坚持科技创新，促进矿山可持续发展

赵金花，孙文泓，亓 锋，杨岳清

(中国地质科学院矿产资源研究所，北京 100037)

改革开放以来，随着中国工业化、城市化步伐的加快，国民经济对矿产资源的需求量急速增加，但目前绝大部分矿山的保有储量明显趋于下降，众多矿山已面临着资源危机，产能过剩，产量锐减，工人失业等严峻形势。据统计，中国 25 种主要金属的 415 个大中型矿山中，面临如上形势的的矿山已占到 50%。资源的显著减少，不仅直接影响到以矿业为支撑产业城市的兴衰，也对区域经济乃至全国经济的可持续发展产生了举足轻重的影响。当然也对 300 多万矿工和 1 000 余万家属的工作和生活构成威胁，影响了社会稳定和人民安居乐业的方方面面。

上述问题，已引起党中央、国务院高度重视，在 2002 年 9 月 27 日温家宝副总理在对有关部委呈报文件的批示中就指出“要把解决危机矿山的资源接替为重点，通过对具备资源条件和市场需求的大中型矿山深部和外围探矿，提高矿山经济效益，延长矿山服务年限”。2004 年国家启动了“全国危机矿山接替资源找矿专项计划”。2006 年 1 月 21 日颁发的《国务院关于加强地质工作的决定》中明确提出“按照理论指导、技术优先、探边摸底、外围扩展的方针”，“加强危机矿山、现有油气田和资源枯竭城市接替资源勘查，大力推进深部和外围找矿工作”。

根据中国矿山资源现状和党中央、国务院的指示，在科技部和国土资源部、中国有色金属工业协会、中国钢铁工业协会、中国煤炭工业协会、中国科学院等相关部门的大力支持下，在“十一五”国家科技支撑计划中，将《危机矿山接替资源勘查技术与示范研究》列入重点突破项目。

中国绝大多数危机矿山的资源是在 20 世纪 50 年代到 70 年代勘探的，由于历史和技术条件等原因，其勘察深度普遍不足 500 m，对成矿条件、成矿机制、成矿规律等方面的认识也多处于较低水准上，当时，对其深部和外围成矿远景的评估也考虑较少，在这些方面我们和一些矿业发达国家还有较大的差距。

毋庸置疑，在老矿山深部和外围找矿，对中国现在的矿床地质工作者来说是一项巨大的挑战，首先，从技术层面上，深部勘查要求系列具有探测深度大、精度高，抗干扰能力强，适应复杂地形条件的探测技术，而目前一些深部勘查技术支撑还较乏力。其次，在深部矿床定位规律和找矿思路，我们还较缺乏较多的实践积累和相关理论指导。但也不可否认，近 30 年来，不论是他国，还是中国在地质科学上的巨大进步，大大促进了区域成矿和矿床学研究的飞跃性升华，所积累的实践经验和理论对现在的矿床地质工作无疑具有重要的指导意义。当然也要求广大矿床地质工作者在成矿作用及找矿思路要有所更新和转变，建立成矿系统新思维，对一个地区的成矿系统（系列）、时代、空间关系进行更深入的研究，广泛吸收、消化新技术，新方法。在实践基础上建立更切合实际的成矿/找矿模式，从而达到老矿山外围和深部找矿的突破。

在广泛吸取全国广大矿床地质工作者意见及在相关专家反复论证基础上，《危机矿山接替资源勘查技术与示范研究》项目制定了更有特色的主攻目标：以重点矿床类型、重点矿种的大型矿集区为研究对象，以中国紧缺和特色的铜、富铁、铅锌、钨锡等矿产为主攻矿种，深入开展矿集区成矿系统（系列）、时空分布、叠加关系、成矿特征研究；开展有关矿床控矿要素、探测技术和综合信息成矿预测研究；挖掘深部资源潜力，建立一套适合中国危机矿山深部找矿理论体系和技术方法组合，在圈定找矿靶区基础上，提交一批远景资源量。有效缓解危机矿山储量不足局面。

项目实施以来，在有关部门重视和数百位矿床工作者的努力下，经对 12 个矿集区及其中的矿山资源研究取得了丰硕成果。主要体现在以下 4 方面：

(1) 在成矿背景和成矿条件的认识上有突破性进展，主要有：① 获得金川矿床形成年龄主要集中在 800~999 Ma，推测金川岩浆作用是伴随 Rodinia 超大陆裂解的地幔柱而引发的大火成岩省事件之一，金川外围的找矿工作应围绕这次大火成岩省事件展开；② 找到了九瑞矿集区层状矿体主要为海西期喷流沉积成因的许多关键性证据；燕山期岩浆-溶液成矿作用具有在 145 Ma 左右集中爆发的特点，该区成矿斑岩具有埃达克岩性质；③ 在铜陵凤凰山矿区首次通过流体包裹体的深入研究，进一步确证了斑岩成矿作用的存在，划分了 2 大成矿期和 9 个成矿阶段；④ 在南岭地区，重新厘定了该区矿产的成矿系列，将原先以燕山期为主的 5 个矿床成矿系列扩展为涵盖前寒武纪、古生代、中生代和新生代的 12 个矿床成矿系列，首次构筑了南岭区域成矿体系的框架并发展了区域成矿模式。

