

水利水电建筑工程专业国家教学资源库系列教材

水利工程管理技术

主 编 李宗尧 胡昱玲

副主编 王同如

主 审 余旻晓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水利水电建筑工程专业国家教学资源库系列教材

水利工程管理技术

主 编 李宗尧 胡昱玲

副主编 王同如

主 审 余旻晓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要阐述水利工程中水工建筑物的巡查、观测、养护、维修、防汛抢险以及工程管理信息化等,包括土石坝的监测与维护、混凝土坝及砌石坝的监测与维护、泄水建筑物的监测与维护、输水建筑物的养护修理、堤防工程管理与抢险及水利工程管理信息技术等内容。

本书可作为高职高专水利水电建筑工程专业、水利水电工程管理专业、水利工程专业用书,也可作为水利工程基层技术人员、管理人员及水利类本科院校广大师生参考教材。

本书配有电子课件,读者可以从中国水利水电出版社网站免费下载,网址为 <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程管理技术 / 李宗尧, 胡昱玲主编. -- 北京:
中国水利水电出版社, 2016. 1
水利水电建筑工程专业国家教学资源库系列教材
ISBN 978-7-5170-4034-7

I. ①水… II. ①李… ②胡… III. ①水利工程管理
— 高等职业教育—教材 IV. ①TV6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第014219号

书 名	水利水电建筑工程专业国家教学资源库系列教材 水利工程管理技术
作 者	主编 李宗尧 胡昱玲 副主编 王同如 主审 余旻晓
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 20.5印张 486千字
版 次	2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷
印 数	0001—2500册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



前言

PREFACE

本书是按照国家级“职业教育水利水电建筑工程专业教学资源库项目——水利工程管理技术子项目”建设方案的要求编写的。

本着实用性强、突出案例、淡化理论、强化应用的原则，本书编写中注重理论联系实际，突出应用，并配有工程案例；内容上力求简化理论，深广适宜，并尽可能用通俗的语言和直观的图片表述，力求反映近年来在水利工程管理方面的新技术、新知识、新成果的应用。

水利工程管理是对已建成的水利工程进行依法管理、检查监测、养护修理和调度运行，保障工程正常运行，以充分发挥工程效益。水利工程建设为发展国民经济创造了有利条件，但必须加强工程管理。对水利工程而言，建设是基础，管理是关键，使用是目的，安全是前提。工程管理的好坏，直接影响工程的使用寿命、效益的高低，管理不当可能造成严重事故，给国家和人民生命财产带来不可估量的损失。对水工建筑物加强检查监测，及时发现问题，进行妥善的养护，对病害及时进行处理，确保工程安全。同时，科学调度、使用和保护水资源，可使水利工程长期充分地发挥应有效益。

全书共分六个项目，主要阐述水利工程中水工建筑物的巡查、观测、养护、维修、防汛抢险以及工程管理信息化等。

参加本书编写的人员：项目一由安徽水利水电职业技术学院胡昱玲和安徽省龙河口水库管理处汪智编写，项目二由山东水利职业学院周长勇和安徽水利水电职业技术学院刘甘华编写，项目三由黄河水利职业技术学院赵海滨和安徽水利水电职业技术学院宋春发编写，项目四由安徽水利水电职业技术学院李宗尧和张峰编写，项目五由重庆水利电力职业技术学院肖云川和安徽

水利水电职业技术学院奚立平编写，项目六由安徽省淠史杭灌区管理总局王同如编写。全书由李宗尧、胡昱玲担任主编，安徽省淠史杭灌区管理总局高级工程师王同如担任副主编，安徽省龙河口水库管理处高级工程师余旻晓担任主审。

本书编写过程中得到各位编审人员所在单位以及安庆市花凉亭水库管理局、合肥市董铺水库管理处及相关单位的大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2015年6月

