

文章编号: 1009-3850(2018)04-0076-09

四川雷波矿集区磷矿沉积特征及成矿规律研究

张君¹, 张 筠², 杨豫川^{1,3}, 程文斌³, 董千平¹, 秘 贤⁴

(1. 四川省地质矿产勘查开发局二零七地质队, 四川 乐山 614000; 2. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081; 3. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 4. 四川省地质矿产勘查开发局物探队, 四川 成都 610072)

摘要: 四川雷波地区磷矿属于中国昆阳式海相沉积型磷矿, 赋存于下寒武统梅树村阶麦地坪组地层中。通过野外实测剖面, 重点研究其岩石学和沉积相特征, 在矿集区建立了潮坪沉积体系, 判断麦地坪组以潮下带沉积为主, 潮间带和潮上带沉积不发育, 总体表现为海侵-海退-海侵的垂向沉积组合。沉积相在矿集区呈环带状分布, 磷矿层厚度与地层厚度大体呈正相关关系。磷矿床的岩相古地理类型直接影响了磷质颗粒的物理富集过程, 其中潮下高能带为磷矿沉积的最有利相带, 是今后勘探开发的重点区域。

关键词: 磷矿; 麦地坪组; 沉积相; 成矿规律; 沉积矿床

中图分类号: P612

文献标识码: A

雷波矿集区主要位于四川盆地西南部凉山州雷波县境内, 地处扬子陆块川滇磷成矿带中段, 在早寒武世梅树村早期形成磷块岩矿床, 磷矿远景资源储量超过40亿吨, 又被称为雷波聚磷区, 是中国西南片区最大的磷矿基地之一^[1]。前人研究表明, 磷矿层赋存于寒武系纽芬兰统麦地坪组二段地层中, 其厚度和品位主要受沉积环境控制^[2-3], 但川西南地区早寒武世梅树村早期沉积相的划分存在较大差异, 其观点涵盖碳酸盐斜坡、碳酸盐缓坡、碳酸盐台地、潮坪、台内裂陷槽以及台盆沉积^[4-6], 特别是对于麦地坪组的亚相和微相划分比较模糊, 未能建立一套完整的沉积体系^[7-8]。除此之外, 矿集区内各个矿床的研究相对独立, 尤其是成矿规律未能在区域上形成统一的认识。

本文在总结前人科研成果的基础上, 依托野外

实测剖面, 重点研究雷波矿集区麦地坪组的岩石学和沉积相特征, 确定岩相古地理展布形态, 最终判断控矿有利相带, 明确沉积-古地理控矿规律, 为今后的勘探开发工作提供地质依据。

1 区域地质背景

川滇磷成矿带主要分布于康滇古陆的东侧, 呈明显的方向性展布, 沿扬子陆块西缘形成一条长约800km、宽约40~60km狭窄的南北向成磷带(图1)。雷波矿集区内磷矿属川滇成磷带中段^[9], 继承晋宁运动之后形成的构造格局。扬子准地台进入稳定的台地发展阶段, 地壳相对稳定。加里东期和海西期的构造变形主要呈现南北向的隆起和凹陷, 后期主要发育南北向的褶皱和断裂, 褶皱和断裂近似平行排列^[10], 磷矿床均赋存于较大的背斜和向斜

收稿日期: 2018-06-05; 改回日期: 2018-09-30

作者简介: 张君(1970-), 男, 高级工程师, 从事地质调查与矿产勘查工作。E-mail: zj447620235@qq.com

通讯作者: 张筠(1986-), 女, 工程师, 从事地质调查与矿产勘查工作。E-mail: 395031026@qq.com

资助项目: 中国地质调查局地质调查项目"乌蒙山区地质矿产综合调查"(编码: DD20160019)

