**一、项目名称**

重大灾变滑坡位移动力耦合监测预警关键技术与防治

**二、申报奖种**

2016年度山东省科学技术进步奖一等奖。

**三、项目简介**

本项目针对传统“极限平衡法”和“位移时序预测法”在滑坡地质灾害预测与防治领域存在的不足与局限性，提出以滑坡地质灾害动力与位移耦合参数为稳定评价标准与失稳判据准则，运用“系统论”、“控制论”和“水岩耦合系统工程方法”的基本原理，将该类地质灾害位移演化规律与动力灾变机理进行了有机的耦合与系统集成，依此确定了集上述两类评价方法特点于一体的滑坡位移动力耦合监测预警参数与与失稳判据准则；以位移动力耦合监测预警方法为依据，研究开发了滑坡地质灾害空间数据库与位移动力耦合预报预警信息系统，包括数据库管理、预报预警子系统。在此基础上，提出和建立了“以该类地质灾害位移动力耦合评价预测为基础，以其主滑动力因素监测与控制为核心的位移动力耦合监测预警方法与综合优化防治技术”。

与传统“极限平衡法”和“位移时序预测法”相比，该位移动力耦合监测预警方法不仅改变了传统“极限平衡法”等静态力学评价模型无法完成对滑坡动态监测预警的不足，而且还改变了“位移时序预测法”等动态时序预测模型不能评价其力学灾变机理和没有统一失稳判据准则的局限，从而提出和建立了集“极限平衡法”和“位移时序预测法”两类传统评价方法特点于一体的滑坡位移动力耦合评价方法与防治技术体系。

上述研究成果共取得该领域国家授权发明专利12项，实用新型专利2项，软件著作权1项；发表相关学术论文40篇，其中被国际三大检索机构SCI、EI、ISTP收录23篇；出版相关学术专著5部。该成果在我国三峡库区、山东省等滑坡地质灾害防治中得到了推广与应用，共发现了三峡库区4处大型不稳定滑坡，成功预报了青岛市崂山返岭大型滑坡等地质灾害，解除了滑坡区5千余人的受灾风险，保护了地质生态环境和沿线长江航运畅通与安全，取得了显著的社会、环境及经济效益；该成果将显著提高我国地质灾害监测预警与防治的水平，对我国地质灾害预报预警工作及滑坡区城市建设等具有长远的保障与示范意义。

**四、客观评价**

（一）科技成果鉴定意见（编号：鲁科成鉴字[2010]第723号）:

受山东省科技厅委托，山东省教育厅在青岛主持召开了该项目的技术鉴定会，中国工程院王思敬院士、青岛市海洋地质研究所彭轩明所长、中国海洋大学博士生导师贾永刚教授、山东科技大学博士生导师高宗军、石家庄经济学院许广明教授、青岛市勘察测绘研究院贾信远教授级高工、青岛大学赵全升教授等知名专家在科技成果鉴定报告中对该项成果中的“堆积层滑坡位移动力学预测方法与监测预警防治技术”给予充分肯定和高度评价，指出“该成果提出和建立了‘堆积层滑坡位移动力学预测方法与监测预警防治技术’，具有坚实的理论基础和广泛的应用前景，创新性强，成果总体上达到国际领先水平。

（二）相关电视台、报纸报道

青岛电视台、《青岛日报》、《半岛都市报》等多家媒体对本项目成果的应用作了报道。 青岛电视台在每年汛期每天播放青岛地区地质灾害预报，将灾害危险区、预报灾害等级及采取的措施建议等信息播出，使人们认识、关注地质灾害，提高防范意识和群测群防效能，提前迅速的实施预防、避让，减少大量灾害损失，有效保障了人民生命财产安全。

《青岛日报》报道了青岛市在崂山区举行的突发性地质灾害应急演练的情况，在本项目成果“地质灾害预报预警信息系统”的调度下，“实现了多部门的联动”，“快速、高效、准确地实施了灾害预警应急措施”。

《半岛都市报》对本项目技术成果的应用过程及效果进行了报道，“人脑加电脑”，“地质灾害预警技术人员一天24 小时不停运算”，分析雨量数据，叠加灾害隐患体的形状特征；为本成果实时预报、划定灾害区并设防，避免了地质灾害损失。

