

## 项目公示信息（科学技术进步奖）

### 一、项目名称

构筑物下矿柱资源微扰动安全开采关键技术与应用

### 二、提名者及提名意见

提名单位：长沙矿山研究院有限责任公司

提名意见：

我国金属矿床地下开采中大多采用两步骤回采模式，所留矿柱资源量约占 35%~45%，湖南省金属矿山的矿柱资源量达 50%以上。构筑物下矿柱资源大多具有资源储量大、品位价值高的特点，但存在开采技术条件复杂、安全回采难度大等问题。随着国家矿产资源需求量与矿山可采资源量之间的矛盾日益突出，构筑物下矿柱资源的开发利用越来越受到重视。项目开展了构筑物下矿柱资源微扰动安全开采关键技术攻关与工程应用，研究意义重大。

项目通过理论分析、数值计算、工程监测和现场应用等方法，发展了构筑物下规模化充填开采岩移理论及安全评价方法，开发了不同矿岩稳固条件下矿柱资源微扰动采矿方法、区域稳定性与环境协同控制技术，研发了时空立体在线监测预警与安全保障技术，形成了构筑物下矿柱资源安全开采成套关键技术体系。项目已获得国家专利 9 项，其中授权关键技术发明专利 6 项，发表 SCI/EI/核心期刊论文 4 篇。项目整体技术达国际先进水平。

研究成果在湖北三鑫金铜股份有限公司、内蒙古玉龙矿业股份有限公司等 6 家矿山推广应用 3 年以上，均实现了构筑物下等矿柱资源的微扰动安全开采，有力促进了我国金属采矿工业的发展，经济效益、社会效益和生态效益显著，推广应用前景广阔。

我单位认真审核了该项目提名书及相关附件，确认全部材料真实有效，符合湖南省科学技术奖提名要求。提名该项目为湖南省科学技术进步奖二等奖。

### 三、项目简介

我国金属矿床地下开采大多留有顶底柱、间柱等矿柱资源，矿柱量约占资源总量 35%~45%，其中金、铜、镍等国家战略性矿产所留矿柱资源量大且价值高。随着国家矿产资源需求量与矿山可采资源量之间的矛盾日益突出，矿柱资源的开发利用越来越受到重视。此类资源的开发应遵循资源优化利用、受护对象安全、生态环境保护和企业经济与社会效益良好等原则，但目前其开发利用缺乏科学的理论支撑和工程实践经验。本项目结合战略性矿产资源安全开发需求，为解决矿山建构筑物下压矿严重、开采技术条件复杂、安全回采难度大等问题，湖北三鑫金铜股份有限公司与长沙矿山研究院有限责任公司、中国科学院武汉岩土力学研究所组成产学研用联合体，开展构筑物下矿柱资源微扰动安全开采关键技术与应用研究。通过技术攻关和现场工业试验，形成了构筑物下矿柱资源安全开采成套关键技术体系。研究成果已在湖北三鑫金铜有限公司等 6 家矿山成功推广应用，取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益，对于推动我国构筑物下等矿柱资源的安全开采具有显著的示范效应和推广应用价值。

**1. 主要技术创新。**（1）发展了构筑物下规模化充填开采岩移理论及安全评价方法，提出了基于安全深度的规模化充填开采有限扰动岩移理论，为复杂条件下矿柱资源安全开采提供了科学的理论依据。（2）发明了预留护壁矿两步骤嵌套组合充填采矿法、环境再造分段中深孔嗣后充填采矿法等，研发了区域稳定性与环境协同控制技术，实现了构筑物下矿柱资源的微扰动、低贫损安全开采。（3）研发了时空立体在线监测预警与安全保障技术，开发了构筑物下充填开采抗扰动结构与爆破震动控制技术，实现了矿柱资源全生命周期的安全高效回采。

**2. 知识产权情况。**项目已获得国家专利 9 项，其中授权关键技术发明专利 6 项，发表 SCI/EI/核心期刊论文 4 篇。

**3. 主要技术经济指标。**构筑物下矿柱资源微扰动安全开采成套关键技术湖北三鑫金铜矿应用后，释放可采矿柱资源量 259.31 万 t，占原预留矿柱资源量的 57.7%，实现回采损失率 4.8%、贫化率 5.1%。

技术经济指标先进。

**4. 应用推广及效益情况。**项目成果在湖北三鑫金铜股份有限公司、内蒙古玉龙矿业股份有限公司等 6 家矿山推广应用 3 年以上，均实现了构筑物下等矿柱资源的微扰动安全开采，产生了显著的经济效益、社会效益及生态效益，推广应用前景广阔。

#### 四、客观评价

##### 1. 中国有色金属工业协会组织的科技成果评价

2019 年 9 月 11 日，受长沙矿山研究院有限责任公司委托，中国有色金属工业协会在长沙组织召开了“保安矿柱评价方法与低贫损安全回采技术”项目成果评价会议。按照国家科技部和中国有色金属工业协会的规定和要求，邀请了 6 位采矿领域的知名专家组成评价专家组，确定了评价专家组组长、副组长。评价咨询专家听取了项目组的汇报，审阅了有关技术资料，进行了质询、交流和对评价成果评价独立打分，最后得到综合评分并形成综合评价结论。综合评价结论：项目整体技术处于国际先进水平。建议进一步加强研究成果推广应用。

