

东疆香山铜镍含矿镁铁超镁铁^① 杂岩体控岩控矿构造探讨

竺国强 杨树锋 陈汉林

(浙江大学地球科学系)

提 要 香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体是东疆黄山铜镍成矿带的重要组成部分,尤其是熔离-贯入型铜镍浅富矿体具有更大的远景。本文着重论述了导岩导矿构造——康古尔塔格断裂带的基本特征与演化历史,详细分析了香山杂岩体的控岩控矿构造及铜镍浅富矿体的控矿构造条件。

关键词 铜镍成矿带 镁铁超镁铁杂岩体 韧性剪切带 东疆哈密

东疆黄山铜镍成矿带是我国继甘肃金川铜镍矿床之后新发现的又一特大型铜镍矿产基地。已具工业储量的矿床主要有黄山、黄山东、香山、土墩、葫芦等铜镍含矿杂岩体。目前,香山铜镍含矿杂岩体虽然仅属中型矿床,但内在潜力很大,尤其寻找岩浆熔离-贯入型铜镍矿的浅富矿体前景更大。

1 香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体的区域构造背景

香山杂岩体的成岩成矿作用明显受康古尔塔格断裂带的控制。康古尔塔格断裂带是新疆东部地区一条引人注目的巨型深断裂带。其西端在托克逊之南归并于博罗霍洛断裂带,向东经恰特卡尔塔格—康古尔塔格—赤湖—土墩—香山—梧桐窝子泉—镜儿泉,经甘肃黑鹰山入蒙古境内,全长约 700km。总体为略向南呈弧形突出的近东西向,与中天山北缘断裂带基本平行。

1.1 康古尔塔格断裂带的主要识别标志

(1)沿断裂带存在一条长愈 700km,宽达 20km,近东西向延伸的密集重力梯度带,这是东疆地区最大最强的重力梯度带,重力值由南向北急剧升高,变化达 35mGal 以上,与其对应,莫霍面亦是陡变部位,向北隆起。

(2)断裂带南北两侧剩余重力异常特征截然不同:北边以重力高为背景,有规则的线状重

① 收稿日期 1995.3.3 改回日期 1995.4.5

力异常;南边以重力低为背景,无规则的局部重力异常。反映了断裂带两侧地壳的结构或岩性密度显然不同。

(3)区域磁场图上反映不同磁场界面:断裂带以北为升高正磁场区,断裂带以南为负磁场区,断裂带位置对应磁性基底陡变带。

(4)沿断裂带有大量镁铁超镁铁岩体的断续线状分布。尤其在库姆塔格沙垅以东地区更为特征。这些岩体均属拉斑玄武岩系列,来源于上地幔。

(5)断裂带以北的吐鲁番-哈密地体与其南的阿齐山-黄山复合地体的地质演化历史截然不同,康古尔塔格断裂带是控制两地体发育的边界断裂带。

(6)断裂带两侧石炭系岩石中有明显的断裂显示:挤压柔皱、地层牵引、岩石强烈片理化,糜棱岩带、低级区域变质作用并叠加了区域热动力变质作用。

(7)康古尔塔格断裂带在卫片、航片上线性影象特征很清楚。

1.2 康古尔塔格断裂带的演化历史

康古尔塔格断裂带的演化历史可以分成三个主要阶段。

第一阶段:深断裂活动阶段(志留纪末至中石炭世)。

结合东疆地区地体形成发展历史的研究,泥盆纪以前,康古尔塔格断裂带与中天山北缘断裂带为中天山-吐哈陆块前寒武纪变质基底上发育的同一条断裂带,其形成时代为加里东期甚至晋宁期。志留纪末,吐鲁番-哈密地体沿该断裂带与中天山地体分裂、离散,其间形成阿齐山-黄山沉积海槽。同时吐鲁番-哈密地体相对下降,成为整个北天山海槽中的水下隆起,一起接受泥盆纪一套火山岩、火山碎屑岩及来自中天山结晶基底的陆源碎屑岩与碳酸盐岩的沉积,阿齐山-黄山海槽中的泥盆系被巨厚的石炭系所覆盖而未出露。

早石炭世,中天山北缘断裂带两侧差异升降运动强烈,具引张特征,导致海底火山喷发,形成断裂带北侧阿齐山-雅满苏一带的雅满苏组巨厚的火山岩、火山碎屑岩、陆源碎屑岩及碳酸盐岩。由于吐鲁番-哈密地体相对下降,当时康古尔塔格断裂带两侧差异升降运动相对较弱,引张特征不明显,以致雅满苏北山-黄山一带沉积了干墩群一套深海-半深海相的硅质岩、硅质板岩、复理石碎屑岩、碳酸盐岩,仅局部偶夹少量火山岩或火山碎屑岩。

早石炭世末,吐鲁番-哈密地体遭受南北向挤压,形成以泥盆系为核部的疏纳诺尔-大南湖-头苏泉主体复背斜,西部苏穆克地区中石炭世底坎尔组明显不整合于下石炭统之上就是有力的证据。由于吐哈地体的挤压上升,断裂两侧差异升降运动加剧,使康古尔塔格断裂带在中石炭世开始强烈的引张活动,导致沿断裂带梧桐窝子群巨厚中基性、中酸性火山熔岩、火山碎屑岩的喷发与沉积。当时中天山北缘断裂带活动性显著减弱,由其控制的中石炭统沙泉子组虽在断裂带北侧稳定延伸,但其火山活动强度、熔岩比例、整个岩系的厚度都远比沿康古尔塔格断裂带出露的梧桐窝子群小。

第二阶段:韧性剪切带活动阶段(主要在华力西中期)。

中石炭世末,准噶尔-哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块和塔里木板块之间的相向运动,俯冲、碰撞作用加剧,阿齐山-黄山海槽的中、下石炭统岩石(包括下伏泥盆系)通过回返增生作用形成造山带,并与吐鲁番-哈密地体、中天山地体碰撞拼贴重新形成统一的新陆壳。康古尔塔格断裂带上部在石炭系岩石中显示了韧性剪切带的活动特征,形成独特的康古尔塔格韧性剪切

