

文章编号: 1009-3850(2003)02-0001-08

羌塘盆地膏盐岩及其与油气勘探的关系

罗建宁¹, 朱忠发¹, 谢 渊¹, 叶和飞², 童箴言², 沈启明²

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 北京石油勘探开发研究院 遥感所, 北京 100083)

摘要: 羌塘盆地有较广泛的膏盐岩层分布, 主要赋存于中侏罗统雀莫错组、布曲组、夏里组和上侏罗统索瓦组中, 具有亮晶鲕粒灰岩→白云岩(云灰岩)→膏盐岩层、粉砂岩(或泥岩)→膏盐岩→粉砂岩(或泥岩)→膏盐岩层和膏质白云岩(或泥岩)→膏盐岩层三种沉积层序, 分属湖-海湾型、潮坪和萨布哈型三种成因类型与沉积模式。湖型膏盐岩层较厚且展布稳定; 潮坪型膏盐岩层较薄、变化快、层数多; 萨布哈膏盐岩层呈薄层、极薄层夹于泥岩、白云岩中, 也呈结核状、眼球状等, 多发生表生水化变形。膏盐岩层除层状产出外, 也呈盐丘产出, 已在赤布张错、雁石坪、温泉等地多处发现盐丘构造, 直径一般为100~1000m, 并见有油气显示。因此, 根据盐丘的发育情况, 结合沉积相展布, 在有利的构造部位寻找刺穿油气藏是大有可为的, 应作为羌塘盆地油气早期勘探的突破点。

关键词: 羌塘盆地; 膏盐岩; 油气勘探

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

羌塘盆地有较广泛的膏盐岩分布, 膏盐岩是一种蒸发岩, 生成于干旱气候条件下封闭-半封闭的沉积环境。海相湖-海湾、潮坪及海滨萨布哈是膏盐岩层的生成场所, 陆相盐湖和大陆萨布哈也同样是生成膏盐岩层的好地方。羌塘盆地内的膏盐岩层主要由石膏和硬石膏组成, 混合物中有白云石、石盐、粘土、有机质和铁的化合物等。与膏盐岩共生的岩石类型有两种类型, 一类与碳酸盐岩共生, 另一类与陆源碎屑岩共生。含膏盐岩层层位与地层自下而上有: 上三叠统结扎群下部、中、上侏罗统雀莫错组上部、布曲组中上部、夏里组下部、索瓦组下部及新近系康托组、喷呐湖组等, 其中以夏里组、布曲组中膏盐岩层最为发育^[1]。在平面上, 膏盐岩层分布十分广泛(图1)。由于膏盐岩层是一种优质封盖层, 而盐丘构造往往是寻找油气藏的重要标志, 故石油地质学家特别关注它的成因类型及时空展布。

1 含膏盐岩层层序与沉积环境

区内膏盐岩层多与碳酸盐岩共生, 石膏岩层呈层状、透镜状、条带状等产出, 单层较厚, 达数米至数十米, 延展长而稳定, 呈致密块状和糖粒块状构造。有些膏盐岩与紫红色、灰绿色等杂色细砂岩、粉砂岩、泥岩共生, 石膏呈层状、极薄层状、透镜状、瘤状, 层数多, 横向尖灭快, 再生频繁。石膏矿物呈晶粒状、板状和条纹状、晶簇状、条柱状单晶。它们主要呈三种沉积层序。

1. 亮晶鲕粒灰岩层→白云岩(云灰岩)层→膏盐岩层和亮晶鲕粒灰岩层→泥质白云岩层→白云质泥岩层→膏盐岩层层序(图2A)

