

层控钨锡矿及其勘查意义—以云南钨锡矿为例

曾普胜

国家地质实验测试中心, 北京, 100037

1 问题的提出

在教科书和经典的文献中, 经常看到这样的论述: “S”型花岗岩与钨、锡、钼、铋等成矿作用关系密切, 属高温岩浆热液成矿作用。然而, 积累的越来越多的资料表明, 在许多“S”型花岗岩中, 很难发现钨锡矿(化)的踪影, 例如西北的鲁甸花岗岩、加仁花岗岩等, 其实, 在碰撞造山带中, 地壳碰撞加厚形成的“S”型花岗岩分布广泛, 但含钨锡花岗岩只占少部分。有些钨锡矿床与花岗岩侵入体在时间和空间上没有成因联系, 如云南马关地区的南秧田钨锡矿(冯佳睿, 2011); 也可见层状钨锡矿床被后期热时间叠加改造, 导致测年数据偏新, 如蒙自白牛厂锡多金属矿(程彦博等, 2010)、老君山地区的钨锡矿(冯佳睿, 2011)等; 如岩体与层控矿床距离更近, 或岩浆活动较强时, 则只保留最新一期的热事件记录, 如腾冲地区的钨锡矿(董方浏等, 2006)、广西大厂锡矿(王登红等, 2002)和缅甸完冷锡矿-西盟锡矿(杨岳清等, 2002; 陈永清等, 2009)。

钨锡矿床勘探和研究人员常常为这样的事情困扰: 在有“S”型花岗岩和含钨锡层位出现的地区, 找矿究竟是岩体还是找层位? 因为, 如果是岩体含钨锡并控制矿床的形成, 毫无疑问, 首先需要找到岩体才是找矿的关键, 尤其是岩体接触带及其关联的裂隙系统等赋矿空间; 相反, 如果是层控钨锡矿床, 则重点应关注富含钨锡的有关层位, 包括那些远离岩体的地段, 尤其是含钨锡层位与侵入体接触部位, 不含钨锡的岩体穿切到含矿地层时, 常在岩体的外接触带将钨锡进一步富集成工业价值更大的矿体, 甚至还需要考虑赋矿层位中矿质被侵入体侵蚀-重组-运移到更高位置再沉淀的矿体(曾普胜等, 2004, 2005)。因此, 在矿床勘探和研究

中, 判断成矿主体(主要控制因素)是相关地层, 还是侵入体, 对于勘探方向选择十分重要。白牛厂地区勘探经验证明, 跨出岩体接触带那个“小圈子”, 在相关层位(中寒武统田蓬组(ϵ_2t))中找矿, 将取得数倍于接触带的资源量的突破(刘继顺等, 2005; 李晓波等, 2005; 张洪培等, 2006; 张海华等, 2012)。

2 层控钨锡矿的研究现状

地球的各个历史时期中, 均有层控的钨锡矿床产出。(钨)锡的初始富集是往往是形成超大型矿床的基础条件之一(毛景文等, 1991)。太古代有西格林兰的梅林表壳带(Malene supracrustal belt)(Appel, 1986), 非洲的津巴布韦的罗德西亚的布拉瓦约组 Bulawayan(约 2900 Ma), 含 W、Au、Sb、As 及条带状铁矿石, 钨矿化由白钨矿组成(Cunningham et al., 1973); 元古代有华南元古代地层的钨的富集层(Gu et al, 1992), 罗德西亚的皮里维力组(Piriwiri)(约 1950Ma)有含白钨矿和黑钨矿的钨矿层(Cunningham et al., 1973); 早古生代有挪威北部滨达尔地区(Bindal area)的层状白钨矿(Skaarup, 1974), 波兰西南部西里西亚的寒武系的斯塔拉卡梅尼察链(Stara Kamienica Chain)锡矿带(Speczik and Wiszniewska, 1984; Szalamacha, 1976; Lehmann and Schneider, 1981), 阿尔卑斯东部奥地利的菲波塔尔(Felbertal)寒武-奥陶纪白钨矿床(Höll, 1975; Höll et al., 1987; Raith and Stein, 2006); 晚古生代有广西大厂锡矿(韩发等, 1997; Tanelli and Lattanzi, 1985)。

