

文章编号: 1000-0550(2002)02-0179-09

西藏中部拉萨地块古生代、中生代的超层序研究^①

李祥辉 王成善 吴瑞忠

(成都理工大学沉积地质研究所 成都 610059)

摘要 识别划分了西藏南部拉萨地块(措勤盆地)古生代、中生代以海相为主的沉积地层相当于二级旋回的超层序11个(CQ₁₋₁₁)。其中早古生代3个(CQ₁₋₃)、晚古生代4个(CQ₄₋₇)、中生代4个(CQ₈₋₁₁)。描述了各个超层序的特征,不仅在地块内进行了超层序对比,而且与印度北部边缘(特提斯喜马拉雅)显生宙的超层序进行了比较和讨论。研究表明,除早古生代外,藏南特提斯喜马拉雅和拉萨地块(措勤盆地)的超层序在数量、延时、结构方面极不相同,与所处地块构造背景和沉积盆地性质发生了变化有关。提出早古生代拉萨地块与印度次大陆同属冈瓦纳相区(克拉通上的陆表海),晚古生代早期以后它们已不属同一大陆,整个晚古生代拉萨地块可能为冈瓦纳与劳亚大陆之间过渡带的一部分,中生代则成为Cimmeria次大陆的南部块体,冈瓦纳大陆在西藏境内的北界应为雅鲁藏布江缝合带。

关键词 超层序 Cimmeria次大陆 印度次大陆 冈瓦纳大陆 古生代 中生代 拉萨地块

第一作者简介 李祥辉 男 1964年出生 博士 副教授 沉积学和青藏高原地质

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

经过二十多年的发展,层序地层学的理论体系、术语基本形成,并提出了适合陆源碎屑沉积、碳酸盐沉积层序地层的理论模式及工作方法等。但是,由于多种原因,人们对超层序^[1-2](二级旋回层序)的研究未予重视,致使相应研究成果少有文献^[1-3]可查。通过多年探索,我们认为超层序在沉积盆地之间或陆块之间的对比研究有其独到之处,对全球构造格局下的二级海平面变化分析有十分重要的理论和实践价值。

西藏拉萨地块与整个青藏高原一样,地质研究程度不高,存在基础地质现象观测欠细、系统资料不足等缺憾,这种缺憾也导致了三级层序地层研究资料的欠缺。尽管如此,大量第一手观测资料加上前人工作成果使得超层序的研究成为可能。因此,这里试图对拉萨地块的超层序做一探索性研究,希望通过对该区古生代、中生代的超层序研究能对此课题有所裨益。

1 地质背景

拉萨地块由南向北一般分为噶尔—日喀则、措勤—申扎、日土—班戈和木嘎岗日四个构造—地层分区。鉴于噶尔—日喀则和木嘎岗日分区分别为弧前盆地和次深海—洋盆,超层序识别难度较大,对比的意义不大,因此,本文集中于措勤—申扎、日土—班戈两个分区(下简称措勤盆地)的超层序研究。

措勤盆地基本上发育在前寒武古老结晶岩系(念青唐古拉群)之上,下古生界中上部—上古生界中下部

为稳定克拉通(陆表海)碳酸盐建造,上古生界中上部构造背景表现仍较稳定,但转变为冰海—冰筏沉积。中生界均为活动的弧后或弧背盆地混合沉积建造。新生界除西部、西南部局部有少量海相古新统一始新统露头外,绝大多数已经转变为陆相盆地。

该区的地层系统较为复杂,特别是岩石地层分歧较大。本文采用的有关地层划分方案如图1。

2 超层序划分

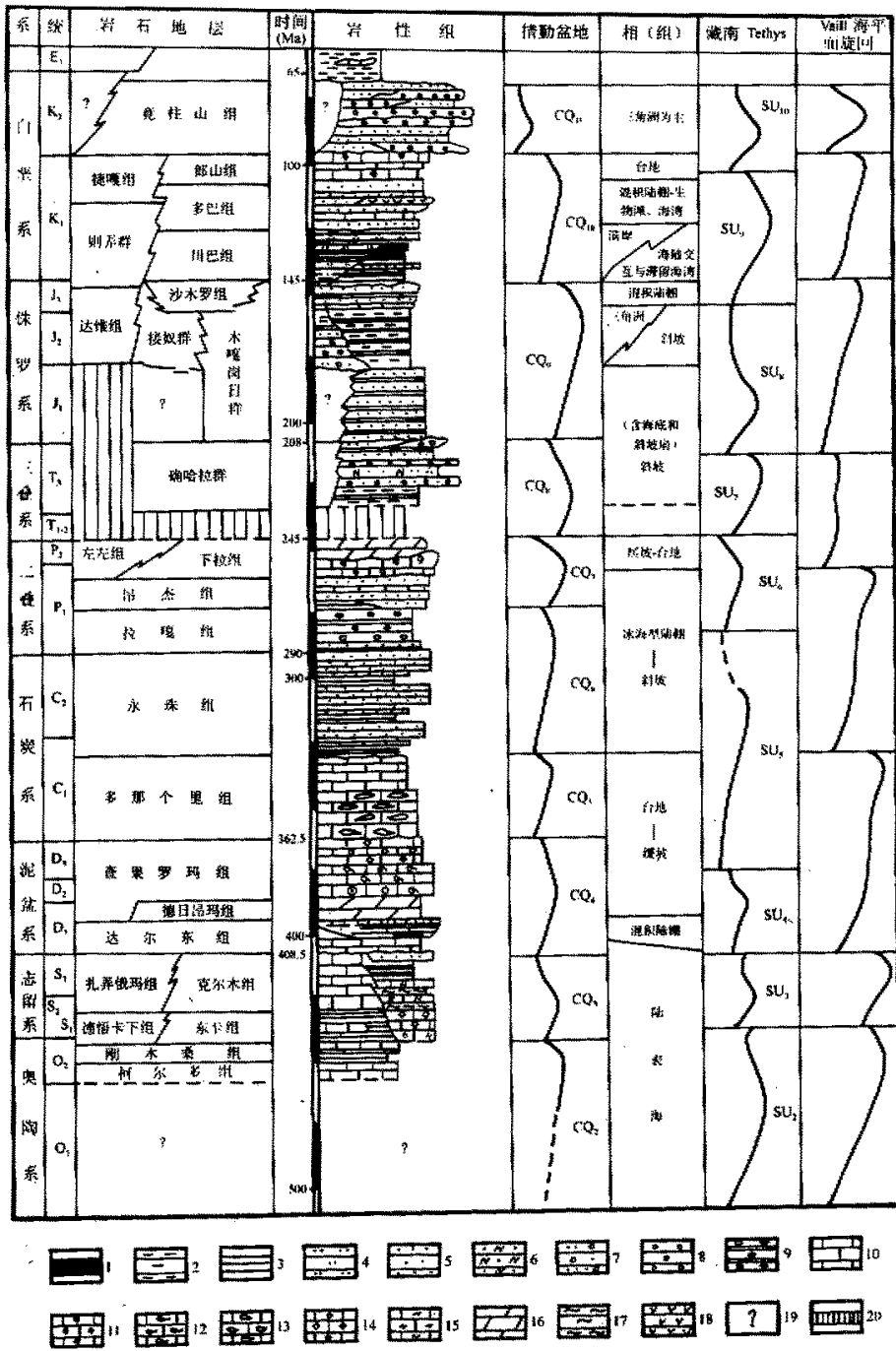
对全区地层古生物、沉积资料综合分析研究后,我们认为西藏措勤盆地古生代、中生代以海相为主的沉积地层大致可以划分出相当于二级旋回的超层序11个(图1),分别命名为CQ₁~CQ₁₁。这些超层序大多数顶底界线与对应的年代地层单位“系”的界线相同,仅少数存在差异,如CQ₂与CQ₃的界线为晚奥陶世晚期,CQ₄与CQ₅的界线则处于早石炭世中期。时间延续最大可能为奥陶系CQ₂,约73 Ma,最小延时则可能为上白垩统的CQ₁₁,<30 Ma。其中,CQ₁由变质岩系组成,CQ₂的海侵超层序未出露,CQ₈部分海侵超层序可能缺失,没有沉积记录。此外,绝大部分超层序的海侵超层序时间延续都大于海退超层序。

