

西南地区三叠系盐矿床 类型及分布规律^①

THE SALINE DEPOSIT TYPE OF THE TRIAS AND ITS DISTRIBUTIONAL REGULARITY IN THE WESTSOUTHERN OF CHINA

蔡 本 俊

(中国地质科学院 地质力学研究所)

内容提要 本文阐述了我国西南地区三叠系的含盐层位、盐矿床类型、分布规律,同时结合中新世代构造-岩浆演化特点、成盐条件及找矿标志,探讨了该区三叠系找钾方向和前景。

前 言

三叠纪是我国南方重要成盐时期之一。已知从长江中下游经鄂西、陕南、黔北、川、滇至藏东的广大地区内,都有三叠系蒸发岩分布,其中尤以西南地区最为发育。西南区三叠系的盐类矿产十分丰富,是我国盐—化工业生产利用的重要资源和基地。

西南区三叠纪蒸发沉积,是伴随着华南古地中(特提斯)海的大规模海退而发生的^①,其沉积的古地理环境和古构造条件均较复杂,在成盐后又经历了不同程度的改造(构造、岩浆)。因此,对三叠纪蒸发沉积条件和后期改造条件的研究,不仅具有理论意义,而且也有探索找矿远景的实际意义。

西南区三叠系盐矿床的研究,具有较长的历史,但多限于四川地区。盐都自贡具有悠久的盐业开发历史,解放前有丁文江、李悦言、袁见齐等教授,对四川盐矿进行过调查研究;解放后有许多单位对四川三叠系盐矿地质进行了较深入的工作。如成都地矿所、中国地质大学、地矿部第二地质大队、轻工部自贡盐业地质钻井大队等。

作者从盐类矿床沉积条件和后期改造条件的特点出发,探讨了西南地区三叠系盐矿床的分布规律和找矿远景。

一、三叠系含盐层位^②

西南三叠系含盐层位较多,包括有下三叠统嘉陵江组二段(T_1j^2)、嘉陵江组4—5段一

① 本成果系国家自然科学基金85029项目的专题报告内容,专题报告于1988年12月提交项目研究组。

② 西南地质科学研究所,西南地台区海相三叠系成盐条件及找钾方向研究,1977。

中三叠统雷口坡组一段 ($T_1j^{4-5}-T_2l^1$)、雷口坡组三段 (T_2l^3)、雷口坡组 4 段 (T_2l^4)、中三叠统白山组 (T_2b) (相当于天井山组)、上三叠统甲丕拉组 (T_3j)、波里拉组 (T_3b) 及三合洞组 (T_3s)。各含盐组段的岩相特征及其分布情况简述如下:

1. 下三叠统嘉陵江组二段

该段是三叠纪盐类沉积最早的一个阶段,海水浓缩程度相对较低,该组段地层中主要有石膏和硬石膏、局部见有薄层岩盐。

该段的石膏、硬石膏和岩盐均与白云质碳酸盐岩有关,含膏盐岩系厚度可达 100—180m,分三个旋回,其中石膏和硬石膏层厚度可达 60—70m,主要分布在四川盆地和黔北地区,面积约 16 万 km^2 ;石盐沉积则较局限,仅在利川建南地区有薄层岩盐发现,厚度约 1.25m。

2. 嘉陵江组四、五段至雷口坡组一段

这段地层是三叠系重要含盐层位之一。已知在四川盆地、陕南和黔北等广大地区内发现有石膏及硬石膏矿层,局部有天青石、重晶石。在四川盆地有岩盐广泛分布,其中在川南、川中、川东等区还发现有杂卤石层。

本含盐段地层按岩性组合可分 2 个成盐旋回,含盐段地层总厚度达 200—400m;其中硬石膏最大厚度达 150—200m,分布面积约 37 万 km^2 ;岩盐最大厚度约 80—132m,分布面积约 3 万—4 万 km^2 ;杂卤石厚度 0.几 m—40m,面积约 2 万—3 万 km^2 。硬石膏、岩盐、杂卤石的分布在平面上具有环带特点;在垂向上杂卤石多在成盐旋回的中上部。本含盐段内盐层最发育的地区是川中和川东。

本段地层含岩盐比例较高,占 26—34.09%, $\text{Br} \times 10^3/\text{Cl}$ 值达 0.25—0.61,并有杂卤石和少量无水钾镁矾等产出,说明原始海水咸化程度较高,已达 (接近) 钾镁盐沉积阶段。

3. 雷口坡组三段

雷口坡组三段的含盐沉积,主要分布于泸州—开江古隆起以西地区,即川中和威远西等地,该含盐段岩石主要由灰岩、硬石膏、岩盐组成,白云岩较少,可分为三个沉积旋回。含盐岩系总厚度达 350—400m,其中硬石膏最大厚度约 40—50m,分布面积约 8 万 km^2 ;岩盐层最大厚度为 151m (中 4 井),岩盐在川中地区最发育,其厚度一般达 50—120m,面积约 2.2 万 km^2 ,威远西地区岩盐层厚度一般为 15—20m,最大厚度为 45m,分布面积约 900—1000 km^2 。

本含盐段虽岩盐厚度大,岩盐比亦大,但未发现其它钾镁盐矿物,同时石盐中 $\text{Br} \times 10^3/\text{Cl}$ 值一般偏低,约 0.1—0.16。说明沉积阶段海水咸化程度不太高,可能为石盐沉积早 (中) 期阶段。

此层位在利川地区建 7 井见有岩盐层,厚度仅几米,在万县峰 4 井亦有岩盐显示。

4. 雷口坡组四段

雷口坡组四段亦是三叠系重要含盐层位之一,已知有硬石膏、岩盐和杂卤石等沉积。其分布主要在川西 (成都) 和川中 (盐亭—蓬安一带),其中以川西最发育,除有硬石膏、岩盐外,还有杂卤石;川中则以硬石膏为主,夹薄层岩盐 (厚度 $< 10\text{m}$)。

川西地区本含盐段主要由菱镁矿、白云岩、硬石膏、岩盐、杂卤石等组成,可分三个

旋回。盐系总厚度达450—645m,其中硬石膏层厚度可达257—395m,分布面积约3万—4万km²;岩盐层厚度可达100—123m,分布面积约1万km²;杂卤石层厚度为14—20m,其分布面积不详。

川西地区雷口坡组四段,岩盐层厚度较大,菱镁矿较厚,杂卤石亦较发育,食盐的 $Br \times 10^3 / Cl$ 值为0.22—0.37,表明其咸化程度较高,已达到钾镁盐类矿物沉积阶段。

5. 中三叠统白山组

白山组含盐段是近几年新发现的含盐层位,已知有石膏、硬石膏、岩盐和少量钙芒硝,主要分布于凉山州盐源地区。盐系地层由白云质灰岩、白云岩、石膏、硬石膏和岩盐组成。盐层因后期构造挤压变形强烈,常以穹隆和盐丘状构造产出,形成巨厚的盐丘体,盐层垂向视厚度达700—800m以上。盐体内部层序不清,白云岩和硬石膏夹层分布零乱、相邻钻孔亦极难对比。该含盐层位的层序、岩相变化和分布等情况,均有待今后进一步研究。

6. 上三叠统

上三叠统蒸发岩在藏东、滇西地区有所发现^[2],主要有石膏,其次有卤水、岩盐、重晶石等。该区地质工作程度很低,现有资料均为矿点踏勘性质。现简述于后:

