

文章编号: 1000-0550(2007) 01-0010-11

藏南洛扎地区侏罗纪—早白垩世层序地层与地层格架

——兼论基本层序变化规律调查在区调工作中的运用

夏 军¹ 钟华明¹ 童劲松^{1,2} 鲁如魁^{1,3}

(1 安徽省地质调查院 合肥 230001; 2 中国地质大学 北京 100083; 3 西北大学 西安 710069)

摘 要 根据米级旋回垂向上的变化规律,新特提斯洋北缘北喜马拉雅被动大陆边缘的沉积层序自侏罗纪—早白垩世共可划分二级层序 3 个,三级层序 18 个。早、中侏罗世低位体系域不发育,由海进体系域与高位体系域两部分组成。晚侏罗世出现大型深切河谷。海平面下降幅度最大。早白垩世发育陆架边缘体系域。在此基础上建立了测区侏罗纪—早白垩世地层格架。

讨论了当前 1:25 万、1:5 万区调填图过程中岩石地层单位内基本层序调查应从静态的代表性基本层序描述转变为动态的基本层序变化规律的调查,阐明了基本层序变化规律与层序地层的关系。

关键词 地层格架 层序地层 侏罗纪—早白垩世 洛扎地区 藏南

第一作者简介 夏军 男 1963 年出生 高级工程师 区域地质调查、岩相古地理、层序地层 E-mail: xiaj204@163.com

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

Vail 在总结影响层序成因时,强调层序的形成主要受四个因素的控制^[1-4],即构造沉降、全球性海平面变化、沉积物供应及气候,且指出全球性海平面变化是层序的主要控制因素。当前,层序地层研究较成熟的地区位于被动边缘滨线波折带内侧,在滨线波折带外侧较深水区开展层序地层研究,难度往往很大。其中梅冥相等在总结米氏旋回及相序组构特征时^[5-7],为深水环境下划分三级层序提供了一种方法和手段,即碳酸盐岩米级旋回层序在长周期三级层序中的有序叠加形式;碎屑岩米级旋回在长周期三级层序中的叠加形式以及碳酸盐岩与碎屑岩交互沉积米级旋回在长周期三级层序中的有序叠加形式。

本文较系统地发育于北喜马拉雅被动大陆边缘洛扎——浪卡子一带的侏罗、白垩纪地层进行了层序地层划分,共划分二级层序 3 个、三级层序 18 个,在层序划分的基础上建立了区内岩石地层及年代地层格架。着重讨论了当前 1:25 万、1:5 万区调填图过程中划分的基本层序与层序地层学研究的海平面高频振荡过程中 Vail 等定义的准层序的关系,指出在当前区调填图过程中,不能仅简单地描述地层单位内的代表性基本层序,而应将基本层序在岩石地层中的变化规律搞清楚,仅从静态的观点来叙述基本

层序是不够的,应从动态的观点出发,了解基本层序在地层中的变化规律,才能更好地解释成因地层。

1 地质背景

研究区侏罗、白垩纪处于印度板块北缘北喜马拉雅被动大陆边缘。一般认为,新特提斯洋萌生于古特提斯阶段晚期^[8,9]。晚二叠世末期起,伴随着羌塘地块持续向北漂移,古特提洋盆相继闭合,冈瓦纳大陆沿雅鲁藏布江一带裂解,并在三叠纪迅速扩张,形成新特提斯洋盆。在这一新的构造域中,喜马拉雅地区成为典型的被动大陆边缘环境。区内(图 1)的侏罗纪、白垩纪便是处于此环境中。自南而北表现为:

拉康断裂以南为北喜马拉雅被动陆缘—褶冲带拉康亚带:仅沉积了中侏罗世—早白垩世地层(朗巴砂砾岩、拉康组)^[10,11],为单陆屑—异地碳酸盐岩建造。

拉康断裂与绒布—古堆断裂之间的北喜马拉雅被动陆缘—褶冲带洛扎亚带:早侏罗世日当组、陆热组为海相单陆屑—蒸发岩建造,中侏罗世陆热组、遮拉组为海相异地碳酸盐岩建造,晚侏罗世维美组为单陆屑建造。

绒布—古堆断裂以北为北喜马拉雅被动陆缘—

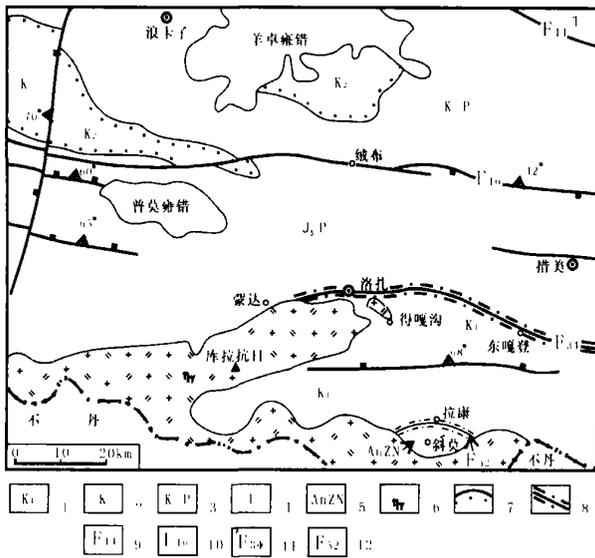


图 1 洛扎地区地质构造简图

Fig 1 Geological sketch map of the Luozha area Tibet
 1早白垩纪地层 2晚白垩纪地层 3早白垩纪—二叠纪地层
 4三叠纪地层 5前震旦纪地层 6二长花岗岩 7角度
 不整合地质界线 8早期褶皱轴迹 9邱多江断裂
 10绒布—古堆断裂 11洛扎断裂 12拉康断裂

褶冲带羊卓雍错亚带: 早侏罗世日当组为单陆屑建造, 中、晚侏罗世遮拉组、维美组和桑秀组为海相火山沉积建造、硅质岩建造, 到晚侏罗世则转化为混杂建造。

2 层序地层与地层格架

2.1 二级层序界面特征

藏南洛扎地区侏罗纪—早白垩世为多个不整合面及整合面所限制^[12-18]。

(1) 早侏罗世底界面: 是一个重要的初始海泛面, 晚三叠世末期 (涅如组顶), 区内曾发生强烈的伸展拉伸作用造成海平面的强烈下降, 在北喜马拉雅被动大陆边缘带形成大量的伸展不整合现象^[19]。并在珠峰北坡 (扎木热组顶部) 形成一个显著的陆上暴露风化面^[13]。区内位于台地前缘较深水处^[20], 主要表现为陆架大气降水透镜体的明显向海移位, 在涅如组顶部形成潜水带的胶结物的沉淀, 产生较厚、多层的白云岩化灰岩。这些现象的产生均与区域构造有关, 通过古纬度数据推算的地块运动速率表明^[21], 以雅鲁藏布江为主体洋盆的特提斯洋在晚三叠世发生过明显的俯冲消减过程, 古地磁资料还显示三叠纪、侏罗纪之交曾发生了古纬度为 2° 的向南回返作用。

(2) 早侏罗世—中侏罗世沉积界面: 中侏罗世是

新特提斯洋强烈扩展期, 早、中侏罗世间沉积间断的形成与区内处于拉张的构造背景有关, 北部遮拉组出现基性拉斑玄武岩, 表明弧后扩张伴随着强烈的伸展拆离作用^[22], 形成一系列伸展不整合面。在早、中侏罗世之间海平面强烈下降造成的间断面被海水快速淹没。区内表现为早侏罗世日当组顶部为一套潮坪相的巨厚层石英砂岩, 具板状层理、鱼骨状层理、槽状层理的浅水相沉积, 顶面出现厚约 10 cm 的铁质泥岩古风化壳, 中侏罗世底为一个规模较大的初始海泛面, 产生大量异生群生物的混入^[23]。

