

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2024.04.008

黔西北地区梅树村期磷矿找矿潜力探究

杨光亮

(中化地质矿山总局贵州地质勘查院, 贵阳 550003)

摘要: 震旦纪-寒武纪扬子陆块进入稳定发展时期, 扬子地台周边深大断裂的活动及扬子地台内部大断裂的活动, 使地台内部形成数个隆起和断陷。黔西北地区位于扬子地台西南缘, 早寒武世含磷岩系以浅水碳酸盐岩含磷岩系为主。通过对研究区及周边含磷岩系剖面对比分析, 黔西北地区在梅树村期大部处于潮上、潮间至潮下过渡环境, 局部可能处于生物碎屑滩边缘部位, 是磷块岩沉积的有利场所。受后期构造运动影响, 黔西北地区下寒武统梅树村期含磷岩系的埋深总体由北西向南东方向逐渐变浅。

关键词: 含磷岩系; 梅树村期; 找矿潜力; 黔西北

中图分类号: P612; P619.21 **文献标识码:** A

0 引言

磷矿是我国重要的农业及工业原材料, 对粮食安全、化工、新能源产业发展具有重要的战略价值。贵州省是我国重要的磷矿产区之一, 磷矿勘查工作主要分布在开阳-瓮福-织金-清镇一带, 其它地区未开展较深入的研究和找矿工作。近年来, 滇东-滇东北一带磷矿取得重大突破^[1,2], 而相邻的黔西北地区是否存在类似云南羊场磷矿的超大型隐伏磷矿床亟待探究。

包括贵州在内的扬子地区在晚震旦世陡山沱期和早寒武世梅树村期具备极佳的形成磷矿的古构造、古地理、古气候条件, 磷质来源丰富^[3], 具备形成大型磷矿聚集区的先决条件。本次通过对黔西北及周边地区梅树村期含磷岩系特征的对比分析, 探讨该地区磷矿沉积环境及找矿潜力, 为贵州省新一轮战略找矿行动寻找新的磷矿资源有利靶区、圈定磷矿资源优选区块提供依据。

1 区域地质背景

沉积型磷块岩的形成多与陆架区域沉积盆地相

关。这些沉积盆地是在同生构造作用与海水脉动作用双重作用下形成的, 也有部分是在陆缘变形作用及造海运动下形成, 磷块岩在这些盆地中分布并不均匀, 它们往往在一些次级的同生沉降盆地或沉积洼地(凹陷)中巨量堆积^[3]。

黔西北地区位于扬子地台西南缘。晋宁运动奠定了扬子地区基本格架, 震旦纪-寒武纪扬子陆块进入稳定发展时期, 扬子地台周边深大断裂的活动及扬子地台内部大断裂的活动, 使地台内部形成数个隆起和断陷^[3-4], 主要分布有雷波凹陷、东川-会泽凹陷、昆明凹陷、长宁-镇雄凹陷和大方-织金凹陷等(图 1)。这些凹陷带整体具有“南北成行, 东西成带”的特征, 即由南至北横向成行分布、由西至东纵向成带分布。在这些凹陷带中, 均沉积了磷并形成数个磷矿聚集区, 如雷波凹陷中川西南-绥江-永善-昭通成磷区、东川会泽凹陷中的巧家-会泽-武定成磷区、昆明凹陷中的安宁-华宁-曲靖成磷区、大方织金凹陷中沉积了织金-清镇成磷区, 近两年新发现的镇雄羊场磷矿也处于长宁-镇雄凹陷内。

2 上扬子区梅树村期岩相古地理

早寒武世时期的上扬子板块位于约北纬 10°到

收稿日期: 2024-04-01; 责任编辑: 沈名星

作者简介: 杨光亮(1983—), 男, 高级工程师, 主要从事非金属矿产勘查和水文地质调查方面的生产和科研工作。通信地址: 贵州省贵阳市南明区花溪大道北段 448 号中化地质矿山总局贵州地质勘查院。邮政编码: 550003。E-mail: 779297361@qq.com