**五、推广应用情况**

该项目创新成果包括滑坡位移动力耦合实时监测预警方法与防治技术、滑坡位移多源信息动力预测方法与失稳判据准则、滑坡致滑因子与防治参数的定量测定方法、滑坡抗滑桩、挡墙与锚杆综合控制方法与防治技术、滑坡位移动力耦合预报信息系统与实时预报方法。上述项目成果在山东省有关单位的推广与应用，成功预报多起滑坡地质灾害，如成功预报了青 岛市崂山返岭大型灾变滑坡等地质灾害，为山东省滑坡地质灾害防治提供了科学手段，对于山东省城市建设、城市安全、社会发展等具有长远的意义；应用于山东省地质灾害预报预警，提高了全省大区域预报工作的效率和精度；推广至三峡地区，湖北省有关单位运用该项目成果中的滑坡预测方法与防治技术，为大规模滑坡预测和灾害治理提供了科学的指导。据不完全统计，运用该项目研究成果，共解除了滑坡区5千余人的受灾风险，保护了地质生态环境和沿线长江航运畅通与安全，取得了显著的社会、环境及经济效益；该成果将显著提高我国地质灾害监测预警与防治的水平，对我国滑坡灾害预报预警工作及滑坡区城市建设等具有长远的保障与示范意义。

**六、主要知识产权证明目录**

[1] 贺可强,罗会来,孙林娜,赵民.一种利用降雨量测定地质滑坡位移的方法.发明专利（**ZL201210559634.1**）

[2] 贺可强,袁西龙，王荣鲁,郭宗河,李增涛.利用位移监测同时确定抗滑桩桩位和临界深度的方法.发明专利（**ZL201310041985.8**）

[3] 贺可强,王滨,袁西龙.利用监测位移方向性参数检测边坡稳定性的方法.发明专利（**ZL201310040764.9**）

[4] 贺可强,孙林娜,罗会来,郭栋.一种利用位移监测鉴别边坡失稳致滑因子的方法.发明专利（**ZL201310044404.6**）

[5] 贺可强,陈为公,贾玉跃,阳吉宝,王菲.一种利用降雨量测定滑坡稳定性的动力监测方法.发明专利(**ZL201310041445.X**)

[6] 贺可强,贾玉跃,郭栋,陈为公,杨涛.利用地下水位与位移实时监测的滑坡预测方法.发明专利（**ZL201310037198.6**）

[7] 贺可强,王治良,尹明泉,阳吉宝,李增涛.岩体滑坡的动力监测预警方法.发明专利 (**ZL201310073727.8**)

[8] 贺可强,罗会来,袁西龙,王海艇.双层滑移边坡抗滑挡墙土压力的确定方法.发明专利（**ZL201310116609.0**）

[9] 贺可强,严学清,王尚庆,尹明泉,阳吉宝,罗会来,李增涛.利用位移监测测定边坡非圆弧滑移面的方法.发明专利（**ZL201310153359.8**）

[10] 贺可强,郭璐,郭栋.锚杆束复合抗拔加固设计强度的测定方法.发明专利（**ZL 201410787650.5**）

[11] 贺可强,王尚庆,严学清,刘晓红,崔宪丽,张娟.基于监测确定边坡临界排水水位线的方法.发明专利(**ZL 201310441588.X)**

[12] 贺可强，郭栋，张拥军，徐吉业，李增涛.利用边坡位移监测数据检测和确定滑坡剪出口的方法.发明专利**(ZL201310398333.X)**

**七、主要完成人情况**

**1.贺可强；**

排序：1/9;

职称：二级教授；

工作单位：青岛理工大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第一、二、三、四、五项技术内容均做出了创造性贡献，完成人主持完成本项目，制定项目总研究方案与技术路线，确立项目研究中所采用的新思路、新理论与新方法，创造性地提出滑坡地质灾害位移动力学预测方法；提出利用模型试验机进行模拟试验的思路和工作细则；系统的分析和深入的研究了滑坡地质灾害监测预警防治技术，并针对滑坡地质灾害提出了行之有效的预警防治措施与方案。

曾获省级以上科技奖励情况：

（1） “资源开发引起的突水塌陷性地质灾害动力学评价方法与综合防治技术”获 2010 年度中国冶金矿山科技进步一等奖，证号：YNJ201024-壹-01.排名 1/15；