构造中。这些区域褶皱和断裂是控制磷矿出露和分布的重要构造,对现今磷块岩矿床的保存及其分布形态均有密切关系^[11]。

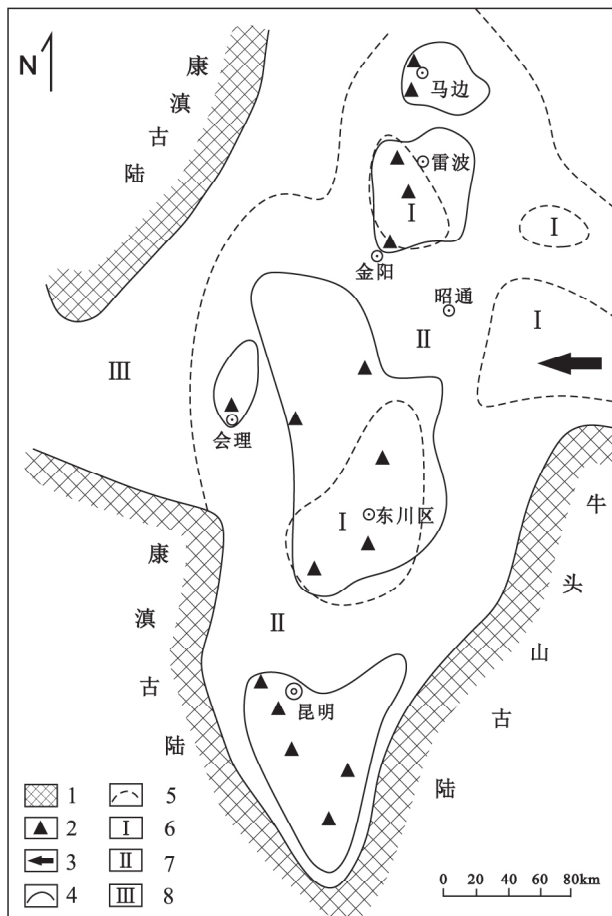


图1 川西南地区梅树村早期岩相古地理图(据韩豫川等, 2012)

1. 古陆; 2. 磷矿床; 3. 海侵方向; 4. 凹陷; 5. 岩相古地理界线; 6. 潮下带; 7. 潮间带; 8. 潮上带

Fig. 1 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the southwestern Sichuan area during the early Meishucunian

2 含矿层特征

2.1 岩石学特征

寒武系纽芬兰统麦地坪组($\epsilon_1 m$)为矿集区内含矿地层,自下而上可进一步划分为3个岩性段,其中磷矿层赋存于麦地坪组二段($\epsilon_1 m^2$)地层中,一段($\epsilon_1 m^1$)和二段($\epsilon_1 m^3$)磷质含量较低,无矿层产出^[12]。麦地坪组下部与震旦系上统灯影组地层整合接触,上部与寒武系下统筇竹寺组呈平行不整合接触^[13],其岩性主要为深灰至灰黑色含磷粉晶白云

岩、含磷硅质白云岩、砂屑磷块岩和含磷砂屑白云岩,局部发育灰黑色水云母黏土岩,地层厚度在区域上变化较大。为更好地研究该地层在区域上的展布特征,本次研究的7条剖面北至马颈子磷矿,南至卡哈洛磷矿,沿南北向矿体分布,贯穿整个雷波矿集区。现将其特征总结如下:

筇竹寺组一段($\epsilon_1 q^1$): 灰黑-深灰色中至厚层状粉砂岩,平行层理十分发育,底部发育一套厚约0.2m的灰黑色炭质黏土岩,总体属于浅海陆棚沉积。底界见风化壳,与下伏麦地坪组呈平行不整合接触。

——平行不整合——

麦地坪组三段($\epsilon_1 m^3$): 地层厚度为15.63~79.01m,在雷波聚磷区北部较厚,向南逐渐变薄。岩性主要为深灰-灰色中层状含磷砂屑白云岩、粉晶白云岩,偶见磷质条纹,局部夹硅质白云岩、灰质白云岩,偶见鸟眼构造。在马颈子矿区和石板滩矿区一带见大套灰岩沉积,以发育瘤状灰岩(图2A)和微晶灰岩为典型特征。矿层顶板位于岩性段底部,岩性为含磷砂屑白云岩(图2B)。

麦地坪组二段($\epsilon_1 m^2$): 为区内磷矿层,厚度为6.19~31.34m,在区域上保持连续,由北向南有逐渐变薄的趋势。岩性以深灰-灰黑色中层状砂砾屑磷块岩(图2C、D)为主,磷质条纹、条带十分发育,局部发育灰色至深灰色含磷粉晶白云岩、含磷砂屑白云岩和含磷硅质白云岩,偶见泥岩夹层。磷矿层在北部多为双层结构,矿层之间发育含磷砂屑白云岩夹矸层;南部则以单层结构为主,夹矸不发育。矿层上部主要为深灰至灰黑色中-厚层状磷块岩组成,具砂屑、砾屑(图2E)和鲕粒结构(图2F),厚5.2~13.4m, P_2O_5 含量为20%~32%;矿层下部为深灰色至灰黑色薄-中层状磷块岩,同样发育砂屑和砾屑结构,但磷质颗粒相对较细,硅质含量较重,局部发育硅质磷块岩,常见硅质条带,厚1.3~6.6m, P_2O_5 含量为18%~26%。

麦地坪组一段($\epsilon_1 m^1$): 地层厚度在区域上变化较大,北部厚、南部薄,为9.18~135.8m。岩性为深灰色薄至中层状粉晶白云岩、含磷粉晶白云岩和含磷砂屑白云岩(图2G、H),局部发育硅质白云岩。磷屑分布在岩石表面,颗粒较小,由下往上逐渐增加,常见磷质条纹(图2I)和硅质条带。矿层底板位于岩性段顶部,岩性为含磷砂屑白云岩,偶夹含磷硅质条带白云岩。

