

doi: 10.12029/gc20200113003

付胜云, 陈启亮, 安江华, 邓蕾, 李湘玉. 2023. 湖南省银矿资源概况及成矿规律[J]. 中国地质, 50(1): 146–158.

Fu Shengyun, Chen Qiliang, An Jianghua, Deng Lei, Li Xiangyu. 2023. General situation and metallogenic regularity of silver deposits in Hunan Province[J]. Geology in China, 50(1): 146–158(in Chinese with English abstract).

湖南省银矿资源概况及成矿规律

付胜云, 陈启亮, 安江华, 邓蕾, 李湘玉

(湖南省地质调查所, 湖南长沙 410116)

摘要:【研究目的】银是现代国防、尖端科技不可缺少的材料,也是人民群众用于装饰美化生活的贵金属之一。【研究方法】本文系统收集了湖南银矿床储量和分布等内容,在对全省 93 处银矿床资料系统梳理的基础上,综合分析湖南银矿床成因类型、主要预测类型及地层、构造、岩浆岩、地球化学异常、重砂异常等成矿控制因素,总结了湖南银矿的时空分布规律。【研究结果】至 2018 年,湖南省发现银矿床 93 处,累计查明资源储量 1.55 万 t,占中国查明银矿比例 4.71%,郴州、衡阳、永州三市,占全省总查明量的 89.40%。银主要与铅锌、金、铜、钨等共伴生,以伴生矿床为主、共生矿床及主要矿床为辅。对各矿床划分了岩浆作用形成的矽卡岩型、岩浆热液型,含矿流体作用形成的浅成—中—低温热液(MVT 密西西比河谷)型,沉积作用形成的机械沉积(砂岩)型、化学沉积(页岩)型,表生作用形成的风化型等 6 个银矿成因类型及预测类型,其中前 3 个为主要成因类型及主要预测类型,编制了湖南银矿主要预测类型分布图。【结论】划分了加里东期、印支期、燕山期、喜山期共 4 个成矿时代,以燕山期为主;湖南银矿除洞庭湖以外均有分布,主要分布于岳阳—邵阳一线以东,资源储量主要分布于七宝山、水口山、千里山、坪宝及铜山岭等几个矿田内。划分出 23 个矿集区,编制了湖南银矿矿集区分布图;划分 7 个成矿系列,8 个亚系列。

关键词: 银矿;资源概况;时空分布;矿集区;成矿系列;矿产勘查工程;湖南

创新点: 地质大数据含湖南银矿床(点)地质资料应用于综合研究并查明湖南银矿资源概况与成矿规律。

中图分类号: P618.51 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2023)01-0146-13

General situation and metallogenic regularity of silver deposits in Hunan Province

FU Shengyun, CHEN Qiliang, AN Jianghua, DENG Lei, LI Xiangyu

(Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410116, Hunan, China)

Abstract: This paper is the result of mineral exploration engineering.

[Objective] Silver is an indispensable material for modern national defense and cutting-edge science and technology. It is also one of the precious metals used by the people to decorate and beautify their lives. **[Methods]** This paper systematically collected the reserves and distribution of silver deposits in Hunan province. Based on the systematic sorting out of 93 silver deposits in Hunan province, we comprehensively analyze the genetic types and main prediction types of silver deposits in Hunan, and the metallogenic control factors such as strata, structure, magmatic rocks, geochemical anomalies and heavy sand anomalies. Furthermore, the

收稿日期: 2020-01-13; 改回日期: 2020-05-22

基金项目: 中国地质调查局项目(DD20160346, DD20190379)、湖南省自然资源厅项目(20180306)联合资助。

作者简介: 付胜云, 男, 1965 年生, 高级工程师, 主要从事区域(矿产)地质调查、矿产勘查与区域成矿规律研究; E-mail: 741212046@qq.com。

temporal and spatial distribution law of silver deposits in Hunan is also summarized. **[Results]** By 2018, 93 silver deposits were discovered in Hunan province, with a total of 15,500 tons of resources identified. The identified resources in Hunan accounted for 4.71% of the silver deposits in China. Chenzhou, Hengyang and Yongzhou accounted for 89.40% of the total identified resources in Hunan. Silver is mainly associated with lead, zinc, gold, copper and tungsten, with associated deposits as the main ones, paragenetic deposits and main deposits as the auxiliary ones. These deposits can be divided into six genetic types: skarn type and magmatic hydrothermal type formed by magmatism, epithermal medium-low temperature (MVT Mississippi Valley) type formed by ore-bearing fluid, mechanical sedimentation (sandstone) type and chemical sedimentation (shale) type formed by sedimentation, and prediction type formed by supergene weathering. Among them, skarn type, magmatic hydrothermal type and epithermal medium-low temperature type are the main genetic types and prediction types. The distribution map of main prediction types of silver deposits in Hunan is compiled. **[Conclusions]** Four metallogenic epochs are divided into Caledonian, Indosinian, Yanshanian and Himalayan, and Yanshanian is the main metallogenic epoch. In space, silver mines are distributed all over the Hunan province except from Dongting Lake, mainly distributed in the east of Yueyang—Shaoyang line. The resource reserves are mainly distributed in Qibaoshan, Shuikoushan, Qianlishan, Pingbao and Tongshanling. 23 ore concentration areas are divided, subdivided into 7 metallogenic series and 8 subseries. The distribution map of silver ore concentration areas in Hunan province are compiled.

Key words: silver deposit; resources survey; temporal and spatial distribution; ore concentration area; metallogenic series; mineral exploration engineering; Hunan Province

Highlights: Geological big data contains the geological data of silver deposits (spots) in Hunan province, which is applied to comprehensive research and ascertainment of the general situation and metallogenic regularity of silver resources in Hunan province.

About the first author: FU Shengyun, male, born in 1965, senior engineer, mainly engaged in regional (mineral) geological survey, mineral exploration and regional metallogenic regularity research; E-mail: 741212046@qq.com.

Fund support: Supported by the projects of China Geological Survey (No.DD20160346, No.DD20190379) and Hunan Provincial Department of Natural Resources (No.20180306).

1 引言

银的工业用途广泛,也是人民群众用于装饰美化生活的贵金属之一。湖南境内出产白银的记载资料,以宋代的《宋史·地理志》和《太平寰宇记》及《元丰九域志》记载的较详细。湖南银矿资源较丰富,银矿除洞庭湖外在全省均有发现,前人对湖南银矿进行了一定的勘查、开采和研究,并取得了一些普查、勘探、潜力评价、成矿预测等成果认识,但对银矿资源概况及成矿规律没有系统归纳和总结。本文在既有湖南银矿勘查及科研地质报告基础上,结合湖南银矿前人文献资料^{①②③}(郭玉乾等,2009),依据中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求^④,对湖南银矿资源进行系统梳理,对成矿规律进行总结、探讨,为湖南进一步寻找银矿提供参考。

2 资源概况及主要预测类型

2.1 矿床类型及矿石类型

据中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术

要求^⑤,划分湖南银矿床主要成因类型有岩浆作用矿床:矽卡岩型矿床、岩浆热液型(四级分类—断层破碎带蚀变岩型、石英脉型等)矿床;含矿流体作用形成的浅成中—低温热液型(非岩浆—非变质作用型或MVT密西西比河谷型)矿床。次要成因类型:沉积作用矿床有机械沉积(砂岩)型矿床、化学沉积(页岩)型矿床;表生作用矿床有风化型矿床(表1)。

银矿石按成分主要有银(铜)铅锌矿石、银锰矿石、银金钨锡钼矿石、银镍钨钒矿石。按构造主要有角砾状矿石、浸染状矿石、块状矿石、细脉状矿石等。

2.2 资源储量及分布

至2018年,湖南共查明有资源储量的银矿床93处,银主要与贵金属的金、与有色金属如铅锌、镍、钼、铜、钨、锡、汞(张大权等,2013)、铋等及与黑色金属的锰(王登红等,2007)共伴生,以伴生矿床为主、共生矿床及主要矿床为辅:主要矿床2处,为小型;共生矿床7处,为小型;共伴生矿床10处:大型1处,中型5处,小型4处;伴生银矿床74处:大型1处,中型6处,小型67处(表2)。

银矿资源集中分布于大中型矿床中,其中,宝

表1 湖南银矿床成因类型一览
Table 1 List of genetic types of silver deposits in Hunan Province

