

文章编号: 1009-3850(2010)03-0058-07

中上扬子寒武系蒸发岩岩相古地理

门玉澎, 许效松, 牟传龙, 余 谦, 闫剑飞, 刘 伟

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

摘要: 中上扬子区寒武系蒸发岩层位上属龙王庙阶和毛庄阶至张夏阶, 分布在成都以东、贵州遵义以北和武陵山以西, 形成四川长宁、重庆永川、江津、湖北利川、武汉 4 个沉积中心, 是早古生代海相油气的重要盖层。经深井揭露, 寒武系蒸发岩为石膏和石膏夹石盐, 有三种岩石类型: 粉砂质白云岩、白云岩与石膏互层、石膏夹石盐。地表以盐溶角砾岩、石盐假晶、次生石膏为标志, 川东有少量盐泉出露。寒武纪时中上扬子区蒸发岩沉积具有构造和古地理障壁及岩相障壁, 西部除龙门山前分布有岛链状的古陆外, 早寒武世末川中古隆起已具雏形, 并由西向东迁移扩大; 黔中古隆起至中晚寒武世可能为水下无沉积区, 具有局限障壁作用。早中寒武世碳酸盐浅滩分布在构造障壁的东侧。构造、古地理和沉积相展布, 使中上扬子区转化为局限、封闭或半封闭构造古地理环境, 是该区沉积蒸发岩的关键条件。

关键词: 中上扬子; 寒武系; 蒸发岩; 沉积相; 古地理

中图分类号: P588.24⁺7 文献标识码: A

1 引言

蒸发岩是由海水通过蒸发作用不断浓缩而形成的化学沉积岩^[1~2]。油气勘探实践证明, 蒸发岩不仅可以作为油气藏的盖层, 而且对有机质生烃和储层改造也有积极作用^[3~5]。中上扬子地区寒武系发育有较厚的蒸发岩, 国内相关学者对其时空分布做过研究^[6~8]。该期蒸发岩在区域上对油气勘探具有重要的影响。本文通过地表露头和钻井资料, 结合区域古地理演化史和蒸发岩形成条件, 解析该期蒸发岩形成的控制因素和时空分布。

2 区域地质概况

扬子陆块基底的形成始于早中元古代, 定型于晚元古代早期。新元古代晚期—晚寒武世, 中上扬子地区处于构造拉张背景。自南华纪晚期到早寒武世, 中上扬子地区经历了冰川环境(南沱组)—碳酸盐岩台地(灯影阶)—海平面上升形成陆棚环境(筇竹寺阶)—碎屑岩缓坡(沧浪铺阶)—碳酸盐缓坡(龙王庙阶)—碳酸盐台地(毛庄阶—长山阶)^[9~11]

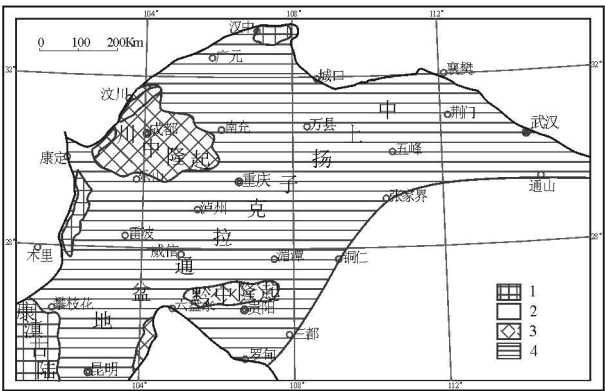


图 1 中上扬子寒武系龙王庙阶—张夏阶构造格架

1 古陆; 2 隆起; 3. 水下隆起; 4 研究范围

Fig 1 Tectonic framework of the middle upper Yangtze area during the Longwangmiao to the Zhangxia (Cambrian)

1= old land 2= uplift 3= subaqueous uplift 4= studied area

竹寺阶)—碎屑岩缓坡(沧浪铺阶)—碳酸盐缓坡(龙王庙阶)—碳酸盐台地(毛庄阶—长山阶)^[9~11]

