

找矿假设的提出与验证

程家柏¹, 赵元艺²

(1. 天津华北地质勘查局 普查大队, 河北 燕郊 065201; 2. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 00037)

摘 要: 矿床的形成不为人所能见, 由此决定找矿工作必然采取提出找矿假设和对其验证这种形式。文章在分析国内外一些矿床的发现、发展史的基础上, 总结和提炼一些找矿假设的思路和方法, 及其验证时应注意的一些问题。

关键词: 找矿假设; 验证

中图分类号: P624 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2004)02-0122-08

1 找矿假设的提出

假设是科学知识的发展形式。如果不提出假设并对其付诸验证, 便既不能发现新的事实, 也不能发现新的科学规律。鉴于矿床的形成不为人所能见, 所以找矿工作必然是采取提出找矿假设和对其验证这种形式。对找矿工作者极其重要的是: 必须清醒地认识所从事的工作就是永不停息地提出找矿假设和对其付诸验证, 从而发现矿床, 否则难有作为。在目前找矿难度日趋加大的情势下, 研究如何提出找矿假设以发现矿床便越显重要。本文作者在分析国内外一些矿床的发现和发 展史实例的基础上, 试图总结和提炼出一些找矿假设的思路和方法及其验证时应注意的一些问题, 以备面临具体找矿问题时开阔思路。

作为科学假设的找矿假设, 是人们根据地质信息和其相互关系而提出对特定地域或地质体内存在某种矿床或其产出性状的论断, 是地质信息和找矿经验积累到一定程度时通过人脑的逻辑思维得到的推断、总结和预测。

找矿假设可以根据地质和矿床学理论及各种专门的技术和方法而提出, 本文舍此不论, 谨从思想方法以及工作方法的角度探讨找矿假设提出问题。

1.1 根据伴生矿化提出找矿假设

成矿作用形成的多种矿化, 在工作程度较低或矿体显示很小的情况下, 有时颇难准确判定工业或

伴生矿化。此时, 应审慎对待伴生矿化, 细加研究, 大胆对其提出找矿假设, 有时能收奇效, 切忌先入为主造成漏矿。例如有人对前人判为小型黄铁矿床中伴生的铜矿化提出找矿假设而发现浙江西裘中型铜矿。这种思路有时对老矿区也有显效。又如澳大利亚卡姆巴尔达和云南墨江两个老金矿区都曾多次把发现的镍矿视为伴生矿化而置之不理。后来有人对这种伴生镍矿化提出找矿假设就发现了大镍矿。上述实例说明, 对伴生矿化提出找矿假设有时可使找矿无望的矿床(点)(如西裘)起死回生, 或锦上添花, 在老矿区发现新矿床。

1.2 根据新发现的矿化提出找矿假设

有时人们轻视贫、薄、小的矿化。但若想到它们可能是隐伏工业矿体的显示而对其提出找矿假设, 有时能导致重大发现。如秘鲁北部在非矿区的农业区, 仅根据 1 个十分微弱又不明显的地表淋滤铁帽而发现铜矿石储量达 5.75 亿吨的米契基累斑岩铜矿; 又如勘探云南大红山铁矿时对铁矿体下伏岩层中所发现的铜矿化提出找矿假设而发现大型铜矿, 在铜矿露头中见褐铁矿(由菱铁矿氧化而成), 继而提出找菱铁矿的找矿假设, 导致中型菱铁矿的发现, 从而使一矿变三矿; 再如老矿区湖南柿竹园特大型多金属矿的钨矿, 最初发现的是细而难选的白钨矿而停止进一步工作。后来有人从前人岩芯中发现黑钨矿后提出在深部寻找黑钨矿的假设而发现黑钨矿体, 一系列后续地质及选矿工作终于使这个昔日的呆矿变成特大型多金属矿床; 美国在已停采的科罗拉多大型汞矿外围寻找与断层有关的近于直立的

筒状矿体无效之后,转而对一个产状平缓的含汞裂隙提出寻找平缓裂隙中汞矿的假设,结果在距老矿区半英里处发现了由新矿物科尔德罗石构成的新类型大型汞矿床。上述根据新发现的矿化(即使并不起眼)提出找矿假设,实际上就是常说的行之有效的就矿找矿。

有时对新发现的矿化不是简单地提出找矿假设,而是提出新的成矿观点或通过类比后再提出找矿假设。前者如原定铁帽式铁矿的贵州水城观音山铁矿,在旧坑中发现菱铁矿而提出褐铁矿是由菱铁矿氧化而来的新成因观点后,提出寻找菱铁矿的假设而发现新类型铁矿床。后者如山东香泉铅锌矿中的铜矿,是对次火山斑岩体内接触带铅锌矿体底板局部富集而成的硫铁矿体中的铜矿化与斑岩铜矿进行类比,认为地质特征相似,提出找矿假设而发现的。

