

贵州内生矿产矿床类型及成矿作用

白培荣^{1,2,3}, 陶 平¹

- (1. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081;
2. 自然资源部基岩区矿产资源勘查工程技术创新中心, 贵州 贵阳 550081;
3. 贵州省战略矿产智慧勘查重点实验室, 贵州 贵阳 550081)

[摘 要] 本文以《中国矿产地质志·贵州卷》研编成果为基础, 对贵州内生矿产的矿床(成因/工业)类型进行了划分, 包含一、二、三级矿床类型, 并对贵州省主要内生矿产的矿床类型、成矿环境、成矿作用、含矿地质体及矿床式、主要产区等进行综合分析、整理和汇编, 揭示出它们在贵州省所表现出来独有的特性。同时, 对内生矿产中矿床类型及成矿作用等认识较薄弱或有争议的矿种进行了分析讨论。

[关键词] 内生矿产; 矿床类型; 成矿作用; 成矿环境; 沉积相; 贵州

[中图分类号] P611; P612 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2023)04-362-09

关于矿床类型划分, 自世界著名矿床学家 W. Lindgreen(1911) 正式提出矿床分类至今已有 110 多年的历史(戴问天, 1979)。《贵州省区域矿产志》(贵州省地质矿产局, 1986) 按矿床成因进行了全省矿床类型的初步划分。王砚耕(1999) 和冯学仕等(2004) 按成矿物质来源及大地构造背景、成矿物理化学条件等进行了全省矿床类型的进一步划分。《中国矿产地质志·贵州卷》项目(2014—2023) 遵循《中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求》(中国矿产地质志项目办公室, 2016)、《矿产资源工业要求参考手册》编委会, 2021), 在前人研究基础上, 吸纳和充分发掘贵州矿产最新勘查实践研究成果, 系统进行了贵州省各种矿产的矿床类型划分。本文系统阐述了贵州内生矿产矿床类型划分方案, 并对主要矿产的矿床类型、成矿作用、含矿地质体及区域分布等进行分析总结。

1 贵州内生矿产矿床类型概况

贵州省矿产资源丰富, 迄今已发现矿产 137

种, 其中有 50 余种矿产的一部分或全部矿床形成于内生成矿作用(陈毓川等, 2015)。

中国矿产地质志项目办公室(2016) 在《中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求》中列出了以主要成矿作用为据获得的“中国矿产地质志”矿床(成因/工业)类型划分表。《中国矿产地质志·贵州卷》作为《中国矿产地质志》的子项目, 遵循该矿床类型划分方案, 进行了贵州内生矿产的矿床(成因/工业)类型划分(表 1) 及更具体研究。

贵州发现与内生成矿作用有关矿产共计 50 余种, 包括 3 个二级分类和 8 个三级分类, 容矿地质体有多种岩类(表 1), 广布于全省各地。其中:

1.1 岩浆作用矿床

该类矿床在贵州具有矿床类型复杂、查明矿产地少、矿床规模小、勘查及研究程度不高等特点。至今, 贵州主要发现有岩浆型矿床、伟晶岩型矿床、云英岩型矿床、接触交代型矿床、岩浆热液型矿床、陆相火山岩型矿床等 6 类, 共计 20 余种矿

[收稿日期] 2023-09-24 [修回日期] 2023-10-27

[基金项目] 中国矿产地质志项目(编号: DD20221695、DD20190379、DD20160346) 资助。

[作者简介] 白培荣(1979—), 男, 高级工程师, 主要从事区域地质、矿产调查工作。E-mail: 81249456@qq.com。

[通讯作者] 陶平(1960—), 男, 研究员, 长期从事矿产地质勘查及研究工作。E-mail: 645250832@qq.com。

表 1 贵州内生矿产矿床(成因/工业)类型简表

Table 1 Brief table of endogenous mineral deposit types (genetic/industrial) in Guizhou

一级分类	二级分类	三级分类	容矿地质体	矿种
内生矿床	岩浆作用矿床	岩浆型矿床	超基性岩	铜、镍、金刚石、石棉、滑石、蛇纹岩
			基性岩	金、铜、银、钽、辉绿岩、玄武岩、石棉
			酸性岩	钽、铜、铌、钼、花岗岩
		伟晶岩型矿床	伟晶岩	长石、铌、钽、钨、锡
		云英岩型矿床	云英岩	钨、锡、铜、铌、钽
		接触交代型矿床	大理岩	硅灰石、软玉
		岩浆热液型矿床	电英岩	钨
			石英岩	钨、锡
			伟晶岩	钨、锡
		陆相火山岩型矿床	凝灰岩	凝灰岩
	变质作用矿床	受变质型矿床	多种岩石	滑石、紫袍玉、木变石猫眼、大理岩、板岩、变余砂岩
	含矿流体作用矿床 (非岩浆—非变质作用矿床)	浅成中—低温热液型矿床及成因不明矿床	多种岩石	铁、铅、锌、铜、锑、汞、铊、金、银、钽、铀、镍、钼、硫、砷、钴、锂、重晶石、萤石、脉石英、水晶、方解石、冰洲石、贵翠、玛瑙

