维普资讯 http://www.cqvip.com

第42卷 第2期
2006年3月

地质与勘探
GEOLOGY AND PROSPECTING

Vol. 42 No. 2
March, 2006

矿山找矿——整体勘查概要

王京彬,王玉往,王莉娟
(有色金属矿产地质调查中心,北京 100012)

[摘 要]文章从大井矿山综合找矿预测的实例入手,结合已有的矿山找矿实践,论述了我国矿山找矿已从"就矿找矿"、"探边摸底"进入到整体勘查、综合评价的新阶段。提出了矿山整体勘查的基本思路和需要解决的关键科学问题,包括:确定矿化自然边界,指导"探边摸底"找矿;寻找新的矿化中心,指导外围找矿;加强综合研究和综合评价,寻找新矿种、新类型;注意资源的再评价、综合评价和综合利用等。实施矿山资源整体勘查评价工程,是促进矿山新一轮找矿突破、缓解矿山资源危机的重要途径。

[关键词]矿山找矿 大井矿床 勘查战略 找矿预测
[中图分类号]P618.2 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2006)02-0001-06

新区找矿(一轮找矿)已从单一的矿床勘查转变为成矿区带的整体勘查。进入新世纪的矿山找矿(二轮找矿)工作也正经历着深刻的转变。最初矿山地质工作者关注的只是矿石和矿体,进一步是开拓巷道附近的"探边摸底"找矿工作,再后来是离开采矿区组织一些近外围的找矿勘查工作。而现在矿山找矿工作,已转变为对矿山周围成矿地质环境和成矿演化规律开展整体研究,综合找矿、综合评价、综合利用。换言之,矿山找矿已从"就矿找矿"、"探边摸底"进入到整体勘查的新阶段。

本文先从作者完成的大井矿山综合找矿预测的实例入手,结合已有的矿山找矿实践[1,3],试图就开展矿山整体勘查评价提出一些基本思路,以期抛砖引玉,对目前正在开展的新一轮矿山找矿工作有所启迪。

1 大井矿区综合找矿预测实例

大井矿床位于内蒙林西县城东北21km处,是一个大型锡铜铅锌银脉状矿床,也是大兴安岭地区重要的锡、铜、铅锌、银等重要生产矿山之一。笔者1997~2000年在执行中日合作项目(JICA)"中国矿物资源探查研究中心"的研究课题时,对大井矿区的找矿预测进行了较系统的研究,现将其研究思路和成果简要介绍如下。

1.1 大井矿化自然边界的确定

矿化自然边界是一个立体边界。矿化自然边界的确定,是矿区找矿预测的关键科学问题,它决定了现有矿区深边部是否具有进一步找矿前景。大井矿化边界的确定曾经历了两个阶段:1972~1976年,昭盟地质二队经系统的钻探控制,确定了现在称为老区的矿化边界,面积约2km^2。由于在其外围的普查钻孔未发现一定规模的工业矿体,而终止了矿区勘探,提交了"老区"的勘探报告,作为矿山开发的依据;1986~1994年,华北有色地质勘查局在分析前人资料的基础上,认为大井矿床的矿化边界尚未封闭,其外侧仍有找矿前景,随后开展了地物化综合找矿工作,发现并勘查了老区外围的东区、南区、北区、西区的矿体群,使大井矿区控制的矿化面积增加到8km^2,新增储量/资源量:Cu 18万t、Sn 5万t、PbZn 180万t、Ag 3290t,使大井由中型矿床一跃变为大型,由铜锡银矿床变为铜锡银铅锌的多金属矿床。经过两轮勘查所控制的矿化边界,是否就是大井矿化区的自然边界?换言之,在所控制8km^{2}以外的周边地区,是否还有进一步的找矿前景?是我们试图解决的关键问题之一。

研究表明,大井矿化区是一个可能受区域拉分断裂控制、四周被断裂围限的菱形断块,其东、西边界断裂分别为北东向的查干木伦断裂和小北沟断裂,南、北边界断裂则为近东西向的F_{16}和官地断裂(图1)。在上述四条边界断裂圈定的大井矿化区内地层、矿脉(断裂)和岩脉的主体走向为NW向,而