这两种沉积序列皆属局限台地浅滩湖亚相沉积, 前者为一般滩后湖亚相石膏岩层的典型序列, 后者是间歇干化湖的代表序列, 也就是说,

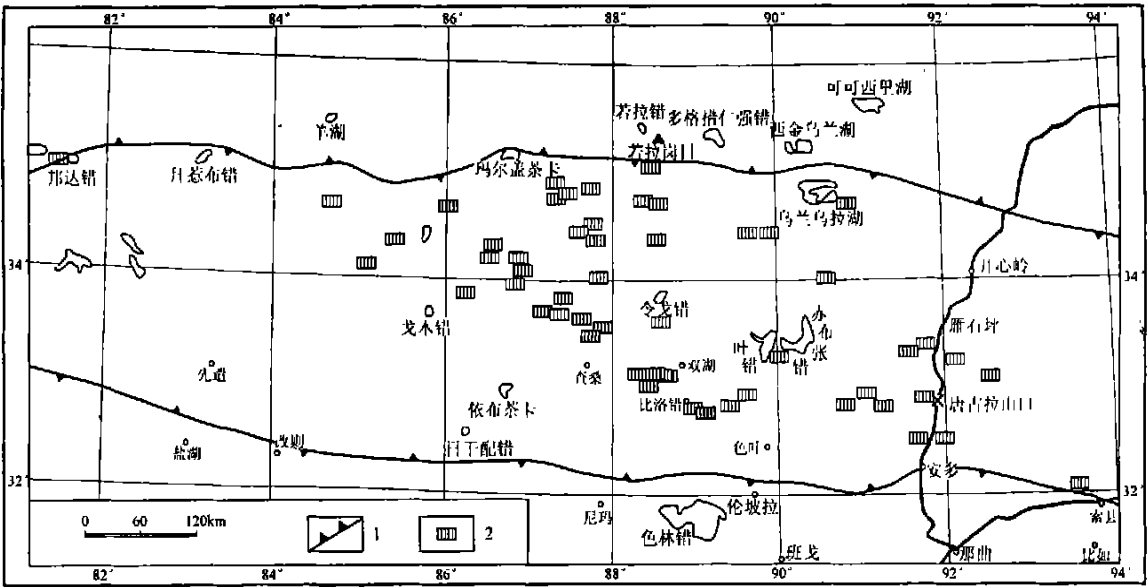


图 1 羌塘盆地三叠系—侏罗系膏盐岩分布图

1. 盆地边界; 2. 膏盐岩露头点

Fig. 1 Distribution of the Triassic—Jurassic gypsolith in the Qiangtang Basin

1= basin boundary; 2= gypsolith exposure

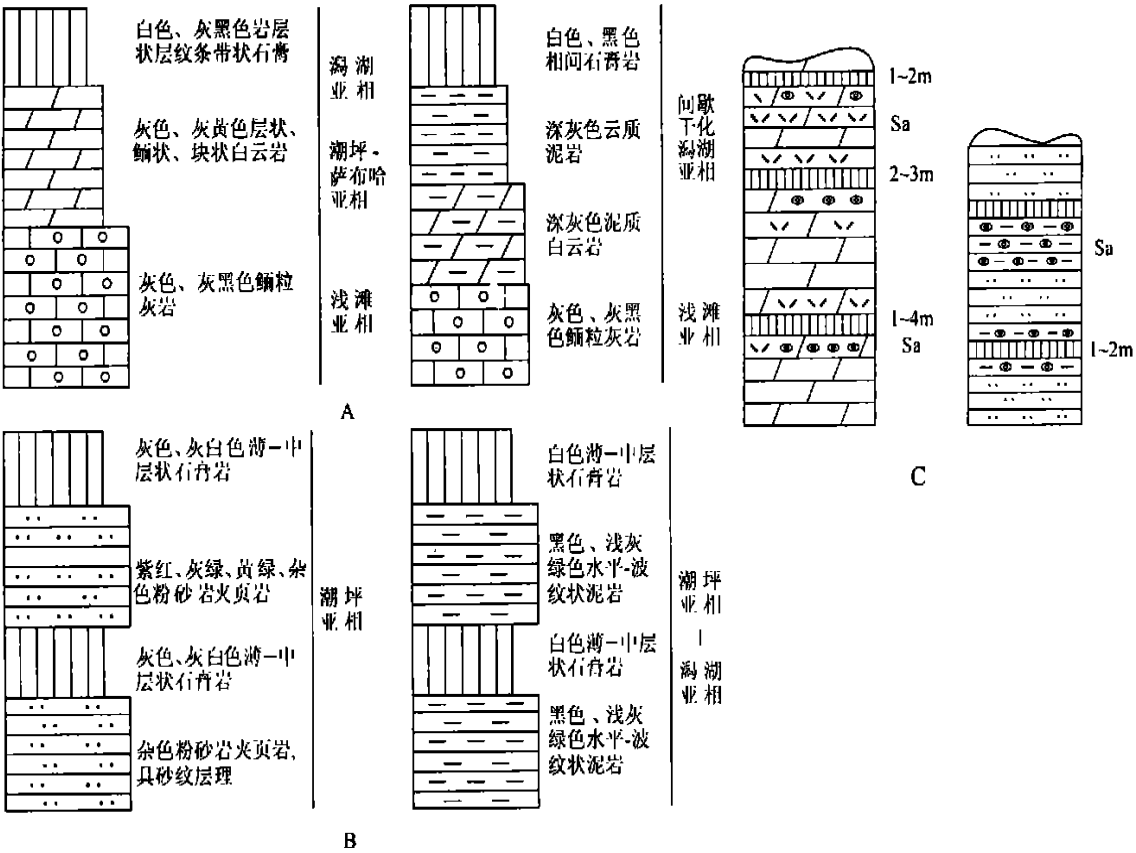


图 2 湖-潮坪-萨布哈亚相膏盐岩层沉积序列

A. 湖; B. 潮坪; C. 萨布哈

Fig. 2 Sedimentary sequences of the gypsolith in the lagoon-tidal flat-sabkha subfacies

