

贵州省磷矿品位-吨位模型的建立及其地质意义

吴波¹, 邓克勇¹, 陈玲玲¹, 王秋菊¹, 公斌², 周太明³, 文国江⁴

(1. 贵州省地质调查院, 贵州贵阳 550004; 2. 贵州省地质矿产勘查开发局 117 地质大队, 贵州贵阳 550018;
3. 贵州省地质矿产勘查开发局 101 地质大队, 贵州凯里 556000; 4. 贵州省地质矿产勘查开发局
115 地质大队, 贵州清镇 551400)

[摘要] 利用 2009 年贵州省矿产资源利用现状调查磷矿成果数据库, 以核查块段为基础, 通过块段品位和块段资源储量数据对全省磷矿核查矿区平均品位统计, 掌握了全省核查矿区高中低品位磷矿石的分布, 并对块段品位数据区间分段统计吨位频率, 建立了寒武系磷矿层和震旦系磷矿层品位-吨位模型。统计结果表明, 寒武系磷矿层的矿区平均品位总体较低, 震旦系磷矿层矿区平均品位总体较高, 全省磷矿吨位频率服从正态分布, 寒武系磷矿层吨位峰值区间较窄, 震旦系磷矿层吨位峰值区间较宽。综合研究表明, 开阳-息烽片区和瓮安-福泉片区震旦系磷矿层高品位矿石资源储量多, 矿石质量好, 可作为全省磷矿资源开发利用布局的重点地区, 铜仁-松桃片区和清镇-织金片区寒武系磷矿层品位低、贫矿石资源储量多, 矿石质量差, 应加强低品位矿石和贫矿石的选矿技术研究。

[关键词] 磷矿 品位-吨位模型 正态分布 地质意义 贵州省

[中图分类号] P617 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2013)02-0250-7

Wu Bo, Deng Ke-yong, Chen Ling-ling, Wang Qiu-ju, Gong Bin, Zhou Tai-ming, Wen Guo-jiang. Grade-tonnage models for the phosphate deposits in Guizhou Province and their geological significance [J]. *Geology and Exploration*, 2013, 49(2): 0250-0256.

1 引言

品位-吨位模型是西方国家推行“三步式”矿产资源定量评价的关键部分, 可直接用于矿产资源的评价和预测(肖克炎等, 2006; 董庆吉等, 2009)。所谓“三步式”是指: (1) 根据成矿地质环境分析, 确定找矿可行地段; (2) 建立所要寻找矿床的品位-吨位模型; (3) 对预测资源进行各种定量评价(魏民等, 2001)。品位-吨位模型一直是地质学者研究的热点, 目前已建立我国铁、铝、金、硫、铜等重要矿产的品位-吨位模型并取得较好的效果(苏欣栋, 1999; 魏民等, 2000; 王学平等, 2000; 肖克炎等, 2004; 罗建民等, 2005; 周京英等, 2005; 阴江宁等, 2008; 丛源等, 2009)。对于磷矿品位-吨位模型研究尚属空白, 本文利用 2009 年贵州省矿产资源利用现状调查磷矿成果数据库, 以核查块段为基础, 统计

全省磷矿核查矿区平均品位, 建立寒武系磷矿层和震旦系磷矿层品位-吨位模型, 对掌握全省磷矿高中低品位矿石的分布以及对全省磷矿资源合理开发利用布局具有重要的地质指导意义。

2 寒武系磷矿层和震旦系磷矿层的划分

贵州省磷矿主要形成于新元古代末陡山沱期和早寒武世梅树村期两大成矿期, 分属中国重要的两个成磷时期(张杰等, 2004)。含磷岩系为一套海侵序列陆缘碎屑和碳酸盐岩沉积, 矿床成因类型为沉积磷块岩矿床。磷块岩矿层主要产于下震旦统和下寒武统, 本文将其划分为震旦系磷矿层和寒武系磷矿层。震旦系磷矿层主要产于下震旦统陡山沱组, 分布于开阳-息烽-遵义片区, 其次是下震旦统洋水组, 分布于瓮安-福泉片区, 下震旦统留茶坡组, 分布于铜仁-镇远片区。震旦系磷矿层矿石品位

[收稿日期] 2012-05-03; [修订日期] 2012-11-15; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 国土资源部专项调查项目《贵州省矿产资源利用现状调查》(编号 2011-23 号)资助。

