



普通高等教育“十五”国家级规划教材

主 编 陈良堤

副主编 李雪英

水利工程管理

SHUILI GONGCHENG GUANLI



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十五”国家级规划教材

水利工程管理

主 编 陈良堤

副主编 李雪英



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

水利工程管理 / 陈良堤主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2006

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-5084-3561-3

I. 水... II. 陈... III. 水利工程—施工管理—高等学校—教材 IV. TV512

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 005799 号

书 名	普通高等教育“十五”国家级规划教材 水利工程管理
作 者	主编 陈良堤 副主编 李雪英
出版 发行	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)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 14.5 印张 344 千字
版 次	2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	23.00 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

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十五”国家级规划教材，内容包括：绪论，水工建筑物的检查探测和库区观测，水工建筑物的变形观测，水工建筑物的渗流观测，水工建筑物的应力与温度观测，观测资料的搜集和整理，观测资料的分析和反馈，土石坝及堤身的养护修理，混凝土和浆砌石坝的养护修理，水闸及其他建筑物的养护修理，防汛抢险。

本书为高职高专水利院校水利工程与管理类专业的规划教材，也可供相关的工程技术人员培训使用。

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一揽特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月

普通高等教育“十五”国家级规划教材
编辑委员会

主任委员 王志锋

副主任委员 陈自强 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 锋 王庆河 刘宪亮 匡会德

孙敬华 孙晶辉 张俊峰 张朝晖

张耀先 陈良堤 欧阳菊根

茜平一 黄世钧

前 言

本教材是根据普通高等教育“十五”国家级规划教材的编写要求，遵循教育部高等学校水利学科教学指导委员会高职高专组广州会议关于突出高职高专教材特色的精神编写的。在编写过程中，针对高职高专教育的特点，在体例和内容等方面进行了探索和改革，突出了实用性、针对性，删减了一些理论性较强的内容（如应力应变计算），注重介绍一些较新的技术与仪器（如堤坝的隐患探测、观测资料的反演与反馈分析等），力图使教材具有一定的先进性。

本教材编写大纲经过2002年7月沧州教材编审会议集体讨论，由浙江水利水电专科学校陈良堤担任主编，广东水利电力职业技术学院李雪英担任副主编。其中，第一章、第二章、第五章、第八章第六节由陈良堤编写；第三章、第四章由浙江水利水电专科学校吴婉玲编写，第六章、第七章由李雪英编写；第八章（除第六节）、第十一章由南昌工程学院蔡高堂编写；第九章、第十章由黄河水利职业技术学院郑万勇编写。本书由黑龙江大学赵惠新教授主审并提出了很多具体、宝贵的修改意见，在此谨表示衷心感谢。

在本教材的编写过程中，参考借鉴了有关教材、专著与科技文献资料的内容，编者在此也一并表示感谢。

由于编者水平有限，难免有疏漏和不当之处，敬请各位专家、同仁和读者批评指正。

2005年9月

目 录

出版说明

前言

第一章 绪论	1
第一节 水利工程的安全	1
第二节 水利工程管理的内容和基本要求	4
思考题	5
第二章 水工建筑物的检查探测和库区观测	6
第一节 水工建筑物的巡视检查	6
第二节 土坝及堤防的隐患探测方法简介	7
第三节 库区观测	9
思考题	13
第三章 水工建筑物的变形观测	14
第一节 概述	14
第二节 水平位移监测	18
第三节 垂直位移观测	31
第四节 挠度观测和倾斜观测	40
第五节 裂缝与接缝观测	46
思考题	52
第四章 水工建筑物的渗流监测	53
第一节 土石坝浸润线以及渗水压力的观测	53
第二节 混凝土和砌石闸坝扬压力观测	58
第三节 其他渗流观测	61
思考题	65
第五章 水工建筑物的应力与温度观测	66
第一节 应力、温度观测原理	66
第二节 混凝土坝的应力、应变及温度观测	70
第三节 土压力观测	72
思考题	74
第六章 观测资料的搜集和整理	75
第一节 概述	75
第二节 观测资料的收集和原始观测资料的检验处理	79
第三节 资料的整理和整编	82
思考题	87