带。其特征可归纳为:

(1)这是一条多序次、多级别的巨型韧性剪切带。库姆塔格沙垅以东地区包括土墩-镜儿泉北韧性剪切带(F_8)、黄山-镜儿泉韧性剪切带(F_{11})、二红洼-镜儿泉南韧性剪切带(F_{12})和黄山韧性剪切带(F_9)等一系列次级韧性剪切带。如果整个康古尔塔格韧性剪切带为Ⅰ级构造单元,那么相互平行的 F_8 、 F_{11} 、 F_{12} 等应为Ⅱ级韧性剪切带,其中 F_8 是一条连续最长,规模最大的主干韧性剪切带。而黄山韧性剪切带(F_9)虽然东西向延伸长愈50km,但就宏观而言,它是 F_8 与 F_{12} 之间的一条低序次断裂,其生成与 F_8 、 F_{12} 韧性剪切带的反时针剪切扭动直接有关,因此 F_9 该列为Ⅲ级韧性剪切带。而组成 F_9 的更次级东西向断裂当然是更低级别的韧性剪切带了。

(2)康古尔塔格韧性剪切带内部的剪切应变不是均匀发育的,不同级别强应变的韧性剪切带分割了相应规模的弱应变的构造岩块。由沉积岩构成的构造岩块称为沉积岩块,不同类型岩浆岩组成的构造岩块相应地称为花岗质岩块、闪长质岩块、镁铁超镁铁质岩块等。康古尔塔格韧性剪切带就由不同级别的韧性剪切带和其间相对应的不同类型的构造岩块组成。在沉积岩块中常保留十分紧闭的褶皱,轴向大多平行于剪切带走向,一翼或两翼常被相邻韧性剪切带所断失,仅背斜倾伏端或向斜扬起端保留较好,形成不同规模的钩状褶皱。轴面片理非常发育,并且不同程度置换层理。在大致平行于韧性剪切带的褶皱翼部,原始层理(S_0)、后期轴面片理(S_1)及糜棱岩面理(S_m)近乎平行,并因韧性剪切带后期的走滑剪切而形成不同规模的Z形或S形叠加褶皱,显示韧性剪切带不同时期的顺时针或反时针走滑剪切作用。在岩浆岩块中,尤其在岩体边缘或内部相带交界处常产生强烈的片理带,片理方向往往平行于围岩中区域性片理或韧性剪切带的产状。韧性剪切带的右行或左行走滑剪切片理带中常显示有Z形或S形褶皱。

(3)康古尔塔格韧性剪切带的地质特征十分明显,尤其在Ⅲ级构造单元黄山韧性剪切带 F_9 中表现更为特征;没有明显的主断面,仅见岩石强烈的片理带;发育狭长的高应变带,岩石强烈糜棱岩化、千糜岩化;硅质砾石沿长轴方向物质有明显塑性流动,形成“宝剑状”a轴线理;早期线状b型褶皱沿褶轴方向发生物质塑性流动改造成a型褶皱;由于右行或左行水平走滑剪切作用,层理或片理形成不同规模Z形或S形不对称叠加褶皱。

(4)康古尔塔格韧性剪切带是一条近南北向挤压与左行或右行走滑剪切交替作用,多期活动形成的巨型陡倾斜的平移断层型韧性剪切带。它不是一条纯剪切的韧性剪切带,位移场属于最复杂的一种,既有均匀的应变,又有不均匀的简单剪切和不均匀的体变,属于兰姆赛对剪切带位移场划分的第六种模式。

第三阶段:断块活动阶段(二叠纪以来)。

二叠纪开始,康古尔塔格断裂带开始进入断块活动阶级。总体而言,长期处于相对隆起状态的北侧吐哈地体开始下降,南侧阿齐山-黄山复合地体不断上升。早二叠世沿康古尔塔格断裂带(如梧桐窝子泉一带)及吐哈地体内部(如大南湖一带)均发育有火山断陷盆地。下二叠统阿其布拉克组火山-类磨拉石建造,其碎屑粒度远离断裂带向北由粗变细,显示当时地势南高北低。晚二叠世到三叠纪总体处于隆起状态,侏罗纪开始,康古尔塔格断裂带北侧强烈断陷,形成吐鲁番-哈密盆地,沉积了巨厚的湖沼相含煤建造。侏罗纪末康古尔塔格断裂带北侧又有上升,以致吐哈盆地南部缺失白垩系的沉积,而盆地北部仍有白垩系沉积,可见当时吐哈盆地基

底南高北低。第三纪以来康古尔塔格断裂带南侧虽也有一连串东西向断续展布的小型沉积盆地。但断裂带北侧形成巨大的吐鲁番-哈密盆地,沉积了巨厚的新生代沉积物。由此可见二叠纪以来,康古尔塔格断裂带的断块活动越来越强烈,北盘总体强烈下陷,但时有抬升,示断块活动具脉动特色。

2 香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体成岩成矿的构造条件

2.1 康古尔塔格断裂带是东疆地区镁铁超镁铁杂岩体的控岩控矿构造

康古尔塔格断裂带是东疆地区镁铁超镁铁杂岩体的导岩导矿构造。根据已知资料。康古尔塔格断裂带西段恰特卡尔塔格、康古尔塔格一带已发现四处铜镍铬等元素含量接近工业品位的镁铁超镁铁杂岩体;中段库姆塔格沙垅西侧赤湖一带也有镁铁超镁铁杂岩体显示;东段土墩-黄山地区更为富集,目前已发现 20 多个大小不一的铜镍钴含矿镁铁超镁铁杂岩体,构成特大型的黄山铜镍成矿带。七五期间,根据康古尔塔格韧性剪切带与镁铁超镁铁杂岩体的构造成生关系,在韧性剪切带的东北段镜儿泉地区又发现 10 多个大小不一的镁铁超镁铁杂岩体,有的已钻探验证至少具中型铜镍矿床规模。

