华南深部找矿有关问题探讨

王登红[1)],许建祥[2,3)],张家菁[4)],李水如[5)],许以明[6)],曾载淋[3)],陈郑辉[1)]

1) 中国地质科学院矿产资源研究所,中国地质科学院成矿作用与资源评价重点实验室,北京,100037;
2) 中国地质科学院研究生院,北京,100037; 3) 江西地质矿产勘查开发局赣南地质大队,江西赣州,341000; 4) 江西省地质矿产勘查开发局赣东北地质大队,江西上饶,334000; 5) 广西地质调查总院,南宁,530031; 6) 湖南省地质矿产勘查开发局湘南地质调查大队,湖南郴州,411000

内容提要:华南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进一步找矿难度也大。因此,在华南开展深部找矿势在必行,而且受到了国家、地方政府和企业界的共同关注。中国地质调查局设立了湖南瑶岗仙、康家湾、玛瑙山,江西大吉山、荡坪、岿美山,广西佛子冲、铜坑、栗木、泗顶,广东瑶岭、石人嶂、大宝山等一批危机矿山项目,力争在这些矿山深部实现找矿突破。华南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(距离地表 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: 华南;深部找矿;战略选区;潜力评价三原则

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现阶段现实的矿产资源基地。根据 2007 年 9 月 27～29 日在合肥召开的全国第一次深部找矿工作会议交流情况,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;湖南南部宜章县芙蓉锡矿、江西南部崇义县八仙脑钨矿、广西中部武鸣县昆仑关钼矿及南纬 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,我国华南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,对华南尤其是南岭这样工作程度比较高、矿业发达、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和技术方法为重点的综合性研究工作。

1 华南深部找矿的现状

华南(重点在南岭)地区是我国有色、稀有金属、重稀土、铀等矿产资源最富集的地区之一,尤其以钨、锡、锑、铅锌、铋、铀等资源最为丰富(图 1)。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%,锌占全国的 22%(王登红等,2007)。钨、锡、锑是我国的优势矿种,在国际上占有举足轻重的地位,湖南锡矿山 1912～1935 年期

注:本文为国家科技支撑计划"南岭地区有色-贵重金属综合勘查技术研究"课题(编号 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(编号 1212010633903);"中国成矿体系综合研究"项目(编号 1212010634002);"我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估"(编号 1212010535804);危机矿山接替资源勘查计划"广西南丹铜坑锡矿接替资源勘查"(编号 200545022)资助的成果。
收稿日期:2008-01-30;改回日期:2008-03-20;责任编辑:郝梓国。
作者简介:王登红,男,1967 年生。研究员,博士生导师,现主要从事成矿规律和矿产资源潜力评价方面的研究工作。通讯地址:100037,北京市百万庄路 26 号;电话:010-68999048;Email:wangdenghong@sina.com。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

