

贵州外生及内生外成矿产矿床类型与成矿作用

陈启飞,陶 平,李朝晋

(1. 贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550081;2. 自然资源部基岩矿产资源勘查工程技术创新中心,贵州 贵阳 550081)

[摘 要] 本文以《中国矿产地质志·贵州卷》研编项目为依托,以近年来贵州省外生矿产勘查及研究成果为支撑,遵循《中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求》,系统开展了贵州省外生矿产的矿床(成因/工业)类型划分,包含一、二、三级矿床类型。对贵州省主要外生矿产的矿床类型、成矿环境、成矿作用、含矿地质体及矿床式、主要产区等作了进一步综合分析、整理和汇编。对贵州省外生矿产中,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。这些研究成果,对贵州省外生矿产的研究及找矿具有一定的借鉴作用。

[关键词] 外生矿产;矿床类型;成矿作用;成矿环境;沉积相;贵州

[中图分类号] P611.1;P611.2;P 611.3 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2023)04-353-09

关于矿床类型划分,自世界著名矿床学家 W. Lindgreen(林格伦)正式提出矿床分类至今已有近 120 年的历史。《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。其后,王砚耕(1999)和冯学仕(2004)均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—2025)遵循该项目技术要求,在前人研究基础上,结合贵州矿产最新勘查研究成果,系统进行了贵州省各种矿产的矿床类型划分,对贵州矿产成矿规律研究、勘查及研究工作具有一定指导意义。本文阐述了贵州省外生矿产矿床类型划分方案,对主要矿产的矿床类型进行了进一步论述。

1 贵州外生矿产矿床类型划分

贵州省矿产资源丰富,迄今已发现矿产 137 种,并以外生矿产为主,有 45 种以上矿产的一部分或全部形成于外生生成作用。

中国矿产地质志项目办公室(2016)在《中国矿

产地志·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表,进行了贵州省外生矿产的矿床(成因/工业)类型划分(表 1)及更具体研究。

贵州外生矿产以沉积作用矿床为主,表生作用矿床较少(见表 1)。其中,沉积作用矿床分为砂矿型、机械沉积型、化学沉积型、蒸发沉积型矿、生物化学沉积型,而表生作用矿床均为风化型矿床。现概述如下:

1.1 砂矿型矿床

含矿地质体包含两类。一类是残坡积层,贵州见有水晶砂矿、重晶石砂矿、铅锌砂矿等小型矿床及矿点,其成因是原生矿石或含矿岩石遭受风化作用,其中未被分解的有用矿物晶体残留在原地或沿斜坡堆积成矿;另一类是冲积层,在贵州有砂金和金刚石砂矿小型矿床及矿点,其成因是原生矿石或含矿岩石遭受风化作用,其有用矿物晶体在河流冲积层中富集成矿。

[收稿日期] 2023-09-14 [修回日期] 2023-11-21

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

[作者简介] 陈启飞(1979—),男,正高级工程师,长期从事地质矿产勘查与研究工作。

[通讯作者] 陶平(1960—),男,研究员,长期从事地质矿产勘查与研究工作。

表 1 贵州省外生矿产矿床(成因/工业)类型简表

Table 1 Brief list of exogenic deposit (genetic/industrial) type in Guizhou province

矿床类型			含矿地质体	矿种
一级	二级	三级		
外生矿床	沉积作用矿床	砂矿型矿床	残坡积层	水晶、重晶石、铅、锌
			冲积层	金矿、金刚石
		机械沉积型矿床	砂岩	砂岩
			泥(页)岩	陶瓷土、耐火粘土、页岩、铀、页岩气、累托石等
		化学沉积型矿床 (含矿流体喷溢沉积型矿床)	灰岩	石灰岩、泥灰岩
			黑色岩系	银、镍、钨、钼
			铝质岩	铝土矿、镓、锂、铈、钽、高岭土、钨、耐火粘土
			铁质岩	铁、钒
			锰质岩	锰(喷溢沉积型)
			其它	重晶石(喷溢沉积型)
		蒸发沉积型矿床	蒸发沉积岩	白云岩、石膏
		生物化学沉积型矿床	多种岩石	磷、煤、泥炭、煤层气、石煤、硫、碘、铀、石油、常规天然气、含钾岩石
	表生作用矿床	风化型矿床	铁帽	铁
			淋滤残积层	高岭土、陶瓷土、锰、钒、磷、粉石英、膨润土、坡缕石、埃洛石、石膏、钼
			堆积层	石膏、金、磷
			次生硫化物富集层	银、铜

