

我国南天山造山带矿床成矿系列和成矿规律*

叶庆同

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 南天山是世界上有名的金和有色金属成矿带之一, Au、Sn、Hg、Sb 等是优势矿种, 根据构造-岩浆演化, 可以划分出 5 个矿床成矿系列。本文总结了我国南天山各矿床成矿系列的成矿地质背景、成矿条件和成矿特点, 探讨了它们的成矿规律。

关键词: 矿床成矿系列 成矿规律 造山带 南天山

南天山造山带地处塔里木板块和伊犁微板块之间, 是我国重要的金和有色金属成矿带之一。研究其矿床成矿系列和成矿规律, 对成矿预测, 指导找矿实践, 无疑是有重要意义的。

1 地质构造演化与矿床成矿系列

南天山成矿带北半部为早古生代沟弧带, 具有汇聚体制的构造背景; 南半部为晚古生代陆缘盆地, 具有拉张体制的构造背景^[1]。在奥陶纪后期, 塔里木地块与北天山地块之间拉张裂陷, 形成了 NEE 向海槽。晚奥陶世和早志留世堆积了冒地槽性质的复理石建造, 中志留世-早泥盆世沉积了优地槽型火山岩-碎屑岩建造。其中, 基性火山岩、放射虫硅质岩和镁铁质、超镁铁质岩石一起组成了蛇绿岩套, 形成了石棉-滑石-皂石矿床成矿系列。晚志留世末, 哈尔克洋盆向北俯冲闭合, 成矿带北半部隆起, 而南半部拉张裂陷, 沉积了厚度达万米的晚古生代碳酸盐-碎屑岩建造, 石炭纪末全面隆起为陆, 二叠纪在南缘形成上叠裂谷。海西构造运动是多幕次的, 形成了许多花岗岩类侵入体和与之有关的金和有色金属矿床成矿系列。海西晚期非造山碱性花岗岩类零星分布, 形成了与之有关的稀有金属-稀土-宝玉石矿床成矿系列。在上部古生界中还形成了铁、锰、菱镁矿等沉积矿产, 构成了一个沉积矿床成矿系列。上石炭统灰岩侵蚀面上常发生风化淋滤作用, 形成铝土矿床成矿系列。

2 矿床成矿系列的主要特征

2.1 与加里东晚期-海西早期蛇绿岩有关的石棉-滑石-皂石矿床成矿系列

我国南天山有两条蛇绿岩带: 北部, 沿长阿吾子-古洛沟-拱拜子一线分布; 南部, 沿科克铁克达坂和榆树沟-硫磺山一带分布。由于后期构造-成矿作用, 形成了榆树沟石棉矿和皂

* 地质矿产部定向研究课题(编号地科定 95-23)的部分内容

叶庆同, 男, 64 岁, 研究员, 长期从事矿床地质和区域成矿规律研究工作。邮政编码: 100037

石矿、铜花山滑石矿和铜钴锌矿、桑树园子滑石矿等矿产,它们可以概括为库米什式矿床。

2.2 与海西期基性-酸性火山-侵入岩有关的金-锡-锑-汞-铅-锌-钨-水晶矿床成矿系列

汇聚期花岗岩类呈岩株、岩基、岩墙或岩脉,以二长花岗岩和斜长花岗岩为主,平均化学成分为(%): SiO_2 70.45, Al_2O_3 14.92, $\langle\text{FeO}\rangle$ 3.32, MgO 1.02, CaO 2.24, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 7.31, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为 1.1, 里特曼指数 (σ) 为 2.02。与之有关的矿床可归纳为 4 个成矿亚系列。