说明:本表遵循“中国矿产地质志”矿床(成因/工业)类型划分方案,按主要成矿作用归类,未反映多种成矿作用叠加情况。

产,主要分布于梵净山地区和从江地区,以及贵州西部二叠纪峨眉山玄武岩分布区。

1.2 变质作用矿床

在《中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求》中,仅有受变质型矿床,因为接触交代变质作用形成的矿床已经纳入岩浆作用矿床大类的接触交代型矿床中。对于受变质型矿床,在贵州发现有近 10 种矿产,主要分布于梵净山地区和从江地区,而其它地区产出较少。

1.3 含矿流体作用矿床(非岩浆—非变质作用矿床)

在贵州见为浅成中—低温热液型矿床,即由中低温热液(50℃~300℃)、近地表到 2 000 m 左右深度所形成的矿床。贵州省隶属于华南低温成矿域(李朝阳,1999;胡瑞忠等,2016)的重要组成部分,其浅成中—低温热液矿床十分发育,发现包含有能源、金属、非金属、宝玉石四大类在内的近 30 种矿产,具矿种多、发育全、分布广的特点。尤其是汞、锑、金矿产十分发育,形成矿床多、规模大、分布广,是华南低温成矿域的重要组成部分。

特别说明,上述矿床类型划分只是根据中国矿产地质志项目办公室(2016)发布的《中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求》所进行的概略性分类。实际上,成矿作用是复杂的,成矿

物质来源是多源的,而且往往彼此有重复或叠加。因此,贵州许多矿床往往同时具有内生矿床、外生矿床的某些属性,或者是两、三种成矿作用叠加形成的。例如,归属于生物化学沉积矿床的煤矿实际叠加了变质成矿作用过程,归属于浅成中—低温热液型矿床的金矿实际可能有变质水(黔东南石英脉型)或岩浆水(黔西南水银洞金矿)参与成矿(陶平等,2019),归属于浅成中—低温热液型矿床的菜园子式铁矿实际是沉积成矿—热液改造成矿的叠生矿床,归属于化学沉积型矿床的大塘坡式锰矿和大河边式重晶石矿实际是内生外成型矿床等(Zhou et al., 2022;周琦等,2017、2023)。

2 主要矿种矿床类型及成矿作用分析

贵州内生矿床种类繁多,其成矿物质来源、成矿作用及其所形成的矿床类型等往往也是复杂多样的。因此,本文在《中国矿产地质志·贵州卷》研编项目成果基础上,对贵州省主要内生矿产的矿床类型、成矿作用及产出特征等作了进一步综合分析、整理、汇编(表 2)。在贵州,由于成矿地质背景千差万别,成矿作用错综复杂,成矿物质来源多样,而且往往彼此有重复或叠加(王砚耕,1999)。因此,下文重点对矿床类型及成矿作用等认识较模糊或有争议的矿种进行讨论。

表 2 贵州主要内生矿产矿床类型及产区明细表

Table 2 List of main endogenous mineral deposit types and producing areas in Guizhou

矿种	矿床类型	矿床亚类及矿种组合 (括号内为伴生矿产)	含矿地质体及矿床式	主要产区	矿床实例	重要性
铀	岩浆型	热液充填交代型铀矿	酸性岩型(花岗岩)	梵净山、从江	印江县桃树林	次要
	浅成中—低 温热液型	热液充填 交代型	清虚洞组、石冷水组白云岩	开阳	开阳县白马洞	主要
			栖霞组—茅口组灰岩	凤冈、关岭	凤冈县永和	次要
铁	受变质型	沉积—变质型铁矿	嘉陵江组灰岩及砂质岩	兴义	兴义市大际山	次要
	浅成中—低 温热液型		甲路组、红子溪组(九星式)	从江、梵净山	从江县九星	次要
		沉积—热液充填交代改造 型铁矿	独山组、龙洞水组、舒家坪组、 摆佐组白云岩(菜园子式)	毕节、六盘水、黔南	赫章县菜园子	主要
铅 锌 银	浅成中—低 温热液型	热液充填交代型	铅锌(镉)矿	黔南、黔北、黔东北	都匀市牛角塘、 普定县那雍枝	主要
			铅锌银 (铍、镉、锗、硒)矿	赫章、水城、松桃、 铜仁、三都等	赫章县猪拱塘、 水城县杉树林	主要
		热液充填交代型	平略组、清水江组、隆里组、 乌叶组浅变质岩(脚臬式)	黔南、黔东	丹寨县脚臬、 镇远县松柏洞	次要
			摆佐组、黄龙岗白云岩	威宁	威宁县银厂坡	次要
			武陵期辉绿岩	印江	印江县石柱岩	次要
铜 矿	岩浆热液型	热液交代型铜(金、银、汞)矿	下江群等浅变质岩(地虎式)	黔东南	从江县地虎	主要
	浅成中—低 温热液型	热液充填交代型铜矿	灯影组、清虚洞组、望城坡组、 摆佐组、马平组、下江群等	贵州西部、黔东南	威宁县云贵桥	次要
		热液充填交代型铜(银)矿	峨眉山玄武岩组	贵州西部	威宁县铜厂河	次要
		热液充填交代型铜(银、钼)矿	梵净山群板岩及砂岩	江口	江口县黑湾河	主要
钨 锡 钼 等	云英岩型	热液充填交代型钨(钼、铋)矿	辉绿岩体	印江	印江县标水岩	主要
	伟晶岩型	热液充填交代型钨(钼、锡)矿	梵净山群变质岩	印江	印江县磨槽沟	次要
	电英岩型	热液充填交代型钨矿	四堡群变质岩构造蚀变带	从江	从江县乌牙	次要
镍 钼	岩浆型	热液交代型镍矿	超基性岩	江口	江口县桑木沟	次要
	浅成中—低 温热液型	热液充填交代型汞、铜、铅、 (铍、镉、锗、硒)矿	石冷水组白云岩、 上司组摆佐组碳酸盐岩	开阳、赫章	开阳县白马洞、 赫章县五里坪	次要

