

大型超大型金属矿床 综合信息成矿预测方法研究

李景朝¹ 刘少华² 严光生³(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所,
北京 100101; 3. 中国地质调查局发展中心, 北京 100083)

[摘要] 大型超大型矿床在其时空分布、控矿因素、形成机制、成矿模式诸方面与一般中小型矿床有相似甚至雷同之处, 也有其特殊、独特方面, 研究预测大型超大型矿床相当复杂, 需要从不同学科、不同侧面、不同角度、不同途径、不同方法及不同思路进行综合研究. 本文给出大型超大型矿床预测的综合信息方法, 认为地质地球物理地球化学多学科综合分析是今后找矿的最主要途径. 通过对大型、超大型矿床的趋群性特点分析, 给出了矿床密集区的概念以及圈定的基本原则和边界条件. 通过对大型超大型矿床发现途经的分析, 指出大型超大型矿床的分布具有可预测性. 并表述了综合信息预测方法流程, 以矿床密集区为模型单元, 以异常密集区为预测单元, 通过地质、地球物理、地球化学等综合信息控矿地质变量的提取和合理赋值, 加上数理统计方法的合理应用, 达到对大型超大型矿床的预测目的.

[关键词] 大型超大型矿床; 地球物理; 地球化学; 综合信息; 矿床密集区; 异常密集区

[中图分类号] P315 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1004-2903(2002)04-0736-09

0 引言

勘查储量占 70%~85%, 而数量仅占 10% 的超大型矿床, 不仅仅能够对地方乃至国家经济产生重要影响, 而且对它的研究将极大地推动固体地球科学的发展. 过去 30 年中, 成矿学研究主要沿着两条主线发展, 其一是建立以板块构造理论为基础的构造环境与特定矿床类型之间的联系, 发展成矿带的地球动力学与成矿作用理论; 其二是建立和改进各类矿床的形成模式和找矿模式^[1]. 其研究都取得了重要的进展, 但在实际找矿应用中效果还不够理想. 关键在于缺乏把大区域的岩石圈作用与小范围的矿床形成有机联系起来的纽带. 笔者认为, 从地球壳-幔系统的成矿元素巨量聚集过程研究入手, 综合地质、地球物理和地球化学的研究成果, 预测与寻找大型、超大型矿床密集区和超大型矿床, 将成为 21 世纪初成矿理论与找矿方法研究的主流.

超大型矿床的理论研究和找寻方法研究是一项艰巨、复杂、综合性极强的工作. 超大型矿床的形成是一定地质背景与环境的产物, 其元素组合、矿物组合、时空分布、控制因素、形成机制、成矿模式等具有多样性、复杂性、特殊性. 目前, 在地表找到超大型矿床的可能已越来越小. 地球物理、地球化学、遥感等多学科方法的高度综合与合理解释已成为寻找隐伏超大型矿床的必要途径. 因此, 超大型矿床的找寻必须利用地质、地球物理、地球化学、遥感等不同学科成果, 从不同角度、不同途径、不同方法进行综合研究.

[收稿日期] 2002-10-04; **[修回日期]** 2002-11-20.

[基金项目] 国家地质大调查项目(K-4-05)和国家攀登计划项目(85B-34-04)资助.

[作者简介] 李景朝, 男, 1965年生, 1999年获长春科技大学博士学位, 现为吉林大学副教授, 并在中国地质大学(北京)博士后站工作. 主要研究方向有矿产资源预测, GIS应用、开发与管理. (E-mail: ljingchao@mail.cgs.gov.cn)

