中国科学: 地球科学 2024 年 第 54 卷 第 4 期: 1171 ~ 1210
SCIENTIA SINICA Terrae earthcn.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS
评 述

青藏高原及其周边三叠纪综合地层、生物群与古地理演化

武桂春[1*], 纪占胜[2†], Gary G. LASH[3], 曾庆高[4], 姚建新[1]

1. 中国地质科学院地质研究所, 自然资源部地层与古生物重点实验室, 北京 100037;
2. 中国地质科学院, 自然资源部深地科学与探测技术实验室, 北京 100094;
3. Department of Geology and Environmental Sciences, State University of New York-Fredonia, Fredonia, NY 14063, USA;
4. 西藏自治区地质矿产勘察开发局, 拉萨 850010
* 通讯作者, E-mail: 1874267892@qq.com, wuguichun@cags.ac.cn
† 通讯作者, E-mail: jizhansheng@vip.sina.com

收稿日期: 2023-04-27; 收修改稿日期: 2023-08-19; 接受日期: 2023-09-13; 网络版发表日期: 2024-03-04
国家自然科学基金项目(批准号: 42372043、41972034、42072043)资助

摘要 青藏高原三叠纪古生物化石丰富, 目前已建立了以菊石、牙形类、双壳类、腕足类和放射虫化石为主的海相生物序列以及以孢粉类化石为主的陆相生物序列, 为青藏高原三叠纪年代地层划分对比提供了生物标尺. 青藏高原在三叠纪整体处于海洋沉积区, 海相三叠系发育, 主要沉积类型有滨浅海相碎屑岩、浅海台地相碳酸盐岩、半深海斜坡-深海相碎屑岩、硅质岩、海陆过渡相含煤碎屑岩、滨浅海或陆相火山碎屑岩. 青藏高原各个地层区的沉积地层序列在垂向上明显分为4个阶段: (1) 早三叠世初期广泛接受海侵, 发育台地相碳酸盐岩和滨浅海相碎屑岩沉积; (2) 中三叠世拉丁期至晚三叠世卡尼期海侵规模最大, 与早三叠世相比, 沉积相整体变深, 发育半深海斜坡-深海相薄层碳酸盐岩、细碎屑岩、硅质岩沉积, 部分地区岩浆活动强烈; (3) 晚三叠世诺利期海退, 沉积相整体变浅, 大面积发育台地相碳酸盐岩沉积和滨浅海碎屑岩沉积, 在秦-祁-昆一带多表现为陆相地层沉积或陆相剥蚀区; (4) 瑞替期持续海退, 发育滨浅海碎屑岩或海陆过渡相含煤碎屑岩沉积. 根据沉积地层的横向展布和垂向变化, 本文对青藏高原三叠纪的沉积古地理按早三叠世、中三叠世-晚三叠世卡尼期、晚三叠世诺利期和晚三叠世瑞替期4个时期进行了描述. 整体上, 青藏高原在三叠纪是以印度河-雅鲁藏布江缝合带为拉张中心, 沉积相向南、北两侧由深变浅, 形成了南部冈瓦纳古陆被动边缘沉积体系和北部欧亚古陆被动大陆边缘沉积体系. 班公湖-怒江缝合带与南侧的冈底斯地块(或拉萨地块)和北侧的南羌塘地块在沉积特征上比较一致, 不是裂解拉张中心. 古生物区系研究同样显示印度河-雅鲁藏布江缝合带在三叠纪时期是一个重要的古生物地理区系分界线, 班公湖-怒江缝合带在该时期则不具有古生物地理区系分隔的意义. 三叠纪时期是潘吉亚超大陆(Pangea)裂解的高峰期, 该事件在青藏高原的主要响应是早、中三叠世沿印度河-雅鲁藏布江缝合带发生伸展裂解. 印支运动在青藏高原主要表现为晚三叠世地壳抬升引起的沉积相变, 在秦-祁-昆一带表现为海相沉积变为陆相沉积或陆相剥蚀区, 而在冈底斯至南羌塘的广大地区, 表现为台地相碳酸盐岩变为滨浅海相碎屑岩或海陆过渡相含煤碎屑岩.

中文引用格式: 武桂春, 纪占胜, Lash G G, 曾庆高, 姚建新. 2024. 青藏高原及其周边三叠纪综合地层、生物群与古地理演化. 中国科学: 地球科学, 54(4): 1171–1210, doi: 10.1360/SSTe-2023-0085
英文引用格式: Wu G, Ji Z, Lash G G, Zeng Q, Yao J. 2024. Triassic integrative stratigraphy, biotas, and paleogeographical evolution of the Qinghai-Tibetan Plateau and its surrounding areas. Science China Earth Sciences, 67(4): 1152–1194, https://doi.org/10.1007/s11430-023-1188-5

© 2024 《中国科学》杂志社

关键词 青藏高原, 三叠系, 生物地层, 岩石地层, 古生物区系, 沉积古地理

1 引言

青藏高原位于中亚、南亚和东亚之交, 在地质学意义上主要是指塔里木地块、华北地块、扬子地块和印度地块之间的区域, 由喜马拉雅地块、冈底斯地块、腾冲地块、保山地块、南羌塘地块、北羌塘地块、昌都-兰坪地块、巴颜喀拉地块、秦-祁-昆地块等多个地块组成, 地块之间又划分出多个缝合带, 如印度河-雅鲁藏布江缝合带、班公湖-怒江缝合带、龙木错-双湖缝合带、西金乌兰湖-金沙江缝合带、康西瓦-南昆仑-玛多缝合带等(图1).

自1951年以来, 地质学家通过科学考察和区域地质填图, 对青藏高原各个地块和缝合带的三叠纪地层序列和地层划分方案进行了多次总结. 然而, 在不同的时期, 地质学家对青藏高原各个地块和缝合带的三叠纪地层组成的认识还不尽相同, 主要的分歧在于冈底斯地块的三叠系是否发育. 不同的地层学认识进一步导致"三陆两槽"、"多岛弧盆系"和"两陆一盆"等多种沉积古地理和构造演化观点并存的局面. 而不同的沉积古地理和构造演化观点, 直接影响到对青藏高原三叠纪油气勘探前景的判断. 在"三陆两槽"的认识下, 青藏高原三叠纪处于挤压隆升的大地构造背景, 冈底斯地块的三叠系和南羌塘地块的下、中三叠统都因为地层大面积缺失而没有油气勘探前景. 在"多岛弧盆系"的认识下, 青藏高原三叠纪处于挤压隆升的大地构造背景, 冈底斯地块存在三叠纪的碳酸盐岩地层, 但是因形成于海山岛弧构造背景, 这种碳酸盐岩面积小、分布不稳定, 其油气勘探前景在目前研究程度下也不乐观. 在"两陆一盆"的认识下, 青藏高原在三叠纪大部分时间内处于拉张沉降的大地构造背景, 冈底斯地块和南羌塘地块在早三叠世和晚三叠世诺利期都处于碳酸盐岩台地环境, 这种地质背景下的碳酸盐岩具有分布面积大、分布稳定的特点, 因而具有良好的油气勘探潜力.

要想回答青藏高原的构造和沉积性质等方面的问题, 关键在于对地层古生物学方面的基础资料有全面深入的了解. 基于上述考虑, 本文对以往的古生物和古生物地理区系的研究进行了回顾, 按照最新的地层分区方案(图1)对各个地质单元的地层进展进行了总结, 并探讨了与油气勘探评价密切相关的沉积古地理和构造演化.

2 生物地层和地质年代框架

青藏高原三叠纪海相生物化石主要有菊石、双壳类、腕足类、珊瑚类、牙形类(又称为牙形石、牙形刺)、放射虫和有孔虫, 陆相生物化石有植物大化石、孢粉类和陆生脊椎动物化石等. 中国古生物学家已经建立了菊石、牙形类、双壳类、腕足类、放射虫和孢粉类的化石带(图2), 其中的菊石序列和牙形类序列具有国际对比意义(Ogg等, 2020). 这些化石带的建立为青藏高原三叠纪地层划分对比提供了依据.

2.1 菊石

菊石在喜马拉雅地层区的北喜马拉雅地层分区发育齐全, 研究也最为系统(王义刚, 1984; Bhargava等, 2004; 阴家润, 2005; Yin和McRoberts, 2006; Brühwiler等, 2010; Zhang等, 2017; Li等, 2020). 早三叠世共识别9个菊石带: 格里斯巴赫亚期3个带均为特提斯的标准带, 自下而上为*Otoceras latilobatum*带、*Otoceras woodwardi*带和*Ophiceras tibeticum*带; 迪内尔亚期有*Gyronites psilogyrus*带和*Ambites*带, 在属级上与国际标准带可以进行对比; 史密斯亚期有*Brayardites compressus*带、*Owenites*带和*Glyptophiceras sinuatum*带, 均为国际标准带; 思派斯亚期为*Procarnites-Anasibirites*带, 是地方带. 中三叠世识别了4个菊石带, 均为地方带: 其中安尼期有3个, 自下而上为*Japonites magnus*带、*Anacrochordiceras nodosus*带和*Ptychites rugifer*带; 拉丁期1个带, 为*Protrachyceras-Joannites*组合. 晚三叠世识别了3个卡尼期地方菊石带, 自下而上为*Indonesites dieneri*带、*Hoplotropites*带和*Parahauerites acutus*带; 5个诺利期地方菊石带, 自下而上为*Nodotibetites nodosus*带、*Griesbachites-Gonionotes*带、*Indojuvavites angulatus*带、*Cyrtopleurites socius*带和

