

找矿方法与技术

1、地质填图法

地质填图法是运用地质基本理论，全面系统地进行综合性的地质矿产调查和研究的方法，它可以查明工作区内的地层、岩石、构造与矿产的基本地质特征，研究成矿规律并利用各种信息进行找矿。它的工作过程是将是将地质特征填绘在比例尺相适应的地形图上，故称为地质填图法。因为本法所反映的地质矿产内容全面系统，所以是最基本的找矿方法。无论在什么地质条件下，无论寻找什么矿产，都要进行地质填图。因此，地质填图是一项具有战略意义的地质勘探工作。地质填图搞得好坏直接关系到找矿工作的效果。1996年在澳大利亚卡姆尔达地过详细地质填图发现了一个矿石储量达两千万吨以上的硫化镍矿床，平均品位为3.4%。该矿区原来是一个已有80年历史的老金矿区，1962年为进一步找金在该区进行详细地质填图（比例尺1:7200），通过地质填图，正确地确定了地层层序和构造。1964年有人从金矿老硐的废石堆中捡到一些褐铁矿样品，经分析含镍1%，实地检查结果，发现一些小而孤立的铁帽露头，进一步填图工作发现这些褐铁矿露头，位于超基性岩体与其下面的变质玄武岩的接触带，而这个接触带长约20公里，呈一个穹窿状构造，褐铁矿层下面有浸染状含镍褐铁矿，因而推测深部可能有原生硫化物矿化。于是进行了激发极化电位测量、磁测和化探，发现许多激发极化异常和镍的化探异常，及时进行钻探。1966年打到了厚约3米的块状硫化物的镍矿体，含镍8.3%。以后在其周围又查明和发现了许多具有远景的镍矿体重，含镍0.6%以上的矿石总储量约1亿吨。这在当时被认为是一个

2、重砂找矿法

重砂法是一种具有悠久历史的找矿方法。远在公元前2000年就用以淘取砂金。因为它方法简便，经济而有效，因此迄今仍为一种重要的找矿方法。不但可应用它寻找矿石、矿物物理化学性质相对稳定的砂矿和原生矿（如自然金、自然铂、黑钨矿、白钨矿、锡石、辰砂、矿铁矿、金红石、铬铁矿、钽铁矿、铌铁矿、绿柱石、锆石、独居石、磷钇矿等金属、贵金属和稀有、稀土金属矿产，及金刚石、刚玉、黄玉、磷灰石等非金属矿产），而且在原生矿床附近，还可用以寻找方铅矿、黄铜矿、辉钼矿和闪锌矿等硫化物矿床。可通过对人工重砂矿物的研究划分地层，对比岩体，研究矿床成因和成矿元素赋存状态，了解区域成矿特点，进行矿产预测。在矿产普查、矿床勘探和矿床研究中都要应用，并能取得显著的效果。如1967年在某地通过比例尺1:50000的水系重砂测量（采样点间距300~500米），在河流的支流06号采样点发现自然金2粒，在12号采样点的重砂中发现自然金数粒之后，逆流而上进行追索，在小溪与支流汇合处的下游13号采样点发现自然金11粒，并见矿化石英转石。继续逆小溪追索，分别在14、16号采样点发现自然金的粒数增多、粒度增大，且含流失孔的石英转石更多。到小溪源头附近17号采样点重砂中自然金达20多粒，并见少量黄铜矿（局部变成了孔雀石）。经过上述追索工作，在该点附近的坡积、残积层下面找到了原生金矿体，后经槽探、浅井、钻孔揭露，证实A、B两条含金石英脉规模较大的工业金矿体。

3、地球化学探矿

简称化探，是指系统地测定天然物质（如岩石、水、空气或生物）中的地球化学性质（如某些元素的微量含量），发现与矿化或矿床有关的地球化学异常。化探方法可分为岩石地球化学测量、土壤地球化学测量、水系地球化学测量、水地地球化学测量、气体地球化学测量以及植物地球化学测量等等。化探方法可用于寻找有色金属、稀有分散元素、放射性元素矿床及石油、天然气等。近年来同位素地球化学探矿、航空地球化学探矿以及海洋地球化学探矿等方法的研究又大大丰富和发展了本学科。地球化学探矿是在近地球化学与微迹分析技术的推动下发展起来的。该方法在30年代首先由前苏联与北欧国家（瑞典、挪威）应用。40年代中期至50年代才在全世界引起广泛的注意。我国于1952年开始成立这方面的工作机构。目前这种方法正处于迅速发展的阶段，已经取得了不少找矿实效。

4、地球物理探矿方法

简称物探，即运用物理的原理研究地质构造和寻找找矿勘探中有大问题的方法。它以各种岩石和矿物的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异为研究基础，用不同的物理方法和物探仪器，探测天然的或人工的地球物理场的变化，通过分析、研究所获得的物探资料，推断、解释地质构造和矿产分布情况。目前主要的物探方法有：重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探、放射性物探等。依据工作空间的不同，又可分为：地球物探、航空物探、海洋物探、钻井物探等。在覆盖地区，它可以弥补普查勘探工程手段的不足、处于综合普查找矿和地质填图。遥感遥测技术的发展，为地球物理勘探开辟了新的途径。近年来一些新的物探技术、方法应运而生，如地质雷达技术、核磁共振技术等。

5、遥感方法

用各种仪器，从高空或地面远距离地探查、测量或侦察地球上、大气中及其他星球上的各种事物和变化情况，这种与目标不直接接触而获取有关目标信息的方法是由地理学家普鲁特（Evelyn Pruitt）首先提出的。遥感技术是60年代以来在航空摄影、航空地球物理测量等方法的基础上，综合应用代间科学、光学、电子学及计算机技术等最新成果而迅速发展起来的。现阶段的遥感技术仍以地球（包括大气圈）为主要研究对象，主要是利用各种物体反射或发射电磁波的性能，由飞机、火箭、人造卫星、宇宙飞船等运载工具上的各种传感仪器，从远距离接收或探测目标物的电磁波信息，从而获得多方面的情况和动态资料。由于这种方法具有覆盖面积大、获取情报速度、受地面障碍限制小，并能在短时期内连续、反复地进行观测等优点，因而在探测自然资源、监视环境动态变化、气象观测、灾害预测、军事侦察等方面都有重要的应用价值和广阔的发展前景。

6、矿床统计预测方法

谁都希望自己成为发现矿床的人，但有人成功了，有人却总是失之交臂，这里的区别就在于思维方法的问题。矿床统计预测方法是一种科学找矿的方法。包括以下四个方面的内容：

（1）理论找矿

这是针对过去长期进行的“经验找矿”和“技术找矿”而言的。在找矿难度日益增大的情况下，既不能单凭经验，也不能仅靠技术，而必须以先进的地质理论为指导，进行矿床勘查工作。

（2）综合找矿

包括综合地质、综合信息和综合勘探，特别要注意综合信息的时间按找矿作用（查明地质体，追查地质介质的作用）。

（3）立体找矿

为了寻找隐伏矿床（体），必须查明矿化迹象在三维空间的变化，增加找矿的深度。

（4）定量找矿

通过建立各种数学模型预测和评价矿床，是矿床统计预测方法三大组成部分之一。

（5）矿床预测的三大理论

相似类比理论是矿床预测的基础，它要求我们详细了解和入重占有国内外已知各类矿床的成矿条件、矿床特征和找矿标志；求异理论是矿床预测的核心，它要求在相似类比的基础上注意发现不同层次或不同尺度水平，不同类型的地质异常；定量组合控矿理论是矿床预测的依据，它要求把握一切与矿床有成因联系的地质、化学和生物作用，掌握一切与成矿有关的因素及其表征。相似类比理论指导我们进行成矿环境的对比，从而在广泛的地壳范围内，选择所要最可能的成矿环境，或者在给定的地段内，根据其地质环境判断可能寻找和预测的矿产。求异理论指导人们进行成矿背景场的分析，从而使人们能够在确定的有利成矿环境或地段内进行预测靶区的选择。定量组合控矿理论指导人们进行成矿概率大小和成矿优劣程度的分析，从而使人们能在确定的成矿远景区中评价和优选最可能成矿的地段或优选成矿的最佳地段。

地质勘查方法与技术

地质勘查的方法很多，在地质勘查的每个阶段中都要使用一些方法来进行。目前，一般讲，地质勘查的方法可分为地质方法、地球化学测量方法、地球物理测量方法和探矿工程方法等。

一、地质方法

（一）地质填图法

是地质工作的一种基本工作方法。是对工作区进行系统的地质观察，制一定比例尺的地质图，明工作区的地质构造特征和矿产形成、赋存的地质条件，进一步工作提供资料依据。在地质勘查的各个阶段，要进行地质填图工作，是根据工作阶段的不同，比例尺精度不同而已。

（二）砾石找矿法

露头风化后所产生的矿砾或与矿化有关的岩石砾石在重力、水流、冰川的搬运下，散布的范围大于矿床的分布范围，据这种原理，山坡、水系或冰川活动地带研究和追索，而寻找矿床的方法，砾石找矿法。

按矿砾（岩砾）的形成和搬运方式，石找矿法可分为河流碎屑法和冰川漂砾法。

（三）重砂找矿法

重砂找矿法又称重砂测量。它是沿水系、山坡或海滨等，松散沉积物（包括冲积、洪积、坡积、残积、滨海沉积等）中系统地采集样品，过重砂分析和综合整理，合工作区的地质、地貌条件和其他找矿标志，现并圈定有用矿物或与矿产密切相关的重砂异常（即矿产机械分散晕），再依其追索原生矿床或砂矿床的方法。

重砂找矿法对寻找某些有色金属（钨、锡、铋、铅锌等）、稀有及放射性元素（铀、钍、钽、铌、钼、铯、钷等）、贵金属（金、银、钨、钼等）以及铬、铁、金刚石等矿床较为有效。

（四）遥感地质法

遥感技术是一种新兴的综合性探测技术。它通过遥感平台上装置的传感器,远距离(不与目标接触)接受目标反射或发射的各种不同波段的电磁波信息,经过对这些信息的处理和解释,达到对远距离目标的探测和识别的目的。

遥感地质法是综合应用现代的遥感技术来研究地质规律,进行地质调查和资源勘查的一种方法。它是从宏观的角度,着眼于由空中取得的地质信息,即以各种地质体和某些地质现象对电磁波辐射的反应作为基本依据,综合其他地质资料,以分析判断一定地区内的地质构造和矿产情况。它具有调查面积大、速度快、成本低、不受地面条件限制等优点。目前主要用于地质填图、发现及研究与矿产有关的地质构造现象。例如利用以飞机为主的飞行器在空中所进行的地质和矿产的综合性探测及调查就是目前常用的一类地质资源遥感方法,称为航空地质方法或航空地质。它主要包括航空摄影地质、航空地球物理探测、航空地球化学探测及空中地质观测等。

(五) 数学地质法

数学地质法是地质学与数学及电子计算机相结合的产物,目的是从量的方面研究和解决地质科学问题。数学地质方法的应用范围是极其广泛的,几乎渗透到地质学的各个领域。目前,数学地质的基本内容或方法有:①地质数据的统计分析;②地质过程的计算机模拟;③地质数据储存、索取、自动处理和显示等。

二、地球化学测量方法

地球化学测量方法简称化探。它是以地球化学理论为基础,以现代分析技术和电算技术为主要手段,从各种天然物质中系统地采集样品,分析测试某些地球化学特征数值,对获得的数据进行处理,以便发现地球化学异常,通过对地球化学异常的解释评价而进行找矿的方法。

(一) 岩石地球化学测量

简称岩石测量。这种方法是系统地采集岩石样品,分析其中的微迹元素或其他地球化学特征,以发现与矿化有关的各类原生异常(地球化学省、区域原生异常、矿床原生晕等),并进而寻找矿床。

