

盲矿预测 (四)

邓尔新

(成都理工学院 成都 610059)

(续前)

3 盲矿预测分类和各类型盲矿的综合找矿方法及其实例

3.1 盲矿按分类原则划分类型

盲矿的分类,是为寻找盲矿和勘查它们并提高效率的客观需要。盲矿预测分类是否合乎理想会影响到盲矿寻找和勘查的成败和效率。找矿工作者根据已合理划分的各种盲矿类型,采用针对性强的综合找矿方法,便能在最短的时间内,以最小的经费达到最快地揭露盲矿的目的。因此以现代成矿理论、成矿规律的研究为基础,在经过实际验证的理论指导下,并适应现代预测盲矿的技术手段和方法,对盲矿按其自然特征影响其预测方法和预测难度的分类,对于现实的找矿工作和国民经济资源的增长便具有十分重要的意义。以往探讨盲矿分类的学者,单纯以盲矿被隐藏和埋藏的情况作为划分各种类型盲矿的唯一的。原则。这些分类虽从不同角度反映了盲矿被隐藏或被覆盖的程度而影响到盲矿寻找的方法和难易程度,但笔者认为,盲矿被隐藏或被覆盖的程度对盲矿的寻找方法,预测的难易程度的影响不起主要的和决定性的作用,因此这一影响分类的原则或因素是属第二性或第二级的。因为:

(1)盲矿在同样被隐藏或被覆盖的条件下即隐藏或埋藏程度相当,但由于盲矿

成矿物质来源和形成条件不同,它们在空间的分布规律有很大的不同。正如本文前几章中曾详尽地作了论述,即有的矿产分布规律基本上是确定的,如 Cr—Pt, Cu—Ni 等等矿产分布于超镁铁质岩或镁铁质岩内部;有的矿产分布规律也比较清楚,如在岩浆岩内外接触带中产出的矽卡岩型矿床及一些脉状矿床等等;有的矿产明显地分布于一定地层—岩相—岩性的岩石中,或火山岩特定岩性中,或特定的变质相的变质岩中;但有的矿产分布却十分复杂,人们对它们的认识至今可以说仍然是不确定的。这些特征性的因素必然会极大地影响盲矿预测的方法及难度。

(2)盲矿在隐藏或埋藏程度相当条件下,其矿产共生组合的特征也是不尽相同的。不同共生规律产生不同的共生型也会很大的影响到盲矿预测的方法和难度,例如笔者曾论述过寻找与硅铁建造有关的层状浸染型金矿,其盲矿预测和找矿普查问题,由于金与铁空间紧密共生,故极大地降低了隐藏和埋藏程度均很高的金盲矿预测和找矿方法的难度^[1]。

(3)盲矿在隐藏或埋藏程度相当条件下,盲矿与其周围的地质体或介质,在物理、化学性质差异的程度方面有很大的不同,这就导致预测和选择寻找盲矿的各种技术手段和方法的根本不同。例如在重、磁、电等物性与围岩或介质有很大差异的

金属矿产同物性与围岩或介质无任何差异的某些矿产之间,其盲矿预测方法及难度差别必然很大。前者很容易以综合物探方法加以追索和圈定,而后者一般找矿的难度很大,预测和找矿方法需视其化学性质与围岩或介质之间的差异大小而定。

从上述可见对盲矿预测方法及难度起主要影响和决定性作用的因素乃是主、客观一致的,对客观存在的矿产空间分布规律、矿产共生分布规律的理论认识以及客观存在的先决条件规定的人类现代已有的先进技术手段的综合有效地运用。因此,笔者认为盲矿按其自然特征影响预测方法和预测难度进行分类原则(第一性或第一级的)应是:

(1)盲矿空间分布规律;

(2)盲矿共生分布规律及共生型;

(3)盲矿与周围含矿地质体、介质物理、化学性质之差异。

根据上述三项原则,笔者将盲矿按其自然特征影响预测方法和预测难度的区别,划分为六大类[详见表 1;盲矿按预测方法和难易程度的分类(大类: I—VI)]。每一大类又按其隐藏或埋藏程度的不同,进一步将其划分为四亚类,第二、三、四亚类又各根据其被覆盖的特征掩埋程度等进一步细分为 A 型和 B 型,详见表 2。在表 2 中还根据区域地势起伏:高、中、低;覆盖盲矿或含矿岩系的疏松沉积层是原地残余土或迁移土;以及在不同的气候条件下覆盖盲矿的残积土深风化剖面发育程度:完全或不完全等影响因素[详见本文盲矿预测(一)]对各大类的亚类、亚类的 A 型或 B 型盲矿在预测难易程度和找矿方法选用中的有无影响进行了分析和划定。以上共计划有六大类,二十四亚类及三十六型盲矿类型,基本上概括了自然界各种条件下产出的盲矿。按盲矿预测的方法及其难易程

度相比较,第一、二和第五大类的盲矿,在现代拥有的技术方法条件下,预测难度较小,第四大类难度中等,第三和第六大类难度较大。每大类中,相对而言,第三、第四亚类中的 B 型预测难度又大一些。找矿工作者可根据普查或预测盲矿的地区具体地质和成矿条件,对可能存在的盲矿属何类型作出判断,然后在确信无误的基础上,对盲矿进行预测,选择针对性强的综合找矿方法追索和揭露盲矿。这样必然会提高找矿效率,节约大量的时间和经费消耗。

3.2 各类型盲矿找矿方法的综合运用及其勘查实例

3.2.1 第一大类盲矿(I) 找矿方法的综合运用及其勘查实例:第一大类盲矿(I)详见表 1,是分布在超镁铁质、镁铁质岩浆岩中的盲矿,盲矿体分布于母岩浆岩中,在空间和成因方面与母岩有密切和固定关系。盲矿体和含矿母岩体与周围的介质一般有较强的物理和化学性质的差异,盲矿体与含矿母岩体的物理化学性质也有一定的差异。因此,这大类盲矿总的来说按预测难易程度应是容易普查的类型。它们一般属南非共生型中超镁铁质和镁铁质中的铬—铂矿床、铜—镍硫化物矿床及钒—钛磁铁矿床。非金属矿产中有金伯利岩中的金刚石矿床(有时共生有金),超镁铁质岩中的蛇纹石石棉矿床等等。这大类盲矿因矿体和含矿岩体与周围岩石或介质之间有很大的物理化学性质差异,例如有些盲矿体磁性强、比重大、能产生高磁、高重力异常带(个别也有比重小于围岩产生重力负异常带),故找矿靶区明显,并可选用针对性强的找矿方法而收到良好效果。一般针对它们的综合找矿方法是立体地质制图、遥感和航空地质测量、空中重、磁力测量,地面物探并配合重砂和各类地球化学找矿方法的综合运用,也可运用电法(如针