1.3 根据已有或新的地质假设提出找矿假设

已有或新的地质假设均可作为找矿假设的提出开阔思路 and 提供依据,由此提出找矿假设颇见奇效。

例1. 博茨瓦纳连续6年找金刚石矿床无望,有人想起前人曾提及发现过金刚石并追寻到源头而未见原生金刚石的干河床所在地区,在数百万年前发生过隆起运动。由此推断,该干河床可能是被隆起切断了,真正的源头应在隆起以西的地区,因此提出越过隆起向西继续追索的假设。果然,在隆起以西200 km处发现了号称世界第二的金伯利岩筒。

例2. 西藏塔格架等地热田的地热水含稀碱金属较高并有大量硅华形成。有人根据胶体化学原理,二氧化硅在一定条件下具较强吸附阳离子(碱土金属)的性质,提出该区硅华可能富集稀碱金属形成矿床的假设,经验证发现超大型新类型铯硅华矿床。

例3. 河北迁安铁矿囿于单斜构造的观点致使矿床远景难以扩大。后来有人根据该区官店子矿床地表矿层有内倾转折端,并在相应部位有大片高磁异常等,提出矿床的向斜构造假设,后经深部验证,发现地表2个单独的同斜矿体在深部是相连的。此突破导致对多次勘探过的水厂大型矿床提出三向两背构造的找矿假设,使储量翻番。后来他们又提出了该区各孤立分散的矿床、矿点是位于方向近于平行的两个复式向斜中,构成东西两个矿带的假设,遂把构造格局从局部引伸到全区,从矿床引伸到矿带,把整个迁安矿区的构造认识提到更高的水平,使储量不断扩大。

例4. 邯邢夕卡岩铁矿从发现岩体有覆盖地层的现象,对原上小下大岩基论提出质疑而提出蘑菇

状岩基始,到后来通过深入工作提出塔松状岩体的假设,据此提出沿上隆岩体一侧或周边找矿的假设,使储量猛增数倍。

例5. 云南个旧新山铜矿首先是根据新发现的地质现象打破小捕虏体成矿及个旧矿区只有岩株顶部成矿好的认识,提出岩体存在凹兜矿的假设而发现富厚铜矿。其后又提出新山岩体呈蘑菇状产出,在蘑菇盖下有一环形凹兜的假设,按此思路又发现新的凹兜矿。其后又提出有待验证的多层凹兜的假设。

以上各例找矿新发现说明,在成矿学研究的同时也应研究地质问题,利用地质假设提出找矿假设。以上各例还说明:如果所提找矿假设是科学的,一旦找矿获得证实,也就同时证实了地质假设的正确性,可谓一举两得。

1.4 运用类比(或对比)法提出找矿假设

在科学探索中,科学假设通常是由类比的推动而提出来的。在找矿工作中,类比法也十分常用,无论对新老矿区,甚至历经多年、多次找矿无重要突破的矿区都有可能奏效。本文通过实例说明可通过哪些方面的类比提出找矿假设。

1.4.1 通过总的成矿地质条件的类比提出找矿假设

此法可用于选择靶区。例如墨西哥对卡纳内阿大型铜矿外围(有小矿床、矿点)进行多年找矿无果之后,有人提出该区与北部毗邻的美国重要产铜区亚利桑那州的成矿地质条件类似的找矿假设,而发现比老矿床更大的拉卡里达德铜矿。有人将产金矿的巴布亚新几内亚布干维尔潘古纳地区与菲律宾阿德拉拉斯铜矿产出地质条件类比认为相似而提出找铜假设,发现世界闻名的潘古纳铜矿。澳大利亚在南澳安达莫卡地区进行勘查时,发现其中一个地区与赞比亚扎伊尔砂岩铜矿地质条件类似而提出找矿假设,发现闻名于世的奥林匹克坝大型铜铀矿床;有人认为西澳金伯利地区西部与南非产金刚石的地区成矿地质条件类似而提出找金刚石的假设,发现含金刚石金伯利岩筒,找矿获重大突破。

1.4.2 通过岩石类型的类比提出找矿假设

有的矿区因未正确认识岩石类型及其含矿性,虽历经多次找矿工作均劳而无获,但当正确确定岩石类型并经类比而准确确定其含矿性后,就可能一举发现或发展矿床。例如:对河北矾山岩体曾先后三次开展寻找铁、铂、铬、铜、镍和钴矿的工作均无所建树,第四次开展工作前,弄清该岩体大体相当于富磷贫镁的偏碱性辉石岩,经类比认为该岩体有利于

找铁、钒、磷和稀土矿床而提出找矿假设和钻孔设计,结果发现了大型磷铁矿。新疆阿斯喀尔特铍矿,起初因化学分析上的原因导致铍钼含量偏低,认为无工业价值。后有人将该岩体与我国南方蚀变花岗岩型稀有矿床的岩体类比认为相似而对样品重新分析,发现铍钼较富,使已判死刑的铍钼获得新生。通过与滇中砂岩铜矿类比,四川大铜厂铜矿发现其第二层砂岩应是重要含矿层而提出找矿假设,从而扩大了矿床规模。前苏联雅库特地区发现数十个含金刚石金伯利岩筒,美国在斯提耳沃特杂岩中发现铂钯矿等,都是得益于岩石类型的类比。

