

典型盐构造类型及发育规律分析

明 康 刘政东 刘天琦 杨治宇 杨 俊 (长江大学地球科学学院, 湖北 武汉 430100)

摘要: 随着盐构造在地质上的作用日趋深入, 其内部的复杂性也受到了大家的广泛关注。本文在国内外学者的研究基础上, 综合分析多种盐构造相关文献, 主要提供了对全球典型含盐盆地的基本类型, 发育阶段, 盐类成因等方面着手进行有利深入的了解, 并针对目前盐构造的研究不足进行了补充, 总结了前人的宝贵经验, 仔细地说明了盐构造的分布, 规律和特征。为后期盐构造研究提供有力的材料。

关键词: 盐构造; 主要类型; 发育规律

盐构造 (Salt structures 或 Salt tectonics) 是指由于盐岩或其他蒸发岩的流动形变所形成的地质变形体。它们包括变形体本身及其周围的其他变形岩层。其广泛分布于北美、非洲、欧洲、东南亚、中东等地区。据统计, 全球有 150 余个含盐盆地, 其中约有 120 个盆地的构造变形和演化明显受了盐构造运动的影响。国内的研究工作从岩盐沉积成因、盐构造变形样式、平衡剖面复原、物理模拟和数值模拟、盐构造形成机制和油气成藏模式等方面对区域应力作用下的盐构造做了较详尽研究工作, 但均是针对某一特定盆地内盐构造进行分析, 缺乏盐构造分布规律及差异性研究。因此明确全球盐构造的类型、发育规律及分布规律, 对于后续未发现的盐构造研究具有重要意义。

1 典型盐构造的分布

1.1 全球分布

从盐构造的地理位置、构造环境、发育盆地、古地理环境以及板块运动, 发育层位、盐构造类型等多方面, 在前人的研究基础上, 分析了全球范围内的 80 余个含盐盆地, 这些盐构造具有一定的分布规律, 其广泛分布于北美、西非、欧洲、东南亚、中东等地区。从南、北半球分布状况来看, 含盐盆地主要分布在北半球, 其中又以欧亚板块最多, 北美次之, 南半球仅有为数不多的盐盆。

1.2 层位分布

盐岩的层位分布主要与地质历史时期上的膏盐岩沉积期相对应。大致可分为三个沉积高峰期:

①新元古代到寒武纪;

②二叠纪到白垩纪;

③新近纪。

塔里木盆地是典型的多期叠合盆地, 发育多套含盐层系:

①早 - 中寒武世含盐层系, 在地域上分布在塔北隆起西部和柯坪隆起;

②早石炭世含盐层系, 分布在塔北隆起南斜坡;

③古近纪含盐层系, 主要分布在库车前陆褶皱带中 - 西段和塔北隆起;

④中新世含盐层系, 主要分布在库车前陆褶皱带东段。[塔里木盆地多期盐构造与油气聚集]。

渤海湾盆地的盐岩主要分布在古近纪沙河街组四段中 - 下部 [渤海海域莱州湾凹陷盐构造成因探讨]。

波斯湾盆地多期叠合盆地, 分为札格罗斯褶皱带, 西阿拉伯次盆, 维典 - 美索不达米亚次盆, 中阿拉伯次盆, 鲁卜哈利次盆, 阿曼次盆六个次一级构造单元。其中发育

了多套含盐层系。波斯湾构造演化分为基地拼合裂谷阶段, 被动大陆边缘阶段, 新特提斯洋关闭与扎格罗斯碰撞造山活动大陆边缘阶段。第一阶段含盐层系有 Hormuz 组, 第二阶段有 Kauffman 组, Marryat 组 (少), Jitendra 组 (少), Arab 组, Hith 组; 第三阶段有 Grachsaran。

四川盆地发育有两套盐岩, 一套是中 - 下寒武纪的区域性膏盐岩, 一套是中 - 下三叠统的区域性膏盐岩。其中川西盆地寒武纪的盐岩主要在龙王庙阶。

我国江汉盆地由枝江, 江陵, 陈沱口, 潜江, 小板, 云应, 沔阳七个次级凹陷组成。其中江陵凹陷是以挤压作用为主导的盐构造, 盐上层反转。主要发育于古近系。初期约 700m 厚, 大部分属于膏岩地层, 晚期以坳陷为主; 中期荆沙组为强烈拉张阶段, 末期到潜江组沉积后, 沙市组埋深可达 2500-3000m; 末期由于喜马拉雅运动受到了挤压作用而剥蚀变薄。其中, 沙市组盐岩层较厚, 为 800m 左右, 沙市组下段为浓缩型沉积序列, 反映了沉积时期持续浓缩过程; 上段为淡化型沉积序列, 反映了水体盐度持续较低, 持续淡化的沉积过程。由下向上为灰色含膏盐岩与盐间灰色泥岩组成的基本盐韵律。