成因类型			产出部位	矿体形态	代表性矿床	主要分布范围
一级	二级	三级				
内生矿床		矽卡岩型矿床	主要产于燕山期花岗岩与晚古生代碳酸盐岩的接触带	似层状、透镜状、不规则状、脉状	水口山康家湾、黄沙坪、柿竹园	湘南印支期拗陷区
	岩浆作用	岩浆热液型矿床	主要产于燕山中酸性花岗闪长岩、花岗闪长斑岩、石英斑岩、花岗斑岩,其次产于燕山期或印支期深成相花岗岩体(斑岩)内外接触带的断裂(裂隙)破碎带。赋矿地层及围岩:湘东为上元古界冷家溪群、板溪群变质碎屑岩,湘南主要为泥盆系一二叠系碳酸盐岩,少数为震旦系及下古生界碎屑岩	脉状(或脉群)、网状、透镜状、囊状、瘤状、不规则状	东岗山、许家山	湘南 湘中 湘东
	含矿流体作用	浅成中一低温热液型(成因不明型)矿床	矿区远离岩体,岩体与成矿无明显关系。含矿地层:湘西北以寒武系为主,震旦系陡山沱组及奥陶系次之,其中陡山沱组上部白云岩、碳质页岩形成湖北白果园式银钒矿;湘南及湘中以泥盆系为主,石炭系一二叠系次之。赋矿围岩多为碳酸盐岩类	层状、似层状、脉状、透镜状、扁豆状	董家河、楠木铺、低炉,石景冲、雁林寺,白云铺、玛瑙山、官岭一大堡	湘西北 湘南 湘中
	沉积作用	机械沉积(砂岩)型矿床	主要控矿层位是白垩系(戴家坪组)、古近系红层中的浅色砂岩	层状、似层状	浦市、车江、大坪、柏坊	沅麻盆地 衡阳盆地
外生矿床	化学沉积(页岩)型矿床	黑色页岩型镍钼钨银矿床富集在系下寒武统牛蹄塘组下段富含有机质、沥青质及磷矿层的黑色页岩中	层状、似层状、透镜状、扁豆状	礼梓	衡阳县	
	表生作用	风化型矿床	矿源层为泥盆系棋梓桥组白云岩 矿源层(原生硫化物型多金属银矿)位于中上石炭统壶天群与震旦系的不整合面上。多系铅锌银、铅锌银—黄铁矿、铁锰铅锌银、金银铜矿床经风化淋滤而成	层状、似层状 似层状、透镜状	太平 七宝山	蓝山县 浏阳市

山、柿竹园共2个大型伴生银矿床合计查明资源储量0.40万t。

除湘潭、常德、张家界三市外,其他11个市(州)均有不等的银矿资源分布。查明资源储量居前三位的是郴州、衡阳、永州三市,占全省总查明量的89.40%。

全省银矿保有资源储量0.94万t,居前三位的是郴州0.68万t、衡阳0.09万t、岳阳市0.08万t,合计0.85万t,占全省总保有量的90.69%;品位变化较大,以50~100 g/t为主,100~150 g/t最少。

2.3 主要预测类型

根据湖南省重要矿产潜力评价的技术要求,结合省内银矿床成矿地质作用特征,湖南省银矿床共划5个主要预测类型,16个预测工作区^①(表3,图1)。

3 各地质历史时期的银矿分布情况

3.1 湖南省银矿的矿源层及赋矿地层、控矿岩浆岩湖南省银元素的富集强度和成矿作用由太古

宙→元古宙→早古生代→晚古生代→中生代→新生代逐步加强(张大权等,2015);层控型铅锌银矿床受地层层位控制,在不同的区域往往形成不同时代的矿源层(付胜云等,2015)。湖南银矿在太古宙、早一中元古代、晚元古代、晚古生代4个时代(王静纯等,1994)仅有矿源层,未形成银矿床(表2)。

湖南省银矿赋矿地层从老至新有:板溪群碎屑岩的断裂破碎带,南华系浅变质砂页岩建造,震旦系陡山沱组、留茶坡组和下寒武系牛蹄塘组(小烟溪组)、泥盆纪至二叠纪棋梓桥、余田桥、石碇子组、栖霞、孤峰组的碳酸盐岩地层,中生代陆相红盆砂砾沉积岩系,第四系。

湖南省银多金属矿床从中酸性侵入岩向外围呈带状分布。湖南省与铅锌银矿床有关的岩体主要为印支期—燕山期,即三叠纪—侏罗纪—白垩纪的花岗岩、花岗斑岩、花岗闪长岩、花岗闪长斑岩和石英斑岩等。岩浆侵入提供成矿物质及热源,部分岩体还充当储矿场所。

表2 湖南省银矿床一览
Table 2 List of silver deposits in Hunan Province

矿床名称	矿床类型	规模	勘查阶段	矿床名称	矿床类型	规模	勘查阶段
醴陵市石景冲银铅锌	浅成中—低温热液	小型	详查	宜章县长策银铅锌矿	岩浆热液	小型	预查
永顺县郑家湾镍铜钨共生银	化学沉积	小型	详查	桂东县许家山铅锌共生银	岩浆热液	小型	普查
郴州市苏仙区良田铅锌共生银	矽卡岩、岩浆热液	小型	普查	桂阳县宝山铅锌伴生银	矽卡岩、岩浆热液	大型	勘探
安化县廖家坪金锑钨共生银	岩浆热液	小型	普查	宁远县癞子山铅锌共生银	岩浆热液	小型	普查
资兴市清江铅锌共生银	岩浆热液	小型	详查	郴州市苏仙区野鸡尾锡多金属	矽卡岩	小型	勘探
郴州市苏仙区柿竹园银钨铅锌	矽卡岩	大型	勘探	常宁市龙王山金铜铅锌银	矽卡岩	小型	勘探
郴州市苏仙区红旗岭磁黄铁锡铅锌银	岩浆热液	中型	详查	桂阳县黄沙坪铅锌银	矽卡岩、岩浆热液	中型	勘探
宜章县安源锡银	岩浆热液	小型	普查	桂阳县大坊金铅锌银	岩浆热液	中型	详查
醴陵市雁林寺金伴生银	浅成中—低温热液	小型	详查	郴州市苏仙区枫树板银铅锌	岩浆热液	小型	普查
新邵县白云铺铅锌伴生银	浅成中—低温热液	小型	普查	浏阳市潭玲铜钴伴生银	岩浆热液	小型	详查
桂阳县白面城铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查	泸溪县浦市铜伴生银	机械沉积砂岩	小型	勘探
沅陵县低炉黄铁矿铅锌伴生银	浅成中—低温热液 (成因不明)	小型	详查	常宁市仙人岩金铜锌铜伴生银	岩浆热液	小型	初勘
沅陵县董家河黄铁矿铅锌伴生银	浅成中—低温热液 (成因不明)	小型	详查	郴州市北湖区白腊水铜锡伴生银	岩浆热液	小型	普查
沅陵县楠木铺铅锌伴生银	浅成中—低温热液 (成因不明)	小型	普查	临湘市桃林铅锌伴生银	岩浆热液	中型	详查
衡南县虎形山铜钨伴生银	岩浆热液	小型	普查	茶陵县锡田钨铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查
临武县罗鼓堂铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查	汝城县砖头坳钨伴生银	岩浆热液	小型	详查
新宁县回水湾锡伴生银	岩浆热液	小型	详查	新邵县潭溪钨伴生银	岩浆热液	小型	普查
汝城县高凹背钨铜伴生银	岩浆热液	小型	详查	茶陵县大垄铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查
城步县威溪钨铜伴生银	岩浆热液	小型	不明	株洲市大南港铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查
常宁市大坪铜伴生银	机械沉积	小型	普查	临武县铁砂坪锡伴生银	岩浆热液	小型	普查
衡阳县双溪铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查	茶陵县泰和仙铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查
衡阳县形山—礼梓钨伴生银铜	化学沉积(页岩)	小型	普查	临武县泡金山钨银	岩浆热液	小型	勘探
祁东县乌江大岭铅锌伴生银	浅成中—低温热液	小型	不明	衡南县金鸡岭铜伴生银	岩浆热液	小型	详查
衡南县车江铜伴生银	机械沉积砂岩	小型	勘探	宜章县银子岭铅锌伴生银	岩浆热液	小型	不明
郴州市苏仙区玛瑙山锰伴生银	浅成中—低温热液	小型	勘探	衡南县三塘铅锌伴生银	浅成中—低温热液	小型	不明
双峰县鸭头山铅锌伴生银	岩浆热液	小型	预查	隆回县枫溪江铅锌伴生银	岩浆热液	小型	详查
桂阳县大顺窿铜伴生银	岩浆热液	中型	详查	祁东县清水塘铅锌伴生银	岩浆热液	小型	详查
常宁市麻石岭铜伴生银	岩浆热液	小型	普查	蓝山县太平铅锌镉铁伴生银	风化	小型	详查
茶陵县邓卓仙银钨钼伴生银	岩浆热液	小型	勘探	临武县塘官铺锡伴生银	岩浆热液	中型	普查
临武县老虎崖铅锌伴生银	岩浆热液	小型	不明	常宁市康家湾水口山铅锌银	矽卡岩	中型	勘探
平江县梅树湾铜铅锌伴生银	岩浆热液	中型	普查	江永县大泊水铅锌伴生银	岩浆热液	小型	详查
郴州市天字号铅锌锡铁伴生银	岩浆热液	小型	详查	汝城县新田辽铜铅锌伴生银	岩浆热液	小型	详查
新晃县半江铅锌铜伴生银	岩浆热液(破碎带蚀变)	小型	普查	邵东县猎马寨伴生银	岩浆热液	小型	普查
洪江市青山洞金伴生银	岩浆热液(破碎带蚀变)	小型	普查	祁东县挡头冲— 老虎巢铅锌伴生银	岩浆热液	小型	详查
永兴县新生锡多金属伴生银	矽卡岩	小型	普查	临湘市虎形山钨伴生银	岩浆热液	中型	普查
宜章县界牌岭锡多金属伴生银	矽卡岩	小型	普查	郴州市苏仙区铁石垄铅锌伴生银	岩浆热液	小型	普查
浏阳市七宝山金铜铅锌伴生银	风化、矽卡岩	中型	勘探	常宁市柏坊铜伴生银	机械沉积	小型	详查
宜章县长城岭锑伴生银	岩浆热液	小型	普查	宜章县银龙铅锌伴生银	岩浆热液	小型	不明
常宁市七里坪铜伴生银	矽卡岩	小型	详查	宜章县瑶岗仙钨伴生银	岩浆热液	小型	勘探
茶陵县锡湖铅锌砂锡共生银	岩浆热液	小型	普查	宜章县田尾铅锌伴生银	岩浆热液	中型	详查
桂阳县柳塘岭铅锌伴生银	矽卡岩型	小型	勘探	临武县茶山铅锌伴生银	岩浆热液型	小型	勘探
常宁市官岭一大堡铅锌伴生银	中低温热液型	小型	详查	邵东县石桥铺铅锌伴生银	岩浆热液型	小型	详查
常宁市黄沙窿铜伴生银	岩浆热液	小型	详查	耒阳市通林钨伴生银	岩浆热液型	小型	勘探
郴州市苏仙区横山岭铅锌多金属	岩浆热液	小型	勘探	郴州市苏仙区金船塘锡多金属	矽卡岩	小型	详查
郴州市苏仙区南风坳铅锌多金属	岩浆热液	小型	勘探				