[收稿日期]2005-11-03;[修订日期]2005-12-15;[责任编辑]曲丽莉。
[基金项目]国家973项目(编号:2001CB409806)和国家自然科学基金(编号:40273021)联合资助。
[第一作者简介]王京彬(1961年-),男,1989年毕业于原中南工业大学,获博士学位,教授级高工,现主要从事矿床学和找矿预测研究工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

外围地层构造走向则为 NE 向，与区域主体走向一致。我们把这一菱形地质异常区（断块区）的边界断裂作为大井矿化区的自然边界。这一自然边界的确定，表明大井矿区边部找矿（特别是向西和向北）仍有较大前景：① 在由矿化自然边界断裂所圈定的面积约 30km^2 菱形块断区内，除已勘查的 8km^2 外，尚有 20km^2 的远景区；② 大井矿区的容矿构造系统和脉岩均延伸至西部和北部远景区内，当年在主勘查区外，为验证物探激电异常而施工的验证钻孔曾打到矿体或矿化体，证实在已控制的勘查区外仍有矿化；③ 原认为矿化向西不过 F_1 断裂，而事实上，F_1 断裂西侧的 -29 线仍打到较好的工业铜锡矿体，证实矿化已过 F_1 断裂。

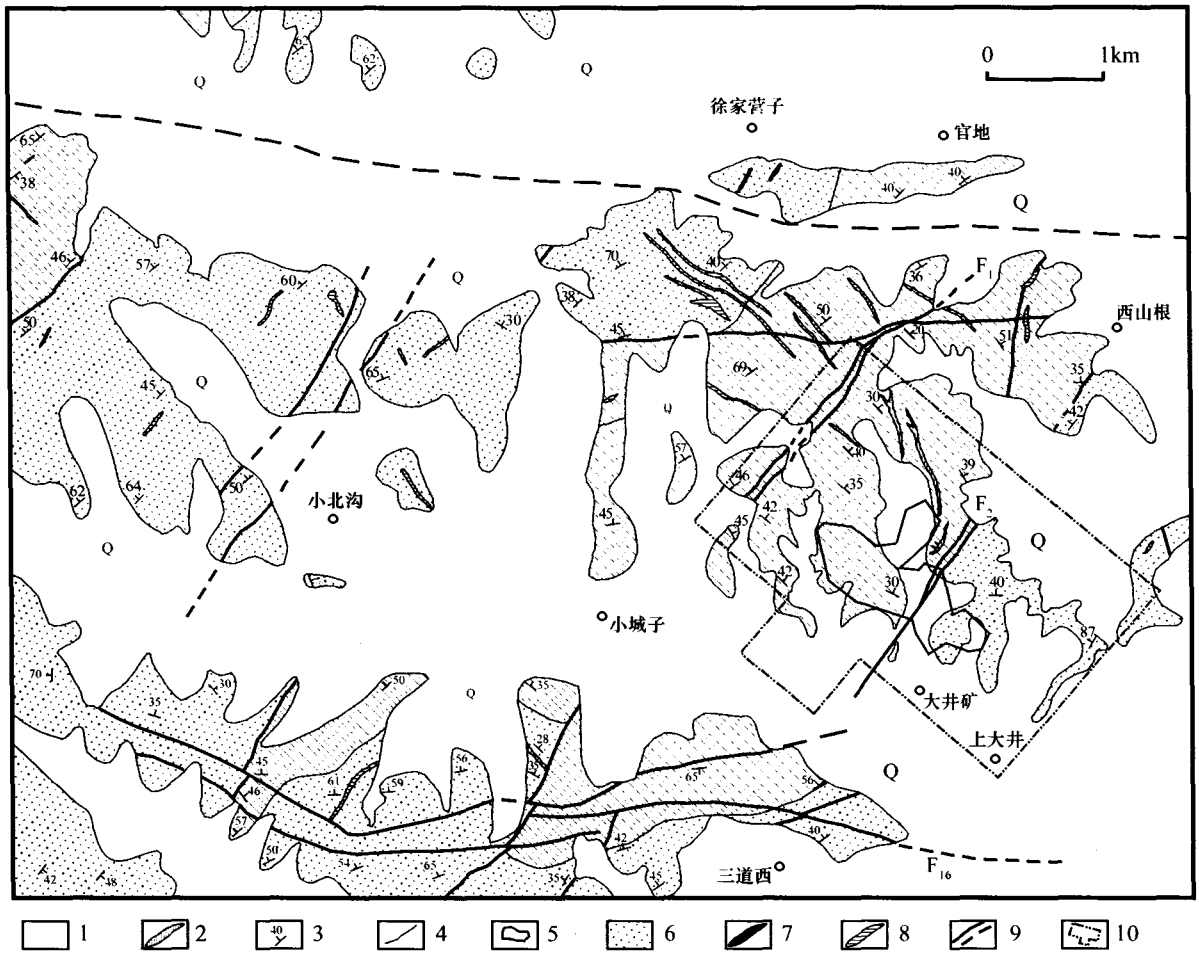

图 1 大井矿区地质略图（据华北地勘局普查队资料修编）

Q—第四系；1—林西组第二岩段；2—英安斑岩脉；3—地层产状；4—地质界线；5—由昭盟二队勘探的老区范围；6—林西组第一岩段；7—花岗斑岩脉；8—安山斑岩脉；9—断裂/推测断裂；10—由华北有色地勘局勘查的矿区范围