(二) 土壤地球化学测量

简称土壤测量。这种方法是系统地测量土壤(包括各种风化产物)中的微迹元素含量或其他地球化学特征,测量的目的是发现与矿化有关的各类次生异常,并进而寻找矿床。

(三) 水系沉积物地球化学测量

简称水系测量。即系统地采集一种或数种水系沉积物质的样品,测定元素含量或其他地球化学特征,以发现与矿化有关的异常,并进而寻找矿床的方法。

(四) 植物地球化学测量

简称植物测量。这种方法是系统地测量植物(主要是深根植物如乔木与灌木等)中的微迹元素含量或其他地球化学特征,以发现其中的地球化学异常(称为植物异常)并进而寻找矿床。

(五) 气体地球化学测量

简称气体测量或气测。是系统地测量天然物质(如土壤、岩石、大气等)中气体组分的化学成分或其他地球化学特征,以发现与矿化有关的气体异常,并进而寻找矿床的方法。此外,还有微生物地球化学法、同位素地球化学法和气液包裹体地球化学法等。

三、地球物理测量方法

地球物理测量方法简称物探,它是以各种岩石和矿石的密度、磁性、电性、弹性和放射性等物理性质的差异为研究基础,用不同的物理方法和物探仪器,探测天然的或人工的地球物理场的变化,发现物探异常,通过解释评价物探异常而进行找矿的方法。

(一) 重力勘探

是利用组成地壳的各种岩体、矿体的密度差异所引起的重力变化而进行地质勘探的一种方法。

(二) 磁法勘探

自然界的岩石和矿石具有不同磁性,可以产生各不相同的磁场,它使地球磁场在局部地区发生变化,出现地磁异常。利用仪器发现和研究这些磁异常,进而寻找磁性矿体和研究地质构造的方法称为磁法勘探。

(三) 电法勘探

是根据岩石和矿石电学性质(如导电性、电化学反应性、导磁性和介电性,即所谓电性差异)来找矿和研究地质构造的一种方法。

(四) 地震勘探

它的原理是利用人工激发的地震波在弹性不同的地层内传播规律来勘测地下的地质情况。在地面某处激发的地震波向下传播时,遇到不同弹性的地层分界面就会产生反射波或折射波返回地面,用专门的计算或仪器处理,能够准确地测定界面的深度和形态,判断地层的岩性,勘探含油构造甚至直接找油,勘探煤田、盐岩矿床、个别的层状金属矿床以及解决水文地质工程地质等问题。

(五) 测井

是在钻孔中使用的地球物理勘探方法的通称。根据所利用的岩石物理性质不同，可分为电测井、放射性测井、磁测井、声波测井、热测井和重力测井等。根据地质和地球物理条件，合理地选用综合测井方法可以详细研究钻孔地质剖面、探测有用矿产、详细提供计算储量所必需的数据。

（六）放射性物探

又称放射性测量 γ ，是放射性地球物理勘探的简称。它是根据放射性射线的物理性质，利用专门的仪器，如辐射仪、射气仪等，通过测量放射性元素的射线强度或射线浓度来寻找放射性元素矿床的一种物探方法。同时，也是寻找与放射性元素共生的稀有元素、稀土元素以及金属元素矿床的辅助手段。它的方法有：地面 γ 测量、航空 γ 测量、辐射取样、 γ 测井、射气测量、径迹测量和物理分析等。

（七）红外探测

是通过波动式的红外仪器，接受地表辐射的红外能，探测地球资源的方法。各种物质由于其成分、结构以及所处的地质条件不同，其自身的温度与辐射特性也不同，反映出不同的红外图像。对红外图像进行分析，可以判别物体的成分结构、性质以及所处的状态，从而区别物体。在飞机或宇宙飞行器上应用红外照相与红外扫描成像的方法分别在白天和夜间接受地表的红外能，进行地球资源探测。特别是在大面积水文地质普查中，可用于水文地质填图，还用于调查大地构造变动，寻找与热作用有关的矿床以及用于监视火山活动、森林着火，监视水和空气的污染、植物生态变化情况等，并广泛用于军事侦察。

四、 γ 三S γ 技术

γ 三S γ 技术及其集成是地球空间信息科学的技术体系中最基础和基本的技术核心，而地球空间信息科学又是数字地球的核心。所以也可以说， γ 三S γ 技术是数字地球的核心的核心。

（一）数字地球

数字地球是以计算机技术、多媒体技术和大规模存储技术为基础，以宽带网络为纽带运用海量地球信息对地球进行多分辨率、多尺度、多时空和多种类的三维描述，并利用它作为工具来支持和改善人类活动和生活质量。简而言之，是对真实地球及其相关现象统一的数字化重现和认识。通俗地讲，就是用数字的方法将地球、地球上的活动及整个地球环境的时空变化装入电脑中，实现在网络上的流通，并使之最大限度地为人类的生存、可持续发展和日常的工作、学习、生活、娱乐服务。

数字地球的核心是用数字化的手段来处理整个地球的自然和社会活动诸方面的问题，最大限度地利用资源，并使普通百姓能够通过一定方式方便地获得他们所想了解的有关地球的信息。其特点是嵌入海量地理数据，实现多分辨率、三维对地球的描述，即 γ 虚拟地球 γ 。

要在电子计算机上实现数字地球需要诸多学科，特别是信息科学技术的支撑。这其中主要包括：信息高速公路和计算机宽带高速网络技术、高分辨率卫星影像、空间信息技术、大容量数据处理与存贮技术、科学计算以及可视化和虚拟现实技术。

（二） γ 三S γ 技术

γ 三S γ 技术是全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)和航空航天遥感技术(RS)的统称。没有 γ 三S γ 技术的发展，现实变化中的地球是不可能以数字的方式进入计算机网络系统的。

1、空间定位(GPS)技术

GPS作为一种全新的现代定位方法，已逐渐在越来越多的领域取代了常规光学和电子仪器。20世纪80年代以来，尤其是90年代以来，GPS卫星定位和导航技术与现代通信技术相结合，在空间定位技术方面引起了革命性的变化。用GPS同时测定三维坐标的方法将测绘定位技术从陆地和近海扩展到整个海洋和外层空间，从静态扩展到动态，从单点定位扩展到局部与广域差分，从事后处理扩展到实时(准实时)定位与导航，绝对和相对精度扩展到米级、厘米级乃至亚毫米级，大大拓宽了它的应用范围和在各行各业中的作用。

2、航空航天遥感(RS)技术

当代遥感的发展主要表现在它的多传感器、高分辨率和多时相特征。遥感信息的应用分析已从单一遥感资料向多时相、多数据源的融合与分析，从静态分析向动态监测过渡，从对资源与环境的定性调查向计算机辅助的定量自动制图过渡，从对各种现象的表面描述向软件分析和计量探索过渡。近年来，由于航空遥感具有的快速机动性和高分辨率的显著特点使之成为遥感发展的重要方面。

3、地理信息系统(GIS)技术

随着 γ 数字地球 γ 这一概念的提出和人们对它的认识的不断加深，从二维向多维动态以及网络方向发展是地理信息系统发展的主要方向，也是地理信息系统理论发展和诸多领域的迫切需要，如资源、环境、城市等。在技术发展方面，一个发展是基于Client/Server结构，即用户可在其终端上调用在服务器上的数据和程序。另一个发展是通过互联网络发展Internet GIS或Web-GIS，可以实现远程寻找所需要的各种地理空间数据，包括图形和图像，而且可以进行各种地理空间分析，这种发展是通过现代通讯技术使GIS进一步与信息高速公路相接轨。另一个发展方向，则是数据挖掘(Data Mining)，从空间数据库中自动发现知识，用来支持遥感解译自动化和GIS空间分析的智能化。

4、 γ 三S γ 集成技术

集成是指将上述三种对地观测新技术及其他相关技术有机地集成在一起。这里所说的集成，是英文 **Integration** 的中译文，是指一种有机的结合，在线的连接、实时的处理和系统的整体性。GPS、RS、GIS 集成的方式可以在不同技术水平上实现。集成包括空基集成与地基集成。

空基集成：用空地定位模式实现直接对地观测，主要目的是在无地面控制点(或有少量地面控制点)的情况下，实现航空航天遥感信息的直接对地定位、侦察、制导、测量等。

地基集成：车载、舰载定位导航和对地面目标的定位、跟踪、测量等实时作业。

(三) 数字地球的应用

在人类所接触到的信息中有80%与地理位置和空间分布有关，地球空间信息是信息高速公路上的货和车。数字地球不仅包括高分辨率的地球卫星图像，还包括数字地图，以及经济、社会和人口等方面的信息。

数字地球可以应用于社会、经济、政治、文化、军事、科学、生活等各个方面。在计算机中利用数字地球可以对全球变化的过程、规律、影响以及对策进行各种模拟和仿真，从而提高人类应付全球变化的能力；可以广泛地应用于对全球气候变化、海平面变化、荒漠化、生态与环境变化、土地利用变化的监测；可以对社会可持续发展的许多问题进行综合分析和预测；可以用于现代化战争，加强国防建设；可以为科学家特别是地学家提供更好地服务，地壳运动、地质现象、地震预报、气象预报、土地动态监测、资源调查、灾害预测和防治、环境保护等无不

需要利用数字地球。数字地球的应用将对社会各个方面产生巨大的影响。从经济方面看：国家基础设施建设现代化、加速我国西部开发步伐、城市可持续发展、智能化交通、绿色农业等都将成为现实，将极大地促进经济可持续发展。从人民生活方面看：房地产信息、旅游信息、商品信息等都可以放入数字地球中，让人们任意挑选，将大大提高人民生活质量。

数字地球的提出是全球信息化的必然产物，是一项长期的战略目标。数字地球的建设与发展为加快全球信息化的步伐，在很大程度上改变人们的生活方式，并创造出巨大的社会财富，为人类社会的发展做出巨大贡献。

集成技术作为数字地球的技术基础和核心将得到迅速发展，一方面数字地球的研究和建设为集成技术的发展创造了条件，另一方面集成技术的发展为数字地球的建设，提供了技术支持。

五、探矿工程方法

探矿工程方法是利用各种探矿工程揭露和追索被松散沉积物掩盖的或地下深处的各种地质体(特别是矿体)和地质现象，以便查明地质和矿产情况的一种直接的找矿勘探方法。探矿工程包括坑探工程和钻探工程 2 类。

(一) 坑探工程

坑探工程简称坑探。是为了揭露地质及矿产现象而在地表或地下挖掘不同类型坑道的工作。坑探工程可分为地表坑探工程和地下坑探工程两类。

1、地表坑探工程

地表坑探工程是在地表或近地表挖掘的一些坑道，如浅坑、探槽、浅井等。

(1) 浅坑

浅坑是一个方形或不规则形状，挖掘深度一般不超过 1m 的坑穴。施工目的是揭露厚度小于 1m 的松散沉积物掩盖下的各种地质现象，或是为了采取样品。有时在地形条件允许情况下，只将松散沉积物挖掉，称为剥土。

(2) 探槽

探槽是在地表挖掘的沟槽形的坑道，其横断面为倒梯形，深度一般小于 3m。施工时要求槽底深入基岩大于 0.3m，槽底宽为 0.6~0.8m，槽口宽度决定于松散沉积物的稳定性和含水情况以及探槽深度。由于探槽工程施工简便，成本较低，故被广泛应用。

探槽施工的目的在于揭露各种地质现象，特别是了解不同地质体的接触关系，确定地质界线；了解各种地质体沿厚度方向的变化情况。

(3) 浅井

浅井是地表沿垂直方向向下挖掘，深度和断面较小的一种探矿坑道。断面一般为长方形，断面面积为 1.2~2.2m²，深度一般不超过 20m。水平断面为圆形的浅井，称小圆井。其断面直径为 0.8~1m，深度一般不超过 5m。

