

中国大坝的安全和管理

吴中如

(河海大学, 南京 210024)

[摘要] 大坝是我国国民经济建设及社会发展的重要基础设施, 提高和加强对大坝的安全认识和管理水平, 对充分发挥大坝的作用具有重大意义。本文回顾了中国大坝安全状况, 简述了大坝的安全管理, 并为提高大坝安全与管理提出了一些认识。

[关键词] 中国大坝; 安全; 管理

1 前言

我国河川年径流总量约 2.780 Gm^3 , 人均约 2.300 m^3 , 为世界人均的 $1/4$, 而且时空分布又极不均匀。然而, 水能资源十分丰富, 理论蕴藏量为 676 GW , 可开发 378 GW , 为世界第一。为了充分利用这些水利资源, 我国已建堤坝 8.7 万座, 其中 15m 以上大坝约 1.8 万座, 水库总库容 500 Gm^3 , 水电装机 60 GW (约占可开发水能资源的 16%), 年供水量 500 Gm^3 , 灌溉面积 $4.8 \times 10^{11} \text{ hm}^2$, 并保护 3.1 亿人口和 $3.2 \times 10^{11} \text{ hm}^2$ 农田以及上百座大中城市的防洪安全。这对国民经济建设和社会安定团结起到了巨大的作用。

然而, 由于种种原因, 一部分大坝还存在不安全因素, 还有一些病险水库, 这不仅影响工程效益的充分发挥, 而且直接影响下游人民生命财产的安全, 一旦溃坝, 将对下游产生惨重灾难和巨大经济损失, 如 1975 年 8 月特大暴雨冲毁板桥和石漫滩水库, 造成下游毁灭性的灾难。因此, 加强大坝安全管理, 一方面使病险水库能得到及时维修和除险加固, 在安全的前提下, 充分发挥工程效益; 另一方面, 又可不断提高大坝安全管理水平。

2 中国大坝安全状况的概评

2.1 大坝安全历史

50 年以来, 在已建的 8.7 万座堤坝中, 其中超过 0.1 Gm^3 库容的大型水库大坝约 400 多座, 库容 0.01 Gm^3 至 0.1 Gm^3 的中型水库大坝约 2700 座, 其它 8.4 万座为小型水库的大坝。这些水库大坝中绝大部分 (约 8 万座) 在 20 世纪的 $50 \sim 70$ 年代建造, 这些工程为中国水利水电建设打下了有力基础, 对国民经济建设和社会安全起到了重大作用。然而, 由于当时的历史原因, 相当一部分大坝未按一定的基本建设程序办事, 是靠群众运动建造的, 存在防洪标准低、工程质量差和隐患多等问题, 甚至成为病险水库。

据不完全统计, 中国的溃坝曾出现过两次高峰, 溃坝率达千分之几。其中, 第一次是在 50 年代末和 60 年代初, 主要是施工中的中、小型水库大坝溃决; 另一次为 70 年代, 因社会动乱和管理不善造成一批小型水库大坝溃决。80 年代后, 由于加强大坝的安全管理和病险水库的险情加固, 溃坝大大减少。

2.2 大坝的安全状况

从 80 年代起, 水利部和能源部 (现为国家电力公司) 相继成立了水利部大坝安全管理中心和水电站大坝安全监察中心, 并颁发了一系列的法规和规范, 大力加强了大坝的安全管理, 定期进行安全检查, 不少病险水库得到除险加固。

然而，我们应该清醒地认识到，中国在前述的两个筑坝高潮中，大坝已运行了30~40年以上，工程逐渐老化，加之不少大坝先天不足，老化和病变更为突出，随着时间的推移，还会出现新的不安全因素和病险大坝。据不完全统计，目前大中型水库大坝中，病险水库大坝约占20%，小型水库大坝约占40%，尤其是水利大坝更为突出，估计病险水库大坝的除险加固资金约120亿元以上。因此，加强大坝的安全管理、维护及除险加固等任务还任重道远。

3 大坝的安全管理

加强大坝的安全管理是保证大坝安全运行的关键措施，它主要包括大坝安全管理体制、法规、定期检查（或鉴定）、安全注册和补强加固（或除险）等环节。

3.1 大坝安全管理体制

目前中国的大坝大致分水利与水电大坝。其中，水利大坝以防洪、灌溉为主，由水利部负责管理；水电站大坝以发电为主（约130多座），由国家电力公司负责管理。水利部和国家电力公司相继成立了“水利部大坝安全管理中心”和“水电站大坝安全监察中心”，分别代表水利部和国家电力公司，具体负责水利大坝的安全管理和水电站大坝的安全监察工作。继后，在水利部流域机构以及各省市自治区水利（水电）厅局和省电力公司（局）相继成立大坝安全管理或监察分中心，形成了有中国特色的水利大坝和水电站大坝的管理体制。

