

中等专业学校教材

水利工程 技术管理

湖北省水利水电学校

梅孝威

主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中等专业学校教材



水利工程技术管理

湖北省水利水电学校 梅孝威 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书共分十二章,主要内容有:绪论,土石坝的检查观测,混凝土及砌石闸坝的检查观测,土石坝观测资料的整理分析,混凝土及砌石闸坝观测资料的整理分析,土石坝的养护修理,混凝土与浆砌石坝养护修理,水闸和溢洪道及渠系的运用管理,隧洞和涵管的运用管理和堤防管理。并对防汛抢险、堤坝土栖白蚁的防治和冻土地区水工建筑物的冻害与防治作了专门的阐述。

本书为中等学校水利工程管理专业的教材,也可作为水工建筑物、农田水利工程等水利专业的选修教材,还可供从事水利工程管理的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程技术管理/梅孝威主编. —北京:中国水利水电出版社,1999
中等专业学校教材

ISBN 7-5084-0084-4

I. 水… II. 梅… III. 水利工程-技术管理 IV. TV5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 28244 号

书 作 出 版 发 行	名 者 行	中等专业学校教材 水利工程技术管理 湖北省水利水电学校 梅孝威 主编 中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售		
排 印 规 版 次 印 数 定 价	版 刷 格 次 数 价	中国水利水电出版社微机排版中心 北京市兴怀印刷厂 787mm×1092mm 16开本 16.5印张 384千字 2000年5月第1版 2003年6月第3次印刷 3001—5100册 20.40元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

本教材是根据水利部《中等专业学校水利水电类专业教材选题和编审出版规划》编写的，是水利工程管理专业的教材，也可作为水利水电类其他专业的选修教材。

本课程除介绍各种水工建筑物的日常运用和维护外，着重介绍了原型观测与养护修理工作的内容及发展状况。要求学生掌握观测设备的布置、埋设、观测等操作知识，能根据观测资料判断工程安全状况和变化趋势，并能根据具体情况制定对建筑物的加固措施和修理方法，为从事水利工程技术管理打下基础。

参加本教材编写的同志有：湖北省水利水电学校梅孝威（第一、四、五、十、十二章）、四川省水利经济管理学校兰林（第二、三、十一章）、山东省水利学校于纪玉（第七、八、九章）、山西省水利学校解爱国（第六章）。全书由湖北省水利水电学校梅孝威老师主编，陕西省水利学校高安基老师主审。

《水利工程技术管理》是一门实践性很强的课程，内容十分广泛，教学中需要随着我国水利管理技术的发展不断更新完善。虽然在编写中我们力求全面系统地反映当前的实践技术状况，但限于水平，难免存有不妥和疏漏，恳请读者批评指正。我们相信水利工程技术管理这门新兴的学科，一定会随着实践经验的丰富日臻完善成熟。

编 者

1998年6月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 我国水利管理工作的内容和发展	1
第二节 水库枢纽工作状态标准	2
第三节 检查观测和养护维修的目的和意义	3
复习思考题	5
第二章 土石坝的检查观测	6
第一节 土石坝的巡视检查	6
第二节 土石坝水平位移观测	9
第三节 土石坝垂直位移观测	18
第四节 土坝固结观测	22
第五节 土石坝渗流观测	29
复习思考题	38
第三章 混凝土及砌石坝的检查观测	39
第一节 混凝土及砌石坝的巡视检查	39
第二节 混凝土及砌石坝的变形观测	40
第三节 混凝土及砌石建筑物基础扬压力观测	48
复习思考题	53
第四章 土石坝观测资料的整理与分析	54
第一节 观测资料整理分析的基本内容与一般方法	54
第二节 土石坝渗流观测资料的整理与分析	56
第三节 土石坝变形观测资料的整理分析	71
第四节 裂缝观测资料分析	82
复习思考题	84
第五章 混凝土及砌石闸坝观测资料的整理和分析	85
第一节 混凝土及砌石闸坝变形观测资料的整理与分析	85
第二节 混凝土及砌石闸坝渗流观测资料的整理与分析	92
复习思考题	101
第六章 土石坝的养护修理	102
第一节 土石坝的日常维护	102
第二节 土石坝的裂缝与处理	102
第三节 土石坝的渗漏与处理	113
第四节 土石坝的滑坡与处理	133

第五节 土石坝护坡的破坏与修理	138
复习思考题	143
第七章 混凝土与浆砌石坝的养护修理	144
第一节 概述	144
第二节 增加重力坝稳定性的措施	145
第三节 混凝土及浆砌石坝裂缝处理	148
第四节 混凝土及浆砌石坝渗漏处理	159
复习思考题	169
第八章 水闸、溢洪道和渠系的运用管理	170
第一节 水闸的运用和日常养护	170
第二节 水闸的损坏及修理	173
第三节 溢洪道的养护与修理	178
第四节 渠道及渠系建筑物的养护修理	182
第五节 渠道防渗	187
复习思考题	194
第九章 隧洞和涵管的运用管理	195
第一节 隧洞和涵管的日常养护	195
第二节 坝下涵管常见病害及处理	196
第三节 隧洞常见病害及处理	200
复习思考题	205
第十章 堤防管理与防汛抢险	206
第一节 堤防的检查与管理养护	206
第二节 堤防的病害和处理	210
第三节 防汛工作	216
第四节 堤坝险情的抢护	219
复习思考题	233
第十一章 堤坝土栖白蚁的防治	234
第一节 土栖白蚁对堤坝的危害	234
第二节 白蚁的群体及生活习性	234
第三节 堤坝白蚁的检查观察	235
第四节 堤坝白蚁的防治	237
复习思考题	239
第十二章 冻土地区水工建筑物的冻害与防治	240
第一节 季节性冻土	240
第二节 冻土地区水工建筑物冻害破坏	243
第三节 冻土地区水工建筑物冻害的防治	246
复习思考题	254
主要参考文献	255

