

川东北地区钾盐成矿条件研究

李鸿巍 李 洋

四川省核工业地质局二八三大队 四川达州 635000

关键词：钾盐；卤水；成矿条件

1. 引言

川东北地区经过多年的油气勘探开发，获取了大量地下地层岩性资料和一些水化学资料，大致明确了该地区的构造-沉积演化特征，揭示出该地区发育大量膏盐岩，并且地下水化学具有较高的矿化度和钾离子异常，说明该地区具有较好的钾盐找矿前景。但该地区三级层序格架内的沉积相展布规律不够精细，特别是对膏盐岩分布规律和卤水分布规律的研究较为少见，因此在该地区进行钾盐成矿条件研究具有一定的指导意义。

2. 区域地质背景

2.1 地层特征

嘉陵江组 (T_{1j})：本次研究认为可分为五段。整体以大套的各类盐类夹白云岩为特征。

巴东组 (T_{2b})：整体以大套的页岩为主，夹灰岩、页岩。

雷口坡组 (T_{2l})：雷口坡组与巴东组为等时异相岩层，整体以灰岩、白云岩为主，部分地区发育石膏，或与膏盐的混合沉积。

2.2 构造单元特征

四川盆地属上扬子地台的主要组成部分，盆地先后经历了加里东构造运动，海西-印支构造运动和燕山-喜马拉雅构造运动，形成了以米仓山推覆构造带、大巴山冲断褶皱带、川东断褶皱带、湘鄂西断褶皱带和龙门山前陆褶皱-冲断带为主的现有构造格局^[1]。

3. 层序格架内的沉积体系

3.1 层序地层格架及其特征

SQ1层序在物质表现上由嘉陵江组一段和二段构成，该层序不发育低水位体系域，由海侵体系域和高水位体

系域构成，层序底界面为岩性、岩相转换面。

SQ2层序在物质表现上由嘉陵江组三段和四段构成，该层序同样由海侵体系域和高水位体系域构成，不发育低水位体系域，层序底界面为岩性、岩相转换面。

SQ3层序在物质表现上由雷口坡组或巴东组下部地层构成。该层序低位体系域同样不发育，由海侵体系域和高水位体系域构成，在重庆垫江地区钻井表现为岩性、岩相转换面。

SQ4层序在物质表现上由雷口坡组或巴东组上部地层构成。该层序低位体系域同样不发育，由海侵体系域和高水位体系域构成，层序底界面物质表现形式主要为岩性、岩相转换面。

3.2 沉积模式

在上述层序界面物质表现形式识别及层序地层格架搭建的基础上，详细研究目标层位组沉积体系发育类型和特征，同时结构研究区构造背景的相关资料^[2]，建立了沉积模式：

(1) 有障壁海岸沉积模式

有障壁海岸体系主要发育于中三叠统巴东组，在研究区主要发育潮坪、泻湖这两个沉积亚相。

(2) 碳酸盐台地沉积模式

碳酸盐台地是川东北地区早-中三叠世的主要沉积环境，受中上扬子周缘古陆、古隆起（包括水下隆起）和台地边缘障壁礁滩的影响，台地内部形成大型蒸发盆地，主要研究区的主要成盐成钾环境。

4. 层序-岩相古地理及盐岩赋存

4.1 SQ1期

SQ1TST期，对应下三叠统嘉陵江组嘉一段。研究区相对海平面再次相对上升，全区以开阔台地环境为主，几乎不发育盐层。SQ1HST期，对应下三叠统嘉陵江组嘉二段，以蒸发台地-局限台地发育为特征，沉积岩也由上一时期的灰岩沉积转变为以白云岩、石膏沉积为主，盐类聚集中心位于南江-旺苍地区，厚度在90m以上。

4.2 SQ2期

通讯作者简介：李鸿巍，1986年6月，民族：汉，性别：男，籍贯：吉林洮南，单位：四川省核工业地质局二八三大队，职位：科技开发中心主任，职称：地矿工程师，学历：硕士研究生，邮编：635000，邮箱：40392005@qq.com，研究方向：地质找矿。

SQ2TST期, 对应下三叠统嘉陵江组嘉三段。随着上一个三级层序演化的结束, 研究区再次进入相对海平面上升阶段。台内滩沉积再一次较大规模发育, 苍溪-通江-大竹-宣汉这一区域, 可见薄层的膏盐发育, 一般不超过30m。SQ2HST期, 对应下三叠统嘉陵江组嘉四段+嘉五段。随着相对海平面的下降, 研究区沉积环境又转变为以蒸发台地-局限台地沉积为特征, 为研究区第二个主要的盐沉积期, 以巴中-宣汉一带以及垫江-梁平一带为盐岩沉积中心, 厚度基本都在300m以上。

