

对我国南岭地区深部成矿理论、找矿方向与勘查思路的初探

王登红¹, 许建祥^{2,3}, 张家菁⁴, 曾载淋³, 李水如⁵, 许以明⁶, 陈郑辉¹

(1.中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2.中国地质科学院研究生院, 北京 100037; 3.赣南地质大队, 赣州 341000; 4.赣东北地质大队, 上饶, 334000; 5.广西地质调查总院, 南宁, 530031; 6.湘南地质调查大队, 郴州, 411000)

摘要: 南岭是我国目前最重要的有色金属矿业基地之一。该地区矿业发达但危机矿山也多, 研究程度高但多数矿床的勘查工作在 20 年前就完成, 成矿条件好、已发现矿产地点多面广但找矿难度也大。由此, 在南岭开展深部找矿势在必行而且已经是时候了。南岭地区开展深部找矿需要研究成矿物质来源、矿床分类、成矿区带划分及其在一定深度(如 3000m)的变化情况, 需要明确地表的战略性选区与点上的攻深找盲、探边摸底同样重要, 需要加快中深钻(1000~3000m 深度)钻探及相关测量技术的研究, 需要通过对“物质不灭”、“能量守恒”和“时空无限但有序”三原则的把握来评价矿产资源的潜力。

关键词: 南岭; 深部找矿; 战略选区; 潜力评价三原则

1 在我国南岭地区开展深部找矿的迫切性和现实性

在西部大开发的热潮中, 无论是国家还是民间, 都把地质找矿与矿业开发的热情投到了青藏高原和新疆等西部地区。西部地区固然是我国矿产资源的后备基地, 但近年来危机矿山接替项目及其他项目所取得的显著成果, 充分说明, 中、东部地区仍然是我国矿产资源现实的矿产资源基地。辽宁的红透山铜矿、安徽的铜陵铜多金属矿、广西的大厂锡多金属矿(铜坑锡矿与拉么铜锌矿之间的 700~800m 深度发现 96 号矿体)、海南的石碌铁铜矿(ZK1101 深 705.12m, 见铁矿 3 层, 总厚度 167m 并夹 3m 厚铜矿体), 都取得了深部找矿的突破; 湖南南部芙蓉锡矿、江西南部八仙脑钨矿、广西中部昆仑关钨矿及南纬 23° 以南崇左一带大型铝土矿(具有上亿吨的可能性)的发现, 都充分说明, 我国东部地区的矿产资源并没有“找完”, 不但是老矿山并没有彻底“硐老山空”, 地表发现新的大型超大型矿床的可能性也并不是“一无所有”。因此, 对南岭这样的工作程度比较高、矿业相对发达、地质资料积累丰富、技术力量雄厚的地区, 非常有必要开展新一轮的区域找矿战略选区研究, 并同时开展以深部评价理论与技术方法为重点的综合性研究工作。

南岭地区是我国有色、稀有金属最富集的地区, 尤其以钨、锡、铋、铅、铋、铀等资源最为丰富。矿床具有规模大、分布广、共伴生组分多、矿床类型复杂多样等特点。我国的主要大型—超大型钨、锡多金属矿床即位于该地区, 如大厂锡矿、柿竹园钨锡多金属矿、骑田岭钨锡矿、大吉山钨矿、西华山钨矿等。全区保有钨矿储量占全国的 83%, 锡占全国的 63%, 铅占全国的 30%, 铋占全国的 22% (王登红等, 2007)。钨、锡、铋是我国的优势矿种, 在国际上占有举足轻重的地位。由于多年的大力开发, 加之近十多年来地质找矿工作的畏缩, 已呈现出后备资源严重不足的局面。但是, 南岭地区成矿条件优越, 具有多层成矿的特点, 著名的“五层楼”模式即出于此, 深部找矿潜力巨大。最近, 在赣南的淘锡坑、湘南的芙蓉矿区实现深部找矿的重大突破充分说明南岭地区的深部仍存在巨大找矿潜力。此外, 南岭地区的铅、铜、铋、金、银等资源远景可观, 最近在凡口铅锌矿深部和外围、闽中裂谷带的峰岩、丁家山、后沟等一批大、中型铅锌矿的发现, 显现出该地区

基金项目: 国家科技支撑计划“南岭地区有色—贵金属综合勘查技术研究”课题(2006BAB01B03); 中国地质大调查“我国重要矿产和区域成矿规律研究”项目(1212010633903); “中国成矿体系综合研究”项目(1212010634002); “我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估”项目(200420190004)