3 超层序特征

3.1 古生界的超层序

共含7个超层序。除寒武系CQ₁超层序外,其它

^① 国土资源部“青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力”项目及国土资源调查项目(DKD-2104011)海相含油区对比与资源潜力分析”课题资助
收稿日期 2001-06-24 收修改稿日期 2001-08-30



1. 煤或泥炭 2. 泥岩 3. 页岩 4. 粉砂岩 5. 砂岩(未分) 6. 岩屑砂岩 7. 砾质砂岩 8. 砾岩 9. 杂砾岩(含砾板岩); 10. 灰岩(未分); 11. 生物(碎屑)灰岩; 12. 条带状灰岩; 13. 竹叶状灰岩; 14. 结晶灰岩; 15. 白云质灰岩; 16. 白云岩; 17. 千枚岩; 18. 火山岩; 19. 情况不明 20. 地层间断/缺失

图1 措勤盆地地层、岩相、超层序划分及其对比综合柱状图

1. Coal/peat; 2. Clay rock; 3. Shale; 4. Siltstone; 5. Sandstone; 6. Lithoclastic sandstone; 7. Gravel sandstone; 8. Conglomerate; 9. Diamictite; 10. Limestone; 11. Bioclastic limestone; 12. Zebra limestone; 13. Wormsklk; 14. Crystalline limestone; 15. Dolomitic limestone; 16. Dolomite; 17. Phyllite; 18. Volcanic rock; 19. Unidentified; 20. Hiatus/depositional break

Fig. 1 Diagram showing the stratigraphy framework, lithofacies change, and supersequence classification in Lhasa Block, central Tibet, and correlating supersequences within Tethys Himalaya and T-R cycles by Vail et al in 1977

各超层序的海侵超层序(组)与海退超层序结构清楚,并显示出前者厚度/时间大于后者。

3.1.1 CQ₁(寒武系超层序)

由波密组等变质岩系构成,海侵、海退超层序不清楚,是否可作一超层序,有待研究,此处姑且视 CQ₁ 为本区显生宙第一超层序。

3.1.2 CQ₂(奥陶系超层序)

包括未出露的下奥陶统在内,可识别出三个层序组,即早期海侵超层序组 CQ₂¹、晚期海侵超层序组 CQ₂² 和海退超层序组 CQ₂³。CQ₂¹ 因区域露头欠缺,特征不明显,可能与下奥陶统延时相同。CQ₂² 包括柯尔多组缓坡相中厚灰岩及刚木桑组下部缓坡相黑色钙质页岩(图 2),化石常见,以头足、三叶虫、笔石为主。钙质黑色笔石页岩相可能系 CQ₂ 最高水位期沉积。CQ₂³ 与 CQ₂¹⁻² 相比厚度薄(小于 100 m),延时短,仅含刚木桑组中上部,岩性为厚—中层(生物屑)泥晶灰岩,化石少,可能代表了 CQ₂ 快速海退时期产物。这种超层序结构和岩相特征在申扎地区表现相对明显,而西边尼玛地区则较难区分(图 2)。从文布剖面看,厚度较小,为深缓坡泥灰岩、钙质页岩。这可能表明,措勤盆地在 CQ₂ 时期西深东浅。西部处于补偿状态,东部因海平面升降与构造断陷同步,故保持相对浅水状态。

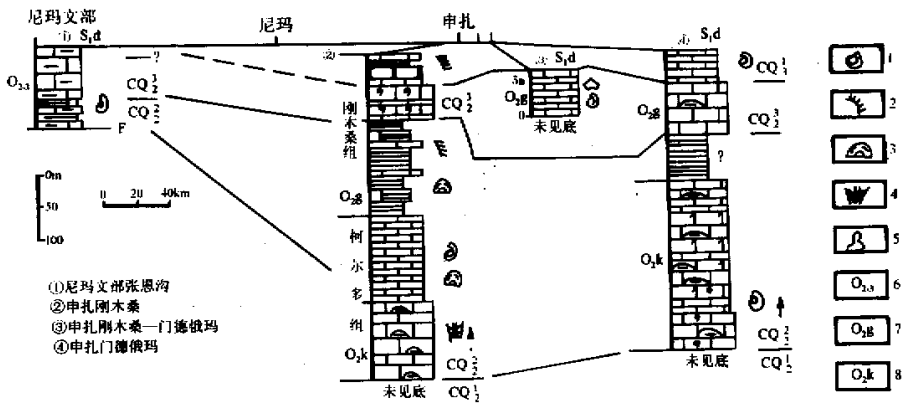
从所在地层中含头足 *Richarsonoceras*, *Sinoceras chinense*, *Lituites* 等化石带及腕足 *Hirnantia-Kinnella* 组合^[4]来看, CQ₂ 超层序主体属晚奥陶世无疑。因此,包括下奥陶统在内,其地质延时大约为 70 Ma。

