ICS 27.140
P55

DB15

内 蒙 古 自 治 区 地 方 标 准

DB XX/ XXXXX—XXXX

水库监测感知设施建设规范

Specification for construction of small reservoir monitoring and perception facilities

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

征求意见稿

（本稿完成日期：）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

内蒙古自治区市场监督管理局　发 布

目　　次

前言……3
1　范围……4
2　规范性引用文件……4
3　术语与定义……4
4　基本规定……5
5　现场巡视检查……6
5.1　一般规定……6
5.2　检查项目和内容……6
5.3　检查方法和要求……8
5.4　检查记录和报告……8
6　监测感知设施构成……8
6.1　一般规定……8
6.2　监测站点……8
6.3　通信网络……8
6.4　监测平台……9
6.5　信息共享……9
7　雨水情监测……9
7.1　一般规定……9
7.2　降水量监测……9
7.3　库水位监测……10
7.4　水库生态流量监测……10
8　大坝安全监测……11
8.1　一般规定……11
8.2　土石坝监测……11
8.3　重力坝监测……12
8.4　溢洪道监测……14
8.5　输水洞监测……15
8.6　水闸安全监测……15
8.7　变形监测方法及设施安装……16
8.8　监测仪器安装埋设……17
9　视频图像监视……18
9.1　一般规定……18
9.2　设备技术要求……19
9.3　视频监视站安装……19
10　供电与防雷……19

10.1 供电与蓄能.....19
10.2 防雷保护.....20
10.3 立杆要求.....20
11 信息传输与通信.....21
11.1 一般规定.....21
11.2 通信组网.....22
11.3 信息流程与工作模式.....23
11.4 数据传输规约.....23
12 监测平台.....24
12.1 一般规定.....24
12.2 数据库.....24
12.3 平台功能.....24
12.4 硬件设备与系统软件.....26
12.5 系统联网.....26
12.6 系统安全与数据共享.....27
13 监测资料整编与分析.....27
13.1 一般规定.....27
13.2 监测资料要求.....27
13.3 监测资料整理与整编.....28
13.4 资料分析.....29
14 设施运行维护.....29
14.1 一般规定.....29
14.2 运行管理.....30
14.3 设施维护.....30

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由内蒙古自治区水利厅提出。

本文件由内蒙古自治区水利标准化技术委员会（SAM/TC 21）归口。

本文件起草单位：内蒙古自治区水利事业发展中心、内蒙古自治区水旱灾害防御技术中心、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院。

本文件主要起草人：张炜、韩旭、范志永、刘杰、白石、李铮、刘子嘉、王若华、乌罕琪、刘晓宇、文海量、何玉芳、孙辉成、平泽宇、孙元坤、王鹏、王佳、吴长海。

水库监测感知设施建设规范

1 范围

本文件规定了内蒙古自治区小型水库监测感知设施设计、施工、运行维护与管理等技术要求。

本文件适用于内蒙古自治区总库容10万立方米以上、1000万立方米以下的小型水库，包括新建、改建、扩建、除险加固及运行期的雨水情测报和大坝安全监测设施建设与运行管理。

小型水库雨水情测报和大坝安全监测设施建设和运行管理除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T12898 国家三、四等水准测量规范
GB 50167 工程测量规范
GB/T22385 大坝安全监测系统验收规范
GB50689 通信局(站)防雷与接地工程设计规范
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
SL764 水工隧洞安全监测技术规范
SL651 水文监测数据通信规约
SL58 水文测量规范
SL21 降水量观测规范
SL61 水文自动测报系统技术规范
SL566 水利水电工程水文自动测报系统设计规范
SL601 混凝土坝安全监测技术规范
SL551 土石坝安全监测技术规范
SL268 大坝安全自动监测系统设备基本技术条件
SL323 实时雨水情数据库表结构与标识度标准
SL330 水情信息编码标准
SL515 水利视频监控系统技术规范
SL517 水利水电工程通信设计技术规范
SL531 大坝安全监测仪器安装标准
SL725 水利水电工程安全监测设计规范
SL 766 大坝安全监测系统鉴定技术规范
SL/T 292 水利系统通信业务技术导则
SL/T 782 水利水电工程安全监测系统运行管理规范
SL/T 783 水利数据交换规约
SL/T 812 水利监测数据传输规约第1部分总则

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水库安全监测平台 small reservoir safety monitoring platform

依托专用网络和互联网对小型水库进行雨水情测报、大坝安全监测、工程视频监视的专业监测系统。

3.2

水库监测站 reservoir monitoring station

水库监测站由传感器、数据采集传输终端、通信设备和供电设备等组成。水库监测站包括雨水情测报站、大坝安全监测站、工程视频监视站。

3.3

水库监测中心站 reservoir monitoring junction station

建设在小型水库管理所的安全监测中心站，用于对本水库雨水情、大坝安全监测和视频图像等信息的采集、处理和管理，主要应用于水库管理人员开展日常工作使用，并具备将采集信息上传至监测平台的功能。

3.4

数据传输系统data transmission system

数据传输系统是小型水库监测感知设施系统的一部分，它负责将感知设施系统中的源端和目的端连接起来，它可能是直接连接也可能是通过一个或者多个网络系统进行连接。

3.5

自报式 self reporting mode

水库监测站在被测要素值发生变化或定时等事件触发条件下，主动发送数据的工作模式。

3.6

查询一应答式 answer mode

水库监测站响应查询指令发送数据的工作模式。

4 基本规定

4.1 本文件所称监测感知设施包括水库监测站、数据传输系统和提供监测信息汇集应用与共享服务的水库安全监测平台。

4.2 小型水库监测感知要素应基于水库工程规模、坝型、流域面积等设置，监测感知要素设置主要包括雨量、水位、流量、大坝位移、渗流量、渗流压力或扬压力、应力应变、视频图像监视等，其他监测感知要素根据需要设置。

4.3 水库监测站可根据水库实际监测项目单独设立或多个监测项目合并设立在一个监测站。监测站一般设置在水库大坝坝顶或结合启闭机房等基础设施布置，雨水情测报宜采用立杆式测站，大坝安全监测站宜采用落地式，有条件的可采用站房式监测站。

4.4 水库监测中心站可建设在水库现场办公房、水库管理所（站）等便于开展水库安全管理的场所。应结构简单、维护方便、扩展性好、易于改造和升级，宜具备与监测平台通信的接口。应采用交流电供电，并配置稳压及不间断电源。

4.5 水库监测中心站和监测站之间可采用有线或无线通信方式，并与监测平台传输方式相协调。当采用有线方式时，所使用电缆应加以保护，室外电缆应布设在电缆沟或电缆保护管内。电缆沟宜封闭，并应有排水设施。

4.6 监测感知设施采用的平面坐标及高程系统，应与设计、施工和运行等各阶段的控制网坐标系统相一致。

4.7 小型水库应建立巡视检查制度，并开展安全巡视检查工作。

4.8 监测信息应实现自动采集和报送，不能自动采集报送的监测项目需进行人工采集和报送。

4.9 监测设施建设时应结合工程实际，通过新建、改建、扩建方式，协调和衔接现有设施设备，避免重复建设。

4.10 监测感知仪器设备应结合通信条件和供电方式，选用技术成熟可靠、实用耐久的产品。所选用监测仪器设备应符合相关技术标准要求，并经过国家计量认证或专业机构检验合格。

4.11 监测感知设施设备应具有网络安全防护功能，监测平台应采取必要的安全认证、数据传输和存储加密、数据备份等措施，确保信息安全。

4.12 监测感知仪器、设备安装埋设后应及时观测取得初始值，填写考证表，并经相关责任人签字确认。

4.13 监测感知设施应按设计、规范要求验收，功能、性能指标及运行稳定性应满足水库安全监测感知和安全运行要求。

4.14 监测感知信息应及时分析整理，达到报警值应及时报告相关单位。

5 现场巡视检查

5.1 一般规定

5.1.1 现场巡视检查分为日常巡视检查、年度巡视检查、定期巡视检查和特别巡视检查。其中日常巡视检查包括汛期日常巡视检查和非汛期日常巡视检查。

5.1.2 巡视检查应根据工程的具体情况和特点，大坝的运行情况和阶段制定现场检查程序。应规定检查的时间、部位、内容和方法，并确定其路线和顺序，由有经验的技术人员负责进行，根据需要配置必要的检查工具。

5.1.3 巡视检查应符合下列要求，检查结果以表格方式记载：

a) 日常巡视检查。应由有经验的大坝运行维护人员对大坝进行日常巡视检查。日常检查的次数：非汛期日常巡视检查每月不少于 1 次；汛期日常检查每周不少于 2 次，水库水位接近汛限水位时,每天不少于 1 次，病险水库每天不少于 2 次；遇强降雨、水位接近或超过汛限水位时，每 3 小时不少于一次。遭遇特殊工况时，应增加巡视检查次数。

b) 年度巡视检查。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，按规定的检查项目，对大坝工程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资料，检查次数每年不少于 2 次。

c) 定期巡视检查。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。

d) 特别巡视检查。应在坝区（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进行，必要时还应组织专人对可能出现险情的部位进行连续监视。

5.1.4 巡视检查人员应相对固定，熟悉本工程情况，具备一定的专业知识。

5.1.5 具备条件的水库，人工巡视检查结果可上传至监测平台，可采用智能巡视等巡查方式。

5.2 检查项目和内容

5.2.1 坝体检查应包括以下内容：

a) 坝顶有无裂缝、异常变形和植物生长等现象；防浪墙有无开裂、挤碎、架空、错断、倾斜等情况；止水设施工作状况。

b) 迎水坡护面或护坡是否损坏；有无裂缝、剥落、滑动、隆起、塌坑、冲刷和植物生长等现象；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。

c) 背水坡及坝趾有无裂缝、剥落、洞穴、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。

5.2.2 坝基和坝区检查应包括以下内容：

a) 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。

b) 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、异常渗水和蚁穴兽洞等。

c) 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。

d) 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。

e) 有条件时应检查上游铺盖有无裂缝、塌坑。

5.2.3 输泄水洞（管）检查应包括下列内容：

a) 引水段有无堵塞、淤积、崩塌。

b) 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。

c) 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。

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

e) 放水期出水口水流形态、流量是否正常；停水期是否有水渗漏。出水口边坡有无裂缝及滑移。

f) 消能工有无冲刷、磨损、淘刷或杂物堆积现象，下游河床及岸坡有无异常冲刷、淤积和其他破坏等情况。

g) 工作桥是否有不均匀沉陷、裂缝、断裂等现象。

5.2.4 溢洪道检查应包括下列内容：

a) 进水段（引渠）有无坍塌、崩岸、淤堵或其他阻水现象；上游拦污设施是否正常，流态是否正常。

b) 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。

c) 消能工及工作桥见 5.2.3 条第 6、第 7 款规定。

5.2.5 闸门及启闭机检查应包括以下内容：

a) 闸门有无变形、裂纹、脱焊、锈蚀及损坏现象；门槽有无卡堵、气蚀等情况；启闭是否灵活；开度指示器是否清晰、准确；止水设施是否完好；吊点结构是否牢固；栏杆、螺杆等有无锈蚀、裂缝、弯曲等现象。钢丝绳或节链有无锈蚀、断丝等现象；止水设施有无损坏、老化、漏水；闸门是否发生振动、气蚀现象。

b) 启闭机能否正常工作；制动、限位设备是否准确有效；电源、传动、润滑等系统是否正常；启闭是否灵活可靠；备用电源及手动启闭机是否可靠。

5.2.6 近坝库岸检查应包括以下内容：

a) 库区水面有无漩涡、冒泡现象。

b) 岸坡有无冲刷、开裂、崩塌及滑移迹象。

c) 岸坡护面及支护结构有无变形、裂缝及错位。

d) 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。

5.2.7 监测设施检查应包括以下内容：雨水情及大坝安全监测仪器设备、传输线缆、通信设施、防雷设施和保护设施、供电设施是否正常工作。

5.2.8 管理与保障设施检查项目应包括下列内容：与大坝安全有关的电站、供电系统、预警设施、备用电源、照明、通信、交通与应急设施是否损坏，工作是否正常。

5.3 检查方法和要求

5.3.1 日常检查方法主要为眼看、耳听、手摸、鼻嗅、脚踩等直观方法，可辅以锤、钎、量尺、放大镜、望远镜、照相设施设备等工具器材，也可利用视频监视系统辅助现场检查。有条件的水库可采用先进实用技术为辅助检查手段，如无人机巡检、遥感巡检等。

5.3.2 年度检查除采用日常检查方法外，还可采用钻孔取样、注水或抽水试验，水下检查或水下电视摄像等手段，根据需要进行适当的检测与探测。

5.3.3 特别巡视检查可根据实际情况选择合适的检查方法。

5.4 检查记录和报告

5.4.1 每次巡视检查均应详细填写现场检查表，其格式和内容见附录 B.0.1。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。

5.4.2 检查报告应符合下列要求：

a) 日常检查中发现异常情况，应分析原因，及时上报主管部门。

b) 年度巡视检查和定期巡视检查工作结束后，应及时向主管部门提交检查报告，检查报告内容及格式见附录 B.0.2。

c) 应急检查结束后，应立即向主管部门提交检查报告，检查报告内容及格式见附录 B.0.2。

5.4.3 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。有条件的要及时上传至水库安全监测平台。

6 监测感知设施构成

6.1 一般规定

6.1.1 小型水库监测感知设施包括水库监测站、数据传输系统和水库安全监测平台。总体架构图见附录 A。

6.2 监测站点

6.2.1 水库监测站点代码应符合《水利对象分类与编码总则》（SL/213）和《水文测站代码编制导则》（SL502）的规定，并由水文部门统一编制。

6.2.2 水库监测站应具有一站多发功能。水库监测感知信息应由水库监测站直接传输至水库安全监测平台。水库监测感知信息在各级水库安全监测平台互为备份。

6.3 通信网络

6.3.1 通信网络可根据条件选用有线网络、4G/5G、北斗卫星、NB-IoT 等公共通信资源，优先选用 4G/5G 网络。常规公共通信资源未覆盖的区域可采用北斗卫星等方式，公共通信资源未覆盖的区域可采用人工报送等方式。