A. Lagoon; B. Tidal flat; C. Sabkha

湖的水文状况不同, 沉积序列也有差别。

这种序列的相序具向上变浅特点, 属高位体系域沉积, 一般厚度为数十至百余米, 苕鄂柔曲石膏剖面属此类型。唢呐湖石膏剖面可能位于湖内部, 故其序列缺少下部的滩相沉积, 也可能该序列下部出露不全。序列中石膏呈层状, 单层厚 1~40m, 为具致密状或糖粒状结构, 块状构造, 侧向延伸数公里, 分布稳定。

2. 粉砂岩层→石膏岩层→粉砂岩层→膏盐岩层和泥岩层→膏盐岩层→泥岩层→膏盐岩层层序(图 2B)

该两种序列沉积韵律层厚约数米, 组成频繁的韵律互层。两种沉积序列虽岩性有差异, 但其古地理均位于湖坪环境。如果这种序列夹泥质灰岩、泥灰岩, 且粉砂岩和泥岩具缟纹状层理, 则可能是被陆源碎屑充填的湖亚相沉积序列。需要指出, 潮坪亚相沉积序列的相序是向上变浅的, 石膏岩层代表最大海侵沉积, 它与湖亚相沉积序列一样, 均属高位体系域沉积, 但是它缺乏浅滩相。序列中的石膏岩呈薄层状、板状、条带状, 矿物呈晶粒状或单晶分布于泥岩中, 以双湖玉带山东兄弟泉石膏矿为例。

3. 膏质微晶、细晶白云岩层→石膏岩或膏质泥岩层→膏盐岩层层序(图 2C)

该沉积序列厚约数十厘米至数米, 均是滨岸萨布哈沉积被夹在湖亚相和潮坪亚相石膏岩层沉积序列中或位其上面, 石膏岩呈瘤状、结核状分布在白云岩和杂色泥岩互层中, 或呈极薄层状被间夹在白云岩或杂色砂泥岩中。石膏矿物呈晶粒结构, 板状和柱状单晶发育。上三叠统色哇-索布查剖面, 土门格拉尔琼、向阳湖南西、菊花山等地的侏罗系雀莫错组、布曲组和夏里组中也有该类石膏层分布。

2 岩石学特征

膏盐岩主要由石膏、硬石膏、变水石膏组成, 含少量石盐、盐类矿物、白云石、粘土、有机质、铁的氧化物等^[2]。

石膏岩主要呈层状、板状、透镜状、盐丘状产出, 岩石类型可分为块状石膏岩、条纹条带状含泥石膏岩、含膏盐泥岩及含膏盐云岩等 4 种岩石类型。

(1) 块状石膏岩: 白色, 致密状、糖粒状、板片状结构, 含量 100%, 产于盐丘中。

(2) 条纹条带状石膏岩: 纹层状构造, 由灰绿色、

灰黑色泥膏岩与白色纹层石膏岩组成(有些石膏纹层为晶粒状与白色纤维状石膏纹层互层), 推测泥质含量小于 20%, 石膏大于 80%。

(3) 含膏盐泥岩: 含石膏甚少, 主要为晶粒状、结核状、纤维石膏薄层。

(4) 含膏盐云岩(或灰岩): 含石膏甚少, 主要呈晶粒状、结核状分布在白云岩和灰岩中。

3 成因分类

该区石膏分为湖-海湾型和潮坪-萨布哈型两大成因类型, 它们之间既有区别, 又有联系。

3.1 湖-海湾型膏盐岩层

该型岩层沉积于海水循环交替不畅、盐度不正常的湖和海湾环境之中, 为侏罗纪布曲期和夏里期湖的特点, 是在三面被碎屑岩滨岸围限, 另一面即被台缘浅滩封闭, 或三面被滨外碳酸盐浅滩围限, 另一面被台缘浅滩封闭的局限台地(或湖)环境。这两种稳定水体中的石膏沉积基本上属于同一种成因类型。夏里期以陆源细屑岩沉积为主, 纵向序列一般缺少滩相沉积, 具有紫红、灰绿色粉砂岩→泥岩夹泥灰岩→石膏岩沉积序列(图 3), 可称之为陆缘