层序地层		符号	组	沉积环境
II 级	III 级			
晚侏罗世巨旋回	JSS-⑤	K _{1j}	甲不拉组	斜坡—陆棚
	JSS-④	J ₁ -K _{1s}	桑秀组	陆棚—斜坡—陆隆
	JSS-③	J _{3w}	维美组	深切谷
	JSS-①			
早—中侏罗世巨旋回	JRS-⑥	J _{2z}	遮拉组	盆地
	JRS-④			
	JRS-③			
	JRS-②	J _{1-2/}	陆热组	陆棚
	JRS-①			
早侏罗世巨旋回	JES-⑩	J _{1r}	日当组	潮下高能带
	JES-⑨			潮下低能带
	JES-⑧			沙坝
	JES-⑦			前滨
	JES-⑥			近滨—过渡带
	JES-⑤			陆棚
	JES-④			
	JES-③			
	JES-②			
JES-①				

图 2 侏罗纪—早白垩世层序划分示意图

Fig 2 Sketch map of sequence in Jurassic-Early Cretaceous

(3) 中侏罗世—晚侏罗世沉积界面: 古纬度

研究表明,中侏罗世—晚侏罗世之交北喜马拉雅地块停止回返,并迅速向北漂移,在较短的时间内块体迅速回至三叠纪时所处的纬度^[21],如果说北喜马拉雅地块在早、中侏罗世时期向南回返漂移是特提斯洋弧后扩张的结果,那么,这种再次向北漂移挤压现象可能正是晚侏罗世产生深切谷的原因所在。区内表现为在中、晚侏罗世之间,晚侏罗世维美组底具深切谷特征,为一套砾岩、石英砂岩充填覆盖在不同时代的地层之上。

由上述三个大的不整合界面分隔,区内侏罗系可以划分为三个明显的二级层序(图 2)。

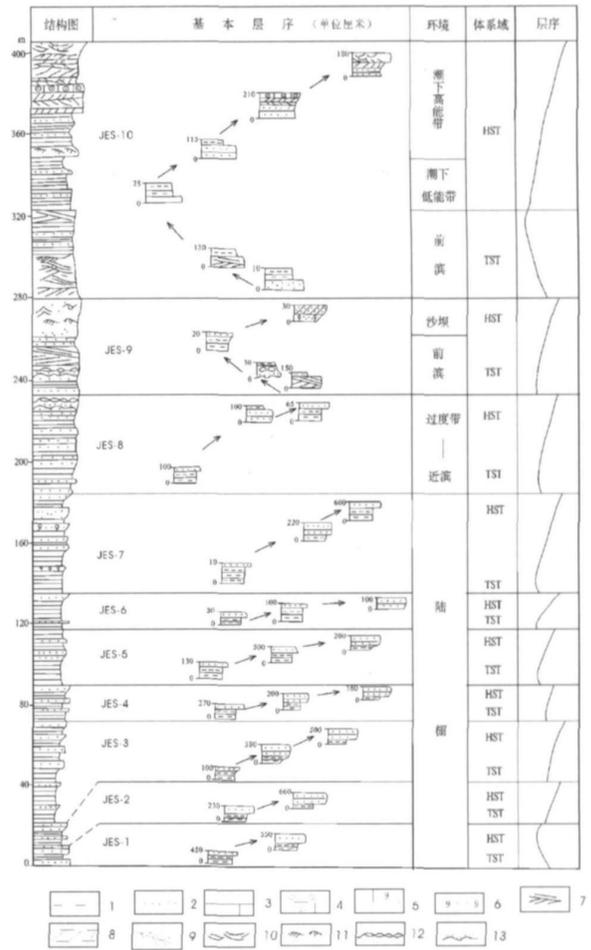
2.2 三级层序划分

三级层序是层序地层学研究的主要对象和基本地层单位。它是一套以不整合或可与其对比的整合界面为界,相对整合,彼此有成因关系的地层。层序边界是由于海平面相对下降或水下侵蚀产生的,标志着一个海平面变化周期。一个三级层序只能有三套体系域及其相应的沉积体系。

(1) 早侏罗世三级层序划分

由早侏罗世日当组碎屑岩构成。碎屑岩米级层序在长周期三级层序中的叠加形式主要有以下几种^[5]:第一种是在既发育波浪动力型也发育潮汐动力型米级旋回层序的地层中,在长周期三级海平面上升阶段主要发育波浪动力型米级旋回层序,反之叠加在海平面下降阶段则主要发育潮汐动力型米级旋回层序,从下至上,从以淹没节拍为主演变为以暴露节拍为特征;第二种是由波浪动力型米级旋回层序所构成的地层中,于三级海平面上升阶段构成米级旋回层序的下部单元——陆棚相泥岩,形成明显的淹没节拍,反之在三级海平面下降阶段则米级旋回的上部岩相单元——滨岸相砂岩较厚,淹没节拍越来越不明显。第三种是在由潮汐动力型米级旋回层序构成的地层中,在三级海平面上升阶段发育的米级旋回层序以较厚的潮下高能砂岩和不明显的暴露节拍为特征,反之在三级海平面下降阶段则以较厚的潮坪砂页岩和明显的暴露节拍为特征。

西藏洛扎地区的早侏罗世日当组,广泛发育波浪动力型米级旋回及波浪动力型与潮汐动力型米级层序,这些米级层序在长周期三级层序中常构成有规律的垂直叠加形式,总体由陆棚—近滨—前滨—滩—潮坪的过渡,为海平面逐渐下降的演化过程,经历了 10 次长周期的三级海平面上升、下降历程(图 3)。具体特征如下:



- 1. 泥岩 2. 长石石英砂岩 3. 微晶灰岩 4. 鲕粒灰岩 5. 生物屑灰岩
- 6. 生物介壳砂岩层 7. 冲洗层理 8. 板状层理 9. 鱼骨状层理
- 10. 槽状层理 11. 纱纹层理 12. 透镜状层理 13. 冲刷构造

图 3 洛扎县乃乡日当组基本层序与体系域

Fig 3 Relationship between primary sequence of the Ridang Formation at Naixiang and depositional systems tract Luozha County

JES-1层序的底界面为涅如组顶部陆架相的大气降水透镜体向海位移形成的白云岩化灰岩与日当组海侵砂岩界面,为型层序界面,层序内部底水位体系域(LST)不发育,由海进体系域(TST)与高水位体系域(HST)两部分组成;JES-2、JES-3层序底界面均由生物屑灰岩与泥岩界面构成,是由于高频海平面下降阶段,特别是下降幅度最大时,海岸线从剥蚀陆源区向海方向退缩,注入沉积区(陆棚)的陆源碎屑物减少,沉积环境变为清水环境,从而沉积的碳酸盐岩单元所致,由于地处深水陆棚相区,层序界面类型难以确定,层序内部由TST与HST两部分组成,TST是以高频旋回(米级旋回)中陆棚相泥岩的逐渐增厚为特征,HST是三级海平面下降阶段高频旋回的

陆棚相泥岩的持续减薄,近滨、滨岸相的砂岩发育为特征,具平行层理、冲刷现象及逆粒序、小型槽状层理,生物扰动及大量的生物虫管、粪球粒,少量的斜交、垂直虫管及植物碎片等^[15]。完成一次长周期的三级层序海平面上升、下降过程。