说明:本表遵循了“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。

1.2 机械沉积型矿床

是以机械沉积分异作用为主形成的沉积矿床,含矿地质体包含砂岩和泥、页岩。其中,砂岩包括石英砂岩、长石石英砂岩、岩屑石英砂岩及SiO₂含量相对较高的其它砂岩,因原始物质成分及其后机械沉积分异作用的差异性等因素,形成了各种矿床规模、各种工业用途(冶金、陶瓷、化肥、玻璃、铸型、水泥、砖瓦、建筑)的砂岩矿床;泥(页)岩包括各种物质组成的泥岩或页岩,因原始物质差异及机械沉积分异作用(个别兼有生物化学沉积作用)、成岩作用的差异等,分别形成了各种矿床规模的陶瓷土、耐火粘土、页岩、页岩气、铀、累托石矿床。

1.3 化学沉积型矿床

是以化学沉积分异作用为主形成的沉积矿床,含矿地质体包括铝质岩、铁质岩、灰岩、黑色岩系等(注:本文暂把流体成矿作用形成的锰矿、重晶石矿归为该类型矿床中)。它们在贵州分别形成了铝土矿(伴生镓、锂等)、锰、铁、灰岩、镍钼钒、重晶石等矿产,其中铝、锰、重晶石、灰岩等矿

床规模常可达到大型、超大型,使它们成为了贵州的优势矿产和特色矿产。从成作用角度,还可分为外生外成矿床和内生外成矿床等,具体以流体成矿作用为主的内生外成矿床(如锰、重晶石)是贵州乃至全国都是非常重要的矿床类型。

需说明的是:贵州新元古界的锰矿、重晶石矿和二叠纪的锰矿是典型流体成矿作用形成的矿产(Zhou et al.,2022;周琦等,2023)。贵州省矿产地质志提出该类型锰矿、重晶石矿进行跨一级分类(内生矿床和外生矿床),即在矿床类型的一级分类中,增加“内生外成矿床”,二级分类增加“流体成矿作用矿床”,三级分类中增加“喷溢(流)沉积型矿床”。贵州南华纪和二叠纪锰矿则分别属于含烃气液喷溢沉积型锰矿床和气液喷溢沉积型锰矿床。在《中国矿产地质志·贵州卷·锰矿》终审会上,以陈毓川院士为组长的专家组对贵州省矿床类型划分中新增一类内生外成的矿床类型(陈毓川等,2015),认为是合理可取的。但考虑到已执行的中国矿产地质志研编技术要求中划分的18类矿床(三级),由于项目已进入中后期阶段,改动有难度,建议仍列入沉积作用矿床——化学沉积型(三级)中的成矿物质来自深部的化学沉积型矿床。

1.4 蒸发沉积型矿床

含矿地质体主要为蒸发沉积地层,包括同生—准同生白云岩、成岩白云岩、后生白云岩及碎屑白云岩地层。其次,还包括部分藻生物成因或白云岩化成因的白云岩地层。它们可形成各种规模的白云岩矿床,并可据其物质组成等特性分别作为冶金、饰面、化工、玻璃、建筑等用途白云岩,以及冶镁白云岩。

1.5 生物化学沉积型矿床

含矿地质体主要为含磷岩系、含煤岩系及含炭质碎屑岩地层等,形成了各种矿床规模的磷、煤、泥炭、煤层气、石煤、硫、碘、铀、石油、常规天然气、钾等矿产。究其成因,除了生物化学沉积外,往往还兼有其它地质作用,例如:磷矿还兼有机械沉积作用,煤矿叠加了变质作用,从而成为贵州的优势矿产。