续表

矿种	矿床类型	矿床亚类及矿种组合 (括号内为伴生矿产)	含矿地质体及矿床式	主要产区	矿床实例	重要性
汞	浅成中—低 温热液型	热液充填交代型	汞矿(主要)、 汞(硒)、汞(锌)矿	铜仁—万山	万山区杉木董 张家湾、云场坪	主要次要
			汞矿	务川、印江	务川县木油厂	主要
			汞钼钨矿、 汞(硒)矿	开阳—石阡	开阳县白马洞(主)、 纸房(次)	主要次要
			汞金矿、汞锑矿	三都—丹寨(主)、 关岭(次)	丹寨县四相厂、 宏发厂	主要
			汞铊矿	贞丰—兴仁	兴仁县濫木厂	次要
锑	浅成中—低 温热液型	热液充填型锑萤石矿	夜郎组灰岩(濫木厂式)			
			峨眉山玄武岩组火山 碎屑粘土岩(大厂式)	晴隆	晴隆县大厂	主要
			丹林组硅质陆源碎屑岩 (半坡式)	独山	独山县半坡	主要
		热液充填交代型锑(金)矿	平略组含变余石英粉砂绢 云母绿泥石板岩(八蒙式)	榕江	榕江县八蒙	主要
			不纯碳酸盐岩(紫木函式)	兴仁、贞丰	兴仁县紫木函	主要
金	浅成中—低 温热液型	微细粒浸染型 (卡林型)	不纯碳酸盐岩(苗龙式)	三都	三都县苗龙	主要
			陆源硅质碎屑岩(烂泥沟式)	贞丰、望谟、罗甸、册亨	贞丰县烂泥沟、 册亨县丫他	主要
			陆源硅质碎屑岩(板其式)	贞丰、望谟、册亨	册亨县板其、 望谟县上大观	次要
			火山碎屑岩(泥堡式)	普安、盘州、晴隆、兴义	普安县泥堡	主要
			不纯碳酸盐岩(水银洞式)	兴仁、贞丰	贞丰县水银洞	主要
		石英脉型金矿 (个别矿体属蚀变岩型)	不纯碳酸盐岩	安龙	安龙县万人洞	次要
			变质岩(同古式)	天柱、锦屏、黎平、剑河	锦屏县同古、 天柱县主山冲	次要
			变质岩、辉绿岩(金厂式)	印江、江口、松桃	印江县金厂、 江口县金盏坪	次要
			变质岩(地虎式)	从江	从江县地虎	次要
			桐梓组、红花园组白云岩、 灰质白云岩(顶罐坡式)	施秉、黄平、麻江、凯里、 都匀、贵定、福泉	施秉县顶罐坡	次要

