

# 浅论矿集区的资源潜力与勘查评价

徐 勇

(中国地质调查局,北京 100035)

**提要** 矿集区是指在一定范围内矿床密集产出的区域,在此区域内,按一定空间分布着不同矿种或不同类型的大型或超大型矿床,以及中小型矿床、矿化点和矿化信息。矿床的产出在时空上存在一定的相互联系,矿集区是矿产资源产出的重要基地,它对满足国民经济发展所需要的矿产资源有着十分重要的意义。同时,矿集区更是矿产资源勘查的重要地区,许多老矿山所处的矿集区仍然是我国重要的勘查远景区。加强对矿集区的研究和勘查评价,是扩大矿产资源储量的重要途径,对缓解老矿山资源危机意义重大。

**关 键 词** 矿集区;矿化集中区;矿产资源;勘查评价

**中图分类号** :P62 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-3657(2002)03-0263-08

如何快速有效地进行矿产资源勘查,以满足国民经济高速发展的客观需求,是当今矿产勘查学家重点研究的课题之一。纵观世界矿产勘查态势,近年来固体金属矿产的勘查重点由纯粹的草根勘查(即新区的大区域基础普查)转向了现有矿山、矿集区的勘查上,取得了巨大的找矿效果。加强矿集区的综合研究和矿产勘查评价工作,是进行矿产资源勘查评价的快速、经济、有效的重要途径。

## 1 矿集区的概念、圈定原则及其找矿勘查意义

勘查地质学家通常根据成矿地质背景、矿床成因、矿床形成时代、矿床产出分布规律,将勘查区域划分为大小不同的片区,从大到小为成矿域(省)、成矿区(带)、矿田(成矿远景区)、矿床、矿点、矿体,如原地质矿产部地质调查局将我国的成矿域划分为滨太平洋成矿域、古亚洲成矿域、秦—祁—昆成矿域、特提斯—喜马拉雅成矿域,Ⅱ级成矿区(带)有华北地台北缘成矿带、扬子地台成矿区、华南褶皱系成矿区、西南三江成矿带等,Ⅲ级成矿带有华北地台北缘东段元古宙、古生代、燕山期成矿带、扬子地台西缘成矿带、云开隆起成矿区、兰坪—思茅成矿带等。相似的成矿环境、相似的或密切联系的成矿机制形成

的空间相近的一组矿床(点),构成一个矿田(或成矿远景区),称Ⅴ级成矿区(带)。若干个相似的Ⅴ级成矿区(带)组成一个Ⅳ级成矿区带<sup>[1]</sup>。本文所称矿集区的概念在上述成矿区带的划分上,应该相当于Ⅳ级或Ⅴ级成矿区带。

### 1.1 矿集区的定义及其圈定原则

本文对于矿集区(Metallogenic District)的定义如下:是指在一定范围内矿床密集产出的区域,在这个区域内,按一定空间分布着不同矿种或不同类型的大型或超大型矿床,以及中小型矿床或矿化点,矿床的产出在时空上存在一定相互联系的规律。很多勘查学家和文献中所指矿集区又称之为矿化集中区,本文所称的矿集区其区内应具有大型或超大型矿床产出,对于没有大型或超大型矿床产出的矿集区,称之为矿化集中区(Concentrated Mineralization District)或潜在矿集区(Potential metallogenic District)。矿化集中区经过勘查,发现了大型或超大型矿床后可称之为矿集区。所以说,矿化集中区是潜在矿集区,矿化集中区同样具有十分重要的勘查意义。在圈定矿集区的同时,同样要圈定出矿化集中区。矿集区可以解释为是多矿种、多类型矿床大规模产出的区域,是矿产资源产出的重要基地。

关于矿集区的圈定,不仅要考虑相同矿种的勘

收稿日期:2001-11-26;改回日期:2002-03-20

作者简介:徐勇,男,1965年生,博士,高级工程师,主要从事地质调查管理工作。

查评价问题,还要考虑不同矿种的勘查评价问题。实践证明,在矿集区内往往形成不同矿种的矿床,并且均能达大型或超大型规模。

矿集区的圈定主要遵循以下原则:

(1) 区域内已经发现大型或超大型矿床;

(2) 区域内存在一定数量的单矿种或多矿种、多类型的矿床(点)或矿化点,或者有较好的物化探异常存在;

(3) 矿集区可有几十到几千平方千米范围,从地表或几千米深度范围内有矿化信息显示;

(4) 成矿地质条件分析显示矿集区为有利的成矿地质部位。

## 1.2 矿集区的找矿勘查意义

根据矿集区的定义,矿集区内必需产出一定数量的矿床(点),并且具有大型或超大型矿床的产出,因此矿集区的圈定是建立在已经发现大型或超大型矿床的区域。在已发现的大型或超大型矿床区域内,根据成矿地质背景、成矿构造和矿化线索等条件分析,该区域仍然是具有非常广泛找矿潜力的地区。实践证明,矿集区是不断产生矿产勘查新成果的地区。

