

# 大坝安全监测 实用技术

湖北省水利厅大坝安全监测与白蚁防治中心 编

Practical Technologies of Dam Safety Monitoring

非  
外  
借



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

# 大坝安全监测 实用技术



湖北省水利厅大坝安全监测与白蚁防治中心 编

Practical Technologies of Dam Safety Monitoring

主 编：向亚红 邓念武 张 峰

编 委：（以姓氏笔画为序）

万中华 王昊深 付 洁 任飞鹏 刘勇军  
孙 利 许家伟 何 敏 余峡光 张 旭  
李保元 李 萌 杨逸欣 肖 斌 陈龙佳  
周 力 周 纯 季文娟 林 涛 郑仁奎  
胡 伟 夏成设 席 和 郭晓龙 董时波  
覃 新 黎 琼 魏晓剑



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

大坝安全监测实用技术/湖北省水利厅大坝安全监测与白蚁防治中心编. —武汉:武汉大学出版社,2018.1

ISBN 978-7-307-19954-5

I. 大… II. 湖… III. 大坝—安全监测 IV. TV698.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 326172 号

责任编辑:方慧娜

责任校对:汪欣怡

整体设计:韩闻锦

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北民政印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:391千字 插页:1

版次:2018年1月第1版 2018年1月第1次印刷

ISBN 978-7-307-19954-5 定价:36.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

# 前 言

我国是世界上拥有水库最多的国家，这些水库星罗棋布，遍及全国山丘区，在防洪、灌溉、生态、发电、城乡供水、航运和水产养殖等方面发挥了巨大的经济效益。但需要清醒地认识到，这些水库 95% 以上为土石坝，95% 以上是 20 世纪 80 年代以前建设的老坝，这些水库大坝在发挥巨大效益的同时也面临着风险与挑战，其中安全问题是制约水库大坝健康发展的最重要因素，水库大坝一旦失事将对下游人民生命财产带来不可估量的损失。

大坝安全监测是水库大坝安全管理的重要组成部分，是掌握水库大坝安全状态的重要手段，是科学调度、安全运行的前提。通过安全监测和资料整编分析，掌握大坝安全程度，及时发现存在的问题和安全隐患，从而有效控制施工、检验设计，监控大坝工作状态，保证大坝安全运行。鉴于此，国务院颁布的《水库大坝安全管理条例》规定：“大坝管理单位必须按照有关技术标准，对大坝进行安全监测和检查；对监测资料应当及时整理分析，随时掌握大坝运行状况。”同时各地方制定了水库相关管理办法、意见等，对安全监测作了详细规定。

大坝安全监测专业性较强，针对目前基层水管单位技术力量薄弱、监测设施自动化程度低和故障率高、资料整编分析不规范等问题，同时为了满足水利系统大坝安全监测工作的需要，方便大坝管理人员和现场监测技术人员了解和掌握大坝安全监测技术，笔者在总结多年的实践经验以及现场实践调研的基础上编写了本书。全书紧紧围绕大坝安全监测展开介绍，为读者打开一扇了解大坝安全监测的窗口，为专业人士学习相关知识提供一个平台。

本书共分为 10 章，第 1 章介绍了大坝安全观测的目的和意义、内容和要求。第 2 章介绍了大坝安全监测主要仪器设备的基本构造和测量原理。第 3~7 章对大坝安全监测项目的基本概念、原理和方法进行了详尽的介绍，其中包括巡视检查、环境量（水位、降雨量、温度、坝前淤积和下游冲刷）监测、大坝表面和内部水平位移及垂直位移监测、渗流监测、应力应变和温度监测等。第 8 章和第 9 章介绍了安全监测自动化以及资料整编和资料分析方法。第 10 章对湖北省三道河水库、天堂水库、白莲河水库安全监测进行了详细的介绍和分析。首先介绍了这三座水库的工程概况和安全监测设施概况，针对各个水库观测方法的不同进行了方案设计、实地监测、原始数据处理等工作，并对监测数据进行了整编和分析，最后对大坝安全监测中出现的问题进行了简要分析，并提出了解决方案。

