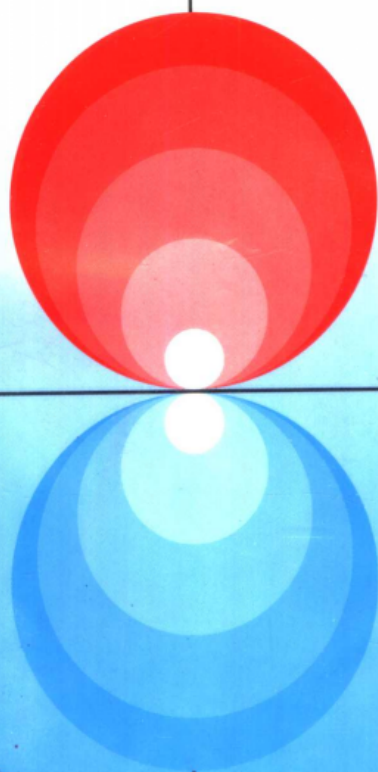


水利行业工人技术考核培训教材

SHUIGONG
JIANCE
GONG

水工监测工

主编 梅孝威



黄河水利出版社

水利行业工人技术考核培训教材

SHUIGONGJIANCEGONG

责任编辑: 许立新

封面设计: 朱 鹏

ISBN 7-80621-063-6



9 787806 210635 >

ISBN 7-80621-063-6

TV · 40 定价: 19.60 元



水工监测工

主 编 梅孝威

黄河水利出版社

水工监测工 梅孝威主编

责任编辑:许立新

出版:黄河水利出版社

(地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼12层)

邮编:450003

印刷:黄河水利委员会印刷厂

发行:黄河水利出版社

开本:850mm×1168mm 1/32

版别:1996年3月第1版

印次:1998年9月郑州第3次印刷

印张:10.75

印数:2401—3400

字数:269千字

ISBN 7-80621-063-6/TV·40

定价:19.60元

前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训体系，弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白，我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的 32 个行业工种要求编写的，编写的内容与技术考核规范和试题库相结合，并在每一章后设有思考题，能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共 8 本，分别为：《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》，其内容主要侧重于为 30 本专业教材配套使用的基础理论知识；专业教材共 30 本，分别为：《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防工与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水

文勘测船工》、《水土保持防治工》、《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》，其内容包括各工种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点，具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容，是水利行业各工种职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以1995年7月底尚在使用的标准，涉及的个别计量单位虽属非法定单位，但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状，本次出版时暂行保留，在今后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材，对于我们来说尚属首次，曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索，现已面世出版了，但由于它是一项新的工作、新的尝试，不足之处在所难免，希望大家在使用中提出宝贵意见，使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材
编审委员会

一九九五年七月

目 录

绪 论	(1)
第一章 土石坝变形观测	(10)
第一节 概 述	(10)
第二节 视准线法观测坝的水平位移	(11)
第三节 前方交会法观测坝的水平位移	(28)
第四节 纵向水平位移观测	(44)
第五节 垂直位移观测	(47)
第六节 裂缝及接缝观测	(64)
第七节 坝体内部变形观测	(69)
第二章 土石坝渗流观测	(84)
第一节 渗流观测的意义与基本内容	(84)
第二节 坝体浸润线观测	(85)
第三节 坝基渗水压力及绕坝渗流观测	(99)
第四节 渗流量及渗水透明度的观测	(106)
第三章 混凝土及砌石闸坝变形观测	(114)
第一节 概 述	(114)
第二节 引张线法观测水平位移	(115)
第三节 垂线法观测坝体挠度	(122)
第四节 接缝及裂缝观测	(133)
第四章 混凝土及砌石闸坝渗流观测	(140)
第一节 扬压力观测	(140)
第二节 渗流量观测	(147)

第五章	混凝土坝应力应变、温度观测	(150)
第一节	应力应变观测	(150)
第二节	温度观测	(178)
第六章	土石坝渗流观测资料整理分析	(186)
第一节	观测资料整理分析的基本内容与一般方法	(186)
第二节	土石坝渗流观测资料分析	(195)
第七章	土石坝变形观测资料分析	(235)
第一节	概述	(235)
第二节	变形观测资料分析	(236)
第三节	裂缝观测资料分析	(257)
第八章	混凝土及砌石坝观测资料的整理分析	(262)
第一节	概述	(262)
第二节	混凝土及砌石坝渗流观测资料分析	(263)
第三节	混凝土坝温度观测资料整理分析	(284)
第四节	混凝土及砌石坝变形和应力观测资料分析	(289)
第九章	水工建筑物观测新技术简介	(313)
第一节	激光技术在变形观测中的应用	(313)
第二节	应用电法及同位素示踪法探测土石堤坝隐患	(320)
第三节	观测自动化及电子计算机的应用	(323)