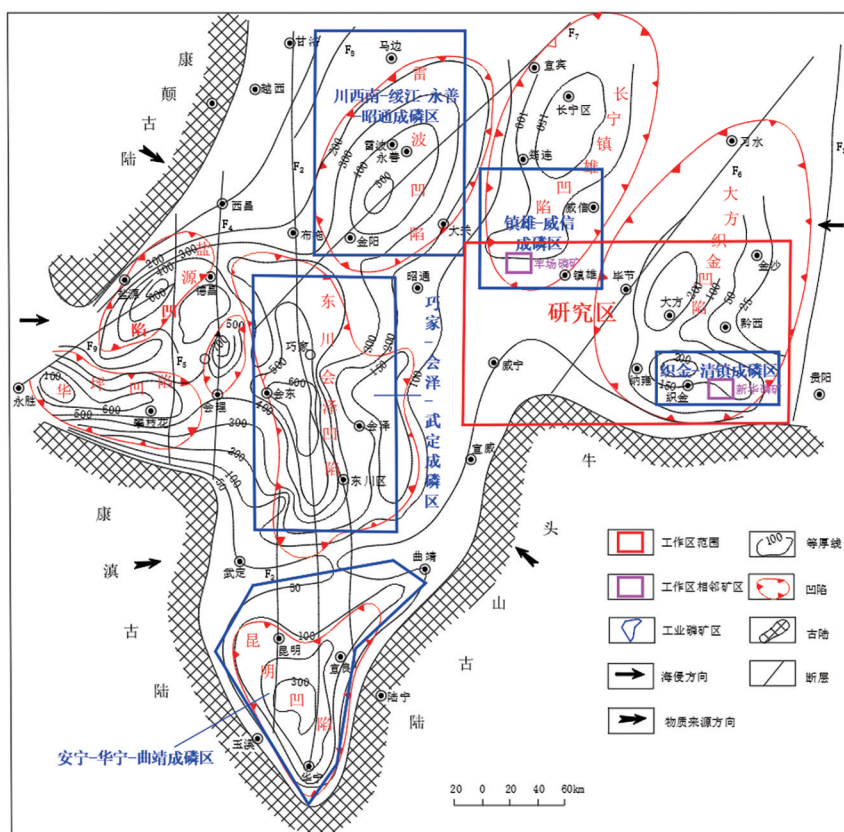


图1 研究区及相邻地区寒武系梅树村期凹陷带分布图(据文献[5],修改)

Fig. 1 Map showing distribution of depression of Meishucun stage in the research area and the surroundings

北纬 15° 之间,处于东冈瓦纳大陆的北部近边缘地区^[6]。在早寒武世,由于冈瓦纳大陆的持续断裂,导致了世界的大规模海侵,且水体深度往南向和东南方向加深^[6]。研究认为,早寒武时期的扬子板块由西北至东南方向依次为被动大陆架边缘、斜坡以及深海盆地。对比分析后认为黔西北地区在早寒武时期主体为浅大陆架,中部地区含部分深大陆架^[7-8]。

扬子区早寒武世时期岩相古地理环境比较复杂,沉积相类型和沉积建造多种多样。云南梅树村期含磷岩系地层主要有筇竹寺组,梅树村组大海段、中谊村段和小歪头山段;贵州此时期含磷岩系复杂多样,分别为灯影组大岩段、戈仲伍组、桃子冲组下段、牛蹄塘组、留茶坡组顶部等^[9]。苏奎等(2009)认为中上扬子地台梅树村期主要发育古陆、细碎屑岩滨岸、碎屑岩陆棚、碳酸盐岩台地、硅质岩和页岩—硅质岩半深海—深海古地理单元^[10]。中上扬子地台碳酸盐岩台地广泛发育,占据了大部分地区,其沉积主要为中、厚层浅灰色、灰色泥粉晶白云岩、灰泥石灰岩等,有些地区沉积白云质磷块岩。这个台地

整体表现为低能,普遍缺乏浅滩等高能环境沉积;局部有风暴沉积的、厚度仅十几厘米的砾屑石灰岩或白云岩;水体不深,以潮坪广泛发育为特征。台地边缘地区,海侵及上升洋导致磷块岩沉积,使梅树村阶成为中国重要的磷矿富集层位^[10]。扬子地台西区碳酸盐台地上近岸潮坪是磷矿有利沉积场所,其中潮间—潮下环境磷质岩和磷质碳酸盐岩层是工业磷矿床和高品位磷矿的沉积的最佳场所。而在康滇古构造隆起带和川黔碳酸盐浅水台地(或水下高地)之间 SN 向古断裂构造控制的相对凹陷带,构成了最有利磷矿沉积的大型成磷盆地^[11]。