本文依据地质、地球物理、地球化学及遥感的综合信息方法,与 GIS 手段接轨,探讨大型、超大型矿床寻找的途径与方法。

1 大型超大型矿床发现的主要途径

1.1 老矿区或已知成矿区(带)外围和深部发现姊妹矿

近几年世界固体矿产勘查的重点发生变化,新区的大区域基础普查大为减少,而把力量集中到已知成矿区(带)或老矿区的外围和深部。对于老矿区,通过深入细致研究,包括对矿带、矿区的总体地质研究,特别是对老资料的重新研究,老矿点的重新评价,异常的重新解释,找到新的重要矿床或扩大了远景。如近年在对世界最大铜矿床——智利丘基卡马塔铜矿床外围进行勘查中,在其南北各发现了新的巨大铜矿床(楚基北和曼萨米纳);印尼新发现的格拉斯贝格巨大斑岩铜矿离已知埃茨贝格砂卡岩铜矿仅 3 km;菲律宾新发现的“远东南”斑岩铜金矿就在勒班陀老脉型矿山之下;澳大利亚新发现的巨型“世纪”铅锌矿位于已知的昆士兰州朗希尔矿田中,距著名的芒特艾萨铅锌矿田 250 km;古老的西班牙—葡萄牙黄铁矿带,继上世纪 70 年代发现巨大的内维斯—科尔沃黄铁矿型铜锌多金属矿之后,于 80 年代又发现巨大的洛斯弗赖莱斯铜、锌多金属矿;著名的美国卡林型金矿带,至少已发现了 20 余个重要金矿床,最近几年,在卡林金矿带 450 米以下发现了大而富的“高沙漠”金矿(Au 储量 60t,品位 10.3~20.6 g/t)和“绿松石”金矿(A 储量 155 t,品位 12 g/t);我国山东省玲珑焦家式金矿床也是典型地区之一,目前该矿区外围的综合方法找矿已经取得进展。目前老矿区及外围亦是我国找矿突破的主要方向之一。

1.2 应用地球物理和地球化学方法发现大型、超大型矿床

地球物理的重要能力在于了解并提供地下三维结构及相应的物性参数,对大型超大型隐伏矿床预测有着不可替代的作用。刘光鼎院士提出应用地球物理方法研究深部构造特征和成矿地质环境,给出了隐伏矿预测的综合地球物理方法^[2,3],在宏观与微观这两个预测层次上,为大型超大型矿及隐伏矿预测提供了地球物理依据。在宏观上,中国的地质环境与隐伏矿的分布有密切的关系。依据地球物理学研究成果,地球物理家对中国大地构造格局有不同于地质家的全新认识。刘光鼎通过研究中国布格重力场特征,中国瑞利面波横波的速度分布,中国大陆及邻域的地震震中分布,中国大地电磁结果和现代构造应力场特征,发现中国大陆具有“东西成带,南北分块”的大地构造格局,可以形象的比喻为“三横、两竖、两个三角”^[4](图 1)。“三横”是指天山—阴山—燕山、昆仑—秦岭—大别和南岭三条横向展布的构造带;“两竖”是指大兴安岭—太行山—武陵山梯级带和贺兰山—龙门山南北带;“两个三角”即阿尔金山—祁连山所包围的柴达木及松潘—甘孜地区。它们以昆仑—秦岭为底线,顶角分别指向南北。“三横”所分割的是华北、扬子、华南块体;“两竖”则给出了特提斯域、滨太平洋域及它们之间的过渡带。由此可见,“三横”基本上为块体边缘结合带,与“两竖”一样,是构造活动最为活跃的地方。也是大型金属矿床形成的有利地区。图 1 表明,在大型的结合带附近或次一级断裂的交汇处,岩浆、变质与成矿作用十分强烈。有深部通道,有矿物来源,有较好的成矿条件与控矿构造,所以大型特大型金属矿床往往与之相关。

在微观上,随着地球物理学理论和现代技术手段的飞速发展,特别是计算机的广泛运用,使勘查能力极大提高。重力勘探仪器的精度已经由 mGal 级提高到 μ Gal 级,磁力勘探仪

器也由 nT 级提高到更高的数量级;多种电法如 MT, TEM, CSAMT 等的应用,为解决找矿问题提供了广泛的可能;航空重力、航空磁力、航空放射性、航空遥感和航空电磁法为大面积快速搜索展现巨大前景,而地震、电阻率和电磁的层析成像技术为查明矿体提供了更新的手段,许多以前难以解决的许多问题,都可以在高分辨率,高精度的条件下实现。