由于本书主要面向大坝管理人员和现场安全监测技术人员，在紧扣相关规程规范的前提下坚持“理论结合实践，以实践为主”的原则，尽量做到实用性强、可操作性强。使读者了解基本原理后，能够现场实施规范操作，能够计算效应量，能够按照规范进行资料整编和常规分析。

本书在编写过程中，参阅了大量文献和资料，由于篇幅所限，未能逐一列出，特向有关作者诚表谢意。三道河、天堂、白莲河、漳河、富水、夏家寺等水库和湖北省水利厅有关领导对本书的编写给予了大力支持，在此一并致以感谢。

由于笔者水平有限，书中难免有不当或疏漏之处，敬请读者批评指正。

湖北省水利厅大坝安全监测与白蚁防治中心

2018年1月

# 目 录

第1章 概述	1
1.1 大坝安全监测的目的和意义	1
1.2 大坝安全监测的基本规定	3
1.2.1 大坝安全监测项目	3
1.2.2 大坝安全监测频次	9
1.2.3 限差要求及符号规定	12
1.3 大坝安全监测的相关依据	14
1.3.1 技术标准和规程、规范	14
1.3.2 施工期工程承包合同认定的文件	15
1.4 大坝安全监测工作的基本要求	16
1.4.1 对监测仪器的基本要求	16
1.4.2 设备安装埋设的基本要求	18
1.4.3 现场观测的基本要求	19
1.4.4 监测自动化的基本要求	20
1.4.5 资料整编分析的基本要求	20
第2章 主要监测仪器	22
2.1 概述	22
2.1.1 安全监测仪器的发展	22
2.1.2 安全监测仪器的一般要求	23
2.2 常用传感器简介	23
2.2.1 差动电阻式传感器	23
2.2.2 振弦式传感器	27
2.2.3 其他原理的传感器	30
2.3 水准仪及其测量原理	31
2.3.1 水准测量原理	31
2.3.2 水准仪和水准尺	31
2.3.3 水准仪使用的基本方法	33
2.4 全站仪及其测量原理	34
2.4.1 水平角测量	34
2.4.2 竖直角测量	37

2.4.3 距离测量	38
2.5 全球导航卫星定位系统(GNSS)	40
2.5.1 全球导航卫星定位系统(GNSS)定位原理	40
2.5.2 全球导航卫星定位系统的特点	41
<b>第3章 巡视检查</b>	<b>43</b>
3.1 巡视监测的必要性	43
3.2 巡视检查要求和频次	44
3.2.1 巡视检查的基本要求	44
3.2.2 巡视检查的分类和次数	44
3.3 巡视检查的范围和内容	45
3.3.1 坝基检查	45
3.3.2 混凝土坝检查	45
3.3.3 土石坝检查	46
3.3.4 面板堆石坝检查	46
3.3.5 泄洪设施检查	46
3.3.6 边坡及近坝库岸检查	47
3.3.7 水库检查	47
3.3.8 监测设施检查	48
3.4 巡视检查的实施	48
3.4.1 准备工作	48
3.4.2 巡视检查方法	48
3.4.3 记录和整理	48
3.4.4 报告编制	50
<b>第4章 环境量监测</b>	<b>52</b>
4.1 环境量监测概述	52
4.2 水位监测	52
4.2.1 测点布置要求	52
4.2.2 观测设备和方法	53
4.2.3 水位观测的准确度要求	55
4.3 降雨量和温度监测	55
4.3.1 降雨量监测	55
4.3.2 水温和气温监测	56
4.4 坝前淤积和下游冲刷监测	57
4.5 环境量的整理	58



