四川东部和重庆地区三叠纪海相红层分布及时代

薄婧方^{1,2)},姚建新^{1,2)},林宝玉^{1,2)},刘惟庆^{1,2)},李明^{1,2)}

1) 中国地质科学院地质研究所,北京,100037;2) 国土资源部地层古生物重点实验室,北京,100037

内容提要:在综合分析四川东部和重庆地区的三叠纪地层资料的基础上,本文着重对研究区三叠纪海相红层的分布格局和沉积特征进行了分析和对比。在四川东部和重庆地区三叠纪海相地层中初步识别出5组12段海相 红层,分别是:飞仙关组(大冶组)红层(印度阶)、嘉陵江组红层(奥列尼克阶)、雷口坡组(巴东组)红层(安尼阶)、天井山组红层(拉丁阶)和马鞍塘组红层(卡尼阶),并将这些红层与相邻地区(湖北中西部和贵州)三叠纪海相红层进行了对比。分析表明研究区所有海相红层均属于滨海一浅海陆棚相红层,四川东部和重庆地区三叠纪海相红层的 碎屑物质及 Fe₂O₃主要来源于康滇古陆和龙门山等高地。同时,文中还探讨了四川东部和重庆地区三叠纪海相红 层纵向分布与古气候、古纬度、水深、植被、矿产、岩石颜色、构造运动等之间的关系。上述研究为进一步开展全国 乃至全球三叠纪海相红层分布规律研究和时代对比提供基础数据和资料。

关键词:三叠纪;海相红层;陆棚红层;四川东部;重庆

近年来,我国中生代海相红层的研究进展迅速, 发表了一系列著作(Wan Xiaoqiao et al., 2005; Wang Chengshan et al., 2005, 2009; Hu Xiumian et al., 2005, 2007, 2012; 胡修棉等, 2006; Li Guobiao et al., 2011; Hu Xiumian, 2009, 2013), 其研究红层的时代和地区主要为青藏高原地区白垩 纪地层。对于中生代三叠纪海相地层除提及四川盆 地下三叠统飞仙关组红色泥质沉积外,尚未有作者 对我国三叠纪海相红层的分布和具体时代进行过系 统研究,可以说仍处于空白的研究状态。

四川东部一重庆地区三叠纪海相红层(如飞仙 关组等)因其含有丰富的重要矿产(如膏盐等)资源 而闻名于世,故而之前的研究重点是其沉积环境和 赋存的有用矿产。但是将三叠纪红色地层作为海相 红层研究,特别是对其层序、特征、分布和对比的研 究则很少涉及。本文系初次对四川东部与重庆及周 边地区三叠纪海相红层的比较系统研究。

四川东部及重庆地区三叠纪地层,特别是早、中 三叠世海相红层非常发育,而且地层层序、化石研究 程度比较高,为中国南方三叠纪海相红层层序建立 及其对比的研究提供了可靠的地层和古生物依据。 本文主要目的是建立四川东部和重庆地区三叠纪海 相红层层序并确定其具体时代,为今后中国南方三 叠纪海相红层分布规律研究和时代对比提供基本 资料。

虽然四川东部及重庆地区三叠纪地层划分存在 一定差异,但总体出入不大。本文主要采用 Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale (1978), Chen Chuzhen et al. (1979), Zhao Jinke et al. (1982), Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province (1991, 1997), Yang Zunyi et al. (2000.),以及 Tong Jinnan (2018)三叠系的划分方 案(表1)。而岩相古地理方面的资料则主要参考饶 荣标(1980), Zhang Jinghua et al. (1981), Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province (1991, 1997), Feng Zengzhao et al. (1997)。

引用本文:薄婧方,姚建新,林宝玉,刘惟庆,李明. 2019. 四川东部和重庆地区三叠纪海相红层分布及时代. 地质学报, 93(2):285~301, doi: 10.19762/j.cnki. dizhixuebao. 2019016.
 Bo Jingfang, Yao Jianxin, Lin Baoyu, Liu Weiqing, Li Ming. 2019. Distribution and age of the Triassic marine red beds in eastern Sichuan and Chongqing. Acta Geologica Sinica, 93(2): 285~301.

注:本文为国家自然科学基金项目(编号:41702025,41472030)、中国地质调查局项目(编号:DD20160126,12120114026701,DD20160120-04,DD20160345)和科技部科技基础性工作专项(编号:2015FY310100)资助的成果。

收稿日期:2018-09-25;改回日期:2018-11-20;网络发表时间:2018-12-04;责任编辑:黄敏。

作者简介:薄婧方,女,1982年生,博士,助理研究员。古生物学与地层学专业。Email:jfbo@cags.ac.cn。通讯作者:林宝玉,1935年生,研究员,主要从事地层学与古生物学研究工作。Email:lin_baoyu@163.com。

1 四川东部、重庆地区三叠纪海相红 层形成的地质背景及沉积环境

四川东部及重庆地区海相红层分布广泛,主要 见于早、中三叠世地层中。代表性剖面主要有:①四 川江油剖面;②四川广元剖面;③四川绵竹汉旺剖 面;④四川威远剖面;⑤四川南江五权剖面;⑥四川 高县、珙县、长宁剖面;⑦四川乐山铜街子剖面;⑥四 川合川盐井溪飞仙关组剖面;⑨四川广安市谢家槽 三叠系剖面;⑩重庆石柱方斗山巴东组剖面;⑪重庆 巴县姜家坊一中梁山剖面;⑫重庆巫山大溪剖面;⑬ 重庆酉阳思渠剖面;⑭重庆武隆平桥剖面;⑮重庆开 县、云阳沙陀剖面。(图 1)。对于陆相上三叠统剖 面一般均忽略。

表 1 四川东部及重庆地区三叠纪地层划分简表 (据四川省区域地层表编写组,1978;

四川省地质矿产局, 1991, 1997; 童金南, 2018)

Table 1Summary of Triassic stratigraphical subdivision in
eastern Sichuan and Chongqing (followed Sichuan Compiling
Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of
Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991,
1997; Tongjinnan, 2018)

		地区	川东-重庆地区					
地)	层系统	流	西 部	东 部				
	上覆	地层	J_{1-2}	J 1-2				
	上统	瑞替阶	须家河组	须家河组				
		诺利阶	小塘子组					
<u> </u>		卡尼阶	马鞍塘组					
叠	中	拉丁阶						
系	统	安尼阶	雷口坡组	巴东组 嘉陵江组 大冶组				
	下	奥 列 尼 克 阶	嘉陵江组 铜街子组					
	统	印度阶	飞仙关组					
-	下伏	地层	P ₃	\mathbf{P}_{3}				

四川东部及重庆地区三叠纪地层发育完整,上、 中、下三统俱全,沉积类型多种多样,化石丰富,诸如 双壳类、菊石、腕足类、牙形石、有孔虫、植物化石等, 而且矿产丰富,其中食盐、石膏等含矿层位与海相红 层形成的条件几乎完全相似,两者经常伴生。海相 红层的研究对寻找食盐、石膏等矿床有重要意义 (Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997).

1.1 地质背景

四川东部及重庆地区的三叠系位于扬子地台的 西北角,属于稳定的地台型沉积,北部为大巴山古 陆,西北角为龙门山古陆,西部为康滇古陆,研究区 为向东及东南开口的盆地。受到这些古陆的制约, 地势上西高东低,从西向东相变明显(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997)。陆源碎屑物质及 Fe_2O_3 主要来源于北面和 西面的古陆。从岩性上大致可划分出两部分,西部 以碎屑岩相为主,东部以碳酸盐岩相为主。界限大 致在通江一南充一重庆一宜宾一线(图 2)。

早三叠世时由西向东分别为河流相一潮坪相一 浅海相,碎屑岩逐渐减少,碳酸盐岩渐次增多,海相 红层发育(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

中三叠世时,由于东南部雪峰古陆的扩大和升起,形成东高西低的趋势,沉积中心向西移动,由重 庆地区迁移至四川东部地区,逐渐形成封闭一半封 闭的海湾沉积环境,海水咸化程度逐渐增高,四川东 部一带广布石膏及钠盐沉积,海相红层非常发育 (Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997, Zhou Jiayun et al., 2015)。

晚三叠世时,研究区内海水萎缩,为重要的成煤 时期,从东向西沉积物由细变粗,直至沉积了巨厚的 砾岩层,海相红层不发育,仅偶见于晚三叠世早期的 局部地区(Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997; Shao Longyi et al., 2009)。

纵观三叠纪的沉积,在纵向上由潮坪一泻湖(咸 化海湾)-浅海-潮坪-陆相,呈-个完整的沉积旋 回。之后,为更新的地层不整合覆盖。

- 1.2 岩相古地理及沉积环境
- 1.2.1 早三叠世岩相古地理及沉积环境

早三叠世海水从东南向西北入侵研究区,抵达



图 1 四川东部及重庆地区研究区域相关剖面位置图

Fig. 1 Section locations of the study area in eastern Sichuan and Chongqing

1一四川江油剖面;2一四川广元剖面;3一四川绵竹汉旺剖面;4一四川威远剖面;5一四川南江五权剖面;6一四川高县、珙县、长宁剖面;7一四 川乐山铜街子剖面;8一四川合川盐井溪剖面;9一四川广安市谢家槽剖面;10一重庆石柱方斗山剖面;11一重庆巴县姜家坊一中梁山剖面; 12一重庆巫山大溪剖面;13一重庆酉阳思渠剖面;14一重庆武隆平桥剖面;15一重庆开县、云阳沙陀剖面

