

新疆南天山成矿带矿床成矿系列*

杨富全

傅旭杰

(中国地质科学院 562 综合大队,河北燕郊)(中国地质科学院矿床地质研究所,北京)

摘 要 在系统分析南天山成矿带地质构造演化和成矿特点基础上,划分了 5 个矿床成矿系列、4 个矿床成矿亚系列和 13 个矿床式。南天山成矿带矿床成矿系列的分布受区域构造-岩浆演化制约,具有鲜明的古生代,尤其是晚古生代成矿作用特点。区域构造演化的规律,决定了矿床成矿系列的分布规律,即构造-岩浆演化随时间推移有由北向南推进的趋势。

关键词 南天山成矿带 矿床成矿系 新疆

南天山成矿地质条件优越,是世界著名的汞-锑成矿带之一,位于中亚南天山金、锡重要成矿带的东延部分。随着区域地质和矿产研究的深入,用矿床成矿系列这一新理论、新思路和新方法来探索区域成矿规律和指导矿产预测,日益受到广大地质工作者的重视^[1]。1996 年刘德权等首次对南天山矿床成矿系列提出了一个较完整的方案。本文从程裕淇、陈毓川等^[2-4]的矿床成矿系列概念出发,结合境外南天山地质构造演化和成矿特点,系统划分了新疆南天山成矿带矿床成矿系列,论述了它们的特征、时空分布规律和成因。

1 区域地质背景

南天山位于塔里木板块和伊犁微板块之间,是塔里木板块边缘活动带。元古界零星分布在木扎尔特地块和突厥-阿赖构造带。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-碎屑岩建造,晚古生代沉积了厚度达万米的碳酸盐-碎屑岩建造。志留系、泥盆系和石炭系是金和有色金属矿产的重要赋矿地层。

区内最早的岩浆活动为早元古代火山喷发作用。在加里东期,天山进入构造活动频繁时期,中奥陶世发生双峰式火山喷发作用,显示了岛弧环境。在哈尔克山北坡出现的蛇绿岩套,反映了塔里木板块与伊犁微板块结合的历史。海西早期,岩浆侵入活动比较发育,特别是在东段,早期形成 I 型花岗岩类,晚期形成 S 型花岗岩类。海西中期主要为 S 型花岗岩类,少量 A 型花岗岩类,海西晚期,塔里木板块与伊犁板块已拼合成一个大陆。

我国南天山大陆壳形成时间较短,在强烈的构造挤压环境下形成一系列逆冲推覆体,东端侵蚀作用较强,花岗岩类侵入体发育,而西端侵蚀作用较弱,岩浆侵入活动不发育。南天山造山带的地质构造演化,总体上是由北向南推进,每个时期构造演化都控制了构造-岩浆-成矿带的时空分布。

* 地质矿产部定向研究课题(编号地科定 95-23)和国家 305 科技攻关项目(编号 96-915-04-03-02)资助

第一作者:杨富全,男,1968 年生,工程师,现从事矿床地质学研究,邮编 065201

① 陈毓川等:中国主要成矿区带矿床成矿系列成矿模式研究,1995

2 矿床成矿系列和主要特征

南天山贵金属、有色和稀有金属成矿带可分为 5 个成矿系列和 4 个成矿亚系列：

第 I 矿床成矿系列：

I. 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(库米什式)

第 II 矿床成矿系列：

II. 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

II-1 金矿床成矿亚系列(穆龙套式、萨瓦亚尔顿式)

II-2 汞—锑矿床成矿亚系列(查汗萨拉式)

II-3 锡矿床成矿亚系列(萨雷贾兹式)

II-4 钨—金—铜—铅—锌—水晶矿床成矿亚系列(彩华沟式、霍什布拉克式、曲惠沟式)