6.4 监测平台

6.4.1 水库安全监测平台主要包括：通信设备、数据接收处理计算机、服务器、网络和供电设备、数据库、系统软件、数据通信与管理软件、移动端应用软件等。

6.4.2 水库安全监测平台具有汇总与管理各级水库雨水情测报数据、大坝安全监测数据和视频图像信息的功能，为自治区、盟市、旗县和水库用户提供应用服务。自治区级水库安全监测平台可通过标准化接口为水利部、流域机构相关系统提供数据共享。

6.5 信息共享

6.5.1 水库监测感知设施应具备监测感知信息资源共享功能，实现监测感知信息的互联互通，应符合下列要求：

a) 监测感知设施通过标准化接口为相关设施提供数据共享，应确保网络传输安全和数据安全，不应存储或传输涉密信息。
b) 共享的数据应包括雨水情信息、大坝安全监测信息、巡视检查数据、视频图像信息以及预测、预报、预警信息等。根据共享对象的权限及时提供部分或全部成果数据。
c) 不同水库安全监测平台之间应建立数据共享协调机制，及时对接数据需求，保持数据同步。

7 雨水情测报

7.1 一般规定

7.1.1 水库雨水情测报项目应包括降水量、库水位和水库生态流量。

7.1.2 小（1）型水库设置不少于 1 个降水量观测点，库区面积超过 20km^{2}的可增加 1 个观测点。小（2）型水库设置 1 个降水量观测点。

7.1.3 水库应在坝上水位代表性好的位置建设水位站。水库水位站布设数量及位置应能准确、灵敏反映水库的库容变化。

7.1.4 水库有生态流量监测任务的，各出库断面均应建设流量监测设施。

7.2 降水量监测

7.2.1 降水量观测点布设应符合下列要求：

a) 降水量观测点应设置在平坦、空旷处，一般设置在坝上，观测场宜设置围栏。
b) 降水量观测点应避开强风区，不受突变地形、树木和建筑物的影响。
c) 雨量计（器）至障碍物边缘的距离应大于障碍物顶部与承雨器口的高差的 2 倍。如周边为边坡或山体时，应使承雨器口至山顶的仰角不大于 30°。

7.2.2 降水量应采用翻斗式雨量计观测，主要技术指标应符合下列要求：

a) 承雨口径应为Φ200mm。
b) 降水强度测量范围为 0mm/min～4mm/min。
c) 分辨力选择：多年平均降水量小于 400mm 的地区可选 0.2mm，多年平均降水量 400～800mm 地区可选 0.5mm。
d) 测量误差不大于±4%（以仪器自身排水量为准）。

7.2.3 降水量观测应满足下列要求：

a) 降水量以 mm 为单位，记录精度至 0.2mm 或 0.5mm。

b) 采用人工雨量计观测每日 8 时量测降水量，采用自记式雨量计或直观雨量计观测应每日 8 时检查观测记录。日降水量以 8 时为日分界限，即从昨日 8 时至今日 8 时的降水量为昨日降水量，应做好人工与自动雨量计日降水量的对比观测。

c) 采用自动方式测报站点“有雨即报”；人工方式测报站点，当库区降雨达到暴雨量级时，至少每小时测报 1 次。

7.2.4 人工观测应坚持随测、随算、随整理、随分析，以便及时发现观测中的差错和不合理记录，及时进行处理、改正，并备注说明。

7.2.5 降水量观测仪器安装应符合下列要求：

a) 雨量计应检查确认仪器部件完整无损、功能正常后进行安装。

b) 雨量计支架或基础应保证仪器装置牢固和承雨器口水平，遇暴风雨不发生抖动或倾斜。

c) 安装完成后，应检查仪器各部件安装是否正确，运转是否正常，量测精度等指标是否符合要求，并按附录 B 要求填写考证表。

7.3 库水位监测

7.3.1 水库应至少设置 1 个库水位自动测报点和 1 组人工观测水尺，应根据库容大小适当增加库水位自动测报点和人工观测水尺。

7.3.2 库水位监测点应设置在能够代表坝前水位，不受风浪和泄流影响，且便于安装和观测的岸坡处或永久性建筑物上。

7.3.3 库水位监测应根据监测条件选择观测仪器类型。

7.3.4 库水位自动监测应同时设置人工观测水位尺，满足人工比测要求。库水位监测应能测记到坝顶至死水位之间的水位。水位自动监测设备不能测记全变幅水位时，可同时配备 2 套以上设备，并保证各设备观测值有不少于 0.5m 的重合。

7.3.5 水位尺宜采用直立式、倾斜式或矮桩式水位尺，应沿大坝上游坝面或近坝稳定岸坡布设，不应设置在溢洪道、泄洪洞、输水洞进水口等受泄洪水流影响的位置。

7.3.6 库水位观测应满足下列要求：

a) 库水位每日 8 时定时测读，并根据观测任务增加观测频次。水位宜读记至 0.01m 精度。

b) 人工测读时，按水面与水尺的相交处读取数值。当水面出现风浪时，应读取浪峰、浪谷时的数值，取其平均值作为水位测值。

c) 当水位监测断面全部结冰冻实时，可不测读水位，需记录冻实时间；水尺附近未冻实时，可将水尺周围的冰层清除，待水面平静后再测读水位。

d) 水位自动监测设备应根据观测需要设置定时观测和加密观测时段。

7.3.7 水位自动监测设备应定期进行比测，采用水尺观测值进行比测，比测频率每年不少于 30 次。

7.3.8 水尺零点标高每年应校核一次，水尺、水位计每年汛前应进行检查。

7.3.9 应按附录 B 填写库水位考证表，观测资料应定期整编。

7.4 水库生态流量监测

7.4.1 具有生态流量监测任务的水库应对出库流量进行监测。

7.4.2 水库生态流量监测站点的选择：

a) 站点位置应在水库进出水口处，确保监测数据的准确性和代表性。

b) 站点应易于施工和维护，便于监测设备的安装和维修。

c) 站点应远离任何干扰源，以避免测量误差。

7.4.3　水库生态流量监测站，并应满足下列要求：

水库生态流量的监测应考虑监测条件布设自动流量监测设备。

需要考虑下游河道的水流情况，河床的形态、河道的长度、宽度、深度、坡度等。

水库生态流量的监测可采用自动化数据采集系统，实时采集并记录监测数据，方便后续处理和分析。

7.4.4　水库生态流量监测可采用水量平衡法、水位-流量关系法、水动力学模型法、浮标法、比降面积法以及水工建筑物法等。

8　大坝安全监测

8.1　一般规定

8.1.1　根据水利水电工程的等别，本章节主要针对小型水库土石坝、重力坝、溢洪道、输水洞、水闸等建筑物的安全监测项目，项目内容主要包括变形监测、渗流监测、环境量监测和应力应变等，其他监测项目可根据需要设置。

8.1.2　土石坝安全监测内容包括：巡视检查；坝体表面变形（垂直位移、水平位移）；渗流（渗流量，坝体、坝基渗流压力）；环境量（上、下游水位，气温，降水量，库水温）。

8.1.3　重力坝安全监测内容包括坝体、坝基、坝肩及近坝库岸现场检查；变形（垂直位移、水平位移）；渗流（渗流量、扬压力）；应力应变及温度（应变、混凝土温度）；环境量（上、下游水位，气温，降水量，库水温）。

8.1.4　溢洪道安全监测内容应包括变形（垂直位移、水平位移）；水位（堰前水位、消力池出口下游水位）；渗流（堰基扬压力）；水力学（流速、流量）。

8.1.5　输水洞安全监测内容包括进出口水位、渗流（扬压力）、水力学（流量）等。

8.1.6　水闸安全监测内容包括变形（垂直位移、水平位移）、渗流（闸基扬压力）、上下游水位、水力学（流量）等。

8.1.7　各监测项目应针对工程实际配合布置，突出重点，兼顾全面。关键部位测点可冗余布置。

8.1.8　监测仪器设备应先进实用和便于实现自动化监测，并应配备必要的人工监测仪器设备，用于自动化设备故障期间观测以及运行期比测、校核等。

8.2　土石坝监测

本节土石坝监测主要包括均质坝和粘土心墙坝。

8.2.1　变形监测

8.2.1.1 小型水库土石坝变形监测主要为坝体表面变形，坝体表面变形包括坝面的垂直位移和水平位移。表面变形监测应符合下列规定：

a)　土石坝以监测垂直位移为主。

b)　表面变形监测用的平面坐标及高程系统，应与设计、施工和运行各阶段的控制网坐标系统相一致，有条件的工程应与国家等级控制建立联系。

c)　表面垂直位移及水平位移监测，宜共用一个测墩，并兼顾坝体内部变形断面布置。可采用柱式或墩式，顶部安装水平位移监测装置，底部安装垂直位移监测装置。

d)　表面变形监测点宜采用断面形式布置。断面分为垂直于坝轴线方向的监测横断面和平行与坝轴线方向的监测纵断面。

e) 监测横断面应选在最大坝高、合拢段、地形突变处、地质条件复杂处、坝内埋管处或可能异常处，一般不少于 3 个；

f) 监测纵断面一般不少于 4 个，一般设置在上游正常蓄水位以上、坝顶、下游马道、坝脚等位置；4 级、5 级土石坝平行坝轴线的表面变形侧线不应少于 1 条。

g) 平行坝轴线的表面变形测线，应在各条测线与监测横断面相交部位布置测点。对 V 型河谷中的高坝和坝基地形变化陡峻地段，靠近两岸部位的纵向测点应适当加密。对坝轴线较长的大坝，可适当增加测点间距。纵断面上的监测点间距，当坝轴线长度小于 300m 时，宜取 30～50m；坝轴线长度大于 300m 时，宜取 50～100m。

h) 应设置必要的工作基点和基准点：

水平位移监测网由基准点、工作基点及其他网点构成，可采用三角网、GPS 网、精密导线等建网方式，也可将水平、垂直位移监测联合建立三维网。基准点数量不应少于 3 个，工作基点数量及分布应满足监测点对监测控制的要求。仅采用视准线法进行水平位移监测的土石坝工程，可不建立水平位移监测网，但应在测线两岸延长线布置工作基点和校核基点。当坝轴线为折线或坝长超过 500m 时，可在折线点处或测点间增设工作基点。视准线工作基点应与变形监测网定期联测。具体要求见《土石坝安全监测技术规范 SL/551》附录 c。

垂直位移监测网由水准基点和水准工作基点组成，宜采用几何水准方法监测。水准基点数量不应少于 3 个，每一独立监测部位均应设置 1～2 座水准工作基点。

8.2.2 渗流监测

土石坝渗流监测包括渗流压力监测及渗流量监测。

8.2.2.1 土石坝渗流压力监测布置应符合下列规定：

a) 坝体监测横断面宜设置在最大坝高、地质条件复杂、坝体与穿坝建筑物接触部位、渗流隐患等坝段，断面不宜少于 3 个。

b) 坝体每个横断面宜设置不少于 3 个监测点，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；监测点高程应位于预计最低浸润线以下。坝长超过 500m 可增加监测横断面。

c) 坝基渗流压力监测内容包括坝基岩土体、防渗体和排水体设施等关键部位的渗流压力及其分布情况。应与坝体渗流压力监测断面相重合。坝基若有防渗体，可在横断面之间防渗体前后增设测点。

d) 应至少设置 1 个下游水位或近坝地下水位监测点。

e) 绕坝渗流监测内容包括两岸坝肩及部分山体、土石坝与岸坡或混凝土建筑物接触面，以及防渗墙或灌浆帷幕与坝体或两岸接合部等关键部位渗流情况。宜沿流线方向或渗流较集中的透水层（带）至少布置 1 个监测断面，每个断面上布设至少 3 条监测线。

8.2.2.2 渗流量监测

1 存在明显渗漏且便于汇集的小型水库，应设置渗流量监测项目。监测点数量根据渗漏部位、严重程度、汇集条件等综合确定。

2 渗流量监测方式根据渗流量大小和汇集条件采用容积法或量水堰法，应符合下列规定：

1）渗流量不超过1L/s的可采用容积法监测。

2）渗流量1～300L/s的可采用量水堰法，其中渗流量1～70L/s的可采用直角三角堰，70～300L/s的可采用梯形堰或矩形堰。

8.3 重力坝监测

8.3.1 变形监测

8.3.1.1 小型水库重力坝变形监测主要为坝体表面变形，坝体表面变形监测内容主要包括坝面的垂直位移和水平位移。有关方法要求见 8.7 条。表面变形监测应符合下列规定：

a) 混凝土坝以监测水平位移为主。
b) 水平位移监测可采用视准线法、前方交会法和 GNSS 法。
c) 垂直位移监测宜采用水准测量。
d) 变形监测精度相对于临近工作基点应不大于±3mm。
e) 混凝土坝应设置不少于 1 个监测纵断面，一般设置在坝顶、下游马道、坝脚等位置；纵断面上的监测点应设置在最大坝高、合拢段、地形突变处、地质条件复杂处、坝内埋管处或可能异常处，一般不少于 3 个；纵断面上的监测点间距，当坝轴线长度小于 300m 时，宜取 30～50m；坝轴线长度大于 300m 时，宜取 50～100m。
f) 应设置必要的工作基点和基准点。
g) 大坝垂直位移测点与水平位移测点结合布置，即每个垂直位移测点同时设置水平位移砧标，用来进行表面水平位移观测。