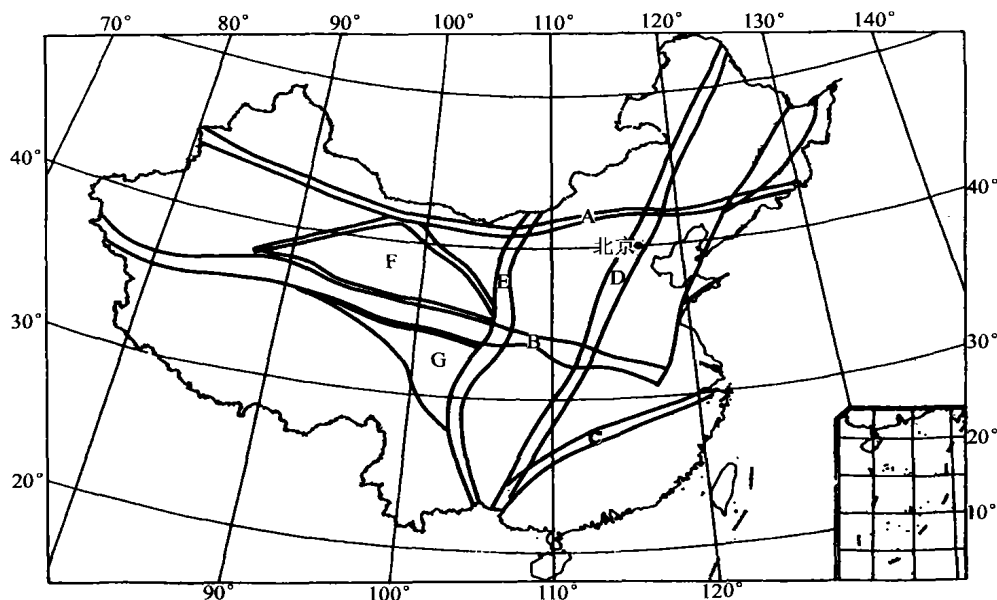


图 1 中国大地构造宏观格架(引自参考文献[4])

A 天山—阴山—燕山构造带;B 昆仑—秦岭—大别构造带;C 南岭构造带;D 大兴安岭—太行山—武陵山梯级带;E 贺兰山—龙门山(南北带)梯级带;F 阿尔金—祁连山地区;G 潘松—甘孜地区。

Fig.1 China tectonic macroscopic framework

具此,刘光鼎院士提出分层次,有步骤开展隐伏矿大矿的综合地球物理方法。(1)全国地球物理战略普查.解决对全国矿产资源分布规律的认识,尺度为 1:100 万—1:500 万。(2)区域地球物理战役详查.解决重点成矿靶区的选择问题,尺度为 1:20 万或 1:20 万。(3)矿区及外围地球物理战术勘查.解决具体靶区的预测和查证。近年来,在胶东栖霞地区、招远地区中国科学院地质与地球物理研究所一直与矿区单位合作,开展战术勘查工作,利用高精度重力、磁力,大地电测深,以及 CASMT 等手段,配合大量物性工作,结合地质、地球化学方法,圈定矿体,取得了满意成果。

地球化学方法则是一种直接和有效的地表找矿手段,可以从元素成分上为找矿服务。近年来随着元素分析灵敏度的大幅度提高,使得地球化学家认识和识别新类型及预测盲矿能力有了长足进展,尤以金矿更为明显。如美国阿拉斯加州波戈大型高品位金矿床的发现,通过详细的水系沉积物测量、土壤地球化学测量,圈定金、砷、铜、铅、锌等多元素异常而圈定的,目前金控制储量 161 t,矿体尚未尖灭。美国卡林型金矿也是应用地球化学方法发现的典型金矿床之一。

1.3 在中小型矿床密集区中发现大型超大型矿床

大型超大型矿床在初始勘查阶段,往往以中小型矿床形式存在,随着工作的进一步深入认识水平的提高,发展成为大型、超大型矿床.如我国紫金山超大型铜金矿,上世纪 50 年代发现铜矿点,1:20 万区调圈出重砂金异常,划为铜金远景区.60~70 年代作过 1:2.5 万土壤地球化学测量,发现 Cu、Pb、Zn、Sn、Mo 异常及铜矿体,但认为规模小,未进一步工作.80 年代初进行 1:2.5 万重砂测量,追索砂金异常时,在紫金山上发现 70 多处老硐,硐中岩石普遍含金.于是在 1984 年开始找金地质初查,使用电法和槽硐探,划定两条金矿化带,22 个金矿体.1986 年再进行高精度磁测和区域化探水系沉积物测量,在紫金山及其附近有规整的多元素异常显示.1987 年上钻,在深部发现多层铜矿体,1988 年以后才确定是以铜为主的铜金矿床.现在其西南部也发现碧田铜金矿,与紫金山属同一成矿带.辽宁猫岭大型金矿也是在含金石英脉型中、小型矿床不断开采、勘查中储量不断扩大,才增至大型规模的例子.