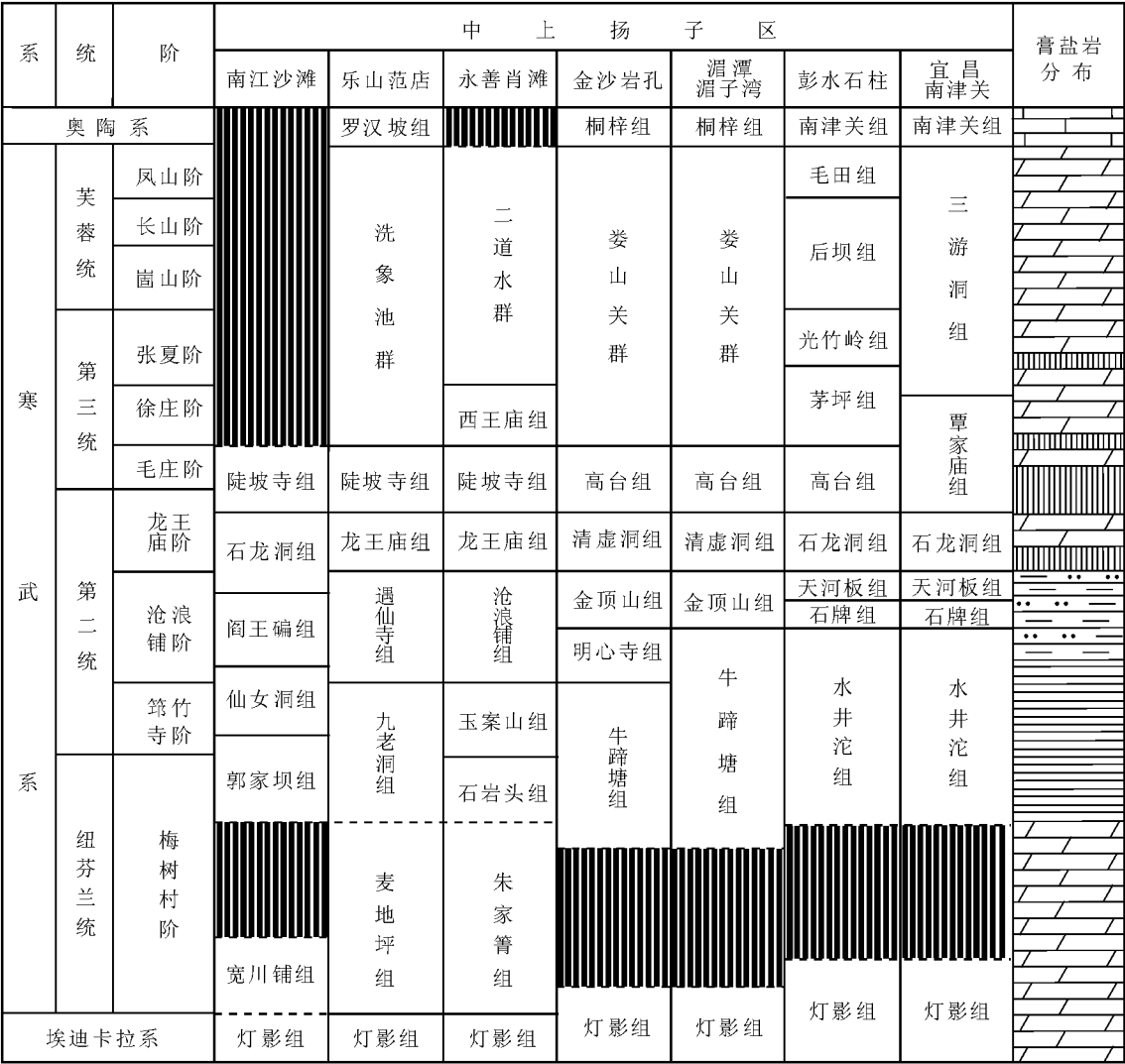


图 2 中上扬子寒武系蒸发岩纵向分布特征

Fig 2 Vertical distribution of the Cambrian evaporates in the middle upper Yangtze area

