

广东西岭锡矿床成因探讨

张兆华 肖深耀

(浙江大学地质系)

西岭锡矿已有五十多年的开采历史。据不完全统计,共采出精矿10000余吨。矿体走向长300多米,宽80~100米,采深120米左右,矿化面积0.03平方公里,锡含量一般为1~2%,富者可达3~5%。锡石颗粒2~5毫米,锡石回收率在80%以上。

该矿到1980年止,主要的锡矿体已全部采完,面临闭坑,目前主要回采矿山外围的磁黄铁矿。

西岭锡矿虽已采完,但对矿床的成因,特别是矿体的围岩,探矿因素,物质来源等问题尚未得到统一的认识。由于西岭锡矿具有品位富、颗粒大、回收率高等优点,吸引了许多单位对它进行研究,以期指导在粤东找同类型的锡矿床。

我系于1982年在西岭锡矿进行了毕业实习,搜集了一些资料,作了一些室内鉴定和测试,现就所掌握的资料,对西岭锡矿的成因提出一些肤浅的看法。

矿区地质概况

西岭锡矿位于环太平洋锡矿带的最南端,潮安—普宁断裂带南西端的古寨火山盆地内。区内岩浆活动频繁,火山碎屑岩发育。构造以断裂为主,均属潮安—普宁断裂带的次级构造。

1. 地层 区内出露地层为侏罗系,由老至新分述如下:

(1) 下侏罗统金鸡群二亚群 (J_1jn^b),为一套海陆交互的沉积砂页岩及粉砂质页岩,厚度1000米以上,并有轻微的角岩化现象。

(2) 上侏罗统兜岭群上段 (J_3dl^b),为一套灰—灰绿色火山碎屑岩,厚度不详。兜岭群火山碎屑岩与金鸡群砂页岩呈整合或假整合接触。在西岭矿区则为断层接触。

2. 岩浆岩 在古寨火山盆地的边缘,如古

寨、葵潭、甲子等地有大面积的粗粒黑云母花岗岩出露,但距矿区较远。矿区内出露的岩浆岩仅有英安玢岩和闪长玢岩。

(1) 英安玢岩分布在矿区的东部,呈岩筒状侵入于金鸡群砂页岩中,岩筒直径平均15米左右,上小下大,多金属矿化强烈,地表已风化为铁帽,浅部以方铅矿为主,深部以磁黄铁矿为主,

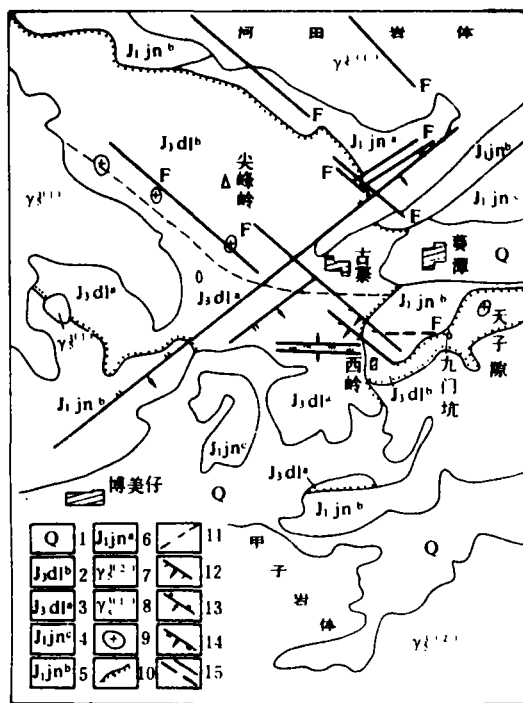


图1 西岭锡矿区域地质图

(据广东区调队)