3.1.3 CQ₃(志留系超层序)

底界可能位于奥陶系刚木桑组顶部(图 3),即阿什极尔统(Ashgill)下部;顶界至扎弄俄玛组/克尔木组。考虑德悟卡下组底部笔石带 *Diplograptus bohemicus*^[4-6]及志留系的年限,此超层序总延时可能大于 29 Ma,明显可以区分出海侵超层序 CQ₃¹ 和海退超层序 CQ₃²(图 3)。CQ₃¹ 由德悟卡下组泥灰岩(原申扎组)、笔石页岩及刚木桑组顶部(泥晶)灰岩构成,化石除较丰富笔石外,还见薄壳腕足及头足。日土—班戈分区东卡组为一套结晶灰岩,可以作为 CQ₃¹ 期产物。CQ₃² 时背景已经台化,由扎弄俄玛组(含原门德俄约组)台化缓坡中厚层瘤状灰岩、云质(生物碎屑)灰岩组成,见珊瑚和牙形石。日土—班戈地区则由克尔木组构成,系一套浅变质碎屑岩夹大理岩。CQ₃ 的海侵—海退超层序结构在措勤盆地东西两地区十分相似(图 3),但西部剖面厚度薄,志留—泥盆系整合接触,这表明 CQ₃ 时期的古地理格局仍是西深东浅,具一定继承性。值得注意的是,申扎局部地点扎弄玛组与德悟卡夏组之间见有古风化壳^[4-5],而申扎永珠地区则无此现象,说明该古风化壳系三级以下旋回层序界面。

3.1.4 CQ₄(泥盆系超层序)

该超层序底界大部分地区与下伏志留系呈平行不整合,局部为整合接触。它包括达尔东组、德日昂玛组和查果罗玛组。从下部竹节石 *Styiolina-Norwakia* 组合带(西根阶)和牙形石 *Palmatolepis glabra pectinata*^[7](法门阶)推算, CQ₄ 延限近 48 Ma,并可识出海侵超层序 CQ₄¹ 和海退超层序 CQ₄²(图 4)。CQ₄¹ 仅含达



1. 头足 2. 笔石 3. 三叶虫 4. 角石 5. 腕足 6. 中、上奥陶统(未分); 7. 刚木桑组 8. 柯尔多组。岩性参见图 1 图例说明。

剖面②、④资料来源于西藏地质局综合普查大队(1980)^[5]。未说明资料来源的剖面系笔者观测,注明的则为笔者观察,以下各图相同。

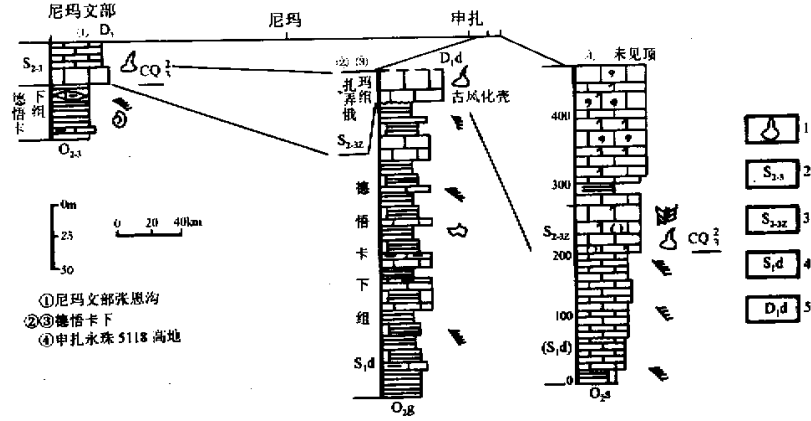
图 2 奥陶系超层序 CQ₂ 海侵晚期(CQ₂²)和海退超层序(CQ₂³)划分与对比

1. Cephalopod; 2. Graptolite; 3. Trilobite; 4. Belemnite; 5. Brachiopod; 6. Middle-Upper Ordovician; 7. Gamsam Formation; 8. Kerdo Formation. Other legends refer to the fig. 1. ②, ④ from reference [5]. Data unidentified in the figure indicate they are from the measurement by authors, and data noted are from the observation by authors. It is of same meanings in the following figures.

Fig. 2 Subdivision and correlation of the Ordovician supersequence (CQ₂) in Lhasa Block

尔东组,以薄层泥灰岩为特征,发育厚层生物屑(泥晶)灰岩,局部见页岩、粉砂岩、细砂岩,产较丰富的笔石、竹节石、牙形石、珊瑚、腕足等。CQ₄²含中—上泥盆统的德日昂玛组、查果罗玛组,主要为中厚层(灰质)白云

岩、结晶灰岩,生物较单调,多为层孔虫、珊瑚、牙形石。CQ₄超层序结构在区域上表现较为一致(图4),但以申扎地区较典型。不过,与特提斯喜马拉雅相比有较大差别(图1),表现为时限跨度大,顶界面层位



1. 牙形石 2. 中、上志留统(未分) 3. 扎弄俄玛组 4. 德悟卡下组 5. 达尔东组。岩性参见图1图例说明。

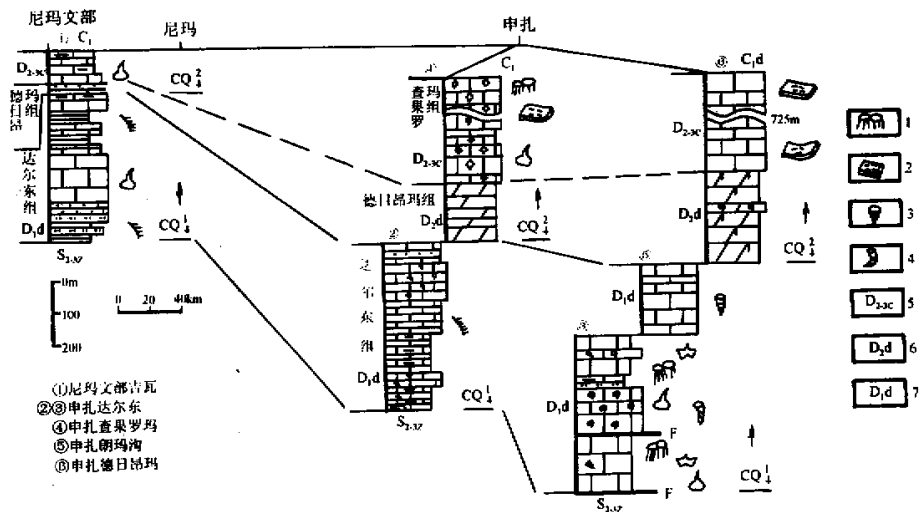
其他化石类参见图2说明。剖面②资料来自西藏区调队(1979)^[4], ③、④取自喻洪津(1985)^[6]