[第一作者] 吴波(1981 年—), 男, 2010 年毕业于贵州大学, 获矿物、岩石、矿床学硕士学位, 地质工程师, 主要从事矿产地质、矿床地质研究。E-mail: tyuiw76@163.com。

高,矿层厚度大,矿石质量好,利用程度高。寒武系磷矿层主要产在下寒武统戈仲伍组,分布于织金片区,其次是下寒武统牛蹄塘组,分布于清镇-修文片区,下寒武统九门冲组,分布于铜仁-松桃片区,下寒武统渣拉沟组,分布于三都-丹寨片区。寒武系磷矿层矿石品位低,矿层厚度薄,矿石质量差,利用程度低(见表1)。

表1 贵州省磷矿主要分布地区和赋矿层位

Table 1 Main distribution areas and ore-hosting strata of the phosphate deposits in Guizhou Province

分类标准	主要分布地区	赋矿层位
寒武系磷矿层	织金县、清镇市、修文县、铜仁市、松桃县、三都县、丹寨县	戈仲伍组、牛蹄塘组、九门冲组、渣拉沟组
	开阳县、息烽县、遵义县、瓮安县、福泉市、铜仁市、镇远县	陡山沱组、洋水组、留茶坡组

3 评价模型建立的依据及方法

由于贵州省寒武系磷矿层和震旦系磷矿层在矿层厚度、矿石品位和矿石质量方面差异较大,本文在评价模型上分别对寒武系磷矿层和震旦系磷矿层进行数据统计和分析。

根据矿区资源储量核查技术要求^①,核查矿区资源储量计算采用核查区内各个核查块段资源储量数据的累加。因此,核查矿区平均品位则相应采用核查区内核查块段品位的块段资源储量加权平均值。寒武系磷矿层和震旦系磷矿层平均品位则采用核查矿区平均品位的核查矿区资源储量加权平均值,贵州省磷矿平均品位则采用寒武系磷矿层和震旦系磷矿层平均品位的资源储量加权平均值,计算公式如下:

$$P_{\text{核查矿区}} = \frac{(p_1 \times t_1 + p_2 \times t_2 \cdots + p_n \times t_n)}{(t_1 + t_2 \cdots + t_n)} \quad (1)$$

$$P_{\text{寒武系}} = \frac{(P_1 \times T_1 + P_2 \times T_2 \cdots + P_m \times T_m)}{(T_1 + T_2 \cdots + T_m)} \quad (2)$$

$$P_{\text{贵州省}} = \frac{(P_{\text{寒武系}} \times T_{\text{寒武系}} + P_{\text{震旦系}} \times T_{\text{震旦系}})}{(T_{\text{寒武系}} + T_{\text{震旦系}})} \quad (3)$$

其中: p -块段品位; t -块段资源储量; P -核查矿区平均品位; T -核查矿区资源储量; $P_{\text{寒武系}}$ -寒武系磷矿层平均品位; $P_{\text{贵州省}}$ -贵州省磷矿平均品位。

根据磷矿石工业指标分级标准(邵厥年等,2010),将贵州省磷块岩矿石划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个

品级,分别对应高品位矿石、中品位矿石和低品位矿石。其中Ⅰ级品矿石品位30%以上,Ⅱ级品矿石品位24%~30%,Ⅲ级品矿石品位15%~24%,矿石品位15%以下为贫矿石。以3%为品位统计区间进行各区间吨位频率和累计频率的统计,分别建立寒武系磷矿层和震旦系磷矿层品位-吨位频率直方图模型和累积频率曲线图模型。

4 贵州省磷矿核查矿区及资源储量特征

根据磷矿核查矿区资源储量规模分级标准^②:大型矿区(5000万t以上),中型矿区(500万t~5000万t),小型矿区(500万t以下)。贵州省磷矿共划分核查矿区53个,包括大型矿区10个,中型矿区12个,小型矿区31个^③。本文将全省53个核查矿区划分为寒武系磷矿层矿区22个,其中大型矿区1个,中型矿区3个,小型矿区18个;震旦系磷矿层矿区31个,其中大型矿区9个,中型矿区9个,小型矿区13个(见图1)。

