

我国前寒武纪非金属矿产的分布及其特征

杨春亮, 沈保丰, 宫晓华

(天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘要:本文总结了我国前寒武纪非金属矿产的分布和特征, 指出菱镁矿、硼矿、磷矿、滑石、石墨等非金属矿产赋存于不同的沉积建造、火山堆积以及不同变质岩系之中, 是由古陆块的构造部位所决定的。前寒武纪非金属矿床的成矿作用与大陆地壳演化关系密切, 古元古代大陆拼合焊接的造山带和新元古代稳定地块的海相沉积是两个十分重要的非金属矿产成矿构造环境, 前者在中国北方(如胶辽裂谷、佳木斯地块)形成菱镁矿、硼矿、滑石矿和石墨矿等矿床, 后者在南方(如扬子陆块、苏鲁大别带)主要形成磷矿床。前寒武纪产出大型、超大型非金属矿床数十个, 成因类型主要有沉积变质型、岩浆热液型和沉积(弱变质)型, 文中着重对硼、石墨、菱镁矿、滑石、磷矿等五个主要矿种的资源分布及矿床地质特征作了叙述。

关键词:中国前寒武纪; 非金属矿产资源; 矿床特征

中图分类号: P619.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2005)04-257-08

我国前寒武纪古陆上蕴藏有丰富的非金属矿产资源, 主要矿种有菱镁矿、硼矿、磷矿、滑石矿和石墨矿等(图1)。此外, 硫铁矿、蛭石、云母、重晶石、玉石、蛇纹石、大理岩、花岗岩、透辉石等矿产的分布也相当广泛。

1 中国前寒武纪非金属矿产资源概况

1.1 储量、质量及分布特点

我国前寒武纪非金属矿产品种多、资源丰、储量大。截至1999年底, 在储量位居世界前五位的我国菱镁矿、石墨、硼、重晶石、萤石、硫铁矿、硫、钾盐等非金属矿产中^①, 前三个矿种即主要产于前寒武纪。目前已经确认有工业意义的前寒武纪大型、超大型非金属矿床有75个, 其中: 磷矿32个、石墨矿14个、硫铁矿7个、菱镁矿和滑石矿各6个、硼矿和石棉矿各3个、蛭石和蛇纹石矿各2个^[1]。据不完全统计(表1), 我国前寒武纪的硼、石墨、菱镁矿、滑石、磷、硫铁矿等非金属矿产, 在全国非金属矿产储量中占有相当大的比重。

我国前寒武纪非金属矿产的矿石, 总体来说

质量较好, 其中还有一批如滑石、石墨、菱镁矿等矿种的矿石质量达到优良。如滑石主要产地之一的辽宁海城的滑石, 质优量大; 山东、内蒙古、黑龙江等地所产品质石墨, 片大质纯, 在国际市场久享盛誉、畅销不衰; 辽宁海城菱镁矿的矿石质量, 仅特级品和一级品就达到57%^[2]。当然也有一部分非金属矿产的矿石储量虽多, 但品位较低、质量较差, 如前寒武纪磷矿的富矿仅占总储量的4%左右; 前寒武纪以硫铁矿为主的硫矿, 也是贫矿多、富矿少。

我国前寒武纪非金属矿产的分布特点, 一是集中产出在特定的层位, 二是相对产出在一定地区。如我国石墨矿床的80%^[3,4]产于前寒武纪中-深变质片岩、片麻岩地层中, 分布于吉黑、秦岭、祁连、华南、三江等褶皱系的隆起区。储量最多的是黑龙江省, 其晶质石墨储量约占全国的72%; 其次是山东、河南和四川, 这三省储量之和占全国总储量的16%左右^[3,4]。硼矿床矿体产于蛇纹石化大理岩中, 集中分布在华北陆块北缘古元古代辽吉裂谷内, 硼矿(B_2O_3)储量约占全国的55%^[5]。滑石矿集中产于古元古代硅镁质岩系和新元古代白云石大理岩中,

收稿日期: 2005-11-08

基金项目: 地质调查综合研究项目中国成矿体系与区域成矿评价(K1.4-3-1)

作者简介: 杨春亮(1949-), 男, 研究员, 前寒武地质专业委员会秘书长, 主要从事前寒武纪地质及矿产研究工作。

①根据国土资源部信息中心张新安等在2003年国土资源部的英特网上公布的目前世界40种主要矿产储量资料中提供的十种非金属矿产的数字资料。

主要产地有辽宁海城、山东莱州、广西龙胜等，其储量占全国滑石总储量的 90% 以上^[2]。菱镁矿主要形成于古元古代白云质大理岩或蛇纹石大理岩中，较集中分布于辽宁和山东，辽宁菱镁