表 1

划分大类的原则	盲矿按预测难度的分类(大类的划分)					
	第一大类(I)	第二大类(II)	第三大类(III)	第四大类(N)	第五大类(V)	第六大类(VI)
盲矿空间分布规律	盲矿分布规律基本确定,矿体分布于超镁铁、镁铁岩浆岩内	盲矿分布规律比较清楚,矿体与中酸性岩浆岩有密切关系	盲矿分布较复杂,矿体与酸性岩浆岩有一定空间和成因联系	盲矿分布与火山岩类有密切关系,分布有层控性	盲矿分布于沉积岩内为沉积层状或层控型盲矿	第六大类(VI) 盲矿分布于变质岩系内,矿体一般赋于特定层位,但也有复杂情况。
盲矿共生分布规律及共生型	主要为环太平洋型,超镁铁、镁铁岩套中之超绿岩(Pl),Cu-Ni(Pt),Cr(Pt),Cu-Ti,石棉,金伯石,金刚石、石墨等	主要为环太平洋型,斑岩型Cu-Mo,Cu-Au中基-酸性岩浆岩有关的砂卡岩中Fe-Co,Fe-Cu,Fe-Pb,Fe-Zn,中酸性岩浆岩有关Cu,Pb,Zn	环太平洋共生型及喜马拉雅共生型中的花岗岩类有关的各类岩体-W-Sn-Mo-Bi,Au,Zn-Pb,Zn,Cu,Hg,Sb,LiAg,Au-Hg,Cu-U,Mn-Al-煤,盐类Cu,Pb,Zn,P,(Ni,Mo,U,Y)	南非共生型及环太平洋共生型中与火山岩有关类:Sn-W,Au-Pt-W陆海过渡-浅海-沉积层控共生型Fe-Au-U其它沉积岩共生型	风化及陆内沉积共生型:Ni-Fe-Mn,Al,Fe-Au,Sn-W,Au-Pt-W陆海过渡-浅海-沉积层控共生型Fe-Au-U其它沉积岩共生型	以内生矿产南非共生型之矿产组合变质砾岩-Au-U其它沉积岩共生型变质岩的共生为要,
盲矿与周围围岩地质体、介质的物理、化学性质之差异	盲矿与含铜岩体与围岩的物化性质差异大,矿体之间也有一定物化性质差异	盲矿与含铜岩体或围岩均有较大的物理、化学性质差异,含铜岩体与围岩亦有较大物化性质差异	盲矿与有关矿岩体,或矿体与火山岩有较大地物化性质差异或差异不明显,情况较复杂	盲矿与火山岩有较大地物化性质差异或差异不明显,情况较复杂	盲矿或含铜岩体与围岩物化性质差异一般明显,物化性质差异区别于周围地层和岩石	矿体或含铜岩体与围岩物化性质差异从大到不明显,情况较复杂
盲矿预测的难易程度	易预测和勘查的类型	较易预测和勘查的类型	盲矿预测难度较大的类型	一般情况,盲矿预测难度属中等类型	较易预测和勘查的类型	一般属预测和勘查难度较大的盲矿类型,某些例外

表 2

划分亚类和型的 原则	按预测难度划分盲矿大类的进一步细分(亚类和型)						
	第一亚类	第二亚类		第三亚类		第四亚类	
		含矿基岩为疏松沉积物所覆盖	含矿基岩为疏松沉积物所覆盖	矿体和含矿岩体为年青沉积物或火山岩系所覆盖	矿体和含矿岩体为年青沉积物或火山岩系所覆盖	A型 _{1-A}	B型 _{1-B}
盲矿隐藏或埋藏的特征	含矿岩体(或地体)出露地表或隐藏在岩体中	A型 _{2-A}	B型 _{2-B}	A型 _{3-A}	B型 _{3-B}	A型 _{4-A}	B型 _{4-B}
		矿体直接出露于疏松覆盖层之下	矿体未直接出露于疏松覆盖层之下,含矿基岩被覆盖	有后期断裂切割矿体、年青沉积物或火山岩系	有后期断裂切割矿体、年青沉积物或火山岩系	有后期断裂切割矿体与年青沉积物或火山岩系	有后期断裂切割矿体与年青沉积物或火山岩系
区域地势起伏高,中,低	有一定影响	有影响	有影响	有影响	有一定影响	有影响	有一定影响
原地残余土或迁移土	无	有影响	有影响	无影响	无影响	有影响	无影响
深风化剖面发育程度:完全或不完全	无	有影响	有影响	无影响	无影响	有影响	有一定影响