第一章 绪 论

第一节 我国水利管理工作的内容和发展

一、我国水利管理发展概况和主要成绩

我国是水利历史悠久的国家,长期以来,在管理方面取得了光辉成就,积累了丰富经验。我国古代有过诸如河防、岁修、堵口复堤、通舟保漕等属于水利管理范畴的事迹和制度,代表了各个朝代的水利管理成就。但 19 世纪中叶以后,我国沦为半封建半殖民地社会,不仅水利建设停滞不前,而且已有的一些水利工程也年久失修,管理制度废弛,管理水平已十分落后。直至 20 世纪初,我国才开始学习和引进西方先进的水利科学技术,但管理落后的局面并未有大的改变。

新中国成立 40 多年来,随着水利建设的迅速发展,水利管理事业也在不断发展,其发展过程可大体分为三个阶段。

第一阶段是三年恢复和第一个五年计划期间。在此期间主要是建立新的水利行政管理机构和民主管理制度,大力堵口复堤、疏浚渠道、整修建筑物、组织防汛抗旱活动,广泛开展群众性的水利管理活动。各地工程管理业务逐步发展,建立了水库、水闸等工程的等级标准,有的工程开展了工程检查观测和资料整编工作。

第二个阶段是从“大跃进”到“十年动乱”时期。1958 年的“大跃进”中,大批水利工程上马,成绩显著,但在“左”的思想指导下,“边勘测、边设计、边施工”,不少工程标准低、质量差、尾工多、配套不全,给管理工作留下了后遗症。加之当时“重建设、轻管理”的思想,出现了中小型工程无人管理和管理中乱指挥、乱运用、乱操作的现象。为了建立正常的管理秩序,水利电力部于此后续续颁发了水库、闸坝、堤防管理通则,制定了水利工程检查观测和养护修理的技术规范。但是,从 1966 年开始的“十年动乱”时期,撤消、下放了许多管理机构,大批技术资料、技术档案被销毁,管理制度废弛,秩序一片混乱。加之淮河“75.8”洪水和唐山“76.8”地震,板桥、石漫滩等水库垮坝,陡河、密云等水库出险,天灾人祸交织,水利管理遭遇到空前浩劫。

第三阶段是自改革开放到现在这段时间。中央纠正“左”的错误,从此出现了具有历史意义的伟大转折。水利面貌大为改观,工作成绩十分显著,主要表现在以下几个方面:

(1) 完成了艰巨的管理任务,发挥了巨大的工程效益。建国 40 多年来,交付管理的水库 8.2 万座,水闸 2.6 万座,堤防 20 万 km,灌溉面积 7.2 亿亩,机电排灌设备 6400 万 kW,机井、塘坝皆以百万计。共形成固定资产 1100 亿元。虽然管理任务繁重,但从整体看已较好地完成了对这些工程的管理,发挥了防洪、供水、灌溉、发电和水库养鱼的巨大效益。

仅 1995 年、1996 年两年,水利工程在抵御特大洪水、防止减免洪涝灾害中,挽回的经济损失就达 7800 亿元。在我国不到总数一半的有灌溉设施的土地上生产出全国粮食和经济作物的 60% 多。我国北方过去严重缺水的城市,现在依靠引水工程解决供水问题。水力发电量约占全国总发电量的 20%。全国 8 万余座水库,养殖水面 20 万 km²,占淡水养殖面的

40%。总之，经过水利管理单位的努力，现有水利工程已发挥了巨大的综合效益。

(2) 建立起了覆盖全国的多层次的水利管理组织系统。我国的水利管理机构，40多年来从无到有已逐步建立起来，改革开放后有了更迅速的发展。到80年代后期，由国家管理，即由县级以上各级政府管理的水利工程约2.1万项，设置专管机构1.3万个。

流域机构、地方基层管理机构，加上区乡水利站的管理人员，总数超过50万人，形成了一支相当完整的水利管理队伍。

(3) 改革不断深入，法规日趋完善。党的十一届三中全会以后，扭转了不讲经济效益、重建轻管的思想，使水利管理工作逐步走上了以提高经济效益为中心的轨道上来。把水利工程管理的任务归纳为“安全、效益、综合经营”，制定了“加强经营管理，讲究经济效益”的水利工作方针。党的十四届五中全会提出，水利是国民经济的基础产业，被列为国民经济基础设施的首位。全社会重视水利，也给水利管理工作带来了难得的发展机遇，水利管理工作必将取得了长足的进步。

为维护正常管理秩序，推动体制改革，国家颁布了一系列关于工程管理体制、经营管理和大坝安全管理等的条例和办法，水利管理的法规体系日趋完善。

但是，我们应该看到，目前已建的水利工程还远不能适应国民经济和社会发展的要求，主要表现在水利工程抗灾标准低，老化失修、病险严重。同时在经济上，许多水管单位尚未形成自我维持、自我发展的良性运行机制。今后的工作要以确保工程安全为重点，努力提高经济效益。