矿的储量占全国总储量的 84.7%，山东占 10%^[5]。磷矿储量的 70% 集中于贵州、湖南、云南及湖北震旦系陡山沱组碳酸盐岩建造中^[6]。

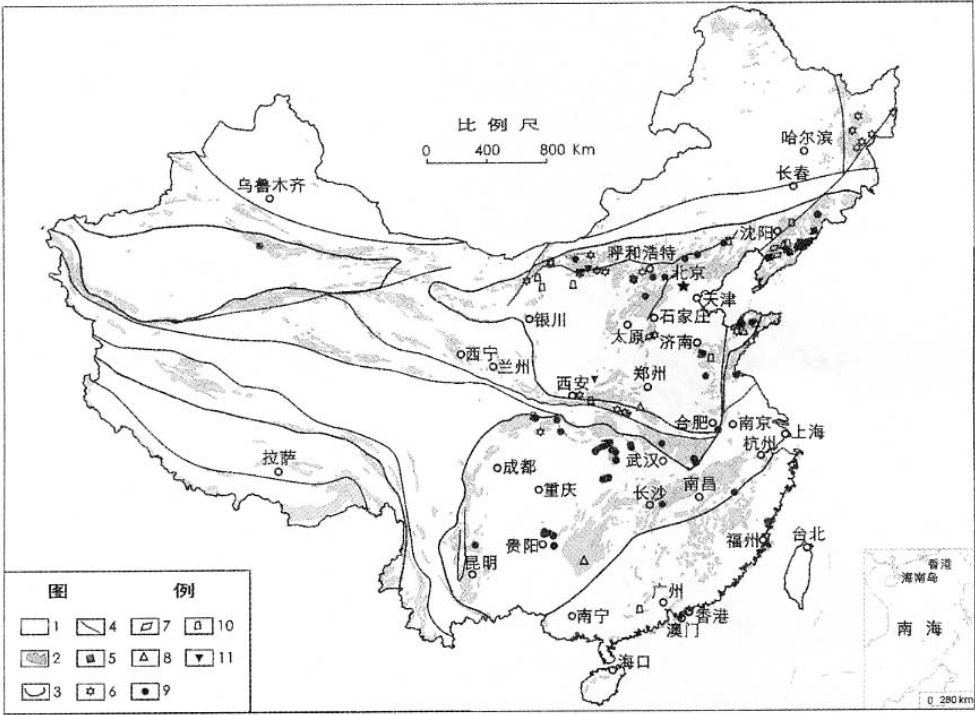


图 1 中国前寒武纪非金属矿床分布图

Fig. 1 The distribution of Precambrian nonmetal mineral deposits in China

1. 显生宇; 2. 前寒武纪地体; 3. 构造分区界限; 4. 主要断裂; 5. 硼矿; 6. 石墨矿; 7. 菱镁矿; 8. 滑石; 9. 磷铁矿; 10. 硫铁矿; 11. 蛭石

表 1 中国前寒武纪几种主要非金属矿产储量与全国总储量统计表^[7,8]

Table 1 Statistics of several nonmetalliferous ore reserves of Precambrian and whole country

矿种	储量单位	全国非金属矿床保有储量 *	前寒武纪非金属矿床保有储量 * *	百分比 (%)	典型矿山
晶质石墨	矿石, 万吨	17 393	16 752.1	94.21	柳毛、南墅、兴和
滑石	矿石, 万吨	23 066	21 912.7	95.00	海城、莱州、溪滩、龙胜
硼矿	B ₂ O ₃ , 万吨	4 641	2 459.5	49.19	翁泉沟、杨木杆、高台沟
磷矿	矿石, 亿吨	131.58	96.455 1	69.71	锦屏、荆襄、黄麦岭、昆阳
菱镁矿	矿石, 亿吨	29.87	24.754 6	78.96	海城、大石桥、粉子山
硫铁矿	矿石, 亿吨	47.11	5.291 79	11.36	东升庙、炭窑口、大降坪