在过去的老矿山“二轮”找矿中,经常提到“探边摸底”的问题,也就是在老矿区的周边和深部加大找矿力度,是老矿山扩大资源量的捷径,并且也取得了良好的找矿效果。然而,对矿集区的研究,所要解决的不仅是“探边摸底”的问题,而是根据相似成矿条件、成矿演化系列等,在其近外围和远外围寻找新的资源量和其他矿种矿产资源量。通过对矿集区的综合研究,不断扩大矿产资源量和发现新矿种的矿产资源,是矿山能够长期、稳定、持续发展的保障。

加强矿集区的研究和勘查工作,同时还能很好地丰富和发展区域成矿理论和区域矿产勘查理论,对于进一步指导该区的矿产勘查工作起到积极的意义。矿集区通常分布在构造背景有利、成矿环境良好、成矿物质发生大规模超常富集的地段,对其开展成矿规律、控矿要素、成矿机制的研究,有助于成矿理论研究的突破、成矿模式研究的提高、带动新类型矿床的发现。例如,对胶东金的矿集区开展的勘查工作,划分出了“玲珑式”和“焦家式”金矿床的成矿类型,总结了两种类型金矿的成矿规律,建立了“石英脉型金矿”和“构造破碎蚀变带型”金矿床的成矿模式理论,带动了国内金矿找矿的新一轮高潮。

## 1.3 矿集区与成矿区带、矿(田)区的关系

矿集区的圈定是建立在在对成矿域(省)、成矿区带和矿田、矿床(点)的综合研究和勘查的基础之上的,所以矿集区的研究和圈定离不开对成矿地质背景的分析,对已有成矿规律和勘查规律的分析,对地质、地球物理、地球化学、遥感地质等资料的分析。关于矿集区的研究和勘查不同于成矿域(省)和成矿区带的研究和勘查,其研究和勘查目标更明确。矿集区内各矿床的成矿条件具有相似性,勘查方面具有借鉴性,更易于集中资金投入加大研究和勘查力度,从而有利于发现新的矿床。矿集区与矿田(区)的区别在于,前者研究和勘查的范围更广阔,不只局限于单个矿田(区)的研究,而是对整个成矿背景和成矿条件类似的相邻区域的研究和勘查,对某个区域矿产、矿床演化系列的研究,从而发现新的矿区、新的矿床。所以说矿集区的研究和勘查需要借鉴两方面的成果,一是区域成矿规律的研究和区带勘查成果,二是矿田(区)的研究和勘查成果。

## 2 矿集区内矿床形成与分布规律

矿集区内矿床通常是成群、成带分布和多样性产出。根据矿集成矿背景、成矿条件和成矿机制的不同,不同的矿集区存在着不同的矿床形成和分布规律。同时,矿集区又存在着共有的矿床形成和分布规律,其共同的特点是矿集区内均会产生相当数量的不同规模的矿床,产出不同矿种和不同类型的矿床,且往往呈一定规律的分带性产出。

### 2.1 矿集区的分带性

众所周知,元素分带是自然界中存在的普遍规律,人们在矿床地球化学研究、地球化学勘查中都非常重视元素的分带性,地球化学家和化探专家就是通过元素分带性来揭示矿床形成规律和进行矿床预测评价的。笔者把这种规律放到矿集区范围来看,同样存在着不同元素富集形成的矿床在垂向和(或)水平方向上的分带性。勘查实践证明,这种分带性是存在的,且给勘查工作带来了极大便利和找矿效果。

#### 2.1.1 垂直分带

在矿集区范围内,随着时间的演化和成矿作用的演化,矿集区内形成了一系列矿床。相似的或不相似的成矿作用,以及同期次或不同期次的成矿作用,形成了相同或不同元素矿种的矿床。矿床产出在不同时代的地层、岩浆岩和断裂等地质构造中,赋矿从

深部(老)到浅部(新)在垂直方向上形成了相同或不同矿种矿床的分带性。如：

(1) 辽宁青城子矿集区 该区位于辽东古元古代裂谷三级断陷盆地中,主要产出铅、锌、金、银等金属矿床几十处。该矿集区内矿床分布存在着由下而上形成PbZn(Ag)矿床、Ag(PbZnAu)矿床和Au矿床的分带规律(表1)。

