

第一章 “找”的认识论

“找”的目的一定是“找到”。找了，但没找到显然也是“找”的研究内容，但还不是研究“找”的主要目的。“找”的学问主要是指“找到”的学问。

“找”就是视人之所未见的一个认识过程。在很多情况下是一个相当漫长的认识过程。我们现在已经找到的和发现的虽然已经很多，但尚未找到的就更多；“找”是永无尽头的。“找”的能力是不断提高的过程。

“找”既然属于人们的认识过程，实践是认识指导下的实践（可对、可错）那么在研究“找”的学问上还得研究人们的认识论（即认识机制或思维机制）。“找”的思维机制实际上是由七个环节组成的一个认识链：信息——线索——判据——构型——破绽——聚焦——揭露。只有在这七大基本环节上都不出问题，我们才有可能把找变成找到。否则就找不到，或者要走很多弯路付出许多本来可避免的代价。弯路和代价意味着人们认识、思维上存在着缺陷。缺陷越大，弯路和代价就越大。现依次分别阐述如下。

一、信 息

信息是认识主体和客体之间的认识中介。本人根据学习和自省于 1990 年提出人们的认识机理可以用图 1 加以展示。认识的第一要素是信息。信息的内容极其广泛，包括事物的现象、状态、变化、活动以及知识、情报、实验、测试结果……我们认识

事物和查找对象都是靠信息来实现的。没有信息，我们就无法认识和查找。一个成功的查找首先要在信息的搜取上得分。

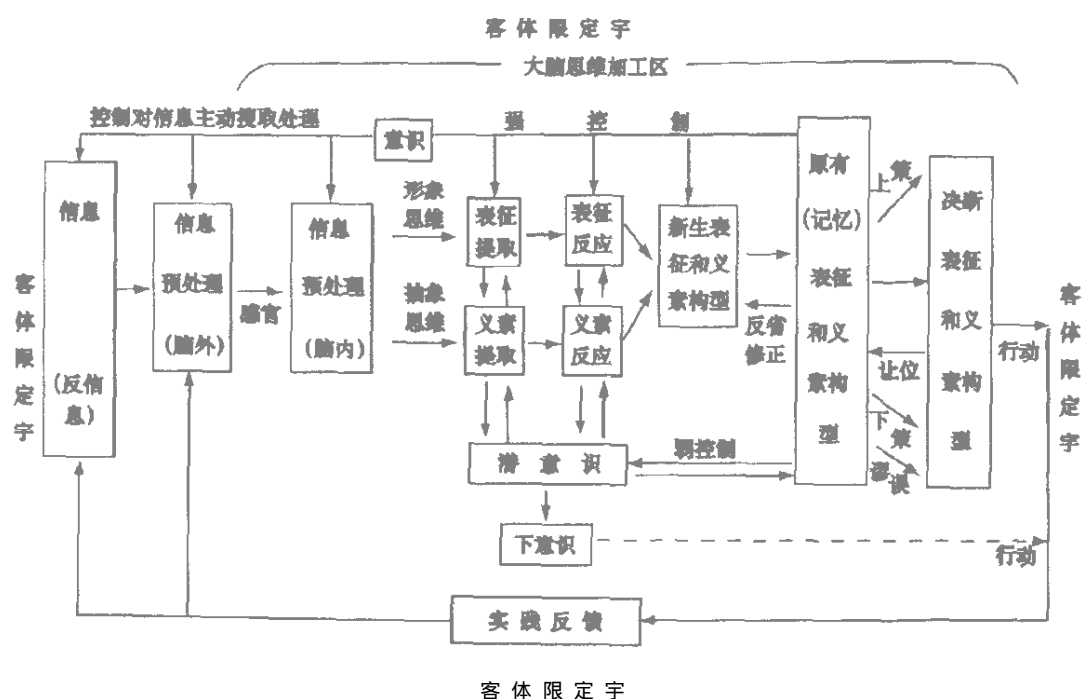


图 1 认识机理和思维图式 (杜乐天, 1990)

人们在认识事物中首先需要信息。医生看病时的望、闻、问、切，全都是信息的搜取。信息有无限之多，现代语叫海量。我们所需要的并不是所有这些信息而是达到给定目的要求下的给定信息。虽然信息海量但其中的给定信息并不多，很不够用，或者还没有。这就得会辨别在海量信息中到底有哪些信息是管用的。这就是信息的识别。这要求一大套设备、技术，同时还要有一套认识方法。

信息挑选出来，一开始人们总是拿不准，总要多多搜集。这当中肯定有很有用的，有的是不太有用的，有的是无用的，有的是误导的。需要信息的进一步筛选。就像选矿一样，要千方百计采用各种方法、技术把有用的信息挑选出来。仔细考察，挑选的

信息很可能只占少数或很少数。例如铀矿，岩石中只要有万分之五的铀含量（ $U = 0.05\%$ ）就成为铀矿石，那么只有把那99.95%的非矿杂质去掉才算精取。信息往往是鱼目混珠，真假难辨，这要求进行鉴别，把假的统统剔除只取真的。通过滤波把噪音去掉。信息又往往是模模糊糊，或显示极其微弱，就必须加以增强或放大。这又是一套技术和设备，也是一套认识方法。

信息实际上有两大组成部分：表征；义素（杜乐天，1975）表征是指外在形象，义素是指内里的含义要素，就像查字典字形和字义一样。任何一条信息都有整体性、不可分性。其表征和义素也许全部有用、局部有用或者只有其中极少部分有用但信息总是整体。这决定于具体的任务和目的。整体的一条信息在给定的情况下又不会是全部有用，于是造成了认识论上的一大麻烦。所以信息利用不能囫囵吞枣，要善于给予部分提取（或称偏提取）。不然就发挥不了信息的作用，甚至导致错误的判断。这在地球化学找矿上有很多精深的研究。例如，全岩铀含量的测定结果圈出来的异常并不一定是真正的致矿异常。假定全岩铀中可以包含四种存在形式的铀：碎屑矿物中的铀；自生矿物中的铀；岩石风化物的残留铀；有机质的吸附铀。只有第 种铀出现异常才是真正有用的找矿标志。全岩铀含量很高并不是真正的异常，只有其中的第 种形式增高异常才有用。在公安上也同样，犯罪团伙总是一大批人，其中在作案上的作用往往相差很大。

另外，在信息的处理上还有更高的要求，即所谓信息组合问题。前已述及，每一条信息中只有一部分或很小一部分有用，这样信息就会显得不够用。那么我们就必须再增加一些辅助信息来使信息更为确定。例如产铀矿岩体的一个重要判别标志是铀含量要高出一般本底（或克拉克值）3倍这才是产铀岩体的特征。但光铀含量高这一条还不够，必须再补充一个钍含量，还要借铀钍

比值 (Th/U) 来加以判别。 $\text{Th}/\text{U} > 3$ 者是不产铀矿岩体, < 3 才是有利产铀岩体。因为岩石中钍太多 (它是铀的惰化剂), 使铀类质同像分散于钍矿物中, 钍矿物在热液作用很稳定不易分解, 铀不易浸出来成矿。

信息同时还有反信息问题。换言之, 一条信息是它就不是所有的非他。假定这是块花岗岩标本, 那它就不是所有非花岗岩的所有其他岩石。假定它取自广东贵东岩体, 那它就不是所有地球上其他地区的花岗岩。看来, “不存在”也是信息, “消失了的”也是信息。这就是认识论信息和电信信息很大不同之处。这在查找事物上很有用。例如, 找铀矿不要到超基性岩中找; 中国的不整合脉型铀矿是不发育的, 不必费工夫去找; 钻孔打下去什么矿化也没有, 可能意味着已出矿体的边界……消失了的也是信息, 自白垩纪以后恐龙就完全灭绝, 意味着恐龙赖以生存的生态环境发生了根本的变化; 矿床的剥蚀 (现在已经没有了) 绝不是人们的胡想, 可以根据一系列有用信息来准确无误地推知: 原来这里有矿, 后来由于地区隆起剥蚀掉了。现在所有的高楼大厦上空都没有起重机 (房子盖完就撤掉了), 但我们完全可以根据不再存在的信息, 推知当时起重机肯定存在。在寻找金刚石原生矿床时, 并不是先找到金刚石而是先在冲积物中去找与其共生的指示矿物——镁铝榴石。当初在西伯利亚大草原寻找金刚石是相当艰苦的一次探索。根据镁铝榴石在河沟的发现, 去追索几百 km 以外金刚石原生矿床的存在。镁铝榴石的存在范围远大于后者, 分布的面积比后者广, 比较容易找到。找到了它就可以顺藤摸瓜找到金刚石。

看来, 我们不仅可以据有知有, 还可以据无知有, 这就是反信息的妙处。任何一条信息的同时必然带来反信息。依此类推, 任何一个线索, 一个标志, 一个判据, 同时必然会带来反线索、反标志、反判据。一个具体地质环境只能形成这样的矿而不可能

形成所有其他的矿。

信息是发现的第一条重大必备要素。近来全国联网，对在逃犯追捕极为有效，全靠信息的灵通快捷。在科学研究上文献的充分及时调研极为重要。在他处一个发现的信息传过来，会在这里马上引发另一个信息的发现；由此又进一步引发第三、第四……的新发现。

找矿所需的信息相当广泛和多样。为了找到一个矿，事前要做一系列的普查、详查工作，要走很长的路，做很多工作。大体要经过区调——普查——详查——初勘——详勘五大程序，总的所消耗时间随具体情况而异，一般都得 3~5 年，有的是十几年，有的几十年。区调、普查、详查、初勘、详勘的实质无非是不断搜集信息，找的面积先大后小。假定一个矿床是 1km^2 ，开始选定一个成矿带、成矿区的面积往往是几万、十几万 km^2 。无异大海捞针。

地质找矿信息的表现方式主要是各种图件。从空中到地面，从地下浅处再到地下深处有各层次测绘图件。按种类有地质的（其中又有十几到几十种内容，一种地质图上总有十几种、几十种图例），水文的、地貌的、地球物理的，地球化学的等等。地质图总是几种、十几种颜色，非常美丽好看，几十种线条、符号、标志，所以相当复杂。每种图都是一个信息库，每一个线条，每一种颜色，都是大批普查队员，勘探队员过去在野外跋山涉水观测、取样、化验的劳动记录。不这样，矿是找不出来的。一个矿床的发现可以用下述几个数据来描述：

- (1) 图纸和资料要用 4 吨大卡车拉 10 车，装几个房间；
- (2) 打钻要几万 m、几十万 m，所采岩心要许多岩心库才能放得下；
- (3) 大小探矿坑道几千到几万 m；
- (4) 勘探费用几千万到几亿元人民币（最后矿开采出来的产

值可值几十到几百亿)。

当然，不同的矿床所需付出的代价彼此有很大差别，上面数值只是一个粗略概念。这反映要找到一个矿床所需的信息是简直是海量。在找矿成本上不能只按找到的矿来计算，还应当把没找到矿的工作花费统计在内。一般矿床的发现风险系数是 98%，即找 100 个矿点中只找到 2 个矿床。找矿是一项风险性投资，无论是计划经济还是市场经济，都必须由政府或大财团来承担。这牵涉到一系列国家法律、法规、政策、机制、管理等问题，这些都是能否找到矿和能否多、快、好、省地找到矿的重要条件。鉴于这些重要问题在上述朱训教授等人的专著中已经作了深刻论述，在本书中将着重讨论“找”的认识论、方法论方面的问题。

信息一般说是海量洪流，多得难于应付。在这铺天盖地涌来的信息洪流面前基本上有两类心态。一类是困惑，甚至恐慌，生怕招架不住不知如何支配、使用。信息少了不行，多了也感到麻烦，吃力。另外也有一类心态是多多益善，不怕，不慌，左右逢源，闲庭信步。为什么如此从容？诀窍在于两个字——理解，即能辨义。知道这些信息有的有用，有的没用，知取舍。

仔细思之，有人把现代信息之多称之为信息爆炸并不合适。这样描绘容易吓唬人。本人认为其中需要的不多，多的不需要，信息泛滥和信息饥渴同时存在。总之，那么多的信息仍然不够用，还必须自己产生新信息才能完成任务。有了这种思路，才能在信息浪里做一个左冲右突运用自如的弄潮儿。

美国前副总统戈尔最近也说到信息分布的不均衡性，现转录于下：

“In spite of the great need for that information, the vast majority of those images have never fired a single neuron in a single human brain. Instead, they are stored in electronic silos of data. We need to have an agriculture policy where we stored grain in Midwestern silos

and let it rot while millions of people starved to death. Now we have an insatiable hunger for knowledge. Yet a great deal of data remains unused.”

戈尔在这里主要想强调信息共享。本书著者认为，即使共享也仍然是不够用。

二 、 线 索

信息不等于线索。线索是在给定目的给定查找目标前提下的有用信息，是我们赖以找到对象所必须清楚知道的可靠的信息。信息如果是海量的话，线索也许就只有十几条。从无数多集中到十几条，这是相当艰难的工作结果，是成功找到对象必须经历的过程。线索确定如果比较准确，就能保证找到对象成功的一半或更多；线索如果确定的不当、失误，就有可能漏掉查找对象。明确线索是认识论方法论的一种严峻考验。

线索的突出特征是疑点或异常。怀疑是发现的产婆，没有怀疑，就发现不了异常，就不可能找到对象。

查找对象有自己特殊的专职目的，核心问题是：对象在哪里？即空间位置问题。

要求清楚知道对象的性质、习性——类型，不同类型的对象有不同的习性，因而有不同的表现，不同的线索和判据。

例如同为铁矿，总是有不同类型，每个类型都有自己独有的一套地质成矿特征，而缺少其他类型的特征。如果弄错了类型特征是不会找到矿的。铁矿的矽卡岩型的找矿线索（在地质和找矿上叫找矿标志）是：小岩体接触带；碳酸盐岩围岩。对于条带磁铁矿类型则主要标志是：前寒武含铁石英岩建造；钠长石化。找热液铀矿的标志用来找矿层间氧化带型铀矿就不灵，等等。现在对于矿床类型已有相当详细的研究。同此理，在治病上

不同病种有不同的反应和相应的诊断依据；在公安上侦破贪污案和杀人案当有不同的线索、判据。

三 、 判 据

判据是从线索中进一步精选出来的被查对象的确定性直接或间接特征。在数量上，判据要比线索进一步减少；在质量上要进一步提高、可信，以至可以达到成为判断的依据。

在我国热液铀矿中本人曾总结整理出过三级找矿判据共 44 条（杜乐天，1982）。从找矿的角度来看，矿床经过科学研究得出的有关成矿规律的认识还不能直接用来找矿。必须先从中抽炼出找矿判据。这种判据仍然需要进行类型划分，例如地质判据、物探判据、化探判据、水文判据、地形地貌判据，等等。这一套判据是一种理论抽象、概括，从大量已知矿床实例总结整理出来的。为了得到判据，需要进行以下工作：

（1）成矿条件与不成矿条件的正反对比。印证与试错相结合。人们的认识习惯总带有孤选性，例如谈论一个成功实例时往往只列举成功的条件三五。这会给别人以印象，好像很简单，这 3~5 条成功的依据好像很明白、明确。殊不知这是一种误导，是事后诸葛亮。实际情况当初并非如此明白。一例成名百例隐，此一成功之例同时准有千百失败之例发生过，只不过是没提及。就说此成功之例本身，其成功之道当初也不是如此之清清楚楚，而是摸着石头过河，跌跌撞撞，踉踉跄跄，碰了不知多少壁，走了不知多少弯路，交了不知多少学费，付出不知多少代价甚至伤亡才得来的。只是到事后总结时这才变成条条般般。成功实际上是模模糊糊的成功，失败则是糊里糊涂的失败。

（2）大矿、好矿和小矿、差矿的对比。找矿判据不只应当回答矿床有无的问题，还要回答其可能规模、质量、贫富等等

题。在找矿线索阶段可以不必回答这些问题，只着重到哪里找，但到了判据阶段认识上就要综合考察了。

(3) 不同矿化类型的对比，这一点前已述及，在判据的选定上不仅要注意类型，还要再精细一步进展到亚类的确认和划分。同一矿化类型，不同亚类又有不同的找矿标志和判据。

(4) 判据有突出的比例尺特征，不同比例尺找矿有不同的判据。在找矿中比例尺基本上可以分三级：小比例尺，例如 1:20 万、1:10 万。由于比例尺小，所研究的面积就较大。1:20 万的含义是图上 1m 等于野外 200km 或 1cm 等于 2km。当然，比例尺还可以有更小图幅面积更大者，例如全国地质图（壁上挂图一般是 1:500 万），但在找矿上用处不大。因为图幅代表的面积太大，很多地质内容无法画上去。1:20 万比例尺实际上是供区域普查用的实战图纸。假定一个矿床长 1000m，那么在图上是 0.5cm，就可以显示出来。中比例尺地质图（1:5 万、1:1 万）是用来布置详查的。从小比例尺进展到中比例尺再到大比例尺的含义就是找矿靶区越来越缩小工作越来越详细，目标越来越集中（见图 2）。

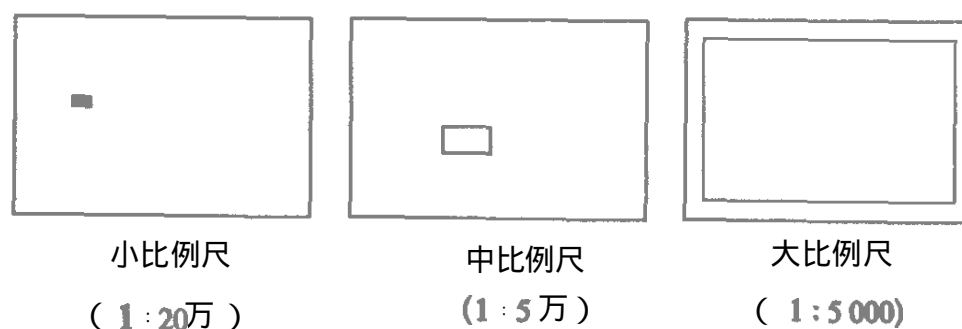


图 2 三类比例尺示意

上述三种比例尺的图幅都一样大小，但右边的图只相当于左图中的小框框。大比例尺图幅面积只等于中比例尺图中小框框放

大(示意,不准确)。

从此可以看出找矿的难度相当之大。在小比例尺图中只一个小点才是矿床(实际上矿床往往还没有这么大)。在很大的区域内要把这个小点点找到,那是要经过千辛万苦的,是一个反复摸索反复认识的过程。更难的是矿床并不一定明摆在那里而是埋藏于地下几十 m、几百 m。地质找矿人员最后也能把它找出来。有的地区是海洋,矿藏在水下,神奇的油气找矿者也完全有办法有本领找到它。在海面上什么肉眼可见的地物地貌标志也没有,在平台上打钻就能准确地打到海水下面的油气藏。在这方面找的本事之大恐怕非其他有关行业所能比拟。换言之,地质找矿事业中所总结出来的查找经验、查找办法和查找理论,对其他有关职业领域是有重要参照启发价值的。在认识论、方法论上,地质找矿简直是一个充满神奇智慧之库。一般人误认为,找矿很简单,反正是到山上去找呗。其实这是一种不了解情况的误解。

现以花岗岩型热液铀矿为例,上述三级找矿判据大体是由我国几百个铀矿床找矿成功实例以及数以万计不成矿的矿点揭露实践整理出来的:

- a. 一级找矿判据(共 16 条,用于区域性找矿);
- b. 二级找矿判据(共 18 条,用于矿田范围找矿);
- c. 三级找矿判据(共 10 条,用于矿床范围找矿)(详细阐述此处不赘) (杜乐天, 1982)。

(5) 同一类型矿床在不同地区会有不同的找矿判据。换言之,不存在普适于任何地区的找矿判据。相反,它们带有强烈的地区性特点。因地制宜是一大原则。判据必须与实际条件相拟合。怎样才能做到真正的拟合或导致找矿的拟合?

南京大学著名找水教授肖楠森先生(1985)讲过,在内蒙古干旱地区找水遇到许多困难。首先是概念上的(包括判据的选定)困难。一般认为,那里到处是火山熔岩台地,都是无水草

原。熔岩覆盖被认为是不利判据。而肖老不这样认为。正是熔岩被才能成为防止地下水蒸发损失的良好屏蔽。熔岩下一般也的确不易找到水，但要找熔岩被之下的新构造断裂，后者也不是都有水，只有在北西西向新构造上打钻才出水。在上述众多线索中只有这一条才是真正的判据。这里有个善于选择的问题。另外他还举例说，一般认为水往低处流，打井最好到山沟底部低洼处打。不过虽然打出来水，但水质太差，是第四纪很浅的下渗水，有污染、铁锈。看来，这个判据并不好。肖先生的创造性在于不受常规思维束缚，偏偏不在低处打而到山坡上打，判据选定的是山坡上的断裂。常规思维一般也会想到打断裂破碎富水带。但往往选该区最多见的北北东向断裂打，结果不成功。肖先生的判据是山坡上的北西西向断裂（是最新的活动断裂），结果打到了水。在此具体情况下，山坡上的断裂是线索。然而断裂有北北东走向的，南北走向的，都不是判据；只有其中的最新活动的北西西向断裂才是成功判据。这就是线索、判据间的不同。

所谓线索、判据（有利条件、有利标志、有利信息）都是从已知矿床找到之后经过研究、整理、精选出来的。这是信息的聚敛（归纳）。但这归纳出来的标志有时拿到其他地方运用去找矿往往并不灵验。这是很重要的一条找矿经验。正过程灵，反过程就不灵。为什么？这里原因是：

（1）已知案例所特有的线索虽然是线索，但并非是必然联系，即有矿及无矿都可以有它；

（2）我们的认识有错，是错觉生成的错选、错判；

（3）信息只要一经转换，就必将发生失真。失真多少，随具体情况而变。在实际工作中线索和判据不管有否错误但总得要它，用它。只不过是在运用时要小心，要充分与当地具体情况结合。

四、构型（模式、模型）

构型是成功查找可靠的认识总体框架、纲要。

构型是信息、线索、判据的有机组合集成。在图 1 中我们把人们的思维共划分出三个主要构型： 新生构型； 记忆构型； 决断构型。

对于一个找矿新区来说此区所有的信息都算新信息。通过对此区信息的形象思维、抽象思维和思维反应，形成一个找矿的认识（例如有利、不利）。这就是新生构型。型指外在表征，构指内义结构。任何知识、经验、看法、观点、理论等都是思维构型。

记忆构型指人们已有的知识、经验。记是输入，忆是提取。仔细考察可以发现，人们在处理新认识上，必须先搜集信息，提供认识原材料。对信息搜取的意识和对信息的处理都是在原有的记忆构型的强力控制下进行的。记忆（或原有）构型也就是认识者个人的知识、经验、观点。在运作中可以发生四种情况：

- （1）新生构型形成后和原有记忆构型有矛盾、冲突，不能获准通过，不能变成决断构型以指导人们行动。这就是不理解、不同意、不接受、拒绝；
- （2）为了通过，对新生构型加以修改（不论修改是对是错）；
- （3）为了通过，对原有记忆构型加以修改（不论修改是对是错）；
- （4）二者都做修改（不论修改是对是错）。

新生构型的产生在找矿思维上就是从信息中发现线索，从线索中发现判据，从判据中发现和组建模型。这个过程充满了思维能力、水平的较量，是找矿成败极为关键的环节。这里包括两大内容： 首先是形象思维，举凡该地区的一切地质产物地质现象

的外在表象，均突出地反映在各种原始编录和综合图件上（地质的、化探的、物探的、水文的、地形地貌的、地理的、环境的、航空及航天遥感的，等等）。没有这一大套图件，人们不可能组织找矿大军作战（例如战略性的区调，战役性的普查和战术性的矿田、矿床详查勘探）。但光有这些图件还不够，还得会读图。读图的能力是勘查大军战斗力和找矿水平最重要的本领之一。这和打仗指挥战争的作战蓝图完全相似。读图必须有抽象思维。前已述及地质图恐怕是各种行业里最漂亮、最丰富的图件了。其中的颜色可以有几百种，各种符号线条几百种！例如数百种岩石，数百种矿物。这些岩石、矿物还有更多的改造产物。几十种元素的各类型矿床，数量达百万以上！各个地区的地形地貌图，遥感图以及各种岩石、土壤、矿物、矿石的镜下照片又何止亿万？这么多的图件的读图，在认识论，方法论上是多么重要的一个专门研究领域！人们应当专门来研究读图（或图像识别）这门子大学问。上述每种图件的制作都包含了千万人多年的野外和室内的心血、劳动和智慧。司令官和战斗员就是按图来打仗的，一切产品制造、建设工地都是按设计图纸进行施工的。图的意义简直伟大极了。图像识别是创造性思维和智慧的浩瀚宝库，尤其是今后我们迈入信息时代，必将用数字来模拟，反映整个的世界和宇宙。这是人类认识史一次重大的变革（例如数字地球，数字找矿，多元信息复合，各种实践的虚拟、仿真，等等）。人类今后将由音节时代——语言时代——文字时代——图纸时代——数像（借助计算机）时代等等不断向前发展。今后的数像（数字图像）将产生一种消界效应。例如很难再分开主观——客观，认识——实践，野外——室内，前线——后方，过去——现在，现在——将来。这样人们的认识能力和查找能力将空前快速地提高！

今后的智慧不只是仅限于思维内部范畴的运用，更多的是极大限度地发挥科学、技术手段的威力，来改善我们的认识能力和

实践效果。

辨义思维（杜乐天，1985）是信息加工和创造性思维产生的首要环节。本人曾提出，“从信息中要尽可能深刻巧妙地辨别和悟知其中的含义。力求视人之未见。辨义能力的大小是决定智慧高低极为重要的一大致因。有人以一知一，有人却能以一知五，知十，知千。在杂乱的信息涌来时有不少人识货统统放过，当事者迷；然而有人却极具慧眼，对有用的信息尽管微弱、模糊、隐蔽也能够敏锐察觉捕捉。”辨义是从信息中识辨其中的精义、要义。同样的事物，有人看不出来，有人看得出来，水平高低，差别就在这里！一条信息有人认为只能说明 A、B，有人发现还能说明 C、D、E，当然后者高人一筹；也有人认为还能说明 F、G、H...这反映智慧水平更高。我们大家都在找矿或搞科学研究，经历一个找矿实践或完成一个科研项目，从个性解剖中能悟出多少共性，大有可讲究之处。毛泽东早就指出过“共性寓于个性之中”。人们未必充分理解其中奥妙。本人的粗浅理解是既然共性寓于个性之中，那么就可以从少数个性解剖中窥知其中普遍存在的共性。找到一个矿床或解剖过一个矿床，几乎可以从理论上摸索出来找到许多其他同类矿床的规律。要想做到这一点，诀窍在于善于辨义，辨义能力越强，这种从个性中悟出共性的能力也越强。这是很有用的一招。

“在深邃的辨义之后，要把这些信息中包含的精义、要义加以巧妙高超的组构，产生种种具有特殊功能特殊价值的思维建筑。力求思人之未想。此中包含奥妙的运筹帷幄系统工程和庞大复杂的参谋、咨询、智囊功能的聚合”（杜乐天，1994）。这是出大智大谋的创造性思维的又一关节所在。找矿模型（包括概念模型、地质模型、成矿模型）就是这么琢磨出来的。

模型确定之后肯定地要在实践检验的过程中不断修正、完善。这是一个和具体现场情况不断磨合、拟合的认识——实践

——再认识——再实践过程。在实践中又有两个创造性思维或智慧迸发的环节：巧为；精调。

巧为即实践起来要得法、顺利，力求以最小的代价达到最理想的目标。

精调是精明于调整，尽可能及时缩小失误的可能性和扩大成功的空间。谁最善于随机应变（不应一律给予贬义）谁最聪明。要力争把个人的情绪因素压低到铁冷的地步。要敢为人先，敢于闯关，敢冒风险，行事决断绝不受人意的干扰。在思维图式（图 1）中新生构型一旦能够通过记忆构型就转变为决断构型，来司令行动进行实践。

现在让我们具体地来分析一下一个矿床的矿床地质模型。模型乃是有利判据和条件的匹配组合。关键是必要条件要充分和彼此又匹配恰到好处。

关于矿床模型自古就有，例如“上有赭石，下有金铜”。2000 多年前《山海经》即提出了矿化的重要分带。再如，上世纪 20 年代美国艾孟斯提出的岩体为中心的矿床分带，翁文灏对华南不同金属矿床的区域分带，30 年代苏联斯米尔诺夫的矿床氧化带分带，70 年代的 Lowell、Guilbert 斑岩矿床立体模式，胡受奚碱交代上硅下碱模式，等等。陈毓川（1993）在《中国矿床成矿模式》专著中进一步深入论证了“成矿系列”的理论概念：“成矿系列是在一定的地质单元内，在一定的地质发展阶段，与一定的地质作用有关的不同地质演化阶段中，在不同的地质部位形成的相互有成因联系的各种矿种，各种类型的一组矿床”。在此概念中充分考虑了成矿作用的时间、空间、条件、环境、成因间的有机联系，因而构成了模型建立的理论基础。在该书中总结、归纳出来中国各种金属、非金属矿床的 70 个成矿模式和 11 个找矿模式。后来裴荣富（1995）也主编了《中国矿床模式》专著。最近又见一本专著《幔枝构造理论与找矿实践》（牛树银等，

2002); 他们根据大量的矿区、矿床研究对华北进行了成矿区的划分, 见图 3。这种图件反映了该区总体成矿规律, 也为今后在该区内寻找新矿床提供了运作蓝图。特别值得指出的是该书详细地阐述了各区内和成矿有密切成因联系的种种碱交代作用成矿规律, 并和地幔流体及深部软流体穹隆(慢枝)相联系。

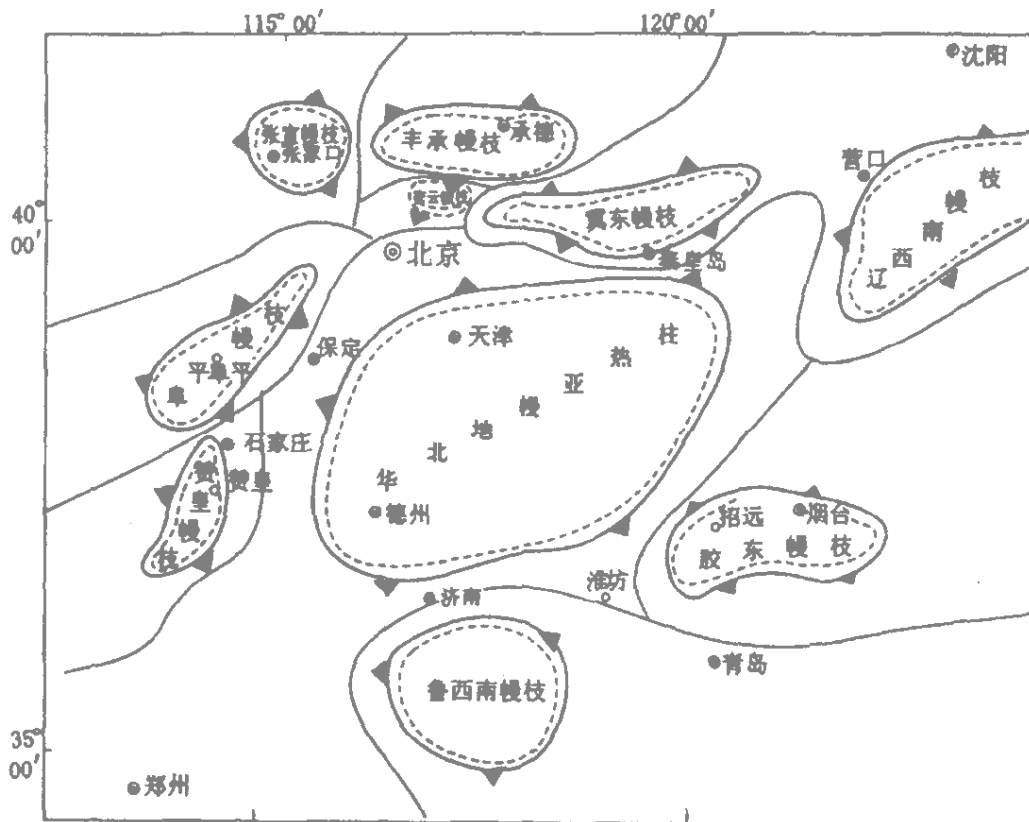


图 3 华北矿集区的划分(牛树银等, 2002)