注: * 数据来自国土资源部编《2000 年中国国土资源报告》; * * 数据根据 2000 年前各项资料不完全统计

1.2 成因特征及大地构造分布

我前寒武纪非金属矿产资源的地质时空分布与古大陆的发展演化密切相关。总体说来，与陆壳基底和区域变质作用有关的非金属矿床成矿活动，主要发生于新太古代至古元古代；与

海相沉积作用有关的非金属矿床成矿活动，主要发生在新元古代。

众所周知，中国大陆主要由华北、塔里木、扬子和华夏等陆块拼合而成。沿这些古老变质基底的隆褶带和裂谷带，形成与陆块汇聚与裂

解作用及汇聚前后陆缘海中的沉积作用有关的变质沉积矿床。矿产南北分带性较强,含矿岩系主要是前寒武纪的变质岩系,此外也包括不变质或轻微变质的震旦系。这些区域变质岩系中与非金属矿床有关的含矿建造,大体可分为麻粒岩相-角闪岩相片麻岩建造,角闪岩相-绿片岩相片岩变粒岩大理岩建造,绿片岩相千枚岩片岩石英岩建造三类。按照成因类型划分,前寒武纪非金属矿产可分变质型、沉积型和岩浆热液型三种类型。

(1)与变质作用有关的非金属矿床大多赋存在大陆边缘的隆起区或古裂谷内。典型矿床有辽宁海城菱镁矿矿床,辽宁海城滑石矿矿床,山东南墅石墨矿床,山东莱州黄山后大理岩矿床,辽宁翁泉沟硼矿床,江苏锦屏磷矿床和安徽宿松磷矿床,内蒙古炭窑口硫铁矿床和广东云浮大降坪硫铁矿床,产于五台岩群结晶片岩中的蓝晶石、刚玉矿床和河北灵寿碎白云母矿床等。

(2)与沉积变质作用有关的非金属矿床多位于古陆、隆起边缘,产于新元古代碳酸盐岩内。矿床类型有磷矿床、石灰岩矿床,如扬子陆块东南缘的湖北荆襄海相磷块岩矿床等。

(3)与岩浆作用有关的前寒武纪非金属矿产有石棉、云母、宝玉石、硫铁矿以及与钒、铀、镍、铝、铜等金属矿床共生的重晶石矿床等。代表性大型矿床如四川石棉矿,内蒙古土贵乌拉天劈山白云母矿床等。

沉积变质矿床的形成与原岩建造密切相关。它们之中所含的非金属矿种均按照各自的规律迁移与聚集,如菱镁矿床和滑石矿床多赋存在镁质碳酸盐岩建造中;晶质石墨矿床多赋存于粘土质-碳酸盐岩建造中。在大陆边缘裂谷环境的变质体中,海相镁质碳酸盐岩建造经区域变质作用形成了硼矿、滑石矿、菱镁矿、玉石矿等矿床;在花岗质岩浆热液活化改造的建造内,可形成石墨、透闪石、透辉石、石榴石、夕线石、金云母、蛭石等矿床。未变质或弱变质的新元古代-早古生代海相沉积建造形成了大量的磷矿床。

前寒武纪太古宙和元古宙非金属矿床的这种形成机制和分布规律,还一直延续到分布零

星的早古生代的变质矿床田。

前寒武纪非金属矿床的成矿作用受地壳演化过程的时空变化的控制,同时,又因其成矿的地质时代、构造环境、含矿建造不同而具有其各自的特点。前寒武纪非金属矿床分布的特点,从一个侧面反映了非金属成矿活动对大地构造部位和沉积建造的依存关系。

2 矿床地质特征分述

2.1 硼矿床地质特征

中国前寒武纪的硼矿资源分布很不平衡,几乎全部产于华北古陆台东北部的辽东吉南地区,硼矿的总储量约占全国总资源量的50%,是中国重要的硼矿工业类型。根据矿床成因,可将中国前寒武纪硼矿床划分为2类:沉积变质再造型硼矿床和海相沉积硼矿床,其中以以前1类型为主。

(1)沉积变质再造型硼矿床 沉积变质再造型硼矿床是前寒武纪硼矿床的主要成矿类型,集中产出在辽-吉裂谷带硼矿成矿带中。西起辽宁的营口,经凤城、宽甸向东,一直延伸至吉林省的集安,矿带长达300多千米,宽约50千米。从西到东分布有后仙峪、翁泉沟、二台子、牛皮扎、五道岭、杨木杆、砖庙沟和高台沟等规模大小不等的硼矿床,其中以凤城翁泉沟硼矿规模最大,储量约2187万吨,占全区总储量的87.47%^[5,9],属超大型硼矿床。

沉积变质再造型硼矿床产出在固定的含硼层位——古元古代富镁的碳酸盐岩中。华北陆块东部辽东半岛层控硼矿床在空间上与辽河群里尔峪组关系十分密切^[10],矿体直接围岩常是蛇纹石化的白云质大理岩,有时为金云橄榄岩和菱镁岩,矿体产状与围岩常整合产出。矿体的形态主要是似层状、透镜状。矿体长度一般50~500米,最大可达3000米,厚度为10~15米,最厚的有160多米。矿床是层控的,含矿建造为一套富钠的基性-酸性火山-沉积岩系;成矿物质的来源与古元古代强烈的海底火山喷发有关;矿床的成因模式为富硼火山沉积岩经受角闪岩相(中压相系)区域变质作用和岩浆热液改造而成^[13,14,15]。