- 1—第四系; 2—兜岭群上段; 3—兜岭群下段; 4—金鸡群三亚群; 5—金鸡群二亚群; 6—金鸡群一亚群; 7—晚白垩世花岗岩; 8—早白垩世花岗岩; 9—晚白垩世花岗岩; 10—不整合界线; 11—推测地质界线; 12—张扭性断层; 13—张性断层; 14—压扭性断层; 15—性质不明断层(上), 推测断层(下)

矿化深度200米左右。

(2) 闪长玢岩主要分布在矿区西北部松柏岭一带, 侵入于金鸡群砂页岩中, 呈脉状、岩株状产出。闪长玢岩受后期热液作用, 大部已次生石英岩化和高岭土化。

3. 构造 本区构造以断裂为主, 区内主要为西岭断层, 西岭断层是古寨断裂带的南东段。古寨断裂带南起高浦山, 向北经西岭和古寨至尖峰栋, 全长约15公里。断层走向300~330°, 倾向南西, 倾角35~37°, 特征明显, 挤压破碎带发育(图1)。区内褶皱不发育, 为一单斜构造。

4. 矿床特征 西岭锡矿由北向南分为松柏岭、风地山和扫帚地三个矿段。主矿体分布在风地山和扫帚地矿段。锡矿体是由锡石—石英—长石脉、锡石—石英脉、锡石—方解石脉组成。矿脉多呈不规则状、侧羽状、网脉状成组成群产出。矿带长300米, 宽80~100米, 矿化深度100~120米。单脉宽5~20厘米, 最宽可达40~50厘米, 单脉延长不远便分支侧现复合。矿脉总体走向300~320°, 倾向北东, 倾角55~70°, 矿体在平面上略呈S型分布(图2), 整个矿体主要由六条矿带组成, 各矿带特征详见表1。

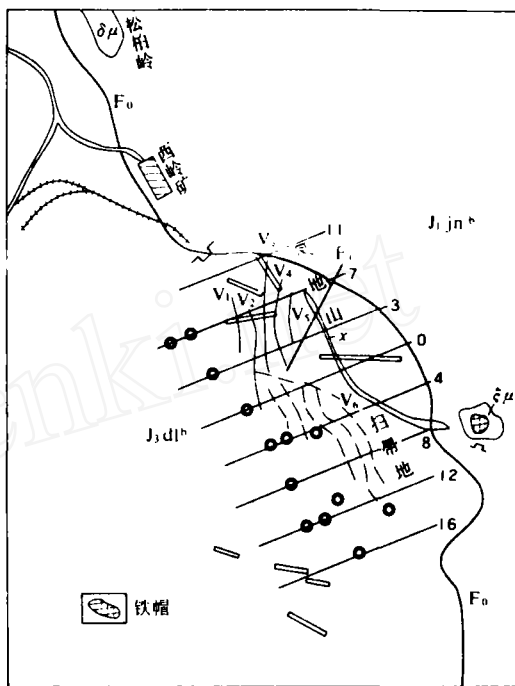


图2 西岭锡矿矿区地质图

(据冶金地质911队)

J₃dl^b—兜岭群上段; J₁jn^b—金鸡群二亚群; δμ—闪长玢岩; εμ—英岩玢岩; X—煌斑岩; V_i—矿脉及编号; F₀—西岭断层

风地山矿带特征表

表1

矿带编号	矿带地表出露长度(米)	50米标高矿带出露长度(米)	矿带最大厚度(米)	矿带最小厚度(米)	矿带平均厚度(米)	矿带平均深度(米)
V ₁	57	35	1.00	0.02	0.1	
V ₂	110	80	0.55	0.09	0.24	30
V ₃	180	100	4.50	0.05	2.17	35
V ₄	135	110	2.05	0.02	0.48	40
V ₅	55		1.00	0.02		
V ₆		83	3.60	1.10	1.79	55

矿石主要由锡石、石英、长石、方解石等组成, 偶见少量黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿和萤石等。