(2) 陕西凤太矿集区 陕西凤太矿集区为中国重要的泥盆系金、铅、锌矿集区之一。已发现铅、锌矿八方山—二里河、银洞梁、铅碛山—东塘子等大型矿床3处,银母寺、峰崖、手搬崖、洞沟等中型矿床4处,谭家沟等小型铅、锌矿床多处;超大型金矿床1处(八卦庙),大型金矿床1处(双王),中小型金矿床(点)多处;铜、银矿化与铅、锌矿伴生,具有重要的工业价值。该矿集区铅、锌矿床为热水喷气沉积型(SEDEX),产于中泥盆统古道岭组(D<sub>3g</sub>)灰岩和硅质岩中;金矿床毫无例外地产于上泥盆统星红铺组(D<sub>3x</sub>)海相细碎屑岩及热水沉积岩(浊积岩、千枚岩、板岩和钠长角砾岩)中,为热水喷流岩型金矿,岩浆期后热液为主要的成矿作用。由此形成了该区下部赋存铅、锌矿床,上部赋存金矿床的空间格局。

矿床垂直分带分布的规律是与矿床成矿作用及其演化有关的。在足够成矿物质来源的前提下,随着相同或不同期次成矿作用的演化,形成了一系列相同或不同矿种矿床的分布。有关矿集区或同一矿区内矿床上下分带的例子还很多,如云南个旧矿集区的金属矿床分带为“上铅、下铜、中间锡”的产出规律;福建上杭紫金山上部金矿下部铜矿等。总之对于

勘查者来说,在勘查过程中应密切注意矿床的垂直分带分布规律、矿种的转换以及不同层位不同构造部位的矿床,从而更好地为勘查工作打开新的局面。

2.1.2 水平分带

矿集区内矿床在水平方向上的分布同样出现分带性。并且对于不同元素矿种矿床的分带性来说,水平方向的分带性是与垂直方向的分带相对应的。如在辽宁青城子矿集区,以铅、锌矿为核心由内向外矿床分带性分布非常明显,铅、锌矿床均分布于双顶沟岩体以北沿中央背斜呈半环状分布,在其外围向东是高家堡子银矿,在银矿的外围沿尖山子断裂分布有金矿床。在陕西凤太矿集区,在八方山—二里河、银母寺、崖房湾等铅、锌矿外围沿王家楞—二郎坝断裂两侧分布有八卦庙、双王等金矿;在西成矿集区,安家岔金矿位于厂坝—李家沟铅、锌矿的西侧吴家山背斜倾伏带;毕家山、焦沟铅、锌矿的外围有小沟里—三洋坝金矿;邓家山铅、锌矿外围有三华咀金矿等等。云南个旧矿集区以花岗岩株为中心,从内向外依次分布钨、铜、锡、铅和银、铅、锌矿床。

另外,矿集区矿床的水平分带分布规律是受地层、断裂构造和岩浆侵入活动控制的。如西成矿集区铅、锌、金矿床是受吴家山背斜控制,分别产在其背斜的南北两翼;赣东北德兴矿集区铜、铅、锌、金、银矿床的分布是受韧性剪切蛇绿岩构造混杂带岩浆热液活动控制的,形成了沿岩体分布的大型超大型的斑岩型铜、钼矿床、富家坞铜、钼矿床和朱砂红铜矿床,沿火山构造分布的银山大型铜、铅、锌、金、银多金属矿床,沿次一级北东东向韧性剪切带分布有金山超大型金

表 1 辽宁青城子矿集区矿床垂直分带规律

Table 1 Vertical zoning of deposits in the Qingchengzi district of concentration of metallogenesis, Liaoning

群	组	段	岩石成分	含矿性	矿床(点)
辽河群	盖县组 (Pt <sub>1g</sub> )		夕线黑云母片岩、变粒岩	Au	林家三道沟、白云、桃源、四道沟、猫岭、马隈子等金矿
	大石桥组 (Pt <sub>1d</sub> )	三段(Pt <sub>1d</sub> <sup>3</sup> )	大理岩夹薄层片岩	AuAg	高家堡子大型银矿和小佟家堡子等大中型金矿
		二段(Pt <sub>1d</sub> <sup>2</sup> )	石榴石片岩、夕线石片岩、夹大理岩		
	浪子山组 (Pt <sub>1l</sub> )	一段(Pt <sub>1d</sub> <sup>1</sup> )	方解石大理岩夹变粒岩	PbZn	青城子大型铅、锌矿(喜鹊沟、麻泡、本山、二道沟、大东沟、榛子沟、甸南、南山等十几个矿床组成)
			斜长角闪片岩、透闪变粒岩		