续表

矿种	矿床类型	矿床亚类及矿种组合 (括号内为伴生矿产)	含矿地质体及矿床式	主要产区	矿床实例	重要性	
萤石	浅成中—低 温热液型	热液充填型	萤石重晶石矿	桐梓组—红花园组灰岩 (丰水岭式)	正安、道真、务川、 沿河、德江、都匀	沿河县丰水岭、黑獭	主要
			萤石矿	灯影组白云岩	习水、仁怀等地	习水县润南	次要
			萤石矿	马平组第二段硅质岩	六枝、惠水、紫云	六枝县平桥	更次
		热液充填交代型萤石矿	茅口组灰岩(大厂式)	晴隆、兴仁、关岭、赫章	晴隆县大厂	主要	
			吴家坪组灰岩(巴毛冲式)	望谟、罗甸	望谟县巴毛冲	主要	
金刚石	岩浆型	热液充填交代型萤石矿	关岭组等碳酸盐岩	西秀、普定、平坝、 兴义、贞丰	西秀区华严洞	次要	
脉石英	浅成中—低 温热液型		超基性岩(钾镁煌斑岩)	镇远、施秉、麻江	镇远县马坪	主要	
水晶	浅成中—低 温热液型		独山组细粒石英英砂岩	罗甸、播州、铜仁、江口	罗甸县拱里	—	
硫铁矿	浅成中—低 温热液型		热液充填型水晶矿	含晶石英脉	黔东南、黔南	罗甸县拱里	—
	浅成中—低 温热液型		热液充填交代型硫铁矿	多个层位(排带式)	黔南州三都、黔西南等	三都县排带	次要
方解石	浅成中—低 温热液型		热液充填型方解石矿	蟒山组(蟒山式)	黔南州等	龙里县马家桥	更次
长石	伟晶岩型		热液充填型长石矿	较多碳酸盐岩地层	全省各地	独山县麻尾	主要
滑石	岩浆型		超基性岩中滑石矿	钾长石 肖家河组、回香坪组变质超基性岩	梵净山地区 梵净山地区	印江县磨槽沟 江口县梵净山九龙池	—
冰洲石	浅成中—低 温热液型		热液充填型冰洲石矿	茅口组、凉水井组等地层灰岩、白云岩	黔南等地区	望谟县麻山 罗甸县板庚	—
石棉	岩浆型		透闪石型石棉矿	四堡群超基性岩	梵净山、从江	从江县大坪	—
软玉	接触交代型	透闪石型软玉矿	辉绿岩床与四大寨组外接触带 附近的大理岩化带	黔南、黔西南	罗甸县官固	—	
花岗岩	岩浆型	花岗岩矿	花岗岩	梵净山、从江	从江县刚边	—	
玄武岩	岩浆型	玄武岩矿	峨眉山玄武岩组玄武岩	贵州西部、南部	清镇市站街	—	
辉绿岩	岩浆型	辉绿岩矿	二叠纪阳新世—乐平世潜火山相辉绿岩	贵州西北部、西南部	罗甸县罗棚	—	
蛇纹岩	岩浆型	蛇纹岩矿	某种超基性岩蚀变为蛇纹岩	从江	从江县宰鸭	—	
凝灰岩	陆相火山岩型	火山—沉积型凝灰岩矿	多个地层凝灰岩	全省各地	无上平衡表矿区	—	
板岩	受变质型	板岩矿	平略组、红子溪组、番召组、 乌叶组区域变质岩	黔东南、黔东北	锦屏县瑶老嘴	—	
大理岩	受变质型	浅变质岩大理岩化	甲路组等大理岩化浅变质岩	从江地区	从江县加磨	—	

备注:①表中矿床类型的划分,是根据其主要成矿作用划分的,未反映其叠加的次要成矿作用;②表中“重要性”一列,是针对贵州省该矿种内生矿产与外生矿产的总资源潜力而言。若仅有一类矿床,则不存在比较,以“—”表示。

2.1 能源矿产

能源矿产主要为外生矿床,而内生能源矿床较少,主要有一部分铀、钍及地热产地。

铀、钍:贵州内生作用形成的铀矿有岩浆作用矿床、浅成中—低温热液矿床两类。其中,岩浆作用矿床均为岩浆型矿床,容矿岩石为酸性岩类中的碰撞造山S型花岗岩,属岩浆气液交代成矿;浅成中—低温热液型铀矿均为热液充填交代型矿床,含矿地质体不同则矿种组合各异,如白云岩中产汞铀钼矿,灰岩中产铀矿,灰岩—砂质岩中产铀钼矿。贵州内生作用形成的钍矿有岩浆作用(基性岩)矿床和浅成中—低温热液矿床两类,仅见为矿点。

地热:贵州已发现地热均为水热型地热,即地下热水,并且全属低温地热资源($<90^{\circ}\text{C}$),是大气降水、地表水、地下水参与水总循环的深层循环水,在深部进行复杂循环过程中吸收了上地幔与热岩体的热源加温后形成,其中六大热储单元和若干深大断裂在地下热水形成过程中起了关键作用。贵州地下热水资源较为丰富,分布广泛,可用于供热供暖、洗浴、康养、种植养殖等。截至2019年12月,贵州已有地热井195口处,累计查明地热资源量23 644.82万 m^3/a (贵州省自然资源厅,2019)。

此外,贵州优势矿种煤矿虽然归属于外生矿产,主要为生物化学沉积矿床成矿。但是,除褐煤外都经历过变质成矿作用,因此也可归属于外生—内生成矿作用形成的叠生矿床。

2.2 金属矿产

贵州省与内生成矿作用有关的金属矿产有铁、锰、铅、锌、钨、锡、铜、镍、钼、汞、锑、金、银、锂等。它们多数为含矿流体作用矿床类的浅成中—低温热液型矿床,少数为岩浆作用矿床类的岩浆型矿床、伟晶岩型矿床、云英岩型矿床、接触交代型矿床、岩浆热液型矿床,以及变质作用矿床类的受变质型矿床。

铁:贵州内生铁矿主要有受变质型(九星式)、浅成中—低温热液型(菜园子式)两种。其中,九星式铁矿为次要类型,属于沉积—变质热液改造成因,产于甲路组(QbXj)(从江地区)和红子溪组(QbBh)(梵净山地区)变质岩中;菜园子式铁矿为主要类型,属于沉积—浅成中—低温热液改造成因,其菱铁矿体产于独山组鸡泡段(D_2d^1)、龙

