

讲座连载

《沉积建造学》讲座

第六讲 稳定陆壳克拉通盆地的沉积建造 (二)

孟祥化

(中国地质大学)

稳定型内源建造泛指陆壳板块上克拉通盆地的内源沉积物共生组合体。当大陆板块内的古陆风化剥蚀物质供给停滞,克拉通盆地由于缺乏陆源输入而转变为清水陆表海和内陆棚海环境,开始出现广泛的浅水碳酸盐沉积作用和硫酸盐的蒸发沉积作用。我国华北地台和扬子地台区内在晚前寒武至古生代均发育有广泛的稳定内源建造类。

稳定内源建造类,根据其共生组合性质和分布,区分为颗粒碳酸盐建造、陆源碳酸盐建造、石膏白云岩型蒸发盐建造。

典型的稳定碳酸盐建造为颗粒碳酸盐建造,它以分选良好的鲕粒灰岩滩和内碎屑岩滩、潮坪叠层石灰岩、浅海盆地相、缓坡的条带状石灰岩及小型生物丘组成的共生序列为特征。它们具有一系列低沉积速率的沉积标志特征,如分选良好的鲕粒、骨屑,具石英内核的鲕粒、海绿石颗粒和胶结物,具有磨圆程度很高和发育良好氧化圈薄膜的竹叶状碳酸盐砾屑,以及在碳酸盐沉积层序中经常出现磷酸盐结核和白云石化薄膜等。上述各种碳酸盐岩层经常具席状分布、厚度薄而稳定和相变缓慢等特点。鲕状和团块状、复鲕状颗粒灰岩层普遍含有自生海绿石和浅海相动物化石,普遍贫杂基组分——泥晶,有机质含量低,具有特殊的海滩岩和大陆环境的硬地构造、干裂构造等。颗粒碳酸盐建造的边缘克拉通盆地,由于处在广阔浅海陆棚和发育缓斜坡(ramp),常常在建造层序中发育有作用范围广阔的风暴重力流砾屑灰岩和风暴递变砂屑灰岩(风暴浊积灰岩),形成发育良好的风暴沉积与正常天气沉积的交互层序。作为边缘克拉通盆地的内源沉积建造的特殊标志还有缓斜坡生物丘被风暴流截切的构造。

我国华北地台晚前寒武纪沉积及寒武—奥陶系均发育有颗粒碳酸盐建造。图1表示华北寒武纪颗粒碳酸盐建造的沉积旋回韵律特点。

图2表示出该建造正常天气与风暴天气的沉积模式,其相带分布为交替变化。根据对该建造岩石共生组合的统计,所有颗粒类碳酸盐岩占整个建造的80%以上,此外相当一部分条带灰岩也都含有相当多的异地风暴浊积灰岩层序。仅据丁家滩上寒武统的计算,条带状灰岩层中的风暴浊积灰岩就占有40%以上。