第 III 矿床成矿系列：

III. 与海西晚期碱性花岗岩有关的稀有金属—稀土元素—宝玉石矿床成矿系列(黑英山式)

第 IV 矿床成矿系列：

IV. 上古生界中铁—锰—铅—锌—菱镁矿沉积矿床成矿系列(莫托沙拉式、马鞍桥式、梧桐沟式)

第 V 矿床成矿系列：

V. 石炭系灰岩岩溶淋滤带铝土矿矿床成矿系列(乌什北山式)

2.1 第 I 矿床成矿系列的主要特征

南天山蛇绿岩有两个带,由于后期的构造破坏,为石棉、滑石、皂石的形成创造了有利条件。蛇纹石化辉橄岩的主要化学成分($w_B\%$): SiO_2 40.65~44.66, Al_2O_3 0.72~2.54, FeO (全铁) 7.78~9.78, MgO 37.36~43.68, CaO 0.34~1.69, m/f 7.9~8.9(新疆地勘局, 1993; 刘本培等, 1996),其特点是偏酸性,低镁、高钙。

库米什式矿床的主要特点是：

(1) 赋矿超基性岩体呈形态复杂的小岩体或透镜体,规模较小,由蛇纹石化斜辉辉橄岩和蛇纹石化橄橄岩组成。

(2) 石棉和滑石矿化呈脉状、网脉状和透镜状产于蛇纹岩中,皂石矿化呈透镜状产于辉橄岩、富碱质花岗岩与中泥盆统硅质灰岩接触带中。

2.2 第 II 矿床成矿系列、亚系列的主要特征

该矿床成矿系列在南天山分布最广。根据成矿地质条件和成矿特征上的差异,可分为 4 个矿床成矿亚系列。

2.2.1 金矿床成矿亚系列 它与一套黑色岩系和浊积岩有关,并受韧性剪切带控制,成矿与构造—岩浆活动密切相关。元古宇、志留系、泥盆系、石炭系具有较高的金丰度,通过构造活动和热液活动可使地层中金活化、迁移和富集。根据成矿条件和特点,矿床可归纳为穆龙套

式和萨瓦亚尔顿式。

穆龙套式矿床的主要特征：

(1) 产出背景为南天山造山带西段北缘古陆和中天山造山带。赋矿地层为前寒武纪变质黑色碎屑岩系中的炭质千枚岩或片岩层,具有浊流沉积特点。控矿构造多样,穆龙套矿田构造是EW向缓倾斜褶皱与EW向层间陡倾斜劈理带结合在一起,并叠加晚期NE向和NW向断裂,库姆托尔矿区控矿构造为顺层断裂破碎带。许多矿区产出花岗岩类岩墙、岩株,如穆龙套矿床和捷列坎矿床。

(2) 近矿围岩蚀变主要是硅化和黄铁矿化,穆龙套矿田出现了 $3 \times 4 \text{ km}^2$ 的面型热液交代带。矿体呈层状、似层状和脉状。

(3) 矿石为含金石英细脉和网脉的蚀变炭质千枚岩和含金石英大脉,在穆龙套矿床中,含金石英脉被无数缓倾斜的含金石英细脉和硫化物石英细脉切割。矿石矿物主要为黄铁矿、毒砂和自然金,少量其他硫化物。矿石品位一般较低,一般为 $1 \sim 4 \text{ g/t}$ 。

(4) 成矿作用分为成矿前、成矿和成矿后3个阶段。在穆龙套矿床中,成矿前阶段早期与围岩蚀变有关,中期形成了沿层面分布的透镜状石英细脉,后期形成梳状石英脉。成矿阶段有4个矿物沉淀时期:早期形成了石英钠长石交代岩;第2期形成石英-毒砂-黄铁矿细脉;第3期堆积了石英集合体;晚期形成石英-金-多金属矿物组合的细脉和大脉。成矿后阶段依次形成含金石英-电气石-黄铁矿组合的角砾岩透镜体、含金黄铁矿的方解石石英脉、碳酸盐脉。

(5) 与金矿成矿有关的钾长石交代作用时代是 $258 \sim 278 \text{ Ma}$,即成矿时代为海西晚期。

萨瓦亚尔顿式矿床的主要特征：

(1) 成矿背景为南天山造山带南部晚古生代陆缘盆地。赋矿地层为志留统和泥盆纪浅变质碎屑岩建造,具有浊流沉积特征,赋矿岩性主要为炭质或含炭千枚岩,有时为粉砂岩。控矿构造多为顺层产出的次级韧性剪切带,常有脆性或张性破裂叠加。在许多矿区未见侵入岩。

