

水=库=管=理=人=员=培=训=教=材

水库工程检查观测

华北水利水电学院主编



水利电力出版社

水库管理人员培训教材

水库工程检查观测

华北水利水电学院主编

水利电力出版社

内 容 提 要

检查观测是水库工程管理工作中的重要组成部分。本书共分九章，主要介绍水工建筑物的变形、渗流观测以及水库水文、泥沙淤积等观测的基本知识、观测方法和成果的整理分析。

本书可作水库运行管理人员的培训教材，亦可供从事水库管理工作的同志和有关院校师生参考。

水库管理人员培训教材
水 库 工 程 检 查 观 测
华北水利水电学院主编

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本14 $\frac{1}{2}$ 印张317,400字

1979年5月第一版 1979年5月北京第一次印刷

印数 00001-11810册 每册 1.15 元

书号 15143.3425

前 言

水库管理工作的好坏不仅关系到工农业生产和国民经济的发展，而且还关系到千百万人民生命财产的安全。为了加强水库管理工作，确保工程安全，充分发挥水库综合效益，不断提高水库管理人员水平，水利电力部水文水利管理司组织有关高等院校和水库工程管理机构，编写了一套水库管理人员培训教材。《水库工程检查观测》一书是这套培训教材之一，主要介绍一般大中型水库各种建筑物检查观测的内容和方法、建筑物状态变化和工作情况观测的原理方法、仪器设备、精度要求和成果计算，以及观测资料的整理分析方法，使水库管理人员能够较系统地掌握水库工程检查观测方面的基本知识。

本书由华北水利水电学院、岳城水库管理处、武汉水利电力学院共同编写。参加执笔的有王正宏、江泳、张培基、孔令文、戴荣法、王轶欧、蒋玉田、龚维绚、王文兴等同志，并由江泳同志汇编。本书在编写过程中，得到华东水利学院、丰满发电厂、新安江水力发电厂、汾河水库灌溉管理局、王快水库管理处、岸堤水库管理局、水利电力部南京自动化研究所等单位的大力支持，提供了资料。初稿写成后，由水利电力部水文水利管理司和水电出版社主持召开了有若干省水电局、水库管理单位的技术干部、工人和高等院校教师参加的审稿会，对书稿进行了认真审查，提出不少宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于我们调查研究不够，水平有限，书中存在的缺点和错误，请读者提出意见，以便今后补充修正。

编 者

一九七八年九月

符 号

| | |
|-----------|--|
| a | 常数 |
| B | 宽度(米) |
| b | 宽度(米) 系数 |
| c | 系数 凝聚力(吨/米 ² 、公斤/厘米 ²) |
| $D(d)$ | 直径(米、厘米) 距离(米、厘米) |
| E | 弹性模数(公斤/厘米 ²) |
| $H(h)$ | 水位(米) 高度(米) 高程(米) |
| K | 系数 |
| k | 系数 渗透系数 相对误差 |
| L | 长度(米) |
| M | 中误差 流量系数 |
| m | 中误差 |
| $N(n)$ | 项数 |
| P | 作用力(吨) 压力(吨) |
| $Q(q)$ | 流量(米 ³ /秒、升/秒) |
| r | 半径(米、厘米) |
| S | 沉陷量(毫米、米) |
| $T(t)$ | 时间(年、月、日、时、秒) 温度(°C) |
| $V(v)$ | 流速(米/秒) 误差 |
| W | 扬压力 |
| γ | 容重(吨/米 ³ 、克/厘米 ³) |
| Δ | 误差 极限误差 |
| δ | 误差 位移量(毫米) |
| Σ | 代数和 |
| σ | 应力(公斤/厘米 ²) |
| ω | 面积 |
| λ | 波长 |
| μ | 流量系数 |
| ϕ | 位势 |

目 录

前 言

| | |
|---------------------------|----|
| 第一章 概论 | 1 |
| 第一节 检查观测工作的目的和意义 | 1 |
| 第二节 检查观测工作的内容和要求 | 2 |
| 第二章 水库的检查观察 | 5 |
| 第一节 概述 | 5 |
| 第二节 土坝的检查观察 | 5 |
| 第三节 混凝土坝和砌石坝的检查观察 | 7 |
| 第四节 放水洞的检查观察 | 8 |
| 第五节 溢洪道的检查观察 | 8 |
| 第六节 闸门启闭机等金属结构的检查观察 | 9 |
| 第七节 其他检查观察 | 10 |
| 第三章 观测误差的基本知识 | 11 |
| 第一节 误差的概念 | 11 |
| 第二节 衡量精度的标准 | 14 |
| 第三节 误差的实际运算 | 16 |
| 第四章 土坝的变形观测 | 22 |
| 第一节 概述 | 22 |
| 第二节 视准线法观测土坝水平位移 | 22 |
| 第三节 前方交会法观测土坝水平位移 | 34 |
| 第四节 水准测量法观测大坝垂直位移 | 49 |
| 第五节 连通管法观测垂直位移 | 55 |
| 第六节 土坝固结观测 | 56 |
| 第七节 土坝孔隙水压力观测 | 62 |
| 第八节 土坝裂缝观测 | 68 |
| 第五章 混凝土坝和砌石坝的变形观测 | 70 |
| 第一节 概述 | 70 |
| 第二节 引张线法观测水平位移 | 72 |
| 第三节 垂线法观测坝体挠度 | 79 |
| 第四节 混凝土坝伸缩缝观测 | 84 |

