

**项目名称：高品位大吨位富锆铅锌矿成矿理论创新与深部找矿重大突破**

**提名单位：**云南省

**提名奖种：**科技进步奖（二等）

**主要完成人：**

韩润生，王峰，黄智龙，罗大锋，金中国，周高明，张长青，李文尧，郭忠林，王兵

**主要完成单位：**

云南驰宏锌锆股份有限公司，昆明理工大学，中国科学院地球化学研究所，贵州省有色金属和核工业地质勘查局，云南冶金资源股份有限公司，中国地质科学院矿产资源研究所，贵州泛华矿业集团有限公司

**提名单位意见：**

项目创新性提出高品位大吨位富锆铅锌矿形成于印支期碰撞造山过程的陆内走滑构造系统，创立了构造分级成矿-控矿、矿体定位模式，为深部找矿奠定了理论基础；阐明了“矿源—输运—聚集”成矿过程及铅锌锆共生分异机制，构建了矿床模型和多元成矿信息定量化数学模型；研发成功大比例尺深部找矿勘查系列关键技术：发明了蚀变岩相找矿预测、全空间域高精度坑道重力深部矿体定位探测方法，创新了构造地球化学深部精细勘查技术，解决了三维空间深部矿体定位的多解性难题，填补了大比例尺全空间域坑道重力探测准确定位富厚矿体技术的空白；创建了大比例尺“四步式”深埋藏矿体定位探测集成技术体系，实现了深部找矿技术系统化和高效率，技术示范效果明显。新增金属储量巨大，经济社会效益显著。有力推动了铅锌矿床成矿理论与勘查技术进步。

符合国家科技进步奖申报条件，提名该项目申报 2018 年度国家科学技术进步二等奖。

## 项目简介：

川滇黔接壤区富锆铅锌矿，品位之高世界之最、富锆之多全球罕见。截至目前，任何理论还无法圆满解释以会泽超大型铅锌矿为代表的富锆铅锌矿“品位特高、储量大、富含锆、矿体延深大、蚀变强”等特点。20世纪末，以会泽、大梁子、赫章等一批主力铅锌矿山资源枯竭濒临关闭，大批员工下岗，发现和探明接替资源刻不容缓。为此，在国家973、省部级等科技计划支持下，历经20年“产学研用”持续攻关，通过成矿理论和找矿关键技术创新，实现了川滇黔接壤区“攻深找盲”重大突破，取得创新性成果如下：

**1. 创新性提出富锆铅锌矿形成于印支期碰撞造山过程的陆内走滑构造系统的新认识：**研究发现川滇黔接壤区富锆铅锌成矿发生，源于印支期碰撞造山作用形成的陆内走滑构造系统；提出了大陆走滑断褶带对大型矿集区构造动力学机制，建立了构造系统组合样式与构造分级成矿-控矿、矿体定位模式，为深部找矿奠定了理论基础。

**2. 查明了富锆铅锌矿时-空-物结构和成矿过程，发展了MVT矿床成矿理论：**深源流体“贯入”、流体不混溶、CO<sub>2</sub>逃逸、流体混合等构造-流体多重耦合作用，是矿质超常富集与巨量聚集的主要机制；阐明了“矿源—输运—聚集”成矿过程及铅锌共生分异机制，建立了矿床模型和多元成矿信息定量化数学模型。

**3. 构建了大比例尺深部找矿勘查系列关键技术：**发明了热液矿床蚀变岩相找矿预测方法；创新了构造地球化学深部精细勘查技术，提出了构造地球化学立体勘查流程，捕获了深部矿化信息，实现了重点靶位快速圈定；发明了全空间域高精度坑道重力深部矿体定位探测新方法，解决了三维空间富厚矿体定位的多解性难题。

**4. 创建了大比例尺“四步式”深埋藏矿体定位探测集成技术：**构造精细解析+找矿模型（空间择向）→蚀变岩相预测+构造应力场靶区筛选（面中筛区）→构造地球化学精细勘查（区中选点）→全空间域坑道重力、AMT和TEM、IP综合探测（点上探深），实现了深部找矿技术系统化和高效率，技术示范效果明显。

**5. 新增金属资源储量巨大，经济社会效益显著。**新增铅锌金属资源量超过1000万吨，潜在经济价值2000多亿元，经济效益巨大。依托项目建成国际领先的会泽、彝良大型铅锌采选冶基地和锆产业基地，国家级绿色矿山2座，省高新技术企业1个，省部创新团队1个，工程实验室（中心）3个，为保障国家资源安全和乌蒙山区脱贫致富做出了突出贡献。