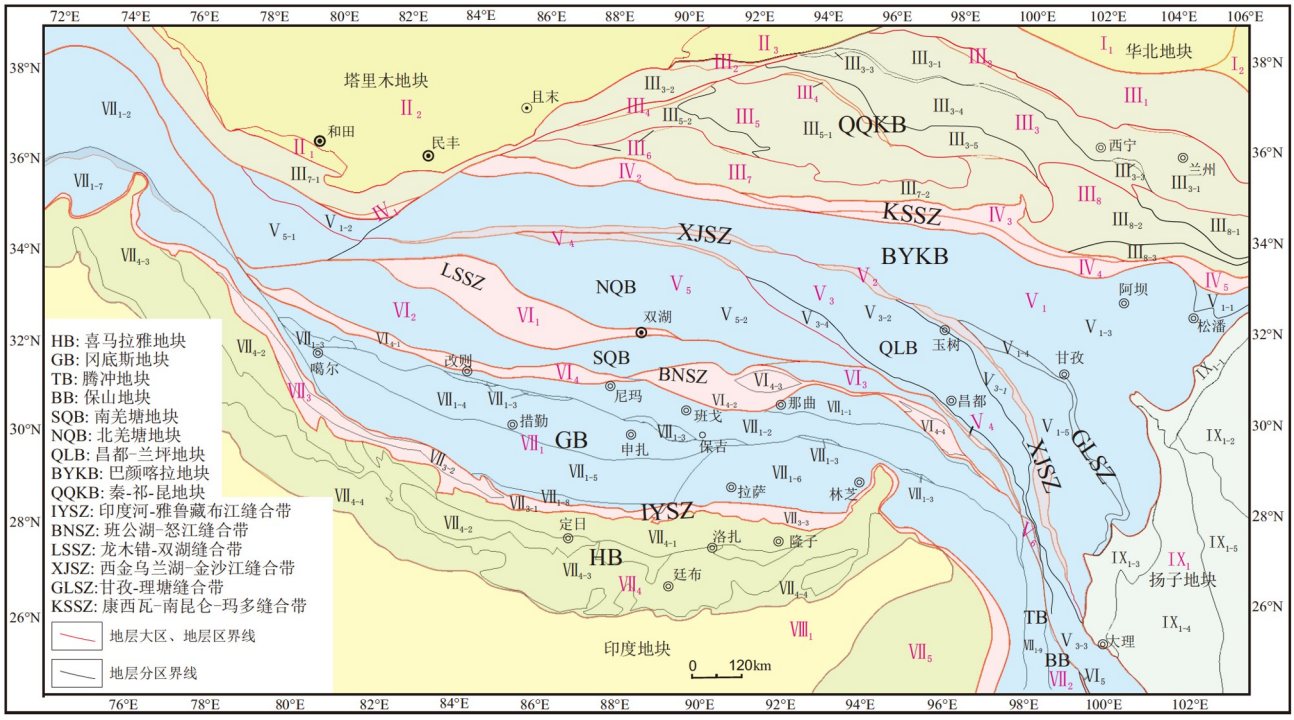


图 1　青藏高原及邻区三叠系地层区划分方案

地层区编码及名称: I_1, 阿拉善地层区; I_2, 华北西南缘地层区; II_1, 南疆地层区; II_2, 塔里木盆地地层区; II_3, 敦煌地层区; III_1, 北祁连地层区; III_2, 北祁连构造-地层区; III_3, 南祁连-阿尔金地层区; III_4, 柴北缘构造-地层区; III_5, 柴达木地层区; III_6, 祁漫塔格构造-地层区; III_7, 昆仑地层区; III_8, 秦岭地层区; IV_1, 康西瓦-苏巴什构造-地层区; IV_2, 木孜塔格-布喀达坂构造-地层区; IV_3, 布尔汗布达构造-地层区; IV_4, 布青山-玛沁构造-地层区; V_1, 巴颜喀拉地层区; V_2, 西金乌兰湖-金沙江构造-地层区; V_3, 昌都-兰坪地层区; V_4, 乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层区; V_5, 喀喇昆仑-北羌塘地层区; V_6, 崇山-临沧地层区; VI_1, 龙木错-双湖构造-地层区; VI_2, 南羌塘地层区; VI_3, 左贡地层区; VI_4, 班公湖-怒江构造-地层区; VI_5, 昌宁-孟连构造-地层区; VII_1, 冈底斯-腾冲地层区; VII_2, 保山地层区; VII_3, 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区; VII_4, 喜马拉雅地层区; VII_5, 印缅地层区; $VIII_1$, 恒河地层区; IX_1, 上扬子地层区. 地层分区编码及名称: III_{3-1}, 中祁连地层分区; III_{3-2}, 阿尔金地层分区; III_{3-3}, 党河南山-拉脊山构造-地层分区; III_{3-4}, 南祁连地层分区; III_{3-5}, 全吉地层分区; III_{7-1}, 西昆仑地层分区; III_{7-2}, 东昆仑地层分区; III_{8-1}, 北秦岭地层分区; III_{8-2}, 兴海-同仁地层分区; III_{8-3}, 迭部-旬阳地层分区; V_{1-1}, 摩天岭地层分区; V_{1-2}, 喀拉塔格地层分区; V_{1-3}, 可可西里-阿坝地层分区; V_{1-4}, 甘孜-理塘构造-地层分区; V_{1-5}, 德格-中甸地层分区; V_{3-1}, 江达-维西地层分区; V_{3-2}, 兰坪地层分区; V_{3-3}, 昌都地层分区; V_{3-4}, 开心岭-杂多-竹卡地层分区; V_{5-1}, 喀喇昆仑地层分区; V_{5-2}, 北羌塘地层分区; VI_{4-1}, 日土-改则构造-地层分区; VI_{4-2}, 安多-丁青构造-地层分区; VI_{4-3}, 聂荣地层分区; VI_{4-4}, 嘉玉桥地层分区; VII_{1-1}, 那曲-洛隆地层分区; VII_{1-2}, 班戈-八宿地层分区; VII_{1-3}, 狮泉河-永珠-嘉黎构造-地层分区; VII_{1-4}, 措勤-申扎地层分区; VII_{1-5}, 南木林-隆格尔地层分区; VII_{1-6}, 拉萨-察隅地层分区; VII_{1-7}, 科西斯坦-拉达克地层分区; VII_{1-8}, 日喀则地层分区; VII_{1-9}, 腾冲地层分区; VII_{3-1}, 萨嘎-白朗构造地层分区; VII_{3-2}, 仲巴-札达地层分区; VII_{3-3}, 仁布-曲松构造-地层分区; VII_{4-1}, 康马-隆子地层分区; VII_{4-2}, 北喜马拉雅地层分区; VII_{4-3}, 高喜马拉雅地层分区; VII_{4-4}, 低喜马拉雅地层分区; IX_{1-1}, 龙门山地层分区; IX_{1-2}, 成都地层分区; IX_{1-3}, 丽江地层分区; IX_{1-4}, 康定-西昌地层分区; IX_{1-5}, 峨边-曲靖地层分区. 据王立全等(2013)

*Himavites columbianus*带; 1个瑞替期带——*Choristocera marshi*带, 为国际标准带. 冈底斯拉萨附近识别有晚安尼期的特提斯标准菊石带——*Paraceratites trinodosus*带(顾庆阁等, 1980).

2.2　牙形类

喜马拉雅地层区三叠纪牙形类研究最早, 已经建立了早三叠世到晚三叠世诺利期的化石带(王成源和王志浩, 1976; 田传荣, 1982; 姚建新和李子舜, 1987; Shen等, 2006; Wang等, 2017; Yuan等, 2018; Chen等, 2022). 近年来, 冈底斯地块三叠纪牙形类的研究取得了诸多新进展, 比如, 在文布当桑剖面建立了二叠-三叠纪界线(PTB)上下连续的牙形类带(Wu等, 2014), 在多个地点木纠错组白云岩地层中识别出*Pachycladina obliqua-Hadrodontina*组合带(武桂春等, 2017, 2018; Wu等, 2021a). 早三叠世格里斯巴赫亚期牙形类带以