洞水组(D_2l)、舒家坪组(D_1sh)、摆佐组(C_{1-2}b)白云岩类岩石中,矿体呈脉状、似层状、层状产出。据廖士范等(1980),铁矿山、菜园子等铁矿床,先期为沉积型层状、似层状矿体,后来叠加构造热液蚀变作用并沿切层断裂、层间剥离空间形成脉状矿体,故可归属于叠生矿床。

锰:贵州大塘坡组(N_2d)锰矿尽管暂归属于外生矿产,但实际是流体喷溢沉积成矿作用形成,即内生外成:来自岩石圈深部富锰气液流体沿同生断裂,在次级裂谷盆地中心喷溢沉积形成菱锰矿矿床,为含烃气液喷溢沉积型锰矿床(Zhou et al., 2022;周琦等,2017、2023)。茅口组(P_2m)锰矿(遵义式)也类似,也是流体喷溢沉积成矿作用形成,即内生外成:深部富含Si、Mn的成矿热液沿同沉积断裂上升,喷溢进入地堑盆地沉积成矿,为气液喷溢沉积型锰矿床(刘志臣,2021)。

铅锌银:贵州除极个别铅锌矿床为外生矿床(砂矿)外,绝大多数为内生矿床。这些内生铅锌矿床成因,除从江县那哥矿床有争议外,均属浅成中—低温热液型矿床,并因产出层位及构造区域不同而呈现不同的矿种组合和矿床特征。银矿,常作为铅锌矿的伴生矿产出现,个别伴生于金、铜矿床中。其中:①牛角塘式铅锌(镉)矿主要产于清虚洞组(E_2q)白云岩,次为灯影组($\text{Z}\text{E}\text{dy}$)、泥盆系望城坡组(D_3w)和桐梓组(O_1t)白云岩中;②猪拱塘式铅锌银(镓镉锗硒)矿主要产于栖霞组(P_2q)灰岩,其次为望城坡组(D_3w)、尧梭组(D_3y)、摆佐组(C_{1-2}b)、黄龙组(C_2h)灰岩、白云岩中;③脚皋式铅锌(铜或银)矿主要产于平略组(QbXp)、清水江组(QbXq),次为隆里组(QbXl)、乌叶组(QbXw)浅变质岩中;④银厂坡式银铅锌矿产于摆佐组(C_{1-2}b)、黄龙组(C_2h)白云岩中;⑤银矿伴生于金、铜矿床者,详见本文金矿、铜矿部分。

钨锡铋钼:贵州钨、锡、铋、钼常常互为共伴生矿产,呈小型矿床或矿点零星分布于梵净山地区和从江地区。矿床类型主要有云英岩型、电英岩型、伟晶岩型三种。其中,云英岩型主要有呈黑钨矿—锡石云英岩脉产于梵净山群板岩和砂岩中的钨锡(铜铋钼)矿床(点),以及呈锡石—白钨矿石英岩脉产于辉绿岩体中的锡钨铜矿床;电英岩型主要有呈含矿电云英岩脉(主)和石英脉型(次)产于四堡群变质岩构造蚀变带中的钨矿床(点);伟晶岩型主要有呈含矿花岗伟晶岩脉产于梵净山

群变质岩中的铌钽(钨锡)矿床(点)。

铜:贵州铜矿主要有浅成中—低温热液型矿床,次有岩浆热液型矿床,更次有伴生(或共生)于钨锡矿中的其它类型矿床(详见上文)。其中,岩浆热液型铜矿床仅见有印江县石柱岩铜(金砷银)矿床,矿体产于武陵期辉绿岩内断裂构造中。而浅成中—低温热液型铜矿床的产出层位较多,矿床(点)多,规模小,主要有:①黔东南下江群变质砂板岩(主)及南华系浅变质碎屑岩(次)所产铜多金属矿床,如从江县地虎铜金银多金属矿床(产于甲路组(QbXj)层间滑脱构造中);②贵州西部灯影组($Z \in dy$)、清虚洞组(E_2q)、望城坡组(D_3w)、摆佐组($C_{1-2}b$)、马平组(C_2P_1m)、栖霞组(P_2q)、茅口组(P_2m)及黔东南新元古界等所产独立铜矿床(点),如威宁县云贵桥铜矿床、从江县俾门铜矿床等;③黔西北峨眉山玄武岩中所产铜(银)矿床,如威宁县铜厂河铜矿床,曾称为玄武岩型铜矿床,但其成因并非华力西期峨眉山玄武岩喷发期成矿,而是燕山期浅成中—低温热液蚀变成矿,铜矿(化)体主要见于印支—燕山期断裂构造中,其测年数据为燕山期(戴传固等,2004;朱炳泉等,2005);④梵净山区武陵期辉绿岩所产出的热液交代型铜(金砷银)矿。