3.2 安全法规

在水利大坝安全管理中心和水电站大坝安全监察中心成立后，着手制定了大坝安全管理的法规和规范，并经水利部和国家电力公司审批后颁发执行。主要包括《水库大坝安全管理条例》、《水库大坝安全鉴定办法》、《水库大坝注册登记办法》、《土石坝安全监测技术规范》和《水电站大坝安全管理办法》、《水电站大坝安全检查施行细则》、《水电站大坝安全注册规定》、《混凝土大坝监测技术规范》等。这些法规和规范与国务院颁发的《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》等，构成中国大坝安全管理的法规和规范体系，使大坝安全管理工作逐步走向法制化管理的轨道。

3.3 大坝安全定期检查（或鉴定）

根据《水库大坝安全鉴定办法》和《水电站大

坝安全管理办法》的规定，一般每5年、最多不超过10年、特殊情况进行特种检查的要求，对水利大坝和水电站大坝开展大坝安全定期检查（或鉴定）。其中，水电站大坝从1987~1999年，历时12年，对全国96座水电站大坝进行首轮水电站大坝安全定期检查。由主管部门主持，聘请专家组进行，主要对大坝的工程等级、设计标准、强度和稳定、运行状况、老化和耐久性、近坝库岸滑坡和监测系统等进行全面检查，发现不少大坝防洪（泄洪）能力不足、抗滑稳定裕度偏低、坝体裂缝严重、坝基渗漏较大、存在近坝库岸滑坡以及监测系统不够完善等不安全因素，并提出了限期改进措施；目前，正在开展第二轮定期检查（安排129座大坝），重点检查第一轮定期检查发现问题的处理结果、大坝运行发现的新问题、金属结构等，并对重点工程提出安全监控指标。水利大坝从1995年开始，对大型水库大坝开展安全鉴定，取得了一定的成效；然而，由于水利水库数量多以及经济困难，仅完成少数水库大坝的安全鉴定工作，总体上与要求还有较大差距，须主管部门努力完成该项工作。

实践证明，大坝安全定期检查（或鉴定）对了解大坝安全状况和运行状况起到重大作用，是大坝安全管理的行之有效的办法，已成为一种重要制度。

3.4 大坝安全注册

根据《水库大坝注册登记办法》、《水电站大坝安全注册规定》等规范，从1997年起，由水利部大坝安全管理中心负责归口大坝登记工作。其中，大型水库大坝的注册登记已基本完成，中型水库大坝大部分已注册登记，小型水库大坝正在开展；水电站大坝已有110座注册登记，并被评定为甲级安全注册。

3.5 大坝补强加固和病险水库的除险加固

水电站大坝根据定期检查发现的问题，对大坝的缺陷进行补强加固。主要包括泄洪设施的扩建和改造，坝体加高，坝体裂缝处理，坝基防渗处理，金属结构补强改造，监测设施更新改造等。

水利大坝首先对全国首批43座重点病险水库加固，现已37座脱险；继后于1992年又确定第二批38座重点病险水库加固，其中9座已脱险，其它正在除险加固中。

通过大坝的补强加固和除险加固，对提高大坝

的健康水平,充分发挥工程效益起到重大作用。

4 大坝安全监测

大坝安全监测对及时了解大坝的安全状况、发现隐患、检验设计和施工起到“耳”和“目”的重要作用。由于大坝进行法制化管理后,引起大坝主管部门对安全监测的高度重视,随着科学技术的发展,我国的大坝安全监测有一个质的飞跃,尤其在信息分析和管理方面有领先的优势。

4.1 安全监测仪器和数据自动化采集

4.1.1 安全监测仪器 从20世纪50年代中期开始研制和生产大坝安全监测仪器,经过几十年的努力,我国在差动电阻式、电容式、钢弦式等10多种监测仪器;在性能和自动化程度等方面都取得了很大改进和发展,总体上满足实际工程安全监测的需要。

从20世纪70年代开始研制和生产激光准直,并在丰满、太平哨等工程得到了成功应用。近几年来,开发和研制了GPS技术、光纤技术和CCD技术等高新技术,在应用于大坝安全监测中取得了初步成效。

4.1.2 数据自动化采集 从20世纪70年代中期开始,开发和研制了垂线坐标仪和差动式仪器的遥测,经过不断完善和改进,90年代在20多座大坝中,安装了单项或多项监测自动化采集装置。90年代中期,随着电子技术、通信技术和计算机技术等飞跃发展,研制和开发了变形、渗流和应力应变等自动采集系统,并在实际工程中得到应用,在价格等方面有明显优势,但是有一部分自动化监测系统的可靠性尚需进一步完善和提高,可以预计中国制造的自动化监测系统有光明的前景。

4.2 信息分析与反分析和信息管理

20世纪70年代初,我国开始对大坝安全监测资料进行分析与反分析和信息管理,尽管起步较晚,但是从80年代尤其是90年代,由于大坝安全管理受到各级领导的重视,一批大型工程的兴起和已建工程存在的问题,以及大坝安全定期检查(或鉴定)的开展和信息技术的发展,使该项工作得到超常速度的发展。