JES-4、JES-5、JES-6、JES-7、JES-8,这五个三级层序界面的类型更难确定,由于研究区所处部位位于滨线坡折向海一侧的陆棚内部,海平面的上升、下降对本区影响较小,但据基本层序(米级旋回)的旋回变化特征,仍可以划分内部的三级海平面变化情况。划分标准是以陆棚相的泥岩广泛发育(每个层序的下部单元 TST),近滨带砂体的逐渐增厚(上部单元 HST)这一变化特征为标准,每个三级层序内部由两部分组成,TST 沉积较厚的陆棚相泥岩,HST 为近滨带的石英砂岩,且风暴岩极其发育,形成大量的冲刷—充填构造。正粒序层理、丘状交错层理、平行层理、生物介壳砂岩层以及大量的水平、斜交、垂直虫管等近源风暴、介壳砂岩岩层。

JES-9 主要为近滨—陆棚相的泥岩与前滨带的石英砂岩组成向上变浅米氏旋回,其中下部单元 TST 主要为发育较厚的陆棚相近滨带泥岩偶夹极薄层细砂岩,发育有风暴形成的丘状层理、生物介壳层,上部单元(HST)中,具冲洗层理的前滨带石英砂岩,向上逐渐增厚,近滨带的泥岩逐渐减薄,且在该三级层序的顶部发育厚层的石英砂岩、生物碎屑层的滩相层序,具逆粒序,流水波痕及干涉波痕,板状交错层理及各种生物遗迹^[24]。

JES-10,其特征有别于上述三级旋回,海水变化幅度频繁,水体较浅,层序内部可明显划分为两部分,下部单元(TST),由以波痕动力型米级旋回组成的近滨砂岩、泥岩互层与前滨带石英砂岩韵律层序;上部单元(HST)为以潮汐动力型米级旋回组成的层序,反映闭塞海的滩、滩间沉积,广泛反映大型鱼骨状层理、槽状层理、板状交错层理,且出现砂屑灰岩、鲕粒灰岩的滩相沉积物。

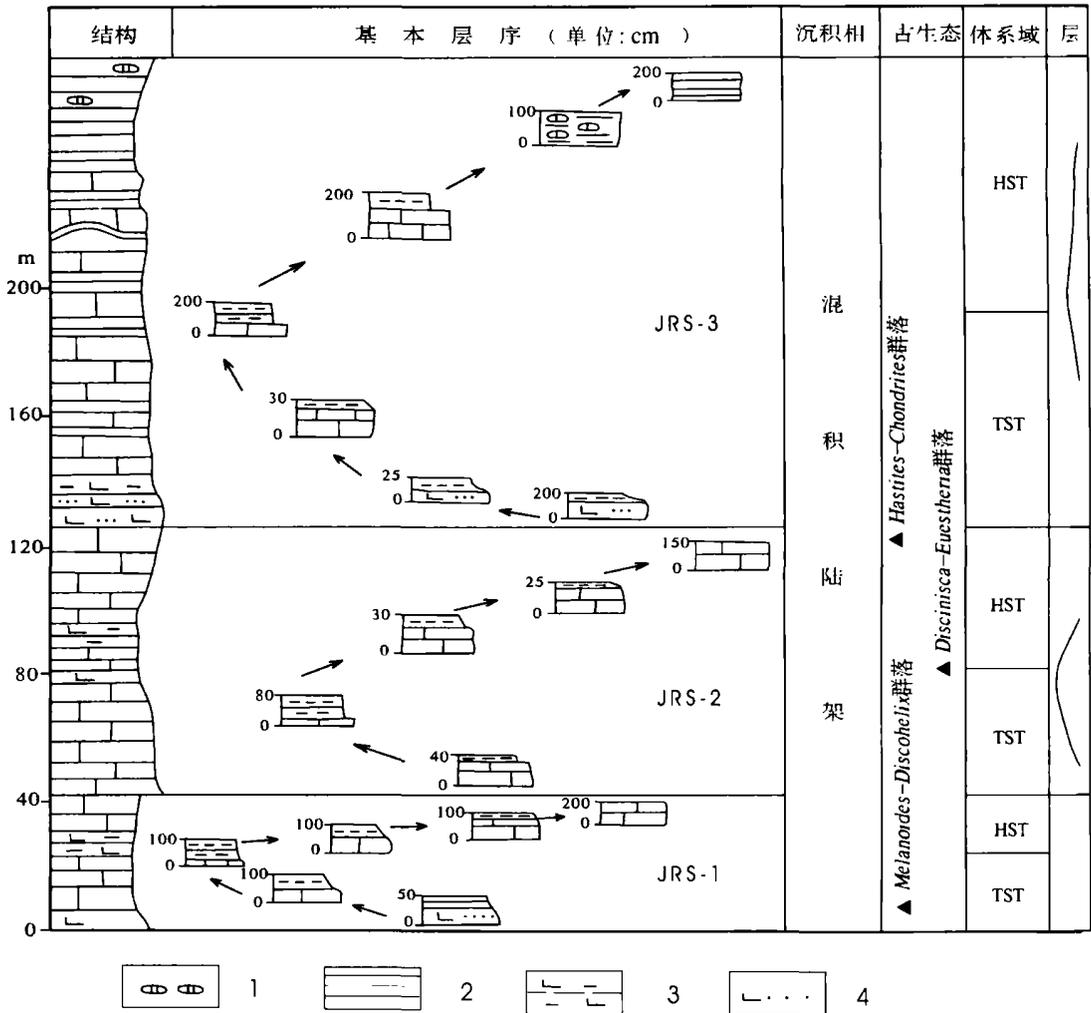
(2) 中侏罗世三级层序划分

由中侏罗世的陆热组碳酸盐岩组成。碳酸盐岩米级旋回在长周期三级层序中的表现主要有以下四种类型:第一类为 L—M 型,主要发育于深水背景下,由远洋相钙质泥岩(Marl)及半远洋相灰岩(Limestone)构成;第二类为深水非对称型,主要发育在镶嵌陆架型台地边缘斜坡背景中,相序结构与 L—M 型基本相似,只不过在米级旋回层序之顶常发育低水位角

砾岩,而与 L—M 型相区别;第三类为潮下型米级旋回层序,主要发育于正常潮下浅水环境中,以向上变浅、颗粒向上变粗、岩层向上变厚为特征,米级旋回层序的界面为瞬时淹没间断面;第四类为潮坪型米级旋回层序,它发育于碳酸盐台地内部,潮汐作用为主要沉积营力的浅水环境中,总体特征是沉积环境总体向上变浅,岩层向上变薄、颗粒向上变细,米级旋回层序之顶常发育白云岩、喀斯特角砾、古土壤等淡水成岩作用的产物,表明米级旋回层序的界面多为瞬时暴露间断面。

上述四种类型米级旋回,在长周期三级层序中,常形成有规律的垂直叠加,即在海平面上升阶段,叠加于其中的米级旋回层序以明显的“淹没节拍”或不明显的“暴露节拍”为特征,相反在长周期海平面变化的相对下降期,则以明显的“暴露节拍”和不明显的“淹没节拍”为特征。研究区以发育深水背景 L—M 型组合为主,可识别出三个三级层序(图 4)。

