

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

试论湖北及其邻区印支期有利于形成蒸发岩的构造因素

李 时 若

(武汉地质学院)

印支期,湖北及其邻区气候炎热干燥,海水来源充裕,形成蒸发岩的基本条件是具备的。在此前提下,位于江南古陆-隆起带与大巴山隆起带之间的一些三级构造单元,盐类沉积发育程度所以会出现差别,主要取决于沉积过程中的构造因素。存在有利的构造因素,就形成大量的蒸发岩;反之,蒸发岩就不发育。

印支期古构造问题,以往见于论述的尚不多,特别是涉及与盐类沉积有关的构造因素讨论更少。近几年来,作者在研究长江流域三叠纪地层的工作中,接触到这方面的一些实际问题,觉得其中有的既是基本的理论性问题,也是与找矿密切相关的现实性问题,甚感有研讨之必要。这里试就湖北及其邻区印支期有利于形成蒸发岩的构造因素等方面,谈些粗浅认识,不妥之处,尚望批评指正。

一、古构造单元的划分

印支期湖北及其邻区根据断裂构造的控制特性和沉积建造的特征,可以分出以下几个一级构造单元:北西西向的大巴山隆起带;北东向的江南古陆-隆起带;以及位于以上两个隆起带之间的北东向下中扬子拗陷区、鄂中洞庭隆起带、鄂西湘西拗陷区及川东黔北隆起带(图 1)。这些一级构造单元皆有深大断裂作为其划分界线。其中,除古陆是出露海面遭受剥蚀的地区外,隆起带、拗陷区皆是水下接受沉积的场所。各自的构造形态、延展方向及沉积厚度等情况,彼此具有明显的差异。

在一级构造单元中,依据地层的分布特点及岩性组合特征,分出二级构造单元,它是一级构造单元的进一步划分,但不改变其原有的构造属性,亦即一级构造单元原是拗陷区,次级构造单元仍是拗陷的性质;一级构造单元原是隆起带,次级构造单元仍是隆起的性质¹⁾。据此分出的二级构造单元(图 1),属于江南古陆-隆起带的有:怀玉隆起、九岭隆起,在其西南还有雪峰古陆;属于下中扬子拗陷区的有:苏皖拗陷、鄂东拗陷;属鄂中洞庭隆起带的有:鄂中隆起、洞庭隆起;属于鄂西湘西拗陷区的有:鄂西拗陷、湘西拗陷;属于川东黔北隆起带的有:川东隆起、黔北隆起。大巴山隆起带研究不够暂未分出二级构造

本文 1987 年 1 月收到,7 月改回,胡亚昌编辑。

1) 参阅李时若:《湖北及其邻区印支期古构造单元初探》,湖北省地质学会第三次代表大会暨 1979 年学术会议大会宣读论文。

表 1 湖北及其邻区印支期古构造单元概况

Table 1 Outline of the Indosinian palaeo-tectonic units in Hubei and its neighbouring areas

构造单元名称			省内编号	主体方向	最大沉积厚度 (m)
一 级	二 级	三 级			
下中扬子拗陷区	苏皖拗陷	溧水-芜湖凸起		北东向	<500
		怀宁凹陷		北东向	1400
	鄂东拗陷	蒲圻凹陷	1	北东向	1400
		武汉凸起	I	北北西向	<900
鄂隆起带 洞庭	鄂中隆起	天门凸起	II	北东向	<700
	洞庭隆起			北东向	<500
鄂西湘西拗陷区	鄂西拗陷	当阳凹陷	2	北北西向	2400
		秭归凹陷	3	北西西向	2100
		恩施凹陷	4	北东向	2600
		黄陵凸起	III	北北西向	<1500
		磨坪凸起	IV	北北西向	<2000
		太阳凸起	V	北东向	<2000
	湘西拗陷	桑植凹陷		北东向	3500
川东黔北隆起带	川东隆起	齐岳山凸起	VI	北东向	<1800
		石柱-南川凸起		北东向	<1400
		泸州凸起		北东向	<1000
		华蓥山凸起		北东向	<1100
		利川凹陷	5	北东向	2300
		建南-云阳凹陷	6	北东向	2200
		垫江凹陷		北北西向	2000
		渝南凹陷		北北东向	1400
	黔北隆起			北东向	<1200
江隆起带 南古陆	怀玉隆起			北东向	<400
	九岭隆起			北东向	<400
	雪峰古陆			北北东向	<100 (边缘)
大巴山隆起带				北西西向	<500

