

个旧锡矿床空间分布特征及控矿模式

唐尚涛

(云南锡业公司)

个旧矿区开展地质工作较早,尤其是东区,勘探和开采程度都比较高,进一步找矿的难度明显增大。要提高找矿的成功率,关键在于提高对隐伏矿体的预测能力。应用现代的成矿理论,建立成矿模式已成为理论找矿新阶段的重要特征。建立成矿模式“是对成矿环境、成矿机制、矿体空间和时间分布规律及控矿因素的辩证综合或抽象图式,是正确选区的根据,也是合理使用勘查方法的指南”。个旧矿区在研究总结地区性成矿特点和空间分布规律的基础上,建立了矿区的控矿构造模式(图1),综合归纳了本区背斜控矿的基本特点,对指导找矿有重要意义。但是本区的主要矿床是否都属于这类模式,是否都属于五子山背斜矿带,尚值得商榷。

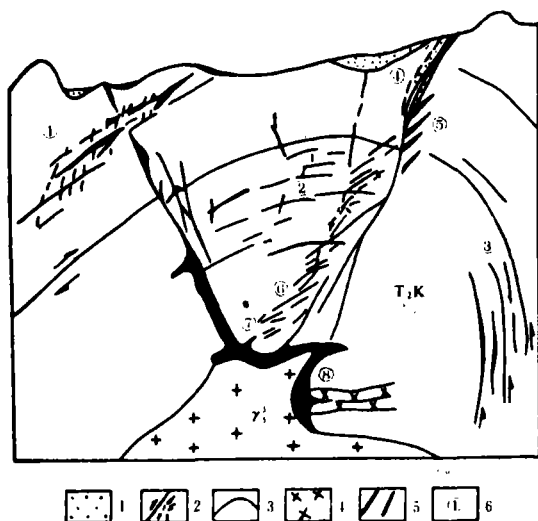


图1 个旧矿区控矿构造模式

T, K—个旧灰岩; Y₁—燕山期花岗岩; 1—砂锡矿;
2—断裂裂隙; 3—褶皱地层; 4—辉绿岩; 5—矿体;
6—成矿形式: 1. 马拉格式; 2. 湾子街式; 3. 松树脚式;
4. 尹家洞式; 5. 老阴山式; 6. 18号式; 7. 5号式; 8. 新山式

矿床类型及空间分布特征

与燕山晚期花岗岩侵入活动有关的成矿作用,在本区形成了各种类型的锡多金属矿床,现分述如下:

1. 含锡云英岩矿床 为锡石—石英矿组的高温气热矿床。分布在老厂、卡房、牛屎坡等粒状花岗岩体的顶部或周边,呈脉状、巢状及不规则状产出。

2. 电气石细脉带矿床 由成矿气热液多阶段充填交代碳酸盐岩中的裂隙带所形成的大量夕卡岩、电气石、硫化物(氧化)细脉所组成。为锡石—石英矿组和锡石—硫化物矿组叠加的矿床,也主要分布在老厂、卡房、牛屎坡等地。由陡倾斜压扭性裂隙带控制的细脉带总体呈脉状产出;由褶皱作用引起的层间滑动及所派生的层内裂隙控制的为似层状细脉带矿床。

3. 锡石—硫化物矿床 是区内最重要的矿床类型。赋存于花岗岩与碳酸盐类岩石接触带的为夕卡岩—硫化物矿床。其产状形态主要受花岗岩地形和盖层构造控制。在接触带比较平整,盖层构造不太发育的部位,矿体厚度小,成为较薄的板状体;在花岗岩的盆地以及盖层的断裂和褶皱发育部位,矿体厚度较大,多形成透镜体;岩脉或断裂与接触带交汇处常形成瘤状、柱状或脉状矿体;花岗岩舌状凹陷部位,矿体呈陡缓变换的镰状。赋存于外接触带碳酸盐岩层中的为层间矿床。由于硫化物大多氧化,习惯称层间氧化矿。矿体在平面上受断裂、裂隙带和褶皱轴的控制呈带状分布,而垂直面上又依附一定的含矿层位具成层性。真正典型的层状矿体并不多见,大多为层脉过渡型。层间滑动或层间剥离控制的矿体厚度小,整合性好,呈似层状或透镜状;由层间滑动和交错裂隙双重控制的矿体呈一向延长的条状、管状或层脉交叉状,往往沿裂隙带的走向侧伏;矿液充填层内交错裂隙带则形成似脉状或脉群矿体。沿东西向断裂及其旁侧的陡立岩层层间滑动带还分布有陡倾斜的脉状矿体。