第5章 变形监测 .....	63
5.1 概述 .....	63
5.1.1 监测布置原则 .....	63
5.1.2 观测方法 .....	64
5.1.3 变形监测的符号规定、精度、频次要求 .....	66
5.2 视准线法观测 .....	66
5.2.1 活动觇牌法观测 .....	66
5.2.2 小角度法 .....	71
5.3 引张线法 .....	72
5.3.1 引张线的原理与布置 .....	72
5.3.2 引张线的结构 .....	73
5.3.3 观测要求和观测方法 .....	75
5.3.4 误差来源和主要事项 .....	77
5.3.5 无浮托引张线 .....	77
5.4 真空激光准直观测 .....	78
5.4.1 真空激光准直测量原理 .....	78
5.4.2 仪器设备 .....	79
5.4.3 观测方法 .....	80
5.4.4 真空激光准直系统监测实例 .....	80
5.5 挠度观测 .....	82
5.5.1 观测目的和方法 .....	82
5.5.2 倒垂线 .....	84
5.5.3 正垂线 .....	86
5.5.4 垂线观测仪 .....	87
5.6 几何水准观测法 .....	90
5.6.1 垂直位移的布设原则 .....	90
5.6.2 精密水准测量的观测方法 .....	94
5.6.3 精密水准测量观测注意事项 .....	97
5.7 静力水准测量 .....	97
5.7.1 基本原理 .....	98
5.7.2 仪器结构 .....	99
5.7.3 运行维护 .....	99
5.7.4 静力水准自动化监测实例 .....	99
5.8 测量机器人观测法 .....	101
5.8.1 测量机器人 .....	101
5.8.2 基本原理 .....	101
5.8.3 测量机器人自动化观测系统 .....	104
5.8.4 监测数据分析 .....	104



5.8.5 算例分析 .....	104
5.8.6 注意事项 .....	106
5.9 GNSS 位移观测 .....	106
5.9.1 GNSS 自动化监测系统布设方法 .....	106
5.9.2 GNSS 用于变形监测实例 .....	108
5.10 钢丝位移计观测 .....	110
5.10.1 钢丝位移计观测原理 .....	110
5.10.2 测点布置 .....	111
5.10.3 钢丝位移计观测和计算方法 .....	111
5.11 水管式沉降仪观测 .....	112
5.11.1 水管式沉降仪观测原理 .....	112
5.11.2 测点布置 .....	112
5.11.3 水管式沉降仪观测 .....	113
5.12 测斜仪观测法 .....	114
5.12.1 观测点的布置 .....	115
5.12.2 活动式测斜仪 .....	115
5.12.3 固定式测斜仪 .....	121
5.13 接缝及裂缝观测法 .....	122
5.13.1 观测目的 .....	122
5.13.2 测点布置 .....	123
5.13.3 观测仪器 .....	123
5.14 变形监测资料整理 .....	128
<b>第6章 渗流监测</b> .....	<b>131</b>
6.1 渗流监测内容 .....	131
6.1.1 渗流(透)压力监测 .....	131
6.1.2 孔隙水压力监测 .....	131
6.1.3 渗流量监测 .....	131
6.1.4 水质分析 .....	132
6.2 渗流监测设计 .....	132
6.2.1 混凝土坝渗流监测 .....	132
6.2.2 土石坝渗流监测 .....	133
6.2.3 绕坝渗流 .....	135
6.2.4 近岸坡渗流 .....	135
6.2.5 地下洞室渗流 .....	136
6.2.6 渗流量 .....	136
6.2.7 水质分析 .....	136
6.3 渗流监测方法 .....	136