沉积变质再造型硼矿床矿石矿物成分复

杂。硼酸岩矿物有硼镁石、遂安石;金属矿物有磁铁矿、硫铁矿;非金属矿物有蛇纹石、滑石、水镁石、硅镁石、楣石、磷灰石、以及金云母、透闪石、镁橄榄石、绿泥石等硅酸盐矿物。按矿石中有用矿物成分的不同,基本可分为遂安石型、硼镁石型、硼镁铁矿(或硼镁铁矿-稀土元素)型等三种类型。硼矿石 B_2O_3 平均品位为 8.4%。硼镁石型和遂安石型品位相对较高,矿石易选,工业价值较大,如辽宁营口后仙峪、凤城二台子、宽甸杨木杆子和吉林高台沟等硼矿床;硼镁铁矿型品位相对较低,但规模较大,如凤城翁泉沟硼矿;又因硼镁铁矿常与铁矿物等紧密共生,多呈浸染状,粒度微细,矿石难选,如五道岭子硼矿和牛皮扎硼矿等。

(2)海相沉积锰方硼石矿床 锰方硼石是无水氯硼酸矿物($Mn_3B_7O_{13}Cl$),一股呈细粒集合体,具假鲕构造。这类硼矿床在世界范围内并不多见,中国也是首次发现于天津蓟县^[9]。矿床赋存在中元古界长城系高于庄组中,产于白云岩中或页岩与白云岩之间,与围岩呈渐变关系。含矿层共有 4 层,矿体在矿层中呈扁豆状、透镜状、饼状、串珠状。矿石中主要矿物为菱锰矿、锰方硼石。矿石构造有豆状和假鲕状、团块状、条带状及浸染状等。矿中 B_2O_3 含量可达 17% 左右,硼与锰矿物之间常为正相关关系。

2.2 石墨矿床地质特征

中国石墨矿产矿石种类齐全,矿产地分布广泛。石墨矿石多以晶质石墨为主(也有隐晶质石墨产出,但品位低,难选),其矿产地虽分布广泛,而储量却相对集中在少数矿区。

中国前寒武纪石墨矿床主要分布于华北古陆台和扬子古陆台以及吉黑、秦岭、祁连、华南、三江等造山带^[10],例如:在佳木斯、胶辽带、内蒙阴山、豫西及康滇等地区分布较多的晶质石墨矿床,规模多为大、中型矿。另外,在黄陵、龙门一大巴、淮阳及武夷等地,也分布有较多的以中、小型矿为主的晶质石墨矿床。

晶质(鳞片状)石墨矿床成矿类型属区域变质型矿床,主要有片麻岩类、片岩类以及大理(透辉)岩类、变粒岩类等矿石类型。晶质石墨矿保有矿物储量集中于黑龙江、四川、山东、河南、内蒙古等省(区),共占全国晶质石墨矿保有

矿物储量的 89%^[3,4]。黑龙江省储量为全国之冠,占全国晶质石墨保有矿物储量的 64%,其东部地区为中国晶质石墨最大的蕴藏区,保有矿物储量达 11 000 万吨以上^[3,4]。其次川南滇北地区、山东东部、豫西陕东地区、内蒙古东部与山西北部地区,也相对集中保有晶质石墨矿物储量 800 ~ 1 700 万吨^[3,4]。

区域变质型石墨矿床含矿岩系的形成时代从新太古代到早寒武世,其中北方多为新太古代至新元古代,南方多为新元古代至早寒武世^[10]。石墨矿床主要赋存于造山带的中、深变质岩系中,含矿岩系的变质程度普遍达到角闪岩相至麻粒岩相。主要岩性有片麻岩、片岩、透辉(透闪)岩、大理岩、变粒岩、石英岩、斜长角闪岩等,原岩建造多属粘土岩-碳酸盐岩-基性火山岩,沉积于近陆源浅海区,石墨矿层往往赋存在其上部富碳酸盐部位。矿床褶皱、断裂构造发育,常伴有晚期花岗岩、伟晶岩类侵入,花岗岩化作用普遍,多期变质作用叠加影响较明显。矿体受沉积变质作用控制,有一定的层位,产状多与围岩产状一致,呈层状、似层状或透镜状,长度一般为几十至数百米,有的可达千米以上,倾角陡一中等。一个矿床中一般有多层矿体,常受断层或岩体的破坏而使矿体形态复杂化。常见的矿石类型有石墨片麻岩和石墨片岩,其次为石墨透辉岩,少数矿床有石墨变粒岩、石墨混合岩及石墨大理岩等。