8.3.2 渗流监测

渗流监测包括扬压力、渗流量及绕坝渗流监测。

8.3.3 扬压力监测布置应符合下列要求：

a) 重力坝坝基扬压力监测应根据坝基地质条件、渗流控制措施等进行布置，纵向和横向断面应结合布置。宜设纵向监测断面 1～2 个，横向监测断面不少于 3 个。
b) 纵向监测断面宜布置在第一道排水幕线上，每个坝段应至少设 1 个测点；重点监测部位测点数量应适当加密。坝基有大断层或强透水带的，灌浆帷幕和第一道排水幕之间宜加设测点。
c) 横向监测断面应选择最大坝高坝段、岸坡坝段、地质构造复杂坝段和灌浆帷幕折转坝段。横断面间距宜为 50～100m, 如坝体较长，坝体结构与地质条件大致相同，则可加大横断面间距。
d) 每个断面设置 3～4 个测点，测点宜布置在各道排水幕线上。若地质条件复杂，可适当加密测点。在防渗墙或板桩后宜设测点。有下游帷幕时，应在其上游侧布置测点。
e) 扬压力监测孔在建基面以下深度不宜大于 1m，与排水孔不应互换或代用。
f) 坝基若有影响大坝稳定的浅层软弱带，应增设测点，一个钻孔宜设一个测点，浅层软弱带多于一层时，渗压计或测压管宜分孔安设。渗压计的集水砂砾段或测压管的进水管段应埋设在软弱带以下 0.5～1.0m 的基岩内。应做好软弱带处导水管外围的止水，防止下层潜水向上层的渗透。
g) 坝基扬压力可埋设渗压计监测，也可埋设测压管监测。

8.3.3.1 渗流量监测应符合下列规定：

a) 结合工程渗流水的流向、集流和排水设施，统筹规划渗流量监测布置
b) 坝基和坝体渗流量应分别监测。
c) 坝体渗流量监测可设于廊道或平洞排水沟内，宜用量水堰法监测。坝体上游侧排水管的渗流水流入排水沟后，可采用分段集中的方式进行监测。
d) 河床坝段和两岸坝段的坝基渗流量应分段监测，必要时可单独监测每个排水孔的渗流量。
e) 坝体混凝土缺陷、冷缝和裂缝的渗流水量宜采用目测法检查，渗流水量较大时，应采用容积法或量水堰法监测。

8.3.3.2 绕坝渗流监测布置应符合下列要求：

a) 绕坝渗流监测点应根据坝址地形、枢纽布置、渗流控制工程措施及绕坝渗流区域的地质条件布置。宜在帷幕后沿流线方向分别布置 2～3 个监测横断面，测点的分布靠坝肩附近应较密，每个横断面布置 3～4 个测点;必要时，帷幕前可各布置 1～2 个测点。

b) 绕坝渗流监测一般采用测压管，测压管内水位可以用电测水位计或压力表（有压时人工观测），也可在测压管内放置可以更换的渗压计自动观测。

8.3.4 应力应变监测

8.3.4.1 重力坝应力和应变监测布置应符合下列规定：

a) 应根据坝高结构特点及地质条件选定重点监测断面。

b) 在重点监测坝段可布置 1～2 个监测断面。在监测断面上，可在不同高程布置 1～4 个水平监测截面。水平监测截面距坝底宜 3m 以上。

c) 通仓浇筑的坝体，基础监测截面的应力分布是连续的，其监测截面上宜布置 5 个测点。

d) 重力坝的上游坝踵不容许出现拉应力，下游坝址通常是外荷引起最大压应力的地方，应加强观测，除布置应力应变监测仪器外，还应配合布置其他仪器。

8.3.5 混凝土温度监测

8.3.5.1 坝体和坝基温度监测布置应按下列要求进行：

a) 温度监测应设置在重点监测坝段，其测点分布可与应力监测坝段结合，也可根据坝体结构和施工方案另行选择。

b) 宜按网格布置温度测点，网格间距为 8～15m，可根据坝的高低适当调整。

c) 坝面温度：可在距上游 5～10cm 的混凝土内沿高程布置坝面温度计，间距一般为 1/10～1/15 的坝高，死水位以下测点间距可加大 1 倍。

8.4 溢洪道监测

8.4.1 变形监测

a) 变形监测包括水平位移、垂直位移。

b) 宜在进水渠导墙、控制段、泄槽侧墙表面设水平位移、垂直位移测点；必要时，在高边墙区域等可同时布置水平位移测点。

8.4.2 渗流监测

小型水库渗流监测项目主要为堰基扬压力监测。

8.4.2.1 溢洪道渗流监测应符合下列规定：

a) 对独立布置的溢洪道，可在两侧布置渗压计或测压管监测绕渗；对紧靠坝体的溢洪道，应结合大坝绕坝渗流统筹布置。

b) 进水渠、控制段、消力池底板段基底扬压力监测可在进水渠、消力池底板段沿流向至少布置 1 个监测断面，宜采用渗压计监测；控制段可沿流向布置 1～3 个监测断面，每个断面布置不少于 3 支渗压计，防渗帷幕后应增设幕后渗透压力监测测点。

8.4.3 水力学监测

8.4.3.1 水面线观测

溢流堰运用初期和运用后期遇有超历史水位时，应对建筑物有水面线的部分进行水面线观测。观测方法：在溢流坝消能段边墙布置两组水尺组进行衔接水面线及沿程水面线观测，每组布置3个测点。

8.4.3.2 流速、流量监测

a) 水流表面平均流速：可在消力池首端设置流速仪测流速，也可根据实际需要和条件分别采用浮标目测、浮标照相、浮标高速摄影等方法。

b) 流量观测：观测断面可分为固定测流断面和临时测流断面。固定测流断面应选择断面稳定地段，临时断面视结构布置的具体情况确定。观测方法可用测量断面的流速分步换算流量的间接法，或者用流速流量仪直接观测流量。

8.5 输水洞监测

8.5.1 进、出口水位及流量

在输水洞进口渐变段前和出口渐变段后水流相对平稳的位置布设水尺观测进、出口水位。

8.5.2 外水压力监测

输水洞可沿流向布置1～3个监测断面，每个断面布置不少于3支渗压计，用来观测其基础的扬压力分布情况。

8.5.3 流量观测

为观测输水洞的水位流量关系，在输水洞末端设置流速仪测流速，根据流速换算成流量。积累过流水位流量关系的资料，直至可绘出水位与流量关系曲线。

8.6 水闸安全监测

8.6.1 变形监测

8.6.1.1 水闸变形监测应符合下列规定：

a) 水闸变形监测包括水平位移、垂直位移。对于小型水闸主要监测垂直位移。水闸的沉降通过埋设沉降标点进行观测。

b) 变形监测平面坐标及水准高程应与设计、施工和运行各阶段的控制网坐标系统一致，宜与国家控制网坐标系统建立联系。

c) 垂直位移测点宜布置在闸室结构块体顶部的四角(闸墩顶部)、上下游翼墙顶部各结构分缝两侧、水闸两岸的结合部位或墙后回填土上。

d) 垂直位移测点应及时埋设和开始观测，在工程施工期可先埋设在底板面层，在水闸过水前再引接到上述结构的顶部。垂直位移采用水准法，观测仪器为水准仪。

e) 水闸的水平位移一般采用视准线法或交会法相结合，视准线原则上使布置在水闸结构块体顶部的测点与两岸工作基点形成一条直线，采用小角度法或活动觇标法进行观测；交会法除在水闸结构块体顶部布置测点外，另在其上、下游两岸可靠稳定的位置布置若干工作基点，采用测角交会法和边角交会法等进行观测。观测仪器一般为全站仪。

f) 垂直位移水准工作基点至少布置一组，一般布置在距水闸较远，不受工程沉降和位移影响、安全可靠并便于观测的基岩或坚实的土基上，每组工作基点由 3 个固定点组成。工作基点的设置见 8.7 条。

8.6.2 上、下游水位及流量监测

水闸的上、下游水位可通过布设自记水位计或水位标尺进行观测。测点应设在水闸上下游水流平顺，水面平稳，受风浪和泄流影响较小处。

8.6.3 闸基扬压力监测

8.6.3.1 闸基扬压力监测应符合下列规定：

a) 闸基的扬压力可通过埋设测压管或渗压计进行观测，一般采用渗压计。

b) 测点的数量及位置应根据水闸的结构型式、闸基轮廓线和地质条件等因素确定，并应以能测出闸基扬压力的分布及其变化为原则，测点可布置在闸底板中部地下轮廓线有代表性的转折处。扬压力监测断面不宜少于 2 个，每个断面上的测点不应少于 3 个。另外在闸室边墩及消力池挡土墙两侧埋设测压管，人工换算比测各闸底板的扬压力。

8.6.4 水闸水力学观测

8.6.4.1 流量观测

水闸的过闸流量一般通过水位观测，根据闸址处经过定期律定的水位-流量关系曲线推求。必要时可在适当地点设置测流断面进行观测。也可选取边墩、中墩布置水尺，将每两个墩之间作为一个观测断面，利用流速流量仪进行流速流量观测，也可用所测得的流速换算成流量。

8.6.4.2 水面线观测：

在边墩、导墙绘制或设立水尺及直角坐标网络，配合数码相机拍摄记录。

8.6.4.3 消能观测

消能观测包括测量水舌剖面轨迹、平面水流流态、平面扩散覆盖范围。用数码相机拍摄记录。

8.6.4.4 冲刷及淤积观测

冲刷观测重点在溢流面、下游消能部位，检查这些部位有无冲刷破坏情况。水闸上、下游冲刷及淤积采用巡视检查方法进行监测。

8.7 变形监测方法及设施安装

8.7.1 水平位移监测可采用视准线法、前方交会法、极坐标法和 GNSS 法，有关方法要求参考《土石坝安全监测技术规范 SL/551》附录 C.1。小型水库垂直位移监测宜采用精密水准法。

8.7.2 坝体表面变形监测方法应符合下列规定：

a) 表面水平位移采用视准线法观测时，应在大坝左、右端各建立 1 个工作基点和 2 个校核基点，由这 6 个基点组成四边形水平位移控制网。
b) 采用视准线法进行横向水平位移观测，工作基点可在每一纵排测点两端的岸坡上各布设一个，其高程与测点高程相近。校核基点在两岸同排工作基点连线的延长线上各设一个，观测仪器可采用全站仪。
c) 垂直位移监测采用精密水准法测量时，应在坝下游 1km 处布设两个水准基点，垂直位移和水平位移共用一个测点，观测仪器采用水准仪，用水准仪观测表面竖向位移时，起测基点的引测、校测，可参照《国家三、四等水准测量（GB12898）》方法进行。
d) 变形监测精度相对于临近工作基点应不大于±3mm。

8.7.3 坝体表面变形监测设施安装埋设应符合下列规定：

a) 基准点应设在不受工程影响的稳定区域，工作基点可布设在工程附近相对稳定位置，监测点应与坝体牢固结合。
b) 岩基上的基准点、工作基点可直接凿坑浇筑混凝土埋设；土基上的基准点、工作基点观测墩底座埋入土层深度不应小于 1.5m，监测点观测墩底座埋入土层的深度不小于 0.5m；冰冻区基准点、工作基点、监测点观测墩底座应深入冰冻线以下。
c) 基准点、工作基点周围宜建立保护设施，防止雨水冲刷和侵蚀、车辆机械及人为碰撞破坏。
d) 水平位移基准点、工作基点和监测点宜采用带有强制对中基座的混凝土观测墩，基座对中误差不超过±0.1mm，水平倾斜度不应大于 4′；基准点、工作基点观测墩应高出地面或坝面 1.2m 以上，监测点观测墩应高出坝面 0.6m 以上。
e) 视准线监测点对中基座中心与视准线的距离偏差不应大于 20mm。
f) 监测设施安装埋设后，应及时观测初始值，并填写安装埋设考证表，安装埋设安装埋设考证表见附录 D.0.3～D.0.7。

8.8 监测仪器安装埋设

8.8.1　监测仪器安装埋设前应进行检验测试，相关工作应按《大坝安全监测仪器检验测试规程 SL530》的规定执行。

8.8.2　监测仪器安装埋设，相关工作应按《大坝安全监测仪器安装标准 SL531》的规定执行。

8.8.3　监测仪器安装埋设应按设计要求，应减少对主体工程安全和施工影响。主体工程运行或施工应为仪器设备安装埋设提供必要的条件。安装埋设过程应及时测读并记录初始值，填写安装埋设考证表，安装埋设考证表格式见附录 D.0.8～D.0.11。

8.8.4　监测设施应定期进行检查、维护、鉴定，必要时应进行更新改造。更新改造应在可靠性评估基础上合理利用，保持监测数据的连续性。监测设施可靠性评估宜按照《大坝安全监测系统鉴定技术规范 SL766》进行。

