

ICS 13.060.10

Z 06

备案号: 52560-2017

**DB50**

**重 庆 市 地 方 标 准**

DB50/T 746—2016

# **水库大坝安全监测资料整编分析规程**

Safety monitoring data compilation and analysis code for reservoir dams

2016 - 12 - 30 发布

2017 - 05 - 01 实施

重庆市质量技术监督局

发布

# 目 录

1 总 则 .....	1
2 术语与定义 .....	2
3 基本资料 .....	5
3.1 工程基本资料 .....	5
3.2 监测设施和仪器设备考证资料 .....	5
4 巡视检查资料整理整编 .....	8
4.1 一般规定 .....	8
4.2 巡视检查记录与整理 .....	8
4.3 巡视检查资料整编 .....	9
5 仪器监测资料整理整编 .....	10
5.1 一般规定 .....	10
5.2 监测原始数据记录与整理 .....	10
5.3 监测资料整编 .....	12
6 监测资料分析 .....	15
6.1 一般规定 .....	15
6.2 分析方法 .....	15
6.3 监测资料分析内容 .....	16
6.4 分析报告 .....	18
7 监测资料整编分析系统 .....	20
7.1 一般规定 .....	20
7.2 系统设计 .....	20
7.3 系统安装、应用和维护 .....	21
8 监测资料整编分析组织管理 .....	22
8.1 监测组织 .....	22
8.2 监测资料存档 .....	22
8.3 监测成果管理 .....	22
附录 A 基本资料表格式 .....	23
A.1 工程概况和主体建筑物特征参数汇总表 .....	23
A.2 变形监测原始资料及考证资料表格式 .....	25
A.3 渗流监测原始资料及考证资料表格式 .....	35
A.4 压力(应力)监测 .....	38
附录 B 监测项目与测次 .....	40
B.1 土石坝安全监测项目和选择 .....	40
B.2 混凝土坝安全监测项目和选择 .....	41
附录 C 巡视检查内容、方法与记录和整编格式 .....	42
C.1 土石坝的巡视检查内容和记录表 .....	42
C.2 混凝土坝的巡视检查内容和记录表 .....	48
C.3 巡视检查的方法和要求 .....	51
C.4 巡视检查资料的整编格式 .....	52
附录 D 监测记录表格式 .....	53
D.1 变形监测 .....	53

D.2 渗流监测记录表格式.....	55
D.3 压力（应力）监测记录表格式.....	56
附录 E 监测物理量的计算换算公式 .....	57
E.1 变形监测 .....	57
E.2 渗流监测 .....	64
E.3 压力（应力）监测 .....	67
E.4 其他监测记录与整理 .....	69
附录 F 监测成果统计表格式 .....	70
F.1 环境量监测成果统计表格式.....	70
F.2 变形监测成果统计表格式.....	71
F.3 渗流监测成果统计表格式.....	76
F.4 压力（应力）监测成果统计表格式.....	78
附录 G 监测成果图例格式.....	79
G.1 环境量过程线及相关图 .....	79
G.2 变形监测过程线及相关图 .....	80
G.3 渗流监测过程线及相关图表 .....	85
G.4 压力（应力）监测过程线及相关图表 .....	88
附录 H 监测资料的数学模型分析方法.....	89
H.1 变形监测量的统计模型.....	89
H.2 渗流监测量的统计模型.....	92
规 程 用 词 说 明 .....	94
条 文 说 明 .....	95
1 总 则 .....	95
3 基本资料 .....	98
4 巡视检查资料整理整编.....	99
5 仪器监测资料整理整编.....	100
6 监测资料分析 .....	101
7 监测资料整编分析系统.....	103
8 监测资料整编分析组织管理.....	104



## 前 言

本标准按照《水利技术标准编写规定》(SL 1-2014)的要求,参考《土石坝安全监测技术规范》(SL 551)和《混凝土坝安全监测技术规范》(SL 601)等水利行业标准编制。

本标准共8章、20节、133条和8个附录,主要技术内容有:

- 总则;
- 术语与定义;
- 基本资料;
- 巡视检查资料整理整编;
- 仪器监测资料整理整编;
- 监测资料分析;
- 监测资料整理整编分析系统;
- 监测资料整编分析组织管理。

本标准突出了以下内容:

- 适用范围包含了4、5级水库大坝;
- 详细列出了相关的术语和定义;
- 强调了巡视检查资料记录整编分析的规范化和标准化;
- 细化了监测数据记录、整理、整编和分析的内容;
- 规定了监测资料整编分析组织管理;
- 提供了完善的规范性和参考性附录作为资料整编分析参考。

本标准由重庆市水利局提出并归口。

本标准批准部门: 重庆市质量技术监督局

本标准主编单位: 重庆市水利工程管理总站

重庆市水库大坝安全监测中心

本标准参编单位: 南京水利科学研究院

水利部大坝安全管理中心

重庆博通水利信息网络有限公司

重庆强勇强科技有限公司

本标准出版、发行单位:

本标准主要起草人: 孔德树 江 宁 马福恒 胡 江 余定国 雷 茜 陈 松  
李子阳 冯茂文 陈惠秀 何国强 黄 嵩 俞扬峰 王 岩

本标准审查会议技术负责人:

本标准体例格式审查人:

# 1 总 则

1.0.1 为规范重庆市水库大坝安全监测资料整编分析工作,使之达到标准化、规范化,以及时掌握大坝运行性态,指导水库运行管理,保障工程安全运行,制定本标准。

1.0.2 本标准主要适用于已建水利水电工程5级及以上的混凝土坝、土石坝的运行期安全监测资料整编分析,其它时段以及其他坝型可参照执行。

1.0.3 本标准所指的水库大坝安全监测资料整编分析的对象包括巡视检查和仪器监测资料两个方面。

1.0.4 水库大坝安全监测资料应及时整理整编,定期分析,主要包括日常资料整理、定期资料整编与分析。

1.0.5 通过监测成果的分析研究,可将大坝运行状态分为正常、异常和险情三种状态。可按下列类型对大坝运行状态作出评估:

1 正常状态。指大坝达到设计功能,不存在影响正常使用的缺陷,且各主要监测量的变化处于正常状态。

2 异常状态。指工程的某些功能已不能完全满足设计要求,或主要监测量出现某些异常,因而影响工程正常运行的状态,但在一定控制运用条件下工程能安全运行。

3 险情状态。指工程出现危及安全的严重缺陷,或环境中某些危及安全的因素正在加剧,或主要监测量出现较大异常,若按设计条件继续运行将出现大事故的状态。

1.0.6 水库大坝的安全监测资料记录、整编及分析的主要成果应包括基本资料、巡视检查和仪器监测数据、巡视检查和仪器监测定期整编报告、监测资料的年度分析报告和专题分析报告等。

1.0.7 水库大坝安全监测资料记录、整编及分析的主要成果均应归档保存。

1.0.8 水库大坝的管理单位,应根据《水库大坝安全管理条例》,建立分工清晰的大坝安全监测和监测资料整编分析工作岗位责任制,以确保安全监测、资料整编分析及时,成果真实可靠。

1.0.9 本标准的引用标准主要有以下标准:

《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)

1.0.10 土石坝、混凝土坝的安全监测资料整编分析除应符合本标准规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语与定义

### 2.0.1 大坝安全监测 dam safety monitoring

利用巡视检查、仪器监测与分析手段对大坝安全信息进行采集和分析的过程。

### 2.0.2 巡视检查 visual inspection

对水库大坝的安全进行的现场检查、检测与探测。

### 2.0.3 仪器监测 instrument monitoring

通过布置监测仪器或设施，对控制大坝安全性态的参量进行的测量。

### 2.0.4 智能巡检 intelligent tour inspection

借助智能巡检系统对水库大坝安全进行日常的巡视检查，智能巡检系统由巡检终端和后台组成，两者可通过无线或有线方式连接，巡检终端用于接收巡检任务、记录和汇报巡检资料，巡检后台用于巡检任务制定和巡检资料分析。

### 2.0.5 变形 deformation

因荷载作用而引起结构外形或尺寸的改变为变形。结构任一点的变形为位移。

### 2.0.6 水平位移（垂直位移） horizontal displacement (vertical displacement)

结构某一点的水平（垂直）方向的位移。

### 2.0.7 渗流 seepage

水通过坝体、坝基或坝肩空隙、裂隙的流动。

### 2.0.8 渗流压力 seepage pressure

渗入建筑物及地基内而产生的水压力。

### 2.0.9 孔隙水压力 pore water pressure

水在土体内部孔隙内形成的水压力。

### 2.0.10 应力 stress

作用于单位面积的荷载或力。

### 2.0.11 率定 calibration

依据相应的标准，对监测仪器的校准、标定。

### 2.0.12 考证 textual criticism

对监测仪器和设备的基本情况所作的查证和订正工作，以作为选择安全监测资料整编方法和使用资料的依据。

### 2.0.13 频率模数 frequency modelus

振弦式传感器的测量单位之一，为输出信号频率平方的千分之一( $f^2/1000$ )，以 kHz<sup>2</sup> 表示。

### 2.0.14 电阻比 resistance ratio

差动电阻式传感器中两个差动变化的金属丝电阻值  $R_1$  和  $R_2$  之比，即  $R_1/R_2$ 。

#### 2.0.15 初始值 initial value

仪器设备安装埋设后开始正常工作的测值。

#### 2.0.16 基准值 fiducial value

作为计算起点的测值为基准值，其中最重要的是蓄水前的基准值。

#### 2.0.17 中误差 mean square error

偶然误差和系统误差的综合值。

#### 2.0.18 异常 abnormality

背离正常或一般规律的现象。

#### 2.0.19 资料整理 data reduction and processing

对日常现场巡视检查和仪器监测数据的记录、检验，及监测物理量的换算、填表、绘制过程线图、初步分析和异常值判别等，并将监测资料存入计算机。

#### 2.0.20 资料整编 data compilation and presentation

在日常监测资料整理的基础上，定期对监测资料(监测竣工图、各种原始数据和有关文字、图表、影像、图片)进行分析、处理、编辑、图表化、并汇编生成 PDF 格式标准电子文档和刊印成册等。

#### 2.0.21 数据计算 data calculation

基于测点的考证资料，根据监测项目、测量方式、测量仪器，将监测测点的原始测量数据转换为工程物理量。

#### 2.0.22 资料分析 data analyses

资料分析是根据水工建筑物有关的基本理论和专业知识，对各项监测资料进行定性和定量分析，找出变化规律和发展趋势，进而得出大坝的安全状况结论。

#### 2.0.23 过程线图 time history plot

以时间为横坐标轴，监测量为纵坐标轴，在二维笛卡尔坐标系上表示监测量测值与观测时间关系的图形。

#### 2.0.24 相关图 correlation plot

以一个监测量为横坐标轴，另一个监测量为纵坐标轴，在二维笛卡尔坐标系上表示 2 个监测量测值之间关系的图形。

#### 2.0.25 分布图 positional plot

表示 2 个以上监测量的测值与测点位置之间关系的图形。

#### 2.0.26 限差 tolerance

在一定观测条件下规定的测量误差的限值。

#### 2.0.27 系统误差 systematic error

在一定观测条件下的一系列观测值中，其误差大小、正负号均保持不变，或按一定规律变化的测量误差。

**2.0.28 粗差 gross error**

超过标准差规定限差的测量误差，包括由于观测者粗心大意造成的疏忽误差，以及由于仪器等原因致使读数异常变化而产生的误差。

**2.0.29 监控指标 monitoring index**

对已建坝的荷载或效应量所规定的界限值。该值可以是设计值；当有足够的监测资料时，也可是经分析求得的允许值（或允许范围）。前者称设计监控指标，后者称运行监控指标。

### 3 基本资料

#### 3.1 工程基本资料

3.1.1 监测资料整编分析时，应收集工程基本资料。

3.1.2 工程基本资料包括：

1 水库枢纽工程主体建筑物的概况和特征参数，可根据工程具体情况参照附录 A 中表 A.1.1 格式填写。

2 适当比例尺和幅面的工程总体布置图和主要建筑物结构图及其基础地质图。

3 大坝施工、运行以来，出现问题的部位、性质和发现的时间，处理情况及其效果；历次大坝安全鉴定及检查的结论、意见和建议。

4 施工阶段和初期蓄水阶段的安全监测专题报告。

5 运行以来的监测设施检查、维护、校正、更新、补充和完善情况，及与安全监测相关的其他事件，并应以安全监测事记的形式保存，以备索引和查证，安全监测事记可根据具体情况参照附录 A 中表 A.1.2 格式填写。

6 坝区工程地质和水文地质资料，设计提出的坝基和坝体的主要物理力学指标、有关建筑物和岩土层的安全运行条件及重要监测项目的监控指标、存在问题和注意事项等内容。各类监控指标宜参照附录 A 中表 A.1.3 格式统计。

#### 3.2 监测设施和仪器设备考证资料

3.2.1 一般规定。

1 监测设施和仪器设备的基本资料一般应包括：

1) 安全监测系统设计、布置、埋设和竣工等概况。

2) 监测点的平面布置图，图中应标明各建筑物所有监测项目和设备的位置。

3) 监测点的纵横剖面图，图中应标明建筑物的轮廓尺寸、材料分区和必要的地质情况。剖面数量以能代表监测设施和测点的位置和高程为原则。

4) 有关各基准点、工作基点、监测点，及各种监测设施的平面坐标、高程、结构、安设情况，并附上埋设日期、测读初始值、基准值等文字和数据考证表。

5) 各种仪器型号、规格、主要附件、技术参数、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。

2 各种基本资料均应在设施（或测点）设置、安装时适时、准确地记录。在初次整编时，应按工程实施监测项目对各项基本资料进行全面的收集、整理和审核。在以后各阶段，若监测设施和仪器设备有变化时，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图表、说明，并注明变更原因、内容、时间等有关情况。

3 某一监测项目有不同类型的仪器设备时，应按本标准要求分别填制相应的图表。

### 3.2.2 变形监测设施的基本资料。

1 表面变形监测设施的考证资料包括：

1) 表面垂直位移监测的基准点、工作基点以及监测点的设置考证表格式见附录 A 中表 A.2.1、表 A.2.2。

2) 表面水平位移监测的基准点、工作基点以及监测点的设置考证表格式分别见附录 A 中表 A.2.3、表 A.2.4。

3) 视准线测点的考证表格式见附录 A 中表 A.2.5。

4) 引张线式水平位移计的考证表格式见附录 A 中表 A.2.6。

5) 液体静力水准的考证表格式见附录 A 中表 A.2.7。

6) 混凝土面板坝面板挠曲变形监测用测斜仪的设置考证表格式可参见附录 A 中表 A.2.8。

2 内部变形监测设施的考证资料包括：

1) 正垂线和倒垂线的安装考证表格式见附录 A 中表 A.2.9、表 A.2.10。

2) 内部垂直位移监测采用的各种沉降仪如电磁式沉降仪、干簧管式沉降仪和水管式沉降仪等的安装设置考证表格式分别见附录 A 中表 A.2.11、表 A.2.12。

3) 内部水平位移监测采用的各种位移计、测斜仪及其导管的埋设考证表格式分别见附录 A 中表 A.2.13、表 A.2.8、表 A.2.14~表 A.2.15。

3 裂缝、接缝监测设施的考证资料包括：

裂缝和接缝监测以及混凝土面板周边缝板间缝等变形监测采用各种测缝计的埋设考证表格式分别见附录 A 中表 A.2.16~表 A.2.20。

4 洞室围岩变形监测设施的考证资料包括：

输、泄水隧洞等洞室围岩内部变形监测采用的多点位移计的埋设考证表格式见附录 A 中表 A.2.21。

### 3.2.3 渗流监测设施的基本资料。

1 土石坝坝体坝基的渗透压力、混凝土坝的扬压力、绕坝渗流监测的测压管埋设考证表格式分别见附录 A 中表 A.3.1~表 A.3.3。

2 振弦式及其他类型的孔隙水压力计的埋设考证表格式分别见附录 B 中表 A.3.4、A.3.5。

3 监测渗流量的量水堰安装埋设考证表格式见附录 A 中表 A.3.6。

### 3.2.4 压力（应力）监测的基本资料。

1 压力（应力）、应变监测内容包括土压力、混凝土应力应变、岩石内部及

其表面（或接触面）的应力应变、钢筋（钢板、锚杆、锚索）应力应变、预应力锚索锚固力等。

2 压力（应力）监测设施的考证资料：

1) 土压力计的埋设考证表格式见附录 A 中表 A.4.1。

2) 应变计（无应力计、钢筋计、锚杆应力计）、温度计的埋设考证表格式见附录 A 中表 A.4.2、表 A.4.3。

3) 锚索测力计的埋设考证表格式见附录 A 中表 A.4.4。

3.2.5 环境量和其他监测的基本资料。

1 环境量监测应包括水位、库水温、气温、降水量等项目。降雨量和气温观测可应用当地水文站、气象站观测资料。

2 其他监测设施和仪器设备的安装埋设考证表格式，可参照本标准和有关专业的规定及监测仪器的具体情况执行。

3.2.6 有关观测房情况，平面坐标建基高程、附属标点、以及与监测有关的数据采集仪表和电缆布设等也应有相应的考证或说明资料。

## 4 巡视检查资料整理整编

### 4.1 一般规定

4.1.1 水库大坝巡视检查应根据大坝的具体情况和特点，制定切实可行的巡视检查制度，具体规定巡视检查的时间、设备、部位、内容和方法等，确定巡视检查路线、检查顺序、检查人员的组成及职责等。

4.1.2 水库大坝的巡视检查范围包括坝体检查、坝基、坝肩和坝区检查，及输泄水设施检查、溢洪道检查、闸门及启闭机检查、近坝岸坡检查、监测和管理与其他保障设施检查等。

4.1.3 巡视检查分为日常巡视检查、年度巡视检查和特别巡视检查三类。

1 土石坝、混凝土坝日常巡视检查的频次见附录 B 中表 B.1 和表 B.2，相应的检查内容分别见附录 C 中表 C.1.1~表 C.1.4、表 C.2.1~表 C.2.4；但汛期高水位时应增加次数特别是出现大洪水时每天应至少一次。

2 年度巡视检查在每年的汛前汛后、有蚁害地区的白蚁活动显著期等，由管理单位负责人组织对大坝进行全面或专门的巡视检查。

3 当坝区遇到严重影响安全运用的情况时，由主管单位负责组织特别巡视检查。

4.1.4 巡视检查的方法和要求见附录 C 中 C.3。

4.1.5 巡视检查中如发现大坝有异常现象，应分析原因，并及时上报主管部门。

4.1.6 整理后的巡视检查资料应定期整编，3 级以上大坝在年度巡视检查和特别巡视检查后应进行一次整编。4 级、5 级大坝的巡视检查资料整编周期不宜超过 1 年。在每年汛前年度检查时，各级水库大坝均应将上一年度的巡视检查资料整编完毕。

4.1.7 巡视检查人员应是熟悉工程情况的管理人员，并相对固定。特别巡视检查应实行昼夜值班和交接班制度。

4.1.8 有条件的水库管理单位宜实行智能巡检模式，巡检系统的功能应当满足本标准规定。

### 4.2 巡视检查记录与整理

4.2.1 记录和整理工作要求如下：

1 每次巡视检查均应详细填写现场检查表，土石坝、混凝土坝的巡视检查记录表格式分别见附录 C 的表 C.1.2~表 C.1.4、表 C.2.2~表 C.2.4。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，以备后用。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，以保证记录的准确性。

2 应及时整理巡视检查记录（含摄像资料），登记专项卡片，还应将本次检查结果与上次或历次巡视检查结果进行比较分析，同时还可结合相关仪器监测资料进行综合分析，如有疑问，应立即对该检查项目进行复查。重点缺陷部位和重要设备应设立专项记录，检查记录应形成电子文档。

3 巡视检查的各种记录、影像报告等均应按时间先后次序进行整理编排。

#### 4.2.2 为明确责任，巡视检查记录工作还应注意：

1 每次巡视检查，参加的有关人员必须签名。

2 特别巡视检查中，要有交接班制度，巡查人员要做好巡查记录，现场做好标记，记录中写明异常情况及采取措施，交接班时交待清楚。

### 4.3 巡视检查资料整编

4.3.1 巡视检查资料整编。每次定期整编时，对本时段内的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。

4.3.2 巡视检查资料整编的表格格式见附录 C 表 C.4.1。

4.3.3 巡视检查整编报告的内容包括：

- 封面
- 目录
- 整编说明
- 基本资料
- 巡视检查项目汇总表
- 巡视检查初步分析成果
- 巡视检查资料整编图表
- 封底

4.3.4 巡视检查的报告和存档应符合以下规定：

1 日常巡视检查中发现异常现象时，应分析原因，及时上报主管部门。

2 年度巡视检查和特别巡视检查结束后，应整编形成简要报告。对发现的问题，应结合设计、施工、运行等资料进行综合分析，并及时向主管部门报告。

3 各种巡视检查（包含智能巡检）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。

## 5 仪器监测资料整理整编

### 5.1 一般规定

5.1.1 监测原始数据记录与整理应遵循及时性、真实性、完整性原则；监测资料的整编应坚持可靠性、完整性、合理性、规范化、定期化的原则。

5.1.2 监测资料整理整编工作主要包括日常监测资料整理和定期整编刊印。每次监测后随即进行日常监测资料整理，并定期开展监测成果整编、监测报告编写工作。

5.1.3 人工、自动化监测项目均应使用标准记录表格，认真记录、填写，不应涂改、损失和遗失。对于人工监测，不得晚于次日 12 点，对于自动化监测，应在数据采集后立即自动整理和报警。

5.1.4 仪器监测资料整编的内容包括环境量、变形、渗流、应力应变及温度（包括水温）等主要监测项目。其他专项监测项目，也可根据具体情况和需要参照本标准进行。

5.1.5 仪器监测资料整编时段不宜超过 1 年，每年汛前应将上一年度的仪器监测资料整编完毕，形成年度整编报告。

5.1.6 应及时将原始数据、整理整编得到的各监测物理量归档保存；有条件时宜建立监测资料数据库或信息管理系统和监测资料整理整编分析系统，对监测数据进行有效的管理。

5.1.7 当监测资料出现异常，应及时分析原因；影响工程安全时，应上报主管部门。

5.1.8 随时补充或修正有关监测仪器和设施的变动或检验、校测情况，以及各种基本资料表、图等，确保资料的衔接和连续性。

### 5.2 监测原始数据记录与整理

5.2.1 监测原始数据记录与整理包括：外业观测、原始记录检查检验、监测数据计算换算、监测数据录入备份等环节。

5.2.2 各监测项目的符号规定如下：

- 1) 水平位移：向下游为正，向左岸为正，反之为负。
- 2) 垂直位移：下沉为正，上升为负。
- 3) 闸墙的水平位移：向闸室中心为正，反之为负。
- 4) 接缝（裂缝）开合度和界面、脱空变形：张开为正，闭合为负。
- 5) 岸坡和滑坡体变形：向下滑为正，向河谷为正，向下游为正，反之为负。
- 6) 地下洞室围岩变形：向洞内为正（拉伸），反之为负（压缩）。

- 7) 混凝土坝坝体倾斜: 向下游转动为正, 向左岸转动为正, 反之为负。
- 8) 混凝土面板堆石坝的面板挠度: 沉陷为正, 隆起为负。
- 9) 混凝土应变、钢筋、锚杆、钢板等应力: 以拉为正, 反之为负。
- 10) 土压力、锚固力以压为正, 反之为负。

5.2.3 土石坝、混凝土坝的仪器监测各监测项目按附录 B 中表 B.1、表 B.2 规定测次进行监测。做到监测连续、记录真实、注记齐全、整理及时。当发生有感地震、大洪水、库水位骤变、高水位运行等不利工况时, 以及大坝工作状态出现异常等特殊情况时, 应对重点部位的有关项目加强观测。

5.2.4 变形监测、渗流监测、压力(应力)监测及其他监测项目的记录及计算、换算公式分别见附录 D、附录 E。

5.2.5 日常资料整理的主要工作内容包括:

- 1 适时检查各观测项目原始观测数据记录的正确性、准确性和完整性。
- 2 及时进行各观测物理量的计(换)算, 填写数据记录表格。
- 3 随时点绘观测物理量过程线图, 判断测值的变化趋势。
- 4 补充或修正有关监测系统及观测设施的变动或检验校(引)测资料, 以及各种考证图表等, 确保资料的衔接与连续性。

5.2.6 每次监测(包括人工和自动化监测)完成后, 应随即对原始记录进行检查、检验, 判断原始监测数据的准确性、可靠性。检查、检验的主要工作内容包括:

1 原始记录的检查、检验。每次仪器监测完成后, 应根据监测时大坝运行条件, 检查和判断各监测项目原始记录数据的准确性和可靠性, 如有异常, 应检查观测或监测系统有无故障。同时, 还应判断监测数据的完整性, 如有漏测、误读(记), 应及时补(复)测、确认或更正, 并记录有关情况。原始监测数据的检查、检验应主要包括以下内容:

- 1) 作业方法是否符合规定。
- 2) 监测记录是否正确、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、系统误差。

2 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。

5.2.7 监测数据计算换算的主要工作内容包括:

1 监测物理量换算的前提条件是确定各个测点可靠的基准值, 基准值的确定有三种情况: 初始值、首次测值或某次监测值。初始值尽可能为蓄水前各有关监测物理量测点(如扬压力、渗漏量、坝体和地基的变形、地形标高、应力、温度等)的蓄水初始值。

- 2 应及时将检验合格的各监测物理量原始数据进行计(换)算, 绘制监测

物理量过程线图，检查和判断测值的变化趋势，如有异常，应及时分析原因。先检查计算有无错误和监测系统有无故障，经多方比较判断，确认是监测物理量异常时，应及时上报主管部门，并附上有关文字说明。

3 当监测资料出现异常并影响工程安全时，应及时分析原因，并上报主管部门。

5.2.8 待监测数据整理完毕后，应及时将原始数据、计算转换后的各监测物理量存入计算机。

### 5.3 监测资料整编

5.3.1 监测资料整编工作包括监测数据报表、绘制图形、整编资料刊印等几个方面，具体为：

1 汇集工程的基本概况（含各种监控指标）、监测系统布置和各项仪器设备的考证资料、日常整理资料及各次巡检资料和有关报告、文件等。第一次整编时应完整收集基本资料、有关物理量设计计算值和经分析后确定的技术监控指标等，并单独刊印成册。以后各年应根据变动情况，及时加以补充或修正。

2 在日常整理资料的基础上，对整编时段内的各项观测物理量按时序进行列表统计和校对。此时，如发现可疑数据一般不宜删改，而是加注说明。每一监测项目有三类报表需填制，即考证表、记录表、统计表。