(图 1), 为蒸发岩沉积构建了稳定的基底。

3 蒸发岩特征

中上扬子克拉通盆地寒武系蒸发岩纵向上主要分布在龙王庙阶、毛庄阶至张夏阶(图 2)。由于两个形成期的构造古地理和岩相面貌差异, 相应时期蒸发岩的主控因素和空间分布也略有不同。

3.1 龙王庙阶蒸发岩

龙王庙阶蒸发岩主要分布于四川雷波抓抓岩-金阳王家屋基金沙江沿线、川中隆起东南 黔中隆起以北。(图 3)。

雷波抓抓岩剖面比较典型, 龙王庙组下部为深灰色厚层状灰岩、白云质灰岩, 中上部为灰色薄中层状白云岩, 顶部为灰白色石膏夹灰绿色、肉红色含泥石膏。

四川盆地覆盖区部分深井钻遇蒸发岩, 长宁 2 井、窝深 1 井、阳深 2 井、临 7 井等反映了川中隆起以东蒸发岩的时空变化序列。长宁 2 井底部为厚约 20m 的鲕粒灰岩, 下部为灰岩夹页岩、白云岩、膏质白云岩, 中部为灰白色白云岩、白云质膏岩、膏质白云岩、膏岩夹页岩、鲕粒灰岩, 上部为浅灰色泥质白云岩、白云岩夹鲕粒灰岩。窝深 1 井的岩性为浅灰色白云岩夹膏质白云岩、膏质粉砂岩、膏岩、粉砂岩。阳深 2 井下部为灰色白云岩夹膏质白云岩, 中部为浅灰色砂质膏质白云岩夹泥质白云岩、泥岩、鲕粒灰岩, 上部为灰白色白云岩。临 7 井下部为透明状盐岩夹泥质石膏, 上部为透明状石膏夹泥质石膏。

