

技 术 路 线

第一节 工作思路和工作原则

一、工作思路

全国矿产资源潜力评价工作是我国矿产资源方面一次重要的国情调查，总体思路是以科学发展观为指导，以提高我国重要矿产资源对经济社会发展的保障能力为目标，充分开发应用已有的地质矿产调查、勘查、多元资料与科研成果，以先进的成矿理论为指导，使用规范而有效的资源评价方法、技术和各类基础数据为支撑，以中国地质调查局各单位已开展的资源评价工作为基础。采取政府部门指导，中国地质调查局组织实施，专家主导，产学研相结合的工作方式，全面、准确、客观地评价我国重要成矿区带内的矿产资源潜力，以及空间布局。预测未来 10—20 年我国重要矿产资源的探明趋势，推断开发产能增长趋势，矿产资源开发基地的战略布局。为更好地规划、管理、保护和合理利用矿产资源，也为部署矿产资源勘查工作提供基础资料，为国家编制中长期发展规划提供科学依据。同时通过工作提高对我国区域成矿规律的认识水平，完善资源评价理论与方法，并培养一批科技骨干及工作队伍，据此确定项目的具体目标和实施的技术路线。

二、工作原则

全国矿产资源潜力评价工作是一项需要发挥各方面积极性，创造能力的庞大的系统工程。总体工作原则是：坚持解放思想、实事求是、尊重地质工作规律的原则；坚持一切从国家整体利益出发，立足当前，着眼长远，统筹全局，兼顾各方的原则；坚持“统一组织、统一思路、统一方法、统一标准、统一进度”的原则；坚持实行项目分类分级管理，发挥各方面积极性和优势，充分发挥各省（区、市）地勘单位的作用，产学研相结合，融合协调、和谐的原则；坚持既要自主创新，符合我国国情，又可进行国际对比和交流的原则。

第二节 技术路线

全国矿产资源潜力评价工作总体技术思路为：以成矿理论为指导，加强区域成矿规律研究，加强与成矿有关的基础地质研究工作，最大限度地深入分析地质构造的成矿信息，以Ⅲ级成矿区（带）为单位，深入全面总结主要矿产的成矿类型，研究以成矿系列为核心内容的区域成矿规律；全面利用物探、化探、自然重砂、遥感所显示的地质找矿信息；运用体现地质成矿规律内涵的预测技术，全面全过程应用 GIS 技术，在定性和Ⅳ、Ⅴ级成矿区内圈定预测区基础上，实现分省、全国资源潜力预测评价（资料截止时间为 2005 年底）。

一、加强区域成矿地质背景研究工作

（一）成矿地质背景研究工作是矿产预测的基础工作

1、成矿作用是地质作用的组成部分，也是地质作用的产物，从某种意义上讲，出于经济目的考虑，把某些具有特殊经济意义的岩石、矿物称为矿产。因此区域成矿地质背景研究工作是矿产预测的基础工作，主要目的是研究成矿作用和地质作用的关系，把成矿作用研究融合到地质作用研究过程之中。

现代成矿学研究表明，成矿作用在空间上经常产生于各类地质构造的边缘部位以及变异部位。重要的矿产主要分布在板块与板块不同组成部位的结合带或者边界地带。在时间上一般与地质构造转换阶段密切相关，矿产地一般成群、成带分布，成矿带的规模和地质构造边缘带和变异带相当。因此地质构造特征的

研究工作是矿产预测工作的基础，也是必需的途径。

2、区域矿产预测工作一般情况下是在已经开展区调工作的基础上进行，成矿地质构造背景研究工作通常是在区调工作基础上对工作区内的侵入岩、火山岩、变质岩、变形构造进行专题工作，获取与成矿作用有关的信息。对地层进行岩相古地理和沉积建造古构造研究，对火山岩进行火山岩相构造研究，对侵入岩进行岩浆建造构造研究，对变质岩进行变质作用及变质构造解析研究，通过以上研究工作获取对地质作用过程的基本认识，最后进行地质构造综合研究工作，分析有利于成矿的地质构造环境，编制综合地质构造图件，进一步说明地质构造特征，分析有利于成矿的地质构造。

（二）应用大陆动力学理论指导地质构造背景研究工作

2005 年我国陆域已全部完成了 1:20 万、1:25 万区调工作，为开展区域成矿地质背景研究工作奠定了坚实的资料基础。自地调局成立以来，开始全面推行造山带非史密斯地层填图方法，从此造山带大地构造相的概念被广泛应用于地质填图领域。解决了大陆动力学理论在区调工作中的实践应用问题。青藏高原及其周边地区，110 多万平方公里面积空白区就是按照新理论，新方法完成了 1:25 万地质填图。同时针对我国早期已完成 1:20 万区调的地区部署了应用大陆动力学理论指导的 1:25 万区调图幅修测工作，在主要构造带完成了一系列地质走廊带的填图工作。目前大陆动力学理论在区调工作中得到广泛应用，因此已具备按照大陆动力学理论，全面更新我国地质构造综合图件的条件了。本项目将完全以大陆动力学理论为指导，应用 1:20 万或 1:25 万区调原始资料，针对矿产预测工作的实际需要编制分省及全国统一的新一轮综合地质构造图，更新上世纪 80 年代完成的分省及全国综合地质构造图，同时将运用 GIS 技术编制与地质构造图相配套的表达地质作用过程各类辅助图件。