3 贵州梅树村期含磷岩系特征

通过综合对比四川西南部、云南东—东北部以及贵州省内寒武系梅树村期含磷岩系,认为该时期含磷岩系可分为 2 个沉积阶段:下组合(早期)和上组合(晚期)。

下组合:以四川西南地区的麦地坪组、云南东-东北地区梅树村组以及贵州的戈仲伍组为代表,主要沉积的是一套白云岩、磷块岩和硅质岩,是多数工业磷矿床的主要含磷岩组,厚5~40 m。

上组合:四川、云南的筇竹寺组底部、渔户村组的上部与贵州的筇竹寺底部、牛蹄塘组底部、渣拉沟组底部、灯影组顶部和老堡组顶部(包括原留茶坡组)存在一定的对应关系,主要沉积的是一套粉砂岩、黏土岩、页岩、碳质页岩等,在其底部沉积一套磷质结核,沉积很不稳定,厚60~90 m。

贵州早寒武世含磷岩系以浅水碳酸盐岩含磷岩系为主,该岩系零星出露于贵州省西部织金戈仲伍、大院、五指山、毛稗冲以及北部金沙岳家寨、习水大岩等地,属灯影期碳酸盐台地消亡后残存发育的磷质生物碎屑滩及其相关沉积。由于古地理位置和微环境的差异,含磷岩系具体可分为4种类型^[9]:位处磷质生物碎屑滩的戈仲伍型、磷质生物碎屑滩滩缘的金沙型、磷质生物碎屑滩滩前滑塌的毛稗冲型以及滩后含磷潟湖的大院型。其中,以磷质生物碎屑滩的戈仲伍型含磷岩系发育最好,构成贵州早寒武世早期规模最大的磷矿床;而磷质生物碎屑滩滩缘的金沙型及滩前滑塌的毛稗冲型磷矿的规模虽然不大,但已为地方所利用。

通过对织金新华磷矿戈仲伍组、清镇牛蹄塘组下段(原桃子冲组)和金沙岩孔、习水河坝、丹寨南皋、铜仁坝黄牛蹄塘组各成磷区含磷岩系进行剖面对比分析(图2),含磷层位为戈仲武组和牛蹄塘组下部(原桃子冲组),由1~2层矿组成,主要为致密状磷块岩、条带状磷块岩、生物碎屑状磷块岩和鲕状磷块岩,可划分为白云岩-磷块岩、白云岩-磷块岩-硅质岩和磷块岩-硅质岩3种组合。矿层一般厚度1~26.89 m,平均约8.42 m,东北部矿层厚度大,约20 m;品位12%~35.40%,平均品位21.56%。

4 黔西北磷块岩的可能性分析

紧邻研究区(直距约25 km)的羊场磷矿区是近几年新发现的隐伏矿床,以羊场磷矿为基准,通过收集到的研究区及周边深井资料,穿过研究区直至剖面出露,按不同方向的共6条剖面对黔西北早寒武世沉积相进行对比分析(图3、图4)。

(1)从镇雄羊场经研究区内银厂坡剖面再至华宁(图4a),以银厂坡附近为界,往北至羊场,水体逐渐加深,往南至白龙潭水体也是逐渐加深的。银厂坡沉积的白云岩中含磷,为含磷白云岩,之上沉积的是钙质砂岩,在该剖面的南部白云岩中未含磷,而白云岩之上直接沉积了砂岩,而这一套砂岩中沉积了一层5 m厚的磷块岩,由此说明,在威宁银厂坡一带可能存在水下高地或孤岛。整体来看,云南昆明至威宁一带,为一个大的聚磷盆地,盆地中心可能位于东川一带。往北,威宁至羊场一带,水体是逐渐加深的,羊场地区沉积的钙质砂屑磷块岩,在其底部沉积有硅质岩,由此推断,镇雄羊场磷矿区的沉积环境为潮间-潮下高能带。因此,威宁至羊场一带应存在潮上带、潮间带至潮间高能带环境,而这样的环境下,又是磷块岩沉积的有利场所,由此,威宁银厂坡往北至羊场一带,很有可能沉积磷。

(2)羊场-董地乡-织金五指山及羊场-方深1井-清镇桃子冲剖面(图4b、图4d):从董地乡地热井、方深1井的工程剖面来看,在硅质白云岩、白云岩之上沉积碳质页岩,并在碳质页岩的底部沉积有透镜状的灰岩、白云岩和粉砂岩,说明董地乡-方深1井一线水体相对较深,不利于磷块岩沉积。但五指山-董地乡可、董地乡-羊场一线北侧和方深1井至羊场间水体逐渐变浅,则有利于磷质沉积。