6.3.1	测压管 .....	136
6.3.2	电测水位计 .....	137
6.3.3	渗压计 .....	137
6.3.4	渗流量监测 .....	139
6.3.5	水质分析 .....	141
6.4	渗流资料整编 .....	141
<b>第7章</b>	<b>应力、应变及温度监测</b> .....	<b>145</b>
7.1	应力应变监测布置的要求 .....	145
7.1.1	混凝土应力应变监测布置的一般要求 .....	145
7.1.2	重力坝应力应变监测布置的要求 .....	146
7.1.3	拱坝应力应变监测布置的要求 .....	146
7.1.4	面板坝应力应变监测布置的要求 .....	146
7.1.5	防渗墙应力应变监测布置的要求 .....	147
7.1.6	坝基、坝肩及近坝边坡岩体应力应变监测布置的要求 .....	147
7.1.7	地下洞室应力应变监测布置的要求 .....	147
7.2	混凝土应力应变监测 .....	148
7.2.1	混凝土应变监测数据采集与计算 .....	148
7.2.2	混凝土应力应变计算 .....	149
7.3	钢筋应力监测 .....	153
7.3.1	钢筋应力计的布置 .....	153
7.3.2	差阻式钢筋计 .....	154
7.3.3	振弦式钢筋计 .....	154
7.4	压力监测 .....	155
7.4.1	混凝土压应力计 .....	155
7.4.2	土压力计 .....	157
7.5	温度监测 .....	159
7.5.1	温度计布设的一般原则 .....	159
7.5.2	电阻温度计 .....	159
7.6	应力、应变和温度监测资料整理 .....	160
<b>第8章</b>	<b>安全监测自动化</b> .....	<b>162</b>
8.1	安全监测自动化的发展 .....	162
8.2	自动化监测系统结构 .....	163
8.2.1	集中式自动化监测系统 .....	163
8.2.2	分布式自动化监测系统 .....	163
8.3	监测自动化系统的组成 .....	164
8.3.1	传感器 .....	164

8.3.2 采集站 .....	164
8.3.3 监测中心 .....	165
8.3.4 通讯系统 .....	165
8.4 数据采集单元介绍 .....	166
8.4.1 数据采集单元的组成 .....	166
8.4.2 智能模块 .....	166
8.4.3 智能模块的主要功能和特点 .....	167
8.5 安全监测自动化案例分析 .....	168
<b>第9章 资料整编和资料分析方法</b> .....	<b>171</b>
9.1 概述 .....	171
9.2 监测资料的整理与整编 .....	172
9.2.1 资料的收集和整理 .....	172
9.2.2 原始观测数据的检验 .....	172
9.2.3 监测数据的计算 .....	173
9.2.4 监测数值的整理和相关关系图的绘制 .....	174
9.2.5 监测资料整编 .....	174
9.3 监测资料的分析 .....	175
9.3.1 资料分析的一般规定 .....	175
9.3.2 监测资料的初步分析 .....	175
9.3.3 监测资料的统计模型分析 .....	176
<b>第10章 大坝安全监测实例分析</b> .....	<b>187</b>
10.1 三道河水库安全监测实例分析 .....	187
10.1.1 工程概况 .....	187
10.1.2 监测系统概况 .....	190
10.1.3 水平垂直位移监测方法 .....	191
10.1.4 渗流监测方法 .....	196
10.1.5 监测资料整编与分析 .....	197
10.2 天堂水库安全监测实例分析 .....	205
10.2.1 工程概况 .....	205
10.2.2 监测系统概况 .....	206
10.2.3 水平位移观测方法 .....	207
10.2.4 垂直位移观测 .....	211
10.2.5 大坝渗流监测系统 .....	214
10.2.6 监测资料整编与分析 .....	215
10.3 白莲河大坝安全监测实例分析 .....	229
10.3.1 工程概况 .....	229

---

10.3.2	大坝安全监测概况	231
10.3.3	水平位移观测方法	233
10.3.4	垂直位移观测方法	233
10.3.5	渗透压力观测方法	234
10.3.6	监测资料整编及分析	234
10.4	大坝安全监测常见问题	250
10.4.1	大坝水平位移监测	250
10.4.2	大坝垂直位移监测	251
10.4.3	大坝渗流监测	252
10.4.4	大坝安全监测资料整编与分析	252
	参考文献	254