作者简介: 王登红(1967 年—), 浙江嘉兴人, 男, 研究员, 博导, 主要从事矿产资源研究。通讯地址: 100037, 北京市百万庄路 26 号。Email:wangdenghong@sina.com。

将成为我国未来铅、锌、铜等资源的重要接替基地。

南岭不少矿区单个矿体、矿脉或矿层的延深就可达 1000m 以上，如云南的会泽、广西大厂的 100 号矿体，说明 1000m 深度的钻孔还是远远不够的。南岭地区主要矿床的勘探工作基本上在上世纪 80 年代以前就完成，当时的勘探深度一般在 500m 左右（比如，作为赣南钨矿的代表之一，岿美山最深的钻孔也只有 550m），即使是湖南黄沙坪这样的典型隐伏矿区，也没有千米钻。因此，研究深部找矿的理论、方法和技术，已经势在必行。

2 南岭地区深部找矿的理论问题

涉及到深部找矿的成矿理论问题很多，虽然也无外乎矿床类型、成矿区带、矿化分带、成矿时代、成矿物质来源、控矿构造、含矿层位等老生常谈的基本问题，但考虑到深部找矿的需要，对于成矿理论的研究也需要创新。

2.1 成矿物质来源

比如说，以往在利用硫、铅、碳、氧、锶、钕及惰性气体同位素资料方面，往往只是强调成矿物质是幔源、壳源还是地下水、地表水来源即可“到此为止”。但是，现代成矿学的研究已经说明，即使是对同一个矿物而言，如方铅矿，硫和铅的来源完全可以不同“源区”，硫同位素可能说明硫来自于盆地，铅可能来自于花岗岩。这样，以往看似矛盾的同位素资料，对于地质找矿恰恰是具有启发性的，即：在花岗岩岩体与盆地的接触带，可能是矿体定位的有利部位。

2.2 矿床分类

传统的矿床分类是根据内生、外生、变质和叠生成矿作用的区别，将矿床分为岩浆矿床、伟晶岩矿床、矽卡岩矿床、热液矿床、火山成因矿床、风化矿床、沉积矿床和有机可燃矿床等。但是，许多矿床不是单一成矿作用形成的，有的矿床属于“内生外成”（如热泉型金矿、喷气矿床），有的属于“外生内成”（如洋壳俯冲重熔形成的矿床、油气矿藏），有的属于“此生彼成”（如铬铁矿生于洋中脊而定位于缝合带），等等，情况比较复杂。因此，王登红等（2005）试图在考虑成矿过程的情况下将成矿产物的来源与成矿作用结合起来，提出了将矿床划分为“内生内成、内生外成、外生外成、外生内成”四大类的新方案，既强调成矿作用本身，也强调成矿产物的来源和成矿元素的聚集过程。这一划分对深部找矿具有重要的现实意义。比如，南岭的石英脉型黑钨矿在以往分类中属于热液型矿床，在新分类中则归属于“内生内成”的大类，从而开拓了深部找矿的新思路，即石英脉型的黑钨矿最深可以形成于什么样的深度。对于这一理论问题的研究，将为深部找矿提供科学依据。

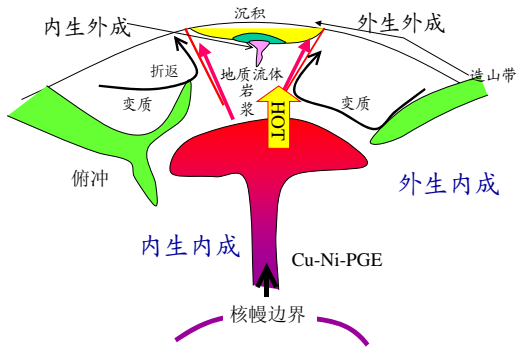


图 1 新的矿床分类及其在成矿动力学背景示意图

2.3 成矿区带

成矿区带与构造单元的划分常常不一致，有时候因此而争论不休。实际上，成矿区带与构造单元的不一致不仅仅是一个“个人主观能动性”的不一致问题，因为在很多情况下，成矿区带和构造单元在本质上就是不一致的。因为构造单元体现的是构造作用尤其是大地构造活动的结果，而成矿区带体现的是成矿作用的结果，也就是成矿元素或矿物质富集的结果。比如，对于风化作用形成的矿产资源而言，它的富集除了受制于成矿产物的初始富集程度之外，更多地受到岩石圈表层水圈、大气圈和生物圈特征的制约，而后者在同一时间尺度上对于构造单元的形成还起不到决定性的作用。因此，诸如我国华南风化壳型的锰矿，可以从云南、广西、湖南、广东一直到福建均有分布，在构造上跨越了特提斯—喜马拉雅构造域和环太平洋构造域。内生矿床同样如此，一条深大断裂带可能是区分两大构造单元的最好的界线，但是，断裂带本身往往又是导矿构造、甚至是容矿构

