

松桃大塘坡组地质特征揭示锰矿成矿因素研究

杨云杰*

(贵州省有色金属和核工业地质勘查局一总队, 贵阳 551400)

摘要:为揭示特殊地质条件下的锰矿矿床成因和控矿因素,本文对贵州省松桃县大塘坡组地层特征与锰矿成矿关系展开研究分析,总结出大塘坡组地层厚度、岩相标志、古断裂(方向性与等距性)以及 Mn/Cr 比值规律,与锰矿品位及矿体厚度呈正相关性。根据大塘坡组及锰矿体的厚度变化规律分析,通过沉积环境、沉积相和沉积物源等分析研究,发现松桃道坨—冷水成锰沉积盆地和杨立掌—李家湾成锰沉积盆地为同一个成锰沉积盆地,进一步说明了该区锰矿资源潜力较大。

关键词:大塘坡组;地层特征;锰矿;矿床成因;贵州;松桃县

中图分类号:TD801 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2024)11-0061-7

0 引言

锰矿资源的开发利用伴随着现代社会的发展,已经在冶金、轻工业、电子材料以及化工等行业中得到了广泛运用。我国锰矿资源大多集中在由湖南省花垣县、重庆市秀山县和贵州省松桃县共同构成的中国“锰三角”范围内^[1]。其中,松桃县更是有着“中国锰都”的美称,其矿藏储备丰富,锰矿产品类型全面,带动了当地矿业领域的高速发展^[2]。近年来,随着贵州铜仁松桃锰矿成矿规律研究的深入及找矿技术的发展,区域锰矿勘查与探矿找矿工作取得了重大进展。与此同时,伴随而来的产业结构不合理、开采利用技术滞后、创新能力不足以及环境污染严重等问题也影响了锰矿资源的开发利用。本文从松桃大塘坡组地层特征角度出发,通过地质测量、探矿工程、水工环地质调查及分析测试等工作,对详查区内已发现的锰矿体通过系统的工程加以控制,并估算锰矿控制资源量及推断资源量,旨在进一步厘清该区域主要地层与锰矿成矿的关系,促进该区锰矿资源的科学发掘和利用,促进松桃县锰矿资源进一步走上可持续发展的道路。本文对松桃大塘坡组地层特征与锰矿成矿关系开展研究分析。

1 区域地质概况

贵州铜仁松桃锰矿区位于扬子陆块与华夏陆块的过渡区,跨越上扬子地块和江南造山带,松桃县大地构造分区如图1所示。

如图1所示,区域内出露地层由老到新主要有青白口系、南华系、震旦系及寒武系地层组成,锰矿赋存于南华系下统大塘坡组一段含锰岩系底部炭质页岩中^[3]。沉积组合特征为碳酸盐岩组合,岩性为黑色泥质及碳酸盐岩含锰建造、冰碛砾岩组合,青白口系下江时期为浅变质碎屑岩,主要由石英砂岩、变余砂岩、变余凝灰质砂岩、凝灰质板岩、绢云板岩等组成。震旦系由碎屑岩、硅质岩夹碳酸盐岩组成,属浅海至深海过渡的斜坡带沉积^[4]。区域内寒武系出露较为完整,沉积组合特征为碳酸盐岩组合,出露的地层有青白口系下江时期张家坝组至寒武系变马冲组及第四系,其岩石工程地质特征质量等级如表1所示。