##### 2. 中国黄金协会组织的科技成果评价

2019 年 12 月 29 日，中国黄金协会在北京组织专家对湖北三鑫金铜股份有限公司、长沙矿山研究院有限责任公司共同完成的《保安矿柱优化评价体系及安全组合回采技术与应用》项目成果进行了鉴定。与会专家听取了项目组的汇报，审阅了相关材料，经质询和讨论，认为该项目技术路线正确，研究方法合理，经济和社会效益显著。研究成果总体达到了国际先进水平。同意通过鉴定。建议：进一步加强井筒安全监测。

##### 3. 科技查新结论

中南大学科技查新工作站完成的科技查新报告，查新结论为：经检索并对相关文献分析对比结果表明，国内外的相关文献报道分别涉及到该查新项目的部分研究内容，但国内外均未见与该查新项目综合技术特点相符的文献报道。

##### 4. 学术评价

(1) 针对建筑物下矿柱资源的安全开采，开发了多种针对不同

矿岩稳固条件下的微扰动开采关键技术，相关成果已获得授权发明专利 5 项。

(2) 项目研究成果在矿业工程和岩石力学工程领域主流 SCI/EI/核心期刊 ( *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*、岩石力学与工程学报、矿业研究与开发) 发表，关于多中段微扰动充填开采安全分析与评价等方面研究分析成果得到了国内外同行的认可。

### **5. 中国黄金协会科学技术一等奖证书**

由长沙矿山研究院有限责任公司和湖北三鑫金铜股份有限公司共同完成的“保安矿柱优化评价体系及安全组合回采技术与应用”项目，获 2020 年度中国黄金协会科学技术一等奖。

### 五、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	一种上向高分层超前卸荷嗣后充填空场的采矿法	中国	ZL201910065417.9	2020年07月07日	3878104	长沙矿山研究院有限责任公司；湖南科技大学	盛佳；万文；李向东；周益龙；刘东锐；万兵；李强；王亚军；张海云	有效
发明专利	一种用于急倾斜极破碎矿脉的联合下向机械化充填采矿法	中国	ZL202010114646.8	2020年11月17日	4097364	长沙矿山研究院有限责任公司	刘东锐；李向东；李强；盛佳；王玉丁	有效
论文	Evaluation of safety and deformation characteristic of cemented tailings backfill mining disturbed area near shafts: a case study in China	德国	DOI:10.1007/s40948-020-00176-8	2020年08月19日	Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources	中国科学院武汉岩土力学研究所；中国科学院大学；长沙矿山研究院有限责任公司；湖北三鑫金铜股份有限公司	江飞飞；周辉；盛佳；李向东；胡勇；周益龙	有效
发明专利	预留护壁矿两步骤嵌套组合充填采矿法	中国	ZL201610793168.1	2018年08月14日	3034947	湖北三鑫金铜股份有限公司	帅金山；李向东；刘成平；盛佳；朱志彬；周益龙；孙德胜；余昌亚；万兵；院雷；李强；胡勇；李永辉；李龙	有效
发明专利	一种环境再造分段中深孔嗣后充填采矿法	中国	ZL201910585213.8	2020年06月23日	3855207	长沙矿山研究院有限责任公司	李强；万兵；李向东；刘东锐；周益龙；王亚军；张海云；王玉丁；张卫星；代转	有效
发明专利	一种巷道支护结构体控制疏水法	中国	ZL201910585201.5	2020年10月23日	4046970	长沙矿山研究院有限责任公司	刘东锐；李向东；李强；万兵；盛佳；周益龙；王亚军；张海云；王玉丁；张卫星；代转	有效