(2) 对矿集区中矿床的成矿机制、成矿模式和区域成矿作用、成矿规律的认识明显上了一个新台阶，特别是对深部找矿提出了新思路。比如：

在南岭及周边地区金矿主要形成于4个时期;贵金属矿床与钨锡钼铋等有色金属具有密切的时空和成因联系;金矿可划分成10种成因类型;贵金属矿床可划分出13处矿集区。建立了赣南“五层楼+地下室”成矿模式和“多位一体”勘查模型、湘南“体中体”成矿和勘查模型、桂西北兄弟式成矿模式和外接触带综合勘查模型等。

对铜陵地区的安庆铜铁矿提出由矿浆贯入成矿到气液成矿的自然演化,并总结了控矿因素与富集规律,对凤凰山矿区、铜山铜矿区、天马山矿区也在分析成矿物质来源、形成条件、控矿因素、矿化形式等方面总结了矿体的形成和定位机制,建立了成矿模式。

在湘黔桂三角区查明由北北东和北东向扭性和张性断裂和褶皱构造控制的长500 km松桃-三都汞铅锌多金属成矿带、200 km长的天柱-会同金成矿带和400 km长的罗翁-龙胜金钨锡铋多金属成矿带。并对他们的成矿背景和形成条件等特点进行了系统分析。

在对哀牢山矿集区的金多金属成矿时间和成矿物质组合规律等大量工作基础上,建立了金多金属成矿动力学模型,建立了区域10个金多金属成矿系列。

在东川-易门矿集区研究总结并建立了东川热水沉积-改造型铜矿、稀矿山火山喷流沉积-叠加改造型铜铁矿、凤山构造-热流体再造型铜矿和白锡蜡铁(钛)氧化物等四种不同类型铜矿成矿模式及铜(铁)矿体定位模式。

完善了蚀变流体地质填图的理论方法体系,将铜陵矿集区成矿流体划分为两大系统。

以上成果对区域成矿规律的研究和新矿区的发现具有重要的指导意义。

(3) 总结出一套寻找隐伏矿体的有效技术方法组合。在铜陵地区通过遥感、地球化学、地球物理找矿技术方法示范性试验,提出了2种有效定量评价新方法,首次将META分析方法移植于找矿预测领域,对EH-4、CSAMT、TEM三种地球物理测深探测方法的有效性进行了定量比较研究。

在凤凰山矿区开展了深、边部隐伏矿三位可视化定量定位预测研究,攻克了4项关键技术难关。

在胶东示范区对大量矿山、多期次工作基础上,提出了数据采集和地质解释一体化的综合效应模式;构建了胶东金矿集区的4D数据找矿模型。

在德兴-永平大型铜金矿集区首次建立了位场多方向多尺度边缘检测方法,水系沉积物调查数据处理方法,勘查地球化学异常多尺度分析方法,矿体三维建模分析方法。

在湘黔桂三角区建立了该区金、铅锌成矿综合模式和三维勘查技术组合。

在铜陵矿集区提出了3D填图(建模)思路和技术流程,初步实现了一些矿田中地壳结构和成矿过程的“透明”化;开展了铜陵矿集区1800 km²重、磁场源反演研究,为深部成矿预测提供了重要信息。

对中国东部煤矿深部资源的研究,开发出煤矿井下非常需要的3套设备和4个软件;初步建立了地面与井下相结合的深层资源精查勘探技术新体系。

(4) 在大多数矿集区和其中的矿山或矿区外围,圈出并确定了诸多经初步验证的预测区和成矿远景区,获得了可观的资源量,例如:

在中国重要的铜、镍、钴、铂基地-金川矿区外围,确定找矿预测区3处,成矿远景区2处,经工程验证推断及预测的总资源量数有千万吨。

在铜陵地区圈定23处找矿靶区,结合验证工程,预测铜资源量数十万吨,铁数百万吨。

在九瑞铜多金属矿集区确定了2个预测靶区,经诸多方法工作和工程验证,发现了重要矿化层。

在湘黔桂三角区,划分出3个铅锌金多金属成矿区(带),7个铅锌成矿远景区和6个金(多金属)成矿远景区,提交了可观的金、铅锌资源量。

在南岭地区的赣南崇余矿集区确定了13个重点找矿靶区;在湘东南的桂郴资矿集区发现6个新的找矿远景区;在广西丹池矿集区确定4个找矿重点靶区,在上述地区,不仅获得了可观的资源量,还有数量可喜并可开采的金属量。

在冀东,通过大量工作筛选,圈出9处异常区,并在此基础上确定了3处铁矿找矿潜力区,4处找矿探索区,在6个矿区预测铁资源量近20亿吨。

在东川-易门矿集区,圈定了找矿靶区9处,获得铜金资源量数十万吨。

这些可观的资源量,经过深入的勘察工作,极有可能转化为可供开采利用的资源,对缓解一些矿山的资源危机,将会有极其重要意义。

总之,通过国家科技支撑计划《危机矿山接替资源勘查技术与示范研究》重点项目的实施,不仅大大提高了对现在矿山中对未曾认识和开发的资源潜力和成矿规律的认识,为今后矿山地质工作提供理论依据和技术支撑,而且获得了数量可观的资源量,对缓解矿山资源不足的困难局面,保持社会稳定,推动国民经济的可持续发展将有重大意义。

国家“十二五”科技计划即将启动,热情欢迎广大地质工作者积极参与新的支撑计划和其他矿床地质工作,为探明更多矿产资源做出能力。