计划与制定勘探程序

为寻找有实际意义的矿床，编写地质勘探计划，和确定勘探程序，就找矿小组而言，要求完成一些必要的基本活动。无论找矿小组是隶属于私人公司还是国家机构，也无论所找的是什么矿种或是在什么地区勘探，均须如此。

简单地说，要完成的工作包括：

（1）规定勘探计划的目标。要找什么矿？可能的话，说明为什么要找那种矿？到哪里去找？时间进度如何安排？

（2）拟订计划执行的顺序阶段，并计算出各阶段所需费用、时间和人力。

（3）明确勘探顺序中各项工作开始的阶段（见图）。

（4）为达到勘探计划中各项既定目标，选择最适用的经济效果最好的勘探方法和手段。

（5）按勘探程序的需要建立机构，编制预算，配备工作人员，为实施计划提供仪器设备。设立与所用方法技术管理相适应的机构。后勤支援和监督指挥等部门。

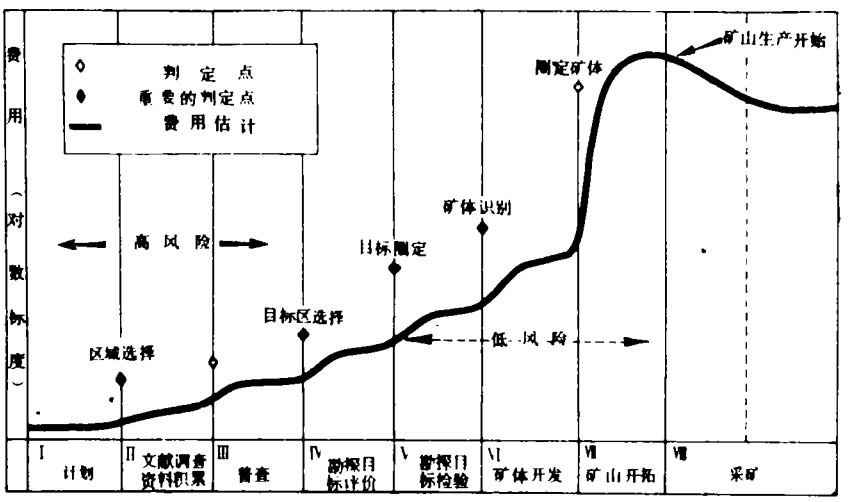
（6）监督每一步计划，一旦计划付诸实施，在关键环节上进行检查和观察。

（7）勘探计划应具备并保持灵活性。至关重要的是，勘探计划必须有足够的灵活性才能适应在勘探过程中，经常碰到某些意想不到的变化。勘探过程中的重要发现或取得的资料，均须重新复查、分析，然后再纳入勘探计划中去。

勘探计划的阶段可分为：规划、文献调查和资料积累、普查、勘探目标评价、勘探目标检验、矿体详细勘探、矿山开拓和采矿。

下图说明勘探计划中，从计划到开采所划分的顺序和随之必然发生的阶段及其型典成本曲线。

有些勘探计划中，由于预先的经验或已知某些情况，有的阶段可以缩短或者取消。一个单位可以在计划顺序中任一阶段参与某一工程项目。例如一个单位可以越过一个或几个阶段，从另一



矿山勘探程序的各个阶段和费用

单位那里接受勘探任务。

判定点——勘探队长必须根据现有资料和自己创造性的思考，做出决定的关键时刻——一般可有以下三种选择：

（1）继续按计划进行工作。

（2）放弃某个阶段的工作或回到先前的某一工作阶段（由于缺乏肯定的或否定的资料）。

（3）根据未预料到的结果或条件变化，对勘探设计进行修改。

勘探手段和技术方法

为完成某项金属矿勘探计划，勘探人员有多种可供选择的手段和技术方法，包括从常规的露

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

头采样直到配有计算机分析的奥妙的地球物理技术方法。这些方法和手段在复杂的程度上有所不同。

按勘探计划顺序在恰当时间采用合适的技术方法，是取得高效率有成效勘探成果的关键。

适用于地质勘探的手段和技术方法，主要有以下几类：

资料的调查和检索

通常可以最低成本最快速度得到的初始阶段的勘探资料几乎都是已发表的报告、地图、论文和文件档案等。根据勘探目标、矿床模式、采矿成本以及矿石价格，对这些资料进行研究对比或重新协调，是矿产地质勘探计划程序中很关键的头一步。