8.8.5　各监测项目在不同阶段的监测频次要求见附录 D.0.2，当发生地震、大洪水、库水位骤变、高水位运行、大坝出现异常等特殊情况，应加密监测频次。

8.8.6　测压管的安装与埋设符合下列规定：

a)　宜采用在测压管内安装渗压计的自动监测方式。

b)　测压管宜采用 PE 管或镀锌钢管，内径宜采用 50mm。

c)　测压管由透水管和导管组成，管底封闭，不留沉淀管段。透水段长度宜为 1~2m，面积开孔率约为 15%，开孔应均匀分布、管内无毛刺，外部包扎无纺土工织物。导管段应顺直，内壁平整无阻。透水段与坝体之间回填反滤料，导管段回填与坝体相同或接近的材料。

d)　测压管管口应高于地面；封孔回填完成后，应进行孔内注水或提水灵敏度试验，试验合格后加保护装置，防止人为破坏与外水渗入。

e)　测压管可随坝体填筑埋设，也可通过钻孔方式埋设。

f)　测压管内安装渗压计，渗压计吊装高程应根据测压管水深与仪器量程确定，并与测压管底距离不宜小于 0.5m；吊装线缆长度超过 15m 的，应采用钢丝绳悬吊安装；线缆在管口固定可靠，管口应留有通气孔；渗压计安装至设计高程后应进行人工比测。

g)　测压管、渗压计安装埋设后应及时填写基本资料表，基本资料表格式见附录 A.7。

8.8.7　采用渗压计测量渗透压力时，应根据被测点可能产生的最大压力选择渗压计量程。渗压计量程以 1.2 倍最大压力为宜，准确度应不低于 0.5%FS。

8.8.8　量水堰的设置和安装应符合下列规定：

a)　量水堰应设在排水沟直线段的堰槽内，堰槽段应采用矩形断面，两侧墙应平行和铅直。槽底和侧墙应加衬砌，不允许渗水。

b)　堰板应与堰槽两侧墙和来水流向垂直。堰板应平整、水平，高度应大于 5 倍的堰上水头。

c)　堰口水流形态应为自由式。

d)　测读堰上水头的水尺、测针或量水堰计，应设在堰口上游 3～5 倍堰上水头处。其零点高程与堰口高程之差不应大于 1mm。当堰槽水流杂物较多时，可在测读装置上游设拦污栅，防止杂物影响流态。

e)　宜安装量水堰计自动监测渗流量，量水堰及量水堰计安装完成后，应及时填写安装埋设考证表，考证表格式见附录 D.0.10。

f)　采用容积法测量渗流量时，容器充水时间根据渗流量的大小确定，宜不小于 10s，渗流量两次测值之差不应大于其平均的 5%。

g)　用量水堰监测渗流量时，水尺的水位读数应精确至 1mm，测针、量水堰计的水位读数应精确至 0.1mm，堰上水头两次监测值之差不应大于 1mm。

h)　未提及的仪器安装可参照《大坝安全监测仪器安装标准 SL/531》。

9 视频图像监视

9.1 一般规定

9.1.1 水库应设置视频监视站，通信可采用有线互联网或移动互联网等。

9.1.2 视频监视站宜设置在大坝、溢洪道、输（泄）水洞等部位，重点监视大坝全貌，覆盖水尺、坝前水面、溢洪道进出口、输（泄）水洞出口、坝体渗漏等区域。

9.1.3 水库应设置不少于 6 个视频感知站，坝长 500m 以上的根据需要增加视频监视站。

9.1.4 数据传输采用有线、5G、NB-lot 等通信方式的应保证视频实时传输，其他通信方式可根据需要传输短视频或图片。

9.1.5 视频监视站应满足防尘、防腐蚀、防人为破坏，关键部位具备坚定保护壳，外壳及关键线路抗击打、剪切等，信号抗干扰能力强，电池、电路板密封性好、易检修的技术要求。

9.1.6 视频监视站应符合下列要求：

a) 视频监视站具备图像接入、管理、调用、存储、转发和显示等功能。

b) 视频监视站单路画面像素数量不小于 352×288（CIF），采用有线网络传输的，单路显示基本帧率不小于 25fps；若采用无线公网的，单路显示基本帧率不小于 20fps。

c) 视频监视站应实现图片定时拍摄、异常抓拍以及实时报送功能，根据需要可具有入侵捕捉与语音广播联动报警功能。

d) 太阳能供电方式的宜选择低功耗摄像机；视频监视应实现自动连续循环存储，视频图像存储时间不少于 15 天，重点视频和图片存储时间不小于 60 天。

e) 视频监视站信息传输采集应满足《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）。

f) 视频监视站控制信息即时响应能力宜不大于 0.1s，控制指令有效执行时延宜不大于 0.8s。

g) 视频感知站供电应符合下列要求：

1) 交流电供电方式：

稳态电压偏移AC220V （1±2%）/50Hz

稳态频率偏移50Hz±0.2Hz

2) 太阳能电池浮充供电方式：

太阳能功率及蓄电池容量应保证连续3天以上阴雨天气正常工作。

h) 网络传输要求：

1) 网络传输时延≤300ms。

2) 传输时延抖动≤ 50ms。

3) 传输丢包率≤1×10^{-3} 。

9.2 设备技术要求

视频监视站设备主要包括摄像机和云台等，对坝区、水面等监视范围较大及需要经常快速变换感知对象的，宜选用一体化高速球型摄像机；对溢洪道、输（泄）水洞等固定对象的，可选用固定式枪机。

9.2.1 视频监视摄像机主要技术指标应符合下列要求：

a) 不小于 400 万像素，具备夜视功能且视距不小于 50m。

b) 不小于 23 倍光学变倍，16 倍数码变焦，自动聚焦。

c) 支持预置位拍摄功能，图像分辨率不低于 1920×1080 像素。

d) 支持 H.265，H.264、MPG 等视频格式，支持远程监控。

e) 内置 RJ45 网口，支持 10M/100M 网络数据。

f) 支持 SDK、ONVIF、CGI、PSIA 协议接入。
g) 球机云台支持范围：水平 360°；垂直 -15°～90°；支持自动翻转。
h) 具有防雷、防浪涌以及 IP67 防护等级。
i) 摄像机平均无故障间隔时间应大于 20000h，系统运行后首次故障时间应大于 3 个月。
j) 摄像机室外设备箱防护级别应高于 IP65。

9.3 视频监视站安装

9.3.1 摄像机安装位置宜布置在视野开阔，摄像机前无遮挡，光线充足，离地面应高于 3m。

9.3.2 立杆在≤6 级风力时不晃动，保障摄像机的输出视频图像不抖动。

9.3.3 线缆铺设宜采用开沟地埋铺设，特殊地段可架空。地埋时，沟深≥0.5m，并采用套管防护；架空铺设时，应采用加强钢丝、安装支架和接线座等。

9.3.4 太阳能电池使用浮充供电方式时，蓄电池宜采用地埋式安装；太阳能板安装仰角宜为 45 度左右，方向宜为正南方，且安装牢固。

10 供电与防雷

10.1 供电与蓄能

10.1.1 供电与蓄能应优先采用太阳能加蓄电池方式，水库有市电的推荐使用太阳能加蓄电池与市电互补的供电方式，降低太阳能板和蓄电池的功率和容量，减少固定投入。在特殊条件下，可增设风电等供电方式作为补充。

10.1.2 蓄电池应合理计算设备满负荷功率，确保在阴雨天气情况下，蓄电池容量应支持雨水情、视频和大坝安全监测数据正常上报不少于 3 天。

10.1.3 太阳能电池板的设计功率应满足在 2～3 个正常的日照完成蓄电池 80%以上的蓄能。

10.1.4 太阳能电池板应为高效单晶硅太阳能板，主要技术指标应符合下列要求：

a) 工作电压： ≥17.8VDC。
b) 最大工作电流：≥5A。

10.1.5 蓄电池的主要技术指标应符合下列要求：

a) 额度电压 12VDC。
b) 额定容量≥100Ah。
c) 具备充放保护功能。
d) 充电温度范围：0℃～42℃。
e) 放电温度范围：- 10℃～50℃。

10.1.6 充电控制器的主要技术指标应符合下列要求：

a) 满足太阳能板功率要求。
b) 具备最大功率点跟踪充电技术功能。
c) 具备过流、过充、反极性等自动保护功能。
d) 自带显示装置，显示电压、电流充电功率及工作状态。
e) 具备外接温度传感器接口。
f) 工作温度：-10℃～50℃。

10.2 防雷保护

10.2.1　电力线路防雷保护应符合下列要求：

a)　引雷措施：在电力线路的高处设置避雷针，引导雷电流从针尖向地消散，减少对线路的影响。

b)　接地措施：线路的接地电阻应符合规定的要求，以确保雷电流能够顺利地排入地下，防止对线路和设备造成损坏。

c)　避雷器的使用：在电力线路的设备和终端处，应安装合适的避雷器，用于吸收雷击过电压，避免对设备的损坏。

10.2.2　地网防雷保护应符合下列要求：

a)　地网的设计：地网应按照规定的要求进行设计，保证其电阻低于规定的范围，以便有效地将雷电流排入地下。

b)　地网的接地：地网的接地应均匀分布，并与其他接地系统连接良好，形成连续的导体，便于将雷电流迅速地排入地下。

c)　电位均衡措施：在地网中设置电位均衡装置，均衡系统内的电位差，减小雷电流对设备的干扰和损害。

d)　筑设接地线：设备的金属外壳和金属结构应与地网进行可靠连接，确保设备能够及时地将雷电流排入地下。

10.2.3　主要监测设备的防雷保护应配置电源防雷和信号防雷设备。

10.3　立杆要求

10.3.1　设备安装立杆用于水位、流量、视频、大坝安全监测设备的安装。

10.3.2　立杆设置应符合监测仪器设备的布设要求，采用浮子水位计等其他不便于安装于立杆的设备，可根据实际情况选择安装方式。

10.3.3　立杆高度应不低于 3m；立杆安装设备后的防风等级不低于 8 级；抗震等级不低于 5 级。

10.3.4　立杆应采用热镀锌钢管，主要技术指标应符合下列要求：

a)　高度≥3m。

b)　壁厚≥3mm。

c)　下杆直径≥114mm，上杆直径≥76mm。

d)　立杆安装设备后的防风≥8 级、抗震≥5 级。

e)　设备安装高度≥2 m。

f)　雷达水位计横杆直径≥76mm；横杆长度根据实际情况确定，长度不宜＞5m，须制作固定三角固定支架或拉绳确保其稳定性。水利水电工程中的电气系统防雷措施主要包括电力线路的防雷保护、变电站的防雷保护、地网的防雷保护以及设备的防雷保护等。

11　信息传输与通信

11.1　一般规定

11.1.1　信息传输与通信系统应准确、及时、可靠地采集和传输水库雨水情及大坝安全监测信息及设备工况信息。

11.1.2　水库监测站宜配置相互独立的主、备数据传输信道，具有传输信道的主、备模式选择设置和自动切换功能。主传输信道宜采用 4G/5G/传输模块，备用信道宜采用北斗卫星信道（单模）。

11.1.3　各类水库监测站宜配备显示屏，同时具有远程或现场蓝牙调测及修改各类运行参数功能，并具有自动校时功能。

11.1.4　县市级监测平台与省级监测平台之间宜配置信息传输主、备用信道。前端 RTU 设备具有把数据分别发送给旗县平台、盟市平台及自治区平台的功能。

11.1.5　通信技术指标应满足下列要求：

a)　系统一次完成自治区范围内水库监测站实时数据收集、处理和转发的时间不应超过 10min；系统实时数据上报国家监测平台的时间不应超过 20min。

b)　应根据所选通信方式规定数据传输信道误码率 Pe，主要通信方式信道误码率应符合表 10.1.1 的规定。所选通信方式所允许的误码率最大值不能满足设计要求时，应调整通信方式和组网方案。

表 10.1.1 主要通信方式的数据传输信道误码率设计规定

[4]信道	超短波	微波、卫星	数字移动通信	DDN、SDH、ADSL（MSTP）	PSTN
Pe	$\leqslant 1\times10^{-4}$	$\leqslant 1\times10^{-6}$	$\leqslant 1\times10^{-5}$	$\leqslant 1\times10^{-6}$	$\leqslant 1\times10^{-5}$

11.1.6　系统的可靠性分为系统可靠性和设备可靠性两个方面，可靠性指标应按下列要求确定：

a)　系统可靠性用系统在规定条件下和规定的时间内，数据收集的月平均畅通率和数据处理作业的完成率来衡量。系统数据收集的月平均畅通率应达到 95％。数据处理作业的完成率应大于 95%。数据存储的差错率不高于 0.01%。

b)　系统通过网络传输数据的畅通率宜达到 99%以上。

c)　合理选用系统各类设备的 MTBF 可靠性指标，单站设备的综合 MTBF 不应小于 8000h。MTBF 的验证符合 GB/T 18185-2014 的要求。

11.1.7　系统的设备应能在下列温度和湿度条件下正常运行：

a)　水库监测中心站应实现对接收数据的统一处理。温度：5~40℃，允许相对湿度：≤90% （40℃）

b)　前端监测站点设备（室外部分）：必须适应温度范围-40~40 度。允许相对湿度：≤95% （40℃）。

11.1.8　系统基准时钟宜采用 GNSS 授时系统，可采用 BDS 授时系统作为系统时钟同步时钟源。

11.2　通信组网

11.2.1　小型水库雨水情测报及大坝安全监测设施通信组网设计应符合下列规定：

11.2.2　根据水库所在市、旗县区的通信资源、系统规模、信息流程、信息交换量等条件和要求，合理选择通信组网信道。

11.2.3　在满足数据传输可靠性和速率的前提下，优先选择公网和已建专网。数据传输速率应依据通信方式按下列要求选择：

a)　超短波信道的数据传输速率可根据系统要求的响应时间在 300bit/s、600bit/ s、1200bit/s、2400bit/s、4800bit/s、9600bit/s 等中选择。

b)　采用 2.5 代数字移动通信信道（GSM、CDMA 等）的数据传输速率（接口速率）可选用 9600bit/s。

c)　有图像传输要求的系统通信信道宜选用可提供较高通信速率的微波、卫星、3G、4G、DDN、ADSL、SDHI 等信道。

d)　利用公用信道时，应根据数据传输要求和信道指标确定传输速率和带宽。

e)　宜提高通信资源的利用率，不宜过多采取专线专用方式。

f)　系统中重要遥测站应配置相互独立的主、备数据传输信道，并具有传输信道的主、备模式选择设置和主备信道数据传输自动切换功能，备用信道应选择具有相对较强抗灾能力的通信信道。

g) 如所选通信方式的允许最高数据传输速率不能满足系统数据传输时间要求的，应重选通信方式，调整组网方案。

11.2.4 自治区级监测平台与盟市和旗县级监测平台的通信信道应能满足系统最大数据量的传输要求。

11.2.5 组网设计应充分考虑提高通信资源利用率。

11.2.6 采用移动通信组网时应符合下列规定：

a) 信号强度应满足通信误码率要求。个别测站信号强度达不到要求，可通过自建短距离信道将测站信息传至移动通信信号符合要求的地点，再采用移动通信信道。自建短距离信道宜选用超短波、传感器网络、无线网桥或光纤等。

b) 传输速率应由实际使用需求确定，并保证数据的准确性和时效性。

c) 可以用于数据通信和图像通信。

d) 应对移动通信服务商提出通信可靠性等服务技术指标的要求。

11.2.7 采用卫星信道时应符合下列规定：

a) 响应时间不超过 5s，定位信息时延不超过 5s，数据传输时延不超过 5s。

b) 上行数据波特率为 16.625kb/s，下行数据波特率为 31.25kb/s，波特 9600bps。

c) 使用定向天线系统时，应考虑避免其天线指向的前方有遮挡物；使用全向天线系统时，应考虑减少天线周边树木、高压线、房屋等对其信号传输的影响。

d) 配备北斗三号指挥机应具有以下功能：具备北斗短报文通播与接收功能、具备编组功能、具有 RDSS 定位功能、支持 BDS RSMC 短报文通信、具有汉字、代码及混合传输三种电文方式、系统频点包括北斗三号 RSMC 的 S、Lf1、Lf2 频点和 RNSS 的 B1I、B1C 频点、可扩展支持天通语音通信功能等。

