论盐类保存条件研究对四川盆地三叠系找钾工作的重要性

林耀庭, 许祖霖
(西南石油局第二地质大队, 四川 成都 644811)

摘 要: 四川盆地三叠系 T_1j^4、T_1j^5 成盐期卤水浓缩程度较高, 已达钾盐沉积阶段, 然而人们至今并未找到固相可溶性钾矿层。究其原因, 乃盆地 T_1j^4、T_1j^5 盐类形成以来经历了沉积成岩—古剥蚀淋滤—深埋封闭—再次剥蚀淋滤等 4 个地质及水文地质发展阶段, 可能导致固相盐类乃至钾矿层的溶滤破坏, 因此加强对盐类成盐期极其以后地质历史发展阶段保存条件的研究极其重要, 应予重视。

关键词: 古卤水浓缩程度; 盐类保存条件; 沉积成岩; 古剥蚀淋滤; 深埋封闭; 再次剥蚀淋滤; 三叠系; 四川盆地
中图分类号: P619.211 文献标识码: A 文章编号: 1008—858X(2009)01—0006—07

1 引 言

四川盆地三叠系地层是我国重要的找钾层位。长期以来对成盐条件方面进行了大量工作, 取得了较深入的认识, 从蒸发岩的生成模式和成盐机理、岩系剖面地球化学特征、盐类矿物组合、以及盐卤水文地球化学等方面分析, 均说明成盐古卤水浓度较高, 已达钾盐沉积阶段。可是至今我们并未发现和找到固相可溶性钾矿层。究其原因乃由于成盐及成盐期后的各种地质作用, 导致固相可溶性钾矿层被溶滤破坏的缘故。

盐类物质具易溶性、吸水性、可塑性, 其组成盐类的化学元素迁移能力很强, 这些特点决定了盐类物质, 特别是钾盐自沉积以来随着地质历史的发展, 可由于淡水渗入, 脱水溶滤, 构造挤压以及风化淋滤等作用, 受到不同程度的影响和破坏。而就四川盆地三叠系而言, 其蒸发岩形成以来, 经历了成盐成岩—古剥蚀淋滤—深埋封闭—再次剥蚀淋滤等 4次重大变迁。在这些不同地史发展阶段中, 各种不同的地质、物理化学作用, 可能使蒸发盐类再次被转移到液相中去, 导致盐类特别是钾矿的破坏。可见对于盐类成盐期及其以后保存条件的研究, 显得极为重要。现本文主要从水—盐体系平衡的角度出发, 对蒸发盐类有着重要影响的各地质及水文地质发展历史阶段加以考察。

2 盆地三叠系成盐古卤水浓度已达钾盐析出阶段

可以 T_1j^4、T_1j^5 成盐期为例, 其成盐古卤水浓度已达钾盐析出阶段, 指示应有固相可溶性钾矿形成。

2.1 T_1j^4 和 T_1j^5 盐系剖面石盐 $Br\times10^3/Cl$ 出现异常高值达钾盐析出阶段

根据 M.Г. 瓦里亚什科等人的实验, 随着海水的蒸发浓缩, 析出石盐的 $Br\times10^3/Cl$ 会不断增高, 此时石盐的 $Br\times10^3/Cl$ 为 0.1~0.44, 当超过 0.44时, 则表明古海(卤)水已进入钾盐沉积阶段(表 1)[1]。这已为世界及我国云南勐野井找钾实践证明为行之有效的找钾标志。

就四川盆地 T_1j^4、T_1j^5 盐系剖面中上部石盐的 $Br\times10^3/Cl$ 都基本上达到 0.44以上, 甚至超

收稿日期: 2008—04—10
作者简介: 林耀庭(1933—), 男, 教授级高级工程师, 享受国务院特殊津贴, 长期从事盐卤钾资源勘查开发和科研, 现退休。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