浅井施工目的是了解厚度大于 3m 小于 5~20m 松散沉积层掩盖下的基岩、地质、矿产情况和采集样品。当被揭露的矿体厚度较大或倾角很陡时，或者是一组平行分布的矿体时，还可以挖掘带浅井(即在浅井底部再继续挖掘垂直于矿体走向的水平坑道)，如图 1-81 所示。

2、地下坑探工程

地下坑探工程是在地下挖掘的一些坑道，如：竖井、平巷、斜井、盲巷、天井、上山、下山等(图 1-82)。

3、坑探工程的特点

坑探工程对所揭露的地质和矿产地质现象能进行直接观测，并采取样品，取得的地质资料精确可靠。但其施工中易受地形和地下水等条件的限制，特别是地下坑探工程在施工过程中，需凿岩、爆破、运输、排水、通风、支护等，施工复杂，进度较慢，并且人力、物力消耗较大，投资费用较多。

(二) 钻探工程

钻探工程，简称钻探。它是利用钻机等设备按一定方位角和倾角向地下钻进(称为钻孔)，通过取得岩心、岩屑和土样等实物资料，或在孔内放入测试仪器进行地球物理测井或水文地质观测，以便了解地下地质构造、矿产或水文地质情况的工程。钻机钻进方法按破碎岩石的外力作用性质和方式，可分为冲击钻进、回转钻进、冲击回转钻进和振动钻进等。按回转钻进时破碎岩石所使用的磨料，分为硬质合金钻进、钻粒钻进和金刚石钻进等。钻进中，从钻孔内提取出来的圆柱状岩(矿)块，称为岩(矿)心；由循环冲洗液从钻孔内带出来的破碎的岩石颗粒，称为岩屑；而较细的岩石颗粒，称为岩粉。若钻进主要是为了从钻孔中提取岩(矿)心，来研究和了解地下地质构造和矿产情况的钻探工程，称为岩心钻探；若不从钻孔内采取岩心，而主要是根据岩屑和各种地球物理测井资料，来了解地下地质构造和矿产情况的钻探工程，则称为无岩心钻探。当前在固体矿产钻探工程中，应用最广的是岩心钻探，岩(矿)心是地质观测的主要对象，也是重要的实物地质资料，必须妥善保管。

钻探工程机械化程度高、钻进效率高、成本低，钻进深度可达千米以上，受地形条件限制不大，除在地面使用外，还可以在地下坑道内使用。但是岩心钻探是借助岩心来收集地质资料的，由于岩心磨损、钻具丈量误差和孔斜等，其可靠程度和精度都较差，故当地质情况复杂时，就不能单纯使用钻探工程作为探矿手段。

六、固体矿产取样

固体矿产取样是从矿体上、围岩岩石中或矿产品中，按一定的规格和方法，采取一部分有代表性的岩石或矿石作为样品，以研究矿石质量，加工技术条件，开采技术条件及某些科研用途的一项专门性的地质工作。矿产取样是矿产普查、勘探工作中以及生产和科研工作中的主要技术工作方法之一，它为矿床评价、生产及科研工作提供资料。

矿产取样过程，通常由下列3个基本环节组成。①采样：从矿体、围岩或矿产品中，采取一部分有代表性的样品，即原始样品。②样品加工：通过对原始样品加工，使样品的粒度和重量达到分析、试验和研究工作的要求。③样品分析或试验工作。

(一) 化学取样

化学取样是确定矿石的组成元素及其含量的一种取样工作。化学取样是找矿勘探工作中数量最多的一种取样，此项工作好坏，将直接影响矿床的评价工作。

1、坑探工程中采样

在探槽、浅井、坑道中采取化学样，以刻槽法为主，次为拣块法、全巷法和剥层法。刻槽法应用最广，是化学取样的主要方法。拣块法多用于找矿初期阶段；剥层法用于矿体厚度小、变化大、矿化组分极不均匀的矿床；全巷法则用于评价矿石中矿物颗粒结晶粗大的矿床，如高铝矿物原料矿床等。

2、钻探工程中采样

主要为岩(矿)心劈开法采样，有时也可用拣块法采样。

(二) 物理性能试验采样

此项采样主要用以了解岩(矿)石的技术物理性质，为计算储量和开采提供资料。包括矿石的体重或比重、湿度、孔隙度、岩(矿)石物理力学性质、松散系数和岩石硬度等。由于各项技术性能测定试验方法不同，因此在采样方法及要求方面也不相同。

(三) 加工技术采样

加工技术采样又称工艺采样。其目的在于研究矿石的可选性能及可冶性能。在详查、矿床勘探、开发勘探和矿山生产初期阶段，都要根据各阶段的任务要求，结合矿床地质特点会同设计和生产部门进行这一项工作。根据加工技术目的要求不同，加工技术实验可分为：实验室试验、半工业试验和工业试验3类。

加工技术样品的采样方法，取决于矿石矿物成分复杂的程度、矿化均匀程度和实验单位所需要的重量。常用的方法有刻槽法、剥层法、岩心钻探采样法和全巷法。实验室试验一般可用刻槽法和岩心钻探采样法；而半工业试验及工业试验多采用剥层法和全巷法。

(四) 岩矿采样

岩矿采样是通过对矿床中的各类岩石、矿石观察后，有选择性地系统地采集岩石或矿石为标本，用矿物学、矿相学及岩石学的方法进行研究，为确定矿床成因、加工技术条件或其他地质研究工作提供资料。根据地质目的不同，岩矿取样可分为岩矿鉴定取样、重砂取样和单矿物取样3类。

由于地质目的不同，岩矿样采取的方法和要求也不同。常用的有拣块法、刻槽法、岩心劈开或岩心拣块法等。

(五) 砂矿采样

砂矿采样的目的是为了确定砂矿床中重砂矿物的含量，以便做出工业评价。

砂矿样采取的方法与其他方法不同，它主要在工程中进行，其特点是体积大，数量多。采样方法有刻槽法、剥层法、全巷法和冲击钻采样法。

七、地质编录

在找矿勘探工作中，把对地质体的直接观测和进一步的研究成果，用文字、图件，表格等形式反映出来，这一工作过程，称为地质编录。

地质编录是地质工作的组成部分，它贯穿于地质工作全过程。地质编录的成果不但 是研究地质和矿产的资料，布置探矿工程，指导工程施工及安排下一步地质工作依据，而且是矿山设计开发所依据的主要技术资料。因此，在编录工作中应详细认真地观察，真实 而重点突出地记录，全面地综合分析，以保证地质编录工作的质量。

地质编录涉及的范围很广，按照工作性质及所反映内容的研究程度，地质编录可分为原始地质编录和综合地质编录。

1、原始地质编录

对天然露头或探矿工程揭露的地质体、地质现象进行观察，并通过采样、化验、试验、鉴定、水文地质、物探等工作直接取得有关数据、图件、文字记录等第一性原始资料的过程，即为原始地质编录。

2、综合地质编录 综合地质编录是指根据各种原始地质资料进行系统整理、归纳分析编制出各种图表及地质报告的工作过程。

八、地质测绘

地质测绘主要包括矿区地形测绘及地质工程测量。(1)矿区地形测量：主要是根据地质勘探工作要求，在一定范围内（矿区、矿区外围）进行的相关比例尺的地形测量工作。(2)地质工程测量：指地质工作中对地质观测点和探矿工程等进行测量工作，其内容包括地质勘探工程的控制测量，勘探网、剖面、探槽、探井、钻孔位置、坑道等探矿工程测量，地质观测点测量，物化探网测量以及各种勘探图件的编制等。其任务是为地质勘探设计、研究地质构造、在实地定位定线、指导掘进方向、编写地质报告和储量计算等提供资料。地质制图是对各种地质成果资料图进行清绘、制图。

1、地形图的定向

使地形图上的方向与实地相应方向一致或平行，称为地形图定向。一般有用罗盘根据南北方向线定向、根据明显地形目标定向和地形图概略定向等方法。

2、图上定点

将地面点的位置标定在地形图上，称为图上定点。一般有用罗盘交会定点法、根据站立点与周围地形特征点的相对位置关系目估定点法。

3、野外读图

判读地形图，简称读图。一般包括如下几方面的内容：

(1) 了解本幅图的成图方法、测绘单位、测图时间、坐标与高程系统等，以判断图的质量和新旧程度。

(2) 根据图的比例尺、图号、图名、坐标注记等，了解本幅图的所在位置和所包含的实地范围。

(3) 判读地形是读图的主要内容，而对照实际地貌判读等高线，是在山区地形情况下读图的重点。

野外读图的一般程序是：首先进行地形图定向，并确定读图时的站立点在图上的位置，然后判读站立点周围的地形。一般是先看实地后看图，先读总貌后读细部；由已知到未知，由地物到地貌；先易后难，先近后远。注意观察对比各种地形特征。在整个判读过程中，要适当选择和变动读图的站立点，以便从不同的位置和方向进行观察和分析。

九、地质图的编制

将一个地区内的地质组成（包括地层及地质构造、岩浆岩体及矿产等内容），以及它们之间的相互关系，按一定比例尺，用规定的线条、符号和颜色表示在平面的图件，称为地质图。地质图是在野外地质调查基础上测绘制成的。它能反映区内的地层、岩性、岩浆活动、构造变动及地质发展简史的主要特征；并能表示矿床赋存的地质条件及其在空间和时 间上的展布特征。因此，地质图在指导进一步找矿、矿产勘查、水文地质、工程地质及环境地质等方面的工作和研究上，都具有十分重要的意义。

常用的地质图有：

1、地质图

它是地质工作中最常用、最基本的图件，图中主要表示一定范围内的地层、岩性、地质构造、岩浆活动及各种重要地质现象。它能较全面的反映该区内地质情况。

2、地质构造图

地质构造图是在地质图的基础上通过地质构造分析，用规定符号标明各种地层构造现象(如背斜、向斜、断层、岩层的产状要素及地层之间的不整合接触关系等)的图件。

3、地质剖面图

地质剖面图是指垂直区内地层走向或主要构造线方向所切割的地质体，表示地质体深部特征的地质图件。它有垂直比例尺，能反映地势起伏形态及深部情况；还有各种地质界线反映地层顺序、构造及侵入岩体等情况。此类图件可以是在图中直接切割绘制而成，也可根据野外地质实测数据绘制而成。

4、综合地层柱状剖面图

在所测制地质图的基础上，经综合分析区内地层、岩体以及它们之间接触关系后，按它们形成时代的先后顺序，由老而新，即自下而上用线条、符号及颜色等按顺序排列成一个呈柱状的剖面图。在柱状图两侧标示出各地层时代，进行岩性、化石等的描述以及标明地层厚度和它们之间接触关系等。

总之，地质图的类型繁多，除上述4种主要地质图件以外，由于研究目的及生产任务，等不同，还有水文地质图、工程地质图、第四系地质图和矿产预测图等。

中国地质调查局地质调查技术标准

(DD2004-04)

战略性矿产远景调查技术要求(试行)

(中国地质调查局2004年12月发布)

1、范围

1.1、本要求规定了战略性矿产远景调查(以下简称矿产远景调查)的适用范围、引用标准、目的任务、工作内容、工作要求、提交的成果等。

1.2、本要求是矿产远景调查的总体技术要求，也是该项工作质量监督和成果验收的依据。

2、引用标准

GB/T 17766;1999 《固体矿产资源/储量分类》

GB/T 13908;2002 《固体矿产地质勘查规范总则》

DZ/T 0001;91 《区域地质调查总则(1:50000)》

DD 2000;01 《固体矿产预查暂行规定》

DZ/T 0078;93 《固体矿产勘查原始地质编录规定》

DZ/T 0071;93 《地面高精度磁测技术规程》

DZ/T 0070;93 《时间域激发极化法技术规定》

DZ/T 0011;91 《地球化学普查规范(1:50000)》

DZ/T 0151;95 《区域地质调查中遥感技术规定(1:50000)》

3、目的任务、部署原则、工作程序

3.1、目的任务

矿产远景调查是战略性矿产勘查的前期基础工作，是为矿产预查直接提供靶区和新发现矿产地的区域找矿工作，起目的是解决矿产勘查后备选区紧缺问题，为政府矿产资源规划管理、提高矿产可持续供给能力提供基础保障，为提高国家勘查资金的投入产出效益、促进矿业可持续发展服务。