| | | |
|-----|--------------------|-----|
| 第五节 | 混凝土和砌石建筑物裂缝观测 | 86 |
| 第六章 | 水工建筑物的渗流观测 | 89 |
| 第一节 | 概述 | 89 |
| 第二节 | 土坝浸润线观测 | 90 |
| 第三节 | 坝基渗水压力观测 | 99 |
| 第四节 | 绕坝渗流观测 | 102 |
| 第五节 | 混凝土和砌石建筑物的扬压力观测 | 103 |
| 第六节 | 渗流量观测 | 107 |
| 第七节 | 渗流水的透明度检定 | 115 |
| 第七章 | 水库水文观测 | 117 |
| 第一节 | 降水量观测 | 117 |
| 第二节 | 水位观测 | 121 |
| 第三节 | 流量观测 | 126 |
| 第四节 | 水温观测 | 131 |
| 第五节 | 含沙量测验 | 136 |
| 第六节 | 波浪观测 | 140 |
| 第七节 | 冰凌观测 | 146 |
| 第八节 | 水质污染检测 | 148 |
| 第八章 | 库区泥沙淤积观测 | 152 |
| 第一节 | 概述 | 152 |
| 第二节 | 测量控制系统的建立 | 153 |
| 第三节 | 测淤断面与测深点的布置 | 154 |
| 第四节 | 测深方法及工具 | 155 |
| 第五节 | 测深点的定位 | 155 |
| 第九章 | 观测成果的整理分析 | 158 |
| 第一节 | 概述 | 158 |
| 第二节 | 回归分析方法 | 161 |
| 第三节 | 水位和温度观测资料的整理分析 | 174 |
| 第四节 | 土坝变形观测资料的整理分析 | 179 |
| 第五节 | 混凝土和砌石建筑物变形资料的整理分析 | 188 |
| 第六节 | 渗流观测资料的整理分析 | 200 |

第一章 概 论

第一节 检查观测工作的目的和意义

伟大领袖和导师毛主席指出：“水利是农业的命脉”。建国以来，在党的领导下，广大人民群众为了战胜洪、涝、旱等自然灾害，发展生产，兴建了大量的水库工程。这些水库工程，在防洪、灌溉、发电、养鱼以及工业和城市供水等方面日益发挥着巨大的效益，对促进工农业生产，发展国民经济和保证广大人民生命财产的安全，有着十分密切的关系。

“大家明白，不论做什么事，不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关联，就不知道那件事的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事”。比如，要了解一个人是否健康？有没有病？有什么病？就需要通过认真细致的体格检查，掌握这个人生理系统的功能是否正常来进行判断。水库建成后，无时无刻不处在运动过程中，并经常受到各种外界因素的影响，各项建筑物的状态和工作情况始终不断地在变化着。水库究竟有没有病害，能否安全运用发挥效益，就必须通过全面系统的检查观测，随时掌握水库的动态来进行判断。

事物的发展必然有一个由量变到质变的过程。大量事实证明，水库发生破坏事故，事前总是有所预兆的。对水库进行认真系统的检查观测，就能及时掌握水库的状态变化，在发现不正常情况时，及时采取加固补强措施，把事故消灭在萌芽状态中，从而确保水库安全运用。

由于我们对自然规律的认识还有待深入，不可能对所有影响水库各项建筑物的复杂因素都进行精确的计算。因此在水工设计中往往采用一些经验公式、实验系数或用简化公式作为近似解。已成的水库是一比一的模型，对已成水库进行全面系统的检查观测，不仅能验证设计的正确性和鉴定施工质量，而且可以取得最可靠的第一性资料提高科学技术水平。