单元。

在二级构造单元中，主要依据沉积厚度的相对厚薄程度，进一步再分出次一级即三级

构造单元。三级构造单元是基本的构造单位,它更具体地反映出构造的性质和面貌,显示出沉积的厚薄和特征。该构造单位有两种类型,一类是正向构造——凸起,另一类是负项构造——凹陷。它的范围是小区域的,常涉及一个县或数个县。湖北及其邻区的三级构造单元,按其展布方向,可以分成北东向、北西西向和南北向三组(图 1)。分组简述如次:

1. 北东向构造组:为湖北及其邻区最发育的构造,多分布于西南部及东部。在湖北境内由西而东有四个凹陷、三个凸起,即建南-云阳凹陷、利川凹陷、恩施凹陷和蒲圻凹陷,齐岳山凸起、太阳凸起和天门凸起。

2. 北西西-东西向构造组:它们接壤于北边的大巴山隆起带边缘分布,数量少,规模较北东向构造为小,有秭归凹陷和武汉凸起。

3. 南北向-北北西向构造组:较局限,只分布于秭归、五峰和当阳之间,有北北西向的当阳凹陷,北北西-南北向的黄陵凸起,及近似肘状的主体为北北西向的磨坪凸起。

综上所述,古构造单元的概况归纳于表 1。

二、有利于形成蒸发岩的构造因素解析

在对一些构造因素进行分析之前,这里将早、中三叠世古地理概貌作一简略讨论,这对于了解形成蒸发岩的沉积环境的背景,是很有必要的。

晚二叠世后期,华南海侵退缩,二叠纪末与早三叠世之间,普遍存在短暂的沉积间断。早三叠世早期(大冶期)海侵又遍及南方各省,成为一片广阔的浅海。海水主要来自东、南方的环太平洋及印度洋,西面与川西-西藏槽海相通。

早三叠世晚期(嘉陵江期),华南海侵减弱,以江南古陆-隆起带(在其西南有黔南礁堆群毗邻)为分界,其南为下陆棚岛海,其北为辽阔的上陆棚滨海台盆(是作者提出的一种在海面广、水道多、水体浅、围限差的上陆棚-滨海区域,其基底为平缓的台地,内又分异出众多的浅水盆地和水下凸起相间系列结构)。前者为深水陆棚海,因靠近外来海水主要通道,发育正常的主要为浅海相的沉积,固结形成大量石灰岩;后者较远离外海,水浅而波及面宽阔,内有浅水盆地(凹陷)和水下高地(凸起)相间排列,由于当时气候炎热干燥,海水受蒸发而逐渐浓缩,析出半咸化一咸化的盐类物质,固结形成大量蒸发岩(图 2)。需要指出的是,发育于黔南早三叠世灰岩中的礁层,部分呈不规则的礁堆,部分呈串珠状礁堆,密集情况下,礁堆毗联,稀疏情况下,礁堆之间隔有一定距离,总的看去具有北东-南西方向性(图 2)。当时这些礁堆群的存在,削弱了海涛的锐势,对慢慢进来的海水限制其流出。这种限制作用长时期地进行,造成其北侧海水比南侧海水咸化,礁堆群以南地区是正常浅海相碳酸盐沉积,以北地区则广泛有硫酸钙等盐类物质沉积。不难看出,江南古陆-隆起带与黔南礁堆群既成了阻挡外海汹涌波涛侵袭的屏障,也成了这一广阔海域内正常海和咸化海的分水岭。

中三叠世时,华南海域出现了新的面貌:东部大面积上升,江南古陆-隆起带升高扩大,东部东边和南边的海水通道先后相继阻塞;西部(主要是川西和滇西部分)则沉沦海下^[1]。此时,苏皖拗陷发育以陆相为主的局部为滨海相的沉积(即黄马青组),鄂东拗陷至鄂中隆起,发育以滨海相和陆相交互的沉积(即蒲圻组),鄂西拗陷至川东隆起,发育以滨海相为主的局部为陆相的沉积(即巴东组),华蓥山凸起以西的地区,则仍为上陆棚滨海相

