气孔。见图 F.2-4。

(8) 量水堰安装后，应详细记录考证表。

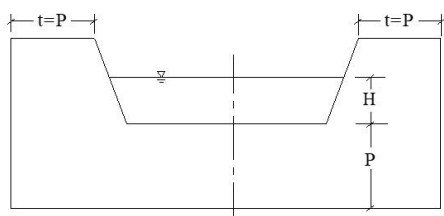


图 F.2-3 梯形堰板结构图

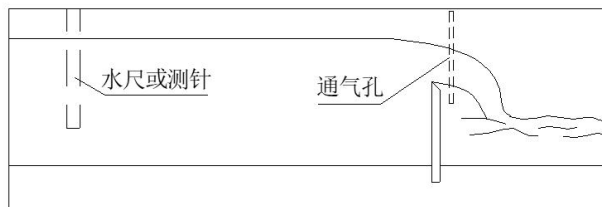


图 F.2-4 无侧向收缩矩形结构图

F.3 观测

当采用水尺法测量量水堰堰顶水头时，水尺精度不低于 1mm；采用水位测针或量水堰计量测堰顶水头时，精度不低于 0.1mm。

F.4 量水堰的流量计算

(1) 直角三角形量水堰

$$Q = 1.4H^{5/2} \quad (\text{F.4-1})$$

式中：\$Q\$—渗流量，\$\text{m}^3/\text{s}\$；\$H\$—堰上水头，\$\text{m}\$。

(2) 梯形量水堰

$$Q = 1.86bH^{3/2} \quad (\text{F.4-2})$$

式中：\$Q\$—渗流量，\$\text{m}^3/\text{s}\$；\$H\$—堰上水头，\$\text{m}\$；\$b\$—堰口底宽，\$\text{m}\$。

(3) 无侧向收缩矩形量水堰

$$Q = mb\sqrt{2g}H^{3/2} \quad (\text{F.4-3})$$

式中：\$Q\$—渗流量，\$\text{m}^3/\text{s}\$；\$H\$—堰上水头，\$\text{m}\$；\$b\$—堰口底宽，\$\text{m}\$；\$P\$—堰底至堰口高度，\$\text{m}\$；\$m = (0.402 + 0.054H/P)\$。