在模式中成因模式是基础, 找矿模式是结合当地具体情况直接参照系。把具体的成矿条件转化为找矿判据(标志), 根据现场出现的种种特征现象加以信息聚焦, 指出下一步揭露的方向。每个模式的提出都有众多已知矿床发现的实例。根据它能保证我们少走许多弯路, 提高找到的效率。在找矿实践中往往会出现一个地区三进五出, 七上八下的曲折过程, 盖因缺乏合适模式

指导。

铀矿的找矿和其他矿种不太一样的是解放前一无所知，即使新中国成立以后刚开始也是毫无这方面的经验、资料和专家。铀资源是在发现原子能特别是爆炸原子弹之后才被重视的，大体上是上世纪中叶的 1945 年前后。美国、原苏联开展铀矿找矿更早一些，很快有了重大突破。当时他们保密，发表的资料相当零散，从 1955 年第一届日内瓦原子能国际会议出的论文集中即可看出这一点。新中国成立后原苏联专家来帮助我国找铀，主要是在找矿队伍建设、培训人员、放射性仪器提供及找矿技术方法传授上给予帮助。至于他们国内找到的铀矿对我们也是秘而不宣的。另外，他们当时找到的铀矿类型并非中国所有。他们那边发现的是火山岩型（如哈萨克斯坦克科切道中间地块）和砂岩型铀矿（中亚）。美国发现的也是砂岩型铀矿（一直到现在此类型铀矿提供矿石占全美铀产量的 90% 以上）。中国（华南）发育的是花岗岩型铀矿，和美、苏、捷克、德国都不一样，所以当时我们从他们那里得不到多少启发。法国、葡萄牙、西班牙倒是有此类型，但发表的资料也很零散，资料传到我们这里也比较晚。

我国的铀矿分布主要在华南几省。众所周知，铀矿和其他传统矿种（如铁、铜、铅、锌）不同，是一个新矿种。它的产生很特别，不与其他元素矿床共生，铀矿总是单独存在。所以通过其他已知矿种来就矿找矿是无效的。在铀矿找矿初期，国家曾在全国各大矿床用放射性仪做过矿山普查，结果是没有重要发现。这表明形成其他元素矿床的环境和条件对形成铀矿是不利的，相互有重要的成因差别。这也就是说，合乎寻找其他元素矿床的经验来找铀矿是不灵的，这无疑大大增加了当时铀矿找矿的难度。不过，另外铀矿也有自身独特的好条件，它有 α β γ 放射性，航空、地表放射性测量是极为有效的手段。这样就很快地发现了一片片的异常分布区。

不过，光是找出来异常分布区距矿床的发现还有漫长的路要走。找矿的过程充满了徘徊、彷徨、失望、犹豫、困惑、茫然，跌宕起伏，扑朔迷离。从开始在一个地区找矿到最后找到一个矿床（不算勘探阶段），大体上快者 3~5 年，慢者十几年。

前已述及，在铀矿开始找矿阶段的上世纪 50 年代中期，苏联专家看到我国华南花岗岩体众多，于是借用当时他们熟悉的捷克亚希莫夫岩体外带沉积变质岩有利成矿的经验来指导华南的找矿。当时重点放在岩体外接触带，也的确发现了不少好点好带，例如在粤北英德就找到了一个类似捷克五元素类型的小铀矿床。但在外带的绝大多数找矿都没有突破。在亚希莫夫，铀矿化发育于岩体的外带，一进入花岗岩体内部矿化就差。因此当时也影响到我国多不主张进入岩体内部找矿。后来的事实情况恰好相反，我国华南的热液铀矿主要产出于花岗岩体特别是大型岩基内部。当时在破除迷信、解放思想的时代背景中找矿队伍闯入了岩体内部。在伽玛普查中很快就在粤北翁源县的贵东花岗岩体内部找到了一个大型铀矿（名之为“希望”），前后只用了 5 年（1957~1962 年）。

本人 1961~1962 年带领一个研究组对贵东岩体大帽峰铀矿进行了成矿规律研究，发现了花岗岩体乃是铀源体，铀矿床的铀是花岗岩中的岩石铀被热液浸出向上迁移而成矿。这为当时的找矿重点应坚持放在花岗岩体内部提供了一些科学依据。

随着找矿经验的不断积累，找矿队伍发现花岗岩体内的铀矿床（如希望矿床）及大批异常点带都是硅化带或石英脉。硅化带是一个当时非常重要、有效的找矿标志。这算新模型建立的开始。顺藤摸瓜，根据它又找到一批批好点、好带。不过，在好局面中也有新的困惑，有不少硅化带虽有好异常、好矿点，但并没有矿床，打了不少钻，挖了许多探槽，开了不少大小坑道都扑空了。可见硅化带这个标志还不够完善和准确。经过一段摸索，发

现只有红色、黑色硅化带才有好矿，白色的都没矿。再进一步，又发现粗晶石英硅化带不好，必须是红色、黑色微晶石英或玉髓充填的硅化带才成好矿。

在硅化带中和石英共生往往有萤石。萤石无色、浅色者都不好，必须是黑紫色才富铀。这些规律用了几十年，一直到现在还有用。

随着实践深入，又发现红色、黑色微晶石英脉、硅化带有矿，但还不太富（U工业品位下限是0.05%），只有硅化带或微晶石英脉切过辉绿岩或煌斑岩墙交叉处才有特富矿石和矿体（U可高达百分之几十）

本人和教研组同行们当时详细地解剖了该区一个特富矿床（大帽峰矿床 代号 331），揭示了煌斑岩类之所以使硅化带热液通道中铀得以特别富集的还原机制，这为后来该区找矿队伍建立成功的“交点成矿”找矿模型提供了科学支撑。根据此模式，队上后来相继发现了5~6个交点型矿床，奠基了我国第一个大型铀矿基地。一直到现在40年过去了，该地还有交点式矿化有待发现。

从铀矿找矿事业发展的过程可以看出一个重要的规律，找矿效果与认识的提高和概念的及时转变有着相当密切的关系。这是找矿人员在认识论、方法论上经过挫折、磨炼不断提高和智慧、灵悟不断升华的过程。在找矿上最忌讳的一句话是：这里没希望。当然，也不是说到处有希望，矿的分布总是相当不均匀，但更要注意人们的认识会有变化。世界上一切都是在变化的，惟一不变化的就是变化（郑大瑜，2000）。的确，我们的希望就在变化上：地表没矿，地下变成矿；地表矿差，地下变好；地表矿贫，地下变富；地表矿小，地下变大。人们对矿化类型，对矿化规律的认识是不断变化的，这就注定随时代的发展会有不断的发现。这类实例相当之多。美国犹他州斯波尔山区萤石结核中在上

世纪 70 年代后发现硅铍石、羟硅铍石浸染体，比传统的铍矿（伟晶岩绿柱石型）还富，由不值钱的一般萤石矿床陡然上升为全美最大的稀有金属铍矿之一。我国有些地方煤矿矸石及底板页岩过去都当成废石，后来发现此黑色矸石一经燃烧去碳后，变为纯白的优质涂布级高岭土矿。

下面再举我国铀矿找矿上一条有重要发现的例子。前已述及，在上世纪 50 年代中期到 60 年代中期，由于经验不断积累，坚定了在花岗岩体内部找矿并且掌握了硅化带、石英脉主要找矿标志和判据，很快在广东、广西、湖南、江西四省（区）广大地区纷纷发现了几十个大小铀矿床，使我国很快就成了世界上花岗岩型热液铀矿最大的发育中心（另一个中心在法国——葡萄牙——西班牙）。特别值得提出，此时还发现了下述重要的铀矿新类型（蚀变岩型，或称黄峰岭型）。直到今天，在世界各国这一类型铀矿以中国的华南最发育，研究得也最深入。

黄峰岭型蚀变岩型矿化是完全新式的一种成矿类型，是 309 大队二队在 1964 年发现并落实的。在此之前华南各队所找到的铀矿都是含铀石英脉（微晶石英）型，矿脉皆大脉（脉宽数十 cm 到几 m），它们以不同方式排列不同产状构成了各地的几十个热液铀矿床。黄峰岭型则不同，野外看不到脉，只是强碎裂，强蚀变（水云母化）的花岗岩，但却是够品位的铀矿石。正是这种多裂隙易破碎的铀矿石可以大规模采用地面堆浸工艺，用稀酸淋洒在露天矿石堆上，空气 O_2 对矿石中浸染黄铁矿氧化又生成部分硫酸，更有利于矿石中铀浸出，然后搜集矿堆下的淋浸液提取铀。这种工艺可以不要厂房、运输，就地取铀，耗酸量很低，成本大大下降，有良好的效益。特别有利的是可以降低工业品位到 0.01% 即可利用。现早已投产。后来又进一步改进，在坑道中实施高技术爆破，不用挖掘矿石到地上，在地下即可灌酸溶浸，工效进一步提高，环保条件会进一步改善。由于降低了可利

用品位要求，原来分散的贫矿体可以相连成一个大的矿体，可利用储量数倍到十倍地扩大。

上述蚀变岩型铀矿在我国首先是在湖南汝城黄峰岭矿床上突破的。开始时人们对此类型并不认识，只说是红色岩体有矿。此类矿石不是没有脉体，只是脉体都很细小，宽者也只有数 mm 宽，大多数只能在显微镜中才可以看到含 U 的微晶石英、紫色萤石及沥青铀矿微脉纵横交错，成为细微网脉浸染型矿石结构。矿石有三大特征：微碎裂；长石增多；红化。我称此为成矿三要素。矿石之所以发育碎裂，乃是因为在成矿前花岗岩经受过碱交代作用的长石化蚀变。长石解理发育，石英溶去又留下空洞，再加上成矿期的水云母化蚀变叠加，故矿石成为疏松多孔隙的强碎裂、强蚀变花岗岩浸染型矿石。后来，地质队利用此“成矿三要素”模式进行找矿，接二连三发现了新矿床。在二队经验传播的影响下，不久又在江西桃山花岗体内有更多此类型 6~7 个矿床突破；在粤北诸广、柏埔岩体及湖南、广西等地也有发现。后来我们的继续研究发现上述长石化花岗岩乃是华南 W、Sn 石英脉矿床的矿根相，此部位为后来的成铀矿热液作用叠加利用，成为后期铀矿床特别有利的赋矿环境。本人那时正下放二队负责队上的群众性找矿科研工作，搞了钻孔、坑道地质编录改革，到黄峰岭矿点和该工区地质组与同志们共同详细观察岩心、矿心及小坑道。1964 年我当时写了个工作小结，正好原稿还保留到现在，现把当时有关的部分节录于下。

“近年来在华东南几省广大地区内三局系统的很多兄弟队找到了大量的异常点带，打破了国外铀矿地质理论中的洋框框（花岗岩体特别是大型岩基中不能形成工业铀矿床），我们现在找到的铀矿床分布恰恰否定了这一论断，绝大多数好矿点和矿床均分布于花岗岩体的内部和内外接触带。这不仅对我们国家而且对世界铀矿地质的找矿理论都有重大的贡献。这大大解放了我们的

想。但事情发展到这里就停止不前了吗？不是的，在花岗岩型铀矿中前几年找到的都是玉髓脉型和萤石型或二者混合型的。但是自 1964 年黄峰岭矿床突破以后，我们又确立了世界上别的国家所没有的这种工业铀矿类型。……黄峰岭的这种矿最初于 1959 年发现，但由于一系列原因未被重视。由于信从了以下几个论点，变得裹足不前，没敢试探：

(1) 这种矿化（当时还称不起类型）规模很小，一炮储量（意指放一炮就崩光了的小团团）；

(2) 含 Th 往往很高，不便于利用；

(3) 控矿构造不发育，矿化规律摸不透；

(4) 兄弟队在邻区也处理过类似的异常，但均以否定而告终；

(5) 书上及文献还没有见报道过这种类型工业铀矿化。

黄峰岭工区的同志，后来专门设计开了小坑道以便详细观察矿化特征及地质条件。……采用了很多方法，进行了多次群医会诊，现场讨论，切磋琢磨，对大量的实际资料做了整理分析，最后总结出来了黄峰岭这一新类型的矿化特征及系统的评价地质依据。简单地说可称之为“一、二、三、四、五、六、七、八”（此为我当时的抽象概括）。一是指一个岩体（这种矿只发育在花岗岩体内部）；二是指两个岩性（这种矿多分布在晚期的细粒花岗岩枝与早期粗粒花岗岩接触带上和附近）；三是指三个成矿要素，即矿好的必须具备“红化、碱性长石增多和碎裂”（以上重录到此为止。后面的四、五、六、七、八，此处不再重录）。当时在原稿中继续提到：“这是现有铀矿地质学的书本文献中所没有的，是新鲜的东西，而且正在相邻地区的找矿揭露中被有效地用着。”当时把碱性长石增多看成是花岗岩的去石英和长石化，后来才知道这就是碱交代岩。值得提及，后来金矿地质界发现的焦家式金矿和黄峰岭型的铀矿有一系列共同点，都是发生在前期碱交代或

长石化的岩石之中。由于长石化是一种特殊的隐爆碎裂结构，故发育分散的细脉、微脉，是一种全岩性蚀变。浸出溶液接触反应面很大，易于工艺萃取。

模式在查找中的巧妙功能在于根据有限的信息可以可靠地预测隐伏的查找对象，现在用沙中埋桌来比喻，见图 4。

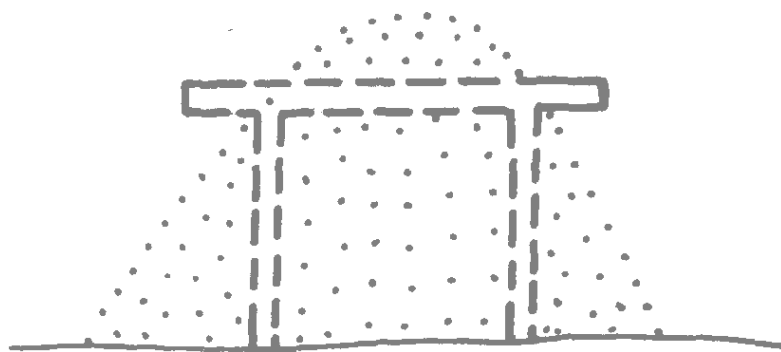


图 4 沙中埋桌

通过露出有限的 a、b 信息，再根据桌子的模式，就可以准确预测沙中整个的桌子情况。同此理，埋什么都可以加以预测。

五 、 破 绽

当模型有了，在实际运用中仍然有一个与现场实际相磨合的问题，模型必须与具体实际相拟合。此中关键是发现破绽，即识破查找事物所必需的判据群中最重要的那几条关键、要害信息。巧妙的是只要找准了 1~2 条就行。

能够发现破绽的关键因素是怀疑，遇事如果没有怀疑的习惯和素养，恐怕任何时候也发现不了破绽，所以怀疑是发现的产婆。破绽由疑点而来。

英国哲学家培根说过：“如果从肯定开始，则必将以问题结束；如果从问题开始，则会以肯定告终。”我提出过“不一定主

义”，即在现象和事物面前首先别肯定，而是“不一定”。

众多查找案例都表明，成功决定于破绽的识别，这是最后胜利的切入口和保障，现举一些例子（见《侦探趣味推理》一书）：

（1）公安侦破：据说北京使馆区夜晚有一个外国人想闯入 S 国大使馆。哨兵要他出示证件他说听不懂中国话。哨兵停了一下说：“好，你进去吧！”他马上便走进。此时哨兵大喝一声“站住！”接着伸手向来人脸上抹下涂上去的皮鞋油。这里面就有一个破绽被哨兵识破。显然“你进去吧”这句中国话是听懂了。

一个冬日一酒醉者驾车压死人逃逸，回到家后连忙用水冲洗车胎上血迹，并放掉一个轮胎的气，爆胎。但其车牌号仍被目击者记下，警察找来，肇事者诡称这车坏了多天了。但有一个破绽被揭穿，他的车头前盖上有猫脚印，发动机还有余热，一定是猫取暖留下来的。

一对年轻夫妇作案偷了别人的一幅名画，从伦敦坐火车逃往巴黎，在车上并没有任何疑点。原来上车前他们先把女学生旅游队中的一个女生在车站洗手间打昏。妻子把名画藏在书包里冒充此女生混在队伍里没被发现，到了巴黎车站妻子把被害女生外衣鞋袜扔掉。后来是根据伦敦车站洗手间的受伤女生和巴黎车站这堆衣服破的案。

一个珠宝店突然发现一颗极为贵重的宝石被窃，于是马上报警把各门口把住，对顾客一一检查，但没有任何线索。原来是窃者把宝石塞到带来的鸽子肚里，到厕所从窗户里放飞。机敏的警官在一顾客包里发现鸽毛。

《海外星云》刊物 1992 年第三期《“3·21”特大国际贩毒案侦破纪实》（廖雨兵）描写破案的关键是在装有毒品的集装箱标志“伞”的十字交叉处发现走私犯标下的红色记号。据此很快就知道在 300 个集装箱中有 123 个箱中装有海洛因，大大加快了破案速度。如果发现不了这个红三角形，势必要打开全部的 300 个

箱。后来放长线钓大鱼一直追踪看毒品运到何方。詎知已经追到加拿大一城市断了线索。幸好在集装箱里早放了显示器，用直升机很容易找到。

(2) 五层楼模型找华南隐伏钨 (W) 矿，由我国钨矿研究队伍所总结。现引用于下，见图 5。

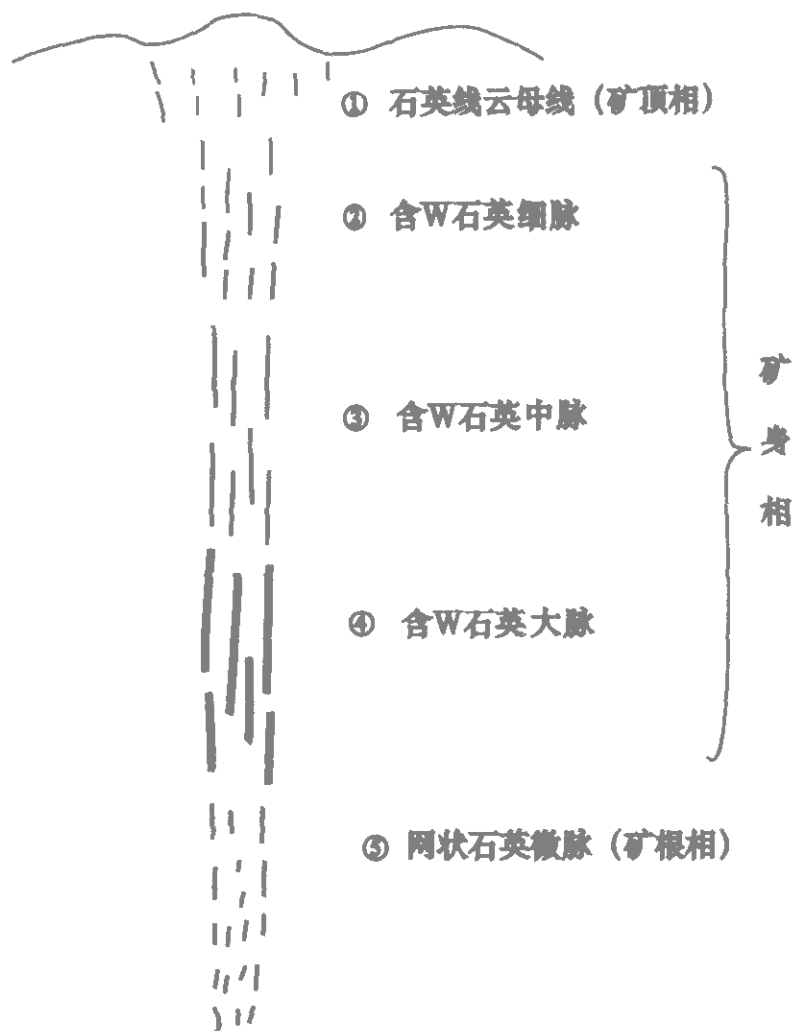


图 5 华南 W 矿五层楼模式

找矿人员在已经具备此模型概念之后根据山上细小的矿顶相云母线、石英线能准确地判断其下方有隐伏的 W 矿床。据此在江西、广东发现了一批 W 矿。

六 、 聚 焦

聚焦即把有利信息（包括线索、判据及破绽）聚集于一点，使被查找的目标差等于零（即终于被找到）。

在找矿中凡是矿床所有的特征、习性，品格都可以作为“找”的标志和判据。它们至少有十几个方面，每个方面又有若干种测量、鉴定、实验信息，这样就会有几百种信息或数据。这些信息都是从该矿床发散出来，尽管这些信息也许很杂乱无章彼此间表面上也许没有任何关系，但却有一点是无疑的，那就是这些发散的信息必然反过去会聚焦于一点。人们也正是利用信息聚焦法（杜乐天，1986）最后把矿床找到。

现以南澳的奥林匹克坝矿床的信息聚焦为例。该矿床是迄今为止世界上绝无仅有的规模巨大的一个综合性矿床，至少有 20 亿吨矿石（其中 Cu 品位 1.6%， U_3O_8 0.6 千克/吨，Au 0.6 克/吨）。

该巨型矿床是两个关键信息聚焦于一点而发现的。此矿床埋藏深度在地表下 350 米，是盲矿床，地表没有任何矿化显示。但仍然被地质找矿人员的“火眼金睛”找了正着。这是一个很鲜明的实例证明人们在“找”上的本事有多么的大。这两条信息是：

- (1) 航磁，在最高场处，打钻成功，见图 6。
- (2) 航照北西西向线性构造基底断裂系统的确定，见图 7。

从上述图 6、7 可以明显看出矿床正处于信息的叠合聚焦处。命中率很高的钻孔都是在聚焦区打中的。

多源信息聚焦在科学发现上也是很有用的方法。现在以我本人的切身体验阐述两例于下。

- (1) 本人是如何找到控制整个热液作用和岩浆作用统一机制是碱交代作用的？

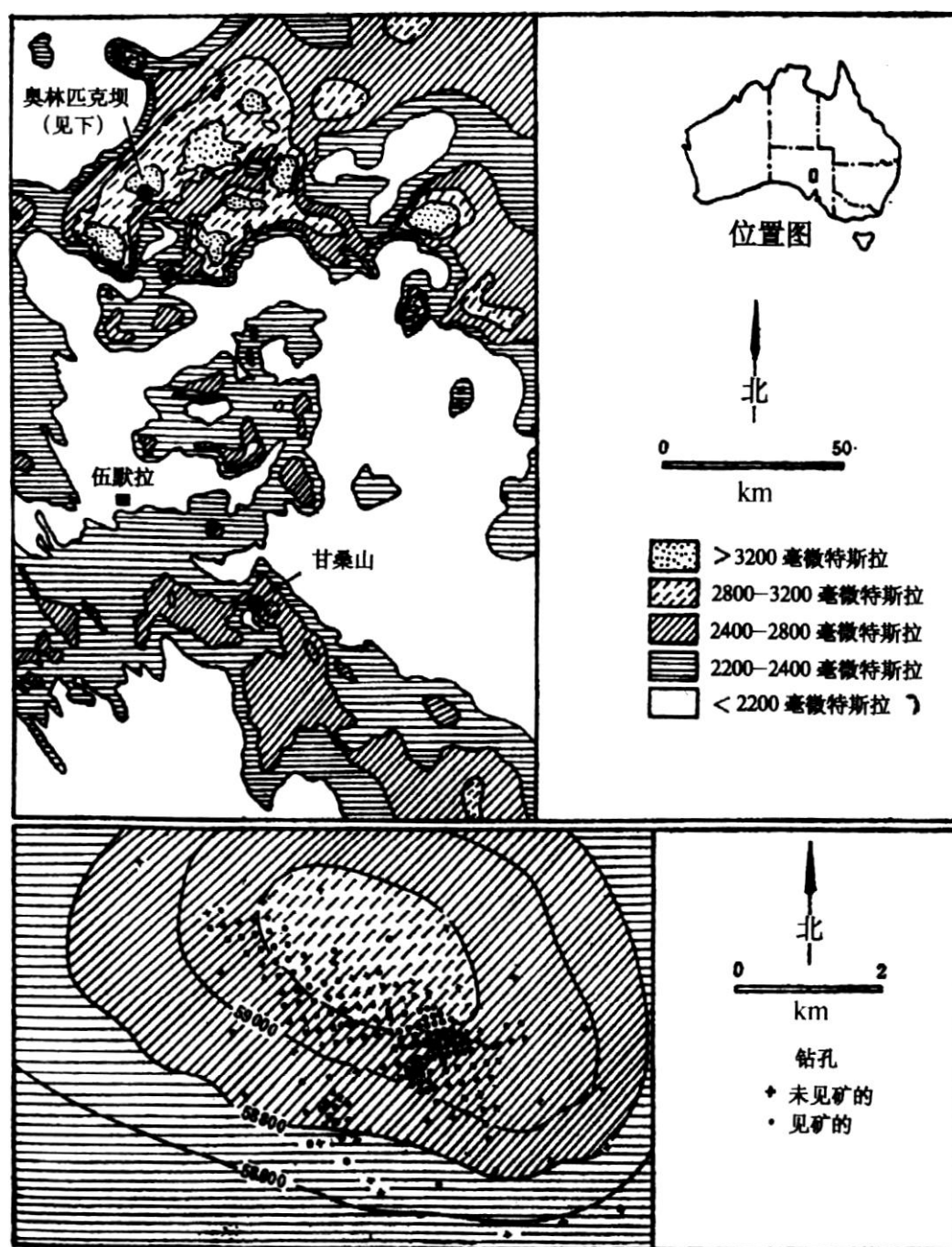


图 6 航磁图

地质科学中的热液作用包括了化学周期表中几十种元素的热液成矿。百年来的习惯早已形成定势、定理：Ni、Co、Ti、V

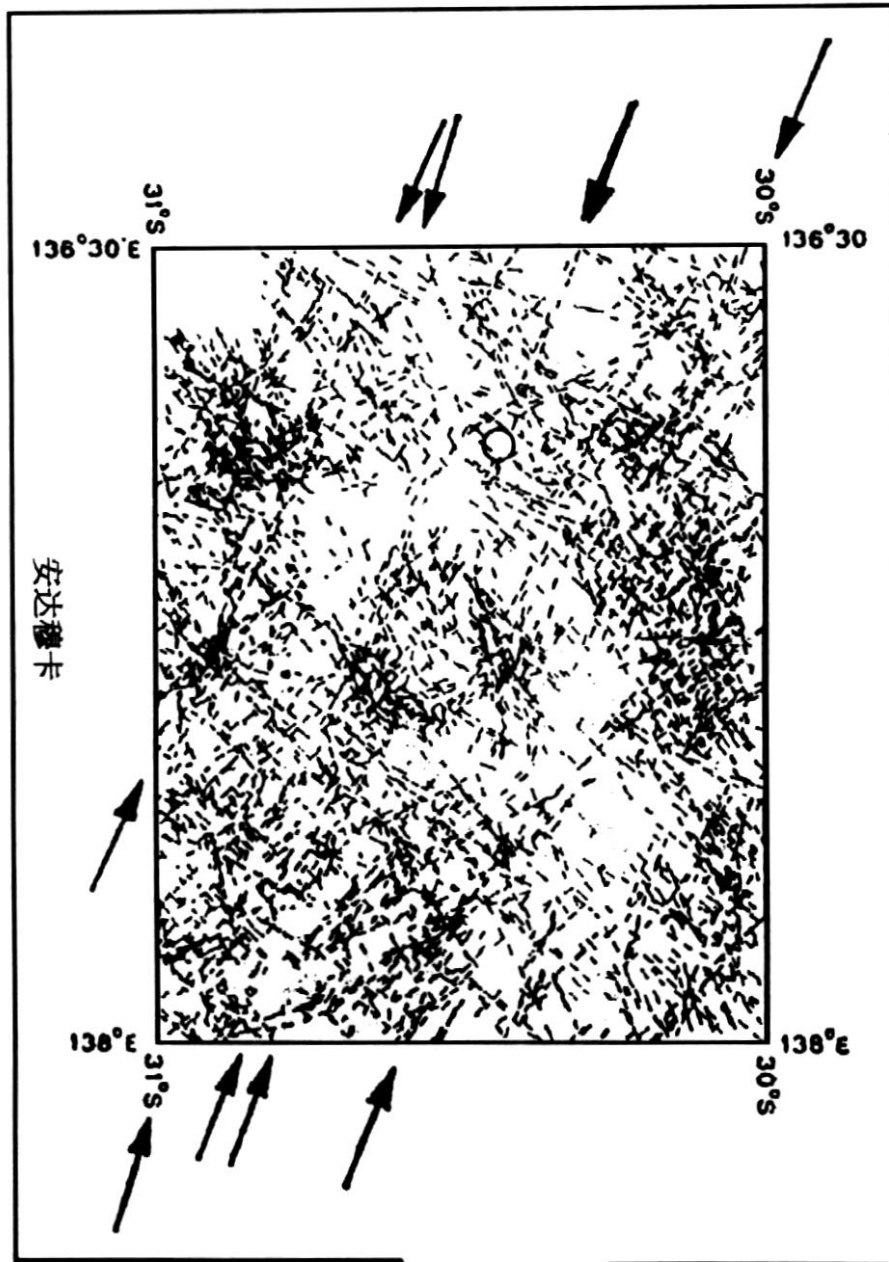


图 7 航空对地表断裂的拍照 (R. 古德尔, 1984)

等元素的热液成矿是和 W、Sn、Mo、Bi、Nb、Ta 等元素的热液成矿截然不同的。因为前者是亲铁元素，后者是亲岩元素。即使在亲 Fe 元素中，形成 Cr 矿床的作用也不同于形成 Ni 矿床的作用；同样，在亲岩元素中形成 W 矿和 U 矿的作用也不相同

……另外，热液作用和岩浆作用彼此差异就更大，后者温度高于岩石熔点故熔化成岩浆，前者温度低，只形成水液……这里又是一系列方面不同。总之，上述结果尽管五花八门，可以构成整个图书馆那么多的资料山、数据库。人们热中的是个性追求，千方百计地来论证“异”。但仔细思之，这并非是客观现实，只不过是人们的主观需要，甚至是一种兴趣所使。因为这么执著的求异主要是想找矿，找 Fe 矿就要注意 Fe 矿的特点，不能和 Mo 矿、Cu 矿相混，反过来亦是。突出个性，刻意求异也就形成了热液作用、岩浆作用浩瀚精深的现代理论体系。

然而在认识世界上人们发现光这么分下去，老是一个个地解剖麻雀已不能满足进一步深刻认识自然、利用自然的需要。人们早已注意去寻找这外表杂乱纷呈的大千世界深层次是否存在着简单得多的内在共性实质。外表上的多变实际上万变不离其宗。光分不合、久分不合实际上是认识上的单面和缺陷。分是无穷无尽的。这么无止境地分下去，人们早已觉得困惑，怀疑究竟会把我们引向何方，是否有此必要？于是在资料积累到一定程度之后必然要求加以综合、集成和探本。在科学史中分——合——再分——再合……构成了进化的一个主旋律。实际上，分和合都不是目的，都是为了认识自然和利用自然的手段，是交替使用相互补充的两手。我们现在强调合是有前提的，那就是在分科研究已经提供雄厚基础上的新要求。

这样由分向合的概念一经转变，使我发现了一个从来没有人揭示过的一个内在本质，原来热液作用和岩浆作用并非是当今传统理论和主流认识那样的二者截然不同；同样，每个元素的热液、岩浆成矿也是大同而小异。如果深入到地球化学这一层次上看，这些元素的矿床，不管是哪一种，都是碱交代作用产物，区别只是外在条件和环境中温度高低的不同。如果温度高于围岩熔点，岩石产生熔化，这就是岩浆作用；如果温度达不到，围岩不