根据贵州省矿产资源利用现状调查结果,全省磷矿累计查明资源储量23.95亿t,其中大型矿区21.72亿t,占90.72%;中型矿区2.00亿t,占8.35%;小型矿区0.23亿t,占0.93%。其中寒武系磷矿层累计查明资源储量9.47亿t,占39.51%;震旦系磷矿层累计查明资源储量14.48亿t,占60.49%。贵州省磷矿矿区规模以中小型为主,大型矿区较少,大型矿区资源储量占绝对优势,中小型矿区资源储量相对较少,大中型矿区主要集中于震旦系磷矿层(见表2)。

表2 核查矿区规模-资源储量统计 单位:亿t

Table 2 Scale-reserve statistics of mining areas(unit:10⁸ t)

矿区规模	数量(个)	数量占比%	资源储量	储量占比%
寒武系磷矿层				
大型	1	1.89	8.86	37.01
中型	3	5.66	0.45	1.86
小型	18	33.96	0.16	0.64
震旦系磷矿层				
大型	9	16.98	12.86	53.71
中型	9	16.98	1.55	6.49
小型	13	24.53	0.07	0.29
合计	53	100.00	23.95	100.00

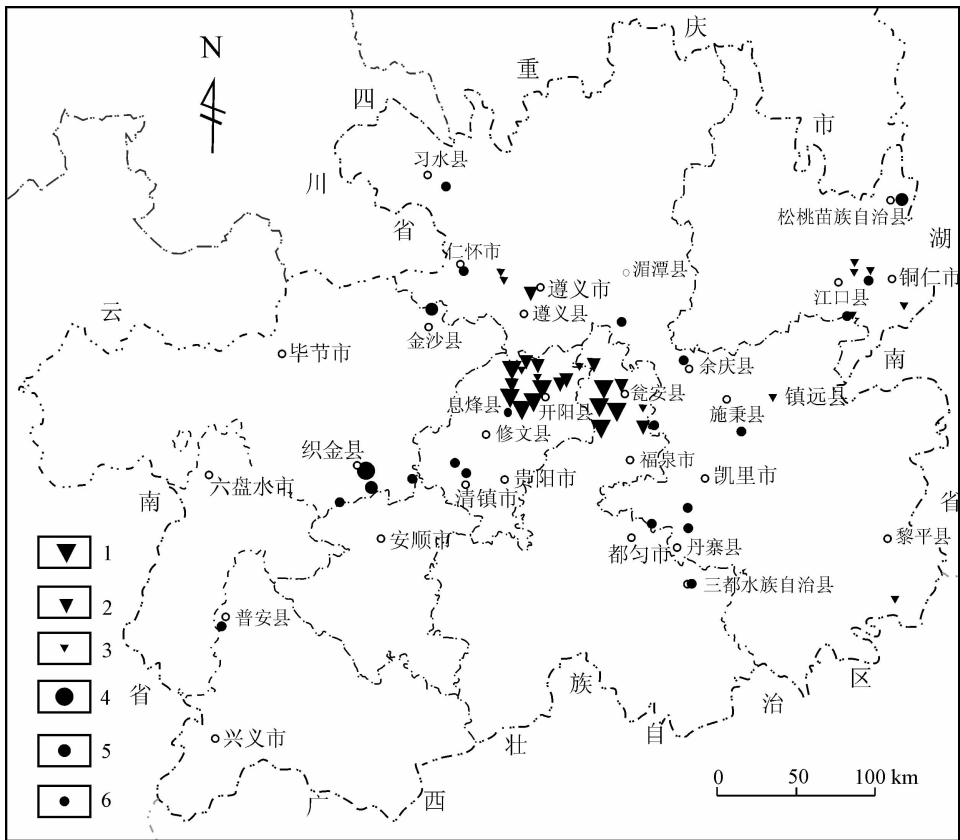


图 1 贵州省磷矿核查矿区分布图

Fig. 1 Map showing distribution of phosphate mining areas checked in Guizhou Province

1 - 震旦系大型磷矿; 2 - 震旦系中型磷矿; 3 - 震旦系小型磷矿; 4 - 寒武系大型磷矿;
5 - 寒武系中型磷矿; 6 - 寒武系小型磷矿
1 - Sinian large - scale phosphorite deposit; 2 - Sinian medium - sized phosphorite deposit; 3 - Sinian small
- scale phosphorite deposit; 4 - Cambrian large - scale phosphorite deposit; 5 - Cambrian medium - sized
phosphorite deposit 6 - Cambrian small - scale phosphorite deposit