中国云南的层控钨锡矿床则包括: 滇西南元古界的云南西盟-缅甸佤邦完冷的锡(银)矿带(杨岳清等, 2000); 滇东南寒武系田蓬组的马关都龙地区的锡(银)矿田-蒙自白牛厂地区锡钨(银)矿田地区的(冯佳睿, 2011); 滇西的石炭系腾冲-梁河锡钨矿带(董方浏, 2006); 滇东南三叠系的

个旧锡矿带(秦德先等, 2006a,b; 黎应书等, 2006; 谈树成等, 2006; 程彦博等, 2008a, 2008b, 2009; 程彦博, 2012); 新近系的薹坝地锡矿带(李光勋, 1988)等。

3 云南钨锡矿矿床及其地质背景

云南钨锡矿主要分布于西部的腾冲-云龙-西盟一带(属于滇马泰钨锡矿带的一部分)以及东部的个旧-蒙自-马关一带(属于滇越桂钨锡矿带的一部分)(任治机等, 1981)。其中, 滇西锡矿属于东南亚巨型锡矿带的北延部分(孙家骢, 1984; 陈晓翠, 2011), 滇西地区的 Sn、W、背景含量分别为(ppm): 5.0、2.9(吴上龙等, 1990), 分别是地壳丰度(以泰勒, 1964 为基准)的 2.55 倍和 1.33 倍, 表明滇西地壳富 Sn、W。滇西分布着元古界、石炭纪、古近纪三个时期的层控钨锡矿。滇东南地区属于中国东部的一部分, Sn、W 背景含量分别为 7.87ppm 和 5.87ppm(迟清华等, 2012), 分别是地壳丰度(泰勒, 1964)的 3.94 倍和 3.84 倍, 尤其是, 滇东南文山-都龙地区的中寒武统的 Sn 高达 110ppm(云南有色 317 队, 1984), 可见, 滇东南地壳更富 Sn、W。

3.1 滇西钨锡矿

滇西钨锡矿由东支和西支组成, 东支从云龙县的志本山-铁厂一带, 经昌宁县薹坝地-凤庆县太阴宫, 南延至澜沧县的文东、南甸河一带; 西支省内主要分布于腾冲-梁河一带和芒市一带。西盟锡钨矿带可能属于西支被南汀河断裂剪切并向北东方向推移的部分。

主要的含钨锡层位包括: ①元古界, 以昌宁-孟连带为界分为东、西两支, 西支的下元古界西盟群的老街子组(Pt_3l)和怕可组(Pt_3p)(丁秀芳等, 2011), 产出著名的西盟锡矿, 延入缅甸有完冷锡矿等; 东支的元古界公养河群相当, 产出的锡矿床有云龙县铁厂锡矿、漕涧锡矿等。②石炭系丝光坪组(C_2s), 也有人成为大硐厂组(C_2dd), 相当于同层位的卧牛寺组(C_2w)玄武岩, 是梁河县丝光坪层控锡矿床的容矿层位, 并且其中出现了低温热液的标志性矿物——木锡石, 其成矿温度为 90~140℃之间, 与广西九毛锡矿的低温木锡石(税哲夫等, 1988, 1990)相似, 是腾冲-梁河地区锡矿的主要矿源层之一, 大硐厂组和其上覆层位的丁家寨组、卧

牛寺组玄武岩, 在时带上争议较大, 有人认为属于早二叠世(王伟等, 2004), 也有人主张应与晚二叠世的峨眉山玄武岩相当(264Ma 左右)(黄勇等, 2012; 肖龙等, 2003)。③保山地区昌宁县薹坝地一带的始新世珠山群底部(E_2zh)(薹坝地锡矿)的层控锡矿则是古近纪的陆相湖泊中沉淀的锡矿床, 其中也有木锡石产出(李光勋, 1988), 代表了较低温的成矿端元。

3.2 滇东南钨锡矿

滇东南主要含钨锡层位: 滇东南钨锡矿带属于中国东部华夏钨锡矿带的西端, 有三个含矿层位, 即中寒武统田蓬组(C_2t)(老君山地区相当于冲庄组(C_1ch))、上泥盆统大厂组(D_3d)和三叠系个旧组(T_2g)。大厂组在云南发育不具规模, 本文主要论述中寒武统田蓬组、三叠系个旧组。

3.2.1 中寒武统田蓬组(C_2t)或冲庄组(C_1ch): 以南秧田钨矿田为例

中寒武统田蓬组是滇东南最重要的钨锡矿控制层位, 在老君山岩体、薄竹山岩体为中心的底辟核杂岩周围得到抬升剥露, 构成中国重要的钨锡矿产地。一些著名的大型-超大型锡多金属矿床, 如都龙锡矿、白牛厂大型银锡多金属矿床均产于该层位。