新的经电子计算机处理的资料存储和检索方法，为勘探人员查找多种目的的资料文件提供了一种系统而又快速的手段。就一个单位来说，建立适合此种电算机检索的数据库，费用是很大的，可是在可以利用这种数据库的地方，应在勘探过程中尽早加以利用。

地质填图

在整个勘探过程中，地质填图是将数据标在三维结构图上或是断面图上，提供了一种进展的"图象"。做为每个关键判定点的基本依据。即使在开始时地表资料不多，深部资料还没有，这样的地质图也应是进行勘探工作的基础。

地质图一旦着手编绘，就成为地质人员的资料图。图上留有空白区段，有待把地质解释的资料以及可以利用的附加资料填上去。

随着图纸的逐渐完善，它具备了几种重要功能：帮助确定与找矿有重要关系的问题，提供一种有次序的资料显示。这是地质解释的基本材料。在不同确信程度上确定边界条件，超出这种条件所作出的解释是不能认可的；而且如果图构制得正确，以现有资料采用图解的方法检验其适应性的各种想法，都可以互相反映出来。

地质图还是判定各种可能的推断解释的相对概率的基础。地质图在勘探工作中的作用之一是提出找矿过程中需要解决的问题的焦点。地质图把这些问题层次分明地纳入地质基本图件中。

摄影地质学及遥测图象的解释

遥感图象和区域范围大的航摄照片，私人公司和政府机构目前都可利用，而且不受限制。由航空制图队和政府测绘中心散发这类图片。

有了这样一些照片和图象，增加了勘探作业的广度。遥感图象为勘探人员提供了规划和踏勘、构造解释、全面解释地质现象和蚀变现象使用的基本图件。航空照片与卫星照片提供了地球上以前未填过图的地区的资料，并把这些资料输入数据库，为编制规划或其他编录工作所利用。

传统的各种比例尺的航摄照片，可以用作航测地质图和基本图件，以便通过野外地质填图、地球化学采样和地球物理测量作进一步修定。

地球物理学

目前已有多种多样的地球物理方法可以普遍地用于矿产勘探。它们包括电法、电磁法、重力法、磁法、地震法以及放射性测量法等。这些方法可以用于地面测量、航空测量，也可用于钻孔中进行测井。这些方法包括从简单手持的自然电位仪到精密的车载地震记录仪，以及非常复杂的有自动数据显示的航空电磁法装置。

在这些地球物理方法之中，有一些，或者说有许多方法可以在地质勘探工作中起作用。在哪个阶段使用和怎样使用这些方法，取决于地质勘探工作的实际需要。

应用地球物理学在过去的五十年中取得了有意义的进展，已成为地质勘探工作整体的一部分。不过它们都是间接的方法，所取得的结果必须解释成地质特征。常常有大量的地球物理测线一英里的测量结果被浪费掉，这是由于计划不周，填图工作没有很好地完成以及没有把找矿中的问题向物探人员充分解释清楚。如果要取得有实效的结果，必须采用正确的方法来测量这个地区或检验其理论。

地球化学

地球化学方面的最新进展，无论在实验精度和方法方面，还是在室内外仪器设备方面，或者是在电算机的控制与处理地球化学资料数据方面，技术方面的进展都是大得惊人的。地球化学已成为综合地质勘探程序中的一个重要组成部分。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地球化学技术包括岩石采样、土壤采样、河流沉积物采样、水样、植被（地植物学）和蒸气的抽样检验（地球化学技术必须在勘探程序中的适当阶段才使用）。河流沉积物采样是一种合理的普查踏勘手段。对露头上的岩石碎块采样则用于勘探对象的评价阶段和验证阶段。