5 贵州省磷矿核查矿区平均品位统计分析

全省磷矿划分为 53 个核查矿区,其中寒武系磷矿层 22 个核查矿区,震旦系磷矿层 31 个核查矿区。通过寒武系磷矿层 254 个核查块段和震旦系磷矿层 2400 个核查块段,按照公式(1)、(2)、(3)分别统计出全省磷矿核查矿区平均品位、寒武系磷矿层、震旦系磷矿层平均品位以及贵州省磷矿平均品位(见表 3)。

从表 3 可知,贵州省磷矿平均品位 23.45%。寒武系磷矿层矿区平均品位总体较低,寒武系磷矿层平均品位为 16.56%,品位最高的矿区平均品位 29.94%,品位最低的矿区平均品位 13.78%;寒武系磷矿层中资源储量最大的织金新华磷矿区平均品位 16.21%;从赋矿层位统计,牛蹄塘组品

位较高,矿区平均品位 20% 以上。从分布地区统计,余庆 - 仁怀片区品位较高,矿区平均品位 28% 以上,铜仁 - 松桃片区矿区平均品位 20% 左右,清镇 - 织金片区品位最低,矿区平均品位 16% 左右。

从表 3 可知,震旦系磷矿层矿区平均品位总体较高,震旦系磷矿层平均品位 27.94%,品位最高的矿区平均品位 35.94%,品位最低的矿区平均品位 17.33%;从赋矿层位统计,陡山沱组品位最高,矿区平均品位 30% 以上,洋水组矿区平均品位 25% 以上。从分布地区统计,平均品位 30% 以上的矿区全部集中于开阳 - 息烽片区,瓮安 - 福泉片区品位较高,矿区平均品位 25% 以上,铜仁 - 镇远片区品位较低,矿区平均品位 20% 左右。

表 3 典型核查矿区平均品位统计			
Table 3 Average grade statistics of typical mining areas			
核查矿区名称	规模	赋矿层位	品位%
寒武系磷矿层(平均品位 16.56%)			
余庆洞沟磷矿	小型	牛蹄塘组	29.94
习水河坝磷矿	小型	牛蹄塘组	29.88
仁怀大湾磷矿	小型	牛蹄塘组	28.23
丹寨南皋磷矿	小型	渣拉沟组	27.92
三都湾滩磷矿	小型	渣拉沟组	27.06
丹寨番仰磷矿	小型	渣拉沟组	22.71
铜仁半溪磷矿	小型	九门冲组	22.31
松桃道水磷矿	中型	九门冲组	20.39
铜仁锭子铺磷矿	小型	九门冲组	18.06
清镇桃子冲磷矿	小型	牛蹄塘组	17.36
织金杜家桥磷矿	小型	戈仲武组	16.28
织金新华磷矿	大型	戈仲武组	16.21
施秉新城磷矿	小型	牛蹄塘组	13.78
震旦系磷矿层(平均品位 27.94%)			
开阳用沙坝磷矿	大型	陡山沱组	35.94
息烽温泉磷矿	中型	陡山沱组	34.08
开阳马路坪磷矿	大型	陡山沱组	33.57
开阳两岔河磷矿	中型	陡山沱组	31.57
开阳明泥湾磷矿	中型	陡山沱组	31.32
福泉英坪磷矿	大型	洋水组	28.95
瓮安玉山水库磷矿	中型	洋水组	28.15
福泉高坪磷矿	大型	洋水组	26.45
瓮安玉华磷矿	中型	洋水组	26.41
遵义松林磷矿	中型	陡山沱组	23.81
铜仁荷包田磷矿	小型	留茶坡组	23.77
铜仁呢哨磷矿	小型	留茶坡组	22.08
镇远城郊磷矿	小型	留茶坡组	19.82
岑巩岩科磷矿	小型	留茶坡组	18.35
瓮安梯冲磷矿	小型	洋水组	17.33
贵州省磷矿平均品位 23.45%			

