

贵州瓮(安)福(泉)地区磷矿分布及变化特征

陈群,曾文武,唐龙

(贵州省地矿局115地质大队,贵州 清镇 551400)

[摘要] 贵州瓮(安)福(泉)磷矿(以下简称瓮福磷矿)展布范围约120 km²,按照一定密度在全矿区选取227个工程,通过编制矿层厚度和P₂O₅含量等值线图,综合分析了a、b两层磷矿层的分布和厚度、品位变化特征。a矿层主要分布在新桥矿段以北区域,在白岩背斜东翼北斗山南东侧和白岩背斜北倾伏端翁招坝、高白溪、转背岩围限区域形成两个大厚度区,厚度大于20 m。b矿层分布于瓮福磷矿区大部分区域,在白岩背斜北倾伏端西部翁招坝-高白溪一带形成大厚度区,厚度大于25 m。根据矿层延伸趋势、厚度变化和地质特征综合分析,白岩复背斜东翼延伸区域、北倾伏端北西方向延伸区域、大湾磷矿以西延伸区域具较好的找矿潜力。

[关键词] 瓮福磷矿;陡山沱组;a矿层;b矿层

[中图分类号] P619.21+3;P534.31 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2022)01-0001-10

1 瓮福磷矿地质特征

1.1 矿段展布

瓮福磷矿根据构造特征和矿体分布、以及因勘查阶段的不同划分为12个矿段,自北而南分别是:北倾伏端勘查区、西翼勘查区、东翼勘查区、玉华矿段、大塘矿段、王家院矿段、穿岩洞矿段、新桥矿段、小坝矿段、磨坊矿段、大寨矿段及英坪矿段。

东翼勘查区与大塘矿段、穿岩洞矿段、新桥矿段平面上部分重叠,但标高不同。2019年,贵州黔源地质勘查设计有限公司对高坪镇老寨子铅镍钒多金属矿开展了详查工作,形成老寨子磷矿段。见图1。

1.2 区域地质特征

瓮福磷矿位于贵阳复杂构造变形区中部,区域构造呈北北东向,大致平行展布,自西向东依次发育翁昭复背斜、平寨复向斜、白岩复背斜、瓮安复向斜、上塘复背斜,背斜平缓、宽广,具隔槽式褶

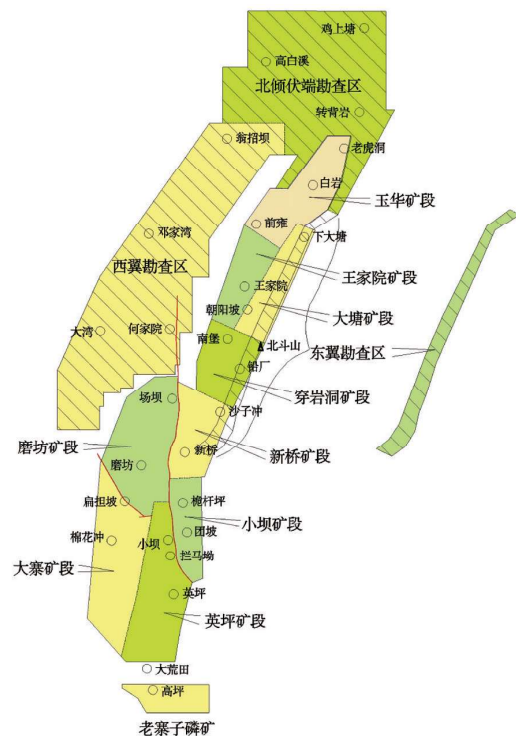


图1 瓮福磷矿矿段分布图

Fig. 1 Seam distribution of Wengfu phosphorite deposits

[收稿日期] 2021-10-15 [修回日期] 2022-01-14

[基金项目] 贵州省科学技术基金项目(黔科合基础[2016]1407)资助。

[作者简介] 陈群(1970—),男,贵州石阡人,正高级工程师,主要从事地质矿产勘查及研究工作。

皱特点(贵州省地矿局,1987;贵州省地质调查院,2017)。根据勘查成果,已控制矿体产于白岩复背斜近核部区域,矿层产状依构造不同部位发生变化。

区域出露地层以寒武系、二叠系、三叠系较发育,分布广,缺失中、上奥陶统,下志留统、下泥盆统、上石炭统及侏罗系、白垩系。陡山沱组为磷矿赋矿层,产磷矿两层(东野脉兴,1992,1996;密文天等,2010,2012,2013;陈其英等,1995,2000;陈多福等,2002;杜远生等,2017)。断裂构造主要有近南北向展布的小坝断层、南段道坪复杂构造变形区网状断裂构造。

1.3 地层

出露最老地层为青白口系鹅家坳组(QbBe),背斜两翼依次为南华系上统南沱组(Nh_{3n}),震旦系下统陡山沱组(Z_{1d}),震旦系上统灯影组(ZEdy),寒武系第一-二统牛蹄塘组-明心寺组(Є_{1-2n-m}),寒武系第二统金顶山组(Є_{2j})、清虚洞组(Є_{2q})、寒武系第三统高台组(Є_{3g})、石冷水组(Є_{3sh})寒武系第三-四统娄山关组(Є_{4ol}) (陈国勇等,2015,2019)。见图2。

1.4 构造

瓮福磷矿产于白岩复背斜核部及两翼,矿层分布和产出受背斜形态控制,背斜核部区域因剥蚀而导致矿层缺失,背斜西翼和北倾伏端中等倾斜产出,背斜东翼陡倾斜产出。小坝断层对背斜形态和矿层产生了错切(祝德裕等,1989;李忠惠,1994;陈群等,2019)。

白岩复背斜:整体呈北北东向展布,核部出露地层为青白口系鹅家坳组、南华系南沱组、震旦系陡山沱组,两翼为寒武系、二叠系。背斜两翼完整,东翼较陡,地层倾角30°~80°,往深部陡倾斜;西翼较缓,地层倾角10°~20°。背斜于道坪一带倾伏,倾伏处北西55°方向张性兼具扭性断层发育,构成典型多字型构造。由于F1(小坝断层)的错切,将该背斜分成两段,即北段的白岩背斜和南段的高坪背斜。白岩复背斜构造剖面示意图见图3。

