



大坝安全与新技术应用

DABA ANQUAN YU XINJISHU YINGYONG

水利部水利水电规划设计总院
水电水利规划设计总院
中国水电工程顾问集团公司
中国水利水电勘测设计协会

编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TV698. 2-39

1



大坝安全与新技术应用

水利部水利水电规划设计总院
水电水利规划设计总院
中国水电工程顾问集团公司
中国水利水电勘测设计协会

编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为水利部水利水电规划设计总院等四家单位共同组织编写，主要内容有：综述、勘测、设计、除险加固、施工、安全监测、材料、运行管理等，将近期工程建设中的施工新工艺、新方法、新设备等工程施工技术；高坝设计与安全有关试验研究，相关课题与项目研究、超标准设计、工程施工问题研究与建议等科研与专项研究。

本书可供从事水利水电工程设计、施工、科研、管理的专业人士及高等院校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

大坝安全与新技术应用 / 水利部水利水电规划设计
总院等编. — 北京：中国水利水电出版社，2013. 11
ISBN 978-7-5170-1391-4

I. ①大… II. ①水… III. ①大坝—安全管理—新技术应用 IV. ①TV698.2-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第271689号

书 名	大坝安全与新技术应用
作 者	水利部水利水电规划设计总院 水电水利规划设计总院 编 中国水电工程顾问集团公司 中国水利水电勘测设计协会
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
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部) 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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	210mm×285mm 16开本 43.5印张 1286千字
版 次	2013年11月第1版 2013年11月第1次印刷
印 数	0001—1200册
定 价	148.00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

《大坝安全与新技术应用》

编 委 会

主 编 刘志明 彭 程 周建平 李孝振

副 主 编 关志诚 党林才

编审组成员 刘志明 彭 程 周建平 李孝振 关志诚 党林才

史光前 陈振文 王毅鸣 康文龙 司富安 鞠占斌

雷兴顺 韩 军 郭 清 谭志勇 耿延芳 陈 雷

计炳生 张 瑄

前 言

2012年是深入贯彻落实中央关于加快水利改革发展的决策部署和全面推动水利水电建设事业发展的关键年,具有承上启下的重要作用。随着水利水电工程建设进程加快、投资大幅增长,今后5~10年水利水电工程建设将面临着建设项目多,规模大,建设条件复杂,流域开发梯级化等特点,大坝质量与安全更加令人关注。为此,水利水电规划设计总院、水电水利规划设计总院、中国水电工程顾问集团和中国水利水电勘测设计协会组织了关于大坝质量、安全与新技术交流会。

2012年2月国务院发布了《质量发展纲要》(2011~2020年),为贯彻落实纲要和促进《大坝安全管理条例》修订,确保水利水电工程建设质量与安全,系统地总结我国21世纪以来工程建设中关键技术问题的解决措施和方案,探讨先进的工程建设与管理模式,降低或规避重大工程建设风险,是非常有益和必要的。

技术交流与总结的主要内容包括:水利水电工程建设布局与发展水平、筑坝技术、工程质量控制与安全管理等方面。在筑坝技术方面,高坝、大库、控制性枢纽工程数量增加,而工程建设条件复杂,如高海拔、高寒、高地震、深厚覆盖层等问题使筑坝难度增加,加大了工程风险。大坝建设和施工质量方面,建设项目多、速度快,周期短,市场竞争不规范,存在前期勘测设计深度不够,设计变更多,施工质量存在隐患等问题。

本论文集旨在对近年在高坝大库的建设经验进行总结,提出新形势下筑坝的对策措施,探讨加强质量控制与安全管理的有效手段。进一步加强已建、新建、拟建工程的风险防范意识,深化风险控制、管理及应对措施的研究,推广应用先进的技术成果,提高工程建设的质量控制和管理水平,促进我国水利水电工程建设的科学健康发展。

文集在征文过程中得到了国内各有关设计、施工、建设、科研及工程管理与专家的大力支持,而且有关专家在百忙中抽出宝贵时间以高度的敬业精神参与了论文审阅。对此,我们深表谢意。