会熔融，那就是热液作用。令人惊奇的是一旦如此深入内质后，上述数以百万计世界各地几十种元素不同成矿类型的矿床界线都消失了，繁乱的图像顿时变得空前清晰。

做到上述的内质简化、明化是极其困难的。如果在治学上不得法，别说一生，就是两生也做不到这一点。客观地讲，求同的努力并非自我始，早有研究者在前。这些先辈们毕生的心血付出于此。但遗憾的是或者为时代所限，或者为环境左右，或者为方法不妥而个个未果。本人从他们那里继承了宝贵的经历启发，深知光有愿望是不够的，即便有不少方法但不巧妙也难以奏效。经过若干年（从 1951 年至 1978 年，大致用了 26 年）历经种种徘徊、彷徨、困惑，逐渐摸索到进入幽境的通路。行程固然充满了披荆斩棘，踉跄跌撞，但结果说出来却很简单，我搭的是两座桥——硅迁移和碱（Na、K）带入。就靠这两座桥使我发现了一个前人很少涉足的崭新理论天地。真的一桥飞架南北，天堑变通途。世界各地地质上各时代的不论什么元素热液矿床出奇的都有石英脉或硅化共生。几十种元素矿床的成因实际上这一下子就简单化成为石英脉的成因。由此可以甩开数以百万计矿床如此复杂繁乱外象的纠缠、羁绊，做到一通百通、千通、万通。这种 Si 迁移又是深部岩石碱带入即碱交代排 Si 造成的种种后果。排 Si 又排矿，于是至今为止成矿学中最大的难题（矿源问题）也随之迎刃而解。这一发现现在已经有了近 30 年的中外成果众多检验，看来是具有一定说服力和可信度的，已为越来越多的研究者接受。

（2）下面再举一例。众所周知地球内外有不计其数的自然作用和数不尽的种种变化，这当中有没有一个总作用和总导演？

在我之前，中外早有大批先行者历经沧桑和险阻探求此类整体地球科学中最大的一个难题。但实事求是地说均不尽如人意。本人最后终于初步破解此题（详见后）而且较前人有较多的新探

和拓宽，是有治学方法强力支撑和可靠依据的。这就是除前述搭桥串纲法以外还有一个办法——多源信息聚焦法。为了向整体地球科学进军必须不断扩宽自己的知识面，特别是在近代盛行分科专业教育体制培养人才的大背景下，这是一个非得克服的一个障碍。我们不能满足于所学专业的自我束缚，要扩出去，要破界。同时还得冲破“不务正业”，“好高骛远”等等闲言碎语的干扰。本人大学攻读基本上是煤田专业，研究生攻读基本是花岗岩，元素是 U、Th 地球化学，就这样的家底。从这样的本底跃迁到整个地球科学问题探讨，道路该是多么的漫长？稍有灰心就可能畏葸不前，就不可能到达目的地。执著和自信是必要的，但还得补课、再补课、学习、再学习，几十年来大体有以下历程。

得跳出 U 矿的圈子

在 U 矿研究（我的本职）的同时我也对中外各地区的 W、Sn、Mo、Bi、Fe、Cu、Pb、Zn、Nb、Ta、Zr、Hf、Li、Rb、Cs、Mn、Fe、Au、Ag、高岭土、萤石等矿也做野外考察和对比研究。这才能敢于涉足于整个热液矿床学，才于 1986 年建立起由 20 多条具体规律集成的碱交代作用地球化学原理。

补修大地构造

我是从裂谷研究下手的。裂谷在各大地构造单元中最能反映地球深部机密信息，地槽、地台、板块、造山带研究都得不出这些结果。大方向选好了，遂使我后发而先至。不久于 1987 年即窥探出了地内奥秘，通过总结裂谷九大地球化学特征（裂谷是破谷、热谷、浆谷、水谷、碱谷、酸谷、盐谷、水谷、矿谷）提出了幔汁说，破解了幔汁成分是 HACONS 流体，H——氢、卤素（F、Cl、Br、I）和热；A——碱金属族（Na、K、Li、Rb、Cs）；C——碳；O——氧；N——氮；S——硫族（S、Se、Te、As）。这是地幔地质学和地幔流体这一领域中关键问题中的关键。

补修石油、天然气地质学

发现幔汁实乃形成石油、天然气的母质，特别是加氢生油的氢源。

补修基性岩浆岩石学

发现 Cr、Co、Ni、Ti、Fe、V、Cu, Fe 岩浆矿床实质也是幔汁的碱交代成因，并不只是岩浆分异问题。当补修了各种岩石学后我终于发现了硅酸盐岩石的原子价歧化规律。原来地球上的几千种内生岩石的多样性实乃这种价歧化不同发育程度的产物。由此又进而悟出了地球中原始地球演化为 Fe 地核和硅酸盐相、氧化物相原始地幔，然后由原始地幔进而演化为上地幔和地壳，都是价歧化基本机制在主宰。幔汁（富 Na^+ 、 K^+ ）正是地球内部最伟大的一个价歧化剂，歧化就是本来的 2×2 分叉演化为 $1 + 3$ 。地幔主要是二价 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 岩石，而地壳主要是 Na^+ 、 K^+ 、 Al^{3+} 、 Si^{4+} 岩石。这就是地球上规模最大的一种元素价态的歧化作用产物。

补修沉积岩特别是碳硅泥岩（即黑色页岩）

在向前人学习的基础上发现了一个自认是颇为巧妙的办法，把前人显生宙未变质、浅变质碳硅泥岩系的研究成果扩大到整个太古宙、元古宙的地层学中去。发现前寒武纪那一套古老的沉积变质岩如果加以岩系恢复，它们都是碳硅泥岩系。本人把显生宙碳硅泥岩系（黑色页岩系）中普遍异常富集的二三十种稀有、微量元素群进行了划分（以前都是杂乱开列），分成 A 组（亲岩元素族群）、B 组（亲铁元素族群）及 G 组（亲气挥发份元素族群）。这样一旦加以分类对了解隐生宙的太古、元古地层中为什么这么多矿种起了很大作用。正是古老变质的隐生宙碳硅泥岩系的恢复，过去一直视为难解之谜的前寒武纪地质问题遂豁然开朗。由此又发现中外所谓的绿岩系三段式的中部安山岩实际上是玄武岩的碱交代岩；碱交代带出来的成分向上即沉积为碳硅泥岩

系。这样才构成了绿岩系的内部结构的三段式。

⑥补修地球气体的研究

专门注意研究地球上各种岩浆岩、热液岩、沉积岩、变质岩普遍都含气体的大量中外文献。由此悟出了地球排气作用的重大意义，提出了气体地球动力学，认为地球固体是被动的，主动因素是乍看微不足道的地内气体。这可能是当代地球科学中带有根本性、方向性的概念变革。提出了二三百年来固体地球观早已陈旧过时，今后应向流体（特别是气体）地球观进行概念更新。

⑦补修地幔地质学

研究地幔地质除了前述充分利用裂谷这一宝贵窗口进行反演外，还得想法去研究直接的地幔样品——玄武岩浆喷发带到地表上来的地幔岩捕虏体。这对本人是完全陌生的一大领域。中外这方面已经搞了几十年，已有很多精深成果书著问世。为了论证幔汁说我下决心闯入了这一领域。在不少志同道合同行的支持下得以争取到国家自然科学基金的重点项目《地幔流体与软流层（体）地球化学》（1992~1995年）。这一项目的完成使本人茅塞大开，终于证实了国际上的地幔交代作用（Mantle Metasomatism）也是我提出的地幔碱交代作用。另外，在地幔捕虏岩矿物包裹体中发现惊人密集的高压气体的残留，使我有充分根据在幔汁说的基础上又提出了地球的5个气圈说（1993）。由此进一步发现两三百年的传统固体地球观存在很多理论缺陷须作彻底的概念更新，提出今后的地球科学要向流体地球观转变，并称之为地球科学由昔日的水成——火成论，经过固定论——活动论走向流体地球观为发展第三阶段。此外通过和其他热心同行共同活动在中国地球物理学会下成立了一个新的流体地球科学专业委员会。地球内部的活动深层次因素不是固体而是超临界态流体（或形象地称之为气体）。

⑧补修气象学、地震学、海洋

当慢汁说在地球内部热液作用、岩浆作用、成矿作用、大地构造等方面经受得起检验觉得能够得站住脚后，我又萌发了向气象学、地震学、海洋学进行学术繁衍和扩张的念头。从 1996 年作为完全的门外汉终于闯入了这些领域，不久即悟出了以下一些新道理：

在地震学上，我提出了地震的新成因观点是：地震是在区域应力施加的前提下由 H 、 H_2 、 He 的气脆，气裂、气胀机制导致岩石发生雪崩式微裂隙而破断生震。

在海洋学上，我提出厄尔尼诺乃是沿赤道巨型剪切带地球加强排气使海水升温的结果（1998）。

在气象学上，我提出区域长期干旱、缺雨、沙漠化、沙尘暴、酷热，特大暴雨，台风突然拐向，森林草原区域性大火等等并不神秘，也不仅仅是大气圈内部的气象学问题，而是地球大规模强烈排气（我称之为哮喘）生热的种种搅动方式。详细内容在此不赘述，我明年将有这方面的一本拙著出版。总之，自然灾害学的理论基础是地球排气作用。

多年来，面对许多地震、气象、海洋灾害大家都是束手无策，只能逆来顺受。有许多方面连准确预测都极为困难，有不少国际权威干脆断言这些灾害不可能预测，只能将希望放在建筑加固。这是多么的被动、无奈！我认为，这是严重的歪曲事实，实际情况不是如此。中国的许多非政府机构学术界人士早已做出行之有效准确率高得多的预测研究成果。如果地震、气象、海洋重大灾害的确有可能来自地球深部排气作用，那么不仅准确预测有了可能，另外还可以通过全国高精度卫星—航测—地面（海上）—地下地球排气（可以有十几种不同气体）动态立体监测，在此监测基础上实施不同的国土深钻（ $10 \sim 30\text{km}$ ）给地球事先放气来控制气候、消减灾害或降低级别。所放出之天然气又是人类所急需的巨大地下新能源和化工原料，一举多得。这种可观的

国计民生效益是现在任何其他的自然灾害理论或假说所不具备的。现在我们正在积极活动争取国家立项。

通过上述各方面的种种多源信息聚焦而且确实能够聚焦于一点的实践，使我有勇气来进一步阐述整体地球科学和地球动力学中最有决定意义的主宰因素究竟何在。简言之，它不是别的，而是“幔汁辐射”或喷流。它是地球内部动荡不安发生种种大地构造作用和操纵地球演化的深部总导演。正是幔汁活动通过幔壳溃变运动和地球排气作用这两大机制导致了各种大地构造动荡、地台活化及地球演化。这一理论发现遂使整体地球科学系统的建立有了可能。如果进行比较，现有的板块（Plate）学说、地幔羽（Mantle Plume）说，热点（Hot Spot）说都没有这些学术功能，既无法解释大陆构造运动，更无法和气象学、海洋学中的重大自然灾害成因挂钩。同样它们也无法提出通过给地球放气减灾和人工控制气候同时又开发地球深部天然气巨大新能源有关国计民生实际问题上的对策。

从理论上来看，搭桥串纲法和多源信息聚焦法为现代认识论、方法论提供了新的研究内容。对于非实验科学如地球科学中外多年的认识方式总是分割解析和步步证实的形式逻辑运作模式，现在看成了大问题。分解得过于破碎、繁琐，出现了一系列理论上的迷茫与困惑。近 30 年来国际地球科学很多分支，早已显露出理论上的凋零、停滞（在此不赘述）。多源信息是几十条上百条不同层次不同方向的信息，不怕其中有若干条不成熟或有错误，只要它们能聚焦而且能聚焦于一点，那结论肯定基本是符合实际的。否则，这么多条信息不可能合乎逻辑如此规律地汇集于一点。

对前人的理论（认识构型）不宜于只限于继承，更重要的是发展。应推陈出新，这是符合认识论发展规律的。任何理论都有随时代由盛而衰的演变。加拿大一地质学家拉齐兹卡曾说过：“一个概念在早期是革命阶段，接着是上升鼎盛阶段，尔后便是

停滞、滥用阶段。’，另一位地球化学家说：“Yesterday’s heresies became today’s truths, which themselves may well become the dogma of tomorrow, to be overturned by future heresies.”

七、揭露(或擒获)

当信息聚焦于一点后，就要下手直捣窠穴擒获猎物了。这时基本上是胜利在望，胸有成竹，不过仍然会掺杂着众多的失误、失算、失策、失望；也仍然是一个摸着石头过河的行程。为了高效率地找到对象，所用的揭露手段是一个非常值得讲究的地方。工欲善其事，必先利其器。没有合适的方法、技术，也许仍然扑空而返。十八般武器各显神通，但各有自己的优势也同时有自己的局限，关键是要会用和搭配。例如打钻，就有一系列钻探技术的发明、创造。20世纪90年代初曾到四川自贡参观宋朝的一口当时世界最深的钻井（1000多m）及其复杂先进技术，令人深为赞叹。现在海底石油、天油气如没有那现代化的庞大海上平台及各种设备是无法探到和采出油气的。过去打钻一直是直上直下，现在居然可以在深处改向为水平钻进，大大提高深部找矿的命中率和采油产量。

美国石油地质学家协会主席 W. 莫希尔说：“三维地震使工业界识别出早先被忽略的天然气储量。”“三维地震不仅帮助查明低渗透天然气，还有助于确定破裂储集层的位置。”“近3~4年休斯敦地区天然气储量增加了30%~40%。”

技术上改革往往会带来巨大的物质利益和找矿效果。著名的鄂尔多斯大型天然气田集中区，过去天然气虽屡有重要发现，但储量增长一直不理想，70%以上的上古生界探井达不到工业标准，后来长庆油田发现“储层伤害”并加以技术攻关克服后，大大地提高了储量。

擒获也就是使目标差最后终于趋近于零。

但是达到这一目标仍然是一个曲折的过程。在此之前，经过漫长的摸索 从线索——判据——破绽……一步步地缩小包围圈，一步步减小目标差，越来越接近目标。但这并没有到达终点。仍然是在小区内地表上转来转去，在浅处上上下下，打的是徘徊战、彷徨战。这里存在着一个过程演化规律，我称之为第一期期待的必然性困惑。万事俱备觉得差不多了，到了开钻之日，第一钻下去，是最令人期待也是最令人心跳的时刻。实际上结果往往是没有按原来的设想出现，也许偏离甚远，甚至于出乎意料。石宝珩研究员(1992)对塔里木油气田的找矿经过有深入的分析。最初，1958年10月发现依奇克里克油田。一开始原苏联专家使用类比法认为主要生油层（打钻目的层）和费尔干纳盆地类似应当是第三系、白垩系。但钻下去之后，未果，后来发现产油层为侏罗系。70年代起，利用陆相生油理论期望在地面构造发现中生代自生自储油气田，又未获突破，后来在第三系柯克亚发现次生凝析油气田。第一期期待的困惑促使人们进一步调整找矿模式和相应的方法对策，接着会出现第二次期待的困惑，还得再调整，再想办法。于是改为向广大的第四系沙漠覆盖区进军。当转向塔北隆起以打古生界（C—P）古潜山式油气藏为主要目标后，有名的沙参2井获重大发现。于是有以后的连续突破。后来又在大沙漠腹地1井喷油。就这样，揭露过程实际上是第一期期待困惑——第二期期待喜悦——第三期期待再困惑——第四期待再喜悦……的链条。

下面再让我们看一看胜利油田发现的曲折路线，见图8。

华北平原的找油工作是从1955年的普查、填图开始的，同时进行了物探工作，初步查明了此区的地质构造；

1956年选择沧县隆起南端打了第一口井（华1井，深度1936.7m）发现冲积平原深部第三系下有奥陶—寒武纪隆起。此时没打到油。

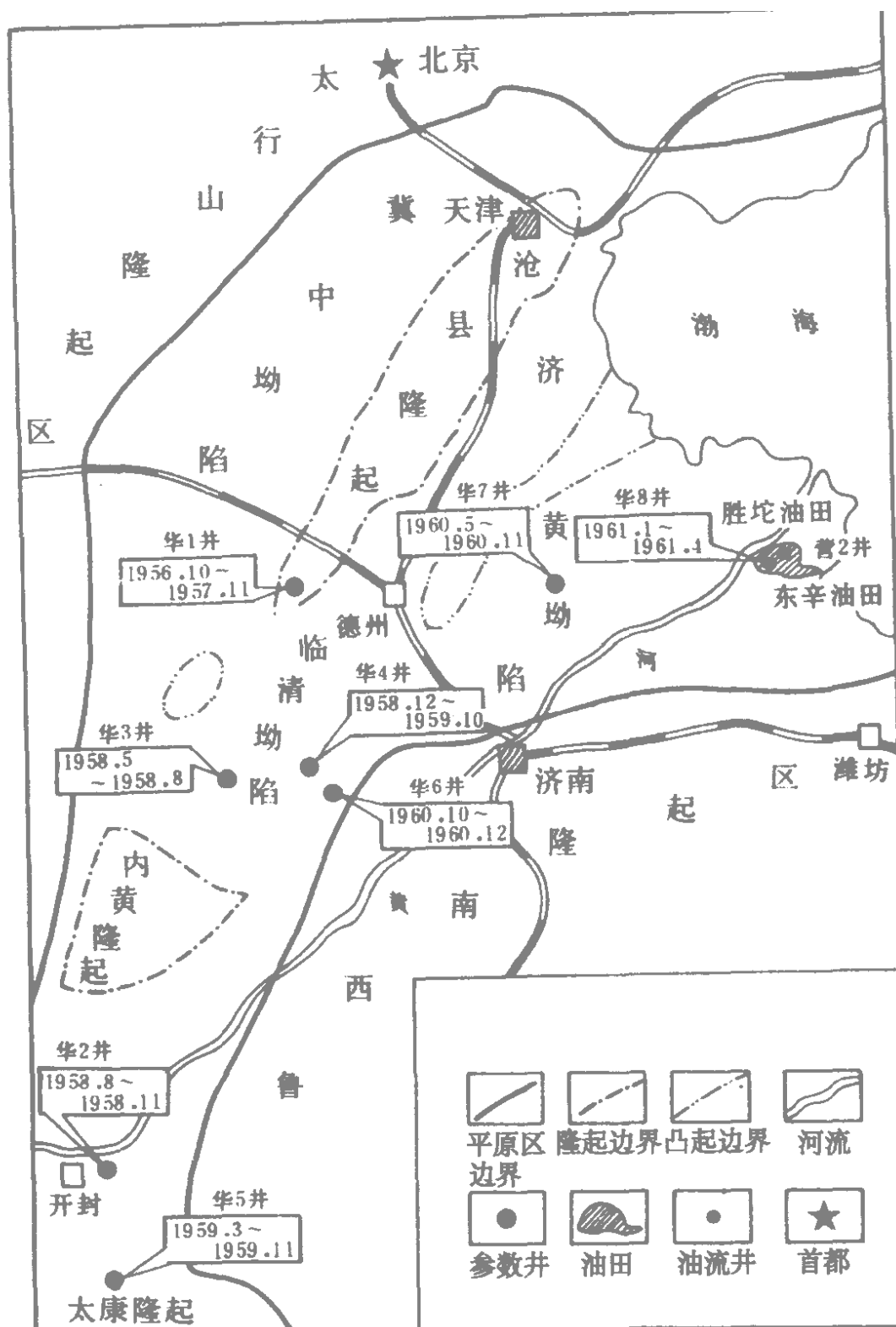


图 8 华北平原区域勘探略图

1958 在开封拗陷打了第二口井（华 2，深 2108.4m），打到第三系；在临清拗陷打了第三口井（华 3，深 1809.3m）打到白垩系；第四口井（华 4，深 2908.5m），一直打到奥陶系，裂隙中见油迹油斑。这是首次在钻井中见油气显示，但一直没有打出油气流，仍然是第一期期待的困惑。不过，对地下构造有了深入了解。为今后明确找矿方向提供了重要线索，进一步修正找矿模式。

第五口井（华 5，深 2494.8m）选择在太康隆起上于 1959 年开钻，打到二叠、石炭、奥陶、寒武各系。三年徘徊，打钻仍未见油，继续处于摸索之中。

第六口井（华 6，深 1237.5m），于 1960 年选择临清拗陷开钻。反复实践，经验不断积累，此时已经认定临清拗陷不放，距真正的胜利油田的确越来越近了。这就是很大的成绩。

第七口井（华 7，深 2713.6m），1960 年选择在惠民凹陷沙河街构造开钻，打到了第三系生油层，后来有名的沙河街组在此定名。此钻仍然没打到油藏，但向胜利油田进一步靠近。由此明确了济阳拗陷、黄骅拗陷是有利靶区。

第八口井（华 8，深 1755.9m）1961 年选择在东营拗陷北部开钻，终于在华北第一次打出工业油流！宣告了胜利油田的诞生。自 1956 年到此时用了 6 年时间，速度应当说是相当快的。总的看，从钻孔实施位置的变动可以看出这是一个相当曲折的轨迹（图 9）。

现在回过头来看，找矿的最短轨迹应当是打完华 1 井后直取华 7 井然后取华 8 井。但实际上是华 1 井完工后改为向南试探打的华 3 井，然后又往南打的华 2 井；从华 2 井又改向北到华 4 井。此时距胜利油田已很近，可是却又改向南部很远的华 5 井；从华 5 井又向北在华 6 井打；这时经验和线索越来越丰富、明朗，再也不向南奔，而直指东北方向打了华 7 井，然后继续向东

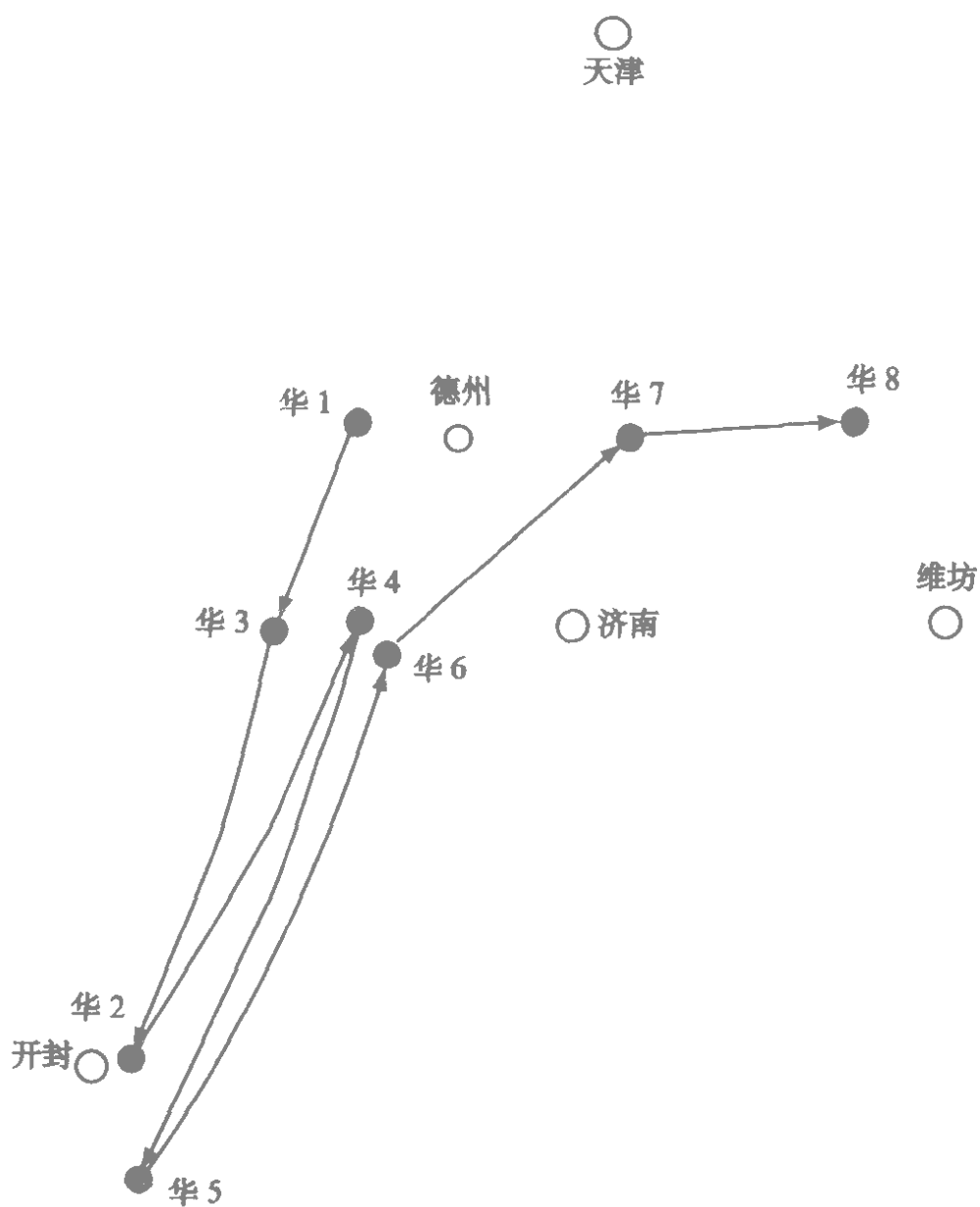


图9 胜利油田发现的过程

打了华 8 井，终于揭露成功。

从中外数不尽的找矿勘探实例中可以看出：不知远近，不知深浅，不知变化，不知好歹，不知轻重，不知进退，此乃找矿大忌也！

第二章 “找”的方法论

我们在前章中着重地谈论了“找”的认识论。“找”是任务、目的，但“找到”必须有方法保证，而方法是大有优劣高低之分的。方法本身也同样存在一个“找”的问题。这个“找”不光是找现成的方法，更多的是加以改作研究结合具体实际而拟定的更有效的新方法。

在找的实践中可以有以下四种可能的重要组合：

- (1) 成功的认识，成功的方法——可取；
- (2) 成功的认识，失败的方法——不可取；
- (3) 失败的认识，成功的方法——不可取；
- (4) 失败的认识，失败的方法——更不可取。

在本章中将提出 11 种“找”的方法。虽然“找”就一个字，但至少可以分出 11 个基本的“找”的方法（实际上，不止此数），究竟到用时选择哪一种或几种视具体情况而定。

不论采用什么方法，都有一个共同点——识破或看透。所以本章总称为识破术集成。关键在于通过这些方法或办法对事物加以识破。识破是大智慧。不只是犯罪分子有伪装，大自然的伪装更多更复杂。人的伪装再巧妙，但人与人是同一个坐标系，完全可以以人比人去推理。但大自然是根本无法将心比心、将物比人的。

一、辨义术

对任何事物除了知道它外在的表征和现象是什么以外，还必须进一步悟出它还意味着什么？说明什么？辨其内在含义。如果

没有辨义，那就不可能找到什么。查找的对象明摆在那里就无所谓“找”，那叫“拿”、“取”。《孙子兵法》中早就说过：“见日月不为明目，闻雷震不为聪耳。”

只有辨义，才能从现象到信息，从信息到线索，从线索到判据，从判据到模型，从模型到识破，从识破到聚焦。在这找的过程链中每一个环节都离不开善于辨义。所以本人认为善于辨义是找到或破案的第一大法。没有这一条，没有这本领，其他一切都无从谈起。

研究地质学几十年，终于发现一个很浅显的真理：石头会说话！的确，石头是说话的。不过它说的话比英国话、俄国话要难懂得多。听外国话不懂还可以猜，可是石头的话是猜不出来的。在地质学、岩石学诞生之前世界上没有任何人可以听得懂，牛顿、爱因斯坦也不行，只有地质学家才行。实际上岂止只是石头会说话，土也会说话，山也会说话，水也会说话，大到地球也会说话，宇宙万物都会说话。它们有些话我们听到了，有很多还听不见，还不知道，现代知识、技术还不够。有的话尽管听见了，但很多很多还弄不懂什么意思，需要翻译。为了这历史上不知耗费了多少地质学家们的心血和研究。这比甲骨文要难得多，丰富得多。

说实在的，石头的话，地球的话，现在有些是翻译对了，但有很多翻译得不对，或者不恰当。本来石头的意思不是这个，可是我们却张冠李戴，牵强附会。大自然本来就够乱的，往往再加上人为理解上的乱乎，这样就更增加了认识地球的困难。真正弄懂石头和地球的意思，用哲学的语言来讲，就叫“辨义”。“辨义”一词是我在上世纪 1975 年的一篇论文中正式提出来的，现在再转录于下：

“辨义是地质研究工作的关键。我们在回答事物‘怎样的？’得出了丰富的各方面实际材料之后，是到此为止，还是继续前进，是止于现象还是起于现象，这是能否有科学发现的分水岭。

只有在搞清楚了‘怎样的’这个基础上再进一步到‘它们说明什么’，才可能由感性认识上升到理性认识。在自然界中，各种地质体和各种地质现象，都可看成为地质信息的物质凝结。它们乃是当初形成时及以后各种外界条件的记录。此记录是外因和内因相互作用的结果。这种记录是用自然‘密码’记录下来的，需要我们去发掘，需要做翻译工作。这里面隐藏着无穷无尽的自然奥秘。每个地质现象和产物的生成和变化都是在一定条件下才能实现和在相反条件下不能实现的。因此必然会凝结和储存下来特定的信息和反信息。根据这些信息可以作出对各种条件的追溯和判断。(杜乐天，1975)

由上述看来，认识一个事物和规律，首先必须有可靠的有用的信息。信息是第一要义。有的信息是从他处得来（通过刊物、会议、论文、书著、讲话、网络等），但这远不够，还得自己做观察、鉴定、测量和实验增添新的信息。没有这些信息，等于无米之炊。但是这仅仅是第一步。接着就是理解信息，知道它究竟是什么意思，这就是辨义。

辨义可不是一件轻而易举之事。对于地质学，有些含义需要几十年几代人的艰辛探索方才得悉。有很多也还得几代人的努力才见分晓。当然这是一个又清楚又不清楚时而明白时而困惑的漫长过程。对此我深有感触，对科学研究界众生相进行了以下两种情况的划分，姑以“清楚歌”名之：

清 楚 歌

不清楚的不清楚，清楚的也不清楚；
很可能把本来清楚的弄得不清楚，把不清楚的弄得更不清楚。

清楚的清楚，不清楚的也清楚怎么不清楚；
可以把本来不清楚的弄清楚，把清楚的弄得更清楚。

我特别欣赏美国德雷柏（ Drapper, 1864）下面的一段名言（曾被恩格斯在《自然辩证法》一书中引用过）：无限空间内的无数宇宙导致无限时间内宇宙之连续更替。”这一段话寓意相当深刻，一部部天文史、地球史、地质史都是按这一基本法则建立起来的。我们要不断加以揣摩。

信息是无限之多，现代语叫海量。我们所需要的并不是所有这些而只需要为达到给定目的给定信息。虽然信息海量，但其中的给定信息并不多，很不够用，或者还没有。这就得会辨别在海量信息中到底哪些信息是管用的，哪些是无用的。这就是信息的识别。这要求一大套认识方法。

福尔摩斯侦探案中有这样一个案例：在缉查贵重蓝宝石被盗一案中一时断了线索。于是到处苦找，在大街上只捡到背鹅老人的一顶帽子。这个帽子是一个线索，然而助手华生百思不得其解，一条破绽也看不出来，觉得只不过是一顶破旧帽子而已，没有什么。但福尔摩斯却从这顶帽子看出了七个问题：带帽人学问渊博（因为帽子特别大，脑袋大）；原来富裕，后来家道中落（帽子原很讲究、华贵，现已很破旧）；现在此人很颓废，但又没有完全丧失自尊心（松紧带断了，也不再补，但有油污的地方，他又用墨水涂上）；此人是中年人，头发灰白，最近刚理过发（用放大镜在帽内衬上可以发现头发茬）；此人爱出汗，不健壮（帽里湿乎乎）；⑥他妻子不照顾他（帽子很少掸过灰尘了）；⑦家中穷，没有煤气灯，只点蜡（帽上有多处蜡烛油）。

在日常生活、工作当中经常听到有人说这也没什么，那也没什么。我感到这可不是一个小毛病，而是很大的毛病。就是由于他觉得这也没什么，那也没什么，结果一生也没什么。实际上并不是他所说的情况，而是这也有什么，那也有什么，到头来自己也肯定地有什么。