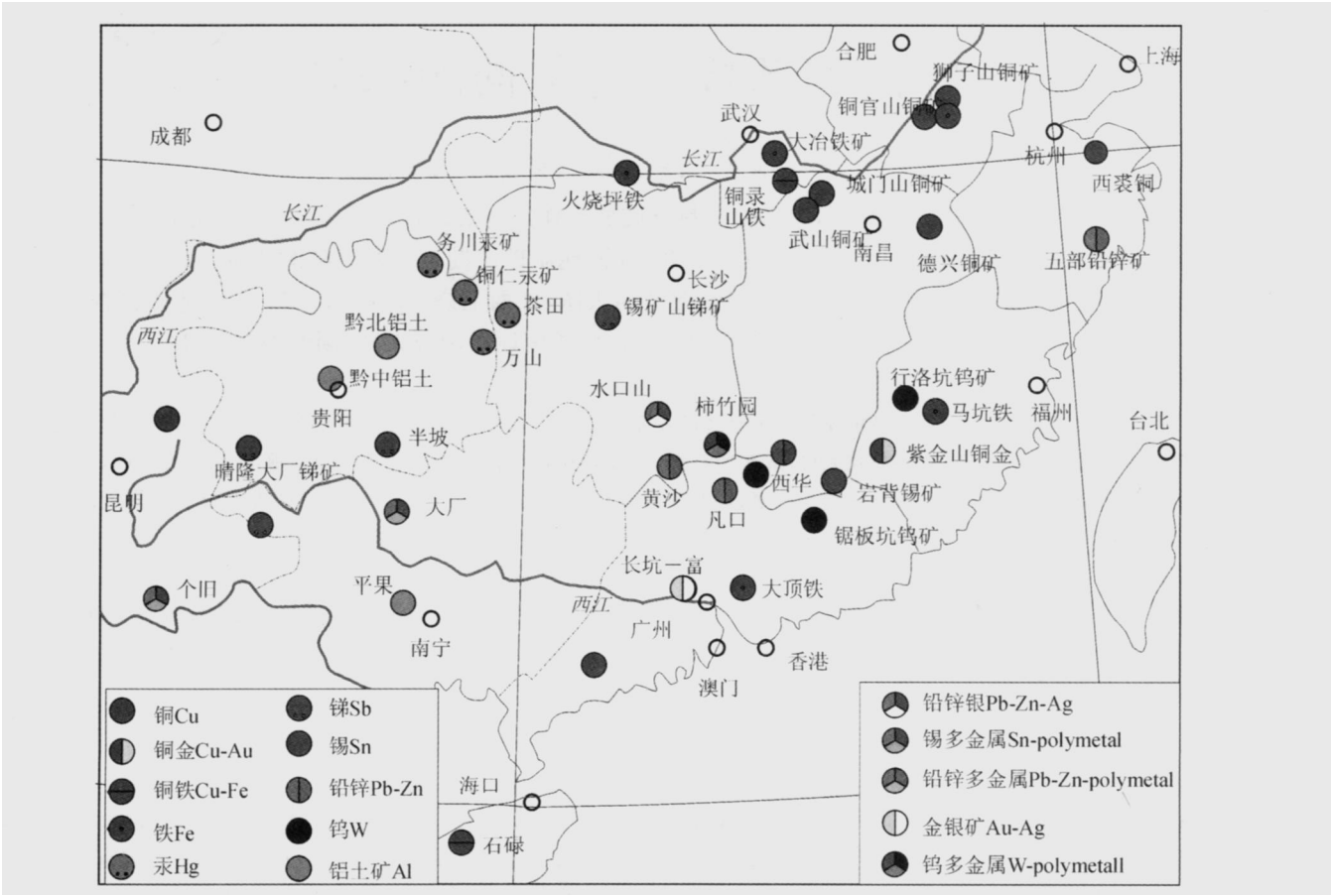


图 1 华南重要金属矿床分布概图

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of some important metal deposits in South China

间的锑产量占全球的 36.6 %(宋叔和等,1989)。由于多年的大力开发,加之近十多年来地质找矿工作的萎缩,已呈现出后备资源严重不足的局面。但是,华南地区成矿条件优越,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,在赣南的崇义县淘锡坑、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,南岭地区的铅锌、铜、铀、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,显现出该地区将成为我国未来铅、锌、铜等资源的重要接替基地。

华南不少矿区单个矿体、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。如,南岭地区主要矿床的勘探工作基本上在上世纪 80 年代以前就结束,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 华南地区深部找矿理论

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(Wang D H, et al.,2000;陈毓川等,2007)。

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是不同"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(涂光炽,2003)。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

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的有利部位。

2.2　矿床分类

传统的矿床成因分类是根据内生、外生、变质和叠生成矿作用的区别,将矿床分为岩浆型、伟晶岩型、接触交代型、热液型、斑岩型、火山型、风化型、沉积型、砂矿型、盐湖型等(郭文魁等,1987;袁见齐等,1985;刘兰笙等,1996;刘梦庚等,2006)。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(1998)、王登红等(2005)试图在考虑成矿过程的情况下将成矿物质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,也强调成矿物质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的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。