目 录

CONTENTS

前言

绪论	1
任务 1 我国水资源现状与水利工程基本情况	1
任务 2 水利工程管理基本知识	2
绪论自我检测	8
项目一 土石坝的监测与维护	10
任务 1 大坝安全监测工作概述	10
任务 2 土石坝运行特点	17
任务 3 土石坝的巡视检查	18
任务 4 土石坝的变形监测	20
任务 5 土石坝渗流观测	27
任务 6 土石坝监测资料整编与分析	39
任务 7 土石坝的养护	47
任务 8 土石坝裂缝处理	50
任务 9 土石坝渗漏处理	57
任务 10 土石坝滑坡处理	67
任务 11 土石坝护坡破坏修理	73
任务 12 堤防检查及维修	76
项目一自我检测	88
项目二 混凝土坝及砌石坝的监测与维护	90
任务 1 混凝土坝及浆砌石坝的巡视检查与日常维护	90
任务 2 混凝土坝及浆砌石坝的变形观测	93
任务 3 混凝土坝及浆砌石坝的渗流观测	101
任务 4 混凝土坝及浆砌石坝的应力、温度监测	105
任务 5 混凝土坝及浆砌石坝观测资料的分析	111
任务 6 增加重力坝稳定性的措施	111
任务 7 混凝土坝及浆砌石坝的裂缝处理	115
任务 8 混凝土坝及浆砌石坝的渗漏处理	123
项目二自我检测	127
项目三 泄水建筑物的监测与维护	129
任务 1 水闸监测	129
任务 2 闸门和启闭机的控制与操作	138

任务 3 水闸的养护修理	143
任务 4 溢洪道的养护与修理	170
项目三自我检测	177
项目四 输水建筑物的养护修理	179
任务 1 坝下涵管的养护修理	179
任务 2 隧洞的养护修理	184
任务 3 渠道养护与修理	190
任务 4 渠道防渗	201
项目四自我检测	205
项目五 堤防工程管理与抢险	209
任务 1 我国防洪减灾体系	209
任务 2 巡堤查险	215
任务 3 防汛抢险	221
项目五自我检测	261
项目六 水利工程管理信息技术	267
任务 1 概述	267
任务 2 水情自动测报与洪水预报调度系统	270
任务 3 水闸自动化监控系统	280
任务 4 水库工程安全监测自动化系统	302
任务 5 河道堤防信息化管理	314
项目六自我检测	317
参考文献	319

绪 论

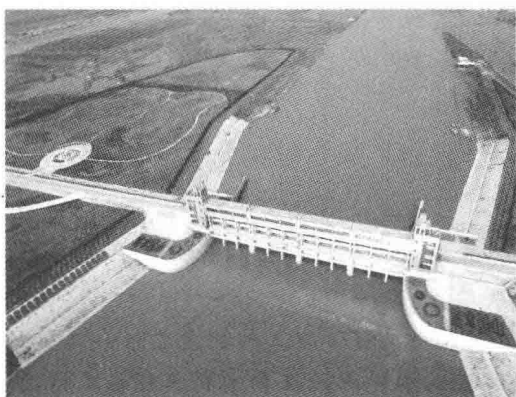
【项目概述】本项目主要介绍我国水利工程的基本概况；水利工程管理工作的目的、意义和内容；我国水利工程管理工作的现状与发展趋势。

【学习目标】通过本项目的学习，要求学生掌握水利工程管理工作的的重要性和工作的内容；熟悉三类大坝和大坝三种状态的概念；了解我国水资源现状和水利工程基本情况，了解我国水利工程管理工作的现状与发展趋势。