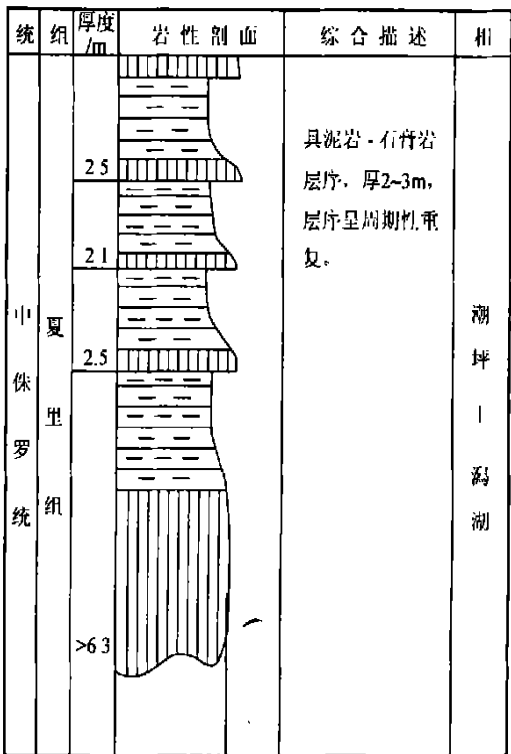


图 3 潮坪-陆缘湖膏盐岩层序

Fig. 3 Vertical sequence of the tidal flat-marginal lagoon gypsolith

湖。布曲期碳酸盐岩-蒸发盐沉积发育,具有浅滩亚相鲕粒灰岩→白云岩(云灰岩)→石膏岩沉积序列(图4)或浅滩相鲕粒灰岩→泥质白云岩→白云质泥岩→石膏岩沉积序列。它们的沉积作用特点是潮汐作用和波痕作用显著减弱,水平层理、缢纹状层理发育,白云岩类、含云质灰岩类发育,古生物具广盐性。石膏层厚度较大,延伸稳定,石膏具条纹条带状构造,致密状或糖粒结构。石膏沉积厚度,规模以远离湖开口一端最好。

3.2 潮坪-萨布哈型膏盐岩

该型沉积于平缓倾斜的间歇性暴露的潮间带一

潮上带上,主要分布在晚三叠世肖茶卡期和中侏罗世雀莫错期的碎屑岩滨岸,中侏罗世布曲期和夏里期湖和海湾的边缘潮坪。它没有稳定的水体,是在海退后或暴露成岩或停积洼地的海水沉积的石膏层。它具有紫红色、灰绿色细粉砂岩(泥岩)→石膏岩沉积序列(图5)。具潮坪特征的砂纹交错层理、脉状层理、透镜状层理及干裂构造发育,紫红色等氧化带特征明显,石膏层薄,但砂泥岩与石膏岩互层发育,横向变化大,尖灭再生快。萨布哈石膏沉积环境更靠近岸线,只有最大潮的海水才能抵达,具结核状、瘤状,膏质细,具微晶白云岩与极薄层石膏岩互