6 贵州省磷矿品位 - 吨位模型的建立

根据 2009 年贵州省矿产资源利用现状调查磷矿成果数据库,寒武系磷矿层核查块段最低品位 5.16%,最高品位 33.63%,震旦系磷矿层核查块段最低品位 9.78%,最高品位 38.63%。以 3% 为品位统计区间对全省寒武系磷矿层 254 个核查块段和震旦系磷矿层 2400 个核查块段进行各区间吨位频率、累计频率统计(见表 4)。

表 4 贵州省磷矿品位 - 吨位频率统计		
Table 4 Statistics of grade-tonnage frequency for phosphate ores in Guizhou Province		
品位分段%	吨位频率%	累计频率%
寒武系磷矿层		
6 ~ 9	8.38	8.38
9 ~ 12	3.33	11.71
12 ~ 15	17.39	29.10
15 ~ 18	33.36	62.46
18 ~ 21	30.22	92.68
21 ~ 24	4.03	96.71
24 ~ 27	1.08	97.79
27 ~ 30	1.92	99.71
30 ~ 33	0.23	99.94
33 ~ 36	0.06	100.00
震旦系磷矿层		
6 ~ 9	0.00	0.00
9 ~ 12	0.08	0.08
12 ~ 15	0.93	1.01
15 ~ 18	1.24	2.25
18 ~ 21	5.42	7.67
21 ~ 24	12.82	20.49
24 ~ 27	25.35	45.84
27 ~ 30	18.70	64.54
30 ~ 33	14.63	79.17
33 ~ 36	16.47	95.64
36 ~ 39	4.36	100.00

从图 2 可知,寒武系磷矿层吨位频率服从正态分布,寒武系磷矿层吨位峰值区间较窄,主要集中于 12% ~ 21% 之间,占寒武系磷矿层资源储量的 80.97%。

从图 3 可知,震旦系磷矿层吨位频率服从正态分布,震旦系磷矿层吨位峰值区间较宽,主要集中于 21% ~ 36% 之间,占震旦系磷矿层资源储量的 87.97%。

从图 4 可知,寒武系磷矿层高品位矿石资源储量较少,低品位矿石、贫矿石资源储量多,其中低品位矿石资源储量占 67.61%,贫矿石资源储量占 29.10%,低品位和贫矿石资源储量占 96.71%。

从图 5 可知,震旦系磷矿层高中品位矿石资源储量多,低品位和贫矿石资源储量较少,高品位矿石资源储量占 35.46%,中品位矿石资源储量占 44.05%,高中品位矿石资源储量占 79.51%。

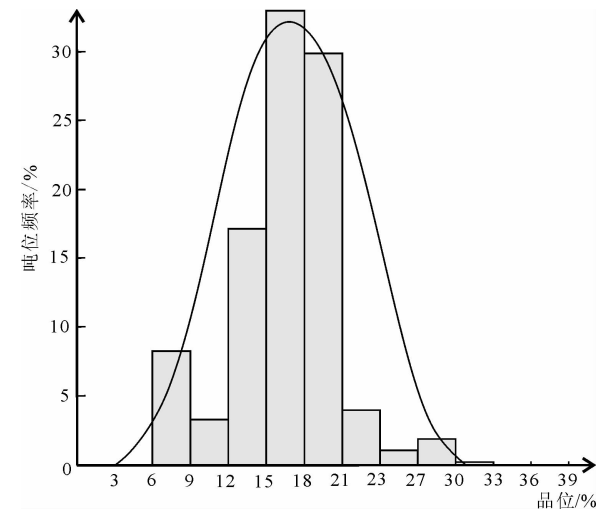


图 2 寒武系磷矿层品位 - 吨位频率直方图
Fig. 2 Frequency histogram of grade-tonnage for ores from the Cambrian phosphate rock layers

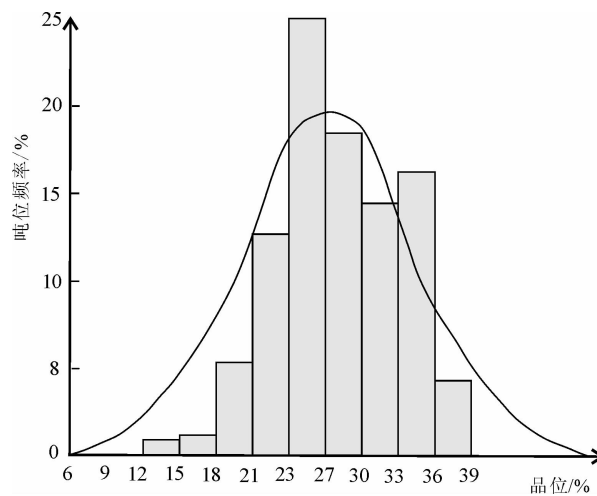


图 3 震旦系磷矿层品位 - 吨位频率直方图
Fig. 3 Frequency histogram of grade-tonnage for ores from the Sinian phosphate rock layers