1—Jiangyou section, Sichuan; 2—Guangyuan section, Sichuan; 3—Hanwang section in Mianzhu, Sichuan; 4—Weiyuan section, Sichuan; 5—Wuquan section in Nanjiang, Sichuan; 6—Gaoxian section, Gongxian section and Changning section, Sichuan; 7—Tongjiezi section in Leshan, Sichuan; 8—Yanjingxi section in Hechuan, Sichuan; 9—Xiejiacao section in Guang'an, Sichuan; 10—Fangdoushan section in Shizhu, Chongqing; 11—Jiangjiafang—Zhongliangshan section in Baxian, Chongqing; 12—Daxi section in Wushan, Chongqing; 13—Siqu section in Youyang, Chongqing; 14—Pingqiao section in Wulong, Chongqing; 15—Shatuo section in Yunyang and Kaixian, Chongqing

龙门山古陆和康滇古陆一带(图 3),陆源碎屑和 Fe₂O₃主要来自西南部的古陆,由西向东形成陆相 (或海陆交互相)-潮坪相一浅海碎屑岩、碳酸盐岩 和蒸发岩等红色砂泥岩建造(海相红层)。海水西浅 东深,气候干热,海相红层发育(Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Wang Mingguan et al., 2015)。

(1)印度期(飞仙关组或大冶组):由西向东,即 由康滇古陆东侧向外,大致可分出如下的6个岩相 带(图3,图4),分别是:I. 峨眉河流碎屑岩相带,分 布于康滇古陆东侧;II. 成都潮间沙泥坪,分布于龙 门山古陆东侧,向南延伸至峨眉山河流碎屑岩相带 东侧;III. 南充潮下台坪,华蓥山断裂以西是潮下 台坪,在华蓥山断裂与七曜山断裂之间,呈一缓的斜 坡,水动力条件较强,形成鲕粒滩堡堤;IV. 重庆潮 下斜坡碳酸盐岩夹砂泥岩相,为向南倾斜的缓地; V. 万源潮间台坪,位于万源一巫溪一带,其北为 "大巴山古陆"; VI. 开阔海相碳酸盐岩相,位于重庆 地区的东部(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997; Dai Liguo et al., 2009; Liu Ping et al., 2018)。前4种岩石组合主要见于飞仙关组及其相 当的地层及所含的海相红层,最后一种主要见于大 冶组,及其所含的海相红层。

(2)奥列尼克期(嘉陵江组),此期古地理与印度 期相似,但海水略深,位于龙门山一康滇古陆以东, 由西向东,大致可分出以下5个岩相带(图5),分别 是:I. 峨眉一绵竹潮内砂泥坪;II. 成都萨布哈边缘



图 2 四川东部及重庆地区三叠纪岩相分布 (据四川地质矿产局,1991,1997 修改)

Fig. 2 Triassic litholofacies distribution in eastern Sichuan and Chongqing (modified from Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1991, 1997)



图 3 四川东部及重庆地区早三叠世印度期(飞仙关组) 岩相古地理略图(据四川地质矿产局,1991,1997修改) Fig. 3 Lithofacies paleogeography during the Induan period (Feixianguan Fm.) of Early Triassic in eastern Sichuan and Chongqing (modified from Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1991, 1997)

1—oldland; 2—facies boundary; 3—oolitic beach; 4—direction of material transportation;

5—major direction of transgression; 6—facies belt number

砂泥岩台坪;III. 旺苍潮间缓坡砂、泥、灰岩相;IV. 南充、万县萨布哈蒸发台坪;V. 巫溪一彭水开阔碳 酸 盐 岩 相 (Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Lin



图 4 四川东部及重庆地区印度期(飞仙关组)沉积相及沉 积环境展布示意图(据四川省地质矿产局,1991,1997 修改) Fig. 4 Sketch-map showing the distribution of sedimentary facies and depositional environment during the Induan period (Feixianguan Fm.) in eastern Sichuan and Chongqing (modified from Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1991, 1997)

1一红色碎屑岩;2一紫红一灰绿色粉砂岩,泥岩夹细砂岩;3一紫红色 陆源泥岩,夹较深水风暴岩;4一主要风暴作用形成的石灰岩;5一鲕 粒灰岩夹介屑灰岩;6一鲕粒亮晶灰岩;7一过渡带含砂屑泥晶灰岩; 8一规则薄板状泥晶灰岩

1—red clastics; 2—purple red-greyish-green siltstone, mudstoneintercalated with fine sandstone; 3—purple-red earth-sourced mudstone, with deeper tempestite; 4—limestone formed by major storm action; 5—oolitic limestone intercalated with shelly; 6 oosparite; 7—transition zone sand-bearing micrite; 8—regular laminar mudstone

Liangbiao et al., 2010).

1.2.2 中三叠世岩相古地理及沉积环境

(1)安尼期(雷口坡组):基本上继承了早三叠世 晚期的古地理状况,由于四川东部和重庆地区周边 古陆的逐渐抬升,尤其是东边的雪峰古陆的升起,形 成了东高西低的地势,陆源物质来自研究区的北面 和东面。与早三叠世相反,由东向西岩相变化明显, 东部为碎屑岩,碳酸盐岩(巴东组)向西逐渐被盐化 海所形成的白云岩、膏盐岩所取代(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997; Lin Liangbiao et al., 2010)。推断当时在古 降起边缘的万源、广元及峨眉、雅安一带有一条潮上



图 5 四川东部及重庆地区早三叠世奥列尼克期(嘉陵江组) 岩相古地理略图(据四川地质矿产局,1991,1997 修改)

Fig. 5 Lithofacies paleogeography during the Olenekian period (Jialingjiang Fm.) of Early Triassic in eastern Sichuan and Chongqing (modified from Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1991, 1997)

1一盐、石膏、杂卤石分布区;2一相带界线;3一相带编号; 4一古陆;5一物质搬运方向

1—distribution area of salts, gypsum and polyhalite;
2—facies Boundary; 3—facies number; 4—oldland;
5—direction of material transportation

-潮间斜坡带、缓坡带;在七曜山与彭山、江油之间,
 为潮上、潮间萨布哈台坪。

(2)拉丁期(天井山组):古地理状况与安尼期大 致相似,随着海水侵入,逐渐改变了安尼期的封闭局 面和盐化状态,海水淡化,沉积盆地仅限于研究区的 西部,由西向东可分为两个相带:I. 龙门山前潮下 灰坪。分布于龙门山东侧。由于受断裂影响,灰坪 呈连续下降趋势;II. 成都一盐亭潮间、潮下灰坪, 分布于南充、内江以西(Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997)。

1.2.3 晚三叠世岩相古地理及沉积环境

卡尼期一诺利期早期(马鞍塘组一小塘子组): 在这个时期,沉积盆地更向西迁移,但仍出现沉积物 从西向东,从研究区中部向南超覆的现象。在龙门 山东侧形成潮下高能带的鲕粒灰岩和介壳滩,沿滩 发育有潮下低能带海绵点礁,在此带之东为潮间泥 坪沉积,在马鞍塘组中发育少量红层(图 6)。晚三 叠世后期,海水全部退出,形成了以陆相含煤沉积为 主的地层,气候转变为潮湿(Sichuan Compiling



图 6 四川东部及重庆地区晚三叠世早一中期岩相古 地理略图(据四川地质矿产局,1991,1997修改)

Fig. 6 Sketch-map showing the lithofacies paleogeography of the early-middle Late Triassic in eastern Sichuan and Chongqing (modified from Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1991, 1997)



Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997; Shi Zhensheng et al., 2015; Zhao Xiafei et al., 2018)。

2 四川东部、重庆地区三叠纪海相红 层的地层层序及岩石特征

四川东部和重庆地区的三叠系,地层层序清楚, 化石丰富,研究程度比较高。下统由海陆交互相、浅 海相砂泥岩和碳酸盐岩组成;中统主要由泻湖相蒸 发岩组成;上统以含煤陆相沉积为主,仅见于西部地 区(Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997)。

根据岩石类型的不同,大致可以划分两个岩相 区:四川东部地区,以碎屑岩为主,下、中、上三叠统 发育齐全;重庆相区,以碳酸盐岩为主,仅发育下三 叠统、中三叠统下部和上三叠统上部。现将两个不 同岩相区的海相红层特征分别叙述如下:

2.1 四川东部地区三叠纪海相红层特征

主要是指以成都为中心及其以东的地区。西界 西北为龙门山高地,西部为康滇古陆。Fe₂O₃和碎 屑物质主要来自康滇古陆,岩性分布受控于上述两 个古陆(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Zhang Jinghua et al., 1981, Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997; Feng Zengzhao et al., 1997)(图 2,图 3)。三叠系发育齐全,上三叠统 上部为陆相沉积,不在本文的叙述范围。现仅对三 叠系中下统及上统下部海相红层的特征简述如下:

 1.1 飞仙关组红层 [TFRB](T-三叠纪,F-飞 仙关组,RB-红层)

①飞仙关组一段(TFRB-1)海相红层,见于重庆 合川盐井溪飞仙关组剖面第一段(1~11 层),岩性 主要为紫红色、灰紫色砂泥岩、泥质灰岩等,厚 115.5m。其下与二叠系长兴组整合接触。②飞仙 关组二段(TFRB-2)海相红层,见于重庆合川盐井飞 仙关组剖面第二段(12~18 层),岩性几乎全部为紫 红色、紫灰色中厚层钙质泥岩夹灰岩。厚约 197.5m。③飞仙关组三段(TFRB-3)海相红层,见 于四川旺苍罐子坝剖面飞仙关组三段(15~20层), 岩性为灰紫色、灰色泥灰岩等。厚150m。④飞仙关 组四段(TFRB-4)海相红层,见于四川旺苍罐子坝剖 面飞仙关组四段(21~24 层),岩性为紫红色、紫灰 色页岩、泥灰岩等。厚 134.5m(Sichuan Compiling) Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