2 矿区地质特征

区域大地构造属于江南复合造山带之五级构造单元—铜仁复式褶皱变形区,区内经历多次构造运动,地质褶皱和断裂现象较为发育,主构

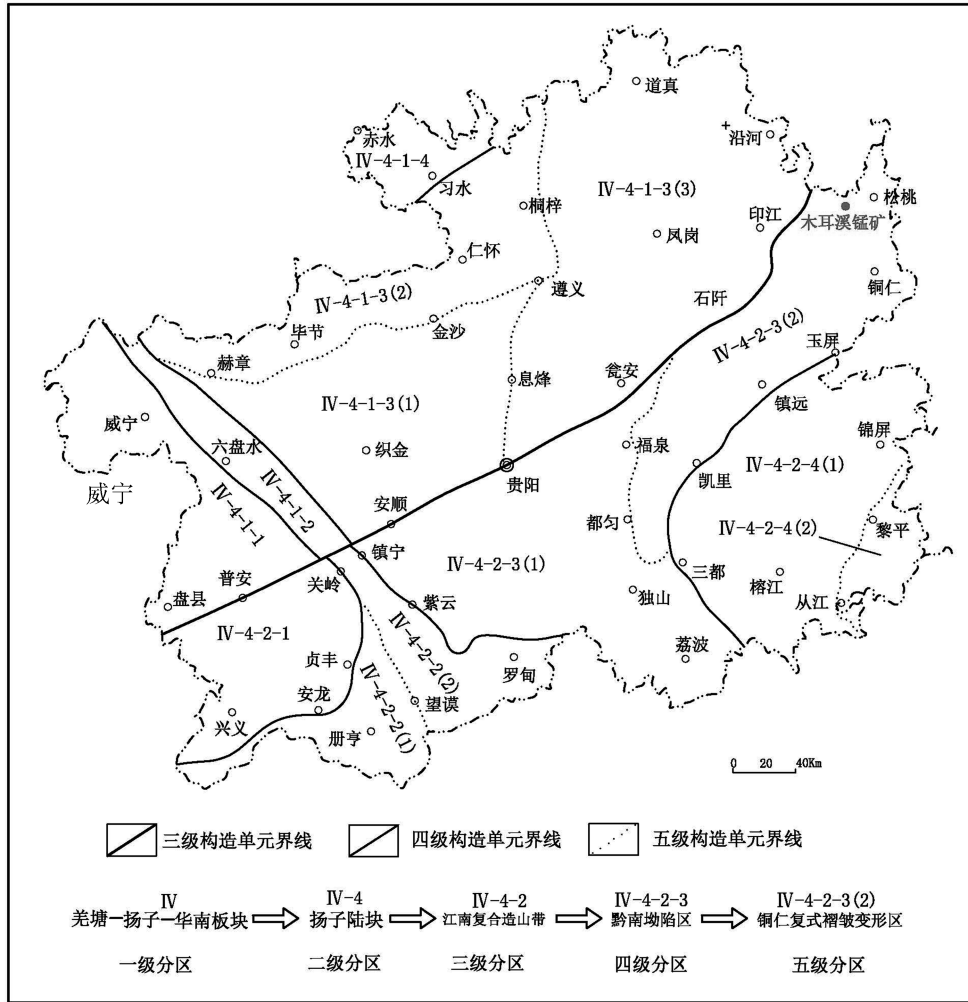


图 1 松桃县大地构造分区图

表 1 岩石工程地质特征质量等级表

层位	厚度 (m)	主要岩性	RQD (%)	等级	岩石质量描述	岩性完整性评价
Pt ₃ ^{2c} n	15.27—89.12 47.45(不全)	含砾(冰碛)砾岩	35.00—92.00 65.22	III	一般	中等完整
Pt ₃ ^{2b} d ²	93.10—193.11 156.25	粉砂质粘土岩	38.00—97.00 84.64	II	较好	岩体较完整
Pt ₃ ^{2b} d ¹	10.84—21.07 14.06	炭质页岩	90.00—95.00 92.25	I	好	岩体完整
Pt ₃ ^{2b} f	1.22—52.23 8.66(不全)	石英砂岩	83.00—95.00 91.00(不全)	I	好	岩体完整

造线方向呈北北东向、北东向展布,主要断裂为木耳压扭性断层,断层从矿区北西角穿过^[5]。

2.1 地层特征

矿区内出露地层为南华系中统大塘坡组第一段(Pt₃^{2b}d¹)、大塘坡组第二段(Pt₃^{2b}d²)、寒武

系组芬兰统—第二统牛蹄塘组(C₁₋₂n)和寒武系第二统变马冲组(C₂b),岩性为黑色炭质页岩、粉砂质粘土岩、砂质页岩及粉砂岩,岩石力学强度低,局部地段风化程度高,工程力学性质差,斜坡自然稳定性差,易发生滑坡、滑塌等地质灾害,

