

要有准确扎实的资料为基础,又要善于从精细的资料中,抽象、提炼、总结出简单明了、概括性强的模式,为化探评价异常进行预测提供充分的依据。

3. 完善成矿区(带)化探普查方法,获取更多的区(带)化探成果

认真总结三年多来区(带)扫面经验,完善方法。尤其应总结成图方法和区域成矿的地球化学模式,突破地球化学异常的解释。在此基础上,继续开展区(带)化探普查扫面,以取得矿区外围更好的找矿效果。

4. 突破厚层覆盖区化探找矿的难关

在卤族元素测定、气测方法的基础上,针对冶金地质常见的厚层覆盖对象,以突破黄土、水田、森林、基岩盖层为主要目标,试验新参数。

争取在数年内,新增地电化学方法、碘气、CO₂、盐晕、热晕、植物晕等方法应用于生产,并系统开展厚层覆盖区的景观地球化学研究,着手建立景观地球化学模式及相应的工作方法

5. 继续研究痕量定量方法,完善痕量定量分析系统

稳定并提高直读光谱分析水平,扩大生产能力。加速老设备(如发射光谱)技术改造的研究,争取尽早投产,为全面推广定量分析系统准备充分条件。

二十六年来,冶金地质系统的化探工作,从萌芽到初具规模,已完成了向新的发展时期过渡的基本准备。我们一定要满怀信心,加倍努力,走向更光明的未来。

区域地球化学分带特征与成矿预测

广西冶金二七二勘探队

苏季生

广西蕴藏着丰富的有色金属矿产资源。多年来,区内广泛应用各种比例尺的地球化学找矿方法,获得了相当多的基础资料。为了探索元素在区域中成矿成晕的地球化学模式,笔者采用“元素组合”来圈定异常带范围的方法,编制“广西1/50万地球化学图”,以强化区域地球化学场的特征和对矿源场的认识。

广西以钨锡为主的多金属矿床,在其垂向和水平方向有成矿序列的存在,它所产生的元素地球化学组合特征,可用于成矿预测

区域地质概况

广西自元古界到新生界各时代的地层发育较全。元古界主要以碎屑岩为主,并夹有基性火山岩。下古生界东部主要以碎屑岩为主,西部则以碳酸盐岩为主。上古生界以碳酸盐岩和硅质岩为主。中生界地层三迭系主要为一套海相类复理式建造,侏罗—白垩系主要为陆相砂砾岩。新生界则为陆相砂泥质岩。

区内发育东西向、南北向构造体系及其他各

种扭动构造。主要构造体系及其复合和联合部位,控制了岩浆活动及多金属矿床的形成。其中东西向复杂构造带居主导地位,广西山字型构造也同样具有重要的控矿作用。

岩浆活动频繁 除桂西和桂北有基性、超基性岩外,其余均为中酸性侵入或喷出岩,在桂东南中酸性岩浆岩特别发育。岩浆自四堡期到燕山期均有活动,其中以加里东期、印支期、燕山期岩浆岩最发育。特别是酸性侵入岩与广西的有色金属矿化关系密切。多数矿床都具有垂向分带和水平分带之特征。

元素地球化学组合特征

广西地球化学异常,与岩浆活动关系甚为密切。全区大小岩体千余个,出露面积约19000平方公里,酸性岩占整个岩浆岩总面积的90%以上。酸性侵入岩与有色金属矿化息息相关,使这些地区的成矿元素、伴生元素和控矿元素都有区域性的增高。已知与成矿有关岩体的主要化学成分和一些微量元素的分析结果列于表1