川南黔北一带, 方深 1 井下部为灰岩、白云质灰岩, 上部为白云岩、鲕粒白云岩夹膏质白云岩、膏质灰岩; 绥 1 井底部为鲕粒灰岩, 下部为白云质灰岩夹

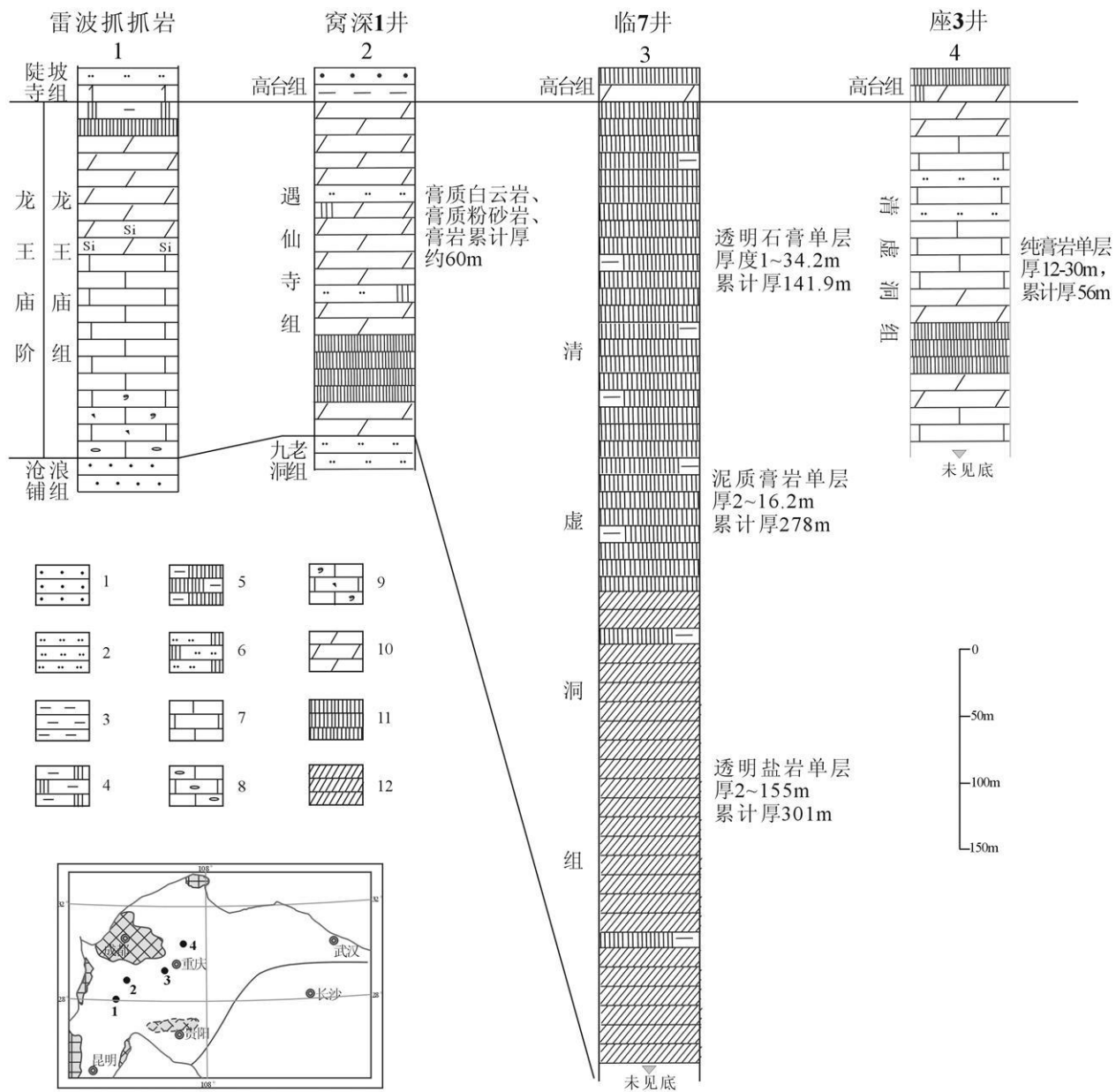


图 3 龙王庙阶蒸发岩特征

1 砂岩; 2 粉砂岩; 3. 泥岩; 4 膏质泥岩; 5 泥质膏岩; 6 膏质粉砂岩; 7 灰岩; 8 砾屑灰岩; 9. 砂屑生屑灰岩; 10 白云岩; 11. 膏岩; 12 盐岩

Fig 3 Vertical sequences of the Longwangmiao evaporites

1= sandstone 2= siltstone 3= mudstone 4= gypsiferous mudstone 5= muddy gypsum 6= gypsiferous siltstone 7= limestone 8= calciniferous 9= sandy bioclastic limestone 10= dolomite 11= gypsum 12= halite

白云岩、膏岩, 上部为白云岩夹膏岩; 正安县新 1 井清虚洞组上部白云岩夹膏溶角砾岩。反映了该区域龙王庙阶蒸发岩为白云岩夹石膏。

3.2 毛庄阶—张夏阶蒸发岩

毛庄阶—张夏阶蒸发岩广布中上扬子地区, 在川西雷波、云南东川等地发育透镜状石膏; 四川盆地覆盖区局部钻井揭示含膏岩层, 黔北—渝东南地区地表露头见石盐假晶或膏溶角砾岩及盐泉。中扬子地