（2）“山东省半岛城市群地区地质环境综合调查评价与可持续发展研究”获 2009 年山东省科技进步奖三等奖，证号：JB2009-3-133-1.排名1/12；

（3）“堆积层滑坡预测预报及其防治”获 1998 年度建设部科技进步三等奖，证号：98-3-6501，排名 1/5；

**2.李清平**

排序：2/9

职称：高级工程师

工作单位：青岛地质工程勘察院

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第五项技术内容做出了创造性贡献，完成人协助制定项目总研究方案与技术路线，负责制定滑坡位移的监测计划，创造性提出滑坡危险性评价方法和设防方案；主要研发地质灾害预报预警软件系统，并完成地质灾害预报过程的评价计算等。

曾获省级以上科技奖励情况：

（1）“山东省海岸城市建设地质环境适宜性评价”获 2007 年山东省科技进步三等奖，证号：JB2007-3-285-5，排名 2/7；

**3.严学清**

排序：3/9

职称：高级工程师

工作单位：三峡大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第一、三项技术内容做出了创造性贡献，完成人在本项目研究过程中，主要负责该项目的现场勘察以及项目原位测试和实施，为该项目提供了钻机等现场地矿勘测设备，在项目的应用软件开发中提供了部分计算软件，对本项目的应用推广起到了巨大的推动作用。

曾获省级以上科技奖励情况：

“湖北三峡库区重大危险性滑坡监测预警体系研究” 获 2008 年湖北省科学技术奖二等奖，证号：2008J-251-2-063-040-R03，排名 3/10。

**4.李相然**

排序：4/9

职称：教授

工作单位：烟台大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第四、五项技术内容做出了创造性贡献，完成人在项目研究过程中主要负责本项目的理论研究及室内模型试验等工作，为该技术的开发与研究做了大量的土工实验以及并提供了大量相关的试验资料与数据，同时为该项目进行数值模拟，为该项目的应用奠定了坚实的理论基础。

曾获省级以上科技奖励情况：

（1）“资源开发引起的突水-塌陷性地质灾害动力学评价方法与综合防治技术”获 2010 年度中国冶金矿山科技进步一等奖， 证号： YNJ201024-壹-03，排名 3/15；

（2）“山东省半岛城市群地区地质环境综合调查评价与可持续发展研究”获 2009 年山东省科技进步奖三等奖，证号：JB2009-3-133-6.排名6/12；

**5.孙林娜**

排序：5/9

职称：副教授

工作单位：青岛理工大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第一、三项技术内容做出了创造性贡献，完成人在项目研究过程中，运用本项目提出的“位移预测模型与地下水机制评价模型有机耦合”，对滑坡地质灾害监测预警进行了数值模拟，对监测数据进行系统分析与研究。

曾获省级以上科技奖励情况：

“资源开发引起的突水塌陷性地质灾害动力学评价方法与综合防治技术” 获 2010 年度中国冶金矿山科技进步一等奖， 证号： YNJ201024-壹-06，排名 6/15；

**6.王荣鲁**

排序：6/9

职称：高级工程师

工作单位：[中国水利水电科学研究院](http://www.cnki.net/KCMS/detail/            /kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=inst&skey=%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e6%b0%b4%e5%88%a9%e6%b0%b4%e7%94%b5%e7%a7%91%e5%ad%a6%e7%a0%94%e7%a9%b6%e9%99%a2%e6%b5%81%e5%9f%9f%e6%b0%b4%e5%be%aa%e7%8e%af%e6%a8%a1%e6%8b%9f%e4%b8%8e%e8%b0%83%e6%8e%a7%e5%9b%bd%e5%ae%b6%e9%87%8d%e7%82%b9%e5%ae%9e%e9%aa%8c%e5%ae%a4&code=0219347;1039893;0087807;" \t "http://www.cnki.net/KCMS/detail/_blank)

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第四项技术内容做出了创造性贡献，完成人负责本项目的理论研究及室内模型试验等工作， 为该技术的开发与研究做了大量的土工实验以及并提供了大量相关的试验资料与数据，应用数值模拟软件建立滑坡监测预警模型，野外滑坡调查、监测，对监测数据进行系统分析与研究，并参与了研究报告编写工作。

**7.贾玉跃**

排序：7/9

职称：讲师

工作单位：青岛理工大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第一、三项技术内容做出了创造性贡献，完成人主要负责本项目的室内模型试验工作，进行了大量的野外调查和监测工作，同时为该项目进行数值模拟，建立滑坡地质灾害监测预警模型，并为该项目建立了空间数据库，提供了大量的试验数据，并参与了研究报告编写等工作。