表 1

有关岩体	成矿元素 (ppm)				控矿元素 (%)		
	Sn	Cu	Pb	Zn	SiO ₂	K ₂ O + Na ₂ O	K ₂ O Na ₂ O
大厂花岗岩	100	9	5	63	73.26	8.00	2.25
钦甲花岗岩	30~300	200~300	10~50	100	70.08	7.20	1.49
元宝山花岗岩	100	80			74.98	6.76	2.20
姑婆山花岗岩	100~1000	30	70	300	75.82	6.99	1.31
栗木花岗岩	240	69	30	58	72.22	7.17	1.01
地壳中该岩石的丰度	3.5~3.6	12~15	23.6	48.0			

可见与成矿有关之岩体锡的丰度都较高,为地壳中该类岩石丰度的 8 倍以上;铜、锌、铅丰度在各岩体不一,多数高于地壳中该类岩石的丰度。这些岩体都具有富碱、亲酸、含挥发份高的特征: SiO₂ 都大于 70%, K₂O + Na₂O > 6%, K₂O/Na₂O > 1。从锡在含矿岩体中的丰度和 SiO₂ 的含量看,与美国地质学者提出的“当岩浆岩中 SiO₂ 含量达 70~80%, Sn 含量 > 100ppm 时,可找到锡矿”的结论是相符合的。确实上述岩体附近都有锡矿床形成。

本区所发现的钨锡矿,都具有明显的分带性。在一个矿田中,常有一系列与成因有联系的矿床围绕成矿花岗岩体作有规律分布。自岩体向外依次出现稀土→铌、钽→锡、钨、铋、钼→锡、钨、铜、铅、锌等矿床。矿床的分带性,必然反映元素地球化学的分带性。元素地球化学组合特征如下:

1. W、Sn 元素组合 W、Sn 是亲酸性元素,多数的 W、Sn 矿化与燕山期花岗岩有关。它们来自被多次花岗岩化、混合岩化改造的原始陆壳和古老时代的地槽沉积物, W、Sn 与 F、Cl、B 等成挥发性的化合物结合,在花岗岩化过程中向上集中到较新的地壳上部和小岩体顶部。高温气液里 W、Sn 又与易成挥发卤化物的 Li、Be、Bi、Si、As 等伴生,在高温状态下形成黑钨矿、锡石。所以钨锡矿床的形成离岩体都不太远。低温热液 W、Sn 的活动明显减弱。但在矿床上部 Sn 能与一些 Ag、Pb、Sb 的低温矿物形成 Sn 的硫盐矿

物,如辉铋锡铅矿等,在大厂长城矿床是常见的矿物。

所以在成矿过程中, W、Sn 几乎都是活动的,在矿床中常见上部富锡下部富钨。如大厂、珊瑚、栗木均有这种特点。

2. Cu、Pb、Zn 元素组合 Cu、Pb、Zn 元素都具有亲硫特性,多金属硫化物成矿期(阶段)中析出量最大。高温气液成矿阶段在外接触带形成 Cu、Zn 和 Cu、Sn 夕卡岩矿床。如大厂的锌铜矿床,钦甲的铜锡矿床。在中低温热液条件下, Cu、Pb 和 Ag、As、Sb、Bi 形成各种硫化物(Pb 特别丰富),而 Zn 在中低温时不生成硫化物。因此,矿床上部常见 Pb 矿物,中部 Cu、Pb、Zn 常为共生,下部 Cu、Zn 矿物居多。多数矿区中 Cu、Pb、Zn 都能各自形成矿床。所以在成矿区里, Cu、Pb、Zn 的异常范围宽而连续。

3. Hg、Sb 元素组合 Hg、Sb 具有亲铁性,其自然金属熔点及沸点低,高温挥发性强,迁移能力大。热液末期,大量亲硫亲铁元素之硫化物已经沉淀,只剩下一些蒸气压高的元素 As、Sb、Hg 的络离子。这时除还可形成少量 Ag、Hg 的 As—Sb 硫盐矿物外,只能沉淀雄黄、雌黄、辉铋矿和辰砂等矿物。所以 Hg、Sb 元素成为热液矿床的远程指示元素,可独立形成矿床。