1.2 嘉陵江组红层 [TJRB](T-三叠纪,J-嘉 陵江组,RB-红层)

以四川南江五权剖面嘉陵江组为代表。①嘉陵 江组一段(1~3 层)(TJRB-1)海相红层,岩性为紫 色、灰紫色中厚层泥灰岩、页岩等。厚 260.5m。向 西至旺苍罐子坝剖面紫色层增多,相变成铜街子组 下部。②嘉陵江组二段上部(5 层)(TJRB-2)海相 红层,岩性为灰色、玫瑰色白云岩、白云质灰岩,底部 为厚 2m 的角砾岩,厚约 60m。向西至旺苍罐子坝 剖面紫色层增多,过渡为铜街子组上部。③嘉陵江 组第三段(6~7 层)(TJRB-3)海相红层,岩性为青 灰、黄灰夹棕红色、紫红色、紫色中至厚层泥质灰岩、 白云质灰岩、白云岩等。厚157.6m。④嘉陵江组四 段(8 层)(TJRB-4)海相红层,岩性为灰色白云岩夹 棕红色白云岩及一层 2m 厚角砾岩。厚约 34m (Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

2.1.3 雷口坡组红层 [TLRB](T-三叠纪,L-雷口坡组,RB-红层)

①雷口坡组一段(TLRB-1)海相红层,见于四 川高县雷口坡组剖面一段(1,2,5 层)。岩性底部第 1层为浅黄绿色、浅棕红色水云母粘土岩("绿豆 岩"),厚1.6m;第2层为黄色、紫红色钙质泥岩与 泥质白云岩互层,厚2.7m;第5层上部为浅红灰 色、紫色薄层钙质白云岩夹钙质页岩或条带状钙 质白云岩。厚 2~8m。共厚 7.1m。②雷口坡组 二段(TLRB-2)海相红层,见于四川高县雷口坡组 剖面二段顶部(18 层)。岩性为浅红灰色中厚层含 泥质生物碎屑白云岩。③雷口坡组四段(TLRB-4)海相红层,见于四川南江五权至金溪剖面雷口 坡组顶部 9 层。岩性为白灰、微带紫色钙质白云 岩、钙质页岩,厚 67m(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997).

2.1.4 天井山组红层 [TTRB](T-三叠纪,T-天 井山组,RB-红层)

以四川绵竹汉旺剖面天井山组为代表,岩性为 浅灰带肉红色鲕粒灰岩夹生物碎屑灰岩。底部具一 层粉砂质碎屑灰岩,厚 28.7m(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

2.1.5 马鞍塘组红层 [TMRB](T-三叠纪,M-马鞍塘组,RB-红层)

以江油马鞍塘剖面马鞍塘组下部第3层为代 表,岩性为灰色、暗红褐色生物碎屑灰岩、砂质灰岩 及钙质页岩,厚6.5m,与下伏中三叠统天井山组可 能为整合接触(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

根据上述分析,在四川东部碎屑岩相区三叠纪海 相红层可归纳为5组11段红层。自上而下分别为:

卡尼阶 马鞍塘组红层;

拉丁阶 天井山组红层;

安尼阶 雷口坡组红层(分别为:雷1段,雷2段 和雷4段),雷3段中目前尚未见海相红层;

奥列尼克阶 嘉陵江组红层(分别为:嘉1段,嘉 2段,嘉3段和嘉4段红层);

印度阶飞仙关组红层(分别为:飞1段,飞2

段,飞3段和飞4段红层);

上述飞仙关组、嘉陵江组和雷口坡组可划分出 11段的海相红层仅适用于该3组中分段明显的地 区(表 2)。在某些地区,特别是靠近古陆的地域,在 碎屑岩相区分段不明显的情况下,通常可识别出 3 组(套)海相红层。

表 2 四川东部及重庆地区三叠纪海相红层特征(西部碎屑岩相区)

Table 2 Characteristics of Triassic marine Red Beds in eastern Sichuan and Chongqing (western clastic rock facies)

Ŧ	统	阶	地层名称		海相红层		相 红 层	化石带(组合)	典 型		
厼			组		段	Â	3称	岩性特征	双壳类	菊石	剖 面	
	L	瑞替阶	须豸	《河	组							
	上统	诺利阶	· 小塘子 · 马鞍塘		组							
		卡尼阶			组	马鞍 [」] (TM	唐组红层 (RB)	暗红褐色生物 碎屑灰岩		Trachyceras	江油石元乡 马鞍塘	
		拉丁阶	天井山组		天井山组红层 (TTRB)		浅灰带肉红色块状鲕状灰 岩夹厚层生物碎屑灰岩			绵竹汉旺		
Ξ	申				4	雷口	雷四段红层 (TLRB-4)	白灰微带紫色钙质白云岩			南江五权	
	, 坛		雷		3	坡						
X	576	安尼阶	坡		2	组红	雷二段红层 (TLRB−2)	紫色泥质粉砂岩,泥质白 云岩,棕紫色鲕状灰岩	Eumorphotis (Asoella) illyrica Myophoria (Costoria) goldfussi			
			纽		1	层 (TLRB)	雷一段红层 (TLRB-1)	紫红色钙质泥岩、页岩, 浅红棕色水云母黏土岩				
宜		奥列 尼克阶			4	嘉	嘉四段红层 (TJRB-4)	棕红色白云质灰岩				
			嘉陵		3	改 江 卯	校	棕红色、紫红色泥质灰岩	Entolium discites microtis	Tirolites		
	5		江组	铜街	2	虹	嘉二段红层 (TJRB-2)	玫瑰色白云岩、 白云质灰岩			南江	
系			~11.	子组	1)云 (TJRB)	嘉一段红层 (TJRB-1)	紫色薄层泥灰岩、页岩	Pteria murchisoni Eumorphotis inaequicostata			
					4	ر الا	飞四段红层 (TFRB-4)	紫红色页岩、紫红色 泥灰岩、页岩互层			旺苍	
	统	印亩阶	仙	飞仙关组		111 关	飞三段红层 (TFRB-3)	紫灰、灰紫色灰岩	Eumorphotis multiformis Ctaraia aurita, C. stachei	Koninckites	罐子坝	
			关			1 组	飞二段红层 (TFRB-2)	紫色、暗紫色、紫红色 钙质泥岩	Ctaraia auritaC. stachei 组合		人口也必	
			~11		1	层 (TFRB)	飞一段红层 (TFRB-1)	紫色钙质粉砂岩、泥岩	Ctaraia wangi	Lytophiceras Ophiceras	台川益溪	
	下	伏			P_3		长	兴组				

2.2 重庆地区三叠纪海相红层特征

主要是指重庆地区以碳酸盐岩为主的三叠纪 海相红层,仅见下统和中统下部,分别是大冶组、 嘉陵江组和巴东组,缺失中三叠统上部和上三叠 统下部地层,上三叠统上部为陆相含煤沉积。该 区下三叠统和中三叠统下部海相红层特征及时代 简介如下:

2.2.1 大冶组海相红层 [TDRB](T-三叠纪,D-大冶组,RB-红层)

大冶组海相红层共分四段,第1段、第2段和 第4段红层以四川广安谢家槽大冶组剖面为代表; 第3段红层以重庆云阳沙陀至牛角洞剖面为代表。 ①大冶组1段(TDRB-1)海相红层,见于大冶组第1 段底部第2层,岩性为灰、灰紫色泥质灰岩和泥灰岩 互层,厚约32m,其下与上二叠统长兴组整合接触。 ②大冶组2段(TDRB-2)海相红层,见于大冶组第2 段底部第7层,岩性为灰色、灰紫、紫色泥质灰岩与 钙质页岩互层,厚约8m。③大冶组3段(TDRB-3) 海相红层,见于大冶组第3段的第8层,岩性为灰 色、紫红色灰岩、泥质灰岩和钙质页岩互层,厚 45.8m。④大冶组4段(TDRB-4)海相红层,见于大 冶组第4段第18层和20~21层,岩性下部(18层) 为紫红色钙质页岩,厚3.2m,上部(20~21层)为紫 红、灰紫色砂质页岩、泥质灰岩与钙质页岩互层,厚 约20m (Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

2.2.2 嘉陵江组海相红层 [TJRB](T-三叠纪,J -嘉陵江组,RB-红层)

嘉陵江组海相红层都见于重庆酉阳思渠剖面。 其中:①嘉陵江组1段(TJRB-1)海相红层,见于嘉 陵江组1段的第1层和第3层,第1层岩性为灰红 色白云质灰岩、生物碎屑灰岩,厚61.6m,第3层岩 性为浅灰、红灰色白云质灰岩夹白云岩,厚96.4m。 ②嘉陵江组2段(TJRB-2)海相红层,见于嘉陵江组 2 段第 4~5 层,岩性下部(4 层)为灰红色厚层角砾 状白云岩,厚 11.4m;上部(5 层)岩性为灰红色白云 岩、白云质灰岩,局部呈角砾状,厚 63.7m,共厚 75m。③嘉陵江组3段(TJRB-3)海相红层,见于嘉 陵江组3段第 6~7 层,岩性下部(6 层)为灰红色灰 岩,上部含鲕粒,厚 65.8m;上部(7 层)岩性为灰肉 红色灰岩,底部为0-8m角砾状页岩,厚 121.2m, 共厚 187m。④嘉陵江组4段(TJRB-4)海相红层, 见于嘉陵江组剖面第9~13层,岩性下部为紫红色、 红灰色角砾状白云岩,厚约113m;上部灰红色、深灰 色白云岩和灰色,厚约53m,其上与巴东组底部"绿 豆岩"整合接触,总厚 166m(Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)。

