www.cagsbulletin.com www.地球学报.com

# 云南省禄劝县小场院磷矿地质特征及找矿方向

# 刘明勇,杨彦林

西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司, 云南昆明 650051

摘 要: 云南禄劝—东川磷块岩矿床是云南省重要的磷矿石资源地,目前地质研究程度低,矿山开发利用 程度相对不高。本文依据详查工作的实践,系统阐述了矿区地质、矿床地质特征,通过与相邻矿区的含磷矿 层对比,以及化学、矿物成分、矿层结构的分析,对成矿环境和矿床成因作了探讨,指明了找矿方向,对矿 区外围及区域上找寻相似磷矿床具有现实指导意义。

关键词:找矿方向;地质特征;矿床成因;小场院磷矿;云南

中图分类号: P611; P612 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2013.s1.24

# Geological Characteristics and Ore-prospecting Orientations of the Xiaochangyuan Phosphorus Deposit in Luquqn County, Yunnan Province

#### LIU Ming-yong, YANG Yan-lin

Southwest Nonferrous Kunming Exploration Surveying and Designing Institute Inc., Kunming, Yunnan 650051

**Abstract:** The Luquan-Dongchuan phosphorite deposit is an important phosphrrus ore resource base area; nevertheless, geological research is very insufficient, and the exploitation and utilization extent of the mine remains at a relatively low level. Based on detailed investigation, this paper describes systematically geological characteristics of the ore district and ore deposit and, through the correlation of the phosphorus-bearing beds with neighboring ore districts as well as an analysis of chemical and mineral compositions and ore bed structures, makes a tentative discussion on the ore-forming environment and the genesis of the ore deposit and indicates the ore-prospecting orientations. The results are of practical guiding significance in search for similar phrsphorus deposits in the periphery of the ore district as well as in the whole region.

Key words: ore-prospecting orientation; geological characteristics; genesis of the ore deposit; Xiaochangyuan phosphorus deposit; Yunnan

小场院磷矿位于康滇古陆东侧, 滇东禄劝—东 川沉积磷块岩矿床北部, 是云南省又一个重要的磷 矿石资源地。磷矿层主要产在寒武系渔户村组中下 段, 受交通条件的限制, 区内地质勘查工作程度不 高, 至今尚未建成具规模开采的矿山。小场院磷矿 经勘查矿床规模可达大型。笔者通过详查工作实践 和对前人资料的研究, 对小场院磷矿地质特征及矿 床成因进行探讨, 为禄劝—东川一带的磷矿开发及 相似矿床的研究和找矿工作提供借鉴。 区域出露地层较齐全,元古界、古生界、中生 界均有出露,仅古生界的奥陶系(O)、志留系(S)层位 缺失。昆阳群是区域内最老的地层,分布于小江、 金沙江两侧,矿区北部,组成整个区域的基底。上覆 地层除缺失地层外,从震旦系至侏罗系地层均有出 露。寒武系( $\epsilon$ )分布广泛,地层发育齐全、层序清楚。 下统龙王庙组( $\epsilon_1$ )、沧浪铺组( $\epsilon_1$ c)、筇竹寺组( $\epsilon_1$ q)、 渔户村组( $\epsilon_1$ y),各组间呈整合接触。渔户村组白云 岩、硅质岩、磷块岩及含磷白云岩,是区内磷矿的

本文由 " 云南省昆明市禄劝县落乌磷矿详查 " 项目资助。

收稿日期: 2013-04-24; 改回日期: 2013-05-07。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介:刘明勇,男,1978 年生。工程师。主要从事矿产地质勘查工作。通讯地址:昆明市人民东路东风巷 29 号。电话: 08716-3142509。E-mail:lmy5000@163.com。