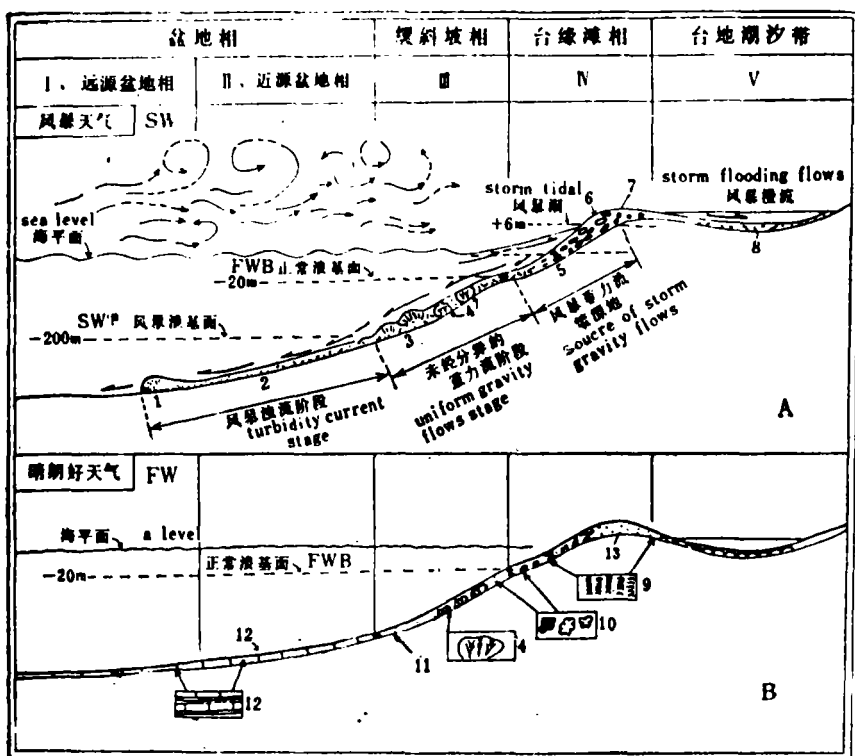


图2 风暴流控制的碳酸盐浅海盆地相模式示意图

表示出风暴天气与晴朗天气的对应沉积环境和沉积物。风暴天气时期：1-远源毫米级浊积灰岩；

2-近源粗浊积灰岩；3-碎屑流灰岩（异地型风暴粗颗粒灰岩）；4-截切生物丘；5-原地型风暴粗颗粒灰岩；

6和7-风暴改造的鲕滩和凝块岩；8-风暴漫流碎屑灰岩，在相当3—2的位置可以形成丘状交错层理；

晴朗天气时期：12-泥质条带灰岩；11-颗粒泥晶灰岩，次颗粒灰岩；4-生物丘；

10-凝块灰岩；9-叠层石灰岩；13-鲕粒灰岩

风暴作用形成的碳酸盐再沉积，经近期研究，从滨岸湖坪、缓斜坡、直至盆地边缘均有广泛发育，并且可以划分出B、C、D、E、F、G、H七个风暴沉积相带。其中不仅有大量的异地风暴沉积，也有典型的原地型风暴沉积。近期工作已证实，以丁家滩相序模式为代表的颗粒碳酸盐建造，在吉、辽、冀、京、晋、鲁、皖、豫等广大范围内都具有相似的特点。

S型蒸发盐建造（稳定型蒸发盐建造），即以白云岩和石膏为主的建造，建造厚度较薄，一般几十米至数百米，呈席状体。共生的蒸发盐类主要是蒸发白云岩和石膏，仅局部可含石盐层。蒸发岩相属浅水台地限制性盆地和萨布哈潮坪环境。建造垂向层序旋回清楚简单，横向相变稳定缓慢。建造形成发育在没有同生断陷构造的稳定大陆克拉通盆地背景。S型蒸发盐建造在序列上和侧向上经常与稳定型建造类型，如单陆屑建造、颗粒碳酸盐建造交替和共生。

上述基本特征在我国华北和下扬子两个克拉通盆地的蒸发盐建造中表现得十分相似。

川南地区三叠纪S型蒸发盐建造形成于扬子板块稳定克拉通盆地中，为一稳定陆表海

封闭蒸发盆地条件下形成的由石膏、白云岩、泥晶灰岩、内碎屑灰岩、泥质微晶灰岩和泥岩为组合的共生体。本建造包括超潮间带—潮间带—潮下带等沉积环境。建造具有明显的旋回性，嘉一段及嘉二段组成第一旋回，嘉三段及嘉四段组成第二旋回，嘉五段为第三旋回。这些旋回内又由许多次一级旋回和韵律组成。每一旋回的下部为泥晶灰岩、微晶灰岩组成，代表水动力条件较弱的沉积，并发育有细纹层状交错层和冲刷面、冲沟、干裂、蠕虫穿孔，属潮间及潮下低能环境。每一旋回的上部为鲕状亮晶灰岩、团粒亮晶灰岩，为潮下高能环境。当旋回进一步发展时则在旋回顶部出现白云岩、石膏层，并发育鸟眼构造和线纹状藻，代表潮上一泻湖环境（图 3）。