1.6 风化型矿床

含矿地质体包括铁帽、淋滤残积层、堆积层、次生硫化物富集层四类。其中,铁帽中一般见于金属硫化物矿床或富含金属硫化物的岩石,在地表、近地表完全氧化带形成铁矿,个别指示了下部具有铅锌矿原生矿体;淋滤残积层中见有高岭土、陶瓷土、锰、钒、磷、粉石英、膨润土、坡缕石、埃洛石、石膏、钴等矿产;堆积层见有石膏、金、磷等矿产,可堆积于残坡积层或洞穴堆积物中;次生硫化物富集层在贵州见有银、铜等矿产,产于石英砂岩、岩屑砂岩及两者过度岩类,是原岩中富含铜、银硫化物在浅表氧化环境下氧化淋滤进入下部还原环境发生次生富集成矿。

2 主要矿种矿床类型及成矿作用分析

在上述研究基础上,本文对贵州省主要外生矿产的矿床类型、成矿作用及产出特征等作了进一步综合分析、整理和汇编,详见表2。

由于成矿作用是复杂的,成矿物质来源是多源的,而且往往彼此有重复或叠加(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,适当兼顾其系统性。

2.1 能源矿产

能源矿产在贵州主要有煤、煤层气、页岩气,次有常规天然气、铀、钍、地热。除少数铀矿、钍矿属于内生矿产外,多数属于外生矿产中的生物化学沉积型矿床。

煤、煤层气:煤矿为沼泽环境下的生物化学沉积作用成矿,并且除褐煤外都叠加了变质作用。贵州煤矿主要形成于晚二叠世,其资源量占贵州省的99%以上,其含煤岩系由西向东依次为陆相—宣威组(P_3x)、海陆交替相—龙潭组(P_3l)、海相—吴家坪组(P_3w)。以龙潭组煤矿资源储量最大,煤类齐全,涵盖气煤、气肥煤、肥煤、焦煤、瘦煤、贫瘦煤、贫煤、无烟煤等十类。贵州其它含煤地层有祥摆组(C_1x)、梁山组(P_2l)、火把冲组(T_3h)、二桥组(T_3J_1e)、翁哨组(N_1w)及留茶坡组(Z_6lc),其含煤地层往往分布不连续,含煤性及煤质较差,其中翁哨组和留茶坡组仅分别达到褐煤和石煤指标。贵州煤层气主要与龙潭组煤矿相伴生,而其它含煤岩系由于煤层薄,分布局限,稳定性差,基本上不具备煤层气勘探价值。

页岩气:页岩气在贵州一般为陆棚缓坡富有机质沉积环境下的生物化学沉积作用成矿,含矿层位主要为牛蹄塘组($E_{1-2}n$)、渣拉沟组($E_{1-2}zh$)、龙马溪组(O_3S_1l)、打屋坝组(C_1w)、旧司组(C_1j),次有陡山沱组(Z_1d)、变马冲组(E_2b)、五峰组(O_3w)、火烘组($D_{1-2}h$)、龙吟组(P_1l)。

铀:贵州省铀矿具有内生矿床和外生矿床两类。其中外生铀矿床包括机械沉积型矿床(泥页岩型,俗称黑色岩系型铀矿)和生物化学沉积型矿床(煤系型)两类。其中,机械沉积型矿床的沉积环境一般为被动陆缘裂陷盆地,如灯影组(Z_6dy)上段、牛蹄塘组($E_{1-2}n$)下段、旧司组(C_1j)、嘉陵江组($T_{1-3}j$)、关岭组(T_2g),容矿岩石为富含炭质泥页岩—硅质岩—硅质灰岩组合,往往与汞、钼构成共伴生矿产;生物化学沉积型矿床的沉积环境为滨岸—海陆过渡环境,主要是龙潭组(P_3l),容矿岩石为含煤岩系,往往与钒、磷构成共伴生矿产。