综上所述,本区 W、Sn—Cu、Pb、Zn—Hg、Sb 元素地球化学组合异常,实质上是同一“矿源场”的产物。

区域地球化学分

带与矿床展布的关系

广西是南岭钨锡成矿区的一部分。全境有三个重要的控制钨锡矿床构造体系,即南岭东西向构造带,华夏系构造和康滇歹字型构造(图1)。诸构造体系控制钨锡矿规律是:①南岭东西向构造带是控制广西钨锡矿的重要构造体系,已知的重要钨锡矿床均位于南岭东西构造带内。②在华夏系构造北西边界线以西地区为广西重要锡矿区;以东则为钨锡混合成矿区。③北西向构造(隆起)带是本区钨锡成矿带的重要控矿构造,当其与东西向隆起带复合时就成为广西重要的钨锡矿区。

就广西境内的区域地球化学场来看,有多个以W、Sn元素为中心的“矿源场”,现有的大型钨锡矿产都呈现出较完整的区域地球化学异常(图2)。

可以看出,华夏系构造以45°通过本区中心,

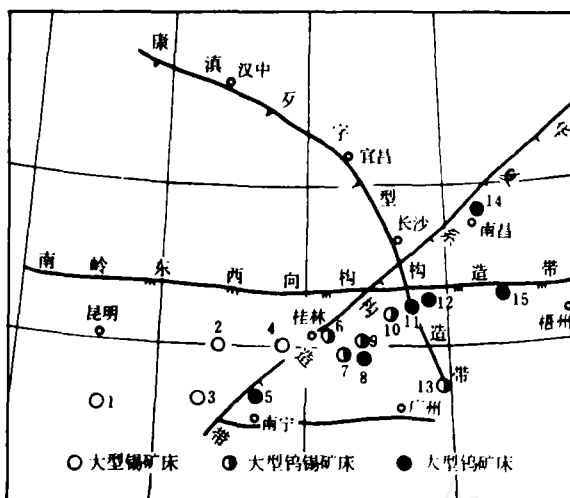


图1 南岭钨锡矿分布示意图

- 1—一个旧锡矿; 2—大厂锡矿; 3—钦甲锡矿; 4—宝坛锡矿; 5—大明山钨矿; 6—栗木钨锡矿; 7—珊瑚钨锡矿; 8—大桂山钨矿; 9—石浪冲钨锡矿; 10—东坡钨锡矿; 11—瑶岗仙钨矿; 12—西华山钨矿; 13—锯板坑钨锡矿; 14—阳储岭钨矿; 15—行洛坑钨矿