藏东地区上三叠统石膏发育,分布较广泛,在恩达、昌都、察雅、芒康等区均有发现,岩盐、卤水在芒康盐井一带发现。

藏东地区上三叠统膏盐沉积,产于两个层段,即甲丕拉组和波里拉组。甲丕拉组的膏盐层产于该组的中下部,与红色、杂色碎屑沉积和白云质碳酸盐岩有关,含膏盐系总厚度达490—600m以上。其中石膏层厚度达50—70m,含盐层(含盐砂页岩)达370m,主要分布于芒康盐井地区。

波里拉组主要有石膏,产于该组下部。石膏多与白云岩共生,部分与红色碎屑岩有关。石膏层厚度可达几十—120m。主要分布于恩达、昌都、察雅、芒康、江卡和小昌都等地。现将芒康地区上三叠统含膏盐系地层剖面介绍于后:

I. 芒康盐井区甲丕拉组(T_3j)含盐段剖面

上覆地层:波里拉组(T_3j)灰岩夹石膏

甲丕拉组(T_3j)

- | | |
|---------------------|-------|
| 7. 火山岩 | 700 m |
| 6. 红色砂页岩、底部砾岩 | 650 m |
| 5. 白云质灰岩、石膏 | 110 m |
| 4. 紫红色砂岩、泥岩夹凝灰岩 | 470 m |
| 3. 含盐段: 上部含盐砂岩、泥岩互层 | 216 m |
| 中部杂色泥岩夹砂岩 | 77 m |
| 下部红色含盐砂岩、泥岩互层 | 166 m |
| 2. 杂色砂岩、泥岩互层 | 195 m |
| 1. 灰色砂岩、黑板岩互层 | 140 m |

II. 芒康小昌都地区波里拉组(T_3b)含膏段地层剖面(自上而下)

- | | |
|------------|-------|
| 13. 灰岩、白云岩 | >15 m |
| 12. 火山岩 | 4 m |

11. 石膏岩	9.3m
10. 灰岩夹页岩和薄层石膏	15m
9. 石膏岩夹薄层灰岩	61m
8. 黑色灰岩夹石膏	10m
7. 石膏岩, 上部夹白云岩	30m
6. 黄绿色夹紫色泥岩	100m
5. 石膏岩夹黑色页岩	106m
4. 黑色硅质灰岩及硅质页岩	12m
3. 火山砾岩	30m
2. 黑灰色泥质白云岩	2m
1. 石膏岩夹硅质灰岩	4m

—— 整 合 ——

下伏地层: 甲丕拉组 (T_3j) 火山岩

据研究, 滇西上三叠统三合洞组亦是含蒸发岩的层位, 已知有盐溶角砾岩广泛分布, 石膏在许多地点被发现: 如云龙锁里桥, 兰坪金顶、维西石膏坡、康普、样不、次角、德钦若巴、南左、里任卡、红陂等地的石膏; 此外, 洱源乔后井和剑川弥沙井的岩盐矿床, 其层位亦很可能属于上三叠统。

二、三叠系盐矿床类型

西南区三叠系盐类矿床, 多与海相碳酸盐岩系有关, 根据其物质组成和地质条件之不同, 可分为以下几类:

1. 天青石—重晶石矿床

已知这类矿床(点)主要分布于合川—江津一带。含矿层位属下三叠统嘉陵江组四段, 天青石、重晶石或单独组成矿床, 或二者共生产出。含矿层由白云质灰岩、白云岩、天青石—重晶石、石膏等组成。矿层主要产在碳酸盐岩向硫酸钙沉积的过渡带。矿体呈似层状、透镜状及脉状。矿石成分主要有重晶石或天青石, 其次有钡天青石、菱锶矿, 伴生矿物有白云石、方解石、菱镁矿、石膏、硬石膏、萤石、黄铁矿、石英、粘土及有机质等。矿石构造有块状、条带状、条纹状、网脉状、晶洞状等。

根据矿床地质特征表明, 这类矿床具有沉积和次生淋滤改造性质。如合川盐井乡干沟的天青石矿床、产于下三叠统嘉陵江组四段、白云岩、盐溶角砾岩层段内; 江津环山子、刘家沟、上槽的重晶石矿产出条件与干沟天青石矿床基本相似。

2. 石膏—硬石膏矿床

该类矿床分布广泛, 而且产出层位较多, 规模巨大。石膏与硬石膏往往紧密共生, 一般近地表(浅部)淋滤带内以石膏为主, 向深部地段硬石膏逐渐增多。矿层与白云岩、白云质灰岩、或盐溶角砾岩等共生, 矿体呈层状、似层状、大透镜体状, 矿层数量较多, 一般主矿层有2—3层, 次要矿层几—十几层, 矿层厚度不等, 一般为几—几十米, 最大厚度可达450m。矿石质量较好。

三叠系石膏—硬石膏产出层位较多, 主要含膏层位有下统嘉陵江组四—五段至中统雷

口坡组一段和四段；其次是嘉陵江组二段、雷口坡（巴东）组二—三段和上三叠统甲丕拉组和波里拉组和三合洞组。

嘉陵江组四—五段至雷口坡组一段石膏及硬石膏矿分布广泛，包括四川盆地、陕南、黔中等地区。重要的矿区如广安谢家槽（图1）、江津石龙峡、陕南西乡、镇巴九阵坝、贵州贵阳平坝、普定三块田、水城阿扎苏盐井坝等，石膏及硬石膏层厚度30—380m。

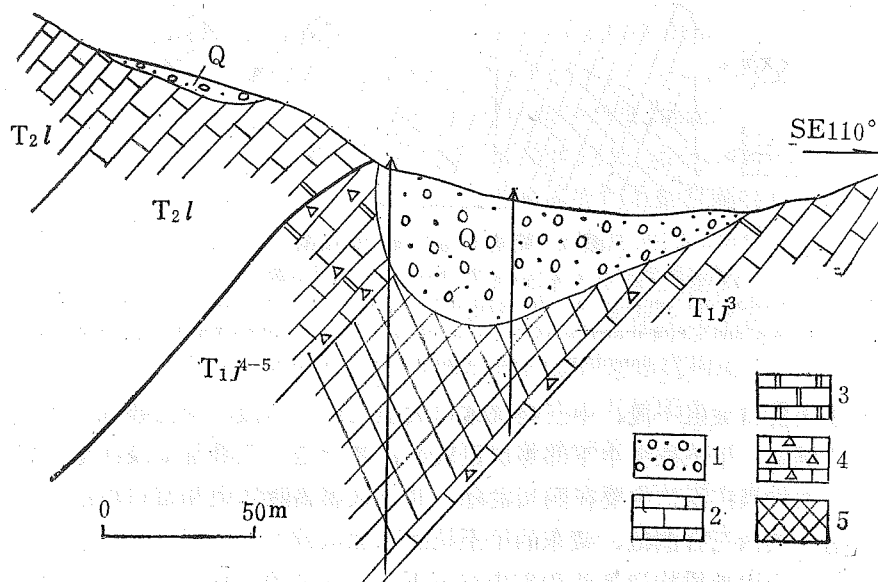


图1 广安谢家槽石膏矿地质剖面图

1—残坡积物 (Q); 2—5下中三叠统 (T_1-T_2): 2—灰岩; 3—白云岩; 4—盐溶角砾岩; 5—石膏及硬石膏

Fig. 1 The geological section of the gypsum deposit in the Xiejiacao of Guangan county