2.2 金属矿产

贵州省与外生成矿作用有关的金属矿产有铁、锰、钒、铜、铅、锌、铝、镁、镍、钼、钴、金、银等,多为沉积作用矿床,少数为表生作用矿床。

表 2 贵州省主要外生矿产矿床类型及产区明细表

Table 2 Major exogenic deposit and producing area of Guizhou province

矿种	矿床类型		成矿环境及成矿作用	含矿地质体及矿床式	主要产区	矿床实例	重要性
	二级	三级					
煤、煤层气	沉积作用	生物化学沉积型	生物化学沉积叠加变质作用	龙潭组	黔西北、黔西南	水城县格目底矿区玉舍井田、纳雍县中岭勘探区马中岭井田、赫章县结构勘查区煤矿	主要
				祥摆组、梁山组、火把冲组		荔波县茂兰煤田更班煤矿、威宁县猴场煤矿、贞丰县挽澜乡绿荫塘井田	次要
页岩气	沉积作用	生物化学沉积型	生物化学沉积	牛蹄塘组/渣拉沟组、龙马溪组、打屋坝组/旧司组	黔南、黔北地区		主要
				陡山沱组、变马冲组、五峰组、火烘组、龙吟组			次要
铀	沉积作用	机械沉积型	被动陆缘裂陷盆地沉积	富含炭质的泥页岩、硅质岩、硅质灰岩地层	铜仁、三穗	遵义县松林	
				龙潭组等含煤地层			
铁	沉积作用	生物化学沉积型	海陆过渡相生物化学沉积	大河口组、独山组(宁乡式)	毕节	毕节羊圈沟(钼矿)	
				大竹园组、梁山组(苦李井式)	毕节、黔南	黄平县平黄山	主要
				祥摆组、吴家坪组	毕节、黔南、黔东南	凯里市苦李井	次要
				龙潭组	黔中、黔北、黔东南	织金县马桑林	更次
				宣威组	毕节、铜仁、遵义、六盘水	金沙县重源铁矿	更次
				第四系	毕节威宁	威宁县炉山	次要
锰	表生作用	风化型	铁帽型	含烃气液喷溢沉积	全省各地	瓮安县苏家塘铁矿	更次
	沉积作用	化学沉积型	气液喷溢沉积	茅口组(遵义式)	黔东南、黔东南	松桃县大塘坡	主要
	表生作用	风化型	海相沉积	法郎组	红花岗、播州	红花岗区铜锣井	主要
			淋滤残积 锰帽型	两界河组(铁矿坪式) 茅口组(水城式)	安龙	安龙县石灰窑	次要
镍钼钒	沉积作用	化学沉积型	黑色岩系型化学沉积	留茶坡组、九门冲组(注溪式)	松桃	松桃县铁矿坪	次要
				牛蹄塘组(构皮滩式)	水城—纳雍	水城县徐家寨	次要
				牛蹄塘组	黔东南、黔东南	岑巩县注溪	主要
					黔中、黔北	余庆县构皮滩	主要
					黔北、黔南	播州区冉村沟	主要