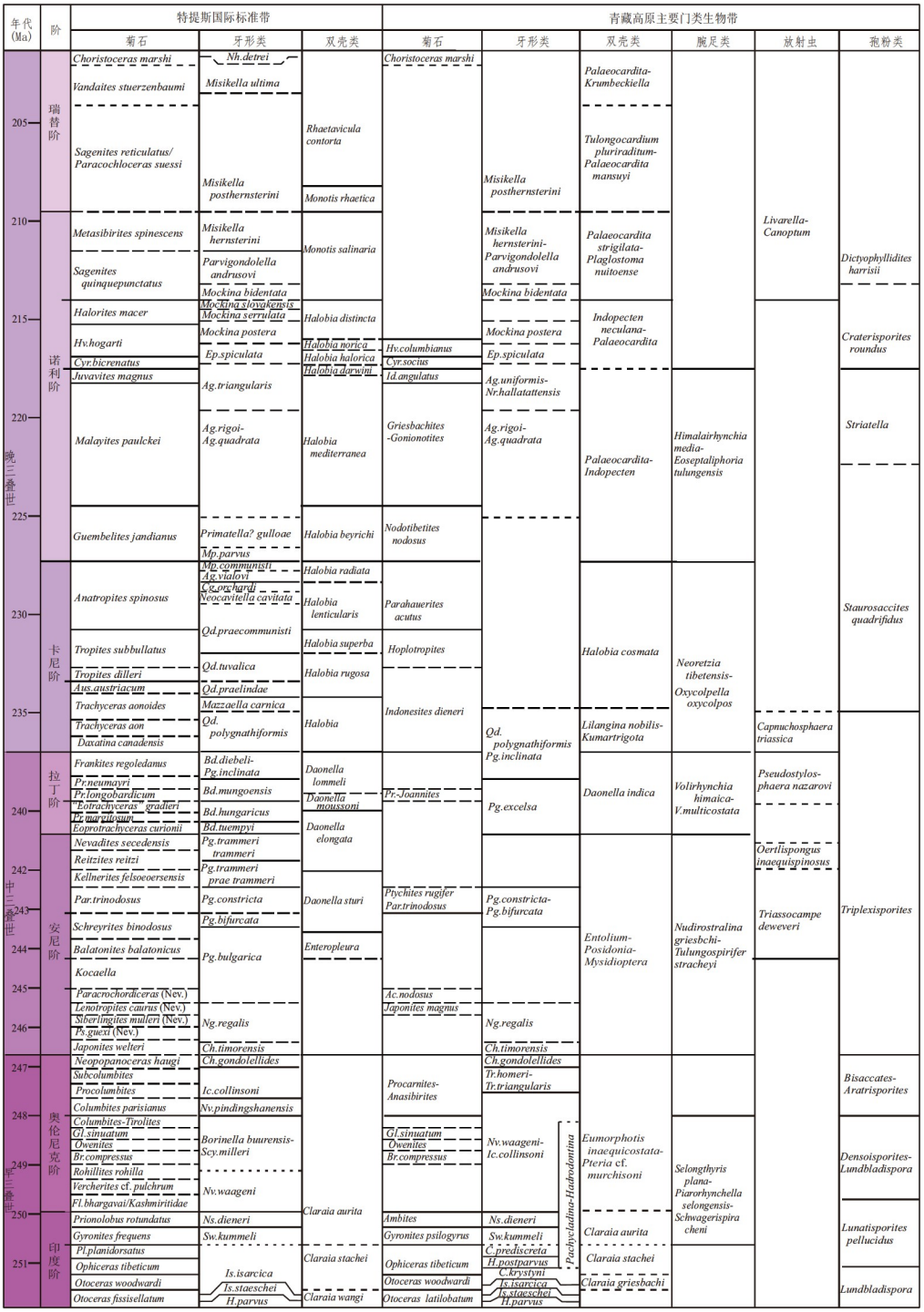


图 2　青藏高原三叠纪主要化石门类划分对比方案

菊石属缩写: *Ac*., *Anacrochordiceras*; *Aus*., *Austrotrachyceras*; *Br*., *Brayardites*; *Cyr*., *Cyrtopleurites*; *Fl*., *Flemingites*; *Gl*., *Glyptophiceras*; *Hv*, *Himavatites*; *Id*., *Indojuvavites*; *Par*., *Paraceratites*; *Pl*., *Pleurogyronites*; *Pr*., *Protrachyceras*; *Ps*, *Pseudokeyserlingites*. 牙形类属缩写: *Ag*., *Ancyrogondolella*; *Bd*., *Budurovignathus*; *C*., *Clarkina*; *Cg*., *Carnepigondolella*; *Ch*., *Chiosella*; *H*., *Hindeodus*; *Ic*., *Icriospathodus*; *Is*., *Isarcicella*; *Mp*., *Metapolygnathus*; *N*., *Neogondolella*; *Nh*., *Neohindeodella*; *Nr*., *Norigondolella*; *Ns*., *Neospathodus*; *Nv*., *Novispathodus*; *Pg*., *Paragondolella*; *Qd*., *Quadralella*; *Scy*., *Scythogondolella*; *Sw*., *Sweetospathodus*; *Tr*., *Triassospathodus*

冈底斯地块的文布当桑剖面发育齐全，自下而上为*Hindeodus parvus-Clarkina taylorae*带、*Isarcicella staeschei*带、*Isarcicella isarcica*带、*Clarkina krystyni*带、*Hindeodus postparvus*带和*Clarkina prediscreta*带等6个牙形类带, *Clarkina carinata*和*Clarkina planata*虽然没有被列为化石带，但是也是该时期很常见的化石种. 北喜马拉雅地层分区早三叠世格里斯巴赫亚期牙形类带只识别出*Hindeodus parvus*带和*Isarcicella staeschei*带(Yuan等, 2018)；迪内尔亚期的*Sweetospathodus kummeli*带和*Neospathodus dieneri*带(或*Ns. cristagalli*带)，在喜马拉雅地区(田传荣, 1982)和冈底斯地区(武桂春等, 2007; Wu等, 2014; 李涌溪等, 2021)都有发现；奥伦尼克期在冈底斯识别了4个牙形类带, 自下而上为*Novispathodus waageni*带、*Triassospathodus homeri-Triassospathodus triangularis*带、*Chiosella gondolellides*带和*Chiosella timorensis*带(武桂春等, 2007). 由于*Eurygnathodus costatus*的发现, *Novispathodus waageni*带被重新命名为*Novispathodus waageni-Eurygnathodus costatus*组合带(李涌溪等, 2021). 在北喜马拉雅，奥伦尼克期建立了5个牙形类带，分别是*Novispathodus waageni*带、*Novispathodus abruptus*带、*Neogondolella* (*Columbitella*) *jubata*带、*Triassospathodus symmetricus*带和*Chiosella timorensis*带(田传荣, 1982; Chen等, 2022).

喜马拉雅地区中三叠世牙形类带有安尼早期的*Neogondolella regale*带和拉丁期的*Paragondolella excelsa*带. 在冈底斯地区, 李涌溪(2021)在敌布错剖面建立了中三叠世的2个牙形类带: 晚安尼期的*Paragondolella excelsa- Paragondolella* ex. gr. *constricta*组合带和晚拉丁期的*Budurovignathus mungoensis*带. 在班公湖-怒江缝合带中部班戈县佳琼镇社马日地区识别了中-晚安尼期的*Paragondolella bifurcata-Paragondolella constricta*组合带(Wu等, 2019). 冈底斯地区卡尼期牙形石带自下而上为*Quadralella polygnathiformis-Paragondolella inclinata*组合带、*Quadralella polygnathiformis-Quadralella praelindae*组合带和*Metapolygnathus praecommunisti*带(武桂春等, 2007; 李涌溪, 2021). 晚三叠世早诺利期牙形类带*Ancyrogondolella rigoi-Ancyrogondolella quadrata-Norigondolella hallstattensis*组合带见于班公湖-怒江缝合带的西部(Wu等, 2021b), 中诺利期-晚诺利期*Epigondolella spiculata*带、*Mockina postera*带和*Mockina bidentata*带见于冈底斯地区的麦隆岗剖面(毛力和田传荣, 1987; 纪占胜等, 2003), 在南羌塘地区识别了早诺利期-中诺利期的*Ancyrogondolella uniformis-Norigondolella hallstattensis*组合带和*Mockina postera-Norigondolella steinbergensis*组合带(Wu等, 2023), 在喜马拉雅地区也建立了2个诺利期牙形类带(田传荣, 1982), 但是化石较少, 鉴定为*Mockina multidentata*的化石还存在着争议(Orchard, 2018). 云南保山地区建立了诺利期的牙形类序列，自下而上为*Mockina postera*带、*Mockina bidentata*带、*Misikella hernsteini-Parvigondolella andrusovi*带(董致中和王伟, 2006; Du等, 2020; Zeng等, 2021, 2023; Jin等, 2022).

2.3　双壳类

早三叠世的双壳类化石序列分为2种类型(陈楚震，1983)，一种是基于喜马拉雅地区建立的*Claraia griesbachei* (Bittner)组合，该组合中*Claraia*种类单调，未见*Claraia wangi*、*Claraia stachei*、*Claraia aurita*等种，也没有混入其他典型的北方-环太平洋区早三叠世的双壳类. 另外一种序列见于羌塘双湖地区, 有特提斯海北缘常见的分子，如*Claraia aurita*、*Claraia intermedia*、*Entolium discites microtis*、*Eumorphotis inaequicostata*和光滑类型的*Myophoria*，北方-环太平洋型的常见分子*Claraia stachei*和*Eumorphotis multiformis*等也有出现，该序列自下而上识别了3个组合：(1) *Claraia stachei*组合，时代为印度期，见于双湖地区康鲁组下部. 该组合包括*Claraia stachei*、*Claraia intermedia multistriata*、*Claraia guizhouensis*、*Unionites fassaensis*等. (2) *Claraia aurita*组合，时代为印度期，见于双湖地区康鲁组上部. 该组合的*Claraia*大多呈截形后耳，包括*Claraia aurita aurita*、*Claraia aurita haueri*等. (3) *Eumorphotis inaequicostata-Pteria* cf. *murchisoni*组合，时代为奥伦尼克期，见于双湖地区硬水泉组. 该组合主要分子有*Eumorphotis inaequicostata*、*Eumorphotis rugose*、*Myophoria shuanghuensis*、*Myophoria* cf. *ovata elongata*、*Myophoria* cf. *costata subrotunda*、*Promyalina intermedia*等(文世宣, 1979; 陈楚震, 1982, 1983). 中三叠世安尼期西藏全区典型的双壳类不多，常见的有*Entolium*、*Posidonia*和*Mysidioptera*等类似于阿尔卑斯的类型；拉丁期以*Donella*繁盛为特征，*Daonella indica*是拉丁期常见的重要化

石, 在北羌塘地区和印度河-雅鲁藏布江缝合带都有分布. 晚三叠世双壳类繁盛, 卡尼期建立了*Lilangina nobilis-Kumartrigota*组合和*Halobia comata*组合; 诺利期有*Palaeocardita-Indopecten*组合和*Palaeonucula strigilata-Plagiostoma nuitoense*组合(Li等, 2020); 瑞替期的化石带均发现于北喜马拉雅地区的聂拉木一带, 分别是*Tulongocardium pluriraditum-Palaeocardita mansuyi*组合(邹光富等, 2006)和*Palaeocardita-Krumbeckiella*组合(Yin和McRoberts, 2006).