岩性以碳酸盐岩为主^[6,7],经实地勘探,区域内主要地层特质如下。

2.1.1 上泥盆统融县组

上泥盆统融县组出露厚度为 115m,下部为灰色—灰白色致密厚层灰岩夹白云岩团块,化石稀少,上部为浅灰色中厚层灰岩夹白云岩团块,呈缝合线构造,厚层灰岩中伴随部分菊石化石。

2.1.2 下石炭统岩关组

下石炭统岩关组的岩性稳定,厚度变化较大。由中部向东、西部均有明显变厚,岩性底部为灰色、灰白色粗晶白云岩夹灰岩透镜体,厚 12~24m,上为深灰色、灰色含生物碎屑厚层灰岩,局部夹白云岩团块,顶部为厚层灰岩,与下伏上泥盆统呈整合接触。

2.1.3 下石炭统大塘组

下石炭统大塘组的岩性及厚度在矿区范围内变化较大,东部及西部主要为白云岩,东部厚度约为 49m,西部厚度约为 74m,中部为灰岩,厚度约为 191m,按岩性组合特征可分为下、中、上三段。下段与下伏岩关组呈平行不整合接触,中段分布在矿区中北部,厚度约为 116m。顶部普遍有一层厚约 1m 的泥灰岩,风化后呈黄色、灰绿色的泥岩并形成了丰富的腕足类化石;上段分布在矿区中部,厚度约为 25m,该段产珊瑚及腕足类化石甚多,上部区域为碳酸锰矿的赋矿部位^[8]。

2.1.4 中石炭统大埔组

中石炭统大埔组按岩性的不同分为上、下两部分,全层厚约 161m,底部以一层厚 0.5~1m 的铁质及硅质胶结的角砾状白云岩为主,与下伏大塘组上段呈平行不整合接触。

2.1.5 中石炭统黄龙组

中石炭统黄龙组厚度不全,底部为灰—深灰色薄层灰岩,含较多硅质结核及条带,上为深灰色厚层灰岩,含硅质结核并与下伏地层呈整合接触。

2.1.6 第四系地层

第四系地层特质呈土黄色冲积、坡积层土夹白色岩屑及灰岩块。靠近矿层部分均为褐黑色

锰土,土质较松,多堆积在山坡或喀斯特谷地,厚度极无规律,一般厚 0.3~5.5m。其中,锰矿化露头面上堆积的残、坡积层可以形成氧化锰矿层。

2.2 构造特征

2.2.1 褶皱

勘查区位于大塘坡组区域性大背斜—洛富—塘岭背斜的中部,里苗弯隆状背斜核部边缘,该区域地质构造相对复杂,发育大量的褶皱和断裂^[9]。区内主要褶皱为里苗弯隆状的半封闭背斜,背斜轴线总体走向北东—南西向,轴面倾向南东,两翼多不对称,南东翼岩层倾角一般 15~25°,北西翼岩层倾角一般 3~10°。背斜北部因受后期形成的北西向断层破坏,使融县组直接与中石炭统大埔组呈断层接触,而南东、南西及西面分别出露下石炭统岩关组、大塘组及中石炭统大埔组、黄龙组^[10]。

2.2.2 断层

区内北西西走向正断层,从勘查区北东面边缘经过,再沿上良村北面到坡贯屯附近呈北西西走向贯穿区内,断层面倾向北东,倾角 46°。北北东走向正断层,位于里苗村之西约 500m,走向近于南北,断层面倾向 296°,倾角 67°。断层为成矿期后形成的断层,由于断层破坏,使上、下石炭统沿走向错断,互不连续,对区内碳酸锰矿层的破坏影响较大^[11,12]。

2.3.1 北西向断裂构造

区域内具有代表性的断裂有龙头山断层(F2):位于矿区北东角,总体呈北西向(328~148°)延伸,倾向北东,倾角不明,为一正断层,上、下盘皆为大塘坡组的粉砂质粘土岩及富禄组的砂岩,该断层经过区域无锰矿层,其切断了矿区北东角的大塘坡组与富禄组地层界线^[13]。

