

推荐奖项：高等学校科学研究优秀成果奖科学技术进步奖

项目名称：汶川地震中小型水库震害现场调查及预测和评估方法

推荐单位：南京工业大学

项目简介：5.12汶川Ms8.0级特大地震造成四川、重庆、陕西、云南、甘肃、贵州、湖北、湖南8省市水库震损2666座。陈国兴教授、景立平研究员等作为国家汶川特大地震现场应急工作队和国家汶川8.0级地震科学考察队的成员，分别于2008年5月13日至8月29日，2009年4月19日至5月2日以及2010年11月15日至2011年1月20日，在四川省重灾区进行了中小型水库工程震害调查。先后走访了四川省水利厅、11个地级市及其下辖39个市、区、县的水利（水务）局，累计行程1.5万余公里，遍及全部水坝重灾县市，收集了四川省1996座次高危险情以上震损水库的震害资料，包括364座高危险情以上震损水库的详细资料（占全部379座高危险情以上水库的96%），涵盖了水库的工程特性指标、震前运行状况、宏观震害现象及震后应急处置措施等。基于收集调查到的极其珍贵的震害资料，总结土石坝震害经验、分析震害原因，为发展土石坝、尾矿坝和堤坝工程的抗震设计理论和方法及技术、规范等提供了坚实的科学依据。中国地震学会组织的鉴定专家组认为该项目“总体上达到了国际领先水平”，主要创新成果如下：

1. 基于汶川特大地震现场应急和水库工程震害科学考察工作，现场调查、收集和分析了中小型水库工程特性和震害资料，揭示了中小型水库土石坝的震害特征，建立了水库震害资料数据库，出版了一部系统、全面、客观真实地反映汶川地震中小型水库震害的历史性资料文献的《汶川地震中小型水库震害与数据库》专著，实现了珍贵的土石坝震害资料的信息化保存，自主开发了数据库查询、应用软件。

2. 基于现场震害调查资料，采用模糊数学、支持向量分类机等多种分析手段，提出了震损土石坝抗震性能优劣程度的模糊有效性排序方法，首次建立了水库土石坝易损性矩阵，提出了单体和群体土石坝震害预测与震损等级快速评估方法。

3. 在对典型具有溃坝险情的土石坝现场调研与试验研究的基础上，基于交变移动本构模型，引入饱和度作为状态变量，发展了可连续描述非饱和与饱和土体静、动力学特性的本构模型，提出了场地-土石坝体系的三维地震灾变过程数值模拟方法，重现了土石坝的地震破坏过程。

4. 通过对土石坝震害资料的深入挖掘，揭示了汶川特大地震中小型水库土石坝的震害机理及发展规律，建立了土石坝震害评估指标体系，提出了土石坝震害等级分类方法和应急加固对策。

本项目登记软件著作权3项，出版专著2部，国内外主流期刊上发表论文35篇，其中，2篇论文在国际顶级期刊《Engineering Geology》发表。培养全国优秀科技工作者1名、博士后2名，博士生4名，硕士生6名，获江苏省优秀硕士学位论文1篇。

研究成果在《汶川地震后震损水库大坝除损加固方案》的编制、《水工建筑物抗震设计规范》的修订，以及在鹿鸣钼矿、塔吉克帕特鲁金矿、马钢城门峒、西藏甲玛沟等8座尾矿坝和北京密云水库、泸定水电站、硬梁包水电站、南盘江云鹏水电站、黑水河毛尔盖水电站、雅砻江两河口水电站等18座水库土石

坝地震稳定性分析中得到应用，产生了显著的社会经济效益。

主要完成单位及创新推广贡献：

第一完成单位南京工业大学：共同完成国家汶川特大地震现场应急和国家汶川 8.0 级地震科学考察工作，主持承担国家自然科学基金、教育部高校博士点专项科研基金项目，承担国家公益性行业(地震)科研专项项目专题，对创新点[1]、[2]和[4]及成果推广应用有贡献。对创新点[1]结合汶川特大地震现场应急和水库工程震害科学考察，系统、深入地分析了中小型水库工程特性、震前运行状况宏观震害现象及震后应急处置措施，揭示了土石坝的震害特征，建立水库震害资料数据库及应用软件，主持出版历史性资料文献《汶川地震中小型水库震害与数据库》专著，实现珍贵土石坝震害资料的信息化保存。对创新点[2]基于现场震害调查资料，将坝址地震危险性、水库大坝结构特征以及大坝震前状况作为模型的输入变量，将地震裂缝、渗漏和变形作为模型的输出变量，建立了震损土石坝抗震性能优劣程度的模糊有效性排序方法。采用支持向量分类机(C-SVC)模型，建立了 C-SVC 的土石坝裂缝震害评价系统。对创新点[4]通过对土石坝震害资料的深入挖掘，揭示了汶川特大地震中小型水库土石坝的震害机理和发展规律，依据土石坝坝体几何构形、震前运行状况、地震烈度和宏观震害现象，建立了土石坝震损评估指标体系，提出了土石坝震害等级分类方法和应急加固对策。同时，将该研究成果推广应用于《汶川地震后震损水库大坝除损加固方案》编制、《水工建筑物抗震设计规范》的修订，以及一系列水库土石坝、尾矿坝的抗震安全鉴定与加固技术服务及抗震设计等。