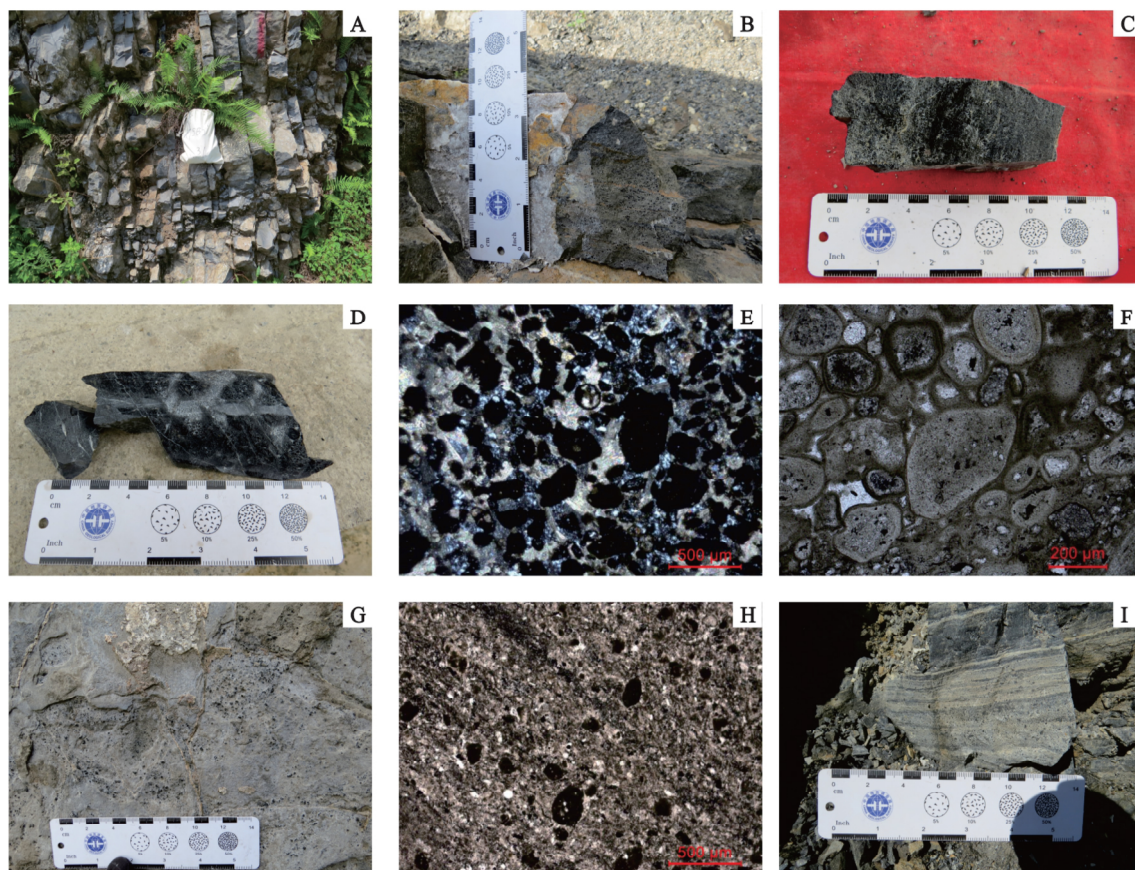


图2 雷波矿集区麦地坪组岩石学特征

A. 瘤状灰岩; B. 含磷砂屑白云岩; C. 砂屑磷块岩; D. 砂砾屑磷块岩; E. 磷质砂砾屑; F. 磷质鲕粒; G. 含磷砂屑白云岩; H. 含磷砂屑白云岩; I. 磷质条纹

Fig. 2 Lithologic characteristics of the ore horizons in the Maidiping Formation

整合

灯影组四段 (Z_2dn^4): 浅灰至灰色厚层状至块状粉-细晶白云岩, 见硅质条带发育。

2.2 沉积相

目前早寒武世梅树村早期的沉积相划分具有较大差异, 本文通过大量野外和室内研究工作, 认同于将麦地坪组判定为碳酸盐岩潮坪沉积, 包含潮上带、潮间带、潮下带 3 个亚相, 雷波矿集区总体位于潮下带沉积^[14-16]。其中潮下带的沉积类型较为复杂, 为了进一步划突出磷矿沉积特征, 本文将潮下带进一步划分为潮下高能带和潮下低能带, 其沉积特征如表 1 所示。

2.2.1 潮上带

潮上带位于正常平均高潮面以上的、大潮及风暴潮所能作用的地区, 长期出露水面, 属于低能沉积环境。微相包括潮上云坪、潮上灰云坪和潮上灰坪, 其代表岩性为泥晶-粉晶白云岩、泥质白云岩、

