

## 1.2 中国重要大坝强震监测与地震动输入机制研究

### ➤ 简要信息

【获奖类型】应用特等奖

【任务来源】科学技术部社会公益研究专项

【课题编号】010901

【课题起止时间】2003年1月~2005年12月

【完成单位】中国水利水电科学研究院

【主要完成人】胡晓、张艳红、钟菊芳、常廷改、苏克忠、邢国良、曾迪、郭永刚、张翠然、许亮华、黄杨、杜红英

### ➤ 立项背景

地震由于其发生的突然性和巨大的破坏力而被列为各种自然灾害之首。我国位于两大板块—太平洋和欧亚大陆板块之间，板内地震十分活跃，有46%的城市和许多重大工业、工程设施位于地震严重威胁的地区。随着城市的发展和经济向城市相对集中，地震造成的经济损失比以往任何时候都要巨大。大坝一旦发生严重震害，不仅危及工程本身，其次生灾害也会对人民的生命财产造成难以估计的影响。我国水电资源80%位于高地震烈度区的西南、西北地区，为确保这些水利水电资源的开发，解决这些工程抗震安全问题是十分重要。

近年来大坝抗震研究虽进展很快，但由于坝址地形地质条件复杂，坝址地震输入机制的确定十分困难，成为大坝工程抗震中急需解决的首要前提和制约因素。因问题不仅限于工程抗震领域而且涉及地震学、地质学、是跨学科、跨领域的前沿课题，是目前世界上都未解决的难题。解决这个难题的主要有效途径是建立大坝强震观测台阵，这是检验和发展大坝抗震安全理论和方法的重要手段。目前用于地震危险性分析和工程设计地震动参数大多是照搬美国西部记录的资料。美国与我国的地质构造、地震震源机制、地震波传播途径、局部建筑场地条件有很大差异，要使这种状况得到彻底改变，在西部大开发战略实施之日，就应增加布设水工建筑物强震台网，期望能取得一批强震加速度记录资料，使水工建筑物抗震设计登上一个新台阶。

总体上看，本项目研究领域的发展水平相对滞后，主要是基础性科研储备比

较薄弱。国内水电工程领域的抗震防灾工作仍处于简单的强震监测阶段，对于结构震害进行多方位、多角度快速预警安全评估，临震及时提供减灾智能化决策等方面的技术支持等工作还处于空白。

### ➤ 详细科学技术内容

(1) 高坝大库地震数据库的建立： 1) 国内外强震记录的收集（已收集国外 12000 多条；国内大陆 700 余条，台湾 500 多条）建立强震记录数据库； 2) 在 GIS 平台上建立典型大坝区域地质、地震地质、活动断层及历史地震空间展布特征数据库及相应的专业图层； 3) 我国几座重要大坝相关参数的整理，建立大坝基础参数数据库。

(2) 专家智能决策系统：建立大坝安全速报（1 小时内）的统计模型； 2) 建立基于水工抗震规范的大坝抗震数学及力学模型； 3) 建立非线性完全动力分析结合大坝静态监测数据及宏观调查结果进行大坝如何进行抗震加固的专家系统。

(3) 提高我国高坝大库强震监测的硬件水平： 1) 实现由模拟、数字磁带记录向数字固态存储记录的转变； 2) 引进、消化吸收国外先进的固态存储加速度仪的软、硬件技术； 3) 利用现代的通讯技术和网络技术实现强震数据的实时远程传输。

(4) 利用配套经费引进国外先进仪器建立新疆克孜尔水库大坝示范性的强震监测台阵： 1) 新疆克孜尔水库大坝建在活动断层之上； 2) 新疆克孜尔水库位于强震多发区； 3) 新疆克孜尔水库有比较完善的大坝监测系统，但独缺先进的强震监测系统； 4) 建立大坝智能化远程监测系统。

(5) 建立我国重要大坝智能化远程强震监测管理系统。地震目录及监测数据的实时查询；研究区内地质、构造等空间图形数据的浏览与查询等；大坝设计信息资料数据库，大坝有限元地震动力分析模型库；构造地震发生对坝体可能造成危害的预测分析评估系统；预警决策系统等部分。

(6) 大坝地震动输入机制研究： 1) 利用我国 32 个已建的大坝强震台站和国内外已取得的强震记录研究坝址地震动输入机制； 2) 研究不同震源条件下峡谷坝区场地地震动的三维空间相关性、传播视速度、谱特性，地震动强度变化特性等基本特性和规律； 3) 研究坝体和两岸岩体的动力相互作用和坝肩岩体动力

放大效应的影响，以进一步探明坝址河谷地震输入机制。

### ➤ 发明及创新点

(1) 用 MapGis 系统，建立部分中国重要大坝基本参数数据库、大坝地震地质纲要、活动断层、全国水系统分布图以及克孜尔地区的 1:20 万地震地质、活动断层、地震空间分布、潜源分布等专题图层。

(2) 建立国内外强震记录自动管理数据库及专家分析资料库。

(3) 适合于我国西部地区的地震动衰减关系。

(4) 地震动输入机制研究的成果。

(5) 新疆克孜尔大坝强震监测台站设计与建置。

### ➤ 与当前国内外同类研究、同类技术的综合比较

强震数据管理，监测数据分析与地震动输入机制研究处于国际领先水平。强震监测仪器与台阵设计处于国际先进水平。

### ➤ 成果应用情况及社会效益

部分成果已直接应用于新疆克孜尔大坝抗震安全监测及《水工建筑物强震动安全监测技术规范》(DL/T 5416-2009)中，并可推广应用于其它大(中)型水利水电工程的强震监测中，具有显著社会与经济效益。



图 1 强震记录数据库管理系统



图 2 克孜尔大坝右坝肩山洞内基岩强震监测点



图 3 克孜尔大坝坝顶强震动监测点

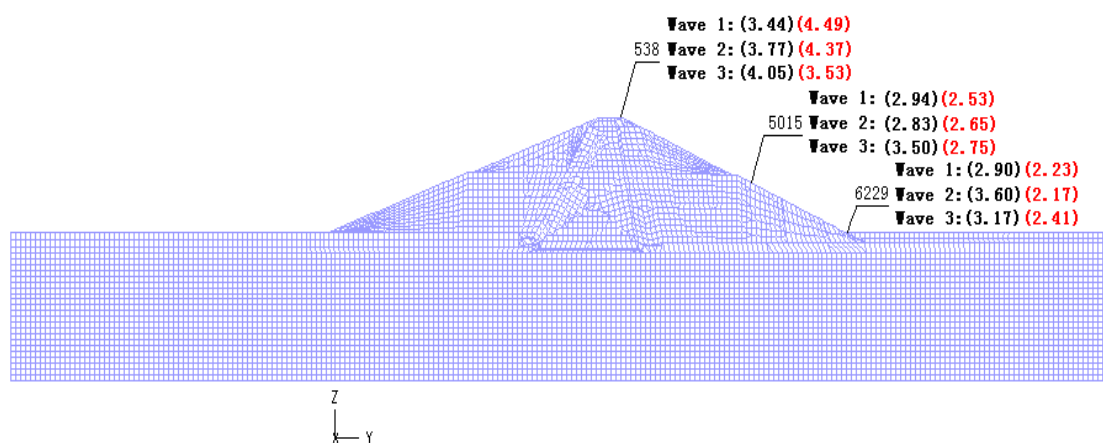


图 4 有限元分析给出的三条 8 度地震波作用时大坝监测点的加速度响应峰值 (m/s<sup>2</sup>)