赋存层位, 与下伏上震旦上震旦统灯影组呈整合按触, 厚 120~180 m。

区域构造有南北向构造、东西向构造及新华夏 系三大构造体系,南北向构造为构造主体,东西向 构造受南北向构造带的干扰和改造,呈反接复合关 系。

寒武纪含磷岩系保存了上古生代沉积地层的基本特征。除北部受落雪断裂、兴隆坪断裂和东西向的杨合伍—因民断层切割、交织成网状,呈斜接或重接复合关系,地层有平行和断失现象外,南部区域尽管也被南北向断层切割、错动,但没有破坏寒武系渔户村组地层的完整性,出露相对稳定。

区域矿产资源丰富(晏建国等,2013;李家盛等, 2013),目前查明的有铁、铅、锌、铜、铝土矿、白 云岩和耐火粘土等,其中以金属矿产与建筑材料为 主。

#### 1 矿区地质

小场院磷矿为一倾向南西的单斜构造,磷矿体 主要赋存于寒武系下统渔户村组中下段。矿区及外 围,含磷地层渔户村组从东川的新桥,过落乌、乌蒙, 再到大湾,沿轿子雪山环带状分布。

#### 1.1 矿区地层

矿区出露地层从老至新依次为震旦系下统澄江 组(Zac)、上统灯影组(Zbdn),寒武系下统渔户村组 (€<sub>1</sub>y)、筇竹寺组(Є<sub>1</sub>q)、沧浪铺组(Є<sub>1</sub>c)、二叠系下统 梁山组(P<sub>1</sub>l)、二叠系下统阳新组(P<sub>1</sub>y)、二叠系上统 峨眉山玄武岩组(P<sub>2</sub>β)及第四系(Q)。其它地层缺失。 磷块岩主要产在寒武系下统渔户村组(Є<sub>1</sub>y)地层。渔 户村组上部为灰至深灰色中至厚层状粉至细晶砂质 硅质白云岩;中部为白云质磷块(质)岩及灰色薄-中 厚层状含磷白云岩,底部为灰色深灰色砂质白云岩, 夹薄层硅质岩,与下伏灯影组呈假整合接触,厚度 119~237m。按地层岩性分为上下两段(图 1, 2)。

上段( $C_1y^2$ ),浅灰色粉晶硅质白云岩,下部过 渡为灰色、灰白色硅化含粉砂质磷质粉晶白云岩, 厚度一般为 7.10~180.50 m。在筇竹寺( $C_1q$ )泥质粉砂 岩地层之下,两者为整合接触。

下段( $C_1y^1$ ):为一套含磷建造,自下而上可分 为四个亚段。a)渔户村组底部( $C_1y^{1-1}$ ),上部为黄灰色 薄层状粉砂质泥岩,中部为灰色薄层硅质岩,厚 5~20 cm,由蛋白石和玉髓组成,无晶洞构造;下部 为灰色砂质白云岩,厚 45 m 左右; b)下矿层( $C_1y^{1-2}$ ), 上部为灰色薄至中厚层状含胶磷矿砾屑、砂屑磷块



Fig. 1 Geological map of the Xiaochangyuan phosphorus deposit





岩。中部为深灰色层状砂屑白云质磷块岩;下部为 灰色条纹状砂屑白云质磷质岩、含磷砂屑白云岩; 为主要含矿层,厚 7.80~36.52 m,由东向西逐渐变 薄; c)夹层(C<sub>1</sub>y<sup>1-3</sup>),为灰色含磷砾砂屑白云岩,块状 构造,有白色斑状碎屑,偶夹胶磷矿条纹、条带,一 般厚 20~52 m,由东向西厚度逐渐增大。d)上矿层 (C<sub>1</sub>y<sup>1-4</sup>),为砾砂屑含磷白云岩,砾屑结构,纹层状构 造。一般厚 5~320 m,为区内次要含矿层。

