文章编号:1007-3701(2005)04-0029-06

湖南大坳矿区云英岩体型钨锡矿化构造控矿特征

曾志方¹²,曾永红²

(1. 中国地质大学,武汉 430074 2. 湖南省地质矿产局四一八队,湖南 娄底 417000)

摘要:云英岩体型钨锡矿为大坳矿区的主要矿床类型,呈隐伏 – 半隐伏状产出。通过对矿区构 造特征及其形成机制的分析,探讨了构造对钨锡成矿的控制,认为 NNE – 近 SN 向区域性断裂 控制了矿床就位,呈近 SN 向展布,弧形裂隙系统控制了矿体的产状和形态,自上而下呈楼层式 产出,形态为似穹状。

关 键 词 :云英岩体型钨锡矿 :构造特征 :构造控矿 ;湖南大坳 中图分类号 :P618.67 :P618.44 文献标识码 :A

湖南大坳钨锡矿区是近年来新一轮国土资源大 调查发现的大型钨锡矿床之一。矿床赋存于复式花 岗岩体内,云英岩体型为区内主要矿床类型,占钨锡 资源总量90%以上,另伴有云英岩-石英脉型。

云英岩体型钨锡矿床是指主要受云英岩蚀变 体控制的矿床类型,蚀变体产于早期花岗岩体中, 形态呈似穹状,垂向延伸规模较大,主要由含矿云 英岩及云英岩化花岗岩等组成。与目前湘南地区 发现的面状云英岩型[1~3]相比,在控矿因素、成因 机理等方面有独特之处。如大义山矿田狮茅冲矿 区、柿竹园钨多金属矿床云英岩型钨锡矿主要分布 于晚期小型花岗岩体(或岩株)的顶部 矿体受岩浆 上拱或前锋部位的原生节理及多期活动形成的小 断层、裂隙的控制^[45]。蔡宏渊、廖兴钰等^[6~8]从岩 浆岩演化的角度对云英岩蚀变体及矿化的成因进 行了论述 认为主要与岩浆期后气 – 热液交代作用 有关 分布于"晚期花岗岩侵入体的前缘突起"。笔 者据在区内多年的工作实践 从构造角度对云英岩 体型钨锡矿化的控矿机制进行了探讨。提出了云 英岩体型钨锡矿多级构造控矿的观点 即区域性断

收稿日期 2005-10-15

裂控制了矿床的空间展布,次级弧形裂隙系统控制 了矿体的产出。

1 地质背景

矿区位于南岭纬向构造带中段的九嶷山复式 岩体金鸡岭岩体西部,NE 向炎陵 – 蓝山壳断裂、 NW 向新宁 – 道县基底断裂及 EW 向都庞岭 – 九 嶷山基底断隆带的交汇部位。

区内地层除志留系、第三系外,自震旦 – 第四 系均有出露。震旦 – 寒武系为一套浅变质碎屑岩, 构成了九嶷山隆起。泥盆 – 三叠系为浅海相碳酸 盐岩夹海陆交互相碎屑岩,构成了第一盖层,分布 于隆起边缘拗陷区。侏罗 – 白垩系为内陆湖泊相 红色碎屑岩,构成了第二盖层,分布于 NNE 向断陷 盆地中。

区内岩浆活动频繁,岩浆岩自志留纪 – 晚侏罗 世均有出露,分布于九嶷山隆起核部,构成了九嶷 山复式岩体。其中中侏罗世金鸡岭岩体为多期脉 动侵位形成,为主要赋矿岩体,据岩石谱系单位自 早至晚划分为鸟崽岭(J₂N),茶园头(J₂Ch),黄河 (J₂H),平山(J₂P),凉亭坳(J₂L),羊角冲(J₂Y)等6 个单元,岩性均为二长花岗岩。羊角冲单元主要呈

基金项目:中国地质调查局国土资源大调查项目:"湖南九嶷山-姑婆山地区锡多金属矿评价 (200110200024).