1—cluvium and slope materials (Q); 2—limestone; 3—dolomite; 4—dissolved halogen brecciated rocks; 5—gypsum and anhydrite

雷口坡组四段石膏及硬石膏矿主要分布于川西地区，典型矿床如峨嵋大为（图2）、康定五大寺、拉角沟、前溪等，矿层厚度达100—427m。

次要含膏层位：嘉陵江组二段的石膏矿主要分布于四川盆地东部及黔北地区，其厚度由几—30m；雷口坡（巴东）组二—三段的石膏矿主要分布于四川盆地，大致以开江—垫江一线为界，以西为碳酸盐岩相区，石膏厚度为几—几十米；以东属红色碎屑岩夹碳酸盐岩相区、石膏层厚度几—30m。

此外，在藏东和滇西地区亦发现有很厚的石膏沉积，其时代属晚三叠世，如芒康盐井、江卡、察雅共油、达普、昌多年缺农、昌都卡绕气冈、云南维西康普、云龙锁里桥、金顶、弥度金山等、石膏层厚度几—450m。但研究程度甚低。

3. 岩盐矿床

三叠系的石盐沉积相当发育。在几个层位内均有产出，其中以下三叠统嘉陵江组四—

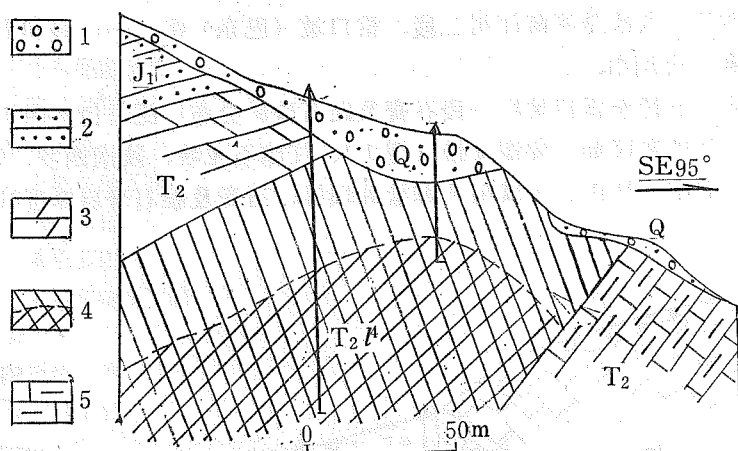


图 2 峨眉大为石膏矿剖面图

1—残坡积物 (Q); 2—侏罗系砂岩 (J₁); 3—白云岩 (T₂L); 4—石膏及硬石膏 (T₂L⁴); 5—泥质石灰岩 (T₂L)

Fig. 2 The geological section of the gypsum deposit in the Dawei of the Emei county

1—cluvium and slope materials (Q); 2—sandstone (J); 3—dolomite; 4—gypsum and anhydrite rocks; 5—micritic limestone.

五段, 中三叠统雷口坡组一段、中三叠统雷口坡组三段、四段, 中三叠统白山组中上部 and 上三叠统三合洞组、甲丕拉组中下部等层段较好, 其次是下三叠统嘉陵江组二段。岩盐矿在空间上的分布相当广泛, 主要在四川盆地, 其层位属嘉陵江组和雷口坡组; 其次是盐源地区为白山组、滇西三合洞组、藏东的甲丕拉组含盐层位。

根据岩盐矿产出地质构造条件和矿床特征不同, 可分为层状岩盐矿床和盐丘状岩盐矿床。

I. 层状岩盐矿床

这类矿床主要产于构造相对较稳定的四川盆地内, 如川中、川西 (南) 和川东等区。矿床受后期构造活动的影响不太强烈。盐层和围岩之间基本上还保持着较稳定的正常层序关系。岩盐矿体呈层状、似层状。含盐地层剖面结构具正常沉积的韵律层序: 碳酸盐岩—硬石膏—岩盐—硬石膏—碳酸盐岩。盐系地层往往有多旋回的特点、岩盐层的数量较多, 由几层到几十层组成, 但一般单层厚度较薄, 0.几—几米, 部分地区亦有厚盐层产出, 其单层厚度可达70—80m以上。岩盐层总厚度最大可达200m。

岩盐矿石质量一般较纯, 成分比较简单, 主要是石盐 (60—90%), 其次是硬石膏、碳酸盐 (菱镁矿、白云石)、泥质物。在部分地区和层段还含有较多的硫酸盐类矿物, 如杂卤石、硫镁矾等, 矿石以块状、条带状构造为主, 中粗粒, 甚至巨晶结构。

四川盆地三叠系岩盐矿床分布广泛, 但大多数矿床 (点) 埋藏较深, 达2500—3000米以上。因此, 多数矿床 (点) 的工作程度较低, 多为油、气普查勘探发现, 未做岩盐的勘探评价工作, 只有少数矿区进行过岩盐矿床的详查—初勘工作, 如威远西岩盐矿田的长山、罗城、马踏等区先后做过详查—初勘评价。

威远西岩盐矿田位于威远背斜构造以西地段, 垮越荣县、井研、犍为、五通等县 (市) 范围, 其分布面积约1000km²、岩盐层深埋于地下约1100—2000m, 岩盐层产于中三叠统雷口坡组三段、岩盐矿体为稳定的层状矿体, 厚度一般为15—20m, 局部可达40m, 岩盐

与硬石膏、白云质灰岩共生,矿石质量较纯,NaCl含量达85—95%。威远西岩盐矿床是四川主要的盐矿生产基地,其盐卤主要供自贡、五通桥各盐、化工厂使用。

II. 盐丘型岩盐矿床

这类矿床是盐层的特殊构造变形体,也是三叠系岩盐矿床的一种新类型。1979年由轻工部自贡市盐业地质钻井大队,首先在盐源盐井沟发现^[4],以后攀西地质队又在黑盐塘矿区发现。

这类矿床常产于短轴背斜或穹隆构造部位、地表可见盐溶角砾岩、次生石膏、盐泉、盐霜等含盐标志。其原始含盐层位属中三叠统白山组中上部(约相当于四川盆地的天井山组)。由于后期构造活动的挤压,使盐层发生强烈的塑性流变,向上穿刺而成为丘状盐体。如盐井沟矿床(图3),据物探和钻探资料证实,其盐体呈长1.5—1.7km,宽1—1.3km、厚约0.8—1.2km的椭圆形柱状体,盐体与围岩关系具有明显的穿刺特征,盐层已切穿白山组上段和下博大组地层,据推算盐体穿刺运移的垂向距离达1000m以上,盐体内部和矿石的沉积层理已极不明显、盐体中的碳酸盐岩和硬石膏、石膏夹层的分布亦很零乱,相邻钻孔间也无法对比。矿石成分简单、主要是石盐、其次有含量不等的硬石膏、碳酸盐岩、钙芒硝的团块、角砾和碎屑,矿石构造主要是块状构造、角砾状构造、斑块—斑点状构造,石盐为变晶和变斑晶结构,变斑晶具定向排列特点,在硬石膏—碳酸盐岩夹层中常见柔皱构造和纹层状构造。此外,硬石膏角砾有时具构造挤压扭曲的“∞”字形构造。上述特点表明含盐地层遭受了后期构造强烈的挤压改造。这类盐矿床矿石品位较高,质量较好,NaCl一般为70—85%,最高含量可达95%以上。CaSO₄为4—8%,水不溶物(主要是碳酸盐类)8—20%。