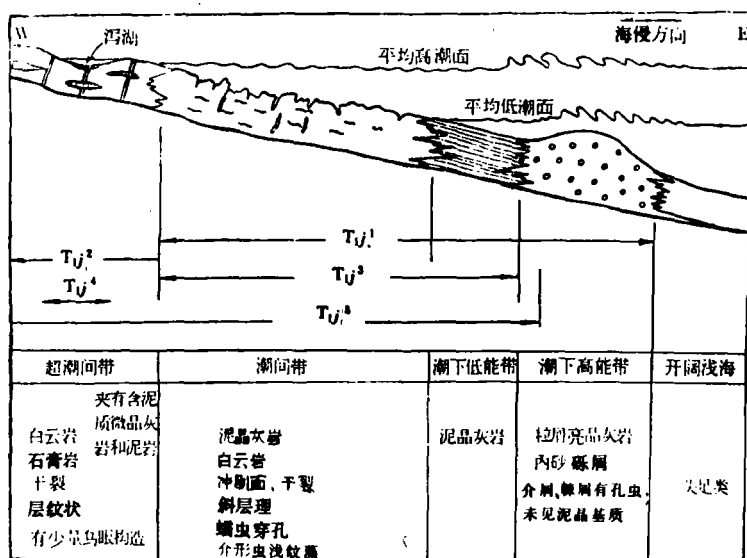


图 3 四川南部蒸发式内源建造岩相带及其形成条件示意图

（据四川石油局地质综合研究队和中国科学院地质所资料）

稳定沉积建造系列代表稳定克拉通盆地的发育过程。在中国，其建造系列的总特点是，从单陆屑建造形成开始，经过陆表海颗粒碳酸盐建造等若干稳定内源建造类型，最终又以单陆屑建造结束。在世界上的古克拉通盆地中，如俄罗斯地台、西伯利亚地台、北美西部地台等，都广泛发育稳定沉积建造系列。

第七讲 裂谷系的沉积建造

次稳定型建造类都与大陆板块内部或边缘的热点膨胀发生拉张断裂系统有密切的成因联系。按我国陆壳断裂机制及其发生部位可以分出多种断裂盆地，其中包括陆壳内断陷盆地及裂谷盆地，陆壳边缘断裂盆地和陆缘横切断陷海槽（拗拉谷，Aulacogen）。

本文作者（1978，1979）提出的次稳定型陆源建造（即复陆屑建造），主要是指类似我国东部地区中新世陆壳内断陷盆地中发育的陆相沉积岩系。它的特点是以双组分陆屑（石英、长石为主）为代表的岩石共生系列：长石质风化壳-花岗质砾岩-长石石英砂岩、粉砂岩-水云母复矿物粘土。由于这类陆源建造类都以含长石、石英两种组分为特点，故命名

为复陆屑建造。

次稳定型陆源建造具有如下鉴别特征：1) 发育次稳定组分（长石、花岗质及再搬运的凝灰质碎屑），代表大陆壳的物源特征；2) 建造厚度巨大，在数千米以上，建造体态呈固定型厚带状体，代表同生断陷构造盆地的控制关系；3) 属陆相沉积体系，包括冲积扇、河流、入湖三角洲、湖泊、沼泽、内陆盐湖等，偶尔夹海侵层；4) 古气候对建造形成的影响极大，建造的原生色调、氧化-还原性质和有机质发育状况等都与气候条件有直接关系，可以进一步按古气候性质划分为：干旱型气候的红色复陆屑建造、潮湿型气候的灰色复陆屑建造、潮湿-干旱型气候交替的杂色复陆屑建造；5) 建造体内部岩相变化和交替迅速，并有清楚的韵律旋回节奏；6) 该建造经常与大陆火山沉积建造（陆相玄武岩、凝灰岩）、SS型（次稳定型）蒸发盐建造呈横向或纵向交替。

红色复陆屑建造是由浅红色与红、紫红色的长石质石英砂砾岩、粉砂岩、泥岩以及砂-泥-碳酸盐组成的混积岩构成的建造。由于建造中的红色物质最为发育而典型，因此又有“红色建造”之称。造成岩石呈紫色的主要原因是普遍含浸染状的尘埃铁——红色的高价态氧化铁或高价含水氧化铁。这些尘埃铁又称“红铁尘”，它一般粘附于碎屑的表面或粘附在粘土矿颗粒上。该建造的韵律旋回性明显地反映在红色色序和粒度成分上。每一个色序韵律开始于紫红色（夹黄色、灰绿色）→黄色杂色再至紫红色岩层而结束。每一个粒度韵律则由砾岩或含砂砾岩→砂岩→泥页岩、泥灰岩组成。在相旋回上主要为河流冲积相→滨湖三角洲相（局部可能有浅湖相）。本建造是重要的含铜建造，含铜岩石主要是含铜砂岩，此外也可见页岩和粉砂岩。含铜的砂岩及砂砾岩多位于相旋回的下部，而含铜页岩位于相旋回的中部。建造体的分布受断陷盆地的控制，建造中岩石组合在水平方向上由边缘至中心具有明显的分带性。在边缘带，特别临近古构造隆起带，大部分由含砾石的或细砾岩的红色层组成，粗粒岩的数量随远离侵蚀区而减少。沉积相带从山麓洪积变为洪积平原沉积（局部为湖泊沉积）。各相带呈不规则环带状分布。主要含铜砂岩工业矿床即分布在平原河流及滨湖相带上，其中包括滨湖三角洲。