4.3 SQ3期

SQ3TST期, 对应中三叠统雷口坡组雷一段。本期研究区沉积环境整体上仍然表现为以蒸发台地-局限台地沉积为特征, 几乎整个川东北地区都有盐层发育。元坝、毛坝等地厚度相对较大, 可达100m左右。SQ3HST期, 对应中三叠统雷口坡组雷二段。沉积环境虽然仍表现为以局限台地-蒸发台地沉积为特征, 盐岩主要分布在南江-巴中-南充-遂宁一带, 厚度约60m。

4.4 SQ4期

SQ4TST期, 对应中三叠统雷口坡组雷三段。蒸发台地环境仍然在上一时期继承性发育, 但盐类聚集区发生了小范围的迁移, 至巴中-通江-平昌地区和南部-南充地区, 盐岩厚度大约80m。SQ4HST期, 对应中三叠统雷口坡组雷四段。研究区沉积格局发生了巨大的变化, 盐类聚集区急剧萎缩至阆中-仪陇地区, 累积厚度在90m左右。

4.5 咸化中心变迁

从古地理和盐岩厚度分布看, 盐岩在层序格架中的分布显示出其明显受盆地演化和海平面升降变化的控制。结合中上扬子区的古构造、古地理背景以及盐岩分布特征, 嘉陵江组沉积期的宣汉-达州为咸化中心的核心部位, 是最有利的聚钾地区。而雷口坡组受咸化中心向西迁移的影响, 研究区只是个次级咸化中心, 聚钾作用较小, 钾矿前景亦较小。

5. 卤水的成矿特征及富钾机理

5.1 卤水层特征

前文层序古地理及成盐条件分析表明, 川东北地区的嘉陵江期-雷口坡期具备成盐成钾的沉积环境, 蒸发浓缩的海水或结晶沉淀形成含钾盐层, 或以富钾沉积水的形式封存于嘉陵江组和雷口坡组的储层孔隙中。

5.1.1 储层岩石类型及特征

研究区内主要储层岩石为砂屑灰(云)岩, 常呈颗粒支撑, 孔隙式胶结, 砂屑大小一般为0.05 ~ 2mm, 颗

粒呈圆状、次圆状、椭圆状、分选性好-中等均有。该类岩石常有弱白云岩化现象, 见残余砂屑结构。

鲕粒灰(云)岩在研究区内较为发育, 鲕粒含量大于岩石组分总量的50%, 常含砂屑、砂砾屑组分。常呈孔隙式或基质胶结, 胶结物有微亮晶结构和微晶结构。

储层还有少量生屑灰(云)岩、晶粒白云岩、岩溶角砾灰(云)岩。

5.1.2 储集空间类型

碳酸盐岩的非均质性强, 储集空间复杂, 孔隙类型多样, 通过储层岩心和露头的岩石特征、显微薄片和扫描电镜分析, 将川东北地区嘉陵江组和雷口坡组的孔隙类型分为孔、洞、缝3种类型。

其中晶间溶孔分布最为广泛, 储集性能也最好。

5.1.3 储层物性特征

普光、石柱和元坝等地区183个储层样品的物性分析显示, 研究区内雷口坡组和嘉陵江组储层的孔隙度相对较低, 平均值为2.0%。渗透率主要分布在 $0.01 \sim 0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间。渗透率和孔隙度的相关分析表明, 相关系数为0.54, 仍然较小, 即孔隙度与渗透率的相关性较差, 储层非均质性强。

5.2 储层卤水化学及流体动力场

5.2.1 川东北地区地层水化学特征

川东北地区的岩相古地理和膏盐岩的分布揭示, 嘉陵江组是川东北地区寻找钾盐的理想层位, 咸化中心在嘉陵江组沉积期分布在宣汉-达州一带, 而这些地区的嘉陵江组埋深一般在3000m以上。以往油气钻井揭示部分地区的嘉陵江组的地层水具有富钾离子异常。可见, 川东北地区应该从深部卤水找钾入手, 借鉴该地区的油气勘探开发思路, 圈定富钾卤水靶区。

多口油气井的水化学分析显示, 宣汉-达县地区的付家山构造存在相对停滞的封存变质高矿化卤水, 尤其是川25井中, 部分样品 K^+ 含量高达27.65g/L。(见下图1)

矿化度等值线平面揭示, 嘉陵江组地层水矿化度的高值区沿巴中-宣汉-开江一带分布, 由该地区向盆地边缘及盆地中部的南充广安地区降低。该带外侧为向心流区, 大气水通过向心流由盆地周缘的造山带向盆内流动。该带内侧为离心流区, 地层水在离心流区以发散式向四周流动。离心流和向心流汇合区受越流浓缩作用和“盐浸黑卤”作用的影响, 形成一个弧形的地层水浓缩高矿化度分布区带, 成为富钾卤水的运聚成矿区。

5.2.2 川东北地区流体动力场

以地下流体运聚原理, 根据川东北地区储层中的卤