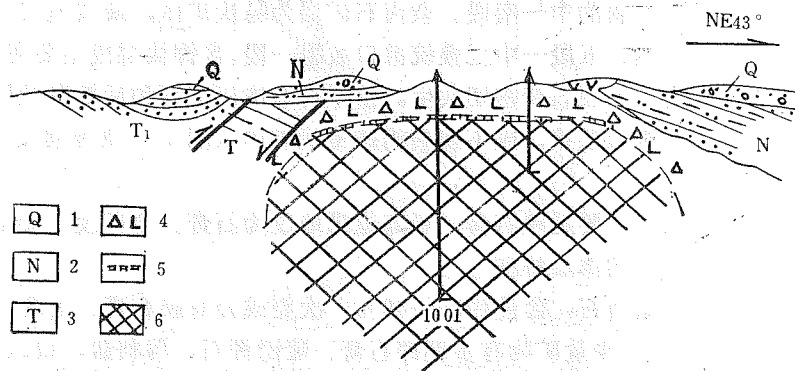


图3 盐源盐井沟岩盐矿床地质剖面图(据盐业地质钻井大队)

1—第四系(Q); 2—新第三系(N); 3—三叠系(T); 4—盐溶角砾岩; 5—石膏; 6—岩盐

Fig. 3 The geological section of the rock salt deposit in the Yanjinggou of the Yanyuan county

1—Quaternary system(Q); 2—Neogene system(N); 3—Triassic system(T); 4—dissolved halogen brecciated rocks; 5—gypsum; 6—rock salt.

4. 杂卤石矿床

三叠系杂卤石沉积主要分布于四川盆地。1963—1964年首先在自贡、卧龙河等地发

现,以后陆续在川中、川西、万县、华蓥山等区又有所发现,其产出层位有二:一是嘉陵江组四—五段—雷口坡组一段、二是雷口坡组四段。前者分布于自贡、川中和川东地区;后者分布于川西地区。

杂卤石沉积产于主成盐旋回的中上部,常与硬石膏、石盐、菱镁矿等共生。含杂卤石岩段内石盐的 $\text{Br} \cdot 10^3/\text{Cl}$ 值较高,达0.35—0.6。表明原始海水咸化程度较高,局部地段还发现有少量的钾盐镁矾、无水钾镁矾、硫镁矾、多钙钾石膏、硫锶钾石等钾、镁盐矿物。杂卤石常为多层产出,并与硬石膏或硬石膏—石盐呈互层,单层厚度0.几—几米,最大总厚度可达几十米。

四川盆地的杂卤石虽分布较广,但多数矿点都埋藏较深,达1000—3500m,且多在2500m以下。它们实际上尚无现实的经济价值。1983年春,四川建材公司一队,在渠县农乐勘探石膏矿床时,偶然在硬石膏层中发现了浅部杂卤石钾矿层,其埋深仅100—400m,它具有实际的经济价值和理论意义。

农乐杂卤石矿床,位于华蓥山背斜北倾没端,该背斜是川东褶皱区最西面的一个线形褶皱构造,背斜轴走向为 $\text{NE}20^\circ-30^\circ$,两翼产状不对称,其西翼较陡,倾角约 $50^\circ-70^\circ$,东翼较缓,其倾角为 $25^\circ-45^\circ$,华蓥山背斜核部出露地层为古生界,其轴部主要为三叠系,两翼至向斜为上三叠统一侏罗系。

农乐矿区位于华蓥山背斜北倾没端轴部,矿区出露地层有中三叠统、上三叠统、矿区范围内有三个次级小型短轴背斜,由南向北分别称为上林家院背斜、偏崖子背斜泥和凉水湾背斜、三个次级背斜互相间呈左行斜列,并具等间距分布特点,其间距约1km。短轴背斜轴向约有偏转和扭曲,呈 $\text{NNW}330^\circ-350^\circ$ 展布,与华蓥山主背斜轴之间有明显的交角。短轴背斜特点是中段特别膨大,向两端急速变窄且下倾。杂卤石矿床的主矿体,产于中间一个短背斜—偏崖子背斜的中—南段。杂卤石矿层为隐伏矿体,最浅埋深约95m,其层位属下三叠统嘉陵江组四、五段—中三叠统雷口坡组一段,含钾盐层段主要在“绿豆岩”^①层的附近,以上部为主。与硬石膏密切共生。由于构造挤压变形和后期淋蚀使矿体形态复杂化。初步认为是不规则似层状,或不规则的透镜状矿体(图4),其厚度变化较大,由0—40—50m。

杂卤石矿层的围岩主要是硬石膏、局部边缘地段为石膏。含矿段主要由杂卤石和硬石膏互层组成,具有明显的韵律层特征。

矿石成分主要是杂卤石,含量约50—80%,次要成分有硬石膏、石膏、菱镁矿及粘土质(伊利石、蒙脱石),少量矿物有多钙钾石膏、硫锶钾石、泻利盐、白云石、黄铁矿等。矿石呈块状、纹层状、条带状、斑块状、浸染状、脉状等构造,其结构主要有微晶粒状、放射状、纤维状结构,其次有交代残余结构。矿石品位较低, K_2O 含量几—14%。

农乐杂卤石钾矿床具有沉积—改造的特征。杂卤石虽然主要与硬石膏共生,但根据菱镁矿指数较高,以及四川钾盐队60年代中期施工的华2孔内曾发现有石盐薄层等事实,可以认为杂卤石形成时海水具有较高的含盐度,至少已达到或超过了 NaCl 沉积阶段。后期的改造主要与构造变形变质和淋蚀保存条件有关。

① 火山凝灰岩,具有绿豆状结构。

总之, 农乐杂卤石矿床是一个具有自己特色的钾盐矿床。对其形成条件的研究还是很初步的。从实践和理论两个方面考虑, 加强农乐杂卤石矿床的研究都是很有必要的, 也是很有价值的。