2.3.2 北东向断裂构造

(1) 摇香董正断层(F1):位于矿区北东角摇香董附近,总体呈北东向(39~219°)延伸,倾向北西,倾角 47°,区内延伸长约 1km,为正断层,断层面上、下盘皆为大塘坡组的粉砂质粘土岩和南沱组的冰碛砾岩,断距约 9m。ZK2-12 及 ZK4~

12 于大塘坡组第二段下部均揭露该断层,断层破碎带宽 0.37 ~ 4.13m,见断层角砾,角砾成份为粉砂质粘土岩,呈棱角状、次棱角状,胶结物为钙质,胶结较好^[14]。该断层经过区域无锰矿层,其切断了南陀组与大塘坡组、大塘坡组与富禄组地层界线。

(2)道塘正断层(F3):位于矿区中部斜穿道塘水库,总体呈北东向(45 ~ 225°)延伸,倾向南东,倾角 83°,区内延伸长约 1.8km,为正断层,断距 20 ~ 35m。F3 断层的南东盘为上盘,上盘为大塘坡组的粉砂质粘土岩和南陀组的冰碛砾岩,下盘的地层主要为富禄组的砂岩、大塘坡组的粉砂质粘土岩和南陀组的冰碛砾岩,破碎带宽约 8m,其间被角砾充填,角砾成份为粉砂质粘土岩,呈棱角状、次棱角状,胶结物为钙质,胶结较好^[15]。该断层经过区域无锰矿层,其切断了南陀组与大塘坡组、大塘坡组与富禄组地层界线,道塘正断层如图 2 所示。

3 成矿条件分析

区域成矿类型为海相化学及生物化学沉积碳酸锰矿床,成矿物质具有多源性特点,大致分为火山源—渗流热卤水源—陆源—海源的主从

序列^[16]。由于早震旦世铁丝坳期冰消作用后,海水体积增加引起海平面上升,同时沿着基底断裂控制的拉张带有富锰热水溶液上涌溢流或喷流,在海底一系列走滑盆地中形成富锰的地球化学场,盆地中由于处于强还原环境,菌藻等微生物在还原环境下发育繁殖,不仅增加了锰质的溶解度,也使局限封闭的盆地中不断富集锰,而且生物作用也有利于锰的聚集,加速了锰的成矿作用^[17]。

3.1 古地理条件

松桃大塘坡组成矿区位于扬子板块东缘,东濒江南岛弧区,使扬子地台形成及抬升的 Rodinia 超大陆分裂解,表现为造山运动,形成了一系列北东向的山前断陷盆地。盆地东侧北东向展布的湘黔深大断裂带,使该区处于浅边海环相带或泻湖相潮坪带中的裂陷盆地。在盆地形成过程中,由于地质构造和火山活动等原因,在南华系时期的天然气渗漏使沉积成锰盆地对水体为厌氧,呈缺氧环境,其物理、化学条件改变并形成了大规模的成矿条件^[18]。这类盆地对成矿最有利,矿床具有规模大、矿石品位高、厚度稳定以及变化小等特点。



图 2 道塘正断层图(F3)

3.2 构造条件

根据对湘黔周边地区南华系锰矿的研究,验证了 Rodinia 裂解过程也是一次重大沉积成矿过程。华南新元古代 Rodinia 裂解形成的裂谷盆地是本类锰矿聚结沉淀的场所,裂谷盆地中发育的同期古断裂(裂隙)构造控制着锰矿床分布,往往是一条断裂就能控制一个或几个矿床^[19]。已勘查表面区内的三阳断裂、杨立掌断裂、红石断裂、木耳断裂、平头断裂均为控相与控矿古断裂构造,这些断裂构造成矿期的运动对区内锰矿的分布具有密切关系^[20]。

3.3 地层岩相条件

南华系大塘坡组一段黑色炭质页岩是区域锰矿的主要赋矿层位,黑色炭质页岩的厚度、岩相特征和岩性组合对其锰矿有明显的控制作用,含矿层下伏地层为富禄组、上覆地层为大塘坡组,岩性的厚度及岩相,对锰矿的产出形成了较好的条件。

