



钟登华,江西赣县人,水利水电工程专家,中国工程院院士。现任天津大学副校长兼研究生院院长、教授,水利工程国家重点学科学术带头人,国家创新研究群体学术带头人。曾获国家科技进步奖二等奖、国家杰出青年基金资助、中国青年科技奖、光华工程科技奖等。

卷首语 Foreword

科技导报 2011,29 (28)

水利工程仿真与安全

2011年“中央一号文件”《关于加快水利改革发展的决定》第一句话开宗明义地指出,“水是生命之源、生产之要、生态之基。”水问题长期以来一直受到人类社会的广泛关注,尤其是进入21世纪,全世界面临着水问题的空前挑战。2010年9月30日英国 *Nature* 发表封面文章指出,全球水资源危机极为严峻。同样地,受人类活动与气候变化影响,我国面临着水资源短缺、水环境恶化、水灾害频繁、水土流失加剧等一系列问题,涉及资源、环境、能源、农业和公共安全等重点领域,是影响国家可持续发展的重大战略性问题,是我国迫切需要解决的重大瓶颈。兴水利、除水害,历来是治国安邦的大事,水利工程的战略地位已经不言自明。备受瞩目的中央一号文件已得到众多部门和专家的分析解读,提出了许多有指导意义的意见和建议。可以说,已取得的共识是:水利改革发展的聚焦点实际就是水利工程建设。

中国已成为世界水利工程建设中心,许多世界水平的巨型水利工程落户中国。水利工程建设复杂艰巨,建设难度大、规模大、投资大,效益也很大;然而一旦失事,其威胁大、危害大、影响大、次生灾害损失大,后果极其严重。因此,在水利工程安全领域,有两个基础研究问题必须加强:一是水利工程从设计、建设、运行、退役的全寿命周期性能问题,二是水利工程的运行规律、性态演变和破坏机理问题。由于水利工程全寿命周期是一个极其复杂的随机动态过程,水利工程安全分析与控制是一个多因素耦合问题,工程仿真是解决这类问题的有效途径。工程仿真综合考虑边界复杂、过程复杂、随机动态性强、不确定性强等工程特征,通过仿真建模、仿真计算、仿真控制、系统集成等理论和方法,解决复杂工程科学问题,在水利工程安全性基础研究方面具有不可替代的作用。例如,工程地质条件是水利工程建设的基础,工程地质问题是工程建设的关键,世界上遭受严重破坏的水工建筑物,有50%以上是由于对地质问题的认识不够造成的。工程地质分析是一项艰巨的任务,传统的二维、静态处理方式,难以反映复杂的工程地质条件。针对复杂地质体(断层、岩层等)的建模问题、耦合多源数据的精细建模问题、水工建筑物与地质构造三维统一建模分析问题等难题,通过水利工程地质精细建模与分析技术实现三维地质模型的建立,能够直观、方便地分析复杂的地质条件和地质问题。

水利工程建设千年大计、质量第一。高标准水利工程建设的关键是在工程设计中制定和论证合理的建设方案,在建设过程中要求保证施工安全,实时动态调整与控制建设进度,保证水利工程建设质量、实现建设过程的全天候实时监控,并且能实时采集分析建设动态信息,为工程的长期安全运行提供数字分析平台。因此,复杂约束条件下的工程进度控制分析问题、高标准要求下的工程质量监控问题,是水利工程设计建设中备受关注、但难以进行物理实验模拟分析的关键科学技术问题,水利工程建设仿真实理论与施工质量控制方法为解决这些问题已经并将继续发挥重要的作用。

保障水利工程安全必须要从单一过程安全研究向全寿命周期安全研究发展。水利工程结构复杂,要承受各类复杂的水动力荷载(波浪、流、沙、冰等)作用,面临恶劣的地质条件和水下基础,过去一般只限于在设计、建设质量的单一层面上分析结构的可靠性和安全性,往往出现设计安全系数较高的工程结构存在安全问题。水利工程通常在设计、建设、运行维护等各个阶段都存在大量的不确定性因素,应从水利工程的全寿命观点出发,开展基于全寿命周期的水利工程质量、安全与风险控制方面的基础理论研究,这是保障水利工程建设与长期运行安全的重点发展方向。

总的来说,“中央一号文件”的出台为水利改革发展与水利工程建设提供了重要的战略机遇期。但是,我们不能孤立地从某个局部对待水利工程建设中遇到的各种问题,而应从水利工程的全寿命周期角度出发,需要开展水利工程性能演变方面的基础研究,探索和发展新的理论,能够多学科综合、全过程一体化地分析复杂的工程科学问题和工程技术难题,为水利工程建设与长期安全运行提供理论基础和技术支撑。

钟登华

(天津大学,天津 300072)