矿石中与石墨共生的矿物多达 30 余种,主要有长石、石英、云母、方解石、白云石,含多种变质矿物如透辉石、透闪石、红柱石、夕线石、石榴子石、黝帘石、蛇纹石、金云母等,伴生有黄铁矿、金红石、钒云母、钒榴石等。石墨呈鳞片状结晶,聚片状或星散状较均匀分布,具定向构造或浸染构造。石墨鳞片片径 0.1 毫米至数毫米不等,花岗岩化作用常使石墨粗化或相对富集。矿石品位一般不高,固定碳含量低的为 3% ~ 10%,较高的为 10% ~ 16%,有的可达 30% 以上^[4]。矿石的可选性好,精矿质量也好。

由于原岩沉积环境还原条件良好,含矿建造中常富含硫、钛、钒、磷物质,有的矿床中伴生的金红石、黄铁矿及钒等可供综合回收利用。矿床规模多为中一大型(有的规模特大)。属于

此类型的矿床有:黑龙江鸡西、柳毛,山东莱西南墅及北墅,内蒙古兴和,湖北宜昌三岔垭等石墨矿床。

2.3 菱镁矿矿床地质特征

我国探明菱镁矿矿石保有储量近30亿吨^[1]。菱镁矿的产量主要集中在辽宁。据不完全统计,全国有8个省(区)查明有菱镁矿储量,其中辽宁占总量的64.78%,其次为山东、内蒙古占10%^[1,2,5]。主要有辽宁海城桦子峪、营口的青山怀、圣水寺、小圣水寺和山东莱州优游山等菱镁矿床。晶质菱镁矿矿床产出的地层主要有太古宙、元古宙,其中又以元古宙的菱镁矿最为重要。矿层多产于各地层单元的中上层位,如古元古代辽河群上部的大石桥组(辽宁)、粉子山群上部的大理岩组(山东)、新元古界震旦系上统灯影组(四川)等^[2,5]。

从大地构造位置上看,中国层控菱镁矿矿床主要分布于陆块的造山带(如华北陆块辽宁省营口大石桥至海城一带、山东省莱州一带的胶辽造山带)和褶皱带的隆起带(如祁连山褶皱带甘肃省肃北县祁连山间隆起带)内^[2,5]。

菱镁矿矿床在区域上的分布主要受原岩、区域地质构造、变质作用和岩浆作用等综合因素控制。白云岩是层控菱镁矿矿床形成的矿源层,对矿层定位起着重要作用,为菱镁矿的形成奠定丰富的物质基础。区域地质构造(尤其是褶皱构造)控制了矿床的分布和规模。区域变质作用和岩浆作用有利于菱镁矿成矿作用的进行。如胶辽造山带元古宙发生了绿片岩相至角闪岩相区域变质作用,同时产生了近东西向的复向斜和走向断裂,以及出现花岗岩化作用或花岗岩浆侵位,这为菱镁矿矿床的形成创造了有利的条件。

古元古代层控菱镁矿主要产于厚大的镁质碳酸盐岩建造中(厚度为404~2 946 m),矿体围岩大多数为白云石大理岩,少数为滑石绿泥片岩、绢云母片岩、黑云母片岩和千枚岩。区域性控制构造有复向斜(辽宁省营口大石桥至海城一带)、复背斜同斜褶皱(山东莱州粉子山一带)。区域性变质为绿片岩相至铁铝石榴石角闪岩相。有的矿床,如粉子山矿床有退化变质。近矿围岩蚀变有:菱镁矿化、硅化、滑石化、白云

石化。矿体多呈似层状、透镜状、不规则似层状,有的有分支。矿体产状大体与围岩一致。有的矿体沿走向变为白云石大理岩。矿体规模一般较大,走向延长1 000至5 000多米,含矿带厚数十米至数百米。常见矿石构造有:薄层状、放射状(菊花状)、斑点状、花斑状、蠕虫状、块状等。矿石主要矿物为菱镁矿,次要矿物有白云石、滑石、蛋白石、石英、斜绿泥石、透闪石和方柱石等,微量矿物有磁铁矿、赤铁矿和黄铁矿等。