续表

矿种	矿床类型		成矿环境及成矿作用	含矿地质体及矿床式	主要产区	矿床实例	重要性
	二级	三级					
铜	表生作用	风化型	砂岩型(次生硫化物型)	上三叠统一中侏罗统砂岩 三叠系飞仙关组	黔北、黔西北 黔西北、盘州、沿河	道真县上坝 赫章县德卓、大漆	次要 次要
	表生作用	砂矿型	原生矿风化剥蚀再堆积	第四纪残坡积层	赫章、水城	赫章县猫场厂—樟子厂	更次
铝(镓)	沉积作用	机械沉积— 化学沉积型	湖沼相粘土岩— 铝土矿沉积	九架炉组(修文式)	清镇、修文、贵阳	修文县小山坝	主要
			滨岸—湖沼相铝 碳泥质沉积	九架炉组(遵义式)	播州、息烽及开阳	播州区后槽	主要
				丰源层(龙里式)	龙里、瓮安	龙里县丰源	更次
				大竹园组(凯里式)	凯里、黄平	凯里市鱼洞	次要
	表生作用	堆积型	物理—化学风化成矿	大竹园组(务正道式)	黔北地区	务川县大竹园	主要
			物理—化学风化成矿	第四纪残坡积层	黔中、遵义地区		极少
镁	沉积作用	蒸发沉积型	蒸发沉积、藻生物沉积	娄山关组、关岭组、杨柳井 组、灯影组等多个层位	全省各地	关岭县关索	?
金	沉积作用	河流冲积型	砂金	河流冲积物(汨罗式)	天柱、锦屏、黎平、江口	天柱县下达	更次
	表生作用	风化型	土型金矿床	第四系堆积物(老万场式)	晴隆、盘州、普安、安龙	晴隆县老万场	次要
银	沉积作用	化学沉积型	化学沉积型	黑色岩系型	播州、汇川、纳雍、织金	纳雍县水东	更次
	表生作用	风化型	次生硫化物型	岩屑石英砂岩、岩屑砂岩	黔北、黔西北	习水县条台	次要
	沉积作用	生物化学沉积— 机械沉积	无障碍孤立台地沉积	洋水组(开阳式)	开阳	开阳县开阳	主要
			有障壁孤立台地沉积	洋水组(瓮福式)	瓮安、福泉、黄平、余庆	瓮安县白岩	主要
磷(碘)			台缘滩礁沉积	灯影组上部	福泉	福泉县厦安	主要
			台地生物滩沉积	戈仲伍组(新华式)	织金、清镇、习水	织金县新华	主要
			台地缘缓斜坡— 盆地沉积	陡山沱组(松林式)	遵义、丹寨、余庆	汇川区松林	次要
	表生作用	生物化学沉积型	台缘缓斜坡— 盆地沉积	留茶坡组(坝黄式)	铜仁市、镇远、三都	碧江区坝黄	次要
重晶石		风化型	风化淋积或堆积 作用成矿	第四系残坡积层、洞穴 积层	普安-册亨地区	普安县保冲	次要
	沉积作用	化学沉积型	流体喷流沉积型	留茶坡组(大河边式) 响水洞组(乐纪式)	天柱、镇远、玉屏、 镇宁	天柱县大河边 镇宁县乐纪	主要 次要
	表生作用	砂矿型	原生矿体遭风化剥蚀再堆积	残坡积层(三角山式)	修文、纳雍、平坝	修文县三角山	次要

续表

矿种	矿床类型		成矿环境及成矿作用	含矿地质体及矿床式	主要产区	矿床实例	重要性
	二级	三级					
硫	沉积作用	生物化学沉积型	煤系沉积成矿	二叠系上统龙潭组(叙永式) 二叠系中统梁山组(果水式)	毕节市、遵义市、黔南州、铜仁地区	播州区三岔河 瓮安县果水	
			含铝岩系沉积	九架炉组	遵义地区	播州区岩上	
石灰岩	沉积作用	化学沉积型	台地相化学沉积	台地相灰岩地层为主,以开阔台地相、生物礁相灰岩最佳	全省各地	贵阳滥泥沟	主要
			斜坡至盆地相化学沉积	各时代斜坡至盆地相灰岩地层,矿石质量较差	黔南、黔东南地区	罗甸县末槽	次要
白云岩	沉积作用	蒸发沉积型	蒸发沉积、藻生物沉积	台地相白云岩地层为主,个别为灰岩经白云岩化地层	全省各地	水城县堰塘	主要
砂岩	沉积作用	机械沉积型	陆相沉积	沙溪庙组、二桥组、自流井组	黔北、黔西北、黔西南西部	水城长海子	主要
			海相-三角洲相沉积	祥摆组、独山组、蟒山组、邦寨组、大河口组、龙潭组等	贵阳、凯里、黔南	贵阳半坡、都匀桐州、惠水龙塘	次要
页岩	沉积作用	机械沉积型	海相沉积	飞仙关组浅(桐木冲式)	都匀市	都匀市桐木冲	主要
陶瓷粘土	沉积作用	机械沉积型	浅海相	寒武系杷榔组(棉花坡式)	凯里—铜仁地区	凯里棉花坡	次要
	表生作用	风化型	湖相机械沉积	自流井组綦江段(茅台式)	仁怀市	仁怀市茅台	主要
耐火粘土	沉积作用	机械沉积型	淋滤残积	第四系坡残积层(金城式)	黔南、贵阳地区	绥阳县金城	次要
	沉积作用	机械沉积型	河湖相机械沉积	九架炉组中铝土矿(修文式)	贵阳地区	修文小山坝	主要
高岭土	沉积作用	化学沉积型	古风化壳风化沉积	二桥组(新添寨式)	贵阳—安顺地区	贵阳市新添寨	次要
	表生作用	风化型	淋滤残积	九架炉组(将军石式)	凯里地区	凯里市将军石	主要
				梁山组(窑货厂式)	凯里地区	丹寨县窑货厂	主要