任务1 我国水资源现状与水利工程基本情况

我国淡水资源总量约为 2.8 万亿 m^3 ，按照国际公认的标准，我国目前有 16 个省（自治区、直辖市）人均水资源量低于严重缺水线，有 6 个省（自治区）（宁夏、河北、山东、河南、山西、江苏）人均水资源量低于 500m^3 ，为极度缺水地区。中国水资源分布的主要特点是：①总量并不丰富，人均占有量更低。中国水资源总量居世界第六位，人均占有量为 2240m^3 ，约为世界人均占有量的 $1/4$ ，在世界银行连续统计的 153 个国家中居第 88 位。②地区分布不均，水土资源不相匹配。长江流域及其以南地区国土面积只占全国的 36.5%，其水资源量占全国的 81%；淮河流域及其以北地区的国土面积占全国的 63.5%，其水资源量仅占全国水资源总量的 19%。③年内年际分配不均，旱涝灾害频繁。大部分地区年内连续 4 个月降水量占全年的 70% 以上，连续丰水或连续枯水较为常见。

为合理开发利用有限的水资源，减轻水旱灾害，全国修建了大批水利工程。《2012 年全国水利发展统计公报》显示，我国已建成各类水库 97543 座，其中：大型水库 683 座，中型水库 3758 座，水库总库容 8255 亿 m^3 。全国已建成五级及以上江河堤防 27.73 万 km，已建流量为 $5\text{m}^3/\text{s}$ 及以上的水闸 97256 座，其中大型水闸 862 座，其中分洪闸 7962 座，排（退）水闸 17229 座，挡潮闸 5813 座，引水闸 10955 座，节制闸 55297 座。全国设计灌溉面积大于 2000 亩及以上的灌区共 22318 处，耕地灌溉面积 33898 千公顷。全国已累计建成日取水大于等于 20m^3 的供水机电井或内径大于 200mm 的灌溉机电井共 454.3 万眼。全国已建成各类装机流量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 或装机容量 50kW 以上的泵站 89328 处。全国共建成农村水电站 45799 座，装机容量 6568.6 万 kW，占全国水电装机容量的 26.4%。这些水利工程在防洪、供水、灌溉、发电、改善生态环境等方面发挥了巨大的经济和社会效益，已经成为保障人民生命财产安全和经济社会又好又快发展的重要基础设施。



治淮重点工程——临淮岗洪水控制工程



新中国第一坝——佛子岭水库大坝

任务2 水利工程管理基本知识

一、水利工程管理的定义

从广义上讲：水利工程管理就是通过法律、经济和技术手段保护及合理运用已建成的水利工程，使其充分发挥防汛抗旱、水资源配置、水生态保护功能。为农业、工业、城乡用水和经济发展提供可靠的保障。

从狭义上讲：就水利工程管理具体工作人员而言，水利工程管理是对已建成的水利工程进行依法管理、安全监测、养护修理和调度运行，保障工程正常运行，以充分发挥工程效益的工作。

二、水利工程管理的意义

随着现代工业的发展和科技的进步，生产装置的规模越来越大、结构越来越复杂、功能越来越完善、自动化程度越来越高，相应的安全问题也日益显著。在水利水电工程领域，非常典型的事故或灾难包括：1959年法国的马尔巴塞拱坝溃决，死亡421人；1963年意大利瓦依昂拱坝库岸滑坡，死亡2000余人；1975年河南板桥水库溃坝事件中，26座水库相继溃决，死亡24万余人，直接经济损失34.97亿元；1993年，青海省沟后水库溃坝，300余人死亡；2003年，因三峡水库蓄水和降雨等综合因素诱发，2011年6月库区千将坪发生约2400万 m^3 的特大型滑坡，直接、间接死亡24人，直接经济损失超过了8000万元，1300多人被迫搬迁避险；2009年，俄罗斯萨扬舒申斯克水电站发生厂房水淹事故，约70人伤亡。这些特大灾难事故不但造成巨大经济损失，而且也造成很大人员伤亡、环境破坏、人们心灵的创伤，在社会上引起强烈反响。尤其2008年“5·12”汶川大地震中暴露出的水利工程安全隐患问题让人警醒。在我国西南地区正在或即将兴建的众多大型水利工程，由于其所处地质环境复杂，对工程的安全管理提出了更高更多的要求。