二、水利管理的内容

水利管理的内容随着水利事业的发展也在不断充实和发展。从50年代只限于技术管理的内容，发展成了以已建的水利系统为对象，以水利技术为基础，以现代管理科学为手段，以提高经济效益为宗旨的一门新的管理学科。它的内容很广泛，一般可分为工程技术管理和经营管理。

工程技术管理主要有：检查观测、养护维修、防汛抢险、调度控制运用、水源保护和节水、环境与生态效应的观测研究等。

经营管理主要有：组织管理、计划管理、生产管理、财务管理、综合经营管理等。

无论是技术管理还是经营管理，都运用了现代化的管理技术手段。如计算机技术的应用，提高了管理的自动化、现代化水平。

本课程只讲述工程技术管理的内容，包括检查观测、养护维修和防汛抢险等，其他有关水利管理的内容将在《水库控制运用》、《水利工程经营管理》等课程中讲述。

第二节 水库枢纽工作状态标准

我国的水库数量多，维修工程量大，不可能在短期内全部维修完毕。为减少水库事故造成的损失，应对水库进行检测，按病害程度和发生事故后造成损失的大小，分期分批地进行维修。为便于维修工作的正常开展，对水库运行状态的划分必须有一个统一的标准，通常把水库划分为三种状态，即正常状态、病害状态和危险状态。

一、水库枢纽正常状态的标准

当水库枢纽中主要建筑物，如大坝、溢洪道、放水建筑物都达到了设计标准，工程质

量良好，在正常情况下均能安全运行并充分发挥应有的效益，度汛安全标准达到设计要求，那么水库运行可以认为处于正常状态，具体的标志如下。

(1) 大坝的坝顶高程达到设计要求，截面尺寸及构造、水平位移与垂直位移均符合设计要求。

(2) 土坝坝身浸润线无异常现象，并低于设计值，渗流量小于设计值，渗透水流清澈透明，没有严重的裂缝和滑坡现象。

(3) 砌石坝或混凝土坝，实际扬压力满足设计要求，坝身无严重的渗漏及裂缝，坝体的抗滑稳定性达到设计要求。

(4) 坝基与坝两岸没有渗透破坏现象，渗流量符合设计要求。

(5) 溢洪道泄流能力满足设计要求，下游有可靠的消能设施，水流能顺利地进入下游河道。

(6) 放水洞能在水库任何水位下，按设计要求放水，放水洞无断裂和裂缝现象，下游有可靠的消能设施。

(7) 溢洪道和放水洞闸门启闭灵活，能迅速准确地控制流量，并在泄水时无严重振动和侵蚀现象，关闭后无严重的漏水现象。

二、病害水库和危险水库

水库枢纽中的主要水工建筑物均达到设计防洪标准，但低于校核防洪标准或存在一般的病害或隐患，但能迅速维修、安全度汛，这样的水库称为病害水库。

水库枢纽中的主要水工建筑物未达到设计防洪标准或存在严重的病害，不能安全度汛，这样的水库称为危险水库。

对病害水库不及时修理，就会发展成严重的病害，以至造成大事故。对于险库必须组织力量，进行分析研究，提出整治措施和安全度汛的措施，以确保水库安全；并要及时报告上级机关，尽快地加以修复。我国自 1973 年以来，进行了病险库的普查，虽然修复了很多险库，但是消险的任务还很繁重。据 1993 年的初步统计，大型水库的近 20%、中型水库的近 30%、小型水库的 40%，都需要除险加固。加快水库除险加固工作，是水利管理的一项十分迫切艰巨的任务。

处于正常运用状态的水库，由于经常受到水和其他外界条件的作用，仍然必须加强检查观测及日常养护工作，认真贯彻“养重于修、修重于抢”的方针，以保持水库经常处于正常状态。

第三节 检查观测和养护维修的目的和意义

一、检查观测工作的目的和意义

由于影响水工建筑物的自然因素复杂，水工理论技术仍处于发展阶段，同时，水工建筑物的工程量大、施工条件困难，因此，在工程的勘测、规划、设计和施工中难免有不符合客观实际之处。即使建筑物的安全度较高，在长期的运行中，由于受到各种荷载和自然因素的作用，工作状况随时都在变化，甚至运用状态也发生了变化。这种由正常状态转化为病害状态或由病害状态转化为危险状态，是病害发展由量变到质变的过程，其间必然会出现一些异常

的现象。加强检查观测工作,就能及时发现问题,采取有效措施,把事故消灭在萌芽状态,保证建筑物的安全。例如我国丹江口水利枢纽土石坝,通过观测和资料分析,发现测压管水位变化异常,后经挖探证明,坝体填土存在软弱夹层,局部含水量高达40%。及时采取了浇混凝土防渗墙防渗的措施。工程完成不久,即遇上超过千年一遇的洪水,由于已对土石坝进行了加固,因而确保了水库的安全度汛。反之,忽视检测工作,不能及时发现问题,一旦险情发展,就会措手不及,往往导致事故的发生。法国马尔巴塞坝的溃决失事,即是一起因忽视检查观测工作而造成惨重损失的事例。该坝是一座高66.5m的双曲拱坝,1959年建成,当年12月2日晚上突然溃决。失事的当天下午,数名工程师曾对大坝进行了观察,但由于坝内未埋设任何观测设备,未能发现异常现象,还认为坝的运行正常。许多经验和教训告诉我们:水工建筑物的检查观测是水利工程建设中的一个重要环节,是水利工程管理工作中必不可少的重要组成部分。我国现行的有关水工建筑的设计、施工以及管理的规范与通则中已规定,设计部门在进行工程设计时,应同时进行观测设计,规定施工部门指定专人负责安装埋设观测设备,规定检查观测为工程管理的重要工作内容,以确保大坝安全。