小坝断层:为区域性南北向断裂,北端抵花坡帚状构造边缘,错切象家坝断裂,南端呈南东向弧形展布,在小坝矿段南端隔山朗一带呈帚状分支消失在灯影组中。总长度达25 km。断面东倾,倾角一般在75°以上,地表局部倒转西倾,最大落差

200~300 m。为逆断层,断层具有强烈挤压特征,断面波状起伏,构造岩分带清楚。

2 a 矿层分布及厚度变化

2.1 a 矿层分布情况

a 矿层产于陡山沱组下部二段,是第一个工业磷矿层。岩性为深灰色薄层条带状白云质磷块岩、褐色间夹棕黑色中厚层条带状白云质磷块岩、棕黑色薄板状砂泥质磷块岩、深灰夹浅灰绿色薄板状砂泥质磷块岩、黑色薄板状砂泥质白云质磷块岩、深灰色中厚层纹状含硅质、白云质磷块岩(周茂基等,1981;叶连俊,1989;王砚耕,1998;吴祥和等,1999)。

平面上,a 矿层分布在新桥矿段以北区域,北段分布于翁招坝、高白溪、转背岩、老虎洞区域,东西两端向外延伸,南段分布于大湾、何家院、朝阳坡、铅厂、沙子冲区域,并向东侧深部稳定延伸,厚度大于10 m,南北两段通过白岩背斜东翼分布区相连。北段鸡上塘以北,南段新桥、场坝、磨坊以南,中段邓家湾-前雍连线东西向区块为缺失区,厚度小于5 m。

小坝断层两侧 a 矿层厚度无突变,表明小坝断层对 a 矿层厚度分布无影响。见图4。

2.2 a 矿层厚度变化情况

a 矿层厚度大于20 m的大厚度区有两个,一是位于白岩背斜东翼北斗山南东侧及深部延伸区域,呈北东-南西延伸的条块状,其次为白岩背斜北倾伏端翁招坝、高白溪、转背岩围限的中心区域,呈椭圆形,长轴方向近东西向。

a 矿层厚0.0~38.01 m,平均厚13.89 m,厚度变化系数66.71%(取1个0值,130个样本)。

白岩复背斜北倾伏端,自南东往北西,a 矿层厚度逐渐增厚,从3.61 m增厚至29.95 m,与陡山沱组厚度变化趋势相同。见图5。

中段大湾-穿岩洞一线,在中段大湾 ZK503、ZK502 钻孔 a 矿层厚度减薄,往西侧至大坪矿区厚度略有增大,往南东厚度增大的趋势明显,最大厚度增至28.12 m。见图6。

南部磨坊矿段、大寨矿段 a 矿层缺失,英坪矿段 a 矿层断续分布,对应性差,不连续,在老寨子矿区,有 a 矿层零星分布。见图7。

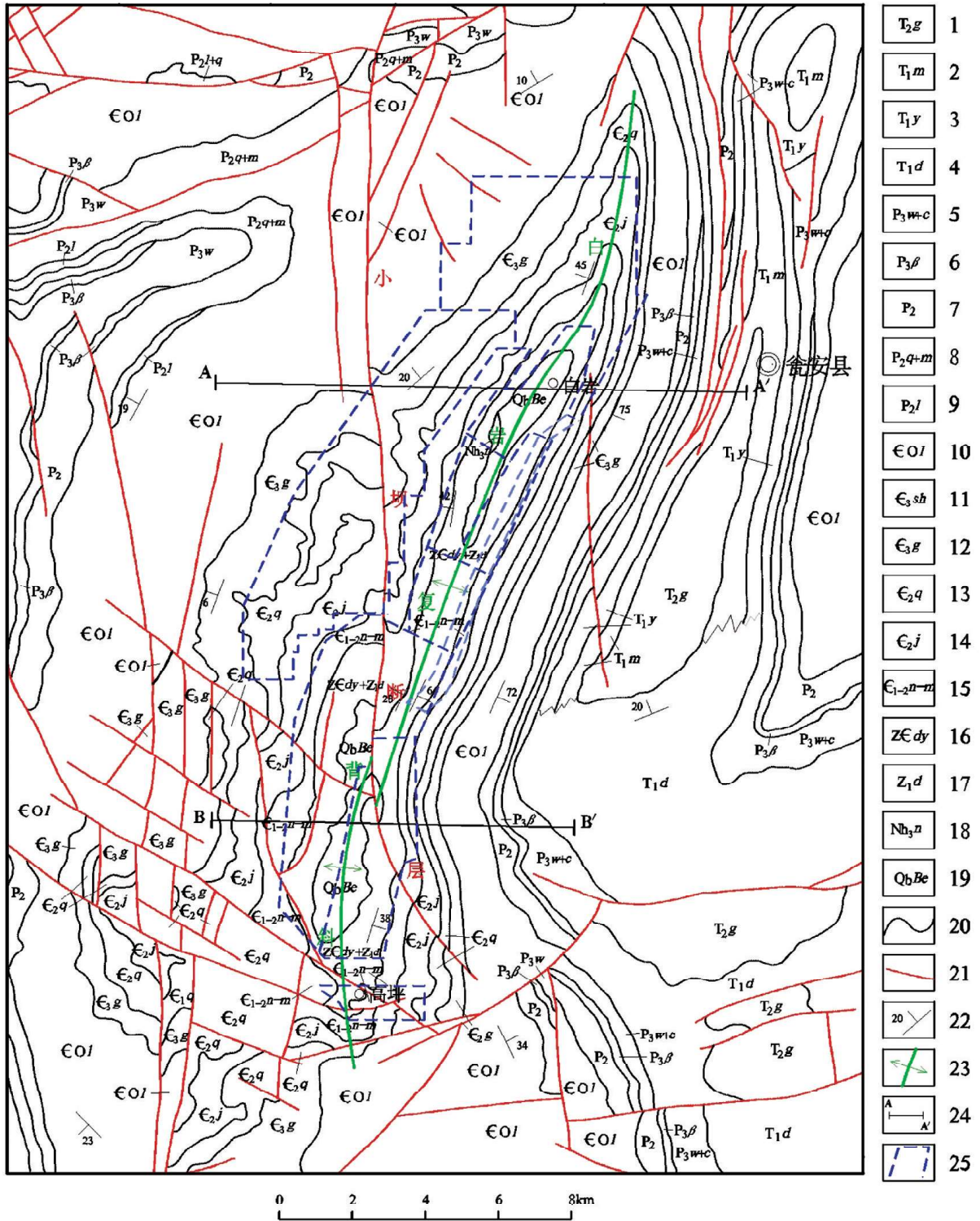


图2 瓮福磷矿地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Wengfu phosphorite deposits