康古尔塔格韧性剪切带的次级构造是黄山-镜儿泉铜镍成矿带镁铁超镁铁杂岩体的配岩配矿构造。例如土墩含矿杂岩体、香山含矿杂岩体与土墩-镜儿泉北韧性剪切带 F_8 密切相关;黄山含矿杂岩体、黄山东含矿杂岩体、香山含矿杂岩体与黄山韧性剪切带(F_9)密切相关;镜儿泉地区 10 多个含矿杂岩体(如葫芦杂岩体等)都位于黄山-镜儿泉韧性剪切带(F_{11})及更次级韧性剪切带上;二红洼杂岩体、黄山南杂岩体与二红洼-镜儿泉南韧性剪切带(F_{12})有关。

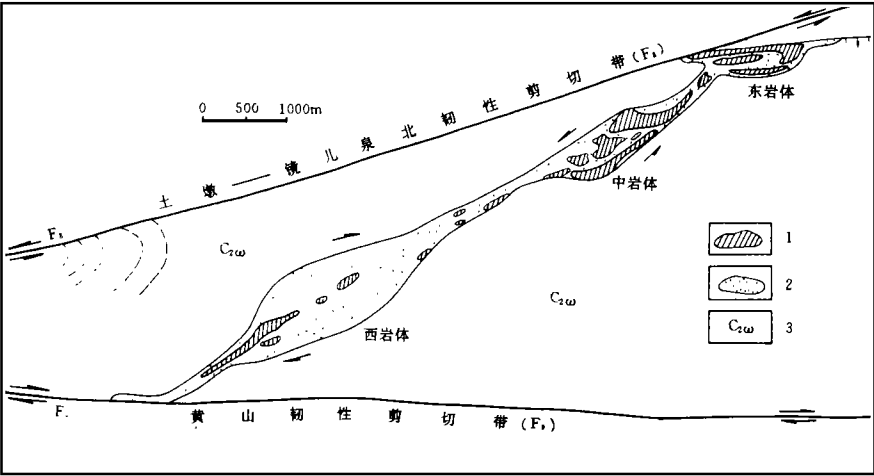
土墩-黄山-镜儿泉地区铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体的具体容岩容矿构造是更次级的韧性剪切带(如葫芦杂岩体、串珠岩体等)或石炭系沉积岩块中的早期褶皱(如黄山东含矿杂岩体西端等)、Z 形叠加褶皱(如黄山含矿杂岩体西端等)。

2.2 香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体的控岩控矿构造

香山杂岩体位于土墩-镜儿泉北韧性剪切带(F_8)与黄山韧性剪切带(F_9)之锐夹角处,其控岩控矿构造应力场明显受 F_8 与 F_9 共同影响,也可以说香山含矿杂岩体受控于 F_8 和 F_9 共同作用的次级北东向反扭为特征的张扭性韧性剪切带(图 1)。

香山杂岩体总体延伸方向约北 55° 东,与 F_8 有 $10^\circ\sim 20^\circ$ 交角,与 F_9 交角约 35° 。岩体边界似受控于北东与近东西向两组次级韧性剪切带,使香山杂岩体平面上总体呈藕节状,形成三个地表和深部形态都各异的膨胀体,这可能意味着三个侵入中心。香山杂岩体总体延伸约 10km,宽 300~400m,最宽处 870m,狭缩处仅 100~160m,地表出露面积约 2.8km^2 。

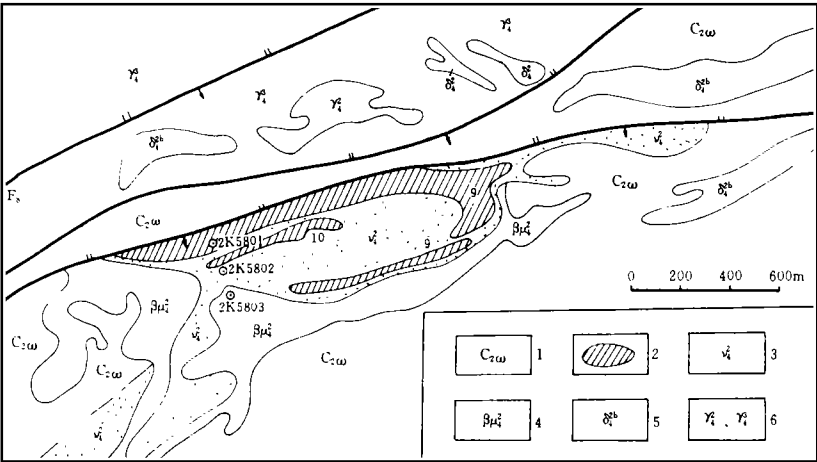
香山杂岩体东岩体长轴延伸方向北 $75^\circ\sim 80^\circ$ 东,明显偏离香山杂岩体总体延伸方向,出露长 2.35km,宽 250~420m,面积 0.65km^2 。岩体包括 9 号与 10 号超镁铁岩体,地表露头完全平行于土墩-镜儿泉北韧性剪切带(F_8)的次级韧性剪切带,而相对远离黄山韧性剪切带(F_9)。东岩体主体呈梭形,东端浑圆状转折,保存较完好。北侧向两端均有走向平行韧性剪切带的细小



1. 超镁铁岩 2. 角闪辉长岩 3. 梧桐窝子群

图 1 香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体地质略图(据新疆有色 704 队资料编制)

Fig. 1 Sketch of the Xiangshan Cu-Ni bearing mafic-ultramafic complex.