获省部级科技进步一等奖3项、二等奖2项，找矿成果一等奖2项及省找矿重大成果奖。获授权国家发明专利3件、著作权1件。专著7部、论文133篇（其中SCI论文28篇，EI论文11篇，CSCD论文94篇），其中他引1195次；培养了博（硕）士和技术骨干约千人。

## 客观评价：

### 1. 主要成果鉴定意见

①2000年12月，云南省教育厅组织九位专家对“会泽麒麟厂铅锌矿深部找矿预测研究”项目成果鉴定结论：“找矿方法和技术路线具特色、论证有据、预测成果已证实，取得了在理论上创新、方法上有发展、生产上有显著效益、找矿上有突破的优秀成果。根据检索查新结论和隐伏矿定位预测中的重大发现，**成果已达到国内领先、国际先进水平。**”

②2009年9月，中国有色金属工业协会组织七位专家对“云南会泽铅锌矿区深部及外围隐伏矿定位预测与增储研究”技术成果鉴定结论：“成果累计新增铅锌金属资源储量巨大，可延长矿山服务年限12年，经济社会效益显著。所取得的理论、方法技术成果对川滇黔铅锌多金属成矿域及同类矿床深部和外围的地质找矿具有指导作用和推广示范意义。**项目成果整体达到国际先进水平，在会泽铅锌矿床成因类型厘定方面达到国际领先水平。**”

③2013年4月，云南省科技奖励办组织九位专家对“云南昭通毛坪铅锌矿床找矿预测理论技术研究和找矿重大突破”技术成果鉴定结论：成矿理论研究、“四步式”找矿技术具有重要的创新意义，隐伏矿定位预测效果显著，找矿实现重大突破，资源潜力预测依据充分，找矿潜力巨大。**成果整体达到国际先进水平，其中找矿技术集成及找矿成果达到国际领先水平。**

### 2. 项目成果所获的科技奖励

项目获省部级科技进步一等奖3项、二等奖2项，找矿成果一等奖2项及省找矿重大成果奖。其中，代表性奖励为：

(1) 构造地球化学方法在会泽麒麟厂铅锌矿床深部找矿预测应用及8号矿体发现，云南省科技进步一等奖（2001EC203-1），云南省人民政府

(2) 云南会泽铅锌矿区深部及外围隐伏矿定位预测及增储研究，中国有色金属工业科技进步一等奖（[2010]008-2009004），中国有色金属工业协会、中国有色金属学会

(3) 云南昭通铅锌矿床深部及外围隐伏矿找矿预测及增储研究，中国有色金属工业科技进步一等奖（[2014]215-2014001），中国有色金属工业协会、中国有色金属学会

(4) 会泽铅锌矿深部找矿勘查，云南省地质工作重大成果奖（2006.07），云南省人民政府。

### 3. 资源储量认定证明文件

探明的部分资源储量已通过国土资源部、云南省国土厅、中国地调局、贵州省国土厅的认定备案。认定备案的资源金属储量。新增铅锌资源量超千万吨，经济效益巨大。

### 4. 国家一级科技查新咨询、论文检索报告

项目主要技术特点查新结论：

(1) 陆内走滑断褶构造系统控制混合流体（热液、流体）沿断褶构造带“贯入”-交代成矿，造成铅锌锗超常富集，建立矿床时空分布模式的研究。

(2) 建立扬子陆块内印支期（三叠纪）富锗铅锌成矿事件及会泽式铅锌矿床成矿/控矿构造动力学模式。

(3) 创建大比例尺全空间域高精度坑道重力定位探测深部高密度隐伏矿体技术，首先进行野外坑道重力和重力梯度观测，对观测数据进行各项改正，再根据改正后获得的重力异常和X、Y、Z三个

方向重力梯度异常进行隐伏矿体定位探测。

(4) 大比例尺矿田(床)构造地球化学深部找矿预测中提出断裂带中金属元素组合异常提取深部矿化信息、异常梯度变化判断深部矿体产状等方法,以及构造应力场找矿靶区筛选方法。

(5) 创建并应用了大比例尺“四步式”定位探测深部热液矿床或矿体的方法:成矿构造解析+矿床找矿预测模式、构造-蚀变岩相填图、构造地球化学精细勘察、全空间域坑道重力+EH4+瞬变电磁法综合探测预测深部隐伏矿床(矿体)。