(3)羊场往南东至织金七棵树-纳雍四角田,往东至织金戈仲伍-毛稗冲-清镇桃子冲附近(图4c)。

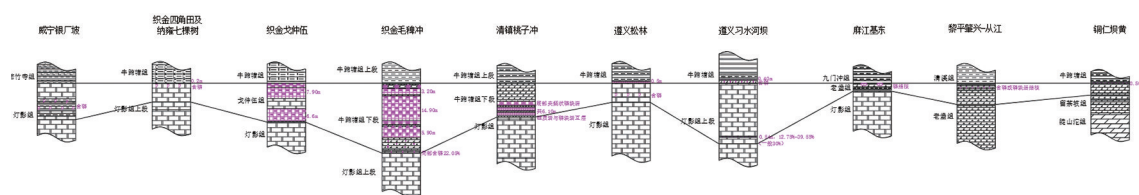


图2 黔西北及邻区早寒武世梅树村期含磷岩系柱状对比图

Fig. 2 Correction of column of phosphorous rock sequence of Meishucun stage in the area of Northwest Guizhou province and the surroundings

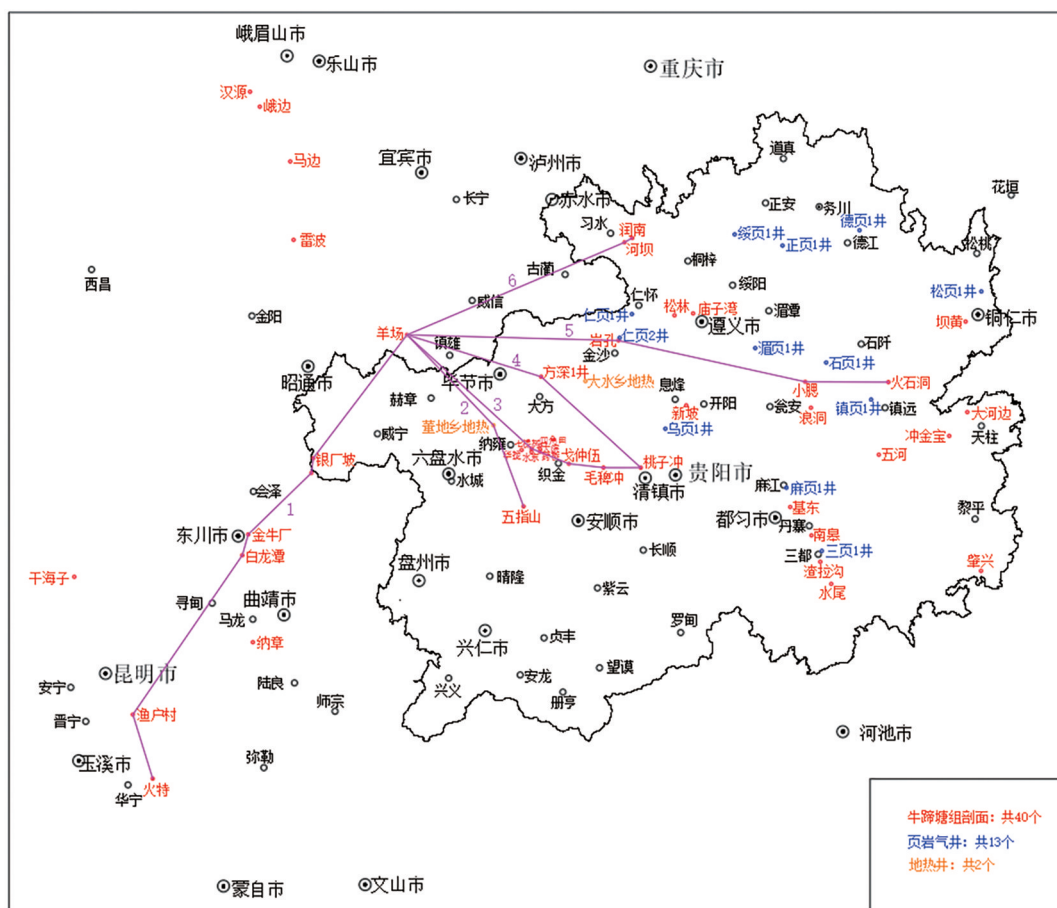


图3 黔西北及邻区寒武系梅树村期含磷岩系剖面位置图

Fig. 3 Map showing location of sections of phosphorous rock sequences of Cambrian Meishucun stage