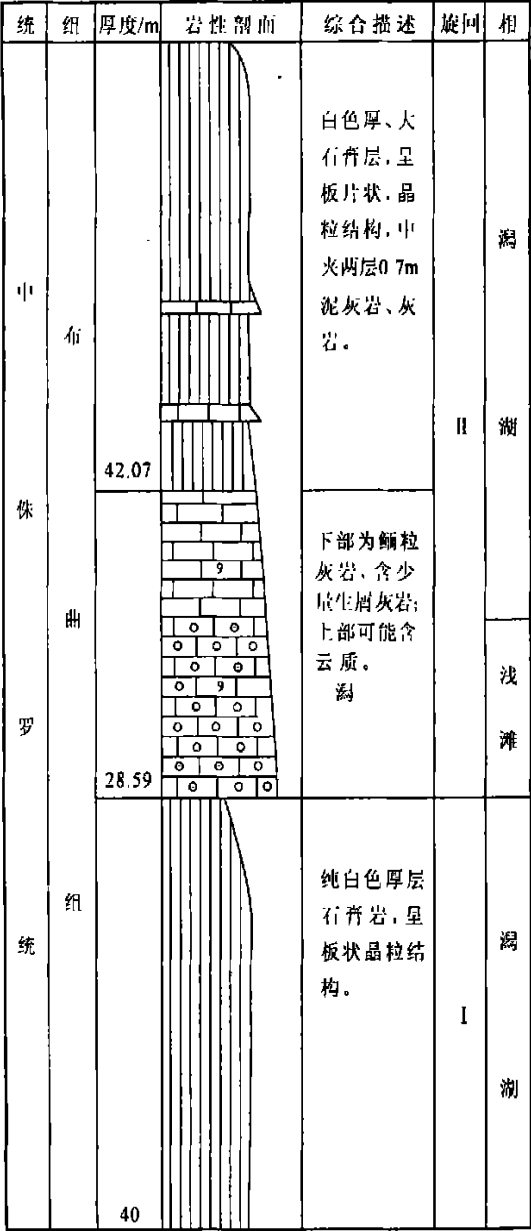


图4 碳酸盐湖膏盐岩层序

Fig.4 Vertical sequence of the carbonate lagoon gypsolith

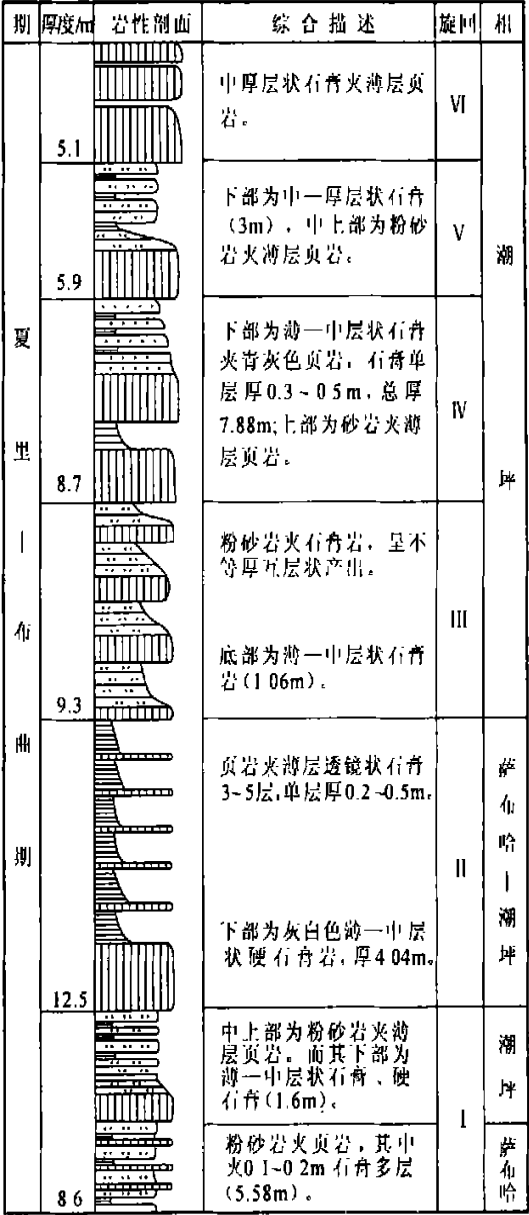


图5 潮坪-萨布哈型膏盐岩层序

Fig.5 Vertical sequence of the tidal flat-sabkha gypsolith

层沉积序列和瘤状膏质杂色泥岩与极薄层石膏岩互层沉积序列(图2)。

3.3 主要特点

本区膏盐岩产出层位多,类型复杂,地区分布广。由于露头较差,石膏层沉积的多期性、多旋回性往往因掩盖而被人们忽视。根据西藏盐类矿产普查勘探资料,无论是湖相或是潮坪相,石膏层数多,而且单层、累计厚度大。以兄弟泉布曲组湖亚相石膏矿为例,已揭露的含膏岩系厚34.5m,含矿4层,单层厚3m,最厚6m,累计厚15m,横向延伸1.5km。一般厚10~90m,最厚175m,横向延伸可达750~5300m。又如玉带山夏里组潮坪亚相石膏矿,含矿岩系已揭露出89.63m,主要石膏多达9层(薄层不计其数),单层厚1~1.56m,累计厚度38.18m。

从层序地层和区域沉积相对比分析认为,羌塘盆地湖-海湾亚相石膏层分布具相对稳定性,即便是潮坪亚相石膏层,它们在纵横向上的分布也具有一定的区域性。在纵向剖面上,具碳酸盐岩与碎屑岩交替的序列沉积,沉积环境从湖向潮坪萨布哈演化,石膏成因类型便随之发生改变,自始至终都有石膏沉积。在横向上,膏盐层的铺盖面积远远超过局限碳酸盐台地范围。

4 膏盐岩层的纵向演化

膏盐岩层的纵向变化直接受沉积相及沉积环境控制。雀莫错期石膏层主要分布在碎屑岩滨岸带。那底岗日地区以扇三角洲-滨岸相碎屑岩为主,具有两个层序(II、III)。膏盐岩层位于高位体系域的潮坪-萨布哈中,羌塘盆地东部祖尔肯乌拉山、雁石坪、温泉和依仓玛等剖面,其高位体系域均见有石膏或煤层沉积,然而广阔的陆架区域内则未发现有膏盐沉积。

布曲期-夏里期的石膏沉积主要受沿中央隆起两侧发育的滨外浅滩滩后湖所控制。滩带沿中央隆起展布,直抵土门隆起,并把羌塘盆地一分为二,滩带的北部为湖与局限台地,南部为开阔台地,膏盐岩层沉积在北部湖及其潮坪-萨布哈中。布曲组-夏里组的膏盐层分别沉积在IV、V两个层序的高位体系域湖亚相和潮坪-萨布哈里。IV、V层序体系域的沉积相组成十分相似,下部为滨外碳酸盐岩浅滩,上部为湖-潮坪。V层序的湖-潮坪亚相厚度大、持续时间长,因而石膏层累计厚度更大。