 2.2.3 巴东组海相红层 [TBRB](T-三叠纪,B-巴东组,RB-红层)

巴东组海相红层分为四段,巴东组1段至巴东 组3段海相红层位于重庆开县温泉柏木沟剖面,巴 东组4段海相红层位于重庆酉阳思渠剖面。

①巴东组1段(TBRB-1)海相红层,见于巴东组 第1段的第1~2层,第1层岩性为灰红色白云岩、 白云质灰岩、白云质页岩、泥灰岩,厚43.7m;第2层 岩性为灰红色、深灰色白云岩、白云质页岩、泥灰岩 等,厚11.9m;共厚55.6m。②巴东组2段(TBRB-2)海相红层,见于第2段第4~7层,岩性为紫红色、 灰色页岩和泥灰岩等。厚约 82m。③巴东组 3 段 (TBRB-3)海相红层,见于巴东组第3段顶部第12 层,岩性为灰色、灰红色泥灰岩与页岩互层,中部夹 钙质泥岩,厚约23m。④巴东组4段(TBRB-4)海相 红层,见于巴东组第4段第12~17层,岩性为紫红 色、灰红色、灰绿色泥岩,钙质页岩,泥灰岩及砂岩 等,厚 355.8m (Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale, 1978; Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province, 1991, 1997)

根据上述分析,在重庆地区碳酸盐岩相区三叠 纪海相红层可归纳为三组(套)及12段海相红层,自 上而下为:

安尼阶 巴东组海相红层,(分别为:巴1段,巴2 段,巴3段和巴4段红层);

奥列尼克阶 嘉陵江组海相红层(分别为嘉1 段,嘉2段,嘉3段和嘉4段红层);

印度阶大冶组海相红层(分别为:大1段,大2

段,大3段和大4段红层)。

在上述三组岩性段不易划分地区,可采用大冶 组海相红层、嘉陵江组海相红层和巴东组海相红层 (表 3)。

综上所述,四川东部和重庆两个地区三叠纪海 相红层可以初步确认共有5组12段:

四川东部:飞仙关组红层(可分为1~4段红 层),嘉陵江红层(可分为1~4段红层),雷口坡组红 层(可分为1段、2段和4段红层),天井山组红层, 马鞍塘组红层;

重庆地区:大冶组红层(可分为1~4段红层), 嘉陵江组红层(可分为1~4段红层),巴东组红层 (可分为1~4段红层)。

四川东部和重庆地区三叠纪海相红层的时代和 对比关系见表 4。

3 四川东部及重庆地区三叠纪海相红 层 Fe₂O₃和 FeO 含量简述

Fe₂O₃是海相红层致色的原因。因此,本文选 择研究区西部四川江油和广元地区的飞仙关组、铜 街子组(相当嘉陵江组1段和2段)、嘉陵江组和马 鞍塘组红层及其上覆非红层部分采集 Fe₂O₃测试样 品。分析和测试工作由国家地质实验测试中心完 成。分析测试主要过程为,新鲜样品在玛瑙钵中磨 制至 200 目,称取试样 0.1000~0.5000g(称样量视 样品的氧化亚铁含量定)于聚四氟坩埚中,加入氢氟 酸和硫酸分解样品,重铬酸钾标准溶液滴定 FeO 含 量;称取试样 0.1000g 于聚四氟坩埚中加入盐酸、硝 酸、氢氟酸、高氯酸置电热板过夜分解试样,加热赶尽 高氯酸白烟,加入盐酸、硝酸溶解样品,溶液转入清洁 塑料瓶中测试 TFe₂O₃含量,按照公式 TFe₂O₃-(FeO ×1.1113)= Fe₂O₃计算的含量。测试结果见表 5。

根据对表 5 中不同层位、不同岩性海相红层 Fe₂O₃含量的分析比较,可以得出如下的几点认识:

(1)暗紫红色钙质泥质粉砂岩的 Fe₂O₃含量最高,高达 19.77%,如马鞍塘组红层;

(2)紫红色泥灰岩、泥岩 Fe₂O₃含量次之,如飞 仙关组1段 Fe₂O₃含量为5.98%,2段下部 Fe₂O₃含 量为4.30~10.65%,4段 Fe₂O₃含量为7.91%;

(3)浅紫红色、浅紫色钙质泥岩 Fe₂O₃含量居第
三位,如嘉陵江组3段红层 Fe₂O₃含量1.82%,4段
红层 Fe₂O₃含量1.61%;

(4)浅红色角砾状钙质泥岩最低 Fe₂O₃含量仅为 0.98%;



表 3 四川东部及重庆地区三叠纪海相红层特征(东部碳酸盐岩相区)

Table 3 Characteristics of Triassic marine Red Beds in eastern Sichuan and Chongqing (eastern carbonate facies)





(5)同属于红层中(或其夹层)中的非红色、粉砂 质灰岩 Fe₂O₃含量也比较高。如马鞍塘组红层,暗 红褐色钙质泥质粉砂岩 Fe₂O₃含量 19.77%,同层灰 色含粉砂质灰岩 Fe₂O₃含量为 10.96%,尽管如此, 但也比其上覆非红层灰黄色粉砂质泥岩 Fe₂O₃含量 3.48%要高出2倍以上;

(6)飞仙关组海相红层普遍要高于嘉陵江组海 相红层 Fe₂O₃含量 2 倍以上,是否可以说明三叠纪 印度阶 Fe₂O₃来源较奥列尼克阶红层 Fe₂O₃来源较 丰富,随着时间的推移,Fe2O3含量逐渐减少;

(7)不管是飞仙关组、嘉陵江组、铜街子组或马 鞍塘组红层,Fe2O3含量都要高于其上覆的非海相红 层,这说明 Fe₂O₃含量是海相红层致色的主要原因。

四川东部及重庆地区三叠纪海相红 4 层的分类

4.1 古代海相红层分类简介

根据岩石类型、形成的海水深度、地理位置等, 不同作者对古代海相红层有不同的划分方案:

4.1.1 根据岩石类型划分

根据岩石类型,前人将海相红层分为3~4种类 型,如:Wang Chengshan et al. (2009)将白垩纪大

Table 5 Comparison of Fe₂O₃ and FeO contents in Triassic marine Red Beds in eastern Sichuan and Chongqing

层位		层段		岩性	颜色	编号	$\operatorname{Fe}_2\operatorname{O}_3(\%)$	FeO(%)	产地
卡尼阶	口欺捕		上覆	上覆 含粉砂质泥岩		灰黄色 J-M-Compare		2.23	而旧江外袖
	可致殆		同层	含粉砂灰岩	灰色	J-M-LS	10.96	4.70	四州在佃
	组红层		红层	钙质泥质粉砂岩 暗红褐色 J-M-RB		19.77	0.84	马畈塘	
		4 E.J.	上覆	上覆 钙质白云岩		G-J-RBtopC	0.05	0.08	
		4 权	红层 钙质泥岩		浅紫红色	G-J-Rbtop	1.61 0.32		
奥列尼克	嘉陵江	っぽん	上覆 钙质白云岩		浅灰白色	浅灰白色 G-J-RBtop-1C		0.24	四川
	组红层	い权	红层	红层 钙质泥岩 浅紫红色 G-J-RBto		G-J-RBtop-1	1.82	0.31	广元
		1 氏	上覆	上覆 角砾状钙质白云岩		浅灰色 G-J-RBbaseC		0.29	
阶		工权	红层 角砾状钙质泥岩		浅红色	G-J-RBbase	0.98	0.19	
	铜街子		上覆	上覆 灰岩		G-T-RB1C	0.95	0.79	而山亡寺
	组红层		红层	层 泥灰岩 晒		G-T-RB1	4.40	0.97	四川广九
		4段	红层	泥岩	紫红色	G-F-RB4	7.91	2.60	
		3段	非红层	鲕粒灰岩	灰白色	G-F-RB4C	0.17	0.24	
印	飞仙兰	2 段	红层	红层 泥岩、泥灰岩		紫红色 G-F-RB2		0.70	四川广元
度	て四人		同层	同层 灰岩 灰白色		G-F-RB2C	2.87	0.29	
阶	组红层	(「部)	红层	泥岩、泥灰岩	紫红色	G-F-RB2-2	4.30	0.65	
			上覆	泥岩	黄绿色	G-F-RB1-C	5.03	1.01	而山亡寺
			红层	泥岩	紫红色	G-F-RB1-	6.98	0.93	四川)九

洋红层(CORB)的岩石类型划分为三大类:泥质 CORB、钙质 CORB和硅质 CORB; Hu Xiumian et al. (2012)根据主量元素 CaO, Al₂O₃, SiO₂含量将 CORB分成3个端元: Ca-CORB、Al-CORB和Si-CORB; Lin Baoyu et al. (2018)根据一般的沉积岩 分类原则,将中国主要块体达瑞威尔晚期至凯特期 早期海相红层划分为4类:碳酸盐岩类型、碎屑岩类 型、火山碎屑岩类型和鲕状赤铁矿类型。

