

黔中南华纪末期—震旦纪早期障壁岛及成磷控制作用

范玉梅

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081)

[摘要]黔中震旦纪磷矿受制于雪峰运动形成的基底及当时的沉积环境。南华纪末期—震旦纪早期,黄平上塘—麻江青平存在北北东向隆起,海平面上升时为水下隆起,海平面下降时露出水面为古陆,形成障壁岛。障壁岛的存在,对磷矿形成具有重要意义,表现为上升洋流带来的磷酸盐组分,在障壁岛后聚积和沉积,形成矿体厚、矿床规模大、矿石品质好的磷块岩矿床,在障壁岛东部广海,磷酸盐组分不易聚积,形成矿体厚度小、矿床规模小、矿石品质一般的磷块岩矿床。黄平上塘—麻江青平障壁岛造成的隆、凹古地理格局,为磷块岩矿床的形成提供了聚积和沉积有利场所,对黔中地区磷矿找矿预测具有重要意义。

[关键词]磷矿;障壁岛;成磷控制作用;震旦纪;黔中

[中图分类号]P619.21⁺3 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2017)03-0175-08

1 引言

这里所说的黔中地区,包括西到贵阳—息烽,北至开阳—瓮安—余庆,东到黄平,南至贵阳—麻江,面积1.5万km²的贵州腹地,受石阡—贵阳Ⅲ级成矿边界断层(贵阳—石阡断层)及其障壁岛的控制(图1),形成的磷矿床厚度大,品位高,已探明磷块岩资源量超过60亿吨。

含磷岩系为震旦纪陡山沱组(洋水组)和灯影组,以陡山沱组(洋水组)最为重要。该区地史时期属埃迪卡拉纪—早奥陶世中上扬子克拉通盆地(牟传龙等,2017),由于海平面升降或由于地壳不均匀的断块隆升,陡山沱时期,存在黔中孤立古陆并发育成孤立台地,也称初始台地(陈启飞等,2013),古陆边缘或台地边缘存在,对磷矿形成具有十分重要的意义。

已有研究表明,磷矿的形成经历了化学沉积、生物沉积、机械沉积和淋滤成矿几个阶段(贵州省地矿局105地质大队,2016;贵州省地矿局115地质大队,105地质队,104地质队中国地质大学(武汉),2016),后两个成矿阶段,在开阳、瓮安和

福泉地区,含磷地层中,留下了大量的台地边缘浅滩和暴露沉积记录;前二个成矿阶段,继承了南华纪末期的古海湾环境(陈国勇等,2015),受后期成矿作用的影响,沉积记录保存不完整,难以对沉积古环境做出判断;有学者(吴祥和,1999)用潮汐水动力观点,对磷矿沉积及沉积相进行了系统的研究。由于潮坪沉积需要障壁海岸条件,但在以往的研究中,没有指出障壁岛的位置。作者在参与中国地质调查局“贵州省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发”项目编图工作,发现了黄平上塘至麻江青平之间,震旦纪时期存在一个北北东向带状障壁岛,进一步分析,认为它控制了黔中南华纪末期—震旦纪早期沉积环境与沉积相,对黔中磷矿的形成具有十分重要的意义。

2 区域地质背景

对该区成磷作用有影响的构造,为古隆起和古断裂,是武陵运动和雪峰运动形成的。武陵运动制约南华狭窄洋盆萎缩和消亡,控制了沉积盆地的类型(贵州省地矿局,2013);发生在南华纪与青白口纪之间的雪峰运动,在贵州主要表现为

[收稿日期]2017-06-25

[基金项目]贵州省矿产资源调查成果综合集成与服务产品开发(任务书编号[2015]08-01-04-029,子项目编号:12120114058401);贵州震旦系磷矿成矿地质条件和成矿作用研究(黔地矿办发[2013]56号)。