发明专利	一种间隔胶结支柱削壁充填采矿法	中国	ZL201911238237.2	2020年11月03日	4071500	长沙矿山研究院有限责任公司	刘东锐; 李向东; 李强; 李晓辉; 蔡炜煜; 张海云	有效
论文	完全充填开采下地表变形特征分析及现状评价	中国	DOI:10.13722/j.cnki.jrme.2018.0396	2018年07月06日	岩石力学与工程学报	中国科学院武汉岩土力学研究所; 中国科学院大学; 长沙矿山研究院有限责任公司; 湖南科技大学; 湖北三鑫金铜股份有限公司	江飞飞; 周辉; 盛佳; 帅金山; 孙德胜; 胡勇; 李向东	有效
论文	地下金属矿山岩爆研究进展及预测与防治	中国	DOI:10.13722/j.cnki.jrme.2018.1190	2019年01月14日	岩石力学与工程学报	中国科学院武汉岩土力学研究所; 中国科学院大学; 长沙矿山研究院有限责任公司; 湖南科技大学	江飞飞; 周辉; 刘畅; 盛佳	有效
论文	强塑性破碎岩体巷道耦合支护技术与应用	中国	DOI:10.13827/j.cnki.kyky.2020.08.018	2020年08月25日	矿业研究与开发	长沙矿山研究院有限责任公司; 湖南科技大学; 国家金属采矿工程技术研究中心; 安徽太平矿业有限公司	盛佳; 李强; 李向东; 张海云; 刘东锐; 赵广阔	有效

## 六、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	对本项目贡献
盛佳	1	科技管理部部长	正高级工程师	长沙矿山研究院有限责任公司	担任项目总负责人，为本项目第一完成人，负责项目整体技术方案攻关
李向东	2	智能矿山事业部总经理	正高级工程师	长沙矿山研究院有限责任公司	担任项目技术负责人之一，负责项目整体方案设计与实施，对主要技术内容 1、2、3 做出了重要贡献
江飞飞	3	无	助理研究员	中国科学院武汉岩土力学研究所	担任项目技术负责人之一，负责项目整体理论研究及现场工业试验，对主要技术内容 1、2、3 做出了重要贡献
帅金山	4	副总经理	高级工程师	湖北三鑫金铜股份有限公司	担任项目主要完成人之一，主要负责采矿方案及现场工业试验研究，对主要技术内容 2、3 做出了贡献
李强	5	智能矿山事业部高效采矿所所长	高级工程师	长沙矿山研究院有限责任公司	担任项目主要完成人之一，主要负责回采设计和现场工业试验研究，对主要技术内容 2、3 做出了贡献
刘成平	6	总经理	正高级工程师	中金黄金股份有限公司	担任项目主要完成人之一，负责项目方案设计和审查，对主要技术内容 1、2 做出了贡献
孙德胜	7	生产技术部部长	高级工程师	湖北三鑫金铜股份有限公司	担任项目主要完成人之一，主要负责现场工业试验实施，对主要技术内容 2、3 做出了贡献
胡勇	8	工程技术中心主任	高级工程师	湖北三鑫金铜股份有限公司	担任项目主要完成人之一，主要负责现场在线监测实施，对主要技术内容 3 做出了贡献

刘东锐	9	无	高级工程师	长沙矿山研究院 有限责任公司	担任项目主要完成人之一，主要负责现场监测及分析工作，对主要内容 3 做出了贡献
-----	---	---	-------	-------------------	---

## 七、主要完成单位情况

### 1. 长沙矿山研究院有限责任公司

组织完成项目的立项、方案论证、现场工业试验，主持制定项目技术路线、试验研究实施方案和项目整体技术方案。创造新的发展了构筑物下规模化充填开采岩移理论及安全评价方法；开发了不同矿岩稳固条件下矿柱资源微扰动采矿方法、区域稳定性与环境协同控制技术，研发了时空立体在线监测预警与安全保障技术，形成了构筑物下矿柱资源安全开采成套关键技术体系，实现了构筑物下矿柱资源的微扰动、低贫损安全开采。为本项目成果的推广及应用做出了突出贡献。

### 2. 湖北三鑫金铜股份有限公司

参与项目的立项、方案论证、现场工业试验，参与制定项目技术路线、试验研究实施方案和项目整体技术方案。参与研发了构筑物下规模化充填开采岩移理论及安全评价方法体系、构筑物下矿柱资源微扰动安全回采技术和区域多维度实时在线监测体系及预警技术等。负责完成矿柱资源微扰动安全回采技术和区域多维度实时在线监测体系及预警技术的现场工业试验；负责技术成果在湖北三鑫金铜股份有限公司的推广应用。

### 3. 中国科学院武汉岩土力学研究所

参与完成项目方案论证、技术路线和实施方案制定、现场工业试验。负责构筑物下规模化充填开采岩移理论分析及相关数值计算工作；参与开发了建筑物下矿柱资源微扰动安全回采技术和区域多维度实时在线监测体系及预警技术，为矿柱资源回采提供了配套的采矿技术和地压监测手段，实现了矿柱资源的微扰动、低贫损、安全回采。为本项目成果的推广及应用做出了突出贡献。

## 八、完成人合作关系说明

项目实施期间，项目主持人盛佳负责整体的方案设计和攻关。项目完成人李向东、江飞飞主要负责理论分析和具体技术方案设计与技

术执行；项目完成人帅金山、李强、刘成平、孙德胜主要进行回采设计与现场工业试验；项目完成人胡勇、刘东锐主要进行现场监测及数据整理分析工作。