湖南中部、江西南部和中部、广东中部的一些中新生代盆地中发现有大规模的盐类矿床(如江西樟树市的清江大型盐岩矿床),这些外生矿床与丰富多彩的内生矿床之间可能存在某种内在的成因联系(图 2),对其研究将有助于开拓找矿思路。

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运动的结果,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物质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 - 喜马拉雅构造成矿域和环太平洋构造成矿域。内生矿床

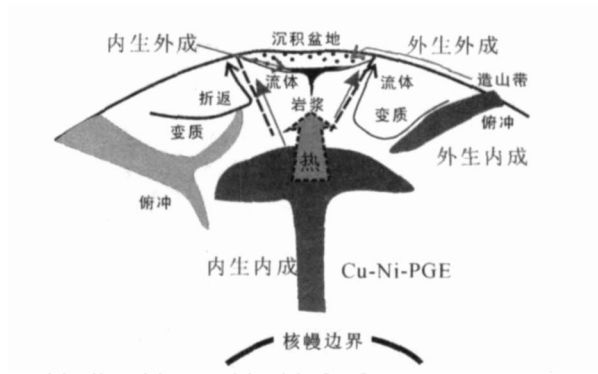


图 2　新的矿床分类及其成矿地球动力学背景示意图(据王登红等,2005)

Fig. 2　New classification of mineral deposits and their geodynamic setting in the Earth (after Wang D H et al., 2005)

同样如此,一条深大断裂带可能是区分两大构造单元的最直接的界线,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,或者是相对独立的。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(如广东凡口铅锌矿、湖南黄沙坪等矿区的地表主要是农业区,稻田底下照样有矿)。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,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问题。广东三水盆地除了长坑大型金矿、富湾大型银矿之外,横江铅锌铜矿(王登红等,2006)等金属矿床的不断发现,说明交通方便的华南中新生代盆地之下同样可以找到大型金属矿床。

3　华南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,位于江苏东海的 5000m 深度全孔取芯的科学超深钻探取得空前成功;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(考虑到风险和成本问题)的前

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

提下,获得最多的信息。当然,在中深钻之前,需要在地表开展系统的综合研究,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"矿体"到现代物探找"含矿地质体"。物探寻找的含矿地质体既可包括矿体本身,也可包括含矿的地层、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(包括福建紫金山式的斑岩型铜金矿、贵州水银洞式的卡林型金矿、湖南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于地球化学的负异常都需要重新研究和评价。

顺便提及,深部找矿问题既是一个科学问题也是一个技术问题,同时也是一个历史问题。随着社会的发展、需求的多样化和技术的进步,原先没有识别出来、不需要利用或不能利用的资源被开发利用是顺理成章的。典型的例子如安徽的铜绿山古采矿遗址,那里战国以前的采矿井深度只能达到 20～30m 左右,战国到汉代的矿井深度则加深到 40～50m(宋叔和等,1989),而目前开采到四、五百米以下的深度已经没有什么困难。实际上,成矿作用本身并没有从战国以前到现代的 2500 多年间从地表向地下延伸。

4 华南地区深部找矿的思路与方向

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,因而华南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,华南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,特定的自然地理环境、雄厚的技术力量和环境保护本土化自身的特殊需求,矿山一般采取了有助于环境保护的措施,利于环境生态的迅速恢复。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"乃至于"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)。由此而漏掉的类似矿床肯定不在少数。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,重新建立华南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",但也应该包括新矿点和老矿点两个方面。新矿点是优选出以往未知的地区,对其矿产资源潜力进行评价,而且是从评价到预查、普查、详查、勘探。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。华南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岩浆热液型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。

5 华南地区深部资源潜力评价与成矿预测的原则问题

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,要科学地评价矿产资源的"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

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

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。澳大利亚奥林匹克坝世界级铜-铀-金-稀土矿床的成功发现即是一例。