4 找矿标志分析

4.1 地层及岩相标志

(1)层位标志:锰矿产于大塘坡组第一段(含锰岩系)黑色岩系中,有无含锰岩系是找矿的直接标志。

(2)含锰岩系厚度找矿标志:含锰岩系为大塘坡组第一段黑色岩系,含矿岩系一般大于 10m 左右存在菱锰矿工业矿体,而小于 10m 一般无工业矿体。

4.2 微量元素标志

微量元素在成矿过程中扮演着重要的角色。微量元素由于其特殊的地球化学性质,在不同的地质体中含量和变化较为稳定,具有较高的反应灵敏性,它们与主要物质成分之间存在密切的内在联系,可以作为元素指示剂。通过矿物微量元素组成可以反演成矿流体的性质和演化规律,并追溯成矿物质的来源。微量元素在成矿过程中的作用和影响是多方面的,它不仅能提供关于成矿流体性质和演化规律的信息,还能帮助预测矿

化中心的位置和成矿潜力。本区锰矿主要为海相沉积型碳酸锰矿床和次生氧化锰矿,赋存于南华系上部灰岩、隧石灰岩和含锰灰岩中。表明其是在早石炭世晚期末,燕山运动时期形成的,有上、下两个含矿层,上含锰层于大塘组顶部。上距中石炭统大埔组白云岩 1~10m,上含锰层与下含锰层之间约距 15~20m。矿体分布主要受下石炭统大塘组层位控制,区域成矿条件较好,目前已发现里苗、肯朋、塘岭、更峒 4 处小型碳酸锰矿床,成矿层位长达几十公里。

5 结论和建议

5.1 结论

综上所述,锰矿的形成是一个复杂的地质过程,它涉及到多种地质作用和环境条件,表明了地质特征在锰矿的形成中起到了极其重要的作用,区域地质特征也影响着锰矿的形成、分布、类型和规模。文章对贵州省松桃县大塘坡组地层特征与锰矿成矿关系展开了研究分析,不仅揭示了锰矿的成因,提供了对锰矿资源勘探开发的科学依据,让我们能够更加科学地预测区域内潜在的锰矿资源,还可以为同类矿产资源的开发提供指导。

5.2 建议

相较于“锰三角”中其他两县,松桃县的矿床存在品位较低,纯度较低和可选性差的劣势,要合理利用自身矿藏储备量丰富,产出层位较稳定和找矿潜力巨大的优势,进一步开展对区内矿产资源的整理分类。要对富矿床与贫矿床进行差异性合理开采,按照矿产资源一次性服务和不可再生原则,对矿产资源进行合理的保护性开采,促进锰矿资源的开发利用实现可持续发展。

参考文献(References):

- [1] 张晋霖. “锰三角”松桃河水环境变化趋势分析[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(05): 45-47.
- [2] 唐杰, 王琳霖, 任静, 等. 贵州松桃县盘石镇中寒武统清虚洞组微生物岩沉积微相及模式[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2024, 51(02): 181-