JRS-1 底界为陆上暴露面(陆热组与日当组的界面),界面处发育 10~20cm 不等的铁质氧化膜,层序内部低水位体系域不发育,仅由海进体系域与高水位体系域两部分组成,其中 TST 又为碳酸盐岩与碎屑岩交互的米级旋回层序构成。可分为两类:第一类碎屑岩—碳酸盐型,这类情况是陆源碎屑沉积物进入沉积区与河流作用无关或关系不大,而是波痕回流、潮汐回流、风暴回流等沉积营力从陆源区带入沉积区的结果。因此,在高频海平面变化上升阶段所产生的环境加深过程中,海岸线向古陆推进,陆源碎屑在上升各种回流等影响下带入沉积区,从而形成米级旋回层序下部单元—碎屑岩单元;反之,高频海平面下降阶段,海岸线从剥蚀陆源区向海退缩,注入的陆源碎屑减少,环境变清,从而沉积米级层序上部单元—碳酸盐岩。第二类为碳酸盐岩—碎屑岩型,这种情况是陆源碎屑沉积物进入沉积区与河流沉积作用有关,海水上升阶段,海水变清,沉积米级旋回的下部单元—碳酸盐。反之,海平面下降过程,河流作用增强,形成米级旋回的上部单元—碎屑岩。研究区的 JRS-1、JRS-3 两个三级层序中的 TST 均为“碎屑岩—碳酸盐岩型”,米级旋回由钙质生物屑细砂岩与灰黑色钙质页岩组成米级层序,向上砂质含量减少、单层厚逐渐减薄,至完全消失,钙质含量逐渐增高,至 HST 完全由碳酸盐 L—M 型沉积旋回构成,且向上米级旋回中钙质页岩逐渐减少,灰岩单层逐渐增大,由薄层、中层、厚层,至完全由灰岩构成巨厚层段,在最大海



1 灰岩透镜体 2 页岩 3 钙质泥岩 4 钙质砂岩
图 4 洛扎县乃乡陆热组基本层序与体系域 (其它图例同前)

Fig 4 Relationship between primary sequence of the Luozha Formation at Naixiang and depositional systems tract, Luozha County

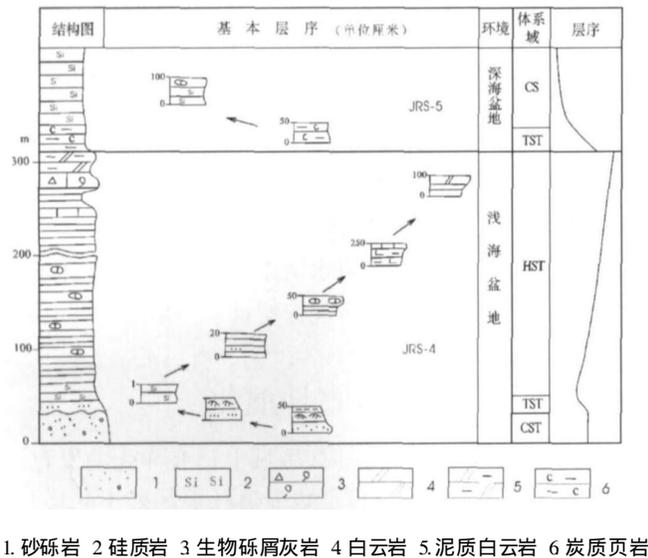
泛的钙质页岩中, 广泛发育大量生物遗迹, 均为水平虫迹。

JRS-2 层序, TST 由灰黑色钙质页岩与薄层微晶灰岩组成米级旋回, 垂直剖面明显可以看出, 页岩向上逐渐增多, 钙质含量减少, 至完全由钙质页岩组成的凝缩层, 广泛发育深水相的水平遗迹; HST 仍由灰黑色中-厚层微晶灰岩与灰黑色钙质页岩组成米级旋回, 与 TST 不同的是每个米级旋回的下部, 钙质页岩向上减少, 钙质含量明显增高, 形成由中层-厚层-巨厚层的微晶灰岩层, 在厚层灰岩的层面上发育极其丰富的箭石、菊石化石, 生物屑也极其丰富, 且组成逆粒序, 顶部生物屑灰岩层面上发育浅水相的干涉波痕。

中侏罗世第四个三级层序 (JRS-4), 发育于遮

拉组之中 (图 5), 层序界面之上发育一套低水位 (LSW) 的扇积物与陆热组呈型不整合接触, 低位域由高密度浊流组成。由含砾石英砂岩、石英砂岩、粉砂质页岩组成鲍马结构。具正粒序层理、平行层理、砂纹层理、水平层理及泄水 (包卷层理) 构造; TST 由钙质细砂岩、粉砂质页岩组成, 其砂质含量逐渐减少, 泥质含量逐渐增高, 渐至凝缩段 (CS), 发育黑色炭质页岩较单一岩性, 该页岩段在措美县剖面的相应层位上采获丰度极高的箭石类化石, 埋藏保存均较完整; HST 则主要由粉砂质页岩、粉砂质泥岩 (泥灰岩) 组成, 各地岩性组合上存有差异, 在洛扎乃乡剖面上, 只见有页岩与泥灰岩组成的向上变浅米级旋回, 且向上钙质逐渐增高, 顶部出现大量的微晶灰岩透镜体, 呈人头状, 顺层分布, 而措美县一带, 其灰岩透镜体直

径可达数米至数十米大小, 外表呈球状, 透镜体之上还有五、六百米厚的粉砂质页岩、泥灰岩组合。第五个三级层序 (JRS-5) 发育于遮拉组 (J_2z) 上部, 在位于工布学一带, JRS-4 层序的顶部。出现高水位体系域的白云质泥岩、微晶灰岩组合, JRS-5 层序底部由碳质页岩夹薄层粉砂岩, 构成海侵体系域, 之上出现数百米厚的硅质岩与泥岩互层凝缩段, 上覆为 JSS-1 层序底部的深切谷所截, 而缺失高位域部分。



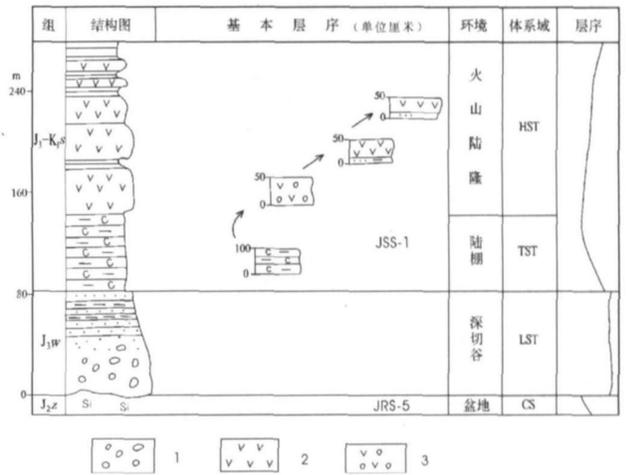
1. 砂砾岩 2 硅质岩 3 生物砾屑灰岩 4 白云岩 5. 泥质白云岩 6 炭质页岩
图 5 措美县卡来罗布日、浪卡子县松拉遮拉组基本层序与体系域 (其它图例同前)

Fig 5 Relationship between primary sequence of the Zhela Formation in the Songla of Langkazi and Kalaluburi of Cuomei and depositional systems tract

(3) 晚侏罗世—早白垩纪三级层序划分

主要由维美组、桑秀组及甲不拉组构成, 该二级层序底界面为一重要的沉积缺失间断面, 岩性突变, 下伏层序保存不完整, 发育不协调的砂砾岩层等, 具明显的深切谷特征。(图 6 7 & 9)。