据水利部和国家电力公司对所属大坝的安全定期检查发现，至1999年年底，我国已



某小型水库垮坝



某库区山体滑坡

建水利堤坝中,有 30413 座为病险坝,其中大型坝 145 座、中型坝 1118 座、小型坝 29150 座;至 2007 年年底,病险小型坝 42114 座。以安徽省为例,目前仍未实施除险加固的病险小水库有 2000 多座,除险加固任务相当艰巨。尤其是 20 世纪 60—70 年代修建的大坝,由于多种原因,隐患病害尤为严重。

造成大坝存在安全隐患的因素主要有:①由于影响水利工程的自然因素复杂,同时水工建筑物工程量大、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客观实际之处,致使水工建筑物本身存在着不同程度的缺点和隐患。②大中型水工建筑物承受巨大的荷载,受力和运行条件复杂。在水库蓄水运用以后,挡水、引水建筑物经常处在水下工作,承受水压力、泥沙压力,冰压力,风浪压力和作用于基础的扬压力等荷载。引水、泄水和排沙建筑物除承受上述荷载外,还要经受高速水流的冲刷和磨蚀作用。③水下和基础部位的许多工程是隐蔽的,损坏不易察觉。如大坝基础的断层破碎带和软弱部位在水压力作用下发生某些变化,往往不易被发现,泄水建筑物发生气蚀以及下游河床发生淘刷,也往往不能及时发现。引水隧洞或压力钢管经常处于连续运行状态,不能随时停机检查,也难于及时发现缺陷。④人为损坏,人为破坏,违背控制运用办法超标准运行,违规操作。

水利工程的建设,为发展国民经济创造了有利条件,但要确保工程安全,充分发挥工程的效益,还必须加强工程管理。常言道:“三分建,七分管”,对水利工程而言,建设是基础,管理是关键,使用是目的,安全是前提。工程管理的好坏,直接影响使用寿命、效益的高低,管理不当可能造成严重事故,给国家和人民生命财产带来不可估量的损失。对水工建筑物加强检查监测,及时发现问题,进行妥善的养护,对病害及时进行维修,不断发现和克服不安全的因素,确保工程安全。同时,科学调度、使用和保护水资源,使水利工程长期地充分发挥其应有效益,这就是水利工程管理的重要意义。

为全面提高我国水利工程安全管理的科技水平,有效减少事故隐患,预防和控制恶性灾难事故发生,遏制群死群伤和重大经济损失,保障国家经济与社会的可持续发展,开展水利工程安全管理技术的研究和教育,显得极其迫切和重要。

三、水利工程管理工作的内容

水利工程管理工作的内容包括行政管理和技术管理。水利工程行政管理是指组织宣传



水利管理相关法律、法规、规章和有关技术标准；严厉打击破坏和影响水工程安全行为。水利工程技术管理包括以下内容。

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，能较好的弥补仪器观测的局限性，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. 水工建筑物的仪器观测工作

水工建筑物在施工及运行过程中，受外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，尔后编制岁修计划，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，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况，是取得防汛抢险胜利的关键。

6. 水库控制运用

在原规划设计的基础上，根据水文气象、上下游防洪要求，结合工程情况与用水部门的要求，合理地、有计划地进行洪水调度和兴利调度，保证工程安全和发挥最大效益。

7. 用水管理

根据水源情况、工程条件、工农业生产安排等方面编制用水计划，实行计划用水。为了按照用水计划的规定和水量调配组织的指导，调节、控制水量，准确地从水源引水、输水和按定额向用水单位供水，同时做好量测水工作。在灌溉用水中，减少渠道水量损失提高灌溉水利用效率是一项极为重要的工作。其主要措施包括改善灌水技术，渠道防渗，积极开展灌排试验等。