3 绘制能表示各观测物理量在时间（如历史过程线）和空间上的分布特征图（如等值线图），以及有关因素的相关关系图。

4 分析各观测物理量的变化规律及其对工程安全的影响，并对影响工程安全的问题提出运行和处理意见。

5 对上述资料进行全面复核、汇编，并附以整编说明后刊印成册，建档保存。

5.3.2 整编成果应完整、连续、准确，做到项目测次齐全，考证清楚，数据可靠，方法合理，图标完整，规格统一，说明完备。并符合以下要求：

1 整编资料各类图表的内容、规格、符号、单位，以及标注方式和编排顺序符合有关规定和要求。

2 各项监测资料整编的时间与前次整编衔接，监测部位、测点及坐标系统等与历次整编一致。

3 各监测物理量的计（换）算和统计正确，有关图件准确、清晰。整编说明全面，资料初步分析结论、处理意见和建议等符合实际，需要说明的其他事项无遗漏等。

4 安全监测资料整理完成后，应定期整编。

5.3.3 环境量监测资料整编应包括以下各项：

1 水位监测资料整编，遵照附录 F 中表 F.1.1 的格式填制上游（水库）和下游水位统计表，表中数字为逐日平均值（或逐日定时值），准确到厘米。同时还须将月、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。

2 降水量监测资料整编，遵照附录 F 中表 F.1.2 的格式填制逐日降水量（日累计量）统计表。同时还须将月、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。

3 气温监测资料整编，遵照附录 F 中表 F.1.3 的格式填制逐日平均气温统计表。同时还须将月、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。

4 水温监测资料可根据具体情况和需要，遵照附录 F 中表 F.1.3 进行整编统计。

5 环境量监测资料的过程线图图式见附录 G 中图 G.1.1、图 G.1.2。

#### 5.3.4 变形监测资料整编应包括以下各项：

1 变形监测资料整编，应根据工程所设置的监测项目进行各监测物理量列表统计，遵照附录 F 中表 F.2.1~F.2.9 的格式填制。

2 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，以及在时间和空间上的分布特征图和与有关因素的相关关系图（如蓄水过程、库水位、气温）等。

3 变形监测物理量的过程线图、变形监测物理量空间分布图及其与环境量的相关关系图图式分别见附录 G 中图 G.2.1~图 G.2.10。

#### 5.3.5 渗流监测资料整编应包括以下各项：

1 渗流监测资料整编，应将各监测物理量按坝体、坝基、坝肩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，必要时还应抄录降水量和气温等。

2 坝体、坝基渗流压力（或测压管水位）监测统计表遵照附录 F 中表 F.3.1、表 F.3.2 的格式填制。绘制扬压力监测孔水位和上、下游水位变化的过程线图，以及在时间和空间上的分布特征图。

3 绕坝渗流监测孔水位统计表遵照附录 F 中表 F.3.3 的格式填制。绘制绕坝渗流监测孔水位和上、下游水位变化的过程线图，以及坝区降水量过程线图。

4 渗流量监测统计表遵照附录 F 中表 F.3.4 的格式填制。绘制渗流量和上、下游水位变化的过程线图，必要时还需简述水质直观情况。

5 水质分析资料的整编，可根据工程实际情况编制相应的图表和必要的文字报告说明。

6 渗流监测物理量的过程线图、渗流监测物理量空间分布图及其与环境量的相关关系图图式分别见附录 G 中图 G.3.1~图 G.3.5。

### 5.3.6 应力、应变及温度监测资料整编应包括以下各项：

1 应力应变监测资料整编，遵照附录 F 中表 F.4.1 的格式填制，必要时同时抄录监测时相应的上、下游水位和气温等。根据需要绘制应力应变与上、下游水位和测点温度或气温变化的过程线图。

2 温度监测资料整编，遵照附录 F 中表 F.4.1 的格式填制，必要时同时抄录监测时相应的上、下游水位和气温等。根据需要绘制温度变化过程线图，必要时还需视情况不同，绘制水温分布图、坝体温度场分布图和等值线图。

3 应力、应变及温度等监测量的过程线图分别见附录 G 中图 G.4.1、图 G.4.2。

5.3.7 其他监测资料整编。地震反应监测、泄水建筑物水力学监测以及为其他工作和科研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。

### 5.3.8 刊印成册的整编资料主要内容和编排顺序一般为：

- 封面
- 目录
- 整编说明
- 基本资料及监测仪器设施考证表（第一次整编时）
- 监测项目汇总表
- 监测资料初步分析成果
- 监测资料整编图表
- 封底

5.3.9 采用计算机进行监测资料整编者，整编软件应具有报表制作、图形绘制、存储管理、查询以及图表的输出打印等功能。

## 6 监测资料分析

### 6.1 一般规定

6.1.1 在监测资料整理整编的基础上，应定期分析监测资料，提出工程安全监测资料分析报告，进而评估大坝运行状态。

6.1.2 监测资料分析方法宜简单、实用。

6.1.3 监测资料分析分为初步分析和系统分析。

1 初步分析是指对资料进行整理后，采用绘制过程线、分布图、相关图及测值比较等方法对其进行分析与检查，判断监测效应量的变化规律和合理性，并对大坝的运行状态作出初步评价。

2 系统分析是指在初步分析的基础上，采用各种方法进行定性、定量以及综合性的分析，并对大坝的运行状态作出综合评价。

6.1.4 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、测压管水位（或扬压力）及巡视检查等资料应进行分析。

6.1.5 巡视检查资料分析主要是对历次巡视检查资料进行变化规律和趋势分析，以此定性判断隐患，评价工程安全。

6.1.6 监测资料的日常报表如月报、年报应包括监测资料的初步分析内容，由工程管理单位负责；监测资料的系统分析应包括定量和定性分析，可由工程管理单位或受委托的有资质的单位负责。运行期间的每次资料系统分析，均应根据 1.0.5 条的规定对大坝工作状态明确作出评价。

6.1.7 在大坝安全鉴定时、出现异常或险情状态时应进行监测资料系统分析，并提出专题分析报告。资料分析重点主要是对大坝及其相关的岸坡、地下洞室等建筑物的工作状态作出评价。

6.1.8 有条件的应逐步建立监测资料整编分析系统，对监测资料进行有效的定性定量分析。

### 6.2 分析方法

6.2.1 监测资料分析采用的方法有比较法、作图法、特征值统计法及数学模型法等。

6.2.2 比较法。包括监测值与监控指标相比较、监测物理量之间的对比、监测成果与理论的或试验的成果（或曲线）相对照三种。

1 在蓄水初期可用设计值作监控指标，根据监控指标可判定监测物理量是否异常。

2 监测物理量的相互对比是将相同部位（或相同条件）的监测量作相互对

比，以查明各自的变化量的大小、变化规律和趋势是否具有一致性和合理性。

3 监测成果与理论的或试验的成果（或曲线）相对照是比较监测效应量的规律是否与理论分析或试验成果具有一致性和合理性。

#### 6.2.3 作图法。

1 根据分析要求，绘制包括各种监测物理量的过程线及特征原因量（如库水位等）下的效应量（如变形量、渗流量等）过程线图，各效应量的平面或剖面分布图，以及各效应量与原因量的相关图等。

2 由图可直观地了解和分析监测值的变化大小及规律，影响监测值的荷载因素及其对监测值的影响程度，监测值有无异常等。

#### 6.2.4 特征值统计法。

1 对物理量的历年最大值和最小值（包括出现时间）、变幅、周期、年平均值及年变化趋势等特征值进行统计分析。

2 通过特征值的统计分析，判断监测效应量之间在数量变化方面是否具有一致性和合理性。

#### 6.2.5 数学模型法。数学模型法是监测效应量定量分析的主要手段。

1 数学模型法通过建立监测效应量（如位移、渗流量、扬压力、测压管水位等）与原因量（如库水位、温度等）之间的定量关系，可分为统计模型、确定性模型及混合模型。

2 当有较长序列的监测资料时，常采用统计模型。

3 当有条件求出效应量与原因量之间的确定性关系表达式时，如通过有限元计算结果确定，亦可采用混合模型或确定性模型。

4 使用数学模型法作定量分析时，应同时用其他方法进行定性分析，加以验证。

5 运行期的数学模型中包含原因量的各分量（如水压分量、温度分量和时效分量），其中，时效分量的变化形态是评价效应量正常与否的重要依据，对于异常变化需及早查明原因。

6 土石坝、混凝土坝的变形、渗流等主要监测效应量的数学模型见附录 H。

### 6.3 监测资料分析内容

#### 6.3.1 监测资料分析报告的一般内容包括：

1 监测资料分析报告主要是根据监测资料分析成果，对大坝当前的工作状态（包括整体安全性和局部存在的问题）作出评估，为进一步查明原因、加强安全管理和监测、采取防范措施提出指导性意见。

2 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。

6.3.2 监测资料分析的主要内容包括监测资料的可靠性分析、历次巡视检查资料分析、监测效应量的时间变化规律、监测效应量的空间分布特征、异常值分析、数学模型、坝体整体分析、防渗性能分析、坝体稳定性分析以及大坝运行状况评估等。

6.3.3 监测资料的准确性、可靠性分析。对由于测量因素（包括仪器故障、人工测读及输入错误等）产生的异常值进行处理（删除或修改），以保证分析的有效性和可靠性。

6.3.4 巡视检查资料的分析。应结合现场巡视检查记录和报告进行，并重点注意以下几个方面的内容：

1 通过大坝外观异常部位、变化规律和发展趋势，定性判断与工程安全的可能联系。

2 有感地震后各主体建筑物的异常表现。如渗流量是否急剧增加，浑浊度是否变化，是否有库水从坝基、坝肩渗漏或涌出。在有感地震后，是否有残留不可恢复的变形存在。在宣泄大洪水后，建筑物或下游河床是否被冲刷损坏。

3 土石坝各阶段中坝体、坝基在变形（如裂缝、沉降、隆起、滑坡等）和渗流（如发展性集中渗漏、涌水翻砂、水质浑浊和浸润线异常等）等两大方面的表现；混凝土坝坝体、坝基在变形（危害性裂缝、不均匀沉降、物理或化学老化损坏、岸坡松动或绕渗、下游冲刷）和渗流（析钙、坝基与基岩渗漏量和水质、施工缝的渗流量）等两大方面的表现。

6.3.5 监测效应量的统计分析。主要包括统计各监测量历年最大值和最小值（包括出现时间）、变幅、周期、年平均值及年变化趋势等特征值。

6.3.6 监测效应量的时间和空间变化规律分析。主要包括以下内容：

1 利用监测值的过程线图或数学模型，分析监测效应量随时间的变化规律，尤其注意相同外因条件下（如特定库水位）下的变化趋势和稳定性，以判断工程有是否有异常和向不利安全方向发展的时效作用。

2 利用监测值的各种分布图或数学模型，分析效应量在空间分布上的情况和特点，以判断工程有无异常区域和不安全部位（或层次）。

6.3.7 监测效应量的数学模型法分析。主要包括以下内容：

- 1 数学模型的可靠性。
- 2 分离后分量的变化及残差的随机性分析。

6.3.8 监测效应量的变化规律稳定性分析。包括以下内容：利用各种相关图片或数学模型，分析效应量的主要影响因素及其定量关系和变化规律，以寻求效应量异常的主要原因，考察效应量与原因量相关关系的稳定性，预报效应量的发展趋势，并判断其是否影响工程的安全运行。

6.3.9 监测效应量的异常值判别。分析各监测效应量的特征值和异常值，主要包括以下内容：

- 1 监测值与相同条件下的设计值、试验值相比较。
- 2 监测值与数学模型预报值和监控指标相比较。
- 3 同一效应量的各次监测值相比较，同一测次邻近同类效应量监测值相比较。
- 4 监测值是否在该效应量多年变化范围内。
- 5 当监测效应量超出监控指标时，应及时对工程进行相应的安全复核或专题论证。

#### 6.3.10 防渗排水设施性能分析。主要包括以下内容：

- 1 根据坝基内不同部位或同部位不同时段的渗流量和扬压力或测压管水位监测资料，结合地质条件分析判断帷幕和排水系统的有效性。
- 2 在分析时，应注意渗流量随库水位的变化而急剧变化的异常情况，还应特别注意渗漏水浑浊度、集中渗漏、颜色等。

#### 6.3.11 大坝的整体性和整体稳定性分析。主要包括以下内容：

- 1 分析坝体的整体性。对混凝土坝，分析纵缝、横缝开合度以及挠度等资料，判断坝体的整体性；对土石坝，分析位移、渗漏等资料，判断整体性。
- 2 大坝稳定性。对于重力坝，当坝基实测扬压力超过设计值时，应校核稳定性；对于拱坝，当拱座出现实测扬压力超过设计值时，应校核稳定性；对于土石坝，当实测浸润线超过设计浸润线时，应校核稳定性。

#### 6.3.12 大坝的工作状态分析。根据以上的分析判断，最后应对大坝当前的工作状态（包括整体安全性和局部存在的问题）作出评估。

## 6.4 分析报告

#### 6.4.1 大坝年度安全监测报告应包括以下主要内容：

- 1 工程概况。
- 2 年度内工程监测资料设施仪器改造情况说明。
- 3 年度内巡视检查情况和主要成果。
- 4 大坝工作状态和存在问题的综合评价及其结论。
- 5 对下年度工程的安全管理、监测工作、运行调度以及安全防范措施等方面建议。

#### 6.4.2 大坝安全鉴定时，应包括下列主要内容：

- 1 工程概况。
- 2 仪器安装埋设、更新改造情况，及监测和巡视工作说明。
- 3 巡视检查的主要成果。
- 4 各阶段监测资料分析的主要内容和结论。
- 5 对大坝工作状态的分析评估。

- 6 说明建立、应用和修改数学模型的情况和使用的效果。
  - 7 大坝运行以来，出现问题的部位、性质和发现的时间、处理的情况和其效果。
  - 8 拟定主要监测量的监控指标。
  - 9 根据监测资料的分析和巡视检查找出大坝潜在的问题，并提出对大坝监测、运行管理及养护维修的改进意见和措施。
  - 10 根据监测工作中存在的问题，应对监测设备、方法、精度及测次等提出改进意见。
- 6.4.3 大坝出现异常或险情时，应包括下列主要内容：
- 1 工程简述。
  - 2 对大坝出现异常或险情状况的描述。
  - 3 根据巡视和监测资料的分析，判断大坝出现异常或险情的可能原因和发展趋势。
  - 4 提出加强监测的意见。
  - 5 对大坝异常或险情的处理建议。

## 7 监测资料整编分析系统

### 7.1 一般规定

7.1.1 监测资料整编分析系统设计应遵循实用、稳定、安全、经济的原则，力求系统安装简单、易于操作、运行稳定、维护方便，提高监测信息的管理和利用水平，满足水库管理单位或主管部门监测专业技术人员的管理需要。

7.1.2 监测资料整编分析系统应基于通用的操作环境，具有可视化、图文并茂的人机交互界面，可方便地修改系统设置和运行方式。

### 7.2 系统设计

7.2.1 监测资料整编分析系统应同时具备监测测点的考证信息、原始数据整理存储查询、不同类型监测项目信息整编（效应量计算）等基本功能，主要包括：

1 监测信息等数据输入整理、整编。主要包括巡查信息、仪器监测信息等动态原始信息、数据（仪器编号、监测日期和时间、监测测值、备注等）的输入，原始数据的及时超限检查、检验和报警，不同监测项目监测仪器的原始数据计算、换算等。

2 监测点管理。主要为监测系统的静态信息管理，包括监测对象、仪器分布信息、仪器埋设考证信息、特征参数信息等；监测点管理以监测对象和监测项目来组织监测点管理，监测点管理宜以工程图纸为载体，采用“工程—建筑物—监测项目—各监测测点”的数据库体系结构，以使层次清晰。

3 图表报表制作。主要包括过程线、空间分布图、监测效应量与环境量（或几个监测效应量间）相关图绘制及测值特征值统计比较等功能，具体为过程线图、空间分布图和相关图绘制、报表生成等。

4 离线分析。主要便于监测资料的定量分析，具体为监测效应量（位移、渗流量、渗流压力等）与原因量（如库水位、气温等）之间定量关系的数学模型建立。

5 数据备份和管理。主要为数据和系统信息的备份与还原功能。

6 信息查询、备份和发布。

7 监测系统管理日志。对安全监测系统的运行情况及相关情况，包括监测仪器故障或损伤和相应的排除或送厂修复、巡视检查和异常情况报告等情况的文字记录。

8 系统用户管理。结合水库管理单位安全监测组织的分工与责、权，设置监测岗位的系统用户权限；根据监测分工，配置相应的操作权限。

7.2.2 有条件的水库管理单位，宜结合安全监测自动化系统，建立监测资料整编

分析系统。

### **7.3 系统安装、应用和维护**

7.3.1 监测资料整编分析系统安装调试完成后，应提交系统设计文档和安装调试报告。

7.3.2 监测资料整编分析系统应基于全市各水库管理单位专职监测人员的专业技术水平，易于操作。安全监测专职人员应接受监测资料整编分析系统的培训学习，熟练应用监测资料整编分析系统的各个模块功能。

7.3.3 水库管理单位应制定监测资料整编分析系统的运行管理制度，根据安全监测的组织和分工，明确系统各监测人员职责和权利。

7.3.4 做好监测资料整编分析系统的维护记录，保障系统正常运行。

## **8 监测资料整编分析组织管理**

### **8.1 监测组织**

- 8.1.1 水库大坝安全监测资料整编分析组织应层次清晰，分工明确，责、权、利统一，满足专业化管理要求。
- 8.1.2 监测资料整编分析组织应实行岗位责任制，认真执行本标准和相关规定，确保监测和资料整理整编分析及时，成果真实可靠。
- 8.1.3 根据监测资料整编分析任务，应配备具有相应的工程技术知识和监测资料整编分析工作经验的专职人员，人员应经过专业培训，考核合格，并保持相对固定。
- 8.1.4 监测资料整编分析组织应为监测资料整编分析人员创造工作条件，并配备必要的硬件设施。

### **8.2 监测资料存档**

- 8.2.1 除在计算机磁、光载体内存储外，还应专门设立工程安全监测资料档案，保持各项监测资料的全面性、真实性、连续性和可靠性。
- 8.2.2 应保存工程基本资料和安全监测系统设计、埋设和竣工概况档案。
- 8.2.3 应建立监测仪器、仪表的考证资料档案。
- 8.2.4 应保存连续的、完整的工程巡视检查记录和报告、人工或仪器采集原始数据记录和整理数据、刊印成册的整编资料和分析报告。

### **8.3 监测成果管理**

- 8.3.1 安全监测资料成果主要作为水库大坝的日常管理和应急决策的依据。
- 8.3.2 安全监测资料成果除建档保存外，还应按分级管理制度报送有关部门备案。
- 8.3.3 安全监测资料成果归水库管理单位所有，其他单位经水库管理单位同意后，可共享作为科研使用和管理参考。

## 附录 A 基本资料表格式

### A.1 工程概况和主体建筑物特征参数汇总表

A.1.1 工程概况和主体建筑物特征参数表格式见表 A.1.1。

**表 A.1.1 水库枢纽工程概况和主体建筑物特征参数表**

水库名称: \_\_\_\_\_ 管理单位: \_\_\_\_\_

建设地点			主坝	坝型		
所在河流				最大坝高	m	
集水面积				坝顶轴线长度	m	
设计地震烈度				坝顶高程	m	
高程系统				坝顶宽度	m	
建设开工日期				坝底最大宽度	m	
首次蓄水日期				坝基情况		
建设竣工日期			副坝	座数	座	
水文特征	多年平均降水量			坝型		
	多年平均径流量			最大坝高	m	
	多年平均输沙量			坝顶轴线总长	m	
	设计	洪水标准		坝顶高程	m	
		洪峰流量		坝基情况		
	校核	洪水总量	万 m <sup>3</sup> /日	型式		
		洪水标准	年	堰顶高程	m	
		洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	堰顶净宽	m	
		洪水总量	万 m <sup>3</sup> /日	闸门型式及尺寸	m	
水库特征	调节性能			最大泄量	m <sup>3</sup> /s	
	校核洪水位			消能工设计流量	m <sup>3</sup> /s	
	校核洪水位相应库容			消能型式		
	设计洪水位			启闭设备		
	设计洪水位相应库容			地基情况		
	正常蓄水位		泄水建筑物(溢洪道、溢流坝、泄洪孔洞、泄水闸等)	结构型式		
	正常蓄水位相应库容			断面型式与尺寸	m	
	防洪高水位			进口底高程	m	
	汛期限制水位			出口底高程	m	
	调洪库容(校核-汛限)			长度	m	
	防洪库容(防高-汛限)			取水口型式		
	死水位			闸、泵型式及尺寸	m	
	死水位相应库容			最大取水量	m <sup>3</sup> /s	
	淤积库容			闸、泵启闭设备		
工程主要效益	防洪	设计	km <sup>2</sup> (或万亩)	地基情况		
		实际	km <sup>2</sup> (或万亩)	专门建筑物(通航、过鱼、厂房等)	型式	
	发电	设计装机容量	MW		断面或平面尺寸	
		实际装机容量	MW		进口高程	
		设计年发电量	亿 kW·h		出口高程	
	灌溉	设计	万亩		闸门型式及尺寸	
		实际	万亩		设计过水流量	
		年供水量	万 m <sup>3</sup>		启闭设备	
	其他				地基情况	

A.1.2 水库大坝安全监测事记记录表格式见表 A.1.2。

**表 A.1.2 水库大坝安全监测事记记录表**

工程名称\_\_\_\_\_

序号	日期	事件内容	填表人	主管
1				
2				
3				

注 1：安全监测事记记录是供安全监测系统及设施考证、监测资料分析评价的依据；  
注 2：安全监测事记主要记述安全监测系统建设、改建、扩建情况，及监测设施布置、维修、校正、损坏、停测等事件；  
注 3：事记按事件发生的先后为序，注重本末；一事一条，要素齐全。

A.1.3 水库大坝监控指标统计表格式见表 A.1.3。

**表 A.1.3 水库大坝安全监控指标统计表**

工程名称\_\_\_\_\_

序号	项目	测点编号	测点位置	监测方法	监控指标值	拟定方法	指标性质	来源	备注
1									
2									
3									

注 1：荷载和监测效应量监控指标是大坝运行管理的重要依据；  
注 2：拟定监控指标的监测项目主要是重点监测项目，根据坝型和自身特征确定；指标性质分为设计监控指标和运行监控指标；  
注 3：监控指标值要明确单位。

## A.2 变形监测原始资料及考证资料表格式

A.2.1 表面垂直位移监测基准点、工作基点安装埋设考证表格式见表 A.2.1。

**表 A.2.1 表面垂直位移监测基准点、工作基点安装埋设考证表**

测点 编号	型式	埋设日期	基础情况	始测日期	埋设位置(坐标)			备注
					坐标X(m)	坐标Y(m)	高程H(m)	
埋设示意图 及说明								
有关 责任人	审查者		埋设者		填表者			
	校核者		监测者		填表日期			

A.2.2 表面垂直位移监测测点安装埋设考证表格式见表 A.2.2。

**表 A.2.2 表面垂直位移监测点安装埋设考证表**

观测方法: \_\_\_\_\_ 使用仪器型号: \_\_\_\_\_

测点编号	埋设日期	测点位置			始测日期	始测读数 (mm)	备注
		桩号(m)	坝轴距(m)	高程(m)			
始测时上游水位/下游水位 (m)				始测时气温 (℃)			
埋设示意图 及说明							
有关 责任人	审查者		埋设者		填表者		
	校核者		监测者		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,

A.2.3 表面水平位移监测基准点、工作基点安装埋设考证表格式见表 A.2.3。

**表 A.2.3 表面水平位移监测基准点、工作基点安装埋设考证表**

测点 编号	型式	埋设日期	基础情况	测定日期	埋设位置(坐标)			备注
					坐标X(m)	坐标Y(m)	坐标H(m)	
埋设示意图 及说明								
有关 责任人	审查者		埋设者		填表者			
	校核者		监测者		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。

A.2.4 表面水平位移监测点安装埋设考证表格式见表 A.2.4。

**表 A.2.4 表面水平位移监测点安装埋设考证表**

观测方法: \_\_\_\_\_ 使用仪器型号: \_\_\_\_\_

测点编号	埋设日期	测点位置			始测日期	始测读数 (mm)	备注
		桩号(m)	坝轴距(m)	高程(m)			
始测时上游水位/下游水位 (m)				始测时气温 (°C)			
埋设示意图及说明							
有关责任人	审查者		埋设者		填表者		
	校核者		监测者		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,

A.2.5 视准线安装埋设考证表格式见表 A.2.5。

**表 A.2.5 视准线安装埋设考证表**

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					
安装埋设期	年 月 日 ~ 年 月 日	始测日期	年 月 日		
始测时上游水位/下游水位(m)		始测时气温 (°C)			
测点编号	所在坝段	测点桩号 (m)	始测值 (mm)	备注	
有关责任人	审查者		观测者		
	埋设者		填表者	填表日期	

注: 边坡上的视准线所在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。

A.2.6 引张线式水平位移计安装埋设考证表格式见表 A.2.6。

表 A.2.6 引张线安装埋设考证表

引张线编号		安装位置		高程 (m)	埋设断面桩号 (m)
引张线长度	m				
仪器型号				生产厂家	
线体直径		安装日期		年 月 日	始测日期
线体材质		垂锤重量		kg	有无拖力
端点装置描述	A: 一端固定一端加力, B: 两端加力				量程(mm)
始测时上游水位/始测时下游水位 (m)				始测时气温	℃
测点编号	所在坝段	测点桩号 (m)		始测读数 (mm)	备注
埋设示意图及说明					
有关责任人	审查者		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

A.2.7 液体静力水准安装埋设考证表格式见表 A.2.7。

表 A.2.7 液体静力水准装置安装埋设考证表

静力水准编号		安装位置		高程 (m)	坝轴距 (m)
长度 (m)					
水管直径 (mm)		水管材料			
主要设备生产厂家					
安装日期		年 月 日	始测日期		年 月 日
始测时上游水位/下游水位 (m)			始测时气温 (℃)		
测点编号	所在坝段	测点桩号 (m)		始测读数 (mm)	备注
有关责任人	审查者		校核者		观测者
	埋设者		填表者		填表日期

A.2.8 测斜管安装埋设考证表格式见表 A.2.8。

表 A.2.8 测斜管安装埋设考证表

测孔编号		仪器型号		生产厂家	
钻孔深度(m)		管口高程(m)		管底高程(m)	
钻孔直径(mm)		测斜管长度(m)		测斜管埋设区域及材料	
埋设桩号(m)		接管数量(根)			
距坝轴距(m)		测斜管外径(mm)		回填材料	
布置方式		埋设方式		A0 导槽方位(°)	
始测日期		年 月 日	天 气		
埋设示意图及说明	(包括钻孔地质描述或绘制钻孔柱状图)				
埋设期	年 月 日~ 年 月 日				
有关责任人	审查者		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