2.4 滑石矿地质特征

中国滑石矿床成矿时代主要在前寒武纪,其中又以古元古代占主导地位。这与当时有长期稳定的碳酸盐沉积的环境、充足的热液来源和有利的构造条件有关。辽、吉、鲁一系列大型、巨型矿床皆产于古元古代,所成滑石矿质量好,规模大,储量约占总储量的一半。

滑石矿床分布的大地构造位置主要在古陆块内。这一区域长期处于较稳定的环境,沉积有巨厚的碳酸盐岩层。因为滑石乃由碳酸盐岩经中低温热液交代作用而成,巨厚的该种岩层是巨大滑石矿床形成的必要背景条件。经考察发现,当白云石大理岩与菱镁矿二者体积比或厚度比为1.3:1时^[2,10],对形成量大而质优的滑石矿床形最为有利(如辽宁省海城市范家堡子滑石矿)。同时,当成矿热液和SiO₂供应充足且含Mg²⁺浓度足够高时,即便岩层为单一的白云石大理岩亦可形成质纯的矿石和规模巨大的矿床(如广西龙胜滑石矿床)。此外,构造条件也是化石矿床形成的重要条件之一。断裂和裂隙的发育为热液供应提供了通道,也可是容矿场所。褶皱则有利于成矿热液的汇聚。广西龙胜滑石矿床均在剪切断裂与大断裂的交叉部位,成矿带位于北北东向复式倒转背斜东翼两个次一级倒转向斜接近核部,下伏的巨厚层状细碧岩起到隔断热液流失的作用。

我国的前寒武纪滑石矿床主要有两种成因类型:碳酸盐岩型和沉积-成岩型。

(1)碳酸盐岩型 产于前寒武纪古老的区域变质岩系含镁质碳酸盐岩地层中,尤以元古代地层中滑石储量大、质量好。矿床成矿作用集中在向斜构造内侧,矿体呈似层状或透镜状,

围岩为菱镁矿大理岩、结晶白云岩或白云大理岩,矿体产状与围岩一致。此类矿床的成矿时代可分为元古宙(吕梁期)和早古生代(加里东期)两个时代。元古宙包括辽宁海城范家堡子滑石矿床、本溪县连山关滑石矿床、吉林省浑江市遥林滑石矿床、山东莱州优游山滑石矿床、栖霞李博士乔滑石矿床、平度共坊滑石矿床等。矿石多属于低铝低铁质的块滑石型和碳酸盐-滑石型。矿石中滑石含量一般在 50%~70%以上,很少含透闪石等石棉状矿物,白度为 80~92,经手选的滑石产品质量优良,储量约占全国总储量的 55%^[1,2,11]。早古生代包括中南地区的此类矿床,如广西龙胜县下鸡爪滑石矿床。矿床赋存于新元古界板溪群合桐组顶部白云石大理岩中,在加里东期构造-岩浆作用下,全区为一个走向 30°、倾向北西的紧密倒转的三门复式背斜,并伴有压性大断裂,矿床位于被大断裂切割的次一级倒转向斜内的白云石大理岩中,呈线性等距离分布,形成两个北北东向滑石矿带。西矿带由南至北有古坪、下鸡爪、桐子山、上朗等矿床,东矿带由南至北有上鸡爪、八海山及大地等矿点。

(2) 沉积-成岩型 此类矿床主要分布于江西、湖南、四川等省,储量约占全国的 28%,如江西广丰县溪滩、乐平县牯牛岭、湖南石门县枫相坡(东山峰)。含矿层位属震旦系上统灯影组中、底部。以江西广丰县溪滩为例:矿体围岩顶板为夹鲕状白云质灰岩,底板为假鲕状硅质岩、硅质灰岩和粘土白云质灰岩,与矿层为连续沉积。矿石为以硅钙质为主的黑色滑石。

此外,在河北滦平县太古界片麻岩中还发现有混合岩化热液交代滑石矿床。

2.5 磷矿资源地质特征

磷矿是中国的优势矿产之一,蕴藏量相当丰富,但中国磷矿资源分布极不平衡。保有储量的 78%集中分布于西南的云南、贵州、四川及中南的湖北和湖南 5 省,且 P_2O_5 大于 30% 的富矿几乎全部集中于这 5 个省^[6];余下的 22% 的储量分散在山东、陕西、河北、内蒙古、新疆、青海、山西等 21 个省区内(图 1)。