本书主要介绍水利工程技术管理前五个方面的内容。



四、水利工程管理工作的目的

在过去很长一段时期,人们往往只重建设而轻视管理,只讲投资而不讲效益,不重视对水利工程的管理工作,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现象。
- (3) 工程的配套不够,设备利用率低,经济效益不高。
- (4) 安全监测与维修技术落后,监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。

针对水利工程管理工作中存在的问题,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提供服务的一项重要的基本工作。

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,吸取先进的经验教训,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,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、物质上和技术上,充分做好防汛抢险准备,做好相应的抢险方案,尽可能减少洪水损失。

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,取得了丰硕的成就;各级水利部门越来越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。在水库安全监测和除险加固中出现了许多新技术、新材料、新工艺,例如土坝渗流热监测技术,微震监测技术、声发射监测技术,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,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,水利工程管理工作的目的就是:①通过水利工程安全监测实时监控工程安全健康性状,服务于工程安全管理,充分发挥水利工程的效益;②保证水工建筑物安全度汛;③检验和完善设计理论与方法;④优化施工工艺,指导施工;⑤对水工建筑物进行经常养护,及时发现隐患,对病害及时处理;⑥配合工程科学研究和其他。

五、三类大坝及大坝的三种状态

我国病险水库一般是指工程实际洪水标准未达到规定要求的标准,或虽达到规定洪水的标准,但工程存在较严重的质量问题,影响大坝安全,不能正常运行的水库,即水库大坝属《水库大坝安全鉴定办法》规定的三类坝。这类大坝由于存在安全隐患,需要进行除险加固或重建甚至报废。

大坝安全状况分为三类,分类标准如下。

一类坝:实际抗御洪水标准达到《防洪标准》(GB 50201—2014)规定,大坝工作状



态正常；工程无重大质量问题，能按设计正常运行的大坝。

二类坝：实际抗御洪水标准不低于部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准，但达不到《防洪标准》（GB 50201—2014）规定；大坝工作状态基本正常，在一定控制运用条件下能安全运行的大坝。

三类坝：实际抗御洪水标准低于部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准，或者工程存在较严重安全隐患，不能按设计正常运行的大坝。

大坝的三种工作状态分别是：正常状态、异常状态和险情状态。

正常状态：指大坝达到设计功能，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状态。

异常状态：指工程的某些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，因而影响正常使用状态。

险情状态：指工程出现危及安全的严重缺陷，或环境中某些危及安全的因素正在加剧，或主要监测量出现较大异常，按设计条件继续运行将出现大事故的状态。

对于三类坝和非正常状态水库，必须加强安全监测及养护维修，提出有效的安全度汛方案，确保安全，并及时对病害进行研究分析，提出整治措施，报请批准后，积极进行除险加固。而对于一、二类坝和正常状态水库枢纽，要进行有计划、有次序、经常的检查监测和养护工作，保证水库枢纽处于正常状态，不向异常或险情状态转变。

六、我国大坝安全管理现状与发展趋势

（一）我国大坝安全管理现状

1. 大坝安全现状

至 2007 年年底，我国共有 4 万多座病险水库。迄今为止，共 3480 多座水库大坝溃决。两个溃坝高峰分别在 1959—1961 年和 1973—1975 年，这正是“大跃进”和“文化大革命”后期。其中 1973 年一年溃坝达 554 座，为平常年份的 8 倍。进入 20 世纪 80 年代后溃坝数明显减少，10 年溃坝 266 座，90 年代更少，1991—2003 年 12 年溃坝 235 座。据统计，1954—2006 年之间，全国有 3498 座垮坝水库；至 2009 年，全国有 3504 座水库垮坝，其中小型水库达 3375 座（占 96% 以上）。

大坝安全事故的发展情况表明，一方面我国特定历史时期的建设制度缺陷，造成很多质量隐患在特定历史时段集中爆发；另一方面，自 20 世纪 80 年代以来，我国大坝安全管理水平有了较大发展，但总体管理水平与国外先进国家还有相当大的差距。