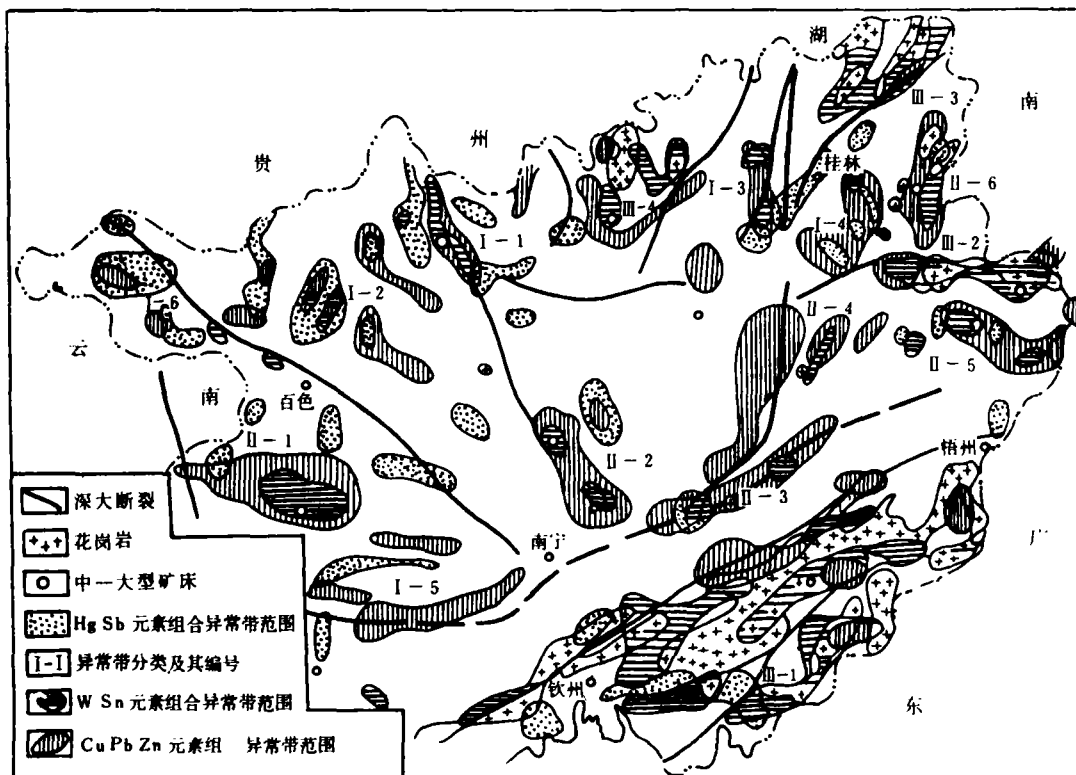
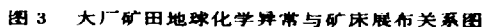


图2 广西地球化学异常分带及成矿预测图

1. 隐藏场源 深部火成岩接触构造和伴有褶皱构造系统, 赋存有各种类型的盲矿体。它能产生清晰的而具有分带性的元素地球化学异常。此类异常, 以大厂矿田为例 (图 3)。大厂矿区围绕

区内化探工作结果,在黑云母花岗岩体及其周围亦出现成矿主元素不同的多个综合晕带,呈似环状分布。晕的组分与已知矿床矿物的分带是一致的。在岩体接触带出现浓度大、范围广的Cu、Sn、W、Zn综合晕,并伴随有零星的含量较低的Pb、Sb、As晕;离岩体稍远则为较强的Pb、



5—盲矿体；6—矿脉；7—次生晕综合异常带

Sb、Zn、Sn 晕，而 As、Cu 晕则甚弱，构成明显的水平分带。

在这些异常带中，经多年来的勘探验证，共发现 17 处具有一定规模的盲矿体，地球化学异常找矿指示作用是良好的。

2. 半开场源 化探多元素综合晕强度较大，范围宽。直接产生综合晕的矿源场或矿化场受到一定程度剥蚀，矿体埋藏较浅或有部分已被剥蚀。此类已知矿场源有德保、钦甲锡矿区（Ⅱ—1），大明山钨矿（Ⅱ—2），珊瑚一大桂山钨矿（Ⅱ—5），栗木钨锡矿（Ⅱ—6）。兹选其二例：

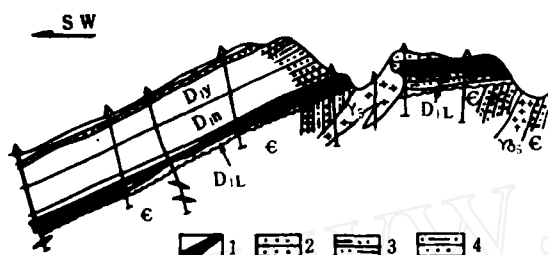


图 4 大明山黑钨矿矿床地质剖面图

D_{1y}—下泥盆统郁江组；D_{1n}—下泥盆统那高岭组；
D_{1L}—下泥盆统莲花山组；ε—寒武系；γ_δ—黑云母花岗岩；γ_{δs}—斑状白云母花岗岩；1—矿体；
2—砂岩；3—泥质砂岩；4—砂岩、页岩