[作者简介]范玉梅(1966—),女,工程师,长期从事地质矿产勘查及编图工作。

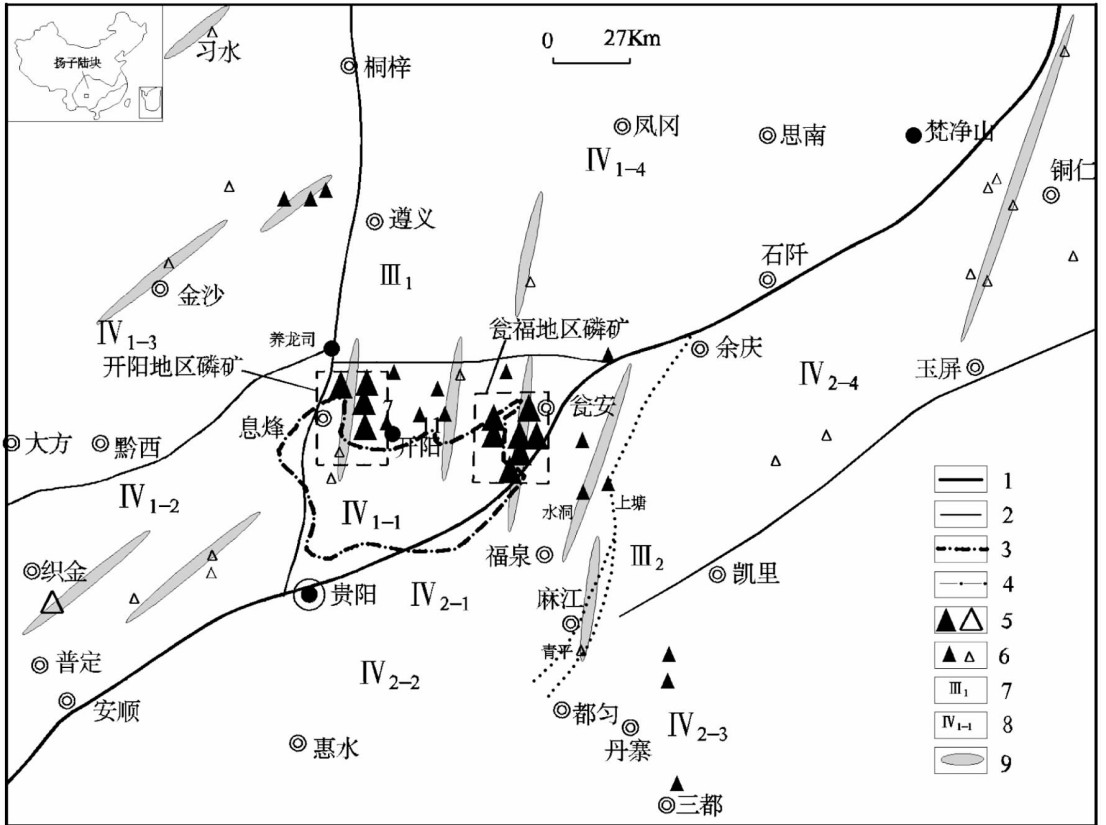


图1 黔中地区区域构造及矿床(点)分布图

Fig.1 Regional structure and deposit distribution in central Guizhou

1—三级成矿区边界断裂;2—二级成矿区边界断裂;3—障壁岛边界;4—黔中古隆起;5—大型矿床(Z,G);
6—中、小型矿床(Z,G);7—Ⅲ级成矿区带编号;8—Ⅳ级成矿区带编号;9—磷矿床分布区背斜构造

区域性的掀斜隆升,使埃迪卡拉纪—早奥陶世的沉积盆地演化为克拉通盆地(中上扬子克拉通盆地)。雪峰运动造就了有利于成磷古基底和沉积环境,黔中古陆(隆起)和上塘—青平南华纪末期—震旦纪早期障壁岛就是在这—时期形成的。

根据埃迪卡拉纪—早奥陶世沉积盆地边界、南华纪末期和震旦纪早期岩相古地理边界(牟传龙等,2017;贵州省地矿局,2013),按照构造控制沉积盆地和沉积盆地控制沉积相的思路,推测黔中地区存在北北东向古断裂。但由于被巨厚的上覆地层覆盖,这组古断裂难以发现。作者收集大量的前人勘查和区域地质调查资料,证实黄平上塘—麻江青平和福泉小坝等古断裂,它们控制了含磷岩系及沉积微相分布。

3 典型含磷岩系剖面特征

由开阳白泥坝—沙坝土—瓮安大塘—福泉大湾—黄平上塘—麻江青平—丹寨—从江,陡山沱期古环境从古陆—古陆滨岸—泻湖—障壁—台地

边缘—陆棚变化,其含磷岩系剖面特征如下:

3.1 黔中古陆剥蚀区

黔中隆起在雪峰期已现雏形(何熙琦等,2005)。南沱期,在福泉—瓮安—温泉—松林—石阡一线之西为古陆,黔中地区处于海湾环境(陈国勇等,2015)。古陆分布区,陡山沱组假整合于南华纪澄江组紫红色砂泥质湖相沉积之上;瓮安—福泉地区,南沱组厚度变化大,为一套含砾泥岩沉积(冰碛岩),部分地区缺失,陡山沱组假整合于青白口系下江群清水江组变余碎屑岩之上。

陡山沱期古海岸线,位于黔中古陆北部边缘白泥坝—翁昭—花黎一带,东部位于白岩背斜和高坪背斜轴西3~4 km 一线,呈南北向展布,古陆上缺失陡山沱组沉积,灯影组直接覆盖在澄江组或南沱组地层之上(贵州省地矿局105地质大队,中国地质大学,2016)。

