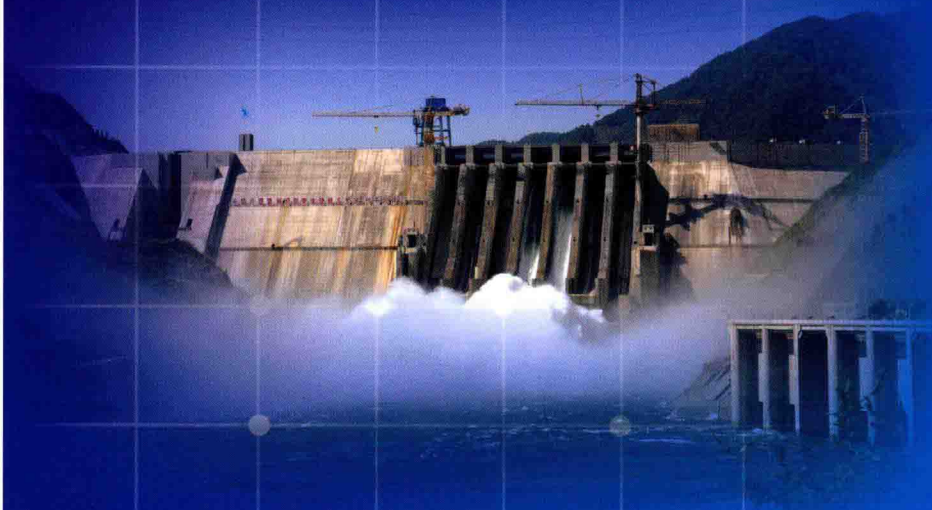


山东省高等教育名校建设工程课程改革教材

水利工程技术管理 技能训练

杜守建 周长勇 主编
于纪玉 孙绪成 主审



 黄河水利出版社

山东省高等教育名校建设工程课程改革教材

水利工程技术管理技能训练

主 编 杜守建 周长勇
副主编 杨永振 赵鲁斌
主 审 于纪玉 孙绪成

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书为山东省高等教育名校建设工程重点建设专业——水利工程专业与水利水电工程管理专业课程改革系列教材之一,是本着高职教育的特色,依据山东省特色名校建设方案要求进行编写的。全书共分10个项目、13个参考工程实例。内容包括:水利工程技术管理技能训练基础知识、水库工程运行管理岗位认知训练、土石坝和混凝土坝的变形监测训练、土石坝和混凝土坝的渗流监测训练、水闸和溢洪道运行管理岗位认知训练、水闸自动启闭系统操作训练、河道和堤防工程管理岗位认知训练、水库和堤坝防汛抢险演练、水工监测工职业技能鉴定训练、闸门运行工职业技能鉴定训练等。内容范围广泛,实用性强。

本书可作为水利工程专业、水利水电工程管理专业的教学用书,也可作为水利水电建筑工程等专业和水利工程技术人员的参考用书,又可作为水工监测工、闸门运行工、土石维修工、河道修防工等水利行业特有工种资格培训教材及考试参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程技术管理技能训练/杜守建,周长勇主编. —郑州:黄河水利出版社,2014.11

山东省高等教育名校建设工程课程改革教材

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0973 - 1

I. ①水… II. ①杜…②周… III. ①水利工程 - 技术管理 IV. ①TV

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 266845 号

组稿编辑:王路平 电话:0371 - 66022212 E-mail:hhslwlp@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:郑州文华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:10

字数:230千字

印数:1—2 000

版次:2015年2月第1版

印次:2015年2月第1次印刷

定价:22.00元



前 言

本书是依据山东省高等教育名校建设工程重点建设专业——水利工程专业和水利水电工程管理专业的人才培养方案和课程建设目标要求,并按照有关水利工程管理的新规范、新标准编写的。一方面,在吸收有关教材和技术文献资料精华的基础上,充实了新思想、新理论、新方法和新技术;另一方面,不过分苛求学科的系统性和完整性,强调理论联系实际,突出应用性。

水利工程技术管理技能训练是与水利工程专业和水利水电工程管理专业中的理论与实践相结合的必修核心课程——水利工程技术管理相配套的技能训练教材。本书的主要任务是使学生掌握水利工程的检查观测、养护修理、调度运行以及防汛抢险的基本操作技能,为从事水利工程技术管理工作及参加水工监测工、闸门运行工、土石维修工、河道修防工等水利行业特有工种资格培训及考试打下基础。