我国红色复陆屑建造在中新生代分布广泛，其中川滇建造带、湘建造带、赣东南建造带都是重要的含矿建造。

杂色复陆屑建造是一种干旱与潮湿气候交替环境控制的复陆屑建造类型。主要由杂色复成分碎屑岩系列和复杂颜色的复矿物粘土所组成。杂色复成分粘土主要包括红色、紫红色、灰绿色的含高岭石、胶磷石和水云母质粘土岩及暗色的富含有机质泥岩。此外还伴生有数量不定的暗棕褐色油页岩和含有凝灰质碎屑物的各种粘土岩、火山灰层以及夹有薄层状石灰岩、白云岩和生物介壳钙质层。

本建造中泥岩的组成物质及其形成条件与其它复陆屑建造有很大的区别，以含有微量生物遗体、化石（介形虫、鱼、鱼鳞）为特征（而灰色复陆屑建造以发育植物残屑为特征）。建造中的杂色泥岩是重要的组成分子，泥岩类颜色的复杂特征，也成为建造命名的依据。

在形成条件方面，本建造主要以浅湖、深湖，特别是以发育深湖泥岩为特征。而其它复陆屑建造以浅湖、湖沼、牛轭湖相为特征。本建造中的深湖泥岩、如灰绿色泥岩、蓝色泥岩、黑色泥岩等均属建造中的重要生油岩。近年来，在本类建造中还发现有大量的湖泊浊积岩和重力滑塌沉积。这些事实证明，本建造系形成于内陆巨型深断盆地。

整个建造的旋回性表现为：下部为三角洲及滨湖相；中部以深湖相的泥岩和粉砂岩为主；上部则为滨湖浅湖相为主。反映一个粒度由粗变细，又由细变粗；湖水由浅变深，又由深变浅的形成过程。整个建造的旋回结构反映出建造形成过程处于一个沉积断陷、伸展的构造发展过程。杂色复陆屑建造带在我国东部中生代“新华夏第三沉降带”最为发育。

灰色复陆屑建造及火山复陆屑建造是由灰色双组分的碎屑沉积系列(如长石石英砂岩、砾岩、粉砂岩、粉砂质泥岩)与暗灰至黑色的粘土岩、油页岩、煤层组成的共生组合体。有时也常见到火山灰和火山岩层以及与其有共生联系的硅藻土层。

本类建造主要发生在被改造的先期已形成的陆壳和潮湿型气候带控制下所形成的沉积组合。它是大陆壳地势偏高、气候潮湿条件下，山间狭窄断陷盆地、山麓河湖沼泽盆地的形成产物。

玄武岩在建造中主要发育在下部，呈厚层状，层间及其上部常有凝灰岩、凝灰质砂岩、砂岩、页岩夹层。表明建造形成早期至中期伴生有深断裂引起的大陆玄武岩流强烈的喷溢活动。煤层或油页岩层往往出现在由玄武岩→凝灰岩→砂岩、页岩构成的旋回结构的顶部。东北伊苏地堑带内著名的第三纪抚顺煤田是典型的灰色复陆屑和火山复陆屑建造。在吉林东部、胶东西部及广东地区，分布有火山复陆屑建造(含火山硅藻土型建造带)。

据许志琴资料，在我国郯庐裂谷带轴部宽 15—45km 的狭长带内，中生代晚期堆积了厚达 5000m 的莱阳组、青山组及王氏组大陆火山沉积建造。裂谷形成早期(J_1-K_1 ，莱阳组)的沉积分布于整个裂谷区范围，以灰绿、灰色粉砂岩、泥岩和砂岩为主，厚 1600m 为双组分碎屑河湖相沉积岩石共生组合，具有灰色复陆屑建造特点。中期(K_1 ，青山组)以火山溢流和火山碎屑堆积为主，有钾质玄武岩、橄榄玄武岩，粗面岩及凝灰质沉积，在轴部出现拉斑玄武岩。火山岩具大陆裂谷的双模式组合特征(许志琴，1982)。晚期(K_2 ，王氏组)主要分布在裂谷盆地的轴部及东部，厚约 3300m，下部以褐紫色砾岩为主，夹紫红、灰绿色砂岩、粉砂岩及泥灰岩，为洪积平原相；中部为黄绿、灰紫色粉砂岩和夹石膏泥岩，为闭塞湖盆沉积；上部为河流、洪积相的紫红色砂砾岩，含砾长石砂岩，为红色复陆屑建造(图 1)。