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。

铁:尽管贵州外生铁矿床明资源量不多,但矿床类型及矿床点数量却颇多,包括多个层位、多个沉积相位的沉积型和第四系风化型铁矿床。此外,某些铁矿床还叠加有其它成矿作用,例如,黔西北的铁矿山、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形成脉状矿体(廖士范,1980),故可称为叠生矿床。

锰:大塘坡组(Zh_2d)锰矿(大塘坡式)是喷溢沉积作用形成。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,为喷溢沉积型锰矿床(周琦,2017,2023)。茅口组(P_2m)锰矿(遵义式)也类似,深部富含Si、Mn的成矿热液沿同沉积断裂上升,喷溢进入地堑沉积成矿,为热液喷溢沉积型锰矿床(刘志臣,2021)。贵州锰矿有少数为表生作用形成的风化型氧化锰矿床,具体包括淋滤残积型矿床(铁矿坪式)、锰帽型矿床(水城式)两种。水城式锰矿曾被认为是沉积型锰矿,后经研究为茅口组含锰灰岩经第四纪风化淋积成矿,为锰帽型锰矿床(陶平,2005)。

镍钼钒:贵州除个别钼矿为岩浆岩型、个别镍矿为浅成低温热液型矿床外,绝大多数镍、钼、钒矿床属于化学沉积型矿床,产于留茶坡组(Z_{6lc})、九门冲组(Z_{jlm})、牛蹄塘组(ϵ_{1-2n})、等黑色岩系中。据高军波(2011)、薛忠喜(2021)等,这些层位黑色页岩型镍钼钒矿层均为海底热水(液)喷流沉积作用形成,具有许多典型的热水喷流沉积特征。

铜:贵州铜矿以内生矿床为主,表生矿床较次。表生铜矿床均为风化型矿床,俗称砂岩型铜矿,一般是砂岩地层富含的铜在新生代以来沿断裂或层间裂隙淋滤下渗至地下还原环境形成的次生硫化物矿床。此外,黔西北峨眉山玄武岩组中的铜矿床(铜厂河式)除了浅成低温热液成矿作用外,往往也有次生硫化物成矿作用的叠加,在表2中未列出。

铅锌:贵州表生作用铅锌矿床在黔西北偶尔可见,为浅成中—低温热液型铅锌矿床在表生环境下经风化形成的砂矿,赋存于第四系残坡积层中。

铝土矿:贵州铝土矿多为机械沉积—化学沉积成因,产于湖沼相地层九架炉组(C_{4j})和丰源

层(FBY)或滨岸—湖沼相地层大竹园组(P_1d)。因其含矿岩系及底板地层的差异划分出五个矿床式(修文式、遵义式、大竹园式、龙里式、凯里式)。这些沉积型矿床有时叠加了表生成矿作用,例如,某些矿体在浅部氧化环境产生去硫、去硅、脱炭作用而使矿石质量大大提升,某些矿体遭受风化剥蚀再堆积于残坡积层中形成堆积型矿体,从而具有叠生矿床属性。