3.2 开阳滨岸沉积区

以开阳磷矿床沙坝土矿段 ZK423 钻孔为例

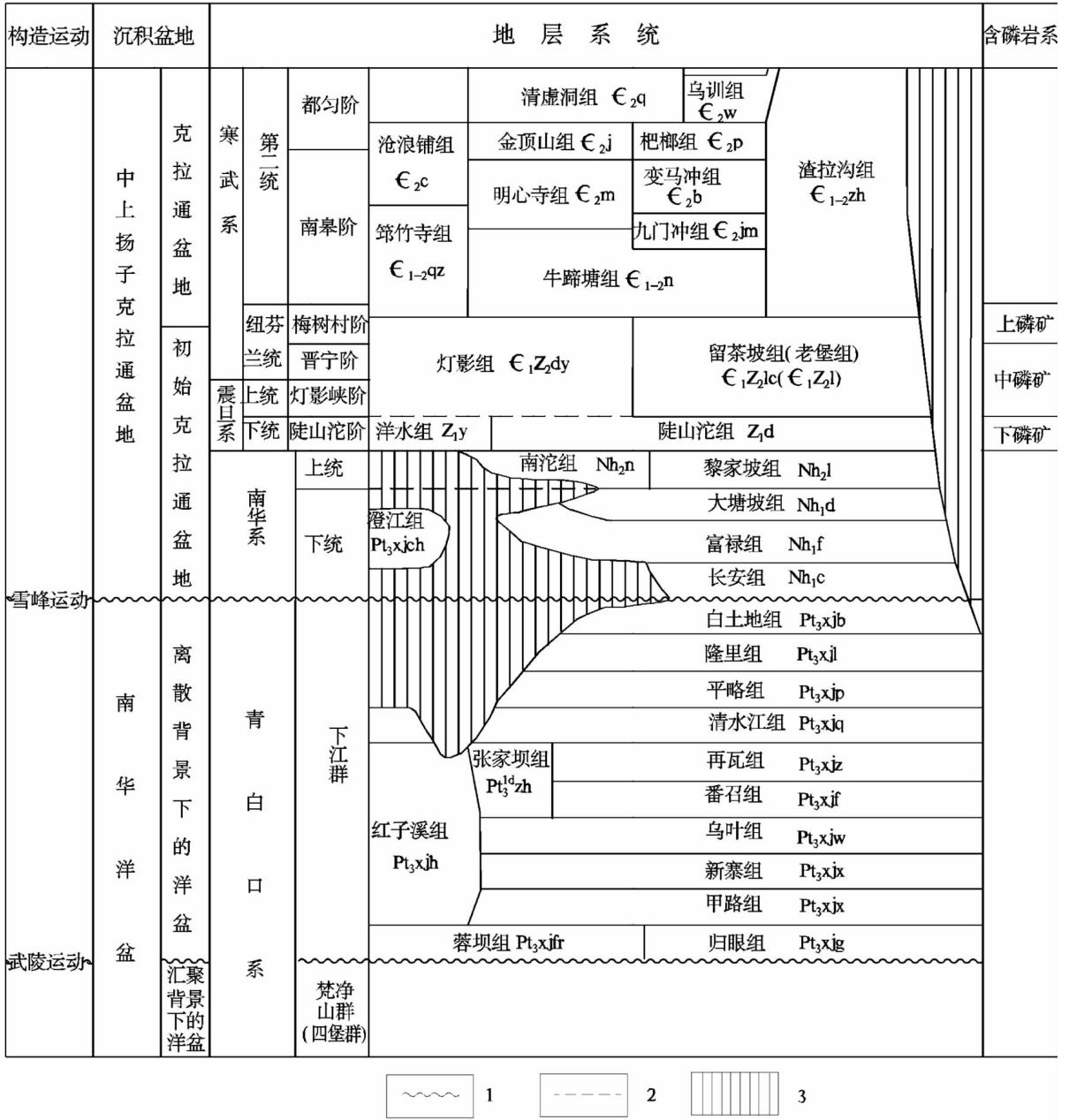


图 2 黔中地区构造运动、沉积盆地与地层系统

(根据贵州省地质调查院《区域地层表》修编)

Fig. 2 Structural background, tectonic movement and stratum division of central Guizhou

1—不整合界面;2—假整合面;3—沉积缺失

(化学工业部地质勘探公司贵州地质勘探大队, 1987),含磷岩系沉积特征自上而下为:

震旦系灯影组:浅灰色中—厚层细晶白云岩,顶部(厚 11.05 m)为灰—灰黄色薄层硅质岩,底部(厚 1.0 m)为中厚层含锰细晶白云岩。厚 207.37 m。与上覆地层寒武纪牛蹄塘组呈假整合接触。

震旦系陡山沱组(洋水组):

磷矿层顶板:乳白色含磷硅质岩,含 P_2O_5

4.97%。厚 1.01 m。与上覆地层灯影组呈岩溶不整合接触。

磷矿层:上部为深灰色细砂屑磷块岩,含 P_2O_5 33.00%~37.05%,平均 35.25%,厚 1.67 m;中部为深灰色中—粗粒砂屑磷块岩,含 P_2O_5 36.79%~37.55%,平均 37.17%,厚 1.56 m;下部为灰色中—粗粒砂屑状磷块岩,底部为角砾状磷块岩,含 P_2O_5 31.60%,厚 0.61 m。计矿层厚 3.84 m,平均含 P_2O_5 35.20%。

磷矿层底板:灰绿色含海绿石、黄铁矿细粒石英砂岩,顶部(厚 1.02 m)含 P_2O_5 0.75% ~ 5.02%。厚 11.14 m。与下伏地层呈假整合接触。

青白口系澄江组:紫红色泥岩、含粉砂质泥岩。厚>108.95 m。

3.3 瓮福泻湖相沉积区

3.3.1 泻湖中心区

以瓮福磷矿大塘磷矿段为代表。矿段位于瓮安白岩背斜东翼,地层产状陡,陡山沱组呈北北东向展布,发育 a、b 两层矿,矿体厚度大。ZK904 钻孔(贵州省地质局 115 地质大队,1982 年)自上而下为:

震旦系灯影组:浅灰色中厚层细晶白云岩夹硅质、泥质白云岩及条带状白云岩,厚度大于 52.20 m,下部见暴露成因的角砾状白云岩。在白岩地区灯影组厚 170.99 ~ 205.59 m。与上覆地层牛蹄塘组呈假整合接触。