# 第 1 章 概 述

## 1.1 大坝安全监测的目的和意义

大坝安全监测是通过巡视检查和仪器观测对大坝坝体、坝基、坝肩、近坝区岸坡以及大坝周围环境所作的观察和测量，并对物理量的观测结果进行整理、计算、分析、研究，并得出一定结论的过程。大坝安全监测既包括对大坝外表及内部的定期和不定期的直接检查和仪器检查，也包括对大坝固定测点一定频次的仪器观测。大坝安全监测是掌握大坝的运行状态，保证大坝安全运用的重要措施，也是检验设计成果、监察施工质量和认识大坝的各种物理变化规律的有效手段。大坝安全监测具有重要的意义，主要反映在以下几个方面：

### 1. 作为监测大坝安全的耳目，确保大坝安全运行

大坝和其他大型水工建筑物在建设期间和建成后承受荷载，其应力状态和抗滑稳定性是否正常，经过长期运行后其工作状态是否恶化，坝体及边坡等的变形是否在规定的范围内，都需要用观测仪器进行监测。各种监测项目为我们定性或定量地分析大坝、地基和边坡状态提供了科学依据，有助于正确客观地判断水工建筑物的安全程度，这对于运行决策非常重要。葛洲坝水利枢纽第一期工程中就埋设了 1997 个内部观测仪器，1981 年大江截流时，这些仪器提供了可靠的信息，证明这个工程是安全稳定的。

1976 年广东省泉水拱坝进行初次蓄水前，有人怀疑坝身单薄，担心右岸拱座岩体承受拱推力时可能不够稳定。在该坝初次蓄水时，观测仪器监测的结果表明坝体应力正常，拱座岩体的位移量很小，判断拱座是稳定的。由于这些观测成果有力地说明了大坝的运行状况，因此解除了对蓄水运行时的顾虑。

1962 年 11 月 2 日，我国梅山连拱坝右岸基岩漏水严重，垂线仪观测出第 13 坝垛向左岸倾斜达 57.2mm，向下游位移 9.4mm，因而引起了警觉，及时在垂线仪监控下放空了水库进行加固处理，避免了事故扩大。没有仪器观测是难以发现大坝移动的，若延误了处理时间，可能会造成不堪设想的后果。

以上这些事例都说明了安全监测的重要性，另外一些相反的案例却给我们带来了惨重的教训。法国的马尔帕塞(Malpasset)拱坝，坝高 66.5m，1954 年建成蓄水，1959 年 12 月 2 日溃决。事后计算、调研表明，拱冠和 1/4 拱圈断面离坝基 8~10m 处实测径向位移达 12~16mm，为理论计算值的 2~2.8 倍，由于对于险情缺乏足够的认识，没有及时采取防范措施而最终导致大坝事故。意大利瓦依昂(Vajont)拱坝蓄水后，坝前左岸滑坡体缓慢蠕动，至 1964 年 10 月 7 日实测累计位移达到 429mm，其中失事前最后 12 天的位移明显加

速，达到 48.3mm/d，由于没有认识到这是危险的信号，因此没有及时采取安全措施，造成了重大的人员伤亡。

## 2. 充分发挥工程效益

根据观测结果可以推断大坝在各种水位下的安全度，确保安全控制水位，指导大坝的运行，使其在安全的前提下充分发挥效益。例如，丰满重力坝是伪满时期所建，当时工程质量十分低劣，观测发现坝体渗流量、坝基扬压力及坝顶位移量很大，如果有百年一遇洪水，大坝将有倾覆的危险，据此采取了灌浆、预应力锚固等加固措施，不仅保证了大坝安全，而且经受了高于正常高水位的考验。泉水双曲拱坝建成后，因地质条件差和坝型单薄，担心坝肩稳定问题而不能正常蓄水，只在低水位运行。经过专门对蓄水观测验证，发现大坝工作正常，从而使蓄水位达到了正常高水位运行发电。刘家峡水电厂重力坝，根据变形观测结果的综合分析，表明大坝的工作偏于安全，因而决定把运行水位比正常高水位提高 1m，在 1979 年即超蓄 0.49m，1985 年又超蓄 0.80m，可见观测挖掘了大坝潜力。1989 年长江防洪时，为了保证清江洪峰与长江洪峰错峰，需要隔河岩大坝超高水位运行，在监测仪器的严密监视下，在确保大坝安全情况下，顺利完成了错峰任务，保证了长江中下游人民财产的安全。