附录 G 土石坝渗流压力监测

G.1 不同坝型的坝体渗流压力观测布置

几种不同坝型的坝体渗流压力观测布置示意图见图 G.1-1～图 G.1-4。

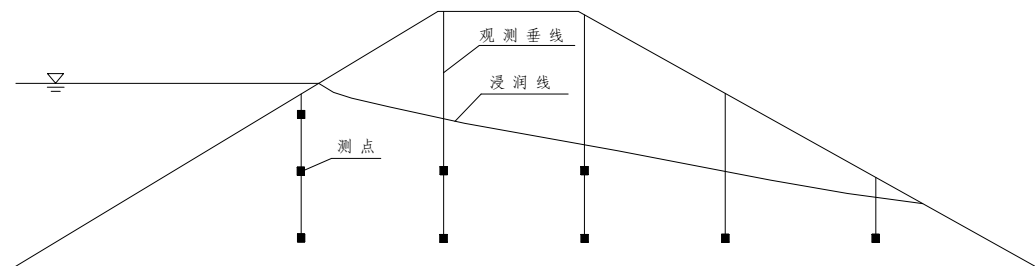


图 G.1-1 均质坝坝体渗流压力监测布置

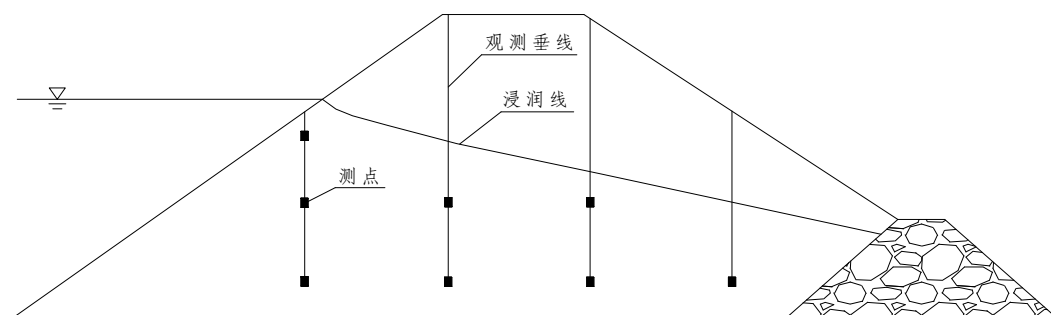


图 G.1-2 有排水棱体均质坝坝体渗流压力监测布置

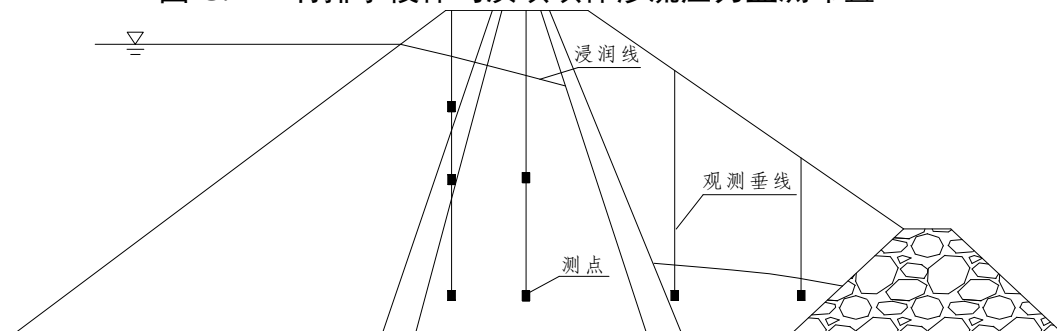


图 G.1-3 心墙坝坝体渗流压力监测布置

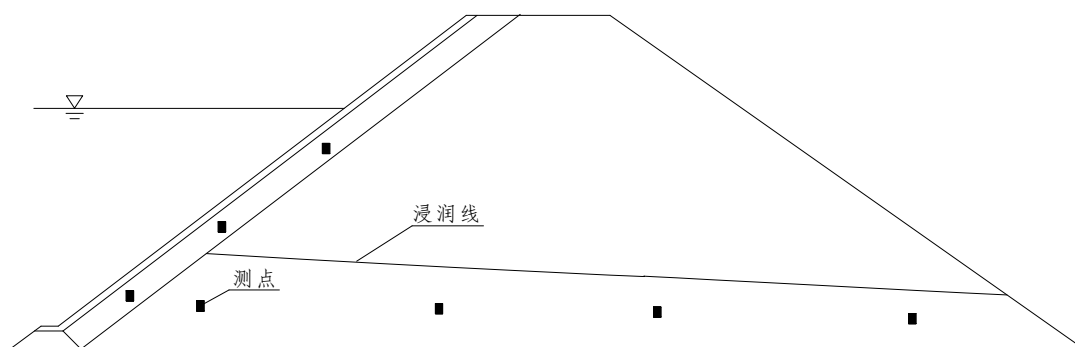


图 G.1-4 面板堆石坝坝体渗流压力监测布置

G.2 测压管及其安装方法

（1）测压管的一般要求

- ① 测压管宜采用镀锌钢管或硬塑料管，一般内径不宜大于 50mm。
- ② 测压管的透水段，一般长 1~2m，当用于点压力观测时应小于 0.5m，外部包扎足以防止周围土体颗粒进入的无纺土工织物，透水段与孔壁之间用反滤料填满。
- ③ 测压管的导管段应顺直，内壁光滑无阻接头，应采用外箍接头，管口应高于地面，并加保护装置，防止雨水进入和人为破坏。
- ④ 测压管的埋设，除必须随坝体填筑时埋设者外，一般应在土石坝竣工后，蓄水前用钻孔埋设。
- ⑤ 随坝体填筑施工埋设时，应确保管壁与周围土体结合良好和不因施工遭受破坏。

