

我国主要磷矿床类型地质特征及资源战略分析*

Main Geological Characteristics of Phosphorus Deposit Types and Resources Strategy Analyses in China

王海平 吕凤翔

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

Wang Haiping and Lu Fengxiang

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

摘要 我国磷矿类型齐全。本文以容矿岩石为主线, 兼顾成矿构造环境、矿床成因等因素将全国磷矿床划分为两大类七种类型, 并概述了各类磷矿床地质特征。鉴于我国磷矿资源特点和目前开发利用现状, 应加强低品位胶磷矿开发研究和适当开展磷的普查找矿工作, 特别是在低品位矿中找富矿的工作。

关键词 磷矿床 地质特征 资源战略

我国是世界磷矿资源最丰富的国家之一, 已探明的磷矿储量仅次于摩洛哥、独联体和美国 (Riggs, 1979), 居世界第四位 (中国地质矿产资源信息院, 1996)。尽管我国磷矿资源丰富, 磷矿类型齐全, 但当前仍面临现有矿山老化、高品位易选资源不足、低品位胶磷矿比例大及理想的后备基地不足等诸多问题。因此对我国磷矿床类型地质特征研究和资源形势应有一个全面认识, 并在此基础上形成助于我国磷矿资源开发利用可持续发展的资源战略决策。

1 资源形势特点

磷矿资源分布广泛, 除西藏、台湾 (资料不详) 外, 其余各省 (区) 皆有探明磷矿床分布。截至 1999 年, 全国磷矿保有储量为 133.26 亿吨^①。其中, P_2O_5 含量大于 30% 的富矿占总保有储量的 8.51%, P_2O_5 含量小于 12% 的矿石储量占总保有储量的 23.07%, P_2O_5 含量在 12%~30% 的矿石储量占总保有储量 74.18%, 表明我国磷矿资源具有丰而不富的特点。

磷矿资源分布过于集中。主要集中在滇、黔、湘、鄂、川等 5 省。该五省磷矿保有储量占全国总储量的 74.41%, 其余磷矿保有储量散布在苏、皖、冀、蒙、辽等省 (区), 西北和北方地区磷矿资源量小, 导致我国磷矿资源呈现西磷东输、南磷北运的局面。

磷矿床的矿产组合优越。我国磷矿的矿产组合类型为单一、主要、共生和伴生等 4 种, 单一矿产组合矿区保有储量占总保有储量的 76.52%, 主要矿产组合的保有储量占总保有储量 21.94%。这种以单一和主要矿产组合为主的矿产类型有利于磷矿资源开发, 降低矿石采选成本。

据磷矿资源采选工艺特征, 可将我国磷矿石类型划分为硅钙 (镁) 质磷块岩、钙 (镁) 质磷块岩、硅质磷块岩、磷灰石、鸟粪和混合 (未分) 矿石等 6 种。其保有储量分别占全国总保有储量的 40.86%、19.84%、17.80%、0.00% 和 16.18%。上述矿石类型中硅钙 (镁) 质磷块岩矿石保有储量最大, 该类矿石的选别技术

*本文为中国地质调查局地调项目 (编号 K142) 的部分成果

第一作者简介 王海平, 1949 年生, 研究员, 从事遥感地质和矿床地质研究

^①全国地质资料局, 1999. 全国矿产储量总表 (内部发行).

在世界范围仍属未克难题,也是当前困扰我国、造成资源损失率高、回收率低的重要技术结症之一。

磷矿成矿时代相对集中。我国从元古代到第四纪都有不同规模成矿作用发生,全国磷矿总保有储量的74.83%集中形成在震旦纪和寒武纪两个时代,前震旦纪形成的沉积变质型磷灰石矿床占总保有储量4.56%,泥盆纪和石炭纪磷矿储量仅占总保有储量的2.89%。

综上所述,我国磷矿资源具有资源量多、分布过于集中;贫矿多、富矿少;难选矿多、易选矿少;难采矿多、宜于集约化开采矿体少的“四多三少”特征。磷矿资源的这种特征形成了我国磷矿资源采选难度大、资源回收率低、开采成本高等诸多制约磷矿业发展的难题。

2 磷矿床主要地质特征

笔者以容矿岩石为主线,矿床成因等因素采用删繁就简原则,将磷矿床划分为两大类7种成因类型。

2.1 沉积型磷矿床

沉积型磷矿床集中分布在扬子、华北和天山三大成磷区。磷矿床几乎都在稳定的地台边缘形成,多沉积在地台边缘古岛、水下高地边缘、浅海域海口和海峡处。成矿带和聚磷区受成磷区古构造、古地理环境制约,含磷地层主要形成于陆缘、碳酸盐台地和外陆架盆地环境。磷矿床及含磷地层严格受地层层位控制,呈层状、似层状和透镜状赋存在震旦系、寒武系和泥盆系等地层内,产于碎屑岩与碳酸盐间过渡区,常与白云岩共生。矿石矿物以胶磷矿、炭氟磷灰石为主,次为细晶磷灰石、磷铁矿,脉石矿物主要为白云石、方解石、石英和粘土矿物。次类矿床保有储量102.63亿吨,占总保有储量77.02%。其中,震旦系和寒武系磷矿床保有储量占全国总保有储量74.8%。