JSS-1 层序底界面, 即维美组 (J_3) 与遮拉组 (J_2z) 的接触界面, 为型层序的深切谷底界面, 主要表现在: 深切谷充填物是发育在陆棚页岩背景下, 即维美组的上、下围岩均为陆棚相页岩。深切谷的充填物为一套河道滞留砾岩层、河道长石英砂岩及所谓滨岸相的石英砂岩组合。河道砾岩呈棱角状, 大小不等, 杂基支撑, 砾石含量大于 50%, 砾径平均在 10 ~ 20 mm, 少数达 40 mm, 按成分及磨圆特征可分两类: 一种是磨圆度较差的, 主要由被剥蚀的下伏沉积物组成, 包括砖红色泥岩、灰色泥灰岩、粉砂质泥岩, 占砾石成分的 80% 以上; 另一种则是磨圆度相对较



1. 砾岩 2 火山岩 3 火山角砾岩
图 6 浪卡子县松拉维美组、桑秀组基本层序与体系域 (其它图例同前)

Fig 6 Relationship between primary sequence of the Sangxiu and Weimei Formation at Songla and depositional systems tract Langkazi County

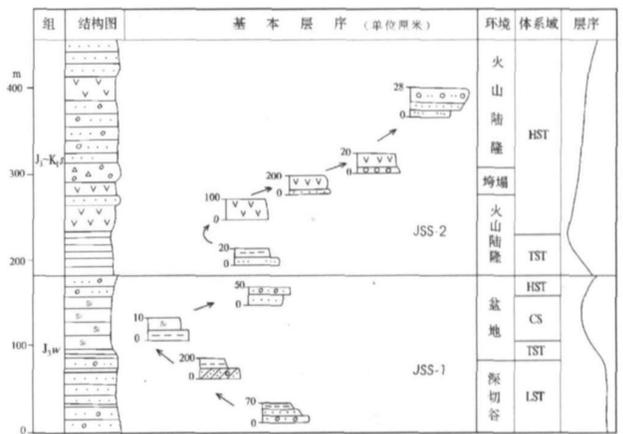


图 7 浪卡子县张达乡维美组、桑秀组基本层序与体系域 (图例同前)

Fig 7 Relationship between primary sequence of the Sangxiu and Weimei Formation at Zhangda and depositional systems tract Langkazi County

好的, 由远源的石英砂岩组成, 反映滞留河道砾石层特征。深切谷充填物或滨岸石英砂岩层, 在区域上截切下伏不同层位, 造成维美组与下伏地层之间在区域上缺失不同的生物带。与维美组同期沉积物中, 除深切谷沉积外, 平面上还伴随有扇积物展布, 表现为浊流鲍马层序广泛发育。且底部具槽模。在卡东一带还见有火焰状构造。这种由深切谷与扇积物同时并存现象, 可以反映出本区深切谷沉积背景 (古地

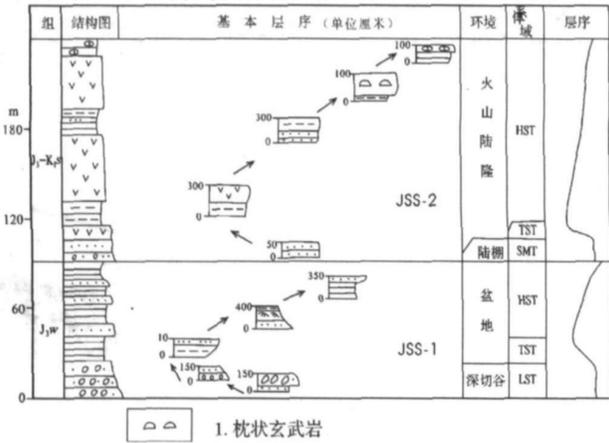


图 8 浪卡子县卡东桥维美组、桑秀组基本层序与体系域 (其它图例同前)

Fig 8 Relationship between primary sequence of the Sangxiu and Weimei Formation at Kadong and depositional systems tract Langkazi County

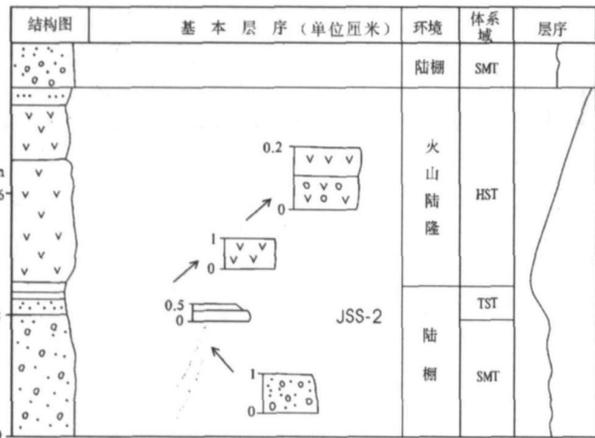


图 9 措美县渣渣乡桑秀组基本层序与体系域 (图例同前)

Fig 9 Relationship between primary sequence of the Sangxiu Formation at Zhazha and depositional systems tract Cuomei County

理位置)可达陆棚——盆地地区,就是说,晚侏罗纪仍是处于较深水环境(而非河流上游深切谷)。这套低水位深切谷充填物之上,为一套黄绿色薄层泥岩夹薄层泥灰岩条带, TST 与 HST 野外难以区分。在这套黄绿色钙质页岩夹泥灰岩地层之上,发育 JSS-2 的褐灰色厚层砂砾岩、含砾杂砂岩段,砾石 2~10mm 不等,棱角状,砂岩成分较杂,成分成熟度、结构成熟度均较低,杂基支撑,构成陆棚砂砾岩特点,其界线处未见暴露面及古风化壳,为滨岸与陆棚的沉积拐点向海一侧的沉积物,构成陆架边缘体系域(SMT),与下伏界线为 L-型层序不整合面,层序内部的 TST,为深灰

色薄层钙质页岩与极薄层粉砂岩组成陆棚相的砂、页岩米级旋回层; HST 区内较有特色,早期的高水位域由钙质页岩夹厚层泥灰岩组成,此时,海水变浅,至台一盆转折部位,这儿也是构造最薄弱的地方,产生了大量的火山喷发,形成晚期高水位的火山角砾岩、玄武岩、安山岩沉积,覆于早期高水位沉积之上,玄武岩见柱状节理,也见有枕状熔岩构造,这种海底陡峭的火山地貌,为下一个层序(位于甲不拉组中)低水位期形成大量的滑塌角砾提供了前提。JSS-3 低海平面期,海水向北退缩,沿多久—打隆一线以南逐渐暴露出地表;以北形成低位体系域(LST)的角砾岩,随后的海平面迅速上升(TST),仍未覆盖暴露区,沉积范围仍仅局限于洛扎县麦拉以北地区,最大海泛面(CS)出现海绿石砂岩,高水位(HST)期,物源供给不足,在北侧工布学一带海水清澈,形成陆棚碳酸盐岩。