矿床成因

对于西岭锡矿成因, 有人认为矿脉产于花岗岩斑岩中, 属中—低温热液矿床; 也有人认为矿脉产于火山岩—次火山岩中, 属火山—次火山热液矿床; 还有人认为矿床产于自碎式花岗岩斑岩中, 属斑岩型矿床。所有这些看法, 似乎都和矿体的

围岩息息相关。所以我们想通过对矿体围岩、控矿构造、成矿温度、物质来源、矿液运移方向和围岩蚀变等特点来探讨矿床的成因。

1. 围岩 西岭锡矿围岩为含砾晶屑熔结凝灰岩, 属上侏罗统兜岭群上段。熔结凝灰岩在矿区呈北西—南东向分布, 与下伏的金鸡群二亚群砂页岩在区域上呈整合或假整合接触, 在西岭矿区则为断层接触。

熔结凝灰岩呈灰—灰绿色, 致密坚硬, 性脆易碎。其成分有晶屑、岩屑、浆屑、玻屑、火山

灰及少量角砾等。

晶屑：由石英、斜长石、钾长石和少量黑云母等组成。石英为无色透明，棱角或尖棱角状，部分石英已熔蚀成港湾状，晶形完好者为六方双锥，含量15%左右。斜长石呈棱角或尖棱角状，晶形完好者为柱状，聚片双晶发育。斜长石部分样品经镜下及红外光谱测定为更长石(An 20~30)，含量约为10%。钾长石呈棱角状或尖棱角状，晶形完好者为板状或柱状，解理面为强玻璃光泽，含量约为10%，部分样品经油浸法和红外光谱测定折光率 N_g 为1.5238， N_p 为1.5220，有序度为0~0.2（占测试样品的75%），说明钾长石中有很大一部分是高温透长石。

岩屑：在熔结凝灰岩中分布均匀，大小混杂。岩屑绝大部分呈棱角状或尖棱角状，成分以粉砂质页岩和炭质页岩为主，也含有少量火山碎屑岩，岩屑含量5%左右。

浆屑：在熔结凝灰岩中分布极为普遍，浆屑宽0.2~0.5厘米，长1~2厘米，最长可达5~10厘米，呈透镜状或长条状，定向排列。浆屑边界不清，但在镜下具有明显的梳状边，内部具镶嵌状的双重结构以及浆屑绕过刚性体或被压陷现象，说明浆屑在固结前被压扁和拉长，构成假流动构造。浆屑的分布方向基本代表熔结凝灰岩形成的层面和产状（经测定其产状为 $210\sim 220^\circ$ ， $\angle 24\sim 45^\circ$ ）。此外在熔结凝灰岩中还含有大小不等（一般为 $2\times 3\sim 3\times 5$ 厘米）的火焰状浆屑分布，浆屑含量5%左右。

综上所述，西岭锡矿围岩应定为含砾晶屑熔结凝灰岩。

2. 控矿构造 西岭矿区构造简单，断裂也不十分发育。矿区内的西岭断层，南起扫帚地，经凤地山向北一直延至松柏岭，全长2公里。

西岭断层是受北东—南西向压应力作用产生的压扭性断层。断层带宽1~2米，挤压紧密，糜棱岩化发育，其中常夹杂熔结凝灰岩和砂页岩的角砾。在挤压破碎带中还残留一些不同方向的擦痕，说明西岭断层是经过多期不同性质的活动，以压扭性为主并兼有张性的断层，断层面倾向 $210\sim 240^\circ$ ，倾角 $30\sim 40^\circ$ ，断层面上陡下缓。