认为这没什么，那没什么是典型的不识货表现，是悟性太差

的结果。这在提高“找”的本领和科学研究的开拓、发明上都是大忌！这是判断一个科研人员是否具备科学素质的第一把衡量标尺。

关于悟性问题我在《创造性思维与作为——智慧漫谈》（广东教育出版社，2003）一书中有详细的阐述。在这里再简要地作一下解释。什么是悟？我认为悟者，是此非此也！是此是知，非此是悟。是它又不是它，还是别的什么（说明什么，意味什么），这样悟就出来了。否则光是它，那只是知。只有不是它才升华到悟。福尔摩斯的上述悟性推理七条全不是说的帽子，而是从帽子去分析判断其他更多的情况。

我在科学研究中发现任何事物都是信息的储藏器和义素仓库。每一个信息都赋有以下属性：

信息是现象和内质间的桥梁；

信息是条件和产物间的桥梁；

信息是状态和过程间的桥梁；

信息是个体和环境间的桥梁；

信息是现在和过去间的桥梁；

信息是现在和将来间的桥梁。

信息是上层和下层间的桥梁。

总之，任何一条信息绝对不限于“是它”，除此之外还肯定有很多很多的“其他”。下面让我们以石英（ SiO_2 ）问题为例子来看看地质学中的辨义术。

石英这个矿物是自然界分布最广最普通的一个矿物。在世界各地的矿床中石英广泛地出现于所有的矿脉中，成为与各种矿石共生的脉石矿物。一般研究者都认为石英就是石英，这是一个最常见最没有什么意思的简单的矿物，对它用不着注意，更用不着研究。

本人在工作的早期也持同样看法，从石英这一成分相当简单

的矿物的确看不出什么。但随着工作的深入，发现这一最简单的矿物却最简单。它内里的含义比福尔摩斯的那顶帽子多得多，意义重大得多。从这个矿物可以悟出地质科学中十几条基本的理论规律。所以我把它称为硅谜、硅桥。此谜一旦破解就像长江大桥“一桥飞架南北，天堑变通途”。在本书前章中已有提及，现再补充如下。

(1) 石英是地球上所有热液矿床中都出现的脉石矿物，量又很大（占矿脉的 70%~95%）。不管是何元素矿床，是何成矿条件，是何成矿环境，是何成矿类型，是何时成矿时代，石英都是脉中主矿物。它乃是跨矿种、跨类型、跨构造（无论是陆上还是海底）一个非常难得的串纲性普在矿物。换言之，只要抓住这条串纲，把石英的成因揭示出来，那地球上所有时代、所有成矿环境、所有元素的热液矿床的成因奥秘，就可由此切入点破译而得解。任何其他矿物都不具备这个重大认识论、方法论功能，这是一个揭示自然界成矿规律相当神奇的一个好方法。终于被我们找到，而且几十年来屡试不爽。

(2) 石英是从哪里来的？经过一二十年的研究发现，它（ SiO_2 ）乃是碱（Na、K）交代作用从任何含 Si 岩石中溶解、萃取、排硅来的。 SiO_2 在一般中性及酸性水中都不溶解，只有富 Na、K 碱性热液中才最易溶解、排硅。排硅的同时又排矿，于是到浅部沉淀于矿脉中就形成含金石英脉，含铀石英脉，含钨、锡、铜、铁石英脉等等脉状或层状矿床。借石英是碱交代成因的破译，又会连带着对整个热液矿床是碱交代作用成因的破解。这不能不认为是研究者搞发现的一个奇妙之法。就这样一种辨义术使本人至少早 20 年觉察了自然界这一重大理论机密。通过这样一个发现术所取得的成矿规律认识，远比现在流行的种种同位素分析、微量元素比值、稀土分量模式、气液包体测定等技术路线要深入得多，尽管后者的现代化测试、实验数据多如牛毛，琳琅

满目。这些研究方法都是揭露自然规律极为有用的手段，无奈用的不是地方。这方面可以具体列出几十个实例（在此不赘述）。

人们往往有种错觉，好像复杂的奥秘必须用复杂的手段、复杂的理论来破解。这实在是一种迷信。实际上是没找到办法或没认识之前就复杂；认识了就简单。很多当时认为高深的理论，一经揭露，说实在的也只不过如此。本人（1996）曾把科学发现的过程描述为以下五环节组成的轨迹：

不知如此。

焉能如此？（当遇到有人提出新见时总会有此异议）

也许如此。（随时间推移，资料增多，特别是概念更新）

果真如此！（终于恍然大悟）

不过如此！（窗户纸一捅破，其实也没什么）

如此，如此……下一个发现又在等待着我们。

本人（1988）在《还是得要创造性思维》一文中曾提出过：“现在的常规性思维可以是昔日的创造性思维，而现在的创造性思维又是来日的常规性思维。”一般总以为越复杂的理论或道理越能够解决问题，或者凡是奥秘的问题总不会有简单的解释。这种成见是很成问题的，深奥与否、复杂与否都不是客观事实，而是我们主观的想象或感觉。客观事物无所谓复杂与否。沿着石英成因破解这条平常无人问津的荒僻小道就能像古代二国时邓艾那样巧取西川建树大功。当时采取攻打阳平关或剑阁那些常规大道都难以成功。这条妙计在没说出来之前和没有实施之前是相当深奥的，很少人能想得出来。可是事成之后再回过头来看就感到也不过如此，好像挺简单。这里存在许多很深又很有用的神机妙算，可惜的是我们只当故事听，没有抓住不放用到自己的事业上。

顺便提及，人们在科学研究进行发现时总迷信仪器设备，误以为越高大精尖的仪器设备越能发现深奥规律，仪器性能差一点

就好像没招了似了。当然有的情况仪器的精密度达不到，就发现不了规律。但大多数情况并非如此绝对。关键的问题还是在于使用仪器设备的人。解放战争小米加步枪战胜了飞机加大炮，历史上以少胜多、以弱胜强的漂亮战役多的不胜数。应该刻意讲究的地方并不惟一地是仪器。另外重要的是自己的思维方法、认识能力，克服条件差的本领。德国著名军事理论家克劳塞维茨说过，致胜不仅决定于“铸剑工艺”还决定于“击剑技巧”。

(3) 现在让我们继续谈论石英问题。石英脉或硅化乃是深部碱交代作用的可靠找矿标志。地表硅化强反映底下碱交代体发育，后者是重要的成矿条件（或为矿源或为隐伏矿体赋矿围岩、环境）。这在铀矿、金矿、铁矿等等找矿上都是很有用的标志。

(4) 如果把石英问题再加以扩大，它的含义就更深广。研究证明，硅迁移乃是地幔流体到来的可靠信息，它是幔汁的指示物。Si 在地球内部的离心向上、向外迁移，正是地球演化的一条主线，地壳就是从地幔中通过幔汁碱交代排硅（同时也排铝）形成的。

综合上述，如此种种，就石英这么一个简单矿物却能够给我们反映、说明、泄露如此之多如此深刻的规律秘密。这都是辨义术的实际运用。至于上述各条推理是否都那么确切无误，在这里并不重要，重要的是它会启发我们的悟性。这类例子是有普遍意义的。不论什么行业领域，在认识事物中一定要善于举一反三，触类旁通，是它但又不是它，肯定除它之外还有别的什么。发现的希望也正是在别的什么之中。

二、鉴伪术

达尔文有句名言：“大自然一有机会就说谎。”

看来，伪装、假象不仅仅是坏人或敌方才有，自然界更多，

且更难辨别。自然信息的本性之一就是里外不一。这种认识是思想方法的大术。

在找矿中必须有一个清醒的认识，我们所找的矿都是在几百万年到几十亿年前形成的。自打形成之后这么长时间难道能不变化吗？大量研究和实际经验都证明，不仅有变而且变得厉害，现状和原状可以差得很大，甚至达到不可辨认的地步。

本人曾把地质产物的变化大体分出五个基本叠加，即：原生态；变质态；构造变形、变位态；热液蚀变态；风化态。这五态叠加会把原状搞得面目全非，就像在一个地方前后写上五个字一样极难辨认。

现在我们再来看看人造的伪装、假象。不言而喻，人要比自然界死东西更难对付，他们可以弄出许多扰乱、烟幕、掩盖、销迹……不过这一切都一定是人搞的。那么就可以根据人的造假习性、能力范围加以合理推判。更何况各国几百上千年的侦破案例的分析、总结，几乎可以把所有的伪作规律揭破出来供参考。一切案件都是人干的，只要是人，那就明朗多了。不可否认，这当中也是极为困难、曲折，要付出巨大的智慧、心血、代价。不过，造假者没想到一旦造假必然会增加可资判断的新线索、新疑点。这是犯罪分子或敌方所意想不到的，越掩盖，就越增多露出马脚的可能。俗话说：“欲盖弥彰。”

然而，自然界物体的寻找却不存在类似的人为行迹，查找的最大困难是没办法以人之心度物之腹。它们全是另外的坐标系。这在方法论上有一系列新的特殊的要求。我们研究地球绝不能根据人的经验、尺度、习惯、能力范围去衡量。高如大山，深似大海，这类语言在地质学上是可笑的。如果以人的高矮来看大山的确高得“离天三尺三”。但就算最高的珠穆朗玛峰对地球来说只不过像人身上的一个小粉刺而已。再深的大海也不过是小水塘罢了。人们在研究大自然时往往不知不觉地爱以人的标准去评判大

小、高低、快慢、轻重、难易、可能性……其实这种据人思维经常是错觉，会使人们认识自然的能力发生严重的扭曲。有鉴于此，早在 1985 年我就提出来要有“非人思维”，用地球的坐标和标准来研究地球。

为了认识地球上各类产物、现象、事件的原貌或初始状态，排除各种后生作用的叠加干扰，需要采用还原法以克服之。

对于自然界，并无所谓真象、假象。实际上所有假象也都是真象。这完全决定于我们自己的认识能力和观测技术。不认识它就是假象，认识了就是真象。所以这里还必须强调怀疑论。

前已述及，怀疑是发现的产婆。如果没有怀疑的态度和素质，就不会在繁乱的众多现象中发现线索，在众多的线索中发现判据，在众多的判据中发现破绽。在这过程链中的每一个环节上都不应没有怀疑。否则就会上当、受骗，甚至不可能成功。怀疑就是第二次、第三次提出问题。

在地质找矿中的“伪假”大体有：假异常。异常总是上千上万，不可能都反映有矿（致矿异常），必定绝大多数都是非致矿异常，都需要经过怀疑而弃之，不为所动，不被戏弄。假矿化。有许多情况不仅是异常而且还真有点规模和成矿的气派。这样就更迷惑人，往往引诱我们上去开展工作，结果是投入很大而没有回报，最后下马撤走。假远景片、远景区。一般说把大区域评价为有利是没有多大风险 and 责任的，就像肯定一个湖里总有鱼一样。这恰恰是使我们易于受骗的一个原由。这种假远景片、远景区的扑空所付出的代价远比上述异常、矿化一些小点小区的扑空损失大的多。在找矿事业上，盲目的乐观，是地地道道的空话！很误事！要说实话，尽管一时可能孤立。

矿床分布是极不均匀的，这是找矿学中一条基本原理。不均匀意味着疏密相间，意味着其中许多地段根本就没矿，今天技术条件上去扑空，明天技术更先进了，照样也还是扑空。不均匀还

意味着不成矿的地区面积远远大于成矿面积。矿床面积大体上不到 1km^2 （超大型可超过此值，但也不会超过几倍），很多矿床长宽只有几百 m（零点几 km^2 ），然而找矿的远景片、区往往几十到几百 km^2 ，大了几百倍甚至上千倍。在 1000km^2 中找出 1km^2 是千里挑一，难度极大。在找矿中绝不可能采用手拉手梳篦政策，这就看水平了。

上面讲的是平面找矿的情况。更难办的是矿床并不都明摆在那里。随着多年找矿，凡是暴露于地表的矿都几乎找光了（尤其是在研究程度高的中国东部地区，不过对于较深的隐伏矿仍有远景）。今后的找矿难度大得多，对理论认识、技术方法以及找矿能力、水平都有更高的要求。更多的需要创造性思维和智慧。好的技术、方法也是创造性思维和智慧的产物。

找矿并不是像人们误认为的那样，锤子、罗盘、放大镜原始的工具加上简单的爬爬山，不是电视里那样几个人在山上敲敲石头。他们后边是一个几万、十几万人的找矿大军，拥有从太空、航空到海洋一系列现代化的观察、测量、分析、化验、实验、计算机等先进工具和装备。在认识论、方法论上有一系列比化学、物理、数学更为高深的理论和方法。所处理的变量众多，复杂程度都远非那些兄弟科学所可比拟。地质学还特别容易出思想、出哲学。我国的地学哲学委员会在众多兄弟学会中是活动最经常、成果最丰富的学会之一。认识地球要比认识实验室的那些科学难得多。

总之，找矿学大体存在着下的基本规律：里表不一是导致失败的客体特性；正确鉴伪乃是成功的主观保证；处处怀疑乃是发现的必要前提；非人思维乃是清醒的可靠条件；还原溯始乃是鉴真的有效方法。

本节最后还须指出，不仅研究自然需要非人思维，就是军事侦察，公安缉查也需要根据对象当事人而不是根据我们自己正常

人的特性、习惯和行为规律来考虑问题。犯罪心理和正常心理有很大的不同，因人大异。根据对象而不是根据自己的标准来考察问题是必要的。

在斗争中往往会设置巧妙的圈套，如没有能力识别就会上当受骗。例如三国时期曹操用计离间韩遂、马超。曹写一封信但又在要害处故意涂改，派人发给韩遂，但同时又让马超知道此事。马超要韩遂把信看，生了疑心，韩遂有口难辩，后来二人终于火拼分裂。希特勒也耍过此等诡计，故意派手下人卖假情报给斯大林反映苏军前线元帅将军有不忠之举。斯大林上当杀了许多将帅。但苏联间谍也不傻，交付的卢布都有暗号，据此也破获了一批纳粹特务。

《三国演义》第 50 回，曹操赤壁大败，仓惶逃命，走到两叉口。一路为大道，但距目的地远 50 余里；有一小路奔华容道，近 50 余里。到底走哪条路不中埋伏安全通过？诸葛亮知道曹操有高明的思维方式，故意在小道前燃起烽烟似有伏兵。他深知这一招绝对的灵，别人不信，曹操肯定信，越设疑处他越走小道。曹心想诸葛亮在小道上举烽烟是吓唬他改走大道在那里设伏擒他，故他偏走小道不上诸葛亮的当。詎知还是落入诸葛亮的圈套之中，在小道上让关羽截住。此段斗智甚为精彩，正是《孙子兵法》中奇中有正、正中出奇，变换手法，总是“致人”而不“致”于人。

上述例子表明有时聪明反被聪明误。中谋对下谋胜，但对上谋则败。尖锐的眼光后面是智慧的思维。

唐名将张巡缒城成功是又一佳例。城多日被围，眼看着就守不住了，必须突围。城外敌军围得水泄不通。如何是好？他有一妙招，天天夜晚故意灯火通明让士兵缒城下来。于是敌营鼓声大作，严阵以待。然后缒城下来的士兵又退回城上。这样天天夜里如此，弄得敌营人困马乏。有时张巡故意派更多的士兵大声呐喊

从城上下来。敌方也过来厮杀，但发现许多不是真人而是草人。有时是真有时是假，就这样把敌方弄得晕头转向，不知哪次是真的突袭。主动权完全掌握在突围者手中，最后终于有一次是真的，张巡乘隙成功突围而去。

上述是人——人之间斗智斗法的一些实例。人们在判断上总是遇到很多误区，稍有疏忽就会由胜转败，其中关键是鉴伪。

三、求异术

有相对于无，必定有异；大相对于小，必定有异；好相对于差，必定有异；深相对于浅，也必定有异。总之，二者间肯定有不同，所以找矿必须找异。

在找矿中处理最多的问题是异常，异常分地质异常，物探异常，化探异常，水文异常，地形地貌异常，遥感异常等等。

只要一旦把异常找出来就意味着必定有选择和舍弃。凡是有矿一定不同于无矿。矿不一定能很快找到但比矿床体积总大几倍几十倍的异常晕总是相对地易于发觉。这在平面找矿和深部找矿都是一个好办法，可称此法为晕论，如图 10。

晕又分近晕、远晕。低性能仪器只能检测出近晕（a），高性能技术方法则能测出远晕（b、c），找矿效率会更高。

在地球化学找矿中早已熟知矿头晕、矿身晕、矿根晕的种种特征。经过野外详细观察、取样，确定矿头晕和矿根晕是矿床远景评价和判别深部有否盲矿的重要手段（李惠，1990）。

四、舍弃术

会找必须会丢。实际上丢的比找的多得多。犯罪分子只能是一个人或少数人，混在数千、数万人群中。矿床也是如此，混在

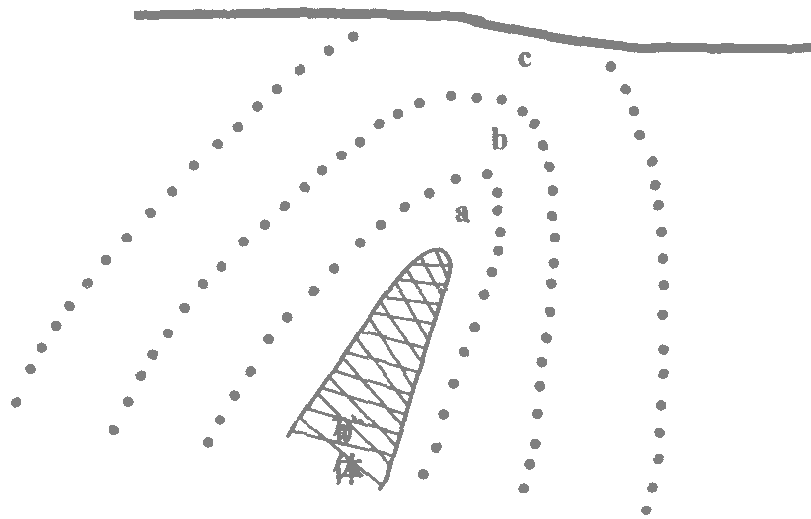


图 10 矿体 (1) 和其外晕 (虚线) a、b、c

上千、上万的异常、矿化点群之中。

原苏联有统计 1959~1969 年的 10 年间找的矿点共 12211 个 (帕斯科维奇统计), 评价了 4296 个 (占 35%) (评价就是选取), 其中初勘 367 个 (占 3%), 详勘 260 个 (占 2%)。上述详勘是找到矿的数目, 只占 2%。这就是说找到 2% 的过程实际上是要丢掉 98% 的过程 (当然, 这被丢弃的当中也许说不定日后会发现是矿床)。

美国原子能机构统计: 在 10 万个异常中落实 4000 个是矿点; 落实 700 个是矿床, 成功率只有 0.7%。要丢弃 99.3% 的查矿对象。

加拿大 42 年 (1927~1969 年) 中 1000 个矿权地中落实 78 个勘查点, 其中 7 个是矿床, 成功率也是 0.7%。

我国的矿床发现率是检查异常的 2.5% (陈毓川, 2002)。

在找矿上舍的是什么呢? 是假异常、假矿化、假远景片、贫矿点、小矿点、假地质现象、假地质条件……其实, 除了错觉把真的弄成假的之外这都不是假的, 都是真象, 只不过是说我们误

当成真的有矿的指示标志。

在本书后面有个预测三圆交汇图（图 16）。三圆分别代表：①客观信息系统； 查找所用的模型； 结论或判断。只有三个圆交汇才有预测（如果是找矿则主要是空间预测；另外在市场预测、科研预测等方面还会有时间预测、性质预测等等）。在三圆交汇后一共会出现 1、2、3、4、5、6、7 这 7 个域。只有域 7 才是我们所需要的，但这仅仅是很小的面积（信息量），其余绝大部分的信息都要丢舍。可见要想找到，首先是丢掉，不丢是找不到的。要排除对查找该具体对象一切无关、无用、无效的所有信息，而且要大量地丢舍。佛家也说：“舍得舍得，不舍不得。”前些年李万亨统计，1976~1983 年全国共检查矿点、物化探异常 37841 处，结果只有 914 个上升为矿产地，风险系数 98%。这就是说找到 2 个，丢了 98 个。这是客观规律。值得指出，上述找到的 2 个矿，也是三进五出，七上八下，并非直接一上即中的过程。

尽管丢舍是工作量的绝大部分，但却是“找”的工作中无法避免的，而且丢不是白丢，换来了新的认识调整，逐渐向查找目标趋近。

如果加以比较，公安上的侦破和医生的诊断成功率绝不会也不能像找矿这么低。这里有一个大问题。仔细考察，由人来找人，或找和人有关的事相对说是比较容易的，因为都是人的同一坐标，可以据己推人。犯罪分子固然狡猾、伪装，但无论潜伏多久，他总得活动。殊不知，活动本身就是一个他没想到的暴露过程。蛇躲在草中如绝对不动，则很难发觉。于是打草而惊蛇，就会很容易发现它。

然而地质产物是千万年内不会动的。只要差半步，我们也不会发现它。我们每个人一生的工作时间顶多不过 50~60 年，无法一直守着看到它行动。动查找和静查找的难度相差很大。

为了论证找矿工作的难度，可以从矿床发现史的记载中清楚地看出来。

有材料报道，闽西紫金山大型铜矿床正式发现于 1988 年。实际上宋朝就采金，新中国成立后一直有工作，但未找到大的矿体，限于槽探、硐探、浅钻，一度以找金为重点，忽视找铜。到了 1988 年打了 500m 深的钻才发现是大型铜矿。按发现史，此矿床曾经经历了 1960~1961 年、1965~1967 年、1967~1971 年、1977~1979 年、1981~1983 年、1985~1986 年各个时期的普查揭露工作。如果以 1960 年算起到 1988 年，一共用了 28 年的时间。

日本菱刈大型金矿发现用了 17 年。

加拿大赫姆洛大型金矿，在 1945 年就挖过槽子打过钻，直到 1983 年前后用了 30 多年才发现主矿体所在。赫姆洛矿床早在 1945 年就打了 15 个孔及探槽，其中有一个槽就差数英尺而漏了主矿。钻孔中金含量低。1947 年又施工了 16 个孔，品位够，但矿脉窄，又放弃。1973 年又有发现，只有 1 吨储量，规模小，再放弃。到 1980 年罗纳公司贝尔又重新检查了资料，发现是层状矿，一开始矿化仍不好，后来沿走向向东追打到第 76 个孔时才发现好矿化；1983 年在深部发现了赫姆洛主矿化（108 吨）。1982 年拉克公司进入此区附近，于 1983 年找到了 260 吨，更大。在拉克公司以后紧跟进入的是诺兰达公司，发现了 218 吨，长达 100 多 km。赫姆洛矿带除三大公司外，还有四五十家公司都找到了矿。

找矿弯路在于受已知模式或成功模式的束缚。例如，已知模式是绿岩带成矿模式。矿或属于下部基性岩层中的脉石英；或者是上部含 Au 的 BIF 建造。但赫姆洛恰恰是中部酸性火山凝灰岩剪切带。只有顺层找矿才抓住了找矿要害。

值得指出，找矿的命中率很低，风险很大。自然界矿床的形

成照样也是这个规律。自然界成矿过程是分散远远多于富集，这才决定了人们找矿上扑空总多于成功。一般总以为一个工业矿床的形成就是决定于该矿床自己所在的那个环境和条件。实际上不是的。成矿是一个分布于广大地区的普遍区域过程，在区域上形成很多分散不成气候的众多异常、矿点、贫矿、次矿（繁星），其中只有极少数才形成矿床（月亮）。这是个大信息小概率事件。在自然界存在着极大的浪费，很多矿质都分散了，无法被我们利用。能够为我们利用的矿床（即一定品位程度、一定规模的富集体）只是自然界矿质迁移量的 $1/1000 \sim 1/100000$ 。

相对说，固体矿产的查找比液体矿产容易些。因为前者形成后不会跑也不会消失（可以被构造变形、位迁）。但对于油气，就大不一样了。油可以跑，跑（二次迁移）当然可以致富成藏，不过更多的是逸散、渗出、挥发，变成沥青。对于天然气情况就更严重。一直至今人们总认为气藏在某一个地质时期（假定老第三纪）形成后一直保存在那里，直到我们打钻把气开出来。它原来有多少量，打钻就可以采多少量。这种静储量概念是大错特错的。实际上它是动储量：补充的（B）大于跑掉的（A）。如果 $A=B$ ，或 $A>B$ 就没有矿。没有矿不等于没矿，是跑光了。A 越接近于 B 气藏就越小；A 越小于 B 气藏就越大、越好。在油气地质中很重视所谓盖层、屏蔽，好像有了它们就不跑气。其实并非如此，只不过是跑的少一些。气总是跑的，否则，油气田地表的地球化学找矿就无法成为有效找矿方法。

上述情况反映一个深刻的哲理，即 $2 \neq 2 = 3 - 1$ ，2 并不等于 2 而等于 $3 - 1$ ，或等于 $5 - 3$ ， $6 - 4 \dots$ 同样 $0 \neq 0 = 1 - 1$ ，零不等于零，而是等于 $1 - 1$ ， $10 - 10 \dots$

明确这一规律，对我们油气找矿预测、评价油气远景很有用。

由于找矿、勘探的命中率很低，过程很长，就派生出来一个

社会现象：找矿人员必须长期战斗在深山密林，经受着严酷甚至恶劣的工作条件和艰险的工作环境。他们是祖国建设上的尖兵，过去真的是献了辛苦献青春，献了青春献子孙！一旦矿山兴起，新城市出现，他们又离开了，重新又去钻那山沟，或跑那戈壁。

我多年曾跑遍我国的东南西北，到过很多战斗在最前线的普查小队。在这个外人很难理解、想象的与世隔绝的大山深处，却是一二十个年轻人组成的温馨家园。他们相互团结友爱，胜似兄弟。生活虽然艰苦，但也仍然尽量安排得愉快。每人一个小间，茅草屋的泥墙、顶棚上糊上报纸，贴些画片及爱人孩子的近照，油灯一盏，床被都洗得干干净净。他们在自搭的小桌上绘图，整理野外记录，学习和写家信。山上空气特别新鲜，喝的是干净的山涧甜水，到处是毛栗，伸手摘杨梅。一天爬山越岭满身泥水归来，炊事员早把菜饭做好，有鸡、有肉、有鱼、有蛋，自种蔬菜，都很便宜，几乎天天美餐，可以不重样。入睡时发现棉被已被炊事员白天晒过，暖乎乎的，把一切疲劳都忘了。他们有的是文艺人才，自拉自唱，其乐融融……夜静了，山峦上空，明月一轮，照亮了喧哗流淌的反光瀑布……

请记住，祖国各地的矿山就是他们找出来的！共和国不会忘记！

五、 隐 察 术

人们错误的判断往往来自对非常隐蔽的信息疏忽。怎样才能察隐？得有些办法：

- (1) 首先要克服粗枝大叶，要反复扫瞄；
- (2) 要求观察耐心、细微；
- (3) 要有怀疑的习惯和本领；
- (4) 要争取采用精细的方法、手段，超出感觉的限围；

(5) 由果溯因。已经抓到某些结果或假定此等结果已经算有矿，然后再找可能的线索，会导致隐情的发现。不怕先有可能错的工作假设，如实在不对再改不迟。这一点很重要。找矿就必须假定底下有矿。不论到底有没有，都假定有。否则为什么要在这里找？要想识破谜团只有紧紧地抓住一些结果。结果都是实在的、真的，可以不管原因。原因由于不同解释而大异。很多矿采光了，也说不清成因。

假的假设得到的必然是假的线索；真的假设，得到的必然是真的线索。

由 A 不能推及 B，A 就是 A，绝不是 B——这个看法没错，是对的，但只能算常规性思维

由 A 可以推及 B、C，这是深入一些的认识，已属于创造性思维，外推就是悟。

由 A 不仅可以推 B、C，还可以再扩大到 D、E、F……这是更高级的悟。

问题还不止于此。反过来的认识方法就更神奇。既然 A 不能推及 B 那么有了 B 就不可能推知 A，这就麻烦了，使自己的认识能力受到束缚。严格地说，这种束缚全是自己搞出来的自设束缚。自己给自己找麻烦，设障碍。人们必须清醒地认识到对此自己应负很大责任，不能怨天尤人。

如果认识能力可以由 A 推及 B、C 甚至 F、G，那么反过来就有本事从 F、G 推及 A，在垂向上就可以把握地表来向下窥深，别人可以知深 100m 我们也许可以知 300m、500m；在平面上也有这个道理。

为何举棋不定，犹豫不决？情况又好又坏，忽好忽坏，食之无味，弃之可惜？拿不定主意。要撤了，又有几个孔见矿；于下去又没有新进展；等要决心下了，又有点好苗头，又再抱希望，……又落空。要上了，一批工程老不见矿，于是不上。然而过一

段又有些新苗头，又要上，结果又不好，又走了；过些时又上了
.....