钻探

在勘探技术人员所能利用的方法中，钻探是成本最高的一种。要求进行钻探验证，必须考虑周密。根据现有资料，要有可靠的依据证明在勘探过程中是否存在经济因素。在缺乏必要地质资料的情况下，假想矿体可能存在这是不慎重的。找矿思想通常是根据地质图作出的。不是资料不足，而应有可靠的资料作依据，如果认为有必要，还要补充参考地球物理和地球化学方面的资料。

检验找矿思想。钻探计划在设计上是否经济，最好从地质图上进行检验。要求与验证不矛盾，用数量最少的钻孔验证所要检验的地质解释，要求符合当地的地质及自然地理特征，每个孔钻进米数最短。

在钻探阶段，如果缺少充分的地质资料，通常会导致这样的结果，即所得知的地质结构是根据一条细岩芯柱状图推得的，而不是根据已知地质特征解释的岩芯推得的。

钻探方法对采样可能性为勘探人员提供了广泛的选择。这取决于成本、岩石条件、所需样品的性质、钻孔深度，以及钻孔所在位置的通达程度。钻探技术的最新进展，包括钻探泥浆和添加剂的改进、绳索取芯、反循环钻进、改进的钻头以及更为自动化的液压控制等。钻孔测量工具给地质人员提供了钻头在三维空间中的精确位置，因而使钻孔有机会能偏斜到达所需勘探的目标部位。

经济分析、矿产经济学、地质统计学

矿产经济学和勘探数学对从编制勘探作业规划的评价矿体直到矿体开采的整个勘探过程，提供关键的输入信息。这些学科是由已建立起来的经济学与数学的原理和方法混合形成的。由大容量电子计算机增强处理，使之能快速地处理大量数据。从勘探的第一阶段起始就需要经济分析，并用于指导以后顺序进行的每个阶段的工作。

在第一个钻孔钻毕后即开始应用地质统计学。在一个矿床可行性和开采生产各个判定点，它可以提供有关矿产储量和品位概率数字。

化验分析和研究

保证勘探研究与矿床模式研究所需室内技术方法与（或）设备有：原子吸收光谱、比色计、发射光谱、中子活化、质谱、研究岩相的岩相显微镜、研究液包裹体的专用台、X射线衍射仪、扫描电子显微镜、X光萤光光谱以及湿式化学分析的新方法等。

利用上述技术方法和设备对岩石矿物进行分析，得到的资料是对理论和实际矿床进行计算和模拟、图象模拟和热力学模拟的积木式组件。理论模式对了解现有矿床与寻找新矿床都是有价值的。

矿产勘探模型的建立

矿产勘探愈来愈多地受到地质模式和地质理论的指导。这些地质模式和理论是地质勘探工作人员多年来对矿床进行辛勤劳动和研究所建立的。在寻找盲矿体或远景模糊不明的矿床时，了解蚀变晕、分带、地球物理和地球化学特征以及已知矿床的构造特点，可以确定可能存在的新勘探目标的特征。

过去四十年来已研究出并得到普遍承认和广泛应用的地质模型主要有以下几种：

模　型	开始应用时间
·斑岩铜矿	50年代初
·火山成因的块状硫化矿	60年代初
·卷筒状铀矿床	50年代中期
·卡林型浸染金矿	开始研究于60年代，现在正在进行重大修正
·大块状火山型银矿	现正在研究中