7 品位 - 吨位模型建立的地质意义

本文统计了全省磷矿核查矿区平均品位,并建立了寒武系磷矿层和震旦系磷矿层的品位 - 吨位模型,从全省的角度分析了不同品位磷块岩矿石的地区分布,采用直方图和曲线图模型统计了全省不同品位区间矿石的吨位分布,对全省磷矿的勘查与评价、磷矿产业布局 and 开发利用具有重要的地质指导意义。贵州省磷矿高品位矿石主要集中于震旦系磷矿层,由于矿石品位高,矿层厚度大,矿石质量好,后备资源潜力大,决定了震旦系磷矿层应作为全省磷

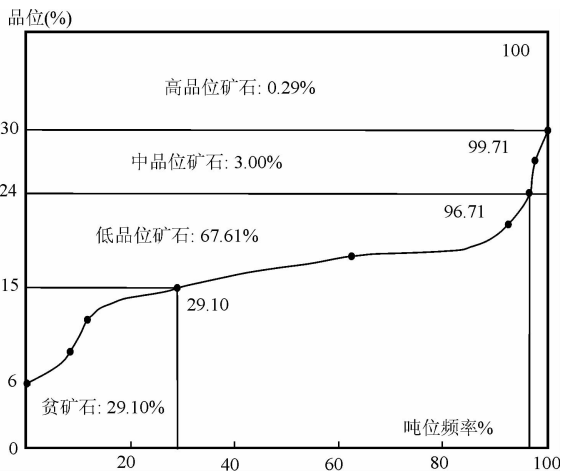


图 4 寒武系磷矿层品位 - 吨位累积频率曲线图
Fig. 4 Cumulative frequency curve of grade-tonnage for ores from the Cambrian phosphate rock layers

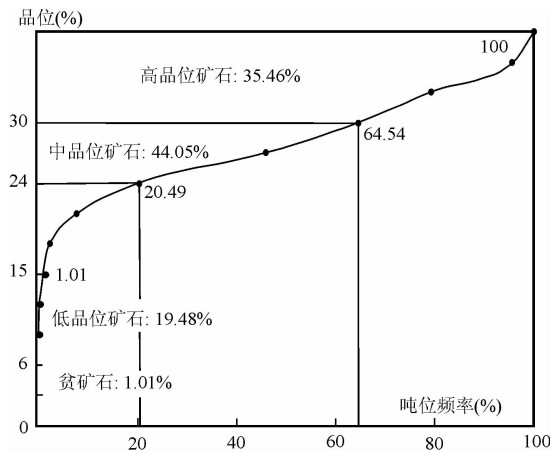


图 5 震旦系磷矿层品位 - 吨位累积频率曲线图
Fig. 5 Cumulative frequency curve of grade-tonnage for ores from the Sinian phosphate rock layers

矿资源开发利用的主体,其中开阳 - 息烽片区、瓮安 - 福泉片区应作为全省磷矿开发利用布局的重点地区,铜仁 - 松桃片区和清镇 - 织金片区寒武系磷矿层低品位和贫矿石资源储量多,由于矿石品位低,矿层厚度小,矿石质量差,现有的选矿技术条件下,寒武系磷矿层目前开发利用价值不高,应加强低品位矿石和贫矿石的选矿技术研究。

8 结论

(1) 全省磷矿矿区规模以中小型为主,大型矿区较少,大型矿区资源储量占绝对优势,中小型矿区资源储量相对较少,大中型矿区主要集中于震旦系磷矿层。

(2) 寒武系磷矿层矿区平均品位总体较低,震旦系磷矿层矿区平均品位总体较高,寒武系磷矿层平均品位 16.56%,震旦系磷矿层平均品位 27.94%,贵州省磷矿平均品位 23.45%。