3.2、部署原则

在重要成矿区带选择成矿有利地段，突出战略性矿种，兼顾综合找矿，按国际分幅，采用单幅或多幅联测的方式分阶段部署。

3.3、工作程序

应遵循资料收集、野外踏勘、设计编审、野外调查、野外验收、报告编写、评审验收、资料汇交等程序。项目工作周期一般为3年。

4、设计编写要求

4.1、资料收集与综合整理

全面收集工作区内地质、物探、化探、遥感、矿产等综合资料，研究区域地质及矿产信息，编制工作程度图，具备条件的地区还应编制矿产卡片。作为设计编写前的必要程序，应以地质成矿观点为指导，按区域成矿单元处理以往化探数据，综合分析1:20万(或1:50万)区域地球化学异常特征、分布范围及检查情况，综合地质、地球物理等信息圈定有利异常及重点工作区，在各省成矿预测和规划图的基础上选区，作为部署野外调查工作的依据。

4.2、野外踏勘

以详编与勘，视工作区工作程度、具体工作任务和野外工作而开展野外踏勘，从整体上对工作区地质、矿厂，以及自然地理、地形地貌、植被覆盖、社会经济、道路交通等情况进行概略了解，并对室内收集的有关资料进行必要的野外验证。野外踏勘以能最多穿越不同类型的代表性矿化带、典型地质体和自然景观区路线地质踏勘为主。测区内矿产资源丰富、矿（化）点分布较多时，还应对重点地段进行全面踏勘，以了解成矿地质背景和矿化特征。踏勘时应适当采集关键地段、有代表性地质、矿化现象的岩矿标本，并进行必要的岩矿鉴定或快速分析测试。通过踏勘选择确定实测地质剖面位置，建立遥感解译标志。

4.3、设计编写主要内容

设计编写主要内容及格式见附录B。

5、主要工作内容及技术要求

战略性矿产远景调查主要工作内容包括矿产地质填图、地球化学勘查、地球物理勘查、重砂测量、遥感地质调查、矿产检查和综合研究等。

5.1、矿产地质填图

5.1.1、目的任务

矿产地质填图的目的任务是提高测区内矿产地质研究程度，大致查明地质及矿化特征，发现新矿(化)点，为物化探异常解释、成矿规律研究和找矿靶区圈定提供基础地质资料。

5.1.2、基本要求

5.1.2.1、未开展过1:5万区调的地区，矿产地质填图必须以野外实测为主。已进行过1:5万区调的地区，采用野外调查和室内修编相结合的方式进行，主要任务是实测矿产和与成矿有关的含矿层、标志层、控矿构造、矿化带、蚀变带、物化探异常区和与成矿有关的其它地质体。

5.1.2.2、矿产地质填图应充分收集、分析、应用区内已有的地、物、化、遥、矿产资料。特别是要充分利用1:2.5万遥感解译成果、遥感影像图，提高研究程度和工作效率。

5.1.2.3、矿产地质填图应充分应用新技术、新理论、新方法，不断提高区内地质、矿产研究程度和填图质量。原则上采用数字填图技术。使用GPS定点。

5.1.2.4、矿产地质填图方法要充分考虑区内地形、地貌、地质的综合特征及已知矿产展布特征，对成矿有利地段要有所侧重。

5.1.2.5、矿产地质填图尽可能使用符合质量要求的地形图为底图，其比例尺应大于或等于1:5万，野外手图比例尺应为1:2.5万，无1:2.5万比例尺地形图时可使用1:5万比例尺地形图放大至1:2.5万。

5.1.2.6、地质研究程度：大致查明区内地层、构造和岩浆岩的产出、分布、岩石类型、变质作用等特征，深入研究与成矿有关的地质体和构造。

5.1.2.7、矿产研究程度：初步了解含矿层、矿化带、蚀变带、矿体的分布范围、形态、产状、矿化类型、分布特点及其控制因素、矿石特征。

5.1.3、填图方法和研究内容

5.1.3.1、沉积岩

沉积岩采用岩石地层方法填图。

大致查明岩石地层单位的沉积序列、岩石组成、岩性、主要矿物成分、结构、构造、岩相、厚度、产状、构造特征以及接触关系，大致查明其含（控）矿性质、时空分布变化等，厘定地层层序和填图单位。

5.1.3.2、侵入岩

大致查明侵入岩体、脉岩的形态与规模、产状、主要矿物成分、岩石类型、结构构造、包体、岩石化学和地球化学特征等。

大致查明侵入岩体内外接触带的交代蚀变现象、同化混染现象以及分异现象特征，并圈定接触带、捕虏体或顶盖残留体，测量接触带产状。

探讨侵入体的侵入期次、顺序、时代、演化规律、与围岩和矿产的关系及时空分布、控矿特征。

5.1.3.3、火山岩

采用火山地层-岩性（岩相）双重方法填图。

研究火山岩的成分、结构、构造、层面构造和接触关系。大致查明火山岩层的层序、厚度、产状、分布范围、沉积夹层及岩石化学和地球化学特征，划分和厘定岩石地层单位。

划分火山岩相，调查研究火山机构、断裂、裂隙对矿液运移和富集的控制作用及与火山作用有关的岩浆期后热液蚀变、矿化特征。

研究探讨火山作用与区域构造及成矿的关系，确定与成矿有关的火山喷发时代。

5.1.3.4、变质岩

区域变质岩要研究各种类型变质岩石的特点和变质作用。

浅变质沉积岩、火山岩、侵入岩注意运用相应的填图方法进行工作。

中、深变质岩系根据变质、变形作用特征及其复杂程度以及岩石类型，划分构造-地层单位、构造-岩层单位、构造-岩石单位。

接触变质岩石应有里叶状接触变质带、接触交代带的分布、物质成分、规模、形态、产状和强度及其土要控制因素

大致查明变质岩石的主要矿物成分、结构构造、岩石类型、岩石化学和地球化学特征、变形特征及其空间分布、接触关系，并建立序次关系，恢复原岩及其建造类型。

调查研究各类变质岩内的含矿层、含矿建造及矿产在变质岩中的分布规律，变质岩石、变质带、变质相对矿床、矿化的控制作用。

5.1.3.5、第四纪地质

第四纪地质体大致按时代、成因类型划分填图单位。含矿层位为第四系时要大致查明第四纪沉积物的物质成分、厚度及时空分布。

5.1.3.6、构造

大致查明构造的基本类型和主要构造的形态、规模、产状、性质、生成序次和组合特征。建立区域构造格架，探讨不同期次构造叠加关系及演化序列。

观察褶皱、断裂构造或韧性剪切带、构造活动等及新构造运动对沉积作用、岩浆活动、变质作用、矿化蚀变、成矿的控制作用、对矿体的破坏作用以及矿体在各类构造中的赋存位置和分布规律。

5.1.3.7、矿产

观察研究含矿层、蚀变带、矿化带、矿体以及与成矿有关的侵入体、接触变质带、构造带以及矿化转石等的种类、规模、展布范围、产状、形态及其空间变化，并取化学分析样和采集标本。观察研究矿石质量特征、矿石的物质组成、矿石矿物、脉石矿物、结构构造等。

5.1.4、精度要求

5.1.4.1、实测地质剖面

实测地质剖面应选择地层和其它地质体出露相对齐全、层序完整、化石丰富、顶底清楚，接触关系、标志层、相带清晰，岩性、岩相及厚度具有代表性，基岩露头较好、构造简单的地段。

一般在一个测区按沉积地层、火山岩、侵入岩和变质岩填图单位要求测制2-3条代表性实测剖面，比例尺以不小于1:1万，一般以1:5千为宜。对与成矿有关的主干构造带，也要测制代表性构造剖面。视实际情况和需要采取岩矿鉴定样或岩石化学样、岩石地球化学样等必要的样品。如已有符合要求的实测剖面，可部分或全部参照使用。

测制沉积岩地质剖面目的是了解沉积序列、岩石组成、岩性、结构、岩相、构造特征、可能含有的化石情况，正确划分地层，建立地层层序和填图单位。研究岩层物质成份、结构构造、含矿性和相互关系。

测制侵入岩剖面目的是了解不同侵入体的岩石学特征，研究其序次关系、含矿性和侵入时代等。

测制火山岩剖面目的是研究火山构造、划分火山岩岩石地层、岩相、岩石组合与序列、喷发旋回等基本特征，建立火山岩填图单位。

测制变质岩剖面目的是确立变质岩构造-地层（岩层）或构造-岩石地层填图单位。研究各填图单位的岩石类型、矿物组份、接触关系、序次、变形变质特征。

根据实测剖面测量的结果，编制综合地层柱状图。

5.1.4.2、填图单位划分

沉积岩区正式岩石地层单位划分到组作为基本的填图单位，对其中与成矿有关的岩层、含矿层、标志层等应以非正式单位单独表示。

侵入岩按侵入体为基本的填图单位，凡其接触带与成矿有利的侵入体的划分，对岩相带、蚀变带等要表示在图上。

火山岩可采用地层加岩性综合划分填图单位，一般划分到组。对其中与成矿有关的火山岩中含矿层、标志层等可以非正式单位单独表示。

浅沉积变质岩系的沉积接触关系和示顶标志清晰可靠，可参照沉积岩区地层单位划分填图单位；对区域性深变质岩系，可划分岩群、岩组、岩段。

第四纪地层根据成因类型和时代划分地层填图单位，对含矿层位单独划分表示。

5.1.4.3、地质体标定

野外手图：将1:2.5万遥感影像图、遥感异常图、地形图进行坐标配准叠加后拷入掌上电脑作为手图或直接作为野外用图。

地质图中应标定直径大于100m的闭合地质体；宽度大于50m、长度大于250m的线状地质体；长度大于250m的断层、褶皱构造。对于含矿蚀变构造带及其它矿化地质体，厚度不论大小，均应在图上表示。厚度较小者，可用适当的花纹、符号放大或归并表示。

基岩区内面积小于0.5km²、河沟谷中宽度小于100m的第四系不予表示，按基岩填制。

一般地质点在手图上所标定的点位与实地位置误差一般不得大于20m。

5.1.4.4、矿产地质填图观察路线的布置

未开展过1:5万区调的地区，观察路线的布置以解决地质找矿问题为原则。路线布置以穿越法为主，辅以追索路线。对重要含矿层位、蚀变带、矿（化）带、矿（化）体应尽量沿走向进行追索，并定点控制，路线间距原则上500m，成矿有利地段调查路线应视需要适当加密。

点距以控制地质矿产填图单位为原则，点距较大时，中间用GPS测制示踪点，以反映观察精度。对重要含矿地质体应进行追索。一个图幅内地质观察路线总长度在600km-800km。

矿产地质测量的路线间距可视工作区具体情况区别对待，不宜机械地按网度布置或无根据地任意放稀。路线间距及布置原则应在设计书中具体规定。

已开展过1:5万区调的地区，路线以追索路线与穿越路线相结合的方式布置，地质路线布置应以成矿有利地段为主，路线间距视实际情况确定。一个图幅内地质观察路线总长度不少于500km。

重要的地质界线 and 地质体应有足够的观察点控制。重要地质现象、矿化蚀变应有必要的素描图或照片。

野外地质观察记录格式应统一，点位准确，记录与手图要一致。记录内容应丰富翔实，真实可靠。地质现象观察要求仔细，描述要求准确，除详细描述岩性特征外，对于沉积岩石的基本层序、火山岩石的相序特征、侵入岩石的组构特征、露头显示的构造特征、接触关系、矿化蚀变现象等均应有详细描述记录，并有相应照片或素描图。点与点之间的路线亦应有连续观察记录；每条路线应有路线小结。重点穿越路线、重要含矿层位、矿（化）带、矿（化）体、蚀变带的追索路线应有信手剖面。