第二完成单位中国地震局工程力学研究所：主持国家汶川特大地震现场应急和国家汶川 8.0 级地震科学考察工作，主持承担了国家公益性行业(地震)科研专项项目、中央级公益性研究所基本科研业务费专项基金，对四个创新点均有贡献。对创新点[1]，主持完成了汶川特大地震现场应急和水库工程震害科学考察工作，系统、深入地分析了中小型水库工程特性、震前运行状况宏观震害现象及震后应急处置措施，揭示了中小型水库土石坝的震害特征，协助出版历史性资料文献《汶川地震中小型水库震害与数据库》专著，实现了珍贵的土石坝震害资料的信息化保存。对创新点[2]，基于现场震害调查资料，采用模糊数学方法，通过对数据库的信息挖掘，首次建立了水库土石坝易损性矩阵，提出了单体和群体土石坝的震害预测与震损等级快速评估方法，出版专著《土石坝震害快速评估方法及预测理论》。对创新点[3]，提出了场地-土石坝体系的三维地震灾变过程数值模拟方法，重现了土石坝的地震破坏过程。对创新点[4]，通过对土石坝震害资料的深入挖掘，揭示了汶川特大地震中小型水库土石坝机理和发展规律。

推广应用情况：

本项目研究成果已应用于《汶川地震后震损水库大坝除损加固方案》的编制、《水工建筑物抗震设计规范》的修订，以及鹿鸣钼矿、塔吉克帕特鲁金矿、马钢城门峒、西藏甲玛沟等 8 座尾矿坝和北京密云水库、泸定水电站、硬梁包水电站、南盘江云鹏水电站、黑水河毛尔盖水电站、雅砻江两河口水电站等 18 座水库土石坝的地震稳定性分析、震害预测和评估、抗震安全评价与鉴定以及除险与抗震加固等方面，其对进一步提升我国水利工程、尾矿坝工程的综合防震减灾能力，最大程度地降低生命财产损失和社会

环境的影响等方面，必将产生实质性的重大推进作用。

曾获科技奖励情况：

汶川地震四川水库震害分析与数据库建设，2015年9月18日，江苏省优秀硕士学位论文

主要知识产权证明目录：

知识产权类别	知识产权具体名称	国家	授权或申请号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
计算机软件著作权	土石坝震害数据库系统 V1.0	中国	2014SR002502	2014-01-08	0671746	阮滨, 陈国兴, 冒进	阮滨, 陈国兴, 冒进	专利权有效
计算机软件著作权	水库大坝震害数据库系统 V1.0	中国	2013SR132659	2013-11-26	0638421	冒进, 陈国兴	冒进, 陈国兴	专利权有效
计算机软件著作权	手持式土石坝震害采集系统 V1.0	中国	2014SR134182	2014-09-05	0803423	阮滨, 陈国兴	阮滨, 陈国兴	专利权有效

主要完成人情况表：

姓名	陈国兴	技术职称	教授	排名	1
工作单位	南京工业大学	完成单位	南京工业大学		
曾获科技奖励情况	1. ***毁伤效应及防护技术研究，国家科技进步二等奖，2008，排名3；2. 城市大型地下结构抗震设计理论与方法及工程应用，教育				
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>项目负责人，提出总体研究思路，全面负责研究工作，对创新点[1]、[2]和[4]有贡献。对创新点[1]，作为国家汶川特大地震现场应急工作队和国家汶川8.0级地震科学考察队成员，现场调查、收集了中小型水库震害资料，揭示了土石坝的震害特征；研发了汶川地震中小型水库震害数据库系统；出版《汶川地震中小型水库震害与数据库》专著；对创新点[2]，提出震损土石坝抗震性能优劣的模糊有效性排序方法；对创新点[4]，通过震害资料的挖掘，揭示了汶川特大地震中小型水库土石坝的震害机理及发展规律，建立了土石坝震损评估指标体系，提出了土石坝震害等级分类方法和应急加固对策。</p>					