4.1.2 根据海水深度和海域划分

Wang Chengshan et al. (2005)根据红层形成 环境的不同,将红层分为大陆红层和大洋红层。并 认为"大洋红层是指海洋深水远洋、半远洋环境下, 在富氧条件下形成的一套红色一紫红色为主的沉积 物。大洋红层沉积环境以大陆斜坡一深水盆地为 主"。

Hu Xiumian(2013)认为"根据沉积环境大体可 分为陆相红层和海相红层","大洋红层是指海相红 层的特殊类型"。其含义与 Wang Chengshan et al. (2005)含义基本相同,也是指海相红层中深水远洋、 半远洋沉积的海相红层。

Rong Jiayu et al. (2012)根据地理位置和沉积 特征,将海相红层大致归纳为三个类型:①大洋深海 沉积,如藏南白垩系一古近系;②陆棚或陆表海远岸 较深水沉积,如华南扬子地台奥陶系紫台组;③近岸 浅水沉积,如志留系、三叠系(如华南飞仙关组、巴东 组)等。分别称其为大洋盆地深水、远岸较深水和内 陆棚浅水红层。

Lin Baoyu et al. (2017, 2018)均基于沉积时海 水的大致深度对海相红层进行分类,并认为:"陆棚 红层和大洋红层在沉积环境、海水深度、岩石类型等 方面均有较大的区别。陆棚红层主要分布于寒武纪 一三叠纪,而大洋红层则主要分布于白垩纪一现代, 这是由于前一时期的海域(陆表海广布),而后一时 期的海域更接近于现代海域(陆源海和大洋广布) 所致。"

根据上述不同作者对海相红层的论述,本文采 用的分类如下表 6。

表 6 中国古海相红层分类(据林宝玉等, 2018 修改)

 Table 6
 Classification of Chinese paleo-marine

Red Beds (modified from Lin Baoyu et al., 2018)

类型	陆棚	大洋红层			
依据	浅水红层	半深水红层	深水红层		
	陆	陆博下部			
构造位置	内陆棚	外陆棚			
	(陆棚上部)	(陆棚下部)	盆地		
治法	陆表海	大洋			
<i>酉</i>	(或滨海	(深海)			
水深	0~20m 或 50m	$50\sim\!200\mathrm{m}$	>200m		
十两八五时件	宙	侏罗纪(?)			
土女万年时代	▲ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	白垩纪一现代			

4.2 四川东部一重庆地区三叠纪海相红层分类

4.2.1 根据岩石类型分类

海相红层属于沉积岩类型的范围,包括滨海一 深海(大洋)沉积。因此,本文基本上采用现代沉积 岩的分类,大致可分为三大类:泥质碎屑岩类、碳酸盐岩类和硅质岩类。

泥质碎屑岩类和碳酸盐岩类在研究区的三叠纪 海相红层中非常发育。典型的大洋深水盆地沉积的 硅质岩类型在研究区暂未发现。

(1)泥质碎屑岩类型:主要有紫色钙质粉砂岩 (如飞仙关组1段红层)、紫红色页岩(如飞仙关组4 段红层)、紫红色钙质泥岩(如飞仙关组2段红层)等;

(2)碳酸盐岩类型:主要有棕红色、紫红色泥灰岩(如嘉陵江组3段红层)、棕红色白云岩灰岩(如嘉陵江组3段红层)、棕红色鲕状灰岩(如雷口坡组2段和天井山组红层)、暗红褐色生物碎屑灰岩(如马鞍塘组红层)等。

4.2.2 根据沉积环境、海水深度、构造位置等分类

四川东部及重庆地区三叠纪红层与中国主要 块体中奥陶世晚期一晚奥陶世早期的海相红层均 属陆棚红层类型。研究区三叠纪海相红层主要发

shallow water-semi-deen water Shelf Red Beds

deen water Oceanic Red Beds

育于滨岸至浅水陆棚(内陆棚)环境,而后者(奥陶 纪)海相红层主要发育于远岸半深水(外陆棚) 环境。

在研究区内暂未发现有典型的大洋或深水海相 红层的存在,但是在研究区的南部,贵州东南部地区 发育深水海相红层,如紫云组的两层海相红层(属奥 列尼克阶),层位相当于研究区域的嘉陵江组。它属 于大洋红层中的陆坡下部的重力流沉积。岩性为 灰、深灰色及肉红色厚层状、角砾状砾屑灰岩,夹多 层紫红色薄层灰岩及页岩。砾屑物质主要来自陆坡 上部沉积灰岩。

5 四川东部一重庆地区三叠纪海相红 层与邻区的对比

四川东部一重庆地区三叠纪海相红层在其东邻 湖北省中西部和南邻贵州省的三叠纪海相地层中也 广泛分布,仅是在后二者红层层位略少而已。它们 之间的对比关系见表 7。

表 7 四川东部一重庆地区与邻区(湖北中西部、贵州)三叠纪海相红层的对比

Table 7 Comparison of the Triassic Marine Red Beds in eastern Sichuan-Chongqing area and adjacent areas

地区		川东-重庆↓	也区(本文)	湖北中西	部(本文)	贵 州 (本文)				
地层系统		西 部	东 部	恩 施-巴 东	南 漳−京 山	黔 西−黔 北	黔中	黔 南		
	上覆地层	J 1-2	J 1-2	桐竹园组	桐竹园组	自流井群 _{J12}	自流井群 _{J12}	第四系 Q		
	瑞替阶	须家河组	须家河组	沙镇溪组	玉龙滩组	二 桥 组	二 桥 组			
Ŀ	诺利阶	小塘子组				火把冲组 把南组	三桥组			
统	- 卡 尼 阶	马 鞍 塘			九 里 岗	法 郎 组●				
	191	组			组			边 4		
中	拉丁阶	● 天井山组				杨柳井组	垄头组	阳 组 1		
统	安尼阶	雷 4 口 3 2 1	巴 东 组 1	$ \begin{array}{c} \mathbb{E} \\ \overline{x} \\ 4 \\ \underline{3} \\ \underline{2} \\ 1 \end{array} $	巴 东 组 1	$ \mathbb{E} \begin{array}{c} 4 \\ 3 \\ 5 \\ 2 \\ 4 \\ 1 \end{array} $ $ 4 \\ 6 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \end{array} $ $ 5 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \end{array} $	子山段	青 新 许 岩 苑 满 组 组 组		
	奧列尼	嘉 陵 3	嘉 4 ● 因	<u>嘉</u> 4 陵3		^茅 草 2 ● 永 <u>4</u> 宁 <u>3</u>	安 3 ●	紫 2 🌢		
下	克阶	江 组 1	江 组 1	江 组 1	江 组 1	· 铺 1 ● 镇 2 ● 组 1		□ 五 1 ●		
统	印度阶	飞 仙 关 组 1	大 治 组 1	大 冶 组 1	大 治 组 1	夜 3 0 2 4 1 2 4 2 4 1 2 0 4 1 2	大 3 冶 2 组 1	罗楼组		
下	伏地层	P ₃	P ₃	P ₃	P ₃	汪家寨 长兴 P3 组	大隆组 P ₃	大隆组 P ₃		
	 ● 浅水-半深水陆棚灯层 ● 淡水大洋灯层 1.2.3.4 段号 									

section number

(Central-Western Hubei and Guizhou)

5.1 与湖北省中西部三叠纪海相红层的对比

根据 Bureau of Geology and Mineral Resources of Hubei Province(1990, 1996),在湖北省中西部南漳一京山地区和恩施一巴东地区三叠纪海相红层中,本文从其中大致可识别出7层海相红层(表7),它们的特征及与川东一重庆地区的对比情况如下:

(1)大冶组海相红层:位于南漳一京山地区南漳 县小漳河葛公刘集剖面大冶组第2段的海相红层, 其下第1层含菊石 Ophiceras sp. 等,与四川东部及 重庆地区的大冶组第2段红层层位大致相当。位于 恩施一巴东地区利川县小河火荀塘大冶组剖面第 12层的海相红层,其上第4岩性段含 Eumorphotis multiformis Rittner 等。其下第1岩性段含菊石 Ophiceras cf. sinensis Tien,O. cf. tingi Tien 等 (Bureau of Geology and Mineral Resources of Hubei Province, 1990, 1996),可能与四川东部及 重庆地区大冶组第2段红层层位相当。这里应当提 及的是,根据湖北省岩石地层报道,大冶沙田剖面的 大冶组也可见到2层海相红层(12~13 层和25~33 层)。其层位亦相当四川东部及重庆地区的第2段 及第3段海相红层。

(2)嘉陵江组海相红层:位于恩施一巴东地区利 川县小河火荀塘剖面嘉陵江组底部1~7 层的海相 红层,其上第8层含大量嘉陵江组常见的双壳类化 石,与四川东部及重庆地区嘉陵江组第1段红层层 位大致相当。位于南漳一京山地区的南漳县小漳河 葛公刘集剖面的"嘉陵江组"第7层的海相红层大致 相当于四川东部及重庆地区嘉陵江组第3段海相红 层。在恩施一巴东地区的始建县马扎坪剖面的45 ~52层的肉红色含石膏白云岩也应属于该海相 红层。

(3)巴东组海相红层:位于恩施巴东地区的恩施 七里坪剖面的巴东组第2段的4~5层的海相红层 与四川东部及重庆地区的巴东组第2段海相红层层 位相当。位于南漳一京山地区南漳县小漳河公社剖 面的巴东组12~14层的海相红层亦与四川东部及 重庆地区巴东组第2段红层层位相当。位于恩施一 巴东地区恩施七里坪剖面巴东组的6层和8层夹层 的海相红层,非红层部分含大量的双壳类化石,属于 *Leptochondria subillyrica-L. illyrica* 组 合 (Bureau of Geology and Mineral Resources of Hubei Province, 1990, 1996),与四川东部及重庆 地区的巴东组第3段海相红层层位相当;同一剖面 巴东组顶部 9~10 层的海相红层与四川东部及重庆 地区巴东组第 4 段海相红层层位相当。位于南漳一 京山地区的南漳县小漳河葛公剖面的巴东组 4 段的 16~17 层的海相红层也与四川东部及重庆地区巴 东组第 4 段海相红层层位相当。