灰质白云岩以及泥质灰岩。岩石颜色总体偏浅, 多为薄层状。由于长期暴露, 接收了风搬运来的大量泥质组分。因此, 泥质含量普遍较高, 以发育鸟眼构造为典型特征。

2.2.2 潮间带

潮间带位于平均高潮面和平均低潮面之间, 受海水涨潮和退潮影响, 间歇性暴露和淹没, 整体属于高能带。可进一步划分出潮间云坪、潮间灰云坪、潮间灰坪、潮间滩和潮汐通道。其中, 潮汐通道连接潮间带和潮下带, 同时存在于这 2 个亚相当中。岩石类型包括(含磷)粉晶-细晶白云岩、(含磷)砂砾屑白云岩、(含磷)鲕粒白云岩、砂砾屑磷块岩、灰质白云岩、微-细晶灰岩。岩石沉积颜色较浅, 呈中层状产出, 泥质含量和硅质含量均偏低, 发育内碎屑结构和鲕粒结构, 反映了持续高能的沉积环境。

2.2.3 潮下带

潮下带指平均低潮面以下的区域, 长期处于水

表 1 雷波矿集区麦地坪组沉积相划分表
Table 1 Division of the sedimentary facies in the Maidiping Formation ,Leibo ore field

相	亚相	微相	岩石类型	沉积标志
潮坪	潮上带	潮上云坪	泥晶-粉晶白云岩	沉积颜色较浅
		潮上灰云坪	泥质白云岩	薄层状
		潮上灰坪	灰质白云岩	泥质含量高
			泥质灰岩	硅质含量低
	潮间带	潮间云坪	(含磷) 粉晶-细晶白云岩	沉积颜色较浅
		潮间灰云坪	(含磷) 砂砾屑白云岩	中层状
		潮间灰坪	(含磷) 鲕粒白云岩	泥质含量低
		潮间滩	砂砾屑磷块岩	硅质含量低
		潮汐通道	灰质白云岩	偶见鸟眼构造
			微-细晶灰岩	内碎屑结构
潮下带	潮下高能带	潮下滩	(含磷) 鲕粒白云岩	沉积颜色较深
		潮汐通道	(含磷) 砂砾屑白云岩	中-厚层状
		潮下高能云坪	(含磷) 粉晶-细晶白云岩	泥质含量低
			鲕粒磷块岩	硅质含量低
	潮下低能带		砂屑磷块岩	内碎屑结构
		潮下低能云坪	(含磷) 泥晶-粉晶白云岩	鲕粒结构
		潮下灰云坪	(含磷) 硅质白云岩	沉积颜色深
		潮下灰坪	(含磷) 灰质白云岩	薄层状
			泥晶灰岩	泥质含量较低
			瘤状灰岩	硅质含量高

下 ,几乎不出露水面。依据其沉积类型 ,可分为潮下高能带和潮下低能带。

(1) 潮下高能带

潮下高能带靠近潮间带 ,水体较为动荡 ,水动力条件和潮间带类似 ,属于间歇高能沉积环境。沉积微相包括潮下滩、潮汐通道和潮下高能云坪。代表性岩石为(含磷) 鲕粒白云岩、(含磷) 砂砾屑白云岩、(含磷) 粉晶 - 细晶白云岩、鲕粒磷块岩和砂屑磷块岩。岩石颜色较深 ,发育中 - 厚层状构造 ,泥质含量和硅质含量总体偏低 ,具内碎屑和鲕粒结构。

(2) 潮下低能带

潮下低能带位于远离潮间带向海方向的区域 ,水动力条件偏低 ,属于低能沉积环境 ,包含潮下低能云坪、潮下灰云坪和潮下灰坪。岩石类型为(含磷) 泥晶 - 粉晶白云岩、(含磷) 硅质白云岩、(含磷) 灰质白云岩、泥晶灰岩、瘤状灰岩。岩石颜色深 ,呈薄层状产出 ,泥质含量较低而硅质含量高。在局部可见炭质水云母黏土岩夹层。

3 岩相古地理

3.1 沉积演化

麦地坪组是在晚震旦世灯影期海退后又一次海侵背景下接受沉积的^[17]。通过沉积相对比和垂向沉积序列的研究(图 3、4) ,可进一步明确磷矿层的沉积演化过程。

在麦地坪组沉积早期 ,下部岩性为深灰色薄层状含磷粉晶白云岩夹含磷硅质白云岩 ,磷屑呈散点状分布 ,发育磷质条纹和硅质条带 ,局部见深灰色泥岩夹层 ,反映相对海平面上升 ,水体能量不断降低的过程 ,对应潮下带低能云坪沉积。向上逐渐变为深灰色薄 - 中层状含磷粉晶白云岩 ,磷屑含量明显增加 ,硅质组分有所降低 ,靠近顶部可见少量的含磷砂屑白云岩沉积。此时水动力条件明显增强 ,海平面相对下降 ,但仍以潮下低能云坪沉积为主 ,沉积环境逐渐向潮下高能云坪过渡。从图 3 可以看出 ,此时沉积中心位于小沟 - 石板滩一带 ,麦地坪