1.4.3 通过模式(成矿模式、矿化分带模式)类比提出找矿假设

成矿模式是对矿床形成的地质条件、矿化蚀变分带及矿体空间层位的概念性描述,因此模式类比能更准确地对找矿前景和矿体性状提出找矿假设或查明未见矿的原因。例如:美国克莱梅斯钼矿在外围找矿成效不大,通过深入研究建立起该矿区岩体4次侵入、前3次成矿的模式,而后将附近红山地区规模小而未做深入工作的乌拉德钼矿与该模式类比,提出在红山地区寻找深部隐伏矿的假设而发现大型亨德逊钼矿。矿化分带模式对比,如云南东川铜矿老背冲萝卜地发现隐伏矿。该矿由热液成因改按沉积变质观点找矿后,将位于北部龙山和南部石将军及二者之间的萝卜地3个矿段的矿化分带模式进行对比,发现萝卜地施工的钻孔较浅,大多打在上部无矿带上;同时还发现,龙、石两矿段的矿化分带有向位于其间的萝卜地延伸的趋势,其深部可能有隐伏矿体。于是提出找矿假设,避开上部无矿带布钻,几乎孔孔见矿。

1.4.4 通过成矿规律类比提出找矿假设

仅凭地表矿体和规模往往难以判定是否需要对其开展深部找矿。倘若先进行已知矿床成矿规律研究,再将那些毫不起眼的矿床、矿点与其类比,则有可能获得对这类矿床、矿点提出找矿假设的依据而获得突破。例如:吉林夹皮沟金矿最初按已知矿床产在主蚀变带(绿色岩系)的规律开展外围找矿而成效不大之后,经过深入工作提出矿床是赋存在NW向挤压带次级断裂带内,有利的围岩是斜长角闪岩和角闪斜长片麻岩等绿岩建造及矿区中基性脉岩等3条成矿规律。将那些地表石英脉规模小又含金低的矿点与其类比,凡基本符合这些规律的,均对其深部提出找矿假设。对三道岔矿点进行首次验证便发现大型金矿床。又如位于云南个旧锡矿3个老矿区之间的高峰山地区是个几乎无找矿标志的无

矿空白区,当发现该区存在一个鼻状背斜后,根据个旧地区上有背斜(穹隆),下有岩株突起的成矿规律,大胆对其深部提出找矿假设而发现大型隐伏铜锡矿。

有时,已知矿床的成矿规律无类比对象,但对其进行演绎,也可拓展找矿空间。例如有人根据美国矿物山矿区(斑岩铜矿)的成矿规律:矿化主要产于大逆冲断层与横断层交切部位并受特定地层岩性和二长斑岩控制,提出到控矿大逆冲断层的延伸部位山前平原之下寻找隐伏矿的假设,根据物探异常布孔打钻,首先发现大型皮马铜矿,后又发现其他一批矿体。

1.5 运用综合分析法提出找矿假设

当开展新的找矿工作时运用综合分析法可获得很多成矿信息和新的认识,从而为找矿假设的提出提供依据和开阔思路。

1.5.1 运用综合分析法确定找矿准则(找矿标志)而提出找矿假设

此法无论对新区或老区选定靶区(位)均可能奏效。例如:美国内华达州的卡林金矿,因金粒太细和矿石与围岩难以区分而长期未被发现。在进行综合分析后提出寻找某些矿产特定的地层(岩性)及有利构造部位的找矿准则(找矿假设),而后选定有利的找矿靶区,对其中最希望的卡林地区进行验证而发现这个世界著名的金矿及科特兹金矿。日本在北鹿盆地东、西边缘发现黑矿矿床后,开展盆地中部的找矿时,通过对已知黑矿矿床的综合分析研究,总结出5条找矿准则而发现隐伏的深泽矿床。继而又根据新获得的地物化资料的综合分析得出新的找矿准则和找矿标志。将其与前已打钻而未见矿的岩神饵钨地区进行对比,认为仍有找矿前景而提出找矿假设,终于发现该矿床。

1.5.2 通过综合分析提出矿床成因新假设而后提出找矿假设

这种成因新假设明确规定了矿床形成的地质条件,然后选择与此类似的地带(或地层岩性单位等)作为靶区(位)而提出找矿假设。例如:由于找矿目标不明确,澳大利亚历时数年找磷矿而未突破。为寻求突破,人们对世界各地史时期的磷块岩矿床进行古地理分析,提出磷块岩矿床产在古洋流上升地区的新成因假设,并指出在成磷过程中产有一套暗色燧石、碳质页岩、白云质灰岩、磷块岩的地层。他们对东澳发现的这套地层提出找矿假设而发现数个大磷矿。又如加拿大为寻找块状硫化物矿床开展对世界同类矿床的综合研究,提出这类矿床是产在优地

槽内的流纹质碎屑岩(主要是火山灰流凝灰岩)中并伴有火山活动的成因假设,据此对所发现的流纹质碎屑岩提出找矿假设,利用航空电磁法圈定异常而发现基德克里克大型隐伏矿。加拿大对铀矿成矿理论研究后提出找矿假设,导致阿萨巴斯卡盆地10多个大型铀矿床的发现。