综上所述,建立测区晚侏罗世——早白垩世地层格架如图 10

3 海平面变化与盆地演化

新特提斯在三叠纪时,区域上已有洋壳的发育,海域已具有相当的规模。藏南洛扎地区处于北喜马拉雅被动大陆边缘海位置。

(1)早侏罗世:经历了 10 次长周期的三级海平面上升、下降历程。总体由陆棚 近滨 前滨 滩 潮坪的过渡,为海平面逐渐下降的演化过程。

(2)中侏罗世:经历了五次较大规模的海平面上升、下降过程。第一次与第三次的海平面变化规模相近,底部均发育一套海浸碎屑岩,其高水位域均是在海浸体系域的“碎屑岩—碳酸盐岩型”米级旋回基础上发育起来的,向上砂质含量减少、单层厚逐渐减薄,至完全消失,钙质含量逐渐增高,高水位域完全由碳酸盐 L—M 型沉积旋回构成,且向上米级旋回中钙质页岩逐渐减少,灰岩单层逐渐增大,由薄层 中层 厚层,至完全由灰岩构成巨厚层段,第二次海平面变化,海浸体系域由灰黑色钙质页岩与薄层微晶灰岩组成米级旋回,页岩向上逐渐增多,钙质含量减少,至完全由钙质页岩组成的凝缩层,高水位域则由灰黑色中—厚层微晶灰岩与灰黑色钙质页岩组成,每个米级旋回的下部,钙质页岩向上减少,钙质含量明显增高,形成由中层 厚层 巨厚层的微晶灰岩层,顶部生物屑灰岩层面上发育浅水相的干涉波痕。

中侏罗世的第四次海平面变化,表现为海浸初期发育一套低水位的扇积物与陆热组呈 型不整合接

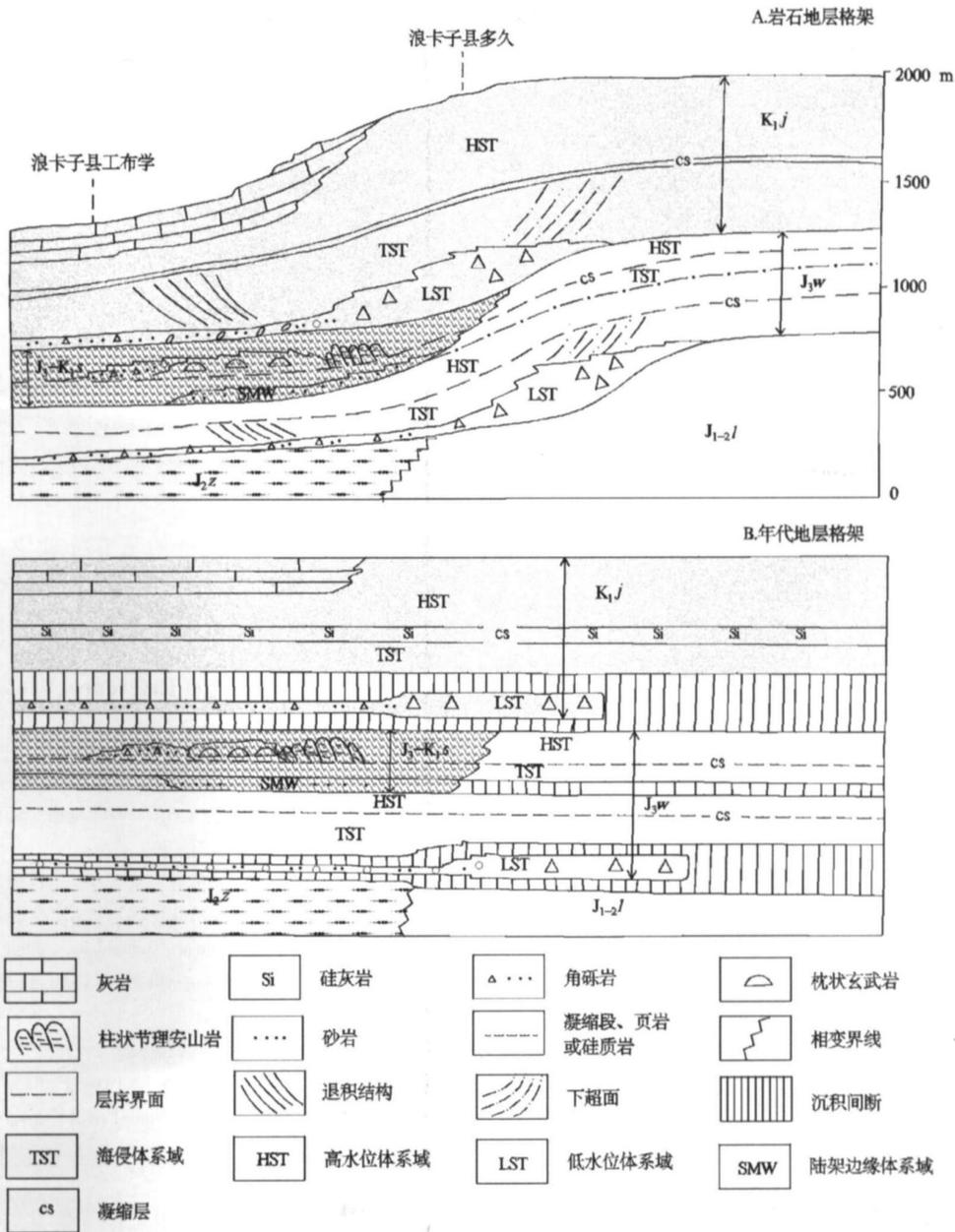


图 10 洛扎——浪卡子一带晚侏罗世——早白垩世地层格架

Fig 10 Stratigraphic framework in the Late Jurassic—Early Cretaceous Luozha—Langkazi area

触, 低位域由高密度浊流组成。海侵体系域由钙质细砂岩、粉砂质页岩组成, 其砂质含量逐渐减少, 泥质含量逐渐增高, 渐至凝缩段, 发育黑色炭质页岩较单一岩性; 高水位域则主要由粉砂质页岩、粉砂质泥岩(泥灰岩)组成, 由页岩与泥灰岩向上变浅米级旋回组成, 遮拉组上部, 由碳质页岩夹薄层粉砂岩, 构成海侵体系域, 之上出现数百米厚的硅质岩与泥岩互层凝缩段, 上为维美组深切谷所截, 而缺失高位域部分。

(3) 晚侏罗世: 为深水背景, 在硅质岩、泥质沉积

的陆棚—盆地区, 有浅水物质的夹层, 发育深切河谷沉积物与浊流沉积物共存现象, 并对下伏地层产生强烈的下切, 造成浅水砾岩(切谷)覆于硅质岩之上现象。

(4) 晚侏罗—早白垩世: 海浸之初发育褐灰色厚层砂砾岩、含砾杂砂岩, 砾石 2~10mm 不等, 棱角状, 砂岩成分较杂, 成分成熟度、结构成熟度均较低, 杂基支撑, 构成陆棚砂砾岩特点, 其界线处未见暴露面及古风化壳, 为滨岸与陆棚的沉积拐点向海一侧的沉积

物,构成陆架边缘体系域,与下伏界线为型层序不整合面,海浸体系域为深灰色薄层钙质页岩与极薄层粉砂岩组成陆棚相的砂、页岩米级旋回层;早期的高水位域由钙质页岩夹厚层泥灰岩组成,此时,海水变浅,至台一盆转折部位,这儿也是构造最薄弱的地方,产生了大量的火山喷发,形成晚期高水位的火山角砾岩、玄武岩、安山岩沉积。

