

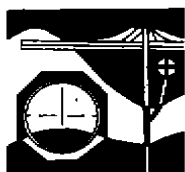
中国非金属超大型矿床与板块构造及地壳演化的关系

冉红彦 曹俊臣

(中国科学院广州地球化学研究所·广州·510640)

中国非金属超大型矿床与板块构造和地壳演化的关系,表现在不同板块构造环境形成不同的超大型非金属矿床组合,相同板块构造环境而不同板块对象所形成的超大型非金属矿床又各有侧重。另外生物圈演化对石墨、磷矿和硅藻土,水圈(古海水)演化对菱镁矿等超大型非金属矿床的形成也有重要的制约作用。

关键词 中国 非金属超大型矿床 板块构造 地壳演化



1 中国板块构造格局及其演化概述

当前,非金属矿床成矿规律的研究,正朝着从以前的单矿种、小范围的研究,向多矿种、大范围的成矿条件和成矿规律的研究方向发展。无疑中国板块构造研究的最新成果,将对中国非金属矿的区域成矿规律研究起着重要的推动作用。

中国古板块演化背景可概括于如下图。与中国大陆地质演化有关的主要陆块有华北、塔里木、扬子、华夏和西藏等陆块。其中华北陆块:早元古代末期形成统一构造整体,基底由太古一下元古界变质岩系构成。北面与西伯利亚陆块缝合于晚古生代末期,南面与扬子陆块缝合于志留纪末至泥盆纪初期,西面与塔里木陆块缝合于志留纪末期;塔里木陆块:基底形成中元古代末期,与南面从冈瓦纳大陆北缘分裂出来的西藏陆块缝合于印支期;扬子陆块:基底形成于晋宁运动,与东南面的华夏陆块第一次缝合于中元古代,第二次缝合于奥陶纪末期;华夏陆块:据近年来研

究认为是由多个地体组成的复合陆块,与冈台微大陆缝合于早白垩世晚期。

2 中国超大型非金属矿床分带与板块构造的关系

根据成矿作用特点和矿床组合关系,归纳出中国超大型非金属矿床存在的4条成矿带^[1]。这4个巨型成矿带时间跨越从前寒武纪到第四纪,基本上反映了中国大陆当时各古板块所处的古地理环境和板块活动情况,现分述如下:

2.1 东北东部前寒武纪超大型非金属成矿带

包括4大石墨矿(黑龙江萝北云山、鸡西柳毛、勃利佛岭和穆稜光义)、辽宁凤城翁泉沟硼矿、海城大石桥菱镁矿、海城范家堡子滑石矿。可能还包括山东栖霞李博士乔滑石矿。中国前寒武纪(不包括震旦纪)除广西龙胜下鸡爪滑石矿和新疆尉犁蛭石矿属于晚元古代外,其他所有前寒武纪超大型非金属矿都位于此带。从大地构造位置来看,该成矿带跨越佳木斯地块和中朝古陆东缘两大构造单元。

中国4大石墨矿都位于佳木斯地块上。

本文1996年4月收到,张旭明编辑。
* 获国家科技攻关攀登A₄₀项目资助。

佳木斯地块过去被认为是地槽内部的中间地块,现有资料表明它具有太古代和早元古代、结晶基底,是西伯利亚地台东南部的一个地体。石墨矿都位于佳木斯地块下元古界麻山群的一套含石墨高铝的片岩、片麻岩、变粒岩、混合岩和大理岩中。这套含石墨岩系是比较典型的孔兹岩,其原岩为一套含碳质浅滨海相沉积物。大量碳稳定同位素组成数据表明^[2],石墨中的碳质来源于生物的有机碳,与大理岩中的无机碳不相干。

孔兹岩在全世界都有分布,主要产于太古宙,其次为早元古代。与孔兹岩有关的石墨矿主要为有机碳,这与当时的藻类生物活动有关。佳木斯地块麻山群层位中,除了以上4个超大型石墨矿床外,还赋存有数十处石墨矿床,该层位普遍具有高碳特征。联系到含石墨矿的孔兹岩,在世界范围广泛分布,说明在太古宙、早元古代曾经有一个生物繁盛期,这在生命演化研究中值得重视。