1. 梧桐窝子群 2. 超镁铁岩体 3. 角闪辉长岩 4. 辉绿岩体 5. 闪长岩体 6. 花岗岩体

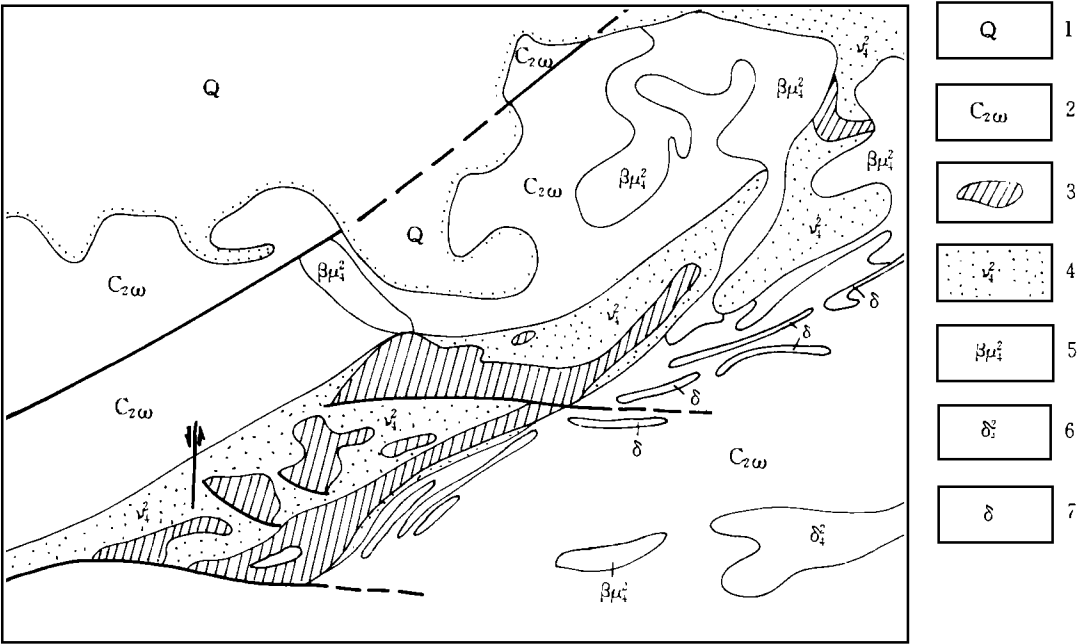
图 2 香山杂岩体东岩体地质略图(据新疆有色 704 队,修改)

Fig. 2 Sketch of the Eastern part of Xiangshan complex

分叉岩体(图 2)。岩体产状北接触面以 70°~80°向南陡倾,南接触面以 40°~50°向南缓倾,岩体

地表规模小,深部变大(沿倾向延伸已达 2000m),横剖面形态呈汤勺状,主体深埋南侧地下,匀把位于北侧,出露地表。靠近韧性剪切带岩体纵剖面东浅西深,向西侧伏。最深部位在 58 线附近,可能为岩浆通道,显示岩体从西端通道沿韧性剪切带向东侵位。自东向西岩体厚度、基性程度、矿化强度、富集程度渐增,基性程度高的岩相位于岩体深部。西侧大面积出露良好的含矿岩相——二辉橄榄岩、辉橄岩。10 号超镁铁岩体边部钻孔验证,二辉橄榄岩中见视厚 100 多 m 的上悬铜镍矿化体,局部还见有热液型矿化。

香山杂岩体中岩体长轴延伸方向为北 55°东,平面上出露长 2.4km,宽 200~450m,面积



1. 第四系 2. 梧桐窝子群 3. 超镁铁岩 4. 角闪辉长岩 5. 辉绿岩 6. 闪长岩体 7. 闪长岩脉

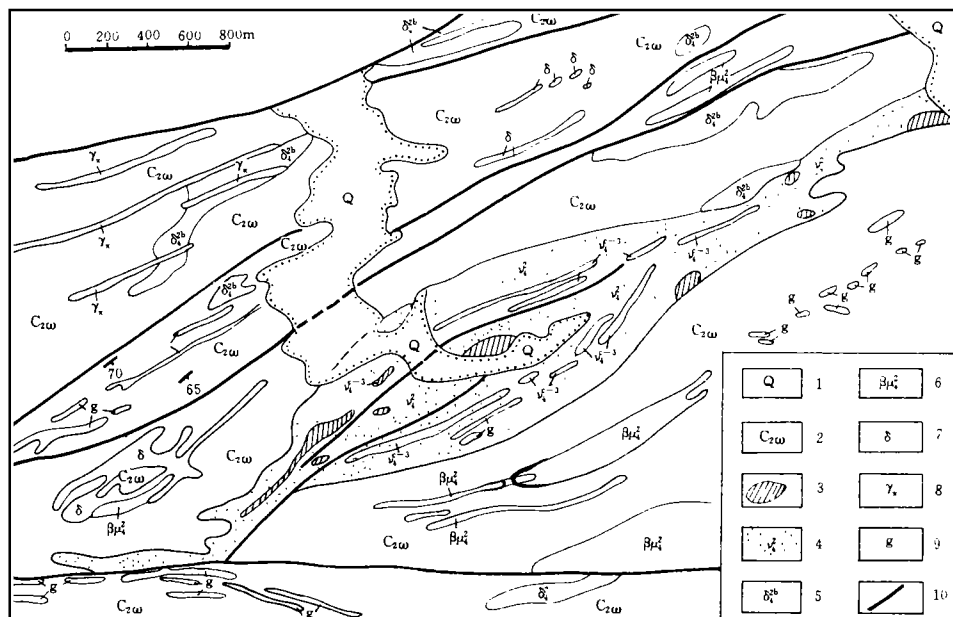
图 3 香山杂岩体中岩体地质略图(据新疆有色 704 队,修改)