综上所述，对水库进行检查观测工作具有十分重要的意义，可以达到下述目的：

(1) 监视掌握水库的状态变化，以及时发现不正常现象，分析原因采取措施，改善运用方式，防止发生破坏事故，确保水库安全。

(2) 掌握水位、蓄水量等情况，以了解水库的工作状态，为正确运用提供依据，发挥水库最大效益。

(3) 分析判断水库的运用和变化规律，验证设计数据，鉴定施工质量，为提高设计施工和科学研究工作水平提供资料。

由此可见，检查观测是水库管理人员的耳目，是水库管理工作中必不可少的重要组成部分。如果不对水库进行检查观测，不了解水库的工作情况和状态变化，盲目地进行运用是十分危险的。国外不少垮坝实例证明，由于缺乏必要的检查观测工作，以致有些水库的工程缺陷没有能及时被发现而迅速发展，最后垮坝失事，酿成巨大的灾害。例如，法国的马尔巴塞拱坝，由于拱坝岸坡局部岩石软弱，使拱座发生不均匀变形和滑坡而导致崩溃。拱坝溃决后，坝下八公里处一兵营500名士兵全部死亡，距坝十公里处的费雷茄斯城变成废

墟。事后，调查委员会认为，该坝运转期间没有设置观测仪器，对建筑物缺少定期检查，对大坝破坏前的变形情况未能及时充分了解，作出有效的补救措施，这是出事的因素之一，并认为主要经验教训是：“坝应配备足够数量的观测设备，对坝进行系统的观测”。

我国解放以前，全国只有几座较大的水库，更谈不上水库检查观测工作。建国以来，在各级党委的重视和领导下，随着水库的大量兴建，水库检查观测工作也得到迅速发展，取得显著的成绩。早在五十年代，很多大中型水库都普遍开展了垂直位移、水平位移、渗流量、土坝浸润线、混凝土坝扬压力等项观测。各地还创制了多种观测测压管水位的电测水位器，以及三向测缝标点、测点保护设备等。此外，还成功地利用方格座标法观测水跃，用透明度管观测渗流水浑浊度等简易有效的观测方法。到了六十年代，水库数量剧增，检查观测工作也有很大发展，观测项目日益完整，观测仪器设备和方法也有很大提高和改进。如用连通管观测垂直位移提高了工效，成批生产差动电阻式仪器等。在检查观测工作日益完善的基础上，水利电力部编制了《水工建筑物观测技术手册》，进一步推动了检查观测工作的发展。七十年代以来，水库检查观测工作发展和提高到一个更新的阶段。水平位移观测由于采用强制对中器和前方交会法而大大提高了精度，并试用激光等先进技术观测水平位移。混凝土坝普遍采用精度较高的引张线、正锤、倒锤等方法观测变形，而水位、降水量、测压管水位等观测开始向自记、远传和自动控制发展。如北京市官厅水库成功地使土坝浸润线观测全部自动控制，达到了先进水平。超声波探伤、水下检修、水下电焊、水下摄影、水下电视等技术也日益普及。特别是对观测资料的分析研究，也获得了很大的发展和提高，不仅保证了水库的安全运用，而且为病险库处理和设计、施工、科学研究工作提供了大量宝贵的第一性资料。

例如广东鹤地水库根据扬压力观测资料的分析，发现溢洪道的滑动安全系数偏低，及时采取了加固措施。河南南谷洞水库堆石坝基础渗漏，通过观测研究，采取了混凝土防渗墙处理，保证了水库安全。北京官厅水库运用初期，发现坝头绕坝渗流引起坝脚下游冒水，通过观测研究进行了处理，至今安全运用二十多年，发挥了巨大的效益。

当前，全国人民认真贯彻抓纲治国的伟大战略决策，工业学大庆、农业学大寨，形势大好。水库检查观测工作也必将随着国民经济和科学技术的飞跃发展而迅速提高到一个新的水平。为确保水库安全运用，充分发挥效益，促进工农业生产，实现四个现代化，水利战线广大职工正为把我国建设成为强大的社会主义国家而努力奋斗。