1.2 大井矿化中心的确定

所谓矿化中心是指成矿热液的聚集中心。主矿体一般产于矿化中心附近，查明矿化中心也就大体确定了主矿体的产出部位。研究表明：大井矿区 NW 向断裂—裂隙系统是主要的容矿构造，与其交切的 NE 向 F_2 断裂既是导矿构造又是该区的矿化中心，由此形成了矿区贯通的断裂网络系统。矿区的富锡矿体和富厚的主矿脉产在 F_2 断裂东西两侧一定范围内（<1km），并由 F_2 断裂向两侧：锡石的粒度变细，品位变低；呈现由富锡矿体→富铜矿体→铅锌矿体的分带性；成矿温度降低。沿 F_2 断裂发育一系列的串珠状激电异常，这些激电异常是深部矿化—蚀变的反映，沿 F_2 断裂附近的深部仍有找矿前景。

除 F_2 断裂附近的矿化中心外，是否还存在新的矿化中心？深入研究表明，矿区西部 F_1 断裂附近即可能为第二个矿化中心：① 在成矿元素平面分带图上北部和西部铅锌外带并未封闭，Cn + Sn/Pb + Zn 比值在西部 1 线即 F_1 附近深部出现了第二个峰区；② 在 Cu、Sn、Pb、Zn、Ag 等元素等值线分布图上（图 2），西部 F_1 断裂附近又一明显的浓集中心；③ 用毒

维普资讯 http://www.cqvip.com

砂地质温度计所估算的成矿温度也显示了 F_1 附近为另一个相对高温区[4]。若这一认识正确的话,预示着大井矿区找矿的第三次突破。其重点找矿区段:一是矿区西延的小城子—IP3 异常区;二是北部西山根一带。