11.2.8 采用超短波信道时应符合下列规定：

a) 超短波通信使用的工作频率应优先选用国家无线电管理部门分配给水利系统的专用频率并报当地无线电管理局（检测站）审批确定。

b) 超短波信道的数据传输速率宜 1200bps，接口速率可选择 9600bps。

c) 可自定义用户区字节数，模拟收发机字节长度≤30B，数字收发机字节长度≤140B，必要时采用报文拆分发送。

11.2.9 采用光纤通信时，应根据建设要求、网络结构、规模容量，制定合理的通信组网方案，数据传输速率宜根据系统数据传输要求以及通信资源本身的传输能力来确定。

11.2.10 图像视频传输设施应选用较高通信速率的移动通信和光纤通信等信道，其传输速率应不低于 1Mbps。

11.3 信息流程与工作模式

11.3.1 小型水库雨水情测报及大坝安全监测设施信息流程为多目标并发模式，信息流向是水库监测站同时向旗县级、盟市级及自治区级监测平台发送信息。

11.3.2 应根据业务工作需求，同时考虑管理维护、供电、交通和可利用的通信信道以及信道质量等条件，选择工作模式，并应符合下列规定：

a) 自动雨量站要求无雨小时报，有雨即报；自动水位站要提供小时报，超过阈值或变幅超过 1cm 进行加报。

b) 自治区级监测平台或盟市级监测平台仅需要获取水库日常监测站数据变化情况时，各类监测站宜采用自报工作模式，并具有定时自报功能。

c) 自治区级监测平台或盟市级监测平台需要主动随时取得水库监测站数据时，各类监测站宜采用查询—应答工作模式。

d) 水库监测站与省级监测平台或盟市级监测平台交互时，采用自报、查询—应答混合工作模式。

11.4 数据传输规约

11.4.1 有信息传输安全要求的系统，宜在统一数据传输规约基础上增加信息加密传输编码或技术措施。信息传输加密可采用对报文正文加密或对整个报文帧加密等方式。

11.4.2 小型水库雨水情测报及大坝安全监测设施应执行统一的数据传输规约，需符合水利监测数据传输规约第 1 部分：总则（SL/T 812.1-2021）规定；水库雨水情测报通信规约还应符合水文监测数据通信规约（SL 651-2014）规定，视频监控通信规约还应符合安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求（GB/T 28181-2011）规定；加装北斗数据传输终端的要符合《水文监测数据通信规约 SL651-2014》和《SL323-2011 实时雨量情数据库表结构与标识符》的标准要求，同时遵照《水利北斗短报文通信规约（试行）》要求进行数据传输。

11.4.3 系统使用的RTU和MCU等数据采集终端设备应具有水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心的出具的检测报告，证明其通信规约符合本标准要求。（需进一步确认其他大坝安全监测类采集设备传输规约）

11.4.4 水位数据要根据测验河段地形情况，在每个水位站附近设置基本水准点 1 个，在水尺附近设置校核水准点两个，以便相互校核，基本水准点应设在历年最高水位以上。水准点应按照《水位观测标准》（GBJ138-90）埋设，根据规范要求，需从国家水准点引测本站水准点高程。

12 监测平台

12.1 一般规定

12.1.1 小型水库监测平台具有汇总与管理全区水库雨水情测报数据、大坝安全监测数据和视频图像信息的功能，为自治区、盟市、旗县和水库用户提供应用服务。

12.1.2 自治区级监测平台由自治区级负责建设，应为盟市旗县级和水库用户提供应用服务，实现一级部署、多级应用，同步与盟市旗县级平台互补应用（盟市、旗县按实际情况进行建设）。

12.1.3 自治区级监测平台可统一接收、查看、管理全区水库雨水情测报和大坝安全监测数据。

12.1.4 各级水库监测感知管理平台数据应保持同步。

12.1.5 各级平台开发建议一般采用 B/S 架构，系统开发应满足信创有关要求。

12.2 数据库

12.2.1 监测平台数据库应存储水库雨水情信息、大坝安全监测信息和监测点信息以及运维基本信息等。

12.2.2 水库基础信息应包括水库名称、所在地、工程规模、流域、河流、经纬度、特征水位、总库容、最大坝高、坝顶高程、注册登记号等。

12.2.3 雨水情信息应包括降水量、水位、测站经纬度、河流位置等基础信息。

12.2.4 大坝安全监测信息应包括巡视检查信息，表面垂直位移监测基点、表面垂直位移测点、表面垂直位移，表面水平位移监测基点、表面水平位移测点、表面水平位移，渗流压力测点、渗流压力水位、测压管、测压管水位，渗流量测点、渗流量信息等。

12.2.5 视频图像信息应包括视频图像监视点、视频图像信息等。

12.2.6 运维基本信息应包括 web 端和数据库运行情况、网络通信状态、防火墙运行情况、工单流程、操作日志等。

12.2.7 数据库表结构参照《水利数据库表结构及标识符编制总则》（SL/T 478）、《水利对象分类与编码总则》（SL/T 213）。雨水情测站基本属性表、实时信息类表名称和结构遵照《实时雨水情数据库表结构与标识符》（SL 323）执行。

12.2.8 应建立监测站点清单数据库，便于后续运维管理。

12.3 平台功能

12.3.1 监测平台应具备数据接收、数据处理、数据存储、资料整编、分析应用、信息管理、信息展示、视频监视、预警提醒、数据统计、系统管理、用户管理等功能。

12.3.2 数据接收应提供数据访问接口，接收水库监测站或下级监测平台的数据。

12.3.3 数据处理应具备数据检验功能，剔除不合理数据和偶然误差。

12.3.4 数据存储应将接收的数据及时存储至数据库，并定期备份。

12.3.5 资料整编包括整编时段内的监测数据、文字和图表，应具备下列功能：

a) 打印报表，自动生成时段报表、日报表、月报表、年报表。
b) 绘制图形，自动绘制直方图、过程线、相关线、平面分布图、浸润线，实现趋势性分析。
c) 监测物理量过程线绘制时，应同时绘制相关环境量的过程线，还应绘制能表示各监测物理量在时间和空间上的分布特征图与有关因素的相关图。

12.3.6 分析应用包括统计模型分析、指标设定等功能，宜具备下列功能：

a) 统计模型分析，应采用最小二乘法、多因子线性逐步回归法等建立竖向位移统计模型、水平位移统计模型、渗流压力（扬压力）统计模型、渗流量统计模型。
b) 指标设定：应拟定临界降雨量、库水位、渗透压力、变形等监控指标。
c) 结合“四预”实现气象数据要素共享，同步进行功能模块开发：
    1) 预报功能模块，基于小流域水文模型建设，接入实测雨水工情信息，采用预先小流域洪水预报方案，对小流域范围内水库洪水过程进行预报，生成预报预警信息；
    2) 预警功能模块，对已发生预警的地点、时间、级别进行统计及可视化展示，并发布预警；
    3) 预演功能模块，设定洪水数字化场景，应用水文模型洪水过程进行推演模拟分析，对特定降雨情景下水库、河道、村庄的预警情况进行推演，并进行可视化展示。
    4) 预案功能模块，对水库调度预案进行结构化，实现预案的数字化管理和可视化展示、查阅。

12.3.7 信息管理，提供信息管理和运行维护，应包括下列功能：

a) 信息管理，管理水库监测点和监测数据，包括新增、修改、删除、统计、下载、导入数据。
b) 运行维护，监测设备的通信状态、电压、电池的剩余电量，远程管理监测站点进行配置、校准、升级、维护与重启。

12.3.8 信息展示，具备基于地图的自治区、盟市、旗县区、水库等多层级水库安全监测与预警信息的综合展示与查询服务，应提供水库所在地点、工程规模等筛选条件。展示信息应包括下列内容：

a) 降水量：结合报表、雨量直方图展示实时降水量和历史降雨量。
b) 库水位：结合报表、过程线显示当前库水位、历史库水位。
c) 渗流量：单测点或多测点的渗流量过程线，相关线，报表。
d) 渗流压力：单测点或多测点的渗流压力过程线，相关线，报表。
e) 表面变形：单测点或多测点的表面变形过程线，分布图。
f) 水库分布：结合地图显示水库位置分布，应能区分工程规模。

12.3.9 视频监视，应包括下列功能：

a) 通过视频接口浏览水库端的实时视频画面。

b) 视频展示库水位、库容、降水量等实时数据。

12.3.10 预警提醒，宜实现超汛限水位、历史极值、仪器量程、拟定指标等警戒值分级预警，通过平台自动或人工发布预警提醒至不同级别用户，具备警戒值联动预警广播功能。

12.3.11 数据统计，应实现最大值、最小值、平均值、总量等特征值统计。

12.3.12 系统管理，应具备用户角色权限管理、菜单管理、数据字典管理、系统日志管理等。

12.3.13 自治区级监测平台应为盟市级、旗县级、水库级、相关业务单位用户提供账号，用户根据角色和权限进行有限的操作。

12.3.14 有条件地区可结合无人机、大数据、人工智能、5G 等新技术实现预测预警、风险管理、应急管理、标准化等智慧管理功能，包括下列功能：

a) 预测预警。设置监测预警参数，对超阈值的监测项及水库动态预警、分析诊断等。
b) 风险管理。危险源识别、风险评估、风险排序、风险动态管控等。
c) 应急管理。应急预案管理、应急响应、应急演练等。
d) 标准化。维修养护、管理考核等。
e) 语音自动播报。支持如上游坝坡、下游坝坡、坝顶人员入侵，库水位越限、降水量大提示、泄洪提示、车辆入侵、循环提示等 8 类场景触发自动报警。
f) 大数据分析。基于海量监测数据，进行异常数据识别、监测物理量预测、隐患图像识别等应用。
g) 移动 APP。提供移动端的实时监测数据查询、统计分析图表展示、补位监测上报功能。

12.4 硬件设备与系统软件

12.4.1 监测平台支撑环境由硬件设备和系统软件组成，应保障平台稳定运行。硬件设备应配置服务器和计算机设备、存储和网络设备、安全设备及其他设备。系统软件应配置操作系统、数据库管理软件、中间件、认证系统、备份软件等。

12.4.2 服务器和计算机设备应符合下列要求：

a) 数据库服务器应设置主备服务器，支持备份要求。存储容量应能支持 TB 级数据，满足全省水库数据存储交换要求。
b) 接口服务器和应用服务器宜设置至少两台服务器，出现单台服务器故障时，不影响服务使用。
c) 视频服务器接收并存储视频信息，播放实时视频和历史视频，历史视频存储时间不应小于 30 天。

12.4.3 存储和网络设备可采用存储资源池、磁盘存储介质、磁带库、SSD 或 NVMe 闪存及配套设备，核心交换机、服务器接入交换机、办公区接入交换机、光纤交换机等。

12.4.4 安全设备应包括内网防火墙、存储服务器防火墙、数据中心出口防火墙、入侵防御设备、上网行为管理设备、防病毒网关、安全接入网关、堡垒机、web 应用防护、漏洞扫描、数据库审计、安全管理中心等。