第七章 观测资料的分析和反馈	88
第一节 观测资料的定性分析	88
第二节 统计分析方法及其应用	107
第三节 观测资料的反演分析和反馈分析简介	125
思考题	127
第八章 土石坝及堤防的养护修理	128
第一节 土石坝及堤防的日常养护	128
第二节 土石坝及堤防的裂缝及处理	129
第三节 土石坝及堤防的渗漏及处理	136
第四节 土石坝及堤防的滑坡及处理	147
第五节 护坡修理和混凝土面板堆石坝修理	151
第六节 堤坝白蚁的防治	155
第七节 土石坝养护修理案例	161
思考题	165
第九章 混凝土和浆砌石坝的养护修理	166
第一节 混凝土坝和砌石坝的日常养护	166
第二节 混凝土坝表层损坏的修补	167
第三节 混凝土坝裂缝的处理	170
第四节 混凝土坝渗漏的处理	175
第五节 浆砌石坝的养护修理	178
思考题	180
第十章 水闸及其他建筑物的养护修理	181
第一节 水闸的养护修理	181
第二节 隧洞的养护修理	186
第三节 坝下涵管的养护修理	190
第四节 溢洪道的养护修理	194
第五节 渠道的养护修理	198
第六节 渡槽的养护修理	202
思考题	208
第十一章 防汛抢险	209
第一节 抢险的基本工作	209
第二节 堤坝险情及抢护	210
第三节 涵闸及穿堤管道的抢护	217
第四节 堤坝决口的抢护	220
思考题	221
参考文献	223

第一章 绪 论

新中国成立以来，我国的水利建设成绩卓著，建成了一大批水利基础设施，初步形成了防洪、排涝、灌溉、供水、发电等工程体系，在防御水旱灾害，保障国民经济持续发展和人民生命财产安全，维护社会稳定等方面发挥了重大作用。经过长期积累所形成的上万亿元水利水电固定资产，已经成为我国国民经济和综合国力的重要组成部分。据中国大坝委员会的统计资料，至 2002 年底，全国有 15m 以上的大坝 25800 座，占世界同类大坝的 51.9%，世界排名第一；水电总装机 8270 万 kW，占世界水电装机容量的 11%，世界排名第一；2002 年水力发电量 2800 亿 kW·h，世界排名第四；水库总库容 5843 亿 m³，世界排名第三，以上数据还没有包括 15m 以下的小坝和小水库。50 多年来，全国还累计修建加固堤防 27 万 km，治理水土流失面积 78 万 km²，灌溉面积从 1600 万 hm² 扩大到近 5400 万 hm²，全国年用水量（包括生活、工业、农业用水等）到 2002 年达 5497 亿 m³。在防洪减灾方面，水利工程也发挥了巨大的作用。据统计，1998 年全国共有 1335 座大中型水库参与拦洪削峰，拦蓄洪水 532 亿 m³，减免农田受灾面积 228 万 hm²，减免受灾人口 2337 万人，避免 221 座城市进水，减免直接经济损失 1353 亿元。

但是，在我们对新中国成立以来水利建设的成就，对已建水利工程所发挥的巨大除害兴利效益作出应有评价的同时，也应该清醒地看到中国水利还存在着许多复杂的问题：防洪安全缺乏保障，水资源紧缺和用水浪费并存，水土资源过度开发造成了生态环境的恶化，水污染到了极为严重的程度，水危机已成为中国可持续发展的重要制约因素之一。针对中国水资源面临的洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化三大问题，我国已制定了包括人与洪水协调共处；建设节水高效的现代灌溉农业和现代旱地农业；城市用水节流优先，治污为本，多渠道开源；水资源配置要保证生态环境用水；水资源的供需平衡以需水管理为基础；有步骤地推进南水北调解决北方水资源短缺；开发西部水资源要与生态环境建设相协调等实现多方面战略转变的措施，以水资源的可持续利用来支持中国社会经济的可持续发展。

第一节 水利工程的安全

水利工程在兴利除害方面发挥了巨大的作用，但如发生事故，特别是如发生水库大坝垮坝，不仅将使水利工程本身遭到损毁，失去效益，还将给下游地区的人民生命财产和社会经济造成毁灭性的灾害。