作者简介:豐本方(1968—) 男 在读研究生 高级工程师 从事 矿产勘查和研究中作.

隐伏岩株状产出 /富含 W/Sn 成矿元素及挥发份 F / 过渡 /沿走向或倾斜方向呈似层状 ,并呈指状分叉 重砂黑钨矿、锡石含量较高,为区内主要成矿单 尖灭。 元[9,10]。

区内构造较为复杂,前泥盆纪基底构造为 NE 向的断褶带 泥盆 – 三叠纪盖层构造为近 SN 向 构 造型式表现为断裂与复式褶皱相间发育 :白垩纪盖 层构造以 NNE 向断裂为主 ,褶皱不发育 ,该组断裂 迁就改造早期 SN 向构造 形成 NNE – 近 SN 向断 裂构造 它控制了区内钨锡多金属矿床的展布。

矿床地质 2

2.1 云英岩蚀变体特征

云英岩蚀变体是一个由云英岩、云英岩化花岗 岩及长英质脉等组成的含钨锡多金属矿化蚀变体, 地表出露3处(GS1.3),往深部汇成一体。主要分 布于金鸡岭岩体黄河及凉亭坳单元中,沿F₂与F₃断 裂所挟持的断块展布(图1)。 蚀变体形态呈似穹 状,走向近 SN,向四周倾斜,倾角较平缓,顶部一般 15°~35°,往两侧变陡为45°~52°。控制走向长 950 m 倾向最大宽 495 m 延深最大达 600 m 左右。 云英岩和云英岩化花岗岩在垂向上相互更替 逐渐

2.2 矿体空间分布规律

矿体主要分布在 F₂ 与 F₃ 两断裂间的蚀变体 内,己控制矿体11个除 | 号矿体呈半隐伏状产出 外 其余矿体均隐伏于深部。平面上呈近 SN 向带 状展布,剖面上呈近平行等距产出。矿化深度较 大,矿体垂向延伸达600 m以上,矿体形态、产状与 蚀变体一致。矿体厚度、品位、有用元素的富集沿 走向、倾向变化较大,一般上部矿体规模大,呈凸透 镜体状、厚板状,以钨为主;下部规模较小,呈脉状、 薄板状,以锡为主。矿体主要由含钨锡长英质脉、 云英岩及云英岩化花岗岩等组成 ,三者呈现出规律 性变化 长英质脉分布于云英岩体顶部 并切割云 英岩 显示前者的形成应晚于后者。云英岩体型钨 锡矿体常被 NE 向脉状矿化体切割、破坏。

构造特征及形成机制 3

3.1 矿区主要构造形迹

矿区构造型式主要有断裂、弧形裂隙、面理构 造等(图1)。



图1 大坳钨锡矿区地质图 Fig. 1 Geologic map of Da'ao tin ore ditrict 1. 凉亭坳单元 2. 黄河单元 3. 云英岩体及编号 A. 地质界线 5. 花岗岩脉动接触界线; 万方数据 6. 断层及编号 7. 矿脉 8. 勘探线及编号 9. 钻孔及编号

3.1.1 断裂构造

矿区内断裂按走向可分为三组。

(1)NNE - 近 SN 向断裂:包括 F₁ ~ F₄等 4 条, 属早期形成 具多期活动特征 ,早期为压扭性 ,后期 为张扭性,为区内主要控矿构造。自西向东近平行 等距分布 ,走向 355°~30°,倾向 E – SEE ,倾角较 陡,为65°~85°。区内走向长620~1300 m,往南、 北均延伸出矿区以外、倾向延深达600m以上。断 裂破碎带规模较大,由硅化花岗岩、次生石英岩、构 造角砾岩、碎裂化花岗岩及网状石英脉等组成,局 部发育断层泥。构造角砾岩具二次破碎特征 角砾 由硅化花岗岩、云英岩等组成,呈菱形、三角形,位 移明显,界面整齐,有时略有弯曲,略显定向排列。 角砾间为糜棱质的长石、石英等细小矿物及次生石 英脉(团块)充填,石英见强波状消光、变形纹等亚 结构 黑云母见膝折变形亚结构 表现出断裂以压 性或压扭性为主的多次活动特征。断裂两盘发育 一组劈理构造,其中充填石英细脉及云英岩脉,与 断面交角 30°左右,指示成矿期上盘斜冲。该组断 裂局部切错了含矿云英岩脉 ,表明成矿后仍有活 动。