这些模型把地质学家对地质情况的新认识和丰富的想象结合起来。地质勘探工作的组织者应用这些模型及其他模型，配合适当的设备和技术方法来圈定新的勘探目标区。

目标确定以后，再来检查确定勘探作业计划中各阶段所需要的人员、设备及技术装备的配备。

计划工作阶段

人员：经营管理——高级的技术人员和野外

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

工作人员；经济分析专家和矿产经济学家；市场专家；有经验的地质勘探专家（内部和外部顾问人员）。

方法：查阅资料库、检索及复审；经济模拟及预测；勘探模型评议。

查阅文献和积累资料阶段

人员：由有经验的勘探专家组成的领导小组；助理地质人员；技术情报专家。

使用的方法：用计算机指导数据库搜查和检索程序；显示和选择恰当的资料；向知情人士了解情况；在图上汇编数据并草拟简报；遥感资料分析。

普查踏勘阶段

人员：野外地质学家；地球化学家和地球物理学家；摄影地质专家；其他勘探人员。

使用的方法：摄影地质；遥感资料分析；地质填图（小比例尺的）；航空磁测；电磁测量；重力测量；放射性测量；河流沉积物、土壤和岩石的地球化学分析；勘探。

目标评价阶段

人员：野外地质学家；地球化学家，地球物理学家，摄影地质专家。

使用的方法：地质填图；照像地质；土壤和岩石地球化学分析；矿床模式分析；地面磁法和重力测量；电法和电磁法测量；地面放射性测量。

目标验证阶段

人员：地质学家；钻工及助手；化验分析专家和辅助人员。

使用的方法：钻探；采矿试验；地质模式分析；地质统计分析；地球物理测井；矿区采样。

矿体开拓阶段

人员：采矿地质学家和工程师；地质统计学家；冶金学家；矿山设计人员。

使用的方法：钻探；小规模试采、混采试验；小规模冶炼试验；采矿可行性计算程序；经济分析程序；地质统计学。

矿山开发和采矿

人员：采矿管理机构作业小组。

应用的方法技术：主要的生产管理作业流程图；经营管理规划设计；计算机采矿数学模拟。

人的因素

经验指出，同时勘探公司的经理人员也都认为，人是找矿获得成功的关键因素。凭借富于想像力的个人，能够选出正确的钻探地点，或者指出正确无误的矿产地，或者正确地综合各种资料，作出正确的决策。资金、技术方法和人力都是重要的，可是只有富于革新精神的勘探人员，才具有那种“特别的”因素，才能去发现矿产。有时候地质勘探人员能够独自（或者依靠有限的帮助）完成从规划到圈定目标的勘探计划。

总结

总之，对找矿这一难题是绝没有什么灵丹妙药的。但是，就所找的矿和就矿的价值与所花的成本的比值而言，一个想像力丰富，深谋远虑的，计划执行得力的勘探人员，要比一个鲁莽的勘探计划的工作者，获得成功的可能性要大得多。计划周密的综合程序很可能最有成效。在所有阶段，取决于当地条件能够以不同的可靠程度测量和记录的四维结构内发生综合一体化。

勘探规划应将勘探计划分成具有有连续性和必然性的阶段。上图说明勘探计划划分成阶段的例子，通过这些阶段展开。勘探计划必须具有一定灵活性，应能反映该计划每天获得的资料。随着勘探工作人员深入和新的资料的增多，对勘探目标的认识也不时发生改变。

勘探目标，是极其注重实际经济效益的。因此在从勘探工作开始到工作终了的每一阶段中，将经济参数与地质参数一起加以考虑是每个勘探人员的职责。

在搜集资料的过程中，搜集、排队对比和收集顺序，都是很关键的。勘探人员的任务是把计划的重点集中在对评价勘探目标有决定性的资料，勘探管理部门的任务就是创造这样一种环境，使人们的想像力，革新和首创精神，能够得到充分发挥和受到鼓励。管理部门还必须领导和指挥整个勘探计划朝着发现和获得矿产这一基本目标进行。

译自美福隆资源公司文件

作者：P.I. 伊蒙

王金中译，燕樵校

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net