矿床,西蒋、朱林大型金矿床,石碑、西矿、八十源等中小型金矿床。

## 2.2 矿集区矿床类型多样性规律

矿集区内存在不同的矿床类型,它可能是同一成矿作用的成矿系列产物,也可能属不同成矿作用成矿系列的产物。矿集区矿床类型的产出有两种情况,一是多金属矿集区,矿种类型较多,同时存在不同的矿床成因类型或工业类型,如赣东北德兴矿集区,铜厂铜钼矿床、富家坞铜钼矿床和朱砂红铜矿床为岩浆期后浅成中温热液矿床,工业类型为比较典型的斑岩铜(钼)矿床,银山铜金多金属矿床为中生代陆相火山-次火山热液矿床,属火山-斑岩型矿床;金山、西蒋、朱林等金矿床为韧性剪切带型变质热液矿床。二是矿种类型较少或单一的矿集区,也往往存在不同的矿床成因或工业类型。如西成矿集区既有属于热水沉积型铅锌矿床(厂坝式,以厂坝-李家沟矿床为代表),又有较多的改造型铅锌矿床(毕家山式,以毕家山、邓家山、洛坝为代表),该区金矿床既有蚀变岩型又有石英脉型矿床。东川矿集区的铜矿床可分为4种类型:①产于中元古界因民组的海相火山-喷流沉积型铜铁矿床(稀矿山式铜铁矿床);②产于中元古界落雪组的碳酸盐岩建造中喷流-热卤水沉积型铜矿床(东川式铜矿床,含落因式铜矿床、汤丹式铜矿床);③产于中元古界黑山组的黑色页岩-碳酸盐岩建造中沉积改造型铜矿床(桃园式铜矿床);④产于新元古界陡山沱组的陆源沉积建造中的铜矿床(滥泥坪式铜矿床)<sup>[1]</sup>。

矿集区内矿床的形成是经过长期各种地质作用的结果,随着地质、构造等演化形成不同类型的矿床是必然的。所以在勘查中要充分注意矿床类型的转换问题,才能在找矿中取得新的突破。如吉林夹皮沟矿集区,是我国重要的金矿集区之一,长期以来主要是对产于太古宙-古元古代变中基性火山沉积杂岩(绿岩带)中的石英脉型和复脉带型金矿进行勘查评价。近几年,随着勘查的不断深入,在外围三道溜河地区龙岗群中发现了六批叶沟蚀变岩型金矿床,勘探正在进行,并且该区仍有大量化探异常存在,找矿潜力巨大。

## 2.3 矿集区矿床产出特点

由于矿集区内具有丰富的成矿物质来源,有利的成矿地质构造部位和长期的地质成矿作用,所以从理论上分析,矿集区成矿作用巨大,应该是矿床大

量生成的区域。勘查实践也表明,矿集区内矿床是密集分布的。如上述提到的矿集区内,都有大型超大型矿床和大批中小型矿床存在,并且还存在大量的矿(化)点和矿化信息。云南个旧矿集区,面积达2 140 km<sup>2</sup>,以锡为主共(伴)生有铜、钨、铋、铅、银等多种金属,南北向个旧断裂将矿集区分为东、西两部分,东区有马拉格、松树脚、高松、老厂、卡房五大矿田,西区有牛屎坡大型锡矿床及陡岩、竹箐坡等数十个中小型锡、铅矿床(点),矿体1 300多个(含328个砂矿),目前已累计探明锡182万吨、铜152万吨、铅308万吨、锌53万吨、钨14万吨、银2 400吨,其中锡探明储量占世界锡储量的24.66%,占我国锡储量的39.14%<sup>[1]</sup>。

国外在加拿大诺兰达矿集区已发现的19个有经济价值的矿床中,有16个位于以霍恩矿床和奎蒙特矿床为圆心、半径16 km的圆内,最远的两个矿床距圆心34 km。

矿集区内的矿床呈密集分布,勘查者应树立起在矿集区内找矿的信心,不断开阔思路,加强矿集区的综合研究和勘查评价,会获得很好的勘查成果。

## 3 矿集区的资源潜力

上述已经多次提到矿集区内找矿潜力巨大,随着勘查的深入,勘查成果不断涌现。这是因为矿集区的存在不是偶然的,是经过长期各种地质作用演化的结果。矿集区内大型超大型矿床的存在和大量矿化信息的显示说明,矿集区内具备了足够的成矿物质来源,随着长期多次的各种成矿作用活动,在区内有利的地质构造部位会富集形成规模不等的矿床。

近十几年来国内外矿产勘查的实践表明,目前绝大多数矿集区仍然存在着巨大的资源潜力。如阿根廷西北部卡塔马省20世纪60年代发现的下阿伦布雷矿床,经最近的勘查,铜金储量分别增至383.5万吨和489吨,在其东北35 km处发现了铜金钼储量分别为615万吨、265吨和38.6万吨的阿瓜里卡斑岩铜矿;智利中部的洛斯帕兰布雷斯铜矿床的储量由1994年的1.6亿吨(矿石量)增至30亿吨(含铜2 700万吨,品位0.9%);在著名的埃斯康达特大型斑岩铜矿附近又发现了埃斯康迪达北铜矿床,1990年,CRA公司在澳大利亚的芒特艾萨成矿带内发现了“世纪”特大型铅锌银矿床;在美国阿拉斯加州特大型沉积喷气型红狗铅锌矿床的北侧,于1995年又发现了特