金、银:贵州金、银矿以内生矿产为主,外生者较少。外生矿床主要是古岩溶洼地或第四系残坡积物中的风化型金矿,又称土型金矿(老万场式),因未达到红土化程度而不能称为“红土型”金矿,是附近原生卡林型金矿(化)体在风化成壤过程中富集成矿(陶平,1999)。此外,还有第四系河流冲积物的砂金矿床(汨罗式),矿源是上游原生石英脉型金矿体。贵州外生银矿,均为伴生矿产,伴生于次生硫化物型铜矿床(砂岩铜矿)或化学沉积型镍钼矿床中。

2.3 非金属矿产

贵州外生作用形成的非金属矿产包括四类:(1)工业矿物类:包括磷矿、重晶石、萤石、硫铁矿、水晶砂矿、石膏、碘等;(2)工业岩石(土)类:包括石灰岩、泥灰岩、白云岩、石英岩、砂岩、粘土岩、高岭土、膨润土、高岭土等;(3)宝玉石类:包括水晶砂矿、金刚石;(4)观赏石类,包括岩石类和化石类等。下文仅择要阐述。

磷(碘):贵州磷矿极为丰富,产出层位多,蕴藏量大,主要为沉积作用矿床,极少为表生作用矿床。据陈国勇(2023),沉积作用矿床主要是含生物化学沉积—机械沉积磷矿床(洋水组、灯影组、戈仲伍组等台地相白云质磷块岩沉积)、其次是生物化学沉积磷矿床(陡山沱组、留茶坡组、牛蹄塘组等陆棚相或盆地相硅质磷块岩沉积)。碘矿作为磷矿的伴生矿产,主要产于洋水组、陡山沱组的磷块岩矿床中。

重晶石:贵州重晶石主要为流体成矿作用形成,即喷流沉积矿床,主要是大河边式重晶石矿床,其次是乐纪式重晶石矿床,它们分别产于留茶坡组和榴江组,分别为早、晚古生代裂谷—裂陷环境海底热液喷流沉积成矿,均为海底热液喷流沉积型(杨瑞东等,2007;陶平,2015;周琦,2023)。贵州砂矿型重晶石矿床是原生重晶石

矿床在第四纪表生作用下形成的残坡积层型矿床。

石灰岩:石灰岩是贵州典型的大宗外生矿产,按工业用途可分为水泥用、电石用、熔剂用、制灰(碱)用、玻璃用、饰面用、建筑材料用灰岩,但按矿床成因均属于化学沉积型矿床。贵州石灰岩矿产的产出层位极多,主要是台地相—斜坡相地层,个别为淡水湖泊相地层,但以开阔台地相灰岩矿石质量较好,半局限台地相灰岩矿石质量较差,其它相位地层灰岩质量更差。

白云岩:据《中国区域地质志·贵州志》(2017),贵州省白云岩产出层位极多,包括同生—准同生白云岩、成岩白云岩、后生白云岩及碎屑白云岩地层。白云岩矿产主要产于同生—准同生白云岩地层中,主要为蒸发沉积作用成矿,但部分兼有生物作用(主要是藻白云岩、藻叠层白云岩及凝聚而成的藻颗粒白云岩)。成岩白云岩、后生白云岩及碎屑白云岩也可作为白云岩矿产,但常常矿体规模较小、矿石质量较差。

砂岩:均为机械沉积型矿床,细分二桥组(T_3J_1e)、沙溪庙组(J_2sh)、自流井组($J_{1-2}z$)、綦江段等陆相(河湖)沉积,以及祥摆组(C_1x)、独山组(D_2d)等滨海沉积地层,其次是宣威组(P_3x)、箐竹寺组($E_{1-2}qz$)、回星哨组($S_{1-2}hx$)、梁山组(P_3l)、长安组(Zh_1ca)、丹林组(D_1d)、上司组(S_1sh)、龙吟组(P_1l)、火把冲组(T_3h)、涓潭组($O_{1-2}m$)等海相—三角洲相沉积。

页岩:贵州页岩矿产的产出层位多,蕴藏量大,可作为砖瓦用、水泥配料用、建筑用等,其矿床成因类型属机械沉积型。

其它非金属矿产:诸如粘土类非金属矿产(陶瓷粘土、耐火粘土、高岭土、砖瓦用粘土、水泥配料用粘土),以及观赏石类非金属矿产[包括岩石类(细分水冲石、山采石、洞穴石等)、化石类]、粉石英等。很显然,它们分别为多种外生作用形成。