过 0.5(图 1), 表明古卤水浓度很高, 已进入钾盐沉积阶段, 应有固相钾矿形成。

表 1　海水在各沉积阶段析出的石盐 $Br\ 10^3/Cl$

Table 1　Precipitated halite $Br\ 10^3/Cl$ at each sedimentary stage of seawater

沉积阶段	$Br\ 10^3/Cl$	纯净石盐的 Br%
早期石盐	0.1	0.006
晚期石盐	0.44	0.027
混合钾盐	>0.44	>0.027
光卤石	>0.60	>0.037
共结点	>1.03	0.063

注: 据 M. 瓦里亚什科实验资料

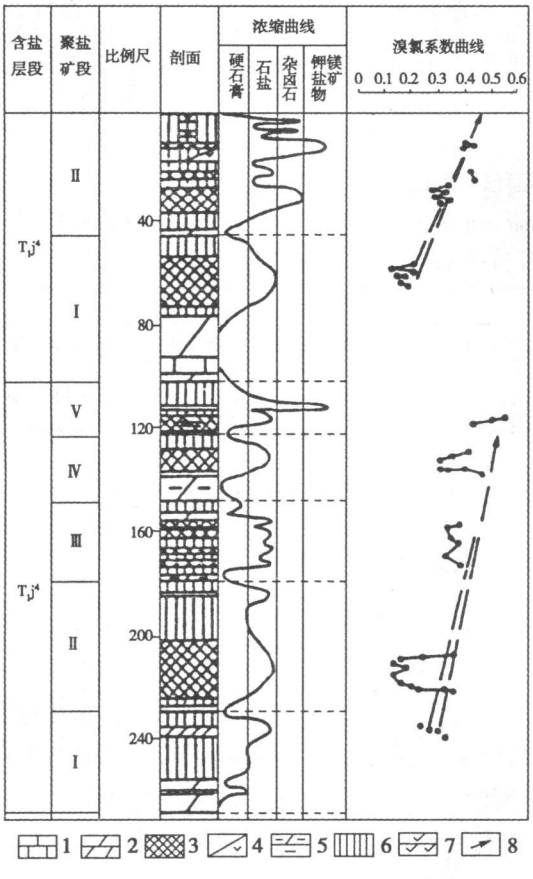

图 1　四川盆地 T_1j^{4+5}盐岩 $Br\ 10^3/Cl$特征图

Fig. 1　$Br\ 10^3/Cl$ characteristic of T_1j^{4+5} salt rock in Sichuan basin 1. limestone; 2. dolomite; 3. halite; 4. thin interbed; 5. argillaceous dolomite; 6. anhydrite; 7. polyhalite; 8. changing trend

2.2　已多处出现富钾卤水

如川东北宣汉富钾卤水, 矿化度 352.69 g/L, K^+含量 25.955 g/L, 若折合 KCl为 49.49 g/L, 其质量百分数 4.04%, 钾含量高[2]。宣汉富钾卤水地球化学系数与国外已知钾矿床卤水对比, 其钾含量及地化系数与钾盐矿床的封闭卤水基本相当或更高, 但 $Br\ 10^3/Cl$、Na、K、K/Br、Mg、Cl等系数更接近钾矿溶滤水的特征 (表 2), 可见该富钾卤水兼有沉积及溶滤的双重性质, 其中富钾异常应与固相钾矿的溶滤直接有关。说明盆地三叠系成盐古卤水浓度确已达到钾盐析出阶段。

2.3　已发现一系列钾镁盐矿物

三叠系 T_1j^4、T_1j^5 盐系剖面中, 已发现一系列钾镁盐矿物, 其中以无水钾镁矾、硫镁矾最为普遍, 前者含量高达 3% ~5%, 最高则可达 15% ~17%, 构成无水钾镁矾富集层[3], 厚为 1.34 m。而钾盐镁矾为偶见 (表 3)。它们均与杂卤石密切共生。它们的存在, 进一步表明盆地三叠系 T_1j^4、T_1j^5 古卤水浓度确已达到钾盐或混合钾盐沉积阶段。