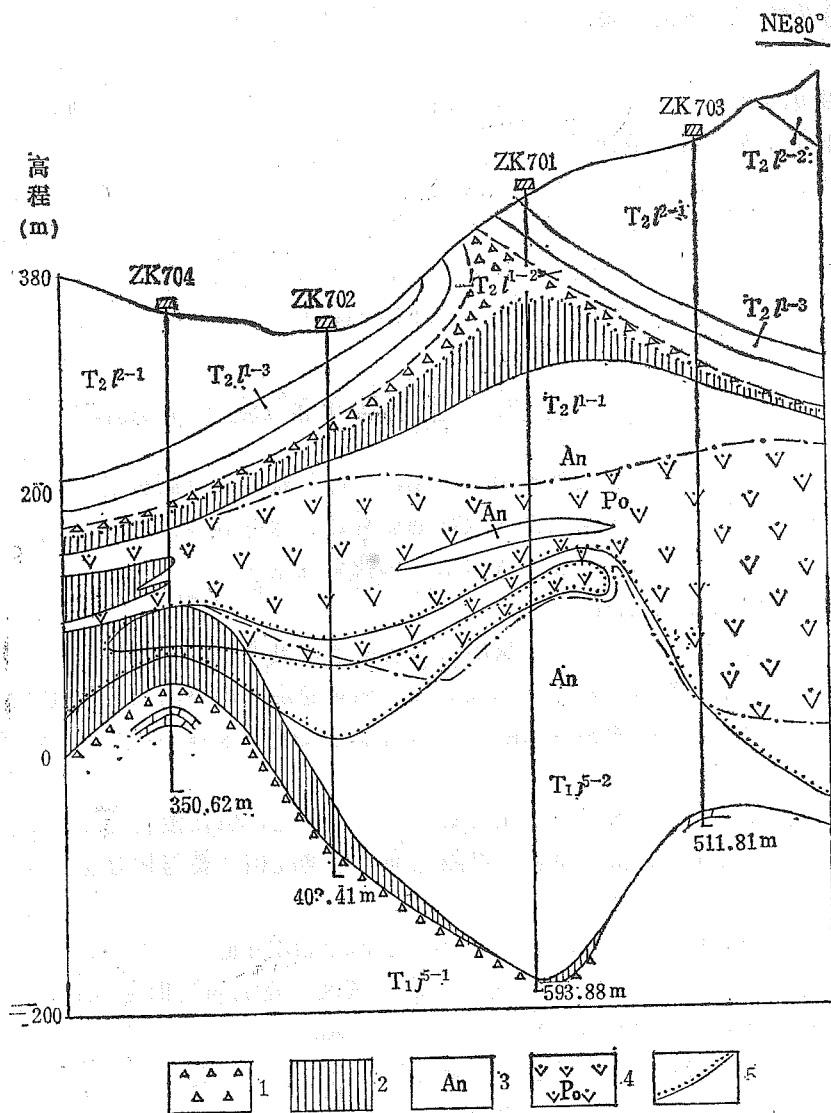


图4 渠县农乐石膏—杂卤石矿床Ⅶ—Ⅶ'剖面图

(据川建公司一队、地大彭盛凤1986)

1—盐溶角砾岩; 2—石膏; 3—硬石膏; 4—杂卤石; 5—“绿豆岩”

Fig. 4 The geological section (Ⅶ—Ⅶ') of the gypsum-polyhalite deposits in Nongle of the Quxian county

1—dissolved halogen brecciated rocks; 2—gypsum; 3—anhydrite; 4—polyhalite; 5—“Ludouyan”—volcanic tuffite.

5. 卤水

三叠系的卤水(泉)既丰富又普遍, 许多地区都有古人汲卤制盐的遗迹和记载, 最著

名的产地当推盐都自贡市。

在四川盆地三叠系的卤水十分发育,多属Cl-Na型,部分为 SO_4 -Na型,通常分为两种:黑卤和黄卤,前者产于下、中三叠统内,以矿化度高、且富含B、K、Li、Br、I等多种成分为特点,黄卤主要产于上三叠统及其上部地层内,矿化度相对较低,以NaCl为主。

在四川西部、滇西、藏东三叠系的卤水(泉)亦较常见,一般以制盐为主,部分地区(点)亦富含钾、硼等多种成分。

西南地区三叠系卤水(泉)曾为人民提供食用盐和化工原料起过很大的作用,有些地区现在仍用卤水制盐。此外,卤水(泉)还是人们发现固体盐矿的重要线索和标志,如自贡、威远西、川中、川东、盐源等地的盐矿。更值得注意的是某些地区产有富含B、K、Li、Br、I等的卤水,它既是宝贵的综合利用的资源,又有固体钾盐找矿标志的作用。

三、西南区三叠系盐类矿床分布规律^①

三叠纪是中国南方一次大规模海退时期,干燥气候延续时间较长,海水浓缩程度较高,且成盐期古地理、古构造条件和成盐期后构造、保存等条件均较复杂多样。对这些问题的研究将有助于加深认识三叠系成盐条件和找矿远景。

1. 三叠纪成盐构造条件

三叠系盐类矿床空间分布,反映出大地构造条件对含盐沉积的控制作用。西南区三叠系盐类矿床的分布主要与两种构造单元有关,相对稳定的地块内的拗陷区和较为活动的过渡带,前者为扬子地块内的相对拗陷区(四川盆地及毗邻区);后者为盐源—丽江过渡带和藏东—滇西区。

扬子地块从显生宙以来表现为相对稳定的构造单元,但在漫长地质历史演化过程中,在不同时期地块内部又有相对隆起与拗陷之别,盐类沉积主要与相对拗陷区有关,特别是成盐期的拗陷尤为重要。

四川盆地及毗邻区在三叠纪成盐阶段,地壳表现出明显的下降活动,根据(表1,图5)各时代地层厚度和沉积速率对比可以看出:该区三叠纪的沉积速率最大,达55—64m/Ma,而古生代的沉积速率(平均)仅为6—10m/Ma。

盐源—丽江过渡区,三叠纪亦具有最大的沉积速率,可达175m/Ma,而该区古生代的沉积速率(平均)则相对较低,约为16—27m/Ma。

在藏东—滇西区亦有相似的特点,三叠纪沉积速率最高,达81m/Ma,而古生代沉积速率(平均)24m/Ma。

由上可知,不同成盐构造单元,其成盐期(三叠纪)沉积速率都有明显的增加,与其它时代相比,成盐期沉积速率约高5—10倍以上,反映出地壳下降活动增强。

众所周知,盐类沉积的速度较快,现代盐湖析盐阶段,其沉积速率可达几—十几cm/a,大型盐矿的堆积则需有拗陷的条件。西南区三叠纪成盐构造表现为同沉积的拗陷(下

^① 地矿部第二地质大队,中国南方三叠系及成盐条件初步分析,1980。

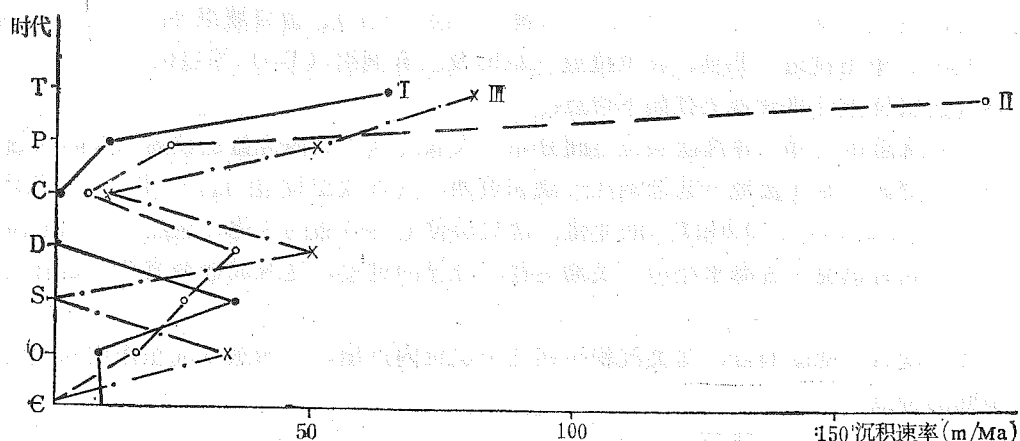


图 5 不同构造单元各时代沉积速率对比图

I—四川盆地(地块拗陷区); II—盐源-丽江过渡带; III—藏东—滇西区

Fig. 5 The correlation chart of the sedimentary(thickness) rates in the different geotectonic elements and periods

I—The Sichuan basin(downwarp of platform); II—The Yanyuan-Lijiang transitional belt;
III—The eastern of Tibet and the west of Yunnan transitional belt

表 1 不同构造单元各时代沉积厚度及沉积速率对比表

Table 1 The correlation table of the sedimentary thickness and rates in the different periods and geotectonic elements