第二节 检查观测工作的内容和要求

水库的检查观测一般可分为以下几部分：

1. 水工建筑物的检查观察
2. 变形观测

变形观测包括垂直位移、水平位移、裂缝等。土工建筑物还有固结观测，混凝土建筑物还有挠度、伸缩缝观测。

3. 应力、温度观测

土工建筑物的应力观测包括土压力、孔隙水压力观测。

混凝土和砌石建筑物包括应力、应变、温度、钢筋应力等。

应力、温度观测通常又称为内部观测，因此，也有将上述变形观测称为外部观测的。

4. 渗透观测

土工建筑物的渗透观测包括浸润线、渗流量、渗水透明度、导渗效果及绕坝渗流等观测。混凝土和砌石建筑物包括扬压力、渗流量等观测。

5. 水流形态观测

包括水流平面形态、水跃、水面线、挑射水流等观测。

6. 库区地形变化观测

7. 水文气象观测

包括降水量、水位、流量、波浪、冰凌、水温观测以及水质检测等。

水库管理单位除必须对各项建筑物进行检查观察外，还应根据水库规模大小、建筑物结构型式、以及工程的具体情况，参考表 1-1 确定观测项目。

水利电力部制订的《水工建筑物观测工作手册》(以下简称《观测手册》)，对水库的检查观测作了全面的规定和要求。本教材仅就一般大型水库和中型水库通常进行的观测项目，从培训观测人员的角度出发，对该手册进行说明和补充。如有未涉及的内容或与《观测手册》有矛盾，可参照《观测手册》办理。

检查观测工作的内容包括：

- (1) 观测系统的设计；
- (2) 观测设备的安装和埋设；
- (3) 现场观测；
- (4) 成果的分析研究；
- (5) 资料的整编刊印。

在确立观测系统时还需要遵循以下的原则：

(1) 水库各个水工建筑物观测项目、测次、时间的确定，要有明确的目的性和针对性，既要全面，又要有重点，以能监视工程的工作情况、掌握工程状态变化规律。

(2) 每项观测的测点要合理布置、精心埋设，要求有足够的代表性，以能掌握工程变化的全貌。

(3) 观测测次的规定，应保证资料的系统性和连续性，以能掌握测点变化的全过程。

(4) 建筑物状态变化的观测项目，应与荷载及其他影响因素的观测项目同时进行，相互影响的观测项目应配合进行，以求正确反映客观实际情况。

为使水库检查观测工作切实起到保证水库安全正常运用的作用，特提出如下要求：

(1) 检查观测人员应努力学习马克思列宁主义、毛泽东思想，不断提高阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟。要学习大庆、大寨的革命精神，三老四严，认真负责，熟悉工程情况，刻苦钻研技术，坚守工作岗位，提高工作水平。

(2) 必须宣传群众、发动群众，充分依靠群众，使专业观测人员与群众密切结合，做好检查观测工作。

(3) 观测设备要精心设计、精心施工。竣工后要绘制竣工图，填制考证表。

(4) 要制订切实可行的检查观测工作制度，加强岗位责任。要做到“四无”(无缺测、

无漏测、无不符精度要求、无违时)；“四随”(随观测、随记录、随校核、随整理)；“四固定”(固定人员、固定仪器、固定测次、固定时间)。

(5) 观测成果应及时进行分析，研究判断建筑物工作情况和状态变化规律。发现异常情况，应分析原因，提出处理措施。

(6) 现场观测的原始记录，成果分析资料，以及观测设备的考证资料，应定期进行整编刊印，作为水库的重要技术档案长期妥善保存。

(7) 每隔一定时间，对检查观测工作进行技术总结，并对水库各建筑物工作状态作出鉴定，提出水库运用和维修的意见。

表 1-1 水工建筑物观测项目表

| 观测项目 建筑物类型 | 变形观测 | | | | | 应力温度观测 | | | | | 渗透观测 | | | | | 水文气象观测 | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|----|----|----|--------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|--------|------|------|-----|----|----|----|----|----|------|
| | 水平位移 | 垂直位移 | 固结 | 挠度 | 裂缝 | 伸缩缝 | 土压力 | 孔隙压力 | 内部压力 | 内部温度 | 钢筋应力 | 浸润线 | 扬压力 | 渗流量 | 渗水透明度 | 导渗效果 | 绕坝渗流 | 库区淤积 | 降水量 | 水位 | 流量 | 波浪 | 冰凌 | 水温 | 水质检验 |
| 大型水库土石坝 | ☆ | ☆ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | | | | ☆ | | ☆ | ○ | ○ | ○ | | ☆ | ☆ | | ○ | ○ | | ○ |
| 中型水库土石坝 | ☆ | ☆ | | | ○ | | | | | | | ☆ | | ☆ | ○ | ○ | ○ | | ☆ | ☆ | | | | | ○ |
| 混凝土坝 | ☆ | ☆ | | ○ | ○ | ☆ | | | ○ | ○ | ○ | | ☆ | ☆ | | | ○ | | ☆ | ☆ | | | | ○ | ○ |
| 砌石坝 | ☆ | ☆ | | | ○ | | | | ○ | | | | ☆ | ☆ | | | ○ | | ☆ | ☆ | | | | | ○ |
| 溢洪道 | ☆ | ☆ | | | ○ | | ○ | | | | | | ○ | | | ○ | | | ☆ | ☆ | ☆ | | ○ | | |
| 放水洞 | | | | | ○ | ○ | | | | | ○ | | | | | | | | ☆ | ☆ | ☆ | | | | |
| 水库 | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | | ☆ | ☆ | ☆ | | | | ○ |