（三）地质构造背景研究工作，为解决预测工作中的技术难点提供了途径

应用矿床模型法是矿产预测，尤其是定量预测的首选方法。但是应用矿床模型法开展矿产预测评价工作遇到的关键技术难题就是已知矿床模型的信息和预测区的信息不对称。一般情况下预测区不具备矿床模型所特别具备的各类矿化特征及成矿规律研究的精细信息，这是不可回避的地质模型法预测的技术瓶颈。当前国外同行也在采取不同的技术途径加以突破。从我国国情实际出发，我国的区调工作是按照统一的技术标准，完全按规范化要求经过严格的验收程序完成的。从理论上讲已经完成的 1:20 万或 1:25 万区调图幅，其资料信息水平大体上是相等的，因此已知矿床模型的成矿地质背景的信息和预测区的成矿地质背景的信息是对称的。开展地质构造背景的精细研究可以在相当程度上解决地质模型法矿产预测的技术瓶颈。可以作如此比喻，在生长着各种果树的果园里要找到苹果，首先应该找到苹果树。如果再辅以其他各种信息，可以突破信息不对称的技术难题，因此地质构造背景研究的精细程度，直接决定了矿产预测的准确程度。

（四）地质构造背景研究工作必须突出重点，适应各成矿区（带）的地质条件

地质构造背景研究工作的目的是为矿产预测服务，因此也应服从于矿产预测的需要。对于任何一个地质构造单元，成矿作用一般都是和特定的沉积、构造、岩浆等地质作用有关，不可能和每一种地质作用都有关。因此地质构造背景研究工作应该在对已有成矿规律认识的基础上，根据不同矿种，与不同矿床类型、不同控矿因素的关系，针对与成矿作用有关的地质构造问题开展深入研究。例如对煤炭、锰、钾、磷、菱镁矿等以沉积为主的矿产以及其它矿产中沉积矿床类型，应侧重研究岩相古地理及沉积建造古构造等内容；对铬、镍、钨、锡等矿产应侧重研究岩浆建造构造等内容。本次工作要求对地质构造进行深入研究。根据对地质构造精细划分的结果，在Ⅳ、Ⅴ级成矿区内圈定预测远景区，一般依据大地构造块体（亚相）圈定Ⅳ级远景区，块体内的建造圈定Ⅴ级远景区。应当说明一点，矿产预测工作除了依据对区域成矿规律的现有认识以外，还应注意进行全球对比，努力发现新地区、新类型、新矿种，要有探索性创新思维，突破固有的“模式”思维。尤其是对我国中东部工作程度较高的地区，应突出这种指导思想。

二、科学开展物探、化探、自然重砂、遥感多元信息分析

自上世纪七十年代以来，在矿产预测工作中已经普遍重视利用物探、化探、自然重砂、遥感等多元信

息，其基本工作方法一般基层地勘单位都能够得到广泛的应用，本项目就科学利用物探、化探、自然重砂、遥感等多元信息提出如下技术思路：

（一）物探、化探、自然重砂、遥感多元信息研究工作基本思路

多元信息研究工作由两部分组成：第一部分是在成矿地质构造背景研究过程中，对地质构造研究的多元信息分析。在地质构造研究以及物探、化探、遥感资料进行地质构造推断解释的基础上开展综合信息地质构造研究工作，其成果集中体现在以综合地质构造图为基础的综合信息地质构造图中。第二部分是在成矿规律研究过程中对矿化信息的综合分析；在矿床特征研究以及物探、化探、自然重砂、遥感等微观特征研究基础上建立找矿模型。在矿产预测过程中通过对物探、化探、自然重砂、遥感等局部异常的分析研究直接确定为找矿信息，提供矿产预测依据，其成果直接体现在成矿规律与矿产预测成果图件中。

（二）物探、化探、遥感资料的综合信息地质构造研究工作

1、综合信息地质构造研究工作的研究方式，是以地质构造研究结果结合地球物理、地球化学、遥感影像推断解释的地质构造内容通过综合分析、去粗取精、去伪存真，实现在地质构造研究成果资料的基础上结合物探、化探、遥感有关地质构造推断解释信息的科学集成。