构造单元 及地区 沉积 厚度 及 速率 时代 (Ma)	扬子地块拗陷区(四川盆地)				盐源—丽江过渡带				藏东—滇西区	
	渝 南		键 乐		盐 源		丽 江		兰 坪	
	厚 度 (m)	沉积速率 (m/Ma)	厚 度 (m)	沉积速率 (m/Ma)	厚 度 (m)	沉积速率 (m/Ma)	厚 度 (m)	沉积速率 (m/Ma)	厚 度 (m)	沉积速率 (m/Ma)
三叠纪(35)	2213	63.23	1930	55.14	6133.8	175.35	6204	177.26	2832.1	80.92
二叠纪(55)	583	10.60	777	14.13	1250	22.73	1675.6	30.47	2804.4	50.98
石炭纪(65)					390	6.00	964	14.83	670.8	10.31
泥盆纪(55)					1924.5	34.99	3484	63.35	2798.3	50.87
志留纪(35)	1235	35.29	100	2.86	898	25.66	659	18.83		
奥陶纪(60)	550	9.17	370	6.17	999	16.65	1859	30.98	2033.8	33.88
寒武纪(70)	712	10.17	750	10.71			561	8.01		
古生代(340)	3080	9.06	1997	5.87	5461	16.06	9202.6	27.07	8307.3	24.43

降)特点为主。

在某些构造单元内如四川盆地及毗邻区,三叠纪(成盐期)的区域古构造特点对盐盆地的分布、演变亦有控制作用,据研究该区泸州古隆起、华蓥山古断裂、江南古陆等的活动,对嘉陵江期和雷口坡期的成盐聚集均有明显的控制作用(后面详述)。

2. 三叠纪盐类沉积分布规律

前面已述,三叠系含盐层位较多,从下而上有:嘉陵江组二段(T_1j^2)、嘉陵江组四、

五段—雷口坡组一段 ($T_{1j}^{4-5} \sim T_2I^1$)、雷口坡组三段 (T_2I^3)、雷口坡组四段 (T_2I^4)、白山组 (T_2S)、甲丕拉组 (T_3j)、波里拉组 (T_3b)及三合洞组 (T_3s) 等层位。

各含盐层位在空间分布上有如下特点:

(1) 从总体上看, 各含盐层位空间分布, 大致有从东到西含盐层位逐渐升高的趋势 (图6)。由鄂西→四川盆地→盐源丽江→藏东滇西, 其含盐层位由 $T_{1j}^{2-3} \rightarrow T_{1j}^{4-5} - T_2I^1 \rightarrow T_2I^3, T_2I^4 \rightarrow T_2b \rightarrow T_3j, T_3b$ 和 T_3s 的变化。含盐层位空间分布的变化, 显然与古构造演化条件有关, 同时也说明古海水经历了长期运移、分异的过程, 这对成盐聚集分异是有利的因素。

(2) 就某一地区而言, 盐类沉积可在几个层位内产出, 表明蒸发沉积作用的发生具有多旋回的特点。

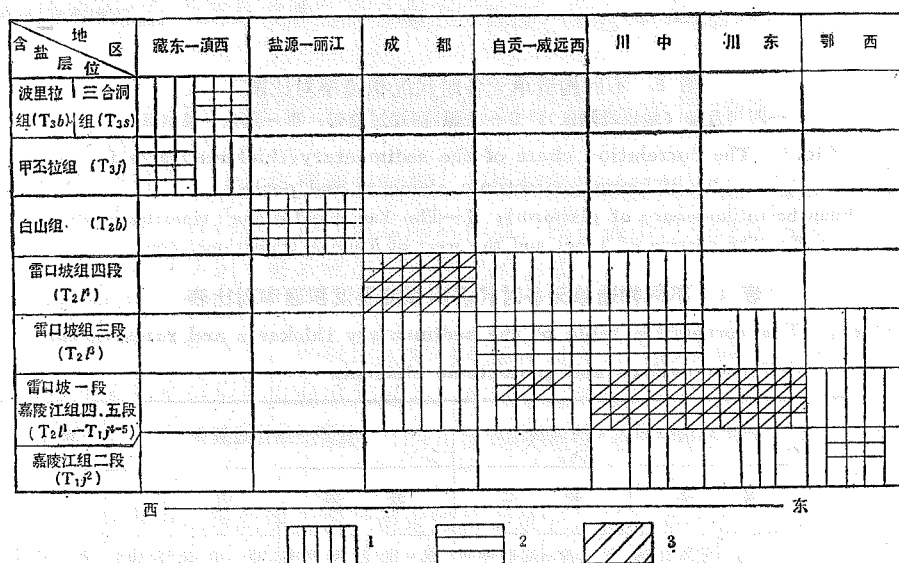


图6 西南地区三叠系含盐层位及空间分布略图

(图中威远应为威远西, 编者)

1—石膏 (硬石膏); 2—岩盐; 3—杂卤石

Fig. 7 The sketch map of the trias saline horizon and its space distribution in the westsouthern area of China

1—gypsums (anhydrites); 2—rock halites; 3—polyhalites

(3) 在四川盆地, 三叠系主要含盐层位的盐类物质, 在平面上具有环带状分布特点, 从外向内有硬石膏 (石膏)—石盐—杂卤石 (钾、镁盐) 的变化。

(4) 从现有资料看, 诸含盐层位中以嘉陵江组四、五段—雷口坡组一段和雷口坡组四段这两个时期成盐作用发育最好, 已达钾、镁盐类沉积阶段, 对这两个时期古地理条件的研究, 将为找钾方向的判断提供重要的依据。

3. 三叠系盐类矿床埋藏和保存条件

任何矿床经地质作用形成以后, 均要求有较好的埋藏和保存条件。对于易溶的盐类物质其埋藏和保存条件则更为重要。

一般而言, 保存条件取决于围岩、盖层岩性、厚度、地质构造尤其是成盐后的构造破

坏程度、水文地貌气候等因素。

西南区三叠系盐类矿床的埋藏保存情况差别较大:一般而言,在四川盆地及毗邻区内,石膏、硬石膏可以在近地表及浅部产出;易溶盐类如岩盐则多为深部隐伏矿床,已知如自贡、威远西地区岩盐层最小埋深为1000—1200m,其它地区如川中、川西、川东等地埋深多大于1500—2500m;杂卤石矿层的埋深在川东、川中、川西多在2000—3000m以上,但渠县农乐矿区杂卤石矿层的埋深甚浅,最小见矿深度仅100m左右,显然农乐杂卤石矿的埋藏条件具有特殊性,很值得做进一步的研究。

在构造较活动的过渡带——盐源地区,岩盐矿体的埋深亦很浅,其最小见矿深度仅180—200m,其保存条件也很值得研究。

四、西南区三叠系找钾方向探讨

丁文江先生曾这样说过:“钾盐乃吾国民生计也。”

钾盐是我国急需的农肥、化工原料。找钾方向是地质工作一项迫切任务。西南三叠系尤其是四川盆地成钾条件和找钾前景更是大家关注的问题。在认识上亦存有不同的看法^①。现仅以个人粗浅的工作体会谈点认识,仅供参考和讨论。