1—三叠系中统关岭组;2—三叠系下统茅草铺组;3—三叠系下统夜郎组;4—三叠系下统大冶组;5—二叠系上统吴家坪组+长兴组;6—峨眉山玄武岩组;7—二叠系中统未分;8—二叠系中统茅口组+栖霞组;9—二叠系中梁山组;10—寒武系第三—四统娄山关组;11—寒武系第三统石冷水组;12—寒武系第三统高台组;13—寒武系第二统清虚洞组;14—寒武系第二统金顶山组;15—寒武系第一—二统牛蹄塘组—明心寺组;16—震旦系上统灯影组;17—震旦系下统陡山沱组;18—南华系上统南沱组;19—青白口系鹅家坳组;20—地层界线;21—断层;22—岩层产状;23—背斜轴;24—剖面线及编号;25—矿段界线

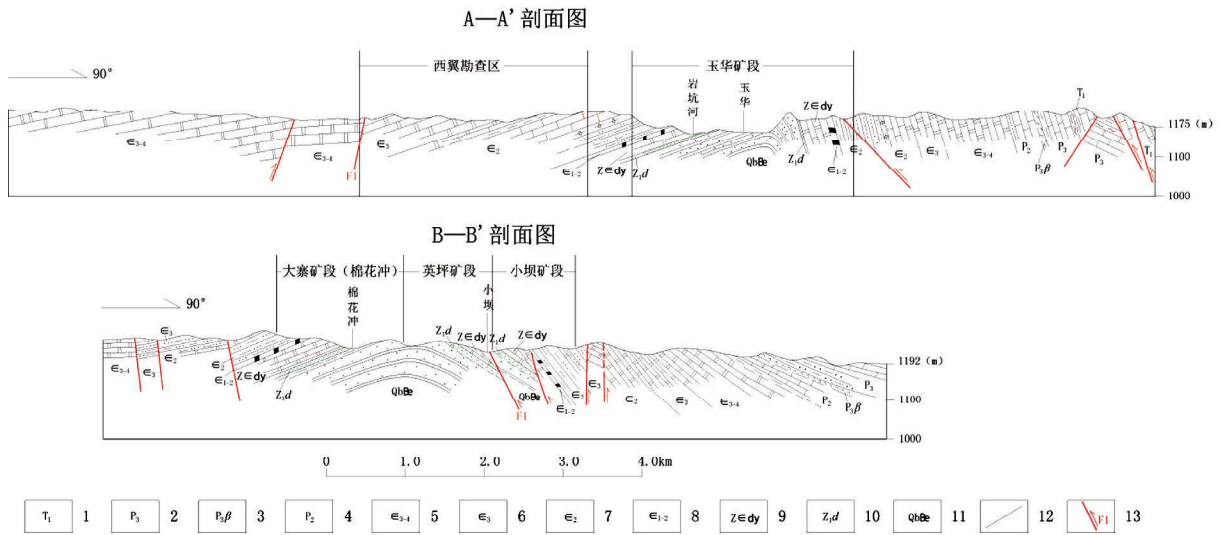


图3 白岩复背斜构造剖面图

Fig. 3 Structural profile of Baiyan anticlinorium

1—三叠系下统; 2—二叠系上统; 3—峨嵋山玄武岩; 4—二叠系中统; 5—寒武系第三—第四统; 6—寒武系第三统; 7—寒武系第二统; 8—寒武系第一、二统; 9—震旦系上统灯影组; 10—震旦系下统陡山沱组含磷岩系; 11—青白口系鹅家坳组; 12—地层界线; 13—断层及编号

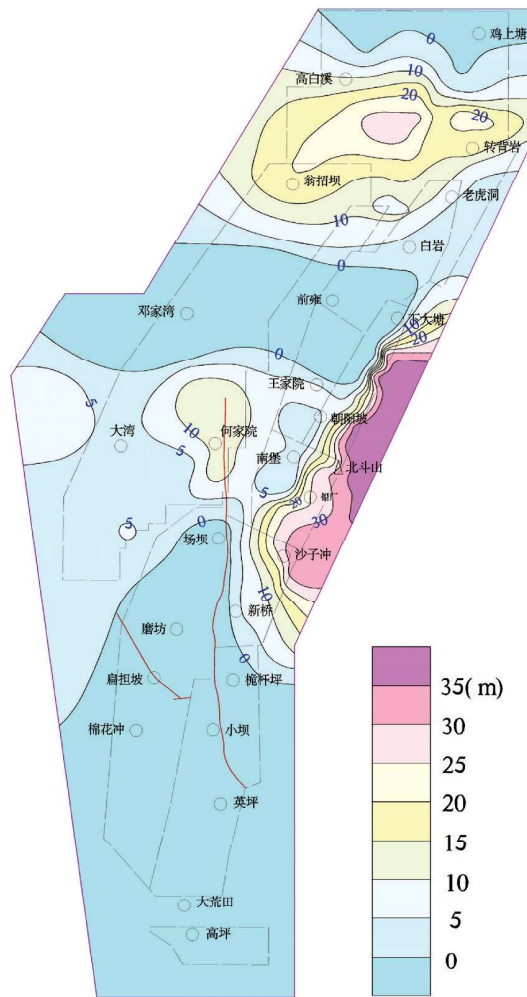


图4 瓮福磷矿区a矿层分布及厚度等值线图

Fig. 4 Contour map of seam a distribution and thickness in Wengfu phosphorite mine