2、综合信息分析工作，应充分考虑不同专业获取地质构造信息的方式和途径，在信息取舍时应当在反映地质构造时间演化、空间分布、物质组分特征方面坚持扬长避短的原则。地质填图获取的信息是通过野外实地观察，并采取取样、化学分析手段，一步步经过思维加工而获得对地质构造特征的认识，具有直接、全面、系统的特征。但是存在着主观判断上的偏颇，以及通过点线获取数据信息的局限性。区域物探的推断解释主要依据地质体客观存在的物性特征，区分不同类型地质体，可以判断地质构造的空间特征，尤其可以判别区域地质构造格架。通过定量反演可以定量计算深部特定物性地质体的埋深、形状和范围。但是由于其信息获取主要通过物性差异间接推断解释，因此存在多解性。区域化探资料主要通过化学元素组分而推断地质构造物质组分及其空间分布。因此能用于反映不同化学元素组分的地质体的存在。但是由于是水系沉积物数据，因此判断地质体空间分布的精细内容及构造界限的确切位置存在较大的局限性。遥感资料在反映地质构造空间特征方面信息量大、直观，但由于受地表植被或第四纪堆积物大面积覆盖区的影响，其对深部构造的揭示存在明显的局限性。在研究地质构造时间、空间、物质组分特征中，地质、物探、化探、遥感都有其各自特点；多元信息分析工作应根据各专业的特点，在地质研究的基础上对物探、化探、遥感的推断解释结果进行分析取舍、扬长避短，实现互补。

3、应用物探、化探、遥感多元信息进行地质构造研究过程中，必须注意三种情况：第一种情况必须坚持以地质观察为基础，根据地质观察而获取的区调资料是地质构造研究的基础资料。所有多元信息研究都必须在此基础资料上进行补充、完善、延伸和修正。尽管地质填图获取的地质构造信息存在一定的局限性，或者由于地质学家对地质现象主观判别描述失真而存在偏颇性，但是总体上是地质构造的直接信息，因此不能以物探、化探、遥感获取的间接推断信息取代地质信息，更不能应用抽象化的非地质概念取代地质概念。第二种情况，必须坚持以物探、化探、遥感各专业本身的学科理论原理为依据进行地质解释，避免把特定条件下的推断解释方法泛化为无条件下的推断解释，把推断解释工作简单化，造成违背本学科原理的错误推断。第三种情况：必须坚持实事求是的科学原则，首先应按照本学科的原理进行推断地质解释，然后再进行跨学科的综合分析，进行取舍。坚决杜绝一开始就参照地质图内容进行主观演义性推断解释。

（三）物探、化探、自然重砂、遥感异常找矿信息研究

物探、化探、自然重砂、遥感局部异常是重要的直接找矿信息，其意义十分重要。

1、物探异常找矿信息研究：物探异常找矿信息判断具有间接性和多解性，本项目物探资料主要应用航磁、航放、重力三种数据，航磁主要应用 1:5 万、1:20 万、1:50 万、1:100 万比例尺资料，直接作为铁矿以及具有磁性矿物的矿床类型的找矿信息。航放数据比例尺为 1:5 万、1:20 万，主要用于铀矿找矿。本次工作要求对物探资料进行精细研究，特别强调，通过对局部异常进行定量反演。采用已知到未知类比法，定性判断矿化信息，通过定量反演判断异常源的位置、边界、埋深和产状。一般物探解释和定量反演

都存在多解性，因此必须利用已知地质资料、探矿工程资料、化探资料，加以约束，尽量排除多解。物探异常找矿信息研究应尽量使用比例尺较大的资料，凡是有 1:5 万比例尺的资料，都要尽量应用。

2、化探异常找矿信息研究：化探资料应用具有直观性。直接反映了各种矿（化）体的空间分布及与之相关的成矿元素或伴生元素。通过局部异常的圈定，单元素异常及综合异常组合及分带分析，可以判断引起异常的矿种、矿床类型以及矿床的估计规模，也是预测资源量的重要依据。因此化探异常找矿信息研究十分重要。

由于化探异常找矿信息的重要性，因此特别得到人们关注，国内外学者对化探数据处理提出了很多方法，并被广泛应用。目前大量使用的异常圈定方法，区域异常和局部异常区分的方法，综合异常的评价方法，各类数学计算方法，都已得到了广泛的应用。归纳起来主要针对五方面的作用，一是区分区域异常和局部异常，圈定局部异常；二是根据单元素异常确定不同元素的关系确定组合或离散；三是针对大范围区域异常中排除干扰，突显出局部异常；四是针对在弱异常中强化显示局部异常。五是对局部异常进行分类排序。各类数据处理方法也是分别在以上各方面起作用，某一种方法不可能达到全部目的。因此在数据处理方法选择时必须根据该方法的原理特点具有明确的的目的性和针对性，不能无目的地认为方法越多越好，越复杂越好。本次化探异常解释，突出进行针对性的精细处理，尽量选择排除干扰的人工智能方法。

化探异常找矿信息研究，由于其直观性、普及性因而也出现了简单化的现象。本项目实施过程中强调以下几点：第一，特别注重地理景观的研究，由于地理景观的差别，在采样方法有效性，异常评价方法，数据处理方法确定等方面都是不同的，因此必须按照不同景观条件选择评价方法体系。第二，目前化探数据主要采用水系沉积物为主的方法，该方法存在位移偏差，因此汇水盆地的划分以及原始点位的分布在异常评价工作中十分重要。第三，根据异常圈定、元素相关性确定、排除干扰、突出低缓异常、异常排序选择针对性强的精细数据处理方法。第四，化探异常评价工作必须密切结合地质成矿条件，避免就异常论异常。