大型的阿加拉克矿床,在澳大利亚的卡尔古利附近,近年来发现的储量达2.074亿吨(矿石量),品位 $2.4 \times 10^{-6}$ 的“超大矿坑”金矿床,就是在许多废弃的小矿井的地段找到的<sup>[5]</sup>。

在我国,从近十多年的铜、金、铅锌等多金属矿床的发现来看,大部分都集中在矿集区内已知矿床、矿点的外围或深部。凤太矿集区,在八方山—二里河和铅硐山铅锌矿外围相继发现有八卦庙、双王等大型金矿床,以及一批小型矿床、矿化点,仍有巨大的找矿潜力;辽东青城子矿集区在原有的铅锌矿田外围,继20世纪80年代末发现了大型高家堡子银矿后,又在其外围相继发现了小佟家堡子、杨树、弯地沟、林家三道沟等大、中型金矿床,区内仍有大量矿化信息显示,湖南千里山—骑田岭钨锡铅锌矿集区内,近来又发现了锡矿体50余条,新增锡资源量50余万吨;湖南水口山矿集区内,在原铅锌矿田外围又发现了仙人岩大型金矿。

新疆东天山土屋—延东矿集区是近年来新发现的以铜矿为主的矿集区,继发现了土屋、土屋东、延东等700多万吨铜金属预测资源量的矿床后,又在外围发现了维权、卡拉塔格等有较好远景的矿床(点)。个旧矿集区成矿地质背景好,控矿条件优越,目前地质勘查的区域仅为矿集区面积的15%左右,其余85%的地段仍有较好的成矿条件,有待去勘查<sup>[1]</sup>。

除上述提到的矿集区外,我国还有许多大的矿集区资源潜力巨大,勘查活动仍在进行,并且不断有新的成果。如辽西兰家沟—八家子钼金矿、吉林夹皮沟金矿、内蒙古狼山铜矿、内蒙古甲—查银铅锌矿、山东焦家金矿、山东玲珑金矿、河南铁炉坪—蒿坪沟银矿、河南渑池铝土矿、陕西凤太铅锌金矿、陕西煎茶岭金矿、甘肃西成金矿、甘肃礼岷金矿、甘肃白银厂铜矿、甘肃镜铁山铜钨矿、青海锡铁山铅锌矿、新疆麦兹(可可塔勒)铅锌金矿、湖南锡矿山锑矿、广东凡口铅锌矿、福建梅仙铅锌银矿、广西佛子冲铅锌金矿、广西大厂锡矿、广西新圩铝土矿、江西德兴铜金矿、云南东川铜矿、云南会泽铅锌银矿、云南易门铜矿等等。由此可见,加强矿集区的勘查工作势在必行,并且是取得找矿突破的有效捷径。

除矿集区外,在我国还有大量的矿化集中区,找矿前景良好。如青海肯德可克—拉陵灶河矿化集中区,在原铁矿勘查的范围外发现了钴金铋多金属矿,且在整个集中区范围内发现了良好的找矿线

索,在西藏尼木县的冲江—宫厅一带发现特大型斑岩铜矿带等。如何在新老矿集区和矿化集中区内部署勘查评价工作是下一步值得认真探讨的课题。

## 4 矿集区的勘查评价

矿集区的勘查评价工作是整个矿产资源勘查过程的一个阶段,既要建立在成矿域、成矿带矿产勘查评价工作的基础之上进行,又要充分借鉴矿田、矿床、矿化点的勘查评价工作的成果,从而达到发现新的矿床(点)和扩大矿床(点)的矿产资源量的目的。

翻开每一个矿集区的勘查史,都会发现,随着勘查评价工作的不断深入,勘查思路的不断转变,勘查方法技术的不断更新,老资料的重新分析认识,新成矿理论的应用,矿集区的勘查评价带来了源源不断的勘查新成果。

据矿集区的成矿规律和特点,矿集区的勘查评价工作有其自身特点,应注意以下几方面的工作:

(1) 加强区域地质背景资料的收集与综合分析。加强对矿集区所处的区域地质背景和构造背景的综合分析研究,是开展矿集区勘查评价工作的前提。矿集区的存在不是孤零零的地质现象,它是受整个区域地质背景制约,受区域地质构造演化的控制,是区域地质作用演化的产物。矿床的形成同区域构造背景密切相关,矿床本身可视为大地构造演化的标志<sup>[6]</sup>。这项工作应该包括两个方面,一方面是充分收集和综合分析矿集区所在区域相关的地质背景资料,在充分分析区域地质背景的基础上,正确圈定矿集区范围,确定矿集区矿产勘查的主攻方向;另一方面是加强矿集区内地质资料的综合分析研究,根据矿集区内自身成矿特点,选择有利的找矿地段,合理部署地质勘查工作。同时,又要随着区域地质工作的不断深入,不断吸取新的勘查成果,重新审定矿集区的范围以及矿产勘查的主攻方向和找矿地段。