注:据湖南矿产资源储量表,2018年,研编。

表3 湖南银矿床主要预测类型

Table 3 Summary of main prediction types of silver deposits in Hunan Province

主要成因类型	主要预测类型	对应的全国预测类型	湖南预测工作区	元素组合特征	成矿时代	典型矿床名称
矽卡岩型	黄沙坪式矽卡岩型铅锌金铜矿	侵入岩体型	蕉溪岭—七宝山地区	Pb、Zn、Ag、Bi、Sn、As、Mo、Hg具三级浓度分带，Cu具一级浓度分带，各元素异常吻合好	燕山期	桂阳县黄沙坪铅锌银矿
			香花岭—千里山地区			
			都庞岭—九嶷山地区			
岩浆热液型	桃林式铅锌银矿	复合内生型	水口山—大义山地区	Pb、Au、Ag、Bi、Sb具三级浓度分带，各元素异常吻合好	燕山期	常宁县水口山矿田康家湾铅锌金银矿
			幕阜山—一望乡地区			
			蕉溪岭—七宝山地区			
岩浆热液型	桃林式铅锌银矿	复合内生型	白马山—瓦屋塘地区	Pb、Zn、Ag、Bi具三组浓度分带，各元素异常吻合较好	燕山期	临湘县桃林铅锌银矿
			沅山—紫云山地区			
			将军庙—丫江桥地区			
			邓阜仙—锡田地区			
			五团—苗儿山—越城岭地区			
			高挂山—关帝庙地区			
阳明山—塔山地区						
浅成中低温热液型	后江桥式铁锰铅锌银矿	层控内生型	香花岭—千里山地区	Pb、Zn、Ag、Bi、Sn、As具三级浓度分带，Cu具一级浓度分带，各元素异常吻合较好	燕山晚期	郴州市枫树板铅锌银矿
			大乘山—龙山地区			
浅成中低温热液型	后江桥式铁锰铅锌银矿	层控内生型	后江桥—太平地区	Pb具三级浓度分带，Zn、Ag、Cd具二级浓度分带，各元素异常吻合好	燕山期	道县后江桥铁锰铅锌银多金属矿

3.2 湖南省银矿的时空分布特征

按湖南地质历史演化阶段和区域成矿作用的特点,参考湖南银矿床的成矿时代与萤石成矿时代接近,可将湖南银矿划分为早古生代(加里东期)、中生代(印支期)、新生代(燕山期、喜山期)3个银矿成矿时代(王静纯等,1994;刘铁庚等,2002;付胜云等,2017),主要成矿时代为燕山期(表4)。

湖南银矿床除洞庭湖区外,其他地区均有零星分布,但比较分散,主要分布岳阳—邵阳一线以东,北西部仅少量分布,资源储量相对集中分布于白马山—洞庭溪(五强溪)、香花岭—保安圩两地区的七宝山、水口山、千里山、坪宝(潘卓,2011;刘邦定等,2015)及铜山岭等几个矿田内。

3.2.1 矽卡岩型、岩浆热液型银矿床的时空分布

矽卡岩型—岩浆热液型银矿床主要成矿期为燕山早期第一、二阶段,次为印支晚期、燕山早期第

三阶段和燕山晚期。

矽卡岩型银多金属矿床岩性为碳酸盐岩。岩浆热液型银矿床,主要为铅—锌—银建造;地层主要作以赋矿围岩出现,可提供部分成矿物质(如香花岭矿区,区域背景值与矿区高值场之间出现一个元素亏损带,亏损部分参与成矿作用);赋矿层位主要有板溪群,岩性主要为碎屑岩类,如湘东北的桃林、石景冲—东岗山一带银铅锌多金属矿床,均赋存在该地层的断裂破碎带中,破碎带中Ag元素均值高于矿区背景值(蒙勇等,2016);赋矿层位其次有南华系浅变质砂页岩建造;成矿作用主要划分为黄铁矿—石英、石英—方铅矿—闪锌矿和重晶石—方解石3个阶段,如祁东县清水塘铅锌伴生银矿床(夏杰等,2022)。