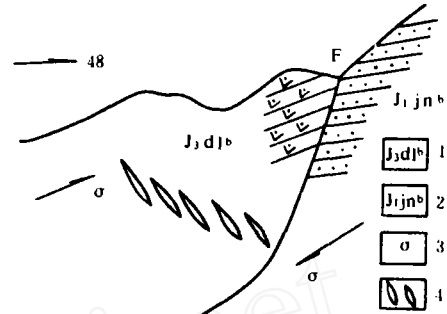


图3 矿体剖面示意图

1—兜岭群上段；2—金鸡群二亚群；3—剪切应力方向；4—张性裂隙组

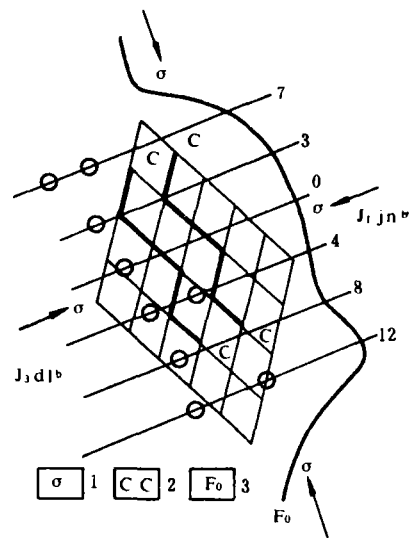


图4 矿体形态示意图

1—压应力方向；2—追踪张裂隙；3—西岭断层

受西岭断层的影响，特别是断层面上陡下缓，当上盘熔结凝灰岩向上滑动过程中，由缓接触面向陡接触面发展时，受到相当大的阻力，构成一个剪切应力场，因此伴随西岭断层的发展便在性脆易碎的熔结凝灰岩中，产生一组斜交接触面的张性裂隙组；这组张性裂隙组为含矿石英脉的充填提供了良好的空间。在10米中段我们见到一条倾向 40° ，倾角 64° 的含矿石英脉中，含有大小不一的（2~5厘米）熔结凝灰岩角砾，类似情况在坑道中多次见到，说明含矿裂隙组是西岭断层的次级张性裂隙组（图3）。从含矿石英脉和采空区分布位置上看，矿体也主要分布在断层面由缓变陡的拐点附近，在剖面上呈侧羽状排列。西岭断层在凤地山附近呈一弧形，当弧内断面上陡的

熔结凝灰岩向上运动时,受到来自不同方向的压应力,因此伴随西岭断层产生的张裂隙组,在平面上便形成棋盘格子状构造。在棋盘格子状构造的基础上发展为追踪张裂隙,所以矿体在平面上呈近S型(图4)。

3. 成矿温度及矿液运移方向 为了解矿床形成温度,我们在西岭锡矿各中段,沿矿体倾向及走向方向,在同一条矿脉中采集了石英单矿物样品,用爆裂法进行了包裹体测温,测试结果见表2。

样品编号	爆裂温度(°C)	样品编号	爆裂温度(°C)	样品编号	爆裂温度(°C)
H-1	343	H-10	310	H-19	306
H-2	348	H-11	367	H-22	306
H-3	378	H-12	327	H-23	337
H-4	326	H-14	322	H-24	382
H-5	329	H-15	300	H-25	366
H-6	312	H-16	327	H-26	320
H-7	364	H-17	337		
H-8	333	H-18	320		

测试单位: 浙江大学地质系研究室。

从表2可知,石英的爆裂温度为300~382°C,平均为335°C。据野外观察,锡石往往以完好的晶形产于石英脉两侧边部,说明锡石与早期石英同时结晶沉淀。我们对锡石中的包裹体用均一法进行了测温,由于包裹体较小(一般小于1 μ),仅在个别样品中测得温度为300~343°C,平均321°C(据何知礼气泡消失温度与按深度的压力改正数间的关系曲线校正),因此,锡石的形成温度应在300~343°C左右,所以该矿床应属高一中温热液矿床。

关于矿液的流动方向: 根据爆裂法所测石英包裹体的爆裂温度(未经校正),编制矿体走向和倾向二个方向温度等值线图(图5、6)。从图5、6可以看出,矿液具有明显的面型流动特点,沿矿