震旦系陡山沱组:

b 层矿顶板:浅灰色薄层磷质条带状白云岩,含 P_2O_5 2.12%,厚 1.86 m。与上覆地层灯影组呈岩溶不整合接触。

b 层矿:上部为浅灰色中厚层白云质磷块岩,具条带状、层纹状、硅质团块构造,厚 14.62 m;中部为浅灰色中厚层鲕状(靠上)和假鲕状白云质磷块岩,假鲕状结构构造可能为“胚胎”化石(迟慧梅等,2003;殷宗军等,2008),厚 5.81 m;下部为黑色致密块状磷块岩和棕褐色泥质磷块岩,厚 3.88 m。

a 层矿顶板(a、b 磷矿层之间的碳酸盐夹层):浅灰色中厚层含磷白云岩,含 P_2O_5 0.63% ~ 3.85%,厚 5.29 m。

a 层矿:上部为浅灰色薄层状砂泥质磷块岩,夹致密磷块岩条带;下部深灰色薄层状砂泥质磷块岩,局部夹白云质条带。厚 5.69 m。

矿层底板:上部浅灰色中厚层状细晶白云岩;下部浅灰色中厚层含砾白云岩,夹泥质条带,砾石为粘土岩、粘土质粉砂岩,棱角状,粒径 1 ~ 3 mm。厚 12.66 m。与下伏地层南沱组呈假整合接触。

南华系南沱组:上部为灰绿色含砾粘土岩,砾石为粘土岩和粉砂岩,粒径 1 ~ 3 mm;下部灰绿色砾岩,砾石为粘土岩、粉砂岩、砂岩,粒径 0.5 ~ 100 mm,呈棱角状、次园状。厚 4.9 m。

青白口系清水江组:浅灰色中至厚层变余砂岩,大于 0.5m,未见底。

大塘矿段陡山沱组底部的厚层细晶白云岩,至大湾磷相变为厚层细晶白云岩夹黑色炭质泥岩;灰色砂泥质磷块岩(a 层矿)至大湾相变为夹炭泥质磷块岩。

3.3.2 泻湖边缘区

代表泻湖东缘(障壁后缘)沉积,以福泉水洞磷矿床为代表。自上而下为(贵州省地质调查院,2010):

震旦系灯影组:为灰至深灰色厚层细晶白云岩。顶部为灰、深灰色厚层花斑状含磷细晶白云岩,产 0.7 ~ 3.10 m 角砾状、碎屑状磷块岩产出;底部为厚 0.2 ~ 1.0 m 鲕状、碎状屑磷块岩。厚约 450 ~ 500 m。

震旦系陡山沱组,厚约 12 ~ 16.5 m。上部为灰黄色薄至中厚层细晶白云质泥岩。底部见厚 0.1 ~ 0.5 m 深灰色含磷硅质岩;中部为灰黄色含泥质细至中晶藻白云岩与条带条纹一条带状磷块岩互层,磷矿层厚度 0.83 ~ 3.86 m;底部白云岩含泥质。

南沱组:灰、灰绿色含砾泥岩。砾石呈浑园状及不规则状,大小不等(5 ~ 10 cm),含量约为 10% ~ 30%,成份复杂,个别砾石表面具擦痕,被泥砂质胶结。厚度 20 ~ 30 m。

青白口系清水江组:灰色中至厚层状变余粉—细砂岩与灰白色薄层状变余凝灰岩互层。厚度大于 100 m。

3.4 障壁岛

以麻江青平磷矿床为代表,地层自上而下为(贵州省地质矿产局 104 地质大队,1966):

牛蹄塘组:暗深灰—灰黑色粉砂质炭质页岩,厚 159.5 m。底部为暗灰至深灰色薄至中层含胶磷矿炭质硅质岩。胶磷矿位于上部,单层厚 1 ~ 5 cm,最厚 0.40 m,厚 2.11 m。与下伏灯影组呈整合接触。

灯影组:暗灰色薄至粉晶白云岩,上部含燧石团块或结核,并含 10% 的胶磷矿。厚 89.58 m。与下伏地层陡山沱组呈整合接触。

陡山沱组:为浅灰色粉砂质泥岩。底部为浅灰色薄层泥质白云岩,局部见砾屑白云岩,含硅质结核或条带,砾石 1 ~ 5 cm。在北部黄莺、基东、牛场坡等地沿北北东方向缺失。厚 0 ~ 5.91 m,

与下伏南沱组为假整合接触。

南沱组:暗灰色、灰绿色紫红色厚层块状含砾泥岩和含砾杂砂岩。厚 79.89 m。

大塘坡组:暗灰色石砂质页岩夹纹层状粉砂岩。厚大于 50 m。

陡山沱组在螃蟹寨沿翁竹断层向北 500 m 尖灭,灯影组向南到琅牙大寨 1 公里,由台地边缘滩(丘)相的细晶白云岩及藻纹层状白云岩相变为斜坡相灰黑色薄层含磷硅质岩(留茶坡组),说明翁竹断层西盘(下盘)北段掀斜翘起未接受沉积,南段掀斜下降,接受陡山沱组沉积。翁竹断层东盘(上盘)下降,出露早古生代地层,南部 1:5 万都匀幅顾家冲剖面(贵州省地质矿产局 104 地质大队,1993)和东面 1:5 万南皋幅区调反映(贵州省地质矿产局 104 地质大队 1996),南华系与震旦系连续沉积(贵州省地质矿产局 104 地质大队,1995),并为斜坡相沉积。翁竹断层为陡山沱沉积时期控相断层,即控制黄平上塘—麻江青平障壁岛的东边界断层。

3.5 陆棚区

以丹寨县番仰磷矿床剖面为代表。自上而下为:

灯影组:灰色厚状、层纹状细晶白云岩,厚 43 m。灯影组向北和向南相变为留茶坡组(老堡组)。

震旦系陡山沱组:下部为浅灰色中—厚层白云岩,厚 3~6 m;中部为黑色页岩、灰色粘土岩与灰色白云岩互层,厚 15~20 m;上部为灰黑色中—薄层磷块岩夹含磷页岩、含磷薄层白云岩,厚 0~2.5 m。

