

文章编号: 1009-3850(2015)02-0001-07

西藏羌塘盆地北部拗陷侏罗系层序地层划分 对比及地质意义

张润合¹, 斯春松¹, 陈明², 马立桥¹, 王鹏万¹, 谭富文²

(1. 中国石油天然气股份有限公司杭州地质研究院, 浙江 杭州 310023; 2. 中国地质调查局
成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

摘要: 在对北羌塘拗陷侏罗系地层发育特征分析基础上, 通过典型剖面沉积相、层序界面特征、准层序叠置序列、体系域构成等研究, 将侏罗系地层划分为5个三级层序。其中第1层序(SQ1)对应于雀莫错组地层, 第2层序(SQ2)对应于布曲组中下部地层, 第3层序(SQ3)对应于布曲组上部和夏里组下部地层, 第4层序(SQ4)对应于夏里组中上部和索瓦组下部地层, 第5层序(SQ5)对应于索瓦组上部和雪山组地层。在此基础上, 开展了北羌塘拗陷内侏罗系层序地层对比。研究区层序地层的划分与对比研究, 对羌塘盆地地层划分与对比、分析盆地古地理微地貌、预测盆地埋藏区生储盖发育特征等都具有重要意义。

关键词: 典型剖面; 层序划分; 北羌塘拗陷; 三级层序

中图分类号: TE121.3⁺4

文献标识码: A

羌塘盆地位于青藏高原腹地, 夹持于可可西里—金沙江缝合带与班公湖—怒江缝合带之间, 面积达22万平方公里。盆地内充填从古生界至中生界的巨厚海相沉积地层, 其内包含多套有机质丰富的海相烃源岩, 生储盖组合良好^[1,2,3], 对油气保存有利的石膏盖层也极为发育, 是青藏高原上面积最大、最具潜力的海相含油气盆地。然而, 由于该区自然地理条件恶劣、交通极为不便等因素导致其研究程度极低。加之构造改造作用和大多数露头地层剖面无顶底等因素, 导致盆地地层划分、区域性地层对比和建立盆地充填格架等困难, 甚至至今还难以开展有关油气评价勘探的盆地建模等工作。

层序地层学是研究一系列不连续面所限定的、具有成因联系的并可置于年代地层格架范围内的沉积组合体, 目的是建立区域乃至全球等时对比格架。鉴于羌塘盆地北部拗陷侏罗系各组地层多发育不完整(多数剖面不见顶底), 生物地层划分依据

不够充分(主要依据时代意义较差的双壳、腕足类化石), 岩石地层在不同相带变化又大, 从而导致不同作者对其时代和组段有不同的划分。本文希望通过层序地层研究来建立盆地的等时划分对比格局和修正盆地侏罗系各组地层的划分, 为今后在该区进行地层学、沉积学、地球物理解释、油气勘探目的层埋深预测、盆地模拟方面研究的地质工作者提供参考资料。

1 地质概况

侏罗纪羌塘盆地是在前奥陶纪变质结晶基底、古生代被动大陆边缘盆地和三叠纪前陆盆地基础上形成的被动大陆裂陷—拗陷盆地^[2]。盆地可划分为北羌塘拗陷、中央隆起带和南羌塘拗陷3个沉积—构造单元。本文研究区为北羌塘拗陷区(图1), 该区侏罗系地层自下而上为中下侏罗统雀莫错组、中侏罗统布曲组和夏里组、上侏罗统索瓦组、雪山组

等5个地层单元,原下侏罗统那底岗日组地层已被重新厘定为上三叠统^[4-7]。各组地层的沉积充填特征如下。

(1)中下侏罗统雀莫错组:为一套陆相到过渡相碎屑岩夹灰岩组合,底界面为陆相砂砾岩超覆于上三叠统或二叠系地层之上的不整合界面。下部以冲积-河流相紫红色巨厚层砾岩、含砾砂岩沉积为主,具有向上变细的充填特征;中部为潮坪、三角洲到泻湖相紫红、灰绿色岩屑石英砂岩、粉砂岩夹泥晶灰岩,见鸟眼构造、窗孔构造、膏盐假晶、层纹状构造等,产保存完整的小个体双壳化石;上部为潮坪及潮上萨布哈相灰绿色砂岩、粉砂岩、泥岩、泥灰岩、膏泥岩、白云质灰岩、白云岩等组成,发育平行层理、交错层理、透镜状层理等。产丰富的双壳、腕足类化石。