曾获省级以上科技奖励情况：

“资源开发引起的突水塌陷性地质灾害动力学评价方法与综合防治技术” 获 2010 年度中国冶金矿山科技进步一等奖， 证号： YNJ201024-壹-14，排名 14/15。

**8.陈为公**

排序：8/9

职称：教授

工作单位：青岛理工大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第一、三项技术内容做出了创造性贡献，完成人主要基于位移动力学理论， 将位移预测模型与地下水机制评价模型进行了有机的耦合， 建立了集上述两类模型特点于一体的位移动力学预测模型。揭示了不同水环境作用下滑坡地质灾害稳定性的变化规律。并进行了大量的野外调查和监测，对监测数据进行系统分析与研究，并参与了研究报告编写工作。

曾获省级以上科技奖励情况：

“资源开发引起的突水塌陷性地质灾害动力学评价方法与综合防治技术” 获 2010 年度中国冶金矿山科技进步一等奖， 证号： YNJ201024-壹-07，排名 7/15；

**9.王尚庆**

排序：9/9

职称：教授级高工

工作单位：三峡大学

对本项目技术创造性贡献：

对推荐书《主要科技创新》栏第一、四项技术内容做出了创造性贡献，完成人主要负责滑坡现场地下水及位移的监测，利用模型试验机为该项目进行了大量的模拟试验，研究滑坡地质灾害监测预警防治方案的总体实施以及现场监测，为该技术的研究与开发提供了土工实验室以及相关大量的监测资料与数据。

曾获省级以上科技奖励情况：

（1）“湖北三峡库区重大危险性滑坡监测预警体系研究”获 2008 年湖北省科学技术奖二等奖 ，排名1/10 。证书编号 ：2008J-251-2-063-040-R01，排名 1/10

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

1.青岛理工大学：

在本项目研究过程中，青岛理工大学负责大型灾变滑坡地质灾害位移及发生机理、室内岩体力学参数试验、室内模型试验、灾害防治技术等研究工作，主要贡献体现在：

（1） 为本项目研究提供所需经费、实验室及相关仪器，室内试验均在结构实验室和土工实验室完成，还提供了室内建模所使用的计算机及 Flac-3D、Ansys 部分计算软件，组建相近专业的师生协助项目组按时、圆满的完成工作。

（2） 对项目进行全程管理、监督和指导，合理部署工作方案。组织专家对项目的实施设计、项目成果报告进行论证、审查，对项目的实施过程和完成质量进行检查和监督。

（3） 关于滑坡地质灾害影响因素及发生机理的研究，进行了认真的综合分析，协助项目组不断完善工作方案、挖掘创新内容，并联系国内外知名专家来本校指导、研讨。

（4）在相关领域对本项目成果进行了积极推广，除在省内推广应用于地质灾害预警预报外，还将灾害发生机理的成果向全国推广，如应用于三峡地区开展灾害预测及指导治理工程等。

2.青岛地质工程勘察院：

在本项目研究过程中，青岛地质工程勘察院负责滑坡地质灾害调查、区域灾害发生机理、预报预警模型及信息系统等研究工作，主要贡献体现在：

（1） 提供了本项目研究所必需的经费及钻机等勘测仪器、设备，合理组织本单位技术力量参与项目实施，保证项目高效率、高质量完成。

（2） 为项目后勤、财务、人力等方面提供有力保障，并进行监管和指导，合理部署工作方案，合理使用研究经费，为项目组申报成果专利、提交研究论文等提供便利。

（3） 对于野外工作的布局、预报模型的建立、信息系统的开发及应用，都进行了认真周密的分析和考虑，并给与大力支持。为本项目研究与开发提供了大量的地质、监测数据及相关信息资料，使项目圆满完成，这对于项目系列成果的取得起到了至关重要的作用，也对突发性地质灾害防治和地质环境保护具有重大意义。

（4） 通过专业杂志、报刊报道、向上级部门汇报推荐、向同行业介绍成果、与多地区国土部门沟通等形式，对本项目成果进行了积极推广和应用。

3.三峡大学：

在本项目研究过程中，三峡大学负责该项目的现场勘察以及项目原位测试和实施、大量的模拟试验、提供了部分计算软件和监测资料与数据等研究工作，主要贡献体现在：

（1）为本项目的大量现场勘察实验以及项目原位测试和实施提供了大量的科技人员、实验人员；大量经费；各种现场勘察试验设备，交通工具等；并投入大量宝贵的时间。以保证项目高效率、高质量完成。