1. 四川盆地三叠系找钾方向探讨

四川盆地三叠系工作最多,但认识上的分歧亦较大。1982年初作者在“印支、燕山运动对四川盆地三叠纪(钾)盐盆地的控制和改造”一文中^② [3],采用构造演化发展的观点,分析了该区三叠系成钾条件,并指出:“下三叠统嘉陵江组四、五段至中三叠统雷口坡组一段时期的成(钾)盐盆地,主要受华蓥山古断裂和泸州古隆起的联合作用所控制,由于泸州古隆起西南端的翘起,浓缩卤水大部分向古隆起走向的低端——川东北区汇聚。因此,川东北区可能具有较好的成盐成钾条件”。

“中三叠统雷口坡组二—四段时期,由于江南古陆的上升和泸州古隆起进一步扩展,聚盐中心转向华蓥山古断裂以西,特别是川西(成都)地区在雷口坡组四段时期发展到较高的成盐阶段,形成了较厚的含钾层”。

“燕山(包括四川)运动对四川盆地三叠系盐层的埋藏、保存条件有显著的影响”,其中“川西南和川东北地区具有中等强度的变动和抬升,盐层保存条件相对较好,埋深又不很大。因此,川东北和川西南具有「古凹今隆」的性质,是值得注意的找钾远景区,从成钾和保存条件看,川东北区可能优于川西南区”。

作者上述判断提出仅一年后,便得到四川建材公司第一地质队实践的初步检验,1983年春该队在川东北华蓥山背斜北倾没端的农乐矿区,勘探石膏矿床时,偶然发现了嘉陵江组四—五段和雷口坡组一段的浅部杂卤石钾矿层,可见,川东北地区的找钾前景是客观存在的。

四川盆地西南部的找钾远景区,大致在犍为一乐山—峨嵋一带,目的层是雷口坡组四

① 地矿部第二地质大队,四川盆地早、中三叠世成盐条件研究及找钾远景评价,1982。

② 蔡本俊,印支、燕山运动对四川盆地三叠纪(钾)盐盆地的控制和改造。地质科技通报,1982。

段。它是川西含盐区的一部分,因后期构造活动而抬升,目的层相对埋藏较浅(与成都相比)。另外,根据前人资料:在峨嵋大为石膏矿区,雷口坡组四段硬石膏矿的夹层中含钾(K_2O)可达2—5.24%;在犍乐煤田嘉阳矿区大炭坝井田的硬石膏层(T_2I^4)亦含钾,其 K_2O 最高含量可达3.64%。该区含钾硬石膏层的埋深一般小于500—700m。可知,川西南犍乐地区的找钾前景亦值得注意。

2. 盐源—丽江区含盐标志及找钾方向探讨

盐源—丽江区属过渡带性质,是成盐成钾良好的大地构造条件。在盐源地区已发现中三叠统白山组产有巨厚的盐层,并有多处盐丘型岩盐矿床产出。但盐层中钾含量和溴氯系数值均低。

从区域上看,在宁蒗、丽江、鹤庆一带在相应的层位(北衙组 T_2b)内,有白云岩和盐溶角砾岩(俗称灰质角砾岩)广泛发育,说明该区中三叠世具蒸发沉积条件。此外,在该区有若干喜马拉雅期(偏)碱性岩体产出,且大多侵入或穿过了含蒸发岩层位(T_2b),这类岩石多有富钾的特点。由表2可知,这些岩石化学成分富碱,其含碱量($Na_2O + K_2O$)为6.7—10.56%;碱质系数($\frac{Na_2O + K_2O}{SiO_2} \times 100$)值为9.96—15.26; $K_2O/Na_2O > 1$ 。

表2 盐源—丽江及兰坪地区偏碱性杂岩体产状和成分特点表

Table 2 The main chemical compositions and the occurrences of the enrichment alkaline rock complex masses in the Yanyuan-Lijiang and the Lanping areas

地区	岩体名称	岩石名称 (样数)	化 学 成 分 特 点 ^①						蒸发岩 层 位	岩体与蒸发 岩 的 关 系
			SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O + Na ₂ O	$\frac{K_2O + Na_2O}{SiO_2} \times 100$	K ₂ O/ Na ₂ O		
盐源— 丽江区 (北—南)	光马山	二长斑岩(2)	62.46	4.92	4.38	9.30	14.89	1.12	T_2b	穿 过
	他尔布子	二长斑岩(2)	67.25	3.69	3.01	6.70	9.96	1.22	T_2b	穿 过
	光茅山	花岗斑岩(?) (1)	67.58	5.19	4.71	9.90	14.65	1.10	T_2b	穿 过
	杨柳河	二长斑岩(1)	67.52	3.91	3.15	7.06	10.45	1.24	T_2b	穿 过
	铺台山	正长斑岩(2)	69.22	5.91	4.65	10.56	15.26	1.27	T_2b	侵 入
兰坪— 区 (北—南)	老君山	正长岩(2)	64.22	6.44	3.66	10.10	15.73	1.76	T_3s	穿 过
	江尾塘	粗面岩(2)	57.98	5.55	3.36	8.91	15.38	1.65	T_3s	侵入、穿过
	卓 潘	正长岩(10)	58.06	6.28	3.66	9.94	17.12	1.72	T_3s	侵入、穿过
	大莲花山	二长—正长斑岩(2)	61.87	4.32	3.53	7.85	12.69	1.22	T_3s	穿 过

①: 化学成分为重量百分数(资料来源1/20万区测报告和研究报告)。

作者(1982)在“蒸发岩对(偏)碱性岩的控制及意义”一文中曾指出^①:“和蒸发岩地层呈侵入或穿过关系的岩浆岩(包括蚀变岩),当具有富碱及卤素的特点时,则它们可能作为判断蒸发岩原始含盐性的一种地球化学标志”,而其中那些富钾的岩体则可作为找钾的间接标志。

基于上述认识,作者大胆的推测:在盐源—丽江过渡带的中—南段,即宁蒗—永胜—

① 蔡本俊:蒸发岩对(偏)碱性岩的控制及意义,矿物岩石,1982,第4期,成都地质学院出版。

鹤庆地区,中三叠统蒸发岩系可能具有找钾的前景。

3. 藏东—滇西地区含盐标志及找钾方向的探讨^①

藏东上三叠统波里拉组(T_3b)和甲丕拉组(T_3j)均有较厚的蒸发岩,其中甲丕拉组除有石膏外,还产岩盐及卤水,在芒康盐井区的卤水干固后,KCl含量达0.71—3.91%。

在滇西兰坪地区,上三叠统三合洞组(T_3s)亦有石膏和盐溶角砾岩广泛分布,该区乔后井、弥沙井的岩盐层位很可能属于上三叠统;温井,上井的卤水含钾(K^+)达100—500mg/L,其 $Br \cdot 10^3/cl$ 值0.28—0.36以上, $K \cdot 10^3/cl$ 值达1.8—15, $K \cdot 10^3/\Sigma$ 盐值达4—14。

同样在兰坪地区亦有一些燕山—喜马拉雅期的碱性岩体分布,它们大多侵入或穿过了含蒸发岩的上三叠统(T_3s)。从南到北包括有:巍山大佛山、大莲花山岩体群、永平卓潘岩体及江尾塘、剑川、老君山岩体群。这些岩体的岩石化学成分(表6)及其空间分布有如下特点:

1. 由南至北,岩石含碱量递增, $Na_2O + K_2O$ 为7.85→9.94→10.10; $\frac{Na_2O + K_2O}{SiO_2} \times 100$ 值由12.69→17.12→15.73;其 K_2O/Na_2O 值1.22→1.72→1.76。