3　成盐 (钾) 保存条件不够理想是造成多年来未能找到钾矿层的一个重要原因

从上节系列资料来看, 盆地 T_1j^4、T_1j^5 成盐期理应可找到固相可溶性钾矿层, 但为何至今仍未找到呢? 除了目前钻井控制程度不足, 尚难定论, 或由于成盐古构造、地形分异较差, 钾矿层难以聚集以外, 其中一个十分重要的原因, 即可能是成盐 (钾) 期后的各种地质作用导致钾矿层破坏而未予保存的缘故。现将成盐 (钾) 期后保存条件对这一客观地质体的研究置于地质发展历史过程来加以考察。而就四川盆地而言, 早中三叠世以来经历了成盐成岩—古剥蚀淋滤—深埋封闭—再次剥蚀淋滤等 4个对盐系沉积有重大影响的地质及水文地质发展阶段 (图 2)[4]。现分别略述于下。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnk

表 2 宣汉川 25井富钾卤水与前苏联已知钾矿床卤水水化学系数对照表

Table 2 Chemical coefficients comparison between Xuanhanchuan well 25 potassium-rich brine and the known potassium deposit brine in former Soviet

地球化学系数	前苏联已知钾矿床				宣汉川 25井
	上卡姆	斯塔罗宾	斯捷布尼克	索尔一伊列斯克	
样品数	10	5	6	2	3
矿化度/(g/L)	310.03~418.54	263.84~413.38	342.30~407.01	271.00~354.15	342.64~343.95
K/(g/L)	16.36~30.53	17.37~47.81	12.31~16.99	12.50~16.20	23.92~25.45
Br/(g/L)	6.13~17.47	1.995~2.64		4.50~4.60	1.74~1.786
$K\cdot10^3/Cl$	63.80~117.04	68.20~208.80	53.30~66.80	53.40~94.40	118.66~126.10
$K\cdot10^3/\sum_{盐}$	41.90~74.30	42.20~123.40	34.70~41.90	35.20~59.20	69.81~74.08
∑Mg∑Cl	0.78~0.88	0.38~0.89	0.64~0.86	0.68	0.11
$Br\cdot10^3/Cl$	22.70~67.60	8.80~11.40		19.70~26.40	8.65~8.85
∑Na∑Cl	0.09~0.16	0.08~49	0.19~0.39	0.26~0.34	0.77~0.78
K/Br	1.30~2.60	6.50~22.40		2.50~3.70	13.72~14.26
水样类别及采样方法	钾石盐岩带内扩大炮眼喷出和渗出的卤水	炮眼钻进过程中钾石盐内渗出的卤水	从坑道揭露的粘土岩夹层中长期渗出的卤水	坑道过程中渗出的卤水	完井后循环井液,观察水色及计算迟到时间于井口采集

表 3 四川盆地三叠系 T_1j^4、T_1j^5盐系剖面已知钾镁盐矿物分布一览表

Table 3 Distribution schedule of the known minerals containing Patassium and Magnesium of Triassic T_1j^4 and T_1j^5 salt system profiles in Sichuan basin

层段	井名						
	中 1井	中 3井	中 5井	中 9井	大 15井	卧 54井	川红 81井
T_1j^5	无水钾镁矾 硫镁矾 钾石盐(?)	无水钾镁矾 硫镁矾 钾盐镁矾		无水钾镁矾 硫镁矾	硫镁矾	硫镁矾	无水钾镁矾 硫镁矾
T_1j^4			无水钾镁矾				