当湖向潮坪变化时,岩石组合和沉积构造亦随之发生变化,石膏与碳酸盐岩的不等厚互层相变为石膏与灰绿色泥岩、钙质粉砂岩夹泥灰岩不等厚互层,泥岩和粉砂岩由编织状层理向波状层理、脉状层理和透镜状层理变化,说明碳酸盐湖经过陆屑充填已过渡到潮坪环境。那底岗日恰好位于湖边缘,而西至中央隆起脊部,东至雀莫错、雁石坪的滨岸-三角洲环境却居主位,膏盐岩随之减少。从该期石膏层分布来看,主要位于滩带上。石膏岩沉积等厚线自成两个体系,反映出这些石膏层是在这个滩带向南、向北加积时形成的滩后小湖沉积,且被浅滩形成的脊部把它们分开。滩带北部的大湖当然有石膏沉积,晚期仍被潮坪环境取代。

夏里组一索互组-雪山组的VI、VII层序里的石膏沉积,主要见于VI层序的高位体系域湖-潮坪中, VII层序几乎未见石膏沉积踪影。需要指出的是, VI层序石膏层主要分布在索瓦期的滩带至开阔台地相带中,其沉积环境为滩后湖。而在东部滨岸地区也具有石膏层和煤沉积。

总之,随着沉积环境发生交替性变化,石膏在纵向上沉积始终形成在高位体系域中。

5 沉积模式

如图6、7所示,膏盐岩既沉积在滩后湖中,又沉积在潮坪上的洼地以及萨布哈中。根据侏罗系膏盐岩沉积环境分析,还未发现大陆萨布哈和大陆盐湖的石膏沉积。但在白垩系-新近系中可能有大陆萨布哈和大陆盐湖的石膏沉积。

值得指出,研究区布曲期的湖环境三面被滨外碳酸盐岩浅滩围限,另一面则被台缘浅滩封挡。这个台缘浅滩一方面向南加积,另一方面又向北加积,故形成被滩带脊部分开的两个小湖和一个大湖,后者位于整个滩带的北部,是沉积膏盐层主要场所,湖的四周为潮坪-萨布哈环境,地形上的洼地成为盐湖,高地成为萨布哈,都是膏盐岩沉积场所。

夏里期的湖环境是在布曲期湖基础上演化的,发生在海退期,碳酸盐湖演变为陆缘湖,三面被滨岸碎屑岩环绕,另一面又被滨外浅滩封闭,湖沉积为粉砂岩、泥岩与石膏岩互层。当其陆屑充填超越湖极限,便成了潮坪-萨布哈环境,也发生薄层石膏岩沉积。湖中膏盐层厚度大,延伸稳定,