4. 含锡白云岩矿床 这类矿床特征地发育在 T_2K_2 层厚大白云岩中, 为中温热液矿床。由硫化物氧化的褐铁矿、赤铁矿以及含锡石的碳酸盐沿白云岩中的微细裂隙充填浸染, 形成脉状或似层状的网脉浸染型矿床。

矿床的空间分布具有成带性、丛聚性和多层性特征。以锡为主的多金属矿床受一系列北东向断裂、褶皱的控制呈带状分布。矿区东部的五子山复背斜带上排列有松树脚、老厂、双竹、卡房等大型矿田, 是区内规模最大的锡多金属矿带。而一些东西向断裂则控制了脉状铅锌矿床的分布; 在北东向矿带中矿化并不是连续的, 而是丛聚在次一级控矿构造和控矿岩体的周围, 形成若干块形的矿田或矿段, 其间有无矿或矿化较弱的地段分隔。矿田内矿床又主要赋存在花岗岩接触带及碳酸盐岩中的有利含矿层位, 呈层分布, 多层重叠; 就同一矿层来讲, 矿体的分布也是沿断裂

或裂隙带间歇性的成条产出。这种“区中成带; 带中成块, 块中分层, 层中分条”的分布规律, 反映了构造、岩体、含矿层对矿床的“立体”控制。

在已知的矿田、矿段内, 继续开展“层中找条, 块中找层”还可能发现一些新的矿体。但是从战略上讲, 找矿要取得大的突破, 重点要放在“带中找块”和“区中找带”。因而研究矿田(段)、矿带的控矿模式日益显得重要。

控矿条件和控矿模式

1. 构造控矿 个旧矿区处在几种不同类型构造体系的交汇处, 以属云南山字型构造前弧东翼的北东向构造和南岭东西向构造, 与岩浆和矿化活动关系最密切(图2)。矿区东部的五子山复背斜构造带是由两类构造复合的复杂构造带。主背斜轴向北东 $20^\circ \sim 30^\circ$, 并向北东倾伏。轴脊宽坦, 其上横跨有一系列东西