造，此时，由深大断裂带制约的成矿区带就应该是跨构造单元的，或者是独立的。这在两大板块缝合带或者陆壳破裂带表现得尤为明显，前者如青藏高原上的铬铁矿成矿带，后者如郯庐断裂带（陈毓川等，2007）。

对于深部找矿而言，在地下成矿区带尚无法划分的情况下，可以“借用”地表的区带，但必须明白地表的成矿区带不等于地下的成矿区带。尤其是东部不同类型盆地分布区，盆地的基底埋藏有多深、性质有没有转变、控制的成矿作用有没有变化，花岗岩岩基的底下有可能出现沉积岩而不是变质岩，盆地的底下有没有深达地幔的构造，都是需要仔细研究的重要科学问题。

3 南岭地区深部找矿的思路与方向问题

近 20 年来由于西部大开发的需要，国家在新疆和青藏高原都设立有持续的科技攻关项目和 973 等重大项目，西部地区发现一处新矿产地所产生的“新闻效应”远远高于东部地区，因而南岭地区地质矿产方面工作程度虽然相对高，但近年来几乎成了“被遗忘的角落”。实际上，南岭地区在矿产资源方面的“投入产出比”远不亚于西部，至少环保、生态方面的压力不那么大。有鉴于此，本文认为东部（至少南岭）地区地质找矿应该把握两个方向：面上战略性选区和点上的技术攻关。

面上的战略性选区：深部找矿不只是危机矿山的“攻深找盲”，在部署新区工作时就应该考虑到矿体的埋藏深度和“第二富集带”乃至“第三富集带”的问题。广东在勘查长坑金矿时，并没有意识到深部还会伴生有一个独立的超大型银矿（王登红等，1998）。由此而漏掉的矿床肯定不在少数。因此，建议今后需要在以往工作的基础上，系统建立 1:20 万尺度地质矿产数据库，补充近年来 1:5 万地质矿产工作及其他方面的新成果，根据近年来和今后 15 年内国内外矿业发展的宏观趋势，重新建立南岭地区典型矿床成矿模式，厘定矿床成矿系列，划分 IV~V 级成矿区带，圈定不同层次矿集区（成熟的、发展的、潜在的），构筑各层次和各具体矿集区各具特色的找矿模型，提出一批远景区，为国家部署矿产普查工作和资源基地规划提供科学依据。

点上的技术攻关：重点是危机矿山的“探边摸底”，但也应该包括新点和老点两个方面。新点是优选出以往未知的地区，对其矿产资源潜力进行评价，而且是一竿子捅到底。评价的思路是从地表的地质—地球化学—地球物理到 1000m 深度钻探—井中物探—井中化探。老点包括两层含义，①已知矿产地但以往勘查深度不够。大部分“危机矿山”可归属于此列。工作思路是在典型矿床研究的基础上加大勘查深度，重点矿床的探测深度可向 3000m 的目标进军，并围绕 3000m 深度钻探技术的创新带动一系列深部找矿技术的革新；②已知矿产地，但矿种可能发生变化。南岭地区矿产资源以多金属共生、伴生为特色，垂直分带和水平分带都极具特色，以此，已知矿“点”的外围和深部很可能发生矿种和矿床类型的变化，找矿勘查技术也需要相应变化。比如，赣南粤北的石英脉型黑钨矿与铀矿之间在空间上和成因上的联系就需要加强研究，查明二者之间的关系，以便于综合评价或者互为找矿依据。

4 南岭地区深部找矿的技术方法

深部找矿，无疑离不开钻探。目前，在我国，一方面 5000m 深度全孔取心的科学超深钻取得空前成功；另一方面，用于固态矿产勘探的钻孔深度仍然普遍在 500m 以浅的水平。因此，必须加大 1000~3000m 深度（不妨称之为中深钻）取心钻探技术的研究力度，同时开展配套的综合测量及评价技术的研究，包括各种类型的地球物理、地球化学测量技术和解译技术，以保证在尽量少打深孔（考虑到成本问题）的前提下，获得最多的信息。当然，在目前，或者在中深钻之前，需要在地表开展系统的研究，以保证孔位定得科学、经济而有效。因此，在技术方法方面的创新需要突出两点，即：从传统化探找“晕”到现代化探找“源”，从传统物探直接找矿到现代物探找含矿地质体。物探寻找的含矿地质体包括矿体本身，也包括含矿的地层、含矿的构造、含矿的岩体（如含铀岩体），这对于综合评价“低品位、大吨位”类型的矿床（包括斑岩型铜金矿、卡林型金矿、湘西式的密西西比河