A.2.9 正垂线安装埋设考证表格式见表 A.2.9。

表 A.2.9 正垂线安装埋设考证表

垂线编号		安装位置	所在坝段	桩号 (m)	坝轴距 (m)
垂线长度 (m)					
悬挂点高程 (m)		安装日期	年 月 日	始测日期	年 月 日
油桶高程 (m)		预埋管 (或钻孔直径) (mm)		最终有效孔径 (mm)	
垂线直径 (mm)		垂线材质		始测时气温 (℃)	
垂锤重量 (kg)		始测时上游水位 (m)		始测时下游水位 (m)	
仪器底座相对位置 说明			垂线象限图		
主要设备生产厂家					
测点编号	测点高程 (m)		始测读数		备注
		上下游方向 (径向)	左右方向 (切向)		
埋设示意图及 说明					
有关责任人	审查者		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

A.2.10 倒垂线安装埋设考证表格式见表 A.2.10。

**表 A.2.10 倒垂线安装埋设考证表**

垂线编号		安装位置	所在坝段	桩号 (m)	坝轴距 (m)
垂线长度 (m)					
孔口高程 (m)		安装日期	年 月 日	始测日期	年 月 日
孔底高程 (m)		钻孔直径 (mm)		最终有效孔径 (mm)	
基岩面高程 (m)		垂线直径 (mm)		垂线材质	
始测时上游水位 (m)		始测时下游水位 (m)		始测时气温 (°C)	
浮体组浮力 (N)		浮子没入方式			
仪器底座相对位置说明			垂线象限图		
主要设备生产厂家					
测点编号	测点高程 (m)		始测读数 (mm)		备注
		上下游方向 (径向)	左右方向 (切向)		
埋设示意图及有关说明		(包括钻孔地质描述或绘制钻孔柱状图等)			
有关责任人	审查者		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

A.2.11 沉降管安装埋设考证表格式见表 A.2.11。

**表 A.2.11 沉降管安装埋设考证表**

工程名称			工程部位		
沉降管编号		管口高程(m)		管底高程(m)	
仪器型号		仪器生产厂家		仪器标距 K(mm)	
埋设桩号(m)		沉降管理设		沉降环数量(个)	
距坝轴距(m)		区域及材料		沉降环类型	
埋设方法		沉降管材质		接管数量(根)	
沉降管外径(mm)		沉降管内径(mm)		沉降管长度(m)	
沉降环编号	埋设日期	埋设高程 (m)	土层初始厚度 (m)	初始读数 (m)	备注
埋设示意图及说明					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日			天气	
有关责任人	审查者		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

A.2.12 水管式沉降仪安装埋设考证表格式见表 A.2.12。

**表 A.2.12 水管式沉降仪安装埋设考证表**

工程名称 \_\_\_\_\_ 使用仪器 \_\_\_\_\_ 设备生产厂家 \_\_\_\_\_

工程名称				工程部位			
测线编号			仪器生产厂家			仪器出厂编号	
仪器型号			量程(mm)			管线外径(mm)	
埋设桩号(m)			埋设区域及材料			管线长度(m)	
埋设高程(m)			管线材质			管线坡度(°)	
测点编号	埋设日期	测点高程	坝轴距	测点处土柱高度	量管初始读数	备注	
安装完成后监测房基准标点高程(m)			$H_0 =$				
埋设示意图及说明							
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日				天气		
有关责任人	审查者		埋设者			填表者	
	校核者		监测者			填表日期	

A.2.13 钢钢丝式水平位移计安装埋设考证表格式见表 B.2.13。

**表 A.2.13 钢钢丝式水平位移计安装埋设考证表**

工程名称				工程部位				
测线编号				仪器生产厂家				
仪器型号			传感器类型				量程(mm)	
埋设桩号(m)			沉降仪埋设区域及材料				管线长度(m)	
埋设高程(m)							管线坡度	
护管材质			护管外径(mm)				护管内径(mm)	
钢丝类型			钢丝直径(mm)				钢丝总长度(m)	
监测房基准点坐标(m)								
测点编号	埋设日期	测点高程	坝轴距	至监测房距离(m)	传感器出厂编	初始读数	备注	
伸缩管配置情况				砝码重量	常挂重量(kg)			
					测读时再挂重量(kg)			
埋设示意图及说明								
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日				天气			
有关责任人	主管		埋设者			填表者		
	校核者		监测者			填表日期		

A.2.14 测斜管安装埋设考证表格式见表 A.2.14。

**表 A.2.14 固定式测斜仪安装埋设考证表**

工程名称					工程部位							
测线编号			仪器型号				仪器生产厂家					
传感器类型			量程(°)				测斜管生产厂家					
埋设桩号(m)			测斜管理设 区域及材料				测斜管长度(m)					
埋设高程(m)											接管数量(根)	
测斜管材质			测斜管外径(mm)				回填材料					
布置方式			埋设方式				管线方位(°)					
传感器编号	1#传感器		2#传感器		3#传感器		4#传感器		5#传感器		...	
传感器出厂编号												
传感器间距(m)												
距坝轴距(m)												
测量方向	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
安装前测值												
安装后测值												
埋设示意图 及说明												
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日							天气				
有关 责任人	主管			埋设者					填表者			
	校核者			监测者					填表日期			
注：测量方向栏中 A 指垂直坝轴线或坡外方向，B 指平行坝轴线或坡外方向。												

A.2.15 电位器式土体位移计安装埋设考证表格式见表 A.2.15。

**表 A.2.15 电位器式土体位移计安装埋设考证表**

工程名称					工程部位							
测点编号			仪器型号				仪器生产厂家					
仪器出厂编号			量程(mm)				埋设区及材料					
埋设桩号(m)			距坝轴距(m)				测点高程(m)					
锚固板间距(m)			埋设长度(m)				埋设方向					
仪器埋设后 初始读数	工作电压(V)		输出读数(V)			初始值(mm)		备注				
埋设示意图 及说明												
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日							天气				
有关 责任人	主管			埋设者					填表者			
	校核者			监测者					填表日期			
注：此表为电位器式仪器安装埋设考证表格式，对于其他类型仪器可参照执行。												

A.2.16 振弦式测缝计(位移计)安装埋设考证表格式见表 A.2.16。

**表 A.2.16 振弦式测缝计(位移计)安装埋设考证表**

测点编号		仪器型号		仪器生产厂家	
仪器出厂编号		量程(mm)		埋设区及材料	
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					
埋设桩号(m)		距坝轴距(m)		测点高程(m)	
仪器埋设后 始测读数	埋前读数( $f^2 \times 10^{-3}$ )	埋前温度(℃)	埋后读数(mm/ $f^2 \times 10^{-3}$ )	埋后温度(℃)	
埋设期	年 月 日	至 年 月 日	天气		
埋设示意图 及说明					
基准期观测	观测日期	基 准 值 读 数 ( $f^2 \times 10^{-3}$ )	基准温度值(℃)	对应上游水位/下 游水位(m)	对应的气 温(℃)
	年 月 日				
有关 责任人	审查者	埋设者		填表者	
	校核者	监测者		填表日期	
注: 仪器读数 R, f 为频率。					

A.2.17 差动电阻式测缝计(位移计)安装埋设考证表格式见表 A.2.17。

**表 A.2.17 差动电阻式测缝计(位移计)安装埋设考证表**

测点编号		仪器型号		仪器生产厂家	
仪器出厂编号		量程(mm)		埋设区及材料	
接长电缆型号		芯线电阻		接长电缆长度(m)	
埋设桩号(m)		距坝轴距(m)		测点高程(m)	
仪器参数	最小读数(mm/0.01%)		温度修正系数(mm/℃)		
	温度系数(℃/Ω)		0℃电阻(Ω)		
	耐水压(MPa)		绝缘电阻(MΩ)		
始测读数	埋前电阻比(0.01%)	埋前温度电阻(Ω)	埋后电阻比(0.01%)	埋后温度电阻(Ω)	
埋设示意图 及说明					
埋设时段	年 月 日	至 年 月 日	天气		
有关 责任人	审查者	埋设者	填表者		
	校核者	监测者	填表日期		

A.2.18 旋转电位器式三向测缝计安装埋设考证表格式见表 A.2.18。

表 A.2.18 旋转电位器式三向测缝计安装埋设考证表

测点编号		仪器型号		仪器生产厂家	
仪器出厂编号		量程(mm)		埋设区及材料	
埋设桩号(m)		距坝轴距(m)		测点高程(m)	
	斜率	初始弦长	初始读数		
传感器数据	$K_1 =$	$L_1 =$	$U_{01} =$		
	$K_2 =$	$L_2 =$	$U_{02} =$		
	$K_3 =$	$L_3 =$	$U_{03} =$		
坐标数据	$s =$ 坐标板上传感器 2 与传感器 3 的中心距 =				
	$h =$ 坐标板上传感器 1 与传感器 2 的中心距 =				
测点 初始坐标	$y = (s^2 - L_3^2 + L_2^2) / 2s =$ $z = (h^2 - L_1^2 + L_2^2) / 2s =$ $x = (L_2^2 - y^2 - z^2)^{1/2} =$				
埋设示意图 及说明					
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日				天气
有关 责任人	主管		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

A.2.19 电位器式三向测缝计安装埋设考证表格式见表 A.2.19。

表 A.2.19 电位器式三向测缝计安装埋设考证表

测点编号		仪器型号		仪器生产厂家	
埋设区及材料			量程(mm)		
埋设桩号(m)		距坝轴距(m)		测点高程(m)	
固定底座中心点距离(m)					
埋设位置	在周边缝上的位置(mm)				
	底座中心点间距(mm)				
	底座面距面板高度(mm)				
传感器数据	传感器编号		J1	J2	J3
	仪器出厂编号				
	常数				
	线长修正系数				
埋设后读数	工作电压(mV)				
	输出数据(mV)				
	初始值(mm)				
埋设示意图 及说明					
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日				天气
有关 责任人	主管		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期

注：面板脱空监测安装埋设考证表与本表类同，只是仪器数量为 2 支。

A.2.20 振弦式三向测缝计安装埋设考证表格式见表 A.2.20。

表 A.2.20 振弦式三向测缝计安装埋设考证表

测点编号		仪器型号		仪器生产厂家	
埋设区及材料				量程(mm)	
埋设桩号(m)		距坝轴距(m)		测点高程(m)	
固定底座中心点距离(m)					
埋设位置	在周边缝上的位置(mm)				
	底座中心点间距(mm)				
	底座面距面板高度(mm)				
传感器数据	传感器编号	J1	J2	J3	
	仪器出厂编号				
	标定系数 K[mm/(f <sup>2</sup> ×10 <sup>-3</sup> )]				
	温度系数 C(mm/°C)				
埋设后读数	初始读数 R <sub>0</sub> (f <sup>2</sup> ×10 <sup>-3</sup> )				
	初始温度 T <sub>0</sub> (°C)				
埋设示意图及说明					
埋设时段	年 月 日 至 年 月 日		天气		
有关责任人	主管		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期
注: f 为频率。					

A.2.21 多点位移计安装埋设考证表格式见表 A.2.21。

表 A.2.21 多点位移计安装埋设考证表

工程名称					工程部位									
测孔编号			桩号(m)				孔口高程(m)							
钻孔直径(mm)					钻孔深度(m)									
仪器型号					仪器生产厂家									
传感器类型					锚头类型									
测杆材质					测杆总长度(m)									
传感器编号	1#传感器		2#传感器		3#传感器		4#传感器		...					
出厂编号														
锚头深度(m)														
仪器系数														
温度系数														
仪器读数	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T				
安装前读数														
安装后读数														
埋设示意图及说明														
埋设时段	年 月 日	至	年 月 日		天气									
安装日期	年 月 日			初读数日期		年 月 日								
有关责任人	主管		埋设者			填表者								
	校核者		监测者			填表日期								
注: 不同类型传感器, 仪器参数及读数单位有所不同。														

### A.3 渗流监测原始资料及考证资料表格式

A.3.1 坝体、坝基渗透压力的测压管安装埋设考证表格式见表 A.3.1。

表 A.3.1 测压管安装埋设考证表

测点编号			桩号(m)		坝轴距(m)	
钻孔参数	钻孔直径(mm)			测压管参数	测压管材质	
	钻孔深度(m)				管内径(mm)	
	孔口高程(m)				管外径(mm)	
	孔底高程(m)				管长度(m)	
	钻入基岩或界层深度(m)				进水段长度(m)	
	回填透水材料				埋设方法	
	透水材料底、顶高程(m)	~			管口高程(m)	
	回填封孔材料				管底高程(m)	
	封孔材料底、顶高程(m)	~			埋设前水位(m)	
					埋设后水位(m)	
始测情况	上游水位(m)		下游水位(m)	管内水位(m)	始测日期	近期天气
埋设示意图及说明	(埋设示意图含有钻孔岩(土)层柱状及测压管结构示意图)					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日					
有关责任人	审查者		埋设者		填表者	
	校核者		监测者		填表日期	
注：此表为测压管钻孔法安装埋设考证表格式，对于测压管埋入法埋设可参照执行。						

A.3.2 混凝土坝扬压力监测的安装埋设考证表格式见表 A.3.2。

表 A.3.2 扬压力监测孔安装埋设考证表

测点编号			桩号(m)		坝轴距(m)	
钻孔参数	钻孔直径(mm)			测压管参数	测压管材质	
	钻孔深度(m)				管内径(mm)	
	孔口高程(m)				管外径(mm)	
	孔底高程(m)				管长度(m)	
	钻入基岩或界层深度(m)				进水段长度(m)	
	回填透水材料				埋设方法	
	透水材料底、顶高程(m)	~			管口高程(m)	
	回填封孔材料				管底高程(m)	
	封孔材料底、顶高程(m)	~			埋设前水位(m)	
					埋设后水位(m)	
压力表参数	压力表中心高程 (m)		压力表型号	压力表精度		
始测情况	上游水位(m)	下游水位(m)	管内水位(m)	始测日期	近期天气	
埋设示意图及说明	(埋设示意图含有钻孔岩(土)层柱状及测压管结构示意图)					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日					
有关责任人	审查者		埋设者		填表者	
	校核者		监测者		填表日期	
注：此表为测压管钻孔法安装埋设考证表格式，对于测压管埋入法埋设可参照执行。						

A.3.3 绕坝渗流监测的测压管安装埋设考证表格式见表 A.3.3。

**表 A.3.3 绕坝渗流监测测压管安装埋设考证表**

测管编号	工程部位				
桩号(m)		坝轴距(m)		所在岸坡	
钻孔参数	钻孔直径(mm)		测压管 参数	扩管外径(mm)	
	孔底高程(m)			管口高程(m)	
始测情况	库水位(m)	下游水位(m)	管内水位(m)	始测日期	天气
埋设示意图及说明	(埋设示意图含有钻孔岩层柱状及测压管结构示意图)				
埋设期	年 月 日 至 年 月 日				
有关 责任人	审查者		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期
注：此表为测压管钻孔法安装埋设考证表格式，对于测压管埋入法埋设可参照执行。					

A.3.4 孔隙水压力计（钻孔法）安装埋设考证表格式见表 A.3.4。

**表 A.3.4 孔隙水压力计（钻孔法）安装埋设考证表**

测点编号			埋设区域		
桩号(m)		坝轴距(m)		高程(m)	
钻孔参数	钻孔直径(mm)		仪器参数	仪器型号	
	钻孔深度(m)			量程(MPa)	
	孔口高程(m)			出厂编号	
	孔底高程(m)			生产厂家	
	回填透水材料			最小读数 (MPa/0.01%)	
	透水材料底高程(m)			温修系数(MPa/°C)	
	透水材料订高程(m)			温度系数 (°C/Ω)	
	回填封孔材料			0°C 电阻(Ω)	
	封孔材料底高程(m)			电缆长度(m)	
	封孔材料订高程(m)				
始测情况	埋前电阻比(0.01%)	埋后电阻比	埋前温度电	埋后温度电阻(Ω)	始测读数
	对应库水位 (m)	对应下游水位	气温	近期降雨情况	天气
上游水位(m)		m			
		下游水位(m)		天气	
埋设示意图					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日				
有关 责任人	主管		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期
注：此表为差阻式仪器钻孔法安装埋设考证表格式，对于其他类型仪器可参照执行。					

A.3.5 孔隙水压力计（埋入法）安装埋设考证表格式见表 A.3.5。

**表 A.3.5 孔隙水压力计（埋入法）安装埋设考证表**

测点编号			工程部位			
埋设参数	桩号(m)		仪器参数	仪器型号		
	坝轴距(m)			量程(MPa)		
	高程(m)			出厂编号		
	埋设区域			生产厂家		
	回填材料			仪器系数(MPa/ $f^2 \times 10^{-3}$ )		
	截水环数量(个)			温度系数(MPa/°C)		
	截水环间距(m)			电缆长度(m)		
埋设前后 仪器测值	埋设前( $f^2 \times 10^{-3}$ )		温度(°C)			
	埋设后( $f^2 \times 10^{-3}$ )		温度(°C)			
上游水位(m)		下游水位(m)		天气		
埋设示意图 及说明						
埋设期	年 月 日 至 年 月 日					
有关 责任人	主管		埋设者		填表者	
	校核者		监测者		填表日期	
注 1：此表为振弦式仪器埋入法安装埋设考证表格式，对于差阻式仪器可参照执行。 注 2：振弦式仪器读数， $f$ 为频率。						

A.3.6 量水堰安装埋设考证表格式见表 A.3.6。

**表 A.3.6 量水堰安装埋设考证表**

测点编号				工程部位		
桩号(m)		坝轴距(m)		高程(m)		
堰体结构参数	堰型		水尺 (传感器)	水尺(传感器)型式		
	堰板材料			水尺(测针)位置		
	堰口宽度(mm)			零点高度(mm)		
	堰口至堰槽底距离(mm)			仪器出厂编号		
	堰槽尺寸(mm) (长×宽×高)			量程(mm)		
				仪器系数(mm/字)		
仪器测值	零位读数(字)		温度(°C)			
	安装后读数(字)		温度(°C)			
上游水位(m)		下游水位(m)		天气		
埋设示意图 及说明	(埋设示意图包括堰槽、堰口及水尺安装等) (说明包括本堰所测范围)					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日					
有关 责任人	主管		埋设者		填表者	
	校核者		监测者		填表日期	
注：此表为振弦式仪器安装埋设考证表格式，对于其他类型仪器安装可参照执行。						

## A.4 压力(应力)监测

A.4.1 土压力计安装埋设考证表格式见表 A.4.1。

表 A.4.1 土压力计安装埋设考证表

测点编号			工程部位		
埋设参数	桩号(m)		仪器参数	仪器型号	
	坝轴距(m)			量程(MPa)	
	高程(m)			出厂编号	
	埋设区域			生产厂家	
	回填材料			最小读数	
	截水环数量(个)			温修系数(MPa/°C)	
	截水环间距(m)			温度系数(°C/Ω)	
	电缆长度(m)			0°C 电阻(Ω)	
	埋设前测值	电阻比(0.01%)		温度电阻(Ω)	
埋设后测值	电阻比(0.01%)		温度电阻(Ω)		
上游水位(m)	下游水位(m)		天气		
埋设示意图及说明					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日				
有关责任人	主管		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期
注：此表为差阻式仪器安装埋设考证表格式，对于振弦式仪器可参照执行。					

A.4.2 应变计(无应力计、钢筋计、锚杆应力计)安装埋设考证表格式见表 A.4.2。

表 A.4.2 应变计(无应力计、钢筋计、锚杆应力计)安装埋设考证表

测点编号			仪器参数	仪器型号	
工程部位				量 程	
埋设参数	桩号(m)			出厂编号	
	坝轴距(m)			生产 家	
	高程(m)			最小读数( $\varepsilon/0.01\%$ )	
	埋设区域			温修系数( $\varepsilon/^\circ\text{C}$ )	
上游水位(m)				温度系数(°C/Ω)	
下游水位(m)				0°C 电阻(Ω)	
天 气				电缆长度(m)	
埋设前测值	电阻比(0.01%)			温度电阻(Ω)	
埋设后测值	电阻比(0.01%)			温度电阻(Ω)	
埋设示意图及说明					
埋设期	年 月 日 至 年 月 日				
有关责任人	主管		埋设者		填表者
	校核者		监测者		填表日期
注：此表为差阻式仪器安装埋设考证表，对于振弦式仪器可参照执行。					

A.4.3 温度计安装埋设考证表格式见表 A.4.3。

表 A.4.3 温度计安装埋设考证表

测点编号			工程部位			
埋设参数	桩号(m)		仪器参数	仪器型号		
	坝轴距(m)			生产厂家		
	高程(m)			出厂编号		
	埋设区域			温度系数(°C/Ω)		
				0°C 电阻(Ω)		
				电缆长度(m)		
埋设前温度电阻(Ω)		埋设后温度电阻(Ω)				
上游水位(m)		下游水位(m)		天气		
埋设示意图及说明						
埋设期	年 月 日 至 年 月 日					
有关责任人	主管		埋设者	填表者		
	校核者		监测者	填表日期		
注：此表为铜电阻式温度计埋设，对于其他类型温度计可参照执行。						

A.4.4 锚索测力计安装埋设考证表格式见表 A.4.4。

表 A.4.4 锚索测力计安装埋设考证表

测点编号			工程部位		
桩号(m)		坝轴距(m)	仪器参数	高程(m)	
钻孔参数	孔径(mm)			仪器型号	
	孔深(m)			量程(kN)	
	倾角(°)			传感器数量(个)	
	方位角(°)			出厂编号	
锚索参数	锚索编号			生产厂家	
	设计锚固力(kN)			仪器系数(kN/字)	
	总长度(m)			温度系数	
	锚固段长度(m)			电缆长度	
	自由段长度(m)			电缆芯数	
	锚束数(根)				
传感器编号	1#传感器	2#传感器	3#传感器	4#传感器	5#传感器
标定系数( $f^2 \times 10^{-3}$ )					6#传感器
温度系数					
安装前读数( $f^2 \times 10^{-3}$ )					
安装前温度(°C)					
安装后读数( $f^2 \times 10^{-3}$ )					
安装后温度(°C)					
上游水位(m)		下游水位(m)		天气	
埋设示意图及说明					
安装日期	年 月 日		张拉日期	年 月 日	
有关责任人	主管		埋设者	填表者	
	校核者		监测者	填表日期	
注 1：此表为振弦式仪器安装埋设考证表格式， $f$ 为频率。对于差阻式仪器可参照执行。					
注 2：安装后读数(温度)是指张拉锁定后仪器读数(温度)。					

## 附录 B 监测项目与测次

### B.1 土石坝安全监测项目和选择

表 B.1 土石坝安全监测项目分类和测次

监测类别	监 测 项 目	建筑物级别					运行期测次	
		1	2	3	4	5	1~3	4~5
巡视检查	坝体、坝基、坝区、输(泄)水洞、溢洪道、近坝库岸	★	★	★	★	★	3~1 次/月	2~1 次/月
变形	1. 坝体表面变形;	★	★	★	★	★	6~2 次/年	4~2 次/年
	2. 坝体(基)内部变形;	★	★	☆	☆	☆	12~4 次/年	6~2 次/年
	3. 防渗体变形;	★	★				12~4 次/年	
	4. 界面及接(裂)缝变形;	★	★				12~4 次/年	
	5. 近坝岸坡变形;	★	☆				6~4 次/年	
	6. 地下洞室围岩变形	★	☆				6~4 次/年	
渗流	1. 渗流量;	★	★	★	★	★	4~2 次/月	2~1 次/月
	2. 坝基渗流压力;	★	★	☆	☆	☆	4~2 次/月	2~1 次/月
	3. 坝体渗流压力;	★	★	☆	☆	☆	4~2 次/月	2~1 次/月
	4. 绕坝渗流;	★	★	☆	☆	☆	4~2 次/月	2~1 次/月
	5. 近坝岸坡渗流;	★	☆				2~1 次/月	2~1 次/月
	6. 地下洞室围岩渗流	★	☆				2~1 次/月	
压力 (应力)	1. 孔隙水压力;	★	☆				4~2 次/月	
	2. 土压力;	★	☆				4~2 次/月	
	3. 混凝土应力应变	★	☆				4~2 次/月	
环境量	1. 上、下游水位;	★	★	★	★	★	2~1 次/日	2~1 次/日
	2. 降水量;	★	★	★	★	★	逐日量	逐日量
	3. 气温;	★	★	★	☆	☆	逐日量	逐日量
	4. 库水温;	★	★	★	☆	☆	1 次/月	1 次/月
	5. 坝前泥沙淤积及下游冲刷	☆	☆	☆			按需要	
地震反应		☆	☆				根据需要确定	
水力学		☆					根据需要确定	

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。  
 注 3: 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(如高水位、库水位骤变、特大暴雨、强地震、以及边坡、地下洞室开挖等)和工程出现不安全征兆时应增加测次。监测自动化可根据需要, 适当加密测次。  
 注 4: 运行过程中渗流、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。

## B.2 混凝土坝安全监测项目和选择

表 B.2 混凝土坝安全监测项目分类和测次

监测类别	监测项目	建筑物级别					运行期测次	
		1	2	3	4	5	1~4	5
巡视检查	坝体、坝基、坝肩、近坝库岸	★	★	★	★	★	3~1 次/月	2~1 次/月
变形	1. 坝体表面位移;	★	★	★	★	★	2~1 次/月	2~1 次/月
	2. 坝体内部变形;	★	★	★	☆		1 次/周~1 次/月	
	3. 倾斜;	★	☆	☆			1 次/周~1 次/月	
	4. 接缝变形;	★	★	☆	☆		1 次/周~1 次/月	
	5. 裂缝变化;	★	★	★	☆	☆	1 次/周~1 次/月	2~1 次/月
	6. 坝基位移	★	★	★	☆	☆	1 次/周~1 次/月	2~1 次/月
	7. 近坝岸坡变形;	★	★	☆	☆	☆	1 次/月~4 次/年	6~2 次/年
	8. 地下洞室围岩变形	★	★	☆	☆	☆	1 次/月~4 次/年	6~2 次/年
渗流	1. 渗流量;	★	★	★	★	★	1 次/周~2 次/月	2~1 次/月
	2. 扬压力;	★	★	★	★	☆	1 次/周~2 次/月	2~1 次/月
	3. 坝体渗透压力;	☆	☆	☆	☆	☆	1 次/周~2 次/月	2~1 次/月
	4. 绕坝渗流;	★	★	☆	☆	☆	1 次/周~1 次/月	2~1 次/月
	5. 近坝岸坡渗流;	★	★	☆	☆	☆	1 次/周~4 次/年	6~2 次/年
	6. 地下洞室变形;	★	★	☆	☆	☆	1 次/月~4 次/年	6~2 次/年
	7. 水质分析	★	★	☆	☆	☆	2 次~1 次/年	按需要
应力、应变及温度	1. 应力;	★	☆				2 次/月~1 次/季	
	2. 应变;	★	★	☆			2 次/月~1 次/季	
	3. 混凝土温度;	★	★	☆			2 次/月~1 次/季	
	4. 坝基温度	★	★	☆			2 次/月~1 次/季	
地震反应监测	1. 地震动加速度;	☆	☆	☆			按需要	
	2. 动水压力	☆					按需要	
水力学监测	1. 水流流态、水面线;	☆					按需要	
	2. 动水压力;	☆	☆				按需要	
	3. 流速、泄流量;	☆	☆				按需要	
	4. 空化空蚀、掺气、下游雾化;	☆	☆				按需要	
	5. 振动;	☆	☆				按需要	
	6. 消能及冲刷	☆	☆				按需要	
环境量	1. 上、下游水位;	★	★	★	★	★	2~1 次/日	2~1 次/日
	2. 降水量、气温;	★	★	★	★	★	逐日量	逐日量
	3. 坝前水温;	★	★	☆	☆	☆	1 次/周~2 次/月	2~1 次/月
	4. 气压;	☆	☆	☆	☆		1 次/周~1 次/月	
	5. 坝前泥沙淤积及下游冲刷	☆	☆	☆			按需要	