1.4 在新的成矿理论和成矿模式指导下发现大型、超大型矿床

澳大利亚奥林匹克坝超大型铜矿(Cu 为 32 000 000 t, Au 为 1200 t, U_{3O₈} 为 1 200 000 t) 的发现为典型范例.该矿床隐伏于地下 300 m 左右,地表是沙漠,没有任何矿化的指示.整个勘查计划是从在元古宇内找大铜矿的概念出发,因为全世界的巨型铜矿大都产于元古宇岩石内.D.W.海恩斯认为,元古宙盆地内氧化的大陆拉斑玄武岩可作为矿源岩,能够提供足够的铜,在上覆沉积岩中形成大的铜矿;同时,地球物理学家 H.拉特提出用重力及磁异常找深部玄武岩,并精确推算其深度;第三是 E.S.奥德里斯科尔和 D.M.邓肯用构造分析法确定了基底断裂系统位置,认为线性构造交汇处是成矿最有利部位.尽管实际验证的结果与所提出的成矿概念模型不完全符合,但该矿床的发现,至少应部分归功于当时提出的铜可以从固结的玄武岩中淋溶出来形成矿床的新见解.这样把成矿理论和成矿模式密切结合,导致了世界上这一巨型矿床的发现.

1.5 应用综合信息发现大型、超大型矿床

地球物理与地球化学方法的综合运用,是寻找金属矿的基础条件.在新的地质理论、成矿模式、综合信息成矿模型的指导下,采用有效的地质、地球物理、地球化学方法,系统开展成矿区(带)的研究发现大型、超大型矿床.

王世称等认为,应用综合地球物理方法研究深部构造和地质环境,是寻找大型超大型矿床的前提条件.矿床的分布与地球物理场和深部构造有关.利用地球物理场提供的信息和其反映的深部特征,就可以预测矿床的空间位置.因此,专门深入探讨了中国金矿带分布区的地球物理场和深部构造的基本特征^[5],将中国以知金矿床划分为八个聚集带(A—F),具体给出了各个金矿带的地球物理特征和深部构造特点(表 1).据此分析预测了找矿远景区,给出了金矿床找寻的区域地球物理信息(表 2),并提供了找矿的区域和局部规律.如成功发现的辽宁猫岭金矿(Au 为 52t).

国外的成功例子:如葡萄牙发现的内维斯科尔沃大型铜锌矿,矿床产在欧洲古老的西班牙—葡萄牙黄铁矿带中,在该矿带中已查明的大型矿床至少已有 60 多个.区内出现有块状硫化物矿床、脉型铜矿和锰矿床,经研究确定主要勘查目标是含铜为主的复杂硫化物矿床,同时指出硫化物矿床在时间上总是与各种海底喷出的酸性火山岩有关,空间上产在火山喷发中心的边缘附近.在这些基础研究的基础上进行综合勘查:①地质方法,进行地质填图发现喷发中心和大量角砾岩及铁质胶结物等各种指示矿床的标志;②地球化学方法,对区内水

系沉积物进行调查,发现内维斯地区含铁质角砾岩中多而强的地球化学异常,铁帽分析 Pb、As、Sb、Cu、Sn 含量也较高,且可与西班牙韦尔发省已知的拉古纳佐矿山样品分析结果对比,认为这些元素有可能是与一个硫化物矿床相对应;③地球物理方法,使用地面磁法、电法,尤其是重力测量,对 40 处异常分类,确定 15 处,其中内维斯重力异常明显,最后钻探验证,在地面下 300 m 处见到铜锌块状硫化物矿体.有铜储量 2 700 000 t, 锌 2 060 000t.加拿大赫姆洛金矿(Auw 为 600 t)也是综合找矿的范例.