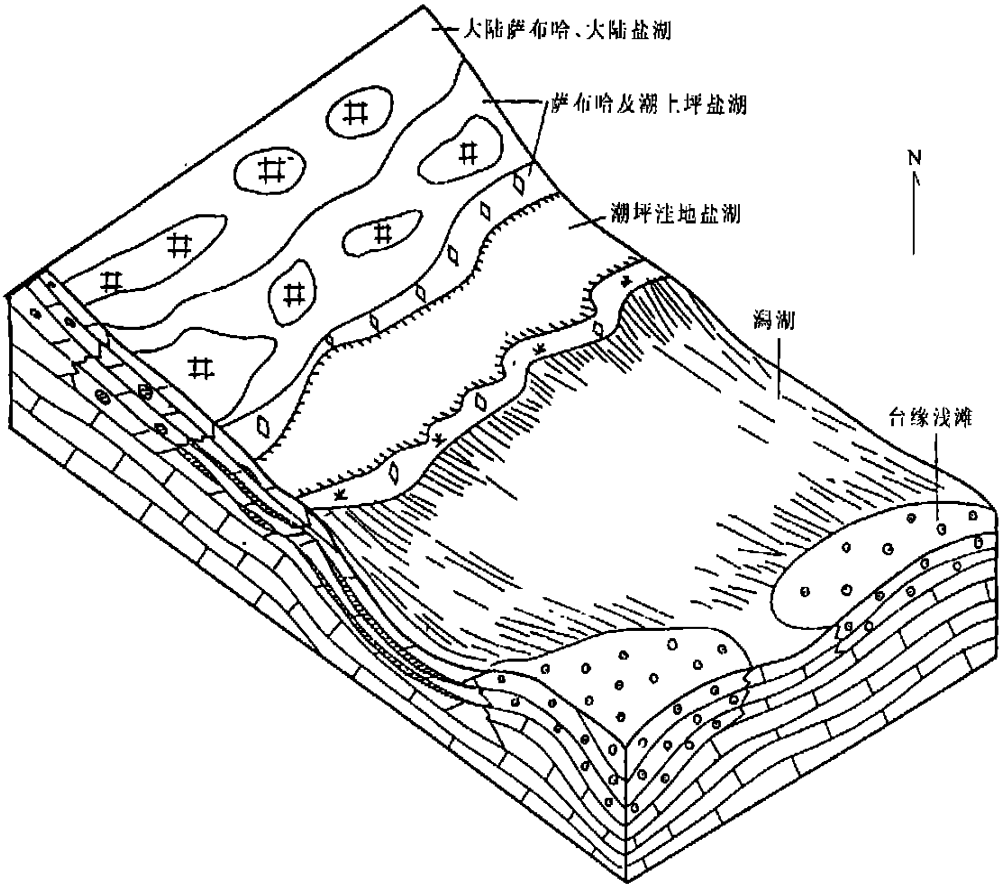


图6 湖、潮坪、萨布哈膏盐岩沉积模式(含台缘浅滩)

Fig. 6 Sedimentary model for the lagoon-tidal flat-sabkha (including platform margin-shoal) gypsolith

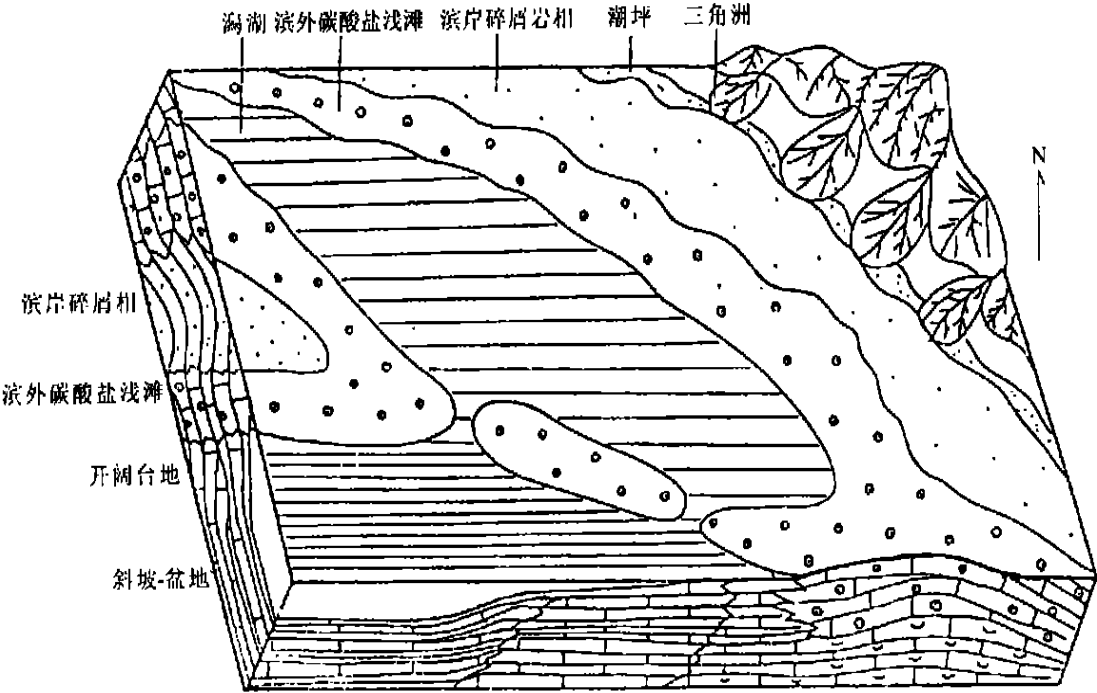


图7 膏盐岩 湖沉积模式(被滨外与台缘浅滩共同围限的 湖)

Fig. 7 Sedimentary model for the lagoon (including the lagoon confined by offshore and platform margin-shoal) gypsolith

潮坪-萨布哈膏盐层厚度薄,产状变化大。

最后需指出,这种湖相及潮坪-萨布哈相石膏岩沉积模式的形成,主要受晚三叠世金沙江构造带陆内碰撞造山作用影响,造成羌塘盆地北部和东部大片碎屑岩滨岸带分布,南北羌塘微陆块的陆内会聚又造成中央隆起带的形成及两侧碎屑岩滨岸带的形成,进而控制南北两侧洼地与湖的分布。海平面升降变化、周边造山带的抬升与盆地基底的升降导致湖内沉积序列的变化。

6 盐丘构造与含油气关系

膏盐岩层在上覆密度大的沉积层的不均匀重压下(静压或动压),使可塑性的膏岩层发生从高压区向低压区的流动,产生向上侵入或拱起,造成刺穿和底辟。目前,已在盆地内的雁石坪、温泉、董布拉克、赤布张错、茸鄂柔曲等地发现盐丘构造,初步统计有20条处。盐丘直径大小不等,一般为100~1000m,丘高2.5~100m,在盆地东部较发育。