在织金七棵树、纳雍四角田,含磷白云岩之上直接沉积一套碳质泥岩、砂质泥岩,往东至戈仲伍一带,沉积了两层磷矿层,两矿层之间夹有白云岩,含磷岩系之上直接沉积一套碳质泥岩,由此推断,织金七棵树和纳雍四角田附近的水体相较戈仲伍要浅。至毛稗冲附近,沉积的磷块岩为硅质磷块岩,且夹硅质岩,相较戈仲伍的生物碎屑磷块岩和白云岩,推断毛稗冲附近水体加深,为潮间-潮下环境,织金七棵树、纳雍四角田附近为潮上环境;同时,在清镇桃子冲附近,底部为硅质岩与磷块岩互层,其上沉积了一层鲕状磷块岩,且矿层厚度均较薄,说明其水体更深,可能为潮下低能环境,且塌积作用特征明显,可能处于台地边缘地带。也就是说,从织金七棵树、纳雍四角田往北西至镇雄羊场,其间同样存在潮上、潮间至潮下过渡环境,为磷块岩有利沉积环境。

(4)镇雄羊场至岩孔、习水一带(图4e、图4f),羊场下寒武统梅树村组中谊村段($\in_2 m^3$)中磷矿层平均厚度有39.85 m。在金沙岩孔一带,下寒武统

筇竹寺组中磷矿层厚度有0~1 m,为生物碎屑滩缘沉积^[12];习水河坝一带,磷矿层厚的可达2 m左右,含磷岩系底部为灰黑色白云质砂屑磷块岩,含丰富的小壳瓣化石及浅色粉晶白云岩条带及小团块,表明该地地区梅树村之初可能处于生物碎屑滩边缘部位。从岩相古地理分析,羊场至岩孔、习水一带磷矿层应属逐渐尖灭。

5 区域构造对含磷岩系埋深的影响

经过8个期次的构造作用,特别是黔桂期、燕山和喜马拉雅期构造运动,使黔西北地区褶皱、断裂非常发育。褶皱大体走向NE、NNE,仅西部有少数NW向分布,普遍呈隔槽式^[11]。受构造运动影响,黔西北地区下寒武统含磷岩系的埋深总体由北西向南东方向逐渐变浅。其中,在毕节-仁怀-桐梓-新站一线为最深,达到6000 m左右,在习水地区达到黔西北地区埋深最大值,向西南方向逐渐减小到1600