2.2 沉积变质型磷矿床

系前震旦纪变质岩中磷矿床,集中产于下元古界下、上部 and 上元古界顶部变质地层中,磷矿体呈似层状、串珠状和不规则状产出,较集中分布在苏、皖、鄂、冀、辽等省区。矿床受古构造环境控制,多沉积在古陆边缘、水下凸起边部,原含磷层形成于浅海台地边缘台滩相沉积环境,原含磷层形成后又受变质作用影响及后期构造、岩浆作用改造。含磷岩系主要由黑云斜长片麻岩、变粒岩、片岩和白云质大理岩等组成,其原岩属地槽型建造。矿石磷酸盐矿物主要为氟磷灰石,次为胶磷矿,脉石矿物为石英、方解石、白云石、斜长石和黑云母等。沉积变质型磷矿储量占总保有储量45.6%。

2.3 岩浆岩型磷矿床

岩浆岩型磷矿床又称磷灰石矿,在我国的储量占总保有储量的16.21%,仅次于沉积型磷矿床。据其成矿母岩差异,可将磷矿床进一步划分成超基性岩型、基性岩型和偏碱性超基性岩型等磷灰石矿床。含磷岩体多形成在地台区,受与古隆起带走向一致的区域性断裂带控制,常成串出现并沿区域性断裂与次一级断裂构造交汇部产出。矿体呈透镜状、鸡窝状或不规则脉状,磷矿化主要呈3种状态:磷灰石在岩体中局部富集形成透镜状、巢状矿体;磷灰石集合体沿岩体早期构造贯入形成扁豆状及不规则脉状矿体;磷灰石均匀分布在岩体中, P_2O_5 达边界品位时岩体即矿体,矿体品位低(3%~15%),采选容易。矿石矿物主要为磷灰石,次为磁铁矿。有工业价值组分为磷和铁,伴生有益组分为钒、钛和稀土元素等。

2.4 风化一再沉积型磷矿床

该类矿床兼具风化与沉积型磷矿床的特征,主要产于中上泥盆统地层中,集中分布在川西、滇中等地。矿床多产于古陆边缘半局限浅海盆地,形成于海湾相或泻湖相沉积环境,系原始含磷层(震旦系—寒武系含磷层)暴露地表后经风化→海浸、海解→再沉积(中上泥盆世)而成磷矿床。矿体形态受底板不整合面及古岩溶地形控制,呈透镜状、囊状和巢状产出。矿石矿物主要为磷灰石、胶磷矿和磷锶铝石,脉石矿物主要为水云母、高岭石和黄铁矿等。该类矿床品位较高,有工业价值组分除磷外尚有碘和锶,是我国一种有重要工业价值的磷矿床,其储量占总保有储量2.15%。

2.5 风化淋积型磷矿床

矿床多产于上震旦统、下寒武统及中泥盆统等含磷层分布区,主要分布在川、黔、湘和桂等省区。矿

体呈似层状、透镜状及不规则状赋存在第四系残积层中，形态严格受基岩风化面控制。矿石矿物主要为胶磷矿、炭磷灰石，次为银星石，脉石矿物主要为石英、高岭石、方解石、白云石和绢云母。磷矿石常伴有铀、钒、锰和碘等有益元素，部分矿床的铀和钒可达综合利用要求。

2.6 溶洞堆积型磷矿床

系含磷层经风化淋滤作用后在溶洞或洼地堆积而成磷矿床，主要分布在桂、粤、苏等地。矿体呈透镜状和鸡窝状，形态受溶洞或洼地底板形状控制。矿石具胶状、粒状结构和条纹状、角砾状构造。矿石矿物为胶磷矿、细晶磷矿和炭磷灰石，脉石矿物为石英、水云母、粘土和褐铁矿。

2.7 鸟粪型磷矿床

系鸟粪、死鸟、残枝败叶等堆积经菌解、淋溶作用后，由磷质胶结粘土、珊瑚砂形成的磷矿床，仅分布在海南和南海诸岛（中国科学院南京土壤研究所考察组，1976）。矿体呈似层状赋存在全新统上部亚粘土、粉砂层中，鸟粪层由碎屑状、块状、粒状和腐泥状鸟粪等四层组成。矿石中有机质和全氮含量高，矿石矿物主要为胶磷矿，脉石矿物为方解石、长石和云母。矿床品位偏低（ $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 9%~14%），规模小。

2.8 我国沉积型磷矿床主要成矿规律

（1）成矿构造环境 我国海相磷块岩集中分布在扬子、华北及天山等三大成磷区，三大成磷区的成矿环境皆受大地构造单元—地台或准地台的制约，其内古构造、古地理环境差异控制了其内成矿带和聚磷区的形成。沉积型磷矿床几乎都在稳定的地台边缘沉积，多沉积于其边缘古岛、水下高地边缘、浅海域海口和海峡处。