温泉兵站北东盐丘构造^[3],膏岩地质体刺穿在夏里组地层中,其为结晶石膏和硬石膏组成的丘状刺穿体。丘体周围挤压破碎现象明显,围岩的破碎残块在丘体边缘作有规律分布,规模大约300×500m²。温泉北西约6km,盐丘群呈丘状突出地面成山丘,盐丘边界陡,反冲于呈水平产状分布的雪山组紫红色砂泥岩之上。据江汉石油学院(1996),位于青藏公路113道班的旁夏崩盐丘由4个膏盐丘体组成,其中2号盐丘露头直径为500m,遥感卫片图上呈圆形白色地质体。盐丘中发育膏盐角砾岩与岩洞,1号盐丘中膏盐被沥青浸染。在丘顶或侧部见角砾岩。

在古近系、新近系中也见有盐丘构造,主要分布于多尔洞错至北麓沿一带,已发现有23处膏盐刺穿体。

由于膏盐岩的主要组成矿物为硬石膏、变水石膏与石膏并存,因此,它们是退后生成岩作用的产

物。据 R_0 及古地温资料推测,组成侏罗系盐丘的膏盐岩都曾深埋藏在3500~4500m以下,地下温度约42℃左右^[4]。

目前在罗马尼亚、波兰、墨西哥、安哥拉、加蓬、德国、美国和俄罗斯等国,都发现相当数量的盐丘刺穿类型的油气藏。据统计,目前世界上约有45%的天然气和11%的石油是产自盐丘地区。

美国人希斯于1901年在气苗小高地上布井,打出单产10万桶日产量油井,油井位于盐丘之上,丘顶即为储量。在德克萨斯州和路易安那州沼泽密布的冲积平原上发现詹宁斯、萨拉托加、苏尔湖、巴特森、汉布尔等油田,勘探是从盐丘上开始,然后逐渐向两翼砂岩、灰岩发展,并发现高产井,最大可产300万桶,由于地表露头差,把物探找油依然瞄准盐丘,用重力和地震折射测量,发现地下一些大小不等的盐丘,进而寻找折射测量,发现地下一些大小不等的盐丘,进而寻找深部盐丘,并发现一系列大型油气田^[4]。在中东特提斯构造域内的大大小小的油田中也均有盐丘构造的存在。

总之,膏盐岩石仅是良好的盖层,而且国内外从盐丘构造中寻找油气田的实例也应引起我们的高度重视。应在羌塘盆地内,根据盐丘的发育情况,结合沉积相展布,在有利的构造部位寻找刺穿型油气藏是大有可为的,应作为羌塘盆地寻找油气田的早期勘探突破点。

参考文献:

- [1] 李永铁,罗建宁,等.青藏高原地层[M].北京:科学出版社,2001.111—177.
- [2] 沈启明,纪有亮,等.青藏高原中生界沉积相及油气储盖层特征[M].北京:科学出版社,2001.241—256.
- [3] 中英青藏高原综合地质考察队.青藏高原地质演化[M].北京:科学出版社,1990.
- [4] 芮仲清.美国墨西哥湾沿岸地区油气田的发现:世界油气发现史话之五[J].地质科技动态,1996,(5):24—28.

The gypsolith and its bearings on the oil and gas exploration in the Qiangtang Basin in northern Xizang and southern Qinghai

LUO Jian-ning¹, ZHU Zhong-fa¹, XIE Yuan¹, YE He-fei², TONG Zhen-yan², SHEN Qi-ming²

(1. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*; 2. *Beijing Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China*)

Abstract: The gypolith deposits crop out over a wide area of the Middle Jurassic Quemocuo Formation, Buqu Formation and Xiali Formation, and the Upper Jurassic Suowa Formation in the Qiangtang Basin in northern Xizang and southern Qinghai. These deposits may be arranged into three types of sedimentary sequences: (1) oosparite-dolostone (dolomitic limestone)-gypsolith, (2) siltstone (or mudstone)-gypsolith-siltstone (or mudstone)-gypsolith, and (3) gypseous dolostone (or mudstone)-gypsolith sequences, which are assigned to the lagoon-gulf, tidal-flat and sabkha sedimentary environments, respectively. The lagoon-gulf gypolith deposits are commonly larger in thickness and laterally extensive. The tidal-flat gypolith deposits become apparently thinner and laterally inextensive. The sabkha gypolith deposits occur as thin and very thin beds or as nodules and augens in the mudstone and dolostone of the basin. The gypolith deposits cited above have also been found to occur as salt-dome structures 100 to 1 000 m in diameter in Yanshiping, Wenquan and Chibuzhang Lake, where oil shows have been identified. It is possible, judged from the development of the salt domes and distribution of sedimentary facies, to search for piercement oil pools in favourable structures of the basin.

Key words: Qiangtang Basin; gypsolith; oil and gas exploration; northern Xizang and southern Qinghai