组一段厚度较大,向南逐渐变薄。

麦地坪组沉积中期为磷矿层沉积,水体能量继续增强,总体变为潮下高能环境,可进一步划分为3个沉积阶段:(1)矿层下部岩性主要为深灰色薄-中层状砂砾屑磷块岩,磷屑颗粒较为密集,磷质条纹条带较为发育,底部偶见硅质磷块岩沉积,表现为潮下高能云坪和潮汐通道的微相组合;(2)矿层中部为夹矸,主要出现在雷波矿集区中北部地区,南部地区不发育。岩性为深灰-灰色中层状含磷砂屑白云岩夹深灰色薄-中层状含磷硅质白云岩,见磷质条纹和硅质条带发育,对应潮下低能云坪和高能云坪的混合沉积。该沉积阶段海平面可能存在短暂的上升,从而导致了水体能量的改变;(3)矿层上部为灰黑色中-厚层状砂砾屑磷块岩夹深灰色中层状鲕粒磷块岩,磷质条纹条带十分发育,局部为致密块状。相较于矿层下部,该沉积阶段磷屑较为粗大,不含泥质和硅质组分,水动力条件更强,对应潮下高能云坪、潮汐通道和潮下滩的微相组合。该时期内,地层沉积厚度较为稳定,除北部的马颈子一带水体相对较深外,其余地区均为潮下高能沉积。

麦地坪组沉积晚期,在垂向上再次表现为海侵沉积序列。下部常以一套深灰-灰色中层状含磷砂屑白云岩与麦地坪组二段分界,在局部见灰色薄-中层状含磷灰质白云岩发育。总体仍属于潮下高能云坪沉积。向上逐渐变为灰色中层状砂屑白云岩沉积,磷屑几乎消失,偶见鸟眼构造,判断为潮间云坪沉积。之后海平面开始上升,岩性从下往上依次为深灰-灰色薄-中层状粉晶白云岩、灰色中层状微晶灰岩、灰色中-厚层状瘤状灰岩,分别对应潮下低能云坪和潮下灰坪沉积,其中灰岩层在区域上不稳定,只在马颈子和石板滩一带可见。

综上所述,麦地坪组在雷波矿集区以潮下带沉积为主,潮间带沉积较少,潮上带沉积不发育,总体表现为海侵-海退-海侵的垂向沉积组合,磷矿层全部位于潮下高能带。

3.2 岩相古地理展布

早寒武世时期,扬子陆块主要为碳酸盐缓坡沉积,其西南和北缘周边古陆和岛链较为发育。在康滇古构造隆起带和川黔碳酸盐浅水台地之间存在相对凹陷带,由南北向古断裂控制,构成了有利磷矿沉积的大型成磷盆地,从而形成了南北向呈带状

分布的川滇成磷带。在南北向大型成磷盆地中,若干东西向分布的水下构造隆起将整个成磷盆地分割为相间排列的次一级拗陷,为磷块岩沉积提供了极为有利的古地理环境^[18]。

雷波矿集区位于扬子陆块川滇磷成矿带中段,地处雷波聚磷拗陷,北部隔大谷堆古隆起与马边聚磷拗陷相邻,南部靠近金阳古隆起,西面为康滇古陆,东侧向海靠近川黔碳酸盐浅水台地,地势三面高,一面低,海侵方向由东向西,沉积相带呈环带状分布(图5)。矿集区主体为潮下带沉积,向外环逐渐过渡为潮间带和潮上带。沉积中心靠近马颈子-小沟-石板滩一带,地层厚度最大,向南北逐渐递减,其中巴姑-西谷溪-卡哈洛一带地势升高较快,地层厚度缩减更为明显。

麦地坪组沉积早期,雷波磷矿区总体属于潮下低能带沉积为主,海侵方向由东向西。该时期内沉积微相主要为潮下低能云坪,局部发育潮下灰坪沉积(图5A)。

麦地坪组沉积中期,水体相对变浅,潮下低能带范围缩减至马颈子-石板滩以东的地区,而矿集区总体变为潮下高能带沉积,主要的沉积微相为潮下高能云坪,在小沟-莫红一带还发育潮汐通道和潮下滩沉积。区内磷矿床均在此相带内,以发育高品位砂屑磷块岩为典型特征,磷矿层厚度与地层厚度大体呈正相关关系(图5B)。