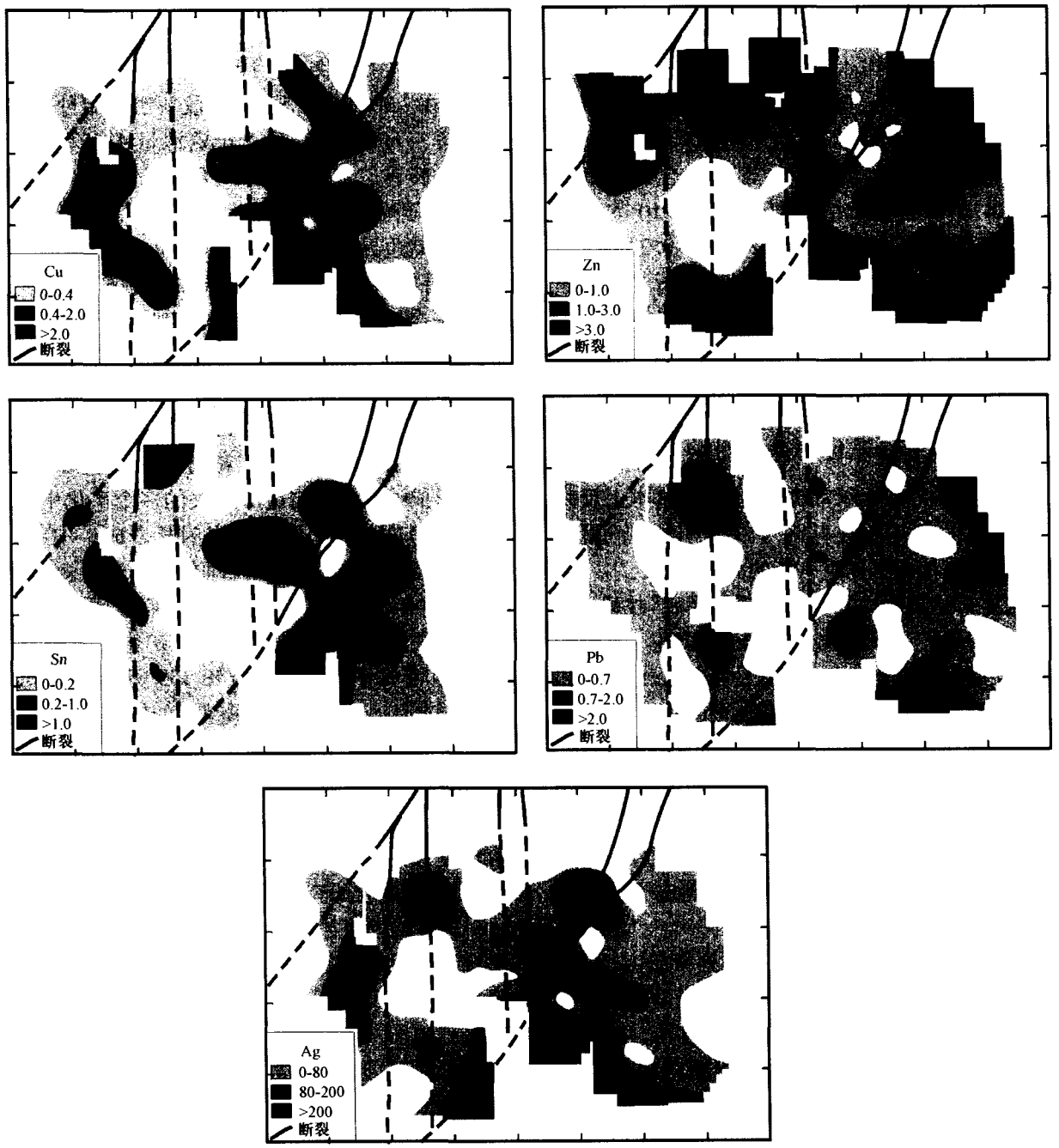

图2　大井矿区 600m 标高元素等值线图

(Cu、Sn、Pb、Zn 单位为%,Ag 单位为 10^{-6})

1.3　富锡矿石新类型与独立锡矿的寻找

详细的野外和室内研究表明,大井脉状矿床分为3个成矿阶段,由早到晚为:Sn→CuAg→PbZn(Ag)。锡阶段的矿物组合为锡石—毒砂—萤石—石英,贫硫化物,其矿化特征与邻区安乐锡矿床类似,出现富厚独立锡矿体,锡石粒度可达 0.5 ~ 1.5mm,Sn 品位 >2%,老区 2 坑口坑道编录中发现的厚约 1m 的富锡矿体,随机拣块样 Sn 10.7%。独立的贫硫化物富锡矿体,在过去的勘查中未得到足够重视,是一个具有找矿潜力的新矿石类型。主要