矽卡岩型及岩浆热液型银多金属矿床主要分布于湘南后江桥、蓝山、玛瑙山地区、湘中白马山地

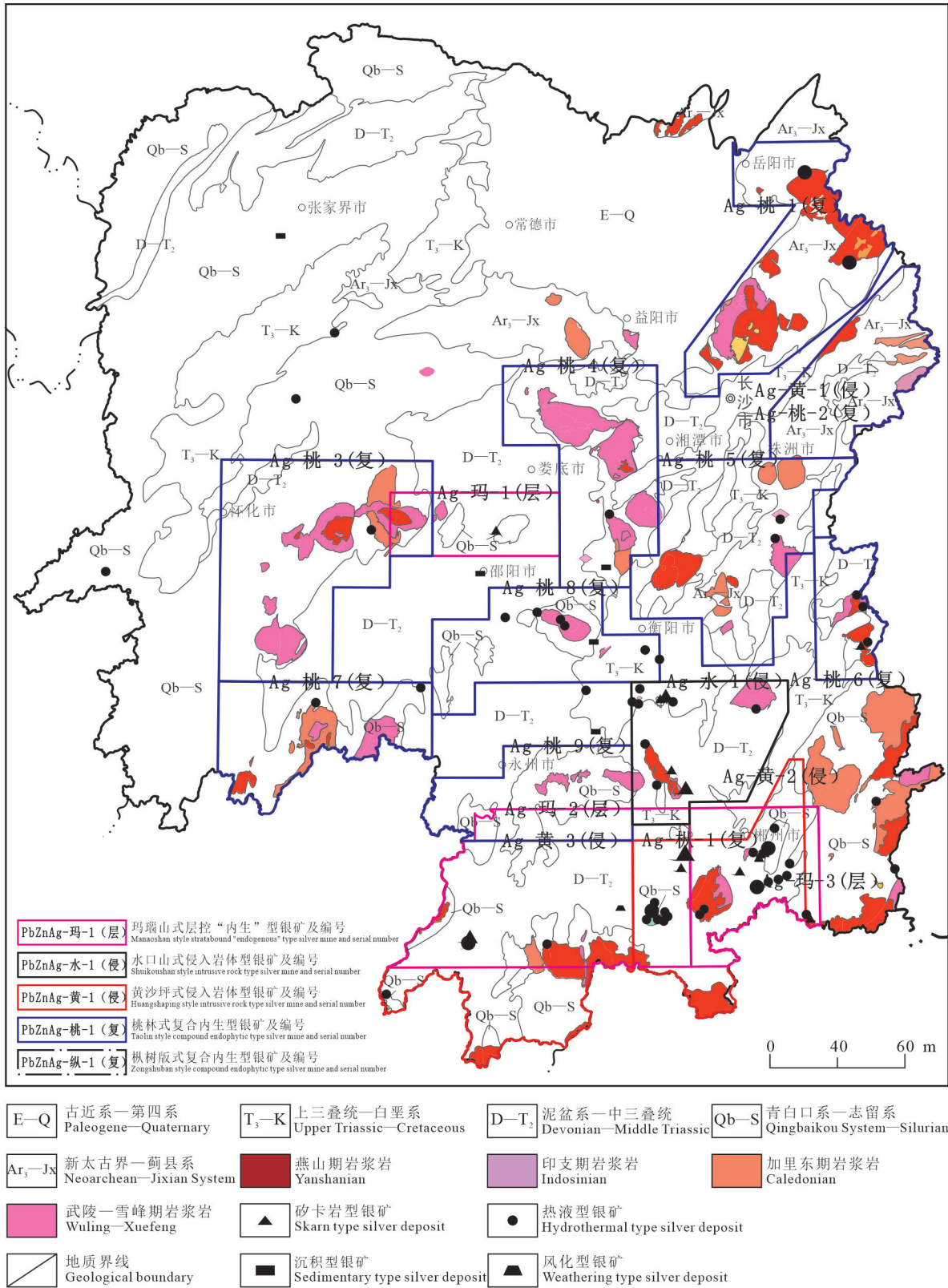


图1 湖南省银矿资源及主要矿产预测类型分布图(据湖南省地质调查院, 2012)

Fig.1 Distribution map of silver resources and main mineral prediction types in Hunan Province (after Hunan Institute of Geological Survey, 2012)

表4 湖南银矿成矿期划分简表

Table 4 Brief table of metallogenic epoch divisions of silver deposits in Hunan Province

成矿期	同位素年龄/Ma	代表性矿床	成矿期	同位素年龄/Ma	代表性矿床
喜山期	0~67	太平	燕山早期	162~195	七宝山
燕山晚期	67~137	官岭一大堡	印支期	195~370	威溪、潭溪、通林
燕山中期	137~162	黄沙坪	加里东期	443~635	形山、礼梓、郑家湾

区及湘东地区。与燕山期含矿流体作用有关银多金属矿主要分布于湘西北地区。

3.2.2 浅成中—低温热液型(成因不明型)银矿床的时空分布

浅成中—低温热液型(成因不明型)银多金属(铅锌、镍钼)矿床,可能在震旦纪陡山沱期—寒武系牛蹄塘期—奥陶纪桐梓期、中泥盆世棋梓桥期的沉积成岩过程中,同时有不等的初始银的沉积,矿床的形成与燕山期构造运动有关,成矿时代亦为燕山期。地层既是矿源层又是容矿层:①雪峰古陆两侧的震旦系陡山沱组、留茶坡组和下寒武系牛蹄塘组(小烟溪组)黑色页岩型银矿床的围岩地层含银较高,是地壳平均值的4~31倍,具矿源层性质,主要控矿因素是沉积岩相和成岩作用,成矿最有利的古地理环境为半开阔陆棚泻湖或局限海盆(谭满堂等, 2013)。矿体主要赋存于陡山沱组弱氧化带的炭质泥岩和含炭泥岩中,呈似层状,银钒共生,二者正相关,白云岩中无矿。②湘中南大中型银多金属矿床绝大多数位于全球性聚矿层位——泥盆纪至二叠纪棋梓桥、余田桥、石碇子组、栖霞、孤峰组的碳酸盐岩地层中,而且在剖面上有固定部位(不整合面之上一个完整沉积旋回的中下部),即由活动相转变成稳定期的过渡岩段,如玛瑙山。

钨—铜—银、锡—铅锌—银、铅—锌—银矿床的流体从早到晚,由岩浆水变为混合水。此类岩体及其矿床主要分布于扬子—华南板块缝合带两侧,加里东构造岩浆带上叠燕山期重熔花岗岩体出露部位,或该带陆缘裂陷海盆与湘东裂谷系重叠部位相对隆起区边缘过渡带,如香花岭、瑶岗仙、邓阜仙、诸广山等;此类矿床也有较复杂的类型,如黄沙坪和柿竹园(何建泽, 1994)。

金—银多金属矿床主要产于湘东裂谷系主断裂与北西、南北向断裂交汇部位,是裂谷条件下形成的少数矿床,虽有地壳成分加入也是极其次要的,如宝山铅锌银矿床。与金—银成矿关系密切的花岗岩体均为燕山期的复式小岩体(何建泽, 1994)。湘

西北—湘东南:成矿时代由老到新,矿化由贫银到富银,银矿床成矿作用由中低温热液→岩浆热液及矽卡岩转变(付胜云等, 2015, 2017)。

3.2.3 机械沉积型、化学沉积型及风化型银矿床的时空分布

外生成矿事件的银多金属矿床分布受同期构造古地理控制(柏道远等, 2022)。

机械沉积型银矿床:主要为铜—银建造。其中,湖南中新生代陆相红盆(白垩系)砂砾沉积岩系是含银砂岩铜矿的富集场所,成矿时代为燕山期(早白垩世神皇山期),主要分布于沅麻盆地及衡阳盆地中(付胜云等, 2015),如九曲湾铜银矿床、车江铜银矿床。

化学沉积型银矿床:湖南古生代陆相红盆(寒武系牛蹄塘组)页岩沉积岩系是含银页岩铜矿的富集场所,成矿时代为加里东期,主要分布于衡阳盆地,如衡阳县形山—礼梓钒银钼矿床。

风化型银多金属矿床主要为铁—锰—银建造,围岩为第四系,成矿时代为喜山期,如蓝山、七宝山。

4 银矿成矿演化与构造演化的关系

加里东期、印支晚期内生热液成矿、中晚燕山期内生热液及岩浆成矿等3期主要内生成矿事件的银多金属矿床分布明显受同期构造格局控制(柏道远等, 2022)。

中生代以来,中国东部进入太平洋构造域。湖南银矿分布的总体特征是,由湘西北到湘东南,银多金属矿产由老到新,由小到大,由贫变富,由沉积(改造)型转变到岩浆热液型,而且总是产于过渡型构造成矿系统中。这充分反映了大地构造控矿的严格性和主导作用。银矿化与矿田构造的关系表现为:银矿床(体)产出位置多受次级褶皱,三、四级断裂构造或火山机构控制,如背斜核部、两翼或转折端,韧性剪切带及断裂复合部位,多组节理密集或交错部位,短轴背斜、火山穹隆、火山盆地边缘或环行构造与线形构造交汇部位。

银的聚集与构造的复合部位及多期活动条件密切相关。构造交汇处,如断裂、节理交叉处,容易汇聚具有不同性质的含矿热液,这些部位又是压力、温度及酸碱度、氧化-还原电位、硫-氧逸度等物理-化学环境发生变化之处,是银多金属沉淀成矿的良好地段。深大断裂交汇区、断裂与褶皱的交切部位、火山穹隆中的隐爆破碎带、岩层的不整合面、蚀变破碎带及裂隙发育处,多为多金属矿化有利部位,也是银矿化富集的有利地区。总结湖南构造控银作用有如下几个特点:

(1)古板块缝合带控制银多金属矿床。印支运动使扬子—华南板块拼接,同处于滨西太平洋陆缘活动带。侏罗纪开始的太平洋板块与特提斯板块双重俯冲作用,使缝合带重新活动,产生大规模岩浆活动,伴随重熔型花岗岩侵入,造成缝合带两侧众多矿床展布。缝合带属构造软弱带,岩浆活动和成矿作用强烈,是银矿,尤其是隐伏型银矿的重点找矿地区。

(2)板内裂谷体系是银矿的聚集带及找银的首选区。裂谷是自中生代以来,中国东部大陆在软流圈强烈活动,上地幔上隆,地壳拉张变薄条件下产生的,与此相伴生的燕山期的陆相火山-侵入活动极为发育,湖南的南岭花岗岩区分布2个裂谷:湘东裂谷系,位于长寿—衡山—双牌断裂与茶陵—永兴深断裂之间,属狭长大陆谷地,长500 km,宽100~130 km(金鹤生,1984);宜章—仁化裂谷,沿宜章—仁化深断裂带展布,属拉张谷地,长150 km,宽20~30 km,分别与茶陵—郴州深断裂和九江—吴川—四会深断裂相交,在湖南铸就骑田岭矿集区,在广东形成凡口矿集区。

湖南的板内裂谷是银矿的重要产地,有矽卡岩型、岩浆热液型、浅成中—低温热液型共3种成因类型的银矿床产于这一构造背景中(陈守武等,1998),而且均伴有金矿产出,如水口山—康家湾金矿、七宝山金矿、宝山金矿、大坊金矿和铜山岭金矿(任林子,1993)。成矿时代集中于燕山期。

(3)A型俯冲带和逆冲推覆构造带控制银矿。继加里东运动,印支期形成慈利—张家界—花垣—玉屏A型俯冲带,致使地层中金属元素活化,原地富集,改造形成一个小中—低温热液型银矿床(郑家湾)^⑥(杨绍祥,1998;谢建磊等,2006;付胜云

等,2017)。该断裂带属扬子地块古丈复式背斜西北侧边缘深断裂,断裂带控制了扬子微板块中三、四级构造单元的形成与演化,成为古丈隆起的北西边界(湖南省地质调查院,2012)。

雪峰古陆东南缘的逆冲推覆构造较发育,是由一组平行的逆冲断裂组成,如安化—黔阳—靖县、绥宁—通道、新化—洞口—龙胜逆冲断裂等。逆冲推覆作用,使老地层覆盖于新地层之上,板溪群和震旦系垂直厚度增加,逆冲作用使地层中金、银等元素活化转移,在断裂面及其次级断裂破碎带聚集成矿,铲子坪含银金矿床以及此组断裂带内的众多的银矿点就是这样形成的。

(4)陆缘裂陷海盆中相对隆起部位边缘控矿。湖南银矿床主要分布在湘桂陆缘裂陷海盆中,古老的江南古陆少见,这与省内金矿床的分布截然相反。而海盆中的聚矿特征,常常表现在海盆边缘相对隆起单元边部以及海盆中次一级突起(穹窿)周边。前者如赣西南海盆中的罗霄—诸广隆起带边缘,控制白云仙、砖头坳、界牌岭、瑶岗仙、柿竹园等多金属矿床;湘桂海盆边缘的九嶷山—姑婆山隆起带,控制铜山岭、砂子冲、癞子岭等银多金属矿床,后者如望云山—龙山突起、阳明山—塔山突起、关帝庙突起等,其周边分别控制着禾青、白云铺、水口山—康家湾、大顺窿、清水塘等铅锌银多金属矿床(点)(李永胜等,2012)。海盆中更次级的复向斜中的突起也是如此,如坪宝复向斜中的宝山和沙坪背斜控矿。

(5)小型构造控矿。岩体接触带构造、断裂破碎带、层间滑脱带,控制了矿床的分布与矿体的就位。特别是多类型、多方向构造的复合部位,如NE、NW、SN、EW向多组断裂构造交汇部位,控矿性更明显。例如,湘东南大部分岩浆热液银多金属矿床,如宝山(印建平,1998)、黄沙坪、水口山—康家湾、铜山岭柿竹园等,均产在几组构造交汇部位。

矿床、矿带是在漫长地史演化过程中前中生代各种地质作用基础上发展积累起来的。加里东运动造成泥盆系与下伏地层的普遍不整合,印支运动使泥盆纪至中三叠世连续沉积并一起被褶皱,燕山运动造成板内裂谷和大规模酸性—中酸性花岗岩的侵入,至此,银多金属元素高度集中。

银的富集主要与硅化、铁锰碳酸盐化等蚀变关

系密切,与绢云母化、绿泥石化,萤石化,重晶石化等也有一定的关系。

5 银矿矿集区及成矿系列

5.1 矿集区划分

湖南银矿床矿集区划分原则:根据银矿床成因类型及预测类型,地层、岩浆岩、构造、地球化学异常、重砂异常等控矿因素及其相关找矿标志圈定矿集区,湖南银矿床初步划分23个矿集区(表5,图2)覆盖全省93个银矿床,各矿集区必须有1个以上银矿床。

5.2 成矿系列划分

根据中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求^①及前人科研论文或专著(程裕淇等,1979;何建泽,1994;徐惠长等,2003;陈毓川等,2006,2007,2016;唐分配等,2015),对湖南省矿床成矿系列进行重新厘定,湖南省与银矿床有关的矿床成矿

系列可划分为7个系列,8个亚系列(表6)。

6 结 论

(1)通过统计全省银矿床数量和规模,查明了湖南银矿的资源家底和分布情况。至2018年,湖南共查明有资源储量的银矿床93处,累计查明资源储量1.55万t,查明资源储量居前三位的是郴州、衡阳、永州三市,占全省总查明量的89.40%。银矿主要与铅锌、金、铜、钨等共生。

(2)湖南银矿主要成矿期是中新生代。成矿有利的构造环境是古板块缝合带、板内裂谷、A型俯冲带和逆冲推覆构造带、陆缘裂陷海盆中相对隆起部位边缘、NE、NW、SN向多组构造交汇部位。空间位置上,湖南银矿主要分布岳阳—邵阳一线以东,西部仅少量分布,资源储量主要集中分布于七宝山、水口山、千里山、坪宝及铜山岭几个矿田内。矽卡岩型及岩浆热液型银矿主要分布于湘南、湘中及湘东地区。