(5)早白垩世:测区显现一隆两拗的地貌单元,北侧绒布断裂以北为开阔海陆棚环境。洛扎以南为闭塞泻湖环境。

4 基本层序与层序地层中二、三级层序的关系

魏家庸等^[25]在《沉积岩区1:5万区域地质填图方法指南》中把基本层序定义为“沉积地层垂向序列中按某种规律叠覆的,一般能在露头范围内观察到、代表一定地层间隔发育特点的单层组合。”因此,基本层序是地层单层内有某种成因联系的,它们可能是一个沉积过程不同阶段的产物,或者是同一环境种出现的各种沉积—成岩作用产物的规律性组合。它与王鸿祯⁽²⁶⁾所称的“小层序”,Vail等在层序地层中定义的“准层序”,米兰柯维奇定义的“米级旋回^[27,28]”应是同一级别的。层序地层学着重对准层序及准层序组的划分^[29,30],它是建立三级层序的基础;梅冥相据地层中米氏旋回的演化叠置规律,即米级旋回在碳酸盐岩层序中的演化叠置规律,米级旋回在碎屑岩层序中的演化叠置规律,在碳酸盐与碎屑岩混合沉积层序中的演化叠置规律,为深水环境下划分三级层序提供了一种方法和手段。目前开展的1:5万、1:25万区调过程中,根据中国地质调查局的现行规范,开展的各个区调图幅均做了基本层序的调查,基本层序仅仅反映了该岩石地层单位的岩性组合特征,是一种静态的描述成因地层的方法,在海平面变化频繁的沉积地层中,用一个代表性层序——基本层序,很难概括一个动态的变化中的地层单位,而且简单的基本层序描述对客户的使用往往作用不大(本人在与大专院校同行交流中深有感悟),而区调工作又是一项基础性工作,它提供给用户的应该是一份完整的、具有可使用性的客观实体。笔者^[31]曾在1:5万含山县幅、陶家厂幅等六幅区调联测、1:5万定远县幅、风阳县幅等四幅联测以及西藏1:25万洛扎县幅区调过程中开展了基本层序的变化规律调查,我院最近完成的1:25万安庆幅区调也使用

了此方法,取得了较好的效果,得到了用户的好评。通过大量的填图实践,已逐渐认识到一个地层单位往往蕴含着许多重要的信息,而其中基本层序在岩石地层单位内的变化规律,在沉积学研究领域有着重要的基础作用。

文中图3~9描述了基本层序与环境、体系域、三级层序的关系,基本层序的变化是受海平面变化、物源、容纳空间和气候制约的,而前两者对基本层序的影响往往最大,因此,通过基本层序的变化规律研究可以很好地反演海平面波动特征,进一步划分沉积环境。因此,从静态的基本层序描述转变为动态的基本层序变化规律研究在沉积学研究过程中有着较好的发展前景。

致谢 参加野外调查的还有杨世学、李运怀、余小俭、黄俊、邱军强、吕世宏等高工,感谢编辑及审稿专家对本文初稿提出的修改意见。

参考文献 (References)

- 王训练. 露头层序地层学研究中的几个基本理论问题. 中国科学(D辑), 1999, 29(1): 22~30 [Wang Xunlian. Some theoretic problems in studies on outcrop sequence stratigraphy. Science in China (Series D), 1999, 29(1): 22~30]
- 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派——高分辨率层序地层学. 石油天然气地质, 1995, 16(2): 90~97 [Deng Hongwen. A new school of thought in sequence stratigraphic studies in U. S.: high-resolution sequence stratigraphy. Oil & Gas Geology, 1995, 16(2): 89~97]
- 徐强, 姜焯, 董伟良, 等. 中国层序地层研究现状和发展方向. 沉积学报, 2003, 21(1): 155~167 [Xu Qiang, Jiang Ye, Dong Weiliang, et al. Research status and development direction of sequence stratigraphy in China. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(1): 155~167]
- 威尔格斯著, 徐怀大, 等译. 层序地层学原理. 北京: 石油工业出版社, 1993 [Translated by Xu Huaida, et al. Sequence Stratigraphic Principles Beijing: Petroleum Industry Press, 1993]
- 梅冥相, 徐德斌, 周洪瑞. 米级旋回层序的成因类型及其相序组构特征. 沉积学报, 2000, 18(1): 43~49 [Mei Mingxiang, Xu Debin, Zhou Hongrui. The genetic type and facies sequence fabric character of Milankovitch cyclic sequences. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(1): 43~49]
- 梅冥相. 碳酸盐岩旋回与层序. 贵阳: 贵州科技出版社, 1995 [Mei Mingxiang. Carbonate Cycles and Sequences. Guiyang: Technological Publishing House of Guizhou, 1995]
- 梅冥相. 碳酸盐米级旋回层序的成因类型及识别标志. 岩相古地理, 1995, 13(6): 34~45 [Mei Mingxiang. The genetic type and discriminating symbol of carbonate Milankovitch cyclic sequences. Lithofacies and Paleogeography, 1995, 13(6): 34~45]
- 肖序常, 李廷栋, 主编. 青藏高原的构造演化与隆升机制. 广州:

- 广东科技出版社, 2000 [Xiao Xuchang, Li Tingdong. Tectonic Evolution and Uplift of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. Guangzhou Technological Publishing House of Guangdong, 2000]
- 9 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区地质志. 北京: 地质出版社, 1993. 1~ 707 [Xizang Bureau of Geology and Mineral Resources Regional Geology of Xizang Autonomous Region. China Beijing Geological Publishing House, 1993. 1~ 707]
 - 10 夏军, 钟华明, 童劲松, 等. 西藏南部拉康组菊石生物群的发现及北喜马拉雅地层分区的东延. 地层学杂志, 2005, 29(增刊): 579~ 581 [Xia Jun, Zhong Huaming, Tong Jingsong, et al. Discovery of the ammonoid biota from the Lakang Formation in southern Tibet and eastward extension of the northern Himalayan stratigraphic subprovince. Journal of Stratigraphy, 2005, 29(Suppl.): 579~ 581]
 - 11 钟华明, 夏军, 童劲松, 等. 洛扎县幅地质调查新成果及主要进展. 地质通报, 2004, 23(5-6): 451~ 457 [Zhong Huaming, Xia Jun, Tong Jingsong, et al. New results and major progress in regional geological survey of the Lhozag County Sheet. Geological Bulletin of China, 2004, 23(5-6): 451~ 457]
 - 12 李祥辉, 王成善. 特提斯喜马拉雅显生宙的超层序. 特提斯地质, 1997, (21): 8~ 30 [Li Xianghui, Wang Chengshan. Supersequences of the Phanerozoic in the Tethys Himalayas. Tethys Geology, 1997, (21): 8~ 30]
 - 13 史晓颖, 雷振宇, 阴家润. 珠穆朗玛峰北坡下侏罗统层序地层及沉积相研究. 地质学报, 1996, 70(1): 73~ 83 [Shi Xiaoying, Lei Zhenyu, Yin Jiarun. Lower Jurassic sequence stratigraphy and sedimentary facies on northern slope of the Mount Qomolangma. Acta Geologica Sinica, 1996, 70(1): 73~ 83]
 - 14 彭勇民, 刘缓洁, 冯增昭. 西藏东部三叠纪层序地层分析与对比. 中国矿业大学学报, 2000, 29(6): 601~ 605 [Peng Yongming, Liu Huanjie, Feng Zengzhao. Correlation of Triassic Stratigraphy in Eastern Tibet. Journal of China University of Mining & Technology, 2000, 29(6): 601~ 605]
 - 15 李金高. 江孜盆地的层序地层分析与沉积充填演化. 沉积学报, 2001, 19(4): 488~ 492 [Li Jingao. Analysis of sequence stratigraphy and depositional filling in Gyangze Basin, Tibet. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(4): 488~ 492]
 - 16 彭勇民, 姚鹏, 李金高, 等. 西藏甲马铜多金属矿区上侏罗统—白垩系层序地层与成矿. 地质论评, 2001, 047(006): 584~ 589 [Peng Yongmin, Yao Peng, Li Jingao, et al. Upper Jurassic-Cretaceous sequence stratigraphy and mineralization in the Jianma copper-multimetallic mining area of Tibet. Geological Review, 2001, 047(006): 584~ 589]
 - 17 史晓颖, 阴家润. 喜马拉雅地区中生代及早第三纪层序地层和海平面变化研究. 地质科技通报, 1998, (10): 17~ 18 [Shi Xiaoying, Yin Jiarun. Study on sequence stratigraphy and sea-level eustasy of Mesozoic and Lower-Tertiary in Himalaya Area. Geoscience Bulletin, 1998, (10): 17~ 18]
 - 18 李金高, 王全海, 周祖翼, 等. 西藏江孜盆地的层序地层分析与沉积充填演化. 沉积学报, 2001, 019(004): 488~ 492 [Li Jingao, Wang Quanhai, Zhou Zuyi, et al. Analysis of sequence stratigraphy and depositional filling in the Gyangze Basin, Tibet. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 019(004): 488~ 492]
 - 19 王根厚, 梁定益, 刘文灿, 等. 藏南海西期以来伸展运动及伸展作用. 现代地质, 2000, 14(2): 133~ 139 [Wang Hougeng, Ling Dingyi, Liu Wenkan, et al. Extensional movement and extending action in southern Tibet since Hercynian. Geoscience, 2000, 14(2): 133~ 139]
 - 20 夏军, 钟华明, 童劲松, 等. 藏南洛扎地区侏罗、白垩纪岩相古地理特征. 沉积与特提斯地质, 2005, 25(3): 8~ 17 [Xia Jun, Zhong Huaming, Tong Jingsong, et al. Sedimentary facies and paleogeography of the Lhozag region in southern Xizang during the Jurassic and Cretaceous. Tethys Geology, 2005, 25(3): 8~ 17]
 - 21 朱同兴, 庄忠海, 周铭魁, 等. 喜马拉雅山北坡奥陶纪—古近纪构造古地磁新数据. 地质通报, 2006, 25(1-2): 76~ 82 [Zhu Tongxing, Zhuang Zhonghai, Zhou Mingkui, et al. New Ordovician-Paleogene tectonometric data from the northern slope of the Himalayas. Geological Bulletin of China, 2006, 25(1-2): 76~ 82]
 - 22 鲁如魁, 钟华明, 童劲松, 等. 西藏洛扎地区拆离断层构造变形特征. 大地构造与成矿学, 2005, 29(2): 189~ 197 [Lu Rukui, Zhong Huaming, Tong Jingsong, et al. Tectonic deformation features of the detachment fault in Luozha area. Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29(2): 189~ 197]
 - 23 夏军, 钟华明, 童劲松, 等. 藏南洛扎地区晚侏罗世乃乡组的建立及日当组中 Cyclotherapsis 的发现. 安徽地质, 2002, 11(1): 27~ 29 [Xia Jun, Zhong Huaming, Tong Jingsong, et al. The establishment of the late Jurassic Naixiang Formation and the discovery of cyclotherapsis in the Ridang Formation, Luozha, south Tibet. Geology of Anhui, 2002, 11(1): 27~ 29]
 - 24 周志澄, Wilms H, 夏军, 等. 西藏南部洛扎地区中生代遗迹化石及其环境意义. 古生物学报, 2004, 43(2): 221~ 233 [Zhou Zhicheng, Wilms H, Xia Jun, et al. Mesozoic trace fossils from Lhozag area of southern Tibet and their environmental significance. Acta Palaeontologica Sinica, 2004, 43(2): 221~ 233]
 - 25 地矿部直属单位管理局. 沉积岩区 1: 5 万区域地质填图方法指南. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991 [Ministry of Geology and Mineral Resources of People's Republic of China General Bureau of Geology and Mineral Resources. A Guide to the Method of the 1: 50000 Regional Geological Survey in Sedimentary Rock Areas. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991]
 - 26 王鸿祯, 史晓颖. 沉积层序及海平面旋回的分类级别—旋回周期的成因讨论. 现代地质, 1998, 12(1): 1~ 16 [Wang Hongzhen, Shi Xiaoying. Hierarchy of depositional sequences and eustatic cycles—a discussion on the mechanism of sedimentary cycles. Geoscience, 1998, 12(1): 1~ 16]
 - 27 齐永安, 王润怀. 米兰柯维奇旋回高频波动周期的识别. 焦作工学院学报, 2000, 19(2): 81~ 85 [Qi Yong'an, Wang Runhai. Milankovitch cycles and the recognition of high-frequency wave period. Journal of Jiaozuo Institute of Technology (Nature Science), 2000, 19(2): 81~ 85]
 - 28 吴兴宁, 赵宗举. 塔中地区奥陶系米级旋回层序分析. 沉积学报, 2005, 23(2): 310~ 315 [Wu Xingning, Zhao Zongju. Analysis of Ordovician meter-scale sequence in Tazhong area. Acta Sedimentologica Sinica, 2005, 23(2): 310~ 315]

- ologica Sinica 2005 23(2): 310~315]
- 29 郑荣才, 尹世民. 基准面旋回结构与叠加样式的沉积动力学分析. 沉积学报, 2000, 18(3): 369~375 [Zheng Rongcai, Yin Shiming. Sedimentary dynamic analysis of sequence structure and stacking pattern of base-level cycle. Acta Sedimentologica Sinica 2000 18(3): 369~375]
- 30 邓宏文, 王洪亮, 宁宁. 沉积物体积分配原理——高分辨率层序地学学的理论基础. 地学前缘, 2000 7(4): 305~313 [Deng Hongwen, Wang Hongliang, Ning Ning. Sediment volume partition principle theory basis for high-resolution sequence stratigraphy. Earth Science Frontiers 2000 7(4): 305~313]
- 31 夏军, 徐家聪. 巢湖地区石炭纪地层格架. 安徽地质, 1998 8(3): 38~44 [Xia Jun, Xu Jiacong. The Carboniferous stratigraphic framework in the Chaohu area. Geology of Anhui 1998 8(3): 38~44]

Stratigraphic Framework of Jurassic Period and Early Cretaceous in Luozha South Tibet including the function of essential sequence law of the regional geological survey

XIA Jun¹ ZHONG Hua-ming¹ TONG Jing-song^{1,2} LU Ru-ku^{1,3}
 (1 Anhui Institute of Geological Survey Hefei 230001; 2 China University of Geosciences Beijing 100083
 3 Northwest China University Xian 710069)

Abstract According to the law of Milankovitch Cycles in the perpendicularity, the depositional sequences which lay on the verge of the Neo-Tethys Ocean, north Himalaya continent can be divided into three sequences with type- and eighteen sequences with type- from Jurassic Period to Early Cretaceous Lowstand System Tracts of Early and Metaphase Jurassic Period was undergrown, of which Transgressive Systems Tract and Highstand Systems Tract made up. And then Late Jurassic Period, it shaped huge incised valley, sea level had sunk deeply. Early Jurassic Period changed into Shelf Systems Tract. Therefore, it is established that the stratigraphic framework of Jurassic Period and Early Cretaceous. Based on the 1:250,000 and the 1:50,000 regional geological survey mapping the essential sequences of Lithostratigraphic unit will change the static description into the dynamic law survey of basal sequences, which elucidates the relationship of essential sequence law and sequence stratum.

Key words stratigraphic framework, sequence stratum, Jurassic Period and Early Cretaceous, Luozha, South Tibet