（2）造孔

在坝高或埋深小于 10m 的壤土层中埋设测压管时，可采用人工取土器钻孔（不宜加水）。深度大于 10m 者应采用钻机造孔。

为有足够容隙填充封孔材料，装单管（测压管内径小于 50mm 者）时，钻孔直径不宜小于 100mm。埋设多管时，应根据装管数量及其直径，自下向上逐级扩径，原则上每增加一根测管相应孔径至少扩大一级。自上而下逐级成孔。自下而上逐管埋设。

不论何种土质，造孔均宜采用岩芯管冲击法干钻，并对岩芯作编录描述。严禁用泥浆固壁。需要防止塌孔时，可采用套管护壁，如估计难以拔出，应事先在监测部位的套管壁上钻好透水孔。终孔后应测量孔斜，以便精确确定测点位置。

（3）测压管制造

测压管由透水段和导管组成。透水段可用导管管材加工制做，面积开孔率约 10%~20%（孔眼形状不限，但须排列均匀和内壁无毛刺），外部包扎足以防止土颗粒进入的无纺土工织物，管底封闭，不留沉淀管段。也可采用与导管等直径的多孔聚乙烯过滤管或透水石管作透水段。透水段顶端与导管牢固相连，导管长度视管材和埋设方便而定。两端接头处宜用外

丝扣，用外箍接头相连。

（4）测压管安装

埋设前，应对钻孔深度、孔底高程、孔内水位、有无塌孔以及测压管加工质量、各管段长度、接头、管帽情况等进行全面检查并做好记录。

下管前应先在孔底填约 10cm 厚的反滤料。

下管过程中，必须连接严密，吊系牢固，保持管身顺直。就位后，应立即测量管底高程和管水位，并在管外回填反滤料，逐层夯实，直至本测点的设计进水段高度。从孔底至反滤料顶面的孔段长度，才是真正的测压管进水段（可大于测压管管体透水段），也是该测压管的实际监测范围，故须在埋设中严格遵守设计意图，精确测量并记录存档。对反滤料的要求，既能防止细颗粒进入测压管，又具有足够的透水性。一般其渗透系数宜大于周围土体的 10~100 倍，对粘壤土或砂壤土可用纯净细砂，对砂砾石层可用细砂到粗砂的混合料。回填前需洗净，风干，缓慢入孔。

（5）封孔

凡不需要监视渗透的孔段（即非反滤料段），原则上均应严密封闭，以防降水等干扰。尤其在一孔埋设多个分层测点者，更需注意各测点间的隔离止水质量，必要时需在导管外叠套橡皮圈或油毛毡圈 2~3 层，管周再填封孔料，以防水压串通。

封孔材料，宜采用膨润土球或高崩解性粘土球。要求在钻孔中潮解后的渗透系数小于周围土体的渗透系数。土球应由直径 5~10mm 的不同粒径组成，应风干，不宜日晒、烘烤。封孔时需逐粒投入孔内，必要时可掺入 10%~20% 的同质土料，并逐层捣实。切忌大批量倾倒，以防架空。管口下 1~2m 范围内应用夯实法回填粘土。

封至设计高程后，向管内注水，至水面超过泥球段顶面，使泥球崩解膨胀。

（6）灵敏度检验

测压管安装、封孔完毕后应进行灵敏度检验。检验方法采用注水试验，一般应在库水位稳定期进行。试验前先测定管中水位，然后向管内注清水。若进水段周围为壤土料，注水量相当于每米测压管容积的 3~5 倍；若为砂粒料，则为 5~10 倍。注入后不断观测水位，直至恢复到或接近注水前

的水位。对于粘壤土，注入水位在五昼夜内降至原水位为灵敏度合格；对于砂壤土，一昼夜降至原水位为灵敏度合格；对于砂砾土，1~2h 降至原水位或注水后水位升高不到 3~5m 为合格。