南华系南沱组:灰色冰碛砾岩及含砾泥岩。厚>12.0 m。

4 含磷岩系空间变化与障壁岛

产于震旦系陡山组中的磷矿床,由西向东分布于开阳、瓮安—福泉、黄平和丹寨地区,矿床产出特征差异大(图 2)。

4.1 含磷岩系变化

开阳地区含磷岩系为海绿石砂岩+碎屑状、角砾状磷块岩组合,厚度 0~30.14 m,平均 13.60 m;瓮安地区含磷岩系为碎屑状、条带状、层

纹状磷块岩+白云质磷块岩+白云岩、硅质岩组合,厚 14.75~83.0 m,平均 48.90 m;福泉水洞含磷岩系由白云岩夹条带状、层纹状磷块岩+白云岩组合,厚 12~16.50 m,平均 14.50 m。整体是东、西薄,中部厚。麻江地区缺失,丹寨地区相变为斜坡相,厚 18~28 m,平均 23 m。

4.2 磷矿层变化

a 层矿:瓮福地区 0~36.09 m,平均 6.78 m;开阳地区近黔中古陆,相变为海绿石石英砂岩,厚 0.96~17.0 m,平均 8.39 m,顶部含磷;福泉水洞 0.83~3.86 m,平均 2.33 m。西部含磷达不到工业矿体,中部厚西部薄。

b 层矿:开阳地区 0.70~8.02 m,平均 5.46 m;瓮安地区 0~37.86 m,平均 14.60 m;福泉水洞 0.45~1.30 m,平均 0.87 m。中部厚,东、西部薄。

4.3 a 层矿底板变化

a 层矿底板在开阳地区为澄江组紫红色泥岩、含粉砂质页岩,未见底,顶部与陡山沱组呈假整合接触;瓮安地区相变为底部含砾石的浅灰色白云岩、硅质白云岩,在大塘矿段和大湾磷矿夹含炭质深灰色白云岩及含炭质灰黑色磷块岩,厚 2.20~13.86 m,平均 6.64 m;福泉水洞厚 4.40~6.65 m,平均 5.52 m。总体由西向东变薄,但变化小。

4.4 a 层矿与 b 层矿之间夹层白云岩变化

开阳地区 0~1 m,向东至新寨厚度 0~32 m,至瓮安—福泉地区 0~14 m,至福泉水洞厚 6.65 m。中部厚,西、东部薄。

4.5 矿石类型的变化

开阳地区以碎屑状、角砾状磷块岩矿石为主(图 4a),第二次机械成磷特征明显,表现为内碎屑沉积特征,内碎屑颗粒粗,水体浅,沉积水动力强,波浪分选作用充分;在矿层间和顶部常出现间断(李守能等,2005;吴小红等,2007),形成角砾状、渣状、豆粒状(渗流豆)、栉壳状磷块岩沉积等,有的学者称这类磷块岩为磷结岩类,是海相极浅水体磷质沉积物露出水面,于大气中的一种古风化壳(王砚耕,1998)。反复波选和暴露淋滤作用,是开阳地

区形成富磷矿的重要原因(贵州省地矿局 105 地质大队,中国地质大学,2016;陈国勇等,2015)。

瓮安地区以层纹状、条带状和致密块状矿石为主(图 4b),内碎屑颗粒较细,见未被水动力破坏的胶磷矿夹层,沉积中心还见炭质磷块岩(福泉大

湾),总体水动力较弱,a 层矿多含粘土质、炭质和硅质。

福泉水洞磷矿处障壁内缘(西缘),总体为条纹一条带状磷块岩(图 4c),见白云质、磷质叠层石,为障壁背风面的沉积。

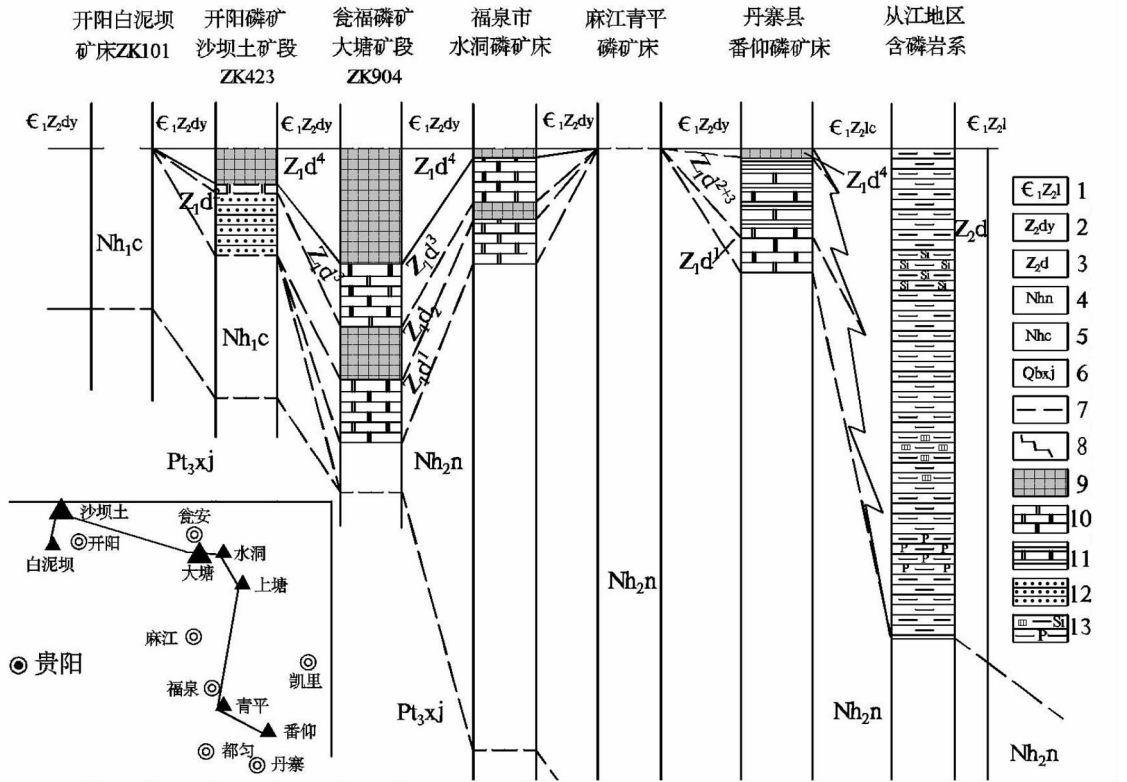
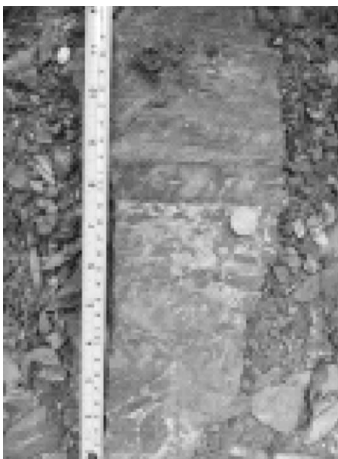