中国前寒武纪磷矿资源比较丰富,其保有储量约占全国总磷矿储量的 69.71%^[1]。前寒
万方数据

武纪磷矿床按成因分类可分成变质磷矿床、内生磷灰石矿床、沉积磷块岩矿床。

2.5.1 变质磷矿床 中国变质磷矿床主要指早前寒武纪(包括太古宙和古元古代)变质岩中的矿床,有两大成因类型,即绿岩带型(太古宙磷矿)和沉积变质型(古元古代磷矿床)。这两类变质磷矿床无论是成矿大地构造背景、沉积与变质建造,还是矿床成因、矿床地质特征等都有其独特的特征。绿岩带型磷矿系指 2 500 Ma 前形成的磷矿,产于太古宙绿岩建造内,因而称为绿岩带型矿床。这类磷矿主要分布在河北、辽宁、山东、山西等省区。代表性矿床有河北丰宁招兵沟磷矿床,辽宁建平勿兰乌苏磷矿床和山东莱州市彭家磷矿等。该类矿床属于低品位易选磷灰石矿。含磷岩石有碳灰黑云角闪岩、闪辉钛磁铁磷灰岩、角闪黑云片麻岩、斜长角闪岩等。含磷岩系属于超镁铁质、镁铁质岩石。沉积变质型磷矿系指 2 500~1 800 Ma,即吕梁期形成的磷矿床,该期磷矿床是古元古代最重要的矿床。含磷岩系主要由黑云斜长片麻岩、变粒岩、云英片岩、白云质大理岩和碳质板岩等组成。含磷岩系沉积特征在华北陆块东缘、北缘与内部有较大差异,其中东缘为被动大陆边缘沉积环境,成矿条件较好,形成若干个重要的工业矿床。代表性矿床有江苏连云港市锦屏磷矿、湖北大悟黄麦岭磷矿、内蒙古白云鄂博布龙土磷矿等。

2.5.2 内生磷灰石矿床 中国的内生磷矿床主要分布于华北陆块,产出时代多为元古宙至早古生代。内生磷灰石矿床主要与幔源岩浆活动密切相关,含矿母岩一般为幔源岩浆岩岩体。如超基性-碱性-碳酸岩杂岩体、含钒、钛、铁基性杂岩体等。此类岩浆岩体一般磷较高,这是形成磷灰石矿床的基本条件之一。内生磷灰石矿床类型主要有幔源偏碱性超基性杂岩体磷灰石矿床、幔源含钒钛铁基性-超基性杂岩体磷灰石矿床和中-酸性火成杂岩体磷灰石矿床。幔源偏碱性超基性杂岩体磷灰石矿床主要产于陆块内两组大型构造交汇处(河北矾山磁铁磷灰石矿床)。幔源含钒、钛、铁基性-超基性杂岩体磷灰石矿床主要分布于造山带或褶皱带的大断裂带上(河北罗锅子沟、马营、黑山

磷灰石矿床)。

2.5.3 沉积磷块岩矿床 震旦纪—寒武纪是中国海相沉积磷块岩矿床的主要成矿时期^[12]。震旦纪陡山沱组与灯影组沉积磷块岩分布在扬子地区的贵州、湖北、湖南,即扬子成磷区的湘黔成矿带、陕鄂成矿带、浙桂成矿带。时限为 $(800 \pm 50 \sim 615 \pm 20)$ Ma^[6]。扬子陆块区的陡山沱组为中国最大磷酸盐沉积层,其上灯影组磷酸盐化岩层虽在很多地区有所发现,但构成有经济价值的磷酸盐矿床,则主要见于湖北南漳邓家崖。含磷地层主要由白云岩、磷块岩、粘土岩及它们之间的过渡岩石组成。磷块岩矿层常位于粘土岩之上和白云岩之下的过渡部位,少数产于白云岩中,呈层状、似层状产出。典型矿床有湖北荆襄磷矿、贵州开阳磷矿、贵州瓮福磷矿等。继陡山沱组磷块岩沉积之后,早寒武世每次海进地层底部都沉积了磷酸盐层,其中梅树村组赋存的大规模磷块岩矿床是中国第二大型磷酸盐沉积层。有重大经济价值的磷块岩矿床主要集中于扬子陆台西部边缘成磷带的云南、四川与陕西,地理上构成近南北向的带状分布。典型矿床有云南昆阳磷矿床等。

3 结论

中国前寒武纪非金属矿床的形成与分布是十分有规律的,而且这种规律与中国古老陆壳的时空演化规律是完全一致的。研究认为,一定种类的非金属矿床总是与一定的成矿作用和一定的含矿建造有关,这种依存关系正是地壳活动和矿床形成相互依存的结果。从图1可以看出,在前寒武纪,受成矿地质背景的控制,在成因上相关或有联系的几种非金属矿床常有规律地共生(或)伴生在一起,且聚集于特定的构造环境中。