上述7层海相红层分属印度阶2层,奥列尼克 阶2层,和安尼阶3层。均可与四川东部及重庆地 区相当的海相红层进行对比,尤其是巴东组2、4两 段海相红层,厚度大,分布广泛,这与四川东部及重 庆地区情况极其相似,是进行区域对比和寻找有用 矿床的良好标志。

5.2 与贵州三叠纪海相红层的对比

根据 Guizhou working Party of Stratigraphy and Palaeontology (1977), Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province (1987, 1997), Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources (1996), Tong Jinnan (2018)等, 贵州三叠纪地层可 划分为扬子区和右江区。前者主要为浅水碳酸盐 岩,底栖生物丰富,厚度大,总厚达 6000m 以上,按 沉积环境和岩石组合,又大致可分为黔西一黔北分 区和黔中分区。右江区主要为深水陆源浊积岩和钙 质重力流沉积,以浮游型菊石及双壳类为主,厚度在 4000m 左右。扬子区海相红层发育,多为浅水一半 深水陆棚红层。右江区海相红层仅见于奥列尼克 阶,为深水大洋红层。现将四川东部及重庆地区海 相红层分别与其进行对比(表7)。

5.2.1 与黔北一黔西地区三叠纪海相红层的对比

该区北部与四川东部及重庆地区相邻,海相红 层发育,本文从其中大致可识别出9层(段)海相红 层,它的特征及其与四川东部及重庆地区的对比简 述如下:

(1)夜郎组海相红层:见于贵州高桥剖面夜郎组 第2段(黄坝村段)24~29 层的底部的海相红层,含 *Claraia stachi*,应属于*C. stachi*-*C. aurita* 组合带, 大致与四川东部及重庆地区的飞仙关组第2段红层 层位相当。见于贵州高桥剖面夜郎组第3段上部 (九级滩段)的 30~50 层的海相红层,含 *Eumor photis multi formis* 等,与四川东部及重庆地 区飞仙关组 3~4 段海相红层层位相当。在贵州毕 节地区,飞仙关组剖面第2段的 7~19 层海相红层, 含 *Eumor photis multi formis* 等(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996),与四川东部及重庆地区的飞仙 关组 3~4 段海相红层相当。

(2) 茅草铺组海相红层: 茅草铺组第1段海相红 层, 产双壳类 Eumorphotis inaequicostata, E. laezkoi 等,大致与四川东部及重庆地区的嘉陵江组 1~2 段海相红层相当(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997)。茅草铺组第2段海相红层,偶夹双壳类 Entolium cf. discites, Myophoria costatoria 等 (Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996),与四川东 部及重庆地区的嘉陵江组上部 3~4 段海相红层 相当。

(3)永宁镇组海相红层:在贵州关岭县永宁镇组 (嘉陵江组)可分4段,其中2~4段为海相红层。2 段含含菊石 *Tirolites spinosus*,4段含 *Danarites* sp. (Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996),第2段和 第4段分别可与四川东部及重庆地区嘉陵江组第2 段和4段海相红层对比。

(4)巴东组海相红层:巴东组第2段海相红层, 产双壳类 Myophoria (Costateria) gold fussi 等,与 四川东部及重庆地区巴东组2段海相红层层位相 当。关岭组松子坎段海相红层可能属于此层位。见 于贵州余庆觉林巴东组第3段41~42层海相红层 与四川东部及重庆地区巴东组第3段海相红层层位 相当。巴东组4段海相红层,含双壳类 Myophoria (Costateria) gold fussi 等(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996), 与四川东部及重庆地区巴东组4 段红层层位相当。

(5)杨柳井组海相红层:见于遵义高桥三叠系剖 面杨柳井组底部 112~116 层的海相红层可能相当 于四川东部及重庆地区的天井山组海相红层。

(6)法郎组瓦窑段海相红层:关岭永宁镇西南4km 竹杆坡瓦窑段海相红层,含菊石Protrachyceras sp., P. yongningensis,时代属卡尼

期早期(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996), 层位大致 相当于四川东部及重庆地区的马鞍塘组底部海相 红层。

5.2.2 与黔中地区三叠纪海相红层的对比

黔中地区三叠纪地层属于台地碳酸盐岩边缘相 的沉积,水体略深,海相红层层位相对减少(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996)。本文从其中共识别出 6 层海相红层,奥列尼克阶安顺组 3 层,拉丁阶杨柳井 组(垄头组)、卡尼阶改茶组各 1 层和诺利阶三桥组 1 层。现将其特征及与四川东部及重庆地区海相红 层的对比简述如下:

(1)安顺组海相红层:见于贵阳翁井下三叠统安 顺组第1段(灰岩段)的18~25层的海相红层,产双 壳类Leptochondria cf. bittneri,与四川东部及重庆 地区的嘉陵江组第1段海相红层相当;安顺组2段 底部的26~35层的海相红层,产双壳类Entolium discites,Eumorphotis telleri 等(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996),可能与四川东部及重庆地区嘉 陵江组2段海相红层层位相当;安顺组3段的底部 50~54层的海相红层很可能与四川东部及重庆地 区的嘉陵江组3段海相红层相当。

(2)杨柳井组海相红层:见于贵阳市三桥剖面拉 丁期早期杨柳井组底部 100~103 层的海相红层,含 双壳类 Myophoria (Costateria) gold fussi, M. (C.) cf. submultistriata 等(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996),可能相当于四川东部及重庆地 区的天井山组海相红层。

(3)改茶组海相红层:见于贵阳花溪垄头村剖面 卡尼期早期的改茶组底部 60~69 层的海相红层,层 位可能与四川东部及重庆地区马鞍塘组海相红层 相当。

(4) 三桥组海相红层: 见于清镇后五至莫石冲剖

面诺利期早期的三桥组第2段(下灰岩段)26~29 层的海相红层,富产腹足类 Sanqiaothyris elliptica,Rhetinobsis ovata等,时代为诺利期早期 (Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996)。其可能是 目前中国南方地区发现的三叠纪时期最高层位的海 相红层,四川东部及重庆地区目前尚未识别出该期 海相红层。

5.3 与黔南(右江)地区三叠纪海相红层的对比

黔南地区三叠系为深水相沉积,其中海相红层 仅见于奥列尼克期的紫云组。紫云组属斜坡钙屑重 力流沉积,在紫云板当茶叶哨剖面,紫云组分上下两 段,均含海相红层(Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province, 1987, 1997; Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, 1996),其特征及与四 川东部及重庆地区海相红层的对比如下:

紫云组第1段海相红层见于该剖面紫云组第1 段中部19~20层,紫云组第2段海相红层,见于紫 云组的26~29层。上述二层海相红层层位与四川 东部及重庆地区的嘉陵江组相当。但是属于陆坡下 部的深水大洋红层。这说明在三叠纪时期,除广泛 发育浅水-半深水三叠纪陆棚红层外,还在扬子地 区南缘的东南区局部地区发育深水大洋红层。

综上所述,贵州地区三叠纪海相红层一共有12 层,其中印度阶2层,奥列尼克阶3层,安尼阶3层, 拉丁阶1层,卡尼阶2层和诺利阶1层,除诺利阶1 层在四川东部及重庆地区未见到外,其余11层海相 红层均可与四川东部及重庆地区三叠纪海相红层进 行对比(表8)。

表 8 四川东部及重庆地区三叠纪海相红层纵向分布与古气候、水深等要素之关系

Table 8 The relationship between the vertical distribution of the Triassic marine Red Beds and the paleoclimate, paleo-latitude, water depth, vegetation, minerals, rock color, and tectonic movement in eastern Sichuan and Chongqing during the Triassic period

时有	t.		因素	气候	纬度	水深	植!	物	矿产	岩石 颜色	构造 活动	海相 红层
	L	瑞替阶	须家河组	温凉、 潮湿	高	陆地	繁臣	盚	煤层 发育	(还原金	成陆	陆相
	上	诺利阶	小塘子组		中 ▲	近 淡 岸 化			夹煤 层	灰发 色育	上 升	无
Ξ	-76	卡尼阶	马鞍塘组			(有孔明瑚			Ŧ		下	(二层)
	中 ·	拉丁阶	天井山组			浅、等 海石 ()					降	(二 稀 层)
叠	统	安尼阶	(巴东组)	一 干		(潮浜上			高日	红(鱼氧		(可识别
Ŧ	下	奥尼 列阶	嘉陵江组	深 、 炎 丸	低	岸、潮咸 极间化	1 繁盛		监 等 发 亥	R 化 色 发 百 百	上 升	极发育加出3组12段
系	统	印度阶	(大冶组) (大冶组)	***		ス バ 湖)			Ħ	1等)		「「「」「「」」「」」「」」「」」「」」」「」」「」」」」」」」」」」」」」

6 结论

通过对四川东部和重庆地区三叠纪海相红层的 研究,可以初步得出如下的结论:

(1)初次建立四川东部及重庆地区三叠纪海相 红层的地层层序并确定了岩石特征,在此基础上初 步识别出5组(套)12层(段)海相红层,由老到新分 别是:印度阶飞仙关组或大冶组海相红层(1组4 段),奥列尼克阶嘉陵江组海相红层(1组4段),安 尼阶雷口坡组海相红层(1组3段)或巴东组海相红 层(1组4段),拉丁阶天井山海相红层(1组),卡尼 阶马鞍塘组海相红层(1组)。

(2)根据对三叠纪海相红层的岩石特征、生物群 面貌及其形成的沉积环境分析,初步确定四川东部 及重庆地区海相红层为浅水一半深水海相红层,属 于典型的滨浅海陆棚红层类型;黔南地区紫云组的 两层深水海相红层,基本属于深海红层类型。通过 对上述两种类型海相红层在四川东部和重庆地区及 其与邻区的对比研究,可以确认在三叠纪时期存在 着陆棚红层广布情况,而深海红层可能仅见于局部 地区,如黔南一带。

(3)四川东部和重庆地区三叠纪海相红层发育 程度、地层层序及岩石特征等均与周边古陆有紧密 的关系,如早三叠世飞仙关期(图4)的海相红层分 布主要受控于其西面康滇古陆和西北面的龙门山高 地,呈带状分布;三叠纪海相红层的碎屑物质及 Fe₂O₃主要来源于康滇古陆和龙门山等高地(图3, 4,5)。

(4)四川东部及重庆地区三叠纪海相红层纵向 分布与古气候、古纬度、水深等密切的关系(见表 8)。①早三叠世印度期、奥列尼克期和中三叠世安 尼期气候干燥炎热,纬度低、海水浅、因而氧化条件 强烈,陆棚红层广布,共发育3组(套)12段海相红 层,膏盐等矿产发育。②中三叠世晚期拉丁期和晚 三叠世早期卡尼期,气候转凉,海水变深,纬度可能 偏高,因而海相红层仅发育2层,拉丁期和卡尼期各 1层,而且分布不太广泛。③晚三叠世中期诺利期 气候变凉,海水变浅,而且淡化,植物开始繁盛,主要 为海陆交互相,夹有少量煤层,由氧化条件转变成还 原的条件。④晚三叠世时期瑞替期,海水全部退出, 变成陆地,煤层发育,是研究区陆相成煤时期。

本文对四川东部及重庆地区三叠纪海相红层的 研究为中国乃至全球三叠纪海相红层的研究提供基 础数据和资料。由于此项工作初步开展,有些内容 有待今后进一步的补充和深化。

致谢:感谢审稿人细致的点评和修改建议,并致 谢在该区工作的前人所付出的辛勤劳动!

References

- Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province. 1987. Regional Geology of Guizhou Province. Beijing: Geological Publishing House, 07: 1 ~ 698 (in Chinese with English abstract).
- Bereau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province. 1997. Lithostratigraphy of Guizhou Province. Wuhan: Publishing House of China University of Geology, 1~306 (in Chinese with English abstract).
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Hubei Province. 1990. Regional Geology of Hubei Province. Beijing: Geological Publishing House, 20: $1 \sim 707$ (in Chinese with English abstract).
- Bereau of Geology and Mineral Resources ofHubei Province. 1996. Lithostratigraphy of Hubei Province. Wuhan: Publishing House of China University of Geology, $1 \sim 284$ (in Chinese with English abstract).
- Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province.

1991. Regional Geology of Sichuan Province. Beijing: Geological Publishing House, 23: $1\sim730$ (in Chinese with English abstract).

- Bereau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province. 1997. Lithostratigraphy of Sichuan Province. Wuhan: Publishing House of China University of Geology, 1~417 (in Chinese with English abstract).
- Chen Chuzhen, Li Wenben, Ma Qihong, Shang Yuke, Wu Shunqing, Zhang zuoming, Ye Meina, He Guoxiong, Shen Yanbin, Zheng Shuying. 1979. Triassic system of southwest China. In: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academic Sinica (ed.), Carbonate Biostratigraphy of Southwest China. Beijing: Science Press, 289~336 (in Chinese).
- Dai Liguo, Zheng Rongcai, Li Shuang, Zheng Chao, Hu Zhonggui. 2009. Sequence-based lithofacies and paleogeography of Lower Triassic Feixianguan Formation in eastern Sichuan and northern Zhongqing area. Geologyin China, 36 (1), 110 \sim 119 (in Chinese with English abstract).
- FengZengzhao, Bao Zhidong, Wu Shenghe, Li Yongtie, Wang Guoli. 1997. Lithofacies palaeogeography of the early and Middle Triassic of south China. Scientia Geologica Sinica, 32 (2): 212~220.
- Guizhou working Party of Stratigraphy and Palaeontology. 1977. Regional Stratigraphic scale of southwest China, Guizhou volume. Beijing: Geological Publishing House, $1 \sim 604$ (in Chinese).
- Hu Xiumian. 2013. Distribution, Types and Origins of Phanerozoic Marine Red Beds. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry. 32(3): 334 ~ 342 (in Chinese with English abstract).
- Hu Xiumian. 2009. Cretaceous Oceanic Red Beds: Stratigraphy, Composition, Origins and Paleoceanographic and Paleoclimatic Significance. SEPM Soc for Sed Geology, 91.
- Hu Xiumian, Jansa L, Wang Chengshan, Sarti L, Bak K, Wagreich M, Michalik J, Sotak J. 2005. Upper Cretaceous oceanic red beds (CORBs) in the Tethys: occurrences, lithofacies, age, and environments. Cretaceous Research, 26(1): 3~20.
- Hu Xiumian, Scott R W, Cai Yuanfeng, Wang Chengshan, Melinte-Dobrinescu M C. 2012. Cretaceous oceanic red beds (CORBs): Different time scales and models of origin. Earth-Science Reviews, 115(4): 217~248.
- Hu Xiumian, Wang chengshan. 2007. Creteceous Oceanic Red Beds: Characteristics, distribution and Origins. Acta Geologica of High School. 13 (1): $1 \sim 13$ (in Chinese with English abstract).
- Li Guobiao, Jiang Ganqing, Wan Xiaoqiao. 2011. "The age of the Chuangde Formation in Kangmar, southern Tibet of China: Implications for the origin of Cretaceous oceanic red beds (CORBs) in the northern Tethyan Himalaya." Sedimentary Geology, 235: 111~121.
- Lin Baoyu, Li Ming, Wu Zhenjie. 2017. Silurian Marine Red Beds in the Yangtze Platform of China and its international correlation. In: Lin Baoyu, Huang zhigao, Li Ming, Wu Zhenjie. On the discussion of some Silurian Problems in China. Beijing: Science Press, 102 ~ 128 (in Chinese with English abstract).
- Lin Baoyu, Ren Jishun, Li Ming, Wu Zhenjie. 2018. Late Darriwilian to early Katian (Ordovician) Marine Red Beds from the main Blocks in China and its tectonic significance. Acta Geologica Sinica, 92(10): 2002~2007 (in Chinese with English abstract).
- Lin Liangbiao, Chen Hongde, Zhu Lidong, Xu Shenglin, Zhong Yijiang. 2010. The sequence-based lithofa-cies-paleogeography of Jialingjiang formation and Leikoupo formation in eastern Sichuan Basin. Journal of Chengdu University of Technology: Sci & Technol Ed, 2010, 37(4): 446~451 (in Chinese with English abstract).
- Liu Ping, Zheng Rongcai, Chang Hailiang, Liang Ning, Zhou Gang, 2018. Geological events and element geochemistry

response in the PTB Section from Eastern Sichuan area. Geological Review, 64(1): $29 \sim 44$ (in Chinese with English abstract).

- Regional Geological Survey of Guizhou of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources. 1996. Stratigraphic Lexicon of Guizhou. Guiyang: Guizhou Science and Technology Publishing House. 1~508 (in Chinese without English abstract).
- Rong Jiayu, Wang Yi, Zhang Xiaole. 2012. Tracking shallow marine Red Beds through geological time as exemplified by the lower Telychian (Silurian) in the Upper Yangtze Region, South China. Science China: Earth Sciences, 55(5): 699~713 (in Chinese with English abstract).
- Shao Longyi, Lu Jing, Wang Hao, Zhang Pengfei. 2009. Developments of coal measures sequence stratigraphy in China. Acta Sedimentologica Sinica, 27(9): 904~914 (in Chinese with English abstract).
- Shi Zhensheng, Wang Zhihong, Hao Cuiguo, Guo Changmin, Mo Wuling. 2015. Sedimentary facies of the Upper Triassic Ma' antang Formation in Sichuan Basin. Journal of Palaeogeography, 17(6): 771~786 (in Chinese with English abstract).
- Sichuan Compiling Group for Regional Stratigraphic Scale. 1978. Regional Stratigraphic Scale of Southwest China, Sichuan volume. Beijing: Geological Publishing House, $1 \sim 572$ (in Chinese).
- Tong Jinnan. 2018. Triassic System. In: National Communission of Stratigraphy of China (ed.), "The Stratigraphic Chart (2014)" and Directions. Beijing: Geological Publishing House, 253~281 (in Chinese).
- Wan Xiaoqiao, Li Guobiao, Si Jialiang. 2005. The distribution and ages of Late Cretaceous-Palaeocene Oceanic Red Beds in South Tibet. Earth Science Frontiers, 12(2): 31~37 (in Chinese with English abstract).
- Wang Chengshan, Hu Xiumian. 2005. Cretaceous world and oceanic red beds. Earth Science Frontiers, 12(2): $011 \sim 021$ (in Chinese with English abstract).
- Wang Chengshan, Hu Xiumian, Huang Yongjiang, Scott R W, Wagreich M. 2009. Overview of Cretaceous Oceanic Red Beds (CORBs): a window on global oceanic and climate change. Cretaceous Oceanic Red Beds: Stratigraphy, Composition, Origins and Paleoceanographic and Paleoclimatic Significance: SEPM Special Publication, 91: 13~33.
- Wang Mingquan, Zhao Yanjun, Liu Chenglin, Ding Ting. 2015. Paleotemperature and significance of the evaporated seawater in salt-forming process of the fourth member of Jialingjiang formation in the eastern Sichuan Basin. Acta Petrologica Sinica, 31: 2745~2750.
- Yang Zunyi, Zhang Sunxin, Yang Jiri, Zhou Huiqin, Cao Hongsheng. 2000. Stratigraphical Lexicon of China, Triassic. Beijing: Geological Publishing House, 1~139 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Jinghua, Huang Jianguo. 1981. Stratigraphic and Lithofacies Palaeogeographic characteristics of the Early and Middle Triassic in Sichuan Basin. Journal of the Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, 3: 59~82 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Jinko, Chen Chuzhen, Wang Yigang, He Guoxiong, Chen Jinhua. 1982. Problems on subdivision and correlation of the marine Triassic strata in China with explanatory text. In: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences (ed.). Stratigraphic Correlation Chart in China with Explanatory Text. Beijing, Science Press, 191~205 (in Chinese).
- Zhao Xiafei, Liu Shugen, Peng Jingsong, Dong Shunli, Zhang Yinde. 2018. Sedimentary environment, tectonic implication and exploration perspective of the Upper Triassic Xiaotangzi Formation in Longmenshan in Western Sichuan. Acta Geologica Sinica, 92(3): 604~617 (in Chinese with English abstract).