佳木斯地块上麻山群如此富碳质,除与

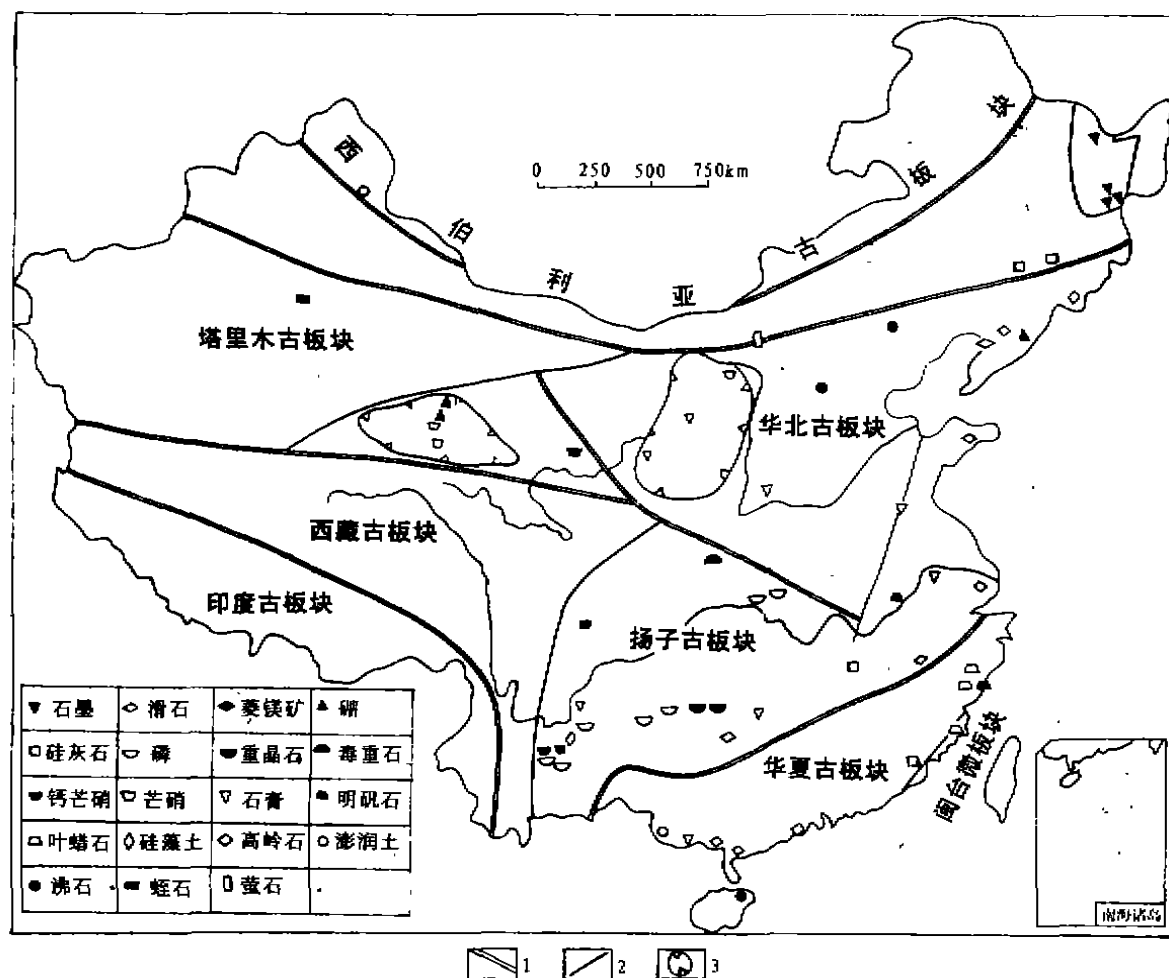


图 中国非金属超大型矿床分布与板块构造关系图

1—陆块缝合线;2—深大断裂;3—中生代盆地

当时全球性藻类繁殖有关外,也肯定与佳木斯当时所处的古纬度、古气候等古地理环境有关,估计当时该区处于浅海盆地—静水体较为稳定的沉积环境。

翁泉沟硼矿、大石桥菱镁矿、范家堡子滑石矿的形成与中朝古陆在辽东地区的早元古代裂谷作用有关。该裂谷习惯上称辽吉裂谷,在辽宁省境内最早沉积的有宽甸群(吉林省境内称集安群)^[3]。宽甸群发育多个硼矿床,它们赋存在一定层位中,属沉积变质再造矿床,其中翁泉沟硼镁铁矿为超大型矿床,硼的主要来源于深部循环热水,沿张性断裂将硼等挥发性亲石元素带到地表水体中。矿层中局部见有不稳定的石膏矿薄层^[4],表明当时较为干旱,裂谷拉张宽度有限,其膏盐形成机制类似于现今东非裂谷纳特龙湖和马拉维湖的地下热卤水和火山气液喷发成膏作用。在地表水体中沉积碳酸盐的同时,也沉积了含水硼矿物和多硼酸根矿物。后期的区域变质产生的脱水作用及多硼酸根的高温分解,形成现在的矿物组合。

海城大石桥菱镁矿位于中元古代辽阳群大石桥组^[5]。辽阳群与其下的宽甸群、草河群相比变质程度浅,为绿片岩相,而宽甸群为角闪岩相—麻粒岩相,草河群为绿片岩相—角闪岩相。辽阳群不具备其下伏地层复杂的揉皱和片理等构造,反映了辽阳群是在裂谷回返后相对稳定的条件下沉积的。元古代是白云岩最为发育的时期,推测当时海水以富镁为特色,其原因与风化的岩石主要来源于地幔高镁岩石。海水富镁为菱镁矿形成提供了丰富的物质来源。大石桥组碳酸盐岩富迭层石,反映当时古地理为潮坪—泻湖环境。古地磁资料表明^[3],大石桥区辽阳群当时处在赤道附近和低纬度地带,具备强烈蒸发的自然气候条件。因此大石桥菱镁矿是属于泻湖蒸发无机化学沉积成因,当时沉积的是水菱镁矿和菱镁矿,后期绿片岩相变质使其重结晶为晶质菱镁矿。