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。地质学界除了岩石物理化学等方面由于实验的需要和实验成果的积累而对"能量守恒"问题有所研究之外,矿床学家对此尚处于探索阶段。尽管众所周知,没有能量是不可能搬运成矿物质的,成大矿需要大"能量",即使是沉积矿床、风化矿床也是如此,但具体到每一种矿床或某一个具体矿床,大家又几乎是一无所知。比如,迁移 1t 金属 Au 需要多少能量?这些能量从何而来?来自于构造运动还是来自于其他?这些问题都需要研究。

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。任何一个矿床都有其成矿年龄、都赋存在特定的空间部位,成矿物质为什么在某个时间段集中到某个空间中,这是成矿学研究的基本任务,也是找矿过程必须考虑的基本问题。在解决问题之前,先得把问题清理出来。由于每一具体的"矿床的成矿系列"都具有时间、空间、成因和矿种组合的四个特定条件,因此,我们目前的研究程度是先将全国的矿床成矿系列加以厘定,构筑成矿体系,然后探讨其成因并进而指导找矿(陈毓川等,2007)。

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,而所谓的"始态"与"终态"也都是一定历史时期的物质状态。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。

华南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(如南岭),无论是地表的还是地下的(尤其是矿山星罗棋布的勘查区)干扰因素都很多,一方面不可能像在西部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"等办法,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,更需要在实践中不断修正,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。

6　华南地区值得开展深部找矿的几个远景矿区

无论是已经列入还是没有列入危机矿山的矿区,都还很难说"资源枯竭"。比如,浙江的西裘铜矿(图 3)属于受到变质的海相火山岩型块状硫化物矿

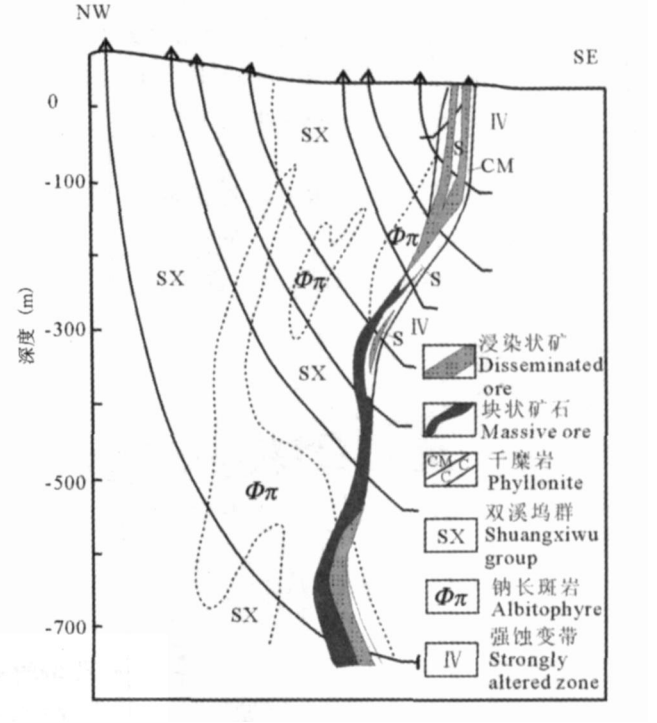


图 3　浙江西裘铜矿剖面图(转引自黄崇轲等,2001)

Fig. 3　Geological Profile of the Xiqiu Cu mine, Zhejiang (after Huang Chongke et al., 2001)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

床,以往钻探控制深度已近千米,但矿体并没有尖灭,从 - 200m 标高到 - 700m 标高矿体是连续的而且厚度是增大的,其矿体向下延伸的趋势并没有改变,可惜当时的钻探技术已难以下追了(1973 年 8 月结束勘探)。广东的凡口铅锌矿虽然是我国骨干铅锌矿之一,但自 1968 年投产以来保有储量非但没有减少还不断新增(据矿山地质测量科介绍),原因就在于深部新矿体不断发现(如沿 F_3 断裂。图 4)。