麦地坪组沉积晚期,矿集区继承了之前的沉积格局,海侵方向仍为由东向西,潮下低能带范围再一次扩大,将马颈子-石板滩囊括在内,一直延伸到小沟-巴姑-卡哈洛以东的位置。微相主要发育潮下灰坪,以发育瘤状灰岩和灰岩为典型特征。其余地区仍保持为潮下高能带沉积,同样发育潮下滩、潮汐通道和潮下高能云坪微相,但磷质含量明显降低,磷块岩沉积完全消失(图5C)。

4 成矿规律

磷块岩矿床的形成可分为磷质汲取、地球化学富集和物理富集3个阶段^[19]。其中物理富集是波浪、潮汐和风暴等物理机械作用下,先期形成的各类矿源层被冲刷、破碎、改造,发生颗粒化,形成大量的砾屑、砂屑和鲕粒等。这些内碎屑颗粒又经过水流的搬运和动力分选,与各种基质形成多种颗粒类型的层状磷块岩。水动力条件越强,泥质和硅质

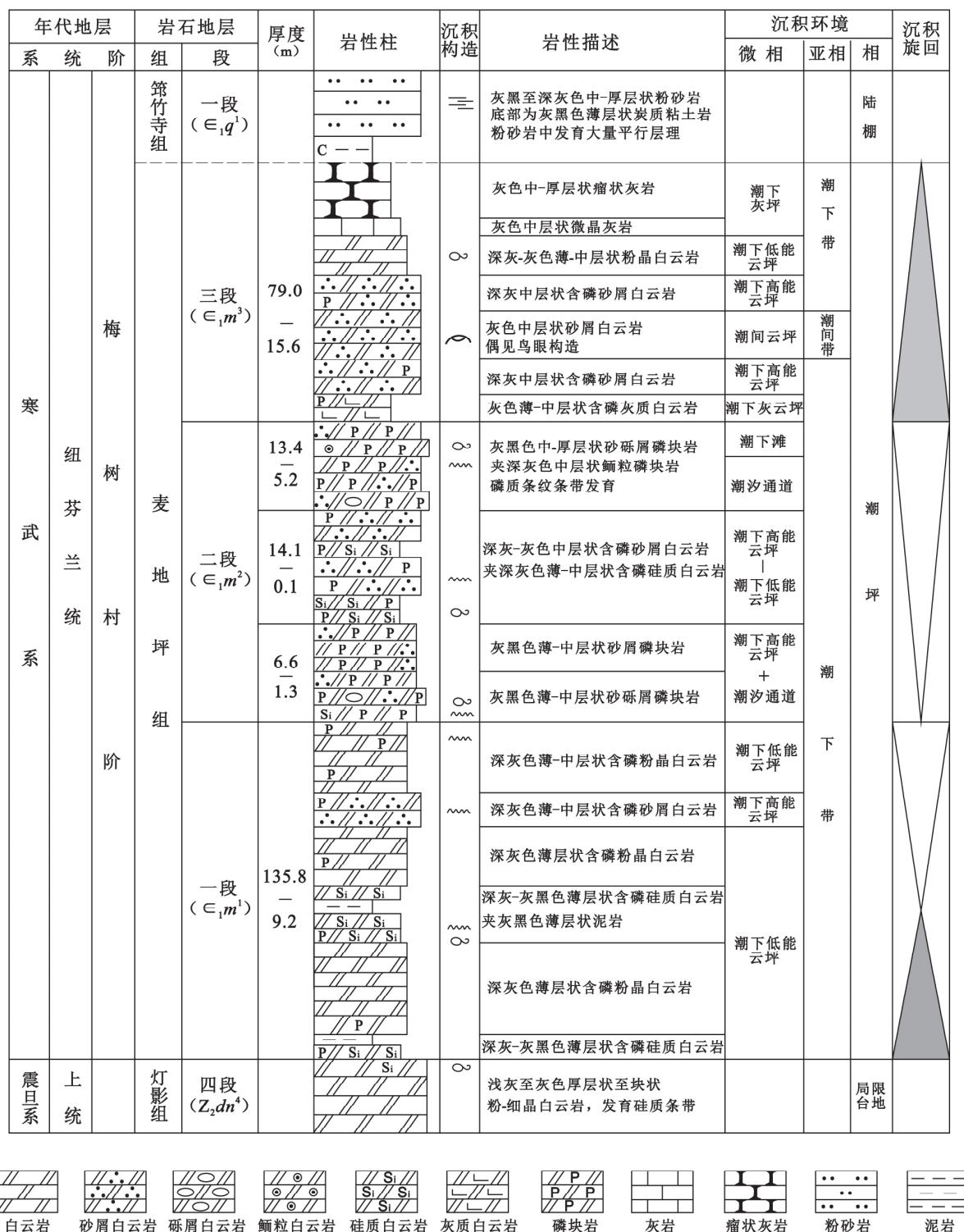


图4 雷波矿集区麦地坪组综合沉积柱状图

Fig.4 Composite column through the Maidiping Formation ,Leibo ore field

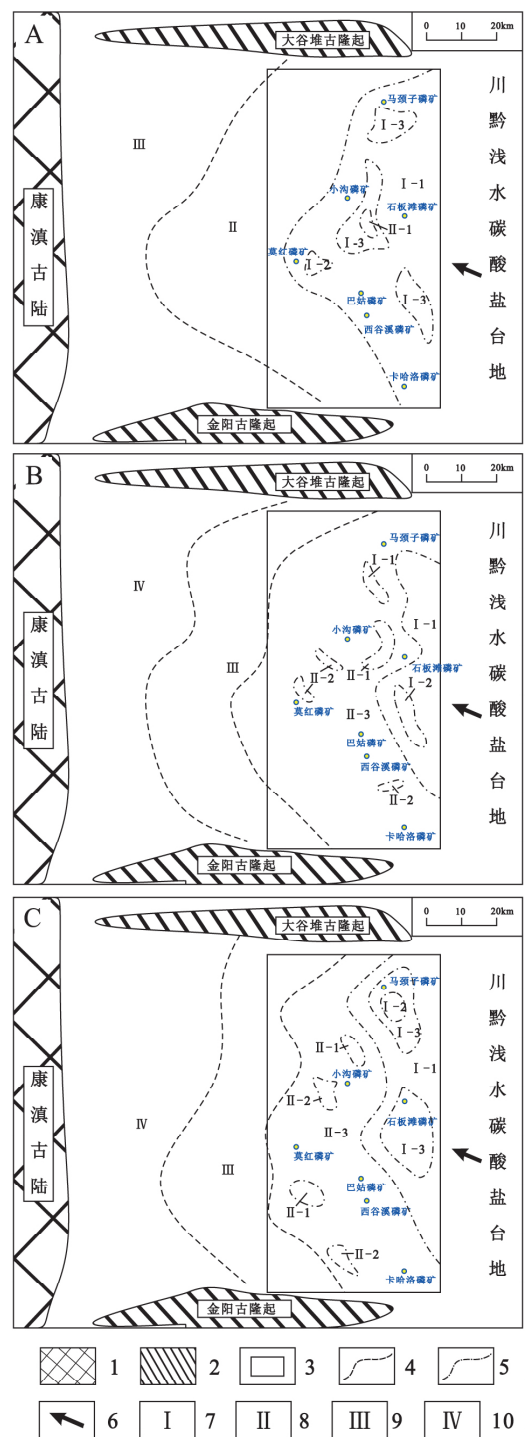


图5 雷波矿集区早寒武世麦地坪组岩相古地理图
(A) 麦地坪组早期; (B) 麦地坪组中期; (C) 麦地坪组晚期