(2) 矿化形式 ① 赋存在志留纪炭质千枚岩或粉砂岩韧性剪切带中铋金矿床(萨瓦亚尔顿矿床);② 赋存于志留-泥盆纪含炭质千枚岩或千枚岩韧性剪切带的金矿床(大山口金矿床);③ 赋存于泥盆纪变质粉砂岩和石炭纪灰岩破碎带中的含金重晶石石英脉(布隆金矿);④ 赋存于石炭纪灰岩破碎带中的含金黄铁矿脉(五瓦矿床)。

(3) 近矿围岩蚀变主要是硅化和黄铁矿化,有时有毒砂化。

(4) 矿体形态有两种,一种呈层状,与地层产状基本一致,或者受控矿断裂构造影响呈小角度斜交;另一种呈脉状,产状与控矿断裂产状一致。矿石组构复杂:含金石英细脉和网脉的蚀变炭质千枚岩或硅化粉砂岩,矿石金含量低,一般在 13 g/t ;含金贫硫化物重晶石石英脉和含金黄铁矿矿石金含量较高,一般可达 $2 \sim 5 \text{ g/t}$ 。

(5) 成矿是多期多阶段。成矿前形成无石英脉,萨瓦亚尔顿矿床该期石英流体包裹体Rb-Sr法等时线年龄为 $389 \pm 42 \text{ Ma}$ ^①,与晚志留世地层时代相近。成矿期有黄铁矿-毒砂-石英阶段和银金矿-多金属硫化物-石英阶段。萨瓦亚尔顿矿床该期石英流体包裹体

① 由 中国地质科学院同位素地质研究和测试中心(宜昌)分析

Rb-Sr 法等时线年龄为 $231 \pm 10\text{Ma}$ ^①, 属海西晚期-印支期。成矿后形成无矿方解石石英脉。

(6) 金矿成矿期成矿温度为 $159 \sim 310^\circ\text{C}$, 成矿压力为 $27.9 \sim 35.2\text{ MPa}$ 。矿石 S 同位素组成为 $-3.0\% \sim +1.1\%$ ^①, 峰值在 0% 。矿石 Pb 同位素组成为 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.012 \sim 18.203$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.570 \sim 15.643$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 38.085 \sim 38.522$ ^①, 从一个侧面反映了成矿物质来自地壳深部。石英流体包裹体 H、O 同位素组成分别为 $\delta\text{D}_{\text{SMOW}} = -82.0\% \sim -58.0\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = -8.51\% \sim +5.73\%$, 成矿流体可能主要来自下渗循环的大气降水, 混有岩浆水。

2.2.2 汞-锑矿床成矿亚系列 成型矿床主要分布在费尔干纳-阔克沙勒带中, 有一系列大型汞、锑和汞锑矿床, 构成了世界著名的汞锑成矿带。新疆南天山发现了一个锑矿床和一系列汞、锑矿(化)点, 将其概括为查汗萨拉式, 其特点:

(1) 赋矿地层主要为泥盆-石炭纪碳酸盐-碎屑岩建造或泥盆纪火山-碎屑岩建造, 其次为志留纪火山-碎屑岩建造。大部分矿床产在灰岩层中或灰岩与页岩、砂岩接触部位, 有的锑矿床产在砂岩、火山岩中。矿床分布在晚古生代拗陷的边缘断裂带中, 受逆断层、层间断裂控制。大多数区内未见侵入岩体产出, 有的矿区有岩墙和小岩株产出。

(2) 围岩矿化蚀变特征取决于围岩岩性: 灰岩硅化和黄铁矿化, 页岩和砂岩硅化、绢云母化、碳酸盐化和黄铁矿化, 酸性火山岩和花岗岩类岩墙黄铁绢云岩化; 中性火山岩和基性岩墙滑石菱镁片岩化和黄铁矿化。

