

寒武纪全球板块构造及岩相特征研究

周肖贝, 李江海, 李文山, 王洪浩, 程雅琳

造山带与地壳演化教育部重点实验室, 北京大学地球与空间科学学院, 北京, 100871

新元古代—寒武纪之交, Roidinia 超大陆裂解结束, 同时 Gondwana 超大陆形成, 寒武纪全球冰期结束, 开始进入温暖期, 海平面普遍上升, 全球普遍沉积碳酸盐岩。前人对寒武纪全球古板块再造和岩相古地理开展了大量研究, 形成了不同系列的全球古板块再造、岩相古地理等图件, 但这些图件的精度相对较低或者只是单一地去探讨关于古板块、古生物分布、岩相古地理等问题, 并未普遍对不同圈层不同事件综合考虑, 缺乏对全球尺度寒武纪烃源岩的分布及构造背景、古环境等之间的相互讨论。本文在板块构造、地幔柱和盆地分析等理论的指导下, 依据最新的全球古地磁数据和区域地质资料等, 对寒武纪全球古板块位置进行恢复, 结合前人研究成果绘制寒武纪 (~520Ma) 全球古板块再造图, 并以此作为探讨板块构造格局的基础, 通过对全球寒武系沉积盆地地层进行对比分析、并辅以油气地质数据库和资料, 从而对寒武纪全球岩相古地理进行再造, 并加上烃源岩数据, 以期从不同角度来探讨寒武纪的全球演化问题。

寒武纪全球陆块主要分为冈瓦纳超大陆、劳伦古陆、波罗的和西伯利亚等, 主要集中于南半球, 北部为泛大洋。冈瓦纳超大陆由众多陆块汇聚而成, 主要包括非洲、南美、阿拉伯、东南极、印度、马达加斯加、澳大利亚和塔里木等, 其边缘分布有阿瓦隆尼亚等小地体。此时南极点位于西北非陆块之上。早-中寒武世, 冈瓦纳超大陆快速向南漂移, 波罗的、劳伦和西伯利亚逐渐向北漂移, 众多陆块均进行逆时针旋转。冈瓦纳超大陆漂移和旋转速率远远高于其他陆块, 劳伦和西伯利亚陆块速率较低。华北华南等小陆块在此期间也缓慢向北漂移。阿瓦隆尼亚地体此期间逐渐裂离冈瓦纳超大陆, 于早奥陶世完全裂离, 并向波罗的斜向俯冲。西伯利亚和波罗的之间为普雷奥尼克洋 (Pleionic), 劳伦

和波罗的之间为亚皮特斯洋 (Iapetus ocean), 于 600~580Ma 开始张开。

西非东缘与亚马逊克拉通、刚果-圣弗朗西斯科克拉通于 630Ma 左右由于 Brasiliano 造山运动而聚集到一起, 构成了冈瓦纳超大陆西部造山带。540~530 Ma 莫桑比克洋盆最终闭合, 形成东非造山带, 即冈瓦纳中部造山带。而后, 沿着 Pinjarra 造山带, 印度与澳大利亚-东南极洲最终对接, 形成 Kununga 造山带, 即冈瓦纳东部造山带。新元古代西伯利亚附近存在走滑断裂体系并一直持续到古生代。从新元古代晚期到中生代, 西伯利亚与海洋之间的作用是相对较独立的, 没有其他较大陆块的参与, 晚寒武世漂移到北半球, 古生代晚期到达北半球高纬地区, 该地区于 540-520Ma 存在岛弧岩浆作用。

寒武系地层在全球分布较广, 南美、印度和东南极等地有大部分的缺失。冈瓦纳超大陆边缘多被海水淹没, 内部多为高地。中北部多以碳酸盐岩沉积为主, 南部多以砂岩沉积为主。澳大利亚主要为浅海相碳酸盐岩沉积为主, 夹泥页岩沉积中部伴有火山活动, 南部早期为冲积扇-三角洲砂砾岩沉积, 之后逐渐过渡为浅海相砂岩和碳酸盐岩沉积, 处于伸展阶段。非洲寒武系沉积南部相对而言保留并不齐全。西北非靠近边缘处多为浅海相砂岩沉积, 并夹杂一些碳酸盐岩和页岩, 陆地内部多为河流-三角洲相砂砾岩沉积, 整体为克拉通沉降。东北非下寒武统以陆相砂岩沉积为主, 部分地区存在火山活动, 但中上寒武统多转变为海相砂岩沉积, 尤其是西部边缘。南非一般为河流相沉积, 但也可见到浅海相碳酸盐岩的沉积, 推断当时海平面不断上升。西阿拉伯主要为陆相砂岩沉积, 夹杂海相碳酸盐岩沉积; 扎格罗斯以浅海相砂岩到局限台地白云岩沉积为主; 阿曼盆地早期为冲积扇砂岩, 晚寒武北部为海相碳酸盐岩和泥页岩沉积, 南部为陆相砂岩沉积。

劳伦古陆被海所包围, 沉积具有环带特征, 由内向外分别为北美地盾、河流相-浅海相砂岩沉积、浅海相碳酸盐岩沉积和深海相泥页岩沉积。西伯利亚陆表海碳酸盐台地沉积快速发展, 从边缘趋于中心碳酸盐岩沉积转变为蒸发岩, 中心地区火山活动相对较强, 具有火山岩夹层。北美北部和格陵兰东部地区除沉积碳酸盐岩外还有碳酸盐岩与碎屑岩的混合沉积。波罗的沉积特征与其他陆块相比特征较明显, 主体为砂岩和页岩沉积, 河流相浅海相沉积兼具。台地边缘多为浅海-深海相砂岩沉积并含有钙质泥岩, 东部(现今方位)多为陆相砂岩。

中国的众多小陆块几乎全被海水淹没, 以海相碳酸盐岩台地沉积为主, 早寒武以富含有机质的页岩、硅质岩等为主, 比如: 塔里木盆地/四川盆地/

鄂尔多斯盆地/渤海湾盆地和南黄海盆地等。中寒武世塔里木全盆普遍沉积蒸发岩, 表明其局部海平面有所下降, 形成蒸发台地, 但火山活动不如西伯利亚强。

寒武纪烃源岩在当时的 4 大陆块(包括冈瓦纳超大陆、劳伦古陆、西伯利亚和波罗的陆块)以及中国陆块(包括华北、华南和塔里木陆块)均有分布, 其中, 冈瓦纳超大陆主要分布在澳大利亚和阿拉伯, 这些烃源岩的形成多与被动陆缘、裂谷和克拉通内拗陷等构造背景下的海相环境有关。烃源岩主要为下寒武统富有机质黑色页岩和碳酸盐岩, 多处于成熟-过成熟的状态, 干酪根以 I 型和 II 型为主, 可与其上覆的碳酸盐岩储层和蒸发岩盖层构成较好的生储盖组合。