注 1. “☆”为必测项目；“○”为建议观测项目；
2. 多泥沙河流上的水库，库区淤积为必测项目。

第二章 水库的检查观察

第一节 概 述

用专门的仪器设备进行观测的项目虽可获得比较精确的数据，但也存在一定的局限性。因为固定测点的布设仅是建筑物上某几个典型断面上的几个点，而建筑物的局部损坏如裂缝、渗水、塌坑等往往不一定正好发生在测点位置上，也不一定正好发生在进行观测的时候。因此，为了及时发现水工建筑物的异常情况，必须对建筑物表面进行经常的巡回检查观察。不少实例说明，水库工程的缺陷和损坏是由检查观察发现的。例如某水库曾发生土坝迎水坡局部滑动、防渗铺盖裂缝塌坑、以及副坝下游坝坡塌坑等问题，都是通过表面观察发现的。由此可见，建筑物表面的检查观察是水库管理工作中的重要组成部分，对于保证水库安全具有十分重要的意义。

水库的检查观察从广义来说包括经常检查、定期检查和特别检查。

经常检查是用眼看、耳听、手摸等直觉方法或用简单的工具，经常对建筑物表面进行检查和观察，了解建筑物是否完整，有无异常现象。

定期检查是每年汛前汛后组织一定力量，对水库工程进行全面的检查。

特别检查是当水库发生比较严重的破坏现象、或者对水库安全有重大怀疑时，组织专门力量所进行的检查。

定期检查和特别检查需按照事先制订的计划进行，必要时要报请上级部门批准和派人参加。本教材仅介绍经常检查观察的一般内容。

水库检查观察工作应注意以下的要求：

(1) 水库检查观察应有专人负责，也要宣传群众，动员群众，教育和发动管理单位职工和家属，特别是水库周围的居民，开展群查、群察、群报。

(2) 水库管理单位要根据工程的具体情况和特点，制订一套切实可行的检查观察制度，具体规定检查的时间、部位、内容和要求，并确定经常的巡回路线和检查观察顺序。

(3) 在高水位、暴雨、大风、泄洪、结冰以及水位消落等情况下，应对建筑物容易发生变化或遭受损坏的部位加强检查观察。在水库所在地区发生五度以上地震后，应对水库进行全面的检查。

(4) 每次检查观察都应进行记录，发现有异常现象，更要作详细记载，绘出草图，并即报告领导。

第二节 土坝的检查观察

(1) 对土坝应经常注意检查坝顶路面、防浪墙、护坡块石及坝坡等有无开裂、错动等现象，以判断坝体有无裂缝。必要时，可挖开路面或块石护坡进一步检查。

发现坝体产生裂缝后，应即对裂缝进行编号，测量裂缝所在的桩号、距坝轴线的距离、

长度、宽度、走向等，详细记载，并绘制裂缝平面分布图。对横向裂缝和较重要的纵向裂缝应设置标志，定期进行裂缝观测。必要时可进行坑探，观测裂缝深度。裂缝长度、宽度、深度等测量，详见第四章中土坝裂缝观测一节。

(2) 检查观察发现土坝发生纵向的裂缝，应进一步检查判断坝体是否发生滑坡。一般来说滑坡裂缝具有下述特征：

- 1) 裂缝两端向坝坡下部弯曲，缝呈弧形。
- 2) 裂缝两侧产生相对错动，挖坑检查裂缝下端往往向坝趾方向弯曲，并可看出有明显擦痕。
- 3) 缝宽与错距的发展逐渐加快，与沉陷裂缝的发展随时间而减缓显然不同。
- 4) 滑坡裂缝的下部往往有隆起现象。

当发现坝体发生滑坡后，应即参照裂缝观测，测量裂缝部位、走向、缝长、缝宽等，画出滑坡裂缝平面位置图，作出详细记录。必要时进行照相和坑探。同时应加强变形和渗透观测。

检查土坝有无滑坡现象应特别注意掌握一些关键时刻：

- 1) 高水位持续期间应注意检查下游坡有无滑坡现象。
- 2) 水位消落过程中和大幅度降低库水位后，应注意检查上游坡有无滑坡现象。
- 3) 暴雨期间应注意检查上下游坝面有无因饱和而产生滑坡。
- 4) 发生四度以上地震后，应全面检查上下游坝坡是否发生滑坡。