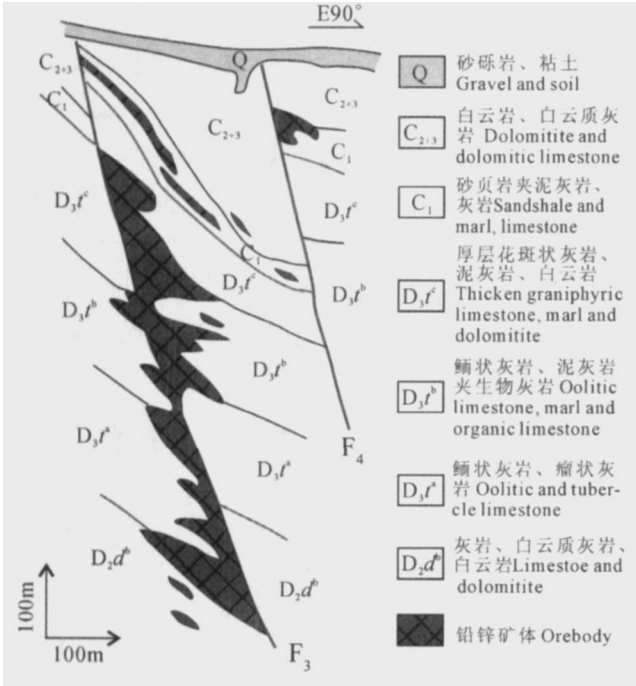


图 4 广东凡口铅锌矿剖面图(转引自涂光炽等,1989)

Fig. 4 Geological profile of the Fankou Pb-Zn mine, Guangdong (after Tu Guangchi et al., 1989)

广东的长坑金矿和富湾银矿虽然是近 20 年来新勘查的,但富湾银矿(是我国最大的独立银矿之一)的深部仍然具有找矿潜力(图 5)。贵州的晴隆大厂锑

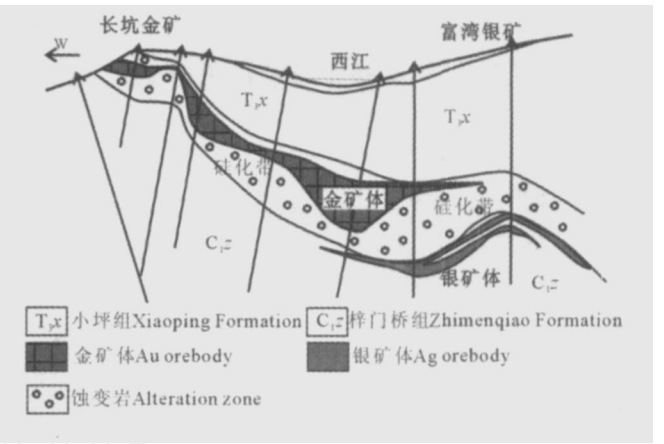


图 5 广东长坑金矿 - 富湾银矿区剖面图(转引自王登红等,1999)

Fig. 5 Geological Profile of the Changkeng Au mine and the Fiwan Ag mine in Guangdong (after Wang Denghong et al., 1989)

矿世界闻名(陈毓川等,1985;王登红等,2004a),已经为国家提交的矿产品资源也早已超出了 1951 年建厂时控制的储量。该矿区的锑矿集中在"大厂层"中,大厂层可以看作是茅口灰岩与峨眉山玄武岩之间的一个蚀变层,其中与锑矿密切共生的有大量的贵翠,即翠绿色的石英。导致石英呈翠绿色的原因之一是石英含铬,而铬的来源看来主要是其上覆的玄武岩。因此,锑矿的形成应该在二叠纪之后并且有可能一直延续至今,而其分布也不可能仅仅局限于图 6 的断层下盘。由此推测,沿"大厂层"找矿,前景仍然是很大的。