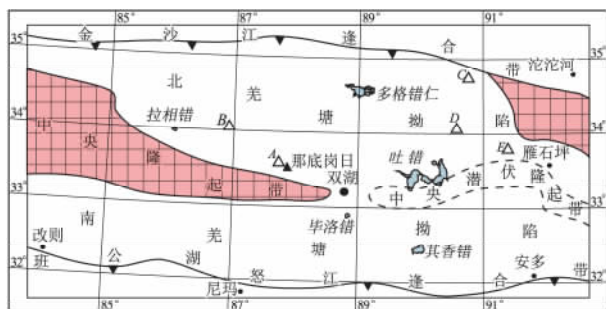


图1 羌塘盆地构造单元划分

Fig. 1 Tectonic division in the Qiangtang Basin

(2)中侏罗统布曲组:主要为台地相灰岩夹少量泥岩组合,与上下地层均为整合接触。下部主要由泻湖相深灰、灰黑色微泥晶灰岩、泥灰岩、核形石灰岩夹粉砂质泥岩组成;中部主要由潮坪滩相浅灰色、灰色鲕粒灰岩、砂屑灰岩、生屑灰岩夹少量泥灰岩组成,在那底岗日地区见潮上萨布哈膏盐岩及粉砂质泥页岩;上部主要由泻湖相灰色、深灰色颗粒灰岩、微泥晶灰岩、泥灰岩夹粉砂质泥页岩组成,在那底岗日地区发育潮坪滩相鲕粒灰岩、砂屑灰岩、生屑灰岩,见近对称波痕及斜层理。产丰富的双壳类、腕足类、珊瑚、有孔虫、海胆、腹足类化石。

(3)中侏罗统夏里组:主要为一套过渡相碎屑岩夹碳酸盐岩组合,与上下地层均为整合接触。下部为灰色、灰绿色及暗紫红色薄-中层状钙质泥页岩、粉砂岩、膏泥岩夹泥质泥晶灰岩和少量钙质石英砂岩组成,在那底岗日、乌兰乌拉湖和祖尔肯乌拉山地区发育石膏层;上部为杂色泥岩、粉砂质泥岩和泥晶灰岩,在那底岗日地区以砂岩和粉砂岩为

主,野牛沟地区以泥晶灰岩为主。地层化石单调,主要为双壳类、腕足类。

(4)上侏罗统索瓦组:主要为台地相碳酸盐岩夹碎屑岩组合,与上下地层均为整合接触。下部为灰色、深灰色泥晶灰岩、生屑灰岩、砂屑灰岩、核形石灰岩、鲕粒灰岩夹薄层状钙质泥岩、粉砂岩,局部见礁灰岩,在那底岗日地区和雀莫错地区见石膏层;上部为灰色、深灰色钙质泥岩、粉砂岩、页岩、泥灰岩夹(或互层)泥晶灰岩、介壳灰岩等。产十分丰富的腕足、双壳和少量的菊石化石。

(5)上侏罗统雪山组:总体表现为一套具海退沉积特征的杂色碎屑岩建造,与下伏索瓦组地层整合过渡,与上覆地层不整合接触。主要为紫灰-灰绿色相间的粉砂岩、长石石英砂岩、灰白色-灰绿色中厚层状岩屑砂岩、含砾砂岩和砾岩;从下到上砂岩增多、粒度变粗。产少量淡水双壳化石和大量介形虫、轮藻和孢粉等化石。

北羌塘拗陷在侏罗纪时期的古地理格局(图1)显示中央隆起带和拗陷西北部的沱沱河地区为主要物源区,中央潜伏隆起带为水下高地,拗陷内部为过渡相到泻湖相碎屑岩和台地相碳酸盐岩沉积。