区钻井揭示罩家庙组发育蒸发岩 (图 4)。

川西西王庙组含膏岩主要分布在康滇古陆的边缘石棉、雷波、永善、巧家、云南东川等地。岩性为紫红色、暗紫色厚层泥岩、粉砂岩、砂岩夹白云岩、石膏, 石膏普遍成透镜状, 代表了近陆源的特点。盆地覆盖区除西部老龙 1 井、窝深 1 井、宫深 1 井、宁 2 井外, 大部分钻井均钻遇膏岩层, 岩性特征相似, 主体以浅灰色白云岩为主, 夹石膏、膏质白云岩、白云

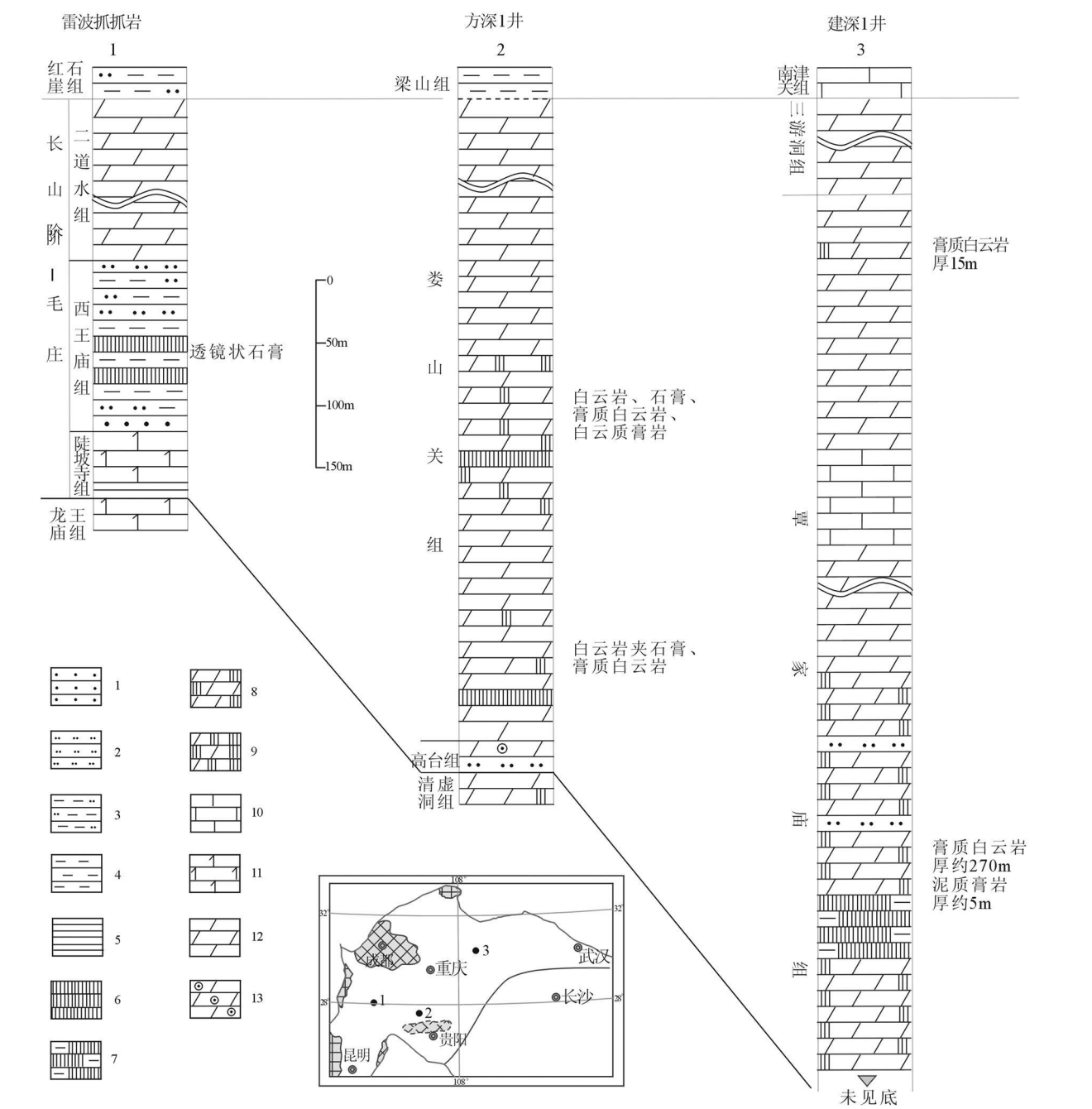


图 4 毛庄阶—张夏阶蒸发岩特征

1 砂岩; 2 粉砂岩; 3 粉砂质泥岩; 4 泥岩; 5 页岩; 6 膏岩; 7 泥质膏岩; 8 膏质白云岩; 9 白云质膏岩; 10 灰岩; 11 白云质灰岩; 12 白云岩; 13 鲕粒白云岩

Fig 4 Vertical sequences of the Maozhuangian–Zhangxian evaporates

1= sandstone 2= siltstone 3= silt mudstone 4= mudstone 5= shale 6= gypsolith 7= muddy gypsolith 8= gypseous dolostone 9= dolomitic gypsolith 10= limestone 11= dolomitic limestone 12= dolostone 13= oolitic dolostone

质膏岩,靠近川中隆起边缘的临 7 井、座 3 井粉砂质含量增多。务川 彭水地区石冷水组和平井组岩性为灰色白云岩夹盐溶角砾岩,局部地区夹鲕粒白云岩,普遍可见石盐假晶。彭水郁山镇可见盐泉出露。中扬子地区建深 1 井、鱼 1 井、海 4 井、武 4 井等均钻遇含膏岩层,岩性特征相似,主要为白云岩夹膏质