(2)NE 向断裂:平行分布于矿区中部,走向 35°~60°,倾向 SE,倾角 50°~80°,局部可达 85°; 断裂长数十米至1000 m,延深数十米至 300 m 左 右。断裂带呈不连续的三段分布于 NNE – 近 SN 向断裂间,各断裂与 NNE – 近 SN 向断裂多呈明显 的限制复合关系。断裂破碎带由角砾状含钨锡石 英脉、云英岩、碎裂花岗岩等组成,沿走向往东、西 逐渐过渡为剪节理带 断面平直光滑,阶步、擦痕发 育,擦痕侧伏角 15°~23°,显示右行逆冲。石英脉 壁对称发育 S 型齿状白云母、铁锂云母边,具膝折 现象。表明 NE 向断裂具多期活动特点,结构面力 学性质经历了剪、张、压(扭)等多次变化。该组断 裂局部右行切错了云英岩体及 NNE – 近 SN 向断 裂 表明后期对矿体具破坏作用。

(3) NW 向断裂:该组断裂不甚发育,主要沿 NNE - 近 SN 向断裂旁侧分布,规模一般较小,长数 十米至400 m。走向320°~340°,倾向 SE,倾角70° ~80°,多表现为硅化钾化破碎带,有时见充填云英 岩 - 石英脉^{方物描}面平直,见擦痕与阶步,剪性特征 明显,可见与 NE 向断裂呈互错关系,显示其形成与 NE 向断裂具有一致性。

3.1.2 面理构造

区内面理构造发育,表现为长石斑晶呈定向分 布,石英具显著压扁现象。主要发育于较晚期凉亭 坳单元内与早期黄河单元的接触带处。面理产状 较稳定,走向 NE,倾向 SE,倾角 65°~85°,后期为 NE 向断裂带迁就利用。具明显的塑性变形特点, 石英具波状消光,多呈带状或锯齿状相嵌,长石斑 晶中发育与面理平行的剪裂隙,裂隙往往充填糖粒 状钠长石细晶,云母常见扭曲膝折和光性异常,显 示出固态流变成因特点^[11],它是岩浆完全固结后, 在挤压应力作用下形成的,挤压应力的作用方向与 面理法线方向一致。

3.1.3 弧形裂隙

弧形裂隙系统是指由一组产状平缓、近平行产 出的弧形裂隙带构成的构造型式^①,各裂隙在剖面 上自上而下叠置分布,主要呈隐伏 – 半隐伏分布于 矿区中部 F₂与 F₃断裂所挟持的早期花岗岩断块内, 沿裂隙充填云英岩、伟晶岩、石英脉等岩矿脉(图 2A)。钻探及硐探揭露显示,弧形裂隙系统呈近 SN 走向,向 E、W 倾斜的似穹状展布。己控制南北断 续长约 880 m,东西宽 200~500 m,弧顶呈桥拱形, 略向西倾。弧形裂隙系统往往被 NE向断裂切割,



图 2 弧形裂隙及长英质脉产状特征素描图

Fig. 2 Sketch map showing the occurrence characteristics of the arctuate gap system and the feldspar-quartz Veins A - 长英质脉分布特征(PD2 - YM2);B - 长英质脉内部构造素描图;1.纳化细粒斑状二云母二长花岗岩 2. 云英岩体 3. 长英质脉 4. 黑钨矿细脉;5. 黑钨矿;6. 锡石;7. 铁锂云母;8. 节理 9. 晶洞