众所周知,矿床成因类型是随矿床学的发展和对矿床的深入研究而不断发展变化的。因此,对前人所言矿床成因切勿盲目固守而应严加审视作出自己的判断,并根据新的地质资料提出找矿假设指导找矿。如我国白云鄂博,就是根据综合分析并结合同位素年代测定,突破前人的热液交代说和碳酸岩浆成矿说,提出沉积变质后期热液改造成因和矿床向斜构造的新假设指导西矿的勘探,发现同斜向斜两翼的南北两矿带在深部是相连的,并进而提出其他矿床高值异常区均同属该向斜构造的新找矿假设,大大扩大了矿床的远景。

1.5.3 通过综合分析发现矿体主控因素和矿体分布规律提出找矿假设

主控因素有时不易发现,使找矿工作难有进展。此时采用综合分析法抓住主控因素提出找矿假设,便可打开找矿新局面。例如:云南云龙锡矿绿阴塘矿段,当初按碎裂花岗岩、角岩捕虏体接触带是主控因素的思路找矿成效不大,后开展综合分析才发现锡矿带是严格受NNW向构造控制,矿体赋存于构造破碎带内碎裂花岗岩中,呈脉群产出,在平、剖面上分别呈雁行状和后侧伏排列。据此提出找矿假设使储量猛增4倍。又如前苏联对老矿区诺里尔斯克铜镍矿开展深入研究和综合分析,发现矿体主要受暗色岩(特别是辉长-苏长岩)控制并产在其底部,成矿侵入体则受深断裂控制呈链条状分布,据此提出沿老矿床所在深断裂找盲矿的假设而发现2个大型矿床。

有时是通过综合分析发现控矿因素而提出矿床成因新假设,再以此为据提出找矿假设。例如云南易门狮山铜矿,通过综合分析而发现矿体严格受层位及岩相控制,提出沉积变质成因假设,对被原热液成因观点认为无矿地段的深部提出找矿假设发现了盲矿。

1.5.4 通过综合分析发现新的或被忽视的找矿对象而提出找矿假设

一个矿区可能存在不止一种找矿对象或不同成因的矿体,有时它们被忽视了,而通过综合分析则有可能发现。例如内蒙敖汉旗大黑山原是一石英脉型铅锌金矿点。后来本文第一作者通过综合分析认为

应重点研究片麻岩与花岗岩间的接触断层,提出找破碎蚀变岩型金矿的假设而发现含金高值地段,成为后来发展为大型金矿的先导。又如黑龙江弓棚子夕卡岩型铜锌矿,通过对地质特征、成矿规律和磁测资料综合分析,发现以前忽视了矿区中部河谷地带存在接触带而对其提出找矿假设,导致该矿发展为中型铜锌钨矿床。再如综合分析未被前人注意的安徽钟姑矿田白象山低磁异常的地质情况,对该异常提出找矿假设而发现大型隐伏铁矿。

1.6 根据某种启示提出找矿假设

某些隐蔽的矿床(不一定只是盲矿)在一定条件下总是会以某种方式显示出来,给人以矿床存在的启示。这种启示除物化探及蚀变围岩之外,可谓多种多样,只要勤思细察就能从一些现象和其相互联系中获得启示而提出找矿假设。

例1。某队找伟晶型和钠长石化花岗岩型铌钽矿成效不大之后,从我国南方不少铌钽矿伴有石英脉钨矿得到利用石英脉钨矿寻找铌钽矿的启示,对含钽较高的大吉山钨锡石英脉带下伏的花岗岩体,提出找铌钽的假设而发现岩体浸染型铌钽矿床。

例2。有人从山东招掖地区含金石英脉受构造控制和脉旁蚀变围岩有时可构成金矿体的现象得到启示,对无含金石英脉充填的构造蚀变岩提出找矿假设而发现多处新类型蚀变破碎岩大型金矿。

例3。江西某队从生产坑道中看到上面的云母线、石英细脉向下变为细脉带钨矿再向下变为石英大脉型钨矿这种变化规律,得到利用云母线和石英细脉寻找隐伏钨矿的启示,对曾两度否定的木樟园地区提出找矿假设而发现大型隐伏钨矿。后又进一步总结出“五层楼”规律,对寻找隐伏钨矿起着重要作用。

例4。广西大厂锡矿有一条矿脉由上覆页岩向下进入灰岩层后,其脉幅变宽、矿化增强。地质人员由此得到页岩之下的灰岩中矿化更好的启示,对只发现3条小矿脉的长坡矿区提出寻找页岩层下灰岩中隐伏矿的假设而发现中型裂隙型锡矿。其后,又从该区磁异常的面积、强度大大超过已发现矿体的范围以及缓倾斜矿脉有顺层交代现象,得到寻找顺层矿的启示而提出找矿假设,发现91号似层状矿。发现此矿层后又受其跨层现象及上下矿层矿石组合及结构上的差异的启发,提出新找矿假设而发现大厂矿田最大的矿体。长坡矿区由连续3个启示提出的3个找矿假设,使该区成为特大型矿床。