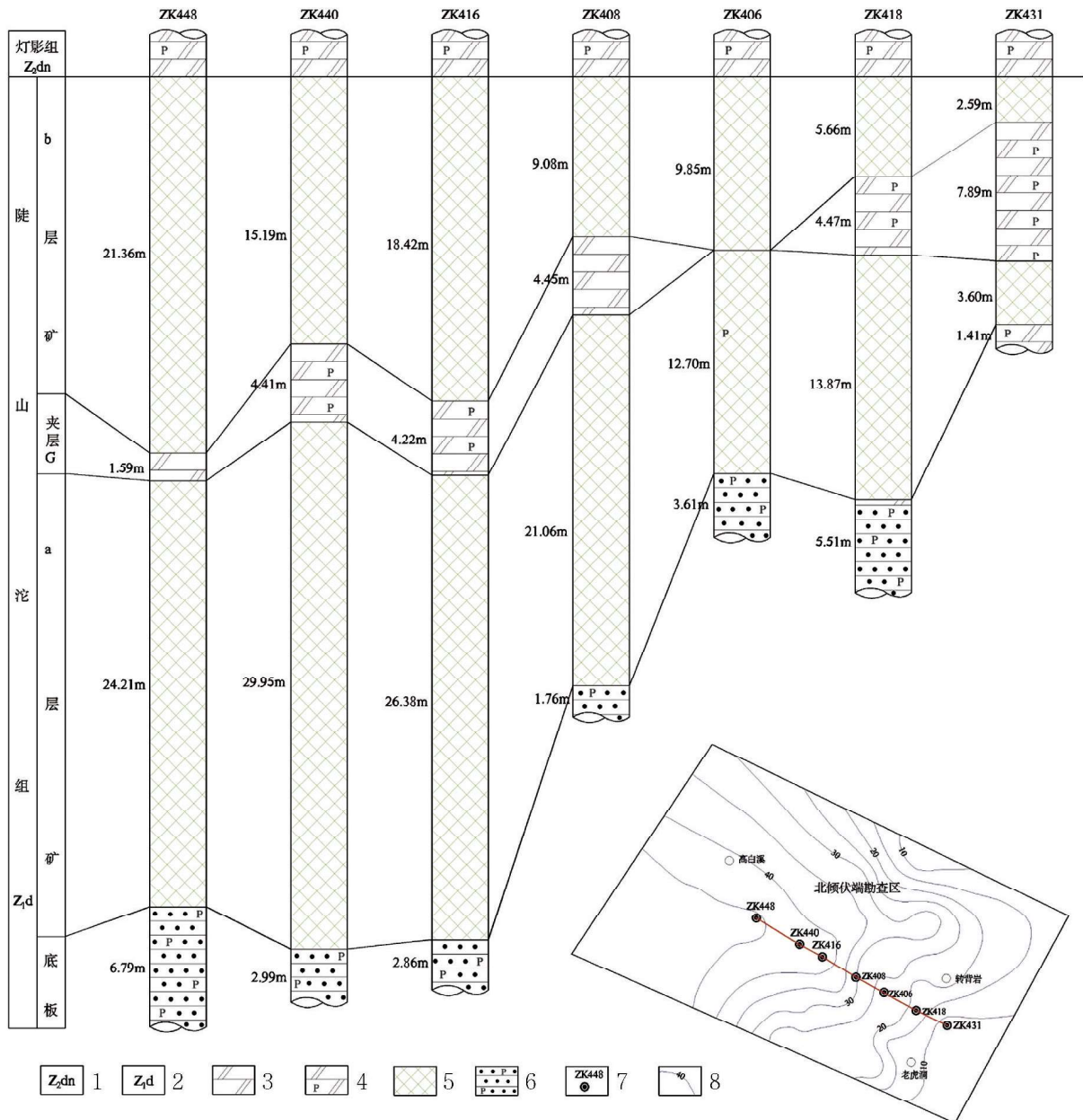


图5 北倾伏端矿系、a矿层横向对比图

Fig. 5 Parallel comparison of the north extended ore series and seam a

1—灯影组;2—陡山沱组;3—白云岩;4—含磷白云岩;5—磷块岩;6—含磷细砂岩;7—钻孔及编号;8—a层+b层矿厚度等值线

2.3 a矿层 P₂O₅ 含量变化情况

a矿层单工程 P₂O₅ 含量 15.09%~32.12%, 平均 25.50%。单样最高品位 37.86% (老虎洞矿区 ZK306 孔 ZK306-15 号样品), 变化系数 12.88%。

P₂O₅ 含量与矿层厚度无明显关系, 整体上 P₂O₅ 含量不随矿层厚度的增减而发生明显变化。

平面上, a矿层 P₂O₅ 含量高值分布区有两个, 一是位于北部的翁招坝地区, 第二个位于中部的大湾地区。北段自东向西 P₂O₅ 含量逐渐增

高, 南段以朝阳坡-南堡-场坝连线为界, 向西 P₂O₅ 含量逐渐增高, 向东也有增高的趋势。见图 8。

3 b矿层分布及厚度变化

3.1 b矿层分布情况

b矿层产于陡山沱组上部第四段, 是第二个工业磷矿层。与 a矿层有一厚度不等的夹层(G)