注 1: ★为必设项目。☆为一般项目, 可根据需要选设。

注 2: 表中测次, 均系正常情况下人工测读的最低要求。特殊时期(如发生大洪水、地震)应增加测次。监测自动化可根据需要, 适当加密测次。

注 3: 运行过程中渗流、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。当多年运行性态稳定时, 可减少测次, 但应报主管部门批准, 当水位超过前期运行水位时, 应加密测次。

## 附录 C 巡视检查内容、方法与记录和整编格式

### C.1 土石坝的巡视检查内容和记录表

C.1.1 土石坝巡视检查内容按表 C.1.1 进行分类和选择。

表 C.1.1 土石坝巡视检查内容表

巡视检查部位(项目)		日常检查	年度检查	特别检查
坝体	坝顶	●	●	●
	防浪墙	●	●	●
	迎水坡/面板	●	●	●
	背水坡	●	●	●
	坝趾	●	●	●
	排水系统	●	●	●
	导渗降压设施	●	●	●
坝基和坝区	坝基	●	●	●
	基础廊道	●	●	●
	两岸坝端	●	●	●
	坝趾近区	●	●	●
	坝端岸坡	●	●	●
	上游铺盖	○	●	●
输、泄水洞(管)	引水段	●	●	●
	进水口边坡	●	●	●
	进水塔(竖井)	●	●	●
	洞(管)身	●	●	●
	出口	●	●	●
	消能工	●	●	●
	闸门	●	●	●
	动力及启闭机	●	●	●
	工作桥	●	●	●
溢洪道	进水段(引渠)	●	●	●
	内外侧边坡	●	●	●
	堰顶或闸室	●	●	●
	溢流面	●	●	●
	消能工	●	●	●
	工作(交通)桥	●	●	●
	下游河床及岸坡	●	●	●
闸门及启闭机	闸门	●	●	●
	动力及启闭机	●	●	●
近坝岸坡	坡面	●	●	●
	支护结构	●	●	●
	排水系统	●	●	●
监测设施	监测仪器设备	●	●	●
	通信设施	●	●	●
管理与保障设施	预警设施	●	●	●
	备用电源	●	●	●
	照明与应急照明设施	○	●	●
	通信与应急通信设施	○	●	●
	交通与应急交通工具	○	●	●

注：有●者为必须检查内容，有○者为可选检内容。

C.1.2 土石坝日常巡视检查记录表格式按表 C.1.2 填写。

**表 C.1.2 土石坝日常巡视检查记录表**

工程名称: \_\_\_\_\_ 负责人员: \_\_\_\_\_  
日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 库水位: \_\_\_\_\_ m 天气: \_\_\_\_\_

巡视检查部位(项目)		可能损坏或异常情况	实际情况	检查人
坝体	坝顶	裂缝、积水、植物滋生、异常变形		
	防浪墙	开裂、挤碎、架空、错断、倾斜		
	迎水坡	损坏、裂缝、剥落; 水面冒泡、变混、漩涡、严冬不冻; 块石翻起、松动、塌陷、风化		
	面板堆石坝面板	裂缝、破损、溶蚀、水流侵蚀, 接缝开合、止水失效; 不均匀沉陷		
	背水坡	裂缝、剥落、滑动、隆起、塌坑、散浸、冒水、管涌; 排水堵塞、损坏、沟内淤积长草; 兽洞蚁穴		
	坝趾	裂缝、隆起、塌坑、冒水、管涌		
	排水系统	堵塞、排水不畅、渗漏量趋势、破坏; 浑浊度、颜色、气味、酸碱度		
	导渗降压设施	异常、破坏		
坝基和坝区	坝基	挤压、松动、鼓出		
	基础廊道	裂缝、渗水		
	两岸坝端	裂缝、滑动、滑坡、崩塌、溶蚀、隆起、塌坑、兽洞蚁穴		
	坝趾近区	渗水、管涌、流土、隆起; 排水堵塞		
	坝端岸坡	裂缝、塌滑; 护坡隆起、塌陷; 下游地下水露头		
	上游铺盖	裂缝、塌坑		
输、泄水洞(管)	引水段	堵塞、淤积、崩塌		
	进水口边坡	裂缝、塌滑; 地表隆起、下陷, 排水堵塞、地下水露头		
	进水塔(竖井)	混凝土裂缝、渗水、空蚀; 塔体倾斜、不均匀沉降		
	洞(管)身	裂缝、坍塌、鼓起、渗水、空蚀		
	出口	流态、流量异常, 停水期渗漏		
	消能工	冲刷、磨损、淘刷、杂物堆积, 下游冲刷、淤积		
	闸门	面板变形、裂缝、脱焊、锈蚀; 门槽卡堵、气蚀; 止水损坏、老化; 螺杆锈蚀、裂缝; 钢丝绳断丝		
	动力及启闭机	制动、限位失效; 电源、传动、润滑失常; 备用电源、手动启闭失常		
	工作桥	不均匀沉降、裂缝、断裂		
溢洪道	进水段(引渠)	坍塌、崩岸、淤堵、阻水; 流态异常		
	内外侧边坡	冲刷、开裂、滑移、崩塌; 护面变形、位错; 地下水露头, 排水失效		
	堰顶或闸室	裂缝、渗水、剥落、冲刷、磨损、空蚀		
	溢流面	裂缝、剥落、冲刷、磨损、空蚀、渗水		
	消能工	冲刷、磨损、淘刷、杂物堆积, 下游冲刷、淤积		
	工作(交通)桥	不均匀沉降、裂缝、断裂		
	下游河床及岸坡	冲刷、淤积		
闸门及启闭机	闸门	面板变形、裂缝、脱焊、锈蚀; 门槽卡堵、气蚀; 止水损坏、老化; 螺杆锈蚀、裂缝; 钢丝绳断丝		
	动力及启闭机	制动、限位失效; 电源、传动、润滑失常; 备用电源、手动启闭失常		
近坝岸坡	坡面	冲刷、开裂、崩塌、滑移		
	支护结构	变形、裂缝、位错		
	排水系统	地下水露头; 表面排水设施、排水孔异常		
其他(包括备用电源等情况)				

注: 被巡视检查的部位若无损坏和异常情况时应写“无”字。有损坏或出现异常情况的地方应获取影像资料, 并在备注栏中标明影像资料文件名和存储位置。

C.1.3 土石坝年度巡视检查记录表格包括概况表、水库运行管理检查表、管理与保障设施检查表、坝体检查表、坝基和坝区检查表、输泄水洞（管）及溢洪道检查表，各表表格式按表 C.1.3-1~表 C.1.3-5 填写。

**表 C.1.3 水库大坝年度巡视检查记录表**

**表 C.1.3-1 概况表**

工程名称: \_\_\_\_\_

工程概况	所在地点		检查时 运行情况	水库水位	m
	所在河流			水库库容	万 m <sup>3</sup>
	主管单位			泄水量	m <sup>3</sup> /s
	原设计单位			天气状况	
	原施工单位			检查时间	
	坝型		检查纪要		
	首次蓄水日期	年 月 日			
	建设竣工日期	年 月 日			
	正常蓄水位	m			
	正常蓄水位相应库容	万 m <sup>3</sup>			
	设计洪水位	m	处理措施和建议		
	设计洪水位相应库容	万 m <sup>3</sup>			
	年度运行最高水位	m			
	年度运行最低水位	m			
检查日期	年 月 日~ 年 月 日				
巡检路线					
检查人员					
负责人					

**表 C.1.3-2 水库运行管理检查表**

检查项目	相关文件名称	制定或校订日期	说明是否清晰正	实际操作情况	备注
运行管理规程 1					
运行管理规程 2					
运行管理规程 3					
操作规程 1					
操作规程 2					
操作规程 3					
工程大事记					
监测资料年度整编报告					
检查日期	年 月 日				
检查人员					

**表 C.1.3-3 管理与保障设施检查表**

检查项目	检查内容	实际情况	备注
预警设施	工作情况		
安全监测设 施	仪器设备完好状况 监测组织与管理状况		
通信与应急 通信设施	型式 正常方式 备用方式 存在问题		
备用电源	检查时试验情况 工作情况 存在问题		
交通与应急 交通工具	道路路面情况 道路边坡稳定和路基情况 桥梁情况 应急交通工具 存在问题		
照明与应急 照明	照明设施 应急照明设施 存在问题		

**表 C.1.3-4 坝体检查表**

检查项目	检查内容、要点	是否异常	主要问题	备注
坝顶	有无裂缝 有无异常变形 有无积水 有无植物滋生			
防浪墙	有无开裂或挤碎 有无架空或错断 有无倾斜			
上游坡面/混 凝土面板	坡面或护坡有无损坏 有无裂缝、滑动、塌坑、隆起 有无剥落、滑动 有无冲刷或植物滋生 近坝水面有无冒泡、变浑、漩涡			
下游坡面和 坝趾	有无裂缝、滑动、隆起、塌坑 有无雨淋沟、散浸 有无冒水、渗水坑、流土、管涌 排水沟内有无垃圾、泥沙淤积、长草 草皮护坡植被是否完好，有无兽洞、蚁穴 滤水坝趾、减压井等导渗减压设施有无破坏 排水反滤设施是否堵塞和排水不畅 渗水有无骤减和发生浑浊			

表 C.1.3-5 坝基和坝区检查表

检查项目	检查内容、要点	是否异常	主要问题	备注
坝基	基础排水设施工况是否正常			
	渗漏水水量、颜色、气味及浑浊度、酸碱度			
	基础廊道有无裂缝、渗水等			
坝端	坝体与岸坡链接处有无错动、开裂及渗水			
	两岸坝端区有无裂缝、滑动、崩塌、隆起			
	两岸坝端区有无溶蚀、异常渗水、蚁穴兽洞			
坝趾近区	有无阴湿、渗水、管涌、流土			
	有无塌坑、隆起			
	排水设施是否完好			
坝段岸坡	有无裂缝、塌滑迹象			
	护坡有无隆起、塌陷或损坏			
	下游岸坡地下水露头、绕坝渗流			
库底	上游铺盖有无裂缝、塌坑			

表 C.1.3-6 输泄水洞(管)及溢洪道检查表

检查项目	检查内容、要点	是否异常	主要问题	备注
输泄水洞/输泄水管	引水段	有无堵塞、淤积、崩塌		
	进水口边坡	坡面裂缝及其发展		
		坡面地表有无塌滑、隆起或下陷		
		坡面排(截)水沟、排水孔是否通畅正常		
	进水塔(竖井)	坡面有无新的地下水露头、渗水量有无变化		
		混凝土有无裂缝、渗水、空蚀或其他损坏		
		塔体有无倾斜、不均匀沉降		
	洞(管)身	有无裂缝, 及原有裂缝发展情况		
		有无坍塌、鼓起或其他损坏		
		有无渗水、空蚀		
		放水时洞内声音是否正常		
	出水口	放水期水流形态、流量是否正常		
		停水期有无渗漏		
	出水口边坡	坡面裂缝及其发展		
		坡面地表有无塌滑、隆起或下陷		
		坡面排(截)水沟、排水孔是否通畅正常		
		坡面有无新的地下水露头、渗水量有无变化		
	消能工	有无冲刷、磨损、淘刷或砂石、杂物堆积		
	工作桥	是否有不均匀沉陷、裂缝、断裂等		
	下游河床岸坡	有无异常冲刷、淤积和波浪冲击破坏		
溢洪道	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		
	内外侧边坡	坡面裂缝及其发展		
		坡面地表有无塌滑、隆起或下陷		
		坡面排(截)水沟、排水孔是否通畅正常		
		坡面有无新的地下水露头、渗水量有无变化		
	堰顶及闸室	总体情况		
		有无裂缝、剥落、冲刷、磨损、空蚀、渗水		
		伸缩缝、排水孔是否完好		
	溢流面	总体情况		

		有无裂缝、剥落、冲刷、磨损、空蚀、渗水			
		伸缩缝、排水孔是否完好			
	消能工	消能方式			
		有无冲刷、磨损、淘刷或砂石、杂物堆积			
	工作桥/交通桥	是否有不均匀沉陷、裂缝、断裂等			
闸门及控制设备	工作闸门	闸门型式及总体情况			
		防护涂层及锈蚀、裂缝、脱焊等损坏现象			
		关门时是否漏水，启闭是否灵活			
	控制设备	启闭机、限位设备、钢丝绳等机械设备情况			
		动力供应、遥控、备用电源等电气设备情况			
		操作说明及实际操作情况			
	检修闸门	闸门型式及总体情况			
		防护涂层及锈蚀、裂缝、脱焊等损坏现象			
		关门时是否漏水，启闭是否灵活			
近坝岸坡	岸坡	有无冲刷、开裂、崩塌及滑移			
		地下水露头有无异常，排水设施是否正常			
	岸坡护面	护面及支护结构有无变形、裂缝及位错			

C.1.4 土石坝特别巡视检查表格格式按表 C.1.4 填写。

**表 C.1.4 水库大坝特别巡视检查表**

工程名称:	管理单位名称:			
组织单位名称:	检查日期: _____年_____月_____日			
工程概况				
特别巡视检查概况				
特别巡视检查结论和意见				
各部位巡视检查记录				
检查部位	重点检查内容	实际情况	处理措施或建议	备注
负责人				
检查人员				

## C.2 混凝土坝的巡视检查内容和记录表

C.2.1 混凝土坝巡视检查内容按表 C.2.1 进行分类和选择。

表 C.2.1 混凝土坝巡视检查内容表

巡视检查部位(项目)	日常检查	年度检查	特别检查
坝体	坝顶	●	●
	上游面	●	●
	下游面	●	●
	廊道	●	●
	排水系统	●	●
坝基和坝区	坝基		●
	两岸坝段	○	●
	坝趾	●	●
	廊道	○	●
	排水系统	●	●
输、泄水洞(管)	进水塔(竖井)	○	●
	洞(管)身		●
	出口	○	●
	下游渠道	○	●
	工作桥	○	●
溢洪道	进水段	○	●
	控制段	○	●
	泄水槽	○	●
	消能设施	○	●
	下游河床及岸坡	○	●
	工作(交通)桥	○	●
闸门及金属结 构	闸门	○	●
	启闭设施	○	●
	其他金属结构	○	●
	电气设备	○	●
监测设施	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	○	●
近坝岸坡	库区水面	○	●
	岸坡	○	●
	高边坡	○	●
	滑坡体	○	●
管理与保障设 施	预警设施		●
	备用电源	○	●
	照明与应急照明设施		●
	通信与应急通信设施		●
	交通与应急交通工具		●
电站			

注：有●者为必须检查内容，有○者为可选检内容。

C.2.2 混凝土坝日常巡视检查记录格式按表 C.2.2 填写。

**表 C.2.2 混凝土坝日常巡视检查表**

工程名称: \_\_\_\_\_ 负责人员: \_\_\_\_\_

日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 库水位: \_\_\_\_\_ m 天气: \_\_\_\_\_

巡视检查部位（项目）		可能损坏或异常情况	实际情况	检查人
坝体	坝顶	位移迹象、裂缝、错动、冻融		
	上游面	裂缝、剥蚀、膨胀、伸缩缝开合、冻融		
	下游面	裂缝、剥蚀、溶蚀、冻融、渗漏		
	坝体廊道	裂缝、漏水、剥蚀、伸缩缝开合、排水管		
	排水系统	渗漏量总体趋势、渗水颜色		
坝基和坝区	坝基	溶蚀、沉陷		
	两岸坝段	绕坝渗流总体趋势、裂缝、错动		
	坝趾	隆起或凹陷、岩石剥落		
	基础廊道	错动、隆起或凹陷、岩石剥落、初砌		
	排水系统	渗漏量总体趋势、渗水颜色、浑浊度		
输、泄水洞(管)	进水塔(竖井)	淤堵、裂缝、损坏、边坡滑移		
	洞(管)身	裂缝、坍塌、鼓起、渗水、空蚀		
	出口	流态、冲刷、磨损、淘刷、渗漏、淤堵、裂缝		
	下游渠道	冲刷、淤积、波浪冲击破坏		
	工作桥	不均匀沉降、裂缝、断裂		
溢洪道	进水段	拦污栅、滑坡、坍塌、护坡裂缝沉降渗水		
	控制段			
	泄水槽	气蚀、冲蚀、裂缝、变形、淤积		
	消能设施	磨损、冲蚀、裂缝、变形、淤积		
	下游河床及岸坡	冲刷、淤积		
	工作(交通)桥	不均匀沉降、裂缝、断裂		
闸门及金属结构	闸门	闸门变形、裂缝、焊缝开裂；门槽卡堵、锈蚀；止水损坏、老化、漏水；闸门振动、气蚀		
	启闭设施	制动、限位异常；传动、润滑异常，备用电源、手动启闭不可靠		
	其他金属结构	腐蚀、锈蚀		
	电气设备			
监测设施	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			
近坝岸坡	库区水面	涡旋、冒泡、严冬不封冻		
	岸坡	冲刷、塌陷、裂缝、滑移、冻融；地下水出露		
	高边坡	裂缝、滑移		
	滑坡体	裂缝、滑移		
管理与保障设施	预警设施			
	备用电源			
	照明与应急照明设施			
	通信与应急通信设施			
	交通与应急交通工具			
	电站			
其他	附图附表			

C.2.3 混凝土坝年度巡视检查记录表格包括概况表、水库运行管理检查表、管理与保障设施检查表、坝体检查表、坝基和坝区检查表、输泄水洞（管）及溢洪道检查表。其中，坝坝体检查表、坝基检查表格式按表 C.2.3-1~ C.2.3-2 填写，其他与土石坝相同。

**表 C.2.3-1 坝体检查表**

检查项目	检查内容、要点	是否异常	主要问题	备注
坝顶	坝面有无裂缝、错动、沉陷			
	相邻坝段间有无错动			
	伸缩缝开合、止水设施工作状况			
	排水设施工作状况			
防浪墙	有无开裂、挤碎、错断			
	有无倾斜迹象			
上游面	有无裂缝、错动、沉陷			
	有无剥蚀、冻融破坏等损伤			
	伸缩缝开合、止水设施工作状况			
下游面	有无裂缝、错动、沉陷			
	有无剥蚀、冻融破坏、钙质离析等损伤			
	有无渗水			
	伸缩缝开合状况			
	有无其他异常			
廊道	廊道有无裂缝、位错			
	有无漏水			
	表层混凝土有无溶蚀、剥落			
	伸缩缝开合、止水设施工作状况			
	照明通风状况			
排水系统	坝身排水管、廊道排水孔工作状况			
	排水量、水体颜色、浑浊度			

**表 C.2.3-2 坝基和坝肩检查表**

检查项目	检查内容、要点	是否异常	主要问题	备注
坝基基础岩体	总体状况			
	有无挤压、错动、松动、鼓出、剥落等			
坝体与基岩(岸坡)接合处	有无错动、开裂、脱离及渗水等			
坝肩区	左、右岸坝肩区有无裂缝、滑坡、沉陷			
	有无绕坝渗流、溶蚀			
坝趾	有无渗漏水，及渗漏水量、颜色、浑浊度			
	有无冲刷、淘刷、塌陷、管涌			
基础廊道隧洞	廊道有无裂缝、位错			
	有无漏水，			
	表层混凝土、岩石有无溶蚀、剥落			
	伸缩缝开合、止水设施工作状况			
	衬砌情况			
	照明通风状况			
	排水孔状况、排水量及浑浊情况			

C.2.4 混凝土坝特别巡视检查表格格式参照表 C.1.4 填写。

### C.3 巡视检查的方法和要求

C.3.1 常规人工巡视检查方法应符合以下规定：

1 日常巡视检查，主要为目视、耳听、手摸、鼻嗅、脚踩等直观方法，可辅以锤、钎、钢卷尺、放大镜、石蕊试纸、照相摄像设备等简单工具、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大坝，也可利用视频图像辅助检查。

1) 眼看：察看迎水面大坝附近水面是否有漩涡；迎水面护坡块石是否移动、凹陷或突鼓；防浪墙、坝顶是否出现新的裂缝或原存在的裂缝有无变化；坝顶是否塌坑；背水坡坝面、坝脚是否出现渗漏突鼓现象，尤其对长有喜水性草类的地方要仔细检查，判断渗漏水的浑浊变化；大坝附近岩石是否错动或出现新裂缝；通讯、电力线路是否畅通等。

2) 耳听：耳听是否出现不正常水流声或振动声。

3) 脚踩：检查坝坡、坝脚是否有土质松软、潮湿或渗水。

4) 手摸：当眼看、耳听、脚踩中发现有异常情况时，则用手作进一步临时性检查，对长有杂草的渗漏处，则用手感测试水温是否异常。

2 年度和定期巡视检查，除日常巡视检查的方法外，还可采用开挖探坑（或槽）、探井、钻孔取样或孔内电视、向孔内注水试验、投放化学试剂、潜水员探摸或水下电视、水下摄影或录像等方法，对工程内部、水下部位或坝基进行检查。在有条件的地方，可采用水下多波束等设备对库底淤积、岸坡崩塌堆积体等进行检查。

3 应急巡视检查，可分为即时检查、详细检查和后续检查。其中，即时检查和后续检查的方法同日常巡视检查，详细检查的方法同年度和定期巡视检查。

C.3.2 智能巡视检查方法应符合以下规定：

按巡检模式（如日常巡检、特别巡检）确定巡检内容和巡检人员组成，在手持智能巡检设备中生成巡检线路并分配巡检任务，根据巡检任务的时间、地点、对象，工作人员沿指定的线路行进巡检，每到一巡检对象处，根据对象属性和数据采集模式，采用手持智能巡检设备相应地记录巡检状态结果，巡视检查完毕后，立即将采集的数据传输到计算机中保存，以便后续资料整编使用。也可采用无线传输或远程通信的方式，将采集数据远程保存到计算机中。

C.3.3 巡视检查应符合如下要求：

1 日常巡视检查人员应当相对稳定，检查时应带好必要的辅助工具和记录笔、簿本以及照相机、录像机等设备。

2 汛期高水位情况下对大坝及岸坡、库岸进行巡查时，宜由数人列队进行拉网式检查，防止疏漏。

3 年度巡视检查和特别巡视检查，均应制定详细的检查计划并做好如下准备工作：

- 1) 安排好水库调度，为检查输水、泄水建筑物或进行水下检查创造条件。
- 2) 做好电力安排，为检查工作提供必要的动力和照明。
- 3) 排干检查部位的积水，清除检查部位的堆积物。
- 4) 安装或搭设临时交通设施，便于检查人员行动或接近检查部位。
- 5) 采取安全防范措施，确保工程设备及人身安全。
- 6) 准备好工具、设备、车辆或船只，以及量测、记录、绘草图、照相机、录像机等。

## C.4 巡视检查资料的整编格式

C.4.1 巡视检查资料的整编格式可参照表 C.4.1。

表 C.4.1 巡视检查资料的整编表

工程名称：\_\_\_\_\_ 负责人员：\_\_\_\_\_

本次整编日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日 上次整编日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

序号	隐患(险情)分类	发生部位	前次检查情况	本次检查结果	成因分析	处理措施	处理效果
1							
2							
3							

注 1：隐患（险情）包括防洪安全隐患、渗流安全隐患、结构安全隐患、金属结构安全隐患以及运行管理安全隐患。

注 2：隐患（险情）的主要原因可以概括为设计和施工缺陷、材料和结构性能老化、自然环境等作用下的结构破坏、管理不善、技术经济条件变化等。

注 3：发生部位、前次检查情况、本次检查结果、处理措施和处理效果等可附上图片和影像等。

## 附录 D 监测记录表格式

### D.1 变形监测

D.1.1 坝面横向水位移监测记录计算表格式见表 D.1.1。

**表 D.1.1 坝面横向水位移观测记录表**

工程部位_____		测站编号_____		埋设初始值		水位 (m)		备注
监测日期 及时间	第一测回 (mm)	第二测回 (mm)	正镜	倒镜	正镜	倒镜	上游	

监测: 记录: 校核:

D.1.2 电磁式(干簧管式)沉降仪监测记录表格式见表 D.1.2。

**表 D.1.2 电磁式(干簧管式)沉降仪监测记录表**

工程部位_____		测站编号_____		沉降管(组)编号_____		备注		
监测日期 及时间	测尺读数 $R_i$ (m)	1#环(板)	2#环(板)	3#环(板)	...	上游	下游	

监测: 记录: 校核:

D.1.3 水管式沉降仪监测记录表格式见表 D.1.3。

**表 D.1.3 水管式沉降仪监测记录表**

工程部位_____		测站编号_____		测线编号_____		备注		
监测日期 及时间	测管读数 (mm)	1#测点	2#测点	3#测点	...	上游	下游	

监测: 记录: 校核:

D.1.4 固定测斜仪监测记录表格式见表 D.1.4。

**表 D.1.4 固定测斜仪监测记录表**

工程部位_____		测斜管编号_____		A0 导槽方向(垂向)		备注	
传感器编号	1#	2#	3#	4#	...	水位(m)	
深度 (m)					...	上游	下游
监测日期	传感器读数						

监测: 记录: 校核:

D.1.5 钢钢丝式水平位移计监测记录表格式见表 D.1.5。

**表 D.1.5 钢钢丝式水平位移计监测记录表**

工程部位_____		测站编号_____		测线编号_____		备注	
监测日期 及时间	游标卡尺(或传感器)读数(mm)				水位(m)		
	1#测点	2#测点	3#测点	...	上游	下游	

监测: 记录: 校核:

D.1.6 滑动式伺服加速度计式测斜仪监测记录表格式见表 D.1.6。

**表 D.1.6 滑动式伺服加速度计式测斜仪监测记录表**

工程部位_____		测斜孔编号_____		监测日期及时间_____		上游/下游水位(m)_____	
深度	A 向测值			B 向测值			备注
	A <sub>0</sub>	A <sub>180</sub>	B <sub>0</sub>	B <sub>180</sub>			
0.5							
1.0							
最深点							

监测: 记录: 校核:

D.1.7 多点位移计监测记录表格式见表 D.1.7。

**表 D.1.7 多点位移计(振弦式)监测记录表**

工程部位_____		测孔编号_____				温度 (℃)	备注		
监测日期 及时间	仪器读数(字)								
	1#传感器	2#传感器	3#传感器	...					