南秧田层控钨矿: 位于马关老君山岩体的东侧, 与岩体南侧的都龙钨锡矿(钨)矿田、岩体北侧的新寨锡矿田等构成层控钨锡矿集中区。南秧田钨矿田按照岩性组合可分为 3 个岩性段, 其层序自上而下依次为(云南有色 317 队, 1984; 冯佳睿, 2011): 太阳坪段浅灰、灰白色白云二长片麻岩、二云斜长片麻岩夹黑云斜长片麻岩、白云斜长片麻岩。总厚度大于 1000m。南秧田段, 由下而上依次为碎屑岩(变质为云母片岩)、含白钨矿电气石硅质岩(变质为含白钨矿电气石石英岩), 白云岩等, 局部地段夹变粒岩和锡石石英电气石脉。是主要的赋矿层位。厚度 150-60m。戈岭段下部花岗岩片麻岩为主, 厚度大于 200m, 上部斜长片麻岩为主, 厚度约 100m。

需要指出的是, 南秧田段的白云岩+石英+水等组分, 经变质作用, 尤其是后期热液叠加改造作用, 自变质形成“层状矽卡岩”(曾普胜等, 2005)。其中含有的辉钼矿的年龄为 $209.1 \pm 3.3\text{Ma} \sim 214.1 \pm 3.1\text{Ma}$ (冯佳睿, 2011), 与层

控矿床形成后区域上最强烈的热事件——一个旧组 (T_2g) 的玄武岩 (谈树成等, 2001, 2006; 黎应书等, 2007; 秦德先等, 2008) 相当, 预示着寒武纪时期的热水沉积岩系经晚三叠世玄武岩喷发的热事件叠加变质形成变质的层控矿床。对于南秧田矿田而言, 无论成矿还是变质均与侵入时期为 85.9~87.2Ma (冯佳睿, 2011) 的老君山侵入体无关。

3.2.2 三叠系个旧组 (T_2g): 以个旧锡多金属矿田为例

个旧锡矿田与老君山矿集区、薄竹山矿集区等同属于华夏钨锡矿带西端, 个旧矿田为最西端的部分。个旧矿区内主要出露三叠系中统个旧组 (T_2g) 灰岩、白云质灰岩、白云岩、灰质白云岩, 部分地段灰岩白云岩互层, 底部夹碱性玄武岩, 为主要的赋矿地层; 飞仙关组 (T_2f) 砂质页岩、长石石英砂岩、钙质泥岩。老卡花岗岩体出露与矿区西北部, 向东南隐伏于矿区地表以下 20 m-100 m, 沿五子山复背斜核部侵入中三叠统个旧组中下部碳酸盐岩中 (庄永秋等, 1996)。

在个旧矿区, 三叠纪玄武岩中锡的含量可以达到 70.0 ppm, 而燕山晚期花岗岩锡的含量只有 17.3 ppm (黎应书等, 2005)。层控矿床的锡多金属矿与玄武岩密切相伴产出, 与顶底板围岩整合。因此, 个旧地区的锡多金属矿的 Sn 主要受控于三叠纪个旧组基性岩浆活动 (喷出部分为玄武岩, 通道相的辉绿岩或辉长岩 (徐启东等, 2009)) 有关的热热水沉积岩系及层控矿床。

相关研究 (黎应书等, 2006) 老厂和卡房矿段的层状铜锡矿体分布在 $T_2g_1^{1-5}$ 玄武岩上、下盘薄中厚层状含泥质条带大理岩分界面、层内, 呈层状、似层状、透镜状, 一层或多层平行岩层层理延伸, 产状与围岩一致。规模较小的矿体呈板状、扁豆状, 常呈多层 (最多 9 层) 沿层产出。矿体厚度或品位一般不受与后期侵位的花岗岩接触带距离影响。

4 层控钨锡矿的地质意义与勘探启示

4.1 地质意义

层控钨锡矿不仅颠覆了以往教科书中关于“钨、锡、钼、铋、铌钽矿床与 S 型花岗岩关系密切”的论述, 人们重新认真审视钨锡矿的产出环境和地质意义, 包括广西九毛锡矿区产出的古元古界四堡群中的木锡石矿床等是高温环境的吗? 无论