7 结语

华南值得开展深部找矿的矿区很多,除了已经列入危机矿山接替资源勘查计划的矿区(如云南的个旧锡多金属矿床和东川铜矿,贵州的独山锑矿和晴隆锑

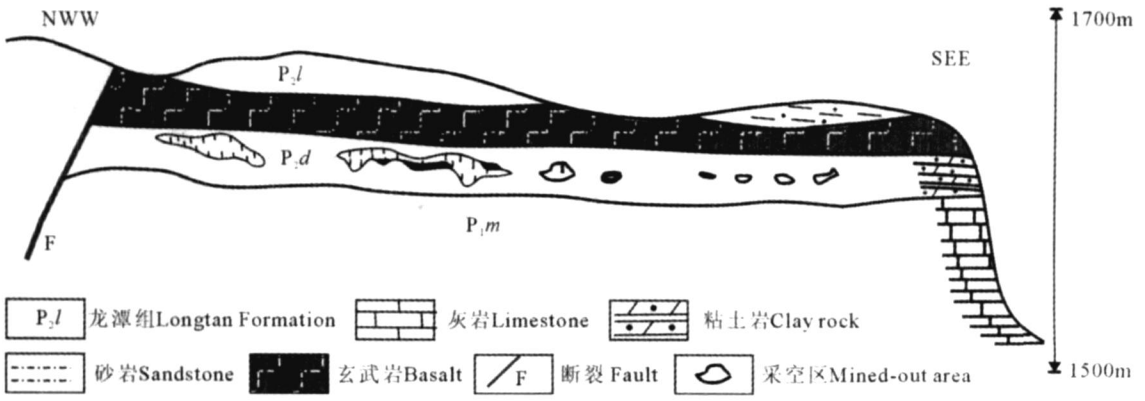


图 6 贵州晴隆大厂锑矿剖面图(转引自乌家达等,1989)

Fig. 6 Geological Profile of the Dachang Sb mine in Qinglong, Guizou (after Wu Jiada et al., 1989)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿,广西大厂的铜坑锡多金属矿床、佛子冲铅锌矿、泗顶铅锌矿和栗木锡矿,湖南的黄沙坪铅锌矿和瑶岗仙钨矿,广东的瑶岭钨矿、石人嶂钨矿、石菉铜钼矿和大宝山多金属矿,海南的石碌铁矿,江西的大吉山、岿美山、荡坪等钨矿,浙江的治岭头金矿等)之外,还可以列举很多,此处建议广东韶关的凡口铅锌矿和梅县的玉水铜坑、云南会泽的麒麟厂和澜沧的老厂铅锌矿、广西的大明山钨矿、广东的长坑金矿 - 富湾银矿、湖南的后江桥铅锌矿、浙江的西裘铜坑等"危机"或非"危机"矿区都应该加强深部找矿工作。

参 考 文 献

陈毓川, 黄民智, 徐珏, 等. 1985. 大厂锡石—硫化物多金属矿带地质特征及成矿系列. 地质学报, 59(3):228～240.

陈毓川,王登红,朱裕生,等. 2007. 中国成矿体系与区域成矿评价. 北京:地质出版社,1005.

郭文魁,刘梦庚,王永勤,刘兰笙,续固,张江滢,胡俊荣,王友松,范本贤. 1987. 中国内生金属成矿图(及说明书). 北京:地图出版社.

黄崇轲,白冶,朱裕生,等. 2001. 中国铜矿床. 北京:地质出版社, 428～431.

刘兰笙,谢良珍,李永森,章雨旭,等. 1996. 中国黑色有色金属矿产图集. 北京:地质出版社.

刘梦庚, 汪东波,谢良珍,章雨旭, 张绮玲,李永森,刘兰笙,孙延绵, 等. 2006. 中国贵金属稀有稀土金属矿产图集. 北京:地质出版社.

宋叔和,李章大,季克俭等. 1989. 中国矿业和矿床地质发展简史. 见宋叔和主编,中国矿床. 北京:地质出版社,上册 1～33,p340;中册 p4。

涂光炽等. 1989. 中国铅锌矿床. 见宋叔和主编,中国矿床(上册). 北京:地质出版社,114～205

涂光炽. 2003. 成矿与找矿. 石家庄:河北教育出版社,454.

王登红. 1998. 地幔柱及其成矿作用. 北京:地震出版社,160.