水利工程技术管理技能训练推行任务驱动、项目导向、“教、学、做”一体化的教学模式。本课程除要求学生掌握各种水工建筑物的日常运用和维护外,还着重培养学生掌握观测设备的结构、使用、观测等技能,能根据具体情况运用建筑物的加固措施和修理方法。因此,项目中列举了一些典型参考实例。

本书共包括 10 个项目、13 个参考工程实例,主要包括水利工程技术管理技能训练基础知识、水库工程运行管理岗位认知训练、土石坝和混凝土坝的变形监测训练、土石坝和混凝土坝的渗流监测训练、水闸和溢洪道运行管理岗位认知训练、水闸自动启闭系统操作训练、河道和堤防工程管理岗位认知训练、水库和堤坝防汛抢险演练、水工监测工职业技能鉴定训练、闸门运行工职业技能鉴定训练等。

本书由山东水利职业学院和山东省淮河流域水利工程管理局组织山东水利职业学院教师及水利工程管理单位一线专家共同编写,编写人员及编写分工如下:杜守建(山东水利职业学院)、侯祥东(山东省淮河流域水利工程管理局)编写项目一、项目二,周长勇(山东水利职业学院)、杨永振(山东水利职业学院)、李丽琼(日照水库管理局)编写项目三~项目五,赵鲁斌(山东水利职业学院)、胡凤华(五莲县水利局工程管理站)编写项目六、项目七,杜守建(山东水利职业学院)、陈乃学(郯城县沂沭河水利工程管理办公室)编写项目八、九、十。本书由杜守建、周长勇担任主编并负责全书通稿;由杨永振、赵鲁斌担任副主编;由山东水利职业学院于纪玉教授担任校内主审,由国务院政府特殊津贴专家、山东省有突出贡献的中青年专家、青峰岭水库管理处主任孙绪成研究员担任行业主审。

在本书编写和出版过程中,得到了山东省水利工程管理局、山东省淮河流域水利工程管理局、济宁市南四湖水利管理局、山东水利职业学院领导的大力支持,山东水利职业学

院的甄红锋、曹广占、冷爱国、尹红莲等老师给予了帮助。同时,书中参考、引用和吸收了大量文献,未能一一详尽列出,在此一并致谢!

限于编者水平和时间关系,书中难免存在不足之处,恳请读者给予批评指正。

编 者

2014年8月



目 录

前 言

项目一 水利工程技术管理技能训练基础知识	(1)
思考题	(12)
项目二 水库工程运行管理岗位认知训练	(13)
思考题	(25)
项目三 土石坝、混凝土坝的变形监测训练	(26)
思考题	(38)
项目四 土石坝、混凝土坝的渗流监测训练	(40)
思考题	(62)
项目五 水闸、溢洪道运行管理岗位认知训练	(63)
思考题	(89)
项目六 水闸自动启闭系统操作训练	(90)
思考题	(102)
项目七 河道、堤防工程管理岗位认知训练	(103)
思考题	(123)
项目八 水库、堤坝防汛抢险演练	(124)
思考题	(129)
项目九 水工监测工职业技能鉴定训练	(130)
参考答案	(138)
项目十 闸门运行工职业技能鉴定训练	(144)
参考答案	(148)
参考文献	(152)



项目一 水利工程技术管理技能训练 基础知识

一、水工建筑物监测与维护工作的内容、要求和任务

(一) 水工建筑物监测与维护工作的内容

1. 水工建筑物的巡查工作

巡查即巡视检查,是用眼看、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。人工巡视检查是大坝安全监测的重要内容,能较好地弥补仪器监测的局限性,但这种检查只能进行外表检查,难以发现内部存在的隐患。

2. 水工建筑物的监测工作

水工建筑物在施工及运行过程中,受外部荷载作用及各种因素影响,其状态不断变化,这种变化常常是隐蔽、缓慢、直观、不易察觉的。为了监视水工建筑物的安全运行状态,通常在坝体和坝基内埋设各种监测仪器,以定期或实时监测埋设仪器部位的变形、应力应变和温度、渗流等,并对这些监测资料进行整理分析,评价和监控水工建筑物的安全状况。然而,在出现隐患、病害的部位不一定预埋监测仪器,或者因仪器使用寿命而失效,因此需要用巡视检查和现场检测加以弥补。