当发现重要含矿层位、矿化带、矿体（点）、蚀变带时，应采用适当的轻型山地工程予以揭露控制。工程应采用GPS定位。

5.1.5、资料综合整理

参照《区域地质调查总则》（DZ/T 0001j91）及相关矿产工作技术要求执行。

5.2、地球化学勘查

5.2.1、基本要求

5.2.1.1、矿产地质调查工作区均应部署1:5万面积性的化探工作，重点地区安排1:1万、1:2万剖面测量或面积测量

5.2.1.2、化探工作应根据调查区的景观条件和地质矿产特征，按行业技术标准的要求，制定具有较强针对性的化探工作具体技术方案。采样方法尚不成熟的特殊景观地区，要求开展地球化学测量方法有效性试验。

5.2.1.3、1:5万化探异常中定性解释的矿致异常均应进行概略检查，具较大资源潜力的矿致异常应进行重点检查。

5.2.1.4、化探异常的推断解释应与地质、物探异常分析研究密切结合，综合解释。

5.2.2 工作内容和要求

5.2.2.1、1:5万化探

1:5万化探工作可根据1:20万区域化探和区域成矿特征布置。

1:5万化探一般应采用水系沉积物测量方法。不具备开展水系沉积物测量条件的地区，可采用土壤测量（或岩屑测量）的方法。

1:5万化探的采样密度一般可在4j 8个点/km²之间选择。在我国南方地区和其它水系发育或地形切割强烈的地区可采用4个点/km²的密度；我国北方干旱、半干旱景观地区，采样密度应适当增加；在残山丘陵地区的土壤测量应采用较高的采样密度（如8个/km²），以保证控制效果。

水系沉积物测量和土壤测量的采样在我国西、北部（包括青藏高原西部、新疆、黄土高原地区和内蒙古高原地区以及西部其它干旱、荒漠景观区）均应注意克服或避免风成砂或黄土的稀释干扰。水系沉积物测量采样介质应为代表汇水域基岩成份的岩屑物质；土壤测量的采样介质应为代表基岩成份的残坡积物。采样粒度应根据化探方法技术试验结果确定。同一调查区化探工作的采样介质和采样技术条件应尽量保持一致。

样品分析一般按单点样分析，采样密度较大时，可按组合样分析，化探分析元素的选择应根据调查区1:20万区域化探反映的异常元素组分和区域已知成矿元素、伴生元素的种类综合确定，一般选择分析12-15种元素。

元素的分析测试方法应有足够的灵敏度和检出限，主要元素的报出率应达90%以上，次要元素报出率最低达到80%以上。

化探样品测试的各项监控指标应作全面的质量分析和评价。

其他可参照行业技术标准DZ/T0011j91 《地球化学普查规范（1:5万）》的要求。

5.2.2.2、1:1万j1:2 万化探

针对1:5万化探异常开展矿产检查，应布置1:1万j 1:2万化探剖面或面积测量工作。测网采用GPS测量敷设。工作方法采用土壤测量或岩石测量。

有明显风成沙干扰的地区，土壤测量应在残积层截取-4j+20 目的粒度或-4目的混合粒度。

5.2.2.3、资料整理和异常解释

1:5万化探野外工作应及时整理各类野外原始资料；按技术标准编制采样点位图、原始数据图、地球化学图、地球化学异常图、异常剖析图及其他专题解释图件。

系统整理化探异常的面积、强度、规模、浓度分带、组分分带、各种比值等数据，研究分析化探异常分布规律、元素组合规律及与物探异常关联对比等，结合异常地质背景和成矿条件，以及地表矿（化）点、蚀变带分布，对化探异常进行定性解释和分类排序，提出矿产检查工作安排建议。

5.2.2.4、质量要求

采样方法要符合实际情况。采样布局要求合理，密度应适宜。采样位置要求准确，层次应到位。采样物质要求正确。各采样点标志要确切、清楚，原始记录要求齐全、清晰，符合要求。

对有找矿意义的异常，要综合运用地质、物化探工作及地表工程进行检查评价。

野外工作结束后要及时整理资料，提交相应比例尺的图件和文字总结。

工作质量精度应符合现行专业规范和规程要求。

5.3、地球物理勘查

5.3.1 基本要求

5.3.1.1、矿产远景调查应根据调查区的地质、矿产、地球物理工作程度、成矿地质背景、主要矿产类型的地球物理前提和工作条件，从直接找矿和间接找矿两方面选择技术路线和部署快速、经济、有效的物探工作。

5.3.1.2、物探方法的配合应充分注意异常的定性定量解释和推断的需要，采用面积测量和剖面测量相结合的方式开展调查和矿产检查。

5.3.1.3、物探工作应在野外及时进行物探数据处理和异常的推断解释。异常的推断解释必须密切结合地质、化探成果，综合解释。

5.3.2 工作内容和要求

5.3.2.1、1:5万物探工作

在工作程度较低的地区，根据地质地球物理条件，一般应开展高精度地面磁测，以寻找一定规模的弱磁性矿产（包括黑色金属、有色金属、贵金属矿产等）或进行间接找矿，研究成（控）矿地质构造，结合地质与化探，寻找隐伏矿产和圈定矿产预查靶区。已完成大比例尺航空物探，或已证明存在较严重干扰、直接和间接找矿效果差的地区不宜安排此项工作。

在工作程度较高、地形和成矿条件优越，以寻找隐伏-半隐伏大中型矿床为目标的地区，可适当开展1:5万；1:2.5万的高精度重力和电法工作。

1:5万物探工作可采用半自由网开展，平均线距500米，点距100米；以GPS控制半自由网及测点位置。

物探工作必须对区内各类岩石、矿石进行系统的物性参数测量和研究。

5.3.2.2、1:1万；1:2 万物探工作

矿点、重要矿化蚀变带及分析筛选的物（化）探矿致异常应进行1:1万；1:2万的物（化）探剖面测量，具有大中型矿床找矿远景的地区应开展面积性测量工作。

物探剖面测量可根据地质地球物理条件，选择采用电法、高精度磁法、高精度重力及各种电磁法等物探方法。

面积性物探工作可以在剖面测量的基础上，以一种方法为主，其他方法为辅，相互配合。

1:1万；1:2 万物探剖面的测量点距按20；40 米；面积工作按100-200；20-40 米的网度，采用GPS测量敷设。

对有一定规模、意义的物探异常，应在异常中心部位布设物探精测剖面，核实异常是否真实存在，同时采集和测定必要的物性标本。精测剖面的电法应开展电测深剖面工作。

物探方法的精度分配、仪器准备、野外数据采集、各项改正、参数测定、质量检查和资料整理等按DZ/T 0071；93《地面高精度磁测技术规程》、DZ/T0070；93 《时间域激发极化法技术规定》等有关技术标准执行。

5.3.2.3、资料整理与异常解释

物探工作的面积和剖面测量资料应按相关方法的行业技术标准系统整理和成图。

物探异常的定性解释：采用地质、物探、化探综合信息的方法，分析和辨识有直接或间接找矿意义的异常，应特别注意筛选具有寻找大矿前景的异常，并通过初步查证进一步解释推断。

物探异常的定量解释：对所有已定性解释的重要矿致异常，应定量反演异常源的埋深、形态、产状和边界。

5.3.2.4、质量要求

应根据工作区地质、地球物理、地球化学条件、自然地理因素及具体工作要求，开展方法试验，测定有关参数，实测地质地球物理地球化学综合剖面，选择有效方法进行地球物理勘查。

根据方法试验和有关物性参数选择适当的仪器进行测量；仪器性能、标本采集等按相关规范要求执行。野外装置、操作、观测应按规范要求进行，要求取准取全每一个原始数据。磁法测量中间性技术指标应达到规范和仪器说明书规定的要求，日变观测应按规范操作。电法测量装置形式的选取和敷设要达到规范要求，检查观测、系统检查、观测误差计算应按规范进行，实际误差不超过规定要求。

野外工作结束后要及时整理资料，编制相应比例尺的图件和编写文字总结提交使用。

工作质量精度应符合现行专业规范和规程要求。

5.4、自然重砂测量

5.4.1、基本要求

5.4.1.1、根据不同测区目标矿种和具体工作任务，结合调查区具体工作程度，确有必要的可有选择地安排自然重砂测量工作，一般以1：5万比例尺为宜。

5.4.1.2、通过全面、深入的重砂矿物测量寻找相关矿产，总结找矿标志，分析有关矿产区域分布特征及成矿远景，进行矿产预测，圈定具体的进一步勘查地段。

5.4.1.3、自然重砂测量工作的部署方法一般选用水系法或最小水域法。

5.4.2 取样

5.4.2.1、取样密度与间距

自然重砂测量的取样密度因地质复杂程度和地貌条件而异。复杂区、成矿有利地段、四级支流及冲沟，以每个样品控制1.5~2 km²为宜；中常区和三级支流为3~4 km²；简单区以5~8 km²较为有利。在二级河流及大河两侧冲沟中要选择有利地段，采取少量样品进行检查，以防漏掉原生矿床。阶地及宽河谷重砂测量间距一般为：线距500~1000m，点距20~40m；残坡积重砂测量间距一般为：线距500m，点距250m，每平方千米取样8个。

5.4.2.2、取样点的布置

重砂采样点的布置要针对不同的成矿特点进行合理安排，对控矿有利因素（地层、构造、岩浆岩及其接触带和蚀变带等）要进行重点控制，以准确圈出找矿有利地段，有效指明找矿方向。

5.4.2.3、取样位置的选择

取样位置的选择既要注意样点分布的均匀性，也要考虑重砂矿物富集的地点。

冲积层取样：一般沿水系（主要是支流）由下游向上游在相应的距离内寻找重砂矿物富集地段（河流流速显著减慢处、河床基底有利于停积重砂的地方）进行取样。

阶地取样：最好在水位最低时取样，一般选择在河流拐弯的外侧由水流侧蚀作用冲刷剥露的阶地剖面处或阶地边缘塌陷裸露处。

坡积层取样：一般选择干谷或洼地、谷口或谷底的坡积层中取样，取样点应布置在垂直砂矿物来源方向的取样线上或平行等高线方向位置，也可按一定网格布置。

残积层取样：一般选择在凹凸不平或有溶洞的基岩表面按网格进行取样。

5.4.2.4、取样物质的粒度与取样深度

取样物质的粒度一般选择分选不好的砂砾层，如小砾石、粒度不均匀的卵石、分选程度差的粗砂等。

取样深度应根据试验或不同层位确定，一般为20~50cm。残积层取样一般以见到基岩为原则，坡积层取样一般在腐植层以下进行，阶地取样应在阶地底部或中间隔挡层之上、分选性不好的层位采集。

5.4.2.5、取样方法和样品重量

浅坑取样是以水系冲积层、坡积物或残积物为取样对象、以寻找原生矿床为目的的最常用的一种取样方法。刻槽法常用在阶地取样工作中。

原始样品重量一般为15~30kg，按体积计算为0.1~0.2m³。经野外粗淘后，灰砂重量（即送样重量）应不少于10~15g，同一地区工作时重砂的原始重量必须大致相等。

5.4.3 样品的加工与编录

5.4.3.1、样品的野外淘洗与回收

原始样品一般在野外就地就近淘洗，一般淘洗至灰色为止，即以石榴石、角闪石、辉石及比重在2.8左右的砂矿物不多量流失为准。为了保证淘洗质量，应建立健全质量检查制度。重砂淘洗人员必须经培训合格方可上岗。