海城范家堡子滑石矿也位于大石桥区辽阳群中,属镁质碳酸盐岩热液交代成因。其形成受两个因素控制,第一是具备富镁碳酸盐地层,第二个是有利于富 SiO_2 热液迁移的断裂体系存在。辽阳群大石桥组主要为白云岩夹菱镁矿,又有3条逆断层通过大石桥区,导致范家堡子超大型滑石矿的形成。

2.2 扬子板块周边加里东期超大型非金属成矿带

包括晚震旦纪贵州开阳磷矿和瓮安磷矿、湖北荆襄磷矿和宜昌磷矿、江西广丰溪滩滑石矿、四川城口毒重石矿,早寒武纪的云南晋宁磷矿、五星磷矿和安宁磷矿、贵州天柱大河边重晶石矿和湖南新晃贡溪重晶石矿。在大地构造位置上,湖北荆襄、宜昌磷矿和四川毒重石矿位于扬子板块北缘,云南的磷矿位于板块西南缘,贵州和江西的磷、重晶石和滑石矿位于板块南缘。

上述超大型非金属矿床的时空分布完全受扬子板块边缘加里东期的拉张历史控制。扬子地台固结于晋宁运动,从震旦纪开始扬子板块南、北缘又开始新一轮的板块扩张,板块南、北缘出现的震旦纪强烈的基性岩浆活动以及典型的非补偿沉积序列可以作为裂谷开始和被动大陆边缘形成的征据。扬子板块南缘,震旦纪开始的裂谷作用发生在扬子板块和华夏板块之间的华南残留盆地中^[6]。到了晚震旦纪陡山沱期,扬子区的北面为南秦岭海,东南面为华南洋,西面隔着川滇裂谷与滇中古陆相连。陡山沱期中下扬子区处于一种宽阔的浅海环境,其间还分布着前震旦纪板内残余岛弧,比较大的如江南—龙胜岛弧。以板内残余岛弧或褶皱隆起之水下台地发育起来的藻礁及其围限的礁后浅滩地带,是超大型磷块岩的主要沉积区。贵州开阳和瓮安磷矿依附于其中的黔中台地,湖北荆襄和宜昌磷矿则依附于其中的鄂中台地。浅海台地海水深度适中,温度适宜,生物繁盛,又有簸选作用,成磷条件优越。