Zhou Jiayun, Gong Daxing, Li Meng. 2015. The characteristic of

evaporite, migration of salt basins and its tectonic control in Triassic Sichuan Basin. Acta Geologica Sinica, 89(11): $1945 \sim 1952$ (in Chinese with English abstract).

参考文献

- 陈楚震,黎文本,马其鸿,尚玉珂,吴舜卿,张作铭,厉宝贤,叶美 娜,何国雄,沈炎彬,郑淑英.1979.西南地区的三叠系.见: 中国科学院南京地质古生物研究所(著).西南地区碳酸盐生物 地层.北京:科学出版社,289~336.
- 戴荔果,郑荣才,李爽,郑超,胡忠贵. 2009. 川东一渝北地区飞仙 关组层序一岩相古地理特征. 中国地质, 36(1): 110~119.
- 冯增昭,鲍志东,吴胜和,李永铁,王国力. 1997. 中国南方早中三 叠世岩相古地理. 地质科学, 32(2): 212~220.
- 贵州地层古生物工作队.1977.西南地区区域地层表,贵州省分册. 北京:地质出版社,1~604.
- 贵州地质矿产局.1997.贵州省岩石地层.武汉:中国地质大学出版社,1~306.
- 贵州省地质矿产局区调院.1996.刘裕周(主编).贵州地层典.贵 阳:贵州科技出版社,1~508.
- 贵州省地质矿产局. 1987. 贵州省区域地质志. 北京: 地质出版社, 07: 1~698.
- 湖北省地质矿产局.1990.湖北省区域地质志.北京:地质出版社, 20:1~707.
- 湖北省地质矿产局.1996.湖北省岩石地层.武汉:中国地质大学 出版社,1~284.
- 胡修棉. 2013. 显生宙海相红层的分布,类型与成因机制. 矿物岩 石地球学通报,32(3): 335~342.
- 胡修棉,王成善. 2007. 白垩纪大洋红层:特征,分布与成因. 高校 地质学报,13(1):1~13.
- 胡修棉, 王成善, 李祥辉, Jansa L. 2006. 藏南上白垩统大洋红层: 岩石类型, 沉积环境与颜色成因. 中国科学 D 辑•地球科学, 36(9): 811~821.
- 林宝玉,李明,武振杰.2017.扬子地台志留纪海相红层及其国际 对比.见:林宝玉等.中国志留系若干问题的探讨.北京:科学 出版社,102~128.
- 林宝玉,任纪舜,李明,武振杰. 2018. 中国主要块体奥陶纪达瑞威 尔期 (Darriwillian)晚期一凯特期 (Katian)早期海相红层及其 构造意义. 地质学报,92(10):2002~2017.
- 林良彪,陈洪德,朱利东,徐胜林,钟怡江.2010. 川东嘉陵江组一 雷口坡组层序岩相古地理. 成都理工大学学报(自然科学版), 37(4):446~451.
- 刘萍,郑荣才,常海亮,梁宁,周刚.2018. 川东地区二叠纪-三叠 纪界限地层地质与地球化学特征. 地质论评,64(1):29~44.
- 饶荣标. 1980. 西南地区地层总结,三叠系.见:地质部成都地质矿 产研究所(编). 西南地区地层总结.北京:地质出版社,1 ~182.
- 戎嘉余,王怿,张小乐.2012.追踪地质时期的浅海红层-以上扬 子区志留系下红层为例.中国科学 D 辑・地球科学,42(6): 862~878.
- 邵龙义,鲁静,汪浩,张鹏飞. 2009.中国含煤岩系层序地层学研究 进展. 沉积学报,27(5):904~914.
- 施振生,王志宏,郝翠果,郭长敏,莫午零. 2015. 四川盆地上三叠 统马鞍塘组沉积相.古地理学报,17(6):771~786.
- 四川省地质矿产局. 1991. 四川省区域地质志. 北京: 地质出版社, 23: 1~730.
- 四川省地质矿产局.1997.四川省岩石地层.武汉:中国地质大学 出版社,1~417.
- 四川省区域地层表编写组. 1978. 西南地区区域地层表,四川省分 册. 北京:地质出版社,1~572.
- 童金南. 2018. 三叠系. 见:全国地层委员会(主编). 中国地层表 (2014)说明书. 北京:地质出版社,253~281.
- 万晓樵,李国彪,司家亮.2005.西藏南部晚白垩世一古新世大洋 红层的分布与时代.地学前缘,12(2):31~37.
- 王成善, 胡修棉. 2005. 白垩纪世界与大洋红层. 地学前缘, 12(2):

 $11 \sim 21.$

- 汪明泉,赵艳军,刘成林,丁婷.2015.四川盆地东部三叠系嘉陵江 组成盐期浓缩海水古温度及其意义.岩石学报,31(9):2745 ~2750.
- 杨遵仪,张舜新,杨基瑞,周惠琴,曹洪升. 2000.中国地层典,三 叠系.北京:地质出版社.1~139.
- 张景华,黄建国. 1981. 四川盆地早、中三叠世地层及其岩相古地理 特征. 中国地质科学院地质研究所所刊,3:59~82.
- 赵金科,陈楚震,王义刚,何国雄,陈金华.1982.中国海相三叠系

的划分和对比问题(中国海相三叠系对比表及说明书).见:中 国科学院南京地质古生物研究所(编).中国各纪地层对比表及 说明书.北京:科学出版社,191~205.

- 赵震飞,刘树根,彭靖淞,董顺利,张银德.2018.川西龙门山前上 三叠统小塘子组沉积环境、构造含意与含气远景.地质学报, 92(3):604~617.
- 周家云, 龚大兴, 李萌. 2015. 四川盆地三叠纪蒸发岩特征, 盐盆迁 移及其构造控制. 地质学报, 89(11): 1945~1952.

Distribution and age of the Triassic marine red beds in eastern Sichuan and Chongqing

BO Jingfang^{*1,2)}, YAO Jianxin^{1,2)}, LIN Baoyü^{1,2)}, LIU Weiqing^{1,2)}, LI Ming^{1,2)}

1) Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037, China;

2) Key Laboratory of Stratigraphy and Paleontology, Ministry of Land and Resources, Beijing, 100037, China

* Corresponding author: lin_baoyu@163.com

Abstract

Based on the Triassic stratigraphic data in eastern Sichuan and Chongqing, this paper carried out the correlation analysis of the distribution pattern and sedimentary characteristics of the Triassic marine Red Beds in the study area. 12 members of five groups of marine Red Beds have been preliminarily identified in the Triassic marine Red Beds in eastern Sichuan and Chongqing, namely: Feixianguan Formation (Daye Fm.) Red Beds (Induan), Jialingjiang Formation marine Red Beds (Olenekian), Leikoupo Formation (Badong Fm.) marine Red Beds (Anisian), Tianjingshan Formation marine Red Beds (Ladinian) and Ma' antang Formation marine Red Beds (Carnian). And the Triassic Marine Red Beds in eastern Sichuan-Chongqing area are compared with the Triassic Marine Red Beds in adjacent areas (west-central Hubei and Guizhou). The study reveals that all the marine Red Beds in eastern Sichuan and Chongqing should be the coastal-shallow water Shelf Red Beds (SRB), and the debris materials and Fe₂O₃ of the Triassic marine Red Beds in eastern Sichuan and Chongqing are mainly from Kham-Dian old land and other highlands such as Longmenshan. In addition, this paper also discusses the relationship between the vertical distribution of the Triassic marine Red Beds and the paleoclimate, paleo-latitude, water depth, vegetation, minerals, rock color, and tectonic movement in the eastern Sichuan and Chongqing regions during the Triassic period. In a word, this study provides the basic data for further research on the distribution pattern and stratigraphic correlation of the Triassic marine Red Beds in China and the world.

Key words: Triassic; marine red beds; shelf red beds; eastern Sichuan; Chongqing