如河北省某水库在一次放空水库后，发现上游坝坡的护坡块石松动。经检查有平行坝轴线的纵向裂缝，长210米，最大缝宽32厘米，并有错距约50厘米。随即进行了坑探，发现裂缝下端向上游倾斜，坡度为1:0.9，有明显的破碎带，其间为软泥夹硬土块，挖深一米以下，破碎带基本上均为硬土片。后又开挖检查竖井两个，查明裂缝深为7~9米。经检查分析，该坝因水位消落幅度太大以及施工质量等因素而发生局部浅层滑坡。

(3) 对土坝还要注意检查观察是否发生塌坑。发现坝面有塌坑时，要测量塌坑离坝轴线的距离、桩号、高程、坑面直径大小、形状和深度等，并详细记录，绘出草图，必要时进行照相。

坝体发生塌坑大部分是由渗流破坏而引起的。因此，发现坝体塌坑后，应加强渗透观测，并根据塌坑所在部位分析其产生的原因。例如：塌坑位置正好在坝内放水洞轴线附近，则有可能是因坝内放水洞漏水引起的；紧靠反滤坝趾上游发生塌坑，就可能是反滤坝趾发生破坏；塌坑紧挨进水塔壁，有可能是进水塔壁裂缝漏水或塔身与放水涵管连接处断裂漏水；塌坑紧靠山坡，则可能是坝体与岸坡接合不好发生渗流破坏，或者由于浇坝渗流引起的。在排除渗流破坏引起塌坑的可能性后，则有可能是由于坝身局部施工质量太差，或原有的坑回填不实而引起的。

(4) 对土坝下游坡以及坝下游老河槽、台地等，要注意观察有无阴湿、渗水现象。如发现坝下游坡脚某高程以下全部湿润，说明坝体浸润线从坝坡出逸，应加强浸润线和渗流量观测，并分析原因，采取处理措施。如发现坝后翻沙冒水，很可能是管涌、流土的先兆，应及时研究采取抢护措施，加强渗透观测。

对土坝的反滤坝趾、集水沟、减压井等导渗降压设备，要注意检查观察有无异常或损

坏现象。还应注意观察坝体与岸坡或溢洪道等建筑结合处有无渗漏。

(5) 对土坝坝面要注意观察:

- 1) 沿坝面库水有无漩涡或变浑。
- 2) 干砌石护坡有无松动、翻起、架空、垫层流失等现象。
- 3) 浆砌石护坡有无裂缝、下沉、折断、或垫层掏空等现象。
- 4) 草皮护坡及土坡有无坍塌, 雨淋坑、冲沟、裂缝等现象。
- 5) 坝面排水系统是否通畅, 有无堵塞或损坏。
- 6) 大风期间要注意观察波浪对坝面的影响, 块石护坡有无损坏。
- 7) 结冰期间要注意观察库面冰盖对坝面的影响。如护坡是否被冰挤坏等。

(6) 对坝顶防浪墙也需注意检查有无裂缝、变形、倾斜等情况, 尤其在高水位、大风期间更要加强观察。发现防浪墙断裂, 应进一步分析原因, 检查是否坝体发生裂缝。

如河北省某水库检查发现防浪墙多处断裂。在坝体沉陷量较大部位, 表现为挤压裂缝, 沉陷量较小部位, 则表现为张拉裂缝。经挖开坝顶路面检查, 坝体没有裂缝。说明坝体土料有较大塑性, 固结后, 因坝高不一, 坝顶沿纵向成波谷形, 防浪墙随坝体及不均匀沉陷产生裂缝。

(7) 对土坝还应经常检查有无兽洞、蚁穴等隐患, 特别是草皮护坡, 更应加强检查有无狐、獾、鼠、蛇、白蚁、穿山甲等土栖动物的洞穴。我国南方地区白蚁为害严重。近年来, 河南省有些土坝也发现白蚁危害。检查土坝有无白蚁, 主要是经常注意观察坝坡杂草丛生阴湿处有无泥被泥线。白蚁离巢到土面采食的食料线外露部分呈条形的“泥线”, 成片状的叫“泥被”。泥被泥线不仅是白蚁的食料线, 又是其外出活动隐蔽自己来往的通道。如果不易找到泥被泥线, 则可在坝坡上将表土铲除10~20厘米, 如有白蚁, 过一个晚上, 就会在新铲土面重做泥被泥线。对怀疑有白蚁的土坝, 还可在坝面每隔20米左右挖一30×30×30厘米的土坑, 在坑内放入白蚁爱食的桉树皮、甘蔗渣、松木和杂草等, 上面盖以草皮保持湿润, 四周开挖排水沟, 过七至十天检查有无白蚁。发现泥被泥线, 就可找到泥路, 追寻蚁窝, 予以彻底消灭。