维普资讯 http://www.cqvip.com

目标区是老区北部和北区沿 F_2 断裂两侧的深边部。

1.4 综合评价和综合利用问题

大井矿床是一个复杂多元素组合矿床,有用元素多,综合利用潜力大。矿床中 As(毒砂)的含量已达综合利用品位,由于选矿工艺所限而未加利用。老区与 CuSn 矿体伴生的 As 品位一般 0.25% ~ 1.85%,平均 0.83%,金属量有 3.5 万 t,东区探明 As 储量 2.6 万 t,其他区 As 储量未计算。仅老区和东区 As 储量已达大型规模。毒砂中含有较高的 Ag、Co、Bi,单矿物分析结果含 Ag 219×10^{-6} ~ 366×10^{-6},平均 290×10^{-6};Co 0.200% ~ 0.345%,平均 0.275%,本次电子探针分析毒砂中 Co 平均含量 0.38%,含 Bi 0.222%。概算仅老区毒砂中含 Ag 22t, Co 209t, Bi 169t,老区中探明 Co 储量主要赋存于毒砂中,具有较高的综合利用价值。

2 矿山整体勘查评价的基本思路

大井矿床找矿预测和勘查的思路,基本上反映了矿山找矿的整体勘查思路,具有一定的普适性。下面再结合其他实例作进一步的分析讨论。

2.1 确定矿化自然边界,指导"探边摸底"找矿

"探边摸底"是矿山找矿的重要思路。由探矿工程所控制的矿体边界,是一条人为边界,它可能和矿化自然边界吻合(此时矿区已无进一步找矿前景),也可能只是遇到的一个无矿或弱矿化的间隔,而不是真正的矿化自然边界。因此,有效地开展"探边摸底"找矿,所要解决的科学问题是如何确定矿化的自然边界?只要确定了矿化的自然边界也就确定了矿床的"边"和"底",进而也就确定了矿区的找矿前景,明确了找矿方向。

主要通过对构造和矿化—蚀变分带研究,人们在揭示矿化自然边界方面已取得了显著进展,一些矿床在理论上已能识别出矿化的自然边界。如斑岩型铜(钼、金)矿床,青磐岩化带的出现限定了斑岩型矿化的边界;在热水沉积型块状硫化物矿床中,硫化物矿体群周边硅质岩、重晶石岩等热水沉积岩的分布,往往代表了块状硫化物矿床的自然边界;在脉状钨矿中,矿脉顶部的石英云母线脉和深部花岗岩体中面型碱交代带的出现,则分别限定了钨矿脉的顶底边界。但由于成矿条件、矿化类型和后期改造作用的复杂性,严重制约了人们对矿化自然边界的认识和找矿突破。

矿床在三维空间上,常存在"无矿间隔"(包括长江中下游的层控块状硫化物—斑岩—夕卡岩型矿弱矿化区)。许多矿区的找矿突破,是越过无矿间隔后又找到了新的工业矿体(群)。如,招远夏甸构造蚀变岩型金矿床,金矿脉在 40 ~ 130m 标高和 -100 ~ -200m 标高分别存在两个无矿间隔,-300m 以下矿体相对稳定,矿山找矿在越过第二个无矿段后取得重大找矿突破,目前已控制矿体斜深达 1000 余 m,在 -300m ~ -575m 区段新增金储量 20.44t,向下至 -800m 推算还有金资源量 43.52t(图 3)。锡铁山铅锌矿、凡口铅锌矿、会泽铅锌矿等也都在穿过无矿间隔后,取得了重大找矿突破。研究确定矿床的自然边界,就能有效地辨识和突破无矿间隔。

2.2 寻找新的矿化中心,指导外围找矿

一个矿床常常由主矿体及其周围的矿体群组成,主矿体代表了矿化中心的部位。在一个矿区(矿集区)往往不只一个矿化中心,而是呈多中心产出,个旧矿区即是一个典型实例[6](图 4),沿五子山复式背斜轴部分布的成矿花岗岩有多个局部突起,因而形成了与花岗岩突起相关的多个矿化中心(矿床)。水口山矿区,围绕花岗闪长岩成矿中心形成了夕卡岩型铜铅锌矿体群,即老区的老鸦巢、鸭公塘矿段,70 年代后期在老区外围,经综合预测和勘查,又发现了红层下隐伏的热液脉状矿化中心——康家湾大型铅锌矿床,新增铅锌 150 万 t、Au 46t、Ag 1600t,成为水口山矿务局最重要的接续矿山。