监测: 记录: 校核:

D.1.8 差动电阻式位移计监测记录表格式见表 D.1.8。

**表 D.1.8 差动电阻式位移计监测记录表**

工程部位_____		测站编号_____				测线编号_____		备注	
监测日期及 时间	仪器读数				水位(m)				
	1#测点		2#测点		...	上游	下游		
	电阻比	温度电阻	电阻比	温度电阻					

监测: 记录: 校核:

D.1.9 电位器式位移计监测记录表格式见表 D.1.9。

**表 D.1.9 电位器式位移计监测记录表**

工程部位_____		测站编号_____				测线编号_____		备注	
监测日期 及时间	输出电压读数(V)				水位(m)				
	1#测点	2#测点	3#测点	...	上游	下游			

监测: 记录: 校核:

D.1.10 旋转电位器式三向测缝计监测记录表格式见表 D.1.10。

**表 D.1.10 旋转电位器式三向测缝计监测记录表**

工程部位\_\_\_\_\_ 监测站编号\_\_\_\_\_ 测点编号\_\_\_\_\_

监测日期 及时间	仪器读数 (mV)			水位 (m)		备注
	1#传感器	2#传感器	3#传感器	上游	下游	

监测:

记录:

校核:

## D.2 渗流监测记录表格式

D.2.1 测压管监测记录表格式见表 D.2.1。

**表 D.2.1 测压管监测记录表**

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	

监测:

记录:

校核:

D.2.2 孔隙水压力计、渗压计监测记录表格式见表 D.2.2。

**表 D.2.2 孔隙水压力计、渗压计监测记录表**

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			水位(m)		备注
	频模(字)/电阻比(0.01%)	温度(℃)/温度电阻(Ω)		上游	下游	

监测:

记录:

校核:

D.2.3 量水堰法渗流量监测记录表格式见表 D.2.3。

**表 D.2.3 量水堰法渗流量监测记录表**

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)			水温 (℃)	水位(m)		备注
	一次	二次	平均		上游	下游	

监测:

记录:

校核:

D.2.4 容积法渗流量监测记录表格式见表 D.2.4。

**表 D.2.4 容积法渗流量监测记录表**

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)	水温(℃)	水位(m)		备注		
				上游	下游			
监测:			记录:			校核:		

### D.3 压力（应力）监测记录表格式

D.3.1 土压力计（钢筋计、应变计、锚杆应力计等）监测记录表格式见表 D.3.1。

**表 D.3.1 土压力（钢筋计、应变计、锚杆应力计等）监测记录表**

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					水位(m)			备注		
	频模(字)/电阻比(0.01%)		温度(℃)/温度电阻(Ω)			上游	下游				
监测:			记录:			校核:					

D.3.2 锚索测力计监测记录表格式见表 D.3.2。

**表 D.3.2 锚索测力计监测记录表**

工程部位_____			测点编号_____			厂家编号_____		
监测日期及时间	仪器读数(字)					温度 (℃)	备注	
	1#传感器	2#传感器	3#传感器	...	n#传感器			
监测:			记录:			校核:		

D.3.3 温度监测记录表格式见表 D.3.3。

**表 D.3.3 温度监测记录表格式**

工程部位_____			断面编号_____			测点编号_____			厂家编号_____		
监测日期及时间	温度电阻 (Ω)			水位(m)			备注				
				上游	下游						
监测:			记录:			校核:					

## 附录 E 监测物理量的计算换算公式

### E.1 变形监测

E.1.1 表面水平位移监测记录与整理。

E.1.1.1 表面水平位移监测记录表格式见附录 D 中表 D.1.1。

E.1.1.2 表面水平位移监测的计算整理。

1 视准线法（准线法）监测水平位移。当计及端点位移时，如图 E.1.1-1，视准线法检测位移可按式 E.1.1-1 计算：

$$d_i = L + K\Delta + \Delta - L_0 \quad (\text{E.1.1-1})$$

式中： $d_i$ —— $i$  点的位移量，mm；

$K$ ——归化系数， $K = S_i/D$ ；

$S_i$ ——测点至右端点的距离，m；

$D$ ——视准线两端工作基点间的距离，m；

$\Delta$ ——左、右端点变化量之差 ( $\Delta = D_{\text{右}} - D_{\text{左}}$ )，mm；

$L_0$ ——第  $i$  点的首次观测值，mm；

$L$ ——第  $i$  点的本次观测值，mm。

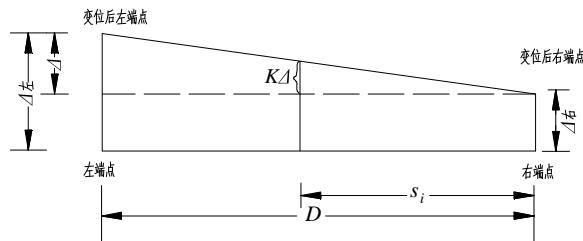


图 E.1.1-1 视准线法观测位移计算示意图

2 观测值  $L$  的确定方法如下：

1) 视准线活动觇标法：观测值  $L$  等于活动觇标读数。

2) 视准线小角度法：如图 E.1.1-2， $L$  值按式 E.1.1-2 计算：

$$L = \frac{a \phi}{r \phi} S_i \quad (\text{E.1.1-2})$$

式中： $L$ ——观测值，mm；

$a \phi$ ——观测的角值；

$r \phi$ ——固定常数 206265；

$S_i$ ——工作基点至测点之距离，mm。

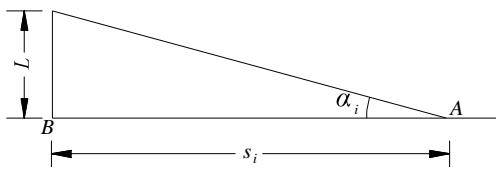


图 E.1.1-2 视准线小角度法观测位移计算示意图

3) 激光视准线法:

$$L = Kl \quad (\text{E.1.1-3})$$

式中:  $L$ —观测值, mm;

$l$ —接收端仪器读数值, mm;

$K$ —归化系数,  $K = S_i/D$ ;

$S_i$ —测点至激光点光源的距离, mm;

$D$ —激光视准线全长, m。

### E.1.2 正、倒垂线法内部水平位移监测记录与整理。

E.1.2.1 正、倒垂线法内部水平位移监测记录表格式见附录 D 中表 D.1.2。

E.1.2.2 正、倒垂线法监测时位移量时采用下列计算公式。

1 倒垂测点位移量的计算。倒垂测点位移量指倒垂观测(所在部位)相对于倒垂锚固点的位移量, 按式(E.1.2-1)和式(E.1.2-2)计算:

$$D_x = K_x (X_0 - X_i) \quad (\text{E.1.2-1})$$

$$D_y = K_y (Y_0 - Y_i) \quad (\text{E.1.2-2})$$

式中:  $X_0$ 、 $Y_0$ —倒垂线首次观测值, mm;

$X_i$ 、 $Y_i$ —倒垂线本次观测值, mm;

$D_x$ 、 $D_y$ —倒垂测点位移量, nun;

$K_x$ 、 $K_y$ —位置关系系数(其值为-1 或 1), 与倒垂观测墩布置位置(方向)和垂线坐标仪的标尺方向有关。

2 正垂线测点相对位移量的计算。正垂线测点相对位移值指正垂线悬挂点相对于正垂观测墩的位移值, 按式(E.1.2-3)和式(E.1.2-4)计算

$$d_x = K_x (X_i - X_0) \quad (\text{E.1.2-3})$$

$$d_y = K_y (Y_i - Y_0) \quad (\text{E.1.2-4})$$

式中:  $d_x$ 、 $d_y$ —正垂线测点相对位移量, nun;

$X_0$ 、 $Y_0$ —正垂线首次观测值, mm;

$X_i$ 、 $Y_i$ —正垂线本次观测值, mm;

$K_x$ 、 $K_y$ —位置关系系数(其值为-1 或 1), 与正垂观测墩布置位置(方向)和垂线坐标仪的标尺方向有关。

3 正垂线悬挂点绝对位移量的计算。正垂线悬挂点绝对位移量指正垂线测点相对位移值与该测点所在测站的绝对位移值之和。按式(E.1.2-5)和式(E.1.2-6)计算。

$$D_x = d_x + D_{x0} \quad (\text{E.1.2-5})$$

$$D_y = d_y + D_{y0} \quad (\text{E.1.2-6})$$

式中:  $D_x$ 、 $D_y$ ——正垂线悬挂点绝对位移量, mm;

$d_x$ 、 $d_y$ ——正垂线测点相对位移量, mm;

$D_{x0}$ 、 $D_{y0}$ ——测点所在测站的绝对位移量, mm.

4 一条正垂线含多个测点时, 悬挂点以外测点的绝对位移量按式(E.1.2-7)和式(E.1.2-8)计算。

$$D_x = D_{x0} - d_x \quad (\text{E.1.2-7})$$

$$D_y = D_{y0} - d_y \quad (\text{E.1.2-8})$$

式中:  $D_x$ 、 $D_y$ ——测点绝对位移量, mm;

$D_{x0}$ 、 $D_{y0}$ ——悬挂点绝对位移量, mm;

$d_x$ 、 $d_y$ ——测点相对位移量, mm。

5 垂直位移监测中, 水准基点、工作基点、测点的引测、校测、监测的记录, 按 GB/12897 中的记录要求执行。

### E.1.3 内部垂直(沉降)位移监测记录与整理。

E.1.3.1 内部垂直(沉降)位移监测记录表格式见附录 D 中表 D.1.3、表 D.1.4。

E.1.3.2 内部垂直(沉降)位移监测计算应符合以下规定:

1 电磁式(干簧管式)沉降仪可按式(E.1.3-1)计算:

$$\begin{aligned} L &= R + K/1000 & \ddot{u} \\ H &= H_k - L & \dot{\ddot{y}} \\ S_i &= (H_0 - H_i) / 1000 & \ddot{p} \end{aligned} \quad (\text{E.1.3-1})$$

式中:  $L$ ——环所在的深度, m;

$H$ ——环所在高程, m;

$S_i$ ——测点沉降量, mm;

$R$ ——测尺读数, m;

$K$ ——测尺零点至测头下部感应发声点的距离, mm;

$H_k$ ——孔口高程, m;

$H_0$ ——测点初始高程, m;

$H_i$ ——测点当前高程, m。

2 水管式沉降仪可按式(E.1.3-2)计算:

$$S_i = (H_0 - H_i) + (h_0 - h_i) \quad (\text{E.1.3-2})$$

式中:  $S_i$ ——测点沉降量, cm;

$H_0$ ——观测房基准标点起始高程, cm;

$H_i$ ——观测房基准标点当前高程, cm;

$h_0$ ——量管起始读数, cm;

$h_i$ ——量管当前读数, cm。

3 水平向固定式测斜仪(电解质式)按式(E.1.3-3)计算:

$$\begin{aligned} PV_i &= C_5' EL^5 + C_4' EL^4 + C_3' EL^3 + C_2' EL^2 + C_1' EL + C_0 \ddot{\mathbf{u}} \\ PL_i &= PV_i' L_i \quad \ddot{\mathbf{y}} \\ W_i &= PL_i - PL_0 \quad \ddot{\mathbf{y}} \\ ZW_i &= W_1 + W_2 + W_3 + \mathbf{L} + W_4 \quad (n \text{为传感器个数}) \quad \ddot{\mathbf{p}} \end{aligned} \quad (\text{E.1.3-3})$$

式中:  $PV_i$ —— $i$ 串测量长度的偏移率, mm/m;

$PL_i$ —— $i$ 串测量长度的偏移量, mm ( $PL_i$ 为当前偏移量,  $PL_0$ 为起始偏移量);

$W_i$ ——当前  $i$ 串测量长度的位移量, mm;

$ZW_i$ ——当前总位移量(即当前各串位移量的总和), mm;

$L_i$ —— $i$ 串传感器测量长度, m;

$EL_i$ —— $i$ 串传感器电压读数;

$C_0 \sim C_5$ —— $i$ 串传感器系数。

#### E.1.4 内部水平位移监测记录与整理。

E.1.4.1 内部水平位移监测记录表格式见附录D中表D.1.5~表D.1.7。

E.1.4.2 内部水平位移计算应符合以下规定:

1 垂向滑动式测斜仪(伺服加速度计)可按式(E.1.4-1)计算:

$$\begin{aligned} W_A &= \ddot{\mathbf{a}}_{\text{底}}^{i=\text{顶}} (CA_i - CA_0) / 100 \quad (i = \text{底, 顶}) \ddot{\mathbf{u}} \\ W_B &= \ddot{\mathbf{a}}_{\text{底}}^{i=\text{顶}} (CB_i - CB_0) / 100 \quad (i = \text{底, 顶}) \ddot{\mathbf{y}} \\ W_H &= (W_A^2 + W_B^2)^{1/2} \quad \ddot{\mathbf{i}} \\ q_i &= q_0 + \arctan(W_B / W_A) \quad \ddot{\mathbf{p}} \end{aligned} \quad (\text{E.1.4-1})$$

式中:  $W_A$ ——A向位移, mm;

$W_B$ ——B向位移, mm;

$W_H$ ——合位移, mm;

$\theta_i$ ——合位移方向(方位角), (°);

$\theta_0$ ——导槽  $A_0$ 向的方位角, (°);

$CA_i$ ——A向当前差值,  $CA_i = \text{测值 } A_0 - \text{测值 } A_{180}$ , mm;

$CB_i$ — $B$  向当前差值,  $CB_0$ —测值  $B_0$ —测值  $B_{180}$ , mm;

$CA_0$ — $A$  向基准值,  $CA_0$ —初始值  $A_0$ —初始值  $A_{180}$ , mm;

$CB_0$ — $B$  向基准值,  $CB_0$ —初始值  $B_0$ —初始值  $B_{180}$ , mm。

2 垂向固定式测斜仪(电解质式)计算公式同式(E.1.4-1)。

3 引张线式水平位移计可按式(E.1.4-2)计算:

$$W_i = (V_i - V_0) + (U_i - U_0) \quad (\text{E.1.4-2})$$

式中:  $W_i$ —测点水平位移, mm;

$U_i$ —当前游标卡尺读数, mm;

$U_0$ —初始游标卡尺读数, mm;

$V_i$ —观测房标点当前 X 坐标, mm;

$V_0$ —观测房标点起始 X 坐标, mm。

### E.1.5 界面、接(裂)缝及脱空位移监测记录与整理。

E.1.5.1 界面、接(裂)缝及脱空位移监测记录表格式见附录 D 中表 D.1.8~表 D.1.11。

E.1.5.2 界面、接(裂)缝及脱空位移监测计算应符合以下规定:

1 振弦式测缝计(位移计)可按式(E.1.5-1)计算:

$$W_i = K(R_i - R_0) + C(T_i - T_0) \quad (\text{E.1.5-1})$$

式中:  $R_i$ —当前频模读数,  $f^2 \times 10^{-3}$ ,  $f$  为频率;

$R_0$ —初始频模读数, (同上);

$T_i$ —当前温度, °C;

$T_0$ —初始温度, °C;

$K$ —仪器系数, mm/( $f^2 \times 10^{-3}$ );

$C$ —温度系数, mm/°C。

2 差动电阻式测缝计(位移计)可按式(E.1.5-2)计算:

$$W_i = f(Z_i - Z_0) + b(T_i - T_0) \quad (\text{E.1.5-2})$$

式中:  $W_i$ —当前开合度或位移, mm;

$f$ —最小读数, mm/0.01%;

$Z_i$ —当前电阻比, 0.01%;

$Z_0$ —初始电阻比, 0.01%;

$b$ —温度修正系数, mm/°C;

$T_i$ —当前温度, °C;

$T_0$ —初始温度, °C。

3 电位器式位移计(TS)位移监测可按式(E.1.5-3)计算:

$$W_t = W_i - W_0 \quad \ddot{u} \\ W_i = \frac{C}{V_0} (V_i - C\Psi_0) \quad \dot{y} \quad (E.1.5-3)$$

式中:  $W_t$ — $t$ 时位移计的位移, mm;

$W_0$ — $t_0$ 时位移计初读数, mm;

$W_t$ —土体位移, mm;

$C$ 、 $C\Psi$ —位移计常数, 由厂家给出;

$V_0$ —工作电压, V;

$V_i$ —实测电压, V。

4 旋转电位器式三向测缝计位移监测可按式 (E.1.5-4) 计算:

$$\begin{aligned} dy &= (s^2 - L_3^2 + L_2^2)/2s - y \quad \ddot{u} \\ dz &= (h^2 - L_1^2 + L_2^2)/2h - z \quad \ddot{z} \\ dx &= \frac{\dot{\theta}L_2^2}{\dot{\theta}} - (dy + y)^2 - (dz + z)^2 \dot{u}^{1/2} - x \quad \ddot{x} \\ L_3 &= L_{03} - (U_3 - U_{03})/K_3 \quad \ddot{u} \\ L_2 &= L_{02} - (U_2 - U_{02})/K_2 \quad \ddot{y} \quad (E.1.5-4) \\ L_1 &= L_{01} - (U_1 - U_{01})/K_1 \quad \ddot{z} \\ y &= (s^2 - L_{03}^2 + L_{02}^2)/2s \quad \ddot{u} \\ z &= (h^2 - L_{01}^2 + L_{02}^2)/2h \quad \ddot{z} \\ x &= (L_{02}^2 - y^2 - z^2)^{1/2} \quad \ddot{p} \end{aligned}$$

式中:  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ —1、2、3号传感器变位后的钢丝长度, cm;

$L_{01}$ 、 $L_{02}$ 、 $L_{03}$ —1、2、3号传感器至测点 P 的钢丝初始长度, cm;

$U_1$ 、 $U_2$ 、 $U_3$ —1、2、3号传感器变位后的测读数, V;

$U_{01}$ 、 $U_{02}$ 、 $U_{03}$ —1、2、3号传感器的初始读数, V;

$K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ —1、2、3号传感器的斜率, cm/V;

$y$ 、 $z$ 、 $x$ —测点 P 的初始坐标, cm;

$h$ —坐标板上传感器 1 号与 2 号的中心距, cm;

$s$ —坐标板上传感器 2 号与 3 号的中心距, cm;

$dy$ 、 $dz$ 、 $dx$ —测点 P 在  $y$ 、 $z$ 、 $x$  方向上的位移, cm。

5 面板脱空可按 (E.1.5-5) 计算 (图 E.1.5-1)

$$\begin{aligned} Y_t &= \frac{c^2 + e^2 - d^2}{2c} \quad \ddot{u} \\ X_t &= \sqrt{e^2 + y_t^2} \quad \dot{y} \quad (E.1.5-5) \\ DX &= X_t - X_0 \quad \ddot{u} \\ DY &= Y_t - Y_0 \quad \dot{p} \end{aligned}$$

式中:  $\Delta X$ ——面板脱空, mm;  
 $\Delta Y$ ——沿面板坡面错动, mm。

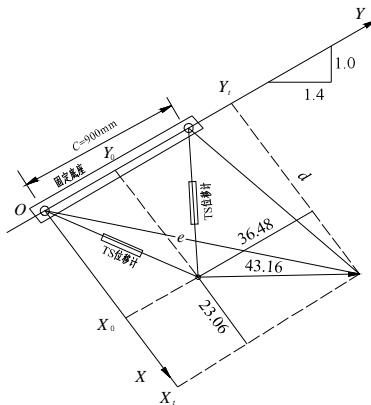


图 E.1.5-1 面板脱空监测仪器布置示意图

#### E.1.6 岸坡及洞室变形监测记录与整理。

E.1.6.1 岸坡及洞室变形监测记录表格式见附录 D 中表 D.1.8~表 D.1.11。

E.1.6.2 岸坡及洞室变形监测计算应符合以下规定:

1) 多点位移计 (以振弦式位移传感器为例) 可按式 (E.1.6-1) 计算:

$$XW_i = K_i(R_i - R_0) + C(T_i - T_0) \quad (\text{E.1.6-1})$$

( $i = 1, 2 \sim n$ , 为锚头编号, 编号顺序由浅至深)

式中:  $XW_i$ ——各锚头与相应传感器两点间的相对位移, mm;

$R_i$ ——当前频模读数,  $f^2 \times 10^{-3}$ ,  $f$  为频率;

$R_0$ ——初始频模读数, 同上;

$T_i$ ——当前温度, °C;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$K_i$ ——仪器系数, mm/ $(f^2 \times 10^{-3})$ ;

$C_i$ ——温度系数, mm/°C。

式 (E.1.6-1) 仅适用于位移传感器与测杆丝扣直接连接 (串联); 若位移传感器与测杆侧向平行固定连接 (并联), 则式 (E.1.6-1) 应乘以符号。

2) 不同深度绝对位移。

以四点位移计为例, 设  $XW_4$  为孔底最深锚头, 各锚头埋设深度分别为 2m、5m、8m 和 20m, 计算方法为:

① 测头埋设在洞壁或岸坡表面监测部位可按 (E.1.6-2) 计算

$$\begin{aligned} W_0 &= XW_4 & \ddot{\mathbf{u}} \\ W_2 &= XW_4 - XW_1 & \ddot{\mathbf{i}} \\ W_5 &= XW_4 - XW_2 & \ddot{\mathbf{j}} \\ W_8 &= XW_4 - XW_3 & \ddot{\mathbf{k}} \\ W_{20} &= 0 & \ddot{\mathbf{p}} \end{aligned} \quad (\text{E.1.6-2})$$

式中:  $W_0$ —0m 深度位移, mm;  
 $W_2$ —2m 深度位移, mm;  
 $W_5$ —5m 深度位移, mm;  
 $W_8$ —8m 深度位移, mm;  
 $W_{20}$ —20m 深度位移(最深锚头位置), mm。

②测头超前预埋在洞室或岸坡附近的排水洞、支洞或探洞相对稳定部位最深锚头为距洞壁或边坡表面 0.5m 的位置(测头位置为不动点), 可采用式(E.1.6-3)计算是围岩或岩体不同深度的绝对位移, 即:

$$\begin{aligned} W_{0.5} &= XW_4 \dot{u} \\ W_{2.5} &= XW_3 \dot{v} \\ W_{5.5} &= XW_2 \dot{y} \\ W_{8.5} &= XW_1 \dot{z} \\ W_{20.5} &= 0 \quad \ddot{p} \end{aligned} \quad (\text{E.1.6-3})$$

式中:  $W_{0.5}$ —0.5m 深度位移, mm;  
 $W_{2.5}$ —2.5m 深度位移, mm;  
 $W_{5.5}$ —5.5m 深度位移, mm;  
 $W_{8.5}$ —8.5m 深度位移, mm;  
 $W_{20.5}$ —20.5m 深度位移(测头位置), mm。

2 钢尺式收敛计可按(E.1.6-4)计算:

$$\Delta L_i = L_0 - L_i + a(L_0 - T_0) \dot{t} \quad (\text{E.1.6-4})$$

式中:  $\Delta L_i$ —洞壁收敛值, mm;  
 $L_0$ —基线基准长度, mm;  
 $L_i$ —基线监测长度, mm;  
 $a$ —收敛计钢尺线膨胀系数, mm/ $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_0$ —初始温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_i$ —某次监测时的温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。

有关垂向、水平向及斜向等型式的固定式测斜仪位移计算方法, 可依据仪器生产厂家的《仪器使用说明书》要求执行。

## E.2 渗流监测

### E.2.1 测压管水位监测记录与整理。

E.2.1.1 测压管水位监测记录表格式见附录 D 中表 D.2.1。

E.2.1.2 测压管管内水位监测可按式(E.2.1-1)计算:

$$H_i = h_0 - h_i \quad (\text{E.2.1-1})$$

式中:  $H_i$ —测压管内水位, m;

$h_i$ ——实测管口至孔内水面的距离, m;

$h_0$ ——测压管管口高程, m。

### E.2.2 渗压(水头)监测记录与整理。

E.2.2.1 渗压(水头)监测记录表格式见附录D中表D.2.2。

E.2.2.2 渗压(水头)监测计算应符合以下规定:

1 振弦式孔隙水压力计可按式(E.2.2-1)计算

$$\begin{aligned} P_i &= K(R_0 - R_i) \cdot C(T_0 - T_i) \ddot{y} \\ h_i &= P_i / 9.8 + h_0 \end{aligned} \quad (\text{E.2.2-1})$$

式中:  $P_i$ ——渗压, kPa, 为正值;

$h_i$ ——渗压换算水头, m;

$h_0$ ——仪器埋设高程, m;

$K$ ——仪器系数,  $\text{kPa}/(f^2 \times 10^{-3})$ ;

$C$ ——温度系数,  $\text{kPa}/^\circ\text{C}$ ;

$R_0$ ——初始频模读数,  $f^2 \times 10^{-3}$ ,  $f$  为频率;

$R_i$ ——当前频模读数, 同上;

$T_0$ ——初始温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$T_i$ ——当前温度,  $^\circ\text{C}$ 。

2 差动电阻式孔隙水压力计可按式(E.2.2-2)计算

$$\begin{aligned} P_i &= f(Z_0 - Z_i) \cdot b(T_0 - T_i) \ddot{y} \\ h_i &= P_i / 9.8 + h_0 \end{aligned} \quad (\text{E.2.2-2})$$

式中:  $P_i$ ——实际渗压, kPa, 为正值;

$h_i$ ——实际换算渗压水头, m;

$h_0$ ——仪器埋设高程, m;

$f$ ——最小读数,  $\text{kPa}/0.01\%$ ;

$b$ ——温度修正系数,  $\text{kPa}/^\circ\text{C}$ ;

$Z_0$ ——初始电阻比,  $0.01\%$ ;

$Z_i$ ——当前电阻比,  $0.01\%$ ;

$T_0$ ——初始温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$T_i$ ——当前温度,  $^\circ\text{C}$ 。

### E.2.3 混凝土坝扬压力监测记录与整理。

E.2.3.1 混凝土坝扬压力(测压管水头)监测记录表格式见附录D中表D.2.1。

E.2.3.2 混凝土坝渗压系数采用下列公式计算

1 坝体渗压系数:

$$\text{下游水位高于测点高程时} \quad a_i = \frac{H_i - H_2}{H_1 - H_2} \quad (\text{E.2.3-1})$$

$$\text{下游水位低于测点高程时} \quad a_i = \frac{H_i - H_3}{H_1 - H_3} \quad (\text{E.2.3-2})$$

式中:  $a_i$ ——第  $i$  测点渗压系数;

$H_1$ ——上游水位, m;

$H_2$ ——下游水位, m;

$H_i$ ——第  $i$  测点实测水位, m;

$H_3$ ——测点高程, m。

## 2 坝基渗压系数

$$\text{下游水位高于基岩高程时} \quad a_i = \frac{H_i - H_2}{H_1 - H_2} \quad (\text{E.2.3-3})$$

$$\text{下游水位低于基岩高程时} \quad a_i = \frac{H_i - H_4}{H_1 - H_4} \quad (\text{E.2.3-4})$$

式中:  $a_i$ 、 $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_i$ ——意义同前式;

$H_4$ ——测点处基岩高程, m。

## E.2.4 渗流量监测记录与整理。

E.2.4.1 渗流量监测记录表格式见附录 D 中表 D.2.3、表 D.2.4。

E.2.4.2 渗流量采用下列公式计算

1 容积法可按式 (E.2.4-1) 计算:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (\text{E.2.4-1})$$

