

2.5 高填方工程稳定分析与应用关键技术

➤ 简要信息

【获奖类型】 应用一等奖

【任务来源】 国家重点基础研究发展计划（973 计划）

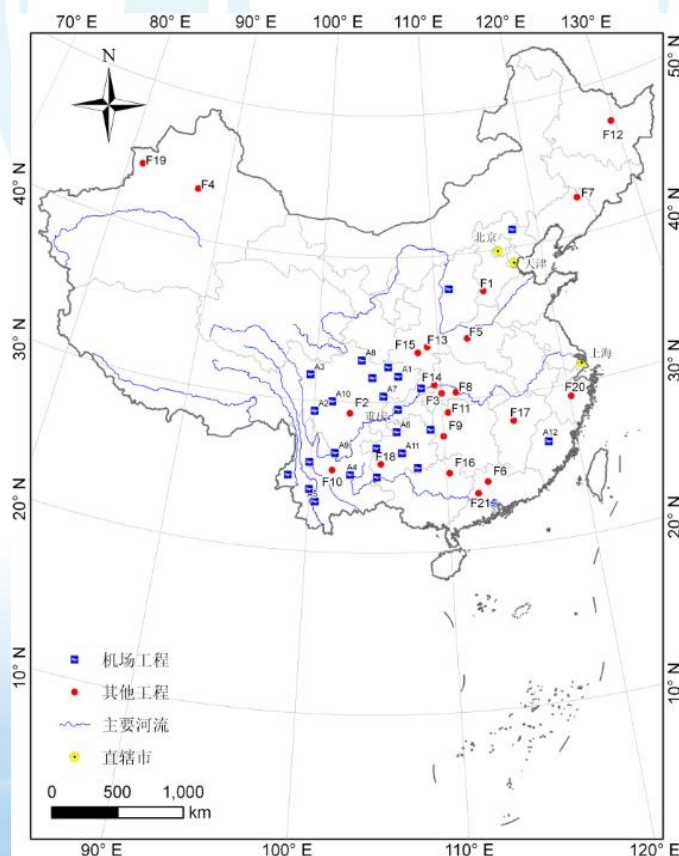
【课题起止时间】 2014 年 1 月～2018 年 12 月

【完成单位】 中国水利水电科学研究院、清华大学、河海大学、成都理工大学、山西省交通建设工程质量检测中心

【主要完成人】 魏迎奇、陈祖煜、杨 军、吴帅峰、孙黎明、刘斯宏、赵俊刚、韩文喜、谢定松、肖建章

➤ 背景

随着近些年水利、民航交通、公路交通、铁路交通等工程建设向中西部山区的投入，致使国内的高填方工程无论在填方量或者高度以及工程的复杂性上都面临巨大挑战。



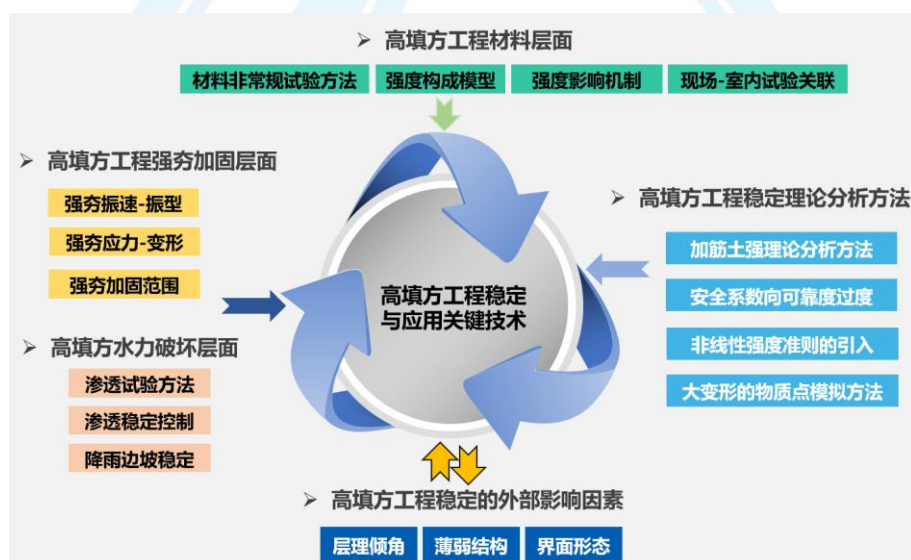
高填方工程在中西部广泛分布

在工程建设运行中为保证稳定，需考虑高填方土石料强度的非常规试验方法、水弱化特性及接触面特性，理清土石料强夯加固的机理，建立高填方体的渗透破坏准则、水力破坏模式，提出新型边坡稳定分析理论方法，开发高填方工程大变形计算方法，对保证高填方工程的建设和长期安全稳定有极其重要的意义。

➤ 主要内容

本项目针对高填方工程稳定关键技术开展以下方面研究：

- 高填方工程土石混合料强度特性研究；
- 高填方工程土石混合料强夯加固机理研究；
- 高填方工程水力破坏特性研究；
- 高填方工程边坡稳定分析理论方法研究；
- 高填方工程边坡破坏模式研究。