1. 古陆; 2. 水下古隆起; 3. 矿集区范围; 4. 亚相区界线; 5. 微相区界线; 6. 海侵方向; 7. 潮下低能带: I-1. 潮下低能云坪, I-2. 潮下灰云坪, I-3. 潮下灰坪; 8. 潮下高能带: II-1. 潮下滩, II-2. 潮汐通道, II-3. 潮下高能云坪; 9. 潮间带; 10. 潮上带

Fig. 5 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the Maideping Formation, Leibo ore field during the Early Cambrian

含量越低, 磷质颗粒越富集。

麦地坪组沉积早期主要为潮下低能带沉积, 水动力条件弱, 在很大程度上影响了磷质颗粒的富集, 从而导致麦地坪组一段地层硅质含量相对较高而磷屑较少, 赋矿潜力极低。

麦地坪组沉积中期对应潮下高能带沉积, 潮下滩、潮汐通道等微相均具有较强的水动力环境, 波浪、潮汐和风暴等物理机械作用明显。因此, 麦地坪组二段地层中磷质颗粒非常富集, 最终形成了品位高、厚度大、具颗粒结构的工业磷块岩矿床, 主要产出砂砾屑磷块岩。在磷质汲取、地球化学富集条件适宜的情况下, 赋矿潜力非常巨大。

麦地坪组沉积晚期基本继承了中期的沉积格局, 但是海平面略微上升, 局部变为潮下低能带沉积, 水动力条件相对减弱。在磷质汲取、地球化学富集条件相同的情况下, 麦地坪组三段地层的赋矿潜力较二段地层更低。

综上所述, 在磷质汲取、地球化学富集条件相同的情况下, 沉积相带决定了水动力条件的强弱, 从而直接影响了麦地坪组岩层中 P_2O_5 含量的高低。潮下高能带为磷矿沉积的最有利相带。