表 1 中国已知金矿床分布带的区域地球物理信息

Table 1 Regional geophysical information of known gold deposit zones

地球物理信息带名		壳内低阻层顶深(km)	地壳平均地震波波速(km/s)	磁性构造层底面埋深(km)	2-360 阶卫星重力异常 ($10^{-3}m/s^2$)	2-180 阶卫星重力异常 ($10^{-3}m/s^2$)	均衡重力异常 ($10^{-3}m/s^2$)	上地幔内低阻层顶面埋深(km)	中波长磁异常 (nT)
A	W	10→30 浅带	6.3	30→40 浅带或深带的边缘	-20→25 正异常、低负异常	-10→20 正异常、低负异常、高负异常边缘	-30→-20 低负异常	110 左右	负高值带所夹的低正值带
	E		6.1→6.2					60, 浅带	高正值带
B		10→30 浅带	6.3	30→35 浅带	同 A	-10→20 正异常、低负异常	20→70 正异常带	60→110 浅带	正负异常相同的低值带
C			6.3	30→35 浅带	同 A	同 B	20→30 正异常带	同 B	与 B 相近
D		10→20 浅带	6.3	34 左右中深带的边缘	同 A	同 B	10→30 正异常带	80→130 变化较大	高值带
E			6.2→6.3	26→35 浅带	同 A	同 B	10→30 正异常带	N60→180 S80→110 浅带	高值带
F		15→25 浅带		30→35 浅带	同 A	同 B	同 E	80→130 变化较大	变化带
G		15→30 浅带	6.2→6.4	30→35 浅带	除 A 外尚有高负异常带的边缘		-30→20 变化较大	70→130 变化较大	变化带
H		15 左右浅带	6.2→6.3	N40 S25	同 A	同 B	20→70 正异常	70→100 浅带	过渡带

表 2 预测的金矿床的区域地球物理信息

Table 2 Regional geophysical information of unknown gold deposit targets

地球物理信息带序号		壳内低阻层顶深(km)	地壳平均地震波波速(km/s)	磁性构造层底面埋深(km)	2-360 阶卫星重力异常 ($10^{-3}m/s^2$)	2-180 阶卫星重力异常 ($10^{-3}m/s^2$)	均衡重力异常 ($10^{-3}m/s^2$)	上地幔内低阻层顶面埋深(km)	中波长磁异常 (nT)
I	94			35→40	-50→10	-50→50	-100→20 (梯度带)	120 左右	低负异常与正异常
	96			35→40	-10→10	-50→80	-60→30	100→140	同上
	97			35→40	-10→10	-50→80	-80→20	100→140	同上
II	72	20→30	6.3	25→35	-10→25	-20	-70→-10	120→160	低负异常与低正异常
	85		6.25	25→40	15	-20→20	-120→-50	120→160	同上
	86		6.3	30→35	10→30	20	-70→20	160 左右	同上
	87		6.3	30→35	50→150	30→120	10→100	120→140	同上
	88	6.3	30→35	30→50	10→30	-50→20	120→160	同上	
III	28	15→25	6.25	30→35	-5→25	-10→20	10→30	70→100	中高正异常
	29		6.3	35→40	-5→25	-10→20	10→30	80→100	同上
IV	51	15→25	6.3	30→40	-5→25	-10→20	-20→30	60→80	高正异常
	52		6.25	30→35	5	-10→20	20	80→120	中高正异常
	54		6.25	25→34	-15→10	-10	10→30	100→120	中正异常

(表 1 和表 2 均引自文献[5]).

2 矿床密集区的概念及圈定的基本原则

2.1 基本概念

大型、超大型矿床密集区是指位于同一或不同大地构造单元内,以一个或若干个超大型

矿床为骨干,带有一批中、小型矿床或矿点,具有不同时代、不同成因类型、不同矿种,空间上相对集中的矿床自然集中区.大型、超大型金属矿床密集区多属于金属省组成的金属矿床密集区;与之相对应,没有大型、超大型矿床,只有中小型矿床(点)存在的密集区则称之为矿床密集区.大型、超大型矿床密集区和矿床密集区,广义上统称为矿床密集区.而既没有大型、超大型矿床,又没有中、小型矿床,只有各种异常(地质的、地球物理的、地球化学的、遥感的)的密集区称之为异常密集区.对大型、超大型矿床的预测,首要的就是矿床密集区和异常密集区的圈定与划分,即模型单元和预测单元的提取.