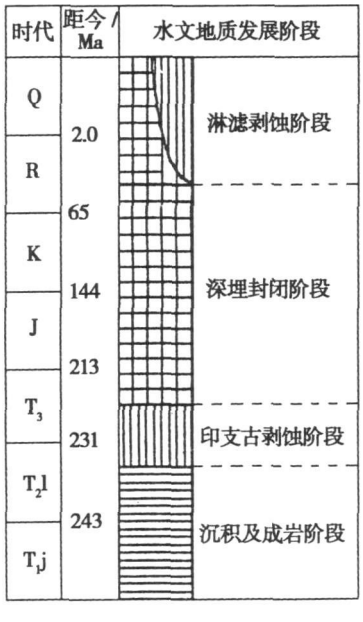

图 2 地下水水文地质阶段示意图

Fig. 2 Hydrogeology stage schematic diagram of groundwater

3.1 成盐、成岩阶段

该阶段有可能导致钾矿沉积的破坏,可从以下两个方面来考察:

(1)从盆地 T_1j^4、T_1j^5两成盐期在成盐过程中,台地在总的海退发展趋势下,仍不时与海水有所联系,然而这时重卤水并未逸散。T_1j^4和 T_1j^5各期卤水基本具持续浓缩特点,成盐发展旋回基本上是完整的(图 1)。但是在各成盐期之后,即 T_1j^4以后的 T_1j^{5-1}和 T_1j^5以后的 T_2l^{1-2}时,台地均发生一次较大规模的海侵,这两次海进时间之长,规模之大,对盆地沉积影响乃极为深刻和广泛。不仅普遍沉积了一套稳定的碳酸盐岩,同时对 T_1j^4和 T_1j^5石盐的 $Br\cdot10^3/C$数值也产生明显的影响。如 T_1j^4上部盐组石盐 $Br\cdot10^3/C$已超过 0.5,而 T_1j^5下部盐组石盐 Br

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

10^3 /C突然降低在 0.12 ~0.2左右, 说明 T_1j^{5-1} 是一次较广泛而影响深刻的淡化期。而 T_2l^{1-2} 的情况, 也基本类似。可见 T_1j^{5-1}和 T_2l^{1-2}的海侵作用有可能使成盐期高浓卤水逸散, 导致钾盐沉积条件的破坏;

(2)盆地 T_1j^4 和 T_1j^5 为多韵律组成的盐系剖面, 含多层杂卤石和菱镁矿。出现的杂卤石, 说明潮上盐湖在成盐过程中, 携入富含 $Ca(HCO_3)_2$和 $CaSO_4$ 的淡水与盐湖古卤水发生掺合作用, 使古卤水中的大量 K^+、Mg^{2+}离子在尚未到达成钾阶段时, 即以杂卤石形式先期析出。此外, 残留下来富含 K^+、Mg^{2+}的浓缩卤水, 在早期成岩过程中与先期生成的石膏发生交代作用, 形成浸染状杂卤石岩。这些杂卤石的形成, 消耗了盐湖古卤水中大量的 K^+、Mg^{2+}。我们曾对南充盐盆石盐及杂卤石的 Na^+、K^+量作过概略估算, 与正常海水 Na/K比较, 结果说明盐盆中的 K^+已基本被杂卤石耗尽 (表 4)。尽管这种概算由于参数不很准确, 粗略而难以置信, 但也能说明杂卤石耗 Mg^{2+}的数量仍然是可观的、不容忽视, 反映对成钾不利。而菱镁矿的出现, 据稳定同位素资料研究表明其形成于有淡水加入的盐湖环境中, 反映成盐期经历多次淡化, 对成钾不利。

表 4　南充盐盆石盐及杂卤石中 K、Na金属量概算表

Table 4　Budgetary estimate table of K, Na content of halite and polyhalite in Nanchong salt-bearing basin

盐类	参数							
	面积 / ($m^2 \cdot 10^8$)	平均厚度 / m	矿石出量 / 10^8 t	品位 /%	矿物量 / 10^8 t	K或 Na金属量 / 10^8 t	Na/K 正常海水	Na/K 南充盐盆
石盐	300	15	9 000	86	7 740	3 044.9	28.0	27.9
杂卤石	75	5	1 050	80	840	109.1		