水工建筑物在设计时,由于不可能对所有影响建筑物安全的因素都能做到精确计算,常采用一些简化公式,以求得近似解。这些公式能否满足工程使用要求,还需进行实践检验。从施工开始直至整个运行阶段对水工建筑物进行全面系统的观测,不仅可以验证其安全状况,作为鉴定工程质量的依据,而且可以为提高水工设计水平、发展坝工理论提供第一手资料。如美国从30年代起,经过20多年的混凝土重力坝扬压力观测,证实了排水孔幕对降低扬压力的有效性,在后来的设计中,将扬压力计算图形中坝址上游到下游的直线改为在排水孔幕处折减,从而减少了设计扬压力,减轻了重力坝的重量,达到了革新坝工技术的目的。

通过对水工建筑物的检查观测,能了解工程的工作情况和状态变化,以便在保证建筑物安全的前提下,充分发挥工程效益。如我国丰满重力坝系伪满时期所建,工程建设质量十分低劣,观测发现坝体渗漏量、坝基扬压力和坝身水平位移都很大,如遭遇百年一遇的洪水,大坝有倾覆的危险。据此采取了灌浆等加固补强措施,不仅保证了大坝安全,而且使正常蓄水位提高了4m,每年多发电超过3亿kW·h。

综上所述,检查观测工作具有十分重大的意义,可以达到以下几个目的。

(1) 确保工程安全。通过检查观测能及时发现异常现象,分析原因,指导维修工作,防止事故发生,保证工程安全。

(2) 充分发挥工程效益。通过检查观测,判断建筑物在各种运用条件下的安全程度,以便在确保建筑物安全的前提下,充分发挥工程效益。

(3) 验证设计。通过原形观测,对建筑物的设计理论、计算方法和计算指标进行验证,并有利于提高设计水平。

(4) 鉴定施工质量。通过分析施工期观测资料,控制施工进度,保证工程质量。通过运行中观测资料的分析,能更好地鉴定施工质量。

(5) 为科学研究提供资料,以发展水工技术。

二、检查观测的内容

1. 检查观测的项目

水利工程管理单位除必须对各项建筑物进行巡视检查外,还应根据工程规模大小、结

构型式以及工程的具体情况，参照《水工建筑物观测工作手册》的规定，确定观测项目。

水工建筑物的观测项目，概括起来有变形观测、应力应变及温度观测、渗透观测、水流形态观测、水库泥沙淤积观测和水文、气象观测等。本课程仅介绍变形观测和渗透观测，其余内容将在其他有关课程中讲述。

2. 检查观测的基本步骤

每一个观测项目都包括以下几个步骤。

(1) 观测系统的设计。包括观测项目的确定和测点布置，观测仪器设备的选定，绘制观测设备布置图及施工详图，并编写观测设计说明书和观测规程规范等。

(2) 观测仪器设备的埋设和安装。仪器设备安装前要进行检查和率定，埋设安装要严格按照设计要求进行。竣工后要填考证表，绘制竣工图。

(3) 现场观测。应按设计规定和工程具体情况做好观测记录，达到精度、测次、时间的要求。

(4) 观测资料的整理分析。校对现场观测成果，保证资料真实准确。及时绘制过程线和关系曲线，进行分析。如发现异常情况，应找出原因，采取措施，如一时原因不清，应加强观测，并及时报告上级。

(5) 定期进行资料整编和技术总结。根据观测对建筑物工作状态作出鉴定，提出工程运用和维修意见，研究影响建筑物工作状态的因素及其变化规律。

三、加强养护维修工作的意义

水工建筑物在运用中，受到各种外力和外界因素的作用，随着时间的推移，将向不利的方向转化，逐渐降低其工作性能，缩短工程寿命，甚至造成严重事故。因此，对水工建筑物进行妥善的养护，对其病害及时进行有效的维修，使不安全的因素向有利的方向转化，确保工程安全，使水工建筑物长期地充分发挥其应有效益，这就是加强养护维修的重要意义。

改革开放以来，各级水利部门十分重视水工建筑物的养护维修工作，取得了很好的效果，积累了许多整治病害的经验，在水库除险中引进了许多新技术。例如采用高压定向喷射灌浆法构筑防渗墙以处理坝基渗漏；在土坝中采用劈裂灌浆法处理渗漏；应用土工膜和土工织物防渗和排渗以节省投资、缩短工期；采用新技术、新工艺防止钢闸门腐蚀等。

工程实践告诉我们，只要加强检查观测和养护维修工作，病险水库就可以转危为安，发挥正常效益，否则势必造成严重事故，严重威胁人民生命财产安全。

养护维修工作一般可分为经常性的养护维修、岁修、大修和抢修（或抢险）。

本书重点介绍水工建筑物巡视检查，检查观测的内容、方法、设备、资料整理分析及建筑物养护维修、防汛抢险的措施等。

复 习 思 考 题

1. 我国水利管理发展情况如何？水利工程管理的任务是什么？水利工作方针是什么？
2. 我国水利管理内容包括哪些，工程技术管理内容有哪些？
3. 什么是正常状态水库？具体标志有哪些？什么是病库，什么是险库？
4. 为什么必须对水工建筑物进行检查观测？
5. 加强水工建筑物养护维修的意义是什么？