表 3

盲矿第一大类各亚类的预测和找矿技术的综合运用

预测和寻找盲矿的技术方法的综合运用

亚类	型	预测和寻找盲矿的技术方法的综合运用
第一亚类 I ₁		在地质测量、立体地质和成矿规律图件制作的基础上,运用遥感和航空地质学测量和摄影、空中磁、重力测量。在远景靶区内进行详细重砂测量,地面磁力、重力大比例尺调查并有目的地进行岩石化学测量直至以原生晕追索和圈定盲矿,对某些矿种如铜—镍硫化物矿可以增用电法普查。
第二亚类 I ₂	A 型 I _{2-A} B 型 I _{2-B}	对 A 型被掩埋的盲矿与第一亚类技术方法的综合运用法测量。基本相同,但地球化学方法主要以水系沉积物扫面,并重点开展土壤地球化学测量,植物化学测量,必要时水化学测量,成坡积重砂测量等配合进行,根据地势起伏高中,低,及土壤性质(残积土或外来迁移土),深风化剖面发育程度等因素,设计上各种找矿方法。 在遥感和空中,地面地质及物探圈定的靶区范围内,仍然可采用土壤、植物、水地球化学测量、残坡积重砂测量。当效果不佳时,可考虑在最有远景的靶区内以浅点至基岩取原生样品。
第三亚类 I ₃	A 型 I _{3-A}	地质、遥感及航空地质学,航空重、磁力调查对查明并缩小靶区,显示切穿矿体和覆盖层的新的断裂构造有重要作用。地面磁、重力测量和电测深对查明覆盖层、圈定含矿岩体、盲矿将起主要作用必要时作少量地震剖面验证其它物探成果。配合新断裂的研究,查明次生分散矿,水化学矿,气体矿,以及生物(如有植物沿断裂带发育)晕等地球化学异常。针对性地运用电法。
第四亚类 I ₄	B 型 I _{3-B} A 型 I _{4-A} B 型 I _{4-B}	同 I _{3-A} ,以空中、地面重、磁力调查、电测深法必要时用地震法测量剖面等综合物探方法为主。地势高起伏区适当选用重砂测量,水系沉积物测量及化学测量相配合。针对性地运用电法。 以前述空中、地面物探为主,在查明浮土上新断裂产出位置地带配合运用土壤、植物、水等等地球化学测量以圈定次生晕等。最后以占探验证物探异常,占探岩芯中进行原生晕测量,占孔井中物探测量等。 空中、地面磁、重力测量,电测深,及少量地震测量。钻孔验证等,以及占井中物化探测量。针对性地运用其它电法测量。

表 4

盲矿第二大类型预测和找矿技术的综合运用

预测和寻找盲矿的技术方法的综合运用

大类	亚类	型	预测和寻找盲矿的技术方法的综合运用
第一亚类: I-1			地质测量, 立体地质, 成矿规律图件制作基础上, 运用遥感, 航空地质学摄影和目视等紧密配合空中磁力测量以及重力测量, 地面视矿共生规律或以磁力测量为主(大比例尺)配合重力测量, 电法找矿, 或以地球化学查明原生晕为主紧密配合电法, 尤其是激发极化法。必要时用重砂法。中、大比例尺用水系沉积物普查。有条件时亦可用水化学法。
			基本同上述(I-1)类, 土壤覆盖时, 以土壤地球化学方法, 植物, 气体地球化学找矿法以及在有条件时进行水化学找矿法, 水系沉积物和重砂残坡积物测量。当迁移土覆盖时, 必要时采用浅占取基岩样品查原生晕。
			同 I-2-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。
			遥感、航空地质摄影、查明新构造断裂、空中磁、重力测量、地面大比例尺磁、重力、电测深、和自电、电阻率等电法为主, 加强断裂带中次生晕, 水化学、气体、植物地球化学测量。
第二亚类: I-2	A型 I-2-A	B型 I-2-B	同 I-2-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。
			同 I-2-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。
第三亚类: (I) I-3	A型 I-3-A	B型 I-3-B	同 I-3-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。
			同 I-3-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。
第四亚类: I-4	A型 I-4-A	B型 I-4-B	同 I-4-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。
			同 I-4-A。加强物探以及必要时浅占取基岩样品查原生晕。

对铜—镍硫化物矿床等)和浅钻,必要时还可用普查深钻。随着覆盖程度的加深(表2)找矿难度加大以及在不同地势、不同气候和不同覆盖条件性质差异,勘查难度发生的种种变化的情况下,尤其应注意选用针对性强和有效的找矿方法并且是有侧重的综合运用,表3中列举第一大类盲矿中各亚类、及亚类中A、B型盲矿的找矿方法综合运用,可作为找矿工作者找矿时类比及参考之用。

按盲矿预测的难易程度第一大类盲矿均属易于寻找的类型,国内外均有预测和成功地揭露盲矿的实例,下面仅举少数实例表明第一大类盲矿中的亚类和A、B型成功找矿范例。

(1)西澳对金刚石盲矿和砂矿的找矿突破(属I—1及I—2—A及B类型),本世纪七十年代以前澳大利亚富集的金金刚石矿产并不多,六十余年前,R.普赖德教授研究前寒武系发现西澳金伯利地区西部总的地质条件与南非产金刚石地区相似因而认为该地区具备找金金刚石的有利条件,他认为该区的已知的一些筒状火成岩体(成分与金伯利岩相似)是由金伯利岩质母浆分异而成,因而在其深部可能含金金刚石,但对此无人理会。直到1976年该区开始了找金刚石的工作,在残余土壤中发现含有细粒金刚石,以后在很大范围内均发现有岩筒和金刚石并相继取得进展发现宝石级含量较高的岩筒。但重大突破是在1979年10月从冲积砂砾层中找到砂矿,紧接着填图,然后发现AK的金伯利岩筒。顺流经岩筒的斯摩克溪往下游方向又发现两个重要的冲积砂矿(阶地砂矿和冲积层砂矿),于是这些新发现使阿盖尔湖区成了澳大利亚最大的工业金刚石新产区。

(2)铬矿盲矿的预测和寻找成功实例:

(A)前苏联哈萨克斯坦西北部的 Kempir-

say(英语译名)对含铬深成超基性岩体地质、地球物理综合预测和圈定隐藏很深的盲矿(I—1, I—3, I—4亚类)(详见笔者前著参考文献1)。(B)我国陕西南南铬矿床的发现(I—2—A、B类型),陕西松树沟铬矿区的许多工业铬矿体产于纯橄榄岩—斜方辉橄岩岩相中,由于铬铁矿矿区地质情况复杂,虽对该岩体进行地质物化探综合找矿和研究工作,但在该区以重力法和电法找铬铁矿无效。以磁法确定超基性岩的分布、产状和规模是有效的,但在岩体中进一步找铬铁矿效果也不佳。该区地质队运用化探土壤次生晕在主岩体分布的王家坪区共圈出31个异常,经验证与矿体或矿化体有关的铬异常共有28个,揭露得知其中包括有272号最大的铬矿体。根据科学研究并推测深部岩浆分异作用较好,可能有规模较大、质量较好的矿体存在,并根据矿体侧伏和尖灰再现的规律,打了一个深钻,在地下较深处见矿。