经检索并对相关文献分析对比结果表明:上述国内外的相关文献报道分别涉及到该查新项目的一部分研究内容,除委托人、委托人所在课题组成员及其合作单位发表的文献外,国内外均未见与该查新项目以上技术特点相符的文献报道。

项目论著检索:出版专著7部、发表论文133篇(其中SCI论文28篇,EI论文11篇,CSCD论文94篇)。

## 5. 国内外学术界及社会评价

①《云南日报》头版多次报道《云南会泽麒麟厂铅锌矿矿床深部找矿预测研究》项目在会泽铅锌矿深部及外围取得重大找矿突破的成果,指出“对企业增强后劲和实现持续发展带来了福音,也为我省其他老矿山寻找接替资源,稳定有色金属原料基地开辟了可喜前景;会泽铅锌矿可能是世界级超大型铅锌矿床。这一校企合作的重大项目对会泽铅锌矿区构造成矿理论及隐伏矿定位预测及效果有重要创新和重大发现,是值得推广的成功范例”。当年的预测,今日得以验证。

②《云南政协报》对项目第一完成人带领团队和云南驰宏锌锗股份有限公司科技人员联合攻关在云南昭通毛坪铅锌矿深部及外围取得重大找矿突破的专题报道,指出“研究成果使会泽、彝良毛坪铅锌矿等老矿山重新焕发青春,不仅带来的是巨大的经济效益,而且是一份宝贵的理论创新和一笔可贵的精神财富。”

③韩润生代表性论文在《Ore Geology Reviews》发表,国际著名矿床学家Khin Zaw et al (2017)引用了会泽铅锌矿床的独特地质特征。

④项目第一、第六完成人于2017年1月-2017年2月应邀去澳大利亚参加“第19届国际地球物理、地震与构造学国际会议”,“全空间域坑道重力深部隐伏矿体方法”的口头报告获优秀论文奖;受悉尼大学地球科学学院应邀访问悉尼大学,做了“川滇黔富锗铅锌矿床成矿规律与找矿勘查技术”学术报告。

⑤中国地质大学邓军教授为《矿田地质力学理论与方法》作序:“反映了矿田构造学研究新进展,体现了矿田构造学及其找矿预测学的研究方向,为地质力学研究与实践增添了新内容,对隐伏矿定位预测和评价有重要的实用价值,将会给深地矿产资源预测和勘查研究带来新希望。”

⑥翟裕生院士为《构造成矿动力学及隐伏矿定位预测—以云南会泽铅锌(银、锗)矿床为例》:“在构造成矿理论和技术上有创新,反映了地学前缘水平与矿床学和找矿预测学研究方向。”

⑦中国工程院裴荣富院士对专著作序:“为区域找矿和矿山经济持续发展起到重要作用,对川滇黔铅锌成矿域矿床成因取得了创新认识,尤其是作为企业能够运用矿床成矿综合信息定量预测的成功典范。”

## 推广应用情况:

### 1.矿产快速勘查评价和储量大幅增长,经济效益显著

本项目创建的会泽式富锗铅锌矿成矿理论及系列关键技术推广应用于川滇黔接壤区深部找矿实践中,推广应用效果显著,新增资源储量巨大,已形成会泽、毛坪等技术研发与应用推广示范基地及技术传导和应用推广网络。在川滇黔接壤区及毗邻区推广应用于会泽、毛坪、五指山、大梁子等40多个老矿区和新的勘查区。同时,优选出了35处找矿预测靶区,其中I类找矿优选靶区达16处。

### 2 技术应用推广促进了有色行业科技进步和企业快速发展

新增的资源量,为2004年驰宏锌锗股份有限公司成功上市和迅猛发展奠定了坚实的资源基础。通过新增资源的开发,已建成会泽、毛坪国家级绿色矿山,使云南驰宏锌锗股份公司成为大型企业集团和我国重要的铅锌锗采选冶生产基地。

## 主要知识产权证明目录:

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	一种坑道重力全空间域定位探测高密度隐伏矿体的方法	中国	ZL 201410398391.7	2017.2.22	第2388295号	昆明理工大学	韩润生 李文尧 王峰	有效
发明专利	一种热液矿床的大比例尺蚀变岩相定位预测方法	中国	ZL 201410396700.7	2017.1.4	第2336209号	昆明理工大学	韩润生	有效
发明专利	一种坑道重力全空间域定位探测低密度隐伏矿体的方法	中国	ZL 201410398243.5	2016.10.12	第2268794号	昆明理工大学	李文尧 韩润生	有效
软件著作权	基于 MATLAB 直立长方体平面、断面、剖面重力异常正演计算软件 V1.0	中国	2016SR291665	2016.10.13	软字登字第1470282号	昆明理工大学	程瑞红 李文尧 韩润生	有效