镍钼:镍、钼矿床在贵州仅个别属于内生成矿作用形成,且矿床规模较小(小型矿床或矿点)。具体而言有两类:一是浅成中—低温热液型矿床,主要有产于石冷水组(E_3sh)白云岩中的汞铀钼矿,以及产于上司组(C_1sh)和摆佐组($C_{1-2}b$)碳酸盐岩中的钼铅锌多金属矿;二是江口县产于武陵期超基性岩中的岩浆型镍矿(岩浆熔离作用形成)。

汞、铊:贵州汞矿均为内生矿床大类中的浅成中—低温热液型矿床,常常与金、锑、铊、硒等矿产共伴生。主要有:①万山式:产于敖溪组($E_{2-3}a$)、清虚洞组(E_2q)白云岩中的汞矿、汞(硒)矿或汞(铊)矿;②务川式:产于清虚洞组(E_2q)、高台组(E_3g)、石冷水组(E_3sh)白云岩中的汞矿;③开阳式:产于清虚洞组(E_2q)、高台组(E_3g)、石冷水组(E_3sh)、陡山沱组(Z_1d)白云岩的汞铀钼矿、汞(硒)矿;④三丹式:产于杨家湾组($E_{3-4}y$)、三都组(E_4s)、都柳江组($E_{2-3}d$)、锅塘组(E_4O_1g)灰岩中的汞金矿、汞锑矿;⑤滥木厂式:产于龙潭组(P_3l)、长兴组(P_3c)、夜郎组(T_1y)灰岩中的汞铊矿,该类铊矿在全国属首发发现和报道(陈代演,1989)。

锑:贵州锑矿也均为内生矿床大类中的浅成中—低温热液型矿床,有时与萤石矿、金矿互为共伴生关系。主要有:①大厂式:产于峨眉山玄武岩组($P_{2-3}em$)火山碎屑粘土岩中的热液充填型锑萤石矿;②半坡式:产于丹林组(D_1d)硅质陆源碎屑岩中的锑矿;③八蒙式:产于平略组($QbXp$)含变余石英粉砂绢云母绿泥石板岩中的锑(金)矿。

金:贵州金矿主要为内生矿产大类的浅成中—低温热液型矿床,但其中的贞丰县水银洞金矿床成矿流体中混有岩浆水,故也具有岩浆热液型金矿床的某些特性(刘建中等,2015)。贵州内生成因金矿可细分为卡林型、石英脉型和蚀变岩型三类。其中,卡林型金矿床按容矿岩石类别可划分为:①不纯碳酸盐岩:紫木圪式金(砷)矿、水银洞式卡林型金(银砷)矿、苗龙式金锑(砷)矿;②陆源硅质碎屑岩:烂泥沟式金(砷锑)矿、板其式金矿;③火山碎屑岩:泥堡式金矿。石英脉型金矿有两种,一种是下江群(QbX)浅变质岩中的锦屏县同古式金矿,二是产于板溪群(QbB)浅变质碎屑岩及辉绿岩中的印江县金厂式金矿。蚀变岩型金矿为产于甲路组($QbXj$)浅变质岩中的地虎式铜金(银铅锌)多金属矿床。需要说明的是,黔东南石英脉型和蚀变岩型金矿的成矿流体是大气降水、岩层建造水、变质水及少量远(深)源岩浆水的混合物,故具有变质作用矿床的某些特性(陶平,2012),可称为造山型金矿床。

2.3 非金属矿产

贵州内生作用形成的非金属矿产包括四类:

(1)工业矿物类:包括重晶石、萤石、硫铁矿、水晶、砷矿、方解石、长石、滑石、冰洲石、石棉等;(2)工业岩石(土)类:包括各种用途的辉绿岩、花岗岩、玄武岩、大理岩、板岩、蛇纹岩、凝灰岩、脉石英等;(3)宝玉石类:包括水晶、软玉、紫袍玉、木变石猫眼、翡翠、玛瑙等;(4)观赏石类:包括鸡血石、辰砂、辉锑矿、水晶、石膏、方解石、冰洲石、重晶石、萤石、翡翠、黄铁矿、雌黄、雄黄、异极矿和自然金等。

重晶石:贵州内生作用形成的重晶石矿产地较多,但其查明资源量在内生、外生重晶石矿床总查明资源量中所占比例较少,其重晶石矿体主要呈脉状、树枝状等产于桐梓组(O_1t)—红花园组(O_1h)(顶罐坡式重晶石矿)、娄山关组($E_{3-4}O_1ls$)等白云岩、灰质白云岩地层,属于浅成中—低温热

液型矿床。此外,天柱大河边式重晶石矿床和镇宁乐纪式重晶石矿床,分别为早、晚古生代裂谷—裂陷环境海底流体喷溢(流)沉积成矿作用形成,均为海底热液喷流沉积型(杨瑞东等,2007;陶平等,2015;周琦,2023),属于内生外成。