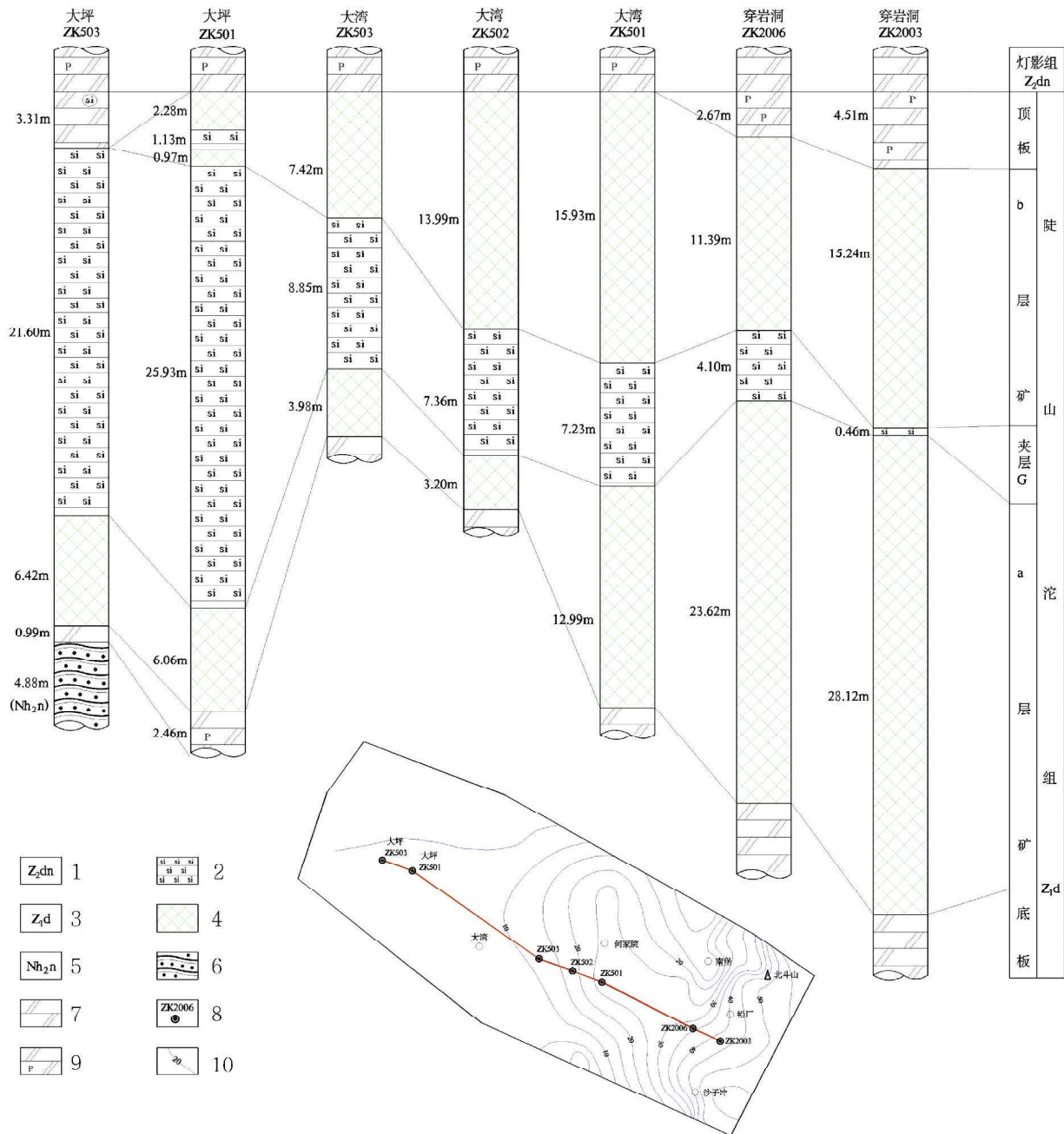


图6 中部大湾-穿岩洞矿系、矿层横向对比图

Fig. 6 Parallel comparison of ore series and seam in middle Dawan and Chuanyandong

1—灯影组;2—硅质岩;3—陡山沱组;4—磷块岩;5—南沱组;6—含砾粉砂岩;7—白云岩;8—钻孔及编号;9—含磷白云岩;10—a层矿+b层矿厚度等值线

分隔,呈稳定层状产出。由浅-深灰色各种构造的颗粒磷块岩、凝胶状磷块岩组成,上部夹少量不稳定的白云岩、硅质岩(朱成林,1985;赵正相,1986;阚小波等,2014;高爽等;2020)。

平面上,b矿层分布于瓮福磷矿区大部分区域,在磨坊矿段西部出现一北东向条带状缺失区,如玉华矿段 ZK1200 孔揭露厚度为 0 m、大坪矿区 ZK503 孔揭露厚度为 0 m。见图 9。