图3 志留系超层序 CQ₃ 海侵(CQ₃¹)及海退超层序(CQ₃²)划分与对比

1. Conodont ; 2. Middle-Upper Silurian ; 3. Zhalum Emer Formation ; 4. Dewu Kasa Formation ; 5. Dardong Formation.

Other legends refer to the fig. 1. Data ② from reference [4], and ③、④ from [6]

Fig. 3 Subdivision and correlation of the Silurian supersequence (CQ₃) in Lhasa Block



1. 群体珊瑚 2. 层孔虫 3. 竹节石 4. 单体珊瑚 5. 查果罗玛组 6. 德日昂玛组 7. 达尔东组。岩性参见图1图例说明。

其他化石类参见图2说明。剖面①、③、⑤、⑥资料来自西藏区调队(1983)^[7], ②、④源自西藏区调队(1979)^[4]

图4 泥盆系超层序 CQ₄ 之海侵(CQ₄¹)和海退超层序(CQ₄²)划分与对比

1. Colony coral ; 2. Stromatopore ; 3. Tentaculite ; 4. Solitary coral ; 5. Chaguo Luoma Formation ; 6. Deri Angma Formation ;

7. Dardong Formation. Other legends refer to the fig. 1. Data ①, ③, ⑤, ⑥ from [7], ②, ④ from [4]

Fig. 4 Subdivision and correlation of the Devonian supersequence (CQ₄) in Lhasa Block

高,由碳酸盐建造组成。与 Vail 全球海平面对应旋回的海侵—海退(T-R)层位和延时不同(图 1),措勤盆地 CQ₄ 的最大海侵可能在埃姆斯期(Emsian),Vail 旋回则位于早石炭世后期。CQ₄ 的海侵超层序组 CQ₄¹ 建造与中国南方早泥盆世的陆源碎屑为主沉积存在差异,却与欧洲莱茵相沉积组合相似。另外,自寒武纪以来,措勤盆地主体地区 CQ₄¹ 中第一次出现较为丰富的陆源碎屑沉积,表明已受到区域构造隆升运动的影响,即与加里东运动有一定联系。

3.1.5 CQ₅(下石炭统超层序)

与 CQ₄ 的关系多为(平行)不整合,即在那个里组与查果罗玛组之间存在一不十分明显的侵蚀面,界面之上为竹叶状灰岩,之下为结晶灰岩。它仅包括多那个里组,地层中产典型早石炭世牙形石组合 *Palma-tolepis gracilis gracilis*, *Protognathodus meischneri* 及大型单体珊瑚 *Humboldtica—Siphonophilia*^[7],显示总延时约为 33 Ma。可区分所海侵超层序 CQ₅¹ 和海退超层序 CQ₅²(图 5),二者厚度/时间结构前者远大于后者。CQ₅¹ 主体为竹叶状灰岩,向上生物碎屑灰岩、内碎屑灰岩增多,厚度相对较大;CQ₅² 主要为颗粒灰岩并具同生角砾,颜色呈显红色。

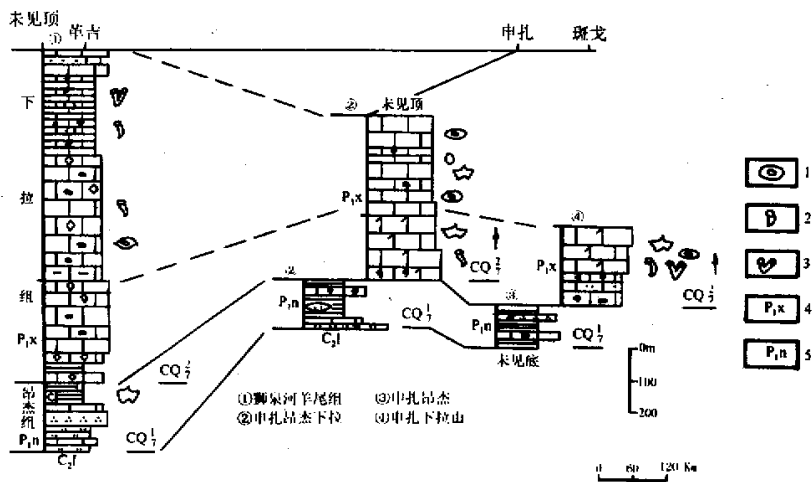
3.1.6 CQ₆(上石炭统超层序)

实际上,CQ₆ 下延至下石炭统上部,向上包含了下二叠统的拉嘎组。上石炭统腕足化石组合 *Krutovia-Fusella*, *Rugochoncha-Choristites*、下二叠统珊瑚

Waagenophyllum indicum^[4,7],以及相关层有孔虫等资料显示,其延时超过 55 Ma,并由较完整的海侵超层序 CQ₆¹ 和海退超层序 CQ₆² 组成(图 5)。CQ₆¹ 含永珠组大部,以冰海陆棚相页岩夹泥晶灰岩透镜体为特征,含(石英)砂岩,可见少量腕足、珊瑚、双壳等化石。CQ₆² 由永珠组顶部及拉嘎组构成,以中粗粒陆源碎屑沉积为主,包括含砾中—粗粒砂岩、石英/长石砂岩、含砾板岩或页岩、粉砂岩,虽然粒度总体偏粗,但从岩石特征看,如含砾砂岩/板岩等多与颗粒流沉积及冰筏沉积有关,属冰海陆缘及斜坡相。措勤以西地层发育不全,研究程度低,因此 CQ₆ 沉积特征不明。与藏南特提斯喜马拉雅珠峰地区相比,沉积建造较为相似,但含砾板岩(杂砾岩)不十分发育。

3.1.7 CQ₇(二叠系超层序)

底界面表现为相序结构差别突出,推测区域上存在侵蚀界面。CQ₇ 含下二叠统上部和全部上二叠统,所产珊瑚化石组合 *Lytvolasma*、有孔虫组合 *Reichelina*, *Colaniella—Robuloides*^[4,7] 等表明其时间长度约为 30 Ma。可识别出二个海侵超层序(图 6)和一个海退超层序。早期海侵超层序 CQ₇¹ 仅含昂杰组,仍由冰海陆棚相页岩组成,含砂岩、灰岩,可能系从 CQ₆ 继承而来。中—晚期海侵超层序 CQ₇² 由下拉组下部(原日阿组)构成,以台地相碳酸盐为主,如条带灰岩、结晶灰岩、生物屑灰岩等,产较丰富的蜓科、珊瑚、腕足、苔藓虫等化石。造成 CQ₇² 与 CQ₇¹ 沉积建造巨大