(2) 更新观念加强矿集区新老资料的综合利用。矿集区内经过多年的勘查,积累了相当丰富的地质资料和地质勘查成果。如何以新的思路来重新分析新老资料,是矿集区勘查工作的重要内容,也是矿集区找矿突破的关键。

如吉林夹皮沟矿集区,1960年以前,夹皮沟金矿区的找矿主要围绕“主蚀变带”开展,仅进行了1:5 000地质草测26 km<sup>2</sup>;1960年以后,跳出围绕“主蚀

变带”找矿的思路,找矿工作范围扩大到300 km<sup>2</sup>,相继发现了大小型金矿床十几处;近年来,在夹皮沟矿区外围溜河地区龙岗群中又发现了蚀变岩型金矿床,为找矿工作打开了新的局面。

在江西德兴矿集区,早在20世纪50~60年代开展德兴斑岩铜矿勘探期间,多个勘查单位反复调查了金山古采矿遗迹。当时找金矿主要着眼于石英脉型,认为金山金矿属区域变质热液型金矿,对该区找矿前景持否定态度。70年代中期,受斑岩铜矿“卫星”型金矿模式的启发,江西有色地勘局(原冶金地质勘探公司)重新组织调查,但找矿思路仍局限于古人采掘的石英脉,工作进展缓慢。1979年12月,在无老窿分布的湾家坞区段进行1:5 000地质填图时发现厚达10m的硅化带露头,具有星点状黄铁矿化,经采样分析金品位最高达 $18.4 \times 10^{-6}$ ,称之为“碎裂硅质岩金矿石”。这一发现提供了全新的找矿方向,找矿工作由石英脉转向“硅化带”,由此打开了金山金矿田的找矿局面,带来了找矿的重大突破。80年代又总结出“含金层间硅化破碎带”的找矿标志,“层间硅化破碎带”为韧性剪切带,金矿石为超糜棱岩-糜棱岩,矿床成因为受韧性剪切带控制的变质热液型金矿床,运用“构造-地层法”开展了矿田构造填图,查明了矿田构造格架为推覆片体,赋矿韧性剪切带呈推覆型切层叠瓦状发育,突破了“层控”及“一层矿”的认识,形成了追索含金糜棱岩带勘查评价的指导思想和寻找“多层矿”的新思路。找矿思路的改变,使德兴矿集区金矿的勘查取得连续突破性进展,使金山从一处废弃千年的古采点迅速成为具有巨大储量远景的金矿田。

(3)重视新理论的应用拓展找矿思路。在矿集区内找矿,有利的方面是有大量的资料可以利用,但另一方面工作程度高,工作难度大,往往出现久攻不下的局面。加强运用新理论,拓展找矿思路,是取得找矿突破的关键。如云南东川矿集区,50年代在稀矿山露头找矿获得了13.3万吨C级金属储量,由于理论认识跟不上,30年内没有找矿突破。1988年后按火山-喷流热卤水沉积成因新理论去勘查评价,现已控制了近50万吨铜金属储量,成为了东川主要生产矿山。

(4)开展典型矿床研究和建立成矿模式与找矿模式。综合分析矿集区内已有矿床的勘查资料,开展矿集区内典型矿床的研究,建立成矿模式和找

矿模式,是进行矿集区矿产资源预测和矿产勘查的捷径。

一个好的矿床模式的建立,可以为整个矿产勘查工作带来一次巨大的飞跃。20世纪70年代J. D. Lowell等<sup>[7]</sup>斑岩铜矿模式的提出,极大地推动了世界斑岩铜矿的找矿进展;层控矿床、VMS和SEDEX型矿床模式的建立促进了世界范围块状硫化物矿床的找矿进程。在国内,对东川-易门铜矿成矿带的研究,提出了区域上铜矿化“四层楼”模式<sup>[2]</sup>,进一步扩大了已知矿区储量;在胶东地区的金矿勘查和研究中,建立了“玲珑式”和“焦家式”金矿成矿模式,为指导金矿勘查起到了极大作用。

成矿模式和找矿模式是两个既有紧密联系又有区别的概念。矿床学家重点研究的往往是成矿模式的建立,研究矿床的成因、形成及其特征。作为勘查学家来说,一方面要吸收成矿模式的理论成果,另一方面是要将成矿模式转化为找矿模式,建立直接指导勘查工作的找矿模式。勘查学家必须根据矿集区自身成矿特点,更好地建立起矿集区内的找矿模式,以达到更好的勘查效果。如在云南个旧矿集区,勘查人员经过长期工作所积累的经验,建立了该区的“凹斗”找矿模式。在花岗岩与灰岩接触带的“凹斗”部位往往是矿体赋存的部位,所以该区找花岗岩与灰岩接触带的“凹斗”是勘查评价工作的主要目标,勘查效果明显。找矿模式的建立可以各种各样,可以建立地质找矿模式,也可以建立地球化学、地球物理、遥感地质等找矿模式,以及综合找矿模式。