第二章 土石坝的检查观测

第一节 土石坝的巡视检查

土石坝的巡视检查是用肉眼看、耳听、手摸等直观方法并辅以简单的工具，对水工建筑物外露的部分进行检查，以发现一切不正常现象，并从中分析、判断建筑物内部的问题，从而进一步进行检查和观测，并采取相应的修理措施。

土石坝的观测是用专门的仪器设备进行定期定量观测，这可以获得比较精确的数据。但仅用仪器设备对坝体进行观测是不能完全说明问题的，这是因为在坝的表面和内部设置的测点是典型断面和个别部位上的一些点，而坝的表面和内部异常情况的发生，往往不一定刚好发生在测点位置上，这就造成在测点上有可能测不出局部破坏情况。其次，用仪器观测是定时进行，定时的时间间隔一般较长，这就可能造成坝的异常情况发生在未观测时而错过及时发现故障的时机。例如某大型水库在一个深夜于库水位下的上游坝面发生滑坡，是保安人员巡视发现的。因此，对土石坝的巡视检查就成为发现坝的异常情况的重要手段。据国内外水工建筑物的检查观测统计，大部分异常情况不是首先由仪器观测发现的，而是由平时的巡查发现的。

土石坝的检查观测工作分为三个时期：初蓄期（第一期）是从施工期到首次蓄水至设计水位后 1 个月。这阶段坝体与坝基的应力、渗漏、变形较大、较快，是对土石坝加强检查观测的时期。第一期后经过 3~5 年或更长时间，土石坝的性能及变形渐趋稳定，称为稳定运行期（第二期）。经过第二期以后的运用期，有时又称为坝的老化期（第三期）水工建筑物的检查观测在各阶段的要求是不同的。

一、土石坝巡视检查的制度和内容

土石坝的巡视检查工作分为经常检查、定期检查、特别检查和安全鉴定等 4 项。

经常检查由工程管理单位的职能科（股）组织有关专职人员进行，用直观的方法经常对土石坝表面、坝趾、坝体与岸坡连接处等部位进行的巡查，以了解坝的形态和性能变化，发现不正常或影响安全的情况，保证土坝安全、完整、清洁、美观。经常检查在初蓄期每周至少 1 次，稳定运行期每月至少 2 次，老化期每月至少 1 次。

定期检查是在每年汛前汛后、用水期前后、第一次高水位、冻害地区的冰冻期，由工程管理单位组织有关科（股）人员和专职人员，对土石坝进行较全面或专项的巡查，上级部门可视情况抽查或复查。定期检查主要是了解土石坝可否正常蓄水拦洪，或经过汛期运用有无不正常现象，防凌、防冻措施效果如何，冰冻对坝坡有无破坏现象。

特别检查是当土石坝发生比较严重的险情或破坏现象，或发生特大洪水、3 年一遇暴雨、7 级以上大风、5 级以上地震，以及第一次最高水位、库水位日降落 0.5m 以上等非常运用情况下，由工程管理单位组织专门力量进行的巡查，必要时可邀请上级主管部门和设计、施工等单位共同进行。特别检查应结合观测资料进行分析研究，判断外界因素对土石坝状态和性能的影响，并对水库的管理运用提出结论性报告。

安全鉴定在水库建成的第一、二时期每隔 3~5 年进行 1 次，第三期每隔 6~10 年进行

1 次。按照工程分级管理的原则，由上级主管部门组织管理、设计、施工、科研等单位及有关专业人员共同参加的鉴定工作，应对土石坝的安全情况作出鉴定报告，评价工程建筑物的运行状态，如需处理应提出措施。

为了保证巡视检查工作的正常开展，必须要有专人负责，落实巡查工作的“五定”要求：定制度、定人员、定时间、定部位、定任务。同时确定巡查路线和顺序。特别应注意在高水位期间，要加强对背水坡、排水设备、两岸接头处、下游坝脚一带和其他渗透出逸部位进行巡查，在大风浪期间加强对上游护坡的巡查，在暴雨期间加强对坝面排水系统和两岸截流排水设施的巡查，在泄流期间加强对坝脚可能被水流淘刷部位的巡查，在库水位骤降期间加强上游坝坡可能发生滑坡的巡查，在冰冻、有感地震后加强对坝体结构、渗流、两岸及地基进行巡查，观察是否有异常现象。