1. 海绵类 2. 苔藓虫类 3. 枝状珊瑚 4. 下拉组 5. 昂杰组。岩性参见图 1 图例说明。

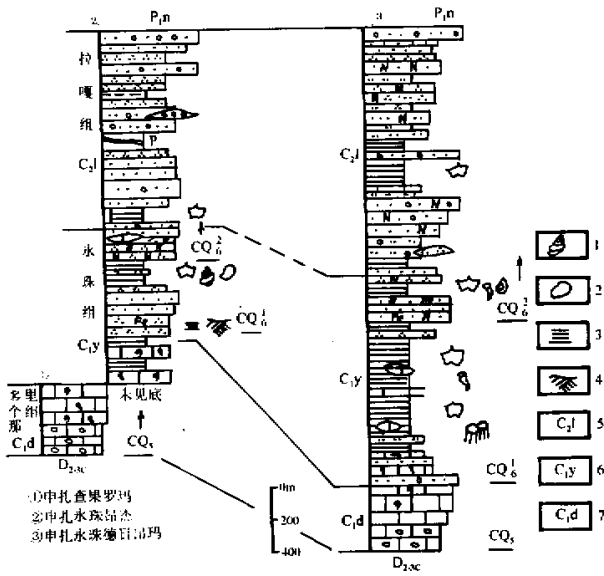
其他化石类参见图 2 说明。剖面①、③源自西藏区调队(1979, 1983)^[4,7]

图 5 石炭系超层序 CQ₅ 和 CQ₆ 之划分与对比

1. Sponge; 2. Bryozoan; 3. Ramiform coral; 4. Xiala Formation; 5. Angjie Formation.

Other legends refer to the fig. 1. Data ①, ③ from references [4, 7]

Fig. 5 Subdivision and correlation of the Carboniferous supersequence (CQ₅ and CQ₆) in Lhasa Block



1. 腹足类 2. 双壳类 3. 平行层理 4. 斜层理(未分);
 5. 拉嘎组 6. 永珠组 7. 多那个组。岩性参见图1图例说明。
 其他化石类参见图2-4说明。剖面①资料来自西藏地质局综合普查大队(1980)^[5], ②源自西藏区调队(1983)^[7], ④源自西藏区调队(1979)^[4]

图6 二叠系超层序 CQ₇ 之海侵超层序(CQ₇¹⁻²)划分与对比
 1. Gastropod; 2. Bivalve; 3. Parallel cross-bedding; 4. Cross-bedding (undivided); 5. Lhaga Formation; 6. Youngzhu Formation; 7. Duona Gheri Formation. Other legends refer to the fig.
 1. Data ① from reference^[5], ② from [7], and ④ from [4]
 Fig. 6 Subdivision and correlation of the Permian supersequence (CQ₇) in Lhasa Block

不同的主要原因为气候变化,即有可能拉萨地块是从早二叠中期开始向北漂移至中、低纬度地区的。海退超层序 CQ₇³ 在措勤盆地东、西部有所不同,东部以左左组白云岩为代表,西部局部地区则由坚扎弄组含煤陆相建造组成,近期在中部改则地区业已从下拉组中分别出约 300 m 的上二叠统浅水碳酸盐沉积^[8]。二叠纪末期本区大部地区缺失,这与特提斯喜马拉雅区^[2-3]情况相似,或许可以泛大陆此时已拼合并造陆隆起致使无沉积记录来解释。

3.2 中生界的超层序

共可识别出 4 个超层序,由三个与构造事件相关的大型 I 类层序界面确定。

3.2.1 CQ₈(三叠系超层序)

底界面明显由侵蚀不整合面表征,并与构造运动密切相关。顶界面亦属大型 I 型层序界面,即在确哈拉群与木嘎岗日群之间存在相应的构造及沉积侵蚀面,但与 CQ₈ 本体一样,分布相对局限于日土—班戈及木嘎岗日分区。根据地层中所产上三叠统双壳化石

Myophoria verbeek cruta^[7],结合所缺失的下三叠统,我们推测 CQ₈ 延时大约 37 Ma。

海侵超层序 CQ₈¹ 早中期 (T₁₋₂) 大部无沉积记录或未出露,晚期 (T₁³) 含确哈拉群的下部,由较深海复理石细碎屑构成,属于中—外扇沉积。海退超层序 CQ₈² 主要为确哈拉群中上部 (T₃²⁻³),为一套内扇粗粒陆源沉积组成,含火山及碳酸盐沉积,发育变形层理。

3.2.2 CQ₉(侏罗系超层序)

底界面系木嘎岗日群与确哈拉群之间的不整合侵蚀面,顶界面则由川巴组与沙木罗组间的不整合面构成,后者分布较为局限,集中于盆地北部。部分中—下侏罗统菊石分子 *Baucaulticeras*, *Angulaticeras*, 上侏罗统珊瑚 *Thecosmilia magna-Heliocoenia meriani* 组合^[4,7]说明, CQ₉ 延时大致为 63 Ma,可识别两个海侵超层序 CQ₉¹、CQ₉²,一个海退超层序 CQ₉³。

CQ₉¹ 由木嘎岗日群下部中—外扇细粒复理石构成,仅仅分布于北部边缘木嘎岗日分区; CQ₉² 的沉积体系及组成较为复杂,南北两侧主体仍为斜坡复理石建造,包括木嘎岗日群的上部和接奴群的下部局部层位;后期中部则为浅海陆源碎屑质陆棚,东部东巧一带则为阿林—巴柔期 (*Aalenian-Bajocian*) 的浊积岩^[9]。CQ₉³ 岩相多变,有三角洲、混积陆棚、台地,甚至河流沉积体系,主体为沙木罗组,南北两侧为接奴群和木嘎岗日群上部。

3.2.3 CQ₁₀(下白垩统超层序)

底界为明显的区域侵蚀不整合,区域性火山建造或粗粒碎屑岩超覆于下伏中—上侏罗统之上,顶界被竟柱山组超覆不整合。部分植物化石 *Weichselia reticulata* 和大量有孔虫化石如 *Orbitolina lenticulatis*, *O. orientala*, *O. concave*^[4,7]显示, CQ₁₀ 延限约 50 Ma,由整个下白垩统川巴组、多巴组、郎山组构成。