找矿模式的建立,为矿集区内矿产勘查工作提供了极好的指导作用,同时可以为不同矿集区相同类型矿产勘查所借鉴。如在秦岭成矿带,凤太矿集区和西成矿集区同处于该带,区域地质成矿背景类似。西成矿集区内铅锌矿床产在中泥盆统安家岔组 and 西汉水组下部灰岩中,其地层层位可以与凤太矿集区铅锌矿赋矿层位的古道岭组对比;凤太矿集区金矿产在古道岭组灰岩上部的星红铺组碎屑岩、千枚岩中,西成矿集区西汉水组可与该层对比,西成矿集区金矿也是产在该层位中。相似的成矿背景、成矿规律和特点,使得两者找矿模式可以相互借鉴。在实际勘查中,找矿经验和模式为两个矿集区的找矿起到了很好的指导作用。

(6)充分掌握矿集区成矿特征,选择有效的勘查

步骤和方法技术。每个矿集区都有其自身的成矿地质背景、成矿条件、成矿规律和成矿特征,在进行矿产资源勘查评价时,必须因地制宜,选择合理有效的勘查步骤、方法技术及其组合,才能取得预期的勘查效果。近10多年来,甘肃有色地质勘查局在西秦岭成矿带礼岷、西成、李子园等矿集区(矿化集中区)内金矿找矿上取得了很好的成果,这是与选择了有效的勘查步骤、方法技术分不开的。其勘查工作主要分以下3个阶段<sup>①</sup>:

第一阶段:在编制总体规划和成矿预测的基础上,对选择的重点区带(覆盖本文所指的矿集区或矿化集中区)首先开展1:5万~1:10万分散流普查(一般采样密度2~4点/km<sup>2</sup>),其目的是圈定单元素、多元素异常区,结合区域重力、航磁及地质背景分析进而筛选出具有找矿潜力的远景区。

第二阶段:对找矿远景区进行1:2.5万沟系原生晕和岩石碎屑测量(按自然沟系网随机取样点,40~50点/km<sup>2</sup>),其目的是确定异常性质。

第三阶段:对沟系异常浓集中心具有较好地质成矿条件的地段,采用必要的地球化学剖面,确定异常中心的准确位置,进行必要的地表工程揭露。一旦发现矿体或矿化体时,系统开展1:2 000~1:5 000地质测量及稀疏地表工程控制,圈定矿化地段,确定矿化规模。为扩大远景,可配合1:5 000地质测量和针对性的物探方法,确定有一定埋深的找矿远景。

矿集区范围一般几十至几千平方千米,面积性地质勘查工作部署一般应选择1:10万~1:2.5万的地物化遥勘查评价工作,对重点地段再选择大比例尺的勘查工作。必须按一定的勘查程序、勘查方法与技术的组合进行勘查,才能达到快速、经济、有效的勘查成果。众所周知,化探工作在金矿勘查中发挥了巨大的找矿作用。但单一的方法不能解决找矿的所有问题,长期以来存在着忽视物探和遥感地质勘查工作的现象,往往凭借化探异常或露头就急于钻探勘查,物探工作不开展或滞后。遥感地质工作可以在成矿域、成矿区带、矿集区(矿化集中区)以及矿田(床)勘查评价中发挥快速、经济、有效的勘查作用。在矿集区内进行1:5万~1:2.5万遥感图像处理 and 矿化蚀变信息提取,可获得较好的勘查效果,对指导矿产勘查

起到很好的指导作用<sup>②</sup>。物探工作在寻找有色金属矿床和隐伏矿床是不可缺少的勘查方法,尤其在矿集区内的勘查工作要选择合理有效的物探方法,并且要不断吸收应用最新勘查技术。

⑥综合利用地物化遥资料建立矿集区的多元信息勘查评价系统。随着计算机技术和信息技术的迅速发展,地质调查数字化技术也取得了很大的进步,中国地质调查局等有关地勘单位都进行了很多这方面的工作。中国地质调查局组织实施的国土资源大调查项目中数字国土工程项目正加紧实施,并于2001年完成了全国1:50万数字地质图数据库,并广泛提供给社会使用;1:20万(25万)、1:5万数字地质图数据库正在建立;区域地质调查数字化系统已初步完成,正待推广应用;地质工作程度数据库和矿产数据库正在建设等,这些都为建立以GIS为平台的勘查评价系统提供了很好的基础数据库。

基于GIS为平台建立矿产资源快速勘查评价系统,可以从成矿域(全国范围)、成矿区(带)、矿集区、矿田(床)等不同层次进行<sup>③</sup>。矿集区数字化勘查评价系统是其中一个重要的承上(域、带)启下(矿田、矿床)的评价系统,通过对矿集区内地物化遥资料的全面综合,快速有效地进行多元信息评价,提取成矿和找矿信息,达到对矿集区进行成矿预测和指导勘查的目的。