姓名	高洪梅	技术职称	副教授	排名	2
工作单位	南京工业大学				
完成单位	南京工业大学				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>负责本项目研究成果的汇集与整理工作，对项目的创新点[1]、[2]和[4]有贡献。对于创新点[1]，对水库工程地震现场调查资料进行归类、整理和分析，研究水库大坝的典型震害形式；对于创新点[2]，利用改良后的模糊 DEA/AR 模型对土石坝的抗震性能进行综合评价，给出各水库地震性态的相对优劣评估结果；对于创新点[4]，深入分析和总结了汶川地震中小型水库震害产生的原因和经验教训。</p>					
姓名	景立平	技术职称	研究员	排名	3
工作单位	中国地震局工程力学研究所				
完成单位	中国地震局工程力学研究所				
曾获科技奖励情况		<p>1. 近场波动数值模拟及其应用，中国地震局防震减灾优秀成果一等奖，2002，排名 4；2. 饱水地层中的波传播与土壤地震液化理论，中国地震局科技进步一等奖，1999，排名 3。</p>			
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>协助负责项目研究，对创新点[1]、[2]、[3]和[4]有贡献。对创新点[1]作为国家汶川特大地震现场应急工作队和国家汶川 8.0 级地震科学考察队成员，现场调查、收集中小型水库震害资料，揭示了土石坝震害特征；合作出版《汶川地震中小型水库震害与数据库》专著；对创新点[2]首次建立水库土石坝地震易损性矩阵，提出单体和群体土石坝震害预测与震损等级快速评估方法；对创新点[3]改进 CM 本构模型，提出场地-土石坝体系三维地震灾变过程数值模拟方法，重现了土石坝地震灾变过程；对创新点[4]系统整理、分析震害资料，揭示了土石坝震害机理及发展规律，提出土石坝震害应急加固对策。</p>					

姓名	李永强	专业技术职称	其他	排名	4
工作单位	中国地震局工程力学研				
完成单位	中国地震局工程力学研究所				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对创新点[1]、[3]和[4]有贡献。对创新点[1]，作为国家汶川 8.0 级地震科学考察队成员，现场调查、收集和分析了中小型水库震害资料，合作出版《汶川地震中小型水库震害与数据库》专著；对创新点[3]，对典型溃败险情的水库大坝及周围场地进行现场测试工作；发展了能连续地描述非饱和-饱和土体的静力和动力特性的本构模型，数值模拟了典型震损土石坝的地震灾变过程，探讨了土石坝的震害空间分布特征及演变过程；对创新点[4]，对科考资料进行系统梳理与分析，总结了土石坝典型震害现象，分析了土石坝震害影响因素，提出土石坝震害应急加固对策。</p>					

姓名	阮滨	技术职称	其他	排名	5
工作单位	南京工业大学				
完成单位	南京工业大学				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对项目的创新点[1]和[2]有贡献，对创新点[1]，建立了土石坝震害数据库系统，并对土石坝震害数据库系统以及手持式土石坝震害采集系统进行了软件开发；对创新点[2]，采用支持向量分类机（C-SVC）模型，建立了土石坝裂缝震害评价系统。</p>					

姓名	梁海安	技术职称	其他	排名	6
工作单位	中国地震局工程力学研				
完成单位	中国地震局工程力学研究所				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对创新点[2]和[4]有贡献。对创新点[2]，首次构建出土石坝地震破坏概率矩阵，建立了适合我国国情的各烈度区内土石坝地震易损性曲线；建立了土石坝群体及单体震害快速评估方法；提出汶川地震土石坝震害等级划分方法；对创新点[4]，详细分析了大量土石坝震害数据，对土石坝在地震中的震害比例、震害类型、易损部位，易损坝型进行了统计归纳；对震害影响因素与土石坝震害的相关性进行统计分析，确定了影响土石坝震损程度的主要因素。</p>					

姓名	叶亚三	技术职称	其他	排名	7
工作单位	南京工业大学				
完成单位	南京工业大学				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对创新点[2]和[4]有贡献。对创新点[2]，采用模糊 DEA/AR 模型对土石坝的抗震性能进行综合评价，给出各水库土坝地震性态的相对优劣评估结果；对创新点[4]，基于震害资料，对四川省广元市和罗江县的中小型水库土坝进行了震害特征分析。</p>					

姓名	冒进	技术职称	其他	排名	8
工作单位	南京工业大学				
完成单位	南京工业大学				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对创新点[1]和[4]有贡献。对创新点[1]，基于 Access 数据库软件平台，开发了汶川地震中小型水库震害数据库系统，并进行了相应软件的开发；对创新点[4]，基于汶川地震中小型水库大坝震害调查资料，归纳了水库大坝的主要震害现象，明确了水库大坝震害的影响因素，提出了有效的震前防御与震后应急抢险措施。</p>					

姓 名	金丹丹	技术职称	其他	排 名	9
工作单位	南京工业大学				
完成单位	南京工业大学				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对创新点[2]和[4]有贡献。对创新点[2]，利用改良后的模糊 DEA/AR 模型对土石坝的抗震性能进行综合评价，给出各水库地震性态的相对优劣评估结果。对创新点[4]，分析、整理汶川地震中小型水库震害资料，总结了震害规律，总结了汶川地震中小型水库震害产生的原因和经验教训。</p>					

姓 名	周新贵	技术职称	其他	排 名	10
工作单位	南京工业大学				
完成单位	南京工业大学				
曾获科技奖励情况					
本人对本项目技术创造性贡献：					
<p>对创新点[4]有贡献，整理、分析汶川地震中小型水库震害资料；建立了汶川地震震损水库土坝动力反应与坝体几何构型的经验关系。</p>					