2 典型剖面层序划分及特征

层序的正确划分主要是通过层序界面的标定、相序变化特征以及准层序、准层序组的叠置序列和空间产出状态来实现的^[8]。那底岗日剖面是羌塘盆地侏罗系地层发育最完整的剖面之一,剖面顶、底与古近系康托组及上三叠统那底岗日组火山岩不整合接触。作者通过野外调查及室内分析,对该剖面进行了层序地层解剖分析。在层序界面确定,准层序叠置序列和体系域构成等分析基础上,将该剖面侏罗系沉积体划分为5个三级程序(图1),时间跨度38Ma,每个层序7.6Ma。

(1)SQ1:对应于雀莫错组沉积体。层序底界面为雀莫错组不整合覆于上三叠统那底岗日组之上的冲刷侵蚀界面,界面之上见底砾岩及冲积-河流相砂砾岩沉积。低水位体系域(LST)主要由冲积-河流相厚层-块状复成分砾岩、透镜状不等粒岩屑砂岩构成,具有若干个粗-细相间的沉积体组成韵律互层。海侵体系域(TST)由发育鸟眼构造、窗孔构造的潮坪相藻纹层微泥晶灰岩、泥质灰岩、砂屑灰岩、白云岩夹膏盐岩演化为发育沙纹层理、水平层理、生物钻孔的泻湖相粉砂质泥岩、粉砂岩夹薄层状、透镜状长石岩屑砂岩及泥灰岩等组成。高水

位体系域(HST)由潮坪相砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩和萨布哈膏泥岩、泥晶白云岩等组成,具有多个向上变浅准层序叠置,砂岩中见平行层理、交错层理,产双壳化石。