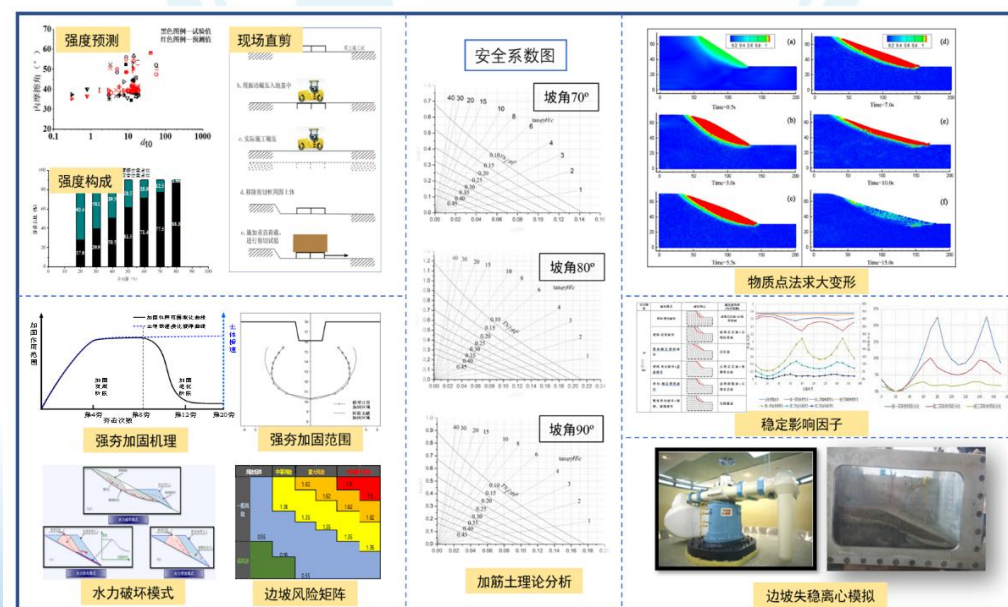
主要研究内容框架

➤ 创新点

- 研发了新型张拉式现场直剪试验设备及方法，完善了粗粒径土石料直剪试验开缝宽度的控制标准，量化了土石混合料强度分量，提出了基于级配曲线和干密度的强度 4 参数预测方法，构建了软岩强度水弱化的 3 参数计算模型，揭示了土石接触面特性对强度影响的机理。
- 构建了 3 参数非线性强夯沉降模型，提出了土体加固临界弹性振速的概念和确定方法，建立了土体弹性振动速度和土体密度的非线性相关关系，

提出了 4 阶段的强夯动态加固机理，将目前单向加固机理拓展到循环加固机理。

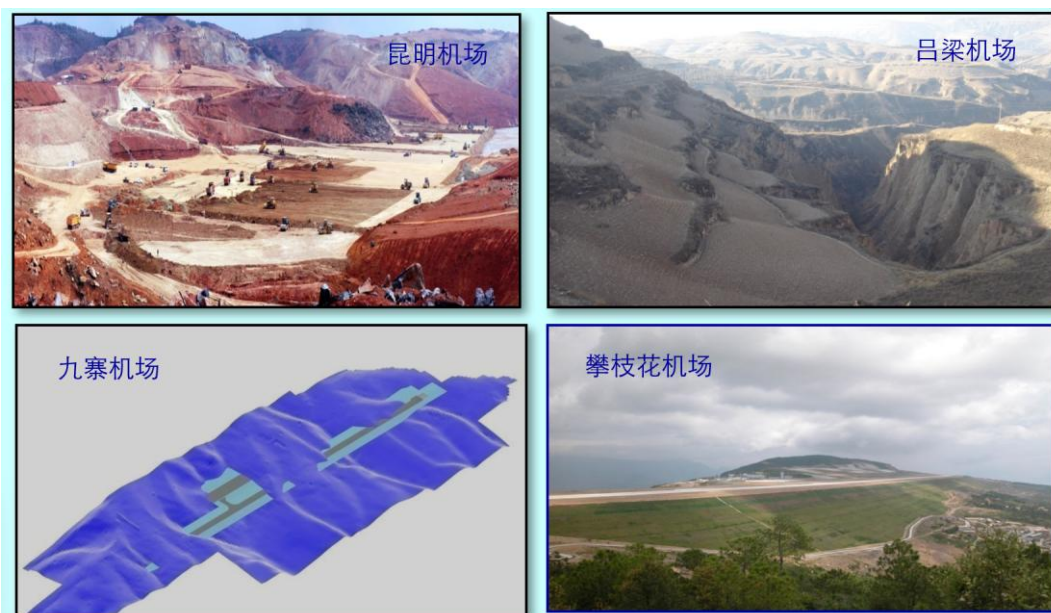
- 提出了高填方失稳的 3 种水力破坏模式，揭示了填方结构型式对边坡水文响应过程的影响机理，建立了基于边坡渗透系数与降雨量相耦合的最不利边坡稳定确定方法，提出了从二维到三维的 A-I-D（前期降雨量-降雨强度-持时阈值曲面）降雨边坡风险阈值确定方法。
- 提出了基于上限解与水平条分的加筋土边坡稳定分析方法，引入相对安全率的概念，将安全系数确定性分析拓展到可靠性分析领域，开发完善了基于 EMU 程序的加筋土挡墙安全系数计算模块，绘制了多坡度下的加筋土边坡安全设计图表，相关成果纳入规范应用。
- 提出了基于广义非线性强度准则的有限元计算方法；首次将物质点法应用于高填方工程大变形模拟，规避了传统有限元网格大变形畸变问题，实现了高填方工程滑动大变形精确模拟；建立了基于风险理论的高填方工程失稳评估方法。
- 建立了坡角与最危险岩层倾角的对应关系，抽析出缓倾边坡安全系数的简化分析方法；揭示了边坡安全系数与 6 个稳定影响因子的互馈关系，阐释了基覆界面开挖台阶对稳定性的影响机理。



主要创新成果

➤ 推广应用情况

项目研究成果成功应用于西藏林芝、贵州荔波、云南腾冲、四川康定机场、长临高速等高填方工程施工控制中。



典型工程推广应用