1.7 运用反思或发散思维提出找矿假设

例如大吉山矿区先从铌钽矿与石英脉钨矿存在

伴生关系得到启示,用石英脉钨矿寻找铌钽矿床获得证实之后,又反过来利用铌钽矿对该岩体提出寻找黑钨矿的假设,又在岩体中发现黑钨矿床。又如哈萨克斯坦杰兹卡兹铜矿提出与热液说不同的同生沉积观点获得找矿突破,以及前述迁安铁矿提出与单斜说不同的向斜说发现深部矿体相连皆属反思法。而山东招掖地区发现蚀变岩型金矿、美国麦克德朱特发现缓倾斜汞矿体等均是不囿于只寻找已知性状的矿体而发现其他性状的矿体,则属发散思维的实例。

1.8 从整体和综合评价的思想提出找矿假设

例如个旧新山矿区在勘探花岗岩残积砂锡矿时,虽砂锡矿中有铜、钨、铋等矿物,但认为原生矿小而分散,而未对多金属矿床开展找矿工作。后来发现岩体存在多种金属分带,由于各带重叠穿插使锡矿带分割而显得小而分散。但从综合评价来看则是个较有远景的多金属矿区,遂提出对该岩体顶部铜矿重新勘探的假设,当年就获得铜、锡、钨、铋等金属储量,使矿床远景大增。由此使笔者想到,对那种具多种组分的矿区,不妨试用联合工业指标圈定矿体,或许可以避免矿床被否定的命运。

1.9 运用以贫求富的思路提出找矿假设

波兰晚二叠世蔡希斯坝统含铜页岩曾因品位低而停止开采,同时找矿工作要求寻找富铜矿,迫于无其他类型可供选择,只好对相邻地区的同一类型铜矿提出找矿假设,终于发现储量超千万吨的富铜矿。此例说明,不可以先入为主认为此地某类型“贫矿”一贫到底,在适当条件下在彼地或可形成富矿。

以上提出的几种找矿假设的思路和方法,在实际找矿时,可视具体情况选择一些加以综合运用,效果更佳。

2 找矿假设的验证

一个找矿假设的建立,最初可能只是思想的一闪念或初步设想,其依据大多并不充分,常需作些补充工作,如有关的理论、资料的全面搜集整理、野外地质调查、物化探及样品测试等,才能提出科学有据的找矿假设和验证设计。如果找矿假设具有充分坚实的依据,验证方法、手段又较得当,首钻或可见矿,找矿假设获得顺利证实。然而也有相反情况,尽管提出的找矿假设科学有据,然而验证时出了种种问题则可把矿漏掉或效果不佳,甚至将一个正确的找矿假设否定,或几经反复的曲折过程才能把矿找出

来。由此说明,找矿假设的验证是个值得重视的大问题,对此需有清醒的认识。以下举例说明,当找矿假设经验证面临否定之时,应注意的若干问题。

2.1 否定依据的可靠性

例如,湖北黄梅地区有个环绕背斜呈马蹄状断续分布的长达14 km并有零星铅锌矿化的大铁帽。许多人认为是金属硫化物经氧化形成的,无多大价值。后来某队对前人工作分析后,认为铁帽的成因及找矿方向问题并未解决,就此作出无矿结论尚嫌依据不足,再据对该区地物化资料的分析,认为该区仍有找矿前景,遂再次开展验证工作。首先从研究铁帽和原生矿关系解决找矿方向问题着手,发现前人定为“结晶灰岩”的岩石原来是以菱铁矿为主的矿石,不仅解开了多年来未解的铁帽之谜,而且为寻找菱铁矿提供了可靠依据,从而发现该中型菱铁矿床。又如河北矾山磷铁矿,前3次找矿假设被验证所否定,主要原因是未正确判定岩体的岩石类型及成矿专属性。第4次正确判定了岩石类型及相关矿产而提出的找矿假设就具坚实的依据,因而首钻就打到百余米厚的富厚矿体。

上述两例说明,当找矿假设面临否定之时,切勿轻易下无矿结论,应首先研究找矿假设和否定它的依据是否充分可靠,找出问题所在,提出新的假设再度验证,或可获得成功。

2.2 验证方法的合理性

例如前苏联库尔斯克富铁矿区找矿工作获得突破而成为世界最大铁矿区。验证之初,误认为高磁异常即是富矿所在,但施工20多个钻孔仅1个见富铁矿。后发现某富铁矿区富矿石主要由赤铁矿组成,遂改单纯磁法为重磁结合,果收良效。原来富矿是位于弱磁异常中重力值最大之处。利用此规律指导面上的找矿,不久便使富矿储量达3亿多吨。其后又增加航磁、地震及电法等综合勘查方法,其效更佳,不断发现大矿。又如辽宁青城子铅锌矿的赵家南沟和朱家堡矿区,曾做过很多地质工作,深部也有稀疏钻孔控制,但未发现工业矿体。后对这两个矿区分别投入原生晕和次生晕方法后发现工业矿体。再如四川大铜厂含铜砂砾岩矿床,1955年某队根据前人资料提出深部找矿假设,按一定网度打了118个钻孔提交了数万吨储量后,认为矿体规模小,分布零星,形态复杂,品位及厚度变化大,无需对整个含铜红色岩层再开展大规模的普查勘探工作,对鹿厂矿段也认为希望不大。1966年某队对其再度开展工作时,认为矿床属湖相同生沉积矿床,其第六层砂岩可与滇中砂岩铜矿对比,并针对矿体呈一定侧状的

