

项目名称：大型尾矿库和水利工程筑坝材料及库岸坡体材料动力本构模型、灾变机理及工程应用研究

完成单位：四川大学、中国安全生产科学研究院、华北科技学院

项目简介：

一、立项背景

我国迄今为止已建、在建和还将兴建的百米级以上高土石坝大多位于高地震烈度区；我国土石坝和尾矿坝的高度均突破 300 m 级，这涉及到坝体以及水库枢纽高陡边坡的安全评价问题；研究高坝大库及其赋存环境岩土体的致灾机理、灾变力学理论以及安全评价方法尤为重要。

深入开展大型水利工程和尾矿坝工程筑坝材料的动力特性、本构模型以及动力灾变分析方法研究，提高对于土工建筑物灾变机理和发展规律的认知水平，突破高坝大库灾变的分析技术和安全评价方法，对于减少我国水利工程和尾矿坝灾害事故，保证下游人民群众生命财产安全，具有重大科学和工程意义以及社会价值。

二、主要技术内容及创新点

研究成果 1：大型水利工程筑坝材料颗粒破碎机理及动本构模型。
发明专利：发明了一种人工制备模拟破碎堆石料的方法，便于开展筑坝材料颗粒破碎的研究；**试验发现：**堆石料颗粒破碎时的临界状态线向下漂移，等向固结线与临界状态线有交叉点；通过引入状态参数，提出的考虑颗粒破碎的堆石料本构模型，可以较好的模拟堆石料在循环荷载作用下的应力应变特性；分析了颗粒破碎时的动强度、内摩

擦角变化规律，成果发表在《Soil Dynamic and Earthquake Engineering》(SCI，土动力方面国际权威杂志)

研究成果 2：库岸坡体结构性土的破损机理及本构模型。提出了一种人工制备初始应力各向异性结构性土的制备方法，申请了发明专利；揭示了始应力各向异性结构性土的卸载体缩机理，研究成果发表在 SCI 期刊《Int. J. of Civil Engineering》；建立了始应力各向异性结构性土的二元介质本构模型，成果发表在 ASCE 的 SCI 期刊《Int. J. of Geomechanics》；揭示了结构性土的细观破损机理，成果发表在 SCI 期刊《Computers and Geotechnics》和 ASCE 的 EI 专刊；

研究成果 3：库岸坡体岩石的动力破损机理及动本构模型。岩石在循环加载下的残余变形及刚度变化规律，成果发表在 SCI 期刊《Engineering Geology》(他引 24 次)；岩石在不同频率循环荷载作用下的损伤演化规律，成果发表在 SCI 期刊《Rock Mechanics and Rock Engineering》；基于二元介质模型和塑性理论，建立了岩石在循环荷载作用下的动本构模型。

研究成果 4：大型水利和尾矿库及坡体的动力分析方法。实现了基于二元介质模型的天然土坡及地基体的数值模拟仿真分析，并分析了其破损过程；建立了高坝大库环境边坡危岩体动力稳定分析方法，并分析了其动力演化过程及运动规律；建立了尾矿库及库岸坡体的动力稳定分析方法，并分析了其动力演化过程及运动规律。

三、工程应用及取得相关知识产权

工程应用情况：

- (1) 叶勒大坝抗震复核动力稳定性评价；
- (2) 老母井尾矿库动力稳定性分析及液化评价；
- (3) 危岩体高边坡动力稳定性分析。

申请和获得国家发明专利 7 项和软件著作权 2 项。

发表学术论文 40 篇（其中 SCI 收录 10 篇，EI 收录 19 篇，中文核心期刊 10 篇，其他英文期刊 1 篇，不重复统计）。

出版专著 2 部。

四、推广应用和社会经济效益

论文被引用情况：他引次数 139 次（其中 SCI 论文他引 44 次，其他论文他引 95 次）。

已在云南铅锌老母井尾矿库（高 190m）、叶勒心墙堆石坝（坝高 125m、深厚覆盖层 300 多米）等国内大型水利水电工程的安全评价中应用上述模型和方法，可对坝体和尾矿库的动力灾变过程进行分析并对动力稳定性进行评价。