1. 土石坝巡视检查的要求

对土石坝进行的巡视检查应注意以下要求。

(1) 每次巡查都应按照规定的内容、要求、方法、路线、时间进行，每项工作都应落实专人，要明确各自的任务和责任。

(2) 发现异常情况应及时上报，上级主管部门应分析决定是否进行高一级巡查工作。

(3) 应加强水库安全运行的宣传工作，号召坝区群众爱护工程设施，爱护观测设备，做到防患于未然。

2. 土石坝巡视检查的内容

土石坝的巡视检查一般包括以下内容。

(1) 坝体有无裂缝、塌坑、隆起、滑坡、冲蚀等现象，有无兽害，有无白蚁活动迹象。

(2) 坝面排水系统有无裂缝、损坏，排水沟有无堆积物等。

(3) 坝面块石护坡有无翻起、松动、垫层流失、架空、风化等现象，还应注意观察砌块下坝面有无裂缝。

(4) 背水坡、两端接头和坝脚一带有无散浸、漏水、堵塞、管涌、流土或沼泽化现象，减压井、反滤排水沟的渗水是否正常。

(5) 防浪墙有无变形、裂缝、倾斜和损坏。

(6) 对于堤防，还应注意护岸、护坡是否完好，有无冲刷和坍塌，堤身有无挖坑、取土和耕作，护坡草皮和防护林是否完好，河道水流有无变化，险工是否有上提下错。

影响土石坝安全运用的病害，主要有裂缝、渗漏、滑坡等，因此巡查时这些方面应是重点。

二、裂缝的巡查观测

土石坝裂缝是最常见的病害现象，对坝的安全威胁很大。个别横向裂缝还会发展成集中渗流通道，有的纵向裂缝可能造成滑坡。有资料显示，在土坝出现的各种事故中，因裂缝造成的事故要占到 1/4。因此，对土石坝裂缝的巡查必须引起重视。

土石坝裂缝的巡查主要凭肉眼观察。对于观察到的裂缝，应设置标志并编号，保护好缝口。对于缝宽大于 5mm 裂缝，或缝宽小于 5mm 但长度较长、深度较深、或穿过坝轴线的横向裂缝、弧形裂缝(可能是滑坡迹象的裂缝)、明显的垂直错缝以及与混凝土建筑物连接处的裂缝，还必须进行定期观测，观测内容包括裂缝的位置、走向、长度、宽度和深度等。

观测裂缝位置时，可在裂缝地段按土坝桩号和距离，用石灰或小木桩画出大小适宜的方格网进行测量，并绘制裂缝平面图。

裂缝长度可用皮尺沿缝迹测量。对于缝宽，可在整条缝上选择几个有代表性的测点，在测点处裂缝两侧各打一排小木桩，木桩间距以 50cm 为宜。木桩顶部各打一小铁钉，用钢尺量测两铁钉距离，其距离的变化量即为缝宽变化量。也可在测点处撒石灰水，直接用尺量测缝宽。

必要时可对裂缝深度进行观测，在裂缝中灌入石灰水，然后挖坑探测，深度以挖至裂缝尽头为准，如此即可量测缝深及走向。

对土石坝裂缝观测的同时，应观测库水位和渗水情况，并作好观测记录，见表 2-1。

表 2-1 裂缝观测记录表

日 期 (年·月·日)	编 号	裂缝位置 及走向	缝长 (m)	缝深 (cm)	测点缝宽 (mm)			温度 (℃)		上游水位 (m)	裂缝渗 水情况	备 注
					号	号	号	水温	气温			

观测者：

校核者：

土坝裂缝巡测的测次，应视裂缝发展情况而定。在裂缝发生的初期，应每天巡测 1 次。待裂缝发展缓慢后，可适当延长间隔时间。但在裂缝有明显发展和库水位骤变时，应加密测次。雨后还应加测。特别是对于可能出现滑坡的裂缝，在变化阶段，应每隔 1~2h 巡测 1 次。

三、渗漏巡查

土石坝渗漏的巡视检查也是用肉眼观察坝体、坝基、反滤坝趾、岸坡、坝体与岸坡或混凝土建筑物结合处是否有渗水、阴湿以及渗流量的变化等。

在进行渗漏巡查时，应记录渗漏发生的时间、部位、渗漏量增大或减小的情况，渗水浑浊度的变化等，同时应记录相应的库水位。渗水由清变浑或明显带有土粒，漏水冒沙现象，渗流量增大，是坝体发生渗透破坏的征兆。若渗水时清时浊、时大时小，则可能是渗漏通道塌顶，也可能由蚁患引起，但这种情况可观察到菌圃屑或白蚁随水流出，此时应加强巡查和渗漏观测，并采取措施予以处理。

如下游坝基发生涌水冒沙现象，说明坝基已发生渗透破坏。出现这种情况时，涌水口附近开始会形成沙环，以后沙环逐渐增大。当渗水再增大时沙粒会被带走，涌水口附近可能出现塌坑。

巡查中如发现库水位达到某一高程时，下游坝坡开始出现渗水，就应检查迎水面是否有裂缝或漏水孔洞。

四、滑坡巡查

在水库运用的关键时刻，如初蓄、汛期高水位、特大暴雨、库水位骤降、连续放水、有感地震或坝区附近大爆破时，应巡查坝体是否发生滑坡。在北方地区，春季解冻后，坝体冻土因体积膨胀，干容重减小，融化后土体软化，抗剪强度降低，坝坡的稳定性差，也可能发生滑坡。坝体滑坡之前往往在坝体上部先出现裂缝，因此应加强对坝体裂缝的巡查。

第二节 土石坝水平位移观测

土石坝在自重、水压力等荷载作用下,会产生不同程度的变形,各部位变形在空间某一点上的反映即为位移。其位移量的大小除与外荷作用有关外,还随坝体材料、结构型式、施工质量、地基状况的不同而不同。不论何种情况引起的位移,都可视为水平方向的位移和垂直方向的位移,而水平位移又分为垂直坝轴线和平行坝轴线方向的位移,通常称为横向水平位移和纵向水平位移。本节介绍水平位移观测。

对土石坝进行位移观测,目的在于了解大坝在施工和运用期间是否稳定和安全,坝的变形是否符合客观规律,是否在正常的变化范围之内,并与其他观测项目联系分析,研究坝体内部是否存在问题,判断坝体有无裂缝或滑坡。