一、水利工程失事的危害和原因

世界水利史上，水利工程特别是大坝失事，都造成了巨大的灾害。例如：1976 年 6

月美国的提堂坝（宽心墙土坝，坝高 93m，总库容 3.6 亿 m^3 ）在初期蓄水时溃决，工程本身几乎全部冲毁，下游 780 km^2 土地成为泽国，近 3 万人无家可归，财产损失超过 4 亿美元。又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，导致溃坝，坝下 8km 处一兵营 500 名士兵全部遇难，距坝 10km 处的费雷茄斯城变成废墟。在我国，水利工程特别是水库大坝失事也时有发生。据统计，我国自 1954 年有垮坝统计资料以来至 2003 年，大小水库共垮坝 3484 座，其中损失特别巨大的有：1975 年 8 月，因特大暴雨，河南省境内板桥、石漫滩两座大型水库洪水漫坝失事，造成 2.6 万余人死亡，1029.5 万人受灾，直接经济损失近百亿人民币；青海省沟后水库因大量漏水溃坝，下游 300 余人被夺去生命。所以，水利工程特别是水库的安全，应给予特别的重视，即使是小型水库的失事，造成的灾害对一个小区来说，也是难以承受的。

造成水利工程失事的原因很多，从技术上分析，主要有以下几方面：

（1）自然因素错综复杂。水利工程的主要建筑物长期在水中工作，受到水压力、渗流、冲刷、空蚀、磨损、淤积、冻害、侵蚀和腐蚀等物理或化学作用，工作条件恶劣，设施容易老化，工作状态随时会发生改变，若及时发现和处理，将导致工程的破坏。另一方面，超标准的自然因素，如超标准的洪水、强烈地震等的影响，也会使水利工程遭到破坏。

（2）设计、施工中存在问题。由于人们对自然界事物发展规律的认识具有一定的局限性，使水利工程在勘测、规划和设计中，难免有不符合客观实际之处，从而使工程本身就存在不同程度的缺陷和弱点。在施工过程中，因水利工程工程量大、施工条件困难及一些主观因素，造成施工质量差，留下了隐患。

（3）管理不善。事物的发展必然有一个从量变到质变的过程，工程实践证明，绝大多数水工建筑物发生破坏前，总是有预兆的。但是，如果管理技术落后，或责任心不强，就有可能没有发现变化的前兆，或没有引起足够的重视，导致工程事故，严重的可能引起工程失事，造成灾难性的后果。

二、大坝安全状态

为掌握水库大坝的安全状态，保障其安全运行，应对水库定期进行安全鉴定。根据国务院 1991 年颁布的《水库大坝安全管理条例》的规定，水利部于 1995 年制定并颁布了《水库大坝安全鉴定办法》。

该办法规定，坝高 15m 以上或库容 100 万 m^3 以上的水库大坝都要按此执行，坝高小于 15m、库容 10 万~100 万 m^3 的小型水库参照执行。鉴定的程序是：组织设计、科研等有关单位对工程进行技术分析评价和现场安全检查；经专家组审查后，由专家组主持鉴定会，对大坝安全作出鉴定结论，并评定安全类别，提出安全鉴定报告书。鉴定的内容包括大坝洪水标准复核、抗震复核、结构稳定和渗流稳定的分析、质量分析评价和运行分析等。因水库初次蓄水往往能暴露一些问题，故首次鉴定非常重要，水库建成蓄水后的 2~5 年必须组织首次安全鉴定，以后每隔 6~10 年进行一次鉴定。

通过安全鉴定，大坝安全分为三个类别：

（1）一类坝。大坝实际抗御洪水标准达到国家防洪标准的规定，大坝工作状态正常，工程无重大质量问题，能按设计正常运行。

(2) 二类坝。大坝实际抗御洪水标准不低于水利部部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用标准, 大坝工程状态正常, 工程无重大质量问题, 能按设计正常运行。

(3) 三类坝。大坝实际抗御洪水标准低于水利部部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用标准, 或工程存在较严重的质量问题, 影响大坝安全, 不能正常运行。

二类、三类即为病险水库, 其中三类坝应立即立项, 安排实施计划, 进行除险加固, 限期脱险。

根据 2000 年底的统计资料, 全国水利系统管理的 83727 座水库中, 三类水库有 30413 座。其中, 大型 145 座, 占大型水库总数的 42%; 中型 1118 座, 占中型水库总数的 42%; 小型水库 29150 座, 占小型水库总数的 36%。另外还有二类水库 27264 座, 其防洪标准达不到国家标准。近几年来, 对病险水库进行了大量的加固改造, 病险水库的数目有所减少, 但到 2003 年底, 全国病险水库仍占水库总数的 36%, 安全形势仍然严峻。为改变这种状态, 国家除了每年投巨资对病险水库进行加固外, 还针对造成水库病险的主要原因, 进行水利工程管理体制改革, 大力加强水利工程管理, 加强大坝的安全鉴定、安全监测、调度运行、各级大坝管理制度的建立和完善等工作, 努力消除隐患, 确保水利工程的安全和效益的正常发挥。