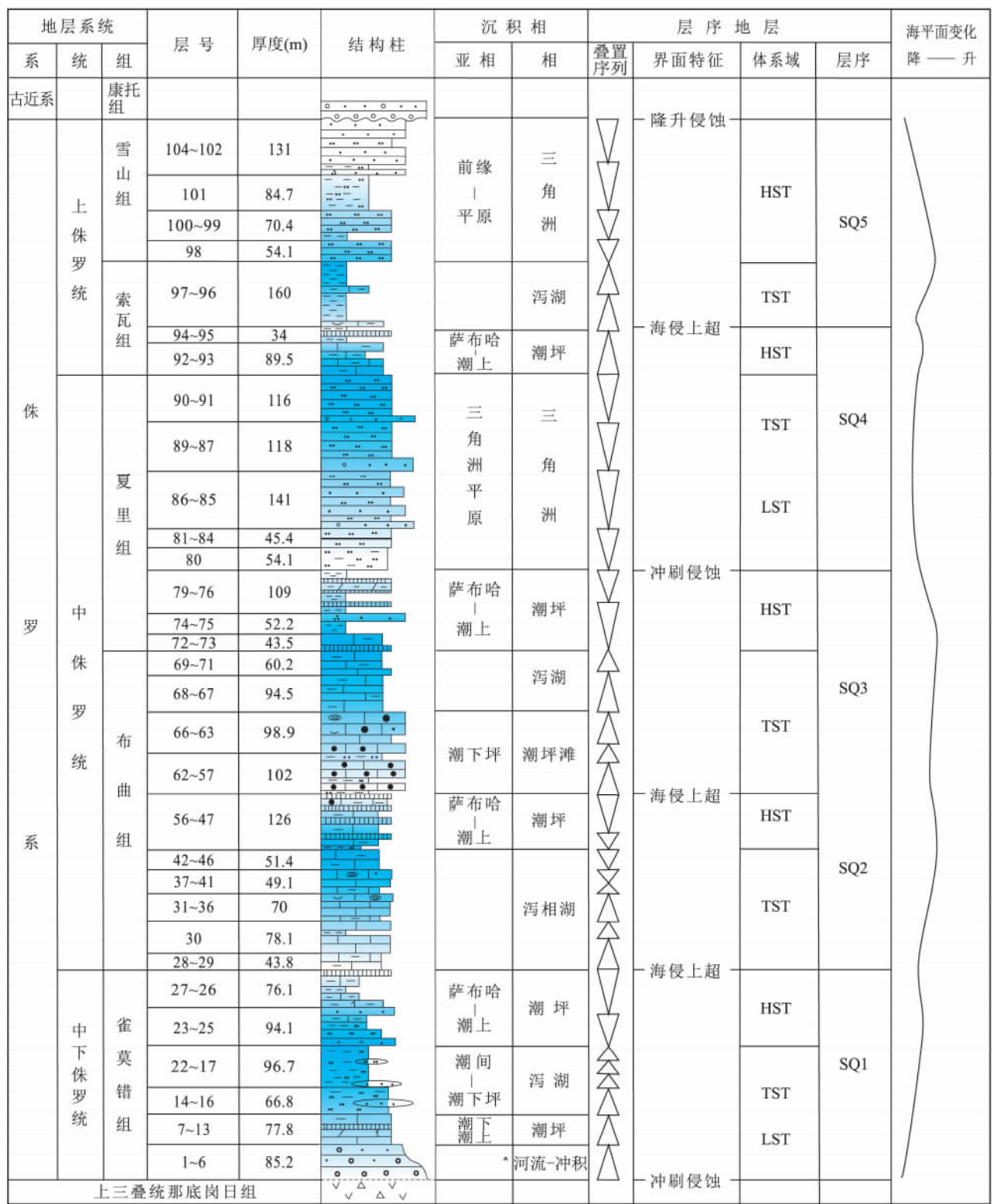


图2 北羌塘拗陷那底岗日剖面层序地层划分

Fig.2 Sequence stratigraphic division for the Nadigangri section in the northern Qiangtang depression

(2) SQ2: 对应于布曲组中下部沉积体。层序底界面为海平面下降后发生快速上升形成的海侵上超层序不整合面; 界面下上的 $\delta^{13}\text{C}$ 由 -0.600% 转变为 $+2.700\%$, $\delta^{18}\text{O}$ 由 -5.645% 转变为 -11.350% ^[9-10] 表明沉积环境和海平面升降迅速转变。该层序不发育陆棚边缘体系域(SMST), 主要由海侵体系域和高水位体系域构成。海侵体系域由泻湖相微泥晶灰岩、介屑灰岩、泥质灰岩、核形石灰岩等组成, 发育风暴介屑层或透镜体; 高水位体系域由发育水平层理、白云岩条带的潮坪-萨布哈相泥灰岩、粉砂质泥岩及膏盐岩组成, 见多个泥灰岩-膏盐岩准层序以加积序列叠置。

(3) SQ3: 对应于布曲组上部和夏里组下部沉积体。层序底界面为海平面快速下降转换为上升形成的海侵上超层序界面; 界面上下的 $\delta^{13}\text{C}$ 由 -0.890% 转变为 $+1.710\%$, $\delta^{18}\text{O}$ 由 -9.360% 转变为 -8.170% ^[9-10]。该层序不发育陆棚边缘体系域, 主要由海侵体系域和高水位体系域构成; 海侵体系域由发育斜层理、近对称波痕的潮坪相鲕粒灰岩、生屑灰岩夹粉砂质泥岩、泥晶灰岩演变为泻湖相含薄壳、小个体介壳的泥质泥晶灰岩、泥灰岩等组成。高水位体系域由发育鸟眼构造的潮坪-萨布哈相砂岩、粉砂质泥岩、生屑灰岩、泥云岩、云灰岩、膏盐岩等组成。

(4) SQ4: 对应于夏里组中上部和索瓦组下部沉积体。层序底界面为海平面快速下降形成的冲刷侵蚀界面; 界面下上的 $\delta^{13}\text{C}$ 由 2.956% 转变为 -2.10% , $\delta^{18}\text{O}$ 由 -8.138% 转变为 -9.480% ^[9-10], 显示海平面在进一步下降。低水位体系域由夏里组中上部的三角洲平原相含砾砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩夹薄层煤线等组成, 发育中-大型斜层理、沙纹层理, 富含虫管、植物碎片。海侵体系域由索瓦组下部泻湖相泥质泥晶灰岩、含生物泥灰岩夹钙质粉砂岩组成。高水位体系域由索瓦组中部的发育沙纹层理、生物钻孔的潮上萨布哈相钙质粉砂质泥岩夹膏盐岩组成。