(1) 金矿床成矿亚系列: 该亚系列的矿床与一套黑色岩系有关, 受韧性剪切带控制, 可归纳为萨瓦亚尔顿式, 即穆龙套式, 其主要特征是: ① 成矿背景为南天山造山带南部晚古生代陆缘盆地、南天山北缘古陆或中天山造山带。② 赋矿地层为志留系和志留-泥盆系, 或元古界。赋矿层位为碳质或含碳千枚岩层, 有时为变质粉砂岩, 具浊流沉积特点。③ 控矿构造多种多样: 有顺层产出的韧性剪切带; 有层间劈理带叠加 NE 向和 NW 向断裂; 还有几组断裂交汇部位。④ 矿区内无大的侵入岩体出露, 只有一些基性、中性和酸性岩墙产出, 在穆龙套矿田深部钻出了花岗岩体, 暗示了成矿与岩浆活动的密切关系。⑤ 近矿围岩蚀变主要是硅化和黄铁矿化。⑥ 矿化形式有 5 种: A. 赋存于元古界碳质千枚岩韧性剪切带和断裂中的金矿, 如穆龙套; B. 是赋存于志留系碳质千枚岩韧性剪切带中的金锑矿, 如萨瓦亚尔顿; C. 赋存于志留系-泥盆系含碳千枚岩韧性剪切带中的金矿, 如大山口; D. 赋存于泥盆系变质粉砂岩断裂中的含金重晶石石英脉, 如布隆; E. 赋存于石炭系灰岩破碎带中的含金黄铁矿脉, 如五瓦。它们在空间上的共生, 表明了彼此的内在成因联系。⑦ 矿体形态有两种: 一是呈层状、似层状, 与地层整合产出, 有时沿倾向有小的交角; 另一是呈脉状, 受断裂产状控制。穆龙套矿床是整合产出的层状矿, 叠加了斜切地层的大脉状矿。⑧ 矿石组构复杂: 一类为含金石英细脉和网脉的蚀变碳质千枚岩, 矿石矿物含量为 5%~10%, 主要为黄铁矿、毒砂、自然金或银金矿等, 品位低 (一般 1~3 g/t), 且稳定; 另一类为含金黄铁矿矿石, 矿石矿物含量为 70%~90%, 以黄铁矿为主, 品位较高 (一般 2~5 g/t); 第三类为含金重晶石石英脉, 矿石矿物含量为 3%~5%, 主要是黄铁矿和自然金, 品位高, 多在 5 g/t 以上。⑨ 成矿是多期多阶段的。成矿前形成无矿碳酸盐石英脉, Rb-Sr 法等时线年龄为 $(389 \pm 42) \times 10^6$ a (萨瓦亚尔顿) 与晚志留世相近。成矿期分为黄铁矿-毒砂-石英阶段和银金矿-多金属硫化物-石英阶段, Rb-Sr 法等时线年龄 $(231 \pm 10) \times 10^6$ a (萨瓦亚尔顿) 和 K-Ar 法年龄 $(258 \sim 278) \times 10^6$ a (穆龙套)^[2], 属海西晚期。成矿后形成无矿方解石脉和方解石石英脉。⑩ 金矿成矿温度为 159~310℃, 成矿压力 27.9~35.2 MPa。矿石硫同位素组成为 -3.0‰~+1.1‰。矿石铅同位素组成为: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 18.012~18.203, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 为 15.570~15.643, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 38.085~38.522。石英流体包裹体氢氧同位素组成为: δD 为 -82‰~+58‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ = -8.5‰~+5.7‰。反映了成矿物质主要来自地壳深部, 成矿流体可能来自下渗循环的大气降水与岩浆水的混合。萨瓦亚尔顿式和穆龙套式金矿有很多共同处, 但是也有差异。最主要差异是产出地质背景、赋矿地层时代和性质。似乎是随赋矿地层变年轻, 矿床规模有变小趋势, 矿化形式也变得多样化。

(2) 汞-锑矿床成矿亚系列: 该亚系列矿床主要分布在费尔干纳-阔克沙勒矿带中, 可归纳为查汗萨拉式, 其主要特征是: ① 赋矿地层主要为泥盆纪-石炭纪碳酸盐-碎屑岩建造或泥盆纪火山岩-碎屑岩建造, 其次为志留纪火山岩-碎屑岩建造。大多产在灰岩中或灰岩与页