3、遥感异常的找矿信息研究：遥感地质找矿信息研究长期以来主要以线、带、环、色、块遥感影像信息为依据，进行地质构造解释，以及间接类比分析找矿信息。自上世纪九十年代中期以来，遥感异常找矿信息研究方法得到迅速发展和普及，利用遥感普通影像数据量化处理直接获取地表蚀变岩石的矿化指示信息。利用岩石中金属阳离子（ Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 等）和阴离子基团（如 H_2O 、 OH^- 、 CO_3^{2-} ）的光谱反映，应用普通的TM、TEM 数据直接提取遥感异常信息，推断蚀变矿物的空间分布，提取直接找矿信息。目前这种方法对于荒漠地区、裸露地区已经取得了很好的找矿效果。本项目除了按照传统方法完成地质构造解释工作以外还将以遥感异常研究为主要手段，同时辅以线、带、环、色、块地质构造解译的间接类比分析法，进行直接找矿信息研究。遥感异常蚀变信息研究对于植被覆盖地区一般不适宜使用，因此还需要使用传统的间接解译推断找矿信息。

三、以成矿系列为核心内容的成矿规律研究工作

成矿规律研究工作是矿产预测的主要工作内容，也是不可分割的组成部分，互为因果。成矿规律研究工作就是将地质构造、矿产勘查、矿山开采等资料以及物探、化探、自然重砂、遥感所显示的地质找矿信息，运用科学的方法有机的联系起来。总结矿产的时间、空间、物质组份分布规律，形成规律，并据此预测未发现的新的矿产地的空间分布、矿种、规模、数量。本次总结研究工作以Ⅲ级成矿区（带）为基本单元，进行省（区）及全国汇总。

（一）成矿规律研究工作以成矿系列理论为指导

上世纪七十年代程裕淇、陈毓川院士等创立了成矿系列理论。又于 2005 年完成了《中国成矿体系与区域成矿评价》，这是我国最新最全面最系统的成矿规律研究成果。进一步完善了成矿系列的理论，提出了成矿体系的概念。本项目成矿规律研究工作将以成矿系列理论为指导，2005 年项目研究成果是在各省（除西藏外）成矿体系研究成果基础上进行全国统一汇总后的成果。各省的资料比较全面、系统。因此本项目以 2005 年研究成果为基础。已进行过上一轮研究的各省（区）在此基础上，按本项目要求进一步深

化研究，完成本次成矿规律研究工作。

（二）合理划分不同级别的成矿区（带）

2005 年完成的《中国成矿体系与区域成矿评价》研究成果，分出五个序次的成矿区（带）：成矿域、成矿省、成矿区（带）、成矿亚区（带）、矿田。提出了前三个序次的划分意见。本次研究以此为基础，对成矿区（带）的划分，各省（区）结合本省情况可提出修改意见，进一步完善。对成矿亚区（带）及矿田的划分由各省（区）根据地质成矿条件进行划分。同时不同矿种（组）将划分不同的成矿区（带）。

（三）成矿地质构造环境是区域成矿规律研究的基础

本次研究应在以往研究基础上，充分参照本项目对地质构造研究的要求，做好深化研究工作，划分出本省（区）存在的各类成矿地质构造环境，探讨其与成矿的关系及其演化过程及规律。

（四）地球物理场、地球化学场的总结为区域成矿规律研究提供重要信息

本次研究需进一步充分利用地球物理、地球化学及遥感探测资料与成果，进行深入分析，提取地质成矿信息，扩大在成矿规律研究工作中的实际作用，提高规律研究的质量。

（五）加强典型矿床研究工作是区域成矿规律研究工作的基本内容

由于本项目矿产预测要求做到圈定成矿预测区、预测资源量，因此选择矿床模型法为矿产预测的主导方法。典型矿床研究的深入程度，矿床成矿模式的建立、矿床模型（模式）所显示的信息量，及其可靠程度，直接关系到矿产预测的可信度，因此一定要重视典型矿床的研究工作。

由于矿产勘查工作程度很不平衡，因此国内不同地区典型矿床的数量以及研究程度差别很大，为了解决这个问题采用两种方法加以解决。一是借鉴全球典型矿床的资料进行类比，二是尽量收集具有典型意义矿化类型的不同规模的矿点或矿化线索的资料进行分析研究，以此达到工作程度低的地区发现新矿种、新类型的目的。

由于本项目实施时间和经费的限制，典型矿床研究工作主要通过收集已有资料为主，野外实地研究为辅，要求尽量收集齐全已有各种研究成果资料和数据。必要时开展实地调查研究工作，补充采集及测试必要的样品，特别是确定成矿时代的样品。

2005 年完成的《中国成矿体系与区域成矿评价》中，已经建立了 978 种矿床式（相当于典型矿床），本次典型矿床研究工作将以此为基础，进一步修正、完善，并根据各矿种（组）的预测技术进一步补充有关内容。