2.4 腕足类

青藏高原的腕足类识别了5个组合带(孙东立, 1981; 王义刚, 1984; Sun等, 2017; Wang等, 2022). 早三叠世腕足类化石少, 仅在喜马拉雅地层区的色龙剖面建立了*Selongthyris plana-Piarorhynchella selongensis-Schwagerispira cheni*组合带, 时代为印度期晚期至奥伦尼克期早期. *Nudirostralina griesbachi-Tulongspirifer stracheyi*组合的时代为中三叠世安尼期, 该带建立于北羌塘双湖地区的康南组, 代表性属种有*Nudirostralina griesbachi*、*Mentzeliac* cf. *subsphacrica*和*Lepismatina* cf. *hsui*. 该化石组合也见于喜马拉雅地层的赖布西组和秦-祁-昆地区的郡子河群、闹仓坚沟组和古浪堤组. *Volirhynchia himaica-Volirhynchia multicostata*组合的时代为拉丁期, 建立于聂拉木县土隆剖面赖布西组上段. *Neoretzia tibetensis-Oxycolpella oxycolpos*组合的时代为卡尼期, 建立于喜马拉雅地区的扎木热组, 主要属种有*Neoretzia tibetensis*、*Neoretzia nielamuensis*、*Oxycolpella oxycolpos*、*Oxycolpella guseriplica*、*Oxycolpella rectimargina*等. *Himalairhynchia media-Eoseptaliphoria tulungensis*组合的时代为诺利期. 诺利期的腕足类化石非常丰富, 广泛分布于青藏高原的上三叠统. *Himalairhynchia*和*Eoseptaliphoria*是喜马拉雅地层区代表性的属(金玉玕等, 1976), 在昌都和北羌塘地区也有发现. 然而, 在昌都和北羌塘占优势的属种*Halorella dongqoensis*、*Halorelloidea biruensis*、*Koninckina productus*、*Amphiclina intermedia*、*Septamphiclina qinhaiensis*、*Zhidothyris yulongensis*、*Aulacothyropsis pentagonalis*、*Sacothyris sinosa*和*Zeilleria lingulata*等在珠峰地区均未发现, 只在吉隆县北部的吉隆群中采得一种*Koninckina* aff. *elegantula*, 似乎表明喜马拉雅地区诺利期腕足类动物生存的海水较深(金玉玕等, 1976; 孙东立, 1981; Wang等, 2022).

2.5 放射虫

放射虫化石带以印度河-雅鲁藏布江缝合带的泽当地区较全, 识别了5个放射虫组合(王玉净等, 2002a; Ziabrev等, 2004; Chen等, 2019). 自下而上划分为: (1) *Triassocampe deweveri*组合, 有时代意义的种有*Triassistephanidium laticorne*、*Eptingium manfredia*、*Triassocampe deweveri*和*Pseudostylosphaera coccostyla*, 时代为中-晚安尼期(Kozur, 1996; Kozur和Mostler, 1996); (2) *Oertlispongus inaequispinosus*组合, 该组合时代意义明显的种有*Triassistephanidium laticorne*、*Oertlispongus inaequispinosus*、*Falcispongus calcaneum*和*Annulotriassocampe campanilis*, 时代为晚安尼晚期, 可对比于欧洲*Spongosilicarmiger italicus*带的*Oertlispongus inaequispinosus*亚带(Kozur和Mostler, 1994; Dumitrica, 1999; O'Dogherty等, 2010; Stockar等, 2012); (3) *Pseudostylosphaera nazarovi*组合, 时代为拉丁期; (4) *Capnuchosphaera triassica*组合, 时代为卡尼期; (5) *Livarella-Canoptum*组合, 时代为晚诺利期-瑞替期. 在青藏高原其他地区发现的放射虫组合, 均属于安尼期-卡尼期, 并可以与泽当地区同一时期的放射虫组合进行对比. 在冈底斯北缘那曲地区嘎加组的放射虫化石(尼玛次仁和谢尧武, 2005; 王玉净等, 2021), 时代为晚安尼期-卡尼期; 在班公湖-怒江缝合带丁青地区的放射虫*Capnuchosphaera triassica*组合是卡尼期(王玉净等, 2002b), 与泽当地区可以进行很好的对比. 两个地区除了都有组合分子*Capnuchosphaera triassica*之外, 其他共同的种有*Annulotriassocampe sulovensis*、*Capnuchosphaera theloides*、*Palaeosaturnalis triassicus*、*Perispongidium tethyus*和*Spongostylus toltilis*. 南羌塘地块北缘座倾错组的放射虫化石, 时代为安尼晚期-拉丁早期(李亚等, 2018), 其中*Oertlispongus inaequispinosus*和*Pseudostylosphaera nazarovi*分别是泽当地区安尼晚期和拉丁期的重要分子, 除此之外, 其他共同的种有*Eptingium manfredi*、*Falcispongus calcaneum*和*Pseudostylosphaera coccostyla*.

2.6 珊瑚类化石

珊瑚类化石广泛分布于青藏高原晚三叠世海相碳酸盐岩地层中(刘世坤等, 1988; 廖卫华和邓占球,

2013; Bo等, 2017; 石秋圆等, 2021). 珊瑚类化石在诺利期地层的发现中发挥了重要作用, 在班公湖-怒江缝合带中部班戈县佳琼镇西地区原划分为泥盆系达尔东组的地层中发现有诺利期珊瑚类化石*Distichophyllia tenuisa*、*Procylolites*? sp.、*Pseudoretiophyllia nazhacunensis*和*Retiophyllia* sp., 因而将达尔东组修订为麦隆岗组(Wu等, 2019); 在冈底斯地块的保吉地区发现有*Beneckastraea baiyuensis*、*Distichophyllia norica*、*Distichophyllia* sp.、*Elysastraea juliana*、*Gablonzeria* ? sp.、*Guembelastraea*? sp.、*Retiophyllia* ? sp.和*Volzeia sublaevis*, 为该地区识别出麦隆岗组、新建岩石地层单位嘎热扎地组提供了化石依据(石秋圆等, 2021). 由于目前尚未查阅到珊瑚类化石带的划分方案, 因此未列入图2.

2.7　植物大化石和孢粉类化石

植物大化石广泛见于青藏高原的晚三叠世陆相地层, 在晚三叠世中晚期的滨海-陆相含煤层系中集中出现. 见于北羌塘肖查卡组上段, 藏东、青海西南部巴贡组, 川西拉纳山组、喇嘛垭组、英珠娘阿组, 以及可可西里乌丽地区结扎群. 上述地区和层位所产植物化石属南方型*Dictyophyllum-Clathropteris*植物群(赵政璋等, 2001), 主要种类有双扇蕨科的*Dictyophyllum nathorsti*、*Clathropteris meniscioides*、*Clathropteris obovate*、*Clathropteris platyphyllia*、*Thaumatopteris buranina*、*Thaumatopteris contracta*, 苏铁类*Anomozamites loczyi*、*Anomozamites major*、*Pterophyllum aequale*、*Pterophyllum bavieri*、*Pterophyllum jaegeri*、*Pterophyllum minutum*、*Pterophyllum angustum*、*Drepanozamites nilssoni*、*Nolssonia complicates*、*Otozamites* sp.、*Anthrophopsis leeiana*等, 种子蕨类*Hyrcanopteris sevanensis*、*Hyrcanopteris sinensis*、*Lepidopteris ottonis*、*Ptilozamites chinensis*等, 真蕨类*Cladophlebis gracilis*、*Cladophlebis grabauiana*、*Cladophlebis raciborski*、*Taeniopteris lecleri*、*Taeniopteris* cf. *tenuinervis*、*Todites goeppertianus*、*Todites shensiensis*等, 莲座蕨科*Danaecopsis fecund*, 木贼类*Equisetites arenaceus*、*Equisetites longidens*、*Equisetites sarrani*、*Neocalamites carrerei*、*Neocalamites carcinoides*, 石松类*Selaginellites yunnanensis*, 松柏类*Podozamites lanceolatus*、*Cycadocarpidium* sp., 银杏类*Baiera muensteriana*. 植物群时代为诺利期至瑞替期.

在班公湖-怒江缝合带以南的冈底斯地块, 王乃文等(1983)在林周地区的甲拉浦组中发现了瑞替期-早侏罗世的植物化石*Equisetum* cf. *sarrani*、*Coniopteris* sp.和*Neocalamites* sp. 夏岗江植物群的植物组合应视为晚三叠世瑞替期-早中侏罗世的代表(纪占胜等, 2007a).

在冈底斯地区, 敌布错组和坚扎弄组识别出丰富的瑞替期-早、中侏罗世孢粉化石(纪占胜等, 2007a), 甲拉浦组中发现有孢子化石*Calamospora tener*和花粉化石*Rhaetipollis germanicus*(王乃文等, 1983). 孢粉类化石序列在近些年取得了重要进展, 依据北喜马拉雅地区土隆一带的海相地层剖面, 共识别出印度期-瑞替期9个组合(或带): 早三叠世印度期有2个组合, 分别为*Lundbladispora*组合和*Lunatisporites pellucidus*组合(Schneebeli-Hermann等, 2012); 奥伦尼克期有2个组合, 分别为*Densoisporites-Lundbladispora*组合和*Bisaccates-Aratrisporites*组合(Li等, 2020); 中三叠世安尼期-晚三叠世诺利期识别了5个带, 分别是*Triplexisporites*带、*Staurosaccites quadrifidus*带、*Striatella*带、*Crateriporites roundus*延限带和*Dictyophyllidites harrisii*组合带(Peng等, 2018).

3　各构造单元岩石地层

青藏高原三叠纪岩石地层单位的划分方案已经有了多次总结(饶荣标等, 1987; 中国科学院青藏高原科学考察队, 1984; 林宝玉等, 1989; 西藏自治区地质矿产局, 1993; 夏代祥和刘世坤, 1997; 赵政璋等, 2001; 潘桂棠等, 2004, 2013; 王立全等, 2013; 朱同兴等, 2013; 童金南等, 2019), 本文以王立全等(2013)的地层分区方案和地层总结为基础, 补充了冈底斯地区、班公湖-怒江缝合带和南羌塘盆地等地区的新资料(图3). 王立全等(2013)的地层分区方案的优点在于对地层分区的空间范围和边界断裂定义较为明确, 地层总结比较全面. 详细的地层总结有助于分析各地质单元的沉积环境、构造背景以及古地理远近亲缘关系.