白云岩、白云质膏岩、泥质膏岩、灰岩、粉砂岩,其中建深 1 井岩芯见石盐,说明蒸发岩在层位上向东迁移。

4 蒸发岩沉积相与古地理特征

4.1 龙王庙阶蒸发岩沉积相与古地理特征
龙王庙阶蒸发岩形成于中上扬子浅海由碎屑岩

海向碳酸盐海的转换阶段。在川中隆起以东、黔中隆起以北区域,蒸发岩系底部均可见厚度不等的鲕粒灰岩。峨嵋张山剖面鲕粒白云岩厚约 40m;其在威 15井、高科 1井、安平 1井、方深 1井的厚度分别为 12m、15m、8m和 15m;仁怀石塔鲕粒、豆粒灰岩厚约 12m;在习水吼滩厚约 10m;绥阳 务川 恩施等地均可见厚约 5~15m的鲕粒灰岩。靠近川中隆起边缘,老龙 1井、窝深 1井、座 3井均含陆源碎屑岩—粉砂岩,说明川中隆起此时已具一定规模;黔中隆起具水下隆起特征。由于构造隆起和台内浅滩对海水的封闭作用,导致滩后蒸发坪的形成,在重庆江津地区出现石盐岩沉积。

古地理上,滩后蒸发坪沉积物受西部岛链状古陆、川中隆起、黔中水下隆起及浅滩影响(图 5)。沿西部古陆,隆起周缘发育潮坪相,岩性为灰岩、灰质白云岩、白云岩、粉砂岩、砂岩。浅水缓坡相岩性为灰岩、灰质白云岩、白云岩岩性构成。深水缓坡相以都匀 镇远 吉首 临澧为界,岩性为灰岩、白云质灰

岩、鲕粒灰岩、藻丘、页岩。
滩后蒸发坪受川中隆起和黔中隆起的封闭影响和隆起边缘浅滩、台内浅滩的封隔,在沿邻水 资中—马边 大方 南川 利川构成的椭圆形区域内,沉积了厚达百米的膏岩和盐岩。以四川长宁、重庆江津地区厚度最大,演化程度最高,临 7井石盐岩层厚达 420m。绥阳、桐梓两地钻井揭示其白云岩夹石膏层是在台内浅滩的局限作用环境下形成的,分布范围小、厚度小。