谷型铅锌矿)具有非同寻常的现实意义。也就是说,所有的低缓异常乃至地球化学的负异常都需要重新研究、评价。

5 南岭地区深部资源潜力评价与预测的原则

关于矿产资源潜力评价与预测的原则性问题,国内外均有不少的论述和探讨(赵鹏大等,1983;王世称等,2000;陈毓川等,2007)。此处提出,要科学的评价矿产资源的“有无”与“好坏”并预测可开发利用矿体的空间定位,需要把握“物质不灭”、“能量守恒”和“时空无限但有序”三个基本原则。

所谓“物质不灭”,不仅仅是个哲学术语,也是现代矿床学研究新进展的体现。在一定时空范围内,物质只能从一种状态到另外一种状态转变或者从某个部位向另外一个部位转移,而不可能“空穴来风”地从无到有,也不可能无缘无故地“蒸发”掉。因此,利用同位素地球化学、微量元素地球化学、稀土元素地球化学等示踪技术探索成矿物质的来源,找到其“源头”远比仅仅发现“原生晕”或“次生晕”意义重大。

所谓“能量守恒”,是指成矿物质在地球不同层圈中的分布、迁移、富集与贫化,是需要“能量”和“动力”的,包括热液的搬运、热量的传导、构造的驱动等等;

所谓的“时空无限但有序”,是指成矿作用虽然极其复杂、人类认识自然的能力又是非常有限的,但成矿规律本身是客观的,不以人的意志而转移的,因此,总会有办法去认识成矿作用发生的过程,从而找到成矿物质最终富集定位的空间。

成矿物质从初始状态演化到最终状态(目前所见)的整个过程,即是“成矿动力学”的本质,始态可理解为“矿源”,终态即是“矿体”或矿田、含矿地质体等,而过程即是成矿作用发生、发展的全部历史,这一历史(时间)又是离不开特定的空间的。因此,所谓的成矿动力学也就可以理解为:研究成矿物质“不灭”、研究成矿过程中“能量守恒”关系、研究矿体定位所需要的时间尺度和空间格局的配置关系的科学。

中东部地区深部找矿更需要强调上述“三原则”。这是因为地质矿产工作程度较高的地区(如长江中下游、南岭、胶东),一方面不可能象地表化探扫面那样开展深部的“扫面”,地球物理异常又因为多解性和深度问题而有局限性,因此,仅仅满足于找到“异常”或者查明矿体的形态、产状已经远远不够了;另一方面也正因为大量矿山的开采和密集的钻孔资料,有可能根据丰富的勘查与采矿资料,通过“立体填图”的办法,既找到“矿源”又找到矿物质迁移、定位的轨迹,从而预测深部矿体。

关于矿产资源潜力评价的原则性问题目前仍然处于探索阶段,不仅需要从理论上加以总结和研究,更需要在实际中不断修正,使“原则”变成可操作性的“细则”。尤其是要在大比例尺成矿预测中贯彻“三原则”,解决目前危机矿山的资源潜力问题。可以预想,在实际工作中将不可避免地遇到下列问题:①不同矿种的“三原则”如何体现?②不同地区的“三原则”如何体现?③不同时代的“三原则”如何体现?等等。对这些问题的深入研究,将使矿产资源的评价与预测工作进一步向更加科学化和理性化的趋势发展。

参考文献

- 陈毓川,王登红,朱裕生,等.中国成矿体系与区域成矿评价[M].北京:地质出版社,2007,1005.
- 王登红,陈毓川,陈郑辉,等.南岭地区矿产资源形势分析和找矿方向研究[J].地质学报,2007,81(7):882-890.
- 王登红,陈毓川,徐珏,等.试论伴生矿床—以长坑金矿与富湾银矿为例[J].地球学报,1999,20(增刊):346-350.
- 王登红,陈毓川,徐珏,等.中国新生生成矿作用[M].北京:地质出版社,2005,853.
- 王世称,陈永良,夏立显.综合信息矿产预测理论与方法[M].北京:科学出版社,2000.
- 赵鹏大,胡旺亮,李紫金.矿床统计预测[M].北京:地质出版社,1983,272.