3 结论

本文以《中国矿产地质志·贵州卷》研编项目为依托,以近年来贵州省外生矿产勘查及研究成果为支撑,通过进一步研究,重点取得了以下成果:

(1)遵循《中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求》,系统开展了全省外生矿产的矿床(成因/工业)类型划分,包含一、二、三级矿床类型。

(2)对贵州省主要外生矿产的矿床类型、成矿环境、成矿作用、含矿地质体及矿床式、主要产区等作了进一步综合分析、整理和汇编。

(3)对贵州省外生矿产中,其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。

以上研究成果,对贵州省外生矿产的勘查、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.
- 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.
- 高军波,魏怀瑞,刘坤,等. 2011. 贵州遵义—纳雍一带寒武系黑色岩系中钼镍矿层的沉积特征[J]. 地质与资源,20(03):234-239.
- 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]. 中国地质大学,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,杜昌乾,马荣,等. 2005. 贵州及邻区二叠系锰矿地质特征及成矿作用探讨[J]. 贵州地质,(02):103-108+102.
- 陶平. 1999. 黔西南泥堡卡林型金矿地质特征及其与附近“红土型”金矿的关系. 贵州地质,16(3):213-220.
- 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.
- 薛忠喜,高军波,杨瑞东,等. 2021. 黔东南三穗下寒武统黑色岩系中钒富集机制研究[J]. 地质论评,67(05):1321-1331.
- 中国矿产地质志项目办公室. 2016. 中国矿产地质志·省级矿产地质志研编技术要求[R]. 1-70.
- 《中国区域地质志·贵州志》编辑委员会. 2017. 中国区域地质志·贵州志[M]. 北京:地质出版社,1-1153.
- 周琦,杜远生,袁良军,等. 2017. 含烃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,(05):943-954.
- Zhou Qi, Wu Chonglong, Hu Xiangyun, 2022. et al. 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 Exogenic and Endogenic Exogenic Mineral Deposits in Guizhou

CHEN Qi-fei, TAO Ping, LI Chao-jin

(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*)

[**Abstract**] Based on ‘Geology of Mineral Resources of China Guizhou Volume’, according to the exogenic mineral exploration and studying results of Guizhou in recent years, following the technical requirement of ‘Geology of Mineral Resources of China provincial level’, the exogenic deposit (genetic/industrial) type division of Guizhou province are finished, including level one, two and three deposit. The deposit type, mineral environment, mineralization, ore bearing geological mass, mineral deposit model and major mineral producing area of exogenic deposit in Guizhou province are analyzed, treated and collected. The indistinguishable and controversial mineral species of exogenic mineral in Guizhou province are analyzed and discussed. There studying results will afford some guidance for exogenic deposit research and exploration of Guizhou province.

[**Key Words**] Exogenic deposit; Deposit type; Mineralization; Metallogenic environment; Sedimentary facies; Guizhou

(上接第 352 页)

tectonic cycle in Guizhou are studied. It is considered that in this tectonic cycle, with the development of tectonic dynamics from divergent (fragmentation) to convergent (orogeny), the basin type changed from intracontinental rift (valley) basin to passive continental margin basin, and then changed into intrabasal depression basin. Thus formed the unique geological construction of each period and a variety of minerals, especially the most characteristic sedimentary minerals such as manganese, phosphorus and barite in Guizhou. These minerals show orderly distribution in various geological formations and their geological bodies. On this basis, one metallogenic series and several sub-series related to sedimentation, epigenetic meso-low temperature hydrothermal process and magmatism are established and discussed. The regional metallogenic model of minerals related to the black rock series from Nanhua period to Early Cambrian in Guizhou was established. These results further reveal the regional metallogenic regularity of this cycle in Guizhou.

[**Key Words**] Xuefeng movement; Caledonian movement; Tectonic evolution; Metallogenic series of deposit; Metallogenic regularity; Guizhou province