震旦系上统灯影组(Zbdn)为灰白色厚层状白 云岩夹少量的灰白色白云质灰岩,厚度为 398~ 650 m,与下伏地层不整合接触。是磷矿层位的下 覆地层。

寒武系下统筇竹寺组(€₁q)为深灰色、灰黑色致 密块状粉砂岩, 层间夹有泥质粉砂岩, 薄层条纹条 带状结构, 碎屑组分以石英为主, 长石少, 是磷矿 层位的上覆地层。与下伏渔户村组呈整合接触。厚 度119~151 m, 呈东西向带状分布(刘明勇等, 2012)。 1.2 含磷岩系划分与对比

滇东北禄劝—东川磷块岩矿床为灯影期末渔户 村期初期、海退过程中保留的海湾沉积,多属地台 相沉积,沉积环境受滇中古陆和牛首山古岛影响, 为磷酸盐、碳酸盐、镁质磷酸盐沉积组合,岩类以 含磷泥、粉晶白云岩为主,次为内砂屑磷块岩、泥 质粉砂质灰岩及瘤状灰岩(常苏娟,2011;陶永和等, 2001)。早期,聚磷沉积环境稳定,含矿段下部为较 厚的磷块岩,上部磷块岩、白云岩频繁交替,晚期稳 定性差(常苏娟,2011)。正是这一岩相古地理的特殊 条件,成就了震旦纪末寒武纪初沉积了巨大的磷块 岩矿床,使其成为磷矿的重要赋矿层位,沉积了两 层工业磷块岩(高俊彩等,2008)。与目前正在开发利 用的"滇池—抚仙湖成矿区"磷矿资源地具有相同 的成矿时期和地质层位。

小场院磷矿区与邻区探明的大海磷矿、白龙潭 磷矿、大湾磷矿等探山对比,含磷层位为寒武系渔 户村组中-套硅质岩、磷块岩、碳酸岩组合,含磷 层位多达五层,但达工业矿体可分为上层矿和下层 矿,与邻区磷块岩矿床相比,具有如下特点: a)顶板: 为灰白色层状微晶-粉晶白云岩夹泥质白云岩薄层、 硅质条带及结核,显层纹状构造;b)上矿层:为灰 色、灰黑、灰蓝色薄层至中厚层状砾屑砂屑含陆源 碎屑磷块岩,含磷白云岩,显纹层状构造,P2O5含量 上部和下部较高,中部较低,矿体连续性差; c)夹层: 为灰色灰白色中厚层状含磷砾砂屑白云岩,粗晶结 构、粒径变大、风化后多为灰褐色砂屑磷质岩低品 级矿石: d)下矿层: 为灰色、灰黑色薄至中厚层状, 纹层状砂屑含陆源碎屑磷块岩,含磷白云岩, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量由上而下逐渐降低,厚度基本相同,矿体连续 性相对稳定。e)底板:为灰色、深灰色薄层状泥质粉 砂岩、硅质岩、砂质白云岩,厚度45m左右,风化 后呈灰黄色, 层状构造。

所以,分析研究古陆、古地理的位置的差别,沉 积环境上尽管有浅海相、滨海相及滨海浅滩相环境, 但所形成的磷块岩特征大致相同的。

1.3 矿区构造

小场院磷矿位于法者背斜和宏德村背斜北翼和 倾伏端,普渡河断裂东侧。矿体露头总体由北西向 南东展布,倾向南西,为一南西倾斜和延伸的单斜 构造,褶皱不发育,断裂主要发育南北向断裂和近 东西向断裂。南北向断裂主要为落雪断裂、因民断 裂的南延,属压或压扭性断裂。东西向断裂被南北 向断裂切割,小规模的与南北向断裂斜交。对元古 代岩浆岩活动和有关矿产的形成起着明显的控制作 用。在矿区范围内为南延的末端,受古生界新地层 覆盖影响,断层对热液矿床的成矿特征不太明显, 但对磷矿层的错断较明显。