带状分布,改用钻探沿侧伏方向追索矿体,果然效果良好,打开了找矿新局面。遗憾的是,后来接替工作的某队放弃前队行之有效的方法,改用对已知矿段打控制剖面或对已知矿体打长距离(间距 200 m 以上)控制钻的方法。在见矿效果不好的情况下又才回到对已知矿床沿侧伏方向追索的方法,才使见矿效果大为提高。

以上实例雄辩地说明,验证方法十分重要,即使同一矿区同一矿体,由于验证方法不同,其见矿效果各异,所以当找矿假设面临否定时,需要研究是否抓住了矿床地质条件和矿体性状并采用了针对性的方法,并尽可能采用多种方法相互验证。

2.3 查清矿体的形状和产状

对大铜厂矿区,不同的人之所以采用效果不同的方法,是因人们对矿体产状和形状持不同认识所致,说明准确把握矿体产状和形状是验证设计时的重要前提。因此,当假设面临否定之时,应反思是否准确把握了矿体产状和形状。例如:西裘铜矿验证的首钻按地表矿倾向 NW 布孔未见矿,经观察发现矿体向下延深有反转倾向 SE 趋势,遂调转方向钻探,果然打到矿体。类似实例还有广西大厂矿田大福楼矿床,地表矿倾向 SW,对一条较大矿脉进行深部钻孔验证却未见矿,首先将该矿脉分带与邻区矿体对比,确认地表矿应属矿脉头部,深部应有矿身和矿尾,又据地质构造分析认为深部矿体有转倾 NE 的趋势。于是按此思路施钻,果然打到矿体。云南墨江镍金矿在验证之初因钻孔多未见矿而面临找矿假设要被否定,经对资料分析,发现镍矿体虽沿接触带作向 E 倾斜分布,但向东南方向有侧伏趋势。按此修改设计果然在预定部位打到矿体,遂使假设未被推翻。类似实例又如山东金岭铁矿 4 号矿体,在距 4 号平巷仅 60 m 的矿体最厚处的钻孔竟未见矿,后将坑道地质图与地面地质资料对比发现:矿体虽倾向 SE,但深部向 NE 侧伏。据此布钻,几乎孔孔见矿。

2.4 工作程度与钻孔质量

例如四川巴县按龙场铁矿,虽历经多次工作均认为是小型矿床。其后某队对其再次开展工作时,发现前人按一定网度施工的 31 个钻孔中真正有效的仅 8 个,显然控制不住矿体。在此情况下给矿床下小型的结论,其工作程度远远不够,还需进一步验证。针对矿床具体情况,改用打连接和追侧伏的方法,使储量不断增加。又如陕西柞水大西沟因发现富铁矿石、铜矿化及 $> 10 \text{ km}^2$ 的航磁异常而提出找矿假设,经三上三下,先后作过地表评价、

地面磁测、电法、化探及钻孔验证均未获突破,找矿假设被否定。后来某队经认真分析,认为前人所做工作尚不足以对该大而强并有铁铜矿化的磁异常作出否定结论。于是重新开展验证工作,在地表圈出一个估算储量达中型的层状磁铁贫矿,增强了找矿信心。在后续工作中又相继发现大型菱铁矿及伴生银的铜铅锌多金属矿床,使这个被多次否定的矿区获得新生。再如高峰山铜锡矿床,在深部验证之初打的 2 个钻孔(第 1 孔深达千米)均未见花岗岩和矿体。后经分析发现,所打钻孔不在地物化综合异常中心,尚不能下否定结论。后调整钻孔位置便打到富厚铜锡矿体及其下的花岗岩,使几乎被否定的找矿假设获得证实。

上述实例说明,当找矿假设面临被否定之时,应回头研究工作程度是否可以作出否定结论,并从中发现问题,有针对性地开展补充工作和采取适当方法进行再验证,或可获得成功,免致功败垂成。

钻孔质量和采样化验也是验证找矿假设的重要环节,不可轻视。例如某队对新疆天湖铁矿 I 号磁异常(后发现占全区储量 95%)进行深部区验证时,经对前人资料综合分析,认为未见矿可能是钻孔质量不合要求所致。遂严格按质量施工并及时测斜,结果孔孔见矿,使一个漏掉的大铁矿终被发现。又如某队重新验证被前人否定的某金矿的深部找矿假设,研究前人工作资料发现有 60% 的钻孔在关键部位不符合质量要求。于是重新施钻验证,在原施工钻孔附近就打到工业矿体,从而发现被漏掉的金矿床。采样方面的实例:如柞水矿区在对某孔采样时采高弃贫,认为铜只是零星矿化并未引起重视。其后研究该区找铜远景时,对该孔系统采样而圈出厚 19.16 m,铜平均品位 0.74% 的铜矿体。在化验方面的实例:如新疆阿斯卡尔特铌钽矿,就是因为化验上的问题使含量偏低而否定其工业价值的。