式中:  $Q$ ——渗流量, L/s;

$V$ ——充水容积, L;

$t$ ——充水时间, s。

2 直角三角形量水堰可按式 (E.2.4-2) 计算:

$$Q = 1.4H^{\frac{5}{2}} \quad (\text{E.2.4-2})$$

式中:  $Q$ ——渗流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$H$ ——堰上水头, m。

3 梯形量水堰 (边坡比为 1:0.25) 可按式 (E.2.4-3) 计算:

$$Q = 1.86bH^{\frac{3}{2}} \quad (\text{E.2.4-3})$$

式中:  $b$ ——堰口宽度, m;

$H$ ——堰上水头, m。

4 无侧收缩矩形量水堰可按式 (E.2.4-4) 计算:

$$Q = (0.402 + 0.054H/P)B\sqrt{2g}H^{\frac{3}{2}} \quad (\text{E.2.4-4})$$

式中:  $H$ ——堰上水头, m;

$B$ ——堰槽宽度, m;  
 $P$ ——堰口至堰槽底的距离, m;  
 $g$ ——重力加速度,  $m/s^2$ 。

5 流速法。可参照现行河流流量测验规范执行。

### E.3 压力(应力)监测

E.3.1 压力监测记录与整理。

E.3.1.1 土压力计(钢筋计、应变计、锚杆应力计等)记录表格式见附录D中表D.3.1。

E.3.1.2 压力(应力)监测计算应符合以下规定:

- 1 振弦式土压力计, 计算公式同振弦式孔隙水压力计算式(E.2.2-1)。
- 2 差动电阻式土压力计可按式(E.3.1-1)计算:

$$P_i = f(Z_0 - Z_i) + b(T_0 - T_i) \quad (\text{E.3.1-1})$$

式中:  $P_i$ ——压应力, MPa;

$f$ ——最小读数, MPa/0.01%;

$Z_0$ ——初始电阻比, 0.01%;

$Z_i$ ——当前电阻比, 0.01%;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$T_i$ ——当前温度, °C。

$b$ ——温度修正系数, MPa/°C。

3 应变监测计算应符合以下规定:

- 1) 振弦式应变计按式(E.3.1-2)计算:

$$\epsilon_i = K(R_i - R_0) + C(T_i - T_0) \quad (\text{E.3.1-2})$$

式中:  $\epsilon_i$ ——应变,  $\mu\epsilon$ ;

$K$ ——应变计系数,  $\mu\epsilon/(f^2 \times 10^{-3})$ ;

$C$ ——应变计温度修正系数,  $\mu\epsilon/^\circ\text{C}$ ;

$R_0$ ——初始频模读数,  $f^2 \times 10^{-3}$ ,  $f$ 为频率;

$R_i$ ——当前频模读数, 同上;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$T_i$ ——当前温度, °C。

- 2) 差动电阻式应变计按式(E.3.1-3)计算:

$$\epsilon_i = K(Z_i - Z_0) + b(T_i - T_0) \quad (\text{E.3.1-3})$$

式中:  $\epsilon_i$ ——应变,  $\mu\epsilon$ ;

$f$ ——最小读数, MPa/0.01%;

$Z_0$ ——初始电阻比, 0.01%;

$Z_i$ ——当前电阻比, 0.01%;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$T_i$ ——当前温度, °C;

$b$ ——温度修正系数,  $\mu\text{e}/^\circ\text{C}$ 。

### E.3.2 钢筋(锚杆)应力监测记录与整理。

E.3.2.1 钢筋(锚杆)应力记录表格式见附录D中表D.3.2。

E.3.2.2 钢筋(锚杆)应力监测计算应符合以下规定:

1 振弦式钢筋(锚杆、钢板)应力计按式(E.3.2-1)计算:

$$\epsilon_i = K(Z_i - Z_0) + b(T_i - T_0) \quad (\text{E.3.2-1})$$

式中:  $\sigma_i$ ——应力, MPa;

$K$ ——应力计系数,  $\text{MPa}/(f^2 \times 10^{-3})$ ;

$C$ ——应力计温度修正系数,  $\text{MPa}/^\circ\text{C}$ ;

$R_0$ ——初始频模读数,  $f^2 \times 10^{-3}$ ,  $f$ 为频率;

$R_i$ ——当前频模读数, 同上;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$T_i$ ——当前温度, °C。

2 差动电阻式钢筋(锚杆)应力计按式(E.3.2-2)计算:

$$\epsilon_i = f(Z_i - Z_0) + b(T_i - T_0) \quad (\text{E.3.2-2})$$

式中:  $\sigma_i$ ——应力, MPa;

$f$ ——最小读数,  $\text{MPa}/0.01\%$ ;

$Z_0$ ——初始电阻比, 0.01%;

$Z_i$ ——当前电阻比, 0.01%;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$T_i$ ——当前温度, °C;

$b$ ——温度修正系数,  $\text{MPa}/^\circ\text{C}$ 。

3 振弦式锚索测力计按式(E.3.2-3)计算:

$$P_i = K(R_0 - R_i) + b(T_0 - T_i) \ddot{\psi} \\ S_i = (P_0 - P_i)/P_0 \cdot 100 \quad (\text{E.3.2-3})$$

式中:  $P_i$ ——锚索荷载, kN;

$S_i$ ——荷载损失率, (%);

$K$ ——仪器系数,  $\text{kN}/(f^2 \times 10^{-3})$ ;

$C$ ——温度系数,  $\text{kN}/^\circ\text{C}$ ;

$R_0$ ——初始频模读数,  $f^2 \times 10^{-3}$ ,  $f$ 为频率;

$R_i$ ——当前频模读数, 同上;

$T_0$ ——初始温度, °C;

$T_i$ ——当前温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $P_0$ ——锁定卸荷后荷载, kN。

以上荷载计算可先按各单弦读数及系数求荷载, 然后再将其各单弦荷载求和平均; 也可先将各单弦读数及系数分别求和平均, 然后再求荷载。一般宜采用前者。

#### 4 差动电阻式锚索测力计按式 (E.3.2-4) 计算:

$$\begin{aligned} P_i &= f(Z_0 - Z_i) + b(T_0 - T_i) \frac{y}{p} \\ S_i &= (P_0 - P_i)/P_0 \times 100 \end{aligned} \quad (\text{E.3.2-4})$$

式中:  $P_i$ ——锚索荷载, kN;  
 $S_i$ ——荷载损失率, (%);  
 $f$ ——最小读数, kN/0.01%;  
 $Z_0$ ——初始电阻比, 0.01%;  
 $Z_i$ ——当前电阻比, 0.01%;  
 $T_0$ ——初始温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $T_i$ ——当前温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。  
 $b$ ——温度修正系数, kN/ $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $P_0$ ——锁定卸荷后荷载, kN。

#### E.3.3 钢筋(锚杆)应力监测记录与整理。

E.3.3.1 钢筋(锚杆)应力记录表格式见附录 D 中表 D.3.3。

E.3.3.2 钢筋(锚杆)应力监测计算应符合以下规定:

铜电阻式温度计测量温度可按 (E.3.3-1) 计算:

$$T_i = a(R_i - R_0) \quad (\text{E.3.3-1})$$

式中:  $T_i$ ——温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $a$ ——仪器温度系数,  $^{\circ}\text{C}/\Omega$ ;  
 $R_i$ ——i 时刻电阻值,  $\Omega$ ;  
 $R_0$ —— $0^{\circ}\text{C}$  电阻值,  $\Omega$ 。

### E.4 其他监测记录与整理

地震反应监测、泄水建筑物水力学监测, 以及环境(水文、气象)监测等项目的记录、整理计算方法, 可根据工程具体情况参照有关专业的规定执行。

## 附录 F 监测成果统计表格式

### F.1 环境量监测成果统计表格式

F.1.1 上游(水库)、下游水位统计表格式见表 F.1.1。

表 F.1.1 \_\_\_\_\_年度上游(水库)、下游水位统计表

监测日期	月份及水位(m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01												
02												
:												
31												
全月统计	最高											
	日期											
	最低											
	日期											
全年统计	最高		日期		最低		日期		均值			
备注	包括泄流情况											

统计者：

校核者：

F.1.2 逐日降水量统计表格式见表 F.1.2。

表 F.1.2 \_\_\_\_\_年度逐日降水量统计表

监测日期	月份及降水量(mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01												
02												
:												
31												
全月统计	最大											
	日期											
	合计											
	雨日											
全年统计	最大		日期		总降水量		总降水天数					
备注												

统计者：

校核者：

F.1.3 日均气温(库水温)统计表格式见表 F.1.3。

表 F.1.3 \_\_\_\_年度日均气温(库水温)统计表

监测日期	月份及温度/库水温(℃)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01												
02												
:												
31												
全月统 计	最高											
	日期											
	最低											
	日期											
全年统计	最高		日期		最低		日期		均值			
备注												

统计者:

校核者:

## F.2 变形监测成果统计表格式

F.2.1 表面垂直位移监测成果统计表格式见表 F.2.1。

表 F.2.1 \_\_\_\_年度表面垂直位移监测成果统计表

工程部位

监测断面

监测日期	各测点累计垂直位移(mm)						备注
	测点1	测点2	测点3	测点4	...	测点n	
	高程1	高程2	高程3	高程4	...	高程n	
全年度 特征值 统计	位置1	位置2	位置3	位置4	...	位置n	
说明	1. 垂直位移正负号规定: 下沉为正, 反之为负。 2. 年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。						

统计者:

校核者:

F.2.2 表面水平位移监测成果统计表格式见表 F.2.2。

表 F.2.2 年度表面水平位移监测成果统计表

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_

监测日期		各测点累计水平位移(mm)										备注	
		测点1		测点2		测点3		...		测点n			
		高程1		高程2		高程3		...		高程n			
		位置1		位置2		位置3		...		位置n			
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
全年度特征值统计	最大值												
	日期												
	最小值												
	日期												
	年变幅												
说明	1.X方向代表上下游方向，Y方向代表左右岸方向。 2.水平位移正负号规定：向下游、向左岸为正，反之为负。 3.年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。												

统计者：\_\_\_\_\_ 校核者：\_\_\_\_\_

F.2.3 分层沉降监测成果统计表格式见表 F.2.3-1 和表 F.2.3-2。

表 F.2.3-1 年度分层沉降(电磁沉降仪)监测成果统计表

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_ 测孔编号\_\_\_\_\_

监测日期		各测点累计沉降及压缩变形(mm)						备注
		测点1	测点2	测点3	测点4	...	测点n	
		深度1	深度2	深度3	深度4	...	深度n	
		高程1	高程2	高程3	高程4	...	高程n	
分层厚度(m)								
分层起始厚度(m)								
累计层压缩量(mm)								
累计层压缩率(%)								
全年度特征值统计	最大值							
	日期							
	最小值							
	日期							
	年变幅							
	总压缩量							
	总压缩率(%)							
说明	1.垂直位移正负号规定：下沉为正，反之为负。 2.年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。							

统计者：\_\_\_\_\_ 校核者：\_\_\_\_\_

**表 F.2.3-2 \_\_\_\_\_年度沉降(水管式沉降仪)监测成果统计表**

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_ 测线编号\_\_\_\_\_ 测线高程(m)\_\_\_\_\_

监测日期	各测点累计沉降(mm)						备注
	测点1	测点2	测点3	测点4	...	测点n	
	坝轴距	坝轴距	坝轴距	坝轴距		坝轴距	
全年度特征值统计	最大值						
	日期						
	最小值						
	日期						
	年变幅						
说明	1. 垂直位移正负号规定: 下沉为正, 反之为负。 2. 年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。						

统计者:

校核者:

F.2.4 水平位移监测成果统计表格式见表 F.2.4-1 和表 F.2.4-2。

**表 F.2.4-1 \_\_\_\_\_年度水平位移(引张线式水平位移计)监测成果统计表**

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_ 测线编号\_\_\_\_\_ 测线高程(m)\_\_\_\_\_

监测日期	各测点累计水平位移(mm)						备注
	测点1	测点2	测点3	测点4	...	测点n	
	坝轴距1	坝轴距2	坝轴距3	坝轴距4		坝轴距n	
全年度特征值统计	最大值						
	日期						
	最小值						
	日期						
	年变幅						
说明	1. 水平位移正负号规定: 拉伸为正, 反之为负。 2. 年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。						

统计者:

校核者

**表 F.2.4-2 年度水平位移(测斜仪)监测成果统计表**

工程部位		监测断面		测孔编号				
测孔深度 (m)	测点高程 (m)	监测日期	A 向位移 (mm)	B 向位移 (mm)	合位移 (mm)	合位移方向 (°)	合位移速度 (mm/d)	备注
I(孔口)								
		年变幅						
上盘～下盘 (滑动面)	上盘～下盘							位错
	年变幅							
说明	1. 本表仅指垂向滑动式测斜仪监测成果统计表。 2. 位移正负号规定：向大坝下游或岸坡临空面方向为正，反之为负。 3. 测孔深度栏包括有两种情况，即孔口位移（通常为最大位移）；若存在明显滑动面，则需分别给出滑动面上下盘界面的深度。同理，测点高程栏也需给出相对的高程。 4. 当位移或滑动面位错变形较大，且变形规律性较强时，需给出合位移、合位移方向及合位移速度栏，否则为空缺；合位移方向为合位移方位角。 5. 当存在滑动面时，需计算位错值，即上盘位移减去下盘位移。							

统计者：

校核者：

**F.2.5 混凝土面板挠度变形监测成果统计表格式见表 F.2.5。**

**表 F.2.5 年度混凝土面板挠度变形监测成果统计表**

工程部位		监测断面						测孔编号	
监测日期		各测点累计挠度变形(mm)						备注	
		测点1	测点2	测点3	测点4	...	测点n		
		深度1	深度2	深度3	深度4	...	深度n		
全年度 特征值 统计	高程1	高程2	高程3	高程4	...	高程n			
说明	1. 面板挠度变形正负号规定：面板内法线方向为正，反之为负。 2. 年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。								

统计者：

校核者：

**F.2.6 接缝变形（三向测缝计）监测成果统计表格式见表 F.2.6。**

**表 F.2.6 \_\_\_\_\_年度接缝变形(三向测缝计)监测成果统计表**

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_

监测日期	各测点累计开合度(mm)														备注		
	测点1			测点2			测点3			...			测点n				
	高程1			高程2			高程3			...			高程n				
	位置1			位置2			位置3			...			位置n				
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z			
全年度特征值统计	最大																
	日期																
	最小																
	日期																
	年变																
说明	1.X方向代表上下游方向，Y方向代表左右岸方向，Z方向代表垂直方向。 2.接缝变形正负号规定：X方向以缝左侧块向下游为正，Y方向以缝张开为正，Z方向以缝左侧块下沉为正，反之为负。																

统计者：

校核者：

F.2.7 裂缝分布统计表格式见表 F.2.7。

**表 F.2.7 \_\_\_\_\_年度裂缝统计表**

工程部位\_\_\_\_\_

序号	发现日期	裂缝编号	裂缝位置			裂缝描述						备注
			桩号	轴距	高程	长	宽	深	走向	倾角	错距	

统计者：

校核者：

F.2.8 倾斜监测成果统计表格式见表 F.2.8。

**表 F.2.8 \_\_\_\_\_年度倾斜监测成果统计表**

监测日期	两测点编号及累计测斜量(“)				备注
	测点a1-a2	测点b1-b2	测点c1-c2		
全年度特征值统计	最大值				
	日期				
	最小值				
	日期				
	年变幅				
说明	倾斜正负号规定：向下游向左岸转动为正，反之为负。				

F.2.9 地下洞室（岸坡）围岩内部变形特征值统计表格式见表 F.2.9。

**表 F.2.9 \_\_\_\_\_年度地下洞室（岸坡）围岩内部变形(多点位移计)特征值统计表**

工程部位\_\_\_\_\_ (单位: mm)

监测断面	测孔编号	埋设位置	孔口位置(m)		深度(m)	最大值		最小值		年变幅	备注
			桩号	高程		位移	日期	位移	日期		
说明	1.向洞壁方向位移(拉伸)为正; 向围岩深度方向位移(压缩)为负。 2.通常洞室围岩表面位移最大; 年变幅为本年度年底值与去年年底值之差。										

统计者:

校核者:

### F.3 渗流监测成果统计表格式

F.3.1 渗流压力(水位)监测成果统计表格式见表 E.3.1。

**表 F.3.1 \_\_\_\_\_年度渗流压力(水位)监测成果统计表**

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_

监测日期	渗流压力/水位(kPa/m)				上游水位(m)	下游水位(m)	降雨量(mm)	备注
	测点 1	测点 2	...	测点 n				
全年特征值统计	最大值							
	日期							
	最小值							
	日期							
	年变幅							
说明	哪些测点用测压管, 哪些测点用孔隙水压力计, 需在备注中说明。							

统计者:

校核者:

F.3.2 扬压力监测成果统计表格式见表 F.3.2。

**表 F.3.2 \_\_\_\_\_年度扬压力监测成果统计表**

工程部位\_\_\_\_\_ 监测断面\_\_\_\_\_

监测日期	渗流压力/水位(kPa/m)							上游水位(m)	下游水位(m)	降雨量(mm)	备注
	测点 1	渗压系数 1	测点 2	渗压系数 2	...	测点 n	渗压系数 n				
全年特征值统计	最大值										
	日期										
	最小值										
	日期										
	年变幅										
说明	哪些测点用测压管, 哪些测点用孔隙水压力计, 需在备注中说明。										

统计者:

校核者:

F.3.3 扬压力监测成果统计表格式见表 F.3.2。

**表 F.3.3 \_\_\_\_\_年度绕坝渗流监测孔水位监测成果统计表**

工程部位_____		监测断面_____				上游水位 (m)	下游水位 (m)	降雨量 (mm)	备注
监测日期		管内水位 (m)			测点 1	测点 2	...	测点 n	
全年特 征值统 计	最大值								
	日期								
	最小值								
	日期								
	年变幅								

统计者：\_\_\_\_\_ 校核者：\_\_\_\_\_

F.3.4 渗流量监测成果统计表格式见表 F.3.3。

**表 F.3.4 \_\_\_\_\_年度渗流量监测成果统计表**

工程部位_____		监测断面_____				上游水位 (m)	下游水位 (m)	降雨量 (mm)	备注
监测日期		渗漏量(L/s)			测点 1	测点 2	...	测点 n	
全年特 征值统 计	最大值								
	日期								
	最小值								
	日期								
	年变幅								

统计者：\_\_\_\_\_ 校核者：\_\_\_\_\_

## F.4 压力（应力）监测成果统计表格式

F.4.1 压力（应力）及温度监测成果统计表格式见表 E.4.1。

表 F.4.1 \_\_\_\_\_ 年度压力（应力）及温度监测成果统计表

工程部位 \_\_\_\_\_ 监测断面 \_\_\_\_\_

监测日期	压力(应力)及温度 (MPa/°C)					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					
	年变幅					

统计者：

校核者：

## 附录 G 监测成果图例格式

### G.1 环境量过程线及相关图

G.1.1 库水位、降雨量和温度的过程线相关图例见图 G.1.1-1~G.1.1-3。

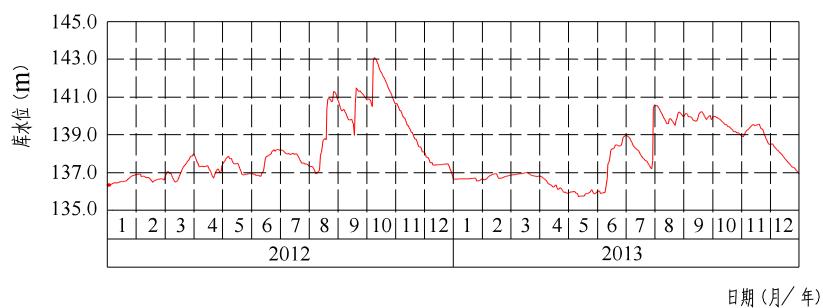


图 G.1.1-1 库水位过程线图

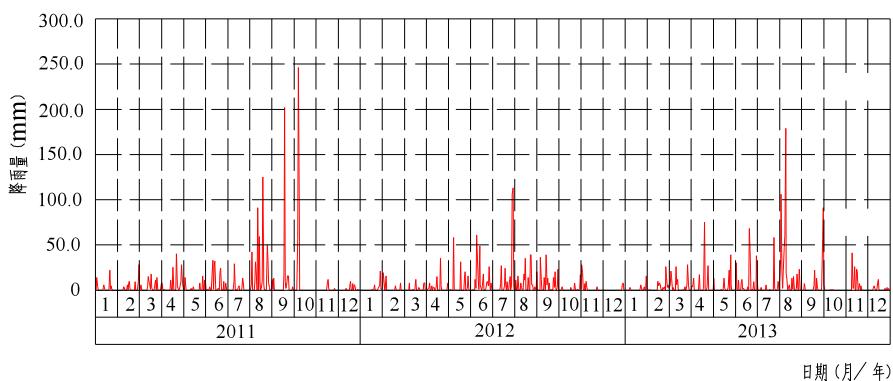


图 G.1.1-2 降雨量过程线图

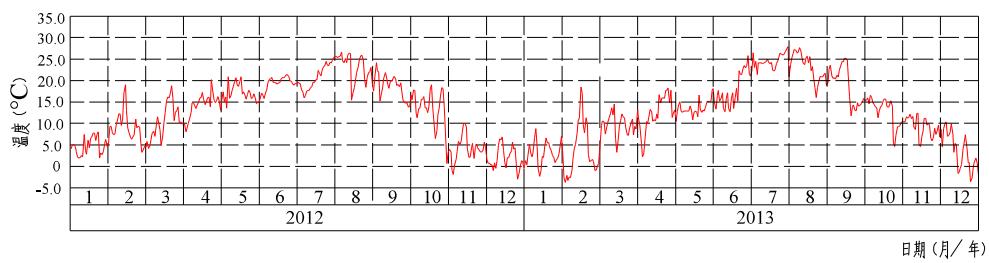


图 G.1.1-3 温度过程线图

G.1.2 坝体温度等值线图图例见图 G.1.2。

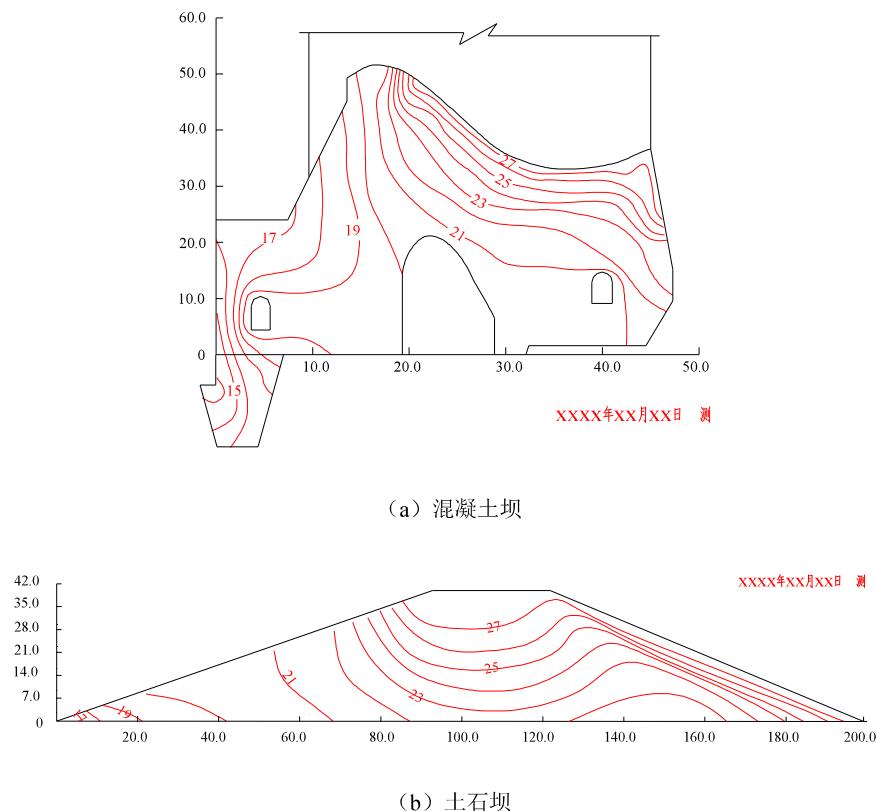


图 G.1.2 坝体横断面温度等值线图 (单位: °C)

## G.2 变形监测过程线及相关图

G.2.1 变形监测测值过程线相关图例见图 G.2.1。

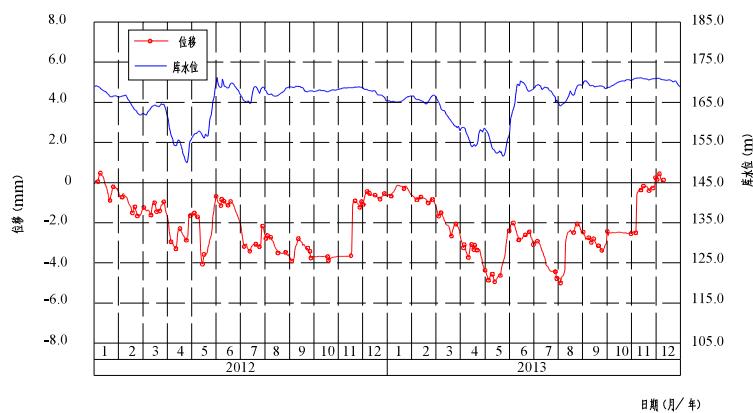


图 G.2.1 坝体变形测值过程线图

G.2.2 土石坝坝体表面垂直位移等值线图图例见图 G.2.2。

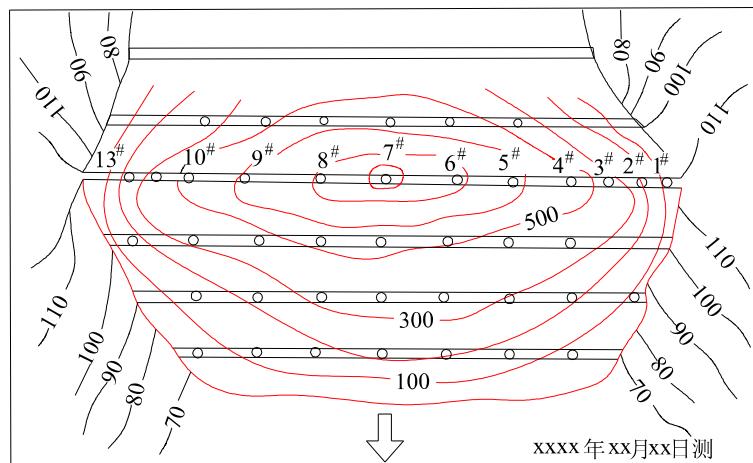


图 G.2.2 土石坝坝体表面垂直位移等值线图 (mm)