水库大坝在运行的第一期,大坝及地基会因库水位的变化而发生较大变化,因此水平位移观测的间隔时间较短,一般每周观测1次。第二期,水平位移观测周期可适当延长至每月1次。第三期,水平位移观测每季进行一次,随着时间的推移最后可减至每半年一次。不论处在哪一时期,当水库工程有异常现象,或库水位等其他外部因素急剧变化时,应临时增加测次,以便密切监视大坝的状态变化。

测定大坝水平位移的方法很多,主要有视准线法、小角度法、前方交会法、激光准直法等。小角度法、前方交会法与大地测量方法相同,下面介绍视准线法,对激光技术在土石坝水平位移观测中的应用也作简单介绍。

一、视准线法测定坝的横向水平位移

(一) 观测原理

在坝体两端岸坡上各建立一个工作基点,通过两工作基点构成一条基准线,测量坝体某点到基准线的距离,其距离变化量即为该点的坝体位移。这里要求基准线不能随坝体位移而位移,亦即两工作基点必须建立在不受大坝变形影响且稳定可靠的两端基岩中。这条基准线是用一端工作基点上安置的经纬仪照准另一端工作基点上的固定觇标而得出的,因此把这条基准线称为视准线。其观测原理可用图 2-1 来说明。

将经纬仪安置在 A (或 B) 点,后视 B (或 A) 点固定觇标,构成视准线。首次测出位移标点 a、b、c、d、e 中心偏离视准线的距离 l_{a0} 、 l_{b0} 、 l_{c0} 、 l_{d0} 、 l_{e0} 作为初测成果。当坝体发生水平位移后,各位移标点随之位移,再次测出各位移标点中心偏离视准线的距离 l_{a1} 、 l_{b1} 、 l_{c1} 、 l_{d1} 、 l_{e1} ,与初测成果的差值即为各位移标点所在垂直视准线方向上的水平位移,亦即坝体横向水平位移。以 c 点为例,初测成果为 l_{c0} ,坝体位移后的第一次测得 c 点偏离视准线的距离为 l_{c1} , l_{c1} 与 l_{c0} 的差值即为第一次测得位移标点 c 的

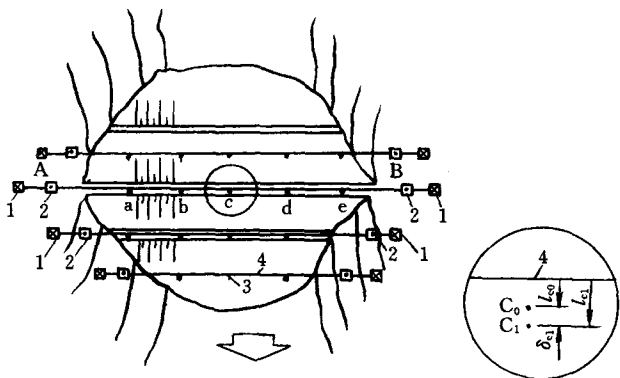


图 2-1 视准线法观测水平位移原理图

1—校核基点; 2—工作基点; 3—位移标点; 4—视准线

横向水平位移量 δ_{c1} 。因此, 对任一点第 i 次测得的累计横向水平位移量为

$$\delta_i = l_i - l_0 \quad (2-1)$$

式中: δ_i 为第 i 次测得位移标点的累计横向水平位移量; l_i 为第 i 次测得位移标点偏离视准线的距离, 亦即偏离值; l_0 为初次测得位移标点偏离视准线的距离, 亦即标点的初始偏距或埋设偏距。

由以上观测原理知, 测定坝体水平位移除需建立工作基点外, 还应在坝体上设置位移标点。另外还规定, 坝体位移以向下游为正, 向上游为负; 向左岸为正, 向右岸为负。

(二) 测点布设

1. 测点布设原则

为了全面掌握土石坝水平位移的变化规律, 同时不使观测工作过于繁重, 应在坝体上选择有代表性的部位作为测点, 在测点上埋设位移点。测点选择的原则是要有代表性、能反应出坝体位移的全貌。对于坝体纵向来说, 一般在坝顶的坝肩布设一排测点, 最高蓄水位以上的上游坝坡布设一排, 下游坝坡布设 2~3 排。位移标点的布设还应做到使各纵排上的标点在相应的横断面上。横断面一般选择在最大坝高处、合龙段、坝内有泄水底孔处以及地基坡度和地质情况突变的地段。横断面间距一般为 50~100m, 个数不少于 3 个。

工作基点是用来构成基准线的。要求将工作基点埋设于岸坡岩基中或原状土中, 每排位移标点两端各一个。通过两工作基点中心构成的基准线应基本平行坝轴线, 并高于位移标点顶部 0.5m 以上。

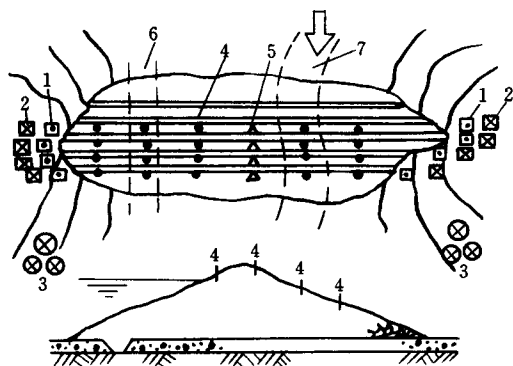


图 2-2 土石坝位移测点布置示意图

1—工作基点; 2—校核基点; 3—水准基点; 4—位移标点; 5—增设工作基点; 6—合龙段; 7—原河床

工作基点要求稳固可靠, 但在长期使用中难免有变化。为了检测工作基点是否位移, 应设置更高一级的基准点, 即校核基准点来校核工作基点。校核基点的布设要求和稳定性较工作基点为高。