Fig. 3 Sketch of the middle part of Xiangshan complex

0.55km²(图 3)。中岩体东端与东岩体西端地表岩体形态极不协调。其间似为韧性剪切带反扭错开(韧性剪切带走向可能为 285°或 300°方向)。该处重、磁异常突然急剧收缩,就是其有力的物探证据。中岩体地表北界向南缓倾 40°~50°,南界倾角较陡 70°~80°,时南倾,时北倾。据钻探验证岩体深部总体南倾。因此横剖面总体形态为一向南倾的歪漏斗状。平面上香山杂岩体中岩体为具反扭特征的菱形体,其边界受 60°(长边)和 280°(短边)两组断裂控制,两端明显细颈化。中岩体在地表出露有 5、6、7、和 8 号四个超镁铁岩体。其中 5 号与 6 号岩体较小,其形态总轮廓也构成相应的具反扭特征的菱形体,经钻探验证是不生根的悬浮状超镁铁岩体。5 号岩体底部赋存有典型的岩浆熔离型铜镍矿体。但香山杂岩体中岩体的主要矿体位于 7 号超镁铁

岩体南侧辉石岩与辉长岩或围岩的接触带,其上叠加了韧性剪切带,具相当规模,属深部熔离贯入型铜镍矿体。

香山杂岩体西岩体,长轴延伸方向约北 55° 东,出露长4.25km,宽100~870m,面积约 1.6km^2 ,岩体平面上总体呈长透镜体,而且形态显示具顺扭特征的菱形体(图4)。西端靠近黄



1. 第四系 2. 梧桐窝子群 3. 超镁铁岩 4. 角闪辉长岩 5. 闪长岩脉
6. 闪长岩体 7. 辉绿岩 8. 花岗斑岩 9. 石英脉 10. 韧性剪切带

图4 香山杂岩体西岩体地质略图(据新疆有色704队,修改)

Fig. 4 Sketch of the western part of Xiangshan Complex

山韧性剪切带(F_9)处,发育有向西延伸的镁铁质岩小分枝平行于 F_9 韧性剪切带。表明岩体明显受 F_9 韧性剪切带的限制。西岩体膨胀部分,产状内倾,地表产状较缓($40^{\circ}\sim 50^{\circ}$),深部变陡(达 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$),剖面形态呈岩盆状。两端细颈化狭缩部分为走向 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 的南倾单斜体。地表仅见少量超镁铁岩体,似“悬浮”在镁铁质岩体之中。但33线附近经钻探验证290m以下见隐伏超镁铁岩体。地表矿化仅见于西端狭缩部,矿体位于辉石岩与辉长岩接触带,同样叠加有韧性剪切带。

3 香山杂岩体铜镍浅富矿体的控矿构造条件

香山杂岩体总体延伸方向为北 55°东,明显受该方向反扭张扭性韧性剪切带的控制。该韧性剪切带为土墩-镜儿泉北韧性剪切带(F_8)的派生构造,即沿 F_8 韧性剪切带反扭剪切派生的北东向反扭张扭性韧性剪切带。香山杂岩体不仅未穿越黄山韧性剪切带(F_9),而且西南端还沿 F_9 形成一近东西向的小岩体分枝,可见控制香山杂岩体的北东向韧性剪切带未穿越 F_9 ,并受其限制。也说明其形成略晚于 F_8 韧性剪切带,而且 F_9 顺扭剪切的构造应力场对该韧性剪切带西南段的应力场条件有着明显的影响。

香山杂岩体东岩体、中岩体和西岩体呈藕节状串联体。西岩体与中岩体形态明显受两组边界韧性剪切带剪切作用控制,形成不等边的菱形体。沿北东向边界韧性剪切带呈反扭剪切,沿近东西向边界韧性剪切带为顺扭剪切。由于两个岩体所处构造部位不同,其菱形体形态也不相同。

西岩体菱形体长轴方向为北 55°东,由于南侧紧靠 F_9 韧性剪切带,主要受顺扭剪切应力场影响,构成长边为具顺扭剪切特征的近东西向(北 70°~75°东)韧性剪切带,短边为具反扭剪切特征的北 40°~45°东韧性剪切带,因此该菱形体顺扭特征表现明显。

中岩体菱形体长轴方向也为北 55°东,但由于靠近 F_8 韧性剪切带,主要受反扭剪切应力场影响,构成菱形体长边为具反扭剪切特征的北 55°东方向韧性剪切带,短边为具顺扭特征的近东西向(280°)韧性剪切带,因此该菱形体反扭特征表现明显。

东岩体紧靠 F_8 韧性剪切带,与香山杂岩体总体延伸方向有明显顺时针方向的偏转,完全平行于 F_8 。南侧走向为北 80°东的次级韧性剪切带。地表岩体露头菱形特征不明显,以地表出露的超镁铁岩为标志,东端浑圆状呈梭形,西端埋深大,由西向东逐渐扬起,显示岩体侵位时,岩浆物质的移动轨迹明显与韧性剪切带反扭剪切应力环境密切相关。同时受近南北向挤压应力作用,使岩体平行韧性剪切带排列。

地表铜镍氧化矿化带呈红色、土黄色松散土状铁帽。主要由黄钾铁矾、红色粉末状赤铁矿、褐铁矿、绿色孔雀石、镍华、蓝铜矿等组成。氧化深度不大,约 15m 左右。地表矿化带主要集中在西岩体西端狭缩部位,中岩体 5 号、6 号超镁铁岩体边缘和 7 号岩体南缘,东岩体仅 10 号超镁铁岩体中部南缘少量出露。除超镁铁岩体边缘矿化属岩浆熔离成因外,产于辉长岩体中的矿化均属岩浆期后含矿热液成矿的产物或深部熔离-贯入式矿体。深部熔离-贯入型指岩浆在深源岩浆房中分异后形成含矿岩浆,在构造应力作用下上侵到有利构造部位或先侵位的岩体中。侵位后进一步发生熔离作用而富集成矿;岩浆期后含矿热液贯入型矿体主要赋存在成矿期裂隙中,多与晚期岩浆共生。含矿热液随残余岩浆一起上升到裂隙中成矿,常交代围岩使矿液扩散到围岩中。局部地段可见矿液直接贯入到裂隙中,厚度不大,如西岩体辉长岩裂隙中的矿化。含铜镍矿液和残余岩浆同一通道贯入,因而常赋存在晚期形成的岩体冷凝虚脱部位或构造薄弱地段。