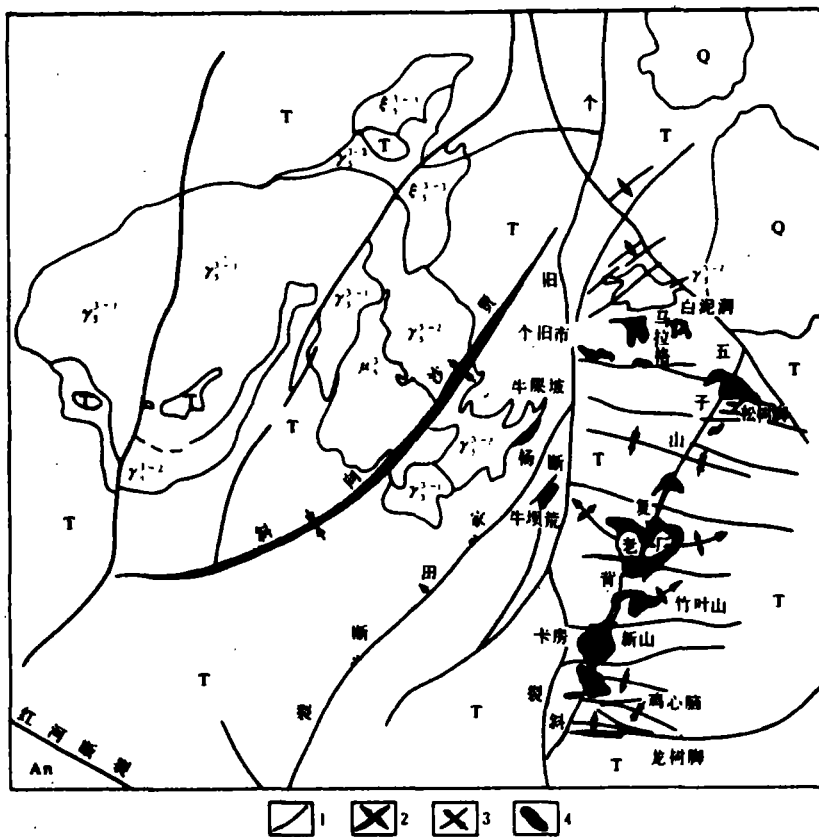


图 2

M_2 —辉绿岩; γ_1^1 —斑状花岗岩; γ_1^2 —粒状花岗岩; ϵ_1^1 —霞石正长岩; An—哀牢山变质岩; T—三叠系; Q—第四系;

1—断裂; 2—背斜轴; 3—向斜轴; 4—矿体

向的褶皱、断裂,将主背斜带分割成若干次一级的构造单元。东西构造在主背斜的两端表现强烈,形迹显著,所形成的横向褶皱具不对称性,北翼缓南翼陡甚至直立,并伴有规模较大的东西向压性或压扭性断裂。如北部的马松穹隆和个松断裂,南部的猪头山向斜和龙树脚断裂,大花山背斜和大花山断裂等。主背斜中段东西向构造相对较微弱,对北东纵向背斜的改造不太明显,东西向断裂的规模较小而且表现为张扭性质,与之相伴的横向褶皱成形也不太完整。如弯子街背斜和龙树坡断裂,银洞向斜和喂牛塘、壕子庙断裂等。沿五子山背斜轴部有一系列花岗岩突起。这些突起往往与次级横向背斜(穹隆)相协调,并控制了松树脚、老厂、双竹、卡房等大型矿田。另外,五子山背斜轴背上一些配套的北东向压扭性断裂、裂隙带和北西向张扭性断裂对花岗岩的突起以及矿化分布也有不同程度的控制作用。贾沙向斜是西区与五子山复背斜并列的褶皱构造,轴向北东 30° ,南西段向西偏转呈弧形。整个向斜平缓开阔,其间有贾沙基性岩和神仙水粒状花岗岩侵入。呈多字形排布的北东向断裂对岩体和矿化分布有明显的控制作用,但迄今尚未发现规模较大的锡矿床。杨家田断裂带位于上述背斜和向斜联结的翼部。走向北东 30° ,倾向北西,倾角 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$,为逆掩断裂。局部张开处有花岗岩脉贯入并伴有锡、铅矿化。牛屎坡、牛坝荒这两个西区最主要的矿段分处在断裂两侧与之相平行的次级拗曲和断裂上。杨家田断裂向北东延伸越过个旧南北向断裂后分枝成水塘寨似帚状构造。一组压扭性断裂和褶皱向北东撒开弯转,向南西收敛。白沙冲、北炮台岩体及马拉格矿区的矿化分布与这个帚状构造有关。总的来讲,北东向构造主导着锡铜多金属矿化的分布,而东西断裂带则以铅矿化为特征。

2. 花岗岩控矿 个旧花岗岩有两种类型。龙岔河岩体和马松岩体为斑状花岗岩,形成较早,同位素测定年龄为 $84\sim 103$ 百万年,偏基性,属钙碱性花岗岩,其中有大量暗色包体,具较明显的混染作用;神仙水、白沙冲、老卡岩体为粒状花岗岩,形成较晚,距今 $64\sim 80$ 百万年。偏酸性,属次碱性花岗岩。斑状花岗岩主要与锡石—硫化物矿床有关;粒状花岗岩除锡石—硫化物矿床外,还生成有锡石—石英组矿床。有关研究资料认为:这两类花岗岩属于同一成岩作用两个不同阶段的产物。斑状花岗岩是地热作用下富钾的泥质