2.2 圈定矿床密集区的基本原则

首先精确编制各种矿产分布图;其次,应用地球物理和地球化学信息确定矿床密集区的边界条件,从地球物理角度确定控矿构造格架,从地球化学角度研究矿床伴生或共生的关系,从地质演化角度研究金属省的特点.通过对全国 1:500 万、新疆阿尔泰地区和山东 1:50 万金、铜、铅(锌)矿床预测研究发现,大型、超大型金、铜、铅(锌)矿床的密集区与其相应元素的剩余异常的空间分布具有较好的一致性,它们一般位于深构造交汇的部位,而且以“面型”为主,通过汇水盆地网系图的编制,以元素剩余异常、异常汇水盆地和深部构造作为划分密集区单元的边界条件.

3 大型、超大型矿床预测的基本思路和基本方法

3.1 预测的可能性

多金属、贵金属矿床在空间上和地质时间上分布既有趋群性,又有不连续性、非均匀性和区域金属的专属性,这是一个客观规律.从统计规律出发,大型、超大型矿床与中、小型矿床的空间分布关系具有“鹤立鸡群”的分布形式,“鹤”是指密集区中的大型、超大型矿床,“鸡群”是指密集区中的中、小型矿床^[5].从统计观点分析,大型、超大型金属矿床与中小型金属矿床的关系,可视为金属矿床密集区的集合.在金属矿床密集区中,对大型、超大型矿床的预测,就是这种大、中、小型矿床集合和控矿因素集合的有序上升变量的定量化研究问题.所以,对大型、超大型矿床的预测,实质上就是对矿床密集区的预测.

3.2 预测的基本方法

大型、超大型矿床成矿预测,更适合采用综合地质、地球物理、地球化学、遥感等多学科资料的综合信息成矿预测理论和方法体系,并以现代计算机技术—地理信息系统(GIS)为平台,通过空间实体的划分,充分利用 GIS 的空间分析功能开展此项工作.

综合信息矿产预测,是指应用能反映矿床形成、分布规律和控矿因素的地质、地球物理、地球化学、遥感地质等一系列方法所获得的有关信息,对矿产资源体开展预测工作.其基本原理是,以基础地质理论和现代成矿理论为基础,从研究区的地质构造环境和已知矿床(点)入手,分析矿床的成矿规律、成矿控制条件,并以此为前提,对地质、地球物理、地球化学、遥感等多学科资料进行解释,研究直接和间接信息的相关关系,形成综合信息解释系统,深化已取得的对地质和成矿规律的认识,并建立以找矿为目的的综合信息找矿模型.在此基础上,以综合信息找矿模型为指导,研究矿化单元的边界条件,划分不同等级的地质体统计单元,研究各类信息与矿产资源特征间的关系,选择最佳变量组合,应用计算机技术,把综合信息找矿模型转化为综合信息定量评价模型,并将其外推到地质构造环境和成矿环境相类似

的未知地区,实现对矿产资源特征的定量估计.不难看出,综合信息成矿预测,实际上是一种将传统的矿产预测、矿床统计预测和矿产资源评价融为一体的一种成矿预测方法.

3.3 预测的工作流程

系统与合理的工作方法和工作流程是大型、超大型矿床综合信息成矿预测体系的重要组成部分,是预测、评价思想得以贯彻的保证.

在系统收集和分析研究区地质、矿产、地球物理、地球化学、遥感等与成矿有关的多种信息基础上,开展预测工作.预测流程见图 2.