20 世纪 80 年代，《中华人民共和国水法》颁布施行，使大坝安全管理的行政管理上升到法律层次。90 年代颁布《水库大坝安全管理条例》《土石坝养护修理规程》《混凝土坝养护修理规程》《综合利用水库调度通则》《水库洪水调度考评规定》等一系列配套的规范性文件和技术标准，为水库管理的法制化、规范化奠定了基础。

在这些规范、法律的指导下，我国大坝安全管理水平有了很大提高。但随着水库大坝工程下游经济和社会的发展，大坝给下游带来的威胁（风险）越来越大。国家倡导的“以人为本，全面、协调、可持续”的发展观，进一步强调公共安全，强调人与自然和谐相处。因此，对水库大坝安全的要求越来越高，要求有更深入、系统、科学的安全生产管理模式。



2. 大坝安全应急预案

20 世纪,我国大坝安全管理无完善的应急预案,仅有指导性的管理条例与规程。

进入 21 世纪,政府倡导“以人为本”的治理理念,国务院于 2004 年发布《国家有关部门和单位制定和修订突发公共事件应急预案框架指南》,2006 年发布《国家突发公共事件总体应急预案》,同年 3 月,国家防汛抗旱总指挥部办公室颁布了《水库防汛抢险应急预案编制大纲》,6 月国家安全生产监督管理总局发布了《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》。2007 年 5 月,水利部颁发了《水库大坝安全管理应急预案编制导则(试行)》,同时颁布了一系列水利水电方面的应急预案。

在这样的背景下,大坝安全管理部门为了切实做好安全管理工作,保障大坝安全,最大程度保障人民群众生命安全、减少损失,须深入研究所管辖大坝的安全特征,编制适合国情、适合本身特点的应急预案。

3. 大坝风险评估和风险管理

我国目前在大坝安全评价中还沿用传统的基于确定性准则的方法,通过大坝安全定期检查,诊断出大坝存在的缺陷,鉴定大坝安全等级。

从 20 世纪 90 年代开始,对大坝风险评价、溃坝风险、溃坝经济分析、蓄滞洪区洪水演进、溃堤过程等领域开展初步研究,并进行了一些典型应用,但目前还属于起步阶段,尚未形成一个完整的体系,缺乏相应的法规和标准,与实际应用尚有一定距离。

近 20 年来,我国经济高速发展,水库下游地区经济不断发展、大坝服役年限也在延长,水库大坝的风险随之上升,因此,需要研究一个地区的风险承受能力。针对我国水库大坝安全管理的实际,正在开展水库大坝风险研究,提出具有可操作性的风险管理对策,实施水库大坝风险管理。

水库大坝的风险评估和风险管理与一个国家的政治制度、法律法规体系、经济发展及人口资源状况、历史文化背景、社会民情均有联系,须在广泛调查、深入研究的基础上,建立适合于中国国情的大坝风险评估及风险管理方法、体系和标准。

4. 大坝安全管理信息平台建设

大坝安全管理是一项技术性很强的综合性工作。随着我国新建大坝越来越多,大坝越来越复杂、已运行大坝坝龄延长,社会对大坝安全管理的要求日益提高。面临大坝安全这个复杂的系统工程以及日常安全管理中海量数据的分析、处理,借助信息技术,建立大坝安全管理信息平台,已是管理部门的唯一选择。

当前,不少大坝业主都将计算机、信息网络、数据库和自动化等技术运用到大坝安全管理中。建设大坝安全管理系统,提高对大坝运行状态的远程、实时监控水平,及时发现和处理问题,同时提高汛期水库调度和大坝安全管理的科学决策能力。