沉积(即雷口坡组)。这一时期海水逐渐由东往西退缩,雷口坡期末,海水最后一部分沿康滇古陆东缘由北向南退去,一部分经龙门山海隆向西退出。

在这样的古地理演变情况下,秦岭北方古陆以南,位于江南古陆-隆起带及大巴山隆起带之间的一些三级构造单元,在形成蒸发岩的历程中,各自的沉积规模、内容、厚度是不尽相同的,特别是正向构造(凸起)和负向构造(凹陷)之间更有明显的差异。就是同为负向构造,由于所在的构造部位和所处的古地理位置不完全一样,其沉积特征和发育程度也呈现出一定的差别。印支期时此区气候炎热干燥,海水来源充裕,形成蒸发岩的基本条件是具备的^[2]。在此前提下,盐类沉积发育程度所以会出现差别,这主要取决于在沉积过程中的构造因素。存在有利的构造因素,盐类沉积就发育,反之,就不发育。

限于篇幅,这里不拟对每个三级构造单元逐一论述,只就与一些凹陷有关的有利于形成蒸发岩的构造因素,作些初步的分析。

(一) 凹陷之侧要有规模较大、持续较长的凸起,既阻遏海流的冲击,也限制凹陷内海水的流泄,使凹陷滞流和不断咸化。

印支期此区的海域,虽然没有象泻湖、内陆海那样的良好封闭条件^[3],但是凸起和凹陷作相间排列,却具有半封闭的性质。凸起对海水起到了一定的阻隔作用,因而导致海水滞流,不断咸化。由此可以认为,凹陷内沉积物咸化程度的高低,与凸起的规模大小直接相关。两者是相辅相成的。经初步分析,湖北及其邻区的三级构造大致有三类情况:一类是凹陷两侧的水下凸起均有相当的规模,阻隔条件较好,凹陷沉积物咸化程度较高,如川中凹陷;二类是凹陷两侧的水下凸起均规模较小,阻隔条件甚差,凹陷沉积物咸化程度除个别凹陷例外,一般甚低,如当阳凹陷、桑植凹陷等;三类是凹陷两侧的水下凸起,一侧规模较大,一侧规模较小,具有一定的阻隔条件,在适宜的情况下,凹陷沉积物仍可达较高的咸化程度,如垫江凹陷、利川凹陷、恩施凹陷等。根据上述,湖北境内的构造凹陷属于第一类的尚未发现,多数属于第三类,少数属于第二类。属于第三类的,其中如利川凹陷、秭归凹陷、蒲圻凹陷,它们的东侧凸起比西侧凸起相对较大些,持续时间相对较长些;只恩施凹陷相反,两侧凸起的规模特别是上升的幅度,东侧较小于西侧。究竟哪种状况对形成蒸发岩有利呢? 作者认为,构造凹陷东侧水下凸起的规模特别是上升的幅度较大,持续时间较长,有利于形成蒸发岩。因为,海水主要来自东、南方,在凹陷东侧存在规模较大、上升较高、持续较长的水下凸起,可以直接遏阻由主要通路涌袭而来的海流,并对已慢慢进来的海水限制其流出。天长日久,滞流在凹陷内的海水,受蒸发逐渐浓缩、咸化,固结形成蒸发岩。因此,就上述阻隔条件而言,利川凹陷、秭归凹陷、蒲圻凹陷比恩施凹陷为好,它们有利于形成蒸发岩。

(二) 相邻凹陷阻隔条件优劣不一,海卤游移和选择性再聚集,形成凹陷间隔性地发育蒸发岩。

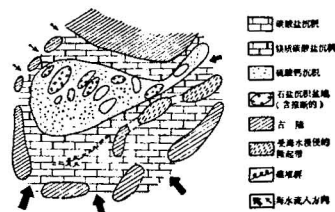


图2 围限较差的上陆棚-滨海台盆沉积情况示意图

Fig. 2 Sedimentary circumstances of incompletely confined littoral-upper shelf platform basins.

此区实际资料反映出,构造凹陷蒸发岩的发育情况具有间隔性的特点。联系实例由西而东来看:

川中凹陷、垫江凹陷、利川凹陷其内的蒸发岩比较发育,而在川中凹陷与垫江凹陷之间的渝南凹陷,垫江凹陷与利川凹陷之间的建南-云阳凹陷,以及利川凹陷与秭归凹陷之间的恩施凹陷,其内的蒸发岩则较差。这种现象从机理上怎样去解释呢?阻隔条件较好的凹陷,当盐类物质开始沉积时,相邻的阻隔条件较差的凹陷因海水咸化程度还不高,尚未析出盐类。当阻隔条件较好的凹陷继续沉积盐类物质时,相邻凹陷可能部分析出了盐类,这时难溶物质逐渐保留其中,易溶物质则集中于残余卤水内,构成正趋浓缩呈游移状态的海卤,由于凹陷本身围限条件差,正趋浓缩的海卤,受地质营力推荡而向相邻凹陷外泄,不断地推荡,则不断地外泄,这些含有易溶盐类物质的、初步咸化的海卤,流泄到阻隔条件较好的凹陷内,即处于滞流状态,进一步蒸发浓缩,不断沉淀出盐类及易溶盐类,进而固结成岩形成含有易溶盐类的蒸发岩。简言之,这一过程是由于海卤游移和选择性再聚集的结果。