(3)华北矾山磷、铁盲矿是一个新的规模较大的岩浆型矿床。矿床周围为震旦系雾迷山组含燧石条带白云岩,盲矿体产于硷性超基性杂岩体中,有用矿物以磷灰石为主,其次是磁铁矿,伴生有矾、氟、铈等有用组分。盲矿呈似层状同母岩硷性超基性岩及其围岩白云岩均被厚大120—280米的第四系黄土掩埋在深处(故盲矿属I—3, I—4类中的B型)。由于隐伏较深,同时地质工作及理论认识的偏误,故找矿几经周折。有关地质队根据高磁异常和低缓磁异常先后三次进驻异常区,将盲矿误为铁矿,铬、钼矿以及Cu—Co—Ni矿等等先后以深、浅钻探高、低缓磁异常区均未见工业价值的矿产。由于加强了地质研究,对岩石物质成分,岩石化学的分析并与国外资料对比后才得知此超基性岩为低镁、富钾、

磷的偏碱性辉石岩,应与铁、钒、磷、稀土元素(Ce 铈)综合多组分盲矿有成因联系,且盲矿应赋存于此岩体内。据此 1973 年该队又进驻异常区(矾山)在磁异常中心高值地区布置深 800 米钻孔终于发现 100 余米厚的磷铁矿体,并钻穿了磁铁矿、磷灰石富矿层。以后通过系列深钻逐渐查清矿体产状,终于查清探明了 6 个含稀土元素的磷灰石—含钒—钛磁铁矿矿体。这个实例说明物探方法应在地质成矿规律研究的基础上发挥更大的作用。此外,它还更生动地说明,笔者在前文论述的整体地球化学评价和找矿法对查明区域地球化学特征和成矿远景,研究岩石主要元素氧化物(岩石化学)地球化学特征的重要性,甚至对直接追索盲矿亦不例外。

(4)我国西南哀牢山区白马寨铜—镍盲矿(I—2—A、B 类型)的发现:盲矿为岩浆铜—镍矿分布于辉石岩、橄榄岩中。矿石有块状构造、浸染状构造和陨铁状构造。该区在铁帽中发现 Cu—Ni 异常后,确定了铜—镍硫化物矿床类型属岩浆矿床,在成矿规律和共生规律理论的指导下综合运用磁法、电法和土壤地球化学测量揭露了隐伏盲矿使盲矿预测取得了成功。最先以土壤地球化学测量配合磁力测量发现异常,并以电法检查发现自电异常与磁异常与土壤次生晕复合良好,深揭露发现铜的氧化矿石,于是展开 1:2000 更大比例尺详查,上述三种方法综合运用相互补充,克服各个方法受到的干扰,成功地圈定了各种矿石构造的矿体。例如土壤地球化学测量以 Ni/Cu 比值小为 0.7—2.2。以此数值可圈出土壤下之块状铜—镍硫化物矿石的盲矿体,由于坡度影响次生晕有位移,故以磁法、电法配合便准确地圈定了盲矿产出位置。含浸染状硫化矿石的盲矿土壤中次生晕 Ni/Cu 比值大为 2.1—

9.4。与无工业矿岩体中 Cu—Ni 分散矿化引起的土壤次生晕难以区别,但综合运用了磁法和自电法以磁异常、自电异常与其重合就可圈定浸染状铜—镍硫化盲矿体。若单独运用自电异常是可以圈定各类型矿石构造的盲矿,但常常受到碳质板岩的干扰,因此电法也必需与土壤地化测量和磁法测量联合运用便可以准确圈定各类盲矿体。经研究该区水系沉积物中次生晕与土壤中次生晕相当,故对此类盲矿区远景以水系沉积物地球化学调查,对评价远景也是高效率的方法。

3.2.2 第二大类盲矿(Ⅰ) 找矿方法的综合运用及其勘查实例:第二大类盲矿(Ⅰ)详见表 4 是分布在中性或酸性(安山质—英安质)岩浆岩中或与其有关的内、外接触带中的盲矿,矿体与含矿岩体有较密切的成因和空间关系,矿体一般与含矿岩体或母岩有较大的物理、化学性质差异,含矿岩体或岩浆岩母岩与周围介质物理、化学性质也有一定的差异。属此类盲矿的共生型主要为环太平洋型:例如与花岗闪长斑岩—石英二长斑岩有成因联系盲矿是常分布于岩体内之斑岩铜、钼矿床、斑岩铜、金(银—多金属)矿床,与中—酸性、闪长岩—花岗闪长岩有成因联系分布于岩体内、外接触带的铁—钴、铁—铜矽卡岩型矿床,以及与其有成因联系分布于岩体中或围岩内等铜—多金属(铅、锌等)矿床。上述可知按预测盲矿的难易程度分类,此大类应属较易寻找和普查的类型。找矿方法的综合运用是在地质、成矿规律以及成矿预测立体图件和原始系列图件制图的基础上充分根据其共生类型的特点,有针对性地选用遥感、航空地质摄影和成图,空中磁、重力测量和气体地球化学测量,地面大比例尺磁法、重力、电法(激发极化)以及地球化学主法的综合运用。以铁为主的共生

盲矿系列,无疑,用磁法寻找盲矿将是最主要手段,必要时还可配合普查浅钻或深钻,或钻井内物探测井。对以铜—多金属共生盲矿系列,则上述方法基本上皆可选用。电法(激发极化)、原生晕、次生晕(土壤和水化学)等找矿法在大比例尺范围中圈定岩体内的工业盲矿、或追索盲矿,均可起到重要作用。遥感假彩色图象的增强与处理,对直接预测隐伏,甚至某些隐藏斑岩铜矿已经被证实为具较高效率的很好的找矿方法。各亚类和型的盲矿预测和寻找盲矿的综合方法原则方案详见表4。其中第一、二亚类中的斑岩铜矿类盲矿,近代预测成功实例很多,笔者曾分别列举了美国利用成矿规律,遥感等技术方法寻找和勘查了许多斑岩铜矿盲矿,这些成功经验还推广运用到巴布亚新几内亚、巴基斯坦等国。我国昌都地区玉龙铜矿的发现与勘查也与运用成矿规律、研究蚀变带、钻探斑岩深部见矿有关^[1,2,3,4]。