目前香山杂岩体中岩体工作较深入,尤其位于岩体南东边界的 7 号矿体更有希望,自 92

年 ZK2401 孔 90m 深处辉长岩中见到视厚 130m 的巨富矿体后,找矿效果更有重大突破。ZK2201 孔从 130m 深处开始也见到视厚 100 余 m 的富矿体,虽然品位、厚度比 ZK2401 孔要低和小,见矿深度也更深,可见矿体有向南西方向侧伏现象。在更西的 ZK2001 孔中据说仍然见矿。就 24 勘探线(方向 $330^{\circ}\sim 150^{\circ}$),在 ZK2401 孔北 50m 的 ZK2403 孔中未见矿,其南侧 50m 的 ZK2402 孔(孔深 325.36m)见矿,94 年在 ZK2401 孔之南 150m 的 ZK2404 孔中又见到特富铜镍硫化物矿体,见矿深度在 300 多 m 深处,见矿厚度约 15~20m。可见 7 号特富矿体地表倾向北西,深部转为倾向南东。故而在 ZK2401 孔之北 50m 的 ZK2403 孔打不到矿,而在其南 150m 的 ZK2404 孔却能见到矿。矿体如此上北下南倾向的扭转现象在穿越 7 号矿体的其他勘探线上也有反映。这也说明香山杂岩体中岩体浅富铜镍矿体的控矿构造(主要为北 55° 东走向)叠加在 7 号含矿岩体与围岩接触带上的韧性剪切带,沿走向和随深度断面倾向都有明显的变化。

香山杂岩体中岩体主要发育两组韧性剪切带:反扭的北 55° 东向韧性剪切带与顺扭的北 80° 西向韧性剪切带明显构成共轭系统,均为 F_8 或 F_9 韧性剪切带的派生共轭断裂。同时北 55° 东压扭性韧性剪切带后期转化为张扭性质(而北 80° 西向顺扭性剪切带转化为压扭性质),而且岩体南缘叠加在辉长岩与围岩接触带上的北 55° 东韧性剪切带产状有上部北倾、下部南倾的倾向变化,沿走向也有时南、时北倾的变化。这样,岩体南侧发育的这组北 55° 东方向构造更有利于含矿热液的运移与积聚。成矿后,此断裂仍有活动,使 ZK2401 钻孔中矿心具挤压破碎,片理化、磨擦镜面、擦痕等。另外中岩体,甚至整个地区,还发育一组北北西(北 20° 西)向反扭为特征的平移断层,常把两侧岩体或矿体反扭错移。如中岩体双峰山垭口就是被一产状为走向北 20° 西、倾向北东,倾角 70° 的断层反扭错开 10 来 m,断层具张扭性特征。沿 7 号含矿岩体常见此组断层(如 Tc92-96 槽东侧)。这类断层在香山杂岩体外围也屡见不鲜。为成矿后形成具区域性的横向张扭性断层。

另外在香山杂岩体中岩体之西侧, F_8 韧性剪切带之北西侧还有碧玉山铜镍含矿岩体。主要为分异较好的闪长岩-辉长岩杂岩体,并受控于 F_8 韧性剪切带的次级北 50° 东方向韧性剪切带,平面上呈透镜状,走向北 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 东,长 230m,宽 40~50m,最宽处 100m。横剖面呈楔形,总体倾向南,倾角东缓西陡 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$;纵剖面东浅西深,向南西侧伏。矿体主要赋存于北接触带强蚀变角闪辉长岩或绿泥纤闪石片岩中。目前新疆有色 704 地质队与哈密大泉湾两家采矿队正在开采。从两家矿井 60m 及 70m 深位置采出的矿石结构构造看,后者特富矿呈块状,前者呈角砾状。角砾均为无矿糜棱岩化、千糜岩化蚀变闪长岩,大多棱角清楚,少数有一定浑圆,铜镍硫化物作为胶结物充填于角砾之间。可推测成矿前闪长岩-辉长岩受 F_8 或其次一级韧性剪切作用已强烈片理化、糜棱岩化、千糜岩化,成矿期北 50° 东方向韧性剪切带转化为张性或张扭性特征,把原挤压剪切形成的糜棱岩化,千糜岩化蚀变闪长-辉长岩破碎成张性角砾,并为含矿热液贯入与赋存提供了通道和空间,成为把破碎角砾重新胶结起来的胶结物。成矿后该断裂带又经历了多次活动,或水平或斜向剪切滑动,使角砾状或块状矿石又形成大小不一的构造透镜体。透镜体被剪切滑动面包围,滑动擦痕,磨擦镜面异常发育。矿石中片理构造不明显,具明显片理的蚀变闪长-辉长岩并不含矿。可见多期构造变动在碧玉山矿体的成矿过程中起着重要作用。两家矿石结构特征差异可能由于两家采矿位置不同。704 地质队采矿坑位于断裂带边部,

而大泉湾采矿坑位于断裂带中部,故无矿围岩角砾已不复存在。据介绍,704队采坑井壁岩石破碎,滑动面异常发育,走向多为北 $70^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 东,但倾角变化较大,有直立,也有缓倾者。后者可能为次级羽状分枝。均说明其位置处于控矿断裂带的边缘部位。碧玉山含矿岩体均向南西倾伏,矿体产状由0线向南缓倾(55°),到9线以西变为近乎直立,13线以西产状可能倒转,矿体北倾。同时有色704地质队物探分队在其西南侧ZK105孔400m处通过深部充电测量表明电位中心移至9线以西地段。经过地质、物探人员重检,基本上排除碳质、构造带、岩性界面、岩体及地下水干扰。这个较大异常体可能是铜镍硫化物地质体,也就是说碧玉山矿床的主矿体可能在其西南部。