(3) 矿体呈脉状、透镜状、囊状、似层状等, 产状受断裂控制。矿石建造类型有: 石英-萤石-辰砂-辉锑矿建造; 方解石-辰砂建造; 白云石-方解石-辰砂建造; 铁方解石-辰砂建造; 滑石菱镁片岩-辰砂建造; 石英-方解石-辉锑矿建造; 石英-辉锑矿建造。

(4) 成矿作用可分为热液蚀变期和成矿期, 在热液蚀变期发生围岩蚀变, 沿断裂和裂隙沉淀出大量石英, 成矿期可分为 3 个阶段: 石英-萤石-硫化物-白云石-方解石阶段、辰砂-方解石阶段、雄黄-雌黄-方解石阶段。

(5) 矿石流体包裹体均一温度为 $71 \sim 285^\circ\text{C}$, 盐度 $\omega(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 $5.0\% \sim 14.6\%$, 成矿压力为 $0.8 \sim 2.5\text{ MPa}$ (查汗萨拉锑矿)。成矿时代主要为海西期。

2.2.3 钨-金-铜-铅-锌-水晶矿床成矿亚系列 矿床主要分布在南天山成矿带南缘, 与海西期火山-侵入活动有关, 特别是与钾长花岗岩关系尤为密切。可以分为彩华沟式、霍什布拉克式和曲惠沟式。

霍什布拉克式矿床的主要特点是:

(1) 赋矿地层为上泥盆统灰岩夹钙质砂岩和页岩, 赋矿岩性为灰岩。矿区附近常有海西期花岗岩类岩株或岩墙, 有时为海西晚期碱性花岗岩。断裂构造发育, 近 EW 向断裂破碎带控制矿床分布, 层间滑脱是重要的赋矿构造。

(2) 围岩矿化蚀变以硅化和白云石化为主。矿化形式有: ① 产于夕卡岩带中的铜锌和多金属矿(阿奇克布拉克多金属矿点); ② 赋存于泥盆-石炭纪地层断裂破碎带中的似层状铅锌矿(霍什布拉克铅锌矿); ③ 赋存在泥盆-石炭纪地层断裂破碎带中脉状铅锌矿和铅

① 由中国地质科学院矿床地质研究所白瑞梅等分析

矿。

(3) 矿体呈层状、似层状、透镜状和脉状。矿石组构简单, 矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿, 少量黄铜矿。

(4) 矿石流体包裹体均一温度为 $68\sim 253^{\circ}\text{C}$, 盐度 $\omega(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 $3.2\%\sim 12.6\%$, 压力 $1.2\sim 3.2\text{MPa}$ (霍什布拉克铅锌矿)。

(5) 矿体多为岩浆期后热液充填交代形成, 但霍什布拉克矿床具有一定层控性, 成矿作用经历了同生沉积阶段、热液叠加改造阶段和表生氧化阶段。

2.3 第Ⅲ矿床成矿系列

该矿床成矿系列分布在南天山成矿带南缘, 与海西晚期碱性花岗岩有关, 碱性花岗岩是典型的非造山型中心式侵入体^[5]。伴随侵入活动形成各类稀有、稀土和宝玉石矿床, 归纳为黑英山式, 其主要特征是:

(1) 成矿碱性花岗岩常以霞石正长岩或霓霞正长岩为主体, 碳酸岩岩墙和伟晶岩脉穿插于岩体和围岩中。碱性岩富含霞石, 常形成霞石矿。

(2) 伟晶岩脉常具明显的交代分带, 内带含铌钽矿化, 中带含烧绿石和锆石矿化, 外带金云母构成工业规模。

(3) 夕卡岩晶洞中, 产出宝石级透辉石晶体, 在碱性伟晶岩中有时含大量方钠石, 构成方钠石矿床。在碳酸岩岩墙与斜长岩岩脉的接触带中有红宝石矿化。

(4) 碱性岩结晶温度为 $500\sim 810^{\circ}\text{C}$, 碱性伟晶岩结晶温度为 $560\sim 820^{\circ}\text{C}$, 而稀有和稀土矿化形成温度低得多^①。

3 矿床成矿系列的时空分布规模

南天山成矿带矿床成矿系列的时空分布与一定的大地构造环境有关, 并受地壳演化过程制约。南天山造山带的地壳发展, 大致经历了元古宙、早古生代和晚古生代 3 个主要阶段。