海侵超层序 CQ₁₀¹ 包括川巴组、多巴组、措勤—申扎分区的则弄群和东巧一带的齐格塘组 (*Zigetang Formation*)^[9],相组合较为复杂,如滨海相、陆棚相,以及潮坪、碳酸盐缓坡和台地相^[10]。火山沉积是其一大特点。海退超层序 CQ₁₀² 由整个郎山组构成,少含陆源碎屑物质,碳酸盐沉积占绝对优势,厚度巨大,反映了全区早白垩世中晚期持续长期的稳定背景。在这种背景下,普遍发育各种台地亚相和多种碳酸盐岩石类型,以及繁盛的生物群落。主要亚相有生物礁、生物滩、砂屑/砾屑滩、鲕粒滩、潮坪、泻湖、局限台地、开阔台地等。从海侵超层序与海退超层序厚度、延时关系

看 整个 CQ_{10} 具有长期缓慢海侵、迅速海退的结构特点。

3.2.4 CQ_{11} (上白垩统超层序)

底界面即 CQ_{10} 的顶界面, 顶界为白垩纪末的缝合事件产生的间断面, 均系不整合面, 并且在区域上可追踪对比。虽然地层中缺少定年化石, 但靠考虑下部超层序的顶界和竟柱山组在区域上的延限特点, 推测此超层序延续时间可能小于 32 Ma, 不过海侵超层序 CQ_{10} ¹ 缺失可能性较大, 局部地区如革吉以北可能存在海相的海侵超层序。海退超层序 CQ_{11} ² 为本超层序的特色, 具有过渡相和陆相沉积组合, 主体由竟柱山组扇三角洲、冲积扇、河流、洪泛平原等沉积体系构成。班戈、尼玛、革吉地区以中粗粒陆屑岩类为主, 这种变化可能说明这些地区更接近物源区。

4 超层序对比及其讨论

如图 1 所示, 措勤盆地古—中生代所划分的 11 个超层序同藏南特提斯喜马拉雅、Vail 全球海平面升降旋回相比, 既有可对比性, 也存在较大差异, 主要表现在以下几方面:

(1) 措勤盆地的 11 个超层序总体上可构成两个巨层序, 包括从寒武纪的 CQ_1 到二叠纪的 CQ_7 的第一个巨层序, 和从三叠纪的 CQ_8 到晚白垩世的 CQ_{11} 第二个巨层序。这两个巨层序与藏南特提斯喜马拉雅对应的巨层序^(2~3)基本上可以对比, 和 Vail⁽¹¹⁾ 的全球海平面变化一级旋回亦近为一致。这种巨层序和一级海平面旋回的可比性表明, 拉萨地块的沉积盖层在古生代、中生代不仅经历了全球同期板块拼合与分离, 而且也受到全球一级海平面深刻影响。

(2) 研究区早古生代超层序的数量、结构和跨时与特提斯喜马拉雅基本相同。显然, 这与其均处于稳定克拉通或广阔陆表海的背景相同有关。超层序相同是否说明两陆块其时为同一大陆块, 由于寒武系和下奥陶统情况不明尚难断定。但据前人研究成果显示, 拉萨地块的结晶基底岩系与印度北缘的结晶变质岩系可以对比, 同属印度大陆板块的基底⁽¹²⁾来看, 结论是肯定的。如此, 冈瓦纳大陆的北界此时应在拉萨地块以北。这一点与许多古生物地理区系研究成果^(12~13)等是吻合的, 但北界具体在何处已不在本文探讨范围。

(3) 与特提斯喜马拉雅相比, 拉萨地块晚古生代各超层序不仅在数量、延时上, 而且在海侵—海退超层序结构样式上差别较大, 尽管石炭世和二叠纪时沉积建造基本相似。例如措勤盆地超层序 CQ_5 与特提斯喜马拉雅超层序 SU5 延时相差竟达 20 Ma 以上。我们认为, 造成晚古生代各超层序差异的本质原因是由

于此时印度地块(特提斯喜马拉雅)与拉萨地块在大地构造背景与沉积盆地方面存在不同, 即不单受全球海平面变化影响, 更主要与它们存在不同的构造和盆地样式有关。新近岩相古地理研究⁽¹⁴⁾也证实了早古生代与晚古生代措勤盆地在构造格局和盆地性质方面的重大差异。

一般地(二级旋回层序)超层序与一级旋回层序一样, 所对应的海平面变化是由于洋脊扩张/板块拼合导致洋盆体积变化引起。所以, 一级或二级(全球)海平面变化对于性质相同的地块/盆地, 其沉积效应应当是相同的, 如果地块/盆地存在差异, 势必也会造成沉积响应的差异。超层序的变化理应如此。这种解释较大程度上表明, 晚古生代早期拉萨地块(Cimmerian 次大陆的南部^(15~16))与古印度大陆已经分离, 而不是晚古生代末期才开始分离^(15~16)。因此, 冈瓦纳大陆的北界在晚古生代早期已经开始南移。按照目前多数古生物地理区系研究者^(13, 17~21)等及冰水杂砾岩沉积研究^(22~27)的意见, 北界此时期位于班公—怒江缝合带。尹集祥近期⁽²⁸⁾通过对冈瓦纳相地层地质学研究后认为, 冷水动物群或杂砾岩类的分布边界不代表冈瓦纳相的北界。结合本文超层序研究结果来看, 我们认为晚古生代冈瓦纳相的北界应在雅鲁藏布缝合带。

(4) 同样, 中生代的特提斯喜马拉雅和拉萨地块各超层序在数量、延时、海侵—海退超层序结构上迥然不同, 这说明两地块此时期构造背景、沉积盆地类型及演化方面相距甚远。事实上, 中生代特提斯喜马拉雅一直为稳定成熟被动大陆边缘, 而拉萨地块(措勤盆地)则位处活动的弧后/弧背盆地。沉积建造差别和古生物地理研究成果也显示了它们之间的巨大不同。以上对比表明, 除早古生代外, 藏南特提斯喜马拉雅和拉萨地块(措勤盆地)的超层序在数量、延时、海侵—海退超层序结构极不相同。这一定程度上表明, 晚古生代早期以后它们已不属同一大陆, 晚古生代拉萨地块可能为冈瓦纳与劳亚大陆之间过渡带的一部分, 中生代则成为 Cimmeria 次大陆的南部块体。

参 考 文 献 (References)

- 1 Gaetani M & Garzanti E. Multicyclic history of the northern India continental margin (northwestern Himalaya) [J]. AAPG Bull., 1991, 75 (9): 1 427~1 446
- 2 李祥辉, 王成善. 特提斯喜马拉雅显生宙的超层序 [J]. 特提斯地质. 1997, (21): 8~30 [Li Xianghui, Wang Chengshan. Supersequences of the Phanerozoic in the Tethys Himalayas [J]. Tethys Geology, 1997, (21) 8~30]
- 3 Wang C S, Li X H. Supersequences of the Phanerozoic in the Tethys Himalayas [A]. In: Liu B J and Li S T, eds., Basin analysis, global