3. 水工建筑物的养护工作

养护是指保持工程完整状态和正常运用的日常维护工作,它是经常、定期、有计划、有次序地进行的。

4. 水工建筑物的维修工作

维修工作一般可分为岁修、大修和抢修三种。岁修:在每年汛后检查发现工程问题,而后编制岁修计划,报批后进行的修理。大修:工程发生较大损坏,修复工作量大,技术较复杂时,管理单位报请上级主管部门批准,邀请设计、施工和科研单位共同研究制订修复计划,报批后修理。抢修:工程发生事故,危及工程安全时,管理单位应立即组织力量进行抢险,同时上报主管部门,采取进一步的处理措施。

5. 防汛抢险工作

各级机构应建立防汛机构,组织防汛队伍,准备物资器材,立足于防大汛抢大险,确保工程安全。不断总结抢险的经验教训,及时发现险情,准确判断险情的类型和程度,采取正确措施处理险情,迅速有力地把险情消灭在萌芽状态,是取得防汛抢险胜利的关键。

(二) 水工建筑物监测工作的基本要求和步骤

1. 监测工作的基本要求

(1) 检查观测的项目要有明确的目的性和针对性,既要全面,又要有重点,要能满足监视工程的工作情况、掌握工程状态变化规律的需要。有关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,以求正确地反映客观实际情况。

(2) 观测设备应合理布置,精心埋设,测点布局要有足够的代表性,能够掌握工程变化的全貌。

(3) 观测时间和测次的规定,应保证资料的系统性和连续性,要能反映工程变化的过程。一般在运行的初期,测次较密,经过长期运行和高水位考验后,如果工作正常,则可减少测次;当发现异常现象时,应增加观测项目和测次。增减观测项目或测次均应报请主管部门批准。

(4) 制定切实可行的检查观测制度,加强岗位责任制。观测必须按时,测值必须符合精度要求,记录必须真实,观测成果应及时进行整理和分析,保证观测资料的真实性和准确性,正确地反映客观实际情况。

2. 监测工作的步骤

(1) 监测系统设计。设计是安全监测的龙头,监测设计不仅要满足建筑物性态分析和安全监控的需要,还要根据工程规模大小、建筑物结构型式、工程具体情况和需要,确定监测项目和仪器设备布置,制定技术要求,设计出全面的监测系统。

(2) 仪器选型。仪器是安全监测的基础,它不仅要求质量优良,具有长期工作的稳定性和恶劣环境下的可靠性,而且要求技术上先进,能适应复杂工程安全监测的需要。

(3) 仪器埋设安装。监测施工是安全监测的保障,监测施工应按照监测设计和规范规定要求进行,对所需的观测仪器和设备进行检查、安装和埋设。

(4) 现场观测。按规定的测次和技术要求,定期进行各种项目的观测。

(5) 监测资料分析。资料分析是安全监测的重要环节,资料分析不仅要對建筑物运行性态作出解释,对安全状况作出评价,而且要通过监测资料及时发现工程安全隐患,为除险加固提供依据。

(6) 安全评估和监控。监控是安全监测的关键,对建筑物安全状态进行监控,是工程安全监测的根本性目的,安全监控不仅要力求准确,不枉不纵,而且要实现实时在线。

(三) 水工建筑物监测与维护工作的任务

1. 水工建筑物监测与维护工作中存在的问题

在过去很长一段时期,人们往往只重视建设而轻视管理,只讲投资而不讲效益,不重视对水工建筑物的安全检测和维护工作,致使水利工程存在诸多问题,主要表现在以下几个方面:

(1) 水利工程失修、设备老化,需要进行更新改造。

(2) 不少工程遭到一定程度的人为和生物性破坏。

(3) 工程的配套不够,设备利用率低,经济效益不高。

(4) 安全检测与维修技术落后,检测与维修水平有待提高。



(5)跑、冒、滴、漏、渗等问题严重,能源消耗较大。

(6)有些工程抗御灾害的标准偏低,特别是大江、大河、大坝的安全问题。

2. 水工建筑物监测与维护工作的任务

针对水工建筑物安全监测与维护工作中存在的问题,我们可以知道安全监测与维护工作是保证水利工程的安全,充分发挥水利工程的效益,更好地为工农业生产服务的一项重要基本工作。为了做好这项工作,首先应当详细了解工程的情况,在工程施工阶段应筹建管理机构,并派人员参与施工;工程竣工后,要严格履行验收交接手续,要求设计和施工单位将勘测、设计和施工资料一并交给管理单位;管理单位要根据工程具体情况,制定水工建筑物检测与维护工作规章制度,并做到认真贯彻执行,保证工程的正常运行,充分发挥其效益。