岩、砂岩接触部位，有的产在砂岩中或基性-超基性岩脉旁的火山岩中，受断裂或层间断裂控制。② 大多数矿区没有侵入岩，少数矿区有花岗岩类岩墙或基性-超基性岩墙。③ 围岩蚀变特点取决于岩性，主要为硅化、绢云母化、碳酸盐化和黄铁矿化，中基性岩滑石菱镁片岩化。④ 矿石建造类型有：石英-萤石-辰砂-辉锑矿建造^[3]，（白云石-）方解石-辰砂建造、滑石菱镁片岩-辰砂建造^[3]、石英（-方解石）-辉锑矿建造（查汗萨拉锑矿）。⑤ 矿体呈脉状、透镜状、囊状和似层状。⑥ 矿石组构简单，主要金属矿物为辰砂或辉锑矿，经常伴生有自然金、银金矿、银黝铜矿等。⑦ 成矿是多阶段的，常分为石英-萤石-硫化物阶段、方解石-硫化物阶段。⑧ 成矿温度为96~267℃，流体 S_{NaCl} （盐度）为3.67%~18.21%。⑨ 成矿时代主要是海西晚期。

（3）锡矿床成矿亚系列：许多大型锡矿床分布在我国国境线外侧。有两个锡矿带；一个是阿赖锡矿带；另一个是萨雷贾兹锡矿带。后者与我国木札尔特-英阿特锡成矿带相连。锡成矿作用与二叠纪花岗岩类侵入活动有关，矿化类型有含锡伟晶岩、含锡云英岩、锡石-石英-电气石（-萤石）脉、锡石（-黑钨矿）-石英脉、硫化物-石英脉、锡石-碳酸盐-萤石脉等，以锡石-石英-电气石脉最为重要。典型矿床是吉尔吉斯斯坦的萨雷贾兹锡矿。

（4）钨-金-铜-铅-锌-水晶矿床成矿亚系列：该亚系列涉及矿种多，成型矿床并不多，研究程度低，可分为彩华沟式，霍什布拉克式和曲惠沟式。以霍什布拉克式矿床最重要，其特点是：① 赋矿层为泥盆系灰岩夹钙质砂岩和页岩。② 断裂，特别层间断裂是重要的赋矿构造。③ 矿区内或其外围常有花岗岩类岩株或岩墙。④ 矿化形式有：产于夕卡岩带中的铜锌或多金属矿（阿奇克布拉克）；产于灰岩层间破碎带的似层状铅锌矿（霍什布拉克）；产于断裂中的脉状铅锌矿和铅矿（舍依特）等。⑤ 矿石组构简单，有块状、浸染状、细脉状和角砾状构造，矿石主要矿物为方铅矿、闪锌矿和黄铁矿。⑥ 围岩蚀变为硅化和白云石化，有的见夕卡岩化。⑦ 成矿温度125~253℃，流体盐度为5.1%~1.6% NaCl，成矿压力为12~32 MPa。

2.3 与海西晚期碱性花岗岩有关的稀有金属-稀土-宝玉石矿床成矿系列

该成矿系列的矿床主要分布在南天山造山带南缘。与成矿有关的侵入岩体有两种岩性组合：一为淡色花岗岩-正长花岗岩组合；二为碱性正长岩-碱性岩组合。以后者最为重要。碱性正长岩的平均化学成分为（%）：SiO₂ 55.50，Al₂O₃ 19.4，〈FeO〉4.48，MgO 0.32，CaO 2.26，Na₂O+K₂O 14.06，K₂O/Na₂O为0.83。锆石 U-Pb 法年龄为265×10⁶ a， $\delta^{18}O$ 值为11‰~16.3‰， $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$ 值为0.708~0.714^①。伴随岩浆侵入活动形成的矿床，可归纳为黑英山式，主要特征是：① 成矿的碱性花岗岩体的组成比较复杂，常以霞石正长岩或霓霞正长岩为主体，有碳酸岩岩墙和伟晶岩脉穿插。② 伟晶岩脉具有交代分带。③ 矿化形式多样：碱性花岗岩体接触带中的夕卡岩型锡-铌-钽-稀土矿（阔什布拉克），碱性岩体中的霞石矿（克其克果勒），伟晶岩脉内带的铌钽矿、烧绿石和锆石矿、金云母矿（依兰里克）、方钠石矿（玛依达），伟晶岩脉与奥陶系白云石大理岩接触带夕卡岩晶洞中的宝石级透辉石（卡基乌斯），碳酸岩岩墙与斜长岩脉接触带的红宝石和细脉浸染状铜矿（依兰里克）等。