随着华南海盆的持续扩张,中下扬子区在早寒武纪海水变深,成为深水缓坡,不利于大量磷块岩的沉积。与陡山沱期类似的浅海台地沉积相迁移至扬子西区滇东地区,在那里发育有大量的磷块岩沉积区,形成了云南晋宁、五星和安宁等超大型磷矿床。华南海盆的扩张与扬子板块南缘的基底断裂引起地壳下沉是同步的。扬子板块南缘发育有多条基底深大断裂,从西北向东南主要有鄂湘黔断裂带、溆浦—四堡断裂带、茶陵—郴县断裂带和绍兴—宜春断裂带。这些主断裂以及派生断裂是深部热液活动的理想场所。地壳深部物质的部分熔融以及流体对地壳物质的交代,使富 SiO_2 和 Ba 等元素的热液沿这些北东向断裂上升涌入还原性停滞水盆地中,首先 SiO_2 因饱和而沉积形成硅质岩。随着海水由酸性演化为弱碱性氧化环境时, Ba^{2+} 与海水中的 SO_4^{2-} 相结合而沉淀出重晶石层。因此重晶石岩常在硅质岩中成透镜层,而硅质岩又在黑色页岩中成透镜层。从大地构造位置来看,贵州天柱大河边,湖南新晃贡溪重晶石矿与鄂湘黔深大断裂带上的热水活动有关,属于热水沉积型矿床。

2.3 东部滨太平洋中新代超大型非金属成矿带

包括江苏苏州观山高岭土矿、安徽庐江大、小矾山明矾石矿,浙江青田山口叶蜡石矿、泰顺龟湖叶蜡石矿、苍南(平阳)矾山明矾石矿,福建福清东仔叶蜡石矿、长太科山硅灰石矿,广东潮州飞天燕高岭土矿、茂名山阁高岭土矿,广西合浦十字路高岭土矿、宁明膨润土矿和海南金牛岭沸石矿,都是与环太平洋中新代火山岩和侵入岩有关的接触变质矿床、蚀变交代矿床以及风化、沉积矿床。从大地构造背景来看,直接地受库拉—太平洋板块的制约。

晚中生代早期,处于欧亚板块被动大陆边缘的华南地区与闽台微大陆之间存在一古南海。晚侏罗世至早白垩世,闽台微大陆在库

拉板块牵引下向北迁移,库拉板块俯冲于华南大陆东南沿海的北东走向大陆边缘之下,形成了北东向展开的横跨浙、闽、粤的中生代火山弧。早白垩世晚期,闽台微大陆与浙闽粤火山弧发生碰撞,古南海消失^[1]。这一成矿带中,非金属矿床的形成与该中生代火山弧中的酸—中酸性火山岩有直接的关系。该带内又可分成两种矿床组合。在中生代火山岩及次火山岩出露地区,主要发育叶蜡石、明矾石、沸石、伊利石和地开石等矿床组合,为产于中酸性火山岩建造中的中低温热液交代(蚀变)矿床,破火山口和火山洼地是最有利的成矿位置。另一类矿床组合产于该带第三纪、第四纪断陷盆地的河流湖泊相沉积建造中,主要发育风化残积型高岭土矿、硅藻土矿和膨润土矿等矿床组合。