2. 相应其岩石类型,则出现了由正长岩→霞石正长岩→假白榴石粗面岩的变化。

事实表明,藏东—滇西晚三叠世属特提斯海的蒸发沉积环境。该区虽然研究程度较低,但根据上述含盐标志和找钾线索看,藏东—滇西地区上三叠统仍具有找钾前景。

结 束 语

三叠纪是我国南方重要成盐时期,已知从长江中下游至藏东广大地区内,都有三叠系蒸发岩分布,特别是西南地区盐类沉积相当发育。

西南区三叠系含盐层位包括:下三叠统嘉陵江组2段、嘉陵江组4—5段至中三叠统雷口坡组1段、中三叠统雷口坡组3段、雷口坡组4段、中三叠统白山组、上三叠统甲丕拉组、波里拉组和三合洞组。上述含盐层位中,以嘉陵江组4—5段至雷口坡组1段和雷口坡组4段,两个含盐层位发育最佳,当时古海水浓缩程度已发展到钾镁盐沉积阶段。其它层位仅有石膏和石盐。

三叠系盐矿类型众多,包括石膏、硬石膏、重晶石、天青石、岩盐、杂卤石和卤水(含B、K、Li...)等,与盐系地层伴生的矿产有石灰岩、白云岩、石油和天然气等。

三叠系盐类沉积还有如下特点:

1. 多数盐类沉积与碳酸盐岩关系密切,少数与红层有关。含盐岩系总厚度可达1000m以上,分布面积达几十—一百万 km^2 。含盐沉积具多旋回特征。

2. 从总体上看,西南区三叠系含盐层位在空间上的分布,从东到西有逐渐升高的趋势:鄂西含盐层位为 T_1j^2 ;四川盆地、黔北、陕南为 T_1j^{4-5} — T_2l^1 、 T_2l^3 、 T_2l^4 ;川西南、滇西北为 T_2b ;滇西北和藏东为 T_3j 、 T_3b 、 T_3s 。表明古海水经历了长期运移、分异的过程。

^① 蔡本俊,西南区三叠纪盐类矿床分布规律及找钾方向的探讨,地质科技通报,1989,第9期。

3. 三叠系盐类沉积在平面上有分带性,特别是地块拗陷区盐类沉积具有同心环带的特点,由边缘向中心有从碳酸盐—硫酸盐—石盐—钾镁盐的变化。

4. 大地构造条件对三叠纪盐类沉积的控制是明显的,盐类沉积主要分布在两种构造单元内,即地块拗陷区和过渡带。前者如四川盆地,其盐矿层一般较稳定;后者如盐源—丽江过渡带,其盐矿体常呈构造变形体如穿刺、盐丘。在含盐区成盐时期(三叠纪)的沉积速率明显的大于其它时代。表明成盐时期地壳活动性加强,这有利于盐类物质的分异和富集。

5. 后期构造对三叠系盐层改造影响程度,有较大的差异。它直接影响到盐矿的埋藏和保存条件。尤其是埋藏甚浅的矿床,如盐源盐井沟盐丘型岩盐矿床和渠县农乐杂卤石矿床,其埋藏保存条件和后期构造改造特点很值得研究。

6. 从找钾角度看,四川盆地是有远景的地区,主要是川东北($T_1j^{4-5}-T_2l^1$)和键乐区(T_2l^4)。此外,盐源—丽江区(T_2b)和滇西北—藏东区(T_3)亦发现有找钾线索和前景。

7. 在三叠系盐矿富集区内,水利设施尤其是大型水利建设的布局,应慎重考虑和妥善安排。如已规划的长江三峡水利工程,其库区范围鄂西、川东一带 $T_1j^{4-5}-T_2l^1$ 段盐层相当发育,如万县向斜内该段地层总厚度为384.99m。其中岩盐层厚达131.49m,硬石膏层厚达167.34m(东16井)。如此厚大的盐层埋于库区地下,对于建设区有无影响及程度如何?应做出前期的评估、预测和研究,以利于盐矿资源的保护和建设安全。

本文经袁见齐、崔克信、张瑞锡、李树誉等教授审阅,并提出了宝贵的修改意见,特此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 饶荣标,西南地区地层总结(三叠系)。地质出版社,1980。
- [2] 三江专著编委会,怒江、澜沧江、金沙江区域矿产志(下册)。地质出版社,1984。
- [3] 蔡本俊、印支、燕山运动对四川三叠纪(钾)盐盆地的控制和改造。地质力学所刊第5号,地质出版社,1985。
- [4] 倪邦杰等,四川盐源盐丘型岩盐矿床地质特征及其意义。地质力学文集第八集,地质出版社,1988。

THE SALINE DEPOSIT TYPE OF THE TRIAS AND ITS DISTRIBUTIONAL REGULARITY IN THE WESTSOUTHERN OF CHINA

Cai Benjun

(Institute of Geomechanics, CAGS)

Abstract

The triassic is the major period of the formation of salt deposits in south China. The Triassic salt-bearing horizons consist of: the second mem-

ber of the lower triassic Jialingjiang formation (T_1j^2), the fourth-fifth member of the lower triassic Jialingjiang formation to the first member of the middle triassic Leikoupo formation ($T_1j^{4-5}-T_2L^1$), the third member of the middle triassic Leikoupo formation (T_2L^3), the fourth member of the middle triassic Leikoupo formation (T_2L^4), the middle triassic Baishan formation (T_2b), and the Jiapeila formation (T_3j), the Bolila formation (T_3b) and the Sanhetong formation (T_3s) of upper Triassic.

Among the above-mentioned salt-bearing horizons, the fourth-fifth member of the Jialingjiang formation to the first member of the Leikoupo formation ($T_1j^{4-5}-T_2L^1$) and the fourth member of the Leikoupo formation (T_2L^4) are the most developed. The salinity of the ancient seawater might have then evolved to sedimentation of potassium-magnesium salts. All other horizons contain only gypsums and halites.

The triassic saline sediments have the following characteristics:

1. Most of the saline horizons are closely associated with carbonates, a few with red beds. The salt-bearing sediments attain a thickness of about one kilometre, covering an area of about one million square kilometres. Their sedimentation is polycyclic.

2. There are a good variety of the Triassic salt deposit types, including dolomites, gypsums, anhydrites, barites, celestines, halites, polyhalites and salt brine (B, K, Li—), with associated limestones, oil and natural gas.

3. There is a general trend of increasingly higher horizon of the saline sediments from east to west: T_1j^2 for those in western Hubei province, $T_1j^{4-5}-T_2L^1$, T_2L^3 , T_2L^4 for those in the Sichuan basin, northern Guizhou province and southern Shanxi province, T_2b in southwestern Sichuan province and northwestern Yunnan province, T_3j , T_3b and T_3s in eastern Tibet and northwestern Yunnan province.

4. The triassic saline sediments are characterized by a zonal distribution in plan, especially in depressions of a block, where the saline deposits are concentrically zoned, grading from carbonates at the margin, through sulfates, halites into potassium and magnesium salts in the centre.

5. It is clear that the Triassic saline sedimentation was controlled by tectonic environments. The salts are distributed mainly in two tectonic units: depressions of a block and transitional belts. Salt layers in the former are stable, while those in the latter were often deformed to form diapirs or salt domes. There seems to be a larger sedimentation rate in the salt-bearing areas during the Triassic than other geological periods.