(3) 寒武系磷矿层和震旦系磷矿层吨位频率均服从正态分布,寒武系磷矿层吨位峰值区间较窄,主要集中于 12%~21% 之间,震旦系磷矿层吨位峰值区间较宽,主要集中于 21%~36% 之间。

(4) 寒武系磷矿层高品位矿石资源储量较少,低品位、贫矿石资源储量多,低品位和贫矿石资源储量占 96.71%;震旦系磷矿层高品位矿石资源储量多,低品位和贫矿石资源储量少,高中品位矿石资源储量占 79.51%。

(5) 从全省的角度分析不同品位磷矿石的地区分布和建立寒武系磷矿层和震旦系磷矿层品位 - 吨位模型,对全省磷矿的勘查与评价、磷矿产业布局 and 开发利用具有重要的地质指导意义。

致谢 本文写作过程中得到贵州省地质调查院总工程师陶平研究员的热情指导,此外,贵州大学资源与环境工程学院许利群博士参与了本文插图的制作,在此一并表示诚挚地感谢!

- [注释]
- ①

国土资源部. 2009. 矿区资源储量核查技术要求解读[S] : 51 - 57
- ②

国土资源部. 2008. 矿区资源储量核查成果数据库建设技术要求[S] : 60 - 64
- ③

贵州省地质调查院. 2011. 贵州省磷矿资源利用现状调查成果汇总报告[R] : 18 - 20

[References]

Cong Yuan, Zhao Peng-da, Chen Jian-ping, Dong Qing-ji. 2009. Grade-tonnage model of bauxite deposits in china[J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 39 (6) : 1042 - 1048 (in Chinese with English abstract)

Dong Qing-ji, Chen Jian-ping, Cong Yuan. 2009. Grade-tonnage model of sulfur deposits in China[J]. Geological Bulletin China, 28 (2 - 3) : 208 - 215 (in Chinese with English abstract)

Luo Jian-min, Zhang Xin-hu, Peng De-qi. 2005. Grade-resource distribution model of rock gold deposits in the Gan su Province[J]. Geology and Prospecting, 41 (5) : 62 - 65 (in Chinese with English abstract)

Su Xin-dong. 1999. The establish of gold deposits grade-tonnage model and its geological significance of He nan[J]. Central-south of Metallurgical Geology, 59 (2) : 14 - 27 (in Chinese with English abstract)

Shao Jue-nian, Tao Wei-ping. 2010. Mineral resources industry requirements manual[M]. Beijing: Geological Publishing House; 203 - 210 (in Chinese with English abstract)

Wang Xue-ping, Wei Min, Wang Li-pei, Zhao Jing-man. 2000. Grade-tonnage model of porphyrycopper deposits in China [J]. Geology and Prospecting, 36 (1) : 57 - 59 (in Chinese with English abstract)

Wei Min, Liu Hong-guang, Wang Xue-Ping, Zhao Jing-man, Wang Li-pei. 2001. Role of organic matter in the Carlin-type gold mineralization[J]. Geological Science and Technology Information, 19 (2) : 43 - 50 (in Chinese with English abstract)

Wei Min, Zhao Peng-da, Liu Hong-guang, Wang Xue-Ping, Zhao Jing-man, Wang Li-pei. 2001. Grade-tonnage model of original gold deposits in China[J]. Earth Science-Journal of China University of geosciences, 26 (2) : 176 - 180 (in Chinese with English abstract)

Xiao Ke-yan, Li Jing-chao, Chen Zhen-hui, He Kai-tao, Yan Guang-sheng. 2004. The model of china's copper grade-tonnage and the resource appraisal technique[J]. Geological Review, 50 (1) : 50 - 56 (in Chinese with English abstract)

Xiao Ke-yan, Ding Jian-hua, Liu Rui. 2006. The discussion of three-part form of non-fuel mineral resource assessment [J]. Geological Review, 52 (6) : 793 - 798 (in Chinese with English abstract)

Yin Jiang-nin, Xiao Ke-yan, Zou Wei, Ding Jian-hua, Lou De-bo. 2008. The grade and tonnage model for China's iron deposits [J]. Mineral deposits, 27 (6) : 782 - 790 (in Chinese with English abstract)

Zhang Jie, Chen Ji-yan, Chen Dai-liang. 2004. The phosphate rock characteristics of main components in Gui Zhou[J]. China Non-Metallic Minerals Industry, 43 (5) : 91 - 92 (in Chinese with English abstract)