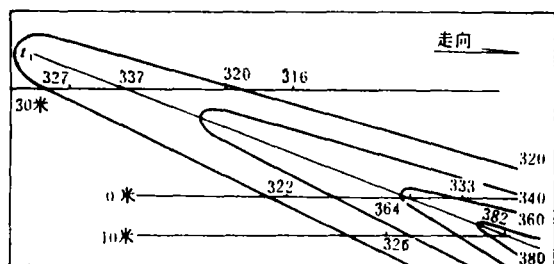


图5 沿矿体走向温度等值线图

体走向矿液流向 t_1 方向为313°,倾角20°;沿矿体倾向矿液流线 t_2 方向为223°,倾角43°。通过两条流线可作一平面S, S面即为矿液流面(图7)。通过赤平投影可以求得S面的产状为63°/∠45°。

从图5、6温度等值线图上得知, t_1 与 t_2 温度梯度变化为2.5:1, t_1 与 t_2 在平面上的夹角为90°,在S面上夹角为78°(通过赤平投影求得)。在S面上 t_1 与 t_2 的合成矢量 t_0 便是含矿熔液在空间上的流动方向。

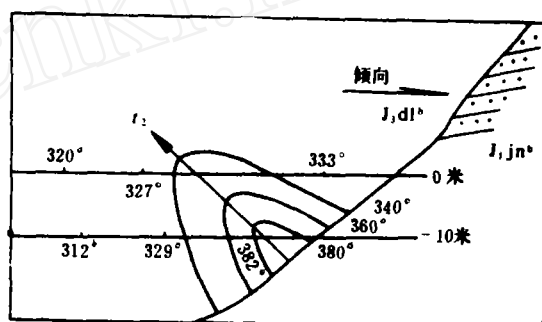


图6 沿矿体倾向温度等值线图

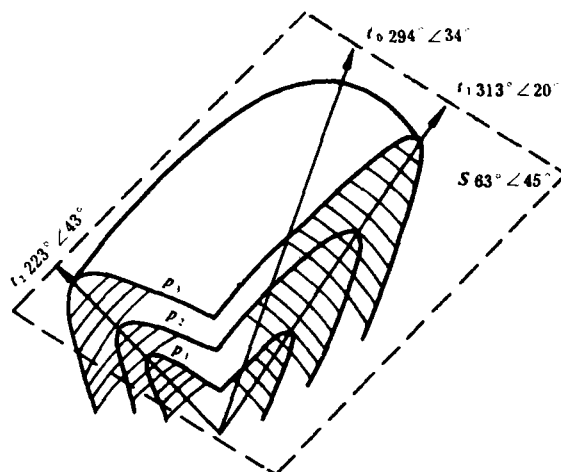


图7 等温面示意图

所以说,西岭锡矿含矿溶液的流动方向,是从东南向西北294°方向、以34°的仰角流动。

从西岭锡矿含矿溶液流动方向可以推测,在扫帚地的东南方向可能有大的隐伏花岗岩体存在,另外从区域角岩化普遍发育也可推测隐伏岩体存在的可能性。

4. 成矿物质来源 广东省是我国重要的锡矿产地之一,特别是粤东海陆丰地区,集中了各种

类型、规模不等的锡矿床若干处，其中进行过地质工作并可供国家和地方开采的有长埔、牛头山、吉水门、银瓶山、仙水沥及西岭锡矿。

粤东锡矿的特点，就是矿体的围岩绝大部分是下侏罗统金鸡群砂页岩或上侏罗统兜岭群火山碎屑岩。如：

(1) 1/20万汕头幅^①内共发现锡矿点45处，其中矿体(点)产于金鸡群砂页岩或兜岭群火山碎屑岩内的有31处，占全部矿点的69%。

(2) 1/20万惠来幅^①内共发现矿点14处，其中矿体(点)产于金鸡群砂页岩或兜岭群火山碎屑岩内的有12处，占全部矿点的86%。

(3) 1/20万海丰幅^①内共发现锡矿点50处，其中矿体(点)产于金鸡群砂页岩或兜岭群火山碎屑岩内的有46处，占全部矿点的92%。

从这些统计数字可以看出，粤东锡矿的生成和侏罗系地层有密切关系，特别是与下侏罗统金鸡群的砂页岩关系更为密切。据广东省区调队资料得知，下侏罗统金鸡群砂页岩中，锡平均含量高达210ppm，上侏罗统兜岭群火山碎屑岩锡平均含量为86ppm(表3)。