## 主要完成人情况:

姓名	韩润生	排名	1	职称/职务	研究员
工作单位	昆明理工大学				
对本项目的科技贡献:项目总负责,全面负责成矿理论研究与技术研发,组织科研项目实施。创新性提出富锗铅锌矿形成于印支期碰撞造山过程的陆内走滑构造系统的新认识,创建了大比例尺“四步式”深埋藏矿体定位探测集成技术。对创新点1、2、3、4有创造性贡献,对应用推广有创新性贡献。					
姓名	王峰	排名	2	职称/职务	教授级高级工程师
工作单位	云南冶金资源股份有限公司				
对本项目的科技贡献:项目找矿技术负责,主要负责勘查理论、技术研发及成果应用推广。对创新点3、4有创造性贡献,对技术应用推广对创新性贡献,对创新点1、2有重要贡献。					

<b>姓名</b>	黄智龙	<b>排名</b>	<b>3</b>	<b>职称/职务</b>	<b>研究员</b>
工作单位	中国科学院地球化学研究所				
对本项目的科技贡献：项目成矿理论负责，对创新点 2 有创造性贡献，对创新点 1、4 有创新性贡献，对技术应用推广有重要贡献。					
<b>姓名</b>	罗大锋	<b>排名</b>	<b>4</b>	<b>职称/职务</b>	<b>教授级高级工程师</b>
工作单位	云南驰宏锌锗股份有限公司				
对本项目的科技贡献：项目工程验证勘探负责，对应用推广、创新点 2 有创造性贡献，对创新点 3 有创新性贡献，对创新点 4 有重要贡献。					
<b>姓名</b>	金中国	<b>排名</b>	<b>5</b>	<b>职称/职务</b>	<b>研究员</b>
工作单位	贵州省有色金属和核工业地质勘查局				
对本项目的科技贡献：黔西北技术研发和应用负责，对创新点 2 和应用推广有创造性贡献，对创新点 4 有创新性贡献，对创新点 1、3 有重要贡献。					
<b>姓名</b>	周高明	<b>排名</b>	<b>6</b>	<b>职称/职务</b>	<b>教授级高级工程师</b>
工作单位	云南驰宏锌锗股份有限公司				
对本项目的科技贡献：滇东北技术应用推广负责，对应用推广有创造性贡献，对创新点 2、3 有创新性贡献，对创新点 4 有重要贡献。					
<b>姓名</b>	张长青	<b>排名</b>	<b>7</b>	<b>职称/职务</b>	<b>研究员</b>
工作单位	中国地质科学院矿产资源研究所				
对本项目的科技贡献：主要技术骨干，对创新点 2 有创新性贡献，对创新点 1、3 及应用推广有重要贡献。					
<b>姓名</b>	李文尧	<b>排名</b>	<b>8</b>	<b>职称/职务</b>	<b>教授级高级工程师</b>
工作单位	昆明理工大学				
对本项目的科技贡献：物探负责，对创新点 3、4 有创新性贡献，对技术应用推广有重要贡献。					
<b>姓名</b>	郭忠林	<b>排名</b>	<b>9</b>	<b>职称/职务</b>	<b>工程师</b>
工作单位	云南驰宏锌锗股份有限公司				
对本项目的科技贡献：主要技术骨干，对应用推广有创新性贡献，对创新点 2、4 有重要贡献。					
<b>姓名</b>	王兵	<b>排名</b>	<b>10</b>	<b>职称/职务</b>	<b>高级工程师</b>
工作单位	贵州省有色金属和核工业地质勘查局				
对本项目的科技贡献：主要技术骨干，对应用推广有创新性贡献，对创新点 4 有重要贡献。					

## 主要完成单位及创新推广贡献：

- 1、云南驰宏锌锗股份有限公司：**是本项目的主要技术实施应用基地，负责技术研发与成果应用推广，组织工程验证并进行工程勘探。对应用推广、创新点 2 有创造性贡献，对创新点 3 有创新性贡献，对创新点 4 有重要贡献。
- 2、昆明理工大学：**是本项目的主要研究单位，负责理论研究与技术研发推广。获国家发明专利 3 项，软件著作权 1 项。对创新点 1、2、3、4 有创造性贡献，对应用推广有创新性贡献。