根据上述构造凹陷蒸发岩的发育具有间隔性特点来推断,湖北境内利川凹陷、秭归凹陷、蒲圻凹陷应是蒸发岩比较发育的凹陷,其间的恩施凹陷、当阳凹陷应是蒸发岩相对不发育的凹陷。这一推断看来与实际情况是符合的。湖北地区三叠纪地层中的蒸发岩,目前除在建南-云阳凹陷经钻探见到岩盐外,其余地区出露的是石膏层及膏盐层被溶解后充填交代的次生产物。后者成为具有找矿意义的含盐标志,现知有溶崩角砾岩、交代角砾岩、膏盐溶剩粘土、次生灰岩等^[4]。它们的发育程度见表 2。现有资料表明,利川凹陷、秭归凹陷、蒲圻凹陷内,除多处发现石膏岩之外,膏盐假晶、溶崩角砾岩、交代角砾岩、膏盐溶剩粘土及次生灰岩等含膏盐标志比较普遍地存在,说明这三个凹陷的蒸发岩是颇为发育的;恩施凹陷、当阳凹陷虽也有一些含膏盐标志发现,但不普遍,蒸发岩量却逊于以上三个凹陷。

表 2 湖北境内印支期构造凹陷膏盐点及膏盐溶蚀次生产物发育程度简表

Table 2 Development of gypsum and salts and their secondary erosional products in indosinian tectonic depression of Hubei

发育程度 种类 凹陷名称	岩 盐	石 膏	膏盐假晶	膏盐溶崩 角砾岩	膏盐溶剩 粘土	次生灰岩	盐泉 (咸水)
建南-云阳凹陷	建南多孔见盐	产地少	有显示	较发育	有显示	较发育	较多
利川凹陷		产地较多	多处显示	发育	多处显示	较发育	有传说未实现
恩施凹陷		产地少		不发育		不发育	
秭归凹陷		产地较多	有显示	较发育	有显示	较发育	有传说未实现
当阳凹陷		产地少		不发育		不发育	
蒲圻凹陷		产地多	有显示	较发育	有显示	较发育	

(三) 凹陷基底不均衡的分异活动,产生深陷的构造部位,是富集蒸发岩的场所。

除上述有利于形成蒸发岩的因素之外,凹陷基底分异活动,是值得考究的另一个重要

因素。以利川凹陷为例¹⁾,其基底在早三叠世嘉陵江期的不同阶段就有不同的演化特点:

嘉一段 (T_{1j^1}) 时期: 凹陷中部的堰塘、城关一带,呈现一个近东西向水下高地,由此将凹陷分隔出南北两个凹地,北边凹地沉积中心在四合头,南边凹地沉积中心在高胜塘—火箭槽一带。这两个凹地既不深陷,也不宽广,水体中咸化物质缺乏,沉积的主要是碳酸钙。

嘉二段 (T_{1j^2}) 时期: 凹陷中部东西向高地消失,原南、北两个凹地不复存在,演变成一个以小青垭为沉积中心的较广阔的凹陷。这个“合二(即二个凹地)为一(即一个凹陷)”的负向构造基底较前一时期深陷,其内除沉积有大量碳酸镁钙之外,浅部存在不少膏盐标志,深部很可能产有膏盐。

嘉三段 (T_{1j^3}) 时期: 凹陷中部东西向高地再度出现,由此将凹陷又分隔出南、北两个凹地。由于凹陷西侧齐岳山凸起并向东偏移,致使南、北两个凹地也随之向东偏移,北边凹地沉积中心东迁至野猫水附近,南边凹地沉积中心东迁至瑞坪附近。再度出现的两个凹地较之前一时期的凹陷,变小变浅,咸化物质集中甚少,沉积的主要为碳酸钙。