（六）总结区域成矿规律以矿产预测为目标

以成矿系列等理论为指导，总结区域成矿规律主要通过分析地质构造与区域矿产的时空关系，归纳区域控矿因素，划分成矿区带，总结区域成矿特征，进一步完善成矿系列组、矿床成矿系列、亚系列及矿床式的划分，建立区域成矿模式、区域成矿谱系，建立成矿体系，进行矿产预测。

根据陈毓川院士 2005 年研究成果，我国共划分五个成矿域（Ⅰ级）、16 个成矿省（Ⅱ级）、81 个成矿区带（Ⅲ级），本项目将以此成矿区带划分为依据，进一步按 8 类矿种（组）归纳成矿区带，并开展单矿种（组）预测工作。如果通过本次地质构造的研究，有新的认识，对成矿区（带）也可以进行适当修改。各省在此基础上应根据自身情况建立本省的成矿区带。

四、运用综合地质信息预测技术进行矿产预测

（一）综合地质信息预测技术的特色

1、在矿产预测工作中细化、深化地质构造研究工作。充分利用区调原始资料，针对不同矿化类型的控矿因素开展地质构造的深入研究。在区域矿产预测工作中，比较普遍存在着地质构造研究工作过于粗浅的情况，甚至还存在用地质图直接预测的现象。物探、化探、自然重砂、遥感等多元信息通过数据处理其找矿信息往往表达得淋漓尽致，而地质构造的信息往往表达得简简单单，即使进行了分析研究，一般在空间上并没有表达。因此经常出现矿床模型的地质构造信息内容和预测区的地质构造信息表达严重脱节的情况。造成预测结果可信度低。本项目通过地质构造的精细研究努力解决上述问题，提高预测的可信度。

2、在矿产预测过程中全面全过程应用 GIS 技术。随着矿产预测需要处理的信息量呈几何级数增长，运用人工处理已经无法适应。近十多年来国内外都在积极探索应用 GIS 技术进行信息处理。但是从全国层次来看，在全国性地质基础数据库建立以前，不具备实现全过程应用GIS 技术的条件，一般主要体现在决策阶段的 GIS 技术应用。另一方面，由于地质构造信息的挖掘处于简单状态，因此在地质构造研究过程中GIS 技术基本上涉及不多。目前我国已经具备了上述两方面的条件，尤其经过“十五”期间“863”项目的应用示范取得了成功。已经积累了在矿产预测过程中全面全过程应用 GIS 技术的经验。

3、实现深化预测。一是体现在运用 1:20 万—1:25 万区调原始资料开展地质构造精细研究。二是体现在多元信息处理方面，物探数据进行定量反演、化探针对性地进行人工智能数据处理、普通光谱遥感数据提取遥感异常等精细研究。三是体现在矿床模型精细研究。试图克服过去计算机技术应用过程中地质成矿规律研究成果体现不足的问题。

（二）矿产预测需要解决的问题及方法选择原则

矿产预测主要解决三方面的问题：第一、圈定成矿远景区；第二、预测远景区优选排序；第三、预测资源量。

1、圈定成矿远景区：主要采用综合地质信息模式类比法，根据不同类型的已知矿床的找矿信息总结找矿模式，通过类比圈定预测区的远景区。原则如下：（1）按照不同矿种，或者同一矿种不同矿化类型通过成矿规律研究根据主要控矿因素确定类比的方法。例如：沉积矿产、盐湖矿产、基性岩类矿产、有色金属矿产中斑岩、矽卡岩型、海相火山岩型、层控热流型等。其类比方法及类比的主要因素都是不同的。

（2）空间位置的确定首先以地质构造精细分区划分预测单元，在同一地质构造区块中以地质信息为基础，以化探信息为先导（铁矿及其它具有磁性矿物的矿床类型以物探为先导），综合分析物探、遥感等信息，圈定成矿远景区。

2、预测远景区的优选和分级排序分类：优选排序方法选择原则：目前国内外对预测远景区分类、优选的方法很多，选择什么样的方法应遵循如下原则：（1）我国地域广阔，成矿地质条件复杂，地质工作程度差别较大，因此预测远景区优选方法不适宜采用一刀切，可以根据不同地区的实际情况针对性的选择各地适用的方法。（2）无论选择何种方法，必须坚持以地质成矿规律研究为主导，数学计算是必须的，但是应当服务于、服从于地质成矿规律。必须充分发挥地质学家的知识作用。（3）目前各种数学方法，其基本原理都涉及数理统计。因此方法的选择在考虑地质成矿规律基本因素以外，一般情况下还要考虑矿产勘查工作程度，可以基本上分为工作程度较高地区和工作程度较低地区两类。

3、预测资源量方法选择原则：本次预测工作很重要的目标是要求获得全国的单矿种预测资源量，采用的工作路线是在分省预测资源量的基础上进行全国数量汇总。为此不同的定量预测方法获得的数量不能累加，因此必须按 16 类矿种（组）统一规定几种定量预测方法为基本方法。此外各地区可以根据本地的特点在完成规定方法的基础上选择其他方法。