位移标点、工作基点、校核基点的布置形式如图 2-2 所示。

图 2-2 中校核基点布设是一种形式, 也可在每个工作基点附近隔一定距离布置两个校核基点, 使两个校核基点与工作基点的连线分别平行和垂直坝轴线, 此时对工作基点校核时不用仪器观测, 只在校核基点和工作基点顶部的钢板上刻上十字丝, 用钢尺丈量即可。

2. 测点结构

(1) 位移标点。有块石护坡的土石坝埋设的位移标点形式如图 2-3 (a) 所示, 标点柱身为 $\phi 50\text{mm}$ 的铁管。铁管浇筑在混凝土底座上, 底座埋设在坝体内。砖石砌体是为了防止护坡块石位移对铁管形成挤压。无块石护坡的位移标点形式如图 2-3 (b) 所示, 标点柱身和底座为钢筋混凝土结构。标点顶部高出坝面 50~80cm, 底座位于最深冰冻线以下 0.5m 处。

(2) 工作基点。工作基点供安置仪器和照准标志以构成基准线, 分固定工作基点和非

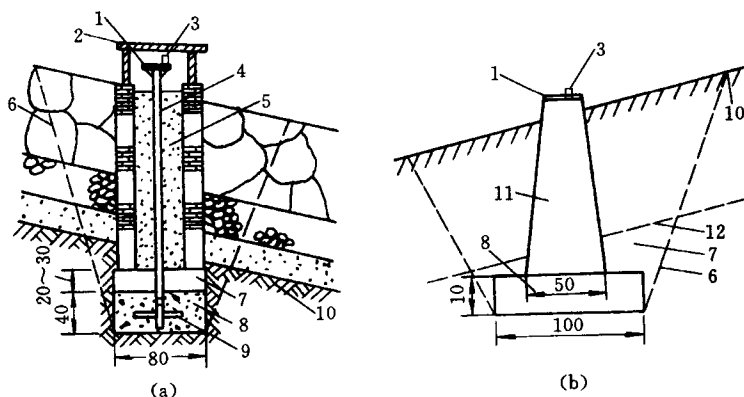


图 2-3 土石坝位移标点结构示意图 (单位: cm)

1—观测盘; 2—保护盖; 3—垂直位移标点; 4— $\phi 50\text{mm}$ 铁管; 5—填沙; 6—开挖线;
7—回填土; 8—混凝土底座; 9—铁销; 10—坝体; 11—柱身; 12—最深冰冻线

固定工作基点两种。布设在两岸山坡上的工作基点为固定工作基点。当大坝较长或为折线形坝时, 需要在两个固定工作基点之间的坝体上增设工作基点, 这种工作基点为非固定工作基点, 如图 2-2 所示。固定工作基点和非固定工作基点的结构形式相同。

工作基点包括混凝土墩和上部结构两部分。混凝土墩通常由高 100~200cm、断面 30cm $\times$ 30cm 的混凝土柱体和长宽各 100cm、厚 30cm 的底板组成, 如图 2-4 所示。

(3) 校核基点。校核基点的结构形式和尺寸与工作基点相同, 通常埋设在工作基点附近地基稳定处。

(4) 观测盘。位移标点、工作基点和校核基点顶部均要设置供安置观测仪器或测量设备用的观测底盘。其形式, 一种是金属托架式, 是一种类似经纬仪三角架上的三角形仪器底盘, 浇筑混凝土墩时将其埋设在混凝土墩顶部, 这种底盘的对中误差较大。另外还有三槽式、三点式强制对中底盘, 它们的对中误差较小。此外, 对于简易测量法或只用钢尺丈量时, 观测底盘上只须刻十字丝即可。

(三) 观测仪器和测量设备

视准线法观测一般用经纬仪。对于不太长的土石坝可用 J_2 级经纬仪, 坝长超过 500m 时最好使用 J_1 级经纬仪。此外, 南京测绘仪器厂生产的 SD65 大坝视准仪, 可作为大坝水平位移观测的专用仪器, 如图 2-5 所示。这种仪器的望远镜具有较大的口径和放大倍率, 分 40 倍、55 倍和 65 倍三种。光学分辨率及照准精度都较高。仪器底座配有强制对中底盘。这种仪器没有水平度盘, 但有目镜测微器, 可测量 1500'' 内的小角, 用它可按小角度法测量大坝水平位移。

测定位移时, 需要在另一工作基点和位移标点上安置标志, 以供仪器照准目标和测量位移。常用的标志有固定觇标和活动觇标两种。

(1) 固定觇标。固定觇标设于后视工作基点上, 供经纬仪瞄准构成基准线, 常用的形

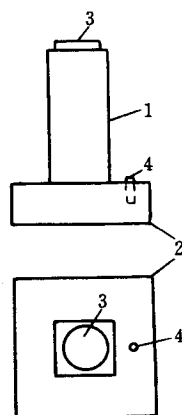


图 2-4 工作基点结构示意图

1—混凝土墩; 2—底板; 3—观测盘;
4—金属标点头