从郯庐古裂谷形成作用的早期到晚期，建造组合序列表现为：灰色复陆屑建造→大陆火山岩建造→红色复陆屑建造，反映了次稳定构造条件下的建造演化过程。郯庐轴部裂谷带的建造发育具有受拉张至挤压构造控制的多旋回性。

郯庐裂谷的沉积建造发育特点在很大程度上与东非裂谷、红海裂谷相接近。但应指出，红海裂谷是一个已发展成为陆间断陷的裂谷盆地。在断陷裂谷(白垩纪至晚第三纪)底已出现较热(有热流)的原始大洋岩石圈的狭长带，地壳厚度包括水深为 12km(水深 1—1.5km)，裂谷内的沉积一直受两侧陆块和底部地幔热流的直接影响。裂谷两侧还发育有广泛的碱性橄榄玄武岩建造和红色复陆屑建造。它的分布明显地与晚始新世至早渐新世时的红海断陷裂谷开始扩张相吻合。随着扩张，中新世两岸上升，中心沉降，水深达 5km，地中海的海水侵入裂谷盆地，形成厚达 2000—5000m 的岩盐型蒸发岩建造，在局部地方同样可以看到玄武岩质熔岩与蒸发岩成指状交错现象。

SS 型蒸发盐建造是裂谷系盆地的重要建造类型。它主要由石膏、岩盐、钾盐或钾芒硝层等蒸发盐岩双组分复陆屑沉积系列共生组成。本类建造在我国东部中生代裂谷断陷盆

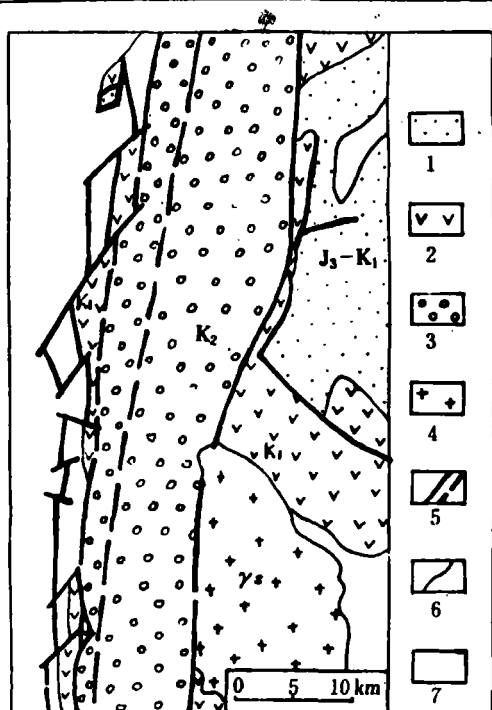


图1 郑庐裂谷东段(莒县-招贤)建造类型

(据许志琴简化, 1982)

1-灰色复陆屑建造; 2-火山岩建造; 3-红色复陆屑建造;

4-燕山期酸性侵入岩; 5-断裂及挤压柔皱带;

6-地质界线; 7-前中生界

地以及云南思茅拗陷带的侏罗-白垩纪都有发育。一般建造厚度在数千米以上。例如湖北江汉盆地的建造下部为红色、杂色陆源碎屑岩层, 主要为富含灰质的砾岩、砂砾岩, 部分为粘土岩, 粒度组分由下而上从粗变细。建造的上部为红蓝相间的粉砂岩和粘土页岩, 富含石盐层、石膏层, 局部层位尚夹含钾盐层。

建造厚度、盆地拗陷幅度与蒸发岩石共生组合的关系十分密切。根据盆地拗陷幅度、建造厚度发育程度, 可以区别出两个亚带: 浅拗陷建造亚带和深拗陷建造亚带。浅拗陷建造亚带一般厚只有二、三千米, 由石膏层泥岩和岩盐层与红色或杂色陆屑沉积组合而成。建造剖面构成特征为由淡化→咸化→淡化的大旋回, 例如江汉地区应城拗陷即出现此类旋回。大旋回内部具有明显的次级韵律的旋回, 各次一级韵律旋回主要由硬石膏-钙芒硝-石盐-硬石膏层(或硬石膏结核层)组成, 缺乏钾盐和钾芒硝。

深拗陷建造亚带的岩石共生组合, 除石膏、石盐及陆源碎屑沉积外, 还发育有厚度较大的钾盐沉积和生油页岩。据目前资料, 在此建造亚带内的含石膏-石盐组合中, 已找到薄层杂卤石层和钾芒硝层。