三、加强水利工程管理的重要性

导致大坝失事有多种因素, 可归结成自然因素和人为因素两大类。

在自然因素中, 水文、水力和地质条件又是主要的原因。例如: 由于对降雨、洪水估计偏低, 造成洪水漫坝是大坝失事的最普遍的原因, 根据对 1991 年以来全国 235 座水库垮坝原因的统计, 因发生超标准洪水导致的占 63%, 因工程质量差、抢险不力造成的占 30%, 因管理不到位、措施不得力造成的占 7%。另根据国际大坝会议“关于水坝和水库恶化”小组的资料, 漫坝失事约为 30%, 渗漏等水力因素引起的失事约占 20%, 地质条件差、基础失稳等因素引起的失事约占 27%。由以上的数据可以看出, 自然因素是引起大坝失事的主要因素, 但是, 在这些统计数据中, 还是包含了一些人为因素的影响。例如, 有资料统计我国 40 年来因洪水漫顶失事的大坝 1100 余座, 真正由于超过洪水标准的只占到 30%, 其他大多数还是因为勘测设计有误或根本没有进行过勘测设计的缘故, 这种情况以小型水库为多。另外, 即使因自然因素的影响造成了大坝状态恶化, 但由于管理工作到位, 及时发现了隐患, 也可避免大坝失事。例如 1962 年 11 月 6 日, 安徽梅山水库连拱坝右岸基岩发现大量漏水, 右岸 13 号坝垛垂线坐标仪观测到 3 天内向左岸倾斜了 57.2mm, 向下游位移了 9.4mm, 且右岸各坝垛陆续出现大裂缝, 经分析是右岸基岩发生错动, 结果及时放空水库进行加固处理, 从而避免了一场溃坝事故。

在人为因素中, 勘测、设计、施工、运行、管理等方面是主要的。例如, 我国现有的水库, 大多建于“大跃进”年代和“文革”时期, 由于当时的特殊环境, 很多工程是边勘察、边设计、边施工的“三边工程”。这些工程往往缺乏足够的水文等基础资料, 当时的技术标准和规范也极不完善, 施工设备简陋, 大搞群众运动和人海战术, 基建投资不足, 频繁地停建缓建, 造成了当时建设的大部分水库从设计到施工都难以保证质量, 给工程留下了许多隐患。至于管理方面的因素, 主要是管理机构不健全, 管理不善。以目前的水利科学技术, 虽然还不足以解决所有的工程问题, 但现代的观测技术却在很大程度上可以弥

补理论上的不足。工程实践表明,多数大坝失事都不是突然发生的,一般都有一个从量变到质变的过程。因此,即使大坝存在一定的缺陷,或设计理论和技术有一些未定因素,或本来安全程度较高的大坝经长期运行发生了工作状态的异常变化,通过认真细致的检查观测,也能及时发现并采取措施补救。但是,往往有很多工程尤其是中、小型工程,不具备安全监测手段,也缺乏维护修理,工程老化,管理松懈,造成事故。例如:前述的青海省沟后水库溃坝,一个重要原因就是管理不善。该水库总库容 330 万 m^3 ,坝高 71m,坝型为钢筋混凝土面板砂砾石坝,由乡政府管理,技术力量十分薄弱,水库管理仅有 1~2 名工人,除了每日采记库水位外,放松了对工程的检查和观测;另外,在设计、施工上也存在一些问题。据失事后的分析,原因可能是在汛期超汛限制水位运行,面板接缝漏水量超过了坝身排水能力,浸润线逐步抬高,坝体砂砾石饱和,孔隙水压力和滑动力增大,有效抗滑强度减小,再加上坝顶高达 5m 的直立式防浪墙下沉转动,促使防浪墙底座同面板顶部的水平接缝止水破坏,当库水位超过这一高程时,库水更为畅通地灌入坝体,引起坝体下游坡失稳,坝料随水流失,最终造成钢筋混凝土面板悬空折断溃坝。