#### 2 矿体特征

2.1 矿体形态和产状

小场院磷矿区属浅海相沉积层状磷块岩矿床, 矿区含磷层位严格划分为上层矿、夹层、下层矿。 上矿层走向大致北西—南东向,倾向南西,倾 角 10°~45°。走向上东、西部矿体倾角较陡,平均 30°, 中部平缓,平均 10°;工程控制矿体最大埋深为 432.10 m,有工程控制的矿体沿走向长约为 2000 m, 沿倾向宽 80~620 m。矿体最大厚度 32 m,最小厚度 6 m,平均厚度 19 m,矿石品质含磷品位不高,矿石 贫、不稳定、多为 品级矿石,形态上具分枝现象, 向深部矿体尖灭,受岩相控制矿体沿走向倾向变化 较大。

下矿层走向、倾向与上矿层一致,从露头到深部,矿体连续性好,但矿体倾角总体变化较大,浅 部较陡,平均 37°,深部变缓,平均 10°;最大厚度 45.91 m,最小厚度 6.50 m,平均厚度 28.30 m,分不 稳定。

矿区达到工业品位的这两层磷矿层,倾向上, 随着矿体埋藏深度加深,风化程度降低,上层矿品 位较低,厚度小,矿体厚度及品位稳定性差,仅埋 藏深度浅、风化较强区域上矿层品位较高、厚度较 大。下矿层从地表工程到深部控制工程中均有矿体 分布,揭露矿体厚度较稳定,局部有变薄现象。走向 上,上矿层东部及西部厚度较厚,中部较薄;下矿 层相对较稳定,变化不明显。

夹层: 矿区范围内夹层中只有在风化较强的浅 部局部区域才能达到矿体最低工业品位, 深部控制 工程中均无达到边界工业品位矿体, 矿石、围岩界 限清楚, 不能圈定成矿。

2.2 矿石矿物成分

小场院磷矿区磷矿石矿物主要为胶磷矿,脉石 矿物主要为白云石、石英等,次要矿物有硅质、粘 土矿物、铁泥质及方解石。胶磷矿,上矿层中胶磷 矿由砂屑、砾屑、胶状、鲕粒组成,分布不均匀,胶 结方式主要为孔隙-基底、孔隙式胶结,胶结物主要 为铁泥质、胶状胶磷矿,外表呈次圆-不规则状砂屑。 下矿层中胶磷矿颗粒大小均一,呈次圆-圆状、次圆、 次圆-不规则状,次为胶状胶磷矿,呈胶结物产出, 极少量鲕粒,胶结方式有孔隙式、基底、孔隙-基底、 接触-孔隙,一般含磷为 25%~92%。

2.3 矿石化学成分

光谱分析结果表明, 矿层顶、底板化学元素主 要有 Ca、Mg、P、Si、Al、Fe 等元素。矿体中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量 20.77%~30.03%, 倾向、走向上变化系数 11~21%, 属稳定型。组合分析表明, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、CaO、 SiO<sub>2</sub>、酸不溶物为矿石主要化学成份。CaO 含量随 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量升高而增加, 之间呈正相关关系。SiO<sub>2</sub>、 MgO、CO<sub>2</sub>及酸不溶物含量总体上随 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量的升 高而降低, 之间呈反相关关系(表 1)。

2.4 矿石组构

矿石结构:上矿层磷矿石以砾屑、砂屑,胶状、 鲕状结构为主,偶见砂屑微-粉晶结构,砾屑内含砂 屑、鲕粒;下矿层磷矿石以砂屑结构为主,偶见粉砂 泥质-砂屑、砂屑-微-粉晶结构。

矿石构造:上矿层矿石主要有块状、薄层状、 纹层状构造;下矿层以块状、纹层状构造为主。 2.5 矿石类型

1)矿石的自然类型:上矿层中原生矿石为灰、 深灰色,风化后为灰蓝、褐灰色薄层状、块状砂屑、 砾屑白云质磷块岩,纹层状砂屑、砾屑白云质磷质 岩。下矿层中原生矿石为深灰、灰黑色,风化后为 灰褐、灰白色纹层状砂屑白云质磷质岩,块状砂屑 白云质磷质岩,块状粉砂泥质-砂屑磷质岩。