## 3. 作为施工决策的依据，检定施工质量

在大坝施工期间，混凝土浇筑时埋设的仪器为施工提供有用的信息，例如通过温度计可以测出混凝土的入仓温度和浇筑块的温度变化情况，利用混凝土温度观测资料还可以算出混凝土的导温系数，利用无应力计观测资料可以计算混凝土的温度膨胀系数，这些观测成果为大体积混凝土的温度控制提供了科学依据。埋设在大坝纵横缝中的测缝计显示坝缝开度的变化，还能用以测定浇筑块的温度，根据这些仪器的观测资料可以确定坝缝的灌浆时间，并可以监测灌浆的效果。

## 4. 作为发展坝工技术的手段，为科学研究提供资料

坝工技术研究主要依靠理论计算、模型试验和原型观测三种手段，由于影响因素较多，一般理论计算和模型试验都存在一些假定或简化，对新型和复杂结构更是如此。而原型观测项目全，测点多，观测频次密，跨越时间长，能体现现场复杂的实际条件及反映大坝的真实状态，因此可以作为检验设计方法、计算理论、施工措施、工程质量和材料性能的有效手段。它可以改变和加深人们对坝工有关问题的认识，开发更合理的设计准则，改善设计和施工，从而促进坝工学科的发展。因此，原型观测是坝工技术革新实际的、行之有效的手段，可以说具有不可替代性。在坝工史上诸如对混凝土坝坝基扬压力的存在和分布规律的了解，对帷幕及排水降压作用的验证，对混凝土坝变形与应力受温度变化的影响的认识等，都是通过实际监测得到的。

正因为如此，各国对大坝安全监测非常重视，建立了相应的法令法规。日本制定了《河川法》、《电气事业法》、《河川管理设施等构造法令》，并于 1972 年成立“大坝结构管理分会”，1973 年通过《大坝结构管理标准》，这些法规对大坝建设计划的审批、设计、施工和竣工后管理等准则作了明确规定。法国在 1966 年宣布设立“大坝安全管理常务技术委员会”，并于 1970 年对《有关大坝安全性的检查工作法规》(1927 年制定)进行补充修订，

正式成为法律性文件，同年通过了《一些水电站下游居民保护法》。这些文件强调了加强大坝第一次蓄水的安全监测和保护下游居民的安全。美国大坝委员会于1972年公布《大坝与水库安全管理典型法令》，美国国会又于同年通过《国家大坝安全法令》。在1976年提堂坝突然失事后，美国总统于1977年4月授权联邦科学、工程和技术协作委员会对已建大坝进行大检查，以总结建坝经验，为拟定大坝安全管理准则做准备。同年12月美国陆军工程师团对9000多座坝进行安全大检查；至1980年2月，陆军工程师团提出4960多座坝的检查结果，其中有29%是不安全的。由此可见，美国对大坝安全法令、管理和检查是十分重视的。

大坝安全监测资料分析的研讨主要通过国际大坝会议(ICOLD)进行，早在1939年在瑞典召开第一届国际大坝会议时，第一个议题中就有“重力坝的内部温度及变形问题”。特别是1959年法国马尔巴塞拱坝失事引起了社会上对大坝安全的巨大关注，提高了人们对观测重要性的认识。国际大坝委员会在第8、13、14、15、17届大会上都讨论了大坝及基础的监测问题，并先后发表了第21、23、41、60、68号公报，对大坝及基础提出了一系列的要求。