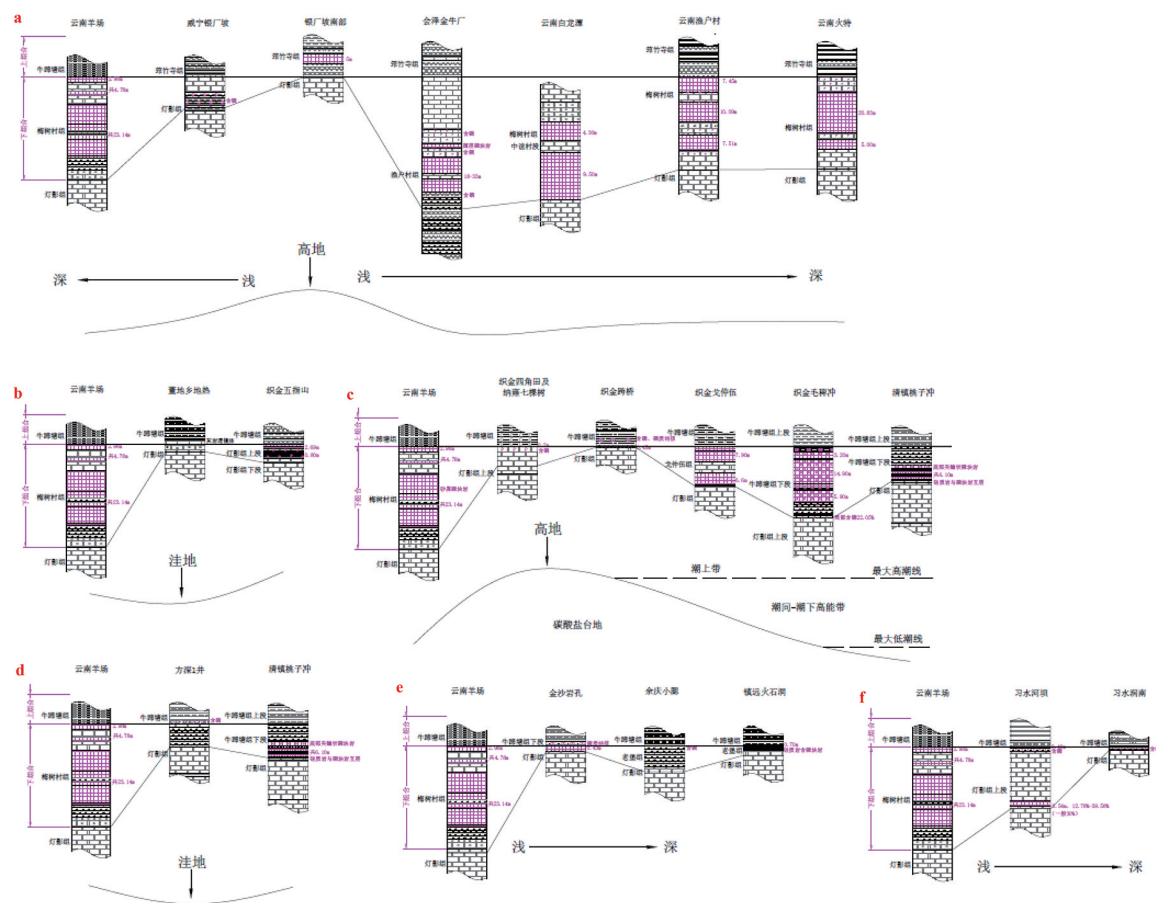


图 4 川西南、滇东-东北及贵州省寒武系梅树村期含磷岩系柱状对比图

Fig. 4 Map showing correction of column of phosphorous rock sequence in Southwest Sichuan province, east - northeast Yunnan province and Guizhou province

- a. 羊场-银厂坡-金牛厂-白龙潭剖面; b. 羊场-董地乡-织金五指山剖面;
c. 羊场-纳雍四角田-织金七棵树-戈仲伍-毛稗冲-清镇桃子冲剖面; d. 羊场-方深 1 井-清镇桃子冲剖面;
e. 羊场-金沙岩孔-余庆小腮-镇远火石洞剖面; f. 羊场-习水河坝-习水南南剖面

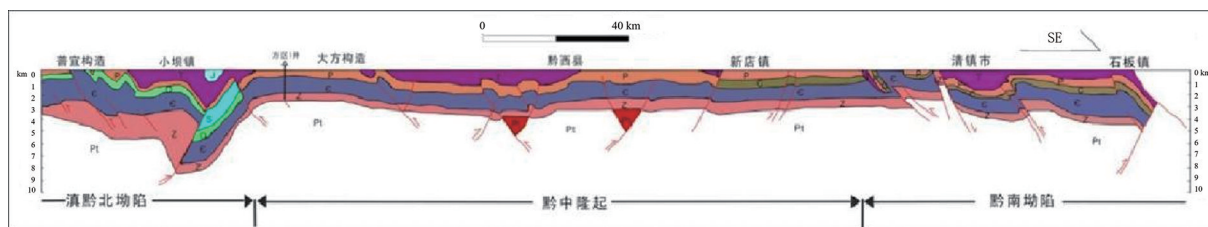


图 5 黔西北地震测线解译剖面图^[14]

Fig. 5 Seismic interpretation profile of Northwest Guizhou province

m 左右。但受褶皱、断裂作用,含磷岩系地层局部埋深差异较大,在狭窄向斜区,地层倾角较大、埋深大,而在宽缓背斜区,地层倾角相对较小、埋深小^[13](图 5);埋深同样受断层控制,尤其在同沉积断层的下降盘,埋藏深度明显较大,黔中隆起的西南边界垭都-紫云断裂,为一走向 NW、切割基底的同沉积断裂,断层断距约 600 m,约束了断层两侧奥陶纪以来