G.2.3 土石坝坝体横断面垂直位移、水平位移等值线图图例见图 G.2.3-1(a)、(b)。

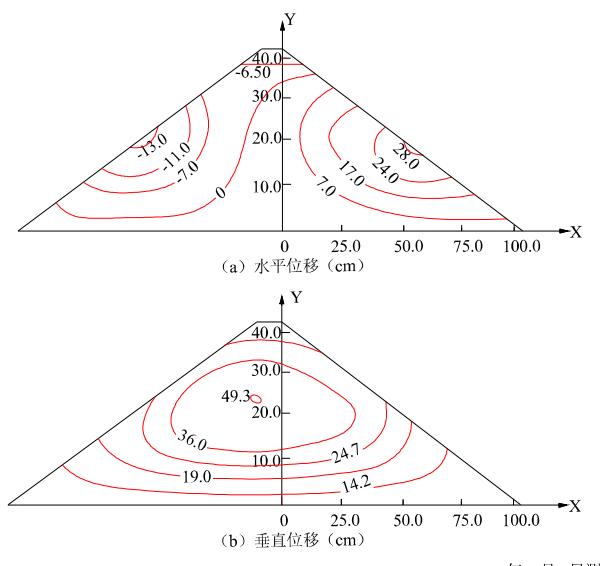


图 G.2.3 土石坝坝体横断面水平位移和垂直位移等值线图

G.2.4 面板堆石坝土面板挠度变形分布曲线图图例见图 G.2.4。

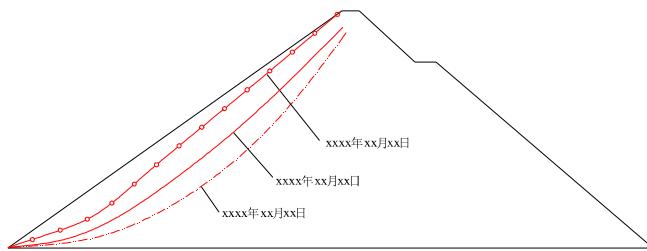


图 G.2.4 混凝土面板挠度变形分布曲线图

G.2.5 土石坝坝体横断面分层垂直位移分布图例见图 G.2.5。

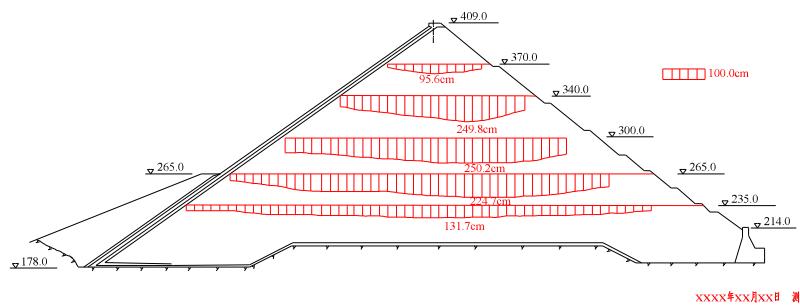


图 G.2.5 土石坝体横断面分层垂直位移分布图（高程单位：m）

G.2.6 混凝土坝坝体沿坝轴线坝顶（或坝基）位移分布图图例见图 G.2.6。

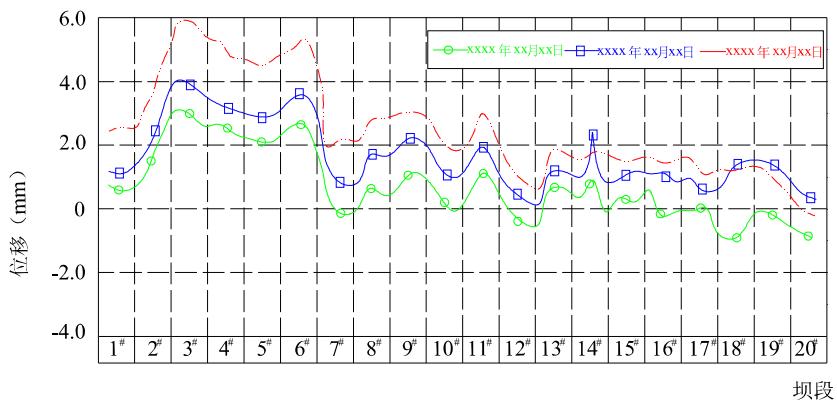


图 G.2.6 坝体沿坝轴线坝顶（或坝基）位移分布监测图

G.2.7 位移和库水位相关图图例见图 G.2.7。

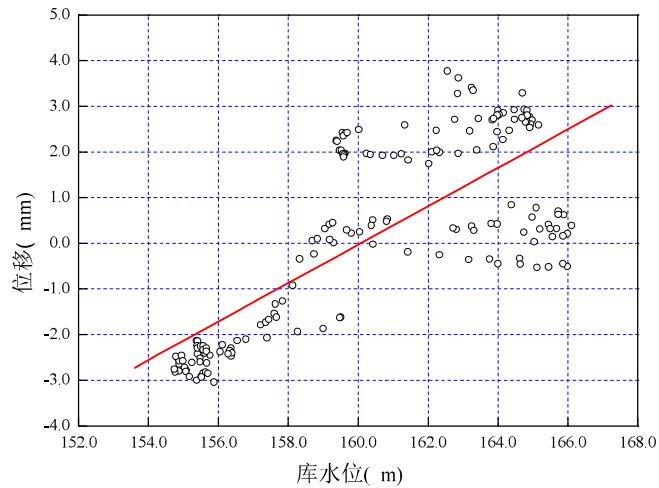


图 G.2.7 位移和库水位相关图

G.2.8 接缝、裂缝开合度过程线图图例见图 G.2.8。

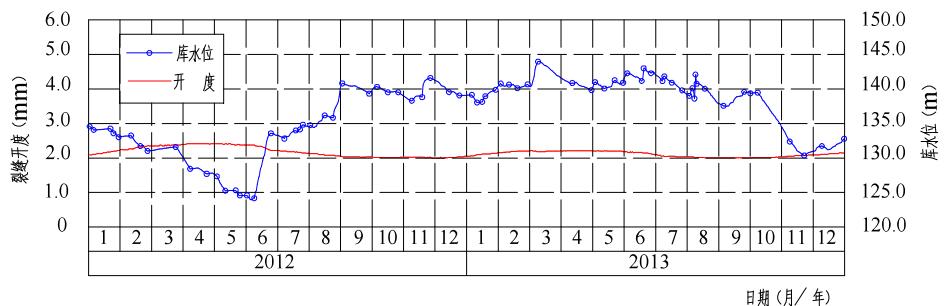
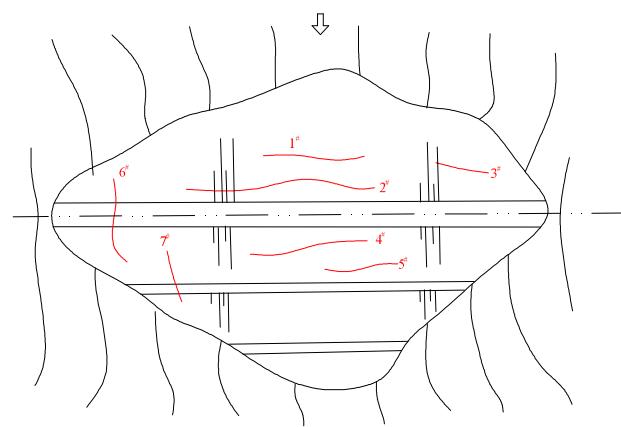
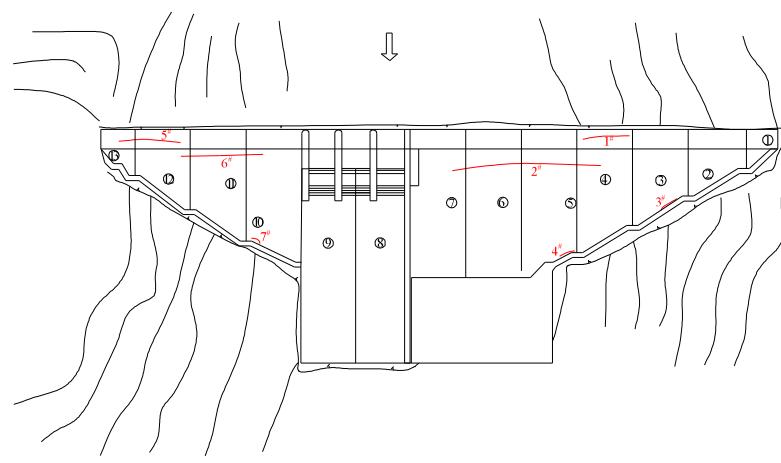


图 G.2.8 接缝开合度过程线图

G.2.9 坝面裂缝分布图图例见图 G.2.9。



(a) 土石坝



(b) 混凝土坝

图 G.2.9 坝面裂缝分布图

G.2.10 岸坡水平位移沿深度分布图图例见图 G.2.10。

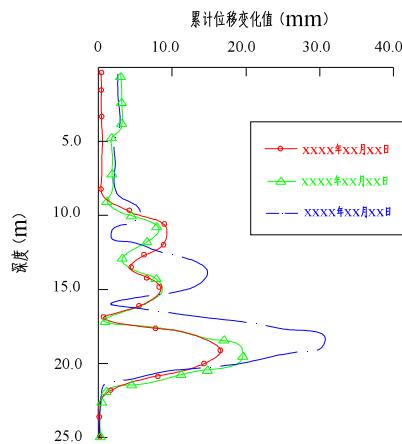


图 G.2.10 岸坡水平位移沿深度分布图

### G.3 渗流监测过程线及相关图表

G.3.1 测压管水位、渗流压力监测测值与库水位过程线相关图例见图 G.3.1。

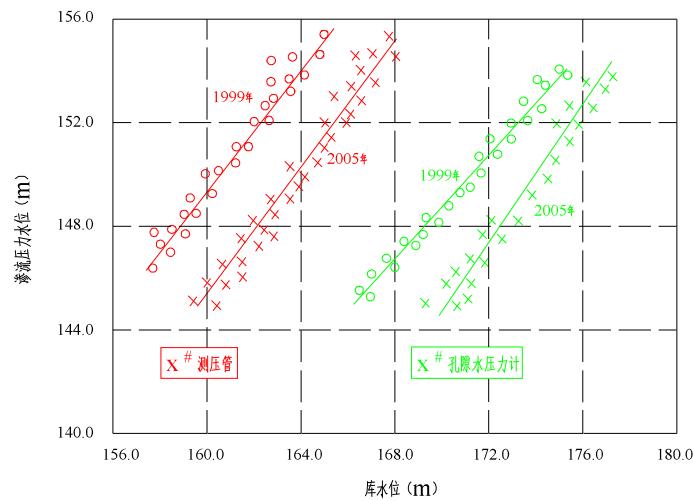


图 G.3.1 渗流压力监测测值过程线图

G.3.2 渗流量监测测值过程线相关图例见图 G.3.2。

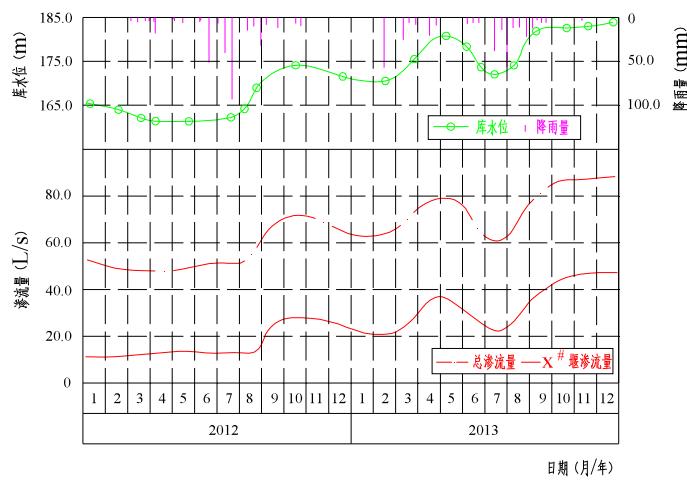


图 G.3.2 渗流量监测测值过程线图

G.3.3 坝体监测横断面测压管水位、渗流压力监测测值过程线相关图例见图 G.3.3。

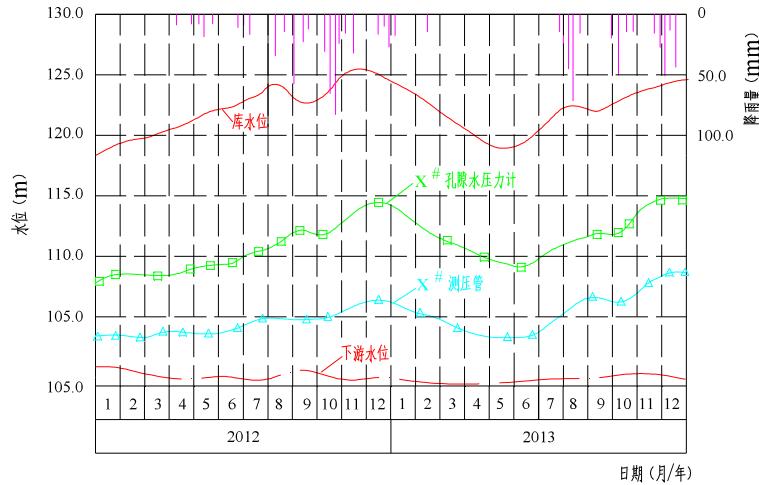


图 G.3.3 坝体监测横断面测压管水位过程线图

G.3.4 坝体横断面、平面渗流压力分布图例见图 G.3.4-1、图 G.3.4-2。

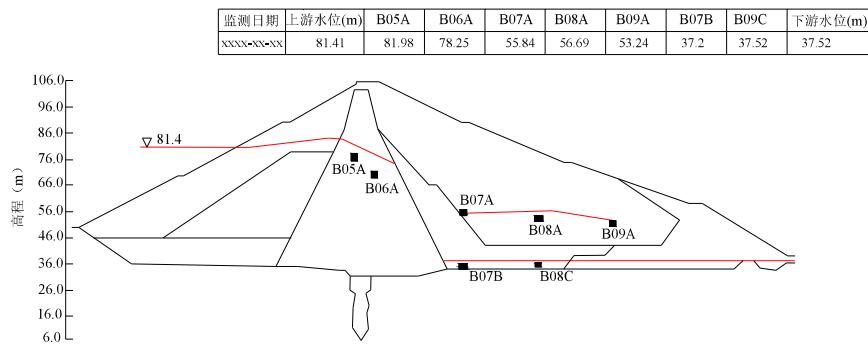


图 G.3.4-1 坝体监测断面渗流压力分布图（单位：m）

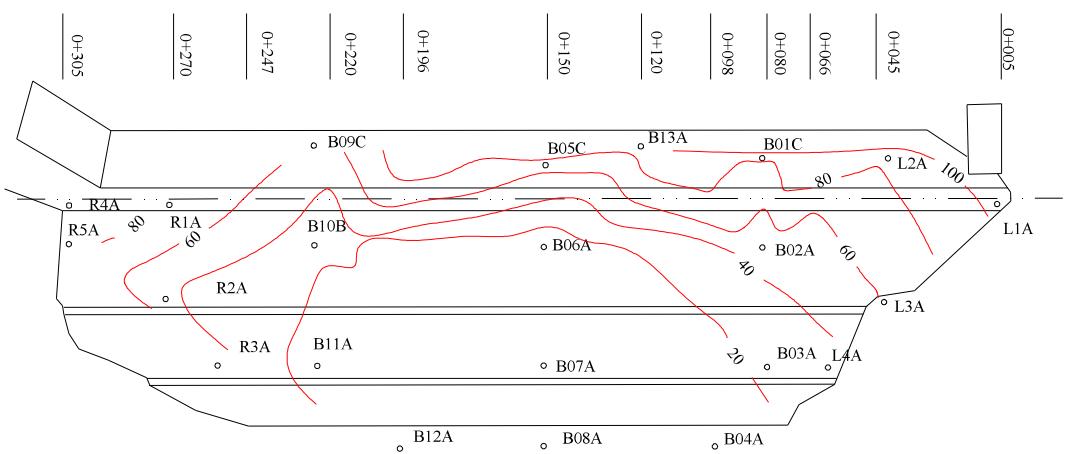


图 G.3.4-2 坝体平面渗流压力位势分布图 (单位: m)

G.3.5 坝体渗流量与库水位 (或上、下游水位差) 相关图图例见图 G.3.5。

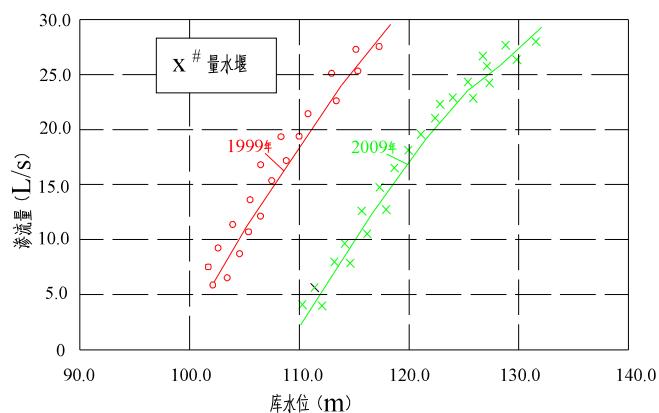


图 G.3.5 坝体渗流量和环境量相关图

## G.4 压力（应力）监测过程线及相关图表

G.4.1 坝体应力监测测值过程线图例见图 G.4.1。

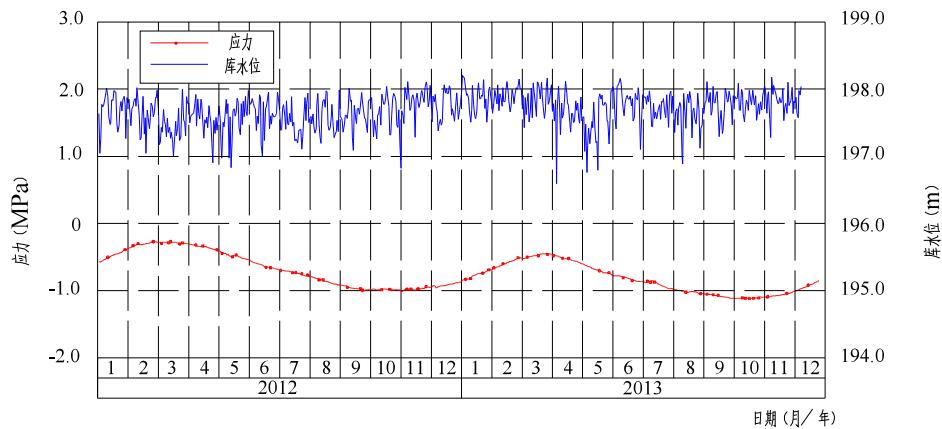


图 G.4.1 坝体压力（应力）监测测值过程线图

G.4.2 钢筋应力监测测值过程线图例见图 G.4.2。

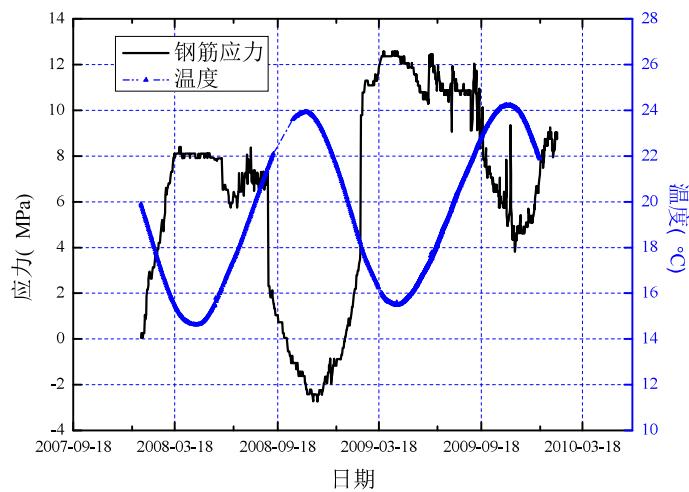


图 G.4.2 钢筋应力监测测值过程线图

## 附录 H 监测资料的数学模型分析方法

### H.1 变形监测量的统计模型

#### H.1.1 土石坝的位移统计模型。

运行期土石坝的垂直位移主要由固结引起，同时受库水位和温度等的影响，其中固结引起的沉降也反映时效的特性。

考虑土体的蠕变性质，固结引起的沉降可表示为时效因子 $q$ 的线性和对数函数组合的型式：

$$d_q = C_1 q + C_2 \ln q$$

上式中， $q$ 从计算起点起算时间，以100天为单位，每增加一天， $q$ 增加0.01。

坝体在蓄水后，将产生水压力、上浮力、湿化变形等三个方面，水压引起的垂直位移为水压 $H$ 的函数；考虑库水压作用的时间对徐变的影响，还应附加前 $i$ 天的平均水深 $\bar{H}_i$ 作为因子，则水压分量可表示为：

$$d_H = \sum_{i=1}^3 a_{1i} H^i + \sum_{i=1}^{m_1} a_{2i} \bar{H}_i$$

温度引起的土体线膨胀变化导致的沉降很小。但是高寒地区负温引起的土体冻胀导致的沉降量比较显著，考虑冰冻期基本上呈现年周期变化，因而，冻胀引起的沉降量也基本呈年周期变化。因此，温度分量可用温度的线性项和三角函数之和表示：

$$d_T = \sum_{i=1}^{m_2} b_{1i} T_i + \sum_{i=1}^{m_3} \sum_{j=1}^3 b_{2ij} \cos \frac{2\pi i t}{365} + b_{2i} \cos \frac{2\pi i t}{365} \div \phi$$

综上，运行期土石坝的垂直位移的统计模型如式G.1.1。

$$d_v = b_0 + \sum_{i=1}^3 a_{1i} H^i + \sum_{i=1}^{m_1} a_{2i} \bar{H}_i + \sum_{i=1}^{m_2} b_{1i} T_i + \sum_{i=1}^{m_3} \sum_{j=1}^3 b_{2ij} \cos \frac{2\pi i t}{365} + b_{2i} \cos \frac{2\pi i t}{365} \div \phi + C_1 q + C_2 \ln q \quad (H.1.1)$$

式中： $b_0$ 、 $a_{1i}$ 、 $a_{2i}$ 、 $b_1$ 、 $b_{1i}$ 、 $b_{2i}$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ ——回归系数。

坝体在产生沉降的同时引起水平位移，同时受水压、时间等因素的影响，温度对水平位移的影响同于垂直位移，因此，运行期土石坝的水平位移的统计模型如式H.1.1。

#### H.1.2 混凝土重力坝的位移统计模型。

按成因，混凝土坝位移可分为：水压分量、温度分量和时效分量等3个部分。

对重力坝，在水压作用下，大坝任一观测点产生的水平位移 $d_H$ 由库水压力

作用在坝体上产生的内力使坝体变形而引起的位移  $\mathbf{d}_{1H}$ 、在地基面上产生的内力使地基变形而引起的位移  $\mathbf{d}_{2H}$  以及库水重作用使地基面转动所引起的位移  $\mathbf{d}_{3H}$ ， $\mathbf{d}_{1H}$ 、 $\mathbf{d}_{2H}$  和  $\mathbf{d}_{3H}$  与水深  $H$ 、 $H^2$  和  $H^3$  线性关系，即：

$$\mathbf{d}_H = \sum_{i=1}^3 a_i H^i$$

对拱坝，还应考虑坝体应力重分布产生的回复变形，选择测值前的月平均水深  $H_1$  作为因子，水压分量可表示为：

$$\mathbf{d}_H = \sum_{i=1}^{4(5)} a_{1i} H^i + \sum_{i=1}^3 a_{2i} H_1^i$$

对拱坝，扬压力引起的位移可以忽略。对重力坝，扬压力为上浮力，坝基扬压力引起的水平位移与水头  $H$ 、下游水位  $H_0$  的前  $j$  天平均库水位之差  $\Delta H_j$  呈线性关系；考虑到上游水位为动态变化的，因此，扬压力引起的水平位移可表示为：

$$\mathbf{d}_H = a \Delta H_j$$

泥沙压力对水平位移的影响十分复杂，为简化，将其对位移的影响由时效因子来体现。

温度位移分量  $\mathbf{d}_T$  是由坝体混凝土和基岩温度变化引起的位移。当有足够的混凝土温度计时，可选用各温度计的测值作因子：

$$\mathbf{d}_T = \sum_{i=1}^{m_2} b_i T_i$$

为减少因子个数，可采用等效温度  $\bar{T}$  及相应温度梯度  $\mathbf{b}$  代替温度计测值后，温度位移分量的  $\mathbf{d}_T$  统计模型为：

$$\mathbf{d}_T = \sum_{i=1}^{m_2} b_{1i} \bar{T}_i + \sum_{i=1}^{m_2} b_{2i} \mathbf{b}_i$$

当有水温和气温资料时，考虑边界温度对坝体混凝土温度的热传导影响，此可以选用观测前  $i$  天的气温或水温的均值  $T_i$  作为因子，即：

$$\mathbf{d}_T = \sum_{i=1}^{m_2} b_i T_i$$

当只有气温资料时，坝体混凝土内任一点的温度可以用周期函数（年周期和半年周期， $i=1,2$ ）表示，同时考虑温度位移与混凝土温度呈线性关系。因此，选用多周期的谐波作为因子：

$$\mathbf{d}_T = \sum_{i=1}^{m_2} \sum_{j=1}^2 b_{ij} \cos \frac{2\pi i t}{365} + b_{2i} \cos \frac{2\pi i t}{365} \div$$

大坝产生时效分量的原因复杂，它综合反映坝体混凝土和基岩的徐变、塑性

变形以及基岩地质构造的压缩变形，同时还包括坝体裂缝引起的不可逆位移以及自生体积变形。一般正常运行的大坝，时效位移 ( $d_q \sim q$ ) 的变化规律为初期变化急剧，后期渐趋稳定。时效位移  $d_q$  可表示为指数函数、双曲函数、多项式、对数函数、线性函数等。以多项式为例：

$$d_q = \sum_{i=1}^{m_3} C_i q^i$$

不少大坝运行多年后，出现较多的裂缝。有些裂缝（如纵缝和水平缝）的开合度随外荷载（水压和温度）作有规律的变化，变化直接影响大坝的位移。为反映裂缝张开或闭合对位移的影响，可选用各测缝计的开合度测值  $J_i$  作为因子，即：

$$d = \sum_{i=1}^{m_4} d_i J_i$$

一般情况下，重力坝坝顶水平位移的统计模型可表示为：

$$d = b_0 + \sum_{i=1}^3 a_i H^i + \sum_{i=1}^4 b_i \bar{T}_i + \sum_{i=1}^9 b_i b_i + Cq \quad (\text{H.1.2-1})$$

拱坝坝顶水平位移的统计模型可表示为：

$$d = b_0 + \sum_{i=1}^3 a_i H^i + \sum_{i=1}^7 b_i T_{ui} + \sum_{i=8}^{14} b_i T_{ai} + \sum_{i=1}^4 C_i \ln q_i + dJ \quad (\text{H.1.2-2})$$