古元古界、滇东南寒武系、广西大厂泥盆系、个旧地区的三叠系等, 钨锡总是与玄武岩组合密切伴生而不需要“S 型”花岗岩作为必要条件, 钨锡矿床表现出普遍的“亲玄武岩”, 是值得注意的重要的化学性质; 钨锡矿有关的最基础的层控矿床, 总是产出地球演化较早时期的古元古界 (如云南西南部的古元古界老街子组、中国东部武夷山地区的古元古界建瓯群等, 国外的情形也如此), 是否暗示了元古代存在一种含钨锡玄武岩浆演化的特殊地质历史演化方式——地壳形成后的高温亲石元素的分异? 元古界地质体中的富钨锡特性似乎可以作为基底岩石的指纹, 其含钨锡高低, 可以区分的基底地层的来源: (1) 含钨锡高者可能源于南方大陆体系 (冈瓦纳陆群), 如滇西钨锡带的 Sn 的丰度为 5.0ppm, W 为 2.9ppm (吴上龙等, 1990), 分别是地壳丰度 (以泰勒, 1964 为基准) 的 2.55 倍和 1.33 倍; 滇东南的都龙-文山地区中寒武统 Sn 丰度高达 110ppm (云南省有色地质局 317 队, 1984)。钨锡高背景为锡矿的形成准备了丰富的物质条件, 形成重要的钨锡矿胚层 (protore), 或者本身就可构成很好的钨锡矿体, 如完冷锡矿、西盟锡矿、南秧田钨矿等; (2) 含钨锡低者可能源于北方大陆体系 (劳亚陆群), 含钨锡偏低, 即使有“S”型花岗岩形成的造山带, 也没有规模较大的钨锡矿产出, 如乌拉尔造山带、兴蒙造山带等产出的“S”型花岗岩, 鲜有钨锡矿报道。因此, 基底地层的钨锡含量高低可以作为陆壳演化的一个衡量指标: 南方大陆群基底高 W、Sn, 而北方大陆群的基底 W、Sn 低。

4.2 勘探启示

层控钨锡对勘查具有战略上的影响, 对于像云南昌宁县薊坝地锡矿的古近系始新统、个旧锡矿三叠系卡以头组等这样的浅部层位, 顺层布置锡矿勘查, 并与构造控制相结合, 是成矿带尺度的钨锡矿找矿要考虑的, 尤其与遥感解译结合, 是有效而快捷的找矿勘查突破手段; 对于寒武系田蓬组、古元古界老街子组等那样的古老层位, 随着近年来, 勘探手段的进步, 尤其是深钻的进步, 也逐步的得到重视, 对于深部危机矿山找矿意义重大。需要指出的是, 在有花岗岩与元古界、寒武系等褶皱基底地层相伴产出时, 大多数代表着造山挤压后强烈伸展的背景下的变质核杂岩, 几乎每个花岗岩出露的地区都是代表了断裂交汇的熔融中心, 形成花岗岩时

本身处于较深的位置,后期逐步伸展剥离后,盖层逐渐被侵蚀后,才使得熔融的地层和熔融产物(花岗岩)显露出来,有相当一部分依然是隐伏的,因此,在一定程度上讲,变质核杂岩是地质作用过程为人类将深部矿体抬升到浅表,便于开采的天然工程。然而,那些隐伏的“杂岩体”依然是勘探地质学家们应该关注的要点之一。

4 结论

综上所述,可以形成以下结论:

1) 层控钨锡矿出现于特定的层位中,包括:滇西地区的元古界老街子组(Pt_1l)、公羊河群($Pt_{2-3}G$),石炭系大碛厂组(C_2dd),始新统珠山

群(E_2zh);滇东南中寒武统田蓬组(ϵ_2t)、上泥盆统大厂组(D_3d)、中三叠统卡以头组(T_2k)等。

2) 层控钨锡矿最常见的赋矿岩石组合是玄武岩,而不是S型花岗岩。

3) 经花岗岩叠加后,在富钨锡层位及其上方,经加温再分配后,可形成受成矿温度控制的有高温钨-锡、中温铜-铅-锌、低温砷-锑-铋-汞的组合特征。

4) 变质核杂岩使含钨锡层位和型花岗岩抬升,易于发现和开采;隐伏花岗岩及其周围的钨锡-多金属矿依然十分重要。