嘉四段 (T_{1j^4}) 时期: 凹陷西侧齐岳山凸起的北段向东北扩展显著,使一部分原为凹陷的地方转变为凸起范围。东西向高地又不复存在,变成一个凹陷且往东南偏移,沉积中心东移至岳武坝一带。这个“合二(即二个凹地)为一(即一个凹陷)”的负向构造基底较前一时期深陷,其内除沉积有大量碳酸镁钙之外,浅部存在不少膏盐标志,在深部很可能保存有相当数量的膏盐。

再以川中凹陷为例。据四川钾盐地质工作者研究²⁾,川中南充、广安一带,早中三叠世蒸发岩面积达 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 以上,当石盐析出时,内部分异成多个呈隔离状态的(一般不到 5 m 深的)盐盆地。

以上实例说明,一个凹陷在接受沉积过程中并不是平坦划一的,在频繁的地壳运动及外力作用影响下,基底地形发生变化,凹凸不平,形成多个次一级的构造,那些负向构造就是蒸发岩相对富集的场所。

要着重指出的是,凹陷基底分异出的次一级负向构造,若是普遍一律的小而浅,那末沉积盐类物质的量必定有限。要使盐类沉积特别是易溶盐类达到相当的规模,则必须有较深的较宽的负向构造(凹陷或凹地)供其蓄集。这种凹地何以产生? 一个重要的因素就是基底分异活动的不均衡性。因为有了这种不均衡性,将导致强弱不一的挠曲的产生,在这种情况下,挠曲愈强烈,形成的凹地愈深陷,盐类物质特别是易溶盐类(如钾盐),将随之在深陷的凹地里不断富集,固结后形成大量的蒸发岩。

湖北及其邻区已知的印支期的一些凹陷,其内虽然目前尚未发现“深陷的凹地”,但是凹陷基底分异活动的痕迹是客观存在的。像利川凹陷其基底就有明显的分异活动,较多的含盐标志显示其有较发育的蒸发岩贮集,可以认为此凹陷是一个有希望的成盐找钾的远景地区。有无“深陷的凹地”让实践来作结论。因此,在今后的地质勘察中,注意观察这方面的现象,认真研究这方面的问题,对于寻找易溶蒸发岩如钾盐等矿床来说,是一项很

1) 参阅李时若、丁宗洲、孙来顺、黄济生、朱洪元:《鄂西利川地区三叠纪地层成盐找钾条件初步研究》,1979 年科研报告。

2) 据地质部西南地质研究所,四川省地质局第七普查大队资料。

有意义的工作。

本文插图由邹礼尧同志清绘,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 杨遵仪、李子舜等, 1982, 中国的三叠系, 地质学报, 56 卷, 1 期, 第 7—18 页。
- [2] 李时若, 1974, 关于湖北找钾盐的初步看法, 中南地质科技, 3 期, 第 51—53 页。
- [3] 袁见齐等译 (H. 博歇特等著), 1976, 盐类矿床: 蒸发岩的成因、变质和变形, 地质出版社, 第 36—39 页。
- [4] 李时若, 1976, 钾盐找矿工作步骤与方法的探讨, 化工矿山技术, 5 期, 第 25—28 页。

ON TECTONIC FACTORS FAVORABLE TO THE FORMATION OF EVAPORITES OF INDOSINIAN PERIOD IN HUBEI AND ITS NEIGHBOURING AREAS

Li Shiruo

(China University of Geosciences Wuhan)

Abstract

During the period of the Indosinian Movement, south of the Qinling old land, some three-order tectonic units were situated between the Jiangnan old land-upwarped zones and the Daba upwarped zones. The evaporites formed within various basins were not quite the same in sedimentary scale, content and thickness. The climate was then hot and arid, but the source of seawater was ample in Hubei and its neighbouring areas where basic conditions were favorable to forming evaporites. Under such a prerequisite, the reason for the saline deposits to be developed in various degrees was that they were mainly dependent on the tectonic factors in the course of sedimentation. If favourable tectonic factors existed saline deposits would be developed; on the contrary, none could be found. The tectonic factors favorable to forming evaporites in some depressions are as follows:

1. The uplifted sides of a depression must be larger in scale and longer in duration. They not only holds back the lashing of the main ocean currents but also enable the depression to have perched water and uninterrupted brine-forming.
2. The barrier conditions of adjacent depressions differ in their favorability to brine-forming. The selective reaccumulation of vagrant brines resulted in the interrupted development of evaporites.
3. The unbalanced differential activity of the basin basement may produced same deep portions where evaporites were formed.