## 5 结论与讨论

矿集区的勘查评价工作是对成矿区带研究和勘查评价工作的延续和深入,又是对已知矿床和老矿山“二轮找矿”(探边摸底)勘查评价工作的扩展,是将矿化信息转化为矿产资源勘查成果和扩大已有矿产规模的重要工作。尤其是在我国对重点成矿区带长期研究和大量基础地质资料的积累,以及大量已知矿床和矿山地质勘查资料积累的基础上,加大对矿集区矿产资源的勘查评价工作,是快速经济有效地完成一批重大矿产勘查成果,增加矿产资源量,以及快速解决我国矿产资源短缺问题的重要途径,对保持矿业经济的持续发展有重要意义。

矿集区的勘查评价工作不仅要解决技术方面的

① 吕国安. 成矿区带地球化学普查异常评价的方法技术,甘肃有色地质勘查局,1997.

问题,同时还要解决勘查体制和机制的问题。旧体制所形成的地质勘查和矿业开发相互独立的现象依然存在,造成了资料的互相封锁,各自进行独立的勘查活动。同时,不同地勘行业单位为了各自的勘查利益,更是相互戒备,互不往来,甚至同一地区重复勘查的现象很多。另一方面由于资金投入有限,根本无法满足勘查工作部署的需要。上述现象的存在,不利于矿集区进行整体的勘查和开发活动,大大影响了勘查成果的快速获取,影响了矿山企业的持续发展,造成了资源的极大浪费。在市场经济条件下,如何以经济利益为纽带,加强地勘单位之间,地勘与矿山企业之间的联系,共同对矿集区进行勘查评价和矿业开发工作,形成一种全新的勘查体制与机制,将会大大促进地质勘查评价工作的快速发展。

在成文中多次与有色金属矿产地质调查中心孙肇均教授级高级工程师、中国地质科学院地质研究所汪东波教授级高级工程师、中国地质调查局王保良高级工程师和王瑞江教授级高级工程师,以及甘肃有色地质勘查局等部门有关专家的探讨,并引用了大量有关地勘单位的勘查评价成果,特致谢忱。

## 参考文献:

- [1] 陈毓川. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价 [M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [2] 龚林, 何毅特, 陈天佑, 等. 云南东川元古宙裂谷型铜矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996. 157~225.
- [3] 庄永秋, 王任重, 杨树培, 等. 云南个旧锡多金属矿床 [M]. 北京: 地震出版社, 1996.
- [4] 地质科技动态编辑部. 近年国外发现的几个重要矿床 (续报之六)——兼述近年国外矿产勘查概况 [J]. 地质科技动态, 1996, (10).
- [5] 地质科技动态编辑部. 近年国外发现的几个重要矿床 (续报之七)——兼述近年国外矿产勘查概况 [J]. 地质科技动态, 1999, (1).
- [6] 汪东波, 梅友松, 徐勇. 重点成矿(区)带综合研究的若干问题探讨 [J]. 地质与勘探, 2001, 37(6): 1~5.
- [7] Lowell J. D. and Guilbert J. M. Lateral and vertical alteration mineralization zoning in porphyry ore deposits [J]. Econ. Geol., 1970, 65 (4).
- [8] 朱谷昌, 徐勇, 吴德文, 等. 遥感地质找矿预测新方法及其应用 [A]. 见: 中国地质学会. “九五”全国地质科技重要成果论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 2000. 694~698.
- [9] 徐勇, 张远飞, 朱谷昌, 等. 遥感地质找矿预测新方法及其应用 [A]. 见: 中国地质学会. “九五”全国地质科技重要成果论文集 [C]. 北京: 地质出版社, 2000. 685~689.

## Potential mineral resources and exploration in districts of concentrated metallogenesis

XU Yong

(China Geological Survey, Beijing 100035, China)

**Abstract:** The district of concentrated metallogenesis is an area where mineral deposits are densely concentrated in a certain range. In the area superlarge, large, median, and small deposits, occurrences and mineralization of different minerals or different types are distributed in a certain space. There is a certain interrelation in spatial and temporal distribution of the mineral deposits in a district of concentrated metallogenesis. The district of concentrated metallogenesis is an important base of mineral resources and is of great significance to supplying mineral resources necessary for economic development. Meanwhile, the district of concentrated metallogenesis is also an important exploration area with potential mineral resources and districts of concentrated metallogenesis where many old mines are located are still important prospect areas of China. To strengthen the study and exploration assessment of districts of concentrated metallogenesis is an important way for increasing mineral reserves and has great significance for alleviating the deficiency of mineral resources in old mines.

**Key words:** district of concentrated metallogenesis; district of concentrated mineralization; mineral resources; exploration