(二) 我国大坝安全管理发展趋势

1. 21 世纪我国大坝安全管理的特点与挑战

(1) 全球气候变暖对大坝安全管理的影响。受“厄尔尼诺”“拉尼娜”等气候现象及人类生活方式的影响,全球气候变暖及极端气候天气的加剧已是不争的事实,它正影响和改变我们的生活。历史经验表明,大坝的很多事故与极端天气气候密切相关。全球气候变暖和极端气候事件对大坝安全影响主要在于温度、降水及暴风引起的水库波浪。



(2) 经济、社会发展使大坝风险加大,社会公众更加关注。面对这些压力,大坝安全管理业界必须不断创新、采用新技术、新方法,扎实工作,使我国大坝安全管理上新台阶,给公众满意的答复。

(3) 高坝大库的建设对安全管理提出更高要求。随着我国水电事业的快速发展,在近几年我国将陆续有一批世界级的高坝、水库和巨型水电站投入运行。由于这些工程规模巨大且大部分分布在工程地质条件十分复杂、地质灾害频发、地震震级高的西部高山峡谷地区,其设计和施工水平具有相当高的技术含量,它们的投产运行对大坝运行安全监督管理提出了更高的要求。大坝安全管理研究人员必须对这些特定工程进行深入研究,研究新出现的问题,提出全面的、高可靠性的安全管理方案。

2. 我国大坝安全管理发展动向

随着时代的发展,大坝的安全管理给我们提出了新的课题和挑战。在新形势下,从技术角度出发,我国的大坝安全管理将存在以下两个明显的发展动向。

(1) 粗放型管理向技术型管理转化。目前,不管是大型水库还是中小型水库,都是粗放型管理。在具体的安全评价、管理方面,还是沿用传统的基于确定性准则的方法,通过大坝安全定期检查,诊断出大坝存在的缺陷,辅以专家的经验判断,通过定性和定量分析,评价已建大坝的安全状况,鉴定大坝安全等级,结论中难免有主观因素。随着社会发展,大坝安全管理工作将更加专业、细致、深入,要求建立大坝的安全技术档案,进行安全监测及资料分析,对大坝失事的可能性以及可能带来的后果进行判断、研究和评估,进而对大坝安全状况做出更为符合实际要求的评价,同时进行风险排序、提出安全维护和除险建议等。该管理办法将是一项技术性很强的工作。

(2) 工程安全管理向风险管理发展。半个世纪以来,我国大坝安全管理模式基本上没有变化。各级水行政主管部门负责大坝的安全,汛前、汛后组织安全检查,力保汛期不垮坝。遇水库存在严重隐患时,缺乏资金及时除险加固,多采用限制蓄水的办法保证防汛安全。这套管理模式,经过几十年的完善,已经比较成熟。特别是近 20 年来,在安全管理方面取得了很多经验,行政首长负责制在防汛安全中起了极大作用。

随着经济和社会的发展,大坝给下游带来的威胁(风险)越来越大。我国坚持“以人为本,全面、协调、可持续”的发展观,进一步强调公共安全,强调人与自然和谐相处。为此,对大坝安全的要求越来越高,要求更深入、细致、综合的管理模式,这就是风险管理模式。在防洪减灾方面,水利部的治水理念已经从“试图完全消除洪水灾害、入海为安”的思路转化为“承受适度风险,制定合理可行的防洪标准、防御洪水方案和洪水调度方案,综合运用各种措施,确保标准内防洪安全,遇超标准洪水把损失减少到最低限度”。这种思路已经和国外很多国家的水利工程管理思路接轨,从工程的安全管理向更加综合、全面的风险管理转化。大坝的风险管理是今后发展的一个方向,是社会和经济进步的必然结果。