前寒武纪非金属矿床的成矿作用严格受地壳演化过程中时空变化的控制,同时,又因其成矿的地质时代、构造环境、含矿建造不同而具有其各自的特点。从成矿地质背景看,与变质作用有关的非金属矿床大多赋存在大陆边缘的隆起区或古裂谷内;与沉积(变质)作用有关的非金属矿床多位于古陆(或陆块)隆起边缘。从总体地质历史来看,虽然从太古宙至新元古代均

有非金属矿床产出,但是,与陆壳基底和区域变质作用有关的非金属矿床成矿活动多发生于新太古代至古元古代。而与海相沉积作用有关的非金属矿床成矿活动则主要发展生于新元古代。

作者谨以此文敬贺沈保丰先生70华诞暨从事地质工作50周年。

参考文献:

- [1]陶维屏,苏德辰.中国的非金属矿床.见:吴良士、李锦平主编:21世纪能源矿产和矿产资源、矿床地质、矿产经济学[M].北京:地质出版社,1999,125-132.
- [2]李驭亚,刘国春,郑宝鼎.中国滑石、菱镁矿矿床.见:中国矿床(下)[M],《中国矿床》编委会编著.北京:地质出版社,1994,497-538.
- [3]莫如爵,刘绍斌,黄翠蓉,等.中国石墨矿床地质[M].北京:中国建筑工业出版社,1989,1-290.
- [4]肖长生,黄宜镇,谭冠民,等.中国石墨矿床.见:《中国矿床》编委会编著中国矿床(下)[M].北京:地质出版社,1994,463-479.
- [5]李裕伟.中国矿产[M].北京:中国建材工业出版社,1992,1-391.
- [6]李悦言,罗益清,东野脉兴,等.中国磷矿床.见:《中国矿床》编委会编著中国矿床(下)[M].北京:地质出版社,1994,1-59.
- [7]宋瑞祥.1996/中国矿产资源报告[M].北京:地质出版社,1997,1-307.
- [8]中华人民共和国国土资源部.2000年中国国土资源报告[M].北京:地质出版社,2001,1-157.
- [9]姜春潮,郑锦屏,王培君,等.中国硼矿床.见:《中国矿床》编委会编著中国矿床(下)[M].北京:地质出版社,1994,60-107.
- [10]张秋生,等.中国早前寒武纪地质及成矿作用[M].长春:吉林人民出版社,1986,1-536.
- [11]刘绍斌,莫如爵,刘昌寅,等.矿产资源与勘查.见:非金属矿工业手册(上册)[M].北京:冶金工业出版社,1992,1-288.
- [12]陶维屏,高锡芬,孙祁,等.中国非金属矿床成矿系列[M].北京:地质出版社,1994,1-487.
- [13]李东明.翁泉沟硼铁矿床地质特征[J].辽宁地质,1988,(1):1-9.
- [14]张景山.辽东硼镁石型硼矿床地质特征[J].辽宁地质,1994,(4):289-324.
- [16]黄作良,王濮,冯本智,等.辽吉硼矿床矿物学[M].北京:地质出版社,1999,1-150.

Characteristics and DistributionS of the Precambrian Nonmetal Deposits in China

YANG Chun-liang, SHEN Bao-feng, GONG Xiao-hua

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170)

Abstract: The Precambrian nonmetal deposits take a very important position in China. Based on the distribution and characteristics of the Precambrian nonmetal deposits in China, it is suggested that the main kinds of Precambrian nonmetal minerals, such as magnesite, borium, phosphorite, talc, graphite minerals etc, occur in the sedimentary formation, volcanic rocks and various metamorphic rock systems, and are restricted in some particular tectonic locations of the old blocks. The ore-forming events related closely to the crustal evolution. There are two very important ore-forming periods, one is from the formation of the continental matching and regional metamorphism during Neoarchean to Paleoproterozoic Eras, the other is originated in marine deposit in Neoproterozoic Era. The magnesite, borium, talc and graphite ore deposits formed during the former period, especially in Jiao-Liao Blocks and Jiamusi Block in North China, and the phosphorite ore deposits formed during the latter period in Yangtz Block and Su-Lu-Dabie Blocks in South China. Several tens of the large and super-large Precambrian nonmetal deposits can be mainly divided into 3 genetic types: sedimentary-metamorphic type, magmatic-thermal-fluid type and sedimentary (with lightly metamorphic) type. Five kinds of ore minerals and their typical deposits of magnesite, borium, graphite, talc and phosphorite are respectively gone to particulars in this paper.

Key words: Precambrian; Nonmetal deposits; Characteristics and distribution