编 者

2012年9月

目 录

前言

一、综 述

中国水库大坝建设展望与质量保障	刘志明	(3)
大坝安全控制标准、可靠度和分项系数设计方法研究	陈祖煜 王玉杰	(9)
大坝抗震设防标准研究	陈厚群	(19)
高碾压混凝土坝施工实时控制系统理论与应用	钟登华 崔 博 钟桂良	(24)
关于混凝土重力坝断面设计的探讨	贾金生 李 晶 汪 洋 杨会臣	(30)
中国高土石坝的发展水平与关键技术	关志诚	(37)
水利水电工程合理使用年限及其耐久性设计问题	陆忠民 刘志明	(46)
现代高混凝土拱坝设计技术与发展	王仁坤	(55)
大坝风险评估与风险管理关键技术	盛金保 彭雪辉	(62)
中国混凝土坝发展水平与关键技术	党林才 方光达	(68)
中国混凝土面板堆石坝的发展	杨泽艳 周建平 蒋国澄 孙永娟	(75)
我国水工技术发展展望	杨泽艳 赵全胜 方光达	(84)
300m 级高面板堆石坝适应性及对策研究综述	杨泽艳 周建平 苏丽群 杜效鹤 孙永娟	(91)
严格执行强制性标准 保障水利工程安全	雷兴顺 刘海瑞	(97)
水电工程水工安全鉴定的特点与对策	杨泽艳 方光达 赵全胜	(104)

二、勘 测

高拱坝建基岩体松弛卸荷的不利影响及其对策措施	方光达 党林才	(113)
水利水电工程深厚覆盖层工程		
地质研究	蔡耀军 司富安 陈德基 李文钢 袁建新 李会中	(121)
深埋长隧洞工程地质问题与勘察	司富安 贾国臣 高玉生	(129)
武都水库坝基岩溶处理技术	李 叶 张 全 刘帮建	(138)
关于紫坪铺水库与汶川地震是否有关的讨论	韦 港	(148)
大坝建设与地震灾害探讨	李创业	(152)
大岗山水电站区域构造稳定性分析	曾金华 邓忠文 朱可俊	(159)
模糊聚类法在岩体结构研究中的应用	李 鹏 宋文博	(166)
蟒河口水库的渗漏条件分析	刘庆军 周延国 刘振红 王勇鑫	(170)
陡倾层状坝基岩体质量评价及防渗处理	王林维 黄 坚 胡 华	(176)
万家口水电站复杂地质体三维模型及其数值模型构建方法研究	王长海	(181)
洪屏抽水蓄能电站交通洞口及中控楼场地边坡变形分析	翟海燕	(189)

三、设 计

深厚覆盖层建坝成就及主要技术问题	方光达	党林才	(199)
黄河龙口水利枢纽工程设计及主要特色		杜雷功	(210)
乌东德高拱坝抗震安全评价	熊 堃	翁永红	(215)
岳城水库大坝坝基保护煤柱范围的确定	段世委	许仙娥	(223)
阿海水电站复杂层状岩体坝基适应性研究及基础处理措施	何兆升	李立年	张 杰 (227)
黄河沙坡头水利枢纽软岩地基研究与设计		席燕林	(234)
青草沙水库总体设计与构筑物概况	卢永金	卢育芳	刘新成 (239)
青草沙水库堤坝设计关键技术研究	卢永金	李 锐	刘新成 (246)
戈兰滩水电站设计特点和技术创新	张军劳	耿振云	(252)
构皮滩水电站坝基岩溶风险分级理论与实践	刘加龙	徐年丰	(257)
300m 级高面板堆石坝防渗和止水系统			
适应性研究	郝巨涛	鲁一晖	奚铁生 何旭升 关遇时 (263)
300m 级高混凝土面板堆石坝面板混凝土裂缝预防措施研究		马锋玲	鲁一晖 (271)
碾压混凝土坝温度场精细仿真分析	苏培芳	陈尚法	杨 薇 傅尤杰 (278)
隘口水库复杂岩溶坝基调查研究与处理	张志雄	刘 杰	熊建宁 (284)
拱坝有限元动力分析中应力控制指标的初步研究		李 梦	陈永福 (287)
南水北调中线一期水源工程丹江口大坝加高设计	陈志康	谢 波	郑光俊 (293)
某高重力坝抗震分析和抗震措施设计	孔凡辉	万云辉	黄 元 (299)
积石峡面板堆石坝面板施工前加速沉降方法应用效果分析	陈树联	顾永明	王康柱 (304)
马来西亚巴贡水电站面板堆石坝设计及初期运行	王君利	范建朋	万 里 陈树莲 (310)
李家河泄洪建筑物设计及体型优化		王民侠	张荣斌 (318)
密松水电站大流量泄洪消能设计与研究	王小毛	向光红	龚道勇 (321)
亭子口水利枢纽底孔泄洪消能体型设计研究	曾令华	职承杰	薛维成 (326)
新疆下坂地大坝敏感性分析研究	黄 云	陆 丽	(330)
高寒地区碾压混凝土大坝设计创新			
——蒙古泰西尔水电站大坝设计理念透析		刘元广	(333)
磨盘山隧道冲沟浅埋偏压段施工过程受力数值模拟分析	杨燕伟	李 磊	陈光荣 (340)