3.1　华北地层大区(Ⅰ)

华北地块位于青藏高原的东北缘, 是青藏高原三叠纪特提斯海洋北侧欧亚古陆的组成部分. 其中, 阿



印-雅:印度河-雅鲁藏布江;班-怒:班公湖-怒江;昌-孟:昌宁-孟连;喀-北:喀喇昆仑-北羌塘;崇-临:崇山-临沧;乌-澜:乌兰乌拉湖-北澜沧江;西-金:西金乌兰-金沙江;康-南-玛:康西瓦-南昆仑-玛沁;南祁:南祁连-阿尔金;北祁:北祁连

阿*-阿堵拉组;东*-东独组;涌*-涌卡组;夺*-夺盖拉组;公*-公也弄组;江*-江爱达日那组;麦*-麦初箐组;苏*-苏克塔亚克组;挖*-挖鲁八组　　整合　　角度不整合　　平行不整合　　断层　　?-地层不明　　地层缺失

地层区和地层分区编号代码所代表的全称同图1

图 3　青藏高原及邻区三叠系岩石地层划分与对比(据王立全等(2013)修改)

拉善地层区(Ⅰ$_1$)在图1的范围内未见三叠系出露. 华北西南缘地层区(Ⅰ$_2$)的三叠系都是陆相地层: 二马营组(T_{1-2})为长石砂岩夹泥岩, 含丰富脊椎动物和植物化石, 厚约580m; 延长组(T_{2-3})为长石砂岩夹页岩、油页岩及煤线, 产植物化石, 厚3100m; 白芨芨沟群(T_3)为砾岩、砂岩、夹粉砂岩及泥页岩, 局部夹玄武岩, 含植物*Neocalamites*化石, 厚2000~3000m.

3.2　塔里木地层大区(Ⅱ)

塔里木地块位于青藏高原的北缘, 是青藏高原三叠纪特提斯海洋北侧欧亚古陆的组成部分. 三叠系为陆相碎屑岩地层, 局部出露. 下三叠统为俄霍布拉克群, 中三叠统为克拉玛依组, 上三叠统为黄山街组、塔里奇克组. 塔里木盆地地层区(Ⅱ$_2$)在图1的范围内未见三叠系出露.

3.3　秦-祁-昆地层大区(Ⅲ)

北祁连地层区($Ⅲ_1$)的五佛寺组(T_{1-2})、丁家窑组(T_2)和西大沟组(T_3)均表现为陆相地层特征, 以砾岩、砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩为主, 含陆生动物和植物化石. 北祁连构造-地层区($Ⅲ_2$)未见三叠系.

南祁连-阿尔金地层区($Ⅲ_3$)的阿尔金地层分区($Ⅲ_{3-2}$)未见三叠系. 中祁连地层分区($Ⅲ_{3-1}$)和南祁连地层分区($Ⅲ_{3-4}$)及其间的党河南山-拉脊山构造-地层分区($Ⅲ_{3-3}$)三叠系面貌基本相同, 下-中三叠统郡子河群(T_{1-2})在东段以砂岩与粉砂岩互层为主, 西段厚层状灰岩明显增多, 含双壳类和菊石化石, 厚557~1058m; 自下而上分为下环仓组(T_1)、江河组(T_{1-2})、大加连组(T_2)及切尔玛组(T_2), 整体表现为一套滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积建造. 默勒群(T_3)自下而上分为阿塔寺和尕勒得寺两个岩组, 阿塔寺组主要为砂岩、含砾砂岩, 夹有海相灰岩层, 产双壳类化石*Myophoria* (*Elegantinia*) *elegans*和植物化石*Neocalamites*; 尕勒得寺组主要由粉砂岩、粉砂质页岩及砂岩组成, 夹炭质页岩及煤线, 产丰富植物化石, *Cladophlebis*发育, 为一套海陆交互相含煤(线)碎屑岩沉积建造, 顶部被侏罗系大西沟组不整合覆盖. 阿塔寺组的时代可能为卡尼期, 尕勒得寺组的时代可能为诺利期-瑞替期(饶荣标等, 1987). 全吉地层分区($Ⅲ_{3-5}$)的郡子河群(T_{1-2})为一套浅海-半深海相碎屑岩夹火山岩, 主要为灰-灰黑色砾岩、砂砾岩、板岩夹英安岩, 英安质凝灰岩及少量灰岩; 含菊石和双壳类, 厚度>3000m. 柴北缘构造-地层区($Ⅲ_4$)的三叠系与全吉地层分区($Ⅲ_{3-5}$)一致.

柴达木地层区($Ⅲ_5$)的三叠系仅在柴南缘地层分区($Ⅲ_{5-2}$)南缘零星出露上三叠统鄂拉山组(T_3), 为一套陆相火山岩夹碎屑岩组合, 与下伏地层不整合或断层接触, 岩性主要为玄武安山岩、安山岩、英安质流纹岩及同成分火山碎屑岩、火山集块岩和杂砂岩, 含双壳类和植物化石, 流纹质凝灰岩K-Ar同位素年龄为240~194Ma, 厚度>2700m. 祁漫塔格构造-地层区($Ⅲ_6$)的三叠系与两侧邻区一致. 昆仑地层区($Ⅲ_7$)分为西昆仑地层分区($Ⅲ_{7-1}$)和东昆仑地层分区($Ⅲ_{7-2}$). 西昆仑地层分区($Ⅲ_{7-1}$)三叠系赛利亚克达坂群(T)下部为海陆交互相砂岩、粉砂岩夹砾岩; 上部为紫红色磨拉石建造, 岩性以岩屑石英砂(砾)岩为主, 夹粉砂岩, 含双壳类和植物化石, 厚度>370m. 上三叠统卧龙岗组(T_3)为河流相碎屑岩系, 含植物化石夹劣质煤层, 与下伏地层均为不整合接触, 厚度>2500m. 东昆仑地层分区($Ⅲ_{7-2}$)下三叠统洪水川组(T_1)平行不整合于上二叠统之上, 主要以杂色角砾岩、含砾粗砂岩、粉砂岩为主, 夹英安质凝灰岩及凝灰岩, 含双壳类和菊石化石, 厚度变化大, 总厚度>3000m. 闹仓坚沟组(T_{1-2})整合于洪水川组之上, 以薄层灰岩、角砾状灰岩为主, 夹中性火山角砾岩及凝灰岩, 富含双壳类和菊石化石, 厚度>2200m. 希里可特组(T_2)平行不整合于闹仓坚沟组碳酸盐岩之上, 为含砾岩屑砂岩、粉砂岩夹中酸性凝灰岩及生物碎屑灰岩, 含双壳类和菊石化石, 厚85~618m. 鄂拉山组(T_3)或八宝山组(T_3)区域不整合于下伏地层之上, 为一套陆相火山岩及碎屑岩沉积建造, 下部为复成分砾岩、岩屑长石砂岩、流纹质凝灰熔岩、流纹安山质火山角砾岩夹黏土质粉砂岩, 上部以砂岩、粉砂岩和砂质板岩为主, 夹碳质页岩及煤线, 含植物化石, 厚度>3500m.

秦岭地层区($Ⅲ_8$)分北秦岭地层分区($Ⅲ_{8-1}$)、兴海-同仁地层分区($Ⅲ_{8-2}$)和迭部-旬阳地层分区($Ⅲ_{8-3}$). 北秦岭地层分区($Ⅲ_{8-1}$)的隆务河组(T_{1-2})平行不整合于上二叠统石关组之上, 下部以黑色粉砂质板岩为主, 夹粉砂岩及砂质灰岩; 上部为砂岩、板岩互层夹灰岩, 含菊石和双壳类化石, 厚度>2000m. 兴海-同仁地层分区($Ⅲ_{8-2}$)下、中三叠统为海相, 以深水碎屑岩为主, 上三叠统为陆相, 由碎屑岩及火山岩组成. 隆务河组(T_{1-2})平行不整合在晚古生代地层之上, 下部为粉砂质板

岩、泥质岩夹粉砂岩及少量灰岩，含菊石和双壳类化石；上部主要为砂岩、板岩互层夹灰岩，含菊石和双壳类化石，地层中常见较典型的鲍马序列，厚度>10000m. 古浪堤组(T_2)下部长石石英砂岩、长石砂岩为主, 夹薄层灰岩; 上部为砂岩、砂砾岩夹板岩, 复理石韵律发育, 出露厚度一般为4600~7000m. 多福屯群(T_3)不整合于下伏地层之上，主要岩性为砾岩、含砾砂岩、安山质角砾岩及碳质页岩夹煤线，含植物化石，厚度>1700m，具较典型的陆相沉积特征，自下而上包含日脑热组、华日组. 日脑热组(T_3)不整合于古浪堤组之上，下部为一套安山岩、凝灰岩夹凝灰质砂岩、岩屑长石砂岩、泥质粉砂岩及细砾岩等组合；上部为一套安山岩、玄武安山岩、玄武岩夹凝灰熔岩、英安岩、火山角砾岩及少量流纹岩等岩石组合; 下部和上部火山岩的全岩等时线年龄分别为(220.99±0.83)、(205.9±22.10)Ma，以及安山岩锆石U-Pb年龄为(221±8.8)Ma. 华日组(T_3)下部由岩屑长石砂岩、凝灰质岩、粉砂岩组成，偶夹英安岩，中部由酸性凝灰角砾熔岩、流纹岩及火山角砾岩组成，上部为英安岩夹酸性凝灰岩，英安岩锆石U-Pb年龄为(240±14)Ma. 迭部-旬阳地层分区($\text{III}_{8\text{-}3}$)的隆务河组($T_{1\text{-}2}$)下部以泥晶灰岩、生物灰岩为主，夹钙质粉砂岩，中部为角砾状灰岩夹砂岩及板岩，上部由砂岩、板岩互层组成, 局部夹灰岩及玄武岩，具较典型的复理石沉积特征. 含菊石和双壳类化石，厚度>1000m. 古浪堤组(T_2)下部以长石砂岩、板岩为主，夹不稳定灰岩、泥灰岩及砾岩，上部由互层状砂岩、粉砂岩及灰岩组成，厚4300~6500m. 多福屯群(T_3)与下伏古浪堤组或更老地层均为不整合接触，为一套陆相火山岩夹碎屑岩沉积建造, 主要由中-基性火山岩、砂岩及粉砂岩组成, 含植物化石.