2)工业类型:上矿层 品级为硅质及硅酸盐型 为主;下矿层 、品级以混合型为主,少量为硅质

矿休	矿石品级 –		分析结果/%							分析结果/10 <sup>-6</sup>	
W 144			$P_2O_5$	CaO	$Fe_2O_3$	MgO	SiO <sub>2</sub>	$Al_2O_3$	酸不溶物	Cd	As
上层矿	品级	最低	17.80	30.47	1.20	4.35	30.59	1.30	32.04	0.34	26.10
		最高	23.74	33.72	1.29	0.29	35.53	1.17	36.85	1.13	17.60
		平均	20.77	32.10	1.25	2.32	33.06	1.24	34.45	0.74	21.85
		最低	24.06	33.00	1.34	0.29	34.28	1.46	36.57	1.15	33.60
	品级	最高	27.42	29.03	0.97	1.35	22.02	1.12	23.35	0.76	26.30
		平均	25.74	31.02	1.16	0.82	28.15	1.29	29.96	0.96	29.95
下 层 矿	+ 品级	最低	24.44	33.25	1.50	0.48	30.59	2.70	33.08	1.27	14.90
		最高	35.61	48.18	0.95	0.23	8.20	1.05	9.04	3.45	27.40
		平均	30.03	40.72	1.23	0.36	19.40	1.88	21.06	2.36	21.15

表 1 小场院磷矿区矿体组合分析成果表 Table 1 Composite analyses of ore bodies in the Xiaochangyuan phosphorus ore district

注:测试单位为国土资源部昆明矿产资源监督检测中心。

及硅酸盐型;上 品级以硅质及硅酸盐型为主,少 量混合型;下 品级硅质及硅酸盐型、混合型及碳 酸盐型均有,平均值为混合型。

# 3 矿床成因及找矿方向

### 3.1 矿床成因

小场院磷矿处在扬子地台的西南缘,次级川滇 隆起与滇东凹陷带的交界处,属滇东台褶带上的落 雪褶皱基地隆起(云南省地质矿产局,1993)。经历了 晋宁、加里东、华力西、印支、燕山、喜马拉雅等 各期强弱不等的构造运动,长期稳定持续沉降的浅 海环境加上深大断裂活动,形成了小江古断裂沿隆 起凹陷交界发生并成南北向分布的古海槽雏形(高 俊彩等, 2008)。晋宁运动、滇东在前寒武纪变质岩 系的基础上, 形成了中槽子凹槽凹陷带, 成为康滇 古陆、落因古陆、东川台地和寻甸台地包围的海湾 状沉积盆地, 为磷矿的形成创造了有利的条件(常苏 娟, 2011)。海水中的磷酸钙被硅质、生物、有机质、 碳酸盐化粪球等吸附, 形成富磷酸钙质点的小球相 对聚集, 成为半固结状态的磷酸盐沉积物, 再遭受 底流或波浪冲刷、改造, 经搬运 磨蚀 再沉积(常 苏娟, 2011)。所以胶磷矿颗粒中常保留着较多微晶 白云石和自生石英颗粒等。颗粒外表具塑变特征, 由于在塑性状态下流动, 常具有光滑的表面(圆、次 圆、椭圆形), 少量形成薄的皮壳。在成岩期, 由于 Eh 值降低, pH较高, 使间隙水中的磷酸盐浓度增高,





Fig. 3 Distribution of the Yuhucun Formation in the Xiaochangyuan phosphorus ore district

在富磷的粒间水作用下,沉积物进一步发生磷酸盐 化,使之更加富集,同时粒间水中的磷酸钙对颗粒 进行胶结,形成环带结晶磷灰石特征(常苏娟,2011; 陶永和等,2001)。在灯影期末和早寒武世历经了沉 积和海侵旋回沉积,正是这一岩相古地理的特殊条 件,使其沉积了巨大的磷块岩矿床,成为磷矿的重 要赋矿层位(常苏娟,2011)。