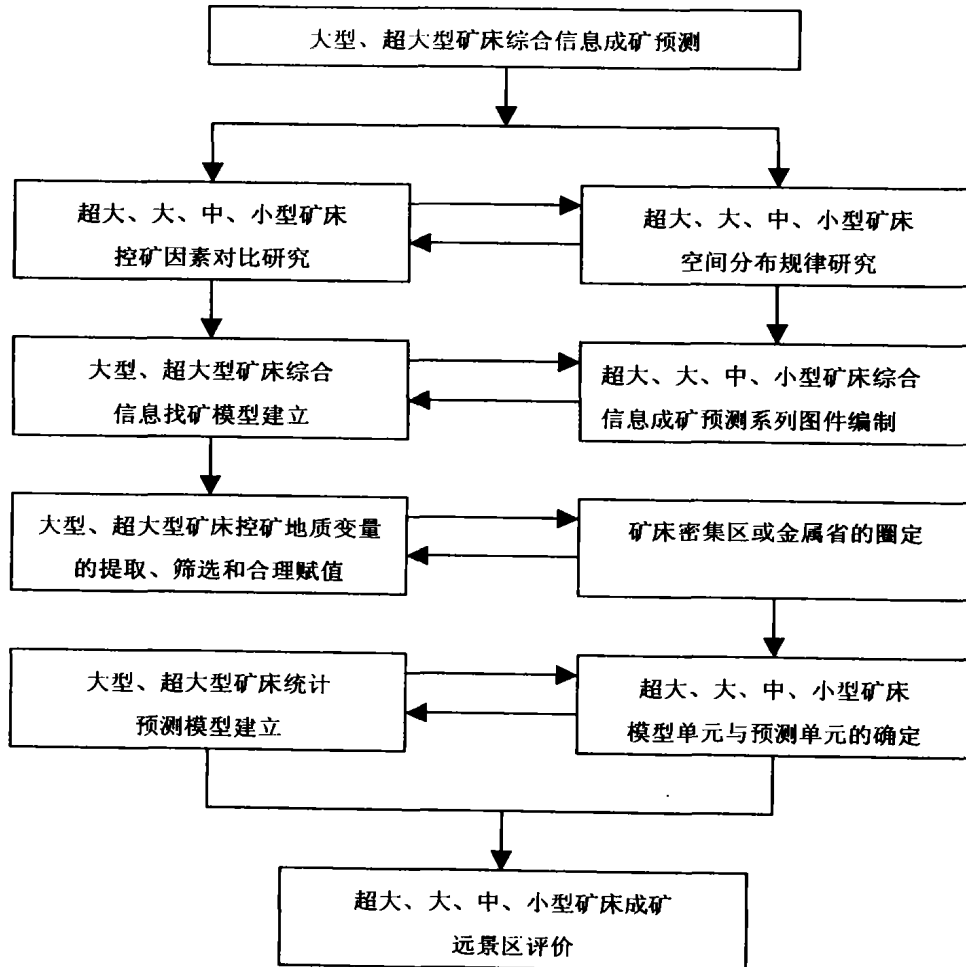


图 2 大型、超大型矿床综合信息成矿预测流程

Fig.2 Flow diagram of synthetic Information mineralogical prediction for large and superlarge ore deposits

从流程图中可以看到:(1)以研究区范围已知矿产分布图为基础,进行超大型、大型、中、小型矿床空间分布规律研究.(2)对地质、地球物理、地球化学、遥感等资料进行综合解释,编制超大、大、中、小型矿床综合信息成矿预测系列图件,包括各种控矿因素图件,如大地构造单元图、出露的前寒武系基底和通过重力资料推断的隐伏基底(它们很可能是矿床形成的初

始矿源层)分布图;不同时代、不同期次出露岩体和通过航磁、重力资料推断的隐伏岩体(它们可能是成矿的重要热源和部分矿源)分布图;与成矿有关的各时代沉积盖层分布图;导岩、导矿、储矿构造分布图;与成矿有关的各类地球化学和地球物理异常图等.以基础地质理论、现代成矿理论和找矿理论为基础,进行超大、大、中、小型矿床成矿规律、控矿因素对比研究.(3)应用综合信息圈定矿床密集区或金属省,确定和划分大型、超大型矿床成矿预测的模型单元和预测单元.(4)在成矿模式研究基础上,结合成矿系列理论,建立大型、超大型矿床综合信息找矿模型.(5)在大型、超大型矿床综合信息找矿模型基础上,选择预测变量,并对各模型单元和预测单元按预测变量进行赋值.(6)建立大型、超大型矿床综合信息定量统计预测模型,以大型、超大型矿床密集区为模型单元,以矿床密集区或异常密集区为预测单元,通过合理的数理统计模型,进行超大、大、中、小型矿床成矿远景区预测与评价,从而优选出可供进一步工作的找矿靶区.