### H.1.3 混凝土坝裂缝开合度的统计模型。

裂缝的产生和扩展与坝体的应力大小有关，应力的大小与位移又有关系，所以水压对裂缝开合度的影响参考位移统计模型中的水压分量因子，即：

$$K(H) = \sum_{i=0}^4 b_i H^i$$

混凝土坝裂缝的形成和扩展对温度变化十分敏感，温度分量可选用温度计的测值作为因子，其表达式为：

$$K(T) = \sum_{i=5}^m b_i T_i$$

裂缝还受坝体混凝土的徐变和缝端的塑性变形等影响，使裂缝的开合度产生不可逆变形，故需考虑时效的影响。其趋势是开始剧烈、逐渐趋向稳定。所以，用非线性和非线性两项表示：

$$K(q) = b_{m+1} q + b_{m+2} \ln q$$

综上，得到裂缝开合度的统计模型为：

$$K = \sum_{i=0}^4 b_i H^i + \sum_{i=5}^m b_i T_i + b_{m+1} q + b_{m+2} \ln q \quad (\text{H.1.3})$$

## H.2 渗流监测量的统计模型

### H.2.1 土石坝测压管水位的统计模型。

测压管水位时由上下游水位差 ( $H_t$ 、 $H_d$ )、降雨等引起的，而测压管水位高低与上下游水位变化幅度、降雨强度大小和筑坝材料的渗透性能等因素有关。同时，测压管水位还与前期库水位  $H_{bf}$  和上游坝前淤积、土体固结有关，坝前淤积和土体固结可归结为时效得的影响。用数学模型表示为：

$$\hat{H} = b_0 + b_1 H_t + b_2 H_d + b_3 H_{bf} + b_4 q + b_5 \ln q \quad (\text{H.2.1})$$

### H.2.2 土石坝渗流量的统计模型。

一般情况下，坝体和坝基的渗流量与其渗透系数大小、防渗结构和排水措施等有关。渗流量大小主要取决于上、下游水位的变化，具体地，为上游水深  $H$  的一次方和二次方、下游水深  $H\phi$  的一次方；渗流量与水温、气温和地温等无直接关系，但温度变化会改变水的粘滞性和基岩裂缝开度，因此，间接对渗流速度和渗流量大小产生影响。此外，库区淤积和土体固结等会使渗透系数发生变化，故还需考虑时效因子  $q_t$ 。从而，渗流量的统计模型为：

$$Q = a_0 + a_{1i} \sum_{i=1}^3 H^i + a_2 H \phi + a_3 \sin S + a_4 \cos S + a_5 \sin S \cos S + a_6 \sin S \cos S + a_7 q_t + a_8 \ln q_t \quad (\text{H.2.2})$$

式中：  $S = n \times \frac{360^\circ}{365}$ ，  $n$  为监测日距当年 1 月 1 日的天数。

### H.2.3 混凝土坝坝基扬压力的统计模型。

坝基扬压力主要受上游水位  $H$  和下游水位  $H\phi$  的影响，且扬压力有一定滞后性，需要考虑测值前  $i$  天的库水位均值  $\bar{H}_i$ ；降雨对岸坡坝段坝基扬压力也有一定影响，考虑入渗过程，也需要考虑前  $i$  天的降雨量的平均值  $\bar{p}_i$ ；另外，由于基岩温度的变化引起节理裂隙的宽度变化，从而引起扬压力的变化，而基岩温度变化较小，且基本上呈年周期变化；此外，考虑到坝前淤积、坝基帷幕防渗和排水效应等随时间的变化，还需选取时效因子。综上，混凝土坝坝基扬压力的统计模型可表示为：

$$Y = \sum_{i=1}^{m_1} a_i \bar{H}_i + a_2 H \phi + \sum_{i=1}^{m_2} d_i \bar{p}_i + \sum_{i=1}^{m_3} e_i b_{li} \cos \frac{2\pi i t}{365} + b_{2i} \cos \frac{2\pi i t}{365} + c_1 q + c_2 \ln q + a_0 \quad (\text{H.2.3})$$

### H.2.4 混凝土坝渗漏量的统计模型。

混凝土坝的渗流量包括坝体和坝基的渗流量，其主要与上游水深的一次方、二次方及下游水深的一次方有关；与此同时，库水位对渗漏量影响有滞后效应；温度对其也有一定的影响，温度变化引起坝体混凝土裂缝（或缺陷）的开合度变

化以及坝基节理裂隙的宽度变化，从而引起渗漏量的变化；坝前淤积和防渗帷幕随时间的变化，引起渗漏量的变化。综上，混凝土大坝渗漏量的统计模型为：

$$Q = \sum_{i=1}^2 a_i H_1^i + \sum_{i=3}^{m1} a_i \bar{H}_i + a_4 H \phi + \sum_{i=1}^{m2} d_i \bar{p}_i + \sum_{i=1}^{m3} \frac{\epsilon}{\theta} b_{li} \cos \frac{2\pi i t}{365} + b_{2i} \cos \frac{2\pi i t}{365} \phi + c_1 q + c_2 \ln q + a_0 \quad (\text{H.2.4})$$

#### H.2.5 绕坝渗流测压孔水位的统计模型。

绕坝渗流即岸坡测压管  $H_d$  受库水位  $H_t$ 、前期库水位  $H_{bt}$ （监测日前两天的库水位）和  $H_{bf}$ （监测日前五天的库水位）及岩体节理、裂隙在渗水作用下的时效等影响。此外，岸坡测压管还受降雨影响明显。

第  $J$  次降雨强度  $I_j$  对测压管水位的影响呈指数函数变化：

$$H_i = \sum_{j=1}^i K_1(10I_j) e^{-K_2 t_j}$$

上式中， $t_j$  为计算时段（开始降雨日）开始至监测日的时间，以天计； $i$  为从计算时段开始至监测日的天数。

综上，可以得到测压管水位的统计模型为：

$$H_d = a_0 + \sum_{k=1}^4 a_k H_t^k + a_5 H_{bt} + a_6 H_{bf} + a_7 q + a_8 \ln q + \sum_{j=1}^i K_1(10I_j) e^{-K_2 t_j} \quad (\text{H.2.5})$$

## 规 程 用 词 说 明

用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允许
不必	不需要、不要求	

重庆市地方标准

水库大坝安全监测资料整编分析规程

DB xx/xxx-2016

条 文 说 明

## 目 次

1 总则.....	95
3 基本资料.....	98
4 巡视检查资料整理整编.....	99
5 仪器监测资料整理整编.....	100
6 监测资料分析.....	101
7 监测资料整编分析系统.....	103
8 监测资料整编分析组织管理.....	104

# 1 总 则

1.0.2 重庆市现有各类水库大坝 2921 座，其中大型 5 座，中型 74 座，其他均为小（1）型（459 座）、小（2）型（2383 座），中小型水库大坝占总数的 97.28%；且小（1）型、小（2）型水库大坝中布设监测设施的比例分别为 79.74% 和 59.5%。结合重庆市的现实情况，本标准的适用范围涵盖了已建 5 级及以上的土石坝、混凝土坝，其它坝型可参照执行。

1.0.3 大坝安全监测包括仪器监测和巡视检查，仪器监测是大坝安全监测的主要方法，巡视检查是大坝安全监测的重要手段，两者对确保大坝安全具有同等重要的意义。两者组成一个有机的整体，互为补充，缺一不可。仪器监测包括环境量、变形、渗流、压力（应力）、坝体温度监测等主要项目。仪器监测是定量的，可以量测到坝体及基础的性态，提供长期连续系列的资料，能发现大坝结构在不同荷载条件下的微小变化。巡视检查资料包括日常、定期检查发现的问题或现象，能在时间和空间上弥补仪器量测的不足，更全面、直观地对工程性态有快速、整体的初步诊断。为此，本标准将监测资料整编分析的对象也分为仪器监测和巡视检查两类。

需要注意的是，监测资料整编是一个广义的概念，评价大坝的工作状态和解释一些异常现象或问题的成因等有用的资料，都属整编、归档、保存的内容。包括日常现场巡视检查记录的文字、图表、影像、图片等，以及监测系统设计报告和竣工图、仪器监测的原始数据和换算后的监测物理量、过程线图、相关图、初步分析结论。另外，工程基本资料也属整编范围。

监测资料分析主要是找出原因量（即上下游水位、坝址区气温和降水等）与效应量（即变形、渗流、应力压力）之间的关系。监测资料分析时，应从仪器监测和巡视检查两方面全面分析大坝的安全状况。因此，本标准对这些主要监测项目提出了整编分析要求。考虑到其他一些特殊的专项监测项目，如水力学监测、强震监测、结构振动监测等，日常工作中接触较少，本标准未对其作明确规定，实践中可根据具体情况和需要，参照进行。

1.0.4 本条提出了安全监测资料整理、整编和分析的基本原则，以引起水库大坝管理单位的足够重视。

1 监测资料应及时整理整编，监测资料整理整编工作包括日常监测资料整理和定期整编刊印。每次监测后随即进行日常监测资料整理，并定期开展监测成果整编、监测报告编写工作。监测资料整理整编过程中，发现异常情况应及时分析、判断。

日常资料整理是一种经常性工作，重点是计算、查证原始观测数据的可靠性与准确性；如有异常或疑点应及时复测、确认。

定期整编刊印，是在平时资料整理基础上，按规定时段对监测资料进行全面整理、汇编和分析，并附以简要安全分析意见和编印说明后刊印成册。定期整编刊印在运行期，一般1~5年为宜。其中，整编工作应至少每年1次；刊印时段可视水库规模和具体情况，大型和重要中型水库一般最长不超过1年；对于布设较为完善的监测系统的大型和重要中型水库还可对有感地震、汛期、库水位骤变以及一个季度的监测数据进行整编，整编可参照年度整编执行，并可适当简化。

2 在监测资料整理整编的基础上，应定期分析监测资料，提出工程安全监测资料分析报告，进而评估大坝运行状态。如分析或发现工程存在隐患，状态评为异常或险情时，应立即上报主管部门。

1.0.5 安全监测的主要目的是为大坝状况分析提供直观可靠的依据，当利用监测资料对土石坝、混凝土坝的运行状态作出评估时，可分别参考表1、表2所列的评判标准。

**表1 基于监测资料的土石坝运行状态评估标准**

评估项目	状态等级	评判标准
结构	正常	巡视检查：运行中无变形异常征兆。 监测资料：各变形监测量实测值随作用荷载、时间、空间等因素而稳定地变化，表现出较好的规律性，与同类坝型的一般规律吻合，且日趋稳定。
	异常	巡视检查：坝体防浪墙裂缝，防浪墙与坝体间、土石坝与混凝土建筑物间存在不均匀沉降现象。 监测资料：变形实测值与作用荷载、时间、空间等与以往相同工况下有较大幅度增长，或既有关系突然改变，向不利的方向发展；基于沉降监测资料，推测有可能产生裂缝。
	险情	巡视检查：坝体产生异常变形和开裂；防浪墙断裂，土石坝与混凝土建筑物间因不均匀沉降脱开；混凝土面板止水破坏。 监测资料：变形仍在继续向不利的方向发展，超过有关规范或设计、试验规定的容许值，甚至不断扩大。
渗流	正常	巡视检查：运行中无渗流异常征兆。 监测资料：渗流压力和渗流量等实测值随作用荷载、时间、空间等因素而稳定地变化，表现出较好的规律性；各种岩土材料的渗透比降小于规范允许值下限，坝基扬压力小于设计值。
	异常	巡视检查：有一定的渗流异常现象，但不影响大坝安全，如：坝体浸润线偏高；坝体与岸坡、输水洞（管）壁等结合部存在漏水现象；坝上下游坝坡湿软、塌陷和渗水等。 监测资料：通过坝基、坝体及两端岸坡的渗流压力和渗流量有一定的增大趋势，或突然改变其与库水位的既有关系，在相同工况下有较大增长；但是设计、校核等特征水位工况下坝体各部位岩土材料的渗透坡降实测值或推定值未超过规范允许值或同类工程经验值。
	险情	巡视检查：工程出现严重渗漏异常现象，如：坝基、坝体及两端岸坡渗漏且出现浑浊或可疑物质；坝体浸润线高，下游及两岸坝坡出水位置移动或升高；坝趾区严重冒水翻砂、松软隆起或塌陷；库内出现漏水漩涡；坝体与岸坡、输水洞（管）壁等结合部严重漏水，且出现浑浊。 监测资料：设计、校核等特征水位工况下的坝体各部位岩土材料的渗透坡降实测值或推定值大于允许值。

**表 2 基于监测资料的混凝土坝运行状态评估标准**

评估项目	状态等级	评判标准
结构	正常	巡视检查：运行中无变形和应力等异常征兆。 监测资料：位移、变形、应力、裂缝开合度等实测值随作用荷载、时间、空间等因素而稳定地变化，表现出较好的规律性；大坝总体变形日趋稳定。
	异常	巡视检查：坝体表面、廊道、泄水管道和闸墩等部位出现危害裂缝；砌石坝砌筑砂浆或细石混凝土不密实。 监测资料：位移、变形、应力、裂缝开合度等实测值与以往相同工况下有较大幅度增长，或既有关系突然改变，向不利的方向发展；但不利工况组合下的实测值或推定值小于设计、试验规定的容许值（容许应力、容许挠度、容许裂缝宽度、容许位移）。
	险情	巡视检查：坝体出现贯穿性裂缝，坝体内混凝土受压破碎；坝身明显倾斜，坝基下游明显变形或相对位移；两岸山体明显位移。 监测资料：位移、变形、应力、裂缝开合度等实测值继续向不利的方向发展，不利工况组合下的实测值或推定值超过有关规范或设计、试验规定的容许值，甚至在超过容许值的范围后仍在不断扩大。
渗流	正常	巡视检查：运行中无渗流异常征兆。 监测资料：扬压力和渗流量等实测值随作用荷载、时间、空间等因素而稳定地变化，表现出较好的规律性；不利工况下坝体、坝基扬压力的实测值、推定值小于规范允许值下限，坝基扬压力小于设计值。
	异常	巡视检查：工程存在一定的渗流异常现象，但不影响大坝安全，比如，下游坝脚、坝体廊道或两坝肩岸坡出现渗漏点。 监测资料：在相同条件下，通过坝基、坝体及两端岸坡的渗流压力和渗流量与以往相同工况下有较大幅度增长，或既有关系突然改变，向不利的方向发展；但不利工况下坝体、坝基扬压力的实测值、推定值不超过设计值或同类工程经验值。
	险情	巡视检查：工程出现严重渗漏异常现象，比如，坝脚、两岸坝肩的渗流量不断增大，且出现浑浊或可疑物质；下游坝坡渗漏；坝体廊道内漏水严重，析出物多。 监测资料：渗流压力和渗漏量继续向不利的方向发展，渗漏水携出物增多；但不利工况下坝体、坝基扬压力的实测值、推定值大于设计值或同类工程经验值。

1.0.7 本标准主要规范水库大坝安全监测资料整编分析，本条对安全监测的成果形式和存档、成果管理提出了具体要求。

1.0.9 《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)对于本标准的应用是必不可少的，两个引用文件均未标注日期，其最新版本适用于本标准。

### 3 基本资料

3.1.2 施工阶段和初期蓄水阶段的安全监测专题报告应包括蓄水前各有关监测物理量测值的基准值，施工期巡视检查和仪器监测资料的分析成果。

3.2.1 考虑监测设施和仪器设备的变更，如设备和设施的维修、设备或仪表的损坏、失效报废或改造等，都有可能导致测值的非正常变化，为便于分析原因，这些变更情况都应作为监测设施和仪器的考证资料记录在案。

3.2.2 变形监测项目包括坝基变形，坝体变形、裂缝和接缝变化，及近坝岸坡和地下洞室围岩变形等。

3.2.3 渗流监测包括渗透压力、孔隙水压力（土石坝）、扬压力（混凝土坝）、绕坝渗流、渗流量监测。

3.2.5 监测设施和仪器设备的种类较多，本标准仅列出较常用的一些基本资料表格式。

## 4 巡视检查资料整理整编

4.1.1 考虑到巡视检查的重要性，本标准将巡视检查资料整理整编内容单独列出。

4.1.3 特别巡视检查在坝区遇到严重影响安全运用的情况时进行，如发生暴雨、大洪水、有感地震、强热带风暴以及库水位骤升骤降或持续高水位等发生比较严重的破坏现象或出现其他危险迹象。特别巡视检查由主管单位（或业主）负责组织，必要时应组织专人对可能出现险情的部位进行连续监视。

此外，当水库放空时也应进行全面巡视检查。定期进行大坝安全鉴定前，主管单位（或业主）亦应按规定组织运行、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。

4.1.5 巡视检查往往能更迅速、更直接地发现大坝存在的问题。据统计，70%以上的工程异常现象和安全隐患是由有经验的技术人员在现场巡视检查时发现。水库大坝常见的安全隐患包括防洪安全隐患、渗流安全隐患、结构安全隐患、金属结构安全隐患以及运行管理安全隐患。当水库大坝出现安全隐患或险情时，应判别其成因及危害，采取合理处置措施。当隐患或险情危及大坝安全或有溃坝风险时，应及时报告水库主管部门、水行政主管部门和当地人民政府，并做好溃坝突发事件预警。

4.2.1 为便于巡视检查资料的使用，统一制定了巡视检查资料记录表格式。对具体工程巡查记录还应根据工程的特点，选用文字、数据、图表及照片、录像等来描述，对存在的主要缺陷、裂缝、变位、破损、渗漏等要进行编号，以便于后续检查记录、对比。

4.3.3 巡视检查整编报告各部分的内容主要如下：

1 封面内容应包括工程名称、整编时段、编号、管理单位、刊印日期等。

2 整编说明应包括巡视检查概况，本时段内工程变化和运行概况，巡检中发现的问题及其分析、处理情况，对工程运行管理的意见和建议，参加整编工作人员等。

3 基本资料主要为工程基本资料。

4 巡视检查项目汇总表包括巡视检查部位、方法、周期等。

5 巡视检查初步分析成果为4.3.1条所指内容，主要是综述本时段内的巡视检查内容、结论、建议，各检查项目与上次或历次检查结果的对比和分析等，可附上有关文字记录、描述和照片等。

6 巡视检查整编图表可简要引用4.3.2条。

## 5 仪器监测资料整理整编

5.2.1 条文中涉及“监测”和“观测”，两者所包含的内涵是有所区别的，“监测”的内涵大于“观测”。一般情况下，“观测”仅局限于采用某一特定仪器或手段，读取相关的数据或读数；而“监测”既包含“观测”的内容，又包含用其他手段或目视、思维判断，综合“观测”被关注对象的情况。

5.2.4 为便于大坝安全监测资料的使用和管理，统一制定了各监测项目的记录表格式。

5.3.2~5.3.4 监测设施和仪器的种类较多，本标准仅列出各项目常用型式仪器的数据记录（附录 D）、整理整编（附录 E）表格。

振弦式仪器技术参数，根据生产厂家以及采集模式的不同，相关参数均有不同。如有的测读“频率”，有的测读“频率模数”，因此，对应的技术参数也不同，在实际工作中应区别对待，并修改表中的相关内容。电位器式仪器也有类似问题，有的测读“电压”，有的测读“电压比”。本标准列举了一种测读方式，其他可参照执行。

5.3.8 刊印成册的整编资料各部分的主要内容分别如下：

1 封面内容应包括工程名称、整编时段、编号、整编单位、刊印日期等。

2 整编说明应包括本时段内工程变化、运行状况，监测设施的维修、检验、校测及更新改造情况，巡视检查和监测工作概况，监测资料的精度和可信程度，监测工作中发现的问题及其分析、处理情况(可附有关报告、文件等)，对工程运行管理的意见和建议，参加整编工作人员等。

3 监测项目汇总表包括监测部位、监测项目、监测方法、监测周期、测点数量、仪器设备型号等。

4 监测资料初步分析成果主要是综述本时段内各监测资料分析的结果，包括分析内容和方法、结论、建议。对在本年度中完成安全定期检查的大坝，也可简要引用定期检查的有关内容或结论，并注明出处。

5 监测资料整编图表（含巡视检查成果表、各测值的统计表和曲线）的编排顺序可按标准中监测项目的编排次序编印，标准中未包含的项目接续其后。每个项目中，统计表在前，整编图在后。各项监测物理量的统计表格式、图式见附录 F。

## 6 监测资料分析

6.1.3 “监测资料初步分析”是介于监测资料整理和分析之间的工作。常用的方法是绘制测值过程线、分布图和相关图，以及对测值做比较、对照。

绘制测值过程线或同时绘制不同测点、不同项目的测值过程线，可以比较它们之间的联系和差异。

绘制测值分布图，可以看出测值分布有无规律，最大、最小值发生在什么位置、各测点间特别是相邻测点间的差异大小。

绘制相关图，可以反映测值和某因素的关系，如变化趋势、相关密切程度以及滞后于因素的变化程度等。

对测值作比较、对照，包括与上次资料或历时资料对照、与相关资料对照、与设计计算或模型试验数据比较、与规定的安全监控值比较等。

“监测资料系统分析”是从已有的资料中抽出有关信息，形成一个概况的全面的数量描述的过程，并进而对监测资料作出解释、导出结论、作出预测。

6.1.5 巡视检查资料的分析是监测资料分析的重要部分，尤其是对于布设仪器监测设备相对较少 4、5 级水库大坝，更为突出。水库大坝的主要安全隐患包括防洪安全、渗流安全、结构安全、金属结构安全隐患等几个方面。

防洪安全隐患分为防洪标准不足、泄洪能力不足、洪水漫顶和下游河道行洪能力不足。为此，应侧重水库淤积、泄洪设施工作状态、下游泄洪通道被占用截断、下泄洪水淘刷坝脚等的分析。

渗流安全隐患主要包括坝基渗漏、坝体渗漏、穿坝建筑物接触渗漏及绕坝渗漏等。坝基渗漏主要包括以下情形：相同水库水位条件下，坝基渗流量持续增加；坝基渗漏水出现浑浊或细颗粒带出；坝后冒水翻砂、塌陷或松软隆起，或伴有坝前漩涡现象。坝体渗漏主要包括如下情形：上游坝坡塌陷或伴有坝前漩涡；下游坝坡大面积散浸、松软隆起或塌陷；下游坝坡出现集中渗漏点，水质浑浊或有细颗粒带出，或出逸点高于反滤体顶高程；下游坝脚反滤体失效；相同水库水位条件下，渗流量或坝体渗流压力持续增加。穿坝建筑物接触渗漏主要包括以下情形：坝下（内）埋管出口与坝体接触部位有明显渗流，出水浑浊或有细颗粒带出；开放式建筑物侧墙与坝体连接部位有明显渗流，出水浑浊或有细颗粒带出；建筑物出口与坝体接触部位有明显的出水口，水流呈泉状涌出；坝下（内）埋管因不均匀沉陷断裂或止水破坏，内水外渗或外水内渗；建筑物进、出口与坝体连接部位出现塌坑且土体湿软。绕坝渗漏主要包括以下情形：坝体与岸坡结合部明显漏水且有细颗粒带出；坝体与岸坡结合部局部土体表面隆起或有细颗粒带出；坝体与岸坡结合部上、下游出现塌坑；相同水库水位下，绕坝渗流量或渗流压力持续增加；坝体与岸坡结合部有明显的出水口，水流呈泉状涌出。当发现渗流安全隐患

时，应密切观察渗漏的变化情况，根据渗漏隐患部位、类型分析其成因与危害，并及时采取措施避免失事。

结构安全隐患主要包括坝体护坡塌陷、坝体裂缝、坝体滑坡、近坝岸坡滑坡、坝基液化、输泄水建筑物结构异常变形、白蚁及其它动物危害等。坝体护坡塌陷主要包括以下情形：上游护坡风浪淘刷、剥蚀严重，松动脱落、架空坍塌、错动或开裂；上游护坡冻胀严重，鼓胀隆起、坍塌下滑；下游护坡雨水冲刷严重，形成雨淋沟、陡坎、坍塌。坝体裂缝主要包括以下情形：坝顶和上、下游坡面的坝体纵向裂缝；坝体心墙（斜墙）与透水料、坝体分区结合面以及坝体新老断面结合处的坝体纵向裂缝；坝体横向裂缝；坝体与两坝肩及穿坝建筑物接触处的沉陷裂缝；防浪墙与大坝防渗体结合部裂缝；防浪墙或混凝土防渗面板的贯穿性裂缝。坝体滑坡主要包括以下情形：水库高水位运行、大坝渗漏等，引起下游坝坡滑坡；水库快速泄（放）水，引起上游坝坡滑坡；水库风浪掏刷，引起上游坝坡滑坡；发生地震，引起坝坡滑坡；穿坝建筑物附近坝坡滑坡；两岸坝肩附近下游坝坡滑坡；下游坝脚水流冲刷、鱼塘侵蚀等，引起下游坝坡滑坡。近坝岸坡滑坡主要包括以下两种情形：两坝肩岸坡滑坡；溢洪道、输（泄）水洞进出口滑坡。泄、输水建筑物结构异常变形主要包括以下情形：溢洪道闸室结构严重变形，致使闸门和启闭设施卡阻；溢洪道底板及两侧翼墙或边墙严重变形，产生裂缝漏水；放水涵（管）进口结构变形，致使闸门漏水、启闭设施失灵；放水涵（管）进口断裂、洞身严重变形，裂缝漏水；放水涵（管）启闭塔变形裂缝。发现结构安全隐患后，应根据隐患部位和类型，分析其成因及危害，综合确定处置措施，并观察结构变形的变化情况。

滑坡的主要征兆按如下现象判断：短时间出现持续而显著的位移，特别是伴随着裂缝出现连续性的位移，而位移量又逐渐加大，边坡下部的水平位移量大于边坡上部的水平位移量，边坡上部垂直位移向下，边坡下部垂直位移向上。滑动主裂缝两端有向边坡下部逐渐弯曲的趋势，两侧分布有众多的平行小缝，主缝上、下侧有错动。

## 7 监测资料整编分析系统

7.1.1~7.1.2 考虑到计算机和通信技术的迅速发展，及监测资料整编分析系统的推广应用，为高效、稳定地进行监测资料整编分析，对监测资料整编分析系统的设计原则和技术要求作了规定。

## 8 监测资料整编分析组织管理

8.2.1~8.2.4 应保存连续的、完整的工程巡视检查记录和报告、人工或仪器采集原始数据记录和整理数据、刊印成册的整编资料和分析报告。

1 巡视检查记录和报告。主要包括日常巡视检查记录表、异常情况报告表、年度巡视检查和特别巡视检查的简要报告，及巡视检查的图像等。

2 原始数据记录和整理数据。主要包括人工或仪器采集的原始数据记录、计算（换算）结果、异常情况及文字说明等。

3 刊印成册的整编资料。刊印成册的整编资料报告主要包括整编说明、监测项目汇总表、巡视检查资料、监测资料初步分析成果、监测资料整编图表等。

4 刊印成册的监测资料分析报告。主要包括监测和巡视工作情况，巡视检查和仪器监测资料的分析和结论，大坝工作状态的分析评估，异常部位、性质及处理情况和效果，监控指标，安全隐患，安全监测工作存在的问题和改进意见。具体报告主要内容见 6.4。