王登红. 1999. 奥林匹克坝铜-铀-金-稀土矿床及其成功勘查的启示. 见陈毓川主编, 当代矿产资源勘查评价的理论与方法. 北京:地震出版社, 458～464.

王登红,陈毓川,徐珏,等. 1999. 试论伴生矿床—以长坑金矿与富湾银矿为例. 地球学报, 20(增刊):346～350.

王登红,陈毓川,陈文,等. 2004a. 广西南丹大厂超大型锡多金属矿床的成矿时代. 地质学报,78(1):132～138.

王登红,陈毓川,徐珏,等. 2005. 中国新生代成矿作用. 北京:地质出版社, 853.

王登红,陈毓川,李杰维,等. 2006. 广东三水盆地西缘横江铅锌矿的成矿时代及新生代找铜前景. 矿床地质, 25(1):10～16

王登红,陈毓川,陈郑辉,等. 2007. 南岭地区矿产资源形势分析和找矿方向研究. 地质学报,81(7):882～890.

王世称,陈永良,夏立显. 2000. 综合信息矿产预测理论与方法. 北京:科学出版社.

乌家达,肖启明,赵守耿. 1989. 中国锑矿床. 见宋叔和主编,中国矿床(上册). 北京:地质出版社,338～410

袁见齐,朱上庆,翟裕生主编. 1985. 矿床学. 北京:地质出版社

赵鹏大,胡旺亮,李紫金. 1983. 矿床统计预测. 北京:地质出版社, 272.

Wang Denghong, Chen Yuchuan, Xu J, Wu GY, Wei L, Li XY. 1999. Discussion on associated deposits-examples from Changkeng Au deposit and Fuwan Ag deposit, Guangdong. Acta Geoscientia Sinica, 20(Sup): 346～350.

Wang DH, Chen YC, Xu J, et al. 2000. Cenozoic Metallogeny in China, as a key to past mineralization and a clue to future prospecting. Acta Geologica Sinica, 74(3):478～484.

Wang Denghong, Chen Yuchuan, Li Jiewei et al. 2006. Ore-forming Age of the Hengjiang Pb-Zn-Cu deposit in western margin of the Sanshui Basin, Guangdong and Its significance for prospecting Cenozoic copper deposit. Mineral Deposits, 25(1):10～16.

Wang Denghong, Chen YuchuanC, Chen Zhenhui et al. 2007. Assessment on mineral resource in Nanling region and suggestion for further prospecting. Acta Geologica Sinica, 81(7):882～890.

Several Issues on the Deep Prospecting in South China

WANG Denghong[1), XU Jianxiang[2,3), ZHANG Jiajing[4), LI Shuiru[5), XU Yiming[6),
ZENG Zailin[3), CHEN Zhenghui[1)

1) *Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Resource Assessment, Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing,* 100037; 2) *Graduate Department, Chinese Academy of Geological Sciences (CAGS), Beijing,* 100037; 3) *Gannan Geological Team, Ganzhou,* 341000; 4) *Geological Team of Northeastern Jiangxi Province, Shangrao,* 334000; 5) *Guangxi Geological Survey Research Institute, Nanning,* 530023; 6) *Geological Servey Team of South Hunani Province, Chenzhou,* 411000

Abstract

Hua'nan area (South China) is one of the key bases for nonferrous metal mining in China. It has boasted a well-developed mining industry, but also nortious for a number of crisis mines. Exploration of most deposits was completed about 20 years ago, producing abundant research result. Exploring new

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

deposits has become more and more difficult. Therefore, it is the high time to start the deep prospecting in the Hua'nan area, which has drawn a wide attention from the national and local governments and enterprises. It is very necessary to further study mass source, classification of ore deposits, partition of metallogenic belts and changes at a certain depth (such as 3000m), to clearly determinde target areas on surface and blind orebodies at depth, and to fasten the middle-deep drilling exploration (at 1000～3000m) and the related measure technology. This study focuses on evaluate potential of mineral resources by using three principles-"conservation of mass", "conservation of energy", and "infinity of space-time with order".