四、除 险 加 固

天桥水电站除险加固工程施工围堰地基渗漏通道分析	王志宏	王 楠	陈晓光 (347)
江雄水库新建大坝渗漏成因分析			
与处理	普 布	杨 俊	严绎强 司马世华 辛建芳 朱家旺 (352)
杨屯水库大坝渗漏及加固技术应用	崔双利	孔繁友	潘绍财 刘元锋 (359)
李仙江土卡河水电站帷幕灌浆消缺补强处理		祝培华	杨晓红 (364)
南坪水库大坝裂缝成因分析与处理		田建林	宋文泽 (371)
万胜混凝土面板坝裂缝处理与效果评价	张志雄	熊建宁	刘 杰 (376)
系统概念在水库大坝除险加固设计中的应用		陈家旭	(380)
安哥拉 Gandjelas 混凝土重力坝除险加固施工技术		刘峰昊	(385)

五、施 工

锦屏一级高拱坝高地应力坝基开挖与支护施工程序现场试验研究	管大刚	(395)
复杂地层建基面保护层开挖新技术研究	马 勇 陈世安 徐智谋	(401)
大坝碾压混凝土施工质量控制	孙宝海 胡艳玲 薛振宇	(407)
碾压沥青混凝土心墙快速施工技术与应用	朱志坚 刘红军	(413)
试论旁多水库工程主体工程施工新技术	朱田胜	(420)
翻模固坡技术在多诺面板堆石坝施工中的运用	颌建军 王 丰 郭鸿儒 朱艳宝	(429)
阿海水电站大坝碾压混凝土施工监理质量控制要点	陈道春 王 建	(434)
梨园水电站面板堆石坝填筑质量控制	刘新平 冀丰伟	(440)
老挝南立 1-2 水电站面板堆石坝填筑施工技术	杨必军	(447)
挤压式边墙施工技术在张掖黑河宝瓶河面板堆石坝工程中的应用	刘树恒	(452)
改进型翻模技术在越南小中河面板堆石坝工程的应用	李 海 薛贵金	(456)
四川大渡河枕头坝一级水电站二期截流设计与施工	刘斌洲 陈厚才	(459)
德拉迪斯坝料技术问题的解决措施	史 迅 刘义平 李建国	(465)
水利冲填在土坝施工中的应用	谷春光	(470)
管井降水在南水北调渠道施工中的应用	李晋安	(476)
双沟水电站生态泄水压力钢管水下悬浮法 封堵设计与施工	张松江 张建江 罗维成 孙卫革	(480)
无轨式大口径管道自保护全位置自动焊	周 林 张育林 盛连才	(487)
深大调压井快速开挖支护技术研讨	古显奎 陈洪波 吴方明	(490)
“三层五区正台阶法”在河口村水库 1 号泄洪洞 开挖工程中的运用	程昌建 王 伟 建剑波	(494)
硬岩 TBM 施工中塌方的预测及处理措施	姚安华 张修高	(498)
蒲石河电站下库导流底孔封堵施工	朱甲学 程正邦 高光辉 张 强	(505)
重力坝悬臂钢模板锚具的设计与应用	张 强 伍 兵 程正邦	(510)
蒲石河预应力闸墩锚索张拉力与测力计关系研究	高光辉 程正邦 罗维成 邢 军	(515)
水电站闸墩悬臂大型钢模板的设计与应用	罗维成 邢 军 应小军 程剑兵	(519)
低回缩锚具在蒲石河抽水蓄能电站预应力闸墩中的应用	邢 军 朱甲学 任建钦	(525)
安康水电站表孔消力池底板修复处理工程混凝土拆除爆破施工技术研究	田启超	(529)
三轴搅拌桩在水力充填堤坝上的防渗应用	李 锐	(535)
三门峡山口水库大坝土质防渗体填筑施工质量控制	孟岭涛	(540)
水泥土搅拌桩在大坝防渗工程中的应用	张凤琴 隋保生 崔绍峰	(544)
“射水造槽法”在大坝带水头截渗处理中的应用 ——沙河水库西副坝坝基带水头截渗处理实践简介	高兴和 吕 犇	(548)
浅析混凝土表面裂缝处理工艺的应用	佟永强 高亚平	(554)