当一孔埋多根测压管时，应自上而下逐根检验，并同时观测非注水管的水位变化，以检查它们之间的封孔止水是否可靠。

(7) 管口保护

灵敏度合格者，应尽快安设管口保护装置。管口保护装置，一般可采用混凝土预制件、现浇混凝土或砖石砌筑，但均要求结构简单、牢固，能防止雨水流入和人畜破坏，并能锁闭且开启方便。尺寸和形式，应根据测压管水位的测读方法而定。当采用自记或遥测装置时，还应满足测量仪表的各种需求。

(8) 原始资料考证

在从造孔始至灵敏度检验合格止的全过程中，应随时记录和描述有关情况及数据，必要时需取样进行干密度、级配和渗透等试验。竣工时需提交完整的“测压管钻孔柱状图”和“测压管考证表”，并存档妥善保管。

测压管埋设示意图见图 G.2-1 所示。

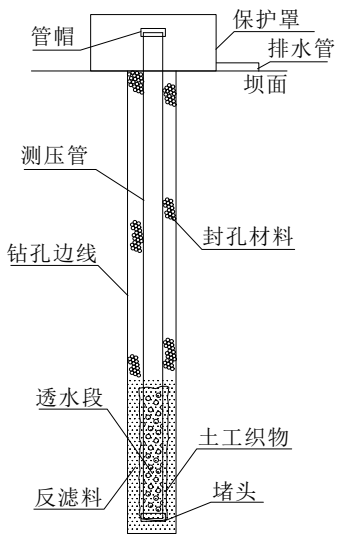


图 G.2-1 测压管埋设示意

G.3 渗压计及其安装

坝体内埋设渗压计有两种方法，一是随坝体的填筑直接埋设，埋设方法见图 G.3-1 所示；另一种是钻孔埋设，埋设方法见图 G.3-2 所示。渗压计埋设前，取下仪器端部的透水石，在钢膜片上涂一层黄油或凡士林以防生锈（但要避免堵孔）。安装前需将仪器在水中浸泡 24h 以上，使其达到饱和状态。

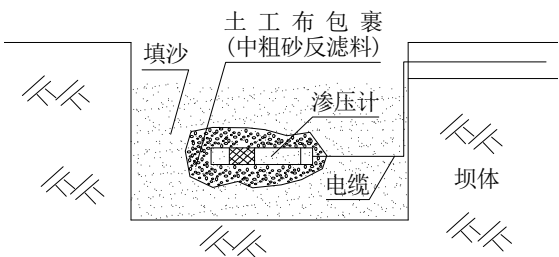


图 G.3-1 渗压计坝体中埋设示意图

(1) 在坝体中埋设渗压计方法

① 清理好渗压计埋设点处的基础面后，开挖埋设坑，坑底尺寸为 $15\times 40\text{cm}$ ，深度 40cm 。

② 将坑底部先铺 $10\sim 15\text{cm}$ 干净的中粗砂，并注水饱和，测头埋入后，周围回填中粗砂，注水饱和，并小心用人工击实。

③ 中粗砂以上可填筑坝体土料，坑深高度以内用人工分层夯实，其压实密度和含水量同坝体填土。

④ 在反滤层粗砂和砂砾料排水带中，以及河槽砂卵石坝基表面埋设渗压计方法基本同上，依反滤关系，侧头周围填料亦可用粗砂填筑。

(2) 钻孔中埋设渗压计方法

① 在埋设点位置垂直钻孔至预定深度以下 $15\sim 30\text{cm}$ ，孔径 $\Phi 110\text{mm}$ 。安装渗压计的钻孔均不得采用泥浆钻进。