2.4 北方干旱地区新生代超大型非金属成矿带

包括青海茫崖梁中芒硝矿、茫崖察汗斯拉图芒硝矿、柴达木大柴旦湖硼矿、柴达木察尔汗硼矿、宁夏同心贺家咀石膏矿、内蒙古达拉特旗芒硝矿、鄂托克苏及鄂克托旗拿个石膏矿。这些矿床分布于现代盐湖区即北纬 $30 \sim 49^\circ$ 之间,属北半球盐湖带的一部分。从地理位置上看,以大兴安岭南端—阴山山脉—祁连山脉东端—冈底斯山山脉一线为界,其北面广布着数以千计的现代盐湖。该带属于高原温带干旱—半干旱气候条件,而喜马拉雅山的隆起隔绝了南来的湿润空气,更加有利于盐类矿物的蒸发沉积。

本带超大型矿床都位于内陆断陷盆地的盐湖或干盐湖中。青海的芒硝和硼矿位于柴达木断陷盆地,宁夏和内蒙的芒硝、石膏矿位于鄂尔多斯断陷盆地中。下面以柴达木盆地为例说明该成矿带的成矿机制。

柴达木盆地由北面的祁连山、西北面的阿尔金山和南面的昆仑山环抱,是一个中新代内陆断陷盆地。柴达木地块位于塔里木陆块东部,志留纪末期与华北陆块西南部碰

撞拼合形成祁连山。三叠纪末期,由冈瓦纳大陆北缘裂解出来的西藏陆块与柴达木地块碰撞拼合形成昆仑山。这两条缝合带中,断裂受后期喜山运动影响进一步活动,造成山系上升,中间地块下降,形成柴达木古湖盆。柴达木盆地中新世以前的地层中,没发现除石灰岩以外的大量盐类沉积,结合地层中的孢粉组合,说明中新世以前昆仑山还不能阻隔南来的潮湿空气^[8]。更新世中期喜马拉雅山崛起,青藏高原急速上升,隔绝了南来的潮湿空气,使柴达木盆地异常干旱,湖水蒸发浓缩,古湖进入盐湖阶段,从而沉积了大量蒸发盐类。在纵向上沉积顺序为:硬石膏、石膏泥岩互层,石膏、芒硝泥岩互层,石盐层,反映了水体逐步咸化。更新世末期,柴达木盆地中的古湖大都进入干盐湖阶段。青海茫崖大浪滩梁中芒硝矿和茫崖察汗斯拉图芒硝矿就分别位于更新世时期的大浪滩干盐湖和察汗斯拉图干盐湖中。大柴旦盐湖硼矿包括固体硼矿和卤水硼矿两种,察尔汗盐湖主要为卤水硼矿,其硼主要来源于深部循环水,包括温泉和热泉,其次为基岩和第三纪含盐岩系的风化。盐类矿物的析出顺序取决于本身溶解度的大小,而硼酸盐沉积的条件比较复杂,它出现于不同的析盐阶段,其形成与含硼卤水的性质、水体所处的稳定环境、外来水所引起的掺杂作用和低温条件有关^[9]。

3 中国超大型非金属矿床某些成矿规律

3.1 超大型非金属矿床类型与板块演化阶段的关系

上述分析表明,非金属矿的形成密切受板块构造和地壳演化的控制。归纳起来,成矿构造环境和超大型非金属矿床类型有以下关系:

3.1.1 裂谷环境

有关的超大型非金属矿床有硼、菱镁矿、滑石和蛭石矿。

3.1.2 被动性大陆边缘

有关的超大型非金属矿床有磷、重晶石、毒重石、滑石和石墨。

3.1.3 活动大陆边缘

属于这一阶段的超大型矿床最多,有硅灰石、萤石、滑石、硅藻土、叶蜡石、明矾石、沸石、膨润土、高岭土。

3.1.4 板块内部断陷盆地

有石膏、芒硝、钙芒硝、硼矿。

3.2 每个板块成矿各具特色

虽然在板块演化的各个阶段都有各种超大型非金属矿形成,但具体到某一板块却各有特色。扬子板块南、北缘的缝合带主要发育与被动板块边缘有关的超大型非金属矿,而西伯利亚与华北板块、华夏板块与太平洋板块两聚合带发育与活动大陆边缘有关的超大型非金属矿,而且后两者所产矿种既有相同之处,又有不同之处。这些均反映了地幔源区物质组成和地球动力学机制,以及后期改造方面的差异,这些都是今后超大型矿床研究的重要领域。