我国山东西部淄博—莒平北东之金岭铁矿为矽英岩型铁矿床。解放后即对该铁矿进行了1:50000地质测量和磁法测量,研究了成矿规律,故根据矿体侧伏规律,对磁异常的验证,探明了许多磁铁矿的盲矿体。其中王旺庄发现最大磁异常,但异常区地表完全为黄土(即迁移土)覆盖。推测分析盲矿为闪长岩与中奥陶统马家沟组灰岩接触带的盲矿,盲矿之上还有石炭系和二叠系的地层覆盖,因此盲矿深埋在迁移土和晚于奥陶系的地层之下约450~500余米,相当笔者盲矿分类的第四亚类B型盲矿,相对的预测找矿难度较大。但由于对地质成矿规律的研究,认为异常带处于岩体向东北的倾伏端,对成矿有利,并利用了我国在邯邢地区以低缓磁异常找大矿的经验,重新对见矿(一小矿体)钻孔和三个落空钻孔分析研究,结果认为闪长岩能引起

1500r异常,小矿体有300—500r异常,尚有1500r的剩余磁异常才符合总磁异常值3500r左右。于是第三次进行钻孔验证,一孔在浅部见矿,另一孔见闪长岩,经在其中作磁测井工作,发现磁异常。最后在此孔北部约200米处打深钻,于深450米处见主矿体厚约65.69米,使整个铁矿区储量增长一倍。以后又根据矿体膨胀收缩规律受构造控矿特征,配合分析磁异常,在深处钻孔见近百米厚铁矿,发现第二个接触带,使储量又大大增长。地质—物探剩余磁异常和异常的研究导致一系列深掩埋、隐藏的盲矿的发现,使该区铁矿石总储量增加十几倍之多。

3.2.3 第三大类盲矿(Ⅲ) 找矿方法的综合运用及其勘查实例:第三大类盲矿(Ⅲ)见表5,是与酸性岩浆岩有成因和空间联系,或有一定联系,但关系较复杂的矿床。其一是与花岗岩成因关系较密切且清楚,盲矿一般分布于花岗岩突或岩株顶部或其附近之各种沉积岩(一般为砂、页岩、泥岩)和变质岩,如浅变质板岩、石英岩、千枚岩等围岩中。围岩蚀变以云英岩化最为典型,矿体成脉状以石英脉型黑钨—锡石矿为主或以云英岩型锡石(含黑钨)矿床出现。有时与花岗岩有成因联系的矽长岩有成因和空间分布关系,形成矽英岩型钨—钼矿床,锡矿床,如花岗岩与石灰岩等碳酸盐岩接触,一般是形成矽英岩型白钨矿床。此外在特殊有利条件下还可形成云英岩型和矽英岩型复合型的钨、铋、锡、钼(铍、铅、锌、汞)矿床。这类盲矿田远景区可以地质、遥感和以磁、重力测量为主的物探综合方法加以确定(见本篇前文),并以磁法等物探方法确定岩体产状及与围岩的接触带。对盲矿体的追索和圈定可以电法(石英脉、云英岩高电阻),如产状陡的钨、锡石英脉盲矿可用电法中间梯度法圈定它们。同时

以残、坡积重砂、岩石、土壤地球化学查明原生分散晕和次生分散晕以及汞气晕等与物探电法配合,盲矿的寻找是较有把握的。其二是与花岗岩,一般是略偏基性的花岗岩有成因关系的锡石硫化物型矿床,这类盲矿在地下的分布与花岗岩关系有时比较确定和清楚,分布于岩体接触带附近,共生矿物含 Sn、Cu、Pb、Zn、(W、Sb、Hg)等,例如中国云南个旧锡石硫化物—Cu、多金属矿床。或与岩体关系比较复杂,如中国大厂锡石—硫化物(铅、锌)矿床等。此外花岗岩浆期后热液型,Co、Ni、Bi、Ag、V(As、Sn)五元素矿床,或接触交代或热液充填脉状矿(充填于各种各类围岩中),诸如此类矿床成因较复杂,盲矿分布规律也复杂,与花岗岩空间关系不很确定,故属较难预测的盲矿类型。寻找和追索盲矿体以电法、配合以重砂法、原生晕、次生晕以及用汞气测量、放射测量、水化学测量等方法。在我国大厂锡石硫化物矿因与磁黄铁矿(深部)共生,故成功地运用了磁法圈定深部和亚深部盲矿。其三是花岗伟晶岩内各种稀有和稀土矿床,伟晶岩一般分布于花岗岩与围岩内外接触带附近,盲矿共生组分一般为 Nb、Ta、Li、Be(铌、钽铁矿、锂云母、锂辉石及绿柱石)。还有花岗岩中 Nb、Ta、Be、Y、Zr。花岗伟晶岩中非金属各种长石、云母矿床(常含 Ta、Nb、V),各种宝石矿床等等。一般以磁、重力测量圈定花岗岩,以电法(电阻率)圈定伟晶岩脉,技术要求高精度。综合方法圈定盲矿可用重砂法(坡残积)岩石、土壤、壤中汞气测量,水化学。扫面用水系沉积物地化测量及河流重砂法先行。放射性物探测量有时在追索盲矿体中也可起到极好的效果。由于隐藏和覆盖程度的加深,难度加大,物探和化探的运用显得更为重要和不可缺少。其中加强成矿规律的研究是起主导作用和使勘查成功的关键。各