六、安 全 监 测

我国高拱坝安全监测设计与实践	刘荣丽 赵志勇	(561)
浅谈潮州供水枢纽拦河水闸变形监测技术	王伟章 赵国清	(566)
堆石坝安全监测关键技术问题讨论	吴毅瑾 杨泽艳 谭志伟	(570)
南方 GPS 动态测量 RTK 在水利工程中的应用	吴波涛 施国武	(574)

一、综 述



中国水库大坝建设展望与质量保障

刘志明

(水利部水利水电规划设计总院)

摘 要: 水资源是基础性的自然资源和战略资源。降水时空分布不均, 河流自我调节能力不足, 水资源与人口、耕地分布不匹配等特点, 决定了我国必须通过修建水库大坝等水资源调配工程来调控洪水和水资源时空分布、优化水资源配置, 提高区域防洪和水资源承载能力。在掀起新一轮水利建设高潮时期, 工程建设质量令人关注。目前, 我国水库大坝工程建设质量总体良好, 但在看到成绩的同时, 也要了解工程建设中存在的不足, 并采取相应措施以保障工程建设质量, 确保水库大坝工程安全。

关键词: 水库大坝; 建设; 展望; 质量保障

1 我国水资源特点

我国地处欧亚大陆东部, 太平洋西侧, 南北跨度大, 东西距离长, 各地气候条件迥异; 地势西高东低, 其间山地、盆地、平原相间分布, 地貌构成复杂; 特定的自然地理条件决定了中国各地水循环特点差异显著, 导致水资源时空分布很不均匀, 水资源分布与人口、生产力布局以及土地等其他资源不相匹配。

1.1 水资源人均占有量少, 且年际、年内变化大

我国水资源总量较大, 为 2.8 万亿 m^3 , 但人均、亩均水资源占有量远低于世界平均水平, 人均水资源量不足 2100m^3 , 约为世界平均值的 30%, 耕地亩均水资源占有量 1500m^3 左右, 约为世界平均的一半。

我国大部分地区降水和水资源年内分配不均, 全年降水量、河川径流量的 60%~80% 集中在汛期, 遭遇大水年份则更为集中, 特别是北方一些地区, 年径流往往由几次或一次降水形成。同时, 降水和径流的年际变化十分显著, 南方地区最大和最小年降水量一般相差 2~4 倍, 北方地区一般相差 3~6 倍, 而河川径流量最大和最小年份可相差 10~15 倍以上, 且往往出现连续丰水和连续枯水年的情况, 导致枯水年份特别是连续枯水年水资源供需矛盾非常突出。如松花江、海河和黄河区均发生过 7 年以上的连续枯水年段, 最枯年份水资源总量仅为平均年水资源总量的 41%~67%, 连续枯水年段水资源总量与多年平均水资源总量相比, 累计减少水量达 3501 亿 m^3 、681 亿 m^3 和 763 亿 m^3 。南方地区也曾出现连续 3~6 年的枯水年段, 造成局部地区甚至全流域的水资源形势紧张。

水资源显著的年际变化以及年内高度集中, 导致水旱灾害频繁, 也导致天然来水过程与用水需水过程不相匹配。为有效减轻水旱灾害, 调节天然来水过程满足经济社会用水要求, 绝大部分地区均需要修建水库大坝来调蓄天然水资源。

1.2 水资源分布与经济社会发展格局不相匹配

水资源的分布总体上是南方多、北方少, 东部多、西部少, 山区多、平原少。水资源的分布与经

济社会发展格局严重不匹配。

以南北方而言,北方地区人口、耕地面积和 GDP 分别占全国的 46%、60%和 45%,但水资源量仅占全国的 19%,属于水资源贫乏地区。南方地区人口、耕地面积和 GDP 分别占全国的 54%、40%和 55%,水资源量却占全国的 81%,总体属水资源相对丰富的地区,但是,南方地区的水资源有 25%都集中在西南诸河区,其耕地面积占全国的 3%,水资源量却占全国 20%,是北方地区的 110%,由于河流切割深,水低地高,用水却较为困难。以东西向而言,江河大多数由西向东流,水量大多来自上中游地区,而大量人口和主要用水地区均集中在流域中下游地区,其供给水源主要利用外来水源,一般均需通过流域和区域水资源的合理配置才能满足经济社会发展和生态与环境改善的要求。

我国水资源分布与经济社会发展格局不相匹配,使得区域间水资源条件差异很大,水资源供需矛盾尖锐,要解决水资源空间分布不均的问题,仅仅依靠河流的自然调蓄是根本不可能的,必须进行水资源的合理配置,通过修建水库大坝和跨流域调水工程来实现。