我国云南思茅拗陷带的侏罗-白垩纪沉积是另一个SS型蒸发岩建造类型。蒸发岩建造及复陆屑建造总厚度达17000m以上。此建造除大量的石膏、石盐层外, 还发育良好的钾盐层。钾盐层最多可达20余层以上, 分布于蒸发岩盆地巨大石盐透镜体内。在含钾盐的深拗陷带内, 蒸发式韵律层各岩组间多呈过渡渐变关系, 韵律发育完全, 一个韵律旋回的厚度达90m。

从国外资料来看, 在大西洋两岸, 分布在西非东岸及南美洲西岸底部大陆边缘的蒸发岩建造带, 以及延伸至英国北海底的蒸发岩建造带, 都位于一条纵贯全球的巨型古裂谷系内(晚侏罗世至晚白垩世), 其形成是与大西洋板块由北向南的裂开过程有关(图2)。据1979年Ruiter, P. A. C. 发表的钻探资料证实, Gabon和Conge蒸发岩盆地都是产出有钾

盐的 SS 型蒸发岩建造。

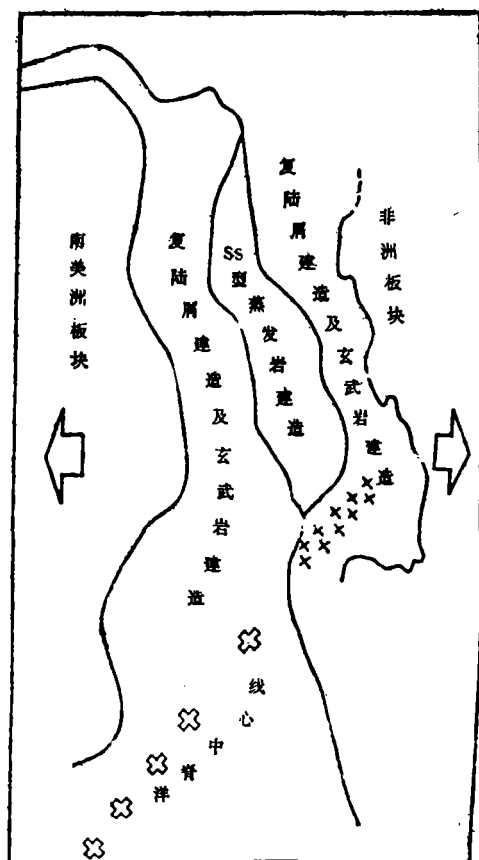


图 2 非洲-美洲大陆张裂期（晚侏罗世至晚白垩世）的大陆裂谷中形成的沉积建造（据孟祥化，1983）

张裂初期（晚侏罗世）形成复陆屑建造和火山沉积建造（玄武岩）；张裂继续发展（早白垩-晚白垩世）形成 SS 型蒸发岩建造（Gabon 和 Congo 蒸发岩盆地）。建造分析是依据 1979 年 Ruiter P. A. C 发表的钻探资料为基础的

在北海地区，当晚二叠世蒸发岩建造形成之前，已有陆壳张裂的迹象。嗣后，出现了比利牛斯-大西洋的三叠纪蒸发岩建造、墨西哥沿岸的三叠纪-早侏罗世蒸发岩建造，建造带随时间发展而由北向南推移，均与大西洋板块的拉张裂开过程基本一致。

据瓦列也夫 (P. H. Валеев, 1977) 分析俄罗斯地台上的泥盆纪-二叠纪的石盐-钾盐型蒸发岩建造 (即 SS 型建造)，及横贯北欧直到英国北部的晚二叠世钾盐型蒸发岩建造，都是代表一个巨型的内陆张裂海槽，它的形成显然与古裂谷的发育过程有关。

历史上 (中新世) 干化的古地中海，经海底钻探，已发现这一干化过程中形成的巨厚 SS 型蒸发岩建造。实际上，这一地中海下的蒸发岩建造正位于新生代古地堑带内。这个地堑带是新生代早期发展起来的非洲-阿拉伯大裂谷的第三分支。中新世的巨型蒸发岩建造不仅发育在古地中海地堑带内，而且向东一直延伸到死海盆地，甚至在非洲-阿拉伯大裂谷的第二分支，即相当于红海地堑的下边，也都广布有巨厚的中新世蒸发岩建造 (SS 型) 分布。总之，钾盐型 SS 型蒸发岩建造是在裂谷张裂较深，有大洋海水入侵条件下形成的。