4.2 毛庄阶—张夏阶蒸发岩沉积相与古地理特征
毛庄阶—张夏阶处于中上扬子地区从碳酸盐缓坡向镶边碳酸盐岩台地转换的演化阶段。此阶段,川中隆起逐渐扩大,黔中隆起仍为水下隆起,但范围扩大,沿贵阳 秀山 张家界 咸宁一线发育台地边缘浅滩。根据沉积相展布规律和蒸发岩组合特征,该期蒸发岩主要形成于潮坪萨布哈环境和局限台地蒸发坪环境(图 6)。

潮坪相靠近古陆边缘,以旺苍 峨边 雷波以西

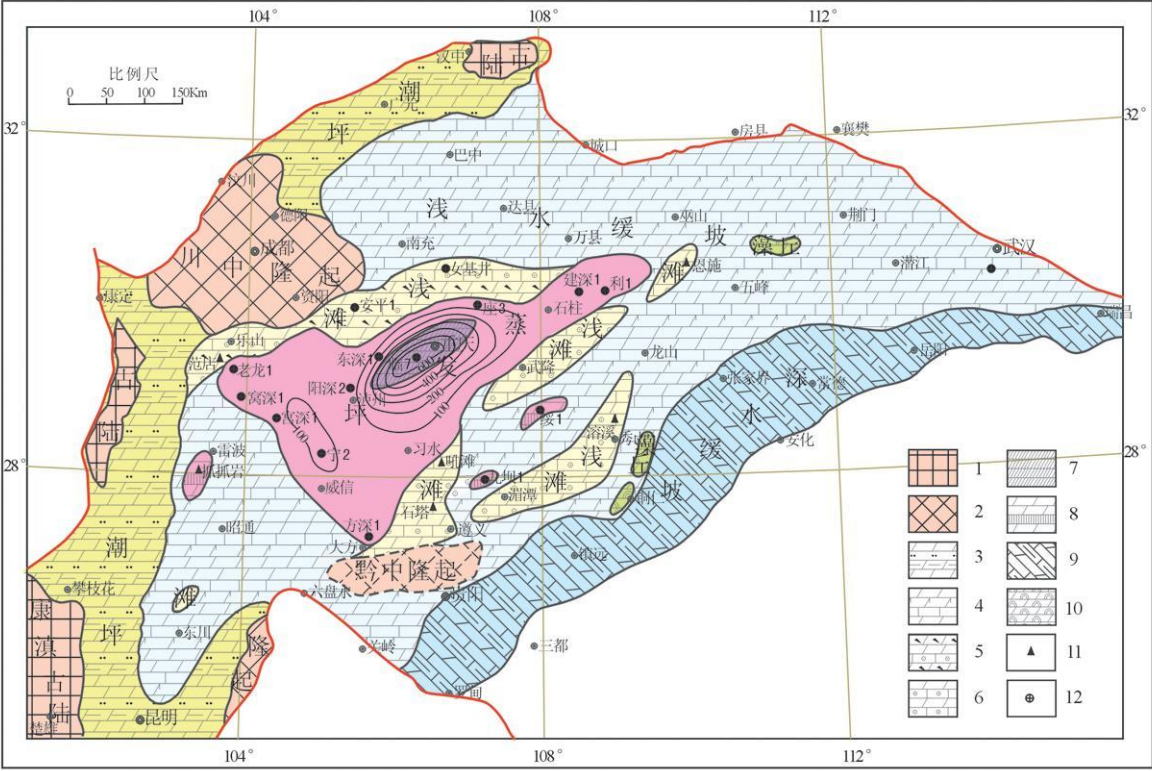


图 5 龙王庙阶蒸发岩岩相古地理图

1 古陆; 2 隆起; 3 白云岩、泥质白云岩、粉砂岩; 4 白云岩夹灰质白云岩、灰岩; 5 鲕粒灰岩、砂屑白云岩、白云岩; 6 鲕粒灰岩、白云岩; 7 盐岩; 8 白云岩夹膏岩; 9 灰岩、泥灰岩、白云岩; 10 藻白云岩; 11 露头资料; 12 钻井资料