b 矿层大厚度区分布于北西角翁招坝-高白溪一带,矿层厚度大于 25 m。在南东角老寨子矿区 ZK004 揭 b 矿层厚度达 31.25 m。

3.2 b 矿层厚度变化情况

b 矿层厚 0.0 ~ 34.38 m(北倾伏端勘查区 ZK832),平均厚 11.03 m,厚度变化系数 61.10%(取 1 个 0 值,215 个样本)。

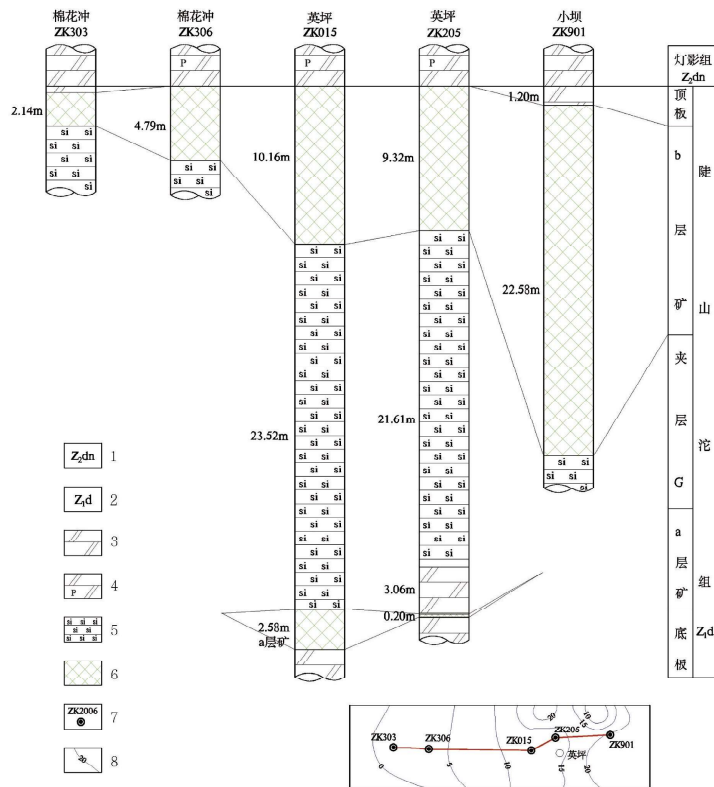


图 7 南部大寨-英坪矿系、矿层横向对比图

Fig. 7 Parallel comparison of ore series and seam in south Dazhai and Yingping

1—灯影组;2—陡山沱组;3—白云岩;4—含磷白云岩;5—硅质岩;6—磷块岩;7—钻孔及编号;8—a层矿+b层矿厚度等值线

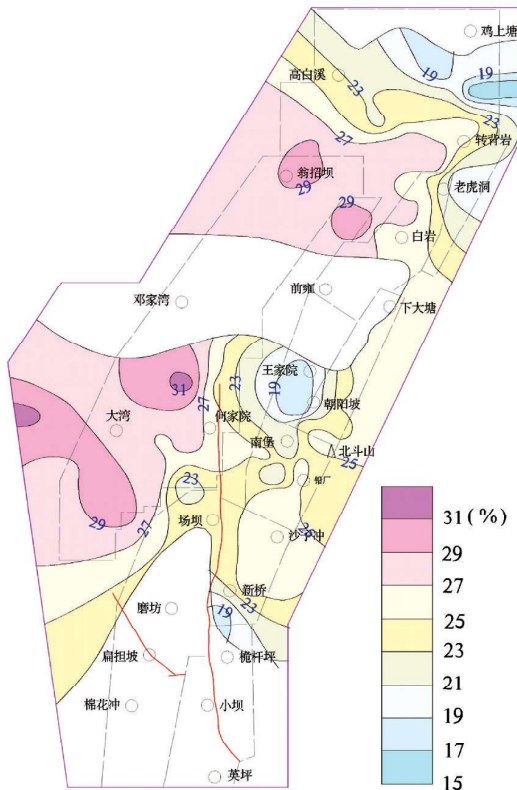


图 8 瓮福磷矿区 a 矿层 P_2O_5 含量等值线图

Fig. 8 P_2O_5 contour map of seam a in Wengfu phosphorite mining area

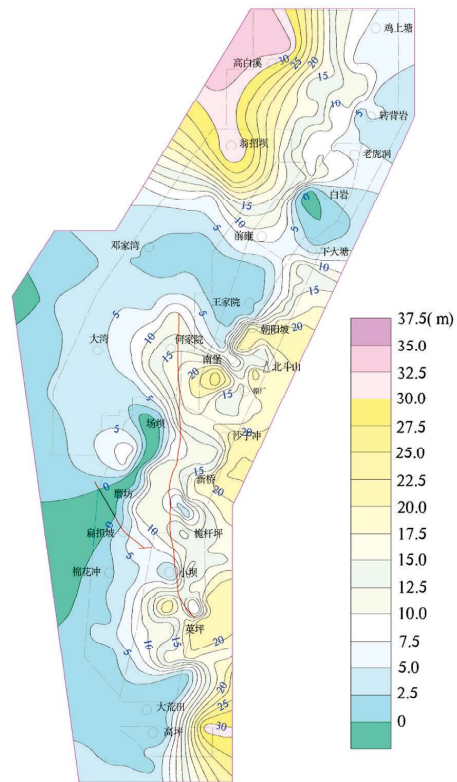


图 9 瓮福磷矿区 b 矿层分布及厚度等值线图

Fig. 9 Distribution and thickness contour map of seam b in Wengfu phosphorite mining area

白岩复背斜北倾伏端,自南东往北西,b矿层厚度逐渐增厚,从2.59 m增厚至21.36 m,与a矿层厚度变化趋势相同。见图5。

中段大湾-穿岩洞一线,自北西往南东,b矿层厚度逐渐增厚,从0.0 m增厚至15.24 m。见图6。

南部大寨(棉花冲)-英坪-小坝一线,自北西往南东,b矿层厚度逐渐增厚,从2.14 m增厚至22.58 m。见图7。

3.3 b矿层 P₂O₅ 含量变化情况

b矿层单工程 P₂O₅ 含量 12.97%~34.52%,平均 25.00%。单样最高品位 40.33%(英坪矿段 ZK5+02 孔 1789 号样品),变化系数 18.15%。

P₂O₅ 含量与矿层厚度无明显关系,整体上 P₂O₅ 含量不随矿层厚度的增减而发生明显变化。

平面上,b矿层 P₂O₅ 含量分布相对较均匀,北部转背岩-高白溪区域为相对高值区,中南部大湾-扁担坡-英坪连线区为第二个相对高值带,向两侧 P₂O₅ 含量逐渐降低。王家院周边区域为相对低值区。见图10。

3.4 a、b矿层厚度对比

北倾伏端勘查区 a矿层平均厚度大于 b矿层平均厚度;西翼勘查区 b矿层平均厚度大于 a矿层平均厚度;东翼勘查区 a矿层平均厚度是 b矿层平均厚度的 1.7 倍;王家院矿段 b矿层平均厚度大于 a矿层平均厚度。见表1、图11。