3.3 超大型非金属矿床常常与大的板块开合历史有关

一方面,板块构造控制着超大型非金属矿的形成,另一方面,通过对超大型非金属矿床,特别是产于缝合带上的矿床的研究,有利于对板块构造的深入了解。比如两板块之间常常存在多次开合历史,而超大型非金属矿床的形成常常与其中最大最重要的一次开合运动有关。中朝陆块与西伯利亚陆块缝合带中的超大型非金属矿床都形成于海西旋回,代表古亚洲洋的闭合时期。关于华南在加里东运动以后是否还有开合运动,目前争论较大。扬子板块南缘广泛存在二叠系下统镁质粘土含滑石建造(与江西广丰滑石矿类似),不排除存在开合运动,但从滑石矿床规模来看,不能与加里东期的开合运动规模相比。华北板块与扬子板块碰撞时代也存在较大分歧。一种观点认为是在加里东旋回,另一种则

认为是在印支旋回。近来扬子地块北侧边缘海和外缘岛陆的发现,合理地解释了华北陆块与扬子陆块缝合在加里东末期,而南秦岭及扬子北缘却在印支期褶皱造山的“矛盾”^[4]。扬子板块北缘发育的晚震旦纪超大型磷矿和毒重石矿也支持碰撞在加里东期的观点。

超大型非金属矿与板块构造和地壳演化的关系,一方面表现在不同板块构造环境形成不同的超大型非金属矿床组合,相同板块构造环境而不同板块对象所形成的超大型非金属矿床又各有侧重。另一方面,表现在生物圈演化对石墨、磷矿和硅藻土,水圈(古海水)演化对菱镁矿等超大型非金属矿床的形成也有重要的制约作用。

本文研究工作是在涂光炽教授主持、领导下进行的。文中有关基础资料取自有关省

(区)地矿局、队地质报告,在此一并致谢。

参考文献

- 1 曹会生,冉红彦,中国非金属超大型矿产分布规律及成矿地质特征,地质与勘探,1996,32(4):1~8.
- 2 柴静,刘树友,鸡西和毛石石墨矿床地质特征及成因浅析,黑龙江地质,1992,(2):47~54.
- 3 姜春潮等,辽吉东部前寒武纪地质,沈阳:辽宁科学技术出版社,1987.
- 4 张培元,中国工业矿物和岩石(下册),北京:地质出版社,1987,331~333.
- 5 夏文杰等,中国南方震旦纪岩相与成矿作用,北京:地质出版社,1994,10~16.
- 6 王鸿祯,杨巍然,刘本培,华南地区古大陆边缘构造史,武汉:武汉地质学院出版社,1986.
- 7 李继亮,东南大陆岩石圈结构与地质演化,北京:地质工业出版社,1993.
- 8 张彭寰等,柴达木盆地盐湖,北京:科学出版社,1987.
- 9 郝杰,李日俊,论华夏大陆及有关问题,中国区域地质,1993,(3):274~278.

RELATIONSHIP BETWEEN CHINESE SUPER-LARGE NON-METAL DEPOSITS AND PLATE TECTONIC, THE CRUSTAL EVOLUTION

Ran Hongyan, Cao Junchen

Super-large non-metal deposit assemblage formed in different plate tectonic environment reflected the relationship between Chinese super-large non-metal deposits and plate tectonic, the crustal evolution. Even if in identical plate tectonic environment, super-large non-metal deposits produced in different plates would be not alike. In addition, the formation of super-large non-metal deposits such as graphite deposit, phosphorite deposit and diatomite deposit was restricted greatly by the evolution of biosphere, magnesite deposit by the evolution of hydrosphere (paleoseawater).

Key words: China, super-large non-metal deposits, plate tectonic, the crustal evolution