对水工建筑物进行监测与维护,必须本着以防为主、防重于修、修重于抢的原则。做好日常检查和养护工作,防止工程出现病害或发展扩大,发现水工建筑物出现病害后,应及时进行维修。做到小坏小修、随坏随修,以免造成更大的损失。在水工建筑物的维修工作中,应根据检测的结果,吸取先进的经验,因地制宜,力求取得最大的经济效益。对于难以解决的某些特殊情况,应请设计、施工和科研等单位协商,确定处理措施,并及时进行观测,验证其效果。当水工建筑物出现险情时,应在党和政府的统一领导下,充分发动群众,立即进行抢护,从思想上、组织上、物质和技术上,充分做好防汛抢险准备,做好相应的抢险方案,尽可能减少损失。

几十年来,我国工程安全监测技术人员为保障工程安全付出了大量心血,取得了丰硕的成果。各级水利部门十分重视水工建筑物养护维修工作,取得了很好的效果,积累了许多整治病害的经验。在水库安全监控和除险加固中引进了许多新技术、新材料、新工艺。例如,土坝渗流热监测技术;光纤传感技术在隧道健康监测中应用;4S技术在堤坝安全监测中发展并应用;采用一些防水堵漏新技术;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排渗;采用新技术、新工艺防止钢闸门腐蚀;使用新品种水泥和新型防水材料等。

总之,水工建筑物监测与维护工作的任务就是通过检查观测了解水工建筑物的工作状态,及时发现隐患,对水工建筑物进行经常养护,对病害及时处理,以确保水利工程的安全、完整,充分发挥水利工程的效益。

二、水工建筑物监测资料的整编与分析

(一)概述

对水工建筑物进行的各种项目观测,为水库大坝的运行工况提供了第一手资料。取得这些第一手资料以后,还必须去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里,进行科学的整理分析,才能作出正确的判断,获得规律性的认识,保证水库安全和合理运用,为设计、施工、管理和科学研究提供依据。

我国有很多水库,通过对观测资料的分析,了解水库各个建筑物的状态,掌握工程运用的规律,确定维修措施,改善运行状况,从而保证了水库的安全和发挥效益,并且为提高科学技术水平提供了宝贵的第一手资料。例如,官厅水库土坝下游发生泉眼漏水,通过对

观测资料的分析,判断为左岸山头基岩发生绕坝渗流,经过多种措施进行处理,安全运用至今。又如上犹江水电站设计最高水位为 198.0 m,经对长期观测资料的分析,确认最高水位可以提高到 200.0 m,1970 年实际运用最高水位达 200.27 m,大坝安全无恙,充分发挥了工程效益。由此可见,对观测资料进行科学的整理分析,是观测工作必不可少的组成部分,对于管好用好水库、保证水库安全运用、充分发挥效益,以及提高科学技术水平,具有重要的意义。

观测取得的数据是客观实际的反映。但是,每个观测项目所布置的测点数量总是有限的,测次一般有一定的周期,与其相关的因素也是多元的,而且实测数据不可避免地带有特定的误差。因此,必须通过科学的整理分析,才能掌握客观运动的规律性和与影响因素的相关关系,获得符合客观实际的理性认识。观测资料的整理分析,取决于现场观测所得数据的数量和质量,而又反过来推动和指导观测工作,使水库运行更有成效地进行。

监测资料整编是将大坝安全监测的各种原始数据和有关文字、图表(含影像、图片)等材料经过审查、考证,综合整编成系统化、图表化的监测成果,并汇编刊印成册或制成电子文件。土石坝可参照《土石坝安全监测资料整编规程》(SL 169—96 或 DL/T 5256—2010)的有关要求,混凝土坝可参照《混凝土坝安全监测资料整编规程》(DL/T 5209—2005)的有关要求进行。

各种物理量的符号应与上述规范一致,说明如下:

水平位移:向下游为正,向左岸为正,反之为负。

船闸闸墙的水平位移:向闸室中心为正,反之为负。

垂直位移:下沉为正,上升为负。

倾斜:向下游转动为正,向左岸转动为正,上升为负。

接缝与裂缝开合度:张开为正,闭合为负。

各种水位成果,如测压管水位、水压力、库水位等,用高程表示,单位为 m。

监测资料整编工作应包括以下内容和步骤:

(1)平时资料整编,是各监测工作单位的一种经常性工作。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。如影响工程安全运行,应及时上报主管部门。

(2)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。整编和刊印时段,在施工期和初蓄期,视工程施工或蓄水进程而定,最长不超过 1 年。在运行期(一般 1~5 年为宜),其中的整编工作应至少每年做一次,刊印时段可视具体情况而定,但最长不得超过 5 年。

监测资料整编与分析工作包括平时资料整理与定期资料编印和观测成果的分析。

1. 平时资料整理工作的主要内容

(1)及时检查各观测项目原始观测数据和巡视检查记录的正确性、准确性和完整性。如有漏测、误读(记)或异常,应及时补(复)测、确认或更正。

(2)及时进行各观测物理量的计(换)算,填写数据记录表格(各记录表格式详见本项目(二))。



(3)随时点绘观测物理量过程线图,考察和判断测值的变化趋势。如有异常,应及时分析原因,并备忘文字说明,原因不详或影响工程安全时,应及时上报主管部门。

(4)随时整理巡视检查记录(含摄像资料),补充或修正有关监测系统及观测设施的变动或检验、校(引)测情况,以及各种考证图、表,确保资料的衔接与连续性。

2. 定期资料编印工作的主要内容

(1)汇集工程的基本概况(含各种运控指标)、监测系统布置和各项考证资料,以及各次巡检资料和有关报告、文件等。

(2)在平时资料整理基础上,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,应加注说明,提醒读者注意。

(3)绘制能表示各观测物理量在时间和空间上的分布特征图,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。采用计算机数据库系统进行资料存储和整编者,整编软件应具有数据录入、修改、查询以及整编图、表的输出打印等功能,还应有电子文件备份。

3. 成果的分析

观测成果的分析是一项细致复杂而又十分重要的工作,要以认真的精神和科学的态度去进行。我国的水库建设是新中国成立以后开始发展的,水库观测工作从无到有,但许多水库管理单位开展了大量的观测工作,观测成果的分析工作也取得了丰富的经验和显著的成绩。使用计算机,应用比较法和回归分析、谐量分析等数理统计方法,对观测成果进行定量分析。

4. 监测报告

监测报告一般包括工程概况、巡视检查和仪器监测情况的说明、巡视检查资料和仪器监测资料的分析结果、大坝工作状态的评估及改进意见等。

(二)土石坝安全监测资料的整编

1. 巡视检查

巡视检查的各种记录、图件和报告等均属大坝安全监测的重要史料,除将原件归档外,应将发现问题的资料整理复制载入相应时段的资料整编。每次整编,除对本时段内巡视检查发现的异常问题及其原因分析、处理措施和效果观察等作出完整编录外,必要时可简要引述前期巡视检查结果,加以对比分析。

2. 变形监测

变形监测资料整编,一般应根据所设项目进行各观测物理量的列表统计,如:

(1)坝面竖向位移量统计表,格式见表 1-1。

(2)坝面横(纵)向水平位移量统计表,格式见表 1-2。



表 1-1 坝面竖向位移量统计表

_____年 第_____页 共_____页

观测日期	历时	测点编号及其累计竖向位移量 (mm)						
月-日	d	P_1	P_2		...			P_n
本年总量								
本年内特征值统计	最大值	测点号	日期	最小值	测点号	日期	竖向位移量较差	
说明	1. 竖向位移正负号规定: 向下为正, 向上为负。 2. 本年总量为代数和							

统计者: _____ 校核者: _____

表 1-2 坝面横(纵)向水平位移量统计表

_____年 第_____页 共_____页

观测日期	历时	测点编号及其累计水平位移量(mm)						
月-日	d	P_1	P_2		...			P_n
本年总量								
本年内特征值统计	最大值	测点号	日期	最小值	测点号	日期	水平位移量较差	
说明	1. 竖向位移正负号规定: 向下游、向左岸为正, 反之为负。 2. 本年总量为代数和							

统计者: _____ 校核者: _____

在列表统计的基础上, 应尽量绘出能表示各观测物理量时间和空间分布特征的各种图件(必要时可加绘相关物理量, 如坝体填筑过程、蓄水过程等), 一般有:

- (1) 坝面水平位移过程线图。
- (2) 纵断面竖向位移分布图。
- (3) 竖向位移平面等值线图。
- (4) 坝体裂缝平面分布图。

3. 渗流监测

一般应按坝体、坝基、绕渗等不同部位和类别分别填写测点渗流压力水位统计表, 并同时抄录相应的上、下游水位, 必要时加注有关渗流异常现象的说明。统计表格式见表 1-3。



表 1-3 渗流压力水位统计表

观测日期		上游水位 (m)	下游水位 (m)	测点编号			
				1	2	3	...
月-日							
月-日							
⋮							
月-日							
全年统计	最大值						
	出现日期						
	最小值						
	出现日期						
说明	哪些测点用测压管,哪些测点用振弦式孔隙水压力计						

统计者:

校核者:

根据渗流压力水位统计表绘制各测点的渗流压力水位过程线图,图上应同时绘出上、下游水位过程线和坝区降水强度分布线。

根据过程线图确定迟后时间,消除迟后影响,用稳定流场的对应关系绘制以下图件:

(1) 特定库水位下的渗流压力水位过程线。

(2) 渗流压力水位与库水位(或上、下游水位差)相关关系图。

(3) 坝体横断面渗流压力(含浸润线位置)分布图,并同时在坝体横剖面渗流压力分布图上绘出相应库水位的设计浸润线位置,以资对比。

根据过程线图确定并消除迟后影响后,用稳定渗流场的对应关系绘制以下图件:

(1) 特定库水位下的渗流量过程线。

(2) 渗流量与库水位(或上、下游水位差)相关关系图。

(三) 安全监测资料的分析

1. 资料分析的目的和意义

大坝安全监测是掌握坝体运行状态、保证大坝安全运用的重要措施,也是检验设计成果、检查施工质量和掌握大坝的各种物理量变化规律的有效手段。但是,原始的观测成果往往只展示了大坝的直观表象,要深刻地揭示规律和作出判断,从繁多的监测数据中找出关键问题,还必须对观测数据进行检验、剖析、提炼和概括,这就是监测资料分析工作。其意义可从以下几方面来理解。

(1) 监测数据本身,既隐含着大坝实际状态的信息,又带有观测误差及外界偶然因素随机作用所造成的干扰。必须经过辨析,识别干扰,才能显示出真实的信息。

(2) 影响坝体状态的多种内外因素是交织在一起的,监测值是其综合效应。为了将影响因素加以分解,找出主要因素及各个影响因素的影响程度,也必须对测值作分解和剖析。

(3) 只有将多种监测量的多个测点、多次测值放在一起综合考察,相互补充、印证,才能了解测值在空间分布和时间发展上的联系,找出变化异常的部位和薄弱环节,了解其变化过程和发展趋势。

(4) 任何事物的发展都是遵循从量变到质变的过程。大量事实表明,大坝的破坏和失稳,事前总是有预兆的,同样也是一个由量变到质变的过程。通过对监测数据的分析,就可以及时地发现大坝发生破坏前的各种征兆和异常情况,从而采取有效的补救措施。

(5) 通过数据分析可以对设计的正确性、经济性和措施的有效性进行验证,进而为提高或改进大坝设计提供依据。大坝的设计和计算,既要符合安全的原则,又要符合经济的原则。然而,由于我们对自然规律的认识有待深入,不可能对所有影响大坝的复杂因素都进行精确的计算,只能是作了许多假设和简化以后,才进行设计计算。

(6) 对大坝各种观测成果作出物理解释,预测未来测值变幅及可能的数值等,也离不开分析工作。

因此,监测资料分析被视为实现大坝安全监测根本目的最重要的一个环节,其任务就在于通过具有一定精度的监测资料,认识大坝监测数值在空间分布和时间发展上的规律性,掌握它和各种内外因素的联系,从观测值的变化来考察和发现大坝结构的变化和异常现象,防止大坝结构向不安全方向发展。