5.4.3.2 样品的野外编录重砂取样的编录工作一般采用填表的方式，内容包括取样日期、地点、编号、沉积物类型、淘洗物性质、取样方法及深度、松散样重、灰砂重、重矿物成分、有用矿物特点及含量等，取样位置必须标注在地形图上，必要时附采样点素描图。

5.4.3.3、样品的分离

按砂矿物的不同物理性质（比重、磁性、电性、表面性质等）和化学性质，采用适当的机械分离手段和选择性溶矿的方法，尽可能地将有用砂矿物或其他需分离的砂矿物单独提取出来。

5.4.3.4、砂矿物的鉴定与定量

砂矿物鉴定一般采取不取用多少、相反同时的方法，以利于双方为主，同时辅助多件共比手段。主要方法包括：立体显微镜下鉴定、油浸鉴定、微化分析、比重测定、光谱分析、反光镜下鉴定、发光分析、放射性测量、硬度测定等。

要确定砂矿物样品中有用矿物含量，首先要求对定量矿物的鉴定要准确，其次是取样的代表性、样品的缩分与加工质量、粒度分级的合理性等要得到保证。定量的方法分为矿物定量法（包括目估法、颗粒统计法、体重法、称重法）和元素定量法（化学计算法、选择溶解法）。

5.4.4、资料整理与异常解释

资料整理的主要任务是编制重砂矿物分布图和圈定有用重矿物异常扩散晕，进行异常的解释和推断，分析重矿物来源，排除非矿异常，确定因矿引起的异常特征和标志。

5.4.4.1、重砂矿物分布图的主要内容

主要包括：地形地貌特征、重要地质资料（地层、构造、岩浆岩、矿产及蚀变带等）、直接和间接的找矿标志、砂矿物测量资料、异常形态、规模。

5.4.4.2、重砂矿物分布图的表示方法

成果图的底图一般是同比例尺着色很浅的地形地质图或地质矿产图，以图面清晰、重点内容（重砂矿物资料）突出为原则。常用的表示方法包括圈法、符号法、带法和等值线法。

5.4.4.3、重砂矿物分布图的编制步骤

整理及研究砂矿物分析鉴定资料，对有用重砂矿物进行分组；异常下限的确定和异常的分级；将取样点标绘在简化的地形地质图上，并在固定的一侧注明矿物的含量；重砂异常的圈定。

5.4.4.4、异常区的分级

圈定异常后，结合区域地质地貌特征，对各异常区进行对比和分级。一般分为四级，其中一级异常区的异常点分布集中、有用矿物含量一般为Ⅰ级、成矿地质条件良好、有已知矿床或具远景的矿点分布。

5.4.4.5、综合研究

在开展以砂矿物的共生组合、标型矿物及矿物标型特征、磨圆度情况、有用矿物的含量、有用矿物的空间分布规律等为主要内容的综合研究基础上，将零散的资料编制成有关的图表，并结合岩石、矿床、地球化学等有关资料，就工作的相关情况编写报告。

5.5、遥感

5.5.1、基本要求

5.5.1.1、矿产远景调查中应充分应用遥感地质解译成果。

5.5.1.2、矿产远景调查中的遥感工作主要是遥感影像制图、遥感地质解译、遥感异常提取。

5.5.1.3、矿产远景调查中应利用遥感解译图提取与成矿关系较为密切的异常，基岩裸露、半裸露区矿产远景调查必须系统提取遥感异常，为编制成矿规律图和进行矿产预测提供资料。

5.5.2、遥感影像制图

5.5.2.1、遥感影像图是矿产远景调查的一种重要野外工作图件，一般应在野外地质填图前完成。

5.5.2.2、1:5万遥感影像图采用ETM+（或TM）图像数据编制，大于1:2.5万影像图可采用SPOT-5、IKONOS、QUICKBIRD或航空摄影像片编制。

5.5.2.3、矿产远景调查中的遥感影像图必须由低分辨率合成图像与高分辨率图像经保真融合处理（获取图像高空分辨率和高光谱保真度）制成。

5.5.2.4、矿产远景调查遥感影像图一般采用六度分带的高斯-克吕格投影。

5.5.3 遥感地质解译

5.5.3.1、遥感地质解译应贯穿于矿产远景调查设计前地质草图及设计图编制、地质填图、矿产检查和室内综合研究的全过程，一般应在正式进行野外工作前完成解译工作。

5.5.3.2、矿产远景调查中遥感地质解译工作重点是：区域构造格架解译，辅助地质填图解译，已知成矿、控矿地质体、地质构造追索圈定，与成矿、控矿相关的遥感线、环特征影像提取等。

5.5.3.3、线、环影像解译的重点是：线性体特征、线性体之间的时、空结构、演化特点以及与成矿、控矿地质作用之间的关系；环状影像特征，环状影像之间的相互交切、包容、叠置、移位等时、空演变特点，与成矿、控矿地质作用关系以及隐伏岩体圈定等。

5.5.3.4、遥感地质解译图中的全部地质体、地质界线必须从遥感图像中提取，图中与已有地质资料一致的、新解译的遥感实测界线（有可视化遥感影像为依据的界线）和遥感推测界线，必须采用不同线划区别表示。

5.5.4、遥感异常提取

5.5.4.1、遥感异常，一般采用ETM+（或TM）数据，异常提取以主成份分析法为主，光谱角制图为辅。前者采用B(1, 4, 5, 7)波段提取羟基为主的基团异常，用B(1, 3, 4, 5)波段提取以铁染为主的变价元素异常；后者利用调查区已知矿床、矿（化）点统计光谱作为参考光谱，提取与之类似的异常，通过利用多种参考光谱逐次提取，以实现调查区异常进行分类。有条件时也可采用ASTER或HYPERION图像数据提取蚀变（单）矿物。异常提取过程中，所有去干扰处理均必须有相应的数学模型为依据（严禁随意删除）。

5.5.4.2、必须参照调查区若干类型已知矿床、矿点的统计特征光谱，利用光谱角法对全区异常进行逐次分类，分别提取相应类型矿床的（光谱特征）遥感异常。

5.5.4.3、所有遥感异常区带，均应根据异常特征、成矿地质条件等进行找矿远景分级。

5.5.4.4、遥感异常图上应标明重点查证的异常区带号、异常号，为矿产检查提供依据。

5.5.5 遥感异常提取及图件编制

遥感异常提取及图件编制参照有关规范执行。

5.6、矿产检查

5.6.1、基本要求

5.6.1.1、矿产检查是指对工作过程中发现的地质、矿产、物探、化探、遥感等各类异常、矿化信息和地表找矿线索进行的综合检查和初步评价工作。

5.6.1.2、矿产检查工作强调针对测区具体情况，采取大比例尺地质填图、物化探工作以及适量的地表工程，对各类异常、矿（化）点进行综合检查，一般不安排单方法的异常查证工作。

5.6.1.3、对厂坝区按工作性质及方法划分异常区带和异常点，并进一步工作价值的大环境

5.6.2、概略检查

5.6.2.1、检查范围

对矿产地地质填图中发现的含矿层、矿化带、蚀变带和其它重要找矿线索，物化探工作中圈定的具有扩大找矿远景的矿致异常（甲类）和推断有找矿前景的物探、化探、遥感异常（乙类异常），已知矿床、矿点及矿化点（包括新发现的以及群众报矿点）、民采点、老窿等都应进行概略检查。

概略检查区范围应考虑各类异常的形态、规模以及地表矿化和蚀变情况，合理确定，以免漏矿。

5.6.2.2、检查程度和主要任务

初步了解检查区的成矿地质背景、地球物理、地球化学特征；核实异常是否存在，确定异常的确切位置；初步查明引起异常的原因。

初步了解矿化带、蚀变带、矿（化）体（层）的分布范围、规模、产状、矿物组成、有益组份及含量等。

对经过勘查工作的矿（床）点，以资料收集和踏勘为主，了解矿床地质条件、矿化特征、找矿标志，以便指导区内找矿和评价工作，一般不再投入工作量。

在上述工作的基础上，结合区域成矿地质条件的对比分析，概略评价测区的找矿前景，为找矿靶区的圈定提供可靠的野外资料，并提出进一步工作的具体建议。

5.6.2.3、技术方法选择和要求

检查工作一般遵循地质踏勘、地表原方法检查、多方法评价的由浅入深、由表及里的工作程序。

概略检查阶段一般选用地表追索，地质、地球化学（土壤或岩石）、地球物理（高精度磁测、激发极化法、高精度重力）剖面测量，地表化学样品采集等技术方法进行评价。

一般应选用地球化学、地球物理方法中的两种或多种方法进行评价，以利综合评价，对有贵金属矿床安排以物探、矿（化）体（层）、蚀变带的分布范围和规模以地表追索、GPS点控制。必要时应进行少量探槽或浅坑。地表追索的路线间距和采样密度确定以能控制矿（化）层、矿化带、蚀变带范围、规模，不遗漏区内可能存在的矿化现象为准。

矿（化）体露头采集化学样时应尽可能采用刻槽法，无法采用刻槽法时，要注意取样的代表性和连续性。对有找矿远景的地段必须采取刻槽样，了解其矿物组成、有益组份及含量等。

检查结束后，应及时提交检查评价工作报告，提出是否进一步开展普查工作的建议。概略检查应提交如下资料：野外记录本，大比例尺地质矿产调查实际材料草图，样品分析（鉴定）报告，物化探成果图，概略检查地质简图。

5.6.3、重点检查

5.6.3.1、检查范围

对概略检查初步确定有找矿前景和进一步工作价值的矿（化）点择优进行重点检查。

5.6.3.2、检查程度和主要任务

详细了解成矿地质背景、地球物理和地球化学特征，基本了解矿化蚀变带、矿（化）点的控制因素和成矿条件。

基本了解矿（化）体（层）分布范围、规模、形态、产状、共生有益元素种类、含量及其变化、矿石的质量、结构构造；基本了解近矿围岩的蚀变种类、分布及其与矿化的关系；大致判别矿床类型。

顺便了解矿化地段的水文地质、工程地质、环境地质和其它开采技术条件及自然经济地理情况。

利用矿种勘查规范的一般工业指标圈定矿体，按中国地调局《固体矿产推断的内蕴经济资源量及经验证的预测资源量估算技术要求》估算（3341）资源量，见矿情况好的，按附录A要求评价新发现矿产地。

对重点检查对象的找矿前景作出评价，并提出进一步开展预查工作及工程验证的具体建议。

5.6.3.3、技术方法选择和要求

详细检查阶段一般选用大比例尺地质测量，地质、地球化学（土壤或岩石）、地球物理（高精度磁测、激发极化法、高精度重力等）剖面测量，1:1万~1:2万面积性物化探测量，轻型山地工程揭露等技术方法进行评价。

每一个评价对象均需要填制1:1万~1:2万地质草图，不少于2-3条地质、化探（物探）剖面控制，地表矿化强烈或地表露头矿等地段，要安排槽探工作，必要时可施工少量浅井或浅坑对其浅部进行了解。评价目标矿种为有色金属、黑色金属、煤等时，对有物探工作前提条件的测制地质、物探、化探综合剖面。

根据目标矿种找矿工作需要，可安排适当比例尺（大于1:5万）面积性物化探工作。

矿（化）体的圈定应以刻槽取样化学分析成果为依据。

大比例尺地形地质草图的测制和矿（化）体、蚀变带的填绘及工程布置应以GPS加皮尺、罗盘配合定测进行，GPS应经控制点校正。

探矿工程应按规范要求编录。

编制矿点属性卡片。

检查评价工作结束后应及时提交检查评价工作报告，提出是否进一步工作的建议。重点检查应提交如下技术资料：大比例尺地形地质草图，实际材料图，工程素描图，物化探成果图，矿（化）体采样平面图，大比例尺重要地质剖面图，预测资源量估算图，各类样品分析（鉴定）报告，重点矿产检查地质报告。