位于俄罗斯的东西伯利亚盆地含盐膏层发育于寒武纪中统泽列杰耶夫组及下统恰尔组, 在寒武纪下统别尔组及乌索尔组也有少量膏岩与碳酸盐岩互层。其中, 每一套盐岩层均大于 100m, 寒武纪盐岩及碳酸盐岩互层总厚度可达 1200-2000m。

滨里海盆地位于里海附近, 盆地内区域性盖层为下二叠统孔谷尔阶盐岩层, 提供了十分优越的区域性盖层条件。厚度较大变化范围为 1-6km。盆地中心盐岩沉积原始厚度超过了 4km, 盆地东缘隆起带下二叠统是巨厚的膏岩层, 局部发育多个盐丘, 厚度 200-3500m 不等。

位于我国西部的柴达木盆地白垩纪和第三纪为盐岩发育全盛时期。

2 盐构造发育类型

2.1 按所在盆地类型

在全球的大多数盆地中, 盐构造主要分布在裂谷盆地、前陆盆地、被动陆缘盆地、克拉通盆地等 4 类盆地中。在克拉通盆地中, 主要有西加盆地、威利斯顿、美国大陆中部、东得克萨斯、北路易斯安那、密西西比、南得克萨斯、萨维纳斯、亚马孙、索尔特维尔、密歇根、蒙克顿、波拿巴特、东西伯利亚、鄂尔多斯、川东、塔里木、楚一萨雷苏河、哈德拉毛也门南部、加丹加、滨里海、爱奥尼亚、伊特鲁里亚、阿特拉斯、巴利阿里群岛、卢西坦、泽希斯

坦、特兰西瓦尼亚、路丹尼等盆地或地区含盐。位于哈萨克斯坦的滨里海盆地，属于克拉通型含盐盆地，发育有盐墙、盐底辟、盐滚、盐枕、盐焊接、转向滑塌盐构造、盐间凹陷、盐顶凹陷等盐构造。

2.2 按埋藏深度

盐构造的分类方法多种多样，根据塑性岩体的埋藏深程度差，可分为浅层、中层和深层三类，埋藏较浅的岩体顶面与地面距离小于 1200m，中等的岩体顶面距离地面 1200–3000m，深层的则大于 3000m。

2.3 按成因类型

从盐构造的成因来分析，分为原生，次生和残余盐丘。以东濮凹陷为例，其盐构造类型包括：

①上下地层平行或近乎平行的原生板状盐构造；

②由断层或裂缝引起的盐类物质重结晶而形成的次生盐岩墙构造；

③由盐岩沉积后流动形成的丘形、锥形、楔形等后生变形盐构造。

2.4 按所在板块位置

在世界众多盐构造分布地区来看，大多数盐构造发育于板块内部，在板块交界处较少。如位于印度洋板块内部的阿拉伯盆地，位于亚欧板块内部的渤海湾盆地、柴达木盆地、江汉盆地，位于美洲板块的东德克萨斯盆地、墨西哥湾盆地以及位于非洲板块的加蓬盆地和宽扎盆地。对于板块边缘的位置，厄立特里亚位于非洲板块和印度洋板块交界处，阿特拉斯盆地位于非洲板块和亚欧板块交界处，扎克斯罗斯褶皱带位于印度洋板块和亚欧板块交界处。

2.5 按与围岩接触关系及外形

根据盐岩体与周围围岩的接触关系可以将其分为三类：整合型、刺穿型和喷出型。其中整合型指盐岩尚未刺穿上覆地层，并且与之整合接触；刺穿型即盐岩刺穿上覆地层；而喷出型指盐岩已出露地表。目前按照盐构造的外形分类较为普遍，具体类型主要包括盐背斜、盐枕、盐丘、盐底辟、盐茎、盐推覆、盐墙、盐株、盐脊、盐冰川、盐筏等。