（2）沉积环境和含磷岩系 中国磷块岩形成于陆缘、碳酸盐台地和外陆架盆地 3 种沉积环境。含磷岩系主要产于含磷建造的底部或靠近底部，含磷建造在不同的成矿构造环境下具有不同的建造类型，我国含磷建造主要为陆缘碎屑岩、碳酸盐岩和暗色硅泥质页岩等 3 种类型。

（3）物质组合规律 含磷岩组和磷块岩在纵向和横向上都赋存在碎屑岩至碳酸盐岩之间，并与白云岩密切共生。优质厚层的磷块岩只产在以白云岩为主的含磷岩组内，以碎屑岩为主要组合的含磷岩组，其含磷则较差。磷块岩的化学组分除含矿化元素外，还含 Ni、Mo、Zn、Pb、V、I、U 和稀土等微量元素，有些元素（I、V、U 和稀土等）可达综合利用含量。

（4）富集规律 沉积型磷矿富集规律有：①与古气候环境有关；②与生物作用有关；③与成磷环境和条件的稳定性有关；④与沉积期后的演化作用有关。

3 资源战略分析

我国是磷矿资源大国，就人均资源量而论又是世界磷矿资源小国。针对“四多三少”特征，如何加强磷矿资源研究与开发利用以适应当前市场经济形势，并将资源优势转化为商品经济优势，是目前磷矿资源战略中亟待解决的问题之一。

3.1 资源潜力与可持续发展

我国磷矿成矿时代以晚震旦世和早寒武世为主，早元古代晚期、中泥盆世和第四纪为次，全国 95% 以上保有储量集中在扬子地台西部已成定局。但是我国幅员辽阔，在许多成矿带仍有较好的成矿地质条件和找矿前景。仅上扬子西侧的磷矿远景地质储量就达 183 亿吨（E 级），扬子成磷区内四条成矿带尚有 3159 亿吨的资源潜量，这种预测结果虽不可与探明储量同一而语，但至少表明，我国磷矿资源潜力还很大。

当然应清醒地意识到，磷矿资源“四多三少”特征与我国经济可持续发展战略极不协调，预计到 2020 年，人口将达到 14 亿左右，磷矿产品消费总量将超过美国、俄罗斯而位居世界首位，这种发展态势将是我国目前磷矿资源探明量无法承受的，必然会影响我国经济可持续发展。

3.2 提前储备资源

实践证明，矿产资源勘查工作常超前矿山建设十年左右，应加强磷矿勘查、加大科研投入，以探明更多磷矿储量为矿山建设和国民经济可持续发展作好资源准备。磷矿勘查应以扬子地台西区为主，同时逐步

开拓华北地台及邻区。扬子地台西区应以磷矿生产基地和扩建矿山为中心,向周边和外围发展,进一步查清资源潜力。华北地台及邻区应以岩浆岩型和沉积变质型磷矿为主攻重点,拓展新成矿区带,提升矿产地质研究程度,扩大矿产资源储量。

3.3 合理利用资源

① 伴生矿物和岩石的利用.磷矿采选时可对剥离层中围岩的有用矿物、岩石加以综合利用以获“以副养主”的经济和社会效益;② 有用元素的利用.磷矿石除含磷外,尚伴生有钒、锶、铀、碘和稀土元素等,有的含量已达综合利用品位,应在开发过程中同步回收,尽量避免二次开发产生的资源消耗和环境破坏;③ 尾矿的利用尾矿中有大量磷石膏、磷渣和磷泥,是建材、冶金、化工和农肥等行业的极好资源,搞好尾矿综合利用,经济意义可观;④ 应充分利用磷矿资源,磷矿开发中应加强科研投入,突破低品位胶磷矿选别技术,降低贫化率、损耗率,使有限的资源得以充分利用。

3.4 保护资源与生态环境

磷矿资源是有限的,经不起人类掠夺式开采和野蛮浪费。尽管小矿山的发展有带动城乡经济繁荣的一面,但也存在乱采滥挖、严重浪费资源的一面。矿管部门应因势利导,出台相应的合理利用资源强制性政策法规,搞活小矿山的开发中提高管理水平,扼制浪费与破坏资源的势头,切实保护有限的磷矿资源。

磷矿在开采时破坏生态环境,磷产品在生产过程中产生的“三废”及粉尘等覆盖土壤、破坏植被,污染农田、水源和大气,严重威胁原本就相当脆弱的生态环境。因此,保护资源和保护环境应双管齐下,对当前开发中出现的环境污染进行综合治理,以利我国磷矿业的健康发展。

参 考 文 献

中国地质矿产资源信息院. 1996. 国外矿产资源. 北京:地质出版社. 276~283.

中国科学院南京土壤研究所考察组. 1976. 海南诸岛土壤和鸟粪磷矿. 土壤, 第3期.

Riggs S R. 1979. Petrology of the tertiary phosphorite system of Florida. Econ. Geol., 74(2).

<http://www.kcdz.ac.cn/>