多中心成矿在内生金属成矿中具有一定的普遍性,揭示多中心成矿的规律性,寻找和勘查新的矿化中心,对资源的扩大具有倍增效应,是矿区整体勘查取得重大突破的关键之一。

2.3 加强综合研究和综合评价,寻找新矿种新类型

过去的勘查往往是单打一的"就矿找矿",对新类型新矿种重视不够。近年来在一些铜铅锌等矿区附近找到了大型金、银矿床,充分证明了新类型矿床的找矿前景。新矿种新类型的寻找应主要考虑以下 3 个方面:① 通过对成矿阶段和叠加成矿研究,寻找新类型矿。矿床的形成常常是多期多阶段成矿的,可以某一个成矿阶段为主,也可多个阶段都形成重要的工业矿化,仔细研究成矿阶段的演化,寻找被过去勘查忽视了的成矿阶段所成矿体。如,大井矿床中独立锡成矿阶段的确定和贫硫化物锡石石英脉型矿体的发现即是如此。水口山矿区在夕卡岩—热液脉型(铜)铅锌矿化阶段之后,又叠加了后期隐爆角砾岩—浅成低温热液型金矿化,据此发现了龙王山、老鸦巢、仙人岩等金矿床,新增金资源量 65t 以上。化形成的"三位一体",也是不同期次叠加成矿的产

维普资讯 http://www.cqvip.com

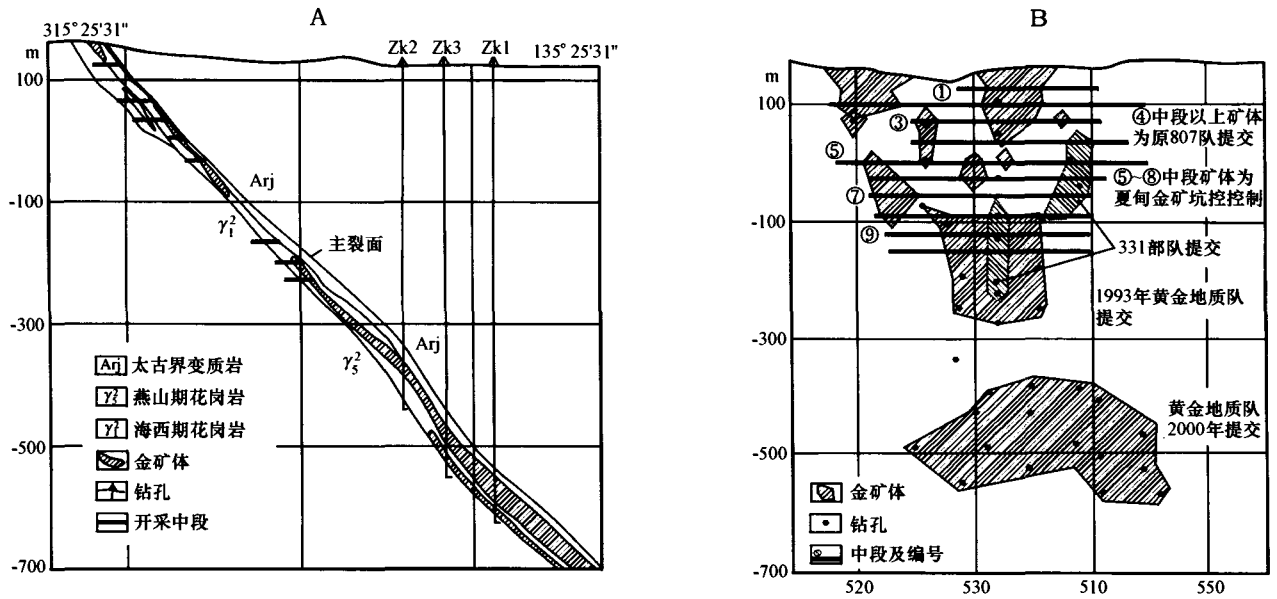

图3　夏甸金矿 VII 矿体 538 线地质剖面图(A)和矿体纵透影图(B)(据路东尚,2002)

