2024年度贵州省科学技术奖推荐公示内容

一、项目名称

岩土类材料静动力学特性及工程问题模拟分析

二、推荐单位

贵州省交通运输厅

三、推荐等级

贵州省自然科学奖二、三等奖

四、主要完成人

马宗源、薛熠、高俊、党发宁

五、主要完成单位

贵州交通职业技术学院、西安理工大学

六、项目简介（不超过2000字）

本项目属于土木工程领域。

岩土类材料具有特殊且复杂的静动力学特性，导致难以准确模拟预测其力学行为及工程特性，同时也是涉及地基承载力、边坡稳定性及山体滑坡灾害等研究课题的关键问题。岩土类材料静动力学性能及其工程问题模拟分析一直是基础设施建设及防灾减灾领域亟待解决的重大问题。本项目综合岩土工程、固体力学及计算力学等多学科理论与方法，分别从连续介质力学及非连续细观接触力学出发，分别建立了岩土类材料复杂应力路径、土动力学及细观接触力学本构模型，基于连续/非连续显式数值计算方法开展了地基承载力、碎石土地基动力压实、边坡地震稳定性问题的研究分析。进一步将研究成果应用于水力压裂储层的天然气抽采及超高沥青混凝土心墙坝受力及控制问题的研究中。取得的主要进展及科学发现如下：

（一）岩土类材料中间主应力效应及对地基承载力的影响

针对Mohr-Coulomb理论及传统地基承载力计算方法忽略中间主应力影响的不足，系统分析了岩土类材料中间主应力效应对地基承载力问题的影响机制。发现了较大内摩擦角情况下忽略和考虑中间主应力效应的计算结果存在显著差异，忽略中间主应力的条形基础极限承载力的计算将大大低估地基的强度能力。该项研究还给出了反映中间主应力效应的地基承载力的所有解答，能够反映不同岩土类材料中间主应力效应下地基承载力的潜在区间，为基础工程的设计和施工提供了更多的理论参考与依据。

（二）地震情况下边坡稳定性分析及渐进破坏过程模拟

基于土动力学基本理论建立了粘弹塑性土动力学本构模型，并与显式有限元方法相结合，应用于边坡地震稳定性问题的大变形计算分析，提出了一种非线性的边坡地震稳定性分析方法。与传统的拟静力及隐式分析方法相比，该方法不仅能确定边坡的地震安全系数，还够进行地震时程分析并模拟边坡的渐进破坏过程，通过大变形模式预测坡体失稳滑动后的滑动距离及堆积覆盖范围。

（三）碎石土地基动力夯实的细观非连续模拟方法

基于土动力学理论，从细观接触力学角度研究分析了碎石土地基动力压实问题。其次基于土动力学细观接触理论，将颗粒离散元方法应用于碎石土地基动力夯实问题的大变形计算分析。基于细观接触及大变形算法的颗粒离散元方法可直接确定动力夯击过程中碎石土孔隙的变化，通过孔隙率来评价碎石土地基的动力夯实效果。研究结果证明了颗粒离散元方法是分析碎石土地基动力夯击过程及压实机理的一种直接且有效的方法。

（四）研究成果在天然气开采及水工结构中的应用

基于双剪强度理论建立了碳氢有机物（天然气及甲烷等）存储地层的多尺度双孔隙介质渗透扩散模型，并对水力压裂储层的天然气动态开采量进行了预测分析，确定了提高水压致裂后储层的天然气采收率的关键参数。基于双剪强度理论及Rankine土压力理论对超高沥青混凝土心墙坝施工、蓄水及运行期间的力学特性进行了研究，提出了超高沥青混凝土心墙坝抗剪安全控制标准。提出了降低混凝土应力水平（剪应力）的工程措施，评价了该措施对降低心墙拉应力的改善效果。

通过本项目的研究，提出了岩土类材料静动力学理论模型及模拟分析方法，深入系统地分析了岩土类材料静动力学特性对相应工程问题的影响机制。在国内外学术刊物上共发表学术论文50余篇，其中SCI检索22篇、EI检索15篇、中文核心期刊11篇（其中5篇代表性论文发表期刊的总影响因子20.8）。研究成果得到了国内外同行的认可，被《Computers and Geotechnics》《Engineering Geology》《Géotechnique》《Acta Geotechnica》等国际顶级权威学术期刊论文所引用（5篇代表性论文总被引用396次，其中被SCI-E数据库他引138次Google Scholar数据库被引242次）。项目研究成果在岩土力学与工程研究领域处于国际先进水平，培养了一批优秀硕博士人才。

七、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著  名称/刊名  /作者 | 年卷页码  （xx年xx卷  xx页） | 发表时间（年月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Seismic slope stability and failure process analysis using explicit finite element method / **Bulletin of Engineering Geology and the Environment** /马宗源、廖红建、党发宁、成玉祥 | 2021年80卷1287–1301页 | 2020年10月06日 | 马宗源 | 马宗源 | 14 | 科学引文索引（SCI-E） | 否 |
| 2 | Numerical study of the dynamic compaction of gravel soil ground using the discrete element method / **Granular Matter** /马宗源、党发宁、廖红建 | 2014年16卷  881-889页 | 2014年10月26日 | 马宗源 | 马宗源 | 28 | 科学引文索引（SCI-E） | 否 |
| 3 | Influence of intermediate principal stress on bearing capacity of strip and circular footings / **Journal of Engineering Mechanics ASCE** / 马宗源、廖红建、党发宁 | 2014年140卷  1-14页 | 2014年02月04日 | 马宗源 | 马宗源 | 7 | 科学引文索引（SCI-E） | 否 |
| 4 | Productivity analysis of fractured wells in reservoir of hydrogen and carbon based on dual-porosity medium model / **International Journal of Hydrogen Energy** /  薛熠、滕腾、党发宁、马宗源、王松鹤、薛海斌 | 2020年45卷20240-20249页 | 2020年08月07日 | 薛熠、滕腾 | 薛熠 | 82 | 科学引文索引（SCI-E） | 否 |
| 5 | Investigation for the key technologies of ultra-high asphalt concretecore rockfill dams / **Soils and Foundations** /高俊、党发宁、马宗源 | 2019年59卷1740-1757页 | 2019年10月11日 | 党发宁 | 高俊 | 7 | 科学引文索引（SCI-E） | 否 |
| 合计 | | | | | | 138 |  |  |

表列专利、标准等为本项目独有，未在已获省科学技术奖励项目或本年度其他推荐项目中使用，未曾提交2023年度省科学技术奖励评审但未授奖。

共有知识产权已征得未列入项目主要完成人的权利人同意。