4、预测资源量分类分级：预测资源量根据可信度一般分为三级，可能的：指资料丰富、依据充分、已发现规模型矿床。推测的：指资料较多、依据较充分、已发现小型矿床及矿点。估计的：指资料较多、有一定依据，未发现矿床。在本次预测工作中将根据不同矿种进一步细化具体分类、分级标准。

（三）根据矿产预测的要求，在实践中探索符合我国国情的预测技术

目前国内外正在采用的矿产预测方法都有明确的适用条件。因此针对预测的条件在实践中需要进一步探索新的预测方法。创建适应我国国情的预测技术。需要探索的方法技术很多，在此择要列举几点：

1、针对地质构造精细划分的情况下如何应用证据权法，过去一般按Ⅲ级大地构造单元为预测单元，应用证据权法，证据因子的提取比较宏观、简单，而现在针对Ⅲ级大地构造单元中细化了的地质构造内容。在不同分区中原有的已知矿床（点）数稀少或出现空白，针对这种新的情况如何应用证据权法需要进一步研究。

2、对于工作程度低的地区，目前使用的主观优选法（或称模糊逻辑法），主要通过专家积累的经验

根据成矿地质背景、地质、矿化、物探、化探、自然重砂、遥感等找矿信息，采用定性的方式进行评分优选。如何把数学计算和专家的经验判断结合起来构建定量判别专家系统，探索通过人机交互操作优选远景区。达到既发挥专家的知识和经验，又可以避免主观随意性。需要通过实践创建远景区（靶区）定量判断专家系统。

3、解决定量预测方法的关键技术问题：目前国外使用的三部式预测方法是流行的定量预测方法，如何根据我国国情实际应用，针对评价矿种的资源量预测，需要解决基础工作和关键技术。例如：建立我国自己的矿床模型，探索建立不同矿种不同分布模式下的吨位—品位模型等基础工作，提出适合我国地质资料特点的判断矿床数量和规模的方法及参照标准等都需要在实践中探索和建立。

4、探索建立不同矿种（组）定量预测方法：根据评价矿种的成矿地质特征大致可以分五大类：煤炭矿产、沉积矿产、岩浆矿产、沉积变质矿产、其它多因素矿产，并初步划分为 16 类矿种（组）。由于控矿因素不同，因此定量预测的方法也是不同的，因此必须探索建立针对各矿种（组）的有效的预测方法技术。

5、目前我国矿产预测的工作基础都是区域性的，方法技术应用示范取得的经验也都是成矿带级别的，面对全国性预测，面对不同成矿地质条件矿产的预测，从理论和实践都存在许多难题需要进一步探索研究。

五、全面、全过程应用 GIS 技术

（一）全面、全过程应用 GIS 技术的必要性

本项目时间短、任务重、经费有限。而矿产资源预测评价工作涉及资料浩繁，信息量大，数据处理复杂而技术专业种类繁多工作量很大，如果不使用计算机技术是不可能完成的。而且在工作过程中所有数据都涉及空间分析，因此必须全面、全过程应用 GIS 技术。

（二）全面、全过程应用 GIS 技术的可能性

中国地质调查局组建以来，完成了全国各种地质基础数据库建设工作，为矿产预测全过程应用 GIS 技术创造了条件。地调局完成的“十五”863 计划创建了针对矿产预测的地质构造精细研究方法技术，同时建立了 GIS 数据模型，解决了长期没有解决的地质构造研究工作中的 GIS 技术的应用问题。陈毓川院士主持的“西部固体优势矿产资源评价方法体系研究”进一步完善了矿产资源定量评价技术。至此，全面、全过程应用 GIS 技术，进行矿产预测的条件已经基本具备了。因此本项目的实施完全可以采用全面、全过程应用 GIS 技术的技术路线。

（三）全面、全过程应用 GIS 技术的原则

1、GIS 技术的应用主要有以下内容。建立（维护、整理）基础空间数据库；通过数据处理、空间分析、人机交互操作建立多元信息数据库，建立数字化模型，提取控矿标志、找矿信息进行矿产预测操作；完成各类基础图件、专题图件数字化编图、成图，实现全过程可视化表达和结果输出。其优越性在于极大地提高工作效率，把原来人工不可能做到的数据处理、编图工作通过计算机实现了。尤其是保证了各类图件的作图效率和成图准确性。因此在矿产预测过程中坚决遵循“凡是能用计算机的一定要用计算机”的基本原则。

2、计算机不是万能的，数据处理的方法都是具有针对性，都有条件约束。因此如果脱离地质专家的指导，机械地使用计算机软件可能会得出谬误的结果。地质构造的复杂性，地质矿产的多样性，不可能单纯依靠计算机来解决问题，因此必须充分发挥地质专家的作用，GIS 技术的应用必须坚持在地质专家的指导下进行。