1. 大明山钨矿。矿体主要分布于七凤背斜轴部及两翼，产于下泥盆统莲花山组中部中细粒含泥质石英砂岩中。矿床呈层状、似层状产出（图 4），一般 1～3 层，最多 5 层，成叠层状，其中主矿层仅一层。沿走向长 2000 米，沿倾斜向南西延深已控制 3000 米。矿物组分有黑钨矿、白钨矿、辉铜矿、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、辉铋矿等。

在本矿床出现有数平方公里多元素综合异常带。除矿层前方有强大的综合晕外，在倾斜方向距地表 200～300 米深处仍有清晰的异常，W、As 吻合性好，Cu、Mo、Pb、Zn、Sb 异常零星地分布其中。矿区外围尚有一系列的 Cu、Pb、Zn、Sb、Ni、Mn 等元素异常发育。因而本矿源场异常范围甚大。

2. 珊瑚钨锡矿床。矿床属于含锡石英脉型，产在中泥盆统郁江组砂页岩及东岗岭组灰岩中，向下延伸到莲花山组砂岩。矿脉常密集成组成带出现，脉组在平面上呈平行排列分布，在剖面上

呈后行侧幕排列，如图 5。矿化深度一般 500 米左右，深者大于 900 米。主要金属矿物有锡石、黑钨矿、白钨矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿等。多阶段成矿，为金属矿物组合复杂的气成—热液矿床。上部富锡，下部富钨。

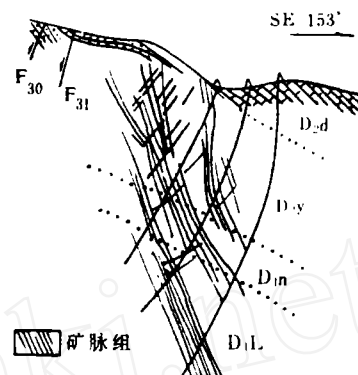


图 5 珊瑚长营岭地质剖面图

D_{2d}为灰岩；D_{2y}、D_{1n}、D_{1L}为砂岩、灰岩、页岩

该矿区化探综合晕组分特征是以长营岭矿床为中心，由近及远，可分为三个组合带。矿体上方为 W、Sn、Cu、Zn、As 等元素组合；稍远为 W、Sb 元素组合；再远为 Sb、W、Hg 组合。水平分带也很明显，都反映了矿床的变化规律。

3. 残存场源 成矿区域中，含矿岩体已被剥蚀至不能成矿的标高，只剩矿根或矿化。残积物高度分散，形成广泛的耐风化物区域性的偏高。这些地区只能形成大型砂矿，原生矿只能有中型以下的矿点。所以区域地化异常表现为 W、Sn 异常范围大，Cu、Pb、Zn 和 Hg、Sb 异常只在其中或边部有零星分布。属这类场源的有：桂东南的六万大山岩体，大容山岩体（Ⅲ—1），花山—姑婆山岩体（Ⅲ—2），猫儿山和越城岭岩体（Ⅲ—3），元宝山、摩天岭岩体（Ⅲ—4）（见图 2）。

广西钨锡矿床与花岗岩体在空间距离上有一定关系。据统计，在花岗岩体内矿点数为 31%，储量数小于 1%，钨锡主要在花岗岩体外接触带。水平方向占 99% 的储量距岩体露头约 5 公里以内，一般小于 2 公里。花岗岩体出露大小与钨锡矿床的关系见表 2。

表内列举的岩体，是广西境内出露较大的岩

岩体剥蚀程度与矿床关系

表 2

岩体名称	出露面积 (km ²)	钨锡成矿规模	异常类别及编号
六万大山岩体	约4100	外围有钨锡矿化点, 钨锡无工业矿床	Ⅲ-1
大容山岩体	约2200	同上	Ⅲ-1
花山岩体	约600	外围有中--大型砂锡矿床	Ⅲ-2
姑婆山岩体	约619	外围有大型砂锡矿及中--小型原生工业矿床	Ⅲ-2
猫儿山岩体	约1700	外围有钨锡矿化点, 钨锡无工业矿床	Ⅲ-3
越城岭岩体	约1300	外围有钨锡矿化点, 有小型工业矿床	Ⅲ-3
摩天岭岩体	约1000	外围有钨锡矿化点, 距离约10公里的小岩体附近有大、中型工业矿床	Ⅲ-4
元宝山岩体	约330	附近外围有中、大型原生钨锡工业矿床	Ⅲ-4