5.6.3.4、工程及老硐编录

用于揭露重要地质界线、重要含矿层位、地质观察点、蚀变带、矿（化）带、矿（化）体在地表及近地表的实际位置而施工的剥土、浅井、浅钻、探槽等山地工程均应按有关规范要求进行正规的地质编录，针对蚀变带、矿（化）带、矿（化）体施工的工程应有正规刻槽取样。对于矿化蚀变岩石要刻槽采样。控制矿（化）体的工程要求揭露其顶底板。对于重要地质现象要绘制大比例尺素描图、拍照或摄影。要取全取准各类测试样品并标绘在素描图上，文字描述应做到内容翔实，重点突出，语言简练。

对于工作区内前人采矿遗迹（采坑、老硐）要进行调查，绘制采坑、老硐的平面图、剖面图。对于可观察的老硐要进行地质编录，并重新采取刻槽样，分析矿石质量，了解矿石的类型、矿化类型、矿体的规模、形态、产状、矿体与围岩的关系、蚀变特征及矿化标志等。老硐编录和取样工作质量参照相关规范要求执行。

5.7、综合研究

5.7.1、基本要求

5.7.1.1、综合研究应贯穿于项目的全过程，要重视综合研究对设计编写、项目实施的指导作用。

5.7.1.2、综合研究坚持突出重点、兼顾一般，突出当前、考虑长远的原则。真实、准确而完整的野外调查资料是综合研究的基础，使用的原始资料必须真实、齐全、准确。综合研究应尽量使用新理论、新方法和新手段。综合研究是提高矿产远景调查成果的重要环节之一，必须有专人负责，把综合研究贯穿于整个矿产远景调查工作过程，不断深化综合研究成果，以指导矿产远景调查工作。

5.7.1.3、各类综合图件的编制方法及内容应按有关规定进行，力求做到规范化、标准化、图表化。

5.7.1.4、把野外调查与综合研究有机结合，做到两者统筹安排，互为补充。

5.7.2 物化探资料的再处理

5.7.2.1、化探数据的处理

化探数据处理应注意化探工作中的一些典型问题研究：高、大、全异常与弱小异常的关系问题；异常的空间结构问题；组成异常的前、中、尾元素异常问题；负异常问题；异常元素的分带性问题；原生晕与次生晕异常模型问题；不同地球化学景观区化探数据处理问题；不同地质背景的化探数据处理问题；化探异常与其它矿化信息的综合应用问题等。

不同的矿床类型具有不同的特征元素组合。

多种矿化类型的元素组合在空间上的套合，反映了多次成矿地质作用叠加。可以将反映不同矿化类型的元素进行累加处理，使那些与某一矿化类型有关的低缓异常凸现出来，并显示其规律性。

按照上述化探数据处理的原则和思路，应用区域地球化学数据管理系统软件(GeoMdis2003)或其它数据处理软件，按项目进行多元素相关分析、聚类分析、因子分析等，按不同地球化学分区求取异常下限和划分异常，圈定单元素地球化学异常图、综合异常图等，建立典型矿床地质-地质地球化学找矿模型，指导异常筛选和查证工作。

5.7.2.2、物探资料的处理

尽可能地收集、分析和利用测区已有的物探资料与推断成果，有条件时可对物探（大比例尺航磁资料）数据资料进行重新处理。一般应进行多种条件的化极、延拓、求导等处理，深入挖掘老资料中的直接和间接找矿信息。

对矿产远景调查区取得的1:5万高精度磁测、重力资料及激发极化法测量资料应进行系统的数据处理和分析解释。一般也应对高精度重力和高精度磁测数据进行滤波、位场转换、解析延拓、局部异常的求取等数据处理。要结合区内物性资料，对区内地层、岩体和构造进行推断，综合研究成矿环境和地球物理找矿标志。

应通过不同的数据处理方法对重要成矿区带的物探异常（包括弱重磁异常）进行提取和异常辨识，结合物性与化探资料分析局部异常的直接找矿意义，进行定性解释推断。有重要意义的矿致异常应进行异常源的三维或二维定量反演计算。开展了1:1万等大比例尺物探异常查证工作的资料，对电法、磁力、重力异常要进行再处理，更详细的全面定量反演，为进一步的工程验证提供布置依据。

通过大比例尺物探数据的化极、延拓、求导等处理和对物源空间特征的分析，查明区域地质背景特征，系统地推断在矿构造、岩体、地层或标志层。对间接找矿的标志，也应尽可能地进行粗略的定量反演，进行三度空间的地质矿产特征分析。

5.7.3、综合找矿信息分析与研究

矿产远景调查的综合研究工作要求对实测的地、物、化、遥、重砂等找矿信息进行综合分析和资料的综合整理（包括已有资料整理），分析区域成矿地质背景，开展矿产预测，编制综合成果图及矿产预测图，科学划分IV级成矿远景区带，圈定V级成矿远景区，总结区域成矿地质条件和成矿规律，确定找矿标志，优选找矿靶区，对区域矿产潜力做出综合评价。

5.7.4、成矿规律及矿产预测图编制要求

成矿规律及矿产预测图的底图一般采用地质图，底图上应标绘：矿床、矿（化）点、矿体、规模、成因类型、共伴生矿种；转绘各类主要异常；标出找矿标志；划分和圈定矿区（带）界线、级别、编号、命名等。图上应尽可能标明控矿条件。根据成矿条件有利程度，预测依据是否充分，资源潜力大小和矿体埋藏深度等因素，将靶区分为A、B、C三类。

6、质量要求

各单项技术工作质量要求参照现行有关技术规范和规程执行。资源量估算按照《固体矿产推断的内蕴经济资源量和经工程验证的预测资源量估算技术要求（内部试行）》执行。

7、提交成果

矿产远景调查工作结束后，需要提交的成果主要有：

《战略性矿产远景调查报告》；分幅（1:5万国际分幅）《战略性矿产远景调查说明书》；附表、附件、附图及图册。

7.1、报告编写格式及要求

7.1.1、矿产远景调查报告是在一定阶段内对调查区区域地质矿产特征、区域成矿规律等认识的总结，是部署战略性矿产勘查工作的重要依据，必须认真编制。

7.1.2、矿产检查分述应对概略检查和详细检查对象逐个进行描述，主要内容应包括检查的方法、投入的主要工作量、检查结果等，并对是否具有进一步工作价值作出评判，提出下一步具体工作建议。

7.1.3、报告的内容应简明扼要、重点突出、论据充分、文图表相吻合。

7.1.4、矿产远景调查报告编写主要内容及格式见附录C。

7.2、分幅矿产远景调查说明书编写格式及要求

分幅矿产远景调查说明书编写主要内容和格式参照矿产远景调查报告编写主要内容及格式，并作适当简化。

7.3、附表

地球物理、地球化学勘查各类原始数据表；

地球物理、地球化学以及遥感异常登记表、异常查证结果表；

样品登记表、分析结果登记表和内、外检结果登记表；

探矿工程一览表；

找矿靶区登记表；

新发现矿产地登记表（参照矿产地数据库中的相应表格）；

预测资源量估算数据表（各工程、各剖面、各块段的矿体平均品位、平均厚度或面积、体积计算表）；

老硐、民采坑道等资料汇总表。

7.4、附件

重要原始资料清单；

有关的批复文件；

矿产检查简报或报告；

分幅矿产远景调查说明书。

7.5、附图及图册

地质矿产图；

综合异常图；

成矿规律及矿产预测图；

有关的专题研究图件。

工作程度图；

地球化学采样点位分布图；

主元素地球化学图、物探异常图、遥感异常图；

主要工程编录图和预测资源量估算图；

重要的地质和工程剖面图；

矿点地质草图和采样位置平面图；

照片等。

以上图件根据幅面大小作为附图或汇编成图册。

7.6、数据光盘及其相关的数字化资料

与矿产远景调查报告及附图及图册、附表、附件相一致的数字化资料。

附 录

A 成果指标

B 战略性矿产远景调查设计编写主要内容

C 战略性矿产远景调查报告编写主要内容

附录A 成果指标

1. 找矿靶区

是指IA类靶区内经少量地表工程揭露和控制的，成矿条件十分有利，与已知矿床找矿模型表达的预测准则吻合程度较高，预测依据充分，资源潜力大或较大，地表可见矿化露头或隐伏（盲）矿床存在可能性很大，可优先安排矿产预查的地段。面积一般在几到几十平方千米之间。

2. 新发现矿产地

通过各类地质调查工作（在项目工作期内），或者根据群众报矿、群众采矿线索新发现的，并经过矿产调查工作证实为具有一定规模，有进一步工作意义或具有工业价值的矿区。

验收标准：

（1）初步了解靶区基本地质情况及其矿床类型；对靶区矿床和埋藏情况做过概略地质调查和少量的工程揭露与控制

（2）对矿石质量有正规取样化验资料，矿石质量及矿体开采技术条件符合现行矿产工业评价要求。

（3）矿产地的资源量规模达到《关于印发<矿产资源储量规模划分标准>的通知》（国土资发〔2000〕133号）中规定的小型矿床上限的二分之一以上。

（4）估算资源量类别已满足《固体矿产推断的内蕴经济资源量和经工程验证的预测资源量估算技术要求（内部试行）》中的3341之要求。

（5）有正式编写的文字报告，并附有必要的地质图、剖面图、工程编录图及取样位置图等相应图件。

附录B 战略性矿产远景调查设计编写主要内容

1. 绪言

目的任务，位置交通、自然经济地理概况，地质矿产调查研究程度，踏勘工作简介。

2. 地质矿产概况及存在的主要问题

分述地质矿产特征（附：测区地层序列表，矿(化)点、异常特征表，列出存在的主要问题）。

3. 区域化探、物探、遥感影像、重砂特征

4. 工作部署及技术路线

说明技术路线，总体工作部署及部署原则；详述具体工作安排时，应根据现有资料划分不同的地质矿产工作区，并分别提出对应的工作程序，部署相应工作内容；提出总体工作计划和年度工作安排，设计实物工作量。

5. 工作内容、方法及技术要求

说明本次矿产远景调查的工作内容及工作方法；对地质、矿产、物化探、遥感等工作分别说明方法选择依据、工作方法的具体技术要求。

6. 质量管理与监控

7. 经费预算

8. 组织管理及保障措施

9. 预期成果

设计附图：

结合物化探遥感资料编制1:5万区域地质矿产草图；

研究程度图(比例尺视情况定)；

化探、物探、重砂异常图（内容不多时与1:5万地质矿产图合并表示）；

工作部署图（1:5万）。

附录C 战略性矿产远景调查报告编写主要内容

第一章 绪 言

- 一、工作目的和任务
- 二、位置交通及自然经济地理概况
- 三、以往地质工作评述
 - (一) 以往基础地质工作
 - (二) 以往矿产勘查开发工作
 - (三) 以往其它地质工作
- 四、本次工作情况及取得的主要成果
 - (一) 矿产地质填图
 - (二) 物探工作
 - (三) 化探工作
 - (四) 遥感调查工作
 - (五) 矿产检查工作
 - (六) 综合研究工作
 - (七) 本次工作取得的成果

第二章 成矿地质条件

- 一、区域地质背景
- 二、地层条件
- 三、岩浆岩条件（火山岩和侵入岩）
- 四、构造条件
- 五、变质作用条件

第三章 地球物理、地球化学及遥感特征

- 一、地球物理特征
 - (一) 物性特征
 - (二) 地球物理场特征
 - (三) 地球物理异常特征
- 二、地球化学特征
 - (一) 地球化学场特征
 - (二) 地球化学异常特征
- 三、遥感异常特征