- 192, 209.
- [3] 刘志臣, 周琦, 杨瑞东, 等. 黔北—滇东二叠纪锰矿主要成矿规律与成矿区带划分[J]. 矿产综合利用, 2024, 45(01): 62 - 72.
- [4] 武斌, 周立军, 吕智超, 等. 内蒙古额济纳旗黑山咀金多金属矿地质特征及成矿规律[J]. 西部资源, 2023, 53(05): 42 - 45.
- [5] 周琦, 袁良军, 吴冲龙, 等. 贵州新元古代锰、重晶石等矿床成矿系列及找矿突破[J]. 地球学报, 2023, 44(05): 943 - 954.
- [6] 裴冰冰, 蔡春芳, 张吉振, 等. 贵州省松桃大塘坡组合锰岩系的形成环境分析[J]. 地质科学, 2023, 58(02): 489 - 510.
- [7] 田欢欢, 樊海峰, 何明勤, 等. 重庆秀山地区大塘坡组锰矿稀土元素地球化学研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2022, 41(03): 557 - 571.
- [8] 冯开友, 金廷福, 曾俊芳, 等. 贵州松桃白石溪锰矿床地质特征与找矿标志[J]. 四川有色金属, 2021, 38(03): 14 - 19.
- [9] 李婷婷, 朱光有, 赵坤, 等. 华南地区南华系大塘坡组黑色岩系地质地球化学特征与有机质富集机制[J]. 石油学报, 2021, 42(09): 1142 - 1162.
- [10] 张予杰, 安显银, 刘石磊, 等. 黔东北地区大塘坡组早期含锰沉积充填、岩相古地理与锰矿的关系[J]. 中国地质, 2020, 47(03): 607 - 626.
- [11] 陈志友, 何卫军, 龙洋. 贵州省松桃县大路锰矿矿床地质特征[J]. 西部探矿工程, 2022, 34(04): 157 - 161.
- [12] 杨旭, 梁鹏, 范波, 等. 贵州松桃高地锰矿地质勘查监理工作浅析[J]. 化工矿产地质, 2021, 43(03): 285 - 288.
- [13] 张遂, 沈红钱, 袁良军, 等. 华南南华纪武陵锰矿成矿带松桃举贤地堑盆地特征与潜力预测[J]. 贵州地质, 2022, 39(04): 315 - 321, 341.
- [14] 王琦, 胡亚净, 宋伟利, 等. 岩溶山区危岩稳定性分析及危害性预测——以贵州松桃县长冲危岩体为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2023, 34(01): 75 - 84.
- [15] 张遂, 沈红钱, 冯开友, 等. 关于贵州松桃高地超大型锰矿床冷水犁式断层(F3)特征再认识[J]. 贵州地质, 2021, 38(02): 139 - 145.
- [16] 周应华, 张伍林, 袁方. 贵州松桃锰矿床地质条件及资源开采技术探索[J]. 冶金管理, 2021, 36(05): 18 - 19.
- [17] 沈小庆, 杨炳南, 何帅, 等. 音频大地电磁法在深部隐伏锰矿找矿中的应用——以贵州松桃普觉锰矿为例[J]. 地质力学学报, 2021, 27(06): 987 - 997.
- [18] 吴位远, 吴自成. 贵州松桃杨家湾—黑水溪南华纪早期成锰盆地特征及深部锰矿找矿预测[J]. 冶金管理, 2021, 36(09): 105 - 106.
- [19] 谢小峰, 覃英, 温官国, 等. 浅论贵州铜仁松桃锰矿区大塘坡组地层与锰矿成矿的关系[J]. 贵州地质, 2014, 31(01): 32 - 37.
- [20] 陈旭, 许乔. 贵州省松桃县木耳溪锰矿地质特征及找矿方向[J]. 云南地质, 2020, 39(01): 31 - 36.

作者简介:

第一作者/通讯作者: 杨云杰, 1991 年生, 男, 四川会理人, 贵州省有色金属和核工业地质勘查局一总队, 工程师, 主要研究方向为矿产资源勘查工作。Email: yyll9109@163.com

Study on the Ore – Forming Factors of Manganese Ore Revealed by the Geological Characteristics of Datang Slope Formation in Songtao County

YANG Yunjie *

(First Brigade of Nonferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou,
Guiyang 551400, China)

Abstract: To reveal the reasons and formation factors of manganese ore under special geological conditions, this article analyzes the relationship between the geological characteristics of the Datang Slope Formation in Songtao County, Guizhou Province and the mineralization of manganese ore. This research summarizes the thickness, lithofacies markers, ancient faults (direction and equidistance), and Mn/Cr ratio rules of the Datang Slope Formation, all of which are positively correlated with the grade of manganese ore and the thickness of the ore body. Based on the thickness variation law of Datang Slope Formation and manganese ore body, and through the research of sedimentary environment, sedimentary facies, and sedimentary sources, it's found that Daotuo – Lengshui manganese sedimentary basin in Songtao County and Yanglizhang – Lijiawan manganese sedimentary basin are the same manganese sedimentary basin, indicating the great potential of manganese resources in this area.

Key words: Datang Slope Formation; stratigraphic characteristics; manganese ore; Guizhou Province; Songtao County