萤石:贵州萤石矿产均为浅成中—低温热液型矿床,容矿岩石主要为灰岩,个别为白云岩,容矿岩石之上一一般都覆盖有泥质岩类(个别为火山凝灰岩等)地层作为该类热液型矿产的屏蔽层。具体而言,容矿地层有:桐梓组(O_1t)—红花园组(O_1h)(丰水岭式重晶石萤石矿)、茅口组(P_2m)(大厂式萤石矿)、吴家坪组(P_3w)(巴毛冲式萤石矿)、马平组(C_2P_1m)(六枝县平桥萤石矿)(贵州省地矿局113地质大队,2021)、关岭组(T_2g)(西秀区华严洞萤石矿)、灯影组($Z\in dy$)(习水县润南萤石矿)。

金刚石:贵州原生的金刚石矿产地仅发现1处,即镇远县马坪金刚石矿床,为岩浆作用大类的岩浆型矿床,产于开远—平塘—玉屏断裂带与黄平—镇远断裂带交汇处,其容矿地质体为钾镁煌斑岩(橄榄金云火山岩),故也称为钾镁煌斑岩型金刚石矿床。

脉石英、水晶:主要为浅成中—低温热液型矿床。其中,脉石英呈“脉群”产于独山组(D_2d)石英砂岩的节理裂隙中或北东—南西向断裂破碎带内;水晶矿则呈含晶石英脉型产于黔东南新元古界浅变质岩和黔南泥盆系砂岩中。

方解石、冰洲石:均为浅成中—低温热液型矿床。其中,方解石矿一般呈脉状产于各时代碳酸盐岩构造裂隙中,而冰洲石矿产于含冰洲石的方解石脉中。

砷:除思南县雄黄沟为独立的砷矿床(产于湄潭组($O_{1-2}m$)泥质碎屑岩及灰岩中)外,其它多为伴生矿产,例如兴仁县紫木函金(砷)矿床、三都县苗龙金锑(砷)矿床、印江县石柱岩铜(金砷银)矿床。其中,前两矿床为浅成中—低温热液型矿床,后一矿床为岩浆热液型矿床。

长石:属于伟晶岩型,呈钾长石产于花岗伟晶岩脉中,该岩脉沿白岗岩体顶部或附近分布。

滑石:贵州内生成因的滑石矿仅见为超基性热液蚀变型滑石矿,产于梵净山群肖家河组第二段($QbFx^2$)及回香坪组($QbFh$)各段的变质超基性岩中,细分为滑石岩和块滑石两种。

石棉:贵州石棉矿产仅有零星分布,一类为产

于新元古界梵净山群、四堡群超基性岩中的透闪石石棉,分布于梵净山区和从江大坪;另一类为产于辉绿岩中的蛇纹石石棉,分布于罗甸新寨。

宝玉石:有软玉、紫袍玉、木变石猫眼、贵翠、玛瑙等。其中,软玉属接触交代型矿床(阳起石型),见于罗甸—望谟辉绿岩床与四大寨组($P_{1-2}s$)外接触带之大理岩化带中;紫袍玉(伊利石质浅变质岩)和木变石猫眼属于受变质型矿床,前者产于江口县德旺乡红子溪组($QbBh$)板岩中,后者产于罗甸县龙井四大寨组二段($P_{1-2}s^2$)硅质碳酸盐岩接触蚀变带之内带;贵翠、玛瑙属于浅成中—低温热液型矿床,前者见于晴隆县茅口组(P_2m)与峨眉山玄武岩界面附近硅质蚀变岩体中,后者见于威宁宣威组(P_3x)底部粘土质砾岩中。

其它:有花岗岩、辉绿岩、玄武岩、蛇纹岩、凝灰岩、板岩、大理岩等,分别可作为多种用途的矿产资源。其中,花岗岩、辉绿岩、玄武岩、蛇纹岩属于岩浆型矿床;凝灰岩矿产主要属于陆相火山岩型中的火山—沉积型矿床;板岩、大理岩属于受变质型矿产。

3 结论

(1)贵州内生矿产的矿床(成因/工业)类型的划分,包含一、二、三级矿床类型,即一级分类为内生矿床;二级分类包括岩浆作用矿床、变质作用矿床、含矿流体作用矿床(非岩浆非变质作用矿床);三级分类包括岩浆型矿床、伟晶岩型矿床、云英岩型矿床、接触交代型矿床、岩浆热液型矿床、受变质型矿床、浅成中—低温热液型矿床等8类。

(2)贵州省主要内生矿产的矿床类型、成矿作用、含矿地质体及矿床式、主要产区等作了进一步综合分析、整理和汇编,各级各类的矿床类型的深入研究,揭示出它们在贵州省所表现出来的独有特性,尤以低温矿产特色鲜明。

(3)对贵州内生矿产的矿床类型及成矿作用等认识较模糊或有争议的矿种进行了综合分析和讨论。反映了在贵州地质构造时空演化过程中,表现出成矿地质背景的千差万别,成矿作用错综复杂,成矿类型丰富,成矿物质来源多样,而且往往彼此有重复或叠加等特点。

以上研究成果,对贵州内生矿产的勘查、研究及区域找矿具有一定的借鉴作用。

[参考文献]