表5 湖南银矿矿集区划分表

Table 5 Division table of silver ore concentration areas in Hunan Province

矿集区	矿集区名称	面积/km ²	主要地质特征
V-1	郑家湾	25	镍钼钒硒伴生银矿产于寒武系牛蹄塘组
V-2	楠木铺—浦市	100	硫铁铅锌银矿产于断裂破碎带或沉积型砂岩中,银为铅锌矿的伴生组分
V-3	半江	17	铅锌银矿体呈脉状产于破碎带蚀变岩中
V-4	白马山	151	铅锌银矿多呈似层状、透镜状赋存于上震旦统陡山沱组底部微—隐晶白云岩中,银为铅锌矿的伴生组分
V-5	苗儿山	86	铅锌银矿多呈似层状、透镜状赋存于上震旦统陡山沱组底部微—隐晶白云岩中
V-6	天龙山	94	铅锌银矿呈脉状产于岩体外接触带泥盆统碳酸盐岩,矿物为方铅矿、闪锌矿等,如白云铺矿床
V-7	舜皇山—关帝庙	198	铅锌银矿呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩和碳酸盐岩,含银矿物(伴生组分)为方铅矿、闪锌矿等,如邵东县石桥铺铅锌矿
V-8	铜山岭	69	铅锌银矿呈似层状、脉状产于岩体接触带断裂和矽卡岩,如江永县铜山岭铜铅锌银矿床
V-9	后江桥—太平	134	铅锌银矿体呈似层状、脉状赋存于泥盆系上统棋梓桥组白云质灰岩、白云岩,受断裂带制约,普遍产于次级构造的层间破碎带中,如道县后江桥铁锰铅锌银矿床
V-10	幕阜山	124	铅锌银矿呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩,矿化元素主要为W、Sn、Pb、Zn、Cu,如临湘县桃林铅锌银矿
V-11	浏山	128	铅锌矿呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩,银矿为铅锌矿的伴生组分
V-12	紫云山	785	铅锌银矿呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩,银矿为铅锌矿的伴生组分
V-13	连云山	110	铅锌银矿呈似层状、脉状产于岩体接触带断裂破碎带和矽卡岩中,如浏阳七宝山矿床
V-14	丫江桥	47	铅锌银矿体呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩
V-15	将军庙	133	铅锌银矿呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩和碳酸盐岩,如衡东县吊马坨矿床
V-16	邓卓仙	92	铅锌银矿体呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩及碳酸盐岩,含银矿物为方铅矿、闪锌矿等,如茶陵县大垅铅锌银矿
V-17	留书塘	100	铅锌银矿体呈脉状产于岩体外接触带碳酸盐岩和碎屑岩,含铅银矿物为方铅矿、闪锌矿等
V-18	锡田	48	矿体呈脉状产于岩体外接触带变质碎屑岩和碳酸盐岩中
V-19	水口山—大义山	95	矿体呈似层状赋存于硅化破碎带和孤峰组泥灰岩中,如常宁县康家湾铅锌金矿床
V-20	宝山—香花岭	88	矿体呈似层状、透镜状产于岩体外接触带矽卡岩中,如桂阳县宝山西铅锌银矿床
V-21	千里山—瑶岗仙	68	铅锌银矿体呈似层、脉状产于岩体外接触带矽卡岩和碎屑岩破碎带,含银矿物为方铅矿、闪锌矿等,如郴县南风坳矿床
V-22	骑田岭	65	铅锌银矿体呈脉状产于岩体接触带矽卡岩和岩体破碎带,含银矿物为方铅矿、闪锌矿等
V-23	砖头坳—许家山	100	矿体呈脉状产于北东向大断裂破碎带及其附近

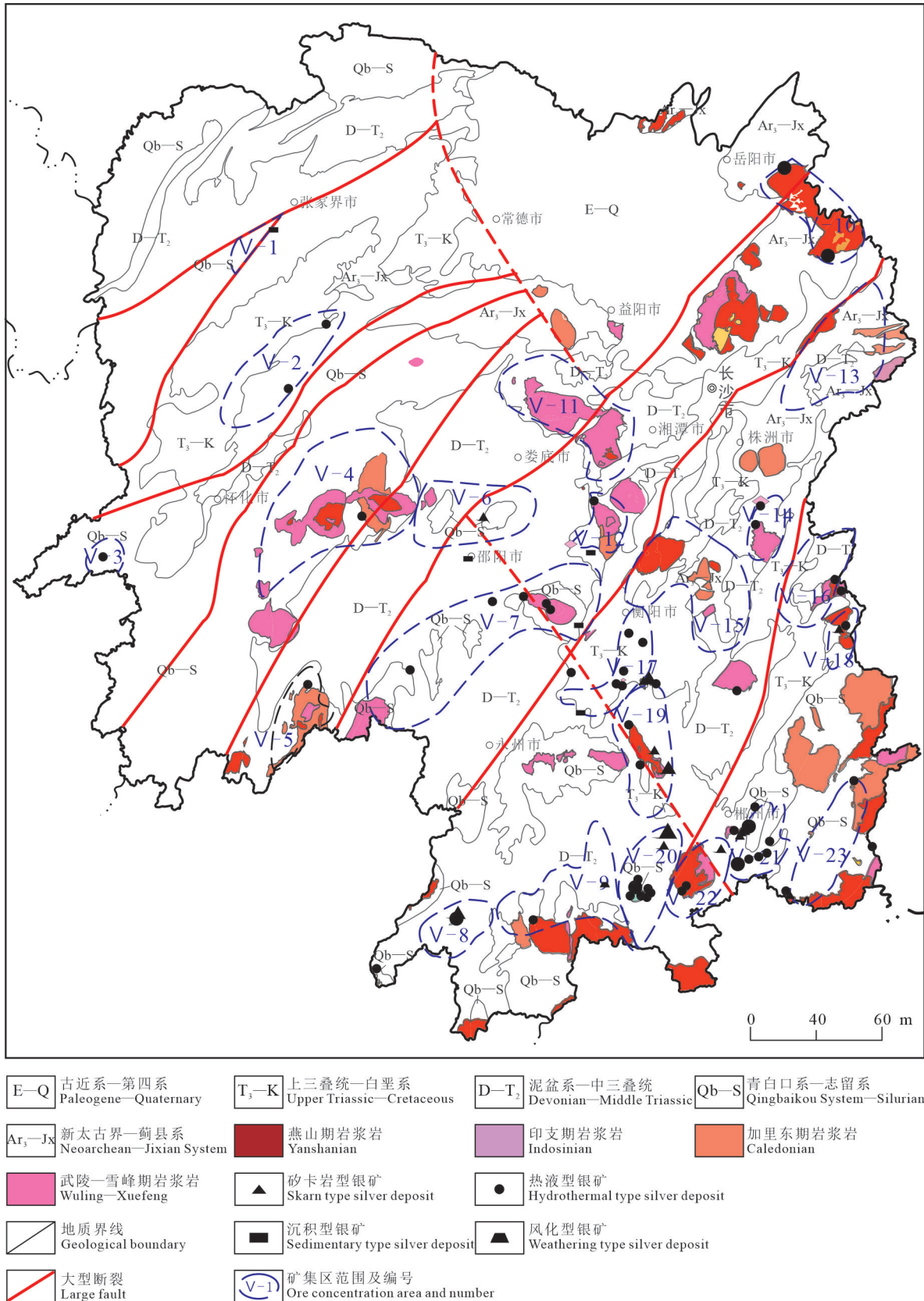


图2 湖南银矿矿集区分布图

Fig.2 Distribution map of silver ore concentration areas in Hunan Province

表6 湖南省银矿床成矿系列划分一览表
Table 6 List of metallogenic series of silver deposits in Hunan Province

成矿系列组合	成矿系列	成矿亚系列	主要矿床式	成矿时代	成因类型	矿床代表
与表生作用有关的矿床成矿系列组合	与表生作用有关的锰、铁、铅、锌、银、钴、铌、钽、砂锡、砂钨、高岭土、陶瓷土、海泡石、黏土矿床成矿系列		东湘桥式	第四纪	风化型矿床	太平、七宝山
与沉积作用有关的矿床成矿系列组合	与三叠纪—白垩纪沉积作用有关的煤、铜、银、铀、石膏、灰岩、白云岩、砂岩、泥岩矿床成矿系列	衡阳—资兴地区与白垩纪陆相沉积作用有关的铜、银、铀、泥岩矿床成矿亚系列 麻阳—石门地区与白垩纪陆相沉积作用有关的铜、银、砂岩矿床成矿亚系列	九曲湾式	白垩纪	机械沉积(砂岩)型矿床	车江、柏坊、浦市
	扬子地台与寒武纪、奥陶纪海相沉积有关的石煤、磷、钒、镍、钼、锰、银、铀、REE、PGE、重晶石、石膏、石盐、碳酸盐岩矿床成矿系列	上扬子与早寒武世黑色岩系有关的重晶石、磷、钒、镍、钼、银、铀、PGE、石煤以及白云岩、灰岩矿床成矿亚系列	贡溪式	寒武纪	化学沉积(页岩)型矿床	礼梓、郑家湾、虎形山
与岩浆作用有关的矿床成矿系列组合	南岭与燕山期中浅成花岗岩类有关的REE、稀有、稀有、分散、有色金属、非金属及铀矿床成矿系列	湘粤桂海西拗陷区与燕山期花岗岩类有关的REE、稀有(Nb、Ta、Be、Li、Cs、Rb)、分散(Ga、In、Cd、Re、Ti、Te、Ge、Se)、有色金属(W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn、Cu、Ag、Au、Fe、Mn、Sb)、非金属(硼、砷、硫铁、方解石、重晶石、水晶、脉石英、石英岩、石墨、萤石、硅灰石)及铀矿床成矿亚系列	柿竹园式、黄沙坪式、枫树板式、水口山式	燕山期	云英岩型、接触交代型(砂卡岩型)、岩浆热液型、变成型矿床	柿竹园、黄沙坪、枫树板、水口山、康家湾、铜山岭
与岩浆作用有关的矿床成矿系列组合	江南古陆与燕山期壳源花岗岩有关的钨、锡、钼、汞、铋、铍、铌、钽、铅、钨、萤石、铀矿床成矿系列	九岭—幕阜山隆起与燕山期花岗岩类有关的有色金属(W、Mo、Sn、Sb、Pb、Zn、Cu、Au、Ag、Fe、Co)、稀有金属(Li、Be、Nb、Ta、Rb、Cs、Hf)、分散金属(Ga、In、Cd)、非金属(硫铁、硼、砷、脉石英、重晶石、长石、萤石)及铀矿床成矿亚系列	七宝山式、桃林式	燕山期	接触交代型(砂卡岩型)矿床、岩浆热液型矿床	桃林、七宝山、梅树湾
	江南古陆与印支期岩浆活动有关的铌、钽、钨、锡、金、银、钨、铅、锌、红柱石、刚玉、萤石、铀矿床成矿系列	湘中南部地区与印支期壳源花岗岩有关的钨、金、银、铅、锌、铜、铋、镉、砷、红柱石、萤石、铀矿床成矿亚系列	司徒铺式、龙山式	印支期	云英岩型、接触交代型(砂卡岩型)、岩浆热液型、变成型矿床	威溪、潭溪、石景冲
与流体成矿作用有关的矿床成矿系列组合	上扬子台褶带沉积岩容矿的铅、锌、汞、金、银、铋、砷、萤石、重晶石矿床成矿系列	湘中南海西—印支拗陷带古生界碳酸盐岩、泥质岩及前寒武系浅变质岩容矿的铋、铅、锌、金、银、汞、铁、锰、钨、方解石矿床成矿亚系列	后江桥式	燕山期	浅成中—低温热液型矿床	后江桥、白云铺、玛瑙山
	湘西北地区震旦—奥陶系碳酸盐岩容矿的铅、锌、汞、砷、镉、磷、硫铁、萤石、方解石、重晶石矿床成矿亚系列		董家河式	燕山期	浅成中—低温热液型矿床	董家河、低炉