我国对大坝安全监测问题也非常重视，成立有国家能源局大坝安全监察中心(杭州)、水利部大坝安全管理中心(南京)等机构，并在规范和标准的制定上做了大量工作。制定的有关监测标准涉及坝工建设中的勘测、设计、施工、管理运行等阶段，覆盖了混凝土重力坝、混凝土拱坝、碾压式土石坝、浆砌石坝、碾压混凝土坝、混凝土面板堆石等多种坝型。对水闸、水工隧洞、船闸、溢洪道等建筑物的监测工作也有所规定，大多数有关监测的内容是以设计、勘测、规范中的章节形式存在。另外，也制定了《混凝土大坝安全监测技术规范》和《土石坝安全监测技术规范》、《土石坝安全监测资料整编办法》等专门性的规范，并就部分观测仪器制定了相应的标准。

我国一些高等学校和科研、设计单位致力于大坝安全监测技术及分析理论研究，取得了不少成果。我国大坝安全监测正和坝工建设同步迅速发展，并逐步步入这一领域的世界前列。

## 1.2 大坝安全监测的基本规定

### 1.2.1 大坝安全监测项目

大坝安全监测的对象主要有挡水建筑物(如混凝土坝、土石坝、堤防、闸坝等)、边坡(如近坝库岸、渠道、船闸、高边坡等)、地下洞室(如地下厂房、泄输水洞等)。

监测方法有现场检查和仪器监测两种，实践证明，这两种方法应该相互结合，互为补充。

现场检查可分为巡视检查和现场检测两项工作，分别采用简单量具或临时安装的仪器设备在建筑物及其周围定期或不定期进行检査，可以定性或定量，以了解有无缺陷、隐患或异常现象。混凝土坝现场检查的项目见表1-1。



表 1-1

混凝土坝现场检查内容表(SL601—2013)

	项目(部位)	日常检查	年度检查	定期检查	应急检查
坝体	坝顶	●	●	●	●
	上游面	●	●	●	●
	下游面	●	●	●	●
	廊道	●	●	●	●
	排水系统	●	●	●	●
坝基及坝肩	坝基		●	●	●
	两岸坝段	○	●	●	●
	坝趾附近	●	●	●	●
	廊道	○	●	●	●
	排水系统	●	●	●	●
输、泄水设施	进水塔(竖井)	○	●	●	●
	洞(管)身		○	●	●
	出口	○	●	●	●
	下游渠道	○	●	●	●
溢洪道	进水段	○	●	●	●
	控制段	○	●	●	●
	泄水槽	○	●	●	●
	消能设施	○	●	●	●
	下游河床及岸坡	○	●	●	●
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	○	●	●	●

续表

项目(部位)		日常检查	年度检查	定期检查	应急检查
近坝库岸	库区水面	○	●	●	●
	近坝区岩体	○	●	●	●
	高边坡	○	●	●	●
	滑坡体	○	●	●	●
电站		○	●	●	●
管理与保障设施	应急预案		●	●	●
	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		●	●	●

注：有●为必须检查项目，有○为可选检查内容。

仪器监测项目有气温、水位、降雨量、水温、变形、渗流、应力应变、振动反应、地震以及泄水建筑物水力学监测等，其中地震及水力学监测属于专项监测项目，不是每个工程都要求进行的。监测项目的设置主要根据工程等级、规模、结构形式以及地形、地质条件、地理环境等因素决定。表 1-2 为混凝土坝仪器监测项目分类表，表 1-3 为土石坝仪器监测项目分类表。

表 1-2 混凝土坝仪器监测项目表(SL601—2013)

监测类别	监测项目	大坝级别			
		1	2	3	4
现场检查	坝体、坝基、坝肩及近坝库岸	●	●	●	●
变形	坝体表面位移	●	●	●	●
	坝体内部位移	●	●	●	○
	倾斜	●	○	○	
	接缝变化	●	●	○	○
	裂缝变化	●	●	●	○
	坝基位移	●	●	●	○
	近坝岸坡位移	●	●	○	○
地下洞室变形	●	●	○	○	