粤东锡矿床赋存地层中锡含量与
同类岩石对比表⁽¹⁾(ppm) 表3

地层段落	岩性	样品数	锡含量 变化范围	平均 值	同类岩石 锡含量	与同类岩石 锡含量比 (倍)
上侏罗统 兜岭群	凝灰岩 烧结凝 灰岩	15	50~110	86	3	29
下侏罗统 金鸡群	砂页岩	7	60~500	210	6	35

* 据涂里干和魏德波尔。

我们为了了解西岭锡矿锡的来源，曾在矿区地表和井下采集了原生晕样品，经光谱半定量分析，锡的含量普遍偏低，其中金鸡群砂页岩锡的平均含量为25ppm，兜岭群火山碎屑岩为27ppm。说明锡来源于围岩，侏罗系地层是锡的矿源层，如果金鸡群砂页岩中锡的区域平均含量为210ppm，矿区附近金鸡群砂页岩中锡的平均含量为25ppm，两者相差185ppm，砂页岩每立方米以2.5吨计

算，则富集1万吨锡石的矿床，只要0.022立方公里砂页岩中的锡活化转移即可形成。

粤东也有少数矿点产于燕山期花岗岩中，如海丰的西洋，揭阳的流灵河、宝山_东等矿点均产于燕山期黑云母花岗岩中，但从南岭花岗岩的化学成分来看，锡的含量比较低，虽个别岩体锡的丰度高，但这些花岗岩绝大部分属重熔型，锡也是来自地壳不同时代的沉积岩。

5. 围岩蚀变 西岭锡矿围岩蚀变比较发育，主要有硅化、绢云母化、绿泥石化和碳酸盐化等。

硅化：主要分布在含石英英脉的两侧，宽10~20厘米。硅化后的围岩由于SiO₂组分大量增加，颜色变浅，岩石变得更加致密坚硬，局部还富集了星点状的锡石颗粒。矿脉与硅化带的界限不清楚。硅化强度与含石英英脉的宽度、围岩裂隙的发育程度有密切关系，在含石英英脉变宽、变厚的地方，硅化强度和宽度也往往随之增强和增大，所以硅化带为该区直接的找矿标志。

绢云母化：主要分布在硅化带的外侧，宽几米至几十米，该带的物质组分除绢云母外，尚含一定数量的石英、叶腊石及火山碎屑岩的残余体等。蚀变后的岩石颜色往往由灰绿变为黄绿色，并有滑腻感。绢云母化的强度随着远离矿体而逐渐变弱。由于绢云母化带距离矿体近，蚀变带宽，因此，该带也是重要找矿标志。

绿泥石化和碳酸盐化在西岭矿区普遍发育，但规律性不明显，对找矿意义不大。

6. 矿床成因 从西岭锡矿矿脉围岩、控矿构造、成矿温度、物质来源、围岩蚀变以及矿脉的赋存等特点来看，西岭锡矿应属高一中温热液充填交代型矿床。

西岭锡矿严格受西岭断层控制，矿体的围岩均为兜岭群火山碎屑岩和金鸡群砂页岩，这二套地层中锡的丰度高，提供了丰富的物质条件。热液作用促使矿源层中的锡活化转移，在有利的构造条件下沉淀富集，形成具有工业价值的锡矿床。