第三节 混凝土坝和砌石坝的检查观察

(1) 对混凝土坝和砌石坝坝顶、坝面和廊道内要经常检查观察有无裂缝。对于较高的坝, 用目测观察坝面有困难的, 可在适当位置用经纬仪上的望远镜进行观察。上游坝面还可在船上观察检查。

发现坝身有裂缝时要量测裂缝所在坝段(或桩号)、高程、走向、长度、宽度等, 并详细记载, 绘制裂缝平面位置图、形状图, 必要时进行照相。对于较重要的裂缝, 应埋设标点和标志, 定期观测裂缝长度和宽度变化。观测方法见第五章中有关裂缝观测一节。

(2) 对混凝土坝和砌石坝应经常检查观察下游坝面、溢流面、廊道及坝后地基表面有无渗水现象。特别是高水位期间要加强观察。如发现有渗水现象, 应测定渗水点部位、高程、桩号等, 并详加记载, 绘制渗水位置图, 或进行照相。必要时, 需定期进行渗水量观测。

冬季结冰期间，应注意观察渗水结冰情况。在下游坝面或廊道内发现渗水出逸点，经分析怀疑上游面有漏水孔洞时，应尽可能查明进行处理。有条件的可降低水位检查或进行水下检查。

(3) 对混凝土坝和砌石坝的溢流面要注意观察有无冲蚀、磨损及钢筋裸露现象。

对混凝土坝表面还需观察有无脱壳、剥落、松软、侵蚀等现象。混凝土脱壳可用木锤敲击，听声响进行判断。表面剥落，应观察剥落的位置、面积、深度情况。松软程度，可用手指、刀子等试剥的方法进行判断。

(4) 混凝土坝和砌石坝的集水井、排水管、以及护坦、消力池的排水孔等，应注意观察排水是否正常，有无堵塞现象。

(5) 北方地区的水库，在冬季结冰期间要注意观察库面冰盖对坝体的影响，并加强变形观测。

(6) 对混凝土坝的伸缩缝要注意观察随气温变化的开合情况、止水片和缝间填料是否完好，有无损坏流失等情况。

第四节 放水洞的检查观察

放水洞是水库的重要组成部分，尤其是坝内埋管对水库安全关系更为密切。因此，加强放水洞的检查观察十分重要。

(1) 水库初次蓄水时，应注意检查放水洞顶土坝坝体及放水洞壁有无裂缝和渗水现象。

(2) 放水洞泄流期间应注意观察：

1) 洞顶土坝上下游坝坡以及进水塔（或竖井）周围有无裂缝、塌坑、渗水；

2) 注意观察和倾听洞内有无异常声音，如有咕咚咚阵发性响声或轰隆隆的爆炸，说明洞内可能产生明满流交替现象，或有气蚀；

3) 注意观察出口水流形态是否正常以及消能设备有无破坏现象。

(3) 放水洞停水期间，要注意观察出口是否流水和消力池、海漫等有无冲刷、磨损。

放水洞径较大可以进入的，应进洞检查洞壁有无裂缝、渗水；闸门槽、弯道和岔道处有无气蚀；闸（阀）门有无漏水，止水设备是否完好；闸（阀）门及门槽等金属结构有无油漆脱落、变形、脱焊、断裂等损坏现象。

(4) 对放水洞出口水流形态可进行目测，并利用建筑物出口平面图勾绘水流形态示意图。水跃可利用消力池边墙绘制方格坐标进行观测。

第五节 溢洪道的检查观察

溢洪道是水库渲泄洪水的建筑物。对保证水库安全关系十分重大。许多实例证明，不少水库由于溢洪道不能及时泄洪而招致垮坝失事。为此，必须对溢洪道进行经常的检查观察，随时保持溢洪道的正常工作能力。

(1) 对溢洪道的闸墩、底板、边墙、胸墙、消力池、溢流堰等结构，要检查有无裂

缝和损坏。

(2) 对溢洪道的进水渠要检查两岸有无崩坍现象, 应保证溢洪道进口有足够的宽度和边坡。溢洪道两侧岩石裂隙发育、严重风化或是土坡者, 应注意检查坡顶排水系统是否完整。溢洪以后和融冰时期要加强检查。发现有坍落的土石方, 应即予以清除。

(3) 有闸门控制的溢洪道挡水期间, 要检查观察闸墩、边墙、底板等有无渗水现象。无闸门控制而用临时土埝挡水的, 应检查土埝下游坡及坡趾等部位有无裂缝、渗水、冒沙等现象。