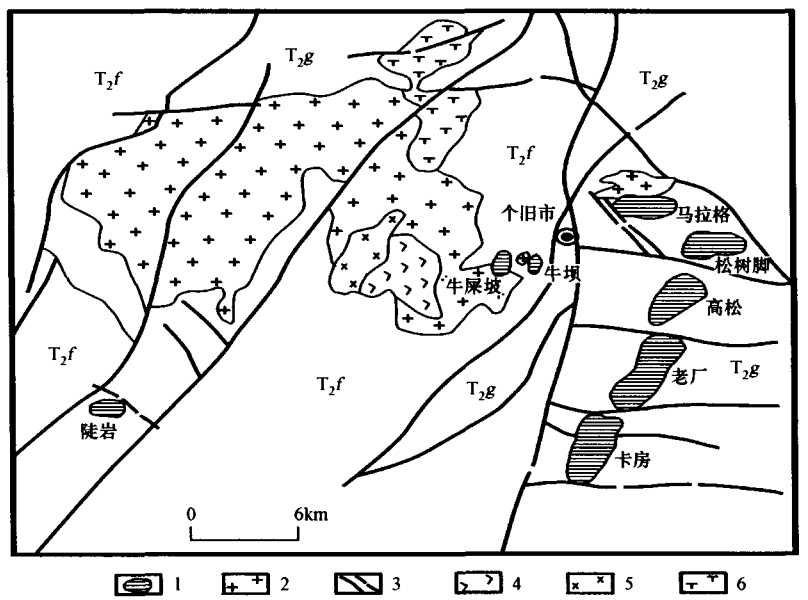

图4　个旧矿田主要矿床分布示意图(据庄永秋等,1996)

T_2g—个旧组;T_2f—法郎组;1—主要矿田;2—花岗岩;3—主要断裂;4—二长岩;5—辉长岩;6—碱性岩

物,可互为找矿标志。② 通过矿化分带性和成矿系列的研究,寻找转化矿种和矿床类型。如由浅部的铁、金、银矿床向深部转化为铜铅锌矿床,由热液脉型矿化到夕卡岩型再到斑岩型矿化等矿种和成矿类型的转化等。③ 通过衍生成矿和改造成矿的研究,发现新矿种新类型。近年来在喷流沉积型铅锌矿床外围,发现了多处独立的金(银)矿床,如在辽宁青城子铅锌矿区附近发现的大型小佟家堡子金矿、高家堡子银矿床,陕西八挂庙金矿和新疆阿尔泰萨尔阔布金矿[7]等,即是这类实例。这类金矿床在早期喷流沉积阶段,就形成了金的预富集,表现在铅锌矿体中伴生金和相关热水沉积岩系中金的高含量,如果有后期构造(岩浆)作用的改造和再造,就有可能形成独立金(银)矿床。因此,当铜铅锌矿床中伴生金(银)含量高,又存在较强烈的后期构造—岩浆作用改造或再造条件时,就应注意寻找独立的金(银)矿床。

2.4　注意资源的再评价、综合评价和综合利用

由于采选冶技术的改进和经济条件的变化,对原有矿床(矿点)进行再评价,是扩大可利用资源的有效途径之一。福建紫金山金矿原提交的表内金储

维普资讯 http://www.cqvip.com

量5.45t,平均品位4.24g/t,矿体多、变化大,经矿山补充勘探和按新的技术经济指标重新计算储量,新获批准的金储量124t,在现行价格和矿山技术条件下可利用的储量达200t以上,从中型一跃成为超大型规模[8]。

伴共生元素多、成矿组分复杂是我国金属矿床的一大特点。因此,对矿床中伴生组分的综合查定、综合评价、综合利用,使一矿变多矿,具有十分重要的意义。我国30%~40%的有色金属矿山,资源综合利用的产值和利税占矿山总产值和利税的25%以上,有的达50%,一些铅锌矿山利润主要靠共伴生银的回收[9]。综合查定综合利用还可使老矿再现青春。如,辽宁华铜矿山在铜矿资源枯竭时,通过系统的伴生金查定和勘查,结果查明7条含金夕卡岩带,探明3条独立金矿体,使濒临关闭的华铜矿由开采铜矿转向开采金矿。