亚类和 A、B 型盲矿找矿方法综合运用详见表 5。

对此大类盲矿进行预测,并进一步追索和圈定盲矿的成功实例为数也颇多。在评价和圈定盲矿田远景区方面(较大面积区域内)笔者曾多次翻译和论述过前苏联学者(В. В. Онихиновски, 1972)对前苏联 Приаиурья(即黑龙江流域)地区,运用区域大地构造,花岗岩岩石、地球化学的研究,对锡石—石英(含黑钨)类型和锡石硫化物类型盲矿田成矿规律的分析 and 综合运用区域物探重力布吉异常评价和圈定上述二类与花岗岩有成因联系的盲矿田远景区的新的理论并在实际中运用的实例(见前文)。在运用地球化学指标评价含锡花岗岩远景区方面包括(1)岩浆岩内挥发分、F、Cl、B、H₂O、CO₂ 富集程度的研究,(2)岩体中或岩体的某种矿物成矿元素的异常高含量,如 W、Sn、Cu、Be、Cr 等异常高含量,(3)岩体中矿物成分及矿物标型特征,(4)岩体中某些同位素和气、液包裹体成分研究,以指示含矿岩体的成矿远景。如经研究(D. I. Groves)澳大利亚塔斯曼尼亚岛含锡花岗岩中,黑云母富含锡,综合研究证实含锡高的黑云母—白云母花岗岩相应其 Li、Rb、F 含量亦高与工业锡矿有成因和空间分布关系^[4,10]。M. Boissavy — Vinau, G. Roge (1980)对法国 Marche 东部(法兰西地块中部)和 Visen 的北部(葡萄牙)的含锡花岗岩分异作用的研究表明,Sn、W、Ta、Rb、Cs、F 和 Li 在分异作用晚期最后残余岩浆中富集其中 Sn、Ta 相关显著。在 Marche 地区未分异岩浆岩中 TiO₂/Ta 高达 4900,而分异作用最强的花岗岩中 TiO₂/Ta 为 1。因此认为利用 TiO₂/Ta 的比值指示和圈定有利成矿远景区^[11]。美国地质调查所 J. R. Watterson 等人在美国西部五个金、银大矿区范围内,在岩中分析了 Te 元素

表 5 盲矿第三大类各亚类、型的预测和找矿技术方法的综合运用

大类	亚类	型	预测和寻找盲矿的技术方法的综合运用
第三大类 (■)	第一亚类: ■-1		地质测量, 立体地质图件制作的基础上, 加强大比例尺小范围内成矿规律的研究, 运用遥感、航空地质学等方法, 综合运用航空和地面磁、重力测量确定, 异常远景区, 其中包括中比例尺各类重砂, 地球化学测量, 远景区中又以磁法为主的物化探综合方法预测圈定花岗岩体及其接触带, 在此基础上进行以电阻率法、激发极化或自然电场法等物探, 针对高电阻的石英脉、伟晶岩脉, 云英化岩石运用中间梯度法或针对 Cu、Pb、Zn 运用自然电伤、激发极化法等。并配合重砂、原生晕以圈定盲矿体, 必要时也可运用水化学和大气汞气测量等。某些盲矿中共生有磁黄铁矿等也可用磁法圈定之。
	第二亚类: ■-2	A 型 ■-2-A B 型 ■-2-B	技术方法的综合运用原则上同 ■-1 类, 土壤覆盖时, 运用以土壤地球化学为重点的全面地球化学测量和重砂测量, 其中根据具体情况针对性运用。并充分注意, 地势起伏高, 中, 低, 迁移土, 深风化剖面发育程度的影响
	第二亚类: ■-2	B 型 ■-2-B	同 ■-2A, 在物探异常圈定的基础上可考虑浅占揭露, 浅占取基岩破碎带样品, 浅占岩芯原生晕样品, 等, 较深浅占还可利用物探探测。
	第三亚类: ■-3	A 型 ■-3-A B 型 ■-3-B	同 ■-1, 在加强物探各种方法综合运用时, 对新断裂构造加强全面的次生晕研究。 同 ■-1, 各种地球物理综合运用, 异常带中占井原生晕和地球物理测井。水化学找矿法亦可视条件许可运用。
第四亚类: ■-4		A 型 ■-4-A B 型 ■-4-B	同 ■-3-A 的综合找矿方法的运用, 必要时电测深, 占探, 孔中原生晕, 物探测井, 地震法。 针对性地综合运用各种有效的物探方法。必要时系统运用 电测深, 地震法测剖面占孔在异常带中揭露, 岩芯原生晕普查, 占孔井中物探测量。

表 6

第四大类(N)盲矿亚类和A、B型找矿技术的综合运用

大类	亚类	型	预测和寻找盲矿的技术方法的综合运用
第四大类 (N)	第一亚类 N-1		加强对地层、火山岩岩石化学、成矿规律研究,尤其是运用遥感和航空地质学的方法进一步,查明火山机构和环状构造等断裂裂隙构造,综合运用磁法(航空和地面)、重力、电测深、放射性物探等方法配合水系沉积物、岩石、水化学、气体测汞等地球化学方法查明含矿火山岩体、岩层、在有远景的地区加强磁、重力和以激发极化,电阻率法为主的所有具有针对性的电法配合原生晕圈定盲矿体。
	第二亚类 N-2	A型 N-2-A	找矿方法的综合运用基本上与N-1亚类相同,土壤覆盖时用土壤地球化学方法为主,注意迁移土,深风化剖面发育程度对地球化学方法的影响,有条件地区可大力开展水化学,气体测汞,植物化学等找矿法。
		B型 N-2-B	同N-2-A,加强物探、磁、重力测量,电法和放射性物探综合运用,次生晕微弱时,有目的地在远景区内以浅占查原生晕,或尽可能井中物探测井,岩心取样查原生晕。
	第三亚类 N-3	A型 N-3-A	同N-1,加强物探方法的综合运用,对新构造断裂加强全面研究,力求查明与其有关的成矿次生晕
第四亚类 N-4	B型 N-3-B		同N-1,加强物探方法综合运用。注意利用占孔物探测井,查原生晕,注意水晕。
		A型 N-4-A	同N-3-A,必要时以电测深和地震法配合其它物探方法。
		B型 N-4-B	考虑上述各种类型所用的方法,有针对性地综合运用。