(5) SQ5: 对应于索瓦组上部和雪山组沉积体。层序底界面为海平面快速下降后转为上升形成的海侵上超层序不整合界面。该层序不发育陆棚边缘体系域, 海侵体系域由索瓦组上部发育沙纹层理和完整双壳的泻湖相钙质泥岩夹泥灰岩组成。高水位体系域由发育交错层理、沙纹层理的三角洲相细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩组成, 砂岩多呈透镜状, 从下到上具有变粗充填特征。

3 层序地层对比

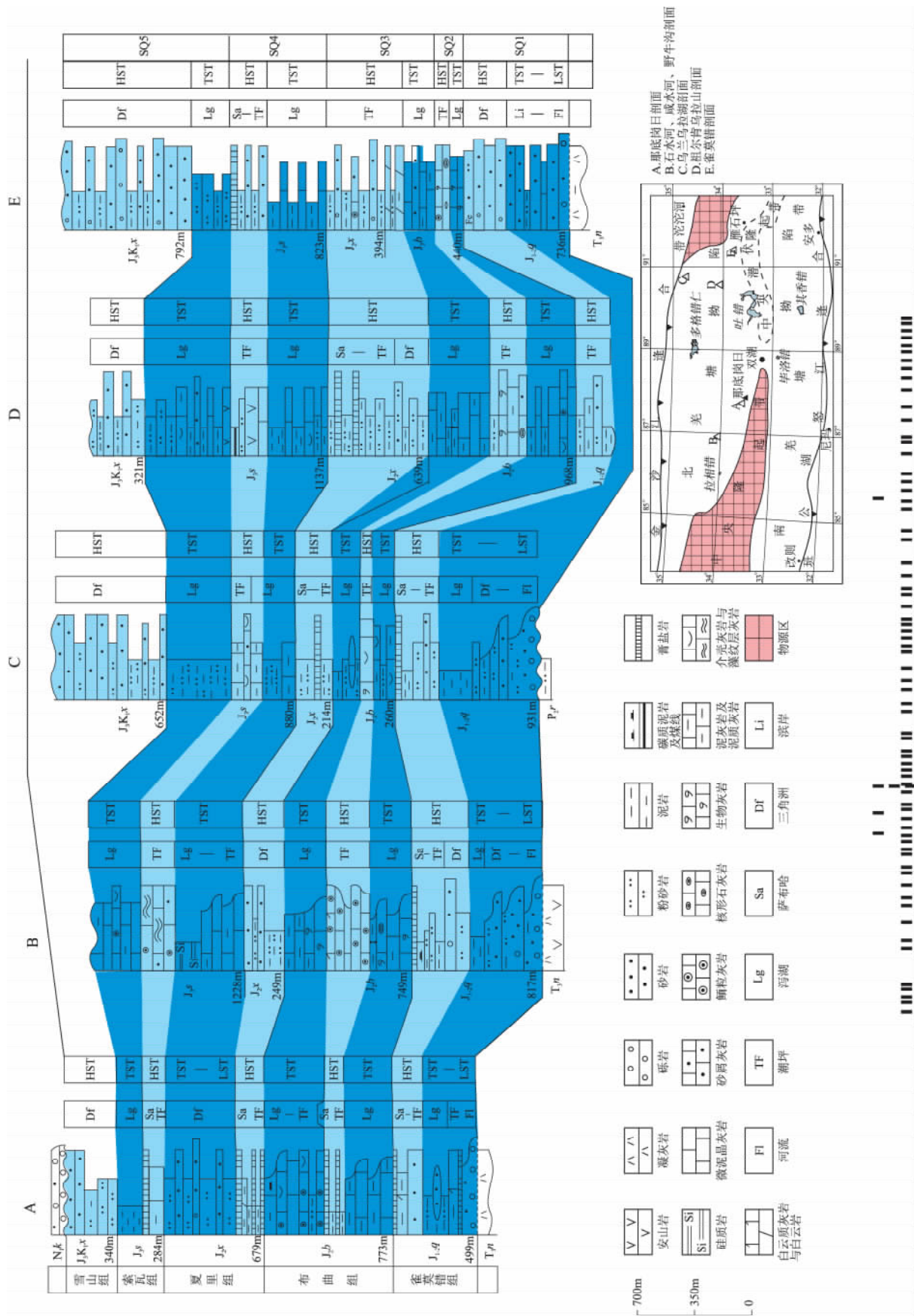
在上述典型剖面层序地层解剖和对北羌塘拗陷地层发育较完整、分布于不同地区的另外 4 条剖面层序地层划分基础上, 开展了研究区层序地层对比分析(图 3)。