**3、中国科学院地球化学研究所：**负责成矿理论研究。对创新点 2 有创造性贡献，对创新点 1、4 有创新性贡献，对技术应用推广有重要贡献。

**4、贵州省有色金属和核工业地质勘查局：**负责黔西北成矿理论与技术推广。对创新点 2 和应用推广有创造性贡献，对创新点 4 有创新性贡献，对创新点 1、3 有重要贡献。

**5、云南冶金资源股份有限公司：**负责勘查理论、技术研发及成果应用推广。对创新点 3、4 有创造性贡献，对技术应用推广对创新性贡献，对创新点 1、2 有重要贡献。

**6、中国地质科学院矿产资源研究所：**负责川西南成矿理论和应用研究。对创新点 2 有创新性贡献，对创新点 1、3 及应用推广有重要贡献。

**7、贵州泛华矿业集团有限公司：**主要负责技术推广应用。对应用推广有创新性贡献，对创新点 4 有重要贡献。

### **完成人合作关系说明：**

1. 昆明理工大学韩润生、中国科学院地球化学研究所黄智龙与云南驰宏锌锗股份有限公司（其前身为云南会泽铅锌矿）陈进、罗大锋等地质科技人员，共同完成了云南省省院省校科技合作项目（编号 2000YK-04；2000-2003）等科研课题的研究工作，共同发表了多篇学术论文、出版了多部专著、获多个成果奖。
2. 昆明理工大学韩润生、李文尧等团队成员与云南驰宏锌锗股份有限公司王峰、罗大锋、周高明、郭忠林等地质科技人员，并与云南冶金资源股份有限公司（其前身为云南驰宏资源勘查开发有限公司）王峰、吴代诚等地质科技人员，先后在会泽、毛坪等矿山开展了“滇东北矿集区找矿预测（12120115036001、12120115036101）”、“昭通毛坪铅锌矿区深部及外围找矿及物化探综合方法应用研究（KKK0200421205）”、“会泽超大型铅锌矿床深部及外围隐伏矿找矿预测技术及增储研究（KKK0201021148）”、“昭通铅锌矿床深部及外围隐伏矿找矿预测及增储研究（KKK0201021147）”等多个合作项目，共同发表了多篇学术论文、出版了多部专著、获国家发明专利及多个技术成果奖。昆明理工大学与云南驰宏锌锗股份有限公司等单位合作共建云南省矿产资源预测评价工程实验室，韩润生任主任、王峰任副主任。
3. 中国科学院地球化学研究所黄智龙、贵州省有色金属和核工业地质勘查局金中国与云南驰宏锌锗股份有限公司王峰等地质科技人员，共同合作完成了云南驰宏锌锗股份有限公司攻关项目“云南会泽超大型铅锌矿床坑道物化探测量及深部隐伏矿定位预测”（合同号：1003CHJSBHZ-03；2010-2013），同时与贵州省有色金属和核工业地质勘查局王兵等人及贵州泛华矿业集团有限公司合作，对贵州五指山铅锌矿床进行了较为系统的成矿规律和成矿预测研究，共同发表了多篇学

术论文。

4. 中国地质科学院资源研究所张长青与云南驰宏锌锗股份有限公司共同合作实施国土部公益性行业专项“云南会泽密西西比型(MVT)铅锌矿科学基地研究”（200911007-20），提交了建设方案，并合作实施了多个国家自然科学基金项目。
5. 中国科学院地球化学研究所黄智龙研究员和中国地质科学院资源研究所张长青分别为实施的“973”项目（编号 2014CB440900；2014-2018）有关课题负责人和骨干，开展了川滇黔接壤铅锌矿集区成矿物质基础、成矿背景、成矿过程和成矿预测等方面的研究工作。
6. 昆明理工大学在贵州省有色金属和核工业地质勘查局建立了研究生培养基地，韩润生、李文尧、金中国、黄智龙等共同培养了从事川滇黔铅锌矿研究和勘查的一批研究生。中国科学院地球化学研究所黄智龙等与昆明理工大学韩润生等，云南驰宏锌锗股份有限公司、云南冶金资源股份有限公司王峰、罗大锋、周高明等、贵州省有色金属和核工业地质勘查局金中国等、中国地质科学院资源研究所张长青，共同完成 973 项目 二级课题“华南低温成矿系统”（编号 2007CB411402）。