等的含量。该区最大的矿床环绕白垩纪石英二长岩(名为 Gem-Dago Peak 岩株)的南西边缘呈弧状分布,再建的地球化学晕有 Te、Sb、As、Pb、S 和 Cd 晕也环绕这岩株。本区西南由航磁指明深 1000 米地下隐藏的深成岩体,其上岩石、土壤中 Te 晕与深部岩体相关。他们还圈定了一个 Te 的低异常晕极其广泛分布有 780km² 面积,代表早于岩浆侵入,成矿时形成的低异常 Te 晕。岩浆侵入后上述环绕岩体的高 Te 晕为岩浆侵入由热力将原低 Te 晕活化迁集而成。因此,认为矿液、岩浆及与其有关之 Te 晕均同源于深部,矿与岩体有空间关系等。以上说明物、化探地球化学成矿规律的研究能有效缩小盲矿预测靶区。在小范围内追索盲矿,这大类盲矿属较难预测和普查的类型,但由于各种近代找矿技术方法效能提高,因而成功的范例仍然颇多。在追索具高电阻率的石英脉、伟晶岩脉和云英岩型的钨、锡、铋、钼、铅、锌、铜及稀有元素、稀土元素和非金属云母、长石、宝石等矿产运用中间梯度法测剖面,能高成效地圈定盲矿脉。我国华南许多上述三种类型的矿脉如钨、锡盲矿均是以重砂和电法以及地球化学方法寻找到的。我国东北某铅锌矿区使用中间梯度法,所得剖面平面图,由各剖面异常高峰值带连续的连接和圈定结果与已知盲矿的分布和产状十分吻合。另外的异常高峰值连续连接圈定指示了地下隐伏的新盲矿体,效果极其良好。含铅锌矿的石英脉倾角接近 70°为陡倾斜较薄石英脉类故用中间梯度电剖面法取得成功实效。

我国福建管查铜矿盲矿的发现,圈定和勘查是这大类(Ⅲ—1,Ⅲ—2—A 及 B 类型)盲矿预测成功的极好实例。该矿区基底岩石为前震旦纪建瓯群上部石英云母片岩,其上为上侏罗统的兜岭群火山岩系,燕

山晚期花岗岩、石英斑岩等侵入于兜岭群火山岩之中,矿与花岗岩类有成因联系,但分布规律较复杂,盲矿总的分布特征是赋存于北北东向断裂的二、三级构造裂隙之中。故前者控制整个区域矿带分布,后者控制矿脉带和矿体的分布。盲矿脉主要组成是黄铜矿,还有次要和少量的黄铁矿、方铅矿、闪锌矿和毒砂。在几组断裂交叉部位矿体就厚而富。近矿围岩蚀变有绿泥石化、硅化、萤石化和碳酸盐化等。矿区地形切割剧烈,覆盖薄主要为残坡积层。盲矿的寻找运用了电法中的自然电场、中间梯度及电测深以及充电法效果均不好,只有激发极化法效果较好,但它也需要与化探方法相互验证才真正有效。化探主要运用了岩石和土壤地球化学测量(详查 2.5 平方公里 1:5000 比例尺),取得清晰的 Cu、Pb、Zn、Sn 异常。(1)否定南部激电异常,该异常数量多且好,但无化探异常显示,经打钻验证,无矿、激电异常由黄铁矿化引起。(2)找到北段较深的隐藏盲矿。在矿区中部以北北东向 F₁ 断裂为中心化探异常向二翼展开。外带 Pb、Zn、Ag 异常,以 Pb>100ppm 所圈定的异常范围长 3500 米,宽 300—600 米;中带铜异常,Cu>100ppm 的异常圈定的范围长 3000 米,宽 200—400 米;内带 Sn 和 As 异常,Sn>40ppm 圈定范围长 1400 米,宽 100—300 米。三组异常一环扣一环呈带状分布。其中又以 Cu>600ppm, Pb>1000ppm 圈出六个高异常区,恰好与控矿断裂相吻合。以上这些异常带中也有激电异常分布,大体相互重合。上述中部的异常带的南段,矿化好老硐密布,但激电异常曲线梯度大多呈尖峰出现,异常沿走向规律性差,化探异常中 Sn、As 含量高(近矿异常特征)。中部异常带的北段,激电异常宽缓,强度大,沿走向规律性好。化探异常主要为 Pb、Zn、Ag、Cu 的异常,且 Pb、

Zn、Ag 含量高,判断为前缘(外带)异常特征。说明盲矿在南段较浅,北段较深,矿带由南向北段侧伏。经深钻,并几经周折又由坑道配合找到北段隐藏较深的盲矿。

粤西南地区隐伏及隐藏含锡岩体的预测也是此大类较难预测的盲矿找矿工作的最新的一些进展。俞受璠等以及广东省地矿局 704 队(1990,12),在广东信宜县研究了隐伏—隐藏较深的含锡花岗岩类斑岩体的分布。他们综合运用了遥感、航磁、地面磁测和重力测量,论证了该区沿北西向断裂构造—岩浆带(布吉重力负异常)分布的隐藏的含矿(Sn、W、Mo)侵入体。判断这些岩体均属在燕山运动晚期侵入,并为壳源重熔型。在用 1:20 万水系沉积物方法扫面后,发现该带有 Mn、Ag、Pb、Zn、Au,元素异常。在已知矿床范围以 1:50000 水系沉积物测量提供了隐伏—浅隐藏岩控锡矿床和热液锡矿的初步模型,继而在区域中以 1:2.5 万土壤测量普查,根据 Sn、F、Bi、Cu、Pb 正异常和 Ba 负异常组合及强度特征,推测区域自西向东,沿着三个锡异常浓集中心,有大冲坑、山寮和大架坑三个隐伏—隐藏岩体突起,其中突起最高的在山寮(上述三突起之中间部位)可能成矿。80 年代利用 Sn、Mo、Cu、Pb、Zn(有时有 Ba、Bi)成矿元素之外,还使用了 Rb、Li、Be、Nb、F、B、Ba、Sr 等,其中最重要的是 F、Rb 正异常和 Ba 负异常,对山寮隐伏岩体中云英岩型锡矿和脉型锡矿的预测起了重要作用。1990 年 704 队在该区大架坑北,根据地表矿化分析和上述化探异常,打了一个钻孔,在孔深 293 米附近已见到隐伏—隐藏的含矿化的云英岩化的花岗岩,预测含 Sn 的面型云英岩化隐伏—隐藏岩体突起部应靠近山寮地带并在其东地下 260 米左右地段。进一步揭露工作在进行之中。