Key words: Hua'nan; deep prospecting; strategic precincts; three principles for assessment of mineral resources

美国科技信息研究所(ISI)公布被《SCI》收录的地质期刊最新影响因子排名

2008 年美国科技信息研究所最新发布世界上 72 个刊物影响因子数据,中国地质学会主办刊物《地质学报(英文版)》ACTA GEOLOGICA SINICA(English edition)排名第 26 位,处于中上水平。2007 年影响因子数据表如下:

排名	影响因子	刊物名	排名	影响因子	刊物名	排名	影响因子	刊物名
1	3.873	EARTH PLANET SC LETT	26	1.781	ACTA GEOL SIN-ENGL 地质学报(英文版)	51	0.837	ISL ARC
2	3.87	MOL MEMBR BIOL	27	1.757	SEDIMENT GEOL	52	0.808	RESOUR GEOL
3	3.806	J PETROL	28	1.729	TECTONOPHYSICS	53	0.77	CHINESE SCI BULL 科学通报
4	3.754	GEOLOGY	29	1.714	J ASIAN EARTH SCI	54	0.75	B SOC GEOL FR
5	3.665	GEOCHIM COSMOCHIM AC	30	1.66	J STRUCT GEOL	55	0.734	EUR J ENTOMOL
6	3.354	GEOL SOC AM BULL	31	1.59	INT J PLANT SCI	56	0.722	ENVIRON GEOL
7	3.247	PRECAMBRIAN RES	32	1.584	GEOL MAG	57	0.718	SCI CHINA SER D 中国科学(D 辑)
8	3.231	CHEM GEOL	33	1.55	INT GEOL REV	58	0.691	ZOOTAXA
9	3.216	CONTRIB MINERAL PETR	34	1.412	AQUAT GEOCHEM	59	0.68	GEOCHEM J
10	3.103	BIORESOURCE TECHNOL	35	1.376	J VERTEBR PALEONTOL	60	0.662	CHINESE J GEOPHYS-CH 地球物理学报
11	2.953	J GEOPHYS RES	36	1.357	GONDWANA RES	61	0.547	PALEONTOL J +
12	2.937	LITHOS	37	1.248	MINER DEPOSITA	62	0.508	PROG NAT SCI
13	2.753	J METAMORPH GEOL	38	1.21	AUST J EARTH SCI	63	0.368	J GEOL SOC INDIA
14	2.607	J GEOL	39	1.172	ENERGY	64	0.306	PALAEONTOGR ABT A
15	2.398	TECTONICS	40	1.087	J PALEONTOL	65	0.295	J ENERGY INST
16	2.375	AM J SCI	41	1.086	ENVIRON GEOCHEM HLTH	66	0.272	ANN ZOOL
17	2.346	MAR PETROL GEOL	42	1.067	ACTA PALAEONTOL POL	67	0.265	ENERG SOURCE PART A
18	2.311	GLOBAL PLANET CHANGE	43	1.057	CAN MINERAL	68	0.19	ENERG EXPLOR EXPLOIT
19	2.304	J GEOL SOC LONDON	44	1.045	CRETACEOUS RES		无数据	ACTA PETROL SIN 岩石学报
20	2.203	AM MINERAL	45	1.025	PALAEONTOLOGY		无数据	J CHINA UNIV GEOSCI 地球科学(英文版)
21	2.162	PALAEOGEOGR PALAEOCL	46	0.987	ORE GEOL REV		无数据	GEOL SOC SPEC PUBL
22	2.026	PHYS EARTH PLANET IN	47	0.955	CAN J EARTH SCI		无数据	P SOC PHOTO-OPT INS
23	1.975	MAR GEOL	48	0.938	J APPL GEOPHYS			ALL OTHERS (68)
24	1.955	NATURWISSENSCHAFTEN	49	0.907	MINER PETROL			
25	1.818	REV ENVIRON CONTAM T	50	0.868	EPISODES 地质幕			

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net