绪 论 自 我 检 测

一、填空题

(1) 截至 2012 年,我国已建成各类水库_____万座,五级及以上江河堤防_____



万 km, $5\text{m}^3/\text{s}$ 及以上的水闸_____万座。

(2) 水利工程管理从狭义上讲就是对已建成的水利工程进行依法管理、_____、_____和_____，保障工程正常运行，以充分发挥工程效益的工作。

(3) 对水利工程而言，_____是基础，_____是关键，_____是目的，_____是前提。

(4) 维修工作一般可分为_____、_____和_____三种。

(5) 我国溃坝高峰是发生在_____和_____时期，进入 20 世纪 80 年代后溃坝数量_____。

二、单选题

(1) 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问题，这是（ ）。

- A. 巡查 B. 养护维修 C. 观测 D. 监测

(2) 下列关于未来我国大坝安全管理的描述，正确的是（ ）。

- A. 粗放型管理 B. 技术型管理
C. 应沿用老的安全管理模式 D. 必须完全消除洪水灾害

(3) 实际抗御洪水标准不低于部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准，但达不到《防洪标准》规定；大坝工作状态基本正常，在一定控制运用条件下能安全运行的大坝，属于（ ）。

- A. 一类坝 B. 二类坝 C. 三类坝 D. 四类坝

三、简答题

(1) 请简述对已建成水利工程进行管理的意义。

(2) 水库大坝的三种状态是哪三种？三种状态有何区别？

(3) 水利工程存在安全隐患的原因有哪些？

项目一 土石坝的监测与维护

【项目概述】 本项目主要介绍监测的概念和基本知识；土石坝的监测工作和养护维修工作；土石坝安全监测资料的整理分析以及堤防的检查与养护维修工作。

【学习目标】 通过本项目的学习，要求学生掌握监测的概念和分类，土石坝监测的项目和测次规定，土石坝水平位移、垂直位移、裂缝、渗透压力、渗流量、库水位等监测项目的监测方法，掌握土石坝渗漏、裂缝、滑坡等病害的处理方法，堤坝白蚁的处置方法；熟悉土石坝巡视检查工作的内容，土石坝日常养护的内容和重点，土石坝监测资料整理分析的要求和方法，堤防检查的内容和堤防隐患的处理措施；了解监测工作的步骤和要求，土石坝失事原因以及各种病害产生的原因。

任务1 大坝安全监测工作概述

一、监测的概念

大坝泛指各类大坝坝体、溢洪道、水闸、堤防、隧洞、渠道、地下洞室、水电站建筑物等水工建筑物。监测包括巡视检查和仪器观测两个方面，它们在大坝安全监测中相互联系、互为补充、缺一不可。

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，对水工建筑物外表及内部大范围对象的定期或不定期的直观检查。通过巡查发现不正常现象，并分析、判断建筑物内部的问题，从而进一步进行检查和监测，并采取相应的修理措施。由于仪器监测点数量有限，而且观测周期较长，所以大部分情况下，大坝的安全隐患是通过巡视检查发现的。众多小型水库和山塘管理技术力量薄弱，绝大部分土石坝没有埋设仪器设备，对于工程是否正常运行，坝体有无工程隐患的判断更依赖于巡视检查人员的经验和责任心。日常巡视检查已被水利工程管理单位普遍付诸实施，该项制度已被编入各水库管理单位的规章中，并在水利工程安全管理中发挥了积极作用。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，是大坝管理人员巡视发现的。

仪器观测是指依据有关规范规程，结合工程实际，在大坝等水工建筑物上布设各类安全监测仪器和设备，用以采集建筑物运行的各种性态信息。通过对这些信息的处理和整编分析，结合人工巡视检查情况，对水工建筑物的运行性态和安全状况作出评价。如1962年，安徽省梅山水库大坝，监测发现右岸山坡渗流量明显增大，通过进一步检查，右岸几个坝段向左倾斜达51mm，坝体出现较长裂缝。经综合分析，判断为右岸坝基岩发生了部分错动，大坝险情严重，后决定放空水库，并进行了加固处理，有效避免了一次重大事故。又如1993年，通过监测，发现佛子岭水库大坝向下游位移量明显增加，超过历史最大值30%，水库管理单位立即进行全面检查和分析，判定为大坝遭遇到不利工况，考虑到大坝基础、坝