第三节 矿产预测技术流程

全国矿产资源潜力评价工作，采用的核心技术是固体矿产矿床模型综合地质信息预测技术（Methodology of Geological Information Integration and Mineral Modeling for Mineral Resources Assessment），简称 MgeoM，是以大陆动力学、成矿地质动力学、区域成矿学、矿产预测学理论为指导，全面利用地质构造、成矿规律研究成果，以成矿地质要素划分矿产预测类型，按照矿产预测类型在典型矿床研究基础上建立矿床地质概念模型，在区域成矿规律研究基础上建立区域成矿模式。确定成矿要素，综合物探、化探、遥感、自然重砂等信息，以成矿特征研究为基础，按照矿产预测方法类型，确定预测要素，建立预测模型，对未知区进行类比预测，圈定预测区，估计资源量。

工作的要点：一是应用大地构造相概念表达成矿地质背景，研究大陆块体离散、会聚、碰撞、造山过程，形成地质作用产物（建造、构造）的现今表达。二是按照成矿地质作用划分预测类型、表达成矿要素。三是全面应用物探、化探、遥感、自然重砂等综合信息，推测地质构造—补充成矿要素、提供找矿信息—提供预测要素。四是按照预测方法类型表达预测要素、确定预测方法类型。根据成矿地质特征而划分的预测方法类型，沉积型、火山型、侵入岩体型、变质型、综合内生型、层控内生型；采用沉积建造构造图、火山岩性岩相图、侵入岩浆构造图、变质建造构造图、（综合）建造构造图、含矿岩层（综合）建造构造图等进行预测要素表达。五是采用地质体法、综合地质信息法、物探法、化探法、体积法、经济模型法、模糊证据权法、德尔菲法等方法，进行预测区圈定、筛选和估算资源量。六是全面、全过程应用计算机技术。

一、收集整理各类基础资料和成果

- 1、全面收集大于 1:5 万及 1:20 万、1:25 万区调、航磁、重力、化探、自然重砂、矿产、典型矿床、科研等原始数据及成果资料。
- 2、全面掌握 1:20 万、1:25 万区调原始资料、1:5 万区调、物探、化探、自然重砂等成果资料。
- 3、修编 1:50 万地质、物探、化探、自然重砂、遥感、矿产工作程度等基础图件。
- 4、全面掌握已有地质工作程度，编制区调、地球物理勘查、地球化学勘查、遥感地质调查、矿产勘查、成矿规律研究、成矿区划等工作程度图件（应包括各种比例尺的工作程度内容）。资料截止时间为2006 年底。
- 5、全面了解以往基础地质研究工作情况，指出存在问题，包括区域地质志（1980—1990）、省级岩石地层单元清理报告（1993—1996），其它各类专题研究报告。
- 6、全面了解以往成矿规律研究及矿产预测工作情况，包括一轮成矿区划研究成果（1980—1982）、二轮成矿区划研究成果（1993—1995）、全省成矿系列研究成果（1999—2002）、全省煤炭资源调查报告（1981—1990）、中国煤田地质总局组织完成的第三轮煤田预测成果报告，部分省还包括区域矿产总结报告，以及其他各类专题研究报告等。
- 7、全面了解物探化探遥感工作情况，包括全国重要区带成矿编图（1996—1998）、全省物化遥编图、省级遥感综合编图等（指基础数据库之前的各类编图成果报告）。
- 8、全面掌握地质基础数据库现状，包括：1:50 万数字地质图空间数据库、1:20 万数字地质图空间数据库、矿产地数据库、区域重力数据库、航磁数据库、遥感影像图数据库、区域地球化学数据库、1:20 万自然重砂数据库、工作程度数据库、典型矿产地数据库等，并加以评述，指出存在问题。
- 9、全面掌握区域地质矿产特征，成矿区带划分方案和区域成矿系列划分方案。全面收集典型矿床资料。

二、基础数据库维护

1、基础数据库种类：工作程度数据库，1/20 万地质图数据库，1/50 万地质图数据库，区域航磁数据库，区域重力数据库，区域化探数据库，区域遥感数据库，区域自然重砂数据库、矿产地数据库共计九种数据库。原定要求维护典型矿床数据库，由于原来的库存尚不完善，因此不再列入基础设计库维护工作任务要求中。

2、基础数据库是原始数据，以后编制的各类图件及建库工作都是在基础数据库的有关基本内容基础上

实现。因此要求务必及早完成。

3、编制基础数据库建库工作程度图（插图）。

三、区域成矿规律预研究

区域成矿规律预研究是矿产预测工作的起点。主要研究内容是编制区域成矿区带分布（原）图、编制大地构造分区（草）图、划分矿产预测类型、确定矿产预测方法类型、提出预测工作区成矿地质作用研究内容、提出预测工作区地质构造专题底图编图内容。工作流程见图 4-1。