2 中国水资源开发利用现状

水库工程作为国民经济的重要基础设施,为保障经济社会发展发挥了巨大作用。但是,与国民经济发展、人民生活水平提高、生态环境改善的需求相比,水资源安全保障能力还存在较大差距,调蓄和调控能力不足,洪、旱灾害时有发生。

2.1 开发利用现状

2008 年全国总供水量 5910 亿 m^3 ,其中地表水供水量为 4796 亿 m^3 ,占全国总供水量的 81%。在全国地表水供水量中,水库大坝供水量仅占 34%。

根据 2000~2008 年同期本地供水量和水资源量资料,全国水资源开发利用率为 21%,地表水资源开发利用率为 18%。北方地区水资源开发利用率平均为 50%,平均地表水资源开发利用率为 38%,海河区、黄河区和辽河流域分别为 76%、63%和 59%;南方地区水资源开发利用率和地表水资源开发利用率均为 14%。

2.2 现状缺水状况

中国现状缺水主要表现在两个方面:一是由供水不足造成的缺水,直接影响居民生活质量和正常经济社会活动的合理用水需要;二是为了弥补供水不足和保障发展,通过超采地下水和挤占河道内生态环境用水。

全国多年平均因供水不足而形成的缺水为 189 亿 m^3 ,其中城镇生活及工业为 22 亿 m^3 ,农业为 167 亿 m^3 。由于过度开发利用水资源,超采地下水和挤占河道内生态环境用水,多年平均水资源缺口为 347 亿 m^3 。总缺水量 536 亿 m^3 在全国现状多年平均总缺水量中,北方地区多年平均缺水量为 469 亿 m^3 ,其中供水不足 130 亿 m^3 ,不合理用水挤占生态环境用水 339 亿 m^3 ,主要表现为资源性缺水和对水资源的不合理开发利用;南方地区缺水量为 67 亿 m^3 ,主要表现为工程性缺水,部分地区存在资源性缺水。

目前我国水资源开发利用的基础设施建设滞后于经济社会发展的需要,许多流域和区域的骨干水资源配置工程还没有建设,尚未形成水资源合理配置的格局,供水体系不完善,以小型分散为主体的水资源基础设施供水和调蓄能力难以满足经济社会发展和生态环境修复与建设对水资源的需求。

3 水库大坝的作用和实践

3.1 水库的作用

水库具有防洪、发电、灌溉、供水、航运、养殖、旅游、改善生态环境等多种功能,尤其是大型水库,更是集多种服务功能为一体,是调控洪水和水资源时空分布、优化水资源配置重要的工程措施,在防洪、灌溉、供水以及应对突发事件等方面带来巨大的社会效益和经济效益,还可对流域资源、环境、生态系统产生有益的调节效果。水库的建设开发在我国经济建设过程中处于非常重要的地位。早在两千多年前,我国就开始了闻名于世的都江堰、芍陂等水利工程的建设,开始意识到利用水库大坝工程趋利除害的综合效益。

3.2 水库大坝建设的实践

长江三峡、黄河小浪底等水库大坝的建设和综合效益的发挥,对我国经济、社会、环境协调发展的影响和地位已日趋显现,是我国在水库大坝建设上的有益探索和实践。

三峡水库工程建成后直接保护下游富饶的江汉平原和武汉等重要城市,避免其遭受严重洪灾损失,如2012年三峡坝址汛期最大洪峰流量达 $71000\text{m}^3/\text{s}$,超过1998年大水,但经过三峡水库调控后,长江中下游防洪形势明显好转,不再出现百万军民上堤防洪;三峡电站提供的清洁能源相当于累计减少使用3400万t标准煤、减少排放7480万t二氧化碳和68万t二氧化硫;三峡水库极大改善素有“黄金水道”之称的长江干流的通航能力,运输成本可降低35%~37%。同时,三峡水库利用其巨大的库容,可在长江最枯季节向中下游补水,缓解供水和生态的矛盾。

小浪底水库建成投入运行后,从1999年开始,黄河实施水量统一调度,进行了大规模调水调沙的试验,下游河床得到有效冲刷,大大提高了黄河下游安全行洪的可靠度,保障黄河下游不再断流,河道功能全面恢复,黄河河口三角洲湿地生态环境有效改善。在恢复下游河道生态功能的同时,对下游区域人民的正常生产生活所发挥的保障能力也大幅度提高。