12.4.5 其他设备包括 VPN 设备、UPS 不间断电源、KVM 系统、空调系统、防雷设备，有条件的地方可配备大屏幕、机房环境监控系统等。

12.4.6 软件设置应符合下列要求：

a) 操作系统宜采用国产化、正版化操作系统。
b) 数据库管理软件应选择主流的关系数据库管理系统，优先考虑国产数据库管理系统。
c) 中间件应配置消息中间件、工作流引擎。
d) 认证系统宜采用基于数字证书进行双因子身份认证。

e) 备份软件应支持所选操作系统和数据库管理软件，支持对操作系统的在线完全及增量备份，支持原机及异机进行恢复。

12.4.7 监测平台硬件设备及系统软件也可根据情况采用政务云、自建云、第三方云平台等方式。

12.5 系统联网

12.5.1 系统联网应符合下列要求：

a）应优先选用水利专网或已建的专用通信网，并应充分考虑与已建系统的信息共享。

b）联网信道应根据信息量和传输速率要求选择带宽，并配置备用信道。

c）联网信道可选择一种通信方式，也可采用多种方式混合组网；宜选择稳定、可靠、占用资源少、效率高的传输技术。

d）应明确数据维护的权限，保证数据传输安全性，并保证各共享节点的错误数据同步修正和可扩展性。

12.6 系统安全与数据共享

12.6.1 监测平台的系统安全应符合下列要求：

a) 环境安全应具有完善的环境安全防护措施，包括物理位置选择、物理访问控制、防盗窃和防破坏、防雷击、防火、防水和防潮、防静电、温湿度控制、电力供应和电磁防护等内容。

b) 网络安全应具备身份认证、数据加密、访问控制等措施。

c) 区域边界安全应具有边界访问控制、边界完整性检测、边界入侵防范以及边界安全审计、边界恶意代码防范等内容。

d) 数据安全的完整性与可控性应符合下列要求：

1) 数据交换过程应具备防篡改和完整性验证功能，确保数据准确、完整、安全。

2) 部署在政务外网的数据交换软件和适配器应符合信息安全等级保护要求，部署在政务内网的数据交换软件和适配器应符合信息系统分级保护的要求。

3) 敏感数据交换前应进行加密处理。

12.6.2 监测平台应按照 GB/T 22239 进行等保定级。自治区级监测平台应符合等级保护三级要求，盟市级平台宜符合三级要求。

12.6.3 监测平台与相关业务平台数据共享与互联互通应符合下列要求：

a) 自治区级监测平台汇集数据包括雨水情信息、安全监测信息、巡视检查数据、视频图像信息、异常监测信息等。

b) 自治区监测平台通过标准化接口为区内相关系统提供数据共享，应确保网络传输安全和数据安全。

13 监测资料整编与分析

13.1 一般规定

13.1.1 监测资料整编与分析的主要内容包括巡视检查、库水位、降水量、变形、渗流等项目。

13.1.2 监测资料应及时整编与分析。当监测资料出现异常时，应及时分析原因，影响工程安全时应立即上报主管部门。

13.1.3 每次现场检查后应随即对原始记录加以检查和整理，并作出初步分析。监测仪器和巡视检查的各种现场原始记录、图表、影像资料均应归档保存。

13.1.4 每年应进行一次监测资料整编。在整理和整编的基础上，进行资料分析。

13.1.5　整理整编成果应做到项目齐全，考证清楚，数据可靠，方法合理，图表完整，规格统一，说明完备。整编成果表格格式见附录E。

13.1.6　为使监测资料整编工作自动化、系统化，应建立监测资料数据库或信息管理系统。

13.2　监测资料要求

13.2.1　工程基本资料应包括下列内容：

a)　水库及主体建筑物概况和特征参数，宜根据工程情况按附录E.1的表格式汇编成总表。

b)　水库总体布置图、主要建筑物平面图和剖面图、地质剖面图，监测设施平面布置图和横断面图。

c)　安全监测设施汇总表，包括监测项目、测点编号、测点位置和工作状况等，按照附录E. 2的表格式汇编。

13.2.2　雨水情测报和大坝安全监测设施考证资料应包括下列内容：

a)　监测设施设计、布置、埋设、竣工等概况。

b)　监测/观测点的平面布置图以及纵横剖面布置图，剖面数量以能表明测报设施和测点的位置和高程为原则。

c)　水准基点、起测基点、工作基点、校核基点、监测点，以及各种测报/监测设施的平面坐标、高程、结构、安设情况、设置日期和测读起始值、基准值等文字和数据考证表。

d)　各种仪器/设施的型号、规格、主要附件、购置日期、生产厂家、仪器使用说明书、出厂合格证、出厂日期、购置日期、检验率定等资料。

e)　数据采集仪表和电缆走线的考证或说明资料。

13.2.3　各种考证资料均应适时、准确地记录。在初次整编时，应按监测项目对各项考证资料进行全面收集、整理和审核。在以后各阶段，监测设施和仪器有变化时，如校测高程改变、设施和设备检验维修、设备或仪表损坏、失效、报废、停测、新增或改（扩）建等，均应重新填制或补充相应的考证表，并注明变更原因、内容、时间等有关情况备查。

13.3　监测资料整理与整编

13.3.1　人工监测、自动化监测和现场检查均应做好所采集数据（或所检查情况）的记录。

13.3.2　监测资料整理应符合下列要求：

a)　应及时检查各监测项目原始数据的准确性、可靠性和完整性，判断测值有无异常。如有漏测、误读（记）或异常，应及时复测确认或更正，并记录有关情况。

b)　原始监测数据的检查、检验工作主要包括：

1)　作业方法是否符合规定；

2)　观测记录是否正确、完整、清晰；

3)　各项检验结果是否在限差以内；

4)　是否存在粗差

5)　是否存在系统误差。

经检查、检验后，若判定监测数据不在限差以内或含有粗差，应立即重测；若判定监测数据含有较大的系统误差时，应分析原因，并设法减少或消除其影响。

c)　在每次巡视检查后，应随即对原始记录进行整理。巡视检查的各种记录、影像和报告等均应按时间先后次序进行整理编排。

d)　随时补充或修正有关监测系统及监测设施的变动或检验校测资料，以及各种考证表等，确保资料的衔接与连续性。

13.3.3　监测资料整编应符合下列基本要求：

a) 整编时段视工程运行情况而定，最长不应超过 1 年。在运行期，每年汛前应将上一年度的监测资料整编完毕。
b) 整编资料的内容、项目、测次等齐全，各类图表的内容、规格、符号、计量单位和编排顺序应符合有关规定要求。
c) 各项监测资料整编的时间应与前次整编衔接，监测部位、测点及坐标系统等应与历次整编一致，如有变动，应说明。
d) 对整编时段内的各项监测物理量按时序进行统计和校对。如发现可疑数据，不宜删改，应标注记号，并加注说明。
e) 第一次整编时应完整收集工程基本资料、监测设施和仪器设备考证资料等，并单独刊印成册。以后每年根据变动情况，及时加以补充或修正。

13.3.4 巡视检查资料整编时，应对本时段内巡视检查发现的异常问题及其原因分析、处理措施和效果等作出完整编录，并简要引述前期巡视检查结果加以对比分析。大坝巡视检查记录表格式，参见附录 B 中表 B.0.1，执行中可根据大坝的实际情况作适当调整。

13.3.5 雨水情测报资料整编应符合下列要求：

a) 降水量监测资料整编，按附录 E 中表 E. 3. 1 的格式填制逐日降水量统计表。同时将月、年内的极值及其出现的日期，以及总降水量、降水天数等分别填入“全月统计”和“全年统计”栏中。
b) 水位监测资料整编，按附录 E 中表 E. 3. 2 的格式填制上游和下游水位统计表。表中数字为逐日平均值或逐日定时值，准确到 0.01m。同时将月、年内的极值和均值以及极值出现的日期分别填入“全月统计”和“全年统计”栏中。
c) 其他环境量监测资料包括气温监测资料整编以及水温监测资料。

13.3.6 变形监测资料整编应符合下列要求：

a) 根据工程所设置的监测项目进行各监测物理量列表统计，按附录 E 中表 E. 3. 4 或 E. 3. 5 的格式填制。
b) 在列表统计的基础上，绘制能表示各监测物理量变化的过程线图，根据工程实际对于存在危险隐患的重要物理量绘制在时间、空间上的分布特征图和相关关系图（如库水位、气温等）。

13.3.7 渗流监测资料整编应符合下列要求：

a) 应将各监测物理量按坝体、坝基等不同部位分别列表统计，并同时抄录监测时相应的上、下游水位、降水量和气温等。
b) 坝体、坝基、绕坝渗流测压管水位统计表按附录 E 中表 E 3. 6 的格式填制，渗流压力统计表按附录 I 中表 E. 3. 7 的格式填制。
c) 渗流量监测统计表按附录 E 中表 E. 4. 8 或 E. 4. 9 的格式填制。
d) 其他资料包括泄水建筑物水力学监测以及为其他工作而设置的项目的成果整编，可根据具体情况和需要参照本标准编制有关图表和文字说明。

13.4 资料分析

13.4.1 监测资料分析包括定性、定量以及综合分析，通过编制分析报告对大坝工作状态作出评价。

13.4.2 监测资料分析的项目、内容和方法应根据实际情况而定。但对于变形量、渗流量、扬压力及现场检查等资料应进行分析。分析方法参照 SL551 和 SL601 执行。

13.4.3 监测资料分析后，应提出监测资料分析报告，对大坝当前的工作状态作出评估，为加强安全管理和监测，采取防范措施提出指导性意见。

13.4.4　监测资料分析报告主要内容是根据分析成果，报告的基本内容应有工程概况、仪器安装埋设、监测和巡视工作情况说明及主要成果、资料分析内容和主要结论。

14　设施运行维护

14.1　一般规定

14.1.1　运行维护工作内容包括:水库监测站、数据传输系统和水库安全监测平台，以及所涉及的相关监测仪器设备的运行管理、检查、维护和维修，数据处理等内容。

14.1.2　水库监测站的运行维护应由水库管理单位负责,水库安全监测平台的运行维护由各级管理单位负责。

14.1.3　水库管理单位应制定水库监测感知设施运行维护制度，包括监测项目及其频次、仪器设备管理与维护、监测信息报送、监测数据记录与处理、数据安全防护措施、监测人员与运行维护岗位职责、技术培训等。

14.1.4　水库管理单位负责组织做好监测信息报送工作,应按规定的频次和技术要求将监测信息上传至监测平台。发现测值异常时应及时处理，并做好监测信息存档备份与管理。

14.1.5　安全监测仪器应参照 SL766 要求，定期进行大坝安全监测系统评价，按规定程序审查、确认后，按 SL621 的要求对监测设施进行封存、报废，并对监测项目、测点、频次进行必要的调整。

14.1.6　水库监测站不能满足监测要求时,应进行更新改造。监测平台应定期进行软件升级和数据维护。

14.2　运行管理

14.2.1　运行维护人员应具备相应基础知识，熟悉监测感知设施布置、掌握相关设备的工作原理及技术指标，了解监测平台架构及功能，经过培训合格。应严格执行监测系统运行管理制度，正确使用和操作系统，按附录规定开展现场检查、数据采集集、记录、甄别和保存，保障数据的准确、可靠。

14.2.2　试运行期应对监测系统进行检测或比测,分析评价监测系统的工作状况与监测数据的合理性和准确性。

14.2.3　运行期应定期进行检查、维护和鉴定；可更换监测仪器应定期进行人工比测、校正和核准。

14.2.4　监测自动化系统应每个月校正 1 次系统时钟，监测数据应每 3 个月作 1 次备份。

14.3　设施维护

14.3.1　监测感知设施运行维护宜结合日常观测和工程巡视检查进行，维护频次参考附录 F.1。每年的汛前应进行定期检查维护。

14.3.2　监测感知设施检查维护情况应做好记录，记录表样式参照附录 B 中表 B.0.1 和附录 F.2。

14.3.3　监测感知设施发生故障时应及时查明原因排除故障。

14.3.4　雨水情测报设施应开展下列检查维护工作：

a)　检查和测试雨水情测报设施的运行状态，保养、校核传感器，；对有问题的监测设备及时修复改善，必要时应更换。
b)　检查雨量计安装是否稳定，障碍物与观测仪器的距离不应少于障碍物与仪器口高差的两倍。
c)　清理雨量计承雨器，检查承雨口是否存在明显变形。清洗太阳能电池板，清理水位井进水口。
d)　检查电源供电情况或蓄电池电压,电缆有无老化损坏。
e)　防雷设施是否正常，检查设备接地情况。
f)　检查各结点接触情况及工作状态。

14.3.5 变形监测设施应开展下列检查维护工作：

a) 应检查变形监测控制网、视准线装置和位移传感器以及各种基准点、工作基点、表面位移测点的工作状况，维护、维修损坏的设施。

b) 应检查 GNSS 网的基准点观测墩是否完整稳固、供电系统与保护装置是否正常、卫星信号接收是否稳定，测点处 15° 高度角以上是否有障碍物，存在其他异常时应及时维护。

c) 变形监测仪器的维护应符合相关规范标准规定。

14.3.6 渗流压力监测设施应开展下列检查维护工作：

a) 测压管维护应检查测压管管口及保护装置是否牢固、密封情况、有无变形、渗漏。

b) 每季度应对电测水位计的测尺长度进行校测，保持尺度标记清晰，对蜂鸣器的工作状态进行检查。

c) 检查测试压力表的灵敏性和归零情况，方法参照 SL 601。

d) 应检查测试测压管灵敏度，方法参照 SL 551。

e) 应定期比对测压管内渗压计计算水位与人工测量水位。

f) 埋入式渗压计应检查电缆线头、标识和保护设施。

14.3.7 渗流量监测设施应开展下列检查维护工作：

a) 量水堰监测设备应检查、清理堰板前后排水沟中的淤积物，清除水尺和堰板处的附着物，检查、清除量水堰计浮筒及其进水口附近的杂物。

b) 应对量水堰计或水尺的起测点和堰口高程进行校测。

c) 监测部位渗流量与量水堰量程不匹配时，应更换量水堰或采用其他监测方法。

14.3.8 视频监视设施应开展下列检查维护工作：

a) 检查摄像机及电源、风扇、加热、雨刷、辅助照明装置等设备的工作状态；对摄像机镜头、防护罩及附件进行必要的清洁；根据视频监视需要调整摄像机焦距和监视范围等。

b) 对视频监视设备的安装支架、立杆等构件进行检查，如发现问题及时进行加固、除锈、防腐、清洁等养护。

c) 检查通信线缆有无破损、氧化等情况，接地连接情况。

d) 检查设备指示灯、测量设备电压/电流是否正常。

e) 检查视频图像信息，存储的视频图像质量、帧率、连续存储周期长度满足要求。

f) 发生故障的设备应进行维护或更换。

14.3.9 信息传输应开展下列检查维护工作：

a) 超短波通信应检查信道信号传输情况。

b) 移动通信应对信号强度测试，对监测设施的移动号码统一管理，及时缴费。

c) 有线通信线缆应完好、无破损，线缆接头应接触良好、无锈蚀现象。传输阻抗、信道衰耗等应符合设计指标，信号转换器、光端机等通信设备运行正常。当通信线缆或设备有破损时，应采取措施修复或更换线缆设备。