图 3 震旦纪陡山沱组含磷岩系空间变化

Fig. 3 Phosphorite-bearing rock series spatial variation of Doushantuo formation in Sinian period

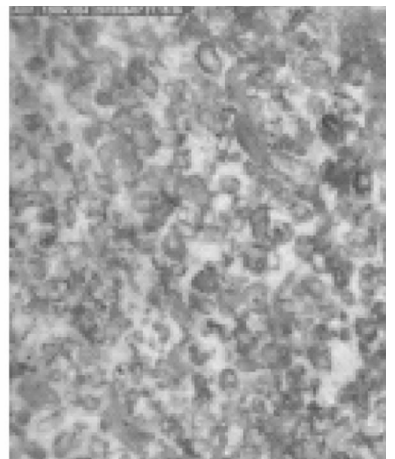
- 1—寒武系—震旦系跨系地层留茶坡组(老堡组);2—灯影组;3—陡山沱组;4—南沱组;5—澄江组;6—下江群;7—假整合线;
- 8—相变线;9—磷矿层;10—白云岩;11—页岩与白云岩;12—海绿石砂岩;13—硅质岩与页岩



角砾状、碎屑状磷块岩



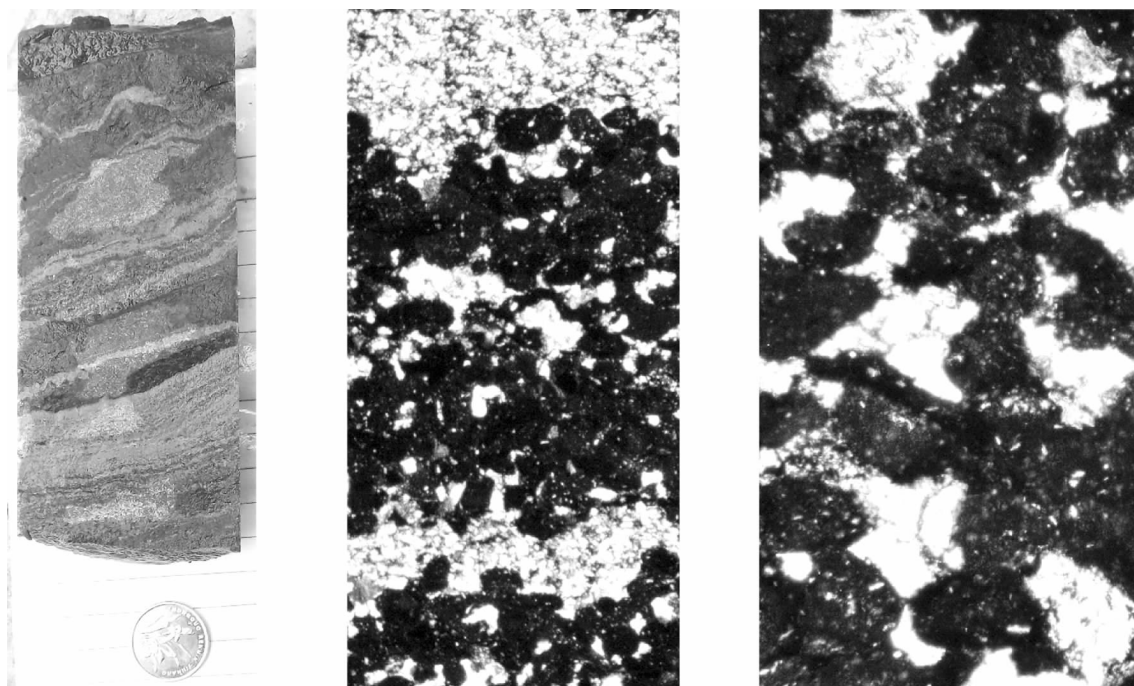
砂屑磷块岩



砂屑磷块岩

(50倍自镜下,自然光)