①曾志方 湖南大坳钨锡矿区控矿构造特征及其对成矿的控制 作用 2005. 因此,其形成应早于后者。

该弧形裂隙系统控制了云英岩体的分布,云英 岩体中残留的花岗岩往往呈菱块状,充填于弧形裂 隙中的石英脉脉壁,对称发育S形铁锂云母细晶, 显示其剪切成因特征(图2B)。

3.2 构造形成机制

3.2.1 构造应力场分析

根据区内节理统计及共轭剪节理的分期配套, 结合面理构造的展布和区域构造演化特征,得出从 早至晚主要有3期4次构造应力场^{①[12]}:第I期发 生于燕山早期金鸡岭岩体侵位晚期、早期岩浆冷凝 固结之后(成矿前),主压应力方位为SSE – NNW 向,与金鸡岭岩体长轴基本一致,并垂直面理构造; 第II期发生于金鸡岭岩体侵入期后(成矿期),据其 活动特点,构造应力场可分为性质各异的两次(第 II – 1、II – 2次)。第II – 1次主压应力(σ_1)方向 为 NEE – SWW 向;第II – 2次主压应力(σ_1)方向 为近 SN 向。第III次发生于燕山晚期(成矿后),主 压应力(σ_1)基本继承了成矿期第II – 2次主压应 力作用方向和方式,即构造应力场为近 SN 向的挤 压。

3.2.2 构造形成机制

据上述构造应力场及主要构造形迹特征,对矿 区构造形成机制得出以下几点认识。

(1)NNE - 近 SN 向主断裂带:该断裂带成生

于加里东期,燕山早期在 SSE – NNW 向挤压应力 的作用下重新活动,并发生左行压扭性剪切(图 3A),沿走向切割了岩体及加里东、印支构造层,形 成延伸(深)规模较大的具多期活动特征的区域性 断裂带,为区内含矿气 – 热液的运移提供了有利构 造条件,并限制了后期 NE 向断裂带、弧形裂隙系统 等低序次构造的形成。

(2)NE 向断裂带:成矿前由于 SSE – NNW 挤 压应力的作用,形成 NE 向面理构造,这组面理构造 控制了后来的破裂方向;成矿期,在近 SN 向挤压应 力作用下,产生了 NE 向剪应力,剪应力沿先期面理 构造作用,形成了较发育的 NE 向剪切断裂。成矿 后期, NE 向剪切断裂重新活动,左行切错了云英 岩体和 NNE – 近 SN 向断裂(图 3C、D)。

(3)弧形裂隙:金鸡岭岩体侵入期后,由于 NEE - SWW 向挤压应力的作用,在早期单元花岗岩体 (J₂H、J₂L)中产生了一组剖面上的共轭剪节理,由 于花岗岩体一般为均质体,不如其它层状地质体具 各向异性。因此,剖面上的共轭剪节理不出现相互 切错现象,而是相互迁就利用,从而形成一组近平 行产出的独特的弧形裂隙,自上而下呈等间距叠置 构成弧形裂隙系统(图 3B)。该组弧形裂隙顶部产 状平缓、形态宽阔,倾角一般 5°~15°,往两侧变陡, 并受区域性 NNE – 近 SN 向断裂的限制而呈近 SN 向展布,在后期构造活动中,被晚期构造切割改造。



图 3 大坳钨锡矿区构造形成机制示意图

Fig. 3 Sketch map of structural mechanism in Da'ao tungsten-tin ore districl 1. 断裂及运动方向 2. 面理构造 3. 弧形裂隙系统 4. 共轭断裂 5. 云英岩体 6. 主压应力 7. 主张应力 ;A、C、D – 平面 ;B – 剖面

一百方数据 ①曾志方湖南大坳钨锡矿区控矿构造特征及其对成矿的控制作用 2005.