14.3.10 水库监测中心站应开展下列检查维护工作：

a) 水库监测中心站采集的数据缺失率高、异常数据增多时，应及时查明原因。

b) 水库监测中心站的主设备、易损件、保护性器件应配备必需的备品、备件。

c) 具有访问功能的水库监测中心站，在进行远程诊断和维护时，应按规定的程序，由经过授权的管理人员进行操作，操作完成后应及时关闭该功能。

d) 应建立专门的水库监测中心站维护日志，做好记录并存档。

14.3.11 监测平台应开展下列检查维护工作：

a) 应检查监测平台各项功能，服务器及相关软硬件定期维护升级。
b) 应检查各级监测平台，异常数据增多时，应及时查明原因。
c) 监测平台与其他系统共享数据时，应检查数据传输状态，保证工作正常。

附录 A
（规范性）
小型水库监测感知设施组成

A.1　小型水库监测感知设施组成

A.1.1 内蒙古自治区小型水库监测感知设施组成框架见图 A.1.1

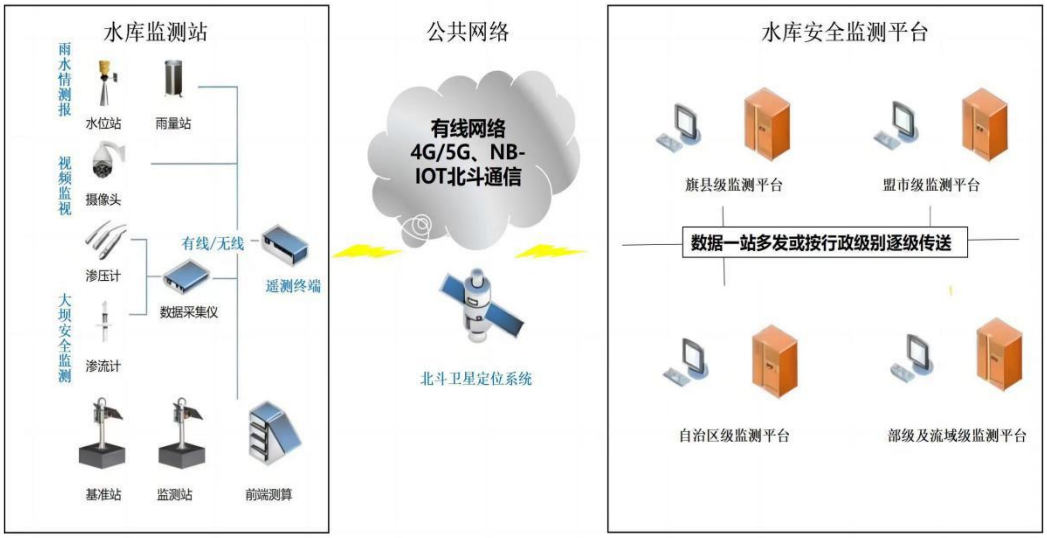

图 A.1.1 内蒙古自治区水库监测感知设施组成框架图

附录 B
（资料性）
现场巡视检查记录表

B.1 现场巡视检查记录格式按表 B.1 填写。

表 B.1 现场巡视检查记录表

工程名称：_____

日期：_____年 ____月____日　　库水位：_____m　　天气：_____

巡视检查部位		损坏或异常情况	备注
坝体	坝顶 防浪墙 迎水坝面/面板 背水坡 坝址 排水系统		
坝基和坝区	坝基 两岸坝端 坝址近区 坝断岸坡 上游铺盖		
溢洪道	进水段（引渠） 内外侧边坡 堰顶或闸室 溢流面 消能工 泄槽段 出口段 闸门 动力及启闭机 工作（交通）桥 下游河床及岸坡 周边渗流		
输、泄水洞（管）	引水段 进水口 进水塔（竖井） 洞（管）身 出水口 消能工 闸门 动力及启闭机 工作桥 周边渗流		
近坝岸坡	岸坡 护面及支护结构 排水系统		

表 B. . 1(续)

监测设施	雨水情监测仪器设备 大坝安全监测仪器设备 视频监测仪器设备 传输线缆 通信设施 防雷设施 供电设施 保护设施		
管理与保障设施	预警设施 备用电源 照明与应急照明设施 对外通信与应急通信设施 对外交通与应急交通工具		
其他			

检查人： **负责人：**

B. . 2 现场检查报告格式可按下列要求进行：

1 日常检查报告内容应简明、扼要的说明问题，必要时附影像资料。

2 其他检查报告包括一下内容：

1）检查日期

2）本次检查的目的和任务。

3）检查组参加人员名单及职务。

4）检查环境条件及结果。

5）异常情况发现、分析及判断。

6）检查结论及建议。

7）检查组成员及签名。

附录 C
（资料性）
雨水情测报考证表样和记录表

表 C.1 雨量计安装考证表

<table>
<tr><td>工程名称</td><td></td><td>测点编号</td><td></td><td>测点位置</td><td></td></tr>
<tr><td>雨量计编号</td><td></td><td>雨量计型号</td><td></td><td>分辨力（mm）</td><td></td></tr>
<tr><td>生产厂家</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>基座水平度（°）</td><td></td><td>承雨口水平度（°）</td><td></td><td>安装高度（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>翻斗翻转次数（次）</td><td></td><td>记录器记录次数（次）</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>每斗水量（mL）</td><td></td><td>翻转总次数（次）</td><td></td><td>理论排水量 L（mL）</td><td></td></tr>
<tr><td>实际排水量 P（mL）</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">翻斗计量误差 E（%）</td><td></td></tr>
<tr><td>电缆长度（m）</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">电缆长度标记（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>安装日期</td><td></td><td>当日天气</td><td></td><td>气温（℃）</td><td></td></tr>
<tr><td>上游水位（m）</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">下游水位（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>安装示意图及说明</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">有关责任人</td><td>监理或主管</td><td></td><td>校核人</td><td></td><td>填表人</td><td></td></tr>
<tr><td>日期</td><td></td><td>日期</td><td></td><td>日期</td><td></td></tr>
</table>

表 C.2 浮子式水位计安装考证表

<table>
<tr><td>工程名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>测井编号</td><td></td><td>测井位置</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>测井直径（mm）</td><td></td><td>测井顶高程（m）</td><td></td><td>测井底高程（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>传感器编号</td><td></td><td>量程（m）</td><td></td><td>生产厂家</td><td></td></tr>
<tr><td>分辨力（cm）</td><td></td><td>电缆长度（m）</td><td></td><td>电缆长度标记（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>水位计平台高程（m）</td><td></td><td>水位轮高度（m）</td><td></td><td>初始读数（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>当日天气</td><td></td><td>上游水位（m）</td><td></td><td>下游水位（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>安装日期</td><td></td><td>气温（℃）</td><td></td><td>气压（kPa）</td><td></td></tr>
<tr><td>安装示意图及说明</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">有关责任人</td><td>监理或主管</td><td></td><td>校核人</td><td></td><td>填表人</td><td></td></tr>
<tr><td>日期</td><td></td><td>日期</td><td></td><td>日期</td><td></td></tr>
</table>

表 C.3 雷达/压力式水位计安装考证表

<table>
<tr><td>工程名称</td><td></td><td></td><td>测点位置</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>传感器编号</td><td></td><td>量程（m）</td><td></td><td>分辨力（mm）</td><td></td></tr>
<tr><td>传感器生产厂家</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>传感器安装高程（m）</td><td></td><td>初始读数（m）</td><td></td><td>水库水位（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>安装日期</td><td></td><td>当日天气</td><td></td><td>气温（℃）</td><td></td></tr>
<tr><td>安装示意图及说明</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">有关责任人</td><td>监理或主管</td><td></td><td>校核人</td><td></td><td>填表人</td><td></td></tr>
<tr><td>日期</td><td></td><td>日期</td><td></td><td>日期</td><td></td></tr>
</table>

表 C.4 降水量人工观测记录表

<table>
<tr><td colspan="8">测站编号：_____　　雨量器型式：_____　口径：_　　器口离地面高度：</td></tr>
<tr><td colspan="8">月份　　采用（　　）段次</td></tr>
<tr><td rowspan="2">日</td><td colspan="2">观测起止时间</td><td>实测降水量/mm</td><td>时段降水量/mm</td><td colspan="2">日降水量</td><td>备注</td></tr>
<tr><td>起时</td><td>止时</td><td></td><td></td><td>日</td><td>降水量/mm</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

观测：　　记录：

表 C.5 库水位人工记录表

<table>
<tr><td colspan="8">测站编号：_____　水位计类型：_____　月份</td></tr>
<tr><td>日</td><td>时：分</td><td>水尺编号</td><td>水尺零点高程
/m</td><td>水尺读数/m</td><td>水位/m</td><td>日平均水位/m</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

观测：　　记录：

附录 D
（资料性）
大坝安全监测

D.1 安全监测项目按表 D.1 进行选择。

表 D.1 安全监测项目分类和选择

序号	监测类别	监测项目	建筑物级别	
			4	5
一	巡视检查	坝体、坝基、坝区、输、泄水洞（管）溢洪道、近坝库岸	★	★
二	变形	1.坝体表面变形	★	☆
		2.坝体（基）内部变形	☆	
三	渗流	1.渗流量	★	☆
		2.坝基渗流压力	☆	☆
		3.坝体渗流压力	☆	☆
		4.绕坝渗流	☆	☆
四	环境量	1.上、下游水位	★	★
		降水量、气温、库水温	★	★
注 1：★为必设项目。☆为一般项目，可根据需要选设。 注 2：坝高小于 20m 的低坝，监测项目选择可降一个建筑物级别考虑。				

D.2 安全监测项目测次表按表 D.2 进行选择。

表 D.2 安全监测项目测次表

监测项目	监测阶段和测次		
	第一阶段（施工期）	第二阶段（初蓄期）	第三阶段（运行期）
日常巡视检查	8～4 次/月	30～8 次/月	3～1 次/月
1.坝体表面变形	4～1 次/月	10～1 次/月	6～2 次/年
2.坝体（基）内部变形	10～4 次/月	30～2 次/月	12～4 次/年
3.渗流量	6～3 次/月	30～3 次/月	4～2 次/月
4.坝基渗流压力	6～3 次/月	30～3 次/月	4～2 次/月
5.坝体渗流压力	6～3 次/月	30～3 次/月	4～2 次/月
4.绕坝渗流	4～1 次/月	30～3 次/月	4～2 次/月
6.上、下游水位	2～1 次/日	4～1 次/日	2～1 次/日
7.降水量、气温	逐日量	逐日量	逐日量
注 1：表中测次，均系正常情况下人工测读的最低要求，如遇特殊情况和工程出现不安全征兆时应增加测次。			
注 2：第一阶段：若坝体填筑进度快，变形测次可取上限。			
注 3：第二阶段：在蓄水时，测次可取上限；完成蓄水后的相对稳定期可取下限。			
注 4：第三阶段：渗流、变形等性态变化速率大时，测次应取上限；性态趋于稳定时可取下限。			
注 5：相关监测项目应力求同一时间监测。			

D.3 表面水平位移监测校核基点、工作基点埋设考证表格式见表 D.3。

表 D.3 表面水平位移监测校核基点、工作基点埋设考证表

测点编号	埋设位置			基础情况	埋设日期			始测日期			备注
	坐标 X m	坐标 Y m	高程 H m		年	月	日	年	月	日	
…											
埋设示意图及有关说明											
责任人	审查		校核		观测						
	埋设		填表		填表日期						
注：视准线校核基点、工作基点埋设位置也可用桩号、坝轴距、高程表示、以能反映具体位置为准。											

D.4 表面水平位移测点埋设考证表格式见表 D.4。

表 D.4 表面水平位移测点埋设考证表

监测方法:　　使用仪器型号:

测点编号	埋设位置			埋设日期			始测日期			始测读数		备注
	桩号 m	坝轴距 m	高程 m	年	月	日	年	月	日	x	y	
…												
埋设示意图及有关说明												
责任人	审查		校核		观测							
	埋设		填表		填表日期							
注：边坡上测点位置可用坐标和文字等叙述，以能反映具体位置为准。												

D.5 表面垂直位移监测基准点、工作基点埋设考证表格式见表 D.5。

表 D.5 表面垂直位移监测基准点、工作基点埋设考证表

测点编号	埋设位置			基础情况	埋设日期			始测日期			备注
	坐标 X m	坐标 Y m	高程 H m		年	月	日	年	月	日	
…											
埋设示意图及有关说明											
责任人	审查		校核		观测						
	埋设		填表		填表日期						

D.6 表面垂直位移测点埋设考证表格式见表 D.6。

表 D.6 表面垂直位移测点埋设考证表

监测方法:　　使用仪器型号:

测点编号	埋设位置			埋设日期			始测日期			始测读数 mm	备注
	桩号 m	坝轴距 m	高程 m	年	月	日	年	月	日		
…											
埋设示意图及有关说明											
责任人	审查		校核		观测						
	埋设		填表		填表日期						
注：边坡上测点位置可用坐标和文字等叙述，以能反映具体位置为准。											

D.7 视准线测点埋设考证表格式见表 D.7。

表 D.7 视准线测点埋设考证表

视准线编号		所在位置	高程 m	坝轴距 m
视准线长度 m				
使用仪器型号			觇标型号	
主要设备生产厂家				
埋设期	年　月　日至　年　月　日		始测日期	年　月　日
测点编号	测点桩号 m		始测值 mm	备注
…				
责任人	审查		校核		观测	
	埋设		填表		填表日期	
注：边坡上视准线位置可用文字等叙述，测点桩号及始测值可用坐标表示，以能反映具体位置为准。						

D.8 坝体坝基渗透压力监测的测压管安装埋设考证表格式见表 D.8。

表 D.8 坝体坝基渗透压力监测的测压管安装埋设考证表

测点编号		埋设位置	桩号 m	坝轴距 m
钻孔直径 mm			测压管直径 mm	
孔底高程 m			基岩面高程 m	
管口高程 m			管底高程 m	
护管长 m			测压管材料	
埋设日期	年　月　日		始测日期	年　月　日
始测时上游水位/下游水位 m			始测管内水位 m	
始测时近期降雨情况				
埋设示意图及有关说明	（包括钻入基岩或界层深度，进水段结构和长度、封孔材料、灵敏度测试情况）			
责任人	审查		校核		观测	
	埋设		填表		填表日期	