绪 论

一、监测工作的目的和意义

水工建筑物是人类和水作斗争的工具。几千年来,世界各国人民为发展社会生产力建造了大量的水工建筑物,它们在兴利除害方面发挥了重大作用。然而,水工建筑物的破坏,特别是坝的溃决,不仅使工程本身遭到损毁,更严重的是给下游地区广大人民生命财产和经济建设造成灾害。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 土地顿成泽国,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,导致崩溃,坝下8km处一兵营500名士兵全部死亡,距坝10km处的费雷茹斯城变成废墟。据了解,目前世界上坝的年失事率约为1/1500,而水工建筑物因工程缺陷而使效益降低者就为数更多。因此,水工建筑物的正常安全运用,已引起各国极大的关注。

由于自然因素错综复杂,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状况之处。即使建筑物的安全度较高,但在长期的运行中,由于工作条件的改变,其工作状态亦随时会发生变化。正常的变化对建筑物的安全影响不大,但异常的变化若不及时发现和采取措施,将导致工程的破坏。

事物的发展必然有一个从量变到质变的过程。工程实践表明,绝大多数水工建筑物发生破坏之前,总是有预兆的。因此,即使建筑物存在某些缺陷,只要认真细致地检查观测与分析,及时发现工

程缺陷并采取有效措施,就能把事故消灭在萌芽状态,从而确保工程的安全运用。如浙江省金兰水库,因测压管出现异常现象,进而分析、研究,发现土坝心墙存在严重的深层纵向裂缝,并及时采取措施,从而避免了可能发生的重大垮坝事故。

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。如果水工管理人员不对水工建筑物进行检查观测,不了解工程的工作情况和状态变化,盲目地进行运用是十分危险的。前面提及的垮坝实例,都因没有设置观测仪器,也没有对工程进行定期检查,故对大坝破坏前的变形情况未能及时、充分了解,结果导致垮坝。

为确保大坝建设和运行安全,我国现行的有关水工建筑物的设计、施工以及管理的规范与通则中,对检查观测的项目、观测仪器设备的布设、检查观测的方法以及对观测设备和观测资料的验收交接都有明确的规定。如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等等。我国已建成的2600多座大、中型水库能够正常运用,是与普遍开展系统的检查观测密切相关的。

由于对自然规律的认识有待深入,不可能对影响水工建筑物的各种因素都进行精确的计算,因此,在设计中往往采用一些经验公式或简化公式进行计算。已建水工建筑物是1:1的模型,通过观测不仅可以验证设计的正确性,还为今后改进设计提供了宝贵的资料。如我国上犹江大坝设计确定的最高水位为198m,经过对历年变形观测资料分析,确认最高水位可提高到200m。1970年汛期水位升到200.27m,大坝仍安然无恙。又如河北王快水库,将几年来土坝变形观测资料与设计数据进行比较,发现实测数据与设计数据存在较大差距,如原设计考虑土坝沉陷将在施工期间基本

完成,因此坝顶未加超高,但土坝建成5年后沉陷仍在继续,使坝顶高程低于设计高程。为此,在1963年将坝顶加高到设计标准,从而保证了水库的安全运行。再如美国从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,后在设计时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,折减系数采用 $\alpha=1/3\sim 1/4$,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观测,可监测大坝在施工期间的变化,反映施工质量并为后继施工提供了信息。如长江葛洲坝大坝是建在产状平缓、多软弱夹层的地基上,因此担心开挖后基岩稳定被破坏,影响坝体安全运行。通过安装大量基岩变形计,在施工期间及1981年大江截流和百年一遇洪水期间的观测结果,表明基岩处理后,变形量在允许范围之内,保证了施工的正常进行并及时投入运行。

通过对水工建筑物的检查观测,可判定建筑物在各种运用情况下的安全程度,以便在保证建筑物安全的前提下,充分发挥工程效益。如吉林丰满重力坝系伪满时所建,工程建设质量十分低劣,观测发现坝体渗漏量、坝基扬压力和坝顶位移值都很大,如遭百年一遇的洪水,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4m,每年多发电超过3亿kW·h。

就目前全国现有2万多座各种类型的水闸来说,大多数根据各自的具体情况,规定了必要的检查观测项目。大量的现场检查观测,已经为水闸的设计、施工、管理运用和科学研究提供了极为重要的第一手技术资料。

综上所述,对水工建筑物进行检查观测具有十分重要的意义,可以达到以下几个目的。

(1) 确保工程安全。通过检查观测掌握建筑物状态变化,能及

时发现异常并采取加固补强措施,确保工程安全运用。

(2) 充分发挥工程效益。通过检查观测,判定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,提高设计水平。通过检查观测可以验证设计中所用公式和参数的正确性,从而提高设计水平。