由上述的这些事例可以看出,加强水利工程管理对确保水利工程的安全运行具有十分重要的意义,加强管理和维护,还能使水利工程保持正常的工作状态,使水利工程能安全地充分发挥其效益和功能。

第二节 水利工程管理的内容和基本要求

广义的水利工程管理包括了水利工程调度运用、水利工程检查观测、水利工程养护修理、防汛抢险等技术管理工作,还包括水利工程经营管理工作,但通常所说的水利工程管理仅指水利工程的技术管理。本教材因受学时和篇幅限制,不包含水利工程调度运用的内容。

水利工程检查观测是水利工程管理最重要的工作之一。检查是指主要凭感官的直觉(如眼看、耳听、手摸等)或辅以必要的工具,对水利工程中的水工建筑物及周围环境的外表现象进行巡视的工作;观测则是利用专门的仪器或设备,对水工建筑物的运行状态及变化进行观测的工作。检查观测的主要任务是监视工程的状态变化和工作情况,掌握工程变化规律,为正确管理运用提供科学依据;及时发现不正常迹象,分析原因,采取措施,防止事故发生,确保工程安全;通过建筑物的原型进行观测,验证设计。水利工程的检查观测工作,除了要由工程管理单位专职人员进行日常的经常性的检查外,在汛前、汛后,或暴风、暴雨、特大洪水、强烈地震发生后,还应由工程的主管部门组织进行专门的安全检查。大坝的主管部门对其所管辖的大坝应当按期注册登记,建立技术档案,还要按规定进行安全鉴定。

水利工程养护维修是指对土、石、混凝土建筑物,金属和木结构,闸门启闭设备,机动力设备,通信、照明、集控装置及其他附属设备进行的各种养护和修理。养护工作的目的是保持水工建筑物和设备、设施的清洁完整,防止和减少自然、人为因素的损坏,使其经常处于完好的工作状态,保持设计功能。修理工作的主要目的是恢复和保持工程原设计标准,并可局部改善原有结构,使工程安全运行,延长使用期限,充分发挥工程效益。

养护修理应本着“经常养护，随时维修，养重于修，修重于抢”的原则进行，一般可分为经常性养护维修、岁修、大修和抢修。经常性的养护是根据经常检查发现的问题而进行的日常保养维修和局部修补；岁修是根据汛后检查所发现的问题，编制计划并报批的年度修理；如工程损坏较大或工程存在较严重的隐患，修理工程量大、技术复杂时，就需要专门立项报批进行大修；抢修是工程发生事故危及安全时，应立即进行的修理工作，如险情危急，则需采取紧急抢护措施，也称抢险。

防汛抢险是一项由政府组织领导的全局性的、涉及各方面的重大工作，与水利工程管理密切相关，也是水利工程管理单位的一项重要工作。防汛是在汛期进行的防御洪水的工作，目的是保证水库、堤防和水库下游的安全。防汛和抢险二者相辅相成，密不可分，只有做好了防汛工作，才可能尽量避免出现险情或少出现险情，防汛准备充分，即使出现了险情，也能主动、有效地进行抢护。防汛抢险工作的主要内容有：汛前的准备工作，汛期水库大坝、堤防、水闸等防洪工程的巡查防守，气象水情预报，蓄洪、泄洪、分洪、滞洪等防洪设施或措施的调度运用，发现险情后的抢险等。

思 考 题

1. 水利工程的安全对国民经济有什么重大意义？
2. 大坝安全状态分为哪三种？各有什么特征？
3. 多渠道收集资料，试分析导致大坝失事的主要原因。
4. 水利工程管理有哪些主要工作？

第二章 水工建筑物的检查 探测和库区观测

对水工建筑物用专门的仪器和设备进行观测，能获得比较精确的数据，能对建筑物的运行状态进行定量分析，并且通过遥测巡检和专家系统能对建筑物进行动态的监测和分析。但是，仪器观测也存在一定的局限性，如固定测点仅是布设在建筑物某几个典型断面上的若干点，而建筑物的局部损坏（裂缝、渗水、塌坑等）不一定正好发生在测点位置，这样仪器所测的数据就反应不了实际情况；另外，仪器观测不直观，如发生了损坏、老化、失效在短期内根本发现不了。所以，为了全面、及时掌握水工建筑物的运行状态，必须进行经常的巡视检查。大量的工程实践证明，水工建筑物如发生破坏事故，事前总是有一些预兆的，巡视检查虽然只能发现建筑物显露于表面的病害，只能作出定性的判断，但往往能发现建筑物状态的变化，进而可通过对观测资料的分析，发现问题，进行处理，把事故消灭在萌芽状态，前述的梅山水库就是一个较好的例子。当然，巡视检查也有发现隐患不够及时甚至发现不了的缺陷，故对土坝和堤防的隐患还要采用物探方法进行探测。