4 构造对成矿的控制

本区控矿构造是在区域构造应力场不断转化 的基础上形成和发展的。构造对区内成矿的控制 主要表现在两个方面:一方面,NNE – 近 SN 向断裂 控制了云英岩蚀变体的发育和空间展布;另一方面 弧形裂隙系统决定了矿体的形态和产状。

4.1 NNE – 近 SN 向断裂构造对云英岩蚀变体的 控制

NNE – 近 SN 向断裂为区内主要导矿构造,规 模大,活动时期长,结构面力学性质经历了多次变 化,并限制了 NE 向断裂、弧形裂隙系统的发育,在 NNE – 近 SN 向断裂所挟持的断块内,断裂、节理发 育,岩浆期后含矿热液呈脉动式多次沿断裂上升, 充填于 NE 向次级断裂和弧形裂隙系统中,形成了 含矿云英岩蚀变体。云英岩蚀变体平面上成近 SN 向分布于 NNE – 近 SN 向 F₂与 F₃断裂构造间,剖面 上以这两条断裂为边界,云英岩、云英岩化花岗岩 及长英质脉呈楼层式自上而下叠置产出(图 1、4)。



图 4 弧形裂隙系统控矿机制示意图

- Fig. 4 Sketch map showing the ore-cotrolling mechanism of archuate gap system
 - 1. 断层及编号 2. 弧形裂隙系统 3. 共轭 X 节制 4. 云英岩;
 - 5. 云英岩化花岗岩 方. 羊角冲单元 细粒二云母二长花岗岩;
 - 7. 含矿气热液运移方向 8. 应力椭球体

4.2 弧形裂隙系统对矿体空间展布的控制

弧形裂隙的等距分布控制了云英岩体型钨锡 矿体具等距性和分带性特征,剖面上,自上而下各 矿带及矿脉(体)呈平行近等距分布,矿带间距为 50~60 m,各矿带内矿脉间距为20~30 m。

由于弧形裂隙系统是云英岩体型矿体的主要容矿构造员在个地方该类型构造的发育程度直接影响

了矿体的规模和矿化强度。而该构造的形成主要 与 NEE – SSW 向挤压构造应力场密切相关,在该 构造应力场作用强烈地段,弧形裂隙间相对滑动较 强,在弧顶易于形成鞍状空隙,两裂隙间则形成"共 轭 X 节理",有利于蚀变的发生和矿体的形成(图 4)。在深部 岩体所受围岩压力较大,因此,弧形裂 隙构造不甚发育,从而影响了含矿热液的充填、交 代和矿体的形成。因此,上部往往形成规模较大、 品位较高的矿体,而下部矿化较差。

4.3 弧形裂隙系统对矿体形态、产状的控制

弧形裂隙剖面上自上而下近平行呈楼层式产 出,在形态上顶部产状平缓,往两侧则是相对较紧 闭的直线状弧形,因此,产于其内的矿体形态较复 杂,多呈不规则的凸透镜状、板状、脉状等,且矿化 不稳定,连续性较差,厚度变化大;在弧形裂隙顶部 由于鞍状空隙的空间较大,有利于含矿热液的充填 交代,形成厚大的云英岩体型钨锡矿体。矿体产状 受构造的控制十分明显,云英岩体型矿体,顶部产 状平缓,为5°~25°,往两侧产状变陡,为45°~52°, 与其所处部位的弧形裂隙产状基本一致。总之,矿 体的产出状态与控制它们的构造发育特征呈现出 非常好的一致性。

5 几点认识

(1)对区内云英岩体的成因,长期以来认为是 受晚期岩体凸起构造控制,钨锡矿体的形成为岩体 自变质作用的结果^[6~7],这一观点成为区内钨锡找 矿的理论基础,然而找矿工作未取得突破性进展。 2002 年开展国土资源大调查以来,笔者在综合研究 前人勘查成果基础上,从研究区内控矿构造特征入 手,对区内节理构造进行了系统统计^[12],总结了构 造控矿规律,不仅扩大了矿床规模,而且在其北部 枫木坪地段发现了新的云英岩体型钨锡矿,扩大了 找矿前景。

