



**任务来源：**国家攻关项目、水利部科技创新项目、国家自然科学基金重点项目、企业项目、国际合作项目

**完成时间：**1991—2012 年

**获奖情况：**2013 年度国家科学技术进步二等奖

## 高混凝土面板堆石坝安全关键技术 研究及工程应用

面板坝是目前发展最快的坝型，为国家重要基础设施。20 世纪末以来国内外高面板坝出现脱空、面板开裂、挤压破坏和严重渗漏等问题，在造成巨额经济损失的同时也清楚地表明，高面板坝安全问题尚未得到根本解决。高面板坝安全事关国计民生，安全理论和关键技术需进一步深化。随着水资源开发战略的进一步实施，我国将建设一批高面板坝，包括茨哈峡（高 254m）、大石峡（高 251m）等，这些工程地形地质条件复杂，坝高库大，保障安全意义更为重大。

本项目在多项国家科技攻关、国家自然科学基金等支持下，针对高面板坝安全建设这一重大课题，提出了变形协调和动态稳定止水两项设计新理念，并在筑坝核心技术方面取得一系列突破，成功建设了马来西亚巴贡（国外最高，项目组设计并承建）、九甸峡（覆盖层上世界最高）、宜兴上库（陡峻地形）和紫坪铺（经受汶川地震考验）等工程。

### 主要技术创新

(1) 提出了变形协调新理念，揭示了堆石料的颗粒破损和流变变形机理，提出了考虑颗粒破损的本构模型和流变模型，构建了接触面损伤模型，建立了变形协调准则、判别标准和变形安全设计计算方法，解决了因变形不协调引起面板挤压破坏等影响高面板坝结构安全的核心问题，为高面板坝安全建设提供了理论基础。

(2) 提出了动态稳定止水新理念，提出了止水新结构和新材料，建立了几何非线性大变形模型，提出了止水量化设计准则，研制了高水压三向大变位止水仿真试验设备；基于孔结构、界面过渡理论，提出了面板混凝土抗裂、耐久的新方法，解决了面板止水及防渗安全的核心问题，形成了 200m 级高面板坝止水防渗、面板防裂配套技术。

(3) 针对复杂地形地质条件上安全建设高面板坝问题，实现了用离心机对坝体、坝基与防渗体系复杂结构以及高挡墙相互作用机理的模拟，建立了数学模型并揭示了深覆盖层和狭窄、陡峻地形条件下高面板坝的应力变形规律，提出了防渗墙与趾板的柔性连接方式，成功建设了九甸峡和宜兴上库等高面板坝。

(4) 开发了量测范围 520m 的遥测遥控水平垂直位移计、耐 3.5MPa 水压力的高精度双向固定测斜仪等新型监测仪器；建立了考虑填筑、水压与时效耦合影响的坝体和面板应力变形计算模型，开发了预测运行期性状分析软件，形成了高面板坝安全监测成套技术。

(5) 提出 4 项国家级施工工法，研制了专项施工装备，形成了与新设计理念配套的高面板坝优质、安全施工技术。

### 推广应用情况

(1) 项目成果已应用于国内外 25 座 200m 级高面板坝。其中已建并安全运行工程 8 座，包括马来西亚巴贡、老挝南俄二级、厄瓜多尔马扎尔以及国内的九甸峡、滩坑、吉林台一级、紫坪铺、董箐等工程，涵盖了复杂、不良的特殊筑坝条件以及强震区筑坝情况。应用的 17 座在建待建工程有猴子岩、江坪河、玛尔挡、羊曲、马吉、茨哈峡、大石峡工程等。

(2) 依靠创新成果，承建或参建了马来西亚巴贡、苏丹麦洛维、老挝南俄二级、厄瓜多尔科卡科多辛克雷 4 座面板坝工程，合同额超过 200 亿元；咨询和专利产品供货的国际工程 8 座，国内工程 140 余座；专利产品总合同额达 2.8 亿元。

(3) 项目成果仅在巴贡、九甸峡等 6 个工程产生的直接经济效益超过 14 亿元。

### 代表性图片



马来西亚巴贡面板坝（坝高 203.5m）（东南亚已建最高面板坝）



甘肃九甸峡面板坝（坝高 136.5m+深厚覆盖层 56m）  
（深厚覆盖层上世界已建最高面板坝）



四川紫坪铺面板坝（坝高 156m）（成功经历汶川大地震考验）

**完 成 单 位：**水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、中国水利水电科学研究院、中国水利水电建设股份有限公司、中国水电顾问集团西北勘测设计研究院、甘肃省水利水电勘测设计研究院、中国水利水电第七工程局有限公司、中国水利水电第十二工程局有限公司、中国水电建设集团十五工程局有限公司

**主要完成人员：**贾金生、祁能惠、徐泽平、宗敦峰、李国英、郝巨涛、鲁一晖、王君利、吕生玺、米占宽

**联 系 人：**郝巨涛

**联系电话：**010-68781532

**邮 箱 地 址：**hjt@iwahr.com