4 香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体的岩浆侵位与矿液赋存方式

康古尔塔格韧性剪切带是康古尔塔格断裂带上部在泥盆系、石炭系地层中的显示。韧性剪切活动是在区域性挤压背景上进行的。而且有剪切与挤压交替作用,多期叠加变形的特征。其相对活动期次可细分为:

(1)在近南北向区域性挤压应力作用下,黄山地区下泥盆统大南湖组、下石炭统干墩群、中石炭统梧桐窝子群首先形成北东东向(近东西向)黄山复背斜(以干墩群为核部)与土墩-镜儿泉复向斜(以梧桐窝子群为核部)及一系列次级背斜与向斜。后期并有小型花岗岩的侵入。

(2)康古尔塔格韧性剪切带及其同向的次级韧性剪切带(如 F_8 、 F_{11} 及 F_{12})反时针剪切扭动。在香山杂岩体西岩体之西, F_8 韧性剪切带南东侧围岩中一系列邻断层褶皱充分指示 F_8 韧性剪切带具有反时针剪切扭动的特征。在 F_8 与 F_{11} 、 F_{12} 反时针剪切扭动过程中,产生次一级东西向黄山韧性剪切带(F_9),并且明显出现顺时针剪切应力场。黄山复背斜两翼干墩群上部岩层(如黄山东盐湖北侧山脊及黄山杂岩体之西7km处所见)都出现原始层理 S_0 为标志层的Z形叠加褶皱,局部地区在Z形叠加褶皱翼部进一步发育了北东向具顺扭特征的次级韧性剪切带(如黄山东盐湖西侧杂岩体边界断裂带,盐湖边褶皱就显示北东向断裂具顺扭错动)。并有基性、超基性岩体和中酸性岩体侵入。

(3)南北向区域挤压应力继续作用,褶皱进一步强化,产生平行于褶皱轴面的区域性片理。早期侵入的镁铁超镁铁杂岩体边部及不同岩相接触带也强烈片理化,并与围岩区域性片理产状一致。早期贯入之小型花岗岩体也具明显片麻理化。后期区域上又有大量中酸性岩浆岩侵入,切割镁铁超镁铁杂岩体。另外早期侵入之岩脉垂直层理者强烈褶皱形成褶皱层或肠状揉皱,轴面平行于区域性片理;而平行层理的岩脉往往形成石香肠。

(4)康古尔塔格韧性剪切带及其同向次级韧性剪切带(如 F_8 、 F_{11} 及 F_{12})顺时针剪切扭动。此时黄山韧性剪切带(F_9)显示反时针剪切应力作用,以区域性片理、糜棱岩面理为标志发生特征的S型叠加褶皱。如黄山杂岩体东侧大理岩之片理形成S形叠加褶皱,一般来说,规模不及第二期形成的以 S_0 为标志的Z形叠加褶皱,但强度、普遍程度远远超过之。

在康古尔塔格韧性剪切带构造演化第二活动期次, F_8 韧性剪切带显示反扭剪切应力场特点。其派生构造北 55° 东为次级反扭压扭性韧性剪切带,进一步演化成张扭性特征。其实北 55°

东方向断裂带中局部地段上包含了与其共轭的另一组近东西向断裂。正因为如此,整个北东向韧性剪切带形成三个被这两组次级断裂包围的膨胀体。中间岩浆房中经过液态重力分异及金属硫化物熔离作用而形成大致分层的苦橄质拉斑玄武岩浆。根据岩体内部岩相产出部位、相互关系、蚀变程度、化学成分等,香山杂岩体形成两个主侵入期。早期主体辉长岩侵位,晚期主体超镁铁岩的侵位。主侵入期后残余岩浆则形成钛铁辉长岩脉,沿着康古尔塔格韧性剪切带苦橄质拉斑玄武岩浆上侵进入土墩-镜儿泉北韧性剪切带(F_8)或黄山韧性剪切带(F_9),然后沿着总体呈北 55° 东方向的张扭性韧性剪切带侵位。由于该断裂带中包含近东西向和北东向两组断裂,因此存在三个侵位中心与通道,使香山杂岩体构成三个膨胀体,形成三个既有区别又有联系的东岩体、中岩体与西岩体。这些膨胀体边界受这两组断裂(韧性剪切带)控制,并且断裂在不同构造应力场影响下进一步活动,使三个岩体具有不同特色的形态。西岩体由于受黄山韧性剪切带(F_9)顺扭应力场的影响,使近东西向长边具顺扭特征,故整个西岩体呈显示顺扭特征的菱形体;中岩体由于靠近反扭为特征的 F_8 韧性剪切带,长边平行于反扭为特征的北东向张扭性断裂(韧性剪切带),使整个中岩体呈反扭剪切的菱形体;至于东岩体由于紧靠 F_8 韧性剪切带,而且其西端存在北西向反扭位移的横向断裂,故使东岩体明显偏离北东总体方向而平行于 F_8 南侧近东西向的次级韧性剪切带。东岩体横剖面形态呈勺柄向北靠近断裂而汤勺主体南侧深埋,似乎南侧下降,勺柄由拖曳形成,加之纵向岩体西深东浅的形态特征,似乎更显示岩体侵位时平行于 F_8 之次级断裂(韧性剪切带)呈顺扭张扭性特征。