中—低温热液型银矿主要分布于湘西北地区。

(3)湖南银矿床的成因类型主要有砂卡岩型、岩浆热液型、浅成中—低温热液型,为主要预测类型,编制了湖南银矿资源及主要预测类型分布图。湖南银矿床成因类型的机械沉积型、化学沉积型、风化型和叠加型很少,为次要预测类型。

(4)湖南省银矿划分了23个矿集区,编制了湖

南银矿矿集区分布图。与银有关的矿床成矿系列划分为7个系列、8个亚系列。

致谢: 谨向在《中国矿产地质志·湖南卷·银矿章》研编过程中给予关注、指导及审稿的各位专家学者致以诚挚的谢意!

注释

①杨舜全,胡福祥. 1991. 湖南省银矿类型及其地质特征[R].

湖南省地质矿产局情报图书中心, 11-16.

② 杨舜全, 胡福祥. 1991. 湖南省银矿成矿地质条件及找矿方向讨论[R]. 湖南省地勘局情报图书中心, 17-20.

③ 杨舜全, 胡福祥. 1990. 湖南省相邻地区金银铅锌锑锡找矿新进展[R]. 湖南省地质矿产局情报图书中心, 2-20.

④ 中国矿产地质志项目办公室. 2016. 中国矿产地质志·省级矿产地质志编研技术要求[R]. 中国地质科学院矿产资源研究所, 1-252.

⑤ 贾宝华, 黄革非, 孙海清. 2012. 湖南省银矿潜力评价成果报告[R]. 湖南省地质调查院. 1-441.

⑥ 李裕组, 金荣龙, 刘耀华. 1991. 湖南银矿类型、成矿条件、富集规律与找矿方向的研究报告[R]. 湖南有色地质研究所, 1-98.

References

- Bai Daoyuan, Tang Fenpei, Li Bin, Zeng Guangqian, Li Yinmin, Jiang Wen. 2022. Summary of main mineralization events in Hunan Province[J]. *Geology in China*, 49(1): 151-180 (in Chinese with English abstract).
- Chen Shouwu, Jia Weiguang, Han Zhongwen. 1998. Three extensional tectonic settings and their important types of silver deposits in mainland China[J]. *Mineral Deposits*, 17(S1): 81-82 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuchuan, Chang Yinfu, Pei Rongfu, Ren Jishun, Tang Zhongli, Zhai Yusheng. 2007. China Metallogenic System and Regional Metallogenic Evaluation[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1-1026 (in Chinese).
- Chen Yuchuan, Pei Rongfu, Wang Denghong. 2006. On minerogenetic (Metallogenic) series: Third discussion[J]. *Acta Geologica Sinica*, 80(10): 1501-1508 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuchuan, Pei Rongfu, Wang Denghong, Huang Fan. 2016. Minerogenetic series for mineral deposits: Discussion on minerogenetic series (V)[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 37(5): 519-527 (in Chinese with English abstract).
- Cheng Yuqi, Chen Yuchuan, Zhao Yiming. 1979. Preliminary discussion on the problems of minerogenetic series of mineral deposits[J]. *Bulletin Chinese Academy of Geological Sciences*, 1(1): 32-58 (in Chinese with English abstract).
- Fu Shengyun, Tang Fenpei, Li Dajiang, Huang Gefei, Luo Xiaoya, Xiao Donggui. 2015. Metallogenic regularity of Pb-Zn mines in Hunan Province[J]. *Nonferrous Metals (Mining Section)*, 67(5): 47-53 (in Chinese with English abstract).
- Fu Shengyun, Zeng Yong, Chen Di, Li Xiangyu, An Jianghua. 2017. Metallogenic regularity of gold deposits in Hunan Province[J]. *Nonferrous Metals (Mining Section)*, 69(5): 39-43, 53 (in Chinese with English abstract).
- Guo Yuqian, Fang Weixuan, Liu Jiajun. 2009. Mineralization zoning of epithermal Au-Ag polymetallic deposit and its prospecting criteria[J]. *Mineral Resources and Geology*, 23(1): 7-14 (in Chinese with English abstract).
- He Jianze. 1994. Classification of the silver mineralization series and their relation to tectonic evolution in Hunan Province[J]. *Journal of Precious Metallic Geology*, 3(1): 38-43 (in Chinese with English abstract).
- Hunan Institute of Geological Survey. 2012. Regional Geology of Hunan Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 9-350 (in Chinese).
- Jin Hesheng. 1984. Rift system of East Hunan[J]. *Hunan Geology*, 3(1): 42-53 (in Chinese).
- Li Yongsheng, Zhen Shimin, Gong Fanying, Gong Xiaodong, Du Zezhong, Jia Delong. 2012. Origin of ore-forming materials in Shuikoushan Pb-Zn-Au-Ag ore field, Hunan Province[J]. *Mineral Deposits*, 31(S1): 571-572 (in Chinese with English abstract).
- Liu Bangding, Chen Xinyue, Luo Xiaoya, Tan Shimin, Ma Xiaoshuang. 2015. Geochemical characteristics of stream sediments and prospecting target prediction in the Pingbao area, southern Hunan Province[J]. *Geology and Exploration*, 51(4): 722-730 (in Chinese with English abstract).
- Liu Tiegeng, Ye Lin, Li Yiyu, Zeng Mingguo. 2002. The temporal-spatial relationship between silver and fluorite[J]. *Acta Mineralogica Sinica*, 22(2): 169-174 (in Chinese with English abstract).
- Meng Yong, Chen Yunhua, Tang Chaoyong, Xu Junwei, Zhang Qianglu. 2016. Study on geochemistry characteristics of ore-forming elements in the Xiaokengqiao gold mine of northeastern Hunan Province[J]. *Geology and Exploration*, 52(6): 1048-1056 (in Chinese with English abstract).
- Pan Zhuo. 2011. The Geological Characteristics, Ore-controlling Factors and Deposit Genesis of the W-Mo Polymetallic Deposit in the South of Huangshaping Mine, Hunan Province[D]. Changsha: Central South University, 1-52 (in Chinese with English abstract).
- Ren Zilin. 1993. Application of Zipov's Law in the prediction of gold and silver resources in Dafang mining area, Hunan Province[J]. *Gold Geology*, 35(1): 68-72 (in Chinese).
- Tan Mantang, Ding Zhenju, Yao Shuzhen, Gong Yongjun. 2013. Geochemical characteristics and mineralization of the Baiguoyuan Ag-V deposit in western Hubei Province[J]. *Bulletin of Geological Science and Technology*, 32(2): 50-57 (in Chinese with English abstract).
- Tang Fenpei, An Jianghua, Li Dajiang, Deng Lei, Fu Shengyun. 2015. Mineralization and minerogenetic series of ore deposits in Hunan Province[J]. *Mineral Deposits*, 34(6): 1255-1269 (in Chinese with English abstract).
- Wang Denghong, Ying Lijuan, Wang Chenghui, Chen Zhenghui, Xu Jianxiang, Zeng Zailin, Chen Yuchuan, Xu Jue, Bai Ge. 2007. Basic patterns of metallogenesis of precious metal deposits in China and vectors for prospecting[J]. *Earth Science Frontiers*, 14(5): 71-81 (in Chinese with English abstract).
- Wang Jingchun, Chen Minyang, Xiao Menghua. 1994. The spatio-temporal distribution of silver deposits in China [J]. *North China Journal of Geology and Mineral Resources*, 9(1): 111-116 (in Chinese).