体, 从矿床和矿点的分布来看, 可确定这些岩体最初是具有很好含矿性的, 由于侵蚀、剥蚀, 有的能保存部份原生工业矿体, 有的转为大型锡砂矿, 大部分已被剥蚀殆尽。这种自然规律给人们在找矿中一个启发: 必须抓住隐伏岩体的含矿性。

找矿准则与成矿预测

1. 在成矿作用有利的构造带内, 隐伏岩体加封闭式的构造系统, 是容矿构造的场所。元素地球化学组合特征是 W、Sn—Cu、Pb、Zn—Hg、Sb 有同心分带现象且异常规模较大, 是反映矿床三度空间仍然完整的保存着, 是有大矿赋存的重要标志。

2. 地质构造成矿有利, 与成矿有关的岩体出露的面积不大。元素地化组合特征是 W、Sn 异常套在 Cu、Pb、Zn 异常带中, 且 Cu、Pb、Zn 异常范围两倍于 W、Sn 异常范围。预示着矿床埋深不大, 或已有部分暴露。这样可就异常之规模预测矿床之规模。

3. 含矿岩体大面积的出露。W、Sn 元素组合的异常带范围较大, Cu、Pb、Zn 元素组合异常在其中或边缘零星分布, 说明大部份原生矿体已被剥蚀, 这些地区砂矿占主导地位。

4. 含矿岩体出露面积较大。外接触带出现大规模的 W、Sn 元素组合异常, 尚有较大的 Cu、Pb、Zn 元素组合异常环抱着, 原生矿床和砂矿都可以并存。

5. 区内所有已知矿床, 都有垂向和水平分带

的特征, 对成矿条件有利的地区 (控矿构造、火成岩活动), Cu、Pb、Zn 元素组合异常和 Hg、Sb 元素组合异常分布有一定的联系, 应仍视为有矿源场所引起。

结 语

1. 应用元素地球化学组合特点来编制区域性地球化学图, 对强化地球化学场的特征能起一定作用。

2. 南岭钨锡成矿带向南西方向侧伏, 侧伏端自桂西南延至云南境内。低温远程 Hg、Sb 元素异常分布逐渐增加就可以说明这一点。

3. 广西已知矿区的地球化学场的特征, 都有 W、Sn—Cu、Pb、Zn—Hg、Sb 的异常分带趋势, 是广西多金属矿床以 W、Sn 为中心在垂向和水平方向依次存在着有关的其他元素的反映。因此钨锡矿区要注意寻找外围的铜铅锌等矿种; 反之, 铜铅锌矿床深部或旁侧, 也可能有钨锡矿床存在。

4. 研究矿源场产生的地化异常模式, 结合含矿岩体的侵蚀程度, 对预测成矿类型、矿床规模等有现实意义。

主要参考文献

- [1] 秦皇岛冶金地质进修学院编, 现代成矿理论及勘查地球化学汇编 (第四集), 1982
- [2] 高志斌, 广西钨锡矿床成矿地质特征与找矿, 地质与勘探, 1982年第8期