3.4 康西瓦-南昆仑-玛沁构造-地层大区(Ⅳ)

康西瓦-苏巴什构造-地层区(Ⅳ_1)的三叠系赛力亚克达坂群(T)为一套海陆交互相碎屑岩组合, 中粗粒岩屑石英砂岩、岩屑长石杂砂岩、钙质长石粉砂岩夹砾岩, 产双壳类和植物化石, 出露厚度>100m. 卧龙岗组(T_3)为河湖相含煤岩系建造，岩性为砂岩、粉砂岩、炭质泥岩夹煤线，含植物化石，不整合于下伏地层之上, 厚度>3880m.

木孜塔格-布喀达坂构造-地层区(Ⅳ_2)和布尔汗布达构造-地层区(Ⅳ_3)及布青山-玛沁构造-地层区(Ⅳ_4)三叠系面貌基本相同. 洪水川组(T_1)平行不整合于上二叠统之上，下部为海底扇复成分砾岩和具鲍马序列的粗粒-细粒杂砂岩; 中部为各种浅水相灰岩夹灰黑色含碳钙泥质板岩、复成分细砾岩、杂砂岩和粉砂岩；上部主要为薄-中厚层状复成分含砾杂砂岩、细-粗粒杂砂岩与粉砂质板岩和含碳泥质板岩互层，偶夹薄板状泥晶灰岩, 鲍马序列发育, 含双壳类和菊石化石, 厚度>2056m. 闹仓坚沟组($T_{1\text{-}2}$)整合于洪水川组之上，下部为灰色厚-巨厚层钙质细砾岩夹厚层巨砾岩、中厚层不等细-中粒砂岩夹粉砂岩, 产菊石化石; 中部以青灰-灰黑色中薄层强劈理化板岩为主，夹薄-中厚层状中-细粒砂岩、粉砂岩，以及少量细砾岩和粗砂岩、含砾砂岩, 鲍马序列发育, 富含菊石、遗迹化石; 上部以中薄层-中厚层状细-粗粒砂岩为主，夹中厚层流纹岩、流纹质晶屑凝灰岩和板岩, 产有菊石和遗迹化石组合, 总厚约1750m. 八宝山组(T_3)为陆相火山岩及碎屑岩沉积, 厚千余米.

勉县-略阳构造-地层区(Ⅳ_5)的樟腊群($T_{1\text{-}2}$)为碳酸盐岩为主的地层，岩性同摩天岭地层分区. 塔藏群($T_{2\text{-}3}$)为一套基性-偏超基性火山岩、细碧岩、角砾岩、滑塌碳酸盐岩和复理石碎屑岩组合，产牙形类*Paragondolella excelsa*和*Quadralella polygnathiformis*, 火山岩全岩K-Ar年龄分别为227和224~231Ma, 出露厚度>2800m.

3.5 巴颜喀拉地层区(Ⅴ_1)

巴颜喀拉地层区分为摩天岭地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}1}$)、喀拉塔格地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}2}$)、可可西里-阿坝地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}3}$)、甘孜-理塘构造-地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}4}$)和德格-中甸(香格里拉)地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}5}$). 摩天岭地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}1}$)的樟腊群($T_{1\text{-}2}$)以碳酸盐岩为主，包括罗让沟组(T_1) 224~674m、红星岩组(T_1)400~1223m和祁让沟组(T_2) 200~1900m，上三叠统缺失. 喀拉塔格地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}2}$)的三叠系为巴颜喀拉山群，总体为长石岩屑砂岩、岩屑砂岩与粉砂岩、泥岩组成，局部夹硅质岩和碳酸盐岩, 以及杏仁状玄武岩, 发育浊流沉积构造, 反映出一种以陆源碎屑浊积岩为特征的盆地相沉积, 未见顶, 厚度>4500m.

可可西里-阿坝地层分区($\text{Ⅴ}_{1\text{-}3}$)的三叠系分布广. 在四川称为西康群，分为菠茨沟组(T_1)、扎尕山组和

杂谷脑组(T_2), 以及侏倭组、新都桥组、格底村组、两河口组和雅江组(T_3), 主要为一套复理石碎屑岩为主的沉积组合. 在青海境内称为巴颜喀拉山群, 分为3个岩性段: 下段(T_1)岩性以砂岩、粉砂质板岩为主, 局部有少量不稳定薄层灰岩和砾岩, 产牙形类和孢粉类化石; 中段(T_2)的下部为砂岩夹板岩和上部砂岩、板岩互层, 偶夹薄层灰岩, 有少量植物、孢粉类化石和无脊椎类动物化石; 上段(T_3)为砂岩夹板岩向砂板岩互层、再向砂岩夹板岩过渡, 产有植物和孢粉类化石. 甘孜-理塘构造-地层分区($\mathrm{V}_{1\text{-}4}$)的三叠系多表现为混杂岩块, 甘孜混杂岩群有含有中三叠世放射虫的硅质岩, 理塘混杂岩群中见含早三叠世、中三叠世、晚三叠世放射虫的硅质岩.

德格-中甸(香格里拉)地层分区($\mathrm{V}_{1\text{-}5}$)分为东、西两个区带. 西带的三叠系齐全, 布伦组(T_1)和洁地组(T_2)为杂色砂岩、泥质岩夹灰岩、白云岩, 与下伏古生界不整合接触, 厚617~1234m. 王吃卡组(T_3)以碳酸盐岩为主, 夹泥质碎屑岩, 厚811m. 拉纳山组(T_3)为砂砾岩、砂岩、黏土岩及碳质板岩、灰岩和煤线, 厚269m. 在中甸地区与拉纳山组相当的地层称为哈工组, 为碎屑岩与碳酸盐岩组合, 厚>3000m. 东带三叠系下、中统有2种相型: (1) 分布于西部的党恩组(T_1)变砂岩、板岩、千枚岩, 顶部为硅质灰岩、硅质岩夹泥质灰岩, 厚2000m左右; 列衣组(T_2)变砂岩夹板岩、千枚岩或泥质灰岩, 局部夹火山岩、凝灰岩, 顶部灰岩含菊石、腕足类和牙形类等化石, 厚2000~4000m; 为深海-半深海相复理石细碎屑岩沉积建造, 与上、下地层均为整合接触. (2) 分布于木里、理塘的领麦沟组(T_1)砂板岩与灰岩、生屑灰岩互层, 厚500~1324m; 三珠山组和马索山组(T_2)为变质砂泥岩与灰岩互层及生屑灰岩, 底部夹含砾砂岩, 厚481~710m; 为浅海相碳酸盐岩和细碎屑岩组合. 上三叠统曲嘎寺组(T_3, 厚3000m)和图姆沟组(T_3, 厚1346~2200m)由结晶灰岩、介壳灰岩、泥质灰岩、变质砂岩、板岩夹中基性-中酸性火山岩组成; 其间发育的根隆组(T_3, 厚1000~2500m)和勉戈组(T_3, 厚2500~7000m), 由玄武安山质火山岩、火山角砾岩、凝灰岩及中-酸性火山岩、凝灰岩、石英砂岩, 构成“双峰式”火山岩带. 上部包括喇嘛垭组(T_3, 厚2000~7000m)和英珠娘组(T_3, 残厚490m), 为滨-浅海相砂泥岩、碳质泥岩组合, 含丰富植物化石.

3.6 西金乌兰湖-金沙江构造-地层区(V_2)

西金乌兰湖-金沙江构造-地层区分西段、中段和南段. 下、中三叠统主要以混杂岩带内构造岩块形式存在, 有些地区上三叠统下部地层也可能参与混杂. 西段的碎石山混杂岩组(T)出露于拉竹龙-拜惹布错-羊湖一带, 为基性火山岩、基性-超基性岩、碳酸盐岩和硅质岩等. 小长岭-拜惹布错混杂岩组(T)主要为角闪岩相变质岩系、基性-中酸性火山岩、硅质岩和少量超基性岩组成, 蚀变辉长岩的全岩K-Ar年龄为199Ma. 长蛇湖-尖头湖混杂岩组(T)主要以变砂岩、绢云母板岩为主, 夹硅质岩、玄武岩和大理岩, 以及橄榄辉石岩、辉石岩、辉长岩、辉绿岩等. 中段的查涌混杂岩(T)主要由灰-灰紫色放射虫硅质岩-硅质黏土岩、枕状-块状玄武岩、辉绿岩、辉绿玢岩、辉长岩、辉长辉绿岩和蚀变橄榄辉石等类型组成, 时代为早三叠世-晚三叠世早期. 南段加日埃岩组(P-T_3)由灰-深灰色灰岩、生屑灰岩、变砂岩、板岩、硅质板岩、安山岩、玄武岩、火山角砾岩等组成, 产菊石、腕足类、双壳类、珊瑚类等化石, 厚度>1378~1846m. 西渠河岩组(P-T_2)以灰绿色玄武岩为主夹硅质岩及板岩, 上部夹少量变质砂岩, 厚度>3461m, 见有早、中三叠世有孔虫化石. 岗托岩组(P-T_2)见有早、中三叠世牙形类化石. 上三叠统分为甲丕拉组、波里拉组、阿堵拉组、夺盖拉组、苟鲁山克措组, 不整合覆盖在混杂岩之上.