(4) 鉴定施工质量。

(5) 为科学研究提供资料。

二、检查观测的项目和基本步骤

(一) 项目

土工建筑物的观测工作是通过各种仪器设备,对正在施工和投入运用的土工建筑物进行经常的系统观察和测量。由于各种土工建筑物的结构和工作条件不同,它们的观测项目都有所不同。概括起来可分为以下几个部分。

1. 检查观察

对建筑物上下游面、廊道、空腔、坝肩等外露部分,进行人工巡视检查(附便携式测量工具)。内容包括:裂缝、渗水、塌坑、滑坡、冲刷、磨损、淘刷、排水止水和冻结等。

2. 变形观测

变形观测内容包括垂直位移、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. 应力应变、温度观测

土工建筑物的应力观测包括土压力、孔隙水压力的观测。混凝土和砌石建筑物观测包括应力、应变、温度和钢筋应力等。

4. 渗透观测

土工建筑物的渗透观测包括浸润线、坝基渗水压力、渗流量、渗水透明度、导渗效果及绕坝渗流等。混凝土及砌石建筑物有扬压

力、渗流量和绕坝渗流等观测项目。

5. 水流形态观测

包括水流流态、水跃、水面线、挑射水流冲刷等观测。

6. 水库泥沙淤积观测

7. 水文、气象观测

包括降水量、水位、流量、波浪、冰凌、水温观测以及水质分析等。

水利工程管理单位除必须对各项建筑物进行观察外,还应根据工程规模的大小、结构型式以及工程的具体情况,参照表 0-1 确定观测项目。

(二) 基本步骤

每一个项目的检查观测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和详图,并编写观测设计说明书和观测设备安装埋设规程和要求等。

2. 观测仪器设备的埋设和安装

仪器设备埋设安装前要进行检查和率定,埋设安装时严格按照设计要求进行。竣工后要填写考证表,绘制竣工图。

3. 现场检查观测

现场检查观测可分为巡回观察和定期观测两方面。应按规定要求、测次、时间进行观测记录,要求做到“四无”(无缺测、无漏测、无不符精度、无违时)、“四随”(随观测、随记录、随计算、随校核),并且还应做到“四固定”(固定人员、仪器、测次、时间)。

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,反映客观实际。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。

水工建筑物观测项目表

2 多泥沙河流上的水库,库区淤积为必测项目。

注 1“☆”为必测项目,“○”为建议观测项目

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,研究影响因素和建筑物变化规律。

在进行观测系统设计时应遵循以下的原则。

(1) 观测项目的确定应能满足监视工程工作情况,了解工程变化规律的需要,要有明确的的目的性和针对性,既要全面考虑,又要有重点。

(2) 测点的布置要有足够的代表性,以掌握工程全貌,特别是能掌握工程重要部位和薄弱环节的变化情况。

(3) 观测测次的确定,应保证资料的连续性和系统性,以掌握测点变化的全过程。一般来说,在施工阶段和工程运用初期,观测次数较多,当建筑物已基本稳定或初步掌握建筑物变化规律后,则可适当减少观测次数。

(4) 观测建筑物状态的项目,应与观测荷载及其它影响因素的项目同时进行,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。

三、水利枢纽安全状态的评估

(一) 水利枢纽正常状态的标准

如果水利枢纽中主要建筑物,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,渡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。具体标志为:

(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,并不高于设计值,渗流量不大于设计值,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) 坝基与坝端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,能迅速准确控制流量,并在泄水时无严重的振动和气蚀现象,关闭后无严重的漏水现象。

(二) 病、险水库

由于经常受到水和其它外界因素的作用,枢纽中的水工建筑物在运行中可能出现一般的病害或隐患,但对水库的正常运行影响不严重,同时又能迅速维修处理、不影响安全渡汛,这样的水库称为病害水库。

对于水库病害不能忽视,如不及时维修处理,就会发展成严重的病害,以致影响正常运行,甚至造成大的事故。

当水库枢纽中主要水工建筑物未达到设计标准时,如溢洪道泄洪能力不够,坝不够高或主要水工建筑物存在严重病害,影响正常运行和效益的发挥,不能安全渡汛,并有可能对下游带来很大危害,这样的水库称为危险水库。

对于危险水库必须组织力量,进行分析研究,提出整治措施和安全渡汛措施,尽快加以修复,以确保水库安全。

当水库枢纽处于正常状态时,仍然必须按规定坚持检查观测及日常养护工作,以保持水库枢纽的水工建筑物长期处于完好和正常运用状态。

复习思考题

1. 为什么要对水工建筑物进行检查观测？每个项目的观测一般包括哪几个基本步骤？
2. 如何确定工程观测开展的项目？
3. 什么样的水库为正常状态水库？如何判定？
4. 何为病库、险库？危害如何？