从大资源和循环利用的角度看,矿区的某些蚀变岩(如硅质岩、绢英岩等)、伴生脉岩(如作建材用辉绿岩类)和尾矿等,均是值得探索利用的新资源。

3 结 语

由于我国成矿地质条件复杂、多期多阶段成矿明显和发育广泛而强烈的后期改造作用,使我国内生金属矿床的产出异常复杂,这既增加了找矿难度,又预示着巨大的找矿潜力和科技创新机遇。矿山地质人员在生产探矿中运用已有地质规律在已知矿体走向和倾向方向上找到新矿体,探边摸底扩大了储量,延长了矿山服务年限。但对越过较大"无矿间隔"的隐伏矿体,对新矿种新类型矿体(床)的寻找,对过去难用资源的再评价、综合评价、综合利用等难题,需要对矿山及邻区成矿地质环境的系统研究和整体勘查评价,才能得到较好的解决。

研究确定矿化自然边界,从整体上确定矿区找矿远景,以有效指导探边摸底的找矿工作;研究多中心成矿规律,探寻新的成矿中心,成倍扩大资源储量;研究成矿演化、成矿分带和后期改造成矿,寻找新类型新矿种,开拓新的资源领域;通过资源的再评价、综合评价和综合利用,使一矿变多矿、变废为宝等等。这些技术思路的集成,体现了矿山找矿工作从局部向整体,从三维向四维(空间结构+序列演化),从单一向综合的转变,也是被实践证明行之有效的技术路线。实施矿山资源整体勘查评价工程,是促进矿山新一轮找矿突破、缓解矿山资源危机的重要途径。

[参考文献]

[1] 王京彬,周学禹,王静纯,等.我国有色金属矿山资源实况与建议[J].世界有色金属,2001,12,32~35.

[2] 刘亮明,吕俊武,彭省临,等.成熟勘探矿集区新一轮找矿:勘查战略创新及铜陵矿集区找矿实例[J].地质论评,2005,51(3),325~333.

[3] 梅友松,王京彬,金 浚.成矿规律研究总结概论[J].国土资源科技管理,2000,17(5),59~61.

[4] 王玉往,余大良,王丽娟,等.大井锡多金属矿床矿化中心的探讨[J].地质与勘探,2002,38(2),23~27.

[5] 路东尚,周云生.招平断裂带金矿地质资源潜力与勘查方略[A].中国金都招远国际金矿地质与勘查学术研讨会论文集[C],2002,188~201.

[6] 庄永秋,王任重,杨树培,等.云南个旧锡铜多金属矿床[M].地震出版社,1996,1~8.

[7] 丁汝福,王京彬,马忠美,等.新疆萨热阔布火山喷流沉积改造型金矿地球化学特征[J].地质与勘探,2001,37(3),11~15.

[8] 陈景河.创新,矿业企业发展的灵魂——紫金山金矿:一个成功创新的范例[J].金属矿山,2002,3,1~6.

[9] 王静纯.振兴有色金属矿山的思路与对策[J].有色金属矿产与勘查,2000,1~2期,6~9.

COMPREHENSIVE EXPLORATION IN THE MINING AREA

WANG Jing-bin, WANG Yu-wang, WANG Li-juan

(*China Nonferrous Metals Resources Geological Survey, Beijing* 100012)

Abstract: Prospecting in the mining area has developed into a new stage remarked by comprehensive exploration and systematic evaluation. The comprehensive prospecting implemented around the Dajing mine has been chosen as a case example. The basic methods and key scientific problem for comprehensive exploration in the mining area include, outlining mineralized boundary to guide prospecting nearby existing ore bodies, searching new metallogenic center to guide outside prospecting, strengthening comprehensive research and systematic evaluation to guide discovery of new types of ore deposits, and re-evaluating and synthesis using mineral resources in the mining area. The comprehensive exploration would enhance prospecting achievements in new round exploration in the mining area, and provide sustainability of mine products.

Key words: prospecting in the mining area, prospecting strategy, prospecting predication, Dajing ore deposit