珠江三角洲毗邻港澳,是中国城市最密集、经济最发达的区域之一。由于珠江上游来水连续偏枯,河口河道内流量持续减少,咸潮上溯日趋频繁和严重,澳门和珠海等市的居民饮用水水质严重超标,供水安全和河口生态问题越来越突出。为保障珠江三角洲地区的供水安全,珠江全流域施行水资源统一管理和调度,上游8座水库联合调度,实施珠江口压咸补淡应急调水,使珠三角及澳门特区1500万人的饮用水安全得到了保障,受咸水影响的企业经济秩序也迅速得以恢复,珠三角河网地区水环境明显改善。

另外,以生态保护为目标,对塔里木河、黑河和扎龙湿地等的应急调水工程,发挥了修复河流生态、维护河流健康等作用。

3.3 水库大坝建设的必要性

修建水库大坝,是在认识自然规律的基础上,借助自然条件更好地开发水资源和水能资源,改善人类的生存环境和生存条件。大量的工程实践证明了水库大坝对河流的调控作用,以及在人类经济社会发展中的多种功能。对于水库带来的一些副作用,我们要深入研究,努力化解,使水库大坝既能最大限度地造福于人类,又能最大限度地减少水库带来的不利影响,使河流能够永远造福于我们的子孙后代。

鉴于我国水资源的特点,以及经济社会的快速发展和生态环境建设要求的提高,水资源形势十分严峻,饮水安全、城市供水安全、粮食安全以及水生态与水环境安全受到了严重影响。必须科学规

划、深入研究,通过兴修具有较大调蓄能力的水库大坝,合理开发和科学管理水资源。因此,兴建水库大坝仍是我国当前经济社会发展和改善环境状况所必需的。

4 水库大坝建设前景

4.1 水库大坝建设现状

根据全国水利发展统计公报,截至2010年底,全国已建成各类水库87873座,总库容7162亿 m^3 ,占江河地表径流总量的26.2%。其中:大型水库552座,总库容5594亿 m^3 ,占全部总库容的78%;中型水库3269座,总库容930亿 m^3 ,占全部总库容的13%。目前,尚有在建大型水库25座,总库容147亿 m^3 ;中型水库117座,总库容25亿 m^3 。

4.2 水库大坝建设前景

“十二五”期间规划大型水库79座,总库容560亿 m^3 ,估算总投资2609亿元。其中大(1)型水库12座,大(2)型水库63座,其中总库容2亿~10亿 m^3 的水库34座,1亿~2亿 m^3 的水库29座。规划中型水库642座,总库容180亿 m^3 ,估算总投资2410亿元。

大型水库全部建成后,可新增总库容559亿 m^3 ,新增防洪库容92亿 m^3 ,新增城市年供水能力84亿 m^3 ,解决城镇供水3075万人和农村人饮安全1093万人,新增和改善灌溉面积4033万亩,新增水电装机8040MW。

中型水库全部建成后,可新增总库容170亿 m^3 ,新增防洪库容28亿 m^3 ,新增城镇年供水能力95亿 m^3 ,增加农业供水量103亿 m^3 ,新增和改善灌溉面积3588万亩,新增水电装机1300MW。

4.3 水库工程建设特点

(1) 工程任务和规模。工程任务以防洪、供水、灌溉为主,着力解决群众基本生活用水需求。单库最大库容为黄河古贤,总库容127.4亿 m^3 ,其次分别为大藤峡(总库容30.13亿 m^3)和东庄水库(总库容30亿 m^3);最大坝高为大石峡面板堆石坝,为250m,其次分别为东庄拱坝(坝高228m)和乔巴特面板堆石坝(坝高220m)。其中古贤为黄河、大藤峡为珠江、出山店为淮河上的三座控制性枢纽。

(2) 征地移民方面。单位库容平均占耕园地1380亩/亿 m^3 ,单位库容平均移民人数724人/亿 m^3 ,其中有6座水库淹没占用耕园地超过万亩,8座水库移民人数超过万人。有些项目的征地移民投资占工程总投资的60%~70%。

(3) 生态环境影响方面。有4座水库涉及到省级自然保护区,有6座水库压占国家级水产种质资源保护区,2座水库压占风景名胜區,2座水库涉及压占地质公园。如大藤峡涉及鱼类产卵场问题,古贤涉及壶口瀑布国家地质公园等。

(4) 项目经济指标方面。在西部省份,由于自然地理条件的原因,山高坡陡,河谷深切,人高水低,取水困难。居民分散、土地不连片,工程建设投资大,效益低。有的工程单方库容投资达到20元/ m^3 。如西南五省重点水源工程建设尽管经济效益差,但关乎当地群众的生存和发展,作为支持老少边穷地区跨越式发展,其建设是必要的。