3.1 元古宙地壳演化与成矿

南天山的基底主要为中-晚元古代陆源沉积, 在长城纪末的塔里木运动, 使古塔里木板块形成并隆起。震旦纪早期, 柯坪和天山西部开始接受沉积, 震旦纪末出现沉积间断。由于对我国南天山该时期的矿产研究程度很低, 至今还未发现重要的矿床。

3.2 早古生代地壳演化与矿床成矿系列

奥陶纪后期, 塔里木地块与北天山地块之间开始拉张裂隙, 在那拉提断裂南侧形成了 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, 广泛发育绿蛇岩套。志留纪末或早泥盆世初, 洋壳向伊犁板块下俯冲, 造成洋盆闭合和哈尔克地区褶皱隆起, 形成了一条加里东期沟弧带。这时期的矿产主要是早期洋壳阶段形成的与蛇绿岩有关的石棉-滑石-皂石, 它们构成第 I 矿床成矿系列。

① 邹天人等, 1995

3.3 晚古生代地壳演化与矿床成矿系列

晚志留世哈尔克洋盆向北俯冲闭合,南天山成矿带北半部隆起,南半部拉张裂隙。石炭纪末全面隆起为陆,二叠纪在南缘形成裂谷。海西构造运动表现出多幕次,在中亚南天山西部和我国南天山的中-东段形成了许多花岗岩侵入体,伴有种类繁多的矿产,形成了一个与海西期基性-酸性火山-侵入岩有关的第Ⅱ矿床成矿系列。成矿带(含中亚部分)的东、西部常出现钨-锡等高温元素组合的矿床,构成了第Ⅱ-3和Ⅱ-4矿床成矿亚系列,中部常形成金-汞-锑等低温元素组合的矿床,组成了第Ⅱ-1和Ⅱ-2矿床成矿亚系列。

南天山洋盆闭合后,出现海西晚期非造山型碱性花岗岩类,形成了与之有关的稀有金属-稀土元素-宝玉石矿床,即成为第Ⅲ矿床系列。南天山南部拉张洋盆中,形成了上古生界铁-锰-铅-锌-菱镁矿等沉积矿床系列。石炭纪末,南天山南缘的频繁振荡性运动,使石炭纪灰岩发生岩溶淋滤,形成铝土矿床成矿系列。

参 考 文 献

- 1 叶庆同,傅旭杰. 新疆阿尔泰造山带矿床成矿系列. 地球学报, 1998 (1): 31~39.
- 2 程裕淇,陈毓川,赵一鸣. 初论矿床成矿系列问题. 地球学报, 1979 (1): 1~9.
- 3 程裕淇,陈毓川,赵一鸣. 再论矿床成矿系列问题. 地球学报, 1983 (6): 1~64.
- 4 陈毓川. 中国矿床成矿模式. 北京: 地质出版社, 1993: 8~29.
- 5 刘德权,唐延龄,周汝洪. 中国新疆矿床成矿系列类型. 矿床地质, 1996, 15(3): 207~213.

Metallogenic Series of Ore Deposits in the South Tianshan Mountain Metallogenic Belt

Yang Fuquan

Fu Xujie

(562 Geomechanical Research Party, CAGS, Yanjian, Hebei) (Institute of Mineral Deposits, CAGS, Beijing)

Abstract Based on a systematic analysis of the geological-tectonic evolution and ore-forming characteristics of the South Tianshan metallogenic belt, the authors divided it into five metallogenic series of ore deposits, four metallogenic subseries of ore deposits and thirteen ore deposit types. The distribution of the South Tianshan Mountain metallogenic series of ore deposits is controlled by regional tectonic-magmatic evolution and characterized obviously by Paleozoic, especially Late Paleozoic, ore-forming process. The regularity of regional tectonic evolution decides the distribution regularity of metallogenic series of ore deposits, viz., the magma tends to evolve from north to south with the elapse of time.

Key words south Tianshan mountain metallogenic belt metallogenic series of ore deposits Xinjiang