（2）提供部分软件为项目大量的模拟计算、监测资料与数据的计算与整理、开发应用软件提供大量切实的帮助。

（3）负责滑坡现场地下水及位移的监测，利用模型试验机为该项目进行了大量的模拟试验，研究滑坡监测预警防治方案的总体实施以及现场监测，为该技术的研究与开发提供了土工实验室以及相关大量的监测资料与数据。

4.烟台大学：

在本项目研究过程中，烟台大学负责该项目的理论研究及室内模型试验等工作，等研究工作，主要贡献体现在：

（1）为该技术的开发与研究做了大量的土工实验以及提供了大量相关的试验资料与数据，为项目的研究进展的提供了大量的帮助。

（2）为项目做了大量的数值模拟，为该项目的推广与应用奠定了坚实的理论基础。

（3） 组织召开各种国内外学术交流会，为本项目的研究应用积累了大量的理论知识，并将研究成果与各学术团体交流，为项目的研究方向与技术优化提供很多有价值的信息。

**九、完成人合作关系说明。**

我单位与青岛地质工程勘察院、三峡大学和烟台大学联合申报2016年山东省科学技术进步奖，完成人合作关系说明如下：

1.合作项目为“重大灾变滑坡位移动力耦合监测预警关键技术与防治”，合作时间为2001年1月1日至2015年12月31日。

2.完成人分别为青岛理工大学贺可强项目组（贺可强；孙林娜；贾玉跃；陈为公），青岛地质工程勘察院参与人员为李清平，三峡大学参与人员为湖北省岩崩滑坡研究所严学清、王尚庆，烟台大学参与人员为岩士工程研究所李相然，以及[中国水利水电科学研究院](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=inst&skey=%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e6%b0%b4%e5%88%a9%e6%b0%b4%e7%94%b5%e7%a7%91%e5%ad%a6%e7%a0%94%e7%a9%b6%e9%99%a2%e6%b5%81%e5%9f%9f%e6%b0%b4%e5%be%aa%e7%8e%af%e6%a8%a1%e6%8b%9f%e4%b8%8e%e8%b0%83%e6%8e%a7%e5%9b%bd%e5%ae%b6%e9%87%8d%e7%82%b9%e5%ae%9e%e9%aa%8c%e5%ae%a4&code=0219347;1039893;0087807;)王荣鲁。

3.研究过程中，各方发挥各自优势：我单位完成人贺可强；孙林娜；贾玉跃；陈为公主要负责本项目总体研究方案与思路的设计、滑坡地质灾害位移与动力演化与发生机理、监测预警系统相关参数与方法研究等；青岛地质工程勘察院完成人李清平主要负责野外地质调查、监测及数据采集、数据库建设、预报预警模型及信息系统等；三峡大学完成人严学清、王尚庆主要负责该项目的三峡库区现场勘察以及项目原位测试，制订了滑坡监测与原位测试方案，主要进行了滑坡现场地下水及位移的监测，为该技术的研究与开发提供了相关大量的监测资料与数据；烟台大学完成人李相然及[中国水利水电科学研究院](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&sfield=inst&skey=%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e6%b0%b4%e5%88%a9%e6%b0%b4%e7%94%b5%e7%a7%91%e5%ad%a6%e7%a0%94%e7%a9%b6%e9%99%a2%e6%b5%81%e5%9f%9f%e6%b0%b4%e5%be%aa%e7%8e%af%e6%a8%a1%e6%8b%9f%e4%b8%8e%e8%b0%83%e6%8e%a7%e5%9b%bd%e5%ae%b6%e9%87%8d%e7%82%b9%e5%ae%9e%e9%aa%8c%e5%ae%a4&code=0219347;1039893;0087807;)王荣鲁主要负责本项目的数值模拟试验及室内模型试验等研究工作，以及进行了定量分析及理论评价工作。

4.提交总报告成果及验收事宜，由我单位总体负责，青岛地质工程勘察院、三峡大学、烟台大学协助完成；所得数据各方共享；各单位在自己研究的方面，利用本成果数据发表文章、取得知识产权等则为各单位独自享有；申报奖项时，各方协商联合申请。

特此说明。