[3] 吴精适等, 平桂锡矿矿床地质特征及控矿条

件, 广西冶金地质 (内部), 1981

[4] 尹全七, 广西及其邻区锡矿床分布特征与找矿

方向探讨, 桂林冶金地质学院学报, 1981年第4期

[5] 张相训, 从隆起带和褶皱构造看广西主要构造

体系的构造型式兼论其对钨锡矿床的控矿规

律, 广西地质学会论文集 (内部), 1980

层控条件下钻孔岩矿芯标本磁参数的矢量测量

内蒙冶金地质三队

乔占海

目前, 磁参数值主要是通过地面标本和钻孔中岩矿芯标本测得的, 但钻孔岩矿芯只能进行标量测定。当 $J_r \neq J_s$, 用地面标本无法获得 J_r 的方向参量 θ_r 、 φ_r , 这将直接影响磁异常推断解释的结果。现就能否对钻孔岩矿芯进行矢量测定讨论如下。

公 式 推 导

钻孔岩矿芯标本磁参数矢量测量的关键是标本是否定向。

对层控条件下的钻孔岩矿芯进行大量观察表明, 岩矿芯上均有明显的岩层层理面轨迹。沿层面做岩矿芯断面, 此断面在岩矿芯圆柱体外侧是一椭圆。椭圆的空间位置, 受岩层和钻头平面的接触状态控制, 我们称此椭圆为特征椭圆 (图1)。

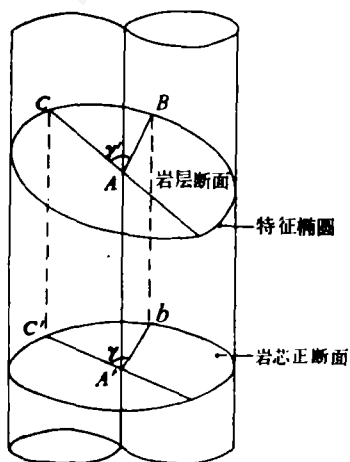


图1 岩芯断面示意图

为了求得数学表达式, 特建立图2所示坐标系; 利用矢量运算方法研究其数量关系。坐标系中岩层与钻头平面为任意状态。钻头平面最先与岩层层面接触的点是特征椭圆的上顶点, 最后接触于同一层面的点是特征椭圆的下顶点。用矢量表示图2中有量的量: 特征椭圆的长轴用 $\vec{AC}$ 表示, $\vec{AC}$ 在岩芯正断面上的投影用 $\vec{A'C'}$ 表示, $\vec{A'C'}$ 是 u 、 v 、 α 等角度的函数, 可写成 $\vec{A'C'} = f(u, v, \alpha)$ 的函数形式。考虑到定向后测试与坐标变换的方便, 应在岩矿芯标本上找到 $\vec{A'C'}$ 与 $\vec{A'b}$ 的位

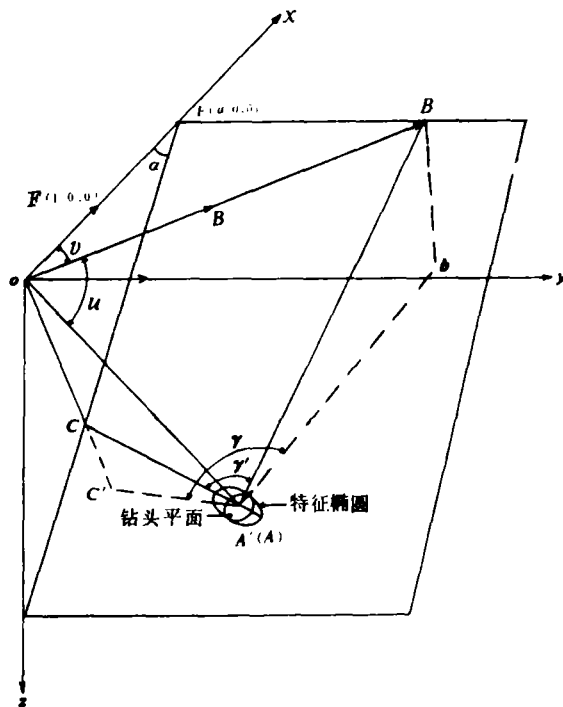


图2 钻头平面与岩层层面的接触关系图