3.7 昌都-兰坪地层区(V_3)

昌都-兰坪地层区可分为江达-维西地层分区($\mathrm{V}_{3\text{-}1}$)、昌都地层分区($\mathrm{V}_{3\text{-}2}$)、兰坪地层分区($\mathrm{V}_{3\text{-}3}$)和开心岭-杂多-竹卡地层分区($\mathrm{V}_{3\text{-}4}$). 江达-维西地层分区($\mathrm{V}_{3\text{-}1}$)的下三叠统普水桥组(T_1)主要分布于北段, 不整合在下伏地层或海西期中酸性侵入岩之上, 底部为砾岩、砂砾岩, 向上变为粉砂岩、泥岩及中酸性火山岩(英安岩、流纹岩)、火山碎屑岩, 厚1215m, 时代为印度期. 马拉松多组($T_{1\text{-}2}$)分布在中南段, 为流纹岩、流纹质凝灰岩、砂岩、页岩、板岩、砾岩组成, 厚度>2272m. 中三叠统南、北分异较大, 北段的江达地区为色容寺组(T_2), 岩性为鲕粒灰岩、结晶灰岩, 与下伏普水桥组连续沉积; 瓦拉寺组(T_2)岩性为岩屑长石砂岩和长石石英砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩、泥岩夹砾岩及安山岩、凝灰岩, 厚>2272m. 中南段德钦鲁春和

维西攀天阁一带的上兰组(T_2)为浅变质的长石石英砂岩、粉砂岩、砂质泥岩, 夹薄层灰岩或中-厚层状灰岩滑塌体, 未见底, 厚度>3162m.

江达-维西地层分区(V_{3-1})的上三叠统复杂多变, 角度不整合在下伏不同时代地层上. 最北端的青海地区称为巴塘群(T_{2-3}), 下部为砂岩、粉砂岩夹轻变质泥灰岩, 钙质泥岩厚度>525m, 多见卡尼期化石; 中部岩性为中酸性凝灰岩、英安岩、凝灰熔岩、安山岩、灰岩、白云质灰岩夹砂岩、粉砂岩和钙质板岩, 厚度404~4055m; 上部为灰-灰绿色砂岩、粉砂岩夹钙质板岩. 厚度>616m. 北段江达地区上三叠统自下而上分为东独组、公也弄组及洞卡组(厚度>1817~4055m)、波里拉组、阿堵拉组、夺盖拉组. 东独组为砂岩、粉砂岩、泥岩夹中酸性火山岩, 底部砾岩, 为河流相-滨浅海相碎屑岩建造; 公也弄组为灰岩、硅质灰岩、泥灰岩、瘤状灰岩, 为浅海相碳酸盐岩建造; 洞卡组(T_3)为砾岩、粉砂岩及中基性-中酸性火山岩, 滨浅海相碎屑岩-火山岩建造. 在类乌齐-左贡一带, 相当于东独组、公也弄组及洞卡组三者之和的地层称为甲丕拉组, 为杂色砂砾岩、灰岩、页岩. 产珊瑚类、双壳类、菊石、植物等化石, 厚2161m, 时代为卡尼期至早诺利期, 但不含火山岩. 波里拉组为灰黑色中厚层灰岩、泥质灰岩、生物碎屑灰岩, 粉砂质泥岩, 厚482m, 与甲丕拉组整合接触. 该套地层在区域上比较稳定, 是碳酸盐岩沉积, 化石时代属于中诺利期; 阿堵拉组为灰黑色页岩、炭质页岩, 夹砂岩, 厚395m. 与波里拉组整合接触; 夺盖拉组为灰色砂岩、页岩、泥岩互层, 夹煤线、煤层, 产植物化石, 厚1562m, 与下伏阿堵拉组整合接触.

中段德钦一带的上三叠统地层划分为人支雪山组、红坡组及阿堵拉组、夺盖拉组. 其中人支雪山组(T_{2-3})出露厚度>2249m, 上部为砂岩、泥岩夹泥灰岩及流纹岩、凝灰岩, 浅海相碎屑岩、火山岩建造; 中下部为玄武岩及流纹岩、凝灰岩、硅质岩、砂泥岩、页岩夹泥灰岩, 浅海至半深海相硅泥质-砂泥质复理石-火山岩建造, 火山岩Rb-Sr等时年龄为236~224Ma. 红坡组(T_3)以中酸性火山岩为主, 夹砂岩、砾岩、粉砂岩, 及石膏、重晶石, 滨浅海相火山岩-含膏盐碎屑岩建造, 出露厚度>900m. 阿堵拉组和夺盖拉组为海陆交互相碎屑岩建造, 相当于巴塘群上段碎屑岩. 南段维西攀天阁一带, 称为攀天阁组(T_{2-3}), 厚>2500m, 下部为玄武岩、凝灰岩、硅质岩、砂泥岩、页岩夹泥灰岩, 上部为一套酸性火山岩(流纹岩、英安质流纹岩、流纹质火山岩)夹少量板岩, 流纹岩的全岩Rb-Sr等时年龄为(235±17)Ma.

昌都地层分区(V_{3-2})的马拉松多组(T_{1-2})下部为砂岩、粉砂岩和页岩, 上部为流纹岩、火山角砾凝灰岩, 厚520~3400m. 上三叠统自下而上划分为甲丕拉组、波里拉组、阿堵拉组和夺盖拉组. 甲丕拉组(T_3)为紫红色含砾砂岩、砂泥岩, 中部夹薄层灰岩, 中下部夹多层砾岩, 为河流相-滨浅海相沉积建造, 厚132~2440m, 超覆不整合在下伏地层上. 波里拉组(T_3)由灰岩、生物碎屑灰岩、白云岩夹泥岩、砂岩组成, 厚161~1304m, 为浅海碳酸盐岩台地相沉积建造. 阿堵拉组为浅海相砂页岩, 夺盖拉组为海陆交互相灰黑色泥岩、泥页岩、粉砂岩夹长石石英砂岩及薄煤层和煤线. 产植物化石, 厚度780~3137m. 分区北端的上三叠统为苟鲁山克错组(T_3), 相当于阿堵拉组和夺盖拉组, 下部岩性为中厚层状凝灰质长石岩屑砂岩、粉砂岩夹板岩, 厚3654m. 上部为复成分砾岩、砂岩、粉砂岩夹粉砂质板岩, 厚度2182m.

兰坪地层分区(V_{3-3})的三叠系仅在靠近东侧分界断裂带附近的维西一带出露. 上兰组(T_2)下段为细砂岩、粉砂岩、页岩不等厚互层, 厚2309m, 上段以泥页岩和灰岩为主, 灰岩比例及单层厚度向上逐渐增多, 厚840m. 上三叠统包括歪古村组、三合洞组、挖鲁八组和麦初箐组(T_3), 总厚>2321m. 歪古村组下部为紫灰色细砂岩、板岩夹细砂岩, 底部为黄-紫红色含砾板岩, 砂岩, 厚506m; 上部为灰绿-紫色板岩、粉砂岩夹多层灰岩及泥灰岩, 厚297m. 与上二叠统假整合接触. 三合洞组以灰-深灰色灰岩、生屑灰岩、瘤状灰岩为主, 夹泥质灰岩、泥灰岩、砂岩. 挖鲁八组在中南部以深灰色-灰黑色页岩为主夹粉砂岩和细砂岩, 局部见不稳定的凝灰岩和锰矿层, 向北部变为以灰色钙质粉砂岩、粉砂岩为主, 夹细砂岩、含砾砂岩. 麦初箐组为砂岩、粉砂岩、细砂岩夹泥岩、炭质页岩、煤线或煤层, 属于滨海潮坪-近海河湖相沉积建造.

开心岭-杂多-竹卡地层分区(V_{3-4})南部的兰坪盆地西缘出露中三叠统芒怀组和上三叠统小定西组. 芒怀组(T_2)下部由滨浅海相碎屑岩、英安-流纹质凝灰岩、沉凝灰岩组成, 中上部由大套英安岩、流纹岩、火山集块岩夹英安-流纹质凝灰岩、凝灰质砂岩等组

成, 厚>1347m. 小定西组(T_3)为一套中基性火山岩夹碎屑岩组合, 主要岩性为杏仁状玄武岩、安山玄武岩、火山角砾岩夹晶屑-岩屑凝灰岩、凝灰质砂页岩, 底部为砾岩、砂岩、泥岩, 厚>2453m. 在分区中北部昌都盆地西缘, 下三叠统未见, 中上三叠统分布广泛. 竹卡群(T_{2-3})出露于中部, 中上部以英安岩、流纹岩为主, 夹凝灰岩及碎屑岩; 下部出现大量流纹-英安质火山角砾岩、角砾熔岩、岩屑晶屑凝灰岩、凝灰熔岩等, 厚>3149m. 结扎群(T_{2-3})分布于北部, 主要由碎屑岩及碳酸盐岩夹少量火山岩组成, 上部含煤, 产双壳类、腕足类及植物等化石. 区域中部相当于结扎群的地层, 可进一步解体为上三叠统甲丕拉组、波里拉组、阿堵拉组、夺盖拉组、苟鲁山克错组、巴贡组, 岩性同东侧“昌都地层分区”, 其中最上部的巴贡组(T_3)与阿堵拉组、夺盖拉组时限相当, 岩性以灰黑页岩与灰绿色细砂岩、粉砂岩韵律互层为主, 并含植物化石碎片, 厚>3000m.