的地层沉积,并使断层上盘含磷岩系地层埋深加大(图 4c)。

6 结语

(1)梅树村阶是中国重要的磷矿富集层位。扬

子地台西区碳酸盐台地上近岸潮坪是磷矿有利沉积场所,其中潮间-潮下带是成磷作用的最佳沉积环境,古断裂构造控制的相对凹陷带是最佳的聚磷场所。

(2)黔西北地区在梅树村期大部分处于潮上带、潮间带至潮间高能带环境,是磷块岩沉积的有利场所,含磷层位为戈仲武组 and 牛蹄塘组下部(原桃子冲组),具有寻找大型磷矿的潜力,但由于后期盖层覆盖,含磷岩系埋藏较深。

(3)受构造运动影响,黔西北地区下寒武统含磷岩系的埋深总体由北西向南东方向逐渐变浅。

参考文献:

- [1] 郭阳. 云南镇雄县羊场地区下寒武统发现超大型磷矿[J]. 中国地质调查成果快讯, 2018(9): 61-63.
- [2] 米云川. 云南镇雄地区新发现羊场超大型磷矿沉积环境及资源潜力分析[J]. 地质与勘探, 2021, 57(4): 808-824.
- [3] 邓小林, 姚超美, 王吉平, 等. 扬子地区磷矿成矿规律[J]. 化工矿产地质, 2009, 31(1): 1-12.
- [4] 岳维好, 高建国, 李云灿, 等. 云南沉积型磷矿成矿特征与资源潜力预测[J]. 地质通报, 2012, 31(8): 1323-1331.
- [5] 戈宏儒, 罗朝舜, 李季. 云南东部早寒武世梅树村期磷块岩沉积环境及聚磷条件[J]. 矿物岩石, 1983(3): 11-20, 123.
- [6] Kocsis A T, Scotese C R. Mapping paleocoastlines and continental flooding during the Phanerozoic [J]. Earth-Science Reviews, 2021. 213: 103463.
- [7] Zhu M, Zhang J, Yang A. Integrated Ediacaran (Sinian) chronostratigraphy of South China [J]. Palaeogeography [J], Palaeoclimatology, Palaeoecology 2007, 254: 7-61.
- [8] Guilbaud R, Poulton S W, Thompson J, et al. Phosphorus-limited conditions in the early Neoproterozoic ocean maintained low levels of atmospheric oxygen [J]. Nature Geoscience. 2020, 13(4): 296-301.
- [9] 曹金鑫, 陈吉艳, 汪龙波. 扬子区寒武系底部含磷岩系沉积特征对比与成矿规律[J]. 地质与资源, 2022, 31(1): 47-58, 27.
- [10] 苏奎, 金振奎, 杜宏宇, 等. 中上扬子地区早寒武世梅树村期岩相古地理[J]. 科技导报, 2009, 27(10): 26-31.
- [11] 邓小林, 姚超美, 江新华, 等. 川西南—滇东北地区磷矿的形成与富集[J]. 化工矿产地质, 2007, 29(3): 139-140.
- [12] 吴祥和, 韩至钧, 蔡继锋, 等. 贵州磷块岩[M]. 北京: 地质出版社, 1999: 130.
- [13] 付景龙, 丁文龙, 曾维特, 等. 黔西北地区构造对下寒武统页岩气藏保存的影响[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2016, 38(5): 22-32.
- [14] 万桂梅, 汤良杰, 郭彤楼, 等. 黔中隆起及邻区分带性变形特征[J]. 地质学报, 2008, 82(3): 316-320.

Potential of phosphorite ore prospecting of Meishucun stage in Northwest Guizhou province

YANG Gangliang

(Guizhou Geological Prospecting Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Guiyang 550003, Guizhou Province, China)

Abstract: The Sinian-Cambrian period was a stable development stage in Yangtze block. Deep faults in surrounding of the block and in the block resulted development of several uplifts and fault depressions. The area of Northwest Guizhou province is located on the northwest margin of the block and shallow water deposited phosphorous-bearing carbonate rock sequence was developed during Early Cambrian Epoch in the area. Analysis and correction of sections of phosphorous-bearing sequence in the block to those in surroundings show that during Meishucun stage the sequence were generally deposited in the upper tidal and inter tidal traditional environments. Such environments are favorable for deposit ion of phosphorous sequence. Under influence of later tectonic movement the phosphorous-bearing sequence of Meishucun stage of Lower Cambrian Series in Northwest Guizhou province tends to be buried shallower from NW to SE direction.

Key Words: phosphorous rock sequence; Meishucun stage; ore prospecting potential; northwest Guizhou province