① 何国琦等，1995，新疆大型—超大型矿床成矿条件与大型靶区评价研究

2.4 上古生界中铁-锰-菱镁矿沉积矿床成矿系列

这些沉积矿产主要分布在古陆边缘：北侧有松树达坂锰矿、乌斯腾达坂锰矿、哈尔尕提铁矿、梧桐沟铁矿、尖山铁矿、帕尔岗铁矿、莫托沙拉铁锰矿、马鞍桥铅锌矿、哈尔哈特菱镁矿等，南侧有库尔干锰矿、大涝坝锰矿、卡郎古锰矿等，它们可归纳为莫托沙拉式，其主要特点是：① 赋矿地层主要是中泥盆统碎屑岩夹碳酸盐岩和火山岩建造、下石炭统碎屑岩-碳酸盐建造，其次为下泥盆统绿片岩、大理岩和变质火山碎屑岩。赋矿岩性为砂岩和粉砂岩，或硅质板岩，或大理岩与片岩、粉砂岩层间等。② 矿体呈层状、似层状和透镜状，有时呈脉状，大多与地层整合产出，有的不整合产出。③ 围岩蚀变强弱不一，弱者出现硅化和碳酸盐化，强者出现夕卡岩化、硅化、绿泥石化、绢云母化、绿帘石化、阳起石化等。④ 矿石具有块状、条带状和浸染状构造。铁矿的矿石矿物主要为赤铁矿和磁铁矿，次为褐铁矿和菱铁矿；锰矿石矿物主要为菱锰矿和硬锰矿，次为软锰矿和褐锰矿。⑤ 它们是沉积形成的，并经历了不同程度的变质作用或热液叠加改造。

2.5 与灰岩岩溶淋滤作用有关的铝土矿床成矿系列

该成矿系列矿床分布在南天山南部石炭纪前陆盆地中。由于构造活动频繁，使石炭系多次暴露，遭到岩溶淋滤和再沉积，形成风化壳型铝土矿床，称其为乌什北山式。其主要特征是：① 赋矿地层为上石炭统薄层灰岩。② 矿区内和其附近无侵入岩产出。③ 断裂发育，且多次活动。④ 铝土矿呈多层状、透镜状、溶洞状产于各组灰岩侵蚀面上。⑤ 矿石组构简单，主要由鲕状和豆状水硬铝石组成，含有少量三水铝石、伊利石、绿泥石、高岭石、赤铁矿、针铁矿等，属高铁型。⑥ 成矿物质可能部分来源于古陆风化壳。

3 区域成矿规律的探讨

南天山矿床成矿系列演化有明显的时空分布规律。早期洋壳阶段形成了与蛇绿岩建造有关的石棉-滑石-皂石矿床成矿系列，伴有铜-钴矿化。随着汇聚而出现成矿作用的鼎盛时期，形成了与海西期基-酸性火山-侵入岩有关的金和有色金属矿床成矿系列，金、锡、钨等矿产主要分布在西段，金、汞、锑、铅、锌等矿产趋向于中段，而钨、铜、铅、锌等矿产趋向于东段，形成了上部古生界铁-锰-菱镁矿等沉积矿产系列；在石炭纪末，南天山南缘频繁振荡性运动，使石炭纪灰岩多次岩溶淋滤，形成铝土矿床成矿系列。南天山洋盆闭合后，出现海西晚期非造山型碱性花岗岩类和与之有关的稀有金属-稀土-宝玉石矿床成矿系列。中、新生代，在山间拗陷盆地中形成了石膏-岩盐等蒸发矿床成矿系列、陆相铜-铅-锌砂岩矿床成矿系列和煤-油气矿床成矿系列。这些矿床成矿系列随时间推移有从北往南演化的趋势，绝大部分内生矿产均分布在陆缘活动带中，重要的外生矿产分布在大型拗陷和山间盆地中。

参 考 文 献

- 1 刘德权，唐延龄等. 中国新疆矿床成矿系列. 北京：地质出版社，1996.
- 2 Boyte R W. Gold deposits in turbidite sequences: Their geology, geochemistry and history of the the ores of their origin. In: Turbidite-hosted gold deposits, 1986, 1~13.
- 3 Козловский Е А (главный редактор). Геология СССР. том XXV, Киргизская СССР, полезные ископаемые. М., <Недра>, 1985.