3.2　古剥蚀淋滤阶段

中三叠世末, 盆地曾普遍上升为陆, 结束了海相成盐历史, 并遭受表生作用及渗入水的淋滤剥蚀。其中泸州隆起是印支运动上升剥蚀最强烈的地区, 使中下三叠系地层剥蚀层序最老, 依次向外剥蚀程度逐渐减弱, 地层由老而新呈穹窿状环带分布 (图 3)。据盆地印支期古构造研究, 泸州隆起在早中三叠世沉积过程中已逐步形成, 在嘉陵江期即有显示, 而后分异逐步明显, 到印支期才最终定型。古隆起构造极其平缓, 地层残留厚度幅差仅 200 m, 两翼倾角不足一度, 反映了古隆起以差异性上升为主的特点, 因而受构造应力作用强度控制的裂隙显然不太发育。同时由于盐系中膏层成层叠置, 渗入水主要沿碳酸盐岩层运移, 这对渗入水的深入及淋滤破坏起一定抑制作用。而这种渗入又因在地静压力作用下, 深部地下水向地形较高的剥蚀区排泄被阻滞, 使渗入水的深入淋滤破坏作用受到抑制。因此, 除古剥蚀时含盐系直接暴露地表的地段及邻近的地区外, 从总体看对盐类保存条件影响不算很大。

3.3　深埋封闭阶段

早中三叠世沉积后, 在印支期古剥蚀以后的地质历史中, 盆地又处于广泛的沉积时期, 上覆层逐渐加厚, 最厚达 5 000 ~7 000 m, 使下中三叠统膏盐层经历了一个地热缓慢增温、地静压力逐渐增大的过程。在高温高压下必将促使岩石发生后生变质作用。如地热增温使盐类物质中的结晶水脱水融溶而变质, 而地静压力则相应起着压缩蒸发岩体积和影响蒸发岩结构构造的作用。盆地 T_1j^4、T_1j^5 盐系中的硫镁矾、无水钾镁矾等矿物是原始盐类沉积中极为少见的高温相矿物[5], 应是地热变质及深埋压密作用下形成的产物。

严格地说, 盆地三叠系蒸发盐类无不经受这种高温、高压作用的变质改造。其中石膏的脱水变质作用应格外予以重视。众所周知, 盆地三叠系硬石膏分布极为广泛, 以 T_1j^4、T_1j^5 及 T_2l^4 含盐系为例, 硬石膏很厚, 所占岩比极大 (表 5)。这些硬石膏极大部分是石膏成岩后, 由于上覆层重压及地热增温作用脱水转化而成。据 H. 博歇特等研究, 当石膏转化为硬石

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

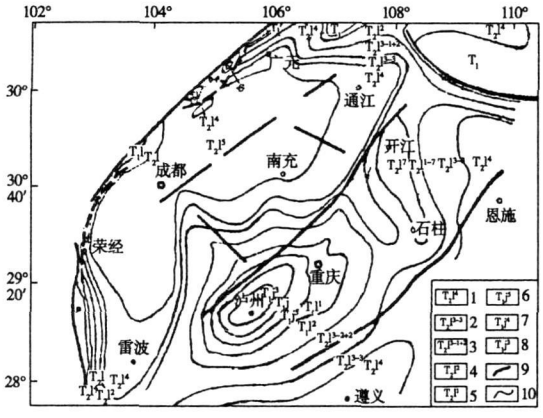

图 3 四川盆地晚三叠世前古地质略图

1. 雷口坡组四段; 2. 雷口坡组三段三亚段; 3. 雷口坡组三段二及一亚段; 4. 雷口坡组二段; 5. 雷口坡组一段; 6. 嘉陵江组五段; 7. 嘉陵江组四段; 8. 嘉陵江组三段; 9. 古断裂线; 10. 古地质界线