② 冲洗钻孔后，在孔底用干净的细砂回填至渗压计端头以下 15cm 。

③ 将渗压计封装在饱水的透水砂袋中，放入钻孔内预定深度，用干净的砂回填至测头以上 30cm ，记录埋设高程并确定仪器正常后，上部用膨胀泥球回填封孔。

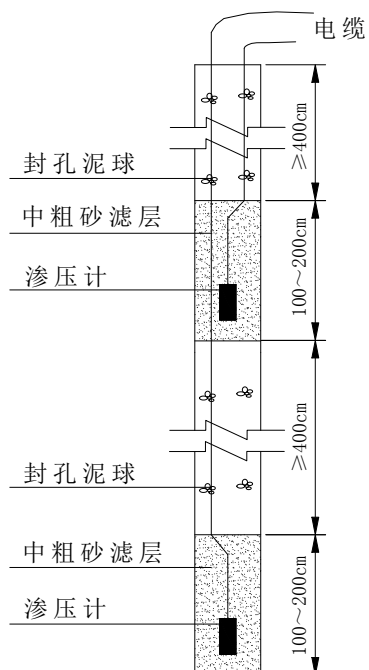


图 G.3-2 渗压计钻孔埋设示

附录 H 工程巡视检查项目和内容

H.1 坝体检查

1. 坝顶有无裂缝、异常变形等现象；防浪墙有无开裂、挤碎、架空、错断、倾斜等情况。
2. 迎水坡护面或护坡是否损坏；有无裂缝、剥落、滑动、隆起、塌坑、冲刷等现象；近坝水面有无冒泡、变浑等异常现象。块石护坡有无块石翻起、松动、塌陷、垫层流失、架空或风化变质等损坏现象。
3. 背水坡及坝趾有无裂缝、剥落、滑动、隆起、冒水、渗水坑或流土、管涌等现象；表面排水系统是否通畅，有无裂缝或损坏；滤水坝趾、减压井（或沟）等导渗降压设施有无异常或破坏现象；排水反滤设施是否堵塞和排水不畅，渗水有无骤增骤减和发生浑浊现象。

H.2 坝基和坝区检查

1. 基础排水设施的工况是否正常；渗漏水的水量、颜色、气味及浑浊度、酸碱度、温度有无变化。
2. 坝体与岸坡连接处有无错动、开裂及渗水等情况；两岸坝端区有无裂缝、滑动、滑坡、崩塌、溶蚀、隆起、塌坑、异常渗水等。
3. 坝趾近区有无阴湿、渗水、管涌、流土或隆起等现象；排水设施是否完好。
4. 坝端岸坡有无裂缝、塌滑迹象；护坡有无隆起、塌陷或其他损坏情况；下游岸坡地下水露头及绕坝渗流是否正常。
5. 有条件时应检查上游铺盖有无裂缝、塌坑。

H.3 输泄水洞（管）检查

1. 引水段有无堵塞、淤积、崩塌。
2. 进水口边坡坡面有无新裂缝、塌滑发生，原有裂缝有无扩大、延伸；地表有无隆起或下陷；排（截）水沟是否通畅、排水孔工作是否正常；有无新的地下水露头，渗水量有无变化。
3. 进水塔（或竖井）混凝土有无裂缝、渗水、空蚀或其他损坏现象；塔体有无倾斜或不均匀沉降。

4. 洞（管）身有无裂缝、坍塌、鼓起、渗水、空蚀等现象；原有裂（接）缝有无扩、延伸；放水时洞内声音是否正常。

5. 工作桥是否有不均匀沉陷、裂缝、断裂等现象。

H.4 溢洪道检查

1. 进水段（引渠）有无坍塌、崩岸、淤堵或其他阻水现象；流态是否正常。

2. 堰顶或闸室、闸墩、胸墙、边墙、溢流面、底板有无裂缝、渗水、剥落、冲刷、磨损、空蚀等现象；伸缩缝、排水孔是否完好。

H.5 近坝岸坡检查

1. 岸坡有无冲刷、开裂、崩塌及移位迹象；

2. 岸坡护面及支护结构有无变形、裂缝及位错；

3. 岸坡地下水露头有无异常，表面排水设施和排水孔工作是否正常。