2. 资料分析的主要方法

资料分析的主要方法有比较法、作图法、特征值统计法、数学模型法和其他一些方法。下面作一简要介绍。

1) 比较法

所谓比较法,就是将不同测次的监测资料、巡视资料及监测资料成果与技术警戒值、理论试验的成果作比较,判断测值有无异常,找出观测值的变化规律或发展趋势。

(1) 比较多次巡查资料,定性考察大坝外观异常现象的部位、变化规律和发展趋势。

(2) 比较同类效应量监测值的变化规律或发展趋势是否具有一致性和合理性。

(3) 将监测成果与理论计算或模型试验成果相比较,观察其规律和趋势是否有一致性、合理性,并与工程的某些技术警戒值(大坝在一定工作条件下的变形量、抗滑稳定安全系数、渗透压力、渗漏量等方面的设计或试验允许值,或经历史资料分析得出的推荐监控值)相比较,以判断工程的工作状态是否异常。

2) 作图法

根据分析的要求,画出监测资料的过程线图、相关图、分布图及综合过程线图(如将上游库水位、某物理量和其警戒值、其他的效应量画在一张图上)等,由图可直接了解和分析测值的变化大小和其规律。

(1) 以观测时间为横坐标,所考察的测值为纵坐标绘制的曲线叫过程线。它反映了测值随时间而变化的过程。由过程线可以看出测值变化有无周期性,最大值、最小值等,一年或多年变幅有多大,各时期变化梯度(快慢)如何,有无反常的升降变化等。图上一一般同时绘制相关因素,如库水位、气温等的过程线,以了解测值和这些因素的变化是否相关,周期是否相同,滞后时间多长,两者变化幅度等。有时也可以同时绘制不同测点或不同项目的曲线,比较它们之间的联系和差异。



(2)以横坐标表示测点位置,纵坐标表示测值所绘制的台阶图或曲线叫分布图。它反映了测值沿空间的分布情况。由图可看出测值分布有无规律,最大、最小值在什么位置,各点间特别是相邻点间的差异大小等。图上还可以绘出有关因素如坝高等的分布值。同一张图绘制出同一项目不同测次和不同项目同一测次的测值分布,以比较其间的联系及差异。

(3)以纵坐标表示测值,以横坐标表示有关因素(如水位、温度等)所绘制的散点加回归线的图叫相关图。它反映了测值和该因素的关系,如变化趋势、相关密切度等。

3)特征值统计法

这是对监测值(随机变量)进行统计、计算,得到一系列有代表性的特征值,用以浓缩、简化一批测值中的信息,以便对大坝性态的变化更加清晰、简单地了解、掌握和发现其有无异常。

特征值主要包括各监测物理量历年的最大值和最小值(含出现时间)、变幅、周期、年(月)平均值及变化率等。通过对这些特征值的统计和分析,可帮助考察各监测量之间在数量变化方面是否具有 consistency、合理性,以及它们的重现性和稳定性等。

4)数学模型法

该法就是利用回归分析、经验或数学、力学原理,建立原因量(如库水位、气温等)与效应量(如位移、扬压力等)之间定量关系的方法。这种关系往往是具有统计性的,需要较长序列的观测数据。当能够在理论分析基础上寻求两者确定性的关系时,称为确定性模型;当根据经验,通过统计相关的方法来寻求其联系时,称为统计模型;当具有上述两者的特点寻求其联系时,称为混合模型。

近年来,资料分析技术得到了较快发展,许多新技术、新方法在大坝监测资料分析领域得到了广泛应用,如时间序列分析、灰色模型分析、模糊聚类分析、神经网络分析、决策分析及专家系统技术等。

(四)混凝土坝监测资料的整编

1. 整编混凝土坝监测资料的一般规定

(1)每次观测后应立即对原始数据加以检查和整理,并应及时作出初步分析。每年应进行一次资料整编。在整理和整编的基础上,应定期进行资料的分析。

(2)资料整理和初步分析中,如发现不正常现象或确认的异常值,应立即向主管人员报告。

(3)整编成果应做到考证清楚,项目齐全,数据可靠,方法合理,图表完整,说明完备。

(4)在下列时期应进行资料分析,并提出监测报告:

①第一次蓄水时。

②蓄水到规定高程时。

③竣工验收时。

④运行期每年汛前。

⑤大坝鉴定时(每隔5~10年)。

⑥出现异常或险情状态时。

第一次蓄水、竣工验收及大坝鉴定时均应先作资料分析,分别为蓄水、验收及鉴定提

供依据。

(5)蓄水后,每次分析资料时应按下列类型对大坝工作状态作出评估:

①正常状态。是指大坝(或监测的对象)达到设计要求的功能,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情况的状态。

②异常状态。是指大坝(或监测的对象)的某项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,因而影响正常使用的状态。