D.9 绕坝渗流监测的测压管安装埋设考证表格式见表 D.9。

D.9 绕坝渗流监测的测压管安装埋设考证表

测点编号		埋设位置	所在岸坡	桩号 m	坝轴距 m
钻孔直径			护管直径 mm		
孔底高程 m			管口高程 m		
埋设日期	年 月 日			始测日期	年 月 日
始测时上游水位/下游水位 m				始测管内水位 m	
始测时近期降雨情况					
埋设示意图及有关说明	（包括钻入基岩或界层深度，进水段结构和长度、封孔材料、灵敏度测试情况）				
责任人	审查		校核		观测	
	埋设		填表		填表日期	
注：埋设位置可用坐标表示，以能反映具体位置为准。					

D.10 量水堰安装埋设考证表格式见表 D.10。

表 D.10 量水堰安装埋设考证表

测点编号		埋设位置	桩号 m	坝轴距 m	高程 m
堰体结构	堰型		流量计算公式		
	堰口宽度 mm		堰板材料		
	堰口至堰槽底距离 mm		水尺形式		
	堰槽尺寸（长×宽×深）mm		水尺零点高度 mm		
始测时上游水位/下游水位 m			始测时读数 mm		
始测时近期降雨情况					
埋设示意图及有关说明		（包括本堰所测范围等）			
责任人	审查		校核		观测	
	埋设		填表		填表日期	

D.11 钢弦式渗压计安装埋设考证表格式见表 D.11。

表 D.11 钢弦式渗压计安装埋设考证表

测点编号		仪器型号		出厂编号	
生产厂家			量程		
精度		接长电缆型号		接长电缆长度 m	
仪器常数 k			温度修正系数 b		
物理量计算公式					
埋设位置及始测读数	桩号		坝轴距 m		高程 m	
	埋入前读数（指频率或频率模数）			埋入前温度 T℃	
	埋入后读数（指频率或频率模数）			埋入后温度 T℃	
	埋设日期		年 月 日		
埋设示意图及说明					
基准值观测日期		年 月 日	基准值读数		

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">（指频率或频率模数）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">基准温度值 T℃</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">基准值对映的上游水位/下游水位 m</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">基准值对映的气温℃</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">责任人</td><td>审查</td><td></td><td>校核</td><td></td><td>观测</td><td></td></tr>
<tr><td>安</td><td></td><td>填表</td><td></td><td>填表日期</td><td></td></tr>
</table>

附录 E
（资料性）
水库概况和特征

E.1 水库概况和特征参数汇总表格式

水库概况和特征参数汇总表格式参见表E.1。

表 E.1 水库概况和特征参数汇总表

<table>
<tr><td colspan="3">大坝名称</td><td></td><td colspan="2">设计单位</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">运行单位</td><td></td><td colspan="2">施工单位</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">主管单位</td><td></td><td colspan="2">监理单位</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">建设地点</td><td></td><td rowspan="3">建设日期</td><td>开工</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">所在河流</td><td></td><td>首次蓄水</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">集水面积</td><td>km^2</td><td>竣工</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">水位特征</td><td colspan="2">多年平均降水量</td><td>mm</td><td colspan="2">设计地震烈度</td><td>度</td></tr>
<tr><td colspan="2">多年平均径流量</td><td>亿 m^3</td><td colspan="2">高程系统</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">多年平均输沙量</td><td>亿 m^3</td><td rowspan="5">主坝</td><td>坝型</td><td>m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">设计</td><td>重现期</td><td>年</td><td>坝顶高程</td><td>m</td></tr>
<tr><td>洪峰流量</td><td>m^3/s</td><td>最长坝高</td><td>m</td></tr>
<tr><td>洪水总量</td><td>亿 m^3/_日</td><td>坝顶长度</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">校核</td><td>重现期</td><td>年</td><td>坝基情况</td><td></td></tr>
<tr><td>洪峰流量</td><td>m^3/s</td><td rowspan="4">副坝</td><td>座数</td><td>座</td></tr>
<tr><td>洪水总量</td><td>亿 m^3/_日</td><td>坝型</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="12">水库特性</td><td colspan="2">调节性能</td><td></td><td>坝顶高程</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">校核洪水位</td><td>m</td><td>最大坝高</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">校核洪水位相应库容</td><td>亿 m^3</td><td>坝顶总长</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">设计洪水位</td><td>m</td><td>坝基情况</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">设计洪水位相应库容</td><td>亿 m^3</td><td rowspan="6">正常溢洪道</td><td>型式</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">正常蓄水位</td><td>m</td><td>堰顶高程</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">正常蓄水位相应库容</td><td>亿 m^3</td><td>堰顶净宽</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">防洪高水位</td><td>m</td><td>闸门型式</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">汛期限制水位</td><td>m</td><td>闸门尺寸</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">调洪库容</td><td>亿 m^3</td><td>最大洪量</td><td>m^3/s</td></tr>
<tr><td colspan="2">防洪库容</td><td>亿 m^3</td><td>消能型式</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">死水位</td><td>m</td><td>启闭设备</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">死水位相应库容</td><td>亿 m^3</td><td rowspan="2">非常溢洪道</td><td>型式</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">设计淤积高程</td><td>m</td><td>堰顶高程</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">淤积库容</td><td>亿 m^3</td><td>堰顶净宽</td><td>m</td></tr>
</table>

表 E.1.1(续)

<table>
<tr><td rowspan="9">工程主要效益</td><td rowspan="2">防洪</td><td>设计</td><td>km²</td><td></td><td>最大洪量</td><td>m³/s</td></tr>
<tr><td>实际</td><td>km²</td><td rowspan="6">泄洪洞（孔）</td><td>型式</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">发电</td><td>设计装机容量</td><td>MW</td><td>断面尺寸</td><td></td></tr>
<tr><td>实际装机容量</td><td>MW</td><td>进口底高程</td><td>m</td></tr>
<tr><td>设计年发电量</td><td>亿 kW·h</td><td>闸门型式</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">灌溉</td><td>设计</td><td>km²</td><td>最大洪量</td><td>m3/s</td></tr>
<tr><td>实际</td><td>km²</td><td>启闭设备</td><td></td></tr>
<tr><td>年洪水量</td><td>亿 m³</td><td colspan="2" rowspan="2">工程大事记和存的主要问题</td><td rowspan="2">（包括工程的改建、扩建、除险加固情况，以及存在的影响工程安全的主要问题等）</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="5">含填写必要的坝基地质、坝体结构材料、物理力学指标等资料。</td></tr>
</table>

E.2 安全监测设施汇总表格式

格式参见表E.2。

表 E.2 安全监测设施汇总表

大坝名称	监测项目	观测仪器	布置数量	完好数量	测点编号	测点位置	完好率（%）	工作状况
	表面变形观测	变形测点	个	个				
		工作(起测)基点	个	个				
		校核基点	个	个				
		水准基点	个	个				
	渗压监测	坝体、坝基渗压计	支	支				
	渗流量监测	量水堰计	支	支				
	水位监测	水位/液位计	台/支	台/支				
	雨量监测	雨量计	台	台				
	视频	摄像头	个	个				

大坝名称	监测项目	观测仪器	布置数量	完好数量	测点编号	测点位置	完好率（%）	工作状况
	总计							

E.3 监测成果统计表格式

格式见表E.3.1。

表 E.3　降水量统计表

_____年　　mm

日期		月　份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01													
02													
03													
04													
05													
06													
07													
…													
31													
各时段最大	1h												
	2h												
	3h												
	6h												
	12h												
	24h												
月统计	日最大降水量												
	日期												
	月累计降水量												
	月降水天数												
年统计	年最大日降水量				年累计降水量				年降水天数				
	日期												
备注													

E.3.2 上游（水库）、下游水位统计表格式见表E.4。

表 E.4 上游（水库）、下游水位统计表

_____年　　_____游水位　　mm

日期		月　份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01													
02													
03													
04													
05													
06													
07													
…													
31													
全月统计	最高												
	日期												
	最低												
	日期												
	均值												
全年统计	最高					最低				均值			
	日期					日期							
备注													

E.3.3 日平均气温统计表格式见表E.5。

表 E.5　日平均气温统计表

_____年　　_____游水位　　mm

日期		月　份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01													
02													
03													
04													
…													
31													
全月统计	最高												
	日期												
	最低												
	日期												
	均值												
全年统计	最高					最低				均值			

	日期		日期			
备注						

E.3.4垂直位移统计表格式见表E.6。

表 E.6　垂直位移统计表

_____年　　基准值　日期_____　　mm

日期（月-日）		累计垂直位移量					备注
		测点 1	测点 2	测点 3	…	测点 n	
…							
全年特征值统计	最大值						
	日期						
	最小值						
	日期						
	平均值						
	年变幅						
注：垂直位移正负号规定，下沉为正，反之为负。							

E.3.5 水平位移统计表格式见表E.7。

表 E.7 水平位移统计表

_____年　　基准值日期_____　　mm

日期（月-日）		累计垂直位移量					备注
		测点 1	测点 2	测点 3	…	测点 n	
…							
全年特征值统计	最大值						
	日期						
	最小值						
	日期						
	平均值						
	年变幅						
注：垂直位移正负号规定，下沉为正，反之为负。							

E.3.6 测压管水位统计表格式见表E.8。

表 E.8 测压管统计表

工程部位_____ 测压管编号_____ 管口高程 （m）_____

监测日期及时间	管口至管内水面距离 (m)			水位 （m）		备注
	一次	二次	平均	上游	下游	
						含近期降水情况

监测： 记录： 校核：

E.3.7 渗压计监测统计表格式见表E.9。

表 E.9 渗压计监测统计表

工程部位_____ 断面编号_____ 测点编号_____ 厂家编号_____

监测日期及时间	仪器读数		计算值			水库水位 （m）		备注
	频模 ($f^2\times10^{-3}$)/电阻比 （0.01%）	温度 （℃）/温度电阻（Ω）	渗透压力（kPa）	渗压水头（m）	渗压水位（m）	上游	下游	
								含近期降水情况

监测： 记录： 校核：

E.3.8量水堰法渗流量统计表格式见表E.10。

表 E.10 量水堰法渗流量统计表

工程部位_____ 断面编号_____ 测点编号_____ 厂家编号_____

监测日期及时间	堰上水头 (mm)			渗流量（L/s）	水温（℃）	水位 （m）		备注
	一次	二次	平均			上游	下游	
								含近期降水情况

监测： 记录： 校核：

E.3.9 容积法渗流量统计表格式见表E.11。

表 E.11 容积法渗流量统计表

工程部位_____ 排水孔编号_____

监测日期及时间	充水时间（s）	充水容积 (L)	渗流量（L/s）	水温（℃）	水位 （m）		备注
					上游	下游	
							含近期降水情况

附录 F
（资料性）
运行维护技术要点

F.1 监测设施维护内容及频次

表 F.1 监测设施维护内容及频次表

监测类别	监测设施或设备	维护内容	频次要求
雨水情测报	库水位监测设施	水位观测井和水尺的外观检查	1 次/月
		水尺零点高程校准	1 次/（1~2）年
		水位传感器及其采集装置比测	1 次/年
	降水量监测设施	雨量计外观检查，清除滤网和漏斗杂物	1 次/月
		检测承雨器口直径、水平度自记雨量计比测校验	2~4 次/年
渗流压力监测	测压管	孔口装置防护、密封情况检查	1 次/月
		电测水位计的测尺长度校测，尺度标记的清晰度检查，蜂鸣器的工作状态检查，压力表灵敏性和归零情况检查	1 次/季
		管口高程、压力表中心高程和渗压计安装高程校测，测压管灵敏性测试，测压管内渗压计计算水位与人工测量水位比对	施工期1次/3月 运行期1次/2年
	埋入式渗压计	电缆标识清晰、电缆损伤、电缆连接完好检查	1 次/季
渗流量监测	量水堰	排水沟、水尺和堰板检查清淤，量水堰计浮筒和进水口检查和清理，渗水点的水质状况检查	1 次/月
		量水堰计和水尺的起测点校测	1 次/年
变形监测	工作基点	工作基点完好、稳固检查	1 次/年
	水准基准点	水准基准点完好、稳固检查	1 次/年
	标点	标点完好、稳固检查	1 次/月
	传感器	电缆标识和敷设情况检查，电缆线头维护；检查传感器外露部分和保护装置	1 次/季
视频监视	摄像机	视频监控摄像机运转正常、分辨率、帧率、信噪比、马赛克效应、颜色平滑度；云台工作正常，通信线路完好，立杆稳固，各类指示灯、电压/电流状态正常	1 次/月
数据采集传输设备		通信状态、系统供电、绝缘度检查	1 次/年
通信系统		软件设置、通信线路、通信干扰	1 次/月
监测平台		计算机操作系统、系统配置、参数设置、计算机防火墙、系统备用空间、软件计算效率、应用软件工作状态，数据存储和备份管理	1 次/月

F.2 监测设施检查与维护记录

监测设施维护记录格式参见表F.2。

表 F.2 监测设施维护记录表

监测仪器设备名称:

<table>
<tr><td colspan="2">安装部位：</td></tr>
<tr><td colspan="2">故障发生时间：　　年　　月　　日　　时　　分</td></tr>
<tr><td colspan="2">故障排除时间：　　年　　月　　日　　时　　分</td></tr>
<tr><td colspan="2">维护人员/单位：</td></tr>
<tr><td>故障
现象</td><td></td></tr>
<tr><td>故障
判定</td><td>□操作不当　　口维护不当口自然劣化　　口设备老化故障
其他说明：</td></tr>
</table>