4a 开阳磷矿用沙坝矿段角砾状、砂屑状磷块岩

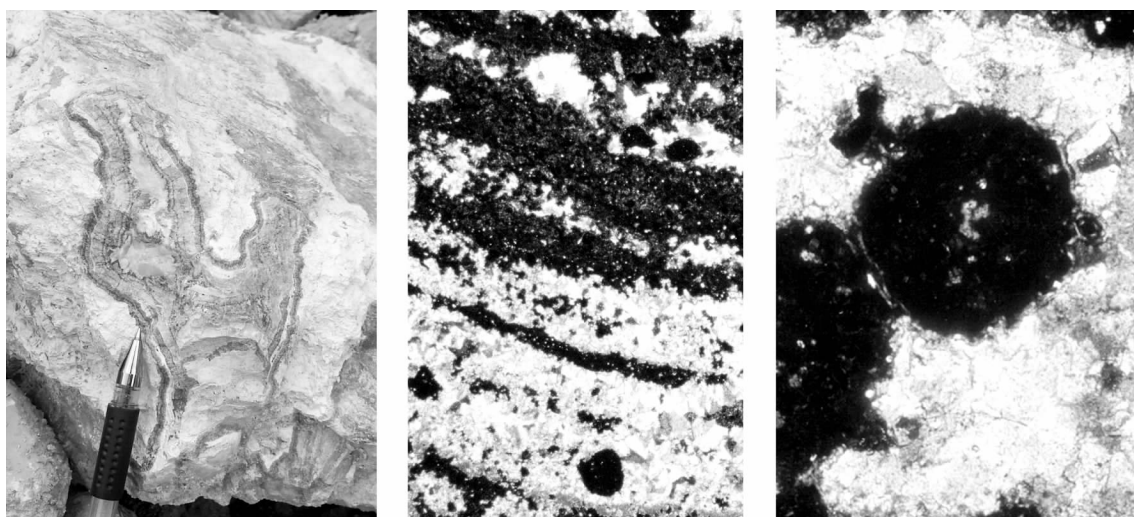


岩心照片

4X正交

10X正交

4b 瓮安白岩磷矿 ZK511 钻孔中的层纹状、条带状磷块岩



叠层石磷块岩

4X正交

10X正交

4c 福泉水洞(厦安)叠层石磷块岩

图 4 黔中地区震旦纪磷矿石

Fig. 4 Phosphorate ore of Sinian period in central Guizhou

5 障壁岛成磷控制作用

南华纪末期,福泉—瓮安—温泉—松林—石

阡一线之西为古陆,黔中地区处于海湾环境,陡山沱早期继承了这种沉积环境,接受胶磷矿沉积(陈国勇等,2015);开阳海湾北侧为滨岸相含磷砂岩沉积,在东侧的瓮安—福泉一带形成 a 层矿沉积。之

后,受地壳掀斜抬升的影响,在古陆及边缘,发育北北东向的古断裂,形成北北东向隆、凹相间的古地理格局。黄平上塘—麻江青平隆起是黔中地区最大的古隆起,海退时形成古陆,缺失陡山沱组沉积或遭受剥蚀,形成障壁岛;海水上升时,形成水下隆起。上升含磷洋流越过障壁岛,在障壁西侧半封闭环境(泻湖)中聚积、沉积,经化学和生物化学作用形成胶磷矿沉积,并被潮汐水动力破坏,经反复波浪分选沉积,形成潮坪相沉

积,泻湖沉积中心在瓮安大塘—福泉大湾一带,形成矿体厚、矿床规模大、矿石品质好的磷块岩矿床;在障壁岛东部广海,水体流畅,成矿组份不易聚积,形成矿体厚度薄、矿床规模小、矿石品质一般的磷块岩矿床,如丹寨番仰磷块岩矿床等。黄平上塘—麻江青平障壁岛造成的隆、凹古地理格局,为磷块岩矿床的形成提供了聚积和沉积有利场所,对黔中地区磷矿找矿预测具有重要意义。

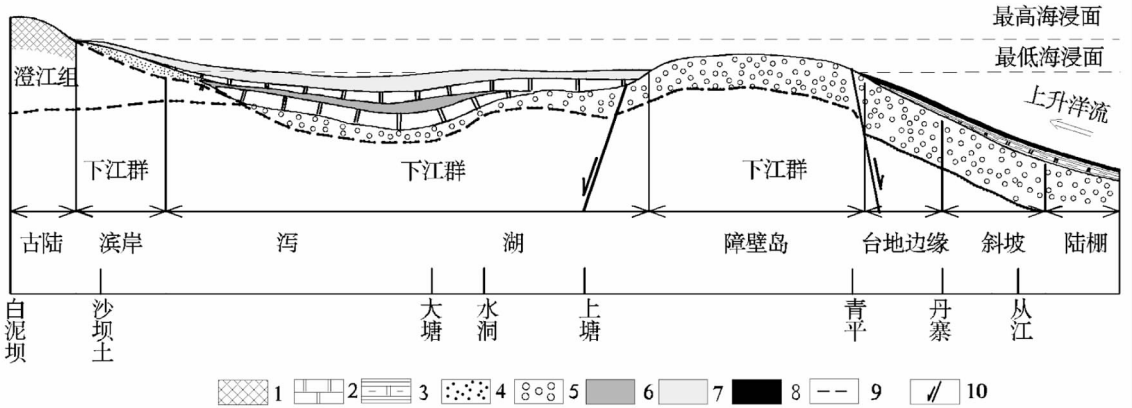


图5 障壁岛与成矿作用关系

Fig. 5 Relation between barrier island and mineralization

1—古陆;2—白云岩;3—页岩夹泥质白云岩;4—含海绿石砂岩;5—冰碛砾岩;6—a矿层;
7—b矿层;8—a+b矿层;9—假整合;1—控相断层

【参考文献】

陈国勇,杜远生,张亚冠,陈庆刚,范玉梅,王泽鹏,谭华. 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(6).