Fig. 3 Geological sketch pre-late-Triassic of Sichuan basin. 1. 4th member, Leikoupo formation; 2. 3rd submember, 3rd member, Leikoupo formation; 3. 2nd and 1st submember, 3rd member, Leikoupo formation; 4. 2nd member, Leikoupo formation; 5. 1st member, Leikoupo formation; 6. 5th member, Jialingjiang formation; 7. 4th member, Jialingjiang formation; 8. 3rd member, Jialingjiang formation; 9. palaeo-fracture line; 10. palaeo-geological boundary line

膏, 将有 48.6%体积的结晶水被释放, 这种脱出的结晶水不仅可能导致石膏本身被溶滤, 并且按"在 30 ℃时, 每 m^3体积石膏脱出水的饱和溶液, 还能完全溶解 0.080 75 m^3石盐, 或 0.54 m^3的光卤石, 或者把 0.81 m^3的光卤石转化为钾石盐"[6]。如按表 5所列硬石膏厚度推算, 在广泛的膏盐分布范围内石膏转化过程中至少应有 300余米的结晶水脱出, 其脱出的结晶水量及可能溶盐的数量则是十分可观的 (表 6)。这种结晶水所溶解的盐分, 在地下蒸发作用下, 一部分逐步干涸, 形成新的固相; 另一部分则有可能转入储卤层。这一点从盆地下中三叠统的含卤层及岩石特征可以得到证实。

(1)紧邻盆地最主要含盐系 (T_1j^4和 T_1j^5) 的 T_1j^{5-1}及 T_2l^{1-2}含卤层, 卤水矿化度多 > 200 g/L, Br 10^3/Cl值在 3~8之间, ∑Na/∑Cl一般在 0.93~0.98间。从表 7看出, 卤水 Br 10^3/Cl仅相当正常石盐析出阶段, 而 ∑Na/∑Cl则远高出正常海水, 显示出溶滤特征。在长期深埋封闭条件下, 水交替极为缓滞的沉积水分本区, 这一特点应是蒸发岩压密脱出水掺合的结果。从实验得知, 两种不同成因水的混合, 其盐类组分含量及比值依混合比例以直线形式变化于两原始组分之间。如果设想石膏溶滤部分盐类的脱出水, 其 ∑Na/∑Cl为 1, 而原始卤水仅以正常海水在石盐析出前的最高值 0.87计,

表 5 四川盆地主要含盐系硬石膏厚度及岩比

Table 5 Anhydrite thickness and composition ratio of major salt-bearing series in Sichuan basin

含盐系	白云岩		硬石膏		石盐		备注
层 段	厚度/m	岩比/%	厚度/m	岩比/%	厚度/m	岩比/%	
T_2l^4	85.50	18	257.6	54	136.9	28	石盐中包括杂卤石
T_1j^5	40.94	30	60.7	44	36.15	26	石盐中包括杂卤石
T_1j^4	37.57	20.5	89.5	49	55.8	30.5	

表 6 石膏脱水的体积及所能溶解的石盐和光卤石数量

Table 6 Water volume from the dehydration of gypsum and the volume of halite and carnallite that can be dissolved

含盐系 层 段	硬石膏层厚度/m	推算原始石膏层厚度/m	石膏释放出水的体积 (以剖面上厚度计)/m	30 ℃时可溶解石盐的体积 (同左, 以厚度计)/m	可溶解的光卤石的体积 (同左, 以厚度计)/m	30 ℃时可能被钾石盐交代的光卤石的体积(同左, 以厚度计)/m
T_2l^4	257.6	414.7	201.5	16.3	108.8	163.2
T_1j^5	60.7	97.7	47.5	3.8	25.7	38.5
T_1j^4	89.5	144.1	70.0	5.7	37.8	56.7

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 7　盆地 T_{1j}^{5-1}及 T_{2l}^{1-2}卤水与海水浓缩过程中 Br×10^3/Cl及 ∂Na/∂Cl的变化比较表

Table 7　Comparison of Br×10^3/Cl and ∂Na/∂Cl between T_{1j}^{5-1} and T_{2l}^{1-2} brine in Sichuan basin and seawater in the concentration process