4.2.1 信息分析与反分析 我国已广泛采用三类数学模型(统计模型、确定性模型和混合模型),对大坝安全监测资料进行定量分析,以此评价大坝的安全状况,监控大坝的安全运行。近几年来,模

糊数学、灰色理论、神经网络等理论应用于大坝安全监测资料分析中,也取得较有价值的成果。

反分析方面,包括计算模型、计算参数和计算工况等反分析,在理论和实用性方面取得了较大发展。与此同时,在拟定大坝变形监控指标的理论、方法及其应用方面,提出了力学算法、仿真计算方法等方法,在实际工程应用中取得了显著实效。

4.2.2 信息管理 在开发和研制大坝安全监测的数据自动化采集的同时,也积极开展了信息管理的开发和研制。主要包括信息管理、信息分析、辅助决策和大坝安全综合评价专家系统等层次。其中,信息管理主要包括数据库和图形库;信息分析主要包括数据库、方法库和图形库;辅助决策主要包括数据库、方法库、知识库和图形库;专家系统主要包括综合推理机、知识库、数据库、方法库、图库(图形和图象),即一机四库;与数据自动化采集连接,实现对大坝安全监测数据的科学有序的管理,对大坝安全运行进行全过程的分析和评价,对不安全因素(或异常)进行物理成因分析,并提出辅助决策的建议等。这些成果,在龙羊峡、二滩、岩滩、丰满、安砂、池潭、古田溪三级、水口等大坝中得到了应用,对提高我国大坝安全管理水平有重大作用。

5 结语

我国水能资源丰富,尚有84%的水能资源没有开发利用,随着我国西部地区的大开发和水利资源的深入开发以及解决面临的严重水危险,将面临又一个水利水电建设高潮,尤其是高坝大库将日益增加;与此同时,我国又是世界筑坝大国,随着时间的推移,老坝和病坝也显著增加,大坝安全将显得更为突出,老坝的加固将是21世纪的重要任务。为此,大坝安全管理已引起我国各级政府和坝工界的高度重视,建立了行之有效的大坝安全管理制度,制定了有关法规和规范,及时进行安全定期检查(或鉴定),对病险坝进行补强加固,并加强大坝安全监测等,这些措施已取得了明显实效,基本上杜绝了大中型水库大坝的失事。但是,也应清醒地看到,建好、管好和用好大坝还任重道远,首先要进一步加强和完善大坝的安全管理体制和法规,进一步提高人们的法制观念;按时进行大坝安全定期检查(或鉴定);要更加重视大坝安全监测,稳定队伍,及时将监测成果用来评价大坝的安全状

况；要尽快解决病险水库除险加固问题，进一步加大资金的投入；并进一步采用高新技术对大坝安全进行科学管理，等等，使我国大坝的安全面貌焕然一新。

主要参考文献

[1] 弓正华, 储海宁, 沈家俊, 等. 迈向 21 世纪的中

国水电站大坝安全监察 [A]. '99 大坝安全及监测国际研讨会论文集 [C], 北京: 中国书籍出版社, 1999.1~9

[2] 王仁钟, 李君纯, 刘嘉忻, 等. 中国水利大坝的安全与管理 [A]. '99 大坝安全及监测国际研讨会论文集 [C]. 北京: 中国书籍出版社, 1999, 10~14,

Overview on Safety and Management of Dams in China

Wu Zhongru

(Hohai University, Nanjing 210098, China)

[Abstract] Dam is a kind of key infrastructure of national economy construction in chin, so it is of great significance to improve and strengthen dam safety consciousness and management. Dam safety situation is reviewed and safety management is outlined in this paper, and new notion is presented for the improvement of dam safety and management.

[Key words] dam; safety; management

(cont. from p.32)

Binary Optics Used in High Power Laser Shaping

Jin Guofan, Tan Qiaofeng, Yan Yingbai, Wu Minxian

(State Key Laboratory of Precision Measurement Technology and Instruments Tsinghua University, Beijing 100084, China)

[Abstract] The principle of binary optics used for beam shaping is introduced. On the basis of the analysis of GS and YG algorithms, three algorithms are developed for phase design of the Binary Optical Element (BOE), including Global/local united searching algorithm (GLUSA), hybrid algorithm combining Hill-climbing with Simulated Annealing and its multi-resolution algorithm. For example, the BOE obtaining uniform focused spot for Inertial Confinement Fusion (ICF) is designed by the above algorithms. The simulated results show that fine phase structure and good characters of the focused spot are realized by using the hybrid algorithm. A continuous phase plate is manufactured with a rotating hollowed-out mask. The intensity distribution of the focused spot is measured by a common CCD and multi-attenuators with which the measurement dynamic range is increased. The experimental results after data processing show that the focused spot with steep edge, low side lobe, high light efficiency and fair uniformity of the main lobe without sharp peak at the zero order is obtained.

[Key words] beam shaping; binary optics; phase element; optimization algorithm