迟慧梅,陈均远,李家维. 2003. 前寒武纪瓮安生物群具围卵腔结构的胚胎及其发育序列[J]. 古生物学报. 42(3):448-451.

陈启飞,陈华,黄道光. 2013. 贵州省瓮福磷矿预测要素研究与矿产预测[J]. 贵州地质. 30(3):185-186.

贵州省地质调查院. 2010年. 贵州省矿产资源利用现状调查[R].

贵州省地矿局. 2013. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社.

贵州省地矿局 105地质大队,中国地质大学 2016. 贵州开阳地区富磷矿整装勘查区专项填图与技术应用示范[R].

贵州省地质矿产局 104地质大队. 1966. 贵州省麻江青平磷矿详细普查地质报告[R].

贵州省地质矿产局 104地质大队. 1996. 谷洞幅、麻江幅、南皋幅 1:5万区域地质调查报告[R]. 保定 543厂制版印刷.

贵州省地质矿产局 104地质大队. 1993. 1:5万都匀幅地质图说明书[R]. 贵州省地矿局 103队电脑印刷厂.

贵州省地质矿产局 104地质大队. 1995. 1:5万南皋幅地质图说明

书[R]. 内部印刷.

贵州省地质局 115地质大队. 1982. 贵州省瓮福磷矿白岩矿区穿岩洞矿段勘探报告[R].

贵州省地矿局 115地质大队,105地质队,104地质队中国地质大学(武汉). 2016. 贵州震旦系磷矿成矿地质条件和成矿作用研究[R].

何熙琦,肖加飞,王尚彦,刘爱民,黎超,白平. 2005. 黔中隆起研究[J]. 贵州地质. 22(2):83-89.

化学工业部地质勘探公司贵州地质勘探大队. 1987. 贵州省开阳磷矿洋水矿区沙坝土矿段勘探报告.

李守能,程鹏林. 2005. 贵州瓮福磷矿床含磷岩系沉积层序的划分[J]. 贵州地质. 22(1):26-29.

牟传龙,周思恩,陈小炜,王启宇,梁薇,葛祥英,康建威,王秀平. 2017. 中国岩相古地理图集[M]. 北京:地质出版社.

王砚耕. 1998. 瓮福磷矿区的元古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. 1999. 贵州磷块岩[M]. 地质出版社.

吴小红,陈庆刚,戴晓燕. 2007. 瓮福磷矿棉花冲勘查区成矿环境分析及找矿意义[J]. 贵州地质. 24(4):258-261.

殷宗军,朱茂炎. 2008. 贵州埃迪卡拉纪瓮安生物群化石含量的统计分析[J]. 古生物学报. 47(4):477-487.

Correlation of Tangbian–Luodian Dongjia Tiankeng Group in Pingtang and Xiaojing Groundwater System in Luodian, Guizhou

ZHANG Cheng–zhong, DU Zhen–ke

(*Guizhou Neoferrous Engineering Investigation Co. Ltd, Guiyang 550000, Guizhou, China*)

[**Abstract**] Dongjia Tiankeng group located in Maanzhai and Xiaojing area which is drainage datum plane of big Xiaojing groundwater system, has abundant tourism and scientific potential. Thick soluble carbonate layer and complex geologic structure supported the development of Tiankeng group, the ceaseless batch uplift of crust and upcurrent corrosion of groundwater system make the depth of Xiaojing groundwater system bigger and bigger, the groundwater collected continuously, big hydraulic slope and change of groundwater dynamic make the karst development has the features of deep, superposition and multistage. Neotectonics is an important factor for the Tiankeng formation, the formation pattern of Tiankeng is summarized according to the multistage of karst development.

[**Key words**] Pingtang Tangbian; Luodian Dongjia; Tiankeng group; Luodian Xiaojing; Groundwater system; Correlation

(上接第 182 页)

Early Barrier Island and Phosphorite–formation Controlling Process of Late Nanhua Period–Early Sinian Period in Middle and South Guizhou

FAN Yu–mei

(*Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China*)

[**Abstract**] Phosphorite of Sinian in central Guizhou is controlled by the basement formed in Xuefeng orogeny and the sedimentary environment in that time. From late Nanhua period to early Sinian, NNE uplift existed in Shangtang of Huangpin and Qingping of Majiang, it uplift under the water when the sea level raised, it formed barrier island when the sea level dropped. The barrier island is very important for the formation of phosphorite, the phosphorite from acceding current accumulated and deposit in the barrier island, then phosphorite deposit of thick orebody, big scale and high quality formed. In the east open sea, it's hard for phosphorite to accumulate, the phosphorite deposit of thin orebody, small scale and normal quality formed. The uplift and depressed Palaeogeographical pattern in Shangtang of Huangpin and Qingping of Majiang afford advanced place for the accumulation and sedimentary of phosphorite deposit, it's very important for the phosphorite deposit prediction in the central Guizhou.

[**Key words**] Phosphorite deposit; Barrier island; Phosphorite formation ore–control process; Sinian period; Central Guizhou