第四章 区域矿产

- 一、概 况

- 二、金属矿产矿床（点）地质特征
- 三、非金属矿产矿床（点）地质特征
- 四、能源矿产矿床（点）地质特征

第五章 成矿规律与矿产预测

- 一、成矿规律
 - (一) 矿床（点）空间展布特征
 - (二) 成矿时间演化规律
 - (三) 成矿区（带）的划分
- 二、主要矿种的找矿模型
 - (一) 控矿地质因素分析
 - (二) 找矿标志分析
 - (三) 找矿模型建立
- 三、矿产预测
 - (一) 远景区的圈定
 - (二) 远景区分类及特征
 - (三) 找矿靶区的优选及特征
 - (四) 矿产资源远景评价

第六章 工作方法及质量评述

- 一、地质填图工作
- 二、物探工作
- 三、化探工作
- 四、遥感工作
- 五、矿产检查工作
- 六、探矿工程
- 七、其它工作

第七章 结 论

- 一、主要成果
- 二、存在问题
- 三、今后工作建议

外资中国探矿热

3月17日，中国矿业联合会地质勘查分会常务副会长刘益康在谈及外资进入中国矿业的情况时，对比快速增长的2003年，他对最近一年多的变化仍不禁感慨：又加快了很多。

从1932年开始，每年一届的PDAC大会主旨是：为世界矿业提供资本融资，是世界矿业投资人最重要的聚会之一，也是窥视各国矿业外来投资进入情况的最佳窗口。

国土资源部1月底公布的2004年颁发的勘查许可证(探矿权)公告显示，国土资源部2004年颁发的92个非油气矿产资源勘查许可证(探矿权)中，有16个项目探矿权人有外资参与背景。而在2年前的勘查许可证(探矿权)登记中，外资几乎不见踪影。

国土资源部1月底公布的2004年颁发的勘查许可证(探矿权)公告显示，国土资源部2004年颁发的92个非油气矿产资源勘查许可证(探矿权)中，有16个项目探矿权人有外资参与背景。而在2年前的勘查许可证(探矿权)登记中，外资几乎不见踪影。

多国：探宝：先锋队

中国科学院地理科学与资源研究所一位学者告诉记者，外资对中国矿的热情在2000至2002年间逐步加温，而从2003年开始更是温度骤增。

根据国土资源部公开的信息，2003年外资对我国地勘业投入达14.5亿元，比前一年增加了28%。2003年，外资企业共取得探矿权74宗，采矿权148宗，分别占全国总数的0.9%、0.4%。而且批准的矿规模都相对较小，探矿权批准登记面积和采矿权批准登记面积占全国比重更是低至0.1%、0.2%，外资企业年矿产量占全国总量的1%，矿产品销售收入占全国总量的0.4%。依然还是小头，但这些数字都在快速地跳动。

2004年以前，外资勘探投入的主要方向是海域石油和煤层气，而对金属矿产的地勘投入则非常微弱，为389万元，在全国金属矿产地质勘查投入14.5亿元中仅占0.45%。

然而，加拿大艾芬豪公司在中蒙边界巨型铜矿的发现刺激了国内外矿业公司在华的勘查投资，加拿大西南资源公司在云南勘查项目的成功更是进一步激起外商的赢利期望；尤其是投入相对较小的金属矿。从前年底以来，外商对金属矿的激情突然勃发。

加拿大艾芬豪公司在中蒙边界巨型铜矿的发现刺激了国内外矿业公司在华的勘查投资，加拿大西南资源公司在云南勘查项目的成功更是进一步激起外商的赢利期望；尤其是投入相对较小的金属矿。从前年底以来，外商对金属矿的激情突然勃发。据一位业内人士统计，目前在华已启动勘探的国外矿业公司约有来自20多个国家的76家，其中单去年一年，进入中国的公司数量就有将近20家；相当于此前历年总数的1/3。而加上其他跃跃欲试仍尚无斩获者，活跃在国内的外资矿业公司的数字将更大；其中加拿大、澳大利亚居多，占了将近一半。

据了解，2003年底的11、12月中，仅APAC等8家公司就从加拿大资本市场上募集到超过4000万加元的资金用于在中国勘查。

铺垫在故事背后的是一张长长的矿产品涨价名单，包括铜、镍、铝、镁、锡、铅、铂、金等，其中数种矿产价格创多年来最高纪录，铜价较2003年同期上涨40%，较2002年同期上涨110%。而镁、锡、铅以及铂、金等贵金属的价格亦不逊色；铂价在去年3月份曾达905美元/盎司，是1980年3月以来的最高水平；金价曾达446.70美元/盎司，是16年来的最高值。

一位加拿大投行人士告诉记者，投资人不是傻瓜，他们相信有钱赚才会投，金属价格涨得那么厉害，而中国的需求又这么大。

这也暗示了外资与其说希望在中国找到矿，不如说更希望直接在需求地挖矿获得更高的回报。

相信中国探宝故事的不仅仅是加拿大的投资者，资金的来源地也在不断扩大。记者从韩国第一银行得到的消息，去年下半年在湖南勘察的TVI太平洋就从该行和南非投资银行成功募集到3500万美元的资金。

西部快速引资通道

不止是数量上的变化，外资矿业公司涌入带来的还有不同地区资金投入温度的此起彼伏。2003年外商地勘投入主要是天津，占全部外资投资总数的66.5%，其次为占投资总额24%的广东，山西占4.4%，上海占2.6%。而今由于固体矿勘探的升温，最热门的区域是西部。

根据国土资源部的相关统计，去年1~11月份，仅云南、内蒙古两地颁发勘查许可证就占了全国的三分之一，加上其他7省一市，比例更高。其中外资扮演的角色日益重要。

贵州：加拿大APAC矿业公司合作勘查开发的普安泥堡原生金矿，加方总投资4000万美元分三个阶段开发；英国太平矿业的威宁和六盘水地区的铜多金属矿，首期投资400万美元，已开始野外勘查施工；今年1月，澳华黄金获得贵州发改委批准，开发预期成为中国第二大金矿的金峰金矿，明年6月投产。

几乎与此同时，艾芬豪宣布，国土资源部批准内蒙古地矿局将6个探矿权转到双方的合资公司旗下。

除了矿产的蕴藏量之外，政策是外资青睐西部最重要的理由。2000年，国土资源部、国家计委等6部委共同发布了一个鼓励外资到西部勘探开发非油气矿产的办法；去年11月召开的中国矿业2004国际研讨会上，国土资源部地质勘查司司长仲伟志表示，该办法依旧有效；国务院《关于进一步推进西部大开发的若干意见》明确，对在西部地区从事矿产资源勘探开发并符合相关条件的企业，实行减免税费的鼓励政策，列入《中西部地区外商投资优势产业目录》中优势产业目录的矿产勘探、开发、加工类项目，享受有关规定的优惠政策；在勘查开采金矿过程当中，国家规定，除了在西部地区外商可以独资外，在其他地区应以合资合作形式进行。

行业知情人士告诉记者，云南、贵州、内蒙古等几个省区对外资进入当地的勘查、开采最为积极。

该人士说：东川博卡金矿勘查的成功进展是个向世界矿业成功展示中国的样本。与此同时，西南资源等在这边勘察的外资公司传回去的口碑相当好，说云南省政府出台了与国际惯例相近的五项政策规定，在公益性地质资料提供、维护矿管秩序这些方面做得不错，所以大家现在很愿意来云南。在中国活动的外资矿业公司在云南省投资的有近半数，勘查资金也从2003年的1.7亿元逐步上扬。

引进外资矿业公司，一个现实的紧迫是资源蕴藏丰富的西部勘察资金缺乏。以西藏为例，其勘查矿区所占比例不到可供勘查矿区的10%。

矿权：天平底座

在积极进入的同时，外资矿业公司一个由来已久的担忧是矿权。几位外资矿业公司人士告诉记者，这是他们跟主管部门的沟通中最频繁的一个关键词。

几个月前召开的中国矿业2004国际研讨会CEO论坛上，作为外资矿业公司的代表，中国国际矿业工作组主席尼克·克拉克当场就矿权问题发问，国土资源部有关官员回答道：“现行的《矿产资源法》在确立矿业权利和矿业权的有偿取得方面，已经有了比较完善的制度。按照现行法律规定，取得探矿权以后，优先取得采矿权，是没有法律障碍的。中国政府将通过立法，进一步完善规范矿业市场，建立更加平等的矿业环境。”

2005年国土资源部将符合国土资源主管部门的部分探矿权予以回收，但回收的仅仅不包括石油、天然气和放射性矿产除外)中等勘查规模以下的探矿权、中型储量规模以下的采矿权，以及有关涉外矿业权审批的授权。这样做对我们来说，采探权度上争取的难度加大了。当然从国家的角度，也更规范一些”，一位外资矿业公司代表说。

除了矿产的蕴藏量之外，政策是外资青睐西部最重要的理由。

中国铅锌矿资源比较丰富

除国际上海、大洋、香港外，均有铅锌矿产出。产地有700多处，保有铅总储量3572万吨，居世界第4位；锌储量9384万吨，居世界第4位。从省际比较来看，云南铅储量占全国总储量17%，位居全国榜首；广东、内蒙古、甘肃、江西、湖南、四川次之，探明储量均在200万吨以上。全国锌储量以云南为最，占全国21.8%；内蒙古次之，占13.5%；其他如甘肃、广东、广西、湖南等省(区)的锌矿资源也较丰富，均在600万吨以上。铅锌矿主要分布在滇西兰坪地区、滇川地区、南岭地区、秦岭-祁连山地区以及内蒙古狼山-渣尔泰地区。从矿床类型来看，有与花岗岩有关的花岗岩型(广东连平)、夕卡岩型(湖南水口山)、斑岩型(云南姚安)矿床，有与海相火山有关的矿床(青海锡铁山)，有产于陆相火山岩中的矿床(江西冷水坑和浙江五部铅锌矿)，有产于海相碳酸盐(广东凡口)、泥岩-碎屑岩系中的铅锌矿(甘肃西成铅锌矿)，有产于海相或陆相砂岩和砾岩中的铅锌矿(云南金顶)等。铅锌矿成矿时代从太古代到新生代皆有，以古生代铅锌矿资源力量丰富。

日前，全球最大非石油矿产品公司——英美资源集团铂矿公司，与四川省地矿局签订协议，将投资5000万美元对攀西裂谷的铂矿资源实施风险勘探。这是四川省矿业领域内的第一个外资控股风险勘探项目。目前，由双方组成的联合专家组赴丹巴矿区实地考察后认为，区域内成矿条件好，有良好的找矿前景，开发潜力惊人。

在这项合作风险勘探中，将以四川地矿局建立的“找矿找矿，探矿找矿，出口找矿”为合作风险勘探理念，其中前期勘探用时2~3年，将耗资2000万美元，其后将在勘查成功的基础上完成可研报告，这一过程将耗资3000万美元。

攀西裂谷铂矿可能超过目前全国产量

四川省丹巴境内历来盛产有色金属镍，而铂镍矿往往相伴共生。目前，我国西部已成为世界上找寻铂矿的热点地区之一。四川省地矿局早在10多年前已关注攀西裂谷区域内的铂金，并开展了长期的普查勘探。勘探显示，攀西裂谷带上分布着一系列铂金成矿异常。北起甘孜州丹巴县杨柳坪矿区、南至攀枝花市米易县新街和盐边县高家村铂矿点的整个攀西裂谷区域，正好位于这条构造带带上。

在国际风险投资进入之前数年，四川省地矿局也早已启动了攀西裂谷铜镍铂矿资源的勘查评价。初期勘查结果令人振奋——位于这条地质带南北两头的丹巴和米易两地，均发现铂镍共生矿。

据了解，由于铂金的储量比黄金少，世界铂金总储量约为1.4万吨，虽然有60多个国家都发现并开采铂金矿，但其储量却高度集中在南非和俄罗斯。数据显示，2003年国内铂金产量仅800公斤，而需求量则达到8000公斤，90%依赖进口。

随着英美铂金公司的进入，双方将联合对攀西裂谷成矿带首尾之间的大量空白地区进行勘探。