基岩经交代和重结晶作用形成的。随着熔融程度的增高,选择性重熔花岗岩浆的形成,花岗岩化进入新生岩浆阶段,晚期生成的粒状花岗岩具有明显的岩浆成因特征。熔融程度增高,成矿物质能较充分的富集,同时挥发组份也聚集而有利于成矿作用。因此,本区成矿较好的岩体往往是氟含量高的岩体。由西向东,由北至南,花岗岩有熔融程度增高,侵入时间较新的变化趋势。东区矿床甚为发育反映了锡矿化主要与熔融程度高的晚期侵入体有关。西区虽大面积出露花岗岩,但一直未见人的矿床。花岗岩的侵位条件对矿化也有一定影响。东区花岗岩侵位较低又处于背斜的封闭环境中,岩石的结晶条件稳定,成矿物质和挥发组份能充分的分离和聚集,对成矿更为有利。

3. 地层控矿 在个旧组碳酸盐岩中赋存层间矿的含矿层位有近二十层之多。这些含矿层分属两个互层带。上带 $T_2K_2^3\sim T_2K_2^4$,为以白云岩为主夹灰质白云岩的互层,厚约数十米;下带 $T_2K_2^5\sim T_2K_2^6$,总厚达六、七百米,为以灰岩为主间夹白云质灰岩和泥质灰岩的互层。这两个互层带岩层的物理机械性质差异较大,层理也比较发育,在褶皱过程中容易发生沿层滑动、层间剥离和层内裂隙,从而有利于形成各种层间矿床。近年对个旧碳酸盐岩的研究认为:个旧碳酸盐岩属于浅水台地潮坪环境形成的浅滩、泻湖或萨布哈式沉积岩相。在前述含矿性较好的互层带中发现多层由生物岩所形成的还原性层位及膏盐蒸发岩。这些岩层特别是膏盐层易为淡水溶解产生层间溶蚀带,可成为良好的储矿场所。还可以设想,花岗岩的侵入引起并促进地下水、地热流的循环,加速膏盐层的溶蚀。溶出的卤化物、硫酸、有机酸等汇入成矿溶液,又返回来充填交代层间溶蚀带而形成层间矿床。虽然成矿金属主要来自花岗岩和深部熔浆,总的来说属岩控矿床,但沉积岩通过地下水的溶蚀作用为成矿溶液提供了硫和其它活动组份。从这个意义上讲,层间矿床有某些层控特征也未尝不可。还有必要指出,含矿层的含矿效能是与花岗岩的侵位条件有很大关系。马拉格北炮台花岗岩侵位较高,主要含矿层为上部的 $T_2K_2^4$ 层;松树脚、老厂的花岗岩侵位较低,主要含矿层为 $T_2K_2^3\sim T_2K_2^4$;卡房岩体侵位更低,含矿层为 $T_2K_2^3\sim T_2K_2^4$ 。地层岩性对花岗岩的形态也有明显的控制作用。卡房岩体顶部沿互层带中的层间滑动和层间剥离

面花岗岩向外伸展形成多层伞形岩盖，而与泥质层、辉绿岩床相交切的部位，花岗岩又收缩成细颈。岩盖与岩颈间的环形凹陷带成为赋存铜、锡硫化矿的有利部位。

控矿模式是成矿岩体、控矿构造和含矿层具有典型性的组合形式。在空间上代表完整、相对独立的成矿单元，其所控制的矿床也有相应的特征。

“上有背斜（穹隆），下有花岗岩株突起”是本区最重要也是五子山复背斜带最典型的控矿模式，松树脚、老厂、双竹、卡房都属于这种“穹突”模式。花岗岩突起协调于褶皱，在背斜（穹隆）的轴部或核部形成岩株，与围岩产状大体一致呈整合式或底辟型岩体。背斜（穹隆）既是控岩构造也是控矿构造。一个“穹突”构造—岩浆岩组合体控制一个块形的矿田或矿段。矿床大多赋存在背斜的轴部和构造作用比较强烈的南部褶皱断带以及花岗岩突起的南部接触带。以多种类型组合，多层重叠为特征。由于花岗岩侵位较低，“穹突”组合封闭状况较好，接触带矿床得到充分发育。层间矿床也主要赋存在下部的 T_2K_1 互层带中。松树脚矿田是典型的“穹突”模式。花岗岩成椭圆丘形侵入在北西西向穹隆的核部。沿穹隆长轴及南东倾没处，多种类型矿床层层叠置。最下部是花岗岩接触带矿床，向上在 T_2K_1 层的大理岩中有一些零散的氧化矿