Fig 5 Sedimentary facies and paleogeography of the Longwangmiao evaporites
1= old land 2= old uplift 3= dolostone, muddy dolostone and siltstone 4= dolostone intercalated with calcareous dolostone and limestone 5= oolitic limestone, sandy dolostone and dolostone 6= oolitic limestone and dolostone 7= halite 8= dolostone intercalated with gypsum 9= limestone, marl and dolostone 10= algal dolostone 11= outcrop data 12= borehole data

[J]. 沉积学报, 2006, 24(4): 596—606

[4] 王东旭,曾溅辉, 宫秀梅. 膏盐岩层对油气成藏的影响[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(3): 329—333

[5] 刘和甫, 李景明, 李晓清, 等. 中国克拉通盆地演化与碳酸盐岩蒸发岩层序油气系统[J]. 现代地质, 2006, 20(1): 1—18

[6] 金之均,龙胜祥, 周雁, 等. 中国南方膏盐岩分布特征[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(5): 571—593

[7] 袁见齐, 奚家琨. 蒸发岩的岩相古地理问题[J]. 陕西地质, 1985 3(2): 1—13

[8] 张满郎, 谢增业, 李熙喆, 等. 四川盆地寒武纪岩相古地理特征[J]. 沉积学报, 2010 28(1): 128—139

[9] 许效松, 刘宝珺, 牟传龙, 等. 中国中西部海相盆地分析与油气资源[M]. 北京: 地质出版社, 2004.

[10] 蒲心纯, 周浩达, 王熙林, 等. 中国南方寒武纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

[11] 许效松, 徐强, 潘桂棠, 等. 中国南大陆演化与全球古地理对比[M]. 北京: 地质出版社, 1996.

Sedimentary facies and palaeogeography of the evaporates in the middle upper Yangtze area

MEN Yu peng, Xu Xiao song, MOU Chuan long, YU Q ian, YAN Jian fei, LIU W ei
(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The evaporates as the cap rocks of the Early Palaeozoic marine oil and gas accumulation occur on a wide range of scales and in tremendous thickness in the central upper Yangtze area and are assigned to the Longwangmiao and Maozhuangian-Zhangxian strata to the east of Chengdu in Sichuan, north of Zunyi in Guizhou and west of the Wuling Mountains in Hunan and Guizhou. Four depocenters have been distinguished for the evaporates: Changning in Sichuan, Yongchuan-Jiangjin in Chongqing, Lichuan and Wuhan in Hubei. The Cambrian evaporates composed of gypsum and gypsum intercalated with halite are grouped as revealed by the deep-seated drilling into three rock types: silt dolostone, interbeds of dolostone and gypsum, and gypsum intercalated with halite. In the surficial outcrops, the main indications include evaporate solution breccias, halite pseudocrystals and secondary gypsum. In addition, salt springs are studded as well in eastern Sichuan. Two barriers including tectonic palaeogeography and sedimentary facies barriers were organized for the deposition of the evaporates in the study area during the Cambrian. Apart from the island-chain old lands in front of the Longmen Mountains, the central Sichuan old uplift came into being during the latest Early Cambrian and extended further eastwards. During the Early Cambrian, the central Guizhou old uplift may lie buried and thus appeared as the subaqueous non-depositional area as a restricted barrier till the Middle to Late Cambrian. Moreover, the carbonate shoals were developed on the eastern flank of the tectonic barrier during the Early to Middle Cambrian. The features of tectonics, palaeogeography and sedimentary facies are responsible for the restricted enclosed or semi-enclosed tectonic palaeogeographic settings, and thus are favourable for the deposition of the evaporates in the study area.

Key words: middle upper Yangtze area; Cambrian; evaporate; sedimentary facies; palaeogeography