这里牵涉到假有利还是真有利的判断。见了矿有利又不一定有利，不见矿不利又不一定不利。这种捉弄是对我们的判断能力的严峻考验。

盲矿的探寻乃是近代找矿中的一个突出难题。这里有一系列高明的理论和方法。在千百年特别是近百年的大规模找矿实践中人们已经摸索出很多有用的宝贵经验和办法。现举三个实例：

例 1：在华南热液铀矿床群中本人发现存在一种前上式结构规律。

在华南花岗岩体内的热液铀矿的热液活动突出的一个特点是从早到晚都是硅质（ SiO_2 ）热液系统。铀矿是深部含铀花岗岩经慢汁的高温碱交代作用把花岗岩中的 Si 及 U 加以交代、清洗、萃取向上，在张开裂隙中沉淀为以石英为主要脉石矿物的铀矿脉。脉中的石英大体可分六期，即粗晶石英（ Q_1 ），中晶石英（ Q_2 ），细晶石英（ Q_3 ）（以上三期均为矿前期热液活动产物）。由于热液温度高（ $> 250^\circ\text{C}$ ），热液中 Si/U 比过大，U 的浓度太稀，再加石英结晶程度很高，晶体自纯不利于 U 的富集，只有 U 的低级异常。故 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 都不是矿。成矿的主要在较靠后的 Q_4 （微晶石英）及 Q_5 （隐晶石英）。由于在张开裂隙的上部已被矿前期不成矿的结晶良好的石英脉充填堵塞，后来的成矿期 Q_4 、 Q_5 只能定位于脉的下部，见图 11。矿前期脉体在上，成矿期矿脉在下，故称之为前上式（杜乐天，1982）。如在野外遇到这种矿床结构，尽管地表深槽和浅部钻孔都没打到矿，也不要轻易放弃。钻孔再加深，就会打到矿体。至于如何判断在不成矿的 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 中的成矿线索，在此不赘述。

例 2：根据隐伏花岗岩岩体来预测盲矿床。

这方面袁奎荣（1990）有专著论述。大量矿床实例表明围绕

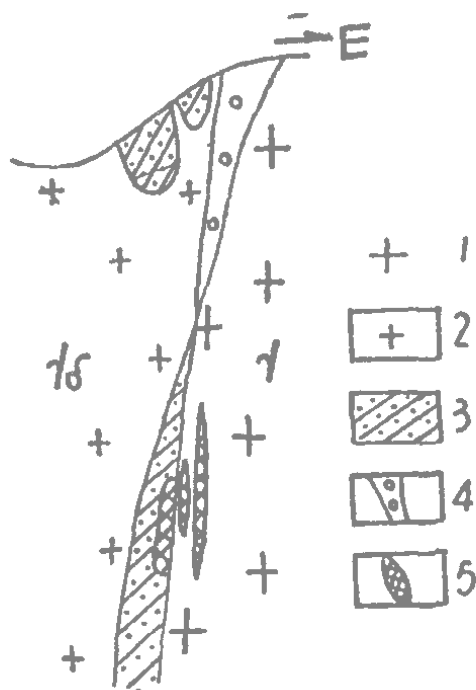


图 11 724 矿床剖面示意图 (杜乐天, 1982)

矿体定位于花岗岩体和 ϵ 云母片岩及花岗闪长岩体的复杂接触面上

1. 燕山期花岗岩体; 2. 海西期花岗闪长岩体; 3. 寒武系云母片岩;
4. 矿前期石英脉 Q_{1-3} ; 5. 矿体 (Q_{4-5})

花岗岩体 (主要是零点几到几 km^2 小岩体) 往往会有重要的不同元素不同成矿类型的盲矿床和小岩体一起共同埋藏于深部, 见图 12。只要在地表能判断地下有隐伏小岩体, 即可进一步探索与之共生的矿床。判断地下有隐伏岩体有很多标志, 例如 Hg 晕, W-Sn 晕, $\delta^{18}\text{O}-\delta^{13}\text{C}$, 蒸发晕等等。

例 3: 地气法。

前已述及, 地球总是不断地向上排气。在深部强力的气流向上穿透地下隐伏矿床时可以把其中的成矿元素带到地表上来, 形成一种元素晕。这种晕必须要有高灵敏度的检测技术才能检查出来。根据晕值升高, 即可判断埋深几十 m 到数百 m 有盲矿床存在, 见图 13。

从哲学上说, 任何事物都向四周发出种种晕, 就像光芒四

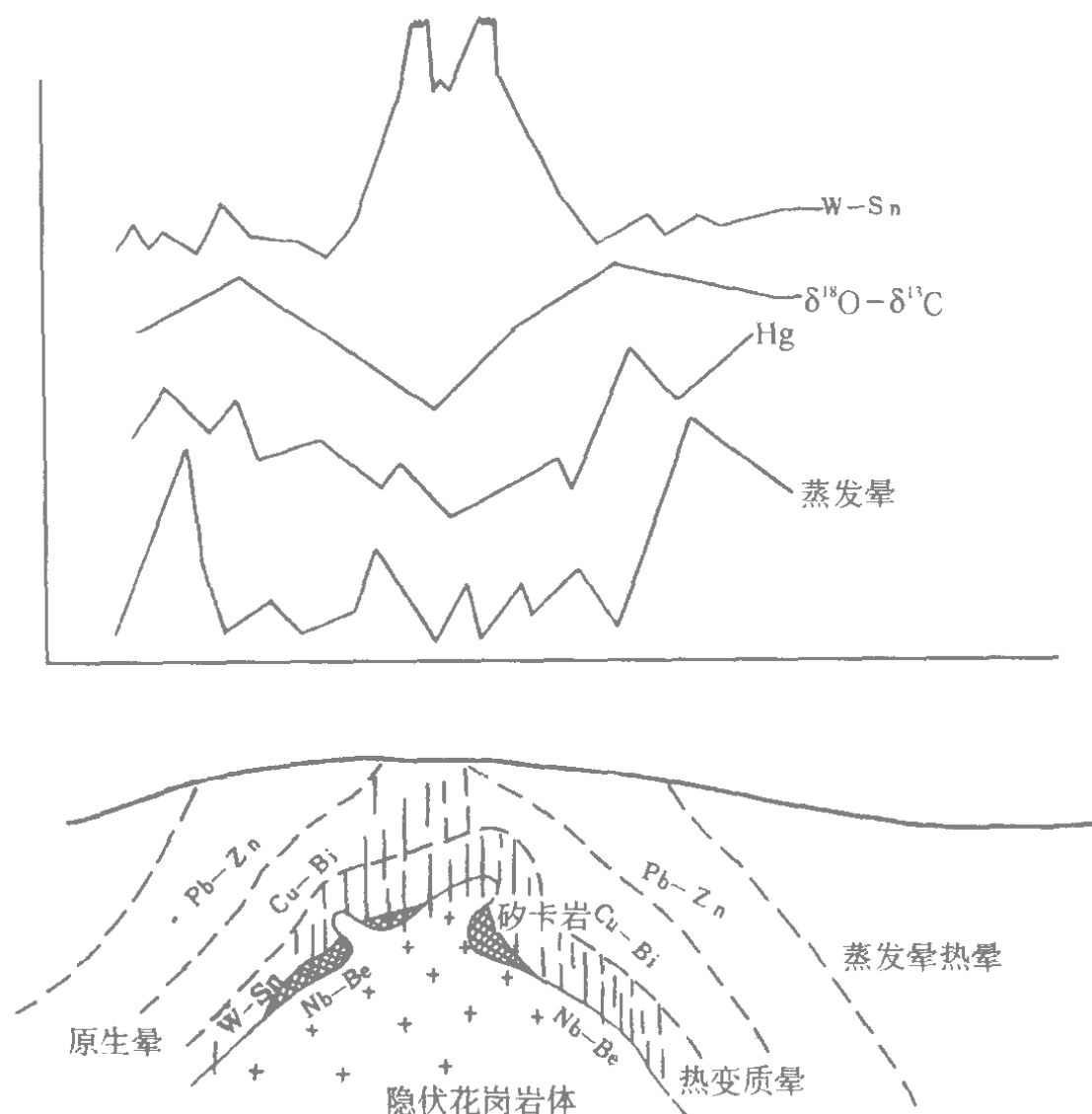


图 12 隐伏花岗岩成晕地球化学综合模式（袁奎荣，1990）

射。这种晕有的很明显，但有很多则相当隐蔽、微弱，非得有尖锐的眼光和种种精密的仪器技术才能加以感知。这种晕可以是光、声、电、磁、热、力、味、微米粒（细小到 μm 甚至纳米级）、射线（例如放射性射线 α 、 β 、 γ 、中子……）等等。警犬就是靠高度嗅觉发现毒品、武器；海豚以高度听觉侦察敌舰……可以认为只要是一件物品，它肯定向外发散出晕环，不过有很多晕目前我们还不知道而已。

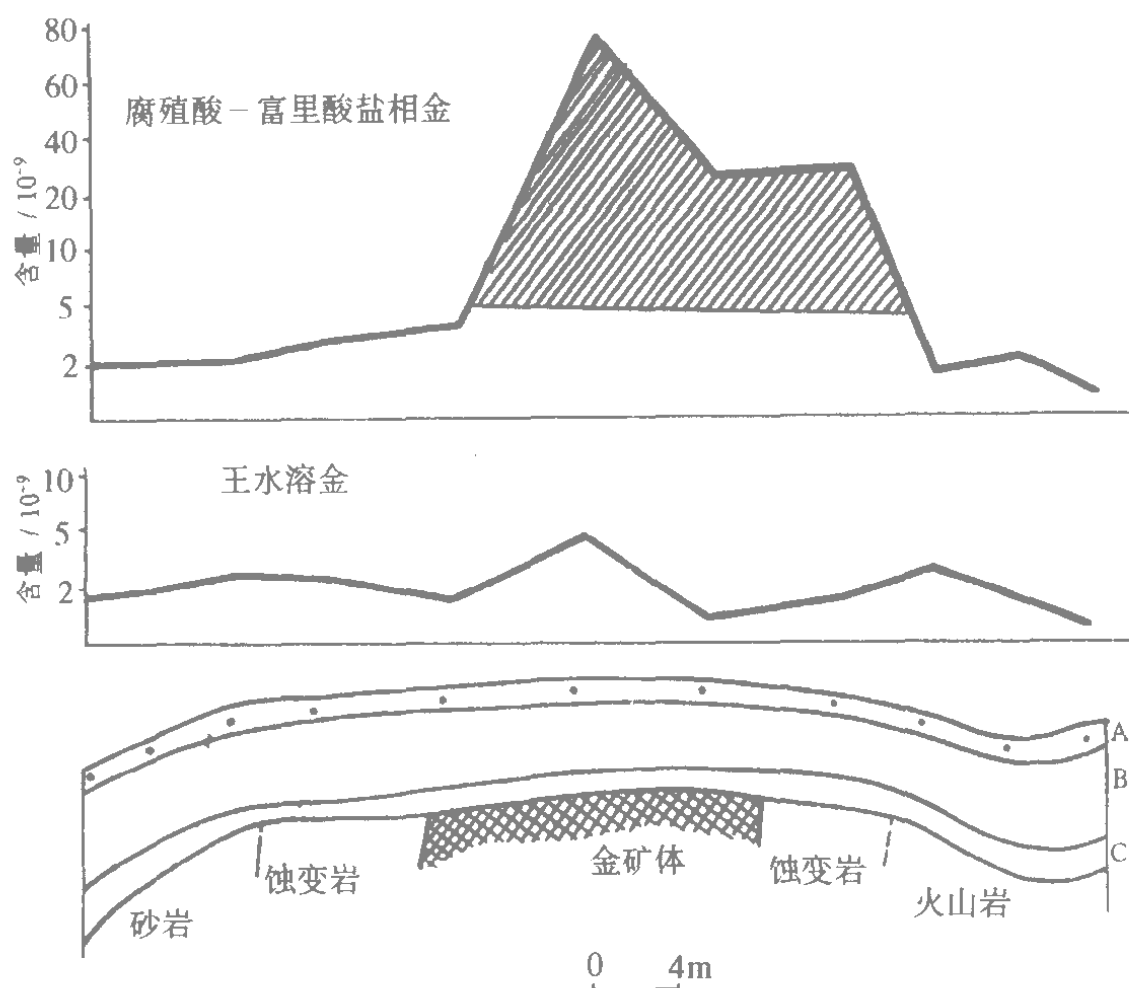


图 13 新疆阿希金矿上方有机相金与全量金分布的对比
(谢学锦, 2003)

其实，发生晕环的不只是物，人和事也同样。一个人的声望、名誉和影响就是一种晕。任何一件事发生总在现场和周围留下痕迹，人们就有可能据此加以调查。

晕就是信息。仔细思之，我们所研究的整个地质学之所以能够建立和深化，能够出认识、出思想、出规律、出理论主要也是靠对晕的识破、发现、理解。地球上所有物质、能量的现在都同时告诉我们它们的全部过去。

探测技术的高科技化乃是隐察术的新进展。例如高分辨率光

学遥感技术，矿物在可见光到近红外区间有典型的谱线特征。利用成像光谱可以高质量地定量地分辨岩石、矿物，高效率找矿。

铁的氧化物： $0.8\sim 0.9\mu\text{m}$ 吸收峰波长；

铝的氢氧化物： $2.2\mu\text{m}$ 附近的吸收；

镁的氢氧化物： $2.3\mu\text{m}$ 的吸收；

白云石、方解石： $2.35\sim 2.37\mu\text{m}$ 的吸收（上述波长的位移可以反映两种矿物的相对含量）。

在 20km 的高空即可分辨在地表现场勘查人员凭肉眼也看不出的高岭石、明矾石等粘土蚀变矿物和分布。后者都是重要的有效的找矿标志（线索、判据）。

光谱遥感如果和能谱（航空、汽车、地表）测量结合使用，再加上雷达测量信息（可以穿透植被及浮土），那么在找矿上就更有效（刘德长等，1985～2002）。这是各有所长的技术集成，现正蓬勃地发展。能谱可以定量测定 U、Th、K 含量和分布，在寻找铀、金等矿床上特别有效。K 测量对研究碱（K、Na）交代岩分布有特殊功能。因为 K 化（放射性正异常）和 Na 化（K 负异常，存在 Na-K 反相关）乃是几乎所有热液矿床的矿源带及赋存环境。

六、追索术

追踪不光指动态追踪，也包括静态追踪——顺藤摸瓜。

在找矿中静态追踪可有很多方法。最简单的方法如图 14。

本来在花岗岩体内部找到矿床 然后发现在岩体外接触带老地层中也有矿 后来又进一步提高认识发现在盆地中也有矿。

追索是不断扩大找矿很重要的一个常用方法。它的理论根据就在于矿床的形成往往有群体性。一个矿床旁不同距离内往往还会有第二、第三个（但并不是无限地有下去）。另外矿床形成的

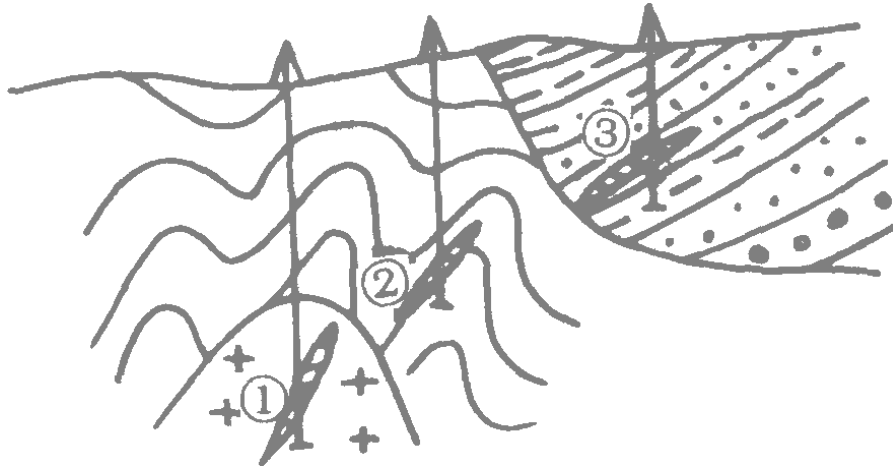


图 14 花岗岩体内外铀矿床及其上的盆地铀矿床

另一习性是多部位性。正是由于矿床的群体性和多部位性，导致了一个重大的找矿实践结论：老矿区外围（及深部）的扩大是地区找矿扩大战果的希望。大量实际结果表明，一个老矿区往往会有不断的新发现，矿山寿命往往幽而复明，几度濒临绝境，然而又路转回春。有种观点认为老矿山总有采光的时候，认为不再希望，这是不合适的。往往有一些老矿山在四五十年甚至七八十年内都不会衰竭。

矿床扩大除了上述平面上向外围发展之外，还存在由浅向深发展的可能性。福建紫金山铜矿、德兴银山多金属矿、江西冷水坑铅锌银矿、广东长坑银矿深部这些年都有重要新发展。另外还有一种奇怪的事例，先在深部找到矿，后来发现浅部还有重要的矿。例如，松辽盆地南部一油气田上部近几年发现了砂岩型铀矿床。

在由内向外，由上向下的战果扩大的过程中一定要有矿化类型变换的概念。只要地质部位一改变，往往新发现的矿化类型和原来已知者并不一致，也许有很大变化，甚至是完全另外的一种新类型、新矿种。

在追索术中往往会歪打正着，无心插柳柳成荫。澳大利亚的

世界级 Fe、Cu、Au、REE 巨型奥林匹克坝矿床的发现最初只是为了找 Cu，而且是注意找层状沉积型 Cu 矿。后来发现除 Cu 外，还有重要的 Au 和 REE，这是事先没想到的。后来发现此矿床类型也不是原来期望的层状沉积矿床，而是重要的裂谷角砾型。

在追索找矿中往往还会有意外发现，在矿床学中往往存在成矿元素的共生组合。这个规律往往会使矿床的价值陡增，本来找到的是煤矿，后来发现其中有更值钱的锗（Ge）矿和铀（U）矿。

值得一提的是最近一些年把油田只看成产石油的概念显然是陈旧了。实际上有些油田是潜在的金属矿床，例如：

辽河油田的稠油在发电后油灰中的 Ni 高达 7%，是很好的镍矿（朱建华，1999）；上面已述及，最近在该油田的上方发现有重要的铀矿（夏毓亮，2001）；鄂尔多斯油气区盆地也有砂岩型铀矿的找矿远景。

胜利油田原油中的 Au 有的样品高达 1~2 克/吨，已够副产品品位（林清，1998）石油矿又成了金矿。

在找矿中我们要树立“有用的地质体”及“地质体的有用性”两类不同的概念（朱训等，1990）。前者是传统性矿产，后者是未来的非传统矿产。后者是很重要的找矿发展方向。

在找矿中我们对什么是“矿床”（指有工业价值采后有一定利润的）还有进一步深入探讨的必要。

矿床的概念是一个动态的概念。本来不是矿床（品位太低太贫不能获利），后来由于选冶技术过关水平提高变得有利。例如在过去 Cu 矿床只有百分之几者才算 Cu 矿床。后来发现斑岩型 Cu 矿虽然品位贫（Cu=0.4%），但规模大，仍有利可图，也改升为矿床，成为查找的重要目标类型。德兴本来是大型铜矿，后来又发现有相当储量的伴生金矿（朱训等，1986）。

有的砂岩顺层产出的氧化还原过渡带铀矿，最初由于品位太

低 ($U=0.01\%$) 而闲弃一旁。后来原苏联、美国发现可以采用地浸法 (化学开采), 打钻注酸下去把铀加以浸出, 然后在其他孔中抽液上来, 不用挖掘坑道和矿石, 成本大大降低, 而变得很有利。为了节省酸耗, 现在干脆用一般的水压入空气 (其中有 O_2 , 可以把低价铀氧化使其溶解) 成本进一步下降。由于工艺过关, 一下子成了世界上最重要的一种铀矿类型。

俄罗斯矿床学界曾提出: 向工艺要矿床。这是很对的。

在此有必要提及, 不久前在国内盛行过一段找寻超大型矿之风。实际上这是一种主观愿望, 实行起来远不如此简单。在本书中多处提及, 找矿是多级摸索过程。在找矿初期, 不论大矿、小矿都得去找, 只有在找的过程中才知道有大有小, 不可能事前一下子就直奔大的去找。现在超大型矿床究竟有何特殊条件, 虽立过大项目加以研究, 但直到今天也并不明朗。另外, 矿床的概念是随工艺完全可变的, 忽视这一点单面号召找超大型矿床是脱离实际的。十几年过去了, 一阵高潮过去现又归沉寂, 也证明了这一点。

回忆 20 世纪 80 年代在丹凤地区找到伟晶岩型铀矿时, 当时对其工业远景究竟如何把握不住。有的认为品位不高 ($U \approx 0.1\%$ 以下), 没有多大价值。我们后来去该地区考察并认为有一条很有利的条件, 那就是此矿石中的 U 几乎全部 (85% 左右) 都集中于晶质铀矿之中。后者比重特别大 (≈ 7), 比石英、长石 (2.6) 大得多。故可用重力选矿法把晶质铀矿选出来取 U (晶质铀矿是 UO_2 , 其中 U 含量很高, 达 70% 以上) 这样可省却大量酸耗工艺, 又不污染环境。后来又专门设立了重选实验研究专题, 结果证明这种认识是合理的。此一工艺过关后, 丹凤地区分布很广的伟晶岩型铀矿的价值就扩大很多, 可列入今后我国中部找铀的重点目标类型。

七、刺激术

被查找的对象发出的信息往往很不够用。特别是能动目标（不管是人还是动物）有时故意不动，装死躲过侦查。至于不动目标就意味着不发出其活动的信息。这会大大增加侦破的困难或大大拖长发现的时间。

在上述情况下，刺激就显得分外必要。对象不愿开口，就刺激它！打草惊蛇就是这个道理。电视片《动物世界》里豹子猎取羚羊也是故意窜跑，在惊吓羊群中发现跑得慢的作为目标来捕杀。

对于自然界静目标，为了发现它们，必须想方设法千方百计地刺激它。它必然有反应给出信号，人们借以识别和发现。雷达探测就是一例。这是从蝙蝠的仿生学得到的启示，蝙蝠的视力极差，它靠发出一种声波，遇到物体被反射回来，以判断飞行方向和捕捉食物。

人工地震法在寻找赋存石油天然气构造上有很大的用处。在地面上人工放炮产生震动，然后反射波回来用仪器接受以得知地下储油（气）的构造。

实际上，科学赖以发展的种种实验（物理的、化学的、生物的、地学的……）也是一些高超的刺激信息获取。人为地加热、加力、加试剂等，使实验对象发生变化，可以窥知很多内在的秘密。大自然不是一切都在“说谎”，它还有非常诚实的一面，只要向它发出确定的刺激信息，它也必然会作出确定的、“忠实的”反应，使我们可靠地知道它们。

刺激术有重大的认识论、方法论、哲学含义。我认为，人们认识能力提高的无限希望，存在于刺激方法的无限可能之中。只要我们会刺激，那么就可能会认识；刺激无限，认识也无限。包

括上至天文宇宙，下至超微粒子，都是这种情况。基本粒子如果没有旋回加速器是根本无法研究的。如果我们能制造出 1 亿度温度或 1 亿大气压，那肯定会发现从来没有过的新物质。

在侦查逃犯中制造社会声势，大力施加宣传压力，大会公开审判，使犯罪分子感到末日来临，最后自首。畏于形势，顽固分子四处逃窜，也必然会留下动迹以供追踪捉拿。

造势就是一种刺激术。刺激也是一种试探。这在外交上也经常使用。

八、对比术

事物的存在都有自己的一套确定性外貌及结构。后二者均为信息源。信息多数是残缺不全的，不过即使不全也没关系，人们的认知能力可以通过把握不全的信息来确定事物。办法就是靠对比。

图 15 中四个字写得相当潦草，很难认出。但仔细审视，根据其间必有的逻辑结构，最后可以推判是：江汉工厂。

The image shows four handwritten cursive characters in a row: '12', '12', '2', and '厂'. These are highly stylized and difficult to read at first glance, but they represent the characters for 'Jianghan Factory' (江汉工厂).

图 15 江汉工厂草书

对比是破译大术，效果神奇。

对比可以分出许多种，有状态对比、特征对比、类型对比、结构对比、实质对比等等。

任何事物间皆可对比，取决于采用什么角度，什么侧面，什么尺度。这是认识论、方法论上以少知多的妙诀。

在找矿中对比术有广泛的用途，如从地层对比来求盆地结构，以岩体对比以求岩浆演化；以矿床对比来攻深找盲，等等。

原苏联急缺金刚石，很长时间没有找到。后来借鉴南非金伯利岩产金刚石的找矿模型，关键是两条：稳定地台区；河流重砂中有镁铝榴石（金刚石的伴生矿物）。经过千辛万苦，最后根据河床沉积物重砂淘选结果向上游原生产地追溯，终于找到了一系列原生金刚石矿床。

九、调整术

在思维图式（见图 1）中，当决断构型使人们转入行动后就面临对决断构型的正误优差的严格检验。一般，人们的计划、设计、预谋总不是尽善尽美，总和客观实际不会完全符合。这就要在实践中加以磨合，进行整合，这就是调整。善于调整、及时调整都是大法大术，是尽量减少失败、失算、失策、失误的必要举措。如果不善于调整，结果就必然要事与愿违。

调整的要义在于修正，把不对的、不合适的及时丢弃，及时把正确的、完善的补上。

在找矿中调整是家常便饭。调整的结果和规律是：

- （1）靶区越来越缩小，向目标趋近；
- （2）对目标的了解越来越深入、全面；
- （3）所用的方法越来越有效、合宜；
- （4）信息越来越重合、聚焦。

找到目标的成功主要是认识和实践调整的成功。

前已述及，成功都是模模糊糊的成功，而失败则是糊里糊涂的失败。把成功之前的磕磕碰碰和摸石过河描写成一帆风顺、清清楚楚，大半不太客观。事后聪明和事前洞察根本是两回事。

在矿床的勘查史中可以看出以下的演变趋势：

- （1）可采品位不断下降。例如，Cu 矿由过去的 $n\%$ 下降到现在的 0.25% ；U 矿由过去的 0.05% 下降到 0.01% （指砂岩型

可地浸铀矿。现在华南黄蜂岭热液蚀变岩型硬岩矿床也有此可能)

(2) 可采矿石由大脉型向微脉浸染型扩大。在铀矿上的实例是黄蜂岭型，在金矿上是焦家型、卡林型。

(3) 矿床由地下开采向露天开采过渡，成本大大降低。

(4) 矿床由矿石挖掘采选冶老工艺向地下化学溶浸工艺过渡。

(5) 找矿技术、方法越来越向高灵敏度、高精度转变。找矿效率空前提高。

(6) 矿床的价值重心漂移。例如，先开萤石矿后发现其中的羟硅铍石是很大的 Be 矿；我国的云南帮卖盆地铀煤矿区后来成了世界级超大型锗 (Ge) 矿；广东长坑先发现的是银矿，后来发现 Au 矿；我国北方的油气田中现在发现重要的砂岩型铀矿；美国比尤特先是 Au 矿，10 年后是 Ag 矿，而后是富 Cu 矿；澳大利亚达尔文贵金属矿，后来是 PbZn 矿，再后是 W 矿；俄国奥涅加铀矿，后是钒矿，再后发现铂族矿；非洲的帕拉博拉火成碳酸岩开始开采 Cu、Fe，1912 年发现 P 和蛭石的价值，1957 年以后大规模开铜，等等。

加拿大在第一次世界大战结束前只知道从矿石中使用 50 种元素，到 70 年代中期发展到 70 种。原苏联有色冶金统计：

1940 年从矿石中提取 34 种元素；

1953 年从矿石中提取 43 种元素；

1966 年从矿石中提取 66 种元素；

1975 年从矿石中提取 74 种元素；

19 世纪初，非金属矿产利用不到 60 种，到 1980 年扩大到 200 种。

(7) 矿床的价值越来越要求市场价格观念。特别是国际上矿石价格的涨落是影响找矿事业兴落的重大影响因素。过去计划经

济不考虑，今后市场经济首先考虑成本。

(8) 找矿的水平、经验越来越高。从普查到详勘的成本观念、经济观念越来越强烈。

(9) 今后由找明矿逐渐向找盲矿发展。

(10) 找矿方法由近感向遥感方向演变；特别是数字找矿，有很大远景。这是未来找矿技术的重大变革方向。人们认识地球看穿地皮、看透深部的能力将大大提高。

(11) 今后找矿由主要在陆上逐渐向海洋找矿发展，这是大趋势（例如大洋锰结核、钴结壳、海底水合甲烷等等）。

(12) 非常规矿产将随科技进步、工艺改善越发现越多。几年前本人曾提出某些地区的碱性玄武岩实际上是潜在的超大型 Fe 矿、Al 矿、K 矿、P 矿；各地的中地壳低速高导体及上地幔软流底辟体都是借深钻可以开发的巨大天然气能源和化工原料储库。矿产的概念不断在变化，不断在扩大。昔日的一般岩石，有可能会变为来日的矿产。特别是非金属矿产将会越来越多，有人预言，今后也许人类会进入新的石器时期。

十、预测术

这一条放在最后，也可以放在最前。在找矿上预测是从头到尾贯串始终的。预测就是预见，在事物到来之前的估计（例如气象预测、地震预测、股市预测等等），在找矿中的预测不是指时间而是指空间。

预测是很高的一种智慧。它不是简单的外推、内插。线性预测不易，非线性小概率预测就更难。

有不少科学家认为预测是不可能的。几年前美国意大利四位国际地震学家曾断言：地震是不能预测的！据云，全日本只有三个人相信地震可以预测。这种论断是极其有害的，美日现在只寄

希望于工程、建筑的防震加固上，而把许多地震的研究项目砍掉。西方不少学者对世界未来的预测也是充满了负面悲观评估。几年前一美国学者扬言，中国的粮食不足以养活它的人口，全球粮价的波动将来自中国。这一结论已被近几年我国的粮食自给自足所证伪。

预测可以分很多种，基本上有：

(1) 统计预测，根据统计规律预见未来。这对线性和大概率事件的准确度比较大。

(2) 信息预测，如翁文波先生的可公度性。其他研究者还有周易八卦，周期性、网络性（徐道一，1990~2000）。信息预测有独到之处（详见下文）。

(3) 趋势预测。

(4) 空间预测，对于地质找矿“垂向变化”的规律很重要，不同深度的地质、矿化产物、现象、事件彼此之间又有联系，是有垂向变化规律的。

预测一定要有模型依据。模型是过程、环境、作用的模型。自然界不存在专门形成哪一种元素的矿床，或者换言之，一个成矿或找矿模型可以用来找有关许多元素的矿床。即使一时找到的矿床只有一种元素富集，但随着工作深入还会发现其他元素伴生富集，可以作为副产品综合利用，矿床的价值显著提高。

预测的学问有个发展过程，大体可分出以下三个阶段：

(1) 初期的少数特征标志的预测，例如沿石英脉找金，这在几千年前就被掌握；古人可以根据少数几条标志找出一系列金、银、铜、铁、锡、玉、宝石……在中国大地的地图上到处可见以矿为地命名。

(2) 中期（上世纪 60 年代以来）预测水平，体现在综合性多条件的模型化。这时期多限制于简要的单画面静态图像化。

(3) 今后将向数字虚拟、仿真，进行任意各角度漫游地下矿

床成矿的动态过程。

预测是认识论、方法论中一大现代化研究内容，是一类高级思维艺术，有时达到妙不可言、鬼斧神工的地步。这个问题的突破具有巨大的应用前景。底下我们将详细地着重来分析时间预测规律和巧妙。

自然灾害往往给人类带来突来横祸。万千年来人类为此不知遭受过多少大灾大难和煎熬痛苦。严酷的事实逼着人们想尽办法来事先预测，以避免损伤。于是预测学就成了一门艰深的大学问。人们在这方面已有众多成功实例。概率的统计常常是人们进行预测的依据，不少情况下这个方法是有用的，根据过去（历史）可以推知未来，即所谓的“现在是过去的钥匙”。不过，这是有条件的，即现在和过去在环境上的变化不能太大，否则就得打折扣。为了弥补这一不足，另外还需要一种预测，即信息预测（翁文波，1984），在预测中处理的是信息和对信息的理解（模型）。

人们在信息预测中总得有三个必要部分组成：客观实际信息 A（右下）；人们的认识模型 B（左下）；结论或判断 C（上）。见图 16。

客观 A 信息系统大得很，我们只需要取为模型建立所需要的一部分（2+7），绝大多数的信息要被舍弃。同样在模型 B 中也要舍弃 3 和 4；在结论 C 中只有同时包括客观信息中的一部分 7 和模型 B 中的 7 才能被认为可信可行。在得出结论中，一共要舍弃 1、2、3、4、5、6，最后只有 7 被取并被认为正确的。可见这也只是一个不完全、不充分的正确，因为它的可能性空间很小，而且模型面积越小，结论适用的可能性空间也越小。反过来，模型 B 越大越能说明更多的信息 A（即越和 A 靠近和叠合），则结论的可靠程度也越大（但模型 B 不可能大于信息 A，同样结论 C 也不可能大于模型 B）。

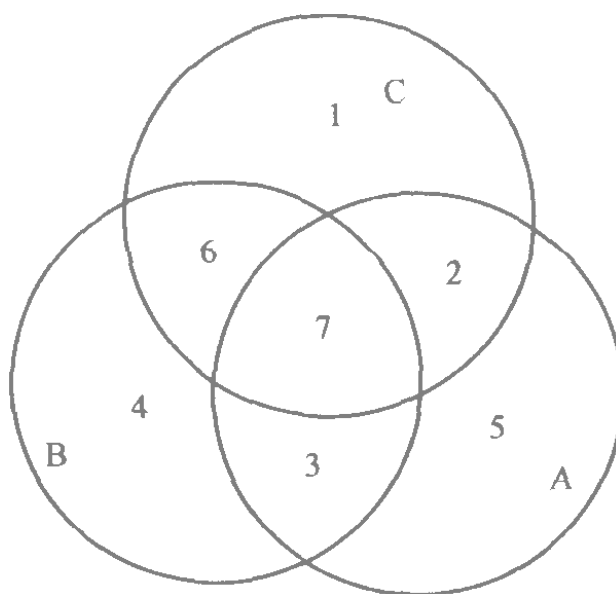


图 16 三圆信息交汇

翁文波院士把天文学中的经验性规律可公度性用来对地震、洪涝进行预测，并取得了令人瞩目和惊叹的结果。

下面用两个实例来看可公度性的存在：

(1) 质数的可公度性

$$3 = 5 + 5 - 7 = 7 + 7 - 11 = 5 + 11 - 13 = 13 + 7 - 17 = \dots$$

$$5 = 13 + 3 - 11 = 11 + 7 - 13 = 19 + 3 - 17 = 17 + 7 - 19 = \dots$$

(2) 化学元素的原子量是：①H=1.008； He=4.003；
Li=6.941； B=9.012； ⑤B=10.811； ⑥C=12.011； ⑦N=14.0067； ⑧O=16.000； ⑨F=18.998； ⑩Ne=20.179。