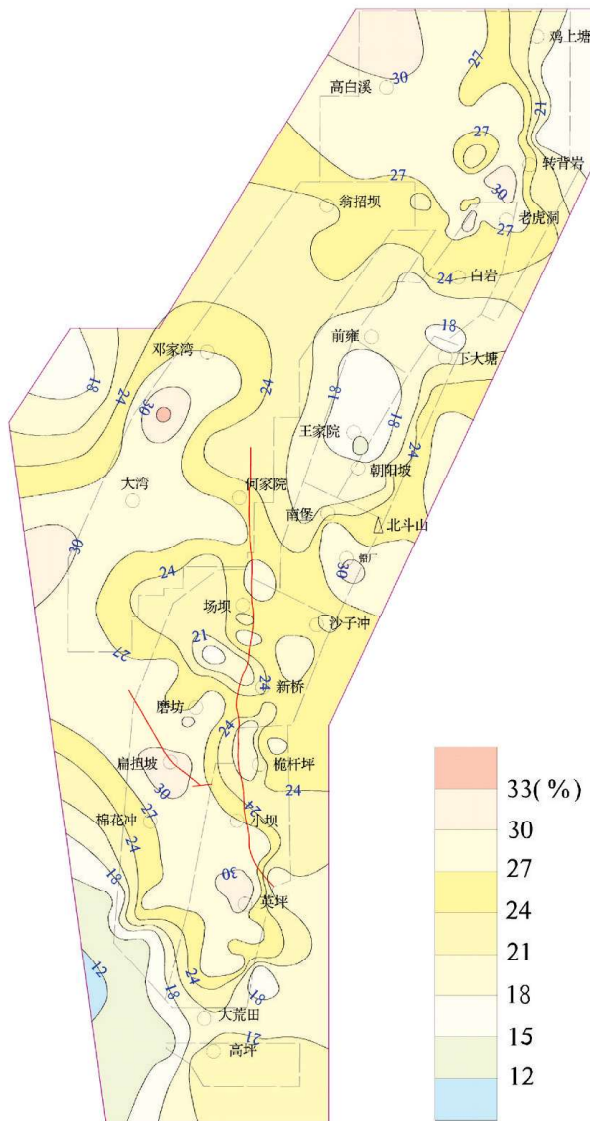


图 10 b 矿层 P₂O₅ 含量等值线图

Fig. 10 P₂O₅ contour map of seam b

表1 瓮福磷矿各矿段 a、b 矿层厚度对比统计表

Table 1 Statistics of seam a and b thickness comparison of each section in Wengfu phosphorite deposits

序号	矿段	a 矿层厚度(m)			b 矿层厚度(m)		
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
1	北倾伏端勘查区	0.00	29.95	14.19	1.03	34.38	10.05
2	西翼勘查区	0.00	19.45	7.72	1.59	33.54	10.28
3	东翼勘查区	11.32	38.01	29.75	11.94	21.89	17.35
4	玉华矿段	3.16	17.45	7.78	0.00	11.99	7.55
5	王家院矿段	0.00	11.59	4.92	0.81	23.92	9.45
6	大塘矿段	0.00	27.86	12.86	1.61	23.07	12.86
7	穿岩洞矿段	0.00	31.72	16.10	3.39	26.63	16.16
8	新桥矿段	0.00	33.25	13.33	3.88	21.70	13.44
9	小坝矿段				1.62	22.58	13.35
10	英坪矿段				0.00	23.62	11.79
11	磨坊矿段				0.00	17.83	7.96
12	棉花冲(大寨)				0.00	4.79	2.53
13	大坪矿区	0.00	7.97	4.68	0.00	3.25	1.64
14	高坪老寨子				0.00	31.25	8.30
15	全矿区	0.00	38.01	13.89	0.00	34.38	11.03

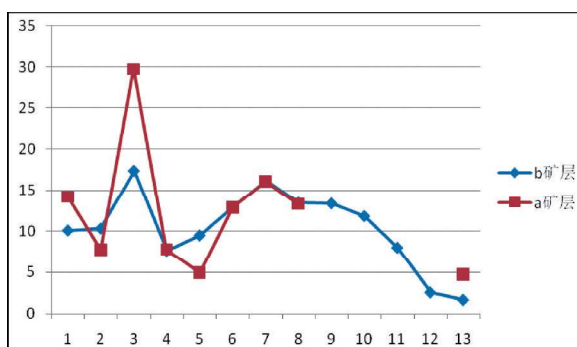


图11 各矿段 a、b 矿层厚度(平均值)对比图

Fig. 11 Thickness (average value) comparison of seam a and b of each section

1—北倾伏端勘查区;2—西翼勘查区;3—东翼勘查区;4—玉华矿段;5—王家院矿段;6—大塘矿段;7—穿岩洞矿段;8—新桥矿段;9—小坝矿段;10—英坪矿段;11—磨坊矿段;12—棉花冲(大寨);13—大坪矿区

注:纵轴为 P_2O_5 含量(%),横轴为矿段。

经 227 个钻孔工程统计, a、b 矿层合并后, 最大厚度 55.50 m (东翼勘查区 ZK1306), 平均厚 19.07 m, 厚度变化系数 69.71% (219 个工程)。

4 小结

(1) a 矿层厚 0.0~38.01 m, 平均厚 13.89 m, 厚度变化系数 66.71%。主要分布新桥矿段以北区域, 厚度大于 20 m 的大厚度区有两个, 一是位于白岩背斜东翼北斗山南东侧及深部延伸区域,

其次为白岩背斜北倾伏端翁招坝、高白溪、转背岩围限的中心区域。

(2) 白岩复背斜北倾伏端, 自南东往北西, a 矿层厚度逐渐增厚。中段大湾-穿岩洞一线, 在中段大湾 ZK503、ZK502 钻孔 a 矿层厚度减薄, 往西侧至大坪矿区厚度略有增大, 往南东厚度增大的趋势明显。南部磨坊矿段、大寨矿段 a 矿层缺失, 英坪矿段 a 矿层断续分布, 对应性差, 不连续。

(3) a 矿层单工程 P_2O_5 含量 15.09%~32.12%, 平均 25.50%。单样最高品位 37.86%, 变化系数 12.88%。平面上, a 矿层 P_2O_5 含量高值分布区有两个, 一是位于北部的翁招坝地区, 第二个位于中部的大湾地区。

(4) b 矿层厚 0.0~34.38 m, 平均厚 11.03 m, 厚度变化系数 61.10%。分布于瓮福磷矿区大部分区域, 在磨坊矿段西部出现一北东向条带状缺失区。b 矿层大厚度区分布于北西角翁招坝-高白溪一带。