① 广东省地质局区域地质调查大队，1/20万汕头幅、海丰幅、惠来幅区域地质调查报告，1973年。

构造运动、物质来源和热液作用是形成锡矿体不可缺少的条件。

关于西岭锡矿热液来源,我们曾推测在西岭锡矿东南雷打石附近有一隐伏花岗斑岩岩体,除根据砂页岩普遍角岩化外,另从九门坑、天子陵矿点花岗斑岩存在特点,也可进一步证实。九门

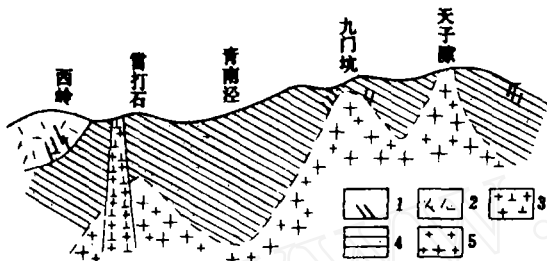


图8 西岭锡矿成矿模式图

1—矿体; 2—熔结凝灰岩; 3—英安玢岩; 4—砂页岩; 5—花岗斑岩

坑、天子陵两矿点均位于西岭矿正东3公里和5公里的位置,前者经民工开采在鸡群砂页岩之下10~15米深处发现了隐伏花岗斑岩体,后因矿化微弱停止开采。

再向东2公里至天子陵花岗斑岩已呈岩株状出露于地表,并在岩体出露的东南方外接触带中发现锡的矿化。因此,我们认为从天子陵经九门坑至雷打石存在一个半隐伏长条状的花岗斑岩岩体,岩体东高西低局部隆起。西岭锡矿便位于雷打石隆起的外接触带中(图8)。

笔者在工作中曾得到林桂清、曾文秀、李锦维、黄宗德、谭荣森、包永年、章淑华等工程师和柳志青、茆德俊、董士尤、倪纪文、郑美云老师们的帮助,在此一并致谢。

参考文献

- [1] 林桂清:地质与勘探,1982,第3期
- [2] 莫桂孙、叶伯丹等著:南岭花岗岩地质学,地质出版社,1980
- [3] B. T. 波卡洛夫主编:矿床预测和评价原理,地质出版社,1981
- [4] 袁见齐、朱上庆、翟裕生主编:矿床学,地质出版社,1979
- [5] 南京大学地质系矿物岩石教研室编:火成岩岩石学,地质出版社,1980

秦岭地区金、钼矿床的成矿特点及其预测

陈继宇

梅友松

刘剡剡

(冶金部第一地质勘探公司) (中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所)

本文所讨论的秦岭地区,其大致范围是:北纬 $32^{\circ} \sim 36^{\circ}$,东经 $104^{\circ} \sim 114^{\circ}$,即东起武山,西至许昌,北达襄汾,南到大巴山、武当山的广大地区,确切地说,称之为广大的秦岭地区为宜。

秦岭地区是我国金、钼等多金属矿产的重要产地之一。本文从深部地球物理、深部地质的角度,讨论本区矿产的赋存特点及其预测问题。我们认为,矿床的赋存规律是无法用一个严格的数学表达式来描述的,但是借助于现代统计学,却可以从错综复杂的矿床分布中,揭示出其内在联系。

秦岭地区深部重力场特征

秦岭地区是三条重力梯变带经过并交汇的地区。横贯全区的有近东西向的略阳—秦岭—许昌梯变带;西端是贺兰山—略阳梯变带;东端是北北东向的太行山—武陵山梯变带(图1)。略阳—秦岭—许昌主梯变带东侧与北北东向太行山—武陵山巨型梯变带交汇于郑州、许昌;西侧与贺兰山—略阳梯变带交汇于略阳一带。

本区的重力场特征比较复杂,尤其是略阳—许昌地区,形态更为复杂。这里的重力等值线辗转弯曲,表证了深部环境的复杂性。

总的趋势是:由东向西,重力异常值降低。在太行山—武陵山梯变带东侧为-30毫伽,到略阳一带降为-150毫伽,相对变化值约120毫伽(图2)。