

项目名称	大型露天转地下矿山链式灾害动态辨识与主动靶向防控关键技术
提名奖项及等级	科技进步奖，二等奖
提名者	昌江黎族自治县人民政府办公室
项目简介（1200 字以内）	<p>我国铁矿石自给率不足严重威胁产业链安全。党的二十大提出全面提高铁矿石战略性矿产的自给率，大型露天铁矿转地下开采是保障产能的关键路径（未来 80%大型露天矿将转入地下）。海南省作为热带强降雨核心区（年均降雨量超 2000 毫米）与重要矿产资源富集区，其极端降雨导致的地下水剧烈波动，使露天转地下矿山面临高风险的渗流-应力-损伤多场耦合灾变，成为制约矿区安全与资源高效开发的核心瓶颈。</p> <p>以亚洲最富赤铁矿床——海南石碌铁矿（累计探明储量超 4 亿吨）为代表。其露天转地下后，受强降雨影响，露天采场形成了“暴雨高水位积水→边坡浸水失稳→井下突水风险”的链式灾害传递模式，亟需解决：1）浸水边坡灾变机理不清与稳定性评价精度低；2）围岩导水通道动态演化识别难与突水风险预判滞后；3）链式灾害监测预警机制不明、主动防控缺失等技术难题。2016 年起，海南矿业联合东北大学、长沙矿山研究院等单位，聚焦强降雨地区矿山地质条件特殊性，在石碌铁矿等大型露天转地下矿山“边生产、边攻关”，历经数十年持续研究，系统性揭示了露-井链式灾害成因机制，突破了关键防控技术瓶颈，为我国同类强降雨区域露天转地下矿山提供了关键技术与工程范式。核心创新成果如下：</p> <p>（1）首创了浸水岩石双向约束-单向加载实验装备及浸水边坡岩体力学参数场精细化智能表征技术，建立了基于参数空间变异性的边坡稳定可靠性动态评价方法，突破了传统详勘方法静态、分区赋值技术方法的局限，解决了复杂地质条件边坡稳定评价精度差的理论缺陷。</p>

	<p>(2) 研发了破碎岩体非线性渗流突水突泥测试装备，提出了以微震监测为主、多手段协同监测围岩渗透性和导水通道的动态标定技术，建立了塌陷-积水入渗-损伤渗流协同的突水全过程力学模型及数值方法，填补了突水全过程实验及模拟无平台的技术空白。</p> <p>(3) 建立了“机理引导-智能感知-超前预警-主动防控”一体化综合防控体系，建立了滑坡机理、力学判据与预警阈值互馈协同的浸水边坡“早-中-临”长效预警模型；提出了高水位变幅下地下采矿全生命周期涌水量演化预测及突水风险性分级分区评价方法；研发了坡表喷涂 ECC 材料防治风化防渗、坑底柔性防渗、新型水下速凝膨胀注浆一体化技术工艺。</p> <p>本项目成果在石碌铁矿成功示范应用，有效盘活了一座矿（保障了高价值资源的接续开采与安全生产），引领带动了一批矿，在辽宁眼前山铁矿、云南大红山铁矿、河北司家营铁矿、河北石人沟铁矿等国内近 20 余座矿山成功应用，10 个主要应用单位，近 3 年新增产值 13.49 亿元，新增利润 4.69 亿元。项目共获得授权发明专利 35 项，授权软件著作权 21 项，发表学术论文 96 篇，出版专著 3 部。项目成果提升了海南省战略性矿产资源供给安全保障能力，为国家铁金属自给率战略目标提供了强有力的科技支撑。</p>
<p style="text-align: center;">提名书 相关内容</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 发明专利，一种含水易风化岩质顺层边坡的综合防护治理方法，ZL201810714889.8, 2020.11.06, 4080073, 东北大学, 杨天鸿;郭献章;张子祥;张娟霞;李泽营;杨治华, 有效 2. 发明专利，一种固液两相流速测量装置及方法，中国，ZL201611004534.7, 2019.04.19, 3342748, 东北大学, 徐曾和;杨天鸿;杨鑫, 有效 3. 发明专利，基于微震或声发射及震源机制约束的岩体裂隙表征方法，中国，ZL202210452555.4, 2022.04.27, 7081887, 东北大学, 赵永;侯俊旭;杨天鸿;王述红;马凯, 有效 4. 发明专利，矿山井下微裂隙注浆封堵材料及制浆注浆工艺，中国，ZL202011298178.0, 2020.11.18, 4845619, 长沙矿山研究院有限责任公司;铜陵有色金属集团股份有限公司, 杨柱;卫明;王军;胡强;

	<p>赵恰;叶强;张见;黄炳仁;余茂杰刘飞, 有效</p> <p>5. 发明专利, 模拟水岸边坡岩石单侧浸水弱化的岩石力学试验设备及其使用方法, 中国, ZL201910980987.0, 2021.07.16, 4554967, 东北大学, 张鹏海;杨天鸿;孙东东;徐涛;刘洪磊;李金多, 有效</p> <p>6. 发明专利, 一种基于微震监测的裂隙岩体劈裂注浆扩散范围的识别方法, 中国, ZL201811093560.0, 2019.12.03, 3616889, 东北大学, 李连崇;牟文强;程关文;杨天鸿;朱万成;姚鲁建;刘洪磊;张鹏海, 有效</p> <p>7. 其他知识产权, 海南石碌铁矿床控矿因素分析, 中国, 2020.06.15, 中国金属通报, 海南矿业股份有限公司, 杨坚;林志锦;张九铤, 有效</p> <p>8. 软件著作权, 矿井水害多源信息监测及智能预警系统 V1.0, 中国, 2023SR0941320, 2023.08.16, 11528493, 东北大学, 赵永;刘一龙;赵乾百, 有效</p> <p>9. 行业标准, 金属非金属矿山地下水风险评估规范, 中国, DZ/T 0471-2024, 2024.06.11, 中华人民共和国自然资源部, 长沙矿山研究院有限责任公司, 杨柱, 有效</p> <p>10. 行业标准, 金属非金属地下矿山防治水安全技术规范, 中国 AQ2061-2018, 2018.05.22, 中华人民共和国应急管理部, 东北大学, 杨天鸿, 有效</p>
<p>主要完成人 (排序、工作单位和贡献)</p>	<p>1.赵永, 东北大学, 主要负责创新成果 1 与 2 的技术研发</p> <p>2.王春贤, 海南矿业股份有限公司, 现场技术负责人、负责创新成果 1 与 3 的技术应用与整体成果推广</p> <p>3.杨天鸿, 东北大学, 项目负责人、负责创新成果 1-3 的技术研发</p> <p>4.宋永亮, 海南矿业股份有限公司, 现场技术负责人、负责创新成果 1 与 3 的技术应用与整体成果推广</p> <p>5.杨柱, 长沙矿山研究院有限责任公司, 主要负责创新成果 3 的技术研发</p> <p>6.张艺山, 海南矿业股份有限公司, 主要参与创新成果 1 的技术应用与成果推广</p> <p>7.文鑫, 东北大学, 参与创新成果 3 的技术应用与成果推广</p>

	8.张世友，海南矿业股份有限公司，主要参与创新成果 1-3 的技术研发
主要完成单位 (排序和贡献)	1. 海南矿业股份有限公司，负责了创新成果 1 与 3 的技术应用与成果推广 2.东北大学，负责了创新成果 1~3 的技术研发 3.长沙矿山研究院有限责任公司，参与了创新成果 3 的技术研发