(1) SQ1: 对应于中下侏罗统雀莫错组地层。除祖尔肯乌拉山剖面未见底外, 其余 4 条剖面的层序底界面均由雀莫错组与下伏不同层位地层的冲刷侵蚀不整合面。低水位体系域在整个拗陷均为冲积、河流相砂砾岩及粉砂岩组成。海侵体系域总体为过渡相沉积体组成, 其中拗陷周围的 A、B、C 剖面为三角洲、潮坪到泻湖泥质泥晶灰岩、粉砂质泥岩组成; E 剖面为滨岸相石英砂岩夹粉砂质泥岩组成。高水位体系域在沉积相上总体为过渡相沉积体组成, 但沉积组合上存在差异: 拗陷周围的 A、B、C 剖面为潮坪相砂岩、粉砂质泥岩、泥晶灰岩及潮上萨布哈白云质膏泥岩组成, 顶部均以石膏层结束该层序; D 剖面虽为潮坪相细碎屑岩夹泥灰岩, 未见膏盐岩; E 剖面为三角洲相粗碎屑岩组成, 顶部见含铁砂岩。以上说明沉积环境和物源供给控制了不同地区的沉积组合。

(2) SQ2: 对应于布曲组下部地层。层序界面均为海平面下降转为快速上升形成的岩性岩相转换面。海侵体系域主要为泻湖相泥晶灰岩、泥质灰岩、含生物灰岩夹泥页岩; 高水位体系域在岩性岩相上变化较大: A 剖面以潮上萨布哈膏泥岩沉积为主, 而 B、C、D、E 剖面则以潮下浅滩相鲕粒灰岩、生屑灰岩为主夹泥晶灰岩, 反应在海平面下降过程中, 由于所处古地理位置不同而导致沉积物组成差异较大。

(3) SQ3: 对应于布曲组上部和夏里组下部。海侵体系域在 A 剖面主要为潮坪滩相鲕粒灰岩、生屑灰岩夹泥晶灰岩, 在 B、D、E 剖面则主要为泻湖相泥灰岩、泥质灰岩、泥晶灰岩夹泥页岩, 在 C 剖面为泻湖相粉砂质泥岩、泥页岩夹泥晶灰岩, 显示海平面上升期, 不同地区的岩相、岩相有所差异。高水位体系域在 A、C、D、E 剖面以潮上萨布哈相泥页岩和膏泥岩沉积为主, 在 B 剖面则为三角洲相砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩沉积。

(4) SQ4: 对应于夏里组上部和索瓦组下部。A 剖面见低水位体系域和海侵体系域的复合体, 由三角洲相含砾砂岩、砂岩及粉砂岩组成, B、C、D、E 剖面仅见海侵体系域, 由泻湖相泥晶灰岩、泥质泥晶灰



岩和粉砂质泥岩组成。高位体系域主要由潮坪相灰岩及砂岩、粉砂质泥岩组成。从沉积微相上看, A、E 剖面见萨布哈膏盐岩沉积, 而 B、C、D 剖面主要为潮间、潮下颗粒灰岩、泥质灰岩藻纹层灰岩夹粉砂质泥岩组成。