在上述选出的 10 个元素原子量之间出奇地存在以下关系：

$$+ ⑥ = 13.019 \text{ 几乎等于 } + = 13.015$$

$$① + ⑨ = 20.006 \text{ 几乎等于 } + ⑧ = 20.003$$

$$④ + ⑨ = 28.010 \text{ 几乎等于 } ⑥ + ⑧ = 28.011 \text{ 几乎等于 } ⑦ + ⑦ = 28.014$$

以上是翁文波（1996）给出的实例，结果是耐人寻味的。在自然界的确存在比一般找东西要高级得多的办法，只不过是需

专门加以研究和发掘而已。令人非常惊讶的是根据上述 10 个元素的原子量就完全可以高可信度（99%）地预知周期表中的第 11 号元素 Na 的原子量为 23.00，非常接近实际的 22.98，根据如下：

$$19.00 + 19.00 + 1.01 - 12.01 - 4.00 = 23.00$$

$$19.00 + 16.00 + 1.01 - 9.01 - 4.00 = 23.00$$

$$19.00 + 14.00 + 14.01 - 12.01 - 12.00 = 23.00$$

$$16.00 + 16.00 + 9.01 - 14.01 - 4.00 = 23.00$$

$$12.01 + 9.01 + 4.00 - 1.01 - 1.01 = 23.00$$

事情到此并未结束，还可以进一步外推 Al 的原子量为 26.99，非常接近实际的 26.98，依据如下：

$$19.00 + 19.00 + 19.00 - 16.00 - 14.01 = 26.99$$

$$19.00 + 19.00 + 12.01 - 9.01 - 14.01 = 26.99$$

$$19.00 + 14.01 + 4.00 - 1.01 - 9.01 = 26.99$$

$$16.00 + 9.01 + 4.00 - 1.01 - 1.01 = 26.99$$

在上述可公度性中并不一定要求知道为什么如此的原因或机制，只是根据一部分自然信息即可预知（即找到）其他未知。实际上现在我们都知，化学元素的原子量之间在数上差异的内在实质取决于原子核中两个基本粒子（质子和中子）所占的比例，而且在自然界元素的原子量并不恒定，会随地质作用发生同位素分馏而有相当显著的偏离。不过仍然可以根据其标准原子量的可公度性较准确地加以预测。

翁文波利用可公度法对地震、洪水、暴雨等自然灾害进行了相当成功的预测，结果统计如下：

（1）对国内 1982~1992 年地震一共预测了 60 次，其中发生 52 次（成功率达到 86.7%，错报 8 次，占 13.3%）；

（2）对国外 1986~1992 年地震一共预测了 70 次，其中发生 58 次（成功率达到 82.9%，错报 12 次，占 17.1%）；

(3) 对国内 1982~1992 年大暴雨一共预测了 90 次，其中发生 75 次（成功率达到 83.3%，错报 15 次，占 16.7%）；

(4) 对国内 1988~1992 年洪水预测了 23 次，实际发生 18 次（成功率占 78.3%，错报 5 次，占 21.7%）；

(5) 对国内 1982~1992 年干旱预测了 9 次，实际发生 9 次（成功率达到 100%）。

上述结果是惊人的（当然这当中允许在时间、地点上的预测有一定程度的误差范围。至于强度未加考虑）。预测的成功率高达 75% 以上是相当不简单的成就。本人由此进一步从翁先生的这些结果发现一个重要的问题：为什么只用一个方法（可公度法）就可以预测表面上看彼此完全没有什么关系的地震、暴雨、干旱事件？另外再加上翁先生的后继者民间预测专家如气象学方面的任振球、汤懋苍，地震方面的郭增建、耿庆国、强祖基、徐道一、曾小苹、徐好民等预测天灾多次的成功业绩，使我悟出一个道理：上述各项重大灾害的背后实质上肯定有一个共同的成因——地球排气作用（详见下）

本人于 1993 年提出了地球 5 个气圈说，认为地球不是只有一个外层大气圈，在地球内部至少还有 4 个巨大的充气圈，而且越深气不是越少而是越多。地球内部这 4 个充气圈由浅向深顺次是：上地壳充气圈；中地壳充气圈；上地幔充气圈；外地核氢气圈。在巨大的压力差、温度差、密度差、浓度差、粘度差的驱动下，地内有巨大的气旋气流自发向上向地表排气。后来（1998 当闯入天灾研究领域后我发现这些天灾实际上是地球强烈排气的各种表现和后果。实例如下：

(1) 区域性森林大火。本人在天灾成因领域中首先是从森林大火事件上突破的。早在 1987 年黑龙江北部发生的震动全国的森林大火，根据地球排气及当时电视火灾现场着火状况本人即判定，这绝不是人为不慎遗留火种或天气太热、雷击等牵强附会之

因，而是地下排放可燃天然气（ H_2 、 CO 、 CH_4 等）在林区腐植层中逐渐积累达到一定的燃烧浓度，此时稍有火星即可触发林区多处同时起火。后来到了 1998 年，内蒙古阿尔山林区又一次失火。我根据现场火情电视报道认为，这又是地球排气所致。这既有卫星热红外图像资料可证又有现场拍照资料证明。现场的情况是，明明树草已全着完，然而地下石头缝里还冒火焰，可见火是从底下上来的。从地质资料可明显看出，着火区正是第四纪玄武岩流分布区，深部存在上地幔充气圈供气，此区又是北东向大兴安岭构造与北西向泰来断裂交汇之处（断裂是深部排气通道）。该区大火有所谓“过路火”（前面扑灭之后，身后火又着）也是地下出火的有力证明。

到了 2002 年夏天，内蒙古最北部原始森林又发生了区域性大火，人们说这是雷击火。其实不是如此。雷击只能从上向下着火。但实际上火是从底下向上着起来的。先是在草下着火蔓延过来，地面只冒烟不见火，火在草下着。这再一次表明是腐殖层地下可燃气积聚着的火（叫底火）。底火着上来变成草火；草火窜高变为树冠火。雷击怎么可能没有击着树也没有击着草，而是击出草下着火？这是说不通的。

同样，根据电视报道，美国这几年的森林大火也是这个成因，并不是像美国气象学家分析的是因为当地气温太高。我们的研究表明，气温高也是由于地球排气生热的结果；雷击也是地球排气中有离子流而生雷电。

(2) 1998 年轰动全国的长江特大暴雨及 8 次惊险洪峰，依我研究发现主要是长江裂谷排气气墙并以华北广大地区地球排气大气增温热区为后盾，阻耗南方富水云流北上，挡在长江南岸，云层加厚以及变为垂直运动，降雨量增大，形成特大暴雨造成百年不遇的大洪水。这有许多事先的卫星热红外图像和沿江 8 处排气的历史记载为据。

(3) 台风突然转向是气象学界至今解释不了的大难题。其实在上述的民间天灾预测专家早已发现这和地震排气阻挡有成因联系(所谓“地震逗台风”)。本人对 2001 年全年 7000 张卫星热红外图像的连续观察进一步发现台风之所以突然改向是由于两大原因：我国三北地区的大气因地球排气增温产生热区阻耗；热区的低压对台风的吸引。

(4) 大区干旱、沙漠化、沙尘暴、太阳全天也晒不散的阴霾浓雾(非常影响空中、地面交通)也都是地球排气(纳米级微粒)的种种后果。今年遍及华南及欧洲类似的酷热也是强烈地球排气致使大气增温的恶果。

总之，本人近五年在天灾成因领域的涉猎结果充分证明，一个经得起检验的新模型一旦能够建立就能够导致令人惊奇的一系列新发现。

“找”的规律太丰富了！现在还刚刚开始，今后还会有更多更妙的新发现。“找”就一个字，看起来好像挺简单，但仔细考察则很不简单。它深不见底，广不见边。有的“找”只是找一是一；然而有的却是找一出十、出百、出千、出万！科学发现真是一部神奇的天书！

下面顺便再讲两个森林大火的历史故事：

(1) 1999 年 8 月 3 日山西汾阳森林发生了大火。这使我想起《东周列国志》第 37 回“介子推守志焚绵上”一事。该区原名绵山，当时奇士介子推淡泊利禄，躲于山中不去领赏。晋文公入山执意寻找，数日不见，放火焚林促使介子推出山，但介子推坚持不出，与母共焚而亡。后人改名此山为介山，于绵上立县曰“介休”以纪念他。本人怀疑文公放火实为后人臆托，盖森林大火也。1999 年在该区大火前四天，有一个面积达几万 km^2 地球排气大气增温区出现，有卫星热红外图像为证。汾阳火区即在此中，该区正处于汾阳裂谷(气谷)之中。

(2) 三国演义中有诸葛亮火烧新野（博望坡）大败曹兵一说。实际上新野地区正处于南阳盆地南缘。该盆地是裂谷油气盆地，是个气谷，南阳油气田也向上大规模排气，使森林大火易发，非诸葛亮之力。1975 年河南特大洪水，也是由于南阳盆地强烈排气生热使大气增温而形成低压区，吸引台风转向至驻马店一带，特大暴雨造成洪灾。三国演义中关公战曹兵的“水淹七军”于襄樊，现在看起来也和南阳盆地排气升温低压吸引南方台风有关。

十一、不充足判断的充足化

仔细考察当会发现，人们认识一件事物绝不会是把它所有的特征都观察准确才能认识。只要把一些少数的要点抓住就可以了，其他许多细枝末节可以不予考虑。这就是不充足判断的充足化（杜乐天，1990）。这是本人琢磨出来的一个很妙的认识大法。

我们在本书的前面提到了沙中埋桌不充足判断充足化的例子。其实沙中埋什么都可以预测。例如沙堆里埋了一部自行车，实际上不需要全部都露出来人们也能知道埋的是一部自行车，只要露出一个手把和半个轮子就可以了。如埋的是一部车床、一部电脑，同样只露出一部分那怕一小部分就可以准确地作出判断。但是如果埋的不是这些已知的东西而是没见过的东西，那就不这么简单，就要求暴露的多一些。即使如此，也不一定必须全部暴露。对于给定的认知目标，只要有其中的 3~5 条即足够了。我们的任务是尽可能把查找目标所不可缺少必须具有的判据数目减到最少。

众所周知，古生物研究很大程度上是根据化石的片断也能够得到具体种属和性能的整体认识。文物考古也同样。

过去为了找矿要求开展许多矿床矿田的研究。但事实表明，

有不少科研成果尽管有理论意义但在找矿上却用不上。只要翻翻这些报告或论文即可发现作者们下笔的着重点是不同的。科研报告要求阐述规律全面系统和认识上的创新。可是全面的系统阐述往往条理的方方面面太多，并不是找矿直接需要的。真正对于找矿有用的也许就那少数几条甚至几句话。这几条几句本来应成为全文全报告的重点来编写，但事实并非如此。它们只是在论文体系中作为几十条中的少数几条，没有作为重点展开详细论述。作者们不太清楚找矿中的不充足判断充足化的要求。

美国一位年青科研工作者普赖斯运用小波变换处理一张人头像。当仅取原来照片信息的 23% 所得出的照片和原照相比并没有什么两样。这就证明原照片中的 77% 信息不起作用，可有可无。继续减少，少到剩下 5% 的信息，照片依然如故，其相貌、神态、面颊的纹理结构都足可反映真实情况而不失真走样。这证明 95% 的信息是多余的。此一实例反过来可以说明只要 5% 的信息就足可以使不充足判断充足化。

实际上可能连 5% 的剩余信息都用不到。假定请漫画家来重画这张人头像，所用的线条也许只要 0.1% 就够了。这说明其中的 99.9% 都是可以省略的。

为了研究不充足判断的充足化本人曾提出过一个研究方法，叫减项法。这对提高矿床的勘查效率和水平是重要的一个办法。假定一个矿床交了最终储量报告，总共用了 139 个钻孔圈定了地下矿床形状、形态和大小。现在反过头来做个思想实验，人为地一批又一批减掉钻孔，看看减到多少钻孔照样不影响求得矿床储量的精度。这样肯定会发现许多钻可以省略不打。这是一个事后聪明的研究方法，如图 17。

图 17 内实心为见矿孔；空心为不见矿孔。左矿体内部有见矿孔 25 个（以实心点代表），右矿体有见矿孔 16 个。二者共 41 个见矿孔。矿体之外共打了 58 个不见矿孔。总共是 139 个孔。

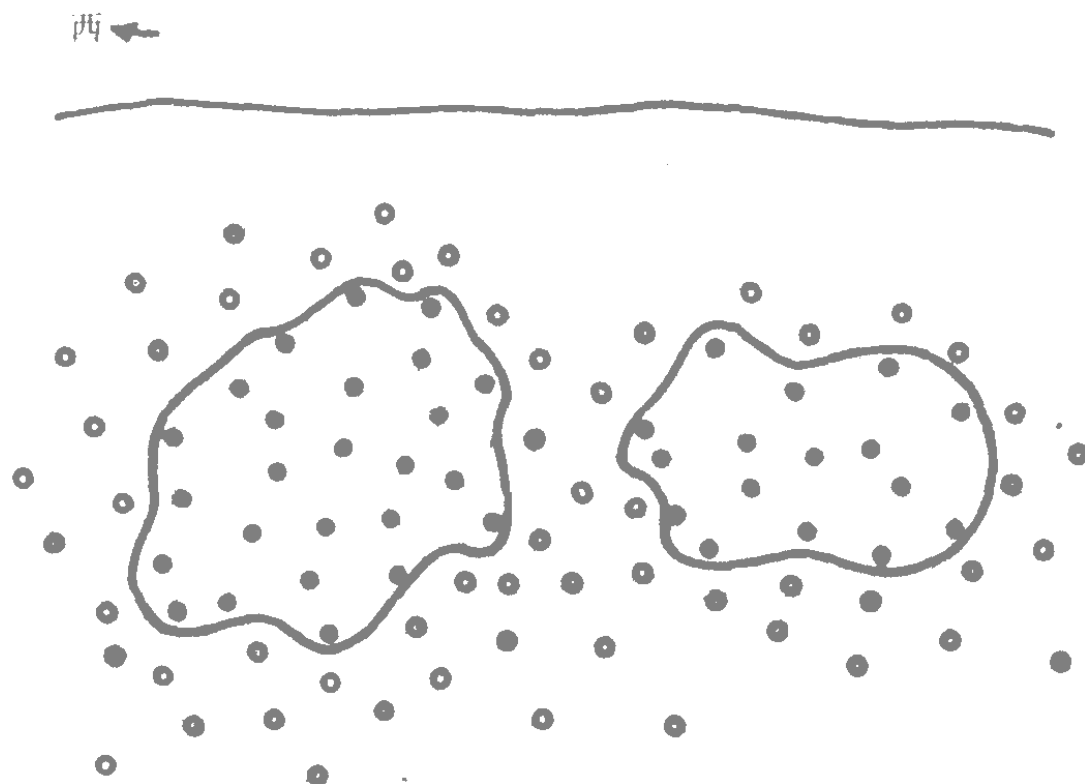


图 17 矿床纵剖面上的钻孔分布

实际上矿体外围不必打 58 个孔，只需贴边的 30 个孔即可（完全不要也不行，矿体边界无法确切圈定）。这样可以省下 28 个孔不打。另外，两个矿体内部的 41 个孔打得太密，也许 35 个孔即够，又省出来 6 个孔。这样经减项法可以看出，此矿床的最佳勘探孔数是 105 个（深度不考虑）。这个例子是一种很粗略的估算（有待数学地质来精确处理）反映不充足判断充足化的最佳底线肯定是要存在的。

减项法也可以在军事战例、公安破案、医诊病例的总结中使用。尽管都是事后聪明，但从中可以找出许多有价值的启发。

谢学锦先生在我国地球化学找矿上有重大贡献，国际上也享有盛名。过去他领导的全国大部分地区化探扫面是相当成功的，导致许多新矿床的发现。那时要用几万个样品来达到目的。现在

谢先生提出计划用 500 个样品覆盖全国即可，不到原来的 1%。他说：过去同一格子用几千个样品，现在只用 1~2 个样品同样可以达到目的。这样的取样是有深刻的理论前提为支撑的，那就是元素的分布和含量高低是区域性地球化学块体的灵敏反映。这是一个新的理论概念。

从上述种种案例分析可以很清楚地得出认识论、方法论上的许多过去不太注意的重大新启示。本人认为其中有一条特别值得强调，即十一制，意指在十个因素中必有一个或少数是最有决定意义的要害，是关键或问题的突破口、切入点。只要看得准，牢牢地抓住它，倾全部力量猛攻之，不是东西左右都要照顾分散兵力，也不计局部枝节小得，只要把这一关键点攻克，就可全局迎刃而解，由此大功告成。现举以下数例以兹说明：

(1) 东北解放打锦州是最关键的一仗。当时可以有很多作战方案，例如打长春、打沈阳，但都非上策，只有打锦州才能最快最好地解放全东北。这是毛泽东主席极高智慧划时代的一大手笔和杰作。他曾指示林彪，只要把锦州拿下来，即使其他战线有损失也不要紧。看来我们做什么事都要学会打锦州。在“找”的辩证法中不是什么都要找，主要是找出那最关键、分量最重的要害信息。其他方面可以丢开、舍弃。本人多次强调找的成功实际上是丢的成功。打锦州只是打一个地方，其他许多地方都不需打，都要舍，方才能集中力量彻底解决一的问题。得一是丢九的结果。

(2) 做什么事总会有众多办法和道路通向胜利、成功。但其中必有一条最佳道路。我们选择不太佳或比较佳的道路也可以走向成功，但也许要付出较大的本来可以避免的代价。我们往往满足于统计规律，好像命中注定只能如此。这种统计性规律只是当时条件下的平均数，其中也有超众超群之例，但都被平均抹掉了。另外，统计都是过去的事。但是随时间，人们的认识能力是

会提高的，是变化的。今后如自觉地充分地发挥创造力，加上新技术突飞猛进，情况就会明显进步、提高。在统计过去和预测未来之间须充分考虑许多变数和演化。

与不充足判断的充足化有密切联系的是对事件发生的前兆察觉。在这里有必要提出一个“前兆学”，专门研究前兆的特征、种类、识辨方法。这是搜索论中又一个重要内容。对前兆的及早发现，早做准备可以避免很多重大的损失。斯大林当初没有觉察德国法西斯对它的突袭。据云，在被进攻的前一天，边境部队星期天照例休息。罗斯福对日本偷袭珍珠港也是麻痹大意，根本未加严防，不少高级将领认为“日本人戴眼镜的小个子怎敢攻打美国？！”结果同样也吃了大亏。地震到来之前，哪怕早半小时知道，人员可马上疏散到安全地带，可能会避免几万、几十万人的伤亡！等等。

另外，预见前兆不只是负面问题，还有重大的获利问题。可以利用事态发展的前兆更主动地利用有利态势取得更加辉煌的成功。例如小平同志在改革开放开始时就明确地判断世界大战可能一时打不起来。这是一个非常重要的战略形势的评估。回忆再早以前，大搞全民皆兵，深挖了不知多少地道，很多设备内迁大三线进洞生锈。国民经济本来就落后，加上这些劳民伤财的浪费，于是更加贫困。改革开放充分利用了世界大战一时打不起来的时机，集中全力搞建设、求发展，不追求扩军备战，这才有了今天的繁荣富强。看形势，今后几十年世界性大战仍然不会出现。这雄辩地证明小平同志的英明判断和决策。

看来，任何事件在发生之前必定有前兆，不论我们能否察觉。此可称之为前兆学第一定理。地震之前有孕震过程；其他大灾大难也都有孕灾准备。我们的任务是想方设法及早地窥知。

“山雨欲来风满楼”这是前兆。但这种人人都会觉察的现象不是我们所要研究的。我们最注意的是那些早期的微弱的、模糊

的、隐蔽的征兆。这要求许多现代化的侦察技术、方法，要求我们当事人高超的不充足判断充足化的能力。下面举本人亲身经历的三个事例来做说明：

(1) 1982 年本人作为一个代表团成员去第比利斯参加国际矿床成因学术会议。时隔 20 年重返苏联。苏联是 1990 年解体的。但在 1982 年的这次考察中就使人感到形势不妙。我们当时在莫斯科的住处是有名的饭店，前后半个月一次牛奶也没喝到。牛奶在苏联犹如我们喝开水的普遍。连莫斯科的这个国际饭店中都无法供应，从这一条即可看出，这是苏联片面地甚至疯狂地搞扩军备战、拼命地发展军事工业的必然结果。在饭店用餐后，服务员端上来一盘水果也令我叹息，居然是核桃那么大有锈斑的青苹果（我揣到口袋里一个带回国内给大家看）。在莫斯科大街上再也不见 50 年代那样的豪迈口号标语，不再是“我们必胜”而是“争取完成”。在与人闲谈中我发现他们心事重重，沉闷郁抑，不爱多说话（过去则是滔滔不绝）。没有几天，使我得出一个判断：他们的国家衰落了！

在第比利斯开会及地质旅行期间发现苏联在东欧国家人士中的形象是如此糟糕。罗马尼亚同行埋怨他们的很多好水果都让老大哥弄走了，可是他不给我们什么回报。参加一个喀尔巴阡山的合作项目来到莫斯科一个星期了居然不接待，不给资料看。波兰一位同行给我交谈说的是英语。他给我说：我会说俄语，但就是不说！语气里透露着深刻的不满；一个南斯拉夫同行说和苏联同行合作受气，不平等……从此又可看出一点：华沙条约的根基是不牢的！

回到国内我居然想到将来苏联有两大心腹之患：一个是多民族国家的离散；一个是东欧集团的解体。后来终于应验。

(2) 原苏联于 1990 年解体了。当时有很多人马上感到西方巨大的压力压了过来。西方的一些反动势力必将集中力量来对付

中国。不过我当时是另外一种认识，北约是对付共同的敌手而团结存在的，一旦没有了共同对手，彼此间必然要闹矛盾，迟早会利益分裂。这十几年的进展证明了当时的不充足判断。

(3) 我 1968~1972 年下放湖北钟祥干校劳动。在林彪事件发生后，我的党组织生活尚未恢复，党内传达尤其是林彪事件的传达是不让听的。大体上是 9 月 13 日之后一个星期的一天，干校又有一次党内传达。从人们面部表情上看可能有重大事件发生了。但究竟是什么事，谁也不知道。就在当天，不充足判断的充足化的运用又一次成功。大体情况如下：

首先那天我马上去干校办公室里借报纸，拿到宿舍里一个人翻看。在 1971 年 9 月 13 日以前天天有“林副统帅”，然而就从 9 月 13 日起没有了！不是一天没有，一连五六天的报上都没有。我把所有的报都查了，都没有。由此我准确地判断：林彪出大事了！而且时间就是 9 月 13 日！心中大喜，居然比干校里没有听报告的人至少早好多天知道远在北京发生的事。

为了确认事件，光一个孤证仍然不可靠，必须搞尽可能的多源信息聚焦。于是以下几条有了用场：

——在“9·13”以后的两三天，非洲埃塞阿比亚的皇帝访华，董必武副主席在致词中只说：“我代表毛泽东主席”而未提林彪。这是一个被许多人忽视的一条重要信息判据。这在当时是极不寻常的，从来没有人敢不提“林副统帅”。

——干校里曾经传达过周总理“五一”党史报告。奇怪的是从头到尾没有一次提到林彪。我对此是留了意的（别人认为这是偶然的疏忽）

——黄、吴、叶、李、邱五个黑干将有几个月了在报上都没露面。在这以前他们总是几乎天天上报的。

上述种种依据都是我事前实实在在的分析。本人完全相信，根据少数的多源信息聚焦以达到不充足判断的充足化是完全有可

能的。

最后再说一个唐山地震前兆的例子。唐山地震前官方没能事先预报，当时政治局势混乱。但后来的研究发现在此之前该地区有一系列的异常，例如：

- 区域电磁异常；
- 区域地热异常；
- 区域气候异常；
- 区域地下岩石电阻率异常；
- 区域难闻气体异常；
- 区域动物行动异常，等等。

如果当时政局正常，由这些信息集中起的预报仍然是可能的。

在此顺便提及，在前述美国地震学家 R.J.Geller, D.D.Jackson, Y.Y.Kagan 等在《Science》上发表《地震不能预报》的错误论文中还对 1975 年中国海城地震成功预报大放厥词，恣意歪曲。他们不知从什么地方弄到的所谓官方消息，居然说海城地震死了很多人。后来我专门询问过当事人，即使死了一些人并不是因为预报不准，而是有些干部麻痹大意，侥幸心理，开会也不躲被房屋倒塌砸得死伤；另外是有些老乡天太冷不肯到野地躲避；有的老人行动不便恋家而罹难。Geller 等人不了解具体情况，拿虚假数字抹杀地震可以预报。这不是科学家应有的严谨态度。前几年我写了一篇文章给某刊物批评 Geller 等人，居然有位院士向刊物编辑说不可，怕“影响不好”。宁肯让外人歪曲我们的事实，也不敢提出自己的说明，其心态何其乃尔！

第三章 创新（即找新）

一、科学观的改变是源头创新的关键

近些年来全国从上到下都在谈论创新。创新是社会发展的需要，是竞争致胜的需要。各行各业都有自己创新的具体目标和办法。我们现在只对一些有关创新的共性作一番探讨。首先，要注意创新的分量，是小创新还是大创新。这就像找矿，找到的是大矿、富矿还是小矿、贫矿。当然，只要是创新都是欢迎的，有一是一。不过我们还是力争大创新，让它一个创新带动一大片，有一生千、生万才好。创新是要分级的，至少可以分大范围创新、中范围创新、小范围创新。

在地质学的每个发展阶段都出现过很多创新。不过应当诚实地承认在我国有不少是国外先有了，然后在中国才找到的。例如：

热液矿床围绕岩体分带及高温、中温、低温热液的分类；
S 型、I 型、A 型、M 型、磁铁矿型、钛铁矿型花岗岩；
岛弧，弧后盆地，双变质带，俯冲带；
绿岩系；
蛇绿岩套；
科马提岩、孔兹岩、埃达克岩、翁冈岩；
高压变质带（柯石英、微晶金刚石）；
层序地层学；
石油生物成因；

蒸发岩（沙洲、泻湖、萨布哈）；

磷矿的洋流上翻；

岩浆分异热液；

板块构造理论；

界线铕异常；

层控矿床；

岩体单元填图；

海底黑烟囱；

超大型矿床；

拉伸、拆离构造；

拆沉构造；

水-岩反应；

砂岩型铀矿（氧化-还原过渡带、潜育型、古河道型）；

各种稳定同位素地质（这里不是指技术方法的引进而是指运用 δ 先是 S、C，后有 O、D 等）；

稀土分量、模式及铈亏损、铈亏损；

地幔柱（缕、羽）超级地幔柱；

热点；

火山热液、变质热液、混合岩化热液。

以上是不完全的回忆。实事求是地说，所有上述新进展都不是我们国家的创新，我们的发现只是地区的改变（当然，也有地区新特征发现的成就）。本人在此毫无否定、贬低国人同行之意。但上述情况都是国外先有的，不是我们的创新，这是事实。在此也须指出，上述只是情况的一部分。我国地质科学也有一系列重要的原始创新。本人所知不多不全，就接触到的现列举实例如下：

（1）中国的古生物学研究总体堪称世界强国，有许多重大发现；

- (2) 中国的石油成因陆相生油理论；
- (3) 中国的黄土研究世界领先；
- (4) 玢岩铁矿成矿模式富有系统论创造；
- (5) 地质力学独创性；
- (6) 地洼学说广泛国际影响；
- (7) 花岗岩小岩体顶盖相矿床 (Li、Rb、Cs、Be、W、Sn、REE) 研究有相当高的水平；
- (8) 地球化学区域找矿扫面有重大贡献；
- (9) 喜马拉雅造山带、秦岭造山带研究；
- (10) 碳硅泥岩系的独创研究；
- (11) 风化壳 REE 矿床研究；
- (12) 白云鄂博矿床解剖；
- (13) 扬子江中下游矿床研究；
- (14) 西南三江成矿带研究；
- (15) 拉伸构造研究；
- (16) 焦家式金矿、黄峰岭型铀矿研究；
- (17) 一批各地质时代的典型地质剖面 and 地球物理断面研究；
- (18) 西藏盐湖研究；
- (19) 近代遥感地质富有创新；
- (20) 我国民间天灾预测 (地震、洪水、特大暴雨、森林草原大火等等) 水平居世界前列。另外还有其它重要成果，恕不再列出。

回顾过去，展望未来，在科学研究的战略上是否可以引伸出一些值得深思的问题。现细述于下。

我们今后要彻底摆脱掉老跟着国外走的习惯、做法和心态。恕我直言，老是这样下去，国人独立的创造性就总被压抑，今后就不可能走向世界领先。这不是关着门排外，现在国门早已大开，国外的底细也大体已经摸清。我们不主张狭隘的爱国主义情

结对自己过分高估，而是主张冷静的深入思考。本人之所以多年老是冒失地提出这一命题，并不是针砭国内情况，而是在长期考察了西方情势之后的判断。在过去各个时期我们向西方学习的结果其实并没有太大的成效，好多问题最后是不不了了之。这是有大量文献资料可查的！自解放后，学西方已经半个多世纪了，一直到现在仍然是在后边学。试问，不少方面当了半个世纪的学生为什么还赶不上老师？老是在人家圈定的圈子内转悠？到该总结反省一下的时候了！

我们需要从文化的高度来审视科学，科学是文化的一个重要组成部分。在自然科学界里几乎很少看到有人从西方文化的角度（这是科学的根子）来考量科学发展中还有什么弊端和病症。这些看法如果出自中国人之口，人们会认为这是意识形态对西方怀有“左”的偏见（顺便指出，在国内如果有中国同行说西方特别是美国许多方面的科学水平并不高，保险就有同胞振振有词地来替美国辩护，作一名义务的卫道士）。然而事实又是怎样的呢？恰恰是西方的学者三十年前就发现了问题，早敲响了警钟！也许声音还不够大，没有穿透实验室的厚墙传到这些同胞耳朵里去。请看下面有关摘录：

1982 年，一美国物理学学者，Fritjof Capra（弗·卡普拉）出版了《转折点》（中文版是 1989 年）。在深入考察东西文化和社会演变进程后他作出了以下重要结论：

——“在物理学领域，笛卡尔——牛顿在微观（原子与亚原子）与宏观（天体物理与宇宙学）水平上均不得被抛弃。”还原论的方法在生物学领域取得了成功，特别是在理解基因的化学性质、破译遗传密码等方面登峰造极，但它仍有极其严重的缺陷。”

——“当科学家们把整体还原为基本的构成部分——细胞、基因或基本粒子并试图用这些成分来解释所有现象时，他们便失

去了认识整个系统协调活动的能力。”

——“民主党与共和党，大多数欧洲国家中传统的右翼和左翼，克莱斯勒汽车公司，依照国法和基督教律法生活的多数派，我们大多数的学术机构是衰退中的文化的全部组成部分。它们处于崩溃的过程。”

1985 年著名历史学家英国的汤因比和日本的社会活动家池田大作共同撰著的《展望 21 世纪》中文版问世，从文化的各个方面、层次纵论天下兴衰，摘录于下：

——在此书序言中汤因比说：“在人类的下一个阶段，西欧将把主导权交给东亚。”池田认为：“现在威胁人类的最大敌人是人类自己。这种情况越来越显著。如果人类不学好治理自己，就会陷入灭亡的深渊。”

——汤因比说：“将来统一世界的大概不是西欧，也不是西欧化的国家，而是中国。”就中国人来说，几千年来比世界任何民族都成功地把几亿民众从政治、文化上团结起来。他们显示出这种在政治、文化上统一的本领，具有无与伦比的成功经验。这样的统一正是今天世界的绝对要求。”池田说：“从两千年来保持统一的历史经验看，中国有资格成为实现统一世界的新主轴。”

英国著名科学史学家李约瑟也说：“今天保留下来的和各个时代的中国文化、中国传统、中国社会气质和中国人的事、事物在许多方面将对日后指引人类世界做出十分重要的贡献。”

1988 年美国著名的历史学家保罗·肯尼迪在《大国的兴衰》（中文版）说：“在近代以前时期的所有文明中，没有一个国家的文明比中国文明更发达更先进。”

1988 年 1 月世界诺贝尔奖金得主在巴黎集会上宣言中呼吁：“人类要到 21 世纪生存下去，必须回头 2500 年去吸收孔子的智慧！”