- sedimentary geology and sedimentology [C]. Proceedings of the 30th IGC, 1997, 8: 275~293
- 4 西藏区调队. 西藏地矿局. 中华人民共和国区域地质调查报告 1: 1000000, 拉萨幅 H-46 [M]. 北京: 地质出版社, 1979 [Tibet Survey of Tibet Bureau of Geology and Mineral Resources. Caption of Geology Map 1: 1000000, Lhasa H-46, P. R. China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979]
 - 5 西藏地质局综合普查大队. 西藏申扎地区古生代地层的新发现 [J]. 地质论评, 1980, 26(2): 162, 15 [Reconnaissance Survey Team of Tibet Geology Bureau. New discovery of Paleozoic strata in Shenzha area, Tibet [J]. Geological Review, 1980, 26(2): 162, 15]
 - 6 喻洪津. 藏北申扎地区中—晚志留世牙形刺生物地层 [A]. 青藏高原地质文集(16) [C]. 北京: 地质出版社, 1985. 15~34 [Yu Hongjin. Middle-Late conodont biostratigraphy in Shenzha area, northern Tibet [A]. Contributions to Qinghai-Xizang Plateau Geology (16) [C]. Beijing Geological Publishing House, 1985. 15~34]
 - 7 西藏区调队. 西藏地矿局. 中华人民共和国区域地质调查报告 1: 1000000, 日喀则幅 H-45、亚东幅 G-45 [M]. 北京: 地质出版社, 1983 [Tibet Survey of Tibet Bureau of Geology and Mineral Resources. Caption of Geology Map 1: 1000000, Xigaze H-46, Yadong G-45, P. R. China [M]. Beijing Geological Publishing House, 1983]
 - 8 陈清华, 王建平, 王绍兰, 吴孔友. 西藏措勤盆地上二叠统的发现及其地质意义 [J]. 科学通报, 1998, 43(19): 211~214 [Chen Qinghua, Wang Jianping, Wang Shaolan, Wu Kongyou. The discovery of Upper Permian in the Cuoqen basin of Tibet and its significances [J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(19): 211~214]
 - 9 Marcoux J, Girardeau J, Fourcade E, *et al.* Geology and biostratigraphy of the Jurassic and Lower Cretaceous series to the north of the Lhasa Block (Tibet, China) [J]. Geodynamica Acta (Paris), 1987, 1(4/5): 313~326
 - 10 王冠民. 西藏措勤盆地下白垩统多巴组沉积环境分析 [J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 349~354 [Wang Guanmin. Sedimentary environment analysis of the Duoba Formation of Lower Cretaceous in the Cuoqen basin of Tibet [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(3): 349~354]
 - 11 Vail P R, Mitchum R M, Todd R G, *et al.* Seismic stratigraphy and global changes of sea level [A]. In: Payton C E, ed. Seismic Stratigraphy-Applications to Hydrocarbon Exploration [C]. AAPG Mem., 1977, 26: 49~212
 - 12 刘训, 傅德荣, 姚培毅等. 青藏高原不同地体的地层、生物区系及沉积构造演化史 [M]. 北京: 地质出版社, 1992. 169 [Liu Xun, Fu Derong, Yao Peiyi *et al.* Tectonic evolution of terranes on strata, biota and sediment in the Qinghai-Xizang Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992. 169]
 - 13 陈挺恩. 西藏南部奥陶纪头足类动物群特征及奥陶系的再划分 [J]. 古生物学报, 1984, 23(4): 452~471 [Chen Ting-en. Ordovician cephalopod fauna and Ordovician reclassification in southern Tibet [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1984, 23(4): 452~471]
 - 14 李祥辉, 吴铭, 王成善等. 西藏措勤盆地古生界—中生界岩相古地理演化 [J]. 成都理工学院学报, 2001, 28(3): 1~10 [Li Xianguang, Wu Ge, Wang Chengshan *et al.* Paleozoic to Mesozoic changes of lithofacies and paleogeography of the Cuoqen Basin, central Tibet [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 28(3): 1~10]
 - 15 Sengör A M C. The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia [M]. Spec. Pap. GSA, 1984, 195: 7~82
 - 16 Sengör A M C. The story of Tethys: How many views did Okeanos have [J]. Episode, 1985, 8: 3~12
 - 17 徐仁. 藏南舌羊齿植物群的发现和其在地质学和古地理学上的意义 [J]. 地质科学, 1976, 10(4): 323~332 [Xu Ren. The Discovery of Glossoparis flora in southern Tibet and its significances on geology and paleogeography [J]. Scientia Geologica Sinica, 1976, 10(4): 323~332]
 - 18 林宝玉. 西藏中南部雅鲁藏布江两侧早二叠世地层和珊瑚动物学 [A]. 中法喜马拉雅考察报告(1980) [C]. 北京: 地质出版社, 1984. 63~84 [Lin Baoyu. Early Permian and coral invertebrate along both northern and southern sides of Yarlung Zangbo [A]. In: Report to the Himalaya Geological Investigation of Sino-France united team (1980) [C]. Beijing Geological Publishing House, 1984. 63~84]
 - 19 杨式溥, 范影年. 西藏石炭纪腕足类动物群及其古动物地理区系特征 [A]. 青藏高原地质文集(11) [C], 1983. 265~289 [Yang Shipu, Fan Yingnian. Carboniferous brachiopod fauna and their biota feature in Tibet [A]. Contributions to Qinghai-Xizang Plateau Geology (11) [C]. Beijing Geological Publishing House, 1983. 265~289]
 - 20 范影年. 中国西藏石炭—二叠纪皱纹珊瑚的地理区系 [A]. 青藏高原地质文集(16) [C], 1985. 87~106 [Fan Yingnian. Carboniferous and Permian in Tibet of China [A]. Contributions to Qinghai-Xizang Plateau Geology (16) [C]. 1985. 87~106]
 - 21 范影年. 西藏石炭系 [M]. 重庆: 重庆出版社, 1988. 128 [Fan Yingnian. Carboniferous in Tibet [M]. Chongqing: Chongqing Press, 1988. 128]
 - 22 王连城, 郭师曾. 西藏的含砾板岩 [A]. 西藏南部的沉积岩 [C]. 北京: 科学出版社, 1981. 73~86 [Wang Liancheng, Guo Shizeng. Diamictites in Tibet [A]. In: Sedimentary Rocks in Southern Tibet [C]. Beijing Science Press, 1981. 73~86]
 - 23 韩同林, 王乃文. 西藏北部石炭纪冰川—海洋相地层的发现 [J]. 中国地质科学院院报, 1983, 7: 41~56 [Han Tonglin and Wang Naiwen. Discovery of Carboniferous glacial-type marine strata [J]. Journal of Chinese Geology Academy, 1983, 7: 41~56]
 - 24 陈炳蔚. 西藏八宿来姑中、上石炭统似冰碛岩的发现及其意义 [J]. 地质论评, 1982, 28(2): 148~151 [Chen Bingwei. Discovery of middle-Upper Carboniferous para-tillite at Laigu of Basu, Tibet and its significances [J]. Geological Review, 1982, 28(2): 148~151]
 - 25 尹集祥, 闻传芬. 西藏石炭系和下二叠统杂砾岩及其地层特征和成因讨论 [A]. 地质研究所集刊 [C], 1988, 3: 26~54 [Yin Jixiang, Wen Chuanfen. Carboniferous and Lower Permian diamictites within stratigraphical controls and causes discussion in Tibet [A]. In: Treatise of Geology Institute of Chinese Academy [C]. 1988, 3: 26~54]
 - 26 Yin J X. Characteristics of diamictites from the Late Carboniferous Pondo Group in Lhasa terrane, Xizang (Tibet) of China and discussion on the origin [A]. In: Onzieme Congress Inter. De Stratigr. et de Geologie du Carbonifere [C]. Beijing, Compte Rendu, Tom. 4, Nanjing University Press, 1989. 96~105
 - 27 Leeder M R, Smith A B, Yin J X. Sedimentology, palaeoecology and palaeoenvironmental evolution of the 1985 Lhasa to Gulmod geotraverse [A]. In: Geological Evolution of Tibet [C]. Phil. Trans. R.