#### 3.2 找矿方向

特殊的地理时期和古地理条件,形成了早寒武 世渔户村组的滇东沉积磷块岩矿床。渔户村组 为一过渡地层单位,处于震旦纪灯影期末尾,寒武 纪开始的转变、过渡阶段,在滇东凹槽、凹陷的 浅海相沉积环境中,依次接受磷酸盐,碳酸盐, 碎屑岩沉积,形成超大型的磷块岩矿床(高俊彩等, 2008)。滇东禄劝—东川沉积磷块岩矿床区域, 寒武世渔户村组地层广泛分布(图3),东至东川大田 坝,西至禄劝阿多依,北至禄劝小场院,南至禄劝 翠华,大致呈南西北东向带状分布。在这些区域,渔 户村组地层连续分布,时有被断层错断,但总体上 对含矿层位的连续性影响不大,具有较好的找矿前 景。

# 参考文献:

- 常苏娟. 2011. 滇东磷矿多层位控矿地质特征及形成机理[D]. 昆明:昆明理工大学.
- 高俊彩,荣惠峰,徐剑波,杨金和.2008. 昆明市东川区绿茂乡 麻栗坪磷矿地质特征及成因分析[J]. 昆明:昆明理工大学 学报(理工版).
- 李家盛,李光斗,张映旭,张贤峰,王超.2013. 云南东川杉木 箐铁铜矿地质特征及找矿潜力分析[J]. 地球学报,34(s1): 33-40.
- 刘明勇,杨彦林. 2012. 云南省昆明市禄劝县落乌磷矿详查 报告[R]. 昆明:西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司.
- 陶永和,梁永忠.2001.滇东磷块岩及工业磷矿床成因[J]. 云南地 质,21(3): 266-283.
- 晏建国, 莫向云, 杨灿, 薛力鹏. 2013. 云南东川"观音山式"铜

矿地质特征及找矿意义[J]. 地球学报, 34(s1): 10-16.

云南省地质矿产局. 1993. 云南省区域矿产总结[R]. 昆明: 云南 省地质矿产局.

#### **References:**

- Bureau of Geology and mineral resources of Yunnan Province. 1993. Summary of regional mineral in Yunnan province[R]. Kunming: Bureau of Geology and mineral resources of Yunnan Province(in Chinese).
- CHANG Su-juan. 2011. Geological Characteristics and forming mechanism multi-horizon-control of phosphoric ore in east Yunnan[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology(in Chinese with English abstract).
- GAO Jun-cai, RONG Hui-feng, XU Jian-bo, YANG Jin-he. 2008.
  Geological Characteristics and Causesof Maliping Phosphorite in Dongchuan, Kunming[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology(Science and Technology), 33(4): 12-17, 33(in Chinese with English abstract).
- LI Jia-sheng, LI Guang-dou, ZHANG Ying-xu, ZHANG Xian-feng, WANG Chao. 2013. Geological Characteristics and Ore-prospecting Potential of the Shanmuqing Fe-Cu Deposit in Dongchuan, Yunnan Province[J]. Acta Geoscientica Sinica, 34(s1): 33-40(in Chinese with English abstract).
- LIU Ming-yong, YANG Yan-lin. 2012. Detailed survey report of Luowu phosphate ore in Luquan county of Kunming, Yunnan[R]. Kunming: Southwest Nonferrous Kunming Exploration Surveying and Designing(Instite) Inc.(in Chinese).
- TAO Yong-he, LIANG Yong-zhong. 2001. The phosphorites and genesis of industrial p deposits in east Yunnan[J]. Yunnan Geology, 21(3): 266-283(in Chinese with English abstract).
- YAN Jian-guo, MO Xiang-yun, YANG Can, XUE Li-peng. 2013. Geological Characteristics of the 'Guanyinshan Type' Copper Deposits in Dongchuan of Yunnan Province and Their Ore-prospecting Significance[J]. Acta Geoscientica Sinica, 34(s1): 10-16(in Chinese with English abstract).