1996 年美国著名作家、预言家约翰·奈斯比特在《亚洲大趋

势》中说：

——“当今西方需要东方远胜于东方需要西方。”操纵世界的轴心已从西方转入东方。亚洲曾经是世界中心，现在它将重振昔日风采。”

——“全球的发展重心已从西方转移到东方。”西方统治的衰落与东方的崛起。”

——“中国这个古代巨人的觉醒将永远改变东西方力量对比平衡。”

2002 年美国历史学家唐纳德·怀特出版了一本新书，名字就叫《美国的兴盛与衰落》。

2002 年 10 月又有一本厚达 800 多页的新书，美国历史学家雅克·巴尔赞的《从黎明到衰落（西方文化生活 500 年）》中译本，开头第一段是这样说的：

“只看年号便知道 20 世纪即将结束。在进一步深究后，还会看到西方过去 500 年的文化也将同时终结。有鉴于此，我认为现在正是恰当的时候，应该依次回顾一遍我们这个半个千年来伟大卓绝的成就和令人痛心的失败。……因为它看不到清晰的前进道路。它失去的是可能性。生活中艺术的各种形式已经用尽，发展的阶段已走完，制度的运作艰涩困难，造成的重复的失望让人难以忍受。”现在主要的历史力量是厌倦和疲乏。”

以上是西方学者的肺腑之言。作为局外人，美国新闻界的一位资深记者约翰·霍根对此也发出感叹，惊呼《科学的终结》（The End of Science）（他的同名书 1997 年出版，中文版也是 1997 年）。他在书中大胆地提出“科学（尤其是纯科学）已经终结，伟大而又激动人心的科学发现时代已经一去不复返了”。当然，此书一出谴责他的大有人在。尽管不同意科学有什么终结，但其中心思想我则认为言之有理。其实我比霍根至少还早 10 年就有这种看法。

请注意，以上的种种论调全部是西方人士的见解，不是中国人给他们念咒。然而令人汗颜的是直到今天，还有不少国内同行蒙在鼓里在自己的科研工作中刻意模仿紧跟，惟西方马首是瞻。他们没有看到世界文化（当然包括科学）的大潮已经开始转向东方。在此本人不得不再次提出一个忠告，我们切勿丢掉自己的传统优势和自信心，跟着洋人转了一大圈过若干年回过头来，自己才找到自己。

究竟有什么理由谈论我们自己的所谓“传统优势”？我的个人观点大体如下。

人类认识自然的历史大体可分三大发展阶段（在本书不可能详细阐述），扼要地划分如下：

（1）上古朴素的整体型思想史期。此时由于认识能力低下和原始，只能笼统地从客观整体来认识天——地——生。此时有别于更早的远古时代的神话时期，已经开始知道整体把握。社会前进了一大步。众所周知，中国古代先哲在此阶段思想史中大放光彩，有很多经典之论至今被全世界推崇和学习。

（2）近古分解型思想史期。大体从欧洲文艺复兴时期开始，还原论（实质是分解论）出现。人们发现只是宏观的整体思维太空泛，无法深入了解自然。必须把自然现象和事物加以分解，分成许多部分，由宏观深入到微观，才能真正了解自然，才有可能利用自然、改造自然。过去只知道火有用，但不知道这是氧化；只知道病，不知道是细菌；只觉得天圆地方，不知道地是球体；只认为太阳围绕地球转而不知道恰恰相反，等等。把整体这么一分，就分出了许多科学门类（科学就是分学）。这时发现，自然界原来是如此博大精深，伟力无边。出现了一系列实验、科学、技术、工业和工程，人类由此创造出了空前繁荣的物质文明。显然，擅长整体思想的古老中国在这一段历史时期内是大大落后了。西方独领风骚长达三四百年。

(3) 近代新整体思想史期。分解型思维较之过去的整体思辨是一大历史进步。但现在早已发现又分过了头，达到相当繁琐的程度。把一个整体世界分割成无穷无尽的细部。每一个科学部类中分出了几十个学科分支，每个分支又分出了几十个专业；每个专业又再分了几十个专门化；专门化又分了众多的专题。须知，从任何这么细碎的解剖部分已经不再可能得出整体的认识。甚至可以说，很多这些科研参与者已经丧失了整体性、综合性认识的能力。现在可以举一实例，3~4年前一次香山会议（这是我国自然科学界最高层次的学术自由讨论会）议题是全球事件，到会有不少院士、教授、研究员。会上的发言都局限于自己所熟悉的狭窄专业成果，各说各的，并未表现出对这一地球整体事件有多大兴趣，三天下来居然找不到共同语言。看来大家在学术上没有多学科走到一块探讨更高层次共同规律的习惯。有的参加者讲完就走，也不打算听听其他领域的见解。

再看国际上动态，情况也类似。上世纪60年代轰动全球的板块构造理论的重要进展自不必说。然而其基本命题仍然是固体地球观，只是一种形态学、运动学规律，深部机制问题很不明朗，也不能解释大陆构造，实在称不上整体地球动力学。可是这一阵学风使我们很多同行当时为之倾倒，把自己国内本来有独创价值的地质力学、地洼学说、断块学说、伸展理论、波浪镶嵌构造等抛在一边，鹜集于板块理论麾下几十年，执意在中国大陆去套何处是岛弧或古老俯冲，牵强附会。后来，到了80年代在国外开始对此理论进行了怀疑，也开过不少国际会议提出非板块构造，这很好地表明此学说存在严重的不足和缺陷。我们国内从90年代也开始冷落降温。看来在后面紧跟，并未助长中国地质理论的崛起。更令人深思的是，回顾这段历史进程，并未见总结经验教训，致使我们在不少其他领域至今还在受着西方陈旧理论的束缚和控制。

本人自 1972 年从五七干校回京后，花了不少时间阅读国内外各有关期刊，补上自己的文献差距。在这几十年的跟踪中我强烈感到西方地质学已经出现了不可言状的理论徘徊与停滞——尽管论文数量及所得资料、数据与年俱增。其中代表性权威刊物有《Geology》、《Economic Geology》、《Petrology》、《Geochemica et Cosmochemica Acta》、《Chemical Geology》、《Nature》和《Science》中的地质学部分等等。在这些刊物中没人怀疑确有高水平高质量者，但大多数论文明显地看出只是在同一个层次上翻来覆去地打转，只是换些地区和视角而已。其中的基本概念老是“岩浆分异”，“Plume”，“Hotspot”，“Subduction”，“Black Chimney”等，再也没有像板块假说那样的重大理论出现（与此形成强烈反差的是在生物学中却爆发了 DNA 惊世光辉！）。现在国际学坛上的态势正如前美国学者雅克·巴尔赞所说的那样：“看不到清晰的前进道路”，“生活中艺术的各种形式已经用尽”，“发展的阶段已走完”，“制度的动作艰涩困难”，“造成的重复的失望”。难道真的是像霍根所说“伟大而又激动人心的科学发现时代已经一去不复返了”？

科学研究犹如探照灯，照到哪里哪里亮。当然，没有照的地方，就黑。黑，并不等于什么东西都没有，只不过是没照而已。在科学上切忌随意说“不存在”、“不可能”，只不过是没注意、没研究。请看那向高空照射的探照灯，为了发现目标，总是多方向不断地摆动、扫描。

然而，在科学研究上多数情况却恰恰不是如此。狭窄的兴趣再加上狭窄的专业、专门化、专题的束缚，几十年也不想改改方向，往往是一条道走到黑。这就大大延缓了重大新发现的到来，做的是没完没了的低水平重复研究，回答的不少是枝节、边角、偏冷、表皮的问题。该研究的没研究，不该研究的却无休止。

数据（或观测、实验结果）、结论和科学观是科学研究的基本三要素。此三者相互间有微妙的关系。人们总爱问哪个最重

要？理论派认为结论最重要；实验派认为数据最重要。我持中性观点，认为二者同等重要。如果把考察的视野再加以放大，就可看出在二者之上科学观更起决定性、战略性的指导作用。库恩称此为范式，并在《科学革命的结构》中提出过“范式的改变会引起知觉的转移”。实际上就是探照灯扫向何方何方亮的问题。

一旦提到科学观时，不少同行觉得此问题太玄虚。人们重视实际操作，却忽视思想指导，好像只要探照灯一亮，能发现东西就行了。不错，在短时段（例如 10 年 8 年）也许不见得不妥，但一放大到数十年的成长，就可看出有问题，而且问题还不小。殊不知，大方向上掌握不好，就决定了全部科学研究成果的巧拙高低和优差成败。

歌德说过：“我们见到的只是我们知道的”；爱因斯坦说：“你能不能观察眼前的现象决定于你运用什么样的理论。理论决定着你到底能够观察到什么”波普说：“观察渗透着理论”。我也认为，一个理论一个观测世界，新的科学观展现的必然是新的天地。科学观的更新决定数据、解释和结论的更新。源头创新的关键在于科学观的创新！我们要紧紧地抓住这个要害。科学观更新的大前提是必须清除旧有理论、结论、方法的障碍。先人之见、成见、陈规旧习等思维定势往往会捉弄我们。

德国著名军事理论家克劳塞维茨提出过“铸剑工艺”和“击剑技巧”间的关系。铸剑工艺当然重要，但还得人会使。科学工作者不应成为数据、信息、仪器、设备的附庸，而应当是它们的主人。

科学观的改变，有个妙处——用不着花钱。探照灯还是那个探照灯，只要摆摆头，仪器设备还是那些仪器设备，保证能做出别人意想不到的新结果。依我拙见，科研上不上得去，经费和实验室并非致命条件，更何况这么多年条件已大大改善。科学观上的保守、陈旧和固执才最要命！拥有现代化的手段然而缺乏创造性的头脑是不可取的。从这些年来的数以百计的项目完成情况看

真正高水平的有多少？自然科学许多学部为什么多年没有国家级自然科学奖一等奖？假定用 50 个亿支持 100 个平庸项目，还不如 5 个亿支持一批被一些单科学术权威们视为异端的“不见经传”、“不伦不类”、“旁门左道”甚至“离经叛道”的“怪异”项目有可能做出重大突破。没什么可怕的，翻不了天！下决心破常规，肯定不久就会有新局面。

今后的科学将如何发展？现发表意见于下。

1. 首先是拆墙

稍加留意 当会发现 我们国人有一种特别喜爱之物——墙。

且看，无论是城市还是乡村，不管是北方还是南方，家家户户都有墙。每个院落有墙，每个单位、部门有墙；即使在每家内部各房间也有很多墙隔开。

有形的墙多，无形的墙就更多。在学术领域中就是众墙林立。前已述及一个大的学术门类可以分出众多分支学科；每个学科内又分出众多专业；每个专业内部又分出众多专门化；每个专门化又分出众多专题……超分越细、越多。奇怪的是越分还越想分，分得越有兴味，不认为有何不妥。

就说科学研究内部，也有很多这方面的表现，如下：

(1) 每个学科、专业都有自己的专业定义。不少人还很热衷于定义的严格，认为这种定义越截然、越确切越好。有的新学科分支刚刚分出来，首先就在给它下个什么定义上争论不休。人们不知不觉地总爱筑墙；

(2) 在科研成果（论文、书著）中作者们都会强调自己的论点和发现是怎样地与人不同，借以显示其价值。但有的结论明明是同一事物规律只不过是用了另外一套名词术语描述；另外，学术上的“门户之见”实质就是单科之见；

(3) 在众学科、专业之间壁垒森严、沟壑纵横。彼此所使用的概念、语言即使可以通用也互不借用，互不相同，满足于圈

领地，自成体系。多年来彼此从不来往，也不想来往，更无法来往，彼此没有共同语言，连来往的兴趣和愿望也没有。在自己的墙内我不出去，你更不要进来。如真的有人闯进来，没准会遭到侧目、贬讥；我们的科学论评总是兴不起来，你别触犯我，我也不触犯你，讨论问题的风气很差。平日习惯参加的是专业会议，近亲繁殖，了无生气。更可虑的是在学术界背后还存在着许多思想障碍。例如，中国的情况还没研究好，还谈论什么全球问题？自己专业里还有很多问题没有搞清楚，还搞什么跨科研究？诸如此类的无形之墙严重地阻碍交流和繁荣。

有鉴于斯，早在 20 年前我就呼吁——拆墙！

拆墙是指拆无形之墙，概念之墙。本人多年主张无界论：无物界，无事界，无业界，使其边界弥漫，改画圆为月为烘云托月，破界而出，破界而入。在科学分科探深的同时更加自觉地侧重跨科、跨域、超界、越顶的集成性、整体性规律探索（这是东方思维的强项），铸造一批合学、通学，天——地——生——人——智的大交叉。试问类似当代的很多大难题，诸如能源危机、环境、众多重大天灾预测和成因、人工控制气候、自然——社会——自然的高效能流、物流循环、人群健康和卫生安全、消除疾病、贫困、思维机制等究竟属于过去的哪个分支学科、专业？不言而喻，恐怕哪类单学科研究都无法单独胜任。从单科的视角来考察整体的定势不可能达到高明的认知。今后要大力减少劳动密集型和低附加值的科研成果。要对当前的立项评审系统、成果验收系统及项目评奖系统来一番认真的检查、曝光和改造。把过去的研究项目成果摆出来搞展览，让社会人士无偏见地评论评论，形成一种规章制度。拆墙破界有可能是我们由多年老是在后面紧跟逐步走向独立自创的一个发端。中国人有条件和能力，让普天下之人为我做嫁衣裳！

居高临下观深视远

遥感地质的兴起不光是向我们展示了一幅幅过去从来没有见过的精美彩色图幅。另外从中还可得

零金碎玉成堆，
小巧玲珑遍地，
只言片语满堂，
繁星点缀缺月，
披头散发无体，
条目般般少纲！

之所以出现上述的情况，主要问题是每个参项者缺乏必须有的整体思维。不肯破界而出，另外也不欢迎他人破界而入。

我们总是热衷于个论解析。但是个论是无穷无尽的，实质却是重复的。即使所用的方法、技术、测试、实验再现代化，也不过是增加表面现象上的多样性而已。这方面所谓的精细已成了繁琐。

今后要从狭窄科研走向横向科研和集成科研。我们不能满足于表面上队伍多兵种协作的组织形式，更重要的是要上升到学术思想上的统一。“隔行如隔山”这句话不全面。隔山不隔地！时代在呼唤集成（或整体）地球科学的诞生。

怎样才能建立起整体地球科学？怎样把地质科学中几十种分支学科如大地构造——岩石学——矿床学——矿物学——地球物理——地球化学等合成为整体地质学？怎样进一步把地质学、海洋学、气象学、自然灾害学、环境学等合成为整体地球科学？是不是把它们机械地加和在一起就算形成了？这样到头来还是各说各的，搭不上界，挂不上钩。

本人长期为此感到困惑。我们要的是有机的整体。然而怎样才能达到这一目的？别说地球科学整体化不起来，就是地质科学现在也整体化不起来。现在的各分支学科彼此间都是平起平坐，谁能统领谁？让大地构造来统领岩石、矿床、矿物、地球物理、地球化学，应当说是最现实的一条路子。现在中外正有一大批研究者从事这一研究。可是大地构造现在研究的多是具体的××造

山带、××裂谷、××俯冲带、××地体、××板块，……它们离整体地球科学尚远。另外它也不大接触深部地幔地质学问题。从现在中外有关地球动力学的研究上看，还存在一个科学观上根本性的束缚，这就是“固体地球观”占统治地位。其中最有代表性的是 90 年代初由美国国家研究委员会集中了 150 多名科学家编撰的《固体地球科学与社会》（中国地质矿产信息研究院，1993 年译和印）。在此白皮书中有以下主要内容：

“研究一系列过程的一种新方法已经形成，这种方法就是把地球看作一个完整的动力系统，而不是各部分彼此孤立的一种集合体”。这是近代科学很重要的一个原则，但是从其中后来的章节论述中却看到并未摆脱掉牢固的传统固体地球观的窠臼。在众多亟待研究的问题中他们比较、归纳出五大重点研究领域：全球古环境和生物演化；全球地球化学和生物化学循环；地球内部及地球表面的流体；地壳（洋、陆）动力学；地核地幔动力学。上述每一个重大问题都列出明细表加以说明。在仔细地读完这一材料之后，我感到很不满足，其中有以下重大环节的疏漏：

（1）完全忽视地幔流体的重大地球动力学因素。虽然也提出要研究“地球内部流体”，但到底何指？却不见明确答案。奇怪的是在“地球内部和地球表面流体”一栏中只提出：汇水盆地分析；②矿物——水界面的地球化学；孔隙流体和活动构造；岩浆的产生和运移。其中第一项只限于沉积盆地，第二项是水岩反应，第三项是沉积物成岩反应，第四项是老问题——岩浆成因。这都是旧论题。它们产出的部位都很浅，只是地壳流体活动范围，谈不上地球动力学流体问题。

（2）根本忽视地壳低速高导及上地幔软流体的大量近代地球物理测量成果。没有注意地球动力学的成因在于地幔流体的渗入、交代、富化、熔融等溃变机制。

1987

HACONS H— A—
Na、K); C— D— N S—

H—HACONS);
A—HACONS
O—HACONS

1 %

km³

A.

12

⑥

⑦

⑧

⑨

⑩

⑪

⑫

2

体出现了强度、密度、粘度、温度、波速、电导、磁性、蠕变、硬度、熔融各方面的变异（我现在把它们统统看作是地壳、地幔的溃变）。大地构造的运动形式虽然在地球的浅部表现为岩块、岩片的形变、位移、熔融、活化、岩浆侵入、火山喷发，以力、热因素为最显著、突出，但再深的主控因素则是溃变运动。而溃变正是幔汁从更大的深度向上渗入、交代、富化、流变、蚀变、甚至是致熔造成的。幔汁向外辐射是在地球内部巨大的压力差、温度差、密度差、粘度差下自发的反重力喷流。幔壳溃变和幔汁上涌的不断补充，必然会使溃变体积向上向侧扩大，岩石圈由此大大减薄，导致断开（深大断裂，裂隙、拆离伸展构造、堑垒群、裂谷和盆地形成）。由于溃变穹隆顶界面出现斜坡，只要有 $1/1000$ 坡度（上隆 1km 可以影响 1000km ），上覆岩块必然发生重力滑移。这个地下隐伏的斜坡滑动面是引发地体、陆块水平移动最重要的原因，应给予高度重视。溃变会使岩石降低熔点，或者使岩石强度降低（能低 $1/2$ 或更多）有效粘度降低（指数由 22 降到 16），应变速率大大提高，重力滑移的岩块之下摩擦力几乎接近于零，在重力、地球自转颤动和天体作用力的联合控制下最终导致大陆漂移、海底扩张，岩浆构造活化、大规模多层球面滑脱、拆离、推覆、逆冲等。溃变还会提供变形和让位空间，有利于分割的岩块进行构造位置的调整和重新安排。大陆、板块漂移的前方如遇另外的地块、多岛海，必将发生地体拼接、挤压褶皱、碰撞造山或科伯（Kober）构造，由此大陆而增生和联合。所有这一切事件链的根子和始发点都在于溃变，既有当地深部溃变的构造效应，又有远处溃变传递过来的球面远程构造效应。

B. 幔壳溃变及地球排气支配地球的演化

地球的演化有三大基本内容：地球形成后次生大气圈的出现及演化；水圈（包括海洋、冰川、地表水、地下水体）的形成；地壳的增生。这三大方面的国内外研究状况同样也是相互

隔离按专业分头进行的。成果极为丰硕，但它们彼此之间则相当疏远。现在需要把气圈、水圈和岩石圈集合加以统一考察。这里除了上述幔汁溃变外，还要特别注意地球排气作用。简言之，水圈、大气圈（ $\text{N}-\text{O}-\text{H}-\text{C}$ ）均为地球形成后幔汁（ HACONS ）强烈辐射和向外排气的产物。初期排气强度极为猛烈，随地球历史演进逐渐弱化，至今排气强度已大大减弱，但其能和量之巨大，产生众多油、气、水合气藏和造成地表、海洋、大气中的众多重大自然灾害却是绰绰有余！

地壳的出现和大陆增生的实质是一种硅酸盐岩石阳离子集团原子价歧化作用的产物（杜乐天，1984）。46 亿年前地球通过陨石、宇宙尘吸积作用基本成形之后，地球内部物质在极大的重力、热力影响下零价的液态 Fe 坠入地核中， Fe^{2+} 、 Si^{4+} 、 Al^{3+} 及其他物质向上迁移，形成原始地幔。原始地幔在幔汁向上辐射中，进一步出现歧化，向上分异出 Na^+ 、 K^+ 、 Al^{3+} 、 Si^{4+} ，产生地壳。剩下的是富集 2 价 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 的亏损性上地幔。上地幔一次亏损后还可以下一次在深部幔汁的不断补充下带入众多不相容元素产生再富化（异常地幔），然后再向地壳排放和提供 Na^+ 、 K^+ 、 Al^{3+} 、 Si^{4+} ，使大陆增生、加厚，上地幔因而产生再亏损。每一次大地构造岩浆运动都是一次上地幔的先富化后亏损和地壳的加厚扩大过程。地壳实乃地幔的亏损部分向上搬家。基本上是：原始地幔 = 地壳 + 上地幔。换言之，上地幔加地壳在量上大体不变，即二者物质基本守恒（杜乐天，1990）（此处地壳指岩石圈、水圈、大气圈总和。轻质气体逃逸太空及地球形成后的陨落可忽略不计）。幔汁实为地球内部导致物质分异最重要的一种价歧化剂。两个 2 等于 1+3（歧化），此中的 1 即地球和地幔中的碱金属（主要是 Na 、 K ）和碱交代作用。碱交代作用（可以通过岩浆作用，也可以不通过）总会排放 Al^{3+} 、 Si^{4+} ，后者随幔汁中的 Na^+ 、 K^+ 向地壳迁移，由此产生地壳增生和演

化；幔汁中气体成分上升到地表后则形成大气圈、水圈。众多地球化学研究告知，地幔流体不可能只是气体成分，同时必定有 Na、K。没有 Na、K，不可能有 Si、Al 的向上迁移，因而无法形成地壳。Na、K 在地球的化学演化中的重大作用是不宜忽视的。没有 Na、K，无从谈起岩浆作用、热液作用和碱交代作用。

幔汁辐射、喷流是由地球排气作用和幔壳溃变作用两大机制组成的。大地构造的多期性或者旋回性，盖因幔汁于溃变体中的积聚（相对宁静期）和自溃变体向上的大规模强烈排放（动荡期）的交替。地台活化的本质也在于幔汁活动的加强。如没有幔汁的继续向上辐射，溃变运动一旦停歇，该地块就变得稳定（克拉通化）。现已熟知，凡地盾、克拉通等之所以稳定，盖因其深部的软流溃变体很不发育，埋藏萎缩很深。一旦幔汁再次向上涌入，溃变体又将向上升隆扩张，地台或克拉通再次发生活化。

在此顺便提及，洋底无阳光生物群落、内生生物圈及生命的起源等问题和幔汁上涌间的关系也很值得注意（不赘述）。

C. 金属、非金属矿产、黑色页岩、油页岩、煤、盐、膏、碱、硝、石油、天然气（包括陆上、海底水合气）实际上是统一成因

金属、非金属矿产除由岩浆生成的一部分外，主要由陆上和海底沿深大断裂热液作用形成。热液是幔汁上涌到地壳高渗透性部位（陆上如断裂带、岩体接触带、不整合面；海底为大洋中脊，转换断层……）的降温降压转化产物。简言之，热液的前身不是岩浆而是幔汁。岩浆也是幔汁和上升路过途岩的反应熔化产物。幔汁中的成分基本上是两大集团，一部分是强碱金属族（Na、K 等），通过地幔地壳的碱交代作用以萃取矿质成为矿源和导致熔融产生岩浆或蚀变；另一部分则是挥发份矿化剂（如 C—O—S—F—Cl—Br—I—N—B—P 等），携带、迁移矿质到减压降温浅处成矿。上述两大集团正好分居于化学周期表的两边，

中间两价的碱土族元素及过渡族元素群，一边被碱金属另一边被挥发份所夹持络合迁移。此可称之为夹载律（杜乐天，1984）。

油和天然气主要是烃类或 C—H 化合物，幔汁中的成分都有它们，而且已被各地区地幔岩捕虏体气液包裹体中的拉曼分析结果所证实。石油的形成，据我浅见实为地层中的有机质被幔汁（ CH_4 及 H_2 ）加氢后的反应产物。如没有氢化，只是有机 C 而缺 H_2 是很难大规模形成石油的。这一认识已由最近我国煤在天然气（ CH_4 ）加氢反应中生油的工业化生产过程证实。另外，世界各地的石油中发现巨量的 Ni、V、Re、Ga、Mo、Pb、Zn、Au、Se、Fe、Mn、Cu、Co 等高度富集，其实都是热液作用形成的。国内外有些油灰中的 Ni 可以高达 7%~14%，是很富的镍矿石。另外，中外有的石油中有工业品位的金，某些石油可视为金矿或其他元素矿。

煤主要产于陆内裂谷和近海平原边缘裂谷之中。裂谷正是幔汁大规模上涌的高渗透破裂带，向上排放大量促进植物繁茂生长的营养物质如 N、P、K。

众所周知，许多产油盆地中总有伴生的盐（ NaCl ， KCl ）、碱（ Na_2CO_3 ， NaHCO_3 ）、硝（ NaNO_3 ）和膏（ CaSO_4 ）矿产。我认为它们恰好是富碱幔汁喷流到盆地中的直接、间接产物。盐层不仅是油气屏蔽，而且本身也含大量天然气（ CH_4 等），能成为气源岩；另外油田水总是高盐卤水，这也正是幔汁成分。另外，本人认为把油气、煤气的名词连用习惯也很值得重新推敲。气不仅仅从油、煤而来，气比油、煤的存在量、分布规模大得无法比拟，可以向深处 2900km 到外地核。地核是巨大的氢库！地幔是巨大的碳库！生物碳分布极为表层，在量上比内生碳小得无法比拟。

陆上及海底水合天然气广泛分布，为量极大，此乃幔汁 CH_4 流沿深断裂上渗到陆上永久冻土带、深湖和海底的一种转化形

式。最近国际上研究已证实 CH_4 来自深部热解；海底生物成因是很次要的。

D. 重大自然灾害归根结底也是地球排气造成的

首先说地震。据本人的近期初步研究，地震乃是在区域应力施加的前提下，通过高压下幔汁中氢流的氢脆和氢、氦的气劈、气胀致裂机制造成应变闭锁区岩石微裂隙雪崩式发育降低岩石强度引发的（杜乐天、强祖基，1999）。地幔捕虏岩中有详细的记录。

大区域干旱、沙漠化及沙尘暴是地球强烈排气的产物。排气首先是使地下和地面大气升温造成干旱、缺雨、酷热以及岩石快速风化崩解和土质疏松。只靠太阳光是不够的。本人通过多年的卫星热红外图像观测发现，太阳辐射热在一个地区一个月内大体是基本不变的，而地球排气的大气增温效应则可以有几度到 16 以上的额外附加（视排气强度而定）。大气温度的异常升高主要取决于这部分附加值。气象上所谓的副高和暖高压脊，实际上是地球排气引起的大气增温。值得强调，世界上许多油气田都产于构造盆地发育沙漠的部位。油气区内部恰恰是地震很少而且级别又低的地区；油气田区大规模开发后地震明显减少。油气区的向上排气很可能是沙漠形成的重要原因之一。这都是很值得注意的问题。

我国多年的北热南凉、北旱南涝的气候怪异往往造成大灾大难。本人在研究后认为我国南凉涝和北热旱存在着一种翘板现象而且主要决定于北方（三北）的旱象。如果北方地球排气强烈，造成几百万 km^2 的广大地区大气增温，必然会由于蒸发量过大，气温又高难以降雨而干旱。由于形成大面积气热区，就会阻挡和耗散从西部和南部来的四大云流：地中海、阿拉伯海西来云流；孟加拉湾北上云流；南海北上云流；西南太平洋西北上云流。上述热阻挡又往往以长江裂谷为界，使得南方富水云团

不能北上而集中于江南大雨、特大暴雨成灾。一旦北方地球排气及生热强度减弱降低（北方必然因此变得凉爽）南方及西方诸路云团不再消散于西北和阻挡于江南，云团继续流向东部和过江北上，则云水大量分配给淮河流域以至再北到北方降雨。近二十多年的北热旱南洪涝以及 2003 年夏的淮河流域大水原因在此。这方面已有近年 7000 多张卫星热红外每小时图像观察结果为依据。本人总的称此为气热区阻耗，正是这一规律决定了我国夏天南北大气候的基本格局。

森林草原大火在世界各地年年肆虐。据本人研究，这是地球排气（ H_2 、 CO 、 CH_4 ）致燃结果。天气太热不是失火原因。天热气温高也是地球排气生热的结果；所谓雷击也是排气的电磁效应，地球排气中有大量带电离子及金属微粒。至于人为遗留火种也不会导致在几万、十几万 km^2 林区（往往无人）多处同时起火。值得强调，不久前我们在森林火区腐殖层中实际气体测量，发现 H_2 、 CO 等可燃气体的高浓度异常。这不再是理论推测。

厄尔尼诺是赤道巨型剪切带上的大规模强烈排气使海水升温。

有很多海难空难事故的发生也和海底突发的向上气涌密切相关。三年多前在俄国库尔斯克号潜艇出事报道之日，我即认定这是海底可燃气的突然排放（鱼雷发射演习时火星点燃后而爆炸）所致，不存在水下受到谁的攻击。因为出事之区正是巴伦支海巨型海底天然气分布区。该区众多海底探测早已熟知地壳破碎，储气的溃变低速体上隆已经很浅，泥火山多处爆发。经过近两年的详细检查，他们最近得出结论，证明了我的分析，仍然是鱼雷发射导致爆炸（不过没有提到深部海底排气）。据我研究，纽约航空的多次空难，也和美国东北角一带缅因湾的海底水合甲烷受扰动突然喷发有密切关系，该区早有详细的海底排气坑（Pockmark）分布图件为证

2002 年 7 月俄国纳·列兹尼克撰文报道地球内部至今还在释放大量气体。内容摘录如下：“人们以为，洋底的气体会溶化在水中。其实并非如此。气泡会克服水的阻力，从洋底深处进入大气层。两年前，全俄地质和矿物资源研究所伊·格拉姆贝格院士为首的一组科学家注意到，小地震后对流层中会出现甲烷，而且量很大，每年不少于 2 亿吨。地质学家认为，这是从地球内部经洋底释放出来的气体。这种气体的主要来源之一是热水和洋中脊的水热。水热从地球深处冲出洋底时，其压力会迅速下降，溶化在水热中的甲烷、二氧化碳、氮、氢、氩、硫化氢等气体会形成微小的气泡。它们实在太小，自己不可能浮出水面，是热水流使它们迅速上升到离洋底 200m 至 400m 处的水中，它们逐渐变大并且慢慢上升。计算表明，这些直径在 0.1mm 至 1mm 的气泡以每秒 5cm 至 16cm 的速度上升，7 至 22 小时可以上升 4km。气泡不仅从洋中脊也从深水盆地上升。这里有一个矛盾：水中的气体含量很小，其中的甲烷应当完全溶化在水中并消失。但是，实际上却并非如此。研究表明，这些气泡非常坚固。这是因为气泡表面积聚了海水中富含的表面活性物质。正是这些表面活性物质，使气泡中的气体不能与海水接触。由于这些活性物质不是平均地分布在气泡表面，有的气泡会慢慢地下降，就像被扎了孔的球在水中下沉一样。气泡中的气体往往被保护得很好，气泡仿佛变成了硬的物质，最终浮到水面。这些气泡不仅把气体带到水面，也把汞、镉、铅和铜带到水面。研究证明，这些气泡是垂直上升的。”

过去多年来，地质学无法与气象学、海洋学及天灾挂钩，好像相互无关。实际上，如果一旦发现强大的地球排气作用，地球内部至少还有比现在大气圈多几百倍的四个层次的充气圈，地上气象紧密地受地下排气的控制，那么这些分支学科就会联合起来上下共同研究。地质科学不只是研究地质灾害如滑坡、泥石流、