(2)区内成矿与岩浆岩、构造、地球化学背景等 因素密切相关 本文仅从构造方面提出了几点粗浅 认识。晚期岩浆岩提供了成矿物质,而构造为成矿 提供了富集场所,早期形成的压扭性断裂具有多期 次活动特点,是成矿的主要导矿构造,弧形裂隙系 统为容矿提供了有利空间,在晚期岩体和弧形裂隙 发育地段往往形成厚度大、品位富的矿体。

(3)矿区东部挂沟冲地段具有与大坳矿区相似 的成矿条件,弧形裂隙密集发育,并处于控矿断裂 的挟持地段,有望形成大坳式云英岩体型钨锡矿 床,值得进一步探索。

成文过程中得到了中国地质大学(武汉)赵永 鑫副教授的指导,并提出了宝贵意见,在此深表谢 忱。

参考文献:

- [1]黄革非,龚述清,蒋希伟,等. 湘南骑田岭锡矿成矿规律 探讨[J]. 地质通报 2003 22(6) :445--450.
- [2]魏绍六,曾钦旺,许以明,等.湖南骑田岭地区锡矿床特 征及找矿前景[J].中国地质.2002 29(1) 69—73.
- [3]蔡明海,汪雄武,何龙清,等.南岭中段锡矿床主要类型 及找矿模式[J].华南地质与矿产2005,84(2)22-29.
- [4] 刘铁生.大义山矿田岩体型锡矿地质特征及矿床成因

- [J].中国地质 2002 29(4) 411—415.
- [5]王昌烈,罗仕徽,胥友志,等.柿竹园钨多金属矿床地质
 [M].北京地质出版社.1987.29—30.
- [6]蔡宏渊. 湘源锡矿床的特征及其成因探讨[J]. 地质与勘 探,1990 26(4):17—18.
- [7]廖兴钰. 湘南地区云英岩化作用及云英岩体型矿床特征 [J]. 地质与勘探 2001 37(4):18-22.
- [8]廖兴钰. 道县正冲铷多金属矿床特征及选冶工艺性能 [J]. 湖南地质 2000,19(3):169—172.
- [9]刘树生,贾宝华,曾志方.九嶷山锡矿田矿床地质特征及 矿床成因[J].华南地质与矿产200584(2)39-44.
- [10]廖凤初.湖南大坳地区云英岩蚀变体型钨锡矿床地质特征及控矿因素[J].华南地质与矿产,2004,79(3): 20—25.
- [11]马昌前,杨坤光,唐仲华,等.花岗岩类岩浆动力学[M].武汉:中国地质出版社.1994.76.
- [12]曾志方,曾永红,刘大勇.湖南大坳钨锡矿区构造控矿 规律及其在找矿中的应用效果[J].矿产与地质 2005, 19(1):19—24.

Structural ore-controlling characteristics of the greisen body-type tungsten-tin mineralization in Da'ao area , Hunan province

ZENG Zhi-fang^{1 2} , ZENG Yong-hong²

(1. China University of Geosciences Hubei ,Wuhan A30074 ,China 2. Team No. 418 of Hunan Geological Bureau for Geology and ore Hunan Luodi A17000)

Abstract : The greisen body-type tungsten-tin deposit is dominating type in Da'ao ore district that is located at the half-hidden ore body whose shape appears approximate dome. Through an analysis of the structural characteristics and mechanism of deformation, this paper deal with the structural ore-controlling process and suggests that the deposit location is controlled by NNE-approximate SN trending regional faults as well as the deposit distributes by approximate SN extending. An arcuate gap system controls the shapes and attitudes of the ore bodies that are occurrence in stair pattern and appear in approximate dome shape.

Key words : greisen body-type tungsten-tin deposit ; structural characteristics ; structures and ore-controlling ; Da'ao ore district , Hunan