(4) 大风期间, 应注意观察风浪对闸门的影响。如广东某水库溢洪道弧形闸门因受风浪冲击而使支臂严重变形。

冬季结冰地区的水库, 应注意冰盖对闸门的影响, 必要时应采取保护措施, 使闸门避免承受冰压力。

(5) 溢洪道泄洪期间应注意观察漂浮物对溢洪道胸墙、闸门、闸墩的影响。特别要注意是否卡堵门槽。如美国堪永湖坝即因杂物卡堵溢洪道而漫坝失事。

(6) 溢洪道泄洪期间尚应注意观察溢流堰下和消力池的水流形态以及陡坡段水面线有无异常变化。

泄洪以后应及时检查溢流堰前进水渠段有无坍坑、崩岸; 陡坡段有无磨损; 消力池(或挑流鼻坎) 有无冲刷; 以及下游冲刷坑的长度、深度等情况。

(7) 对永久溢洪道的临时挡水子埝和自破式、爆破式非常溢洪道的爆破孔或防冲设施等, 要经常检查, 保持完好状态。

第六节 闸门启闭机等金属结构的检查观察

(1) 对放水洞、溢洪道等泄水建筑物的闸门应经常检查有无变形、裂纹、脱焊等损坏现象; 油漆是否脱落, 有无锈蚀; 闸门主侧轮、止水设备是否正常; 闸门及闸门槽有无气蚀等情况。闸阀门部分开启闭时, 应注意观察闸阀门有无震动情况。

(2) 对闸门的启闭机应经常检查运转是否灵活; 制动设备熔断器、安全阀、限位开关、过负荷开关等安全设备是否准确有效; 以及电源系统、传动系统、润滑系统等是否正常。对平时极少用的溢洪道闸门启闭机, 应在汛前进行试运转, 并在整个汛期经常检查, 保持启闭灵活。

(3) 对溢洪道闸门启闭机还应检查备用动力设备或手动启闭是否可靠。

(4) 启闭机运转过程中要注意检查其工作状态。发现有不正常的声响、震动、发热、冒烟等情况应立即停车检查, 分析原因, 进行检修。

(5) 对连接闸门的钢丝绳、节链、拉杆、螺杆等要注意检查有无锈蚀、裂纹、断丝弯曲等损坏现象。吊点结构是否牢固可靠。

(6) 对金属结构表面, 要观察有无油漆剥落和锈蚀现象。

(7) 对焊接的金属结构, 应观察有无裂缝和开焊现象。一般可采用以下的方法:

1) 察看金属表面, 如有一条凸起的红褐色铁锈, 附近有流锈或油漆开裂现象, 就可能

2) 用木锤敲击金属构件, 如声音哑不脆, 传声不匀, 有突然中断现象, 附近可能有裂纹;

3) 在发现有裂纹迹象的金属表面, 滴以煤油, 观察其渗散情况, 如油渍不成圆弧形渗开, 在某处截然渗印成线条, 该处即为裂纹;

4) 在焊缝的一侧涂以白粉笔灰, 然后在其另一侧滴以煤油, 如煤油渗至有粉笔灰的一侧, 即有开焊现象;

(8) 对铆接的金属结构, 应注意检查铆钉有无松动。铆钉松动一般表现为:

1) 铆钉头周围有水锈痕迹或周围油漆有裂纹;

2) 用小锤轻敲铆钉头, 发生哑或震动的声响;

3) 用锤轻敲钉头一侧, 用手指按在另一侧, 感到震手或钉头颤动;

4) 用锤轻敲钉头一侧, 用一圆头铁棒的圆头按在另一侧, 棒头有跳起现象。

第七节 其他检查观察

(1) 对拦河坝、溢洪道、放水洞等所有观测标点、基点、设备等, 要经常检查, 保持完好, 防止损坏。对各项观测项目的工作基点、校核基点、水尺、断面桩等, 应定期进行校测。对观测用的仪器量具, 应定期检查进行率定。

(2) 对水库各项建筑物上的木结构, 应观察有无腐朽、开裂、虫蛀、螺栓松动、脱榫、弯曲、油漆脱落等现象。

(3) 对水库各项建筑物的动力和照明设备、安全防护设备以及其它附属设备, 都要注意观察是否正常完好。

(4) 有条件的水库可组织潜水员或利用水下照相、水下电视等方法进行水下部位的检查, 如常年处于水下的门槽、门枢、导向轨道止水设备等有无损坏、气蚀、变形; 行水部分的混凝土面有无磨损、冲蚀和钢筋裸露等等。

(5) 对各水工建筑物的工作桥、交通桥、交通廊道、电梯、爬梯、人孔以及对外交通道路、通讯设备和线路, 均应经常检查, 保持畅通。