(5) SQ5: 对应于索瓦组上部和雪山组地层。海侵体系域主要由泻湖相粉砂质泥岩及泥晶灰岩组成, 但 A、C、D、E 剖面以碎屑岩沉积为主, B 剖面以灰岩沉积为主。高水位体系域为盆地萎缩阶段的产物, 均为三角洲相碎屑岩沉积。

4 意义

通过该区层序地层的划分与对比研究, 对清理盆地地层划分与对比、建立盆地充填格架、正确分析古地理微地貌展布、预测油气勘探目的层埋深、开展盆地建模等都具有重要意义。

(1) 对于优化盆地地层划分与对比方面具有重要意义。羌塘盆地北拗陷地层划分主要依据岩石地层和生物地层, 而该区岩石地层受沉积相变化影响较大, 生物地层又无时代意义较好的化石, 从而导致地层划分存在分歧。如那底岗日剖面布曲组地层的划分, 成都环境地质与资源开发研究所(羌塘盆地西区综合地质工程(QT96YZ-01)), 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料, 1996, 70-79)从岩石地层出发, 以紫红色粉砂质泥岩的出现作为夏里组底部地层, 因此将布曲组顶界面置于第46层(图2)的泥质泥晶灰岩顶部; 而四川碳酸盐岩油气开发研究中心(“羌塘盆地石油天然气路线地质调查”尼玛那地岗日东-雪环湖西石油地质路线, 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料, 1995, 24-27)从沉积旋回和北拗陷西部地层对比出发, 将布曲组顶界面置于71层(图2)的含泥质泥晶灰岩顶部。通过本文层序地层对比, 发现那底岗日剖面布曲组顶界面以71层泥晶灰岩结束作为分界面较妥。原因是: 一方面该界面为体系域分界面, 具有区域对比性, 作为地层组划分较适合; 另一方面是该界面之下的沉积体以碳酸盐岩为主(笔者统计该段地质体内的碳酸盐岩占80%以上), 与该区建立布曲组的“以碳酸盐岩为主”的地质体相吻合。

(2) 能够较好地克服沉积相及岩石组合变化而引起的地层对比问题。如北羌塘拗陷中侏罗统夏里组与上侏罗统索瓦组地层, 通常以碎屑岩与大套灰岩分界作为岩石地层的划分标志。然而, 在拗陷

东部地区(D、E剖面)的灰岩通常以夹层形式出现于碎屑岩之中, 且夏里组和索瓦组地层中均有灰岩夹层, 哪一层灰岩作为地层分界线? 不同的作者存在不同的观点。通过层序地层划分与对比, 建立拗陷区等时对比格架, 从而较好地解决地层对比问题。

(3) 通过层序地层对比和等时对比格架的建立, 对判定同一时期的隆起剥蚀区及剥蚀强度, 正确认识盆地古地理微地貌特征等具有重要实际意义。如拗陷边缘那底岗日地区(图3A)与拗陷内部野牛沟地区(图3B)的布曲组中、上部地层显示了等时对比格架下的古地理微地貌变化。在相对海平面下降时期, 那底岗日地区以潮上萨布哈膏盐岩、泥灰岩及泥岩沉积为主, 而野牛沟地区则以潮下浅滩相颗粒灰岩沉积为主; 在相对海平面上升时期, 那底岗日地区以潮下浅滩相颗粒灰岩沉积为主, 而野牛沟地区则以泻湖相泥晶灰岩、泥质灰岩为主。

(4) 在层序地层划分对比及等时对比格架建立基础上, 结合古地理展布, 可以预测盆地埋藏区生储盖及组合的发育特征等, 从而为盆地油气资源评价与勘探提供基础性资料。

(5) 对油气勘探目的层埋深的预测具有指导性作用。由于羌塘盆地露头剖面多不完整, 从而导致钻井井位露头地层的具体时代和组段难以精确标定。加之该区还没有已知钻井的对比, 所以在井位论证过程中难以预测主要目的层的埋深。通过层序地层划分与对比, 可以大致了解某钻井位置的露头层序和地层厚度、岩性变化趋势, 从而大致预测主要目的层的埋深。