由上可见，巡视检查和仪器观测是水利工程观测工作的两个方面，巡视检查有着不可替代的作用，只有通过两者的相互配合和补充，才能对整个工程的工作状态作出及时、正确的评价。

第一节 水工建筑物的巡视检查

一、土坝和堤防的检查

土坝和堤防的检查内容主要有以下几方面：

(1) 检查土坝和堤防表面的变形。如检查坝面有无裂缝、滑坡、隆起、塌坑、冲沟；检查坝顶、路面及防浪墙是否松动、崩塌、垫层流失，草皮护坡有无塌坑、冲沟等。

(2) 检查土坝和堤防有无异常的渗透现象。如检查背水坡及坝趾有无散浸、阴湿、冒水、管涌等现象；检查排水系统、导渗降压设施、基础排水设施等的工况是否正常；检查渗漏水量、颜色、气味、浑浊度等有无变化等。

(3) 检查土坝和堤防与岩体、混凝土或砌石建筑物的连接处有无裂缝、错动、渗水等现象。

(4) 检查有无兽洞，蚁穴等隐患。

二、混凝土和砌石建筑物的检查

混凝土和砌石建筑物的检查内容主要有以下几个方面：

(1) 检查混凝土和砌石建筑物有无明显的变形情况、裂缝和破损。如检查坝段（闸

段)之间的错动、伸缩缝开合情况和止水的工作状况,上下游坝面或廊道内有无破损、剥蚀、露筋、钢筋锈蚀、溶蚀或水流侵蚀现象等。

(2) 检查基础岩体有无挤压、错动、松动和鼓出,坝体与基岩(或岸坡)接合处有无错动、开裂、脱离及渗水,坝肩有无裂缝、滑坡等情况。

(3) 检查渗流情况。如检查基础排水设施和工作状况,渗漏水的水量、渗水浑浊度有无变化,坝肩有无溶蚀及绕渗等情况。

(4) 检查泄水和引水建筑物。如检查进水口和引水渠道有无堵塞,拦污栅有无损坏,溢洪道(泄水洞)的闸墩、边墙、胸墙、溢流面等处有无裂缝和损伤,消能设施有无磨损、冲蚀,下游河床及岸坡的冲刷淤积情况等。

三、闸门金属结构和设备的检查

闸门主要检查门叶、门槽、支座、止水设施等是否完好,能否正常工作,有无不安全因素,特别要注意检查启闭机能否正常工作、备用电源与手动启闭机是否可靠等。

金属结构物应检查有无裂纹、锈蚀、磨损、开焊、振动、零件松脱或损坏等迹象。

附属设备应检查动力、照明、通信、防雷等设施设备,线路是否正常完好,能否正常工作。

对各类水利枢纽工程还要检查交通设施是否畅通,有无损坏及障碍。

第二节 土坝及堤防的隐患探测方法简介

土坝和堤防受长期复杂的自然环境条件影响,在各种外力的作用下,其状态随时都在变化,有可能产生各种隐患。如果再加上设计不周、施工质量不良、运用管理不当等人为因素的影响,就更可能出现隐患,严重影响大坝和堤防的安全。

但是,土坝和堤防的隐患,往往当发展到一定程度时才能通过巡视检查被发现,此时再处理就增加了很多困难。尤其是堤防的隐患,当通过汛期人工巡视检查被发现时,险情已发展到了较为严重的地步,常会使抢险局面十分被动。这些隐患,也很难通过埋设仪器观测到,特别是堤防,要大量设置观测仪器在经济和技术上存在很大困难,所以采用先进科学的手段对土坝和堤防的隐患进行探测是十分必要的。

土坝和堤防隐患探测的方法,分有损探测和无损探测。有损探测常采用钻孔、同位素探测、探坑、探槽和探井的方法,对坝(堤)身有一定的损坏,但能较为准确地描述坝(堤)内隐患的情况,是以往常采用的方法。无损探测是采用一些物探的方法,对坝(堤)身没有损坏,但最终成果是通过观测资料分析得出,存在一定的误差,不同的方法在应用范围上也都有相应的局限性。目前物探方法很多,但能用于土坝和堤防隐患探测的主要有以下四类方法。