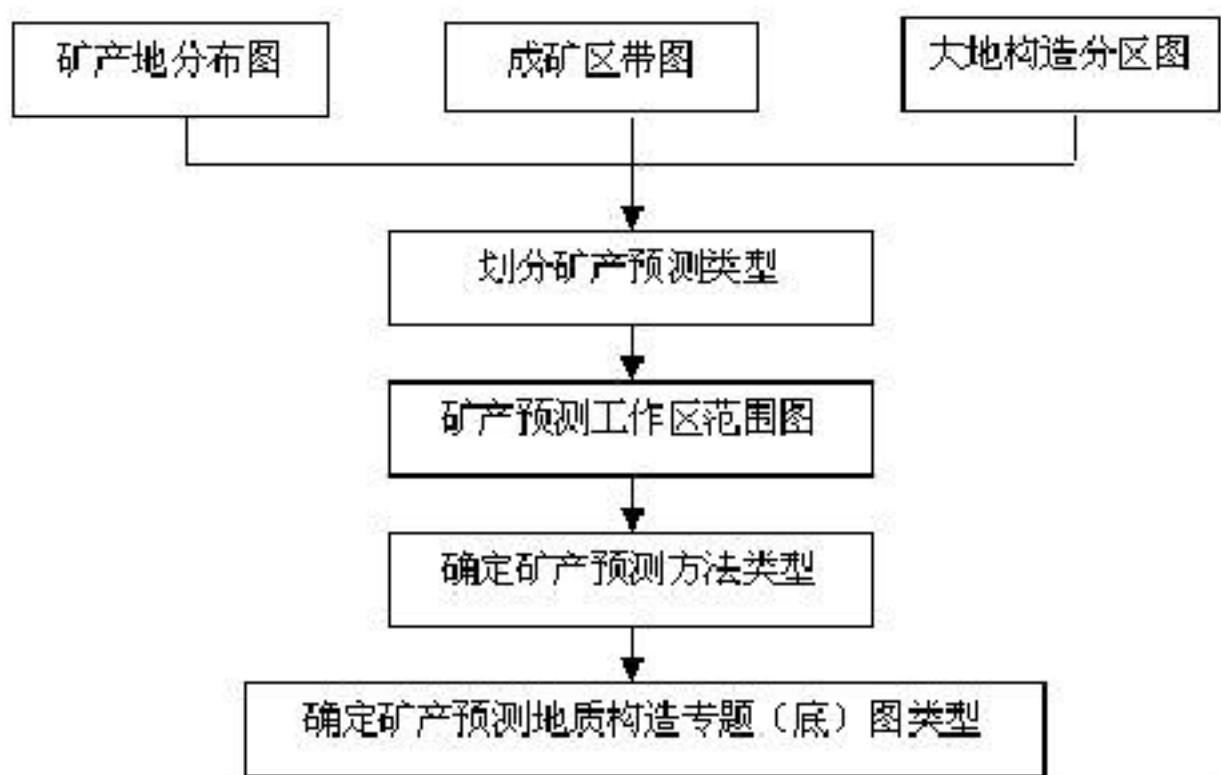


图 4-1 区域成矿规律预研究流程图

（一）确定预测矿种与划分矿产预测类型

1、矿种确定

根据成矿地质条件，确定预测矿种。凡是有小型矿产地的矿种，必须开展预测工作；只有矿化线索，但具有成矿地质条件的，应进行评价工作，经评价后认为没有意义者，不再进入预测程序，但必须明确提出无资源前景的结论。

2、划分矿产预测类型

矿产预测类型定义：为了进行区域矿产预测，根据相同的矿产预测要素以及成矿地质条件，对矿产划分的类型。矿产预测类型是开展矿产预测工作的基本单元，凡是由同一地质作用下形成的，成矿要素和预测要求基本一致，可以在同一张预测底图上完成预测工作的矿床、矿点和矿化线索可以归为同一矿产预测类型。同一矿种存在多种矿产预测类型，不同矿种组合可能为同一类型，同一成因类型可能有多种类型，不同成因类型组合可能为同一类型。矿产预测类型的划分是贯穿预测全过程的纲。预测工作全过程按预测类型贯穿始终。

矿产预测类型的命名原则（按照六个大区研讨会上提出的统一命名原则）：××矿床式××类型（成因类型或工业类型）××矿（矿种或矿组），例如：宁乡式沉积型铁矿、大冶式矽卡岩型铁（铜）矿。

3、编制矿产预测类型分布图 / 矿产预测工作区分布图，底图为地质矿产图叠加构造分区内容，根据矿产预测类型划分方案标明矿产地（矿床、矿点）的矿产预测类型，根据不同类型分布区参照大地构造单元和成矿区带范围，确定矿产预测分布区范围。

4、矿产预测类型分布图中所确定的矿产预测类型分布区的范围，就是矿产预测工作区分布范围，也是成矿规律研究工作区的范围，以及矿产预测专题底图编图范围。需要说明的是，设计阶段确定的矿产预测分布范围是初步的，需要在今后的研究工作中不断修改完善。

5、矿产预测工作区全部划定以后，要求和全省地质构造分区图、全省成矿区带划分图、全省地球物理异常图、全省地球化学异常图、全省遥感异常图、全省自然重砂异常图、进行全面综合核对，不允许发生

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/515133322022011224>