2.5 验证工作有无疏漏

在吉林红旗岭铜镍矿外围寻找类似(分异良好、磁异常高)的岩体却劳而无获,此时,物探人员重新对异常进行研究,发现异常值很低而被忽视的 M15 异常位于深大断裂与次级断裂交叉的有利部位,当年验证时因未见岩体就予否定是缺乏依据的。于是对 M15 异常再次开展验证工作,终于在该异常发现该区最大的矿体。又如内蒙大黑山金矿和黑龙江弓棚子铜锌钨矿,都是对前人疏漏之处提出找矿假设而获重大突破的。这说明,当找矿假设面临否定之时,应回头对那些毫不起眼或被定向思维忽视了找矿线索进行仔细研究,或许它们正是摆脱困境的

关键之所在。

2.6 细查矿床成因

矿床成因并非单纯理论问题,常对验证工程的布署方案起重要指导作用。所以,当找矿假设面临否定或长期打不开局面时,不妨重新审视对矿床成因的认识,或可使无矿变有矿。例如云南最大的六苴砂岩铜矿自发现起一直以热液成因观点指导找矿勘探工作,历经数年却收效甚微。经对大量资料综合分析后,提出沉积成因观点和矿体的3条赋存规律,对原来认为4个彼此孤立的矿段间的无矿地段深部提出找矿假设,证实这4个矿段的深部矿体是相连的,遂发现了长达11 km的铜矿带,成为滇中地区最大的砂岩铜矿。再如东川铜矿萝卜地,在岩浆期中温热液成因指导下,曾3次投入大量工程开展深部找矿验证,都仅见零星矿体。后在沉积变质成因观点指导下进行深部验证,在南北两个矿段之间的无矿地段发现深部矿体。国内外因改变成因观点扩大找矿空间,使找矿获得突破的实例较多,不再多述。

2.7 是否抓住矿体的主控因素

广西大厂矿田以前认为层位和岩性是矿体的主控因素而局限在上泥盆统硅质岩和各种灰岩中找矿,将其称为含矿岩层,而将含页岩较多的中泥盆统上部岩层称为不利含矿岩层,钻孔每遇此层即告终孔。以此为指导思想进行瓦窑山较强磁异常的深部验证,14个钻孔中有13个未见矿,见矿的1个钻孔因位于中泥盆统不利于含矿岩层中而未引起重视。在找矿假设面临否定之时,他们回过头来研究矿田已知矿体的分布规律而发现构造是矿体的主控因素,矿体分布于不同方向的构造交汇部位,绝大多数矿体又赋存在断裂和裂隙中,成矿以充填为主。遂突破上泥盆统层位控矿的传统认识,提出位于横向挠曲构造部位的磁异常可能是中泥盆统中的矿体引起的找矿假设。经重新布孔验证而在该层位中探获大型有色金属矿,使找矿假设获得证实。类似实例如湖南锡矿山童家院矿区的深部也是在发现构造控矿而非层位控矿之后,提出新的找矿假设而使面临否定的找矿假设获得重新证实的。

很多事例说明,矿体的主控因素有时较为隐蔽不易抓住,在建立假设时所依据的可能只是部分的或次要因素。此外,人们又易受已知控矿因素左右而形成思维定式,按已知规律找矿时却又出现意外情况。因此,据此建立的找矿假设往往在验证时被否定。有鉴于此,当假设面临被否定之时应回头研究是否把握了主控因素,或可有所新发现而使找矿

假设获得证实。老矿区如此,刚开展工作的新区更应注意。

2.8 研究已知矿区获得新认识

美国曾对圣马纽埃铜矿外围的克拉马祖地区提出过找铜假设,施工7个钻孔未见矿,找矿假设面临被否定,后对已知的圣马纽埃矿床进行研究,发现矿床由内向外存在蚀变分带(黑云母-钾长石带、石英绢云母带和青盘岩蚀变带),将这种分带与已知斑岩铜矿进行对比,而后提出内带即是矿体核部,其余2个带以此为中心呈同心圆状分布。但圣马纽埃铜矿的分带却大致呈半圆形,似乎缺失了另一半,经对矿区断层进行研究,认为另一半可能被一条主要断面向下断滑到它的西南部,即未见矿的克拉马祖地区。查看以前未见矿的钻孔资料,发现某些钻孔已打到边缘蚀变带或石英绢云母带,再结合化探资料重新布孔验证,首钻即见工业矿体,导致这个大型斑岩铜矿的再发现。又如美国在已知矿区之东的东廷提克地区找铅锌矿,首先在黄铁矿化流纹岩中发现1个大型的二号标准井矿床,于是把黄铁矿化流纹岩作为找矿标志寻找新矿,但只找到1个不大的矿床。为寻求突破,人们回头对老矿区及二号标准井矿床进行研究,发现矿体多产于两组构造交汇部位。据此对地表角砾岩脉带和区域性大断层交汇部位提出找矿假设而发现1个较大的铅锌矿床和1个金矿。循此思路开展新的找矿却并未发现新的矿床。于是人们又重新对已知矿床进行研究,但其重点是对已知矿区进行化探研究,以解决化探异常与成矿之间的关系问题。再结合围岩蚀变和地质构造进行分析,得出黄铁矿化流纹岩中的铅锌异常,特别是裂隙附近的异常是找盲矿的重要标志的新认识。据此提出新的找矿假设而发现含大量铅锌银的锰矿体。以上实例说明,由于人们受认识上的局限所致,导致成矿信息和找矿标志的把握不够充分可靠,使找矿假设面临被否定的危局。解决这个问题一个较好办法就是对已知矿区的深入研究,由已知到未知,获取更多的找矿信息,不断深化认识,据此进行再验证,或可获得突破。