细脉带矿床， T_2K_1 顶部及 T_2K_1 互层带中有多层似层状、层间条状矿床，最上部 T_2K_2 层白云岩有脉状及网脉浸染型含锡白云岩矿床。在穹隆南翼褶皱断带分布有一系列平行的东西向脉状铅矿床。老厂弯子街矿段，花岗岩在沿背斜轴部形成一个较大的突起台地基础上又有若干北东向的多峰状突起。盖层中北东和东西组断裂、裂隙带都比较发育，在平面上形成菱格状的矿化分布格局。垂直面上倾斜较缓的接触带矿床和多层层间矿床相互重叠。陡倾斜脉状、细脉带矿床与之交错。双竹和卡房地区控矿条件的组合形式和矿床的分布特点也基本与松树脚、老厂雷同，但竹林矿段层间矿发育较差，而卡房以发育花岗岩凹陷带铜、锡硫化矿著称。在矿床的金属分带方面，“穹突”模式的锡石—硫化物矿床以成矿岩体为中心，由内向外逐步由铜带向锡带、铅锌带过渡，但以环形或半环形曲面分带为特征。内层的接触带矿床多属铜锡矿带，环绕在最外围的层间矿、脉状矿床为铅锌带，中间圈为锡带。

马拉格矿区在很多方面都是别具一格，把它也列为“穹突”模式或仅作为一种矿床构式而归并到“穹突”模式中似乎是低估了其差异所包含的意义。马拉格矿区已偏离五子山背斜轴而处在其倾没的北西缘，控矿岩体更是偏在背斜的西翼。以马拉格矿段作为典型来分析：虽然北炮台背斜横亘在岩体之上，但

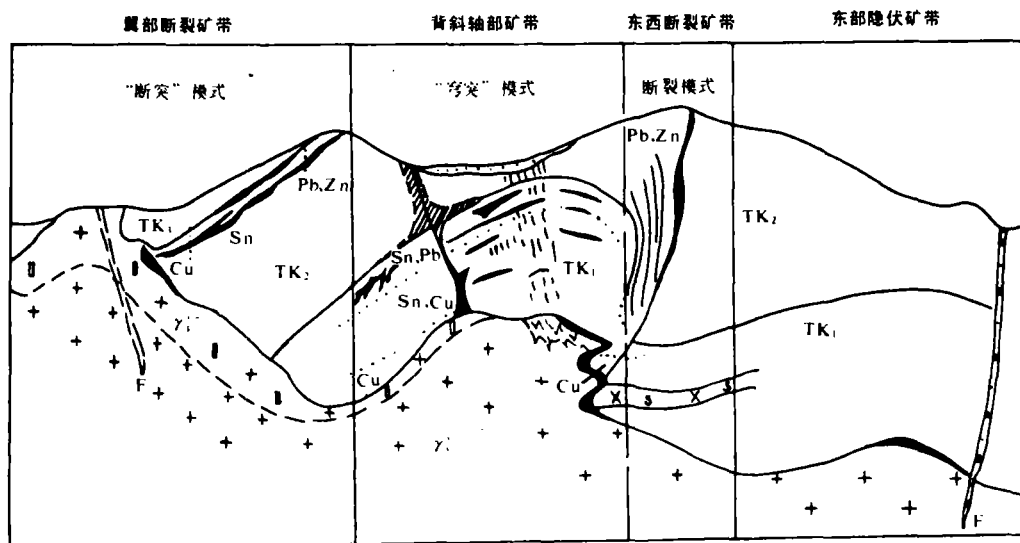


图 3

其规模很小, 成形也不明显。就岩体总的侵入关系来看, 是与岩层明显交切呈不整合接触。因而与其说是协调式岩体毋宁说是刺穿型岩体更符合实际。矿床也脱离了北炮台背斜赋存在其南侧北西向的裙边式绕曲带上; 控岩构造与控矿构造并非一体。由于花岗岩侵位较高, 刺穿型岩体开放性较强, 接触带矿床不甚发育, 主要在 $T_2K_2^3-T_2K_2^4$ 层中形成层间管状矿体。接触带矿床与层间矿床在倾斜方向上彼此接替而不是相互重叠。矿床的类型和层次都比较单一, 但具有完整的分带模式, 且以侧向分带为特征。岩体处在呈扇形展布的矿群北西收敛端, 由岩体向东南方向矿床依次出现铜带、锡铜带、锡铅带、铅锌带。白泥洞、老阴山矿段的控矿条件组合、矿床分布、金属分带模式和方向都与马拉格矿段相似。综上所述, 马拉格、白