Zhou Jin-ying, Sun Yan-mian. 2005. The copper nickel Reserve-Grade distribution characteristics in China[J]. Geology and Prospecting, 41 (6) : 49 - 51 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

丛 源, 赵鹏大, 陈建平, 董庆吉. 2009. 中国铝土矿床品位吨位模型 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版), 39 (6) : 1042 - 1048

董庆吉, 陈建平, 丛源. 2009. 中国硫矿床品位吨位 - 模型 [J]. 地质通报, 28 (2 - 3) : 208 - 215

罗建民, 张新虎, 彭德启. 2005. 甘肃省岩金矿品位 - 储量分布模型 [J]. 地质与勘探, 41 (5) : 62 - 65

苏欣栋. 1999. 河南省金矿床储量吨位, 品位模型的建立及其地质意义 [J]. 中南冶金地质, 59 (2) : 14 - 27

邵厥年, 陶维屏. 2010. 矿产资源工业要求手册 [M]. 北京: 地质出版社: 203 - 210

王学平, 魏民, 杨丽沛, 赵精满. 2000. 中国斑岩型铜矿床品位 - 吨位模型 [J]. 地质与勘探, 36 (1) : 57 - 59

魏 民, 刘红光, 王学平, 赵精满, 王丽沛. 2000. 中国砂金矿床吨位 - 品位模型 [J]. 地质科技情报, 19 (2) : 43 - 50

魏 民, 赵鹏大, 刘红光, 王学平, 赵精满, 王丽沛. 2001. 中国岩金矿床品位 - 吨位模型研究 [J]. 地球科学 - 中国地质大学学报, 26 (2) : 176 - 180

肖克炎, 李景朝, 陈郑辉, 何凯涛, 严光生. 2004. 中国铜矿床品位吨位模型 [J]. 地质论评, 50 (1) : 50 - 56

肖克炎, 丁建华, 刘锐. 2006. 美国“三步式”固体矿产资源潜力评价方法评述 [J]. 地质论评, 52 (6) : 793 - 798

阴江宁, 肖克炎, 邹伟, 丁建华, 姜德波. 2008. 中国铁矿床品位 - 吨位模型 [J]. 矿床地质, 27 (6) : 782 - 790

张 杰, 陈吉艳, 陈代良. 2004. 贵州磷块岩主要物质成分特征探讨 [J]. 中国非金属矿工业导刊, 43 (5) : 91 - 92

周京英, 孙延绵. 2005. 中国铜镍资源储量 - 品位分布特征的研究 [J]. 地质与勘探, 41 (6) : 49 - 51

Grade-Tonnage Models for the Phosphate Deposits in Guizhou Province
and Their Geological Significance

WU Bo¹, DENG Ke-yong¹, CHEN Ling-ling¹, WANG Qiu-ju¹, GONG Bin², ZHOU Tai-ming³, WEN Guo-jiang⁴

(1. Guizhou Academy of Geologic Survey, Guizhou, Guiyang 550004; 2. The 117 Geological team of Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou, Guiyang, Guizhou 550018; 3. The 101 Geological team of Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou, Kaili, Guizhou 556000; 4. The 115 Geological team of Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou, Qingzhen, Guizhou 551400)

Abstract: Based on the phosphate deposit database in Guizhou compiled in 2009, this study calculates the average grade of the phosphate ores using block grade and block reserve data taking the verified blocks as units. We determine the phosphate ores distribution of high, middle and low grades, make statistics of their tonnage frequency, and establish grade-tonnage models for the Cambrian and Sinian phosphate rock layers. The results show that the average grade for ores from the Cambrian phosphate rock layers is lower than the Sinian layers. The frequency of their tonnage obeys a normal distribution, and the tonnage peak interval is much narrower in phosphate rock layers than the Sinian layers. The study indicates that the Kaiyang-Xifeng and Weng'an-Fuquan areas can be considered as the key areas of development and utilization, and the mineral separation technology should be improved to solve the problems of low grade, poor quality but big resource reserve of phosphate ores in the Tongren-Songtao and Qingzhen-Zhijin areas.

Key words: phosphate rock, grade-tonnage model, normal distribution, geological significance, Guizhou