2.9 提出其他矿产的找矿假设

由于多种原因(如资料或成矿信息的数量及可靠性、地质工作程度、人的认识水平和当时矿床学发展水平等),人们所提的找矿假设不一定是客观的,因此被否定并不奇怪。但是,当一个找矿假设经验证确实是一个应被否定的不正确的假设时,也不要急于结束找矿工作旋即下山一走了之。因为矿床学原理和很多矿床实例说明,某些矿床的成矿地质

条件颇为类似, 没有形成此矿, 或可形成彼矿; 有时形成某种成矿系列; 成矿作用有时具有多样性和多期性也可形成多种矿产, 甚至金属与非金属矿可以共成于一区。所以当原来的找矿假设被推翻之后, 应扩大思路另谋出路, 仔细研究该区成矿地质条件和各种找矿信息, 看看可否提出其他矿产的找矿假设, 或可获得重大发现。如陕西煎茶岭地区, 就是在找铁的假设被否定之后提出找镍的假设而发现镍矿床, 避免了与宝藏擦肩而过的遗憾。

2. 10 在验证中不断发展找矿假设

诚如毛泽东同志在《实践论》中指出的: 一个正确的认识, 往往需要经过由物质到精神, 由精神到物质, 即由实践到认识, 由认识到实践这样多次的反复才能完成。找矿工作也是这样, 找矿假设经验证, 其结果只有两个: 或被肯定或被否定。无论那种情况都会引出新的事实的积累, 为新的找矿假设的推出奠定基础。很多矿床(特别是大型、超大型矿床)由发现到发展的过程正是遵循不断实践、不断提出找矿假设并付诸验证这一过程的。

例如日本北鹿盆地的黑矿就是不断提出找矿假设并付诸验证的实例: 先从已知矿床的研究中获取信息对深部地区提出找矿假设发现深部矿床, 后对该矿床以西约 7 km 的岩神 饵钓地区提出找矿假设经验证未发现矿床, 继而对深部矿床及其外围进行研究, 提出寻找新矿床的准则和找矿标志, 再对岩神 饵钓地区提出新的找矿假设, 才发现该区的黑

矿矿床。在构造方面不断提出假设和验证的例证如河北迁安铁矿, 从矿区单斜构造到提出向斜构造再到把孤立分散的矿床、矿点划分为两个矿带置于两个复式向斜的假设, 从而将矿区构造从局部引伸到全区, 从矿床引伸到矿带, 使找矿空间不断扩大, 将找矿工作提到更高的水平。在矿床成因和构造方面不断提出假设和验证如云南易门铜矿, 该区突破热液说提出沉积变质的找矿假设, 在狮山地区验证发现富盲矿。当循此对曾经初勘的凤山矿床进行验证却收效不大。经实地调查并结合已有资料进行综合分析, 发现凤山不是狮山那样的层控矿床, 提出浅源热液成因刺穿构造控矿的假设指导补充勘探, 使储量增长 1 倍。不断提出找矿假设使一矿变多矿的实例如云南大红山, 在勘探磁铁矿时, 先后提出铜和菱铁矿的找矿假设而使一矿变三矿。再如江西大吉山矿区, 最初仅是一个岩体顶部围岩中的单一石英大脉型钨矿, 经多次对隐伏花岗岩提出找矿假设和验证, 发现该岩体为花岗岩浸染型铌钽钨铍矿, 使该矿成为多矿种大型矿山。

参考文献:

- [1] 国外七十年代矿床发现概况[J]. 地质科技动态, 1980, (16): 5-11.
- [2] 郑绵平, 向军. 青藏高原盐湖[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1989.

PROSPECTING HYPOTHESIS AND VERIFICATION

CHENG Jia-bai¹, ZHAO Yuan-yi²

(1. Survey Team of Huabei Geological Exploration Bureau, Sanhe 065201, China;

2. Institute of Mineral Resources, CA GS, Beijing 100037, China)

Abstract: We can not see the ore-forming processes and ore prospecting is developed in the way of hypothesis-verification. The paper is based on the discovery history of many ore deposits in China and abroad to sum up and refine philosophy and methodology of prospecting hypothesis and put forth problems which more attention should be paid to during verification.

Key words: prospecting hypothesis; verification