香山杂岩体虽然在东岩体西端 58 线 2 号孔 295~410m 之间二辉橄榄岩中打到视厚达 100 多 m 的上悬铜镍矿化体,局部也见有热液型矿化,但至今尚未发现类似黄山杂岩体或黄山东杂岩体那样巨大的底部矿体。但是香山杂岩体,尤其是东岩体有较好的岩相重力分异,基性程度高的岩相位于岩体西端与南侧的深部。自上而下出现辉长岩相-辉石岩相-单辉橄榄岩相-二辉橄榄岩相-辉橄岩相,后两者为良好的含矿岩相,而且在含矿岩相中出现大量指示有利铜镍成矿的特征矿物:斜方辉石与贵橄榄石等。再加上东岩体北邻 F_8 韧性剪切带的次级构造近东西向断裂(韧性剪切带),其构造背景与黄山杂岩体或黄山东杂岩体非常类似,而且东岩体已发现视厚达 100 多 m 的铜镍矿化体。因此有可能出现规模较大,达工业品位的由岩相控制的熔离型铜镍矿的富集部位。

香山杂岩体浅富铜镍矿体最有希望的是中岩体中位于不同岩相接触部位受叠加断裂控制的熔离-贯入型矿体。特别是中岩体南缘主岩体角闪辉长岩与 7 号超镁铁岩体角闪单辉橄榄岩接触带。此接触带叠加了北 55° 东反扭压扭性韧性剪切带,而且此岩相接触带和叠加其上的韧性剪切带产状变化较大,不仅平面上沿走向弧形弯曲,而且剖面上沿倾向亦呈波状起伏,地表倾向北,向下转为总体南倾。后期构造应力条件变化,韧性剪切带继续活动,并由压扭性转为张扭性,这些产状转折部位最容易形成构造的虚脱部位,有利于熔离-贯入型铜镍硫化物矿体的赋存。

5 结论

(1)康古尔塔格断裂带是香山铜镍含矿镁铁超镁铁杂岩体的导岩导矿构造,它在泥盆系石

炭系地层中显示为康古尔塔格韧性剪切带,韧性剪切活动是在区域性挤压背景上进行的,而且有剪切与挤压交替作用的特点。

(2)康古尔塔格韧性剪切带的次级构造土墩-镜儿泉北韧性剪切带(F_8)和黄山韧性剪切带(F_9)是香山杂岩体的配岩配矿构造,其构造应力场直接控制了香山杂岩体的形态特征。

(3)间于 F_8 与 F_9 次级韧性剪切带锐夹角的更次级的北 55° 东向韧性剪切带是香山杂岩体的容岩容矿构造,它是 F_8 与 F_9 剪切滑动的派生产物。由于存在北 60° 东与北 80° 西两组更次级的韧性剪发带,并且多期变形,构造应力条件变化,导致沿北 50° 东向断裂带形成三个膨胀体,成为香山杂岩体的三个侵位中心。由于三个膨胀体所处构造部位不同,膨胀体形态与方向也不全相同;靠近 F_8 的西岩体呈顺扭特征的菱形体,靠近 F_9 的中岩体呈反扭为特征的菱形体,而紧靠 F_8 的东岩体不仅岩体长轴方向偏离北 55° 东总方向,偏转成北 $75^\circ \sim 80^\circ$ 东,平行于 F_8 的次级韧性剪切带,而且膨胀体的菱形特征也甚明显,呈勺把向北平行于 F_8 出露地表,而勺体深埋南侧地下深处。

(4)香山杂岩体中岩体是寻找熔离-贯入型铜镍浅富矿体的最佳地段。尤其是中岩体南缘角闪辉长岩与角闪单辉橄榄岩接触带。接触带叠加了北 55° 东韧性剪切带,断裂带多期变形,构造应力条件发生变化,而且断裂带产状沿走向和倾向均有明显变化,地表北倾,深部南倾,容易形成构造虚脱部位,有利于岩浆熔离-贯入型铜镍浅富矿体的形成。

感谢新疆有色总公司 704 地质队提供香山杂岩体的有关地质资料,感谢聂勇总工程师对研究工作的支持和提出的宝贵意见。野外工作得到 704 地质队原三分队贺连顺工程师、赵洪礼、秦全新和夏露寒等同志的协助;深得成都理工学院李承德教授、慕纪录副教授、唐菊新、孙燕和阳正熙同志的支持与帮助。室内工作承蒙李福佩副教授鉴定岩石薄片,请教兰玉琦教授有关学术问题,姜继双、陈芙蓉、陈梓军等硕士研究生也给予不少帮助,在此一并致谢。

参考文献

- 1 竺国强,等. 试论变质岩区地层研究的构造地层学方法. 成都地质学院学报,85,(4)
- 2 李忠权,等. 韧性剪切带的识别特征及其变形发育史的研究. 成都地质学院学报,90,(1)
- 3 竺国强. 地体学说及其在东疆的初步应用. 现代地质学研究文集(上),李清波等主编,南京大学出版社,1992
- 4 白云来. 新疆黄山地区蛇绿岩块的地质、地球化学特征及构造意义. 新疆地质,1993,(1)
- 5 赵剑峰. 天山大地构造性质及其演化. 新疆地质,1986,(1)
- 6 张良臣,等. 天山地质构造及演化史. 新疆地质,1985,(3)
- 7 Lefort P. Collision Tectonic. Geological Society special publication,1986,19
- 8 Coward M P, et al. Geotectonic Framework of the Himalaya of N Pakistan. J. Geol. Soc., London, 1986, 139

STUDIES OF ROCK AND ORE CONTROLLING STRUCTURES OF XIANGSHAN Cu—Ni BEARING MAFIC—ULTRAMAFIC COMPLEX, EASTERN XINJIANG

Zhu Guoqiang Yang Shufeng Chen Hanlin

(Department of Earth Sciences, Zhejiang University 310027)

Abstract

Xiangshan Cu-Ni-mafic-ultramafic complex is an important part of Huagshan Cu, Ni metallogenic belt, East Yijiang. The complex is prospective for shallow and rich ore bodies of differentiation injection type. This paper deals with basic feature and evolution history of the rock and ore guiding structure-Kangguer Fracture Zone and analyses rock-control, ore-control and shallow and rich-ore control structures.