地震，而且可以在很多自然灾害的成因、预测、防灾、减灾上发挥重大作用。地球不纯粹是固体岩石，里边还有这么多的气体，而且影响又如此巨大，这不正好是一个研究新领域、新方向吗？另外，近代地球化学地气深穿透找矿的成功也是地球深部排气的有力证明和实践运用。

如果众多重大灾害的真正肇因确实是各种方式的地球排气造成，那么我们就有了人工减灾、防灾的巨大可能。今后可建立全国卫星—航测——地面（海面）—地下高精度立体动态地球排气监测，圈出不同强度的中、小尺度排气增温区，和气象、海洋、地震、环境等专业相结合，借有计划的实施国土深钻（10km, 20km, 30km 深）给地球放气，就有办法人为控制气候，大大改善环境，消减灾害程度。

总之，地球排气实为众多自然灾害之祸源。有计划地人工加以放气 使地下高压气体集中于几个深孔向上放气 消除或减弱该地区大面积的普遍排气升温，有可能达到人为控制大气气温进而调节气候来防灾、减灾。地球内部的中地壳充气圈、上地幔充气圈和外地核气圈是彼此有断裂或微孔隙相互沟通的。只要有一个孔打到浅层次中地壳充气圈 形成一个压力差 那么地下各充气圈的高压气体就会自动向此孔汇集而自喷。一个见气孔有可能影响周围几百 km^2 气体流向。在此问题上也许有人纳闷，是否得把地下所有的气放光才能减灾，弄不好会人为增加大气污染。这种担心是不必要的 因为：①为了减灾防灾只要放出超过临界值的那一小部分气体即可。使地下气体的积聚老是控制在临界值以下，灾害就不可能发生。人工打钻放出的气是集中利用的（发电、提供居民、工业用燃气、化学工业等）不会为害。

综上所述，幔汁辐射或喷流一说不仅能够较和谐地统一解释大地构造、地球演化、岩石和矿产形成而且还能解释过去从来不沾边的气象、海洋、地震、旱、涝、森林大火、某些海难、空难

等自然灾害成因，并把所有这些自然过程串连成为一个整体地球科学雏型（现在还只是很粗略的框架），见图 18。在此理论上通过高新科技的深钻给地球放气以减灾、改善环境和开发我十年前就提出过的中地壳充气圈巨大天然气能源（现在人类开发的只是上地壳煤、油、气能源），给社会带来巨大的经济效益。相信今后地质科学也会像生物学那样以自己的新开拓来震动整个人类社会！

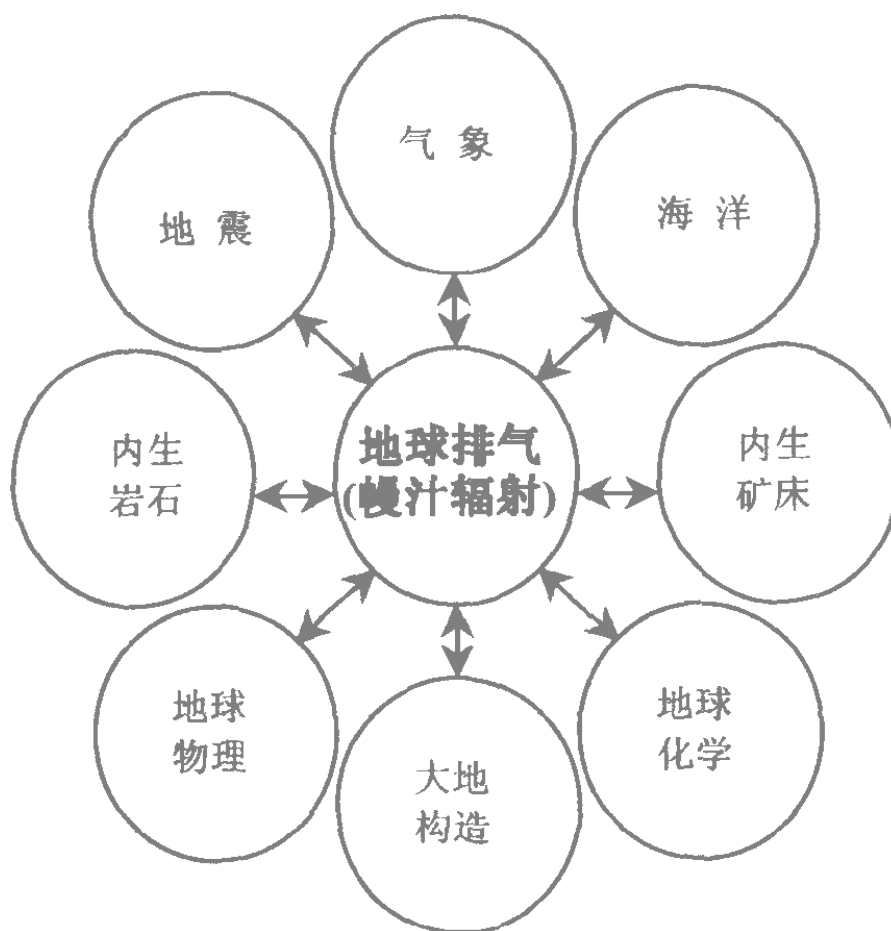


图 18 整体地球科学体系框架

在此顺便提及，对上述所论我曾著文投到某一学术刊物，被个别评审者判定水平为“中”而退稿，认为慢汁只不过是一个名词问题而已。然而内容类似的另一篇拙文却被中国科学院组织的各大学部《21 世纪 100 个交叉科学难题》论文集选中，题目是：

“ 幔汁辐射—— 地球动力学内因 ” (2003 年秋出版)

理论上一旦有所突破，往往会发现众多新问题有待精细深化。科学永不会终结。理论创新意义之大，使人不由得想起李四光先生的创见。李四光早期的大地构造分析为以后我国陆上和海下一个接一个油气盆地的发现和开发奠定了扎实的理论基础。他在自己的《天文、地质、古生物》一书的“地壳构造与地壳运动”一章“新华夏构造体系”一节中做了极为精彩的分析。我认为在这里再抄一遍是值得的。

“新华夏构造体系的主体，是由走向北北东的几条隆起褶皱带和沉降带构成的。其中最东的一条隆起褶皱带，就是东亚大陆边缘濒太平洋的强烈褶皱带。……这一隆起带以西，就出现了鄂霍茨海、日本海、东海、南海等沉降带。再往西，又出现了锡霍特山、斜贯朝鲜半岛的紧密褶皱带和中国东南部的武夷山褶皱山脉。再往西去，又出现了一系列走向北东的沉降带，包括黑龙江下游流域、松辽平原、华北平原和江汉平原等构造盆地。这些盆地不一样，分段落的相对的略为向东或向西有些出入，它们之所以各自成为单独的沉积盆地，很显然是强大的东西构造带把它们本来是一条沉降带分隔开了……在这些盆地以西，又有大致和各个盆地延长方向一致的褶皱山脉出现，在我国境内，最北的一条是大兴安岭，其次是太行山脉，最南的是贵州东部褶皱地带。在这条褶皱隆起带以西，还有三个盆地，一个是呼伦贝尔—巴音和硕盆地；再一个就是陕甘宁盆地；最南的一个是四川盆地。这三个盆地，是由阴山纬向构造带和秦岭纬向构造带隔开而形成的，如果把它们联系起来看，很清楚，它们都是走向北北东——南南西的一条沉积构造盆地。……这些隆起和拗陷构造带，大体上都是在中生代末期开始出现，而且直到第三纪末期，甚至局部地区现在还有所活动。……上面提出的一些问题，在大陆近海，譬如说黄海、东海海域石油和天然气的勘探工作中，是具有头等重要意义

的”。偌大的东部半个中国，面积大约五百万平方公里。打开地质图可以看出在这一地区有简直数不清的各类地质信息，但李老区区数百字就把主要的区域地质格架分析得一清二楚。更值得惊叹的是他在文中提到的几乎每一个沉降盆地中现在都打出了石油和天然气田。今后还会发现更多。这给国家带来多大的财富！！李老此文何止一字千金！理论思维对社会有多么巨大的价值！

底下再让我们举一个整体论和串纲论导致生物学重大革命的近代事例。在《科学时报》（2003 年 4 月 14 日）上，中国工程院院士李载平对此有一段精彩分析：“应该说统一的生物学概念首先缘起于达尔文的进化论，他由解剖学的分析发现了生物界的统一性。但是这个统一性得到的承认曾经是很有限的，受到了很大的挑战和怀疑。人们问：动物和植物间有什么统一性，人和细菌之间有什么统一性。由 DNA 双螺旋结构模型衍生的‘中心法则’解决了这个问题。无论动物、植物、微生物，遗传物质都是 DNA，而且遗传信息流的传递都服从‘中心法则’。不仅如此，tRNA 翻译器与遗传密码的研究显示，在生物界大家都使用共同的通用密码，它是生物界到处通用的语言。因此，在进化上，人、植物和细菌也都是亲戚。统一的生物学从此得到了广泛的承认。”

总之，综上所述，整体论和串纲论已经成了新时代的主要发展方向。它要求我们大家都要重新学习，扩宽视野，在科学观上进行转变，重新认识世界，居高临下审视自然。这并不是说分解型思维和纵深精细剖析不再需要。今后它们仍然是发现自然秘奥的利器。今后在整体论和串纲论下更需要对许多新方向、新问题进行精深的分解研究。仪器还是那些仪器，方法也都要采用，许多分析、测试、测量、实验均不可少。不会也不应当回到上古的笼统概念上的思辩而是更深刻的揭示自然奥秘，解决国计民生的诸多难题。

二、观察

观察是“找”的重要手段。在五官中以眼的“看”最重要最常用。如何能使我们练出一付“火眼金睛”，像孙悟空那样不为任何表面现象所迷惑洞察一切，这的确要求具有高超的眼力。不能不承认人们在观察事物的能力上差别是很大的。有的人眼睛特别“尖”，一下子就能看到事物而且看出破绽；有的人却不会看，不会找东西。本人就属于不会找东西的人。写《搜索学》这类的书放在我身上有些不大合适。为了克服不会找的缺点，我长期自我检查，到底缺点何在？看看别人怎么有会找的高明。虽然不会找，但却用心观察和内省，更加注意如何向别人学习。数十年的留意，本人这一弱势反而倒帮了不少忙。这使我发现了许多别人不大注意（“找”的能力强的人反而不注意总结这一优点）的主要机妙。特别是当长大进入科学研究领域，这个“粗心”不会“找”的毛病必须得最大限度的去掉，否则谈何科学研究和发现？会“找”（即观察）是第一大关。“找”不仅要把表面的找出来，还得把那隐深的也找出来。

在观察上人们存在着一系列误解。这是一个专门的大学问，在本书中无法详细阐述。现就以下几个问题说一下粗浅的体验。

（1）一般人们总爱讲“眼见为实”还振振有词地说：“这都是我亲眼所见，那还有错？！”等等。我认为还是小心一点为好，别这么太肯定。有些情况的确“眼见为实”，否则都不实，岂不都成了睁眼瞎？但另外有很多情况表明“不为实”，特别是在自己不熟悉、不了解或突如其来的事件上，观察上的失误和错觉是相当严重的。人的视觉只是光谱中有限的波长段，低于和高于可视谱的，眼睛再尖的人也看不见什么。另外，事物的大小和远近也是个问题。人的眼睛视角就那么近，太小的东西有眼也看不

见。“非典”为什么这么厉害、难治？它没有什么本事，就靠小，才弄得我们如此紧张。物体太大也照样看不见。谁能看见地球？远近的问题和大小有关，一远就小，一近就大。另外，人们的观察只能看到表面。里面是看不见的，人的眼睛比 X 光机差远了。事情复杂的是物体内外结构、性质不一样，是典型的里表不一。在此情况下，由及表里就相当费事。地球就是这样，向地下每深 100m 就不一样。这构成了地质学丰富的研究内容。在这种垂深方向不均匀的同时，横向上地球也不均匀。美国地质代表不了苏联地质，各有特色；同样，苏美地质也代表不了中国地质，后者又有不同于上两地区的特点，等等之类。

(2) 人们即使看见了，也不见得是真实的。魔术和戏法就是证明。这表明人的视觉有很多很多空子可钻，加以“欺骗”。自然界使我们上当的例子比人工魔术的例子更多，也复杂得多。大自然总是向人类不断地变戏法，气象变幻，地震恐怖，洪水灭顶……戏弄我们，残害我们。每个人总有错觉。过去心理学家做了一个实验：40 个经过挑选具有敏锐观察能力的人开会。突然一人闯入，随后一人持枪追进，二人搏斗，开枪，二人又跑出，前后共 20 秒钟。整个过程用摄影机拍照下来为标准。然后让 40 名目击者详细写出自己当时的观察结果，填表。结果表明，绝大多数人都不全对：错误率在 50% 以上者 13 人，40% 以上者 12 人，20%~24% 者 14 人。其中有些记录纯粹是主观想象的虚假情节。

(3) 大哲学家黑格尔在观察上说过以下一段话：“假如一个人能看出显而易见之异，譬如能区别一支笔与一头骆驼，则我们不会说这人有什么了不起的聪明。同样，一个人能比较两个近似的東西，如橡树和槐树或寺院与教堂而知其相似，我们也不能说他有很高的比较能力。我们所要求的，是要看出异中之同或同中之异。”

下面讲一下本人自己的观察实例。在电影、话剧、小品、相

声中这几十年来不知有多少个演员面孔。往往隔很多年，某一个演员在不同节目里扮演不同的角色，本人一眼即可确定是谁，没有一次失误——尽管他的化装和角色有很大变化。而别人却总说不是谁，往往有争执。

(4) 观察难道只是动眼睛吗？——不然！只有动脑子下的动眼睛才能做到洞察。伟大的英国原子物理学泰斗卢瑟福（1911）在云雾室 1 万个粒子中发现有一个粒子被弹回，从此发现了原子核。这在科学史中有数不清的生动实例。在本书中前已述及，歌德说：“我们见到的只是我们知道的。”当然 我们不知道的恐怕也看不见，或者视而不见；或者熟视无睹；或者疏忽放过。爱因斯坦说：“你能不能观察眼前的现象决定于运用什么样的理论。理论决定着你到底能观察到什么。”库恩说：“范式的改变会引起知觉的转移。”

可以把观察形象地比喻为探照灯或手电筒，在搜索对象时总是要不停地左右来回地照才行。这是每个人都有的经验。但我认为这当中隐含着观察事物深刻的哲理。探照灯、电筒照到哪里哪里亮，不照的地方就黑。上述范式的改变也好，理论的更换也好，实质上是探照灯、手电筒摆向何方何方亮的问题。只有来回扫描，方才有可能找到目标。

(5) 科学研究大师在观察上也免不了有错误。现举几个实例于下。

1774 年化学家普利斯特列在加热氧化汞的实验中，发现出现一种气体可以燃烧。他误当成空气的一种，其实是新的气体——氧。这种观察看来只对了一半。两个月以后拉瓦锡重新做这个实验，经过深入的动脑子分析、推理后发现这是氧。后者的确存在于空气之中，但空气中主要是氮。

物理学家约里奥·居里，用 α 轰击 Be 时发现有一种很强的射线。观察又是对了一部分，但却想当然地当作 γ 射线。后来查德

威克又研究，发现不是 γ 射线而是一种新的粒子——中子。发现晚的反而获得了诺贝尔奖。

化学家李比希从海藻里提取碘时，发现有一种强烈刺鼻的褐色液体，认为是氯化碘。几年后巴拉德重新实验，认为这是一种新元素——溴。这使李比希后悔莫及，一个重大的发现擦肩而过。在科学史上等等遗憾之事甚多。

(6) 观察上的狐虎现象。

俗话说“一叶障目而不识泰山”，人们的观察习惯总是近距离者看得清，印象就深；远的看不清，印象就浅。不知不觉就会主观上有种偏见，在重要性的判别上总是重近轻远。仔细思之，这是个很大的问题，这种错觉比格式塔直观的两可，更易使人失误。本人把重近轻远形象地称之为观察上的狐虎现象，这是从“狐假虎威”成语移植过来的。《战国策·楚策一》：“虎求百兽而食之，得狐。狐曰：‘子无敢食我也。天帝使我长百兽，今子食我，是逆天地命也。子以我为不信，吾为子先行，子随我后。观百兽见我而敢不走乎！’虎以为然，故遂与之行。兽见之皆走，虎不知兽畏己而走也，以为畏狐也。”这段故事说明百兽好像怕走在前的狐，其实真正怕的是后面的虎。在研究地球中我深深感到几乎在各种重大理论问题上都存在这种狐虎现象，现举几例：

a. 岩浆分异热液成矿论，统治了中外学术界近一个世纪，至今还是主流理论。只要一提热液，就叫岩浆热液，不加论证就认为凡是热液就肯定是来自岩浆的分异。实际上这是一个很大的理论错觉。另外，只要是内生岩就无例外地归之为岩浆岩，实际上很多岩石变质温度没有高到岩浆阶段，只是高温交代产物。我研究发现，无论是交代岩还是岩浆岩都是后面的幔汁和岩石反应的产物。

b. 一有碳，就说是生物成因，把生物成矿夸大到牵强附会的程度。黑色页岩是生物成因，石油天然气也是生物成因，磷

(1)

(2)

(3)

(4)

T. Gold

(1)

(2)

(3)

1948

(4)

口头高喊创新容易，但做起来——难！此中面临的必然是旧习、陈规、地位、威信、尊严、利益上的尖锐冲突！商鞅车裂，王安石罢相，六君子被斩，布鲁诺火刑，伽里略囚禁，拉马克致瞎，魏格纳围剿……此等极端的史实令人深思。俱往矣！但愿今朝不再。道路虽然艰险，然而仍有人敢于赴汤蹈火。真的像林则徐说的“苟利国家生死以，岂因祸福趋避之”。科学探索，扩而大之，追求真理，总会比从事一般事业付出更大的代价，甚至有牺牲。不披荆斩棘，不会有路！出新必须碰旧。凡开路者、成功者，不少人身上恐怕都有伤痕。顺大流者最安全，惟无惧者方能闯关建树！

四、科学发展的新形式

今后我国的自然科学如何发展？现有一些初步的不成熟的设想提出如下：

(1) 近些年繁荣的是技术；科学则相当缓慢。十几年了国家投入了数百亿元研究经费，反映国家最高科学发展水平的国家级自然科学奖一等奖，许多学部评不出来。现在的五大学部（即数学物理、化学、生物、地学、技术科学各学部）的划分已经沿袭多年，早已陈旧，不符合今后社会发展的新要求。试问，现在的重大社会难题诸如水、大气、土、粮食、人口、环境、资源、灾害、能源、气候、卫生等危机是哪个上述学部所能独立担当和研究的？迟早应考虑撤销现在的科学院把它合并到工程院中去，成立统一的国家工程院，把科学、技术置于国家工程之下来发展。自然科学的上述划分是过去二三百年的经院式、作坊式研究方式下的产物。今后是大科学的发展时代。自然科学的社会性越来越强；自然科学与社会科学越来越不可分。

(2) 组织上的重组对概念上的转变是重要的推进，有助于自

然科学出现生机和空前创新。现在只在机构合并、加大经费、人才问题上计划来计划去，恐怕难以保证科学大创新时代的及早到来。

(3) 下决心彻底整顿现在的科学研究上的立项评审系统、科研成果验收系统和成果评奖系统。

(4) 今后对科研成果应搞展览和开展公开的社会评议（就像文学评论一样），加强对科学家承担科研项目的监督（此中问题不少）。科学家也要讲纪律，选题上个人兴趣至上应受到约束。用少数的成功事例报道来掩饰多数项目的平庸不是实事求是的精神。现在的课题设置项目指南不够有力，太一般化，因循守旧，不敢提出新问题。

(5) 由分解性思维研究方式向整体性跨科性思维研究方式过渡，来顺应先进文化的发展潮流。现在的科学都是分科之学，已经分得太细太窄，积重难返，严重地削弱了认识能力和创造力。出现了数不尽的大中小科研群体部落，彼此壁垒森严，沟壑纵横，割据成习，互不往来。今后需要新的大一统！

到此本书算是结束。书中所议纯属个人学习心得，见识浅薄，立意是否妥当也拿不准，提出来仅供参考和共同探讨。对其中不当或谬误之处，诚望给予指正。最后请允许再献拙诗于下。

宁静致远

青衫卧云林，
草履踏山川。
蓝空天马奔，
皓首穷自然！
读书开灵悟，
谈笑启机玄。

逢人多请教，
有容心地宽。
日积又月累，
跬步可致远。
藏原在托高，
珠峰方接天！

总之，搜索学主要是培育搜索人才的问题，其中的关键又在于人的智慧和灵悟的勘探开发。关于智慧，今有拙诗《智慧颂》如下。

智慧颂

古刹飞檐指月皓，
经声木鱼吟夜安。
智、慧、悟、觉、净、空、戒
紫气袅绕圣殿前。
祥云灵瑞何问昔？
般若皆出眉宇间！

注：相传，老子西出函谷关，令尹喜见紫气东来，请留千古智慧经典《道德经》。般若 佛语即智慧。

燧 火

凡从众之议定博当世之赞，
苟违流之作必遭同代之贬。
然世赞之后销声云烟，
惟击打之石火花祛暗！

参 考 文 献

- 1 朱训 . 找矿哲学概论 . 北京 : 地质出版社 , 1992
- 2 王子贤主编地学与哲学 (1983 年第一届全国地学哲学讲座会文集) . 北京 : 中国文史出版社 , 1998
- 3 余谋昌 , 王子贤主编 . 地学与智慧 (第二届全国地学哲学学术讨论会文集) . 北京 : 地质出版社 , 1990
- 4 余谋昌 , 王恒礼 , 吕国平主编 . 地学与思维 (第三届全国地学哲学学术讨论会文集) . 北京 : 地质出版社 , 1992
- 5 地学哲学委员会编 . 地学与社会 (第四届全国地学哲学学术讨论会文集) . 北京 : 地质出版社 , 1994
- 6 吴凤鸣 , 何贤杰主编 . 地学与发展 (第五届全国地学哲学学术讨论会文集) . 北京 : 地震出版社 , 1996
- 7 吴凤鸣 , 蒋志 , 杜乐天主编 . 地学哲学与可持续发展 (第六届全国地学哲学学术讨论会文集) . 北京 : 中国文史出版社 , 1998
- 8 王子贤主编 . 地学、哲学、发展 (第七届全国地学哲学学术讨论会文集) . 北京 : 地质出版社 , 2000
- 9 王子贤主编 . 新编地学哲学概论北京 : 地震出版社 , 2000
- 10 朱训 , 黄崇轲 , 芮宗瑶 . 德兴斑岩铜矿 . 北京 : 地质出版社 , 1983
- 11 王驹 . 碳硅泥岩型金 (铀) 矿床成矿富集地球化学 . 北京 : 原子能出版社 , 1994
- 12 北京铀矿地质研究所 . 碳硅泥岩型铀矿床文集 . 北京 : 原子能出版社 , 1982
- 13 王恒礼 , 余际从 , 李朝秀等主编 . 创新思维与地球科学前沿 . 北京 : 中国大地出版社 , 2002
- 14 陈毓川主编当代矿产资源勘查评价的理论与方法 . 北京 : 地震出版社 , 1999
- 15 宁芜研究项目编写小组 . 宁芜玢岩铁矿 . 北京 : 地质出版社 , 1978
- 16 陈国达 . 地洼学说 : 活化构造及成矿理论体系概论 . 长沙 : 中南工业大学出版社 , 1996
- 17 李四光 . 天文、地质、古生物 . 北京 : 科学出版社 , 1964
- 18 马杏垣 , 宿俭 . 中国地质历史过程中的裂隙作用 . 现代地壳运动研究 . 北京 : 地震出版社 , 1985
- 19 常印佛 , 刘湘培 , 吴言昌 . 长江中下游铜铁成矿带 . 北京 : 地质出版社 , 1991
- 20 翁文波 . 预测学 . 北京 : 石油工业出版社 . 1996

- 21 袁奎荣主编 . 隐伏花岗岩预测及深部找矿北京 : 科学出版社 , 1990
- 22 谢学锦 . 面向 21 世纪的应用地球化学 . 北京 : 地质出版社 , 2003
- 23 牛树银 , 李红阳 , 孙爱群等 . 幔枝构造理论与找矿实践 . 北京 : 地震出版社 , 2002
- 24 中国石油地质志 (卷 6) 北京 : 石油工业出版社 , 1987
- 25 张景廉 . 论石油的无机成因 . 北京 : 石油工业出版社 , 2001
- 26 余谋昌 . 生态学哲学 . 昆明 : 云南人民出版社 , 1991
- 27 吴凤鸣 . 世界地质学史 . 长春 : 吉林教育出版社 , 1996
- 28 徐道一 . 周易与 21 世纪 . 广州 : 广东教育出版社 , 2000
- 29 蒋志 . 山谷的风和狂暴的雨 . 北京 : 地震出版社 , 1999
- 30 蒋志 . 发现 : 主观和客观的耦合 . 北京 : 地震出版社 , 2001
- 31 庄寿强地质创造学导论 . 徐州 : 中国矿业大学出版社 , 2000
- 32 钱学森主编 . 关于思维科学 . 上海 : 上海人民出版社 , 1986
- 33 庄子 (全) . 天津 : 天津市古籍书店 , 1987
- 34 余培林 . 老子 (生命的大智慧) . 石家庄 : 河北人民出版社 , 1990
- 35 张文穆 . 孙子解故长沙 : 国防大学出版社 , 1987
- 36 罗伯特·容克 . 比一千个太阳还亮 . 何玮译 . 北京 : 中国工业出版社 , 1966
- 37 托马斯·库恩 . 科学革命的结构 . 金吾伦等译 . 北京 : 北京大学出版社 , 2003
- 38 弗·卡普拉 . 冯禹等编译 . 转折点 . 北京 : 中国人民大学出版社 , 1989
- 39 荀春生等译 . 展望 21 世纪 : 汤因比与池田大作对话录 . 北京 : 国际文化出版公司 , 1985
- 40 张立文 . 和合学概论 : 21 世纪文化战略的构想 (上、下) . 北京 : 首都师范大学出版社 , 1996
- 41 约翰·奈斯比 . 亚洲大趋势 . 北京 : 外文出版社 , 1996
- 42 保罗·肯尼迪 . 大国的兴衰 . 王保存等译 . 北京 : 求实出版社 , 1988
- 43 约翰·霍根 . 科学的终结 . 孙雍君等译 . 呼和浩特 : 远方出版社 , 1997
- 44 樊亢主编 . 资本主义兴衰史 . 北京 : 北京出版社 , 1984
- 45 魏鉴勋 . 衰落论 . 沈阳 : 辽宁出版社 , 1994
- 46 唐纳德·怀特 . 美国的兴盛与衰落 . 徐朝友等译 . 南京 : 江苏人民出版社 , 2002
- 47 雅克·巴尔赞 . 从黎明到衰落 (西方文化生活五百年 , 1500 年至今) . 林华译 . 北京 : 世界知识出版社 , 2002
- 48 曹南燕 . 认知学习理论 . 郑州 : 河南教育出版社 , 1991
- 49 李尊玉等编著达尔文 . 沈阳 : 辽海出版社 , 1998

- 李尊玉等编著 . 爱迪生 . 沈阳 : 辽海出版社 , 1998
- 50 柯南道尔 . 神探福尔摩斯岳文楚等译 . 北京 : 中国文联出版公司 , 1995
- 51 阿楠主编 . 侦探趣味推理 . 延边 : 延边大学出版社 , 2000
- 52 杜乐天 . 在铀矿地质研究工作中运用唯物辩证法的一些粗浅体会 , 放射性地质 ,
- 53 1976 (2)
- 杜乐天主编 . 花岗岩铀矿文集 . 北京 : 原子能出版社 , 1982
- 54 杜乐天 . 烃碱流体地球化学原理 : 重论热液作用与岩浆作用 . 北京 : 科学出版
- 55 社 , 1996
- 杜乐天主编 . 地幔流体与软流层 (体) 地球化学 . 北京 : 地质出版社 , 1996
- 56 杜乐天 . 中国热液铀矿成矿基本规律及一般热液成矿学 . 北京 : 原子能出版社 ,
- 57 2001
- 杜乐天 . 创造性思维与作为 : 智慧漫谈 . 广州 : 广东教育出版社 , 2003
- 58 杜乐天 . 智慧兴邦 . 智囊 , 1994 (1)
- 59 杜乐天 . 王驹 . 从固体地球向流体地球观转变 . 自然辩证法研究 , 2003 (10)
- 60 杜乐天 . 自然灾害的可能深部流体肇因 . 地学前缘 , 1996 (4)
- 61

《地学哲学文库》总序

恩格斯在《自然辩证法》这篇光辉著作中指出：“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。”地学哲学就是这种理论思维的重要组成部分。

地学哲学是地球科学哲学的简称。关于地学的哲学思想古已有之，但作为一门新兴学科，则是地球科学与地学实践长期相互渗透、相互影响与有机结合的产物，是在 20 世纪 80 年代逐步形成与发展起来的。

地学哲学研究地球科学理论与实践中的哲学问题。地球科学发展至今，已经形成包括地质科学、地理科学、海洋科学、大气科学与地球系统科学等门类在内的一个庞大的学科群，并已取得了丰硕的研究成果。通过地学哲学研究，对这些成果从哲学高度加以归纳，实现哲学上的升华，不仅有助于丰富与发展人类对自然的认识，有助于提高人类认识自然、改造自然与适应自然的能力，还能给深入开展地球科学研究与地学实践提供科学思想方法的指导。

地学哲学的研究领域涉及诸如地壳、地球运动变化规律、地学各分支学科研究与实践中的哲学思维；国土资源勘查思想方法、探寻矿产成矿规律、发现矿藏的创造性思维和矿藏的发现规律；人与矿产资源、环境、社会的整体性联系，地学与社会、地学与文化、地学与发展等一系列重要问题。

中国的地学哲学研究至少有两个鲜明特点：其一，它自觉地围绕国家经济建设与社会发展这个中心来开展自己的活动；其

二，它自觉而不讳言地宣称马克思主义哲学是自己的研究指南，是自己的世界观与方法论。

地学哲学研究有自己明确的目的、任务。它始终如一地贯彻理论联系实际的方针，为促进实施“三步走”发展战略目标服务，为促进矿产资源勘查开发及其管理服务，为促进地球科学发展服务，为促进马克思主义哲学发展服务，为促进社会主义精神文明建设服务。

地学哲学研究始终不渝地贯彻百家争鸣、百花齐放的方针，注意吸收国内外先进科学成果，注意听取学术研讨中的不同意见。这就使得地学哲学在学术研究不断取得进展的过程中，逐步形成了一支日益壮大的、有实力的研究队伍。

人类社会已迈入新的千年。实现可持续发展正成为时代强音。节约资源、保护环境已形成时代潮流。地学哲学的发展面临着新的机遇与挑战。为适应新形势的需要，近些年来，地学哲学着重围绕可持续发展战略，开展“地球科学与可持续发展”的专题研究，在连续4届学术年会上以此为专题，组织一大批专家学者进行讨论，取得了可喜的成果。

地学哲学委员会成立至今，形成了定期举行学术活动的制度，并在每届全国地学哲学学术年会成果基础上出版一本论文专集，奉献社会。为了“集腋成裘”，现在我们开始以这些方面的研究成果为基础，遴选一批有代表性的论著，以《地学哲学文库》丛书的形式，向社会推荐和介绍地学哲学的研究进展与主要内容，营造精神文明的一片绿荫。

我们预想，《地学哲学文库》丛书应当具有科学性、知识性、前瞻性与实用性。我们热忱地希望，这套丛书能够成为各界人士系统了解地学哲学研究活动及其成果的一个窗口，成为开展地学哲学研究的一个论坛；能够为其工作、学习、研究提供某种启示

与帮助。无疑，建立这样的文库，尚无经验可循，敬请各界人士不吝赐教，帮助我们进行探索，以促进地学哲学的繁荣与发展，在人类社会的文明进步历程中留下坚实的足印。

中国自然辩证法研究会
地学哲学委员会理事长

朱 训