泥洞、老阴山应属于另一种控矿模式。就其所处的构造部位及金属分带的方向来看也不应列入五子山复背斜矿带, 而是与杨家田断裂带附近的牛屎坡、牛坝荒矿段连成串, 构成翼部断裂矿带。其主要的控矿条件组合是北东向断裂、花岗岩突起和挠曲带, 可简称为“断突”模式。

东西向断裂铅矿床应属断裂控矿模式。这些东西向断裂带对花岗岩的突起虽然没有明显的控制作用, 但因其切割较深, 有直接的导矿功能。矿体沿附断裂呈狭长的带状分布。除断裂本身容矿形成脉状矿体外, 在旁侧裂隙发育、断裂交切有利含矿层的部位也赋存有不规则脉状和层间透镜状矿体, 但矿床总的是呈陡倾斜脉状产出。矿化以铅为主, 金属分带以垂直分带为特征, 向深部一般都有锡增高的趋势。

表 1

控矿模式 对比项目	断 突 模 式	穹 突 模 式	断 裂 模 式
控矿条件组合	北东组断裂、花岗岩突起、挠褶带	次级纵向、横向背斜(穹隆)、花岗岩突起	东西向断裂
控矿构造类型	翼部断裂带	复 背 斜	横向断裂带
控矿岩体特征	高侵位、刺穿型、不整合接触	低侵位、协调型、似整合接触	—
主要含矿层	$T_2K_2^3-T_2K_2^4$	$T_2K_1-T_2K_1^4$	$T_2K_1-T_2K_2$
主要矿床类型	层间管状、似脉状矿床	接触带矿床、层间矿床、细脉带及含锡白云岩矿床	脉状、透镜状铅锡矿床
矿床分布特点	单 一 层 状	多 层 重 叠	单 一 脉 状
矿床金属分带	侧 向 分 带	环状、半环状曲面分带	垂直分带

综上所述, “穹突”模式是本区最佳控矿模式, 但不是唯一的模式; 五子山复背斜矿带是成矿最有利的矿带, 但也不是仅有的矿带。近年在松树脚南部芦塘坝找矿取得的良好效果表明, 追索五子山背斜轴部的北东向含矿断裂有可能发现新的层间矿床。此外, 五子山背斜对形成接触带矿床特别有利, 接触带矿床将是东区增长储量潜力较大的一种矿床类型。翼部断裂成矿带虽然成矿条件不如五子山背斜成矿带, 但与西区其它断裂带比较成矿条件又较好, 矿化也较强, 并已有马拉格、牛坝荒等规模较大的矿段分布其中。目前这个矿带工作程度比较低, 断裂带的中段、南段还有希望找到“断突”模式的矿段。最近几年为了解决马拉格矿资源的接续问题, 在马拉格与松树脚之间开展了大量找矿工作, 目前尚未取得大的突破。虽然这个部位具有一定的成矿可能性, 但也要看到, 马、松可

能分属两个矿带, 岩石的地球化学测量也表明金属分带方向相背, 各属不同的成矿中心, 其间有铅带相隔。矿化活动从各自的中心向外侧扩展, 到这个部位已是强弓之末, 矿带之间很可能存在空白或矿化微弱的地带。在五子山复背斜东侧, 卫片上还反映出一些模糊的环形影象。据地质解译这种环形影象是“穹突”模式矿化单元的特征影象, 因而东部也可能有隐伏较深的“穹突”组合体而构成一个新的矿带。从总的规律分析, 这个矿带如果存在的话, 很可能主要是发育接触带矿床。此外, 东西断裂矿带的深部找到锡矿床的可能性也是值得重视的。

本文关于三种控矿模式和矿带划分的概念还很不完善。个旧矿区成矿条件是良好的也是复杂的, 随着地质工作的深入还可能发现其它新的模式和新的矿带。