3 盐构造的发育规律

3.1 底辟前阶段

在不同的构造背景下，存在不同的地质作用，使得原始沉积的塑性盐岩体向周围地层流动并产生构造演化。由于盐岩体本身条件，与上覆地层、下伏地层相互作用等条件的复杂多变，形成的盐构造形态各异。在自然界，事物的发展总是朝着越来越成熟的方向发展，如沉积岩中的石英砂岩：从被剥蚀，到长期反复的侵蚀、搬运再到固结成岩，其结构、成分成熟度越来越高，盐构造的发育也同样如此。通常情况下盐构造由成熟度低、与上覆地层整合接触、流动幅度低的构造向成熟度高、逐渐刺穿上覆地层、流动幅度高的构造样式演化，甚至出露地表。并且根据该地区的构造条件等不同形成各种形态。盐构造演化初期，与上覆地层通常呈整合或近乎整合接触，盐岩体隆起程度较低，如盐枕、盐背斜、盐滚等。在我国塔里木盆地的塔北隆起，由早、中寒武世的海相局限盆地形成沉积盐体，并在隆起的西部塑性流动聚集上涌，形成了典型的深层盐

背斜。盐背斜两翼对称或近乎对称，两侧与上覆层均整合接触；而盐滚是由垂直于盐滚走向的区域拉伸应力形成的，两翼不对称，一侧与上覆地层整合接触，另一侧不整合接触。盐枕较为平坦，呈穹状隆起，在平面上呈圆形或椭圆形。在加蓬盆地的第Ⅲ枢纽带的东部发育了许多的盐枕和盐丘。

3.2 底辟中阶段

在浮力、差异载荷或重力等作用下，盐构造继续演化并进入底辟阶段。此时塑性盐体上向刺穿上覆地层，与初期不同的是盐岩与周围地层呈不整合接触。可以形成典型的盐株、盐墙等构造样式，甚至发育有泪珠底辟等。盐株在剖面上呈颈状刺穿上覆层，在平面上呈圆状或次圆状。从上至下由肿胀的盐球体、细长的盐茎、底部的盐根三部分组成。泪滴底辟（或无根盐株）在剖面上呈现倒置泪滴状，由盐岩体脱离盐源形成的。同时这种构造样式是浮力成因形成盐构造的最直接有效的证据。如在北德盆地的 Bi1te 盐丘就有无根盐株构造。相比较而言，盐墙为较大规模的刺穿型盐构造，呈狭长形，通常沿某条基底断层向上流动发育，使上覆地层形成强制型褶皱构造。而在盐刺穿侧部或顶部向外延伸的周边盐体则构成盐倒悬体。以上的盐岩大体上是沿竖直方向演化，在含盐凹陷中塑性盐体横向演化形成的盐构造也比较普遍，如盐席、盐舌、盐蓬等等。盐席呈席状横向喷出，当提供盐源的盐茎单一时称为盐舌。而盐蓬是一种复合构造，由盐墙、盐舌、盐株等横向蔓延形成的盐席及其本身构成盐墙盐蓬、盐舌盐蓬、盐株盐蓬等。在盐蓬之间形成盐缝合构造。盐构造继续演化，一定条件下出露地表，塑性盐体在地表条件下流动，因为和冰川的流动相似而被称为盐冰川构造。

3.3 底辟后阶段

在形成盐席、盐蓬阶段后，若继续提供盐源，在差异载荷或挤压等作用下，盐体继续向上隆起，形成复活盐席，在原盐席之上，可以产生新一期的盐构造活动。

4 结论

盐构造广泛分布于北美、西非、欧洲、东南亚、中东等地区，在全球的大多数盆地中，盐构造主要分布在拉张型–裂陷盆地、挤压型–压陷盆地、中，在扭动型–走滑盆地、拗陷型–克拉通盆地分布较少。全球五大板块中，含盐盆地在板块内部分布较多，板块边缘较少，其中美洲板块分布最多，南极洲板块几乎没有。在构造条件满足的情况下，盐构造总是朝着成熟度高的方向演化，从微微隆起到刺穿上覆地层再到出露地表。

参考文献：

- [1] 贾承造, 赵文智. 盐构造与油气勘探 [J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(2): 17-19.
- [2] 余一欣, 陶崇智, 史帅雨, 等. 南大西洋中断盆地盐构造发育特征及其影响因素模拟 [J]. 石油勘探与开发, 2021, 2(48): 118-126.
- [3] 李江海, 章雨, 王洪浩, 等. 库车前陆冲断带西部古近系盐构造三维离散元数值模拟 [J]. 石油勘探与开发, 2020, 2(47): 65-76.