地化系数	浓缩阶段				盆地 T_{1j}^{5-1}及 T_{2l}^{1-2}含卤层
	正常海水	石盐开始析出	$MgSO_4$开始析出	钾盐开始析出	
Br×10^3/Cl	3.4	5.5	14.1	21.0	3～8
∂Na/∂Cl	0.87	0.79	0.39	0.15	0.93～0.98

则两者的混合比例至少也应为 1∶1或更高, 才能达到目前 T_{1j}^{5-1}和 T_{2l}^{1-2}卤水 ∂Na/∂Cl的比值, 这就足见脱出水的水量及影响之大。

(2) 在与蒸发岩紧密相邻的碳酸盐地层中, 显微镜下往往可见硬石膏明显的次生现象。如硬石膏交代白云岩、石膏发育于白云岩溶孔中以及硬石膏由微晶转变为亮晶, 硬石膏沿裂隙充填交代白云岩等等, 这些现象显然是相邻石膏层经淋滤再析出的结果。

综上可以认为, 石膏转化为硬石膏, 是深埋封闭阶段最重要的后生变化, 是该时期导致固相盐类转入液相及使 "沉积卤水" 表现后退变质特点的首要因素, 对盐类保存条件的影响是很深刻的。

3.4　再次剥蚀淋滤阶段

构造变动强烈的四川运动 (喜马拉雅运动) 在盆地形成了一系列褶皱和断裂, 不仅改变了三叠系膏盐层的原始埋藏条件, 而且水动力条件也发生了相应的变化, 表现在水动力及水化学特征上具有明显的分带性, 盐类物质的保存条件也随埋藏条件的不同存在着地区性差异。

(1) 在当地侵蚀基准面以上, 褶皱强烈的高背斜轴部, 三叠系膏盐层裸露区。含盐系直接遭受大气降水和地表水垂直渗入和水平运移的冲刷淋滤, 普遍遭到破坏而角砾岩化, 氯化物盐类已无保存的可能。

(2) 在当地侵蚀基准面以下的高背斜区, 由于构造及埋藏条件的不同存在着地区性差异: ①华莹山褶皱带地区。褶皱强度大, 构造裂隙发育, 轴部出露地层老, 因此浅层淡水下循环深, 冲刷强烈, 构成了盆地内的低矿化 (一般 <2 g/L) 温热水 (30 ℃～47 ℃) 分布区, 水型为 SO_4-Ca型, 水流量普遍较大。表明地下水向纵深循环深度较大, 水交替通畅, 对盐类矿床保存不利。②盆地东部的背斜区。为一系列北东向狭长的紧密褶皱。在河流横切背斜的低点, 广泛出露 Cl-Na型的温热泉, 水温略低于华莹山褶皱带地区。部分水点含钾较高。反映背斜邻近地区氯化物盐区遭到淋滤破坏; 另一方面则反映在浅部一定范围内尚可能有氯化物盐类存在, 相对较华莹山褶皱带的保存条件较好。

(3) 宽缓向斜及低背斜区。含盐系在深埋条件下, 不存在渗入水直接淋滤的可能。地下水主要受地静压力控制, 运移缓滞, 因此是盐类物质保存较好的地段。但仍需指出, 盆地三叠系各层卤水对氯化物盐, 尤其是对易溶含钾盐类来说, 仍然是不饱和的, 特别是在有构造裂隙将卤层与盐层沟通的情况下, 卤层水对氯化物盐的溶滤不容忽视。因此在向斜深部地区保存条件普遍较好的背景下, 还应注意局部构造裂隙沟通卤层与氯化物盐层联系的可能性。

4　小　结

总合上述, 盆地经历的 4个主要地质—水文地质发展阶段, 均有不同的地质作用对盐类物质的保存施加影响:

(1) 早中三叠世成盐时期浓缩的古卤水, 因淡水的掺杂, 形成大量杂卤石, 先期耗去了古卤水中的 K^+、Mg^+。而成盐期后的广泛海侵, 又导致高浓缩卤水的逸散, 这都是形成易溶钾盐的不利因素;

(2) 印支期的古剥蚀, 由于古构造以上升为特征, 构造应为作用不强, 抑制了古淋滤水的深入。盐类物质的破坏, 主要反映在浅部及上升较剧烈的泸州古隆起附近;

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnk

(3)印支—四川运动期间的深埋封闭阶段,由于受地热及地静压力作用,导致石膏等含结晶水的盐类脱水变质,并携带部分盐类转入液相;

(4)四川运动以来的再次剥蚀淋滤阶段,强烈褶皱变形的高背斜,由于掺入水逐步深入淋滤破坏,水交替强烈,使浅部盐类保存较差,呈角砾岩化;低背斜及宽缓向斜,盐类保存条件相对较好。

总之,从客观上看,四川盆地三叠系盐类保存条件存在诸多不利因素,说明值得深入具体地进行研究。随着工作的深入在华莹山北段当地侵蚀基准面以上,除见石膏外还发现相对易溶的杂卤石;以东北宣汉发现具有溶滤固相钾盐特征的富钾卤水;南充盐盆 T_1j^4、T_1j^5 石盐的 $Br\times10^3/Cl$ 高达 0.44~0.5,最高的可达 0.61,并已发现无水钾镁矾、钾盐镁矾等矿物;甚至面积极小的自贡盐体,其盐溶水也反映存在硫镁矾及钾盐镁矾之类的矿物[7],这些又是成盐(钾)和保存条件有利的显示,说明目前工作程度远远不足,研究尚待深入。而在今后工作中应把成钾条件及保存条件研究同等重视起来,在掌握普遍特征的基础上,着重差异及特殊性的研究,才有可能对四川盆地三叠系找钾前景作出比较确切的评价。

参考文献:

[1] 林耀庭.溴的地球化学习性及其在四川找钾工作中的应用[J].化工矿产地质,1995,17(3):175—181.

[2] 林耀庭,姚有成,康正华,等.四川宣达盐盆富钾富矿卤水地球化学特征及资源意义研究[J].盐湖研究,2004,12(1):8—18.

[3] 林耀庭,陈绍兰.油气勘查中兼找钾矿是加速我国找钾工作的有效途径[J].盐湖研究,2007,15(3):1—6.

[4] 林耀庭,李敏军.论四川盆地海相三叠系气田地层水水动力驱动条件及对水资源分布的控制[J].盐湖研究,2002,10(3):5—12.

[5] 林耀庭,何金权.四川华莹山浅层杂卤石钾砂地质特征及其成因意义[J].化工矿产地质,2004,26(3):145—149.

[6] 博歇特 H,缪尔 RO.盐类矿床——蒸发岩的成因、变质和变形[M].袁见齐译.北京:地质出版社,1976.

[7] 林耀庭,谢家成.自流井构造盐体成盐模式及找盐成钾的研究[J].中国井矿盐,1998,29(4):6—10.

Significance of Salts Preservation Condition Research on Finding Potassium of the Triassic in Sichuan Basin

LIN Yao-ting, XU Zu-lin

(The No. 2 Geological Team of Southwest Bureau of Petroleum, Chengdu 644811, China)

Abstract: Brine concentration degree was high at salt formation stage of T_1j^4, T_1j^5 of the triassic in Sichuan Basin, and it had reached the stage of the deposition of potassium salt; however, potash ore layers have never been found. T_1j^4 and T_1j^5 salts underwent four stages: deposition and formation, denudation and leaching, deep buried, and secondary denudation and leaching, that probably resulted in the destruction of solid phase salts and potash ore layers. Therefore, it is very important for us to research the salts formation period and preservation condition.

Key words: Paleolake brine concentration degree; Salts preservation condition; Deposition and salts formation; Denudation and leaching; Deep buried; Triassic; Sichuan Basin

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net