新山铜矿(第 3,4 亚类 B 型)是预测

和普查难度很大的盲矿类型,分布于我国云南个旧锡矿卡房矿区的一个矿段,五子山复式背斜南西端轴部。区内出露地层为中三叠统个旧组下段碳酸盐类岩石。自下而上第一层为石灰岩与泥灰岩互层,第三层也为泥质灰岩与灰岩互层,第二层为石灰岩与白云岩互层。新山白沙坡一带,地表有燕山期,黑云母花岗岩呈蘑菇状产出。最初从砂矿中发现含 Cu、W、Bi 等金属矿物,未予重视。以后考虑综合利用勘查了近地表 1—6 号铜矿体(含 Sn、W、Bi)。60 年代中后期,发现岩体东部有岩枝呈舌状伸出,岩舌下面有凹兜部盲矿。以后加强成矿规律研究认为其所以岩体呈蘑菇状,有岩舌伸出,其下有凹兜盲矿是因为“一变、二互、三泥质”一是有变辉绿岩床使花岗岩浆不易与其交代同化而受到阻挡,形成凹兜。岩舌突出是因白云岩与石灰岩互层易形成层间剥离空间有利于花岗岩浆侵入并与其同化或交代形成岩舌。泥质岩类在矿体上部形成遮挡层,使岩浆在其下向横向发展,并有利于矿化的分异作用。根据这样的成矿规律分析认为整个岩株周围同一深度范围内均可能有凹兜盲矿产出。于是以钻孔、坑探揭露取样化验,果然成功地发现一系列凹兜盲矿。

3.2.4 第四大类盲矿(N)找矿方法的综合运用及其勘查实例 第四大类盲矿(N)详见表 6,是与火山岩类有密切成因联系,并分布于火山岩中层状,似层状及其它脉状矿床。矿产共生型属南非共生型与环太平洋共生型中之火山岩岩石建造有关的共生矿产系列的盲矿。例如主要绿岩建造中阿尔戈马式硅铁建造火山—变质热液,Fe、Au(Ag)矿,细碧岩中铁矿、金矿、细碧—角斑岩建造中,铜、金、块状硫化物锌、铅、铜(黑矿)等,海相和陆相火山热液矿床,安山—玄武质及伴生沉积岩中火山热液,火山喷气—沉积成因的铜、银、金、汞或

多金属矿床,矿浆铁矿,玢岩铁矿、玄武岩中铜矿,与海陆交互相中性(安山质)有关的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Hg、S,罗马尼亚喀尔巴阡山式多元素矿床与火山岩(如玄武岩等类)有一定关系的 Cu-U, U-Th 矿床(放射性矿床)等等。一般如铁、放射性矿以及某些铜—多金属矿的盲矿与火山岩围岩物理性质和化学性质有较大或一定的差异,也有的金属含量少,呈浸染状分布于围岩中,矿与围岩物、化性差异不明显,不强烈就造成盲矿寻找的困难。对于这大类盲矿预测除了加强地质基础、成矿规律的研究之外,运用遥感遥测和航空地质学查明火山机构、火山环、破火山口、火山岩中断裂带及其与火山环交叉点、放射性状断裂裂隙等,有至关重要的作用。许多火山热液类型的矿床与这类构造分布有关。在查明远景和地下盲矿田的分布方面几乎所有的物探方法、放射性测量,以及所有的地球化学方法都很有用。在追索具体盲矿体时,对有磁性的矿体和密度大的盲矿,用磁法和重力测量,对有色—多金属用各种电法(有时配合磁、重力测量)均证实十分有效。对放射性矿床除用放射性测量之外,一般如与火山围岩有伴生关系的放射性盲矿埋深较大,则在成矿规律研究的基础上用物探追索火山岩,再行钻探并测井。对于有色金属—多金属以电法配合岩石、土壤、水化学、植物化学、气体化学测汞等化探方法乃是必要的技术手段。利用最多的电法有激发极化法、自然电场法、光电法、电阻率法(中间梯度或联合剖面法)、电测深,以及钻孔测井、坑道内物探测量。对于各亚类和各 A、B 型盲矿的预测和寻找详见表 6。在火山岩中的各种隐藏、隐伏盲矿被成功的预测和圈定的实例并不少见。有的甚至在成矿规律的研究基础上,大胆地追索与盲矿有成因和空间联系的矿源层火山岩,并按预测设想果然揭露了深部盲矿。在这方面有必要举出奥林匹克、达姆(即奥林匹克

坝)特大型铜—铀矿床被为人地发现,即是大胆预测盲矿成功的实例^[5]。该盲矿位于南澳阿得雷德西北约 500 公里的亚罗克斯贝当斯的沙漠地区,地势平坦,矿化完全被覆盖,盲矿赋存于 300—350 米深的层状沉积物以下的厚达 1000 米的角砾岩内。铜金属量可能达 1125 万吨,品位 1.5%,铀(U_3O_8)为 56 万余吨,伴生有益组分金(1 克/吨品位)、银(5 克/吨品位)和稀土元素。在该盲矿发现的过程中,卫星图象的运用和分析,常规重力法、航空和地面磁测等方法的综合研究支持和帮助了大胆的成矿规律理论对深盲矿的预测以及最终取得了成功。自 1972 开始在地质师 R·伍达尔的倡议下,对南澳元古界及下古生界岩石等地质资料进行调研,提出新的成矿模式,包括物质来源、铜的搬运及沉淀问题。研究表明当大陆玄武质火山岩遭受某种类型的蚀变作用时,能够析出大量的铜,这些铜即是沉积铜矿床的铜源,因而遭受蚀变的大陆玄武岩便被认为是矿源层。经他们研究,认为在斯图尔特陆棚南缘有蚀变适度的玄武岩出露并向整个陆棚深处延伸,该区成铜条件最有利,且有类似赞比亚—扎伊尔铜矿带(砂页岩型铜矿)的构造和岩性成矿条件。在该区加强工作后,发现“重力高”(布吉正异常),重力、磁力测量证实其下有蚀变玄武岩隐伏的层位。在产状平缓地区,由于对卫星图象进行线性分析发现北北西向的大型线性构造并与航磁异常与重力异常重合。在这个构造—物探异常带上进行了钻探。在最强的物探异常地带进行的地面磁法、重力和地震剖面测量在所获的资料的基础上,布置的金刚石深钻孔(500 米—1000 米以上)先后于 1975 年及 1976 年 11 月揭露了厚 38 米,以及高品位的铜、铀等矿层,特大型铜—铀矿已被确认并已进一步得到详细勘查。这是本大类第三、四亚类难预测的盲矿亚类和 A、B 型的找矿成功的重大实例^[5]。(未完待续)