(5) 筑坝条件方面。大型水库大部分位于河流的上游,其中有35座水库大坝坝高超过70m,工程所处地形地质条件较差,河谷深切,交通不便,深厚覆盖层,高寒高地震区,筑坝材料缺乏。给工程建设带来了难度。

5 水库大坝质量保障

5.1 质量总体要求

2011 年中央 1 号文件明确今后 10 年全社会水利年平均投入比 2010 年高出一倍, 总投资将达 4 万亿元。2011 年全国水利总投资已达 3452 亿元, 今后几年水利投资强度将越来越大, 水利工程建设任务将更加繁重。水利工程质量直接关系到广大人民群众切身利益, 关系到公共利益和公共安全, 关系到政府形象和社会安定。一旦工程质量出现问题, 天灾就会变成人祸, 导致人民生命财产的巨大损失。

今年国务院颁布的《质量发展纲要》指出, 到 2020 年, 建设工程质量水平全面提升, 国家重点工程质量达到国际先进水平, 人民群众对工程质量满意度显著提高。《质量发展纲要》确定了 2015 年建设工程质量的阶段目标, 提出工程质量整体水平保持稳中有升, 重大建设工程的耐久性、安全性普遍增强, 工程质量通病治理取得显著成效, 同时还提出了大中型工程一次验收合格率达到 100% 等具体指标。

5.2 水利建设质量状况

目前, 水利工程建设形成了项目法人负责、监理单位控制、企业保证和政府监督相结合的质量保障体制, 对保障工程建设质量发挥了积极作用, 水利工程建设质量总体良好。在大规模水利建设过程中, 工程质量稳步提高, 虽然有的工程存在质量缺陷, 个别工程出现质量事故, 但是没有出现因为质量问题而导致较大以上人员伤亡事故发生。

在取得成绩的同时, 我们也应清醒地认识到, 目前水利工程质量管理中仍存在不少薄弱环节和问题, 这些问题归纳起来集中表现在几个方面: 一是前期工作深度不够、质量不高, 导致少数设计粗糙; 二是少数项目招标投标不规范, 没有做到公平、公正; 三是有的工程未按设计、规范要求进行施工, 质量得不到保障; 四是有的工程未按规定进行质量检测、评定和验收; 五是部分工程存在质量缺陷和隐患。这些问题的存在, 严重影响了水利工程建设的质量安全, 很可能会导致质量安全事故的发生。对此, 我们必须高度重视, 尽快采取措施加以解决。

5.3 质量保障建议

水利部十分重视工程建设质量, 在原先已颁有关质量管理规定的基础上, 今年又陆续出台了《水利工程前期工作成果质量评价管理办法》、《水利工程设计变更管理暂行办法》, 还将颁布《工程建设强制性标准管理办法》和《水利水电工程设计质量评定标准》, 旨在强化质量意识和加强质量管理, 保障工程安全。在工程建设过程中要正确处理质量、安全、进度和效益的关系, 切实把握“质量是工程的生命”这一准则, 坚决杜绝“豆腐渣”工程, 确保各项工程质量经得起历史和人民的检验。

(1) 业主要加强项目管理保障建设质量。业主是工程建设的龙头和指挥者, 是工程建设质量的责任主体。目前, 有的业主单位为追求近期利益, 忽视了工程建设质量; 有的业主单位搞形象工程, 压缩必要的设计和施工工期; 有的业主没有按有关规定进行设计变更; 有的业主没有及时支付设计和施工经费, 甚至没有签订相关合同, 致使设计和施工单位无合同劳动, 等问题。因此, 业主单位要切实负责质量责任, 统筹协调质量、进度和效益之间的关系。

(2) 设计单位要加大投入保障设计质量。设计是工程建设的灵魂, 是保障工程建设质量的前提, 设计质量的好坏直接关系到工程的安全。目前, 有的设计单位由于项目多, 对设计投入的力量不足, 造成工程勘测设计深度不够, 重大技术问题的科学试验和设计分析计算深度不够, 甚至设计采用的基

本资料 and 参数不准确, 设计标准偏低等问题。因此, 设计单位要加大前期投入, 使勘测深度及范围满足建设要求; 重视工程设计方案及其重大技术问题的研究, 加强计算分析和科学试验研究工作, 积极借鉴国内外已建类似工程的实践经验, 做到设计安全可靠、技术先进; 重视工程耐久性设计, 严格执行水利强制性标准。