1. 探地雷达法

此法采用地质雷达来探测堤防的隐患。地质雷达的工作原理与探空雷达相似,是向探测区域发射超高频脉冲电磁波,电磁波在地下传播,遇到不同物质的目标,反射回来的波速、波频不同,通过计算机数据处理,透视地表以下一定深度内的地质结构。地质雷达成像比较清楚,又很直观,用于探测深度较浅的堤坝隐患时,效果较好,但由于土质堤坝对

高频电磁波的吸收作用较强,故其探测深度受到限制,对深部隐患反映不明显。地质雷达用于探测介质分布的效果较好,但根据黄河水利委员会组织的试验,用于探测洞径与埋深之比为1:10的洞穴,效果不理想。

2. 电法隐患探测

此类方法是根据岩土电学性质的差异,利用仪器探测土石堤坝隐患的一种方法。探测时,在工程表面或水面布设电极,通过测试仪器观测人工电场或自然电场的强度变化,分析其特点和变化规律以达到探测工程隐患的目的。电法适用于堤坝裂缝、集中渗漏、管涌通道、基础漏水、闸坝绕渗、接触渗漏、软土夹层及洞穴等隐患的探测。电法又可分为自然电场法、直流电阻率法、直流激发极化法等。

自然电场法是通过测量渗透所形成的自然电场,来确定渗漏隐患的性质与位置。自然电场法对集中渗漏、喀斯特裂缝、接触漏水、闸坝绕渗,水下基础等隐患的探测效果较好。

直流电阻率法则是应用直流电源,经导线和供电电极向待探测的工程供电,形成人工电场,用测量电极来测量该电场中若干固定点的电位差,计算出某一深度的视电阻率,并绘制视电阻率曲线。对视电阻率曲线,可根据均质堤坝浸润线以上的隐患因内存空气而呈高电阻反应,浸润线以下的隐患因内充水而呈低电阻反应的规律来进行判读,发现视电阻率曲线异常区,解释工程隐患的性质、位置和埋深。直流电阻率法通常用A、B表示供电电极,M、N表示测量电极,根据电极的排列形式和移动方式,可以构成多种电阻率法装置,而电阻率法按装置类型又可分为电剖面法和电测深法两大类,自1998年后还发展了集电剖面法和电测深法为一体的高密度电阻率法。

(1) 电剖面法中各种不同装置的共同点是各电极间保持一定距离,同时沿着测线移动并逐点观测和计算视电阻率。由于电极间距离不变,其探测深度大致一定,所以电剖面法沿测线测算得到的视电阻率曲线是测线下面一定深度范围内地电断面的综合反映。在堤坝工程隐患探测中,电剖面法这一大类的装置中,用得较多的又是中间梯度装置和对称四极剖面装置。

中间梯度装置的特点是供电电极(A、B)的距离很大且保持不变,测量电极(M、N)的距离较小,在中部1/3区域内梯度测量,见图2-1。该装置不仅可在供电电极所在的测线上测试,还可以在相邻测线上测试,实现一线供电多线测量,当堤防较宽要布置多条测线时,应用该装置可提高测试速度。该装置的另一优点是因供电电极的间距较大,中部1/3测区近似均匀电场,各种隐患反应明显。具体操作时,沿坝轴线或平行于坝轴线在坡顶和坝坡布置若干条测线,在测线上每隔5~10m设1个测点,逐点测试并计算视电阻率,绘制视电阻率剖面曲线,通过对曲线异常的判读,解释隐患的性质、位置和埋深。中间梯度装置适用于裂缝、管涌通道及白蚁穴等隐患的探测。

对称四极剖面装置法的特点是AMNB四个电极排列在一条直线上,对称于MN的中点,中点即测点。测量时,整个装置沿测线同时向前移动,四个电极间距始终不变,探测隐患的方法同中间梯度装置,见图2-2。此装置对隐患的反映不如中间梯度装置明显,但在堤坝的顶部较窄,一条测线即能满足要求时,测试速度较快。

(2) 电测深法。电测深法是在同一测线上逐次扩大电极距离,使探测深度逐渐加大,