(5) 白岩复背斜北倾伏端, 自南东往北西, b 矿层厚度逐渐增厚。中段大湾-穿岩洞一线, 自北西往南东, b 矿层厚度逐渐增厚。南部大寨(棉花冲)-英坪-小坝一线, 自北西往南东, b 矿层厚度逐渐增厚。

(6) b 矿层单工程 P_2O_5 含量 12.97%~34.52%, 平均 25.00%。单样最高品位 40.33%, 变化系数 18.15%。b 矿层 P_2O_5 含量分布相对较均匀。

(7)根据矿层延伸趋势、厚度变化和地质特征综合分析,白岩复背斜东翼延伸区域、北倾伏端北西方向延伸区域、大湾磷矿以西延伸区域具较好的找矿潜力。老寨子磷矿以东、南东方向亦具找矿潜力。

[参考文献]

- 陈其英. 1995. 磷块岩形成过程中的生物作用[J]. 地质科学, 30(2):153-158.
- 陈其英, 陈孟莪, 李菊英. 2000. 沉积磷灰石形成中的生物有机质因素[J]. 地球科学, 35(3):316-324.
- 陈多福, 陈光谦, 陈先沛. 2002. 贵州瓮福新元古代陡山沱期磷矿床铅同位素特征及来源探讨[J]. 地球化学, 31(1):49-54.
- 陈群, 杨明坤, 田维红. 2009. 贵阳马场地区陡山沱组含磷特征分析[J]. 贵州地质, 26(3):205-208.
- 陈国勇, 杜远生, 张亚冠. 2015. 黔中地区震旦纪含磷岩系时空变化及沉积模式[J]. 地质科技情报, 34(06):17-25.
- 陈国勇, 陈仁, 杜远生, 等. 2019. 中国矿产地质志·贵州卷·磷矿[M]. 北京:地质出版社.
- 陈群, 吴明梅, 戴晓燕, 等. 2019. 贵州瓮(安)福(泉)地区磷矿地质特征与潜力预测[J]. 贵州地质, 36(3):219-227.
- 东野脉兴. 1992. 磷块岩研究进展与磷块岩生物成矿说[J]. 沉积学报, 10(3):96-103.
- 东野脉兴. 1996. 海洋中磷的循环与沉积作用[J]. 化工地质, 8(3):191-195.
- 杜远生, 陈国勇, 张亚冠, 等. 2017. 贵州省震旦纪陡山沱组磷矿沉积地质学[M]. 武汉, 中国地质大学出版社.
- 贵州省地矿局. 1987. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社.
- 阚小波, 陈蓉. 2014. 贵州省福泉英坪磷矿 A 矿层特征及沉积环境分析[J]. 贵州地质, 31(4):282-285.
- 贵州省地质调查院. 2017. 中国区域地质志·贵州志[M]. 北京:地质出版社.
- 高爽, 邓小虎, 田维红, 等. 2020. 贵州省瓮福磷矿床地球化学特征-以老虎洞磷矿为例研究报告[R].
- 李忠惠. 1994. 粒度分析在瓮福磷矿沉积环境研究中的应用[J]. 贵州地质, 11(1):56-60.
- 密文天, 林丽, 马叶倩, 等. 2010. 贵州瓮安陡山沱组含磷岩系沉积序列及磷块岩的形成[J]. 沉积与特提斯地质, 30(3):46-52.
- 密文天, 范昱. 2012. 贵州瓮安磷矿岩石学及沉积序列研究[J]. 中国矿业, 21(2):51-54.
- 密文天, 李德亮, 冯志强, 等. 2013. 贵州瓮安陡山沱组磷块岩的地球化学特征[J]. 地质找矿论丛, 28(1):101-105.
- 王砚耕. 1998. 瓮福磷矿区的元古宙 III 系及其磷块岩-兼论成磷系新建议[J]. 贵州地质, 15(3):246-253.
- 吴祥和, 韩至钧, 蔡继锋等. 1999. 贵州磷块岩[M]. 北京:地质出版社, 1-124.
- 叶连俊. 1989. 中国磷块岩[M]. 北京:科学出版社.
- 朱成林. 1985. 瓮安磷矿高坪矿区磨坊矿段地质特征[J]. 贵州地质, 2(1):66-74.
- 赵正相. 1986. 扬子地区晚震旦世陡山沱期磷块岩粒度分析与沉积环境的关系[J]. 贵州地质, 3(1):29-42.
- 周茂基, 盛章琪. 1981. 贵州晚震旦世陡山沱期磷块岩的岩相古地理[J]. 地质学报, 1981(4):297-308.
- 祝德裕, 王志武, 李忠惠, 等. 1989. 贵州瓮福磷矿地质特征和成矿规律研究报告[R].

Characteristics of Distribution and Variation of Phosphorite Deposits in Weng'an and Fuquan Area of Guizhou

CHEN Qun, ZENG Wen-wu, TANG Long

(115 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Qingzhen 561400, Guizhou, China)

[Abstract] The spreading area of Wengfu phosphorite deposit is about 120 km². 227 projects in this area are selected according to a density, by draw the seam thickness and P₂O₅ contour map, the distribution, thickness and change characteristics of a, b phosphorite seam are analyzed comprehensively. Seam a mainly distributed in the north Xinqiao section, in the south and east Beidou mountain of east Baiyan anticline and Wengzhaoba, Gaobaixi and Zhuanbeiyuan area of north Baiyan anticline plunging crown, 2 big thickness area formed which is more than 20 m. Seam b distributed in the most area of Wengfu phosphorite mining area, the big thickness area which is more than 25 m formed in Wengzhaoba-Gaobaixi area of Baiyan anticline plunging crown. By analysis the seam extension tendency, thickness change and geological characteristics, it's thought that the extended area of east Baiyan anticlinorium, north and west direction of north plunging crown and Dawan phosphorite mine has good prospectation potential.

[Key Words] Wengfu phosphorite deposits; Doushantuo formation; Seam a; Seam b