Soc. Lond., 1988, A327; 107~144

Tibet and surrounding areas [M]. Beijing : Geological Publishing

28 尹集祥. 青藏高原及邻区冈瓦纳相地层地质学 [M]. 北京 : 地质出

House, 1997. 206 [Yin Jixiang. Gondwanaland stratigraphic geology in

版社, 1997. 206 [Yin Jixiang. Gondwanaland stratigraphic geology in

Recognition and Correlation of Supersequences in Lhasa Block, Southern Tibet

LI Xiang-hui WANG Cheng-shan WU Rui-zhong

(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

Abstract Eleven sedimentary supersequences CQ₁₋₁₁ of marine Paleozoic and Mesozoic sediments are recognized in the Coqen basin, Lhasa Block. Detailed characteristics of sedimentation, age range, number, and T-R texture are described in the paper, and correlations and discussions of supersequence between Tethys Himalaya and Lhasa Block are made.

CQ₁ is temporally thought to be the Cambrian supersequence due to crystallinely metamorphic rocks. CQ₂ of the Ordovician supersequence is dominated by black shale and limestone, in which only regressive part is exposed and the transgressive sediment is not. CQ₃ within duration of ca. 39 Ma of the Silurian supersequence is characterized by a texture of depositional sequence sets from transgressive shaly and limy rocks to medium-thick wackstone and packstone, within which abundant graptolite and little thinned shelly brachiopod became shallower sea coral and conodont. The boundary between the CQ₂ and CQ₃ is placed at the Lower Ashgill of Upper Ordovician. As the Devonian supersequence in range of ca. 48 Ma, CQ₄ can be broadly recognized in the Coqen basin, which is composed of transgressive and regressive sets. Thinned marlstone with the mixture of shale, siltstone, and sandstone and benthos associated with planktons comprises the former, and the later is of property of shallow sea dolomitized and crystalline limestone. This supersequence is separated the CQ₃ away by terrigenous sediment at the base of Devonian. CQ₅ is limited in Lower Carboniferous with an interval of ca. 33 Ma. It starts by the wormkalk at the bottom of Carboniferous and continues by bioclastic and intraclastic limestone, for which the transgressive and regressive depositional sets are vague to distinguish. CQ₆ ranges from upper Lower Carboniferous to lower Lower Permian with a total age of ca. 55 Ma. It is characterized by glaciomarine shale with lens of limestone and cool fauna fossils, and the boundary between CQ₆ and CQ₅ is located at the sharp contact of terrigenous rocks onto carbonate rocks. CQ₇ is the latest supersequence in Paleozoic, which has duration of age time ca. 30 Ma in most of Permian. The transgressive depositional sequence set is similar as the set in the CQ₆ and became the shallower carbonate sediments of regressive set. CQ₈ and CQ₇ are separated by disconformable and erosional surface at the base of the Triassic Quehala group. The age range of the supersequence is estimated 37 Ma. The transgressive set is not exposed, and the regression is constituent of terrigenous turbidite of inner fan with little volcanic and carbonate rock. There is a nonconformity contact between the CQ₉ and CQ₈, above which the transgressive depositional sequence set is superposed by flysch middle and outer turbidite fan, and follows by changeable and complicated system sediment. It is ranges ca. 63 Ma and is separated over CQ₁₀ away by a regional unconformity. Supersequence CQ₁₀ is composed of kinds of limestone and clastic rocks in shallow sea environment deposited in Lower Cretaceous (50 Ma). The transgressive set is combined by hybrid sediments of shallow and volcanic rock, and the regressive by predominant carbonate rocks. The Upper Cretaceous supersequence CQ₁₁ is the only one superposed by much continental delta and shore facies. In general, the T-R sets are not readily differentiated either in field or in room.

Of them, three supersequences CQ₁₋₃ are classified in Early Paleozoic; four CQ₄₋₇ and four CQ₈₋₁₁ are in Late Paleozoic and Mesozoic respectively. The sedimentation, age range, number, and T-R texture of the supersequences CQ₁₋₃ are similar, but different are in the CQ₄₋₇ and CQ₈₋₁₁ of Upper Paleozoic and Mesozoic. We suppose that the turnover of supersequence from Early to Late Paleozoic could be caused by the changes of tectonic and types of sedimentary basin, but not by second-order sea-level change, because there should be a same / similar sedimentary response to eustatic change for sedimentary basins while they are lied in the same continent.

It implies that Lhasa Block was not separated from the Gondwanaland until latest Early Paleozoic, i. e. it was belonged to the Gondwanaland together with India subcontinent during Early Paleozoic. It is proposed that the Lhasa block was a transfer plate between the Gondwanaland and Laurasia in Late Paleozoic, and then became the southern part of the Cimmerian subcontinent at the beginning of Mesozoic.

Key words supersequence, Cimmerian Subcontinent, Indian Subcontinent, Gondwanaland, and Paleozoic, Mesozoic, Lhasa Block