③险情状态。是指大坝(或监测的对象)出现危及安全的严重缺陷,或环境中某些危及安全的因素加剧,或主要监测量出现较大异常,因而按设计条件继续运行将出现大事故的状态。当大坝(或监测的对象)工作状态评为异常或险情时,应立即向主管部门报告,同时通报设计单位。

2. 资料的整理

(1)资料整理应做好原始观测数据的检验、观测数据的计算、填表和绘图、初步分析和异常值的判别。

(2)原始观测数据的检验。

①对观测数据的检验:作业方法是否合乎规定;各项检验结果是否在限差以内;是否存在粗差;是否存在系统误差。

②经检验后,若判定观测数据不在限差以内或含有粗差,应立即重测;若判定观测数据含有较大的系统误差,应分析原因,并设法减小或消除其影响。

(3)观测数据的计算。

①经检验合格的观测数据,应换算成监测物理量(位移、扬压力、渗漏量、应力及应变和温度等)。当存在多余的观测数据时,应先作平差处理,再换算物理量。

②对于测得的上、下游水位和坝区气温,应计算各自的日、旬、月平均值。

(4)填表和绘图。

①应将所得的物理量填入相应的表格或存入计算机。

②应绘制各物理量的过程线图及原因量与效应量的相关图(如库水位与位移量的相关图等)。必要时还可绘制有关物理量的分布图。

(5)初步分析和异常值的判别。

应根据上述图表和有关资料,及时进行初步分析。分析各监测量的变化规律和趋势,判断有无异常的观测值。对于经检验分析初步判为异常的观测值,应先检查计算有无错误,量测系统有无故障。如未发现疑点,则应及时重测一次,以验证观测值的真实性。经多方面比较判断,确信该监测值为异常值时,应立即向主管人员报告。

3. 资料的整编

(1)每年汛前必须将上一年度的监测资料整编完毕。资料整编应包括资料的收集、审定及编印等工作。

(2)凡历年共同性的资料,若已经整编刊印,则其后无需重印,只在整编前言中加以说明。

(3)如使用计算机管理监测资料,亦应按本节各条规定执行。



4. 资料的分析

1) 一般要求

(1) 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、渗漏量、扬压力(扬压力非大坝基本荷载者除外)及巡视检查的资料必须进行分析。第一次蓄水时的分析工作可酌情进行。

(2) 对反映大坝工况(如大坝的稳定性和整体性,灌浆帷幕、排水系统和止水工作的效能,经过特殊处理的地基工况等)的监测成果,应与设计预期效果相比较。

(3) 分析大坝材料有无恶化的现象,并查明其原因。

(4) 对于主要监测物理量,宜建立(或修正)数学模型,借以解释监测量的变化规律,预报将来的变化,并确定技术警戒范围。

(5) 应分析各监测量的大小、变化规律及趋势,揭示大坝的缺陷和不安全因素。

(6) 分析完毕后应对大坝工作状态作出评估。

2) 方法

资料分析通常采用比较法、作图法、特征值统计法及数学模型法。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。

3) 内容

应了解分析各监测物理量的大小、变化规律及原因量与效应量之间(或几个效应量之间)的关系和相关程度。有条件时,还应建立原因量与效应量之间的数学模型。在此基础上应判断各监测物理量的变化和趋势是否正常,是否符合技术要求,并应对各项监测成果进行综合分析,评估大坝的工作状态。

5. 监测报告

各时期监测报告的主要内容如下。

1) 第一次蓄水时

(1) 蓄水前的工程情况概述。

(2) 仪器监测和巡视工作情况说明。

(3) 巡视检查的主要成果。

(4) 蓄水前各有关监测物理量测点(如扬压力、渗漏量、坝和地基的变形、地形标高、应力、温度等)的蓄水初始值。

(5) 蓄水前施工阶段各监测资料的分析和说明。

(6) 根据巡视检查和监测资料的分析,为首次蓄水提供依据。

2) 蓄水到规定高程、竣工验收时

(1) 工程概况。

(2) 仪器监测和巡视工作情况说明。

(3) 巡视检查的主要成果。

(4) 该阶段资料分析的主要内容和结论。

(5) 蓄水以来,大坝出现问题的部位、时间和性质,以及处理效果的说明。

(6) 对大坝工作状态的评估。

(7) 提出对大坝监测、运行管理及养护维修的改进意见和措施。