(3) 施工单位要加强过程控制保障施工质量。施工是工程建设的实施者, 是工程质量的保证。施工质量的好坏关系到工程的成败。目前, 少数施工企业的质量管理体系不健全, 工程项目施工层层转包, 有的承包单位未按设计要求和相关施工规范控制质量, 有的施工单位在隐蔽工程项目施工中偷工减料, 甚至弄虚作假, 有的施工单位使用不合格的原材料, 有的施工单位的加工制造工艺粗糙。少数工程一开始蓄水, 就发生大量的漏水现象, 说明工程建设过程中存在质量问题。因此, 施工单位要建立健全质量保证体系, 加强过程控制, 做到每道工序严格监理, 精心施工, 加强诚信建设, 保证施工质量, 依靠科技创新提高施工质量和施工工艺水平。

(4) 建设各方要加强队伍能力建设。人是质量保证的第一要素。加强队伍能力建设, 在当前责任大、任务重、要求高的新一轮水利水电建设时期, 其意义重大。目前, 由于项目多, 许多单位任务比较饱满, 而相应的人力资源与之不匹配; 有的设计单位一个人手头上管着多个项目, 甚至上十个项目, 其工作难以深入; 有的单位忙于完成任务, 忽视学习和提高, 质量意识不到位; 有的单位年轻同志多, 经验不足, 缺乏培训和教育, 造成质量隐患, 等问题。因此, 一要采取多种培养和教育方式, 努力培养出一批敢于负责、业务精通、作风过硬的优秀质量管理队伍; 二要严格市场准入和资质管理, 强化信用体系建设, 通过良性竞争, 努力打造出一批信誉良好、业务一流、能够主动承担社会责任的水利建设市场主体队伍; 三要通过严格资格管理, 加强教育培训, 努力造就出一批经验丰富、技术过硬的设计、施工、监理、质量检测工程师队伍, 承担艰巨而繁重的水利工程建设任务。

参 考 文 献

- [1] 中国水资源及其开发利用调查评价简要报告 [R]. 水利部水利水电规划设计总院, 2005.
- [2] 矫勇. 大坝水库与和谐发展——中国的探索与实践 [J]. 中国水利, 2008. 12: 1-3.

大坝安全控制标准、可靠度和分项系数设计方法研究

陈祖煜 王玉杰

(中国水利水电科学研究院岩土工程研究所)

摘 要: 传统的水利工程设计和管理的确定性模型基础上的。随着科学技术的进步,人们已经可以通过引入可靠度分析和风险管理的方法,较好地掌握建筑物工作时的不确定因素,为国民经济建设带来重大的经济效益和社会效益。近期,公众对公共建设的安全性日益关注,也对建立在概率风险分析基础上的可靠度方法提出了客观需求。本文简要回顾了岩土工程中引入可靠度分析和分项系数设计方法的相关理论和方法,以及水利部公益性行业科研专项经费项目《水利工程的风险分析和可靠度设计方法》的主要研究成果,简要介绍了论文作者提出的可靠度方法相对安全率方法和其在水工设计和大坝安全控制标准复核等方面的应用。

关键词: 大坝安全标准;可靠度分析;分项系数设计方法

1 引言

传统的水利工程设计和管理的确定性模型基础上的。随着科学技术的进步,人们已经可以通过引入可靠度分析和风险管理的方法,较好地掌握建筑物工作时的不确定因素,为国民经济建设带来重大的经济效益和社会效益。近期,公众对公共建设的安全性日益关注,也对建立在概率风险分析基础上的可靠度方法提出了客观需求。

近年,世界各国相继在设计规范中规定使用建立在风险分析基础上的分项系数设计方法。欧共体委员会(Commission of European Communities,简称CEC)制定了一套欧洲结构规范^[3](Structural EuroCodes)。美国钢结构、公路桥梁、混凝土和木结构等领域的行业协会也相应推出了分项系数极限状态的设计方法^[1],通常称为荷载抗力分项系数方法LRFD(Load and Resistance Factor Design)。

自20世纪90年代开始,我国开始有计划有步骤地推行可靠度和分项系数设计方法。建设部于1992年颁布了《工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50152—92)并于2008年作了修订(GB 50153—2008)。我国于1994年颁布了《水利水电工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50199—94)^[14]。建筑、铁路、港口、公路也相继颁布了相应的国家标准。近期颁布的水利和水电行业的边坡工程设计规范^[7,20]将可靠度设计方法明确地纳入了规范。

本文拟回顾水利部公益性行业科研专项经费项目《水利工程的风险分析和可靠度设计方法》项目的主要研究成果,介绍论文作者提出的相对安全率的方法以及在水工设计中的应用^[21]。

2 可靠度分析方法和判据

为了便于理解,有必要对结构可靠度分析方法的基础理论作一简单的回顾。