5 结论

(1) 通过对麦地坪组岩石学特征和沉积相特征的分析, 认为雷波矿集区在早寒武世梅树村早期为碳酸盐潮坪沉积环境, 总体表现为海侵—海退—海侵的垂向沉积组合。

(2) 雷波矿集区沉积相带呈环带状分布, 区内磷矿床均位于潮下高能带内, 磷矿层厚度与地层厚度大体呈正相关关系。

(3) 岩相古地理的展布和磷块岩矿床的形成密切相关, 其特征直接影响磷矿床的物理富集过程, 潮下高能带为磷矿沉积的最有利相带。

参考文献:

[1] 杨志芳, 陈敏, 杨豫川, 等. 雷波小沟磷矿层特征及其沉积环境研究[J]. 四川有色金属, 2017 (3): 24-27.
[2] 牟南, 吴朝东. 上扬子地区震旦—寒武纪磷块岩岩石学特征及成因分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2005, 41(4): 551-562.
[3] 东野脉兴. 扬子地块陡山沱期与梅树村期磷矿区域成矿规律[J]. 化工矿产地质, 2001, 23(4): 193-209.

- [4] 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.
- [5] 李伟,刘静江,邓胜徽,等. 四川盆地及邻区震旦纪末—寒武纪早期构造运动性质与作用[J]. 石油学报, 2015; 36(5): 546-556.
- [6] 周慧,李伟,张宝民,等. 四川盆地震旦纪末期—寒武纪早期台盆的形成与演化[J]. 石油学报, 2015, 36(3): 310-323.
- [7] 肖武权. 四川马边老河坝磷矿沉积介质条件[J]. 湘潭矿业学院学报, 1992, 7(2): 133-139.
- [8] 刘发禄,黄菊芳,杨振强. 川西早寒武世梅树村早期磷块岩特征及其沉积、成岩环境[J]. 地质论评, 1985, 31(2): 149-159.
- [9] 蒲心纯,周浩达,王熙林,等. 中国南方寒武纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [10] 邢凤存,侯明才,林良彪,等. 四川盆地晚震旦世—早寒武世构造运动记录及动力学成因讨论[J]. 地学前缘, 2015, 22(1): 115-125.
- [11] 韩豫川,熊先孝,薛天星,等. 中国磷矿成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 2012.
- [12] 黎治忠. 四川省马边县老河坝磷矿矿区地质特征及矿床成因探讨[J]. 中国西部科技, 2010, 9(2): 11-14.
- [13] 刘力生. 四川省马边县六股水磷矿床的地质特征[J]. 化工矿产地质, 2010, 32(4): 201-205.
- [14] 陈志明,陈其英. 扬子地台早寒武世梅树村早期的古地理及其磷块岩展布特征[J]. 地质科学, 1987, 3(3): 246-257.
- [15] 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.
- [16] 牟传龙,梁薇,周恩恩,等. 中上扬子地区早寒武世(纽芬兰世—第二世)岩相古地理[J]. 沉积与特提斯地质, 2012, 32(3): 41-53.
- [17] 李皎,何登发. 四川盆地及邻区寒武纪古地理与构造—沉积环境演化[J]. 古地理论, 2014, 16(4): 441-460.
- [18] 曾允孚,沈丽娟,何廷贵. 滇东磷块岩的沉积环境和成矿机理[J]. 矿物岩石, 1989, 9(2): 45-59.
- [19] 叶连俊,陈其英,刘魁梧. 工业磷块岩物理富集成矿说[J]. 沉积学报, 1986, 4(3): 1-22.

Sedimentary characteristics and mineralization of the phosphorite deposits in the Leibo ore field, Sichuan

ZHANG Jun¹, ZHANG Yu², YANG Yu-chuan^{1,3}, CHENG Wen-bin³, DONG Qian-ping¹, MI Xian⁴

(1. No. 207 Geological Party, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 4. Geophysical Prospecting Party, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610072, Sichuan, China)

Abstract: The phosphorite deposits in the Leibo ore field, Sichuan are interpreted to be the Kunyang-type marine sedimentary phosphorite deposits, and hosted to the strata of the Lower Cambrian (early Meishucunian) Maidiping Formation. The integration of lithology and sedimentary facies analysis of the Maidiping Formation shows that the Leibo ore field roughly represents the vertical transgression-regression-transgression sedimentary associations in the carbonate tidal-flat sedimentary environment during the early Meishucunian. The sedimentary facies display zonal distribution, and there is a nearly positive correlation between the thickness of the phosphorite beds and those of the strata. The sedimentary facies distribution and palaeogeographic environments also have an important effect on the physical enrichment and mineralization of phosphorous particles. The subtidal high-energy zone is believed to be the most favourable zone for the accumulation and mineralization of phosphorite ores, and thus may be delineated as the key zone for future exploration of phosphorite deposits in the Leibo ore field.

Key words: phosphorite deposit; Maidiping Formation; sedimentary facies; mineralization; sedimentary ore deposit