- 陈代演. 1989. 红铊矿在我国的发现和研究[J]. 矿物学报, 9(2): 141-147.
- 陈毓川, 王登红, 徐志刚, 等. 2015. 中国重要矿产和区域成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1-795.
- 戴传固, 刘爱民, 王敏, 等. 2004. 贵州西部峨眉山玄武岩铜矿特征及成矿作用[J]. 贵州地质, 20(02): 71-75.
- 戴问天. 1979. 矿床成因理论: 回顾与展望[J]. 地质与勘探, (6): 31-37.
- 冯学仕, 王尚彦. 2004. 贵州省区域矿床成矿系列与成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1-91.
- 贵州省地矿局 113 地质大队. 2021. 贵州省六枝特区平桥萤石(锂)矿详查(终)报告[R]. 六盘水: 贵州省地矿局 113 地质大队, 77-78.
- 贵州省地质矿产局. 1986. 贵州省区域矿产志[R]. 贵阳: 贵州省地质矿产局, 90-92.
- 贵州省自然资源厅. 2019. 2018 贵州省自然资源公报[R]. 贵阳: 贵州省自然资源厅, 21-39.
- 胡瑞忠, 付山岭, 肖加飞. 2016. 华南大规模低温成矿的主要科学问题[J]. 岩石学报, 32(11): 3239-3251.
- 《矿产资源工业要求参考手册》编委会. 2021. 矿产资源工业要求参考手册[M]. 北京: 地质出版社, 232.
- 李朝阳. 1999. 中国低温热液矿床集中分布区的一些地质特点[J]. 地学前缘, 6(01): 164-171.
- 廖士范, 梁同荣, 曾明果, 等. 1980. 贵州铁矿山沉积改造菱铁矿床的成矿方式及沉积改造机理的探讨[J]. 地质论评, 26(01): 16-24+91.
- 刘建中, 王泽鹏, 杨成富, 等. 2015. 贵州西南部 SBT 分布区金锑矿成矿机制与成矿模式[J]. 矿物学报, 35(S1): 895-896.
- 刘志臣. 2021. 贵州遵义二叠纪裂谷盆地演化与锰矿成矿作用研究[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉): 1-182.
- 陶平, 陈启飞, 高军波, 等. 2015. 贵州西部晚古生代裂陷作用及其成矿系列[J]. 矿床地质, 34(06): 1155-1171.
- 陶平, 祁连素, 曾昭光, 等. 2019. 中国矿产地质志·贵州卷·金矿[M]. 北京: 地质出版社, 1-256.
- 陶平. 2012. 黔东南天柱-锦屏-黎平地区金矿构造控矿模式与找矿方向[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉): 18-49+138-146.
- 王砚耕. 1999. 试论贵州矿床分类及其意义[J]. 贵州地质, 16(3): 207-211.
- 杨瑞东, 鲍森, 魏怀瑞, 等. 2007. 贵州天柱寒武系底部重晶石矿床中热水生物群的发现及意义[J]. 自然科学进展, 2007(9): 1304-1309.
- 中国矿产地质志项目办公室. 2016. 中国矿产地质志·省级矿产地质志编编技术要求[R]. 14-16, 39-45.
- 周琦, 杜远生, 袁良军, 等. 2017. 含气液喷溢沉积型锰矿床找矿模型——以黔湘渝毗邻区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[J]. 地质学报, 91(10): 2285-2298.
- 周琦, 袁良军, 吴冲龙, 等. 2023. 贵州新元古代锰、重晶石等矿床成矿系列及找矿突破[J/OL]. 地球学报, 2023(05): 943-954.
- 朱炳泉, 戴樟漠, 胡耀国, 等. 2005. 滇东北峨眉山玄武岩中两阶段自然铜矿化的 $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 与 U-Th-Pb 年龄证据[J]. 地球化学, (03): 235-247.
- Zhou Qi, Wu Chonglong, Hu Xiangyun, et al. 2022. A new metallogenic model for the giant manganese deposits in northeastern Guizhou, China[J]. Ore Geology Reviews, 2022(149): 1-11.

Types and Mineralization of Endogenous Mineral Deposits in Guizhou

BAI Pei-rong^{1,2,3}, TAO Ping¹

(1. Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China;

2. Engineering Technology Innovation Center of Mineral Resources Explorations In Bedrock Zones

Ministry of National Resources, Guiyang 550081, Guizhou, China;

3. Guizhou Key Laboratory of Strategic Mineral Intelligent Exploration, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] In this paper, based on the results of the study of ‘Geology of Mineral Resources of China Guizhou Volume’, the types of endogenous mineral deposits (genetic/industrial) in Guizhou are classified, including the types of primary, secondary and tertiary deposits, and the deposit types, metallogenic environments, mineralization processes, ore-bearing geological bodies and deposit types, and main producing areas of the main endogenous minerals in Guizhou are comprehensively analyzed, sorted out and compiled. It reveals their unique characteristics in Guizhou Province. At the same time, the types of deposits and mineralization of endogenic minerals are poorly understood or controversial.

[Key Words] Endogenous mineral; Deposit type; Mineralization process; Metallogenic environment; Sedimentary facies; Guizhou