4 讨论

大型、超大型矿床预测理论与方法研究是一项基础性、探索性、综合性强的课题,需要一个较长的认识过程.近几年来,在国内外需求和理论发展推动下,超大型矿床形成环境和分布规律研究取得了重要进展,大型、超大型矿床在时间和空间上的趋群性,其形成需要巨量物质的堆积和多种大规模成矿作用的叠加,良好的大地构造背景,适宜的围岩条件等理论问题得到了共识.目前,国内外学者从成矿地球动力学出发,探讨层圈之间,尤其是壳幔之间相互作用的形式、过程和结果以及制约其发生的动力学机制,即什么样的动力学机制和过程会诱发金属的巨量富集^[6-8].可以预计,在矿床变大、变富成因机制研究基础上发展找矿工程学理论与方法,预测与寻找大型、超大型矿床将成为 21 世纪初成矿理论与找矿方法研究的主流,地质、地球物理和地球化学方法技术的不断发展和综合信息成矿预测理论与方法的深入,将为大型、超大型矿床的预测提供更有价值的信息.

参 考 文 献

- [1] 陈毓川,赵逊,张之一,等.世纪之交的地球科学——重大地学领域进展[M].北京:地质出版社,2000,26~80.
- [2] 刘光鼎,郝天珧,刘伊克.中国大地构造宏观格架极其与矿产资源的关系[J].科学通报,1996,42(2):115~118.
- [3] 刘光鼎,郝天珧.应用地球物理方法寻找隐伏矿床[J].地球物理学报,1995,38(6):850~854.
- [4] 刘光鼎,郝天珧.中国的地质环境与隐伏矿床[J].地球物理学报,1998,41(2):182~188.
- [5] 王世称,刘少华,杨宝俊.中国金矿带地球物理场与深部构造特征[A].见:寸丹集—庆祝刘光鼎院士工作50周年学术论文集[C].北京:科学出版社,1998.
- [6] 邓晋福,赵海玲,莫宜学,等.中国大陆根—柱构造—大陆动力学的钥匙[M].北京:地质出版社,1996.
- [7] Kumazawa M, Maruyama S. whole earth tectonics[J]. J. Geol. Soc. Japan, 1994,100(1):82~102.
- [8] 裴荣富,吴良士,熊群尧.中国特大型矿床成矿偏在性与异常成矿构造聚敛场[M].北京:地质出版社,1998.
- [9] 涂光炽,等.中国超大型矿床(I).北京:科学出版社,2000.

The Research Method of Large And Super-Large Ore Deposits For Synthetical Information Metallogenic Prediction

LI Jing-chao¹ LIU Shao-hua² YAN Guang-sheng³

(1. *China University of Geoscience, Beijing 100083, China*; 2. *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*; 3. *China Geological Survey, Beijing 100083, China*)

[Abstract] Researching for the super-large ore deposits (SOD) is considered a complicated problem. The SOD not only has the similar and even the same aspects in spatial-temporal distribution, ore controlling factors, metallogenic mechanism and metallogenic models, as the other common large, medium and small ore deposits, but has the special aspects for itself. It is necessary to study the SOD synthetically with different subjects, aspects, methods, ways and so on. According to the phenomenons of "Cranes stand in the chickens' folk" for the large and super-large ore deposits, the concentrated area and its basic division rules are proposed in the paper. The scope of remanent abnormal metallogenic elements and abnormal catch-basin and deep structure must be thought about during dividing the concentrated area's boundary, after studying the ore deposits distribution rules. Basing developing exploration engineering, it is discussed in the paper that the large and super-large ore deposits can be forecast, by summarizing the found ways of large and super-large ore deposits, such as finding the other ore deposits in the depth and outside of the old and known ore deposit, finding the large and super-large ore deposits by applying geochemistry methods, in the concentrated areas of medium and small ore deposits, with the metallogenic theories and models instruction, analyzing synthetic information synthetically and so on. In the paper, the ore deposits concentrated area and abnormal concentrated area are regarded respectively as the modeling and forecasting sector, in order to forecast the large and super-large ore deposits, through abstracting and evaluating the geology, geophysics, geochemistry, remote sensor and the other synthetic ore control factors, using mathematical statistics methods reasonably.

[Keywords] Large and super-large ore deposits; Geophysics; Geochemistry; Synthetic information methods; Concentrated areas of ore deposit; Abnormal concentrated areas