- Chinese).
- Xia Jie, Cheng Shunbo, Xue Xilin, Li Jianfeng, Fu Jianming, Lu Youyue, Yang Qizhi, Li Xiongfei, Ma Liyan. 2022. Genesis of Qingshitang Lead-zinc deposit in Hunan Province: Evidence from fluid inclusions and Rb-Sr dating of quartz[J]. *Geology in China*, 49(6): 1862-1874 (in Chinese with English abstract).
- Xie Jianlei, Yang Kunguang, Ma Changqian. 2006. The characteristics of Huayuan-Zhangjiajie fault belts and ESR dating of Wuling Mountain, Western Hunan[J]. *Geological Journal of China Universities*, 12(1): 14-21 (in Chinese with English abstract).
- Xu Huichang, Deng Songhua, Tian Xufeng, Liu Yangsheng, Tang Fenpei. 2003. Structural control to skarn-type copper deposits in Tongling area, Anhui Province[J]. *South China Geology*, 19(1): 39-45, 48 (in Chinese with English abstract).
- Yang Shaoxiang. 1998. Geological characteristics and deposit-controlled significance of Huayuan-Zhangjiajie thrust fault zone in Western Hunan[J]. *Hunan Geology*, 17(2): 96-104 (in Chinese with English abstract).
- Yin Jianping. 1998. Metallogenic tectonics analysis about Baoshan Pb-Zn-Ag polymetallic deposit, Hunan, China[J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 22(S1): 57-61 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Daquan, Jiang Biao, Wang Denghong, Wang Chenghui, Chen Yuchuan, Bai Ge. 2015. A summary of resources characteristic and metallogenic regularity of silver deposits in China[J]. *Acta Geologica Sinica*, 89(6): 1008-1025 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Daquan, Wang Li, Chen Yuchuan. 2013. Metallogenic regularity and prospecting direction of major types of silver deposits in China[J]. *Geological Review*, 59(z1): 594-596 (in Chinese with English abstract).
- 付胜云, 曾勇, 陈迪, 李湘玉, 安江华. 2017. 湖南省金矿成矿规律[J]. *有色金属(矿山部分)*, 69(5): 39-43, 53.
- 郭玉乾, 方维莹, 刘家军. 2009. 浅成低温热液金银多金属矿床矿化分带及找矿标志[J]. *矿产与地质*, 23(1): 7-14.
- 何建泽. 1994. 湖南银成矿系列的划分及与构造演化的关系[J]. *贵金属地质*, 3(1): 38-43.
- 湖南省地质调查院. 2012. 湖南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 9-350.
- 金鹤生. 1984. 湘东裂谷系[J]. *湖南地质*, 3(1): 42-53.
- 李永胜, 甄世民, 公凡影, 巩小栋, 杜泽忠, 贾德龙. 2012. 湖南水口山铅锌金银矿田成矿物质来源探讨[J]. *矿床地质*, 31(S1): 571-572.
- 刘邦定, 陈新跃, 罗小亚, 谭仕敏, 马小双. 2015. 湘南坪宝地区水系沉积物地球化学特征及找矿靶区预测[J]. *地质与勘探*, 51(4): 722-730.
- 刘铁庚, 付霖, 李乙雨, 曾明果. 2002. 银矿与萤石的时空关系[J]. *矿物学报*, 22(2): 169-174.
- 蒙勇, 陈云华, 唐朝永, 徐军伟, 张强录. 2016. 湘东北小坑桥金矿成矿元素地球化学特征研究[J]. *地质与勘探*, 52(6): 1048-1056.
- 潘卓. 2011. 湖南黄沙坪矿区南部钨钼多金属矿床地质特征、控矿因素及矿床成因[D]. 长沙: 中南大学, 1-52.
- 任林子. 1993. 齐波夫定律在湖南大坊矿区金银资源预测中的应用[J]. *黄金地质科技*, 35(1): 68-72.
- 谭满堂, 丁振举, 姚书振, 宫勇军. 2013. 鄂西白果园银钨矿床地球化学特征与成矿作用[J]. *地质科技情报*, 32(2): 50-57.
- 唐分配, 安江华, 李大江, 邓蕾, 付胜云. 2015. 湖南省主要成矿作用与矿床成矿系列[J]. *矿床地质*, 34(6): 1255-1269.
- 王登红, 应立娟, 王成辉, 陈郑辉, 许建祥, 曾载淋, 陈毓川, 徐珏, 白鸽. 2007. 中国贵金属矿床的基本成矿规律与找矿方向[J]. *地学前缘*, 14(5): 71-81.
- 王静纯, 陈民扬, 肖孟华. 1994. 中国银矿床的时空分布[J]. *华北地质矿产杂志*, 9(1): 111-116.
- 夏杰, 程顺波, 薛喜林, 李剑锋, 付建明, 卢友月, 杨齐智, 李雄飞, 马丽艳. 2022. 湖南清水塘铅锌矿床成因——来自流体包裹体和石英Rb-Sr定年证据[J]. *中国地质*, 49(6): 1862-1874.
- 谢建磊, 杨坤光, 马昌前. 2006. 湘西花垣—张家界断裂带构造变形特征与ESR定年[J]. *高校地质学报*, 12(1): 14-21.
- 徐惠长, 邓松华, 田旭凤, 刘阳生, 唐分配. 2003. 初论湖南省主要有色金属、贵金属矿床成矿谱系[J]. *华南地质与矿产*, 19(1): 39-45.
- 杨绍祥. 1998. 湘西花垣—张家界逆冲断裂带地质特征及其控矿意义[J]. *湖南地质*, 17(2): 96-104.
- 印建平. 1998. 湖南宝山铅锌银多金属矿成矿构造机制分析[J]. *大地构造与成矿学*, 22(S1): 57-61.
- 张大权, 江彪, 王登红, 王成辉, 陈毓川, 白鸽. 2015. 中国银矿的资源特征及成矿规律概要[J]. *地质学报*, 89(6): 1008-1025.
- 张大权, 王利, 陈毓川. 2013. 我国主要类型银矿成矿规律与找矿方向[J]. *地质论评*, 59(z1): 594-596.

附中文参考文献

- 柏道远, 唐分配, 李彬, 曾广乾, 李银敏, 姜文. 2022. 湖南省成矿地质事件纲要[J]. *中国地质*, 49(1): 151-180.
- 陈守武, 贾伟光, 韩仲文. 1998. 中国大陆三种拉张构造背景及其重要类型的银矿床[J]. *矿床地质*, 17(增刊): 81-82.
- 陈毓川, 常印佛, 裴荣富, 任纪舜, 汤中立, 翟裕生. 2007. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京: 地质出版社, 1-1026.
- 陈毓川, 裴荣富, 王登红. 2006. 三论矿床的成矿系列问题[J]. *地质学报*, 80(10): 1501-1508.
- 陈毓川, 裴荣富, 王登红, 黄凡. 2016. 矿床成矿系列——五论矿床的成矿系列问题[J]. *地球学报*, 37(5): 519-527.
- 程裕淇, 陈毓川, 赵一鸣. 1979. 初论矿床的成矿系列问题[J]. *中国地质科学院院报*, 1(1): 32-58.
- 付胜云, 唐分配, 李大江, 黄革非, 罗小亚, 肖冬贵. 2015. 湖南省铅锌矿成矿规律[J]. *有色金属(矿山部分)*, 67(5): 47-53.