(6) 对盆地及重点区块的地球物理解释、开展盆地建模等具有指导性作用。由于羌塘盆地遭受了多期构造改造和复杂的变形、变质及岩浆作用, 使盆地出露地层剖面中70%~80%的组段发育不完整(即多数地层组段是见顶不见底或见底不见顶甚至顶底均未出现等状况), 各组段地层厚度变化很难把握, 从而导致地球物理剖面时代标定和综合解释的可靠性差, 甚至至今难以开展盆地建模工作。通过层序地层划分对比与等时对比格架的建立, 对盆地地球物理解释及盆地建模等具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 赵政璋, 李永铁, 等. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 348-351.
- [2] 王剑, 谭富文, 等. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析

- [M]. 北京:地质出版社 2004. 87-88;178-181.
- [3] 刘家铎,周文,等. 青藏地区油气资源潜力分析与评价[M]. 北京:地质出版社 2007. 110-112.
- [4] 王剑,汪正江等. 藏北羌塘盆地那底岗日组时代归属的新证据[J]. 地质通报 2007 26(4):404-409.
- [5] 付修根,王剑,等. 藏北羌塘盆地上三叠统那底岗日组与下伏地层沉积间断的确定及意义[J]. 地质论评 2007 53(3):329-496.
- [6] 付修根,王剑,等. 藏北羌塘盆地菊花山地区火山岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及地球化学特征[J]. 地质论评 2008 54(2):232-242.
- [7] 王剑,付修根,等. 北羌塘沃若山地区火山岩年代学及区域地球化学对比—对晚三叠世火山-沉积事件的启示[J]. 中国科学 D 辑:地球科学 2008 38(1):33-43.
- [8] 陈明,许效松,等. 塔里木盆地柯坪地区中下奥陶统碳酸盐岩露头层序地层学研究[J]. 沉积学报 2004 22(1):110-116.
- [9] 谢渊,王剑,等. 羌塘盆地那底岗日地区中侏罗统层序地层与碳、氧、锶同位素响应[J]. 沉积学报 2002 20(2):188-196.
- [10] 谢渊,罗建宁. 羌塘盆地那底岗日地区中侏罗世碳酸盐岩碳、氧、锶同位素与古海洋沉积环境[J]. 矿物岩石 2000 20(1):80-86.

Sequence stratigraphic division , correlation and geological significance of the Jurassic strata in the northern Qiangtang depression , northern Xizang

ZHANG Run-he¹ , SI Chun-song¹ , CHEN Ming² , MA Li-qiao¹ , WANG Peng-wan¹ , TAN Fu-wen²
(1. Hangzhou Research Institute of Geology , CNPC , Hangzhou 310023 , Zhejiang , China; 2. Chengdu Center , China Geological Survey , Chengdu 610081 , Sichuan , China)

Abstract: New research , based on sedimentary facies , sequence boundary , stacking patterns and systems tracts , has led to a division of the Jurassic strata into five third-order sequences for the representative measured sections in the northern Qiangtang depression , northern Xizang. These third-order sequences are involved in SQ1 corresponding to the Middle to Lower Jurassic Qoimaco Formation , SQ2 corresponding to the middle to lower parts of the Buqu Formation , SQ3 corresponding to the upper part of the Buqu Formation and lower part of the Xiali Formation , SQ4 corresponding to the middle and upper parts of the Xiali Formation and lower part of the Suowa Formation , and SQ5 corresponding to the upper part of the Suowa Formation and Xueshan Formation. Sequence stratigraphic division and correlation of the Jurassic strata in the northern Qiangtang depression are significant to the refinement of the Jurassic strata , examination of palaeogeographic framework , prediction of the source-reservoir-seal association development in the Jurassic strata from the northern Qiangtang depression , and geophysical interpretation and basin modeling for the Qiangtang Basin.

Key words: representative section; sequence division; northern Qiangtang depression; third-order sequence