3.8　乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层区(V_4)

乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层区分为北段乌兰乌拉湖构造-地层分区($\mathrm{V}_{4\text{-}1}$)和南段北澜沧江构造-地层分区($\mathrm{V}_{4\text{-}2}$). 乌兰乌拉湖构造-地层分区的中、上三叠统若拉岗日群(T_{2-3})主体为一套强烈变形的砂板岩夹中基性火山岩、火山碎屑岩、结晶灰岩. 上三叠统苟鲁山克措组(T_3)不整合于混杂岩带之上, 断续分布, 是一套海陆交互相碎屑岩为主的含煤地层, 产出硅化木和较为丰富的植物化石, 建立了*Hycanopteris sevanensisi-Clathropteris*植物组合, 见双壳类化石. 厚>1683m. 北澜沧江构造-地层分区三叠系零星出露, 结扎群(T_{2-3})为碎屑岩、碳酸盐岩夹少量火山岩, 上部含煤, 富含双壳类、腕足类及植物化石.

3.9　喀喇昆仑-北羌塘地层区(V_5)

喀喇昆仑-北羌塘地层区分为喀喇昆仑地层分区($\mathrm{V}_{5\text{-}1}$)和北羌塘地层分区($\mathrm{V}_{5\text{-}2}$). 喀喇昆仑地层分区($\mathrm{V}_{5\text{-}1}$)未见下三叠统出露, 中三叠统河尾滩群(T_2)下部以粉砂质板岩夹薄层白云质石英砂岩为主, 局部见硅质岩; 上部以中厚层细粒石英砂岩为主, 夹杂砂岩、粉砂岩等, 局部含砾及灰岩, 见双壳类、腕足类等化石, 时代为中三叠世拉丁期, 未见底, 厚1375m. 克勒青河群(T_3)底部为砾岩, 下部为浅变质砂岩、粉砂岩、碳质板岩或页岩; 上部为粉砂岩夹砂岩、板岩、薄层灰岩, 产珊瑚类*Peronolella* sp.、*Retiophyllum* sp.和*Pinacophyllum* sp., 以及双壳类*Halobia* cf. *talauana*等化石, 偶见植物碎片, 厚4920m.

北羌塘地层分区($\mathrm{V}_{5\text{-}2}$)西部拉竹龙地区见下三叠统万泉河群(T_1), 以灰红-紫红色碳酸盐岩为主, 夹泥灰岩, 其下部为泥岩组合, 上部为灰岩组合, 与下伏拉竹龙组呈角度不整合接触, 厚>333m. 三叠系在双湖一带出露完整, 康鲁组(T_1)为一套滨浅海碎屑岩建造, 岩性以杂色细砂岩、粉砂岩为主, 底部夹杂色砂质砾岩, 上部夹碳酸盐岩, 产丰富的双壳类和牙形类化石, 厚728m, 与下伏热觉茶卡组含煤岩系整合接触. 硬水泉组(T_1)为薄-中层状泥晶灰岩、生物扰动灰岩、鲕粒灰岩, 夹钙质页岩与泥岩, 厚1010m. 康南组(T_2)出露更为零星, 为整合于硬水泉组之上的一套细碎屑岩夹泥灰岩、生物灰岩, 顶部发育细粒砂岩, 与上覆上三叠统呈假整合接触关系. 上三叠统岩石地层单位为土门格拉群, 江爱达日那地区上三叠统土门格拉群三分性明显, 划分为红水沟组(T_3)、石门关组(T_3)和江爱达日那组(T_3)(朱同兴等, 2005). 红水沟组为细碎屑岩沉积, 局部夹煤线, 下与中三叠统康南组呈假整合接触, 上与石门关组为整合接触关系, 厚度129m, 产双壳类化石, 时代为卡尼期-诺利期; 石门关组为泥晶灰岩夹泥页岩, 产双壳类、菊石、珊瑚类等化石. 与上覆江爱达日那组为整合接触, 厚度211m; 江爱达日那组为含煤碎屑岩地层, 出露厚度>210m. 上三叠统-下侏罗统那底岗日组(T_3-J_1), 为一套陆相火山岩、火山碎屑岩夹沉积砂砾岩, 与下伏地层不整合接触, 火山岩年龄为(205±4)、(208±4)和(210±4)Ma(王剑等, 2007).

3.10　崇山-临沧地层区(V_6)

崇山-临沧地层区未见下三叠统. 中三叠统芒怀组(T_2)下部由滨浅海相碎屑岩、英安-流纹质凝灰岩、沉凝灰岩组成, 中上部由大套英安岩、流纹岩、火山集块岩夹英安流纹质凝灰岩、凝灰质砂岩组成, 厚>1600m, 角度不整合在澜沧江群之上. 上三叠统察瓦龙群(T_3)上部由灰-深灰色石英砂岩、板岩、黏土岩、灰岩、硅质岩、砾岩组成; 中部灰岩、结晶灰岩、板岩、砂岩组成, 含珊瑚类及苔藓虫碎片; 下部结晶灰岩、大理岩、板岩夹砂岩组成, 产晚三叠世诺利期牙形类. 王立全等(2013)认为其中不排除更老更新地层

可能，厚度>7160m. 三岔河组(T_3)在临沧地层分区出露，为灰-灰紫色粗粒长石石英砂岩夹黑色砂质泥岩及砾岩，底部常见以石英质砾石为主的底砾岩. 含半咸水底栖类双壳类、叶肢介和植物化石，不整合覆盖在蛇绿混杂岩群之上，厚300~600m.

3.11 龙木错-双湖构造-地层区(Ⅵ$_1$)

以往研究中该区未见下三叠统报道. 中三叠统见于绒玛北的雪水河西侧，在硅质岩中发现有中、晚三叠世放射虫(邓万明等, 1996; 尹集祥, 1997)，指示该区中、晚三叠世为深海-半深海相沉积. 上三叠统望湖岭组(T_3)出露于果干加年山和角木日地区，主要为凝灰质碎屑岩、凝灰质灰岩、流纹岩，夹砂岩、灰岩、角砾状灰岩，底部为复成分砾岩，与下伏果干加年山蛇绿混杂岩呈角度不整合接触，厚1121m，获得流纹岩锆石年龄为214Ma(李才等, 2007). 望湖岭组的灰岩地层中含有诺利期珊瑚类化石(纪占胜等, 2010b). 望湖岭组底部砾石有很多下伏蛇绿岩的成分，意味着此前形成的变质岩隆升出地表，成为晚三叠世沉积的物源供给区. 上三叠统土门格拉组(T_3)出露于东部唐古拉山西侧土门格拉附近，主要为浅灰绿色长石石英砂岩夹粉砂岩、页岩、泥岩及煤线等，产植物和孢粉类化石. 上三叠统-下侏罗统为那底岗日组(T_3-J_1)，为一套陆相火山岩、火山碎屑岩夹沉积砂砾岩，该套地层在北羌塘地层分区有广泛分布.

本研究在该区下、中三叠统生物地层学上取得了新进展. 在角木日地区测制了下三叠统剖面(33.2021378°N, 87.0966825°E, H5362m)，岩性为砂岩、白云岩、灰岩、砂屑灰岩、硅质岩、玄武岩，厚度约263m，含有早三叠世牙形类*Triassospathodus* cf. *homeri*、*Novispathodus* cf. *waageni*、*Neospathodus pakistanensis*、*Neospathodus peculiaris*等(图4). 在察布乡龙桑村才玛尔错地区测制了中、上三叠统剖面(33°32′45.12″N, 84°41′59.6″E, H4739m)，含有拉丁期-卡尼期的牙形类化石*Quadralella* ex gr. *polygnathiformis*(图4)，岩性为泥页岩夹灰岩、硅质岩. 新发现的岩石地层尚未命名，大致可对比于南羌塘地层区的孜狮桑组和座倾错组.

3.12 南羌塘地层区(Ⅵ$_2$)

南羌塘地层区西部日土县多玛地区出露欧拉组(T_{1-2})，以白云质碳酸盐岩为主(梁定益等, 1982; 郭铁鹰等, 1991)，厚>600m. 向东到1:250000加措幅的磨盘山地区，见有碳酸盐岩为主的下三叠统硬水泉组，再向东到1:250000昂达尔错幅的孜狮加波日地区发现下三叠统孜狮桑组(T_1)(张树岐等, 2005)，为灰黑-灰白色亮晶砂屑灰岩、白云质细晶灰岩、泥晶灰岩及角砾状玄武岩，产牙形类，剖面未见顶底，厚>239m. 下三叠统白云岩地层还可见于改则县古姆乡一带的错俄错地区(纪占胜等, 2013). 李亚等(2018)根据放射虫化石，将改则县古姆乡座倾错地区原被划为日干配错群(T_3)的下部地层修订为中三叠统，并新建中三叠统座倾错组. 座倾错组分为2个岩性段，下段以细碎屑岩为主，夹有基性火山岩；上段为硅质岩夹玄武岩，硅质岩的出现和消失构成该段的底界和顶界的标志. 硅质岩中产有中三叠世晚安尼期至早拉丁期放射虫化石. 座倾错组的发现意味着南羌塘盆地中三叠统应为深海-半深海活动型沉积，应该具有广阔的分布，由于以往没有开展详细的地层古生物学研究工作，中三叠世地层误归入日干配错群下部，导致南羌塘盆地中三叠统大面积缺失的地层学认识.

上三叠统日干配错群和肖茶卡群广泛出露于南羌塘地层区，岩性组成复杂. 冯心涛等(2005)将江爱达日那地区的肖茶卡群解体为肖切堡组(T_3)、角木茶卡组(T_3)和扎那组(T_3). 肖切堡组为中厚层玄武岩、安山玄武岩、火山角砾岩与安山岩，夹灰岩层及透镜体，获得K-Ar年龄为(223±5)Ma，厚>670m；角木茶卡组下部为厚层块状砾岩，砾石以火山岩为主，少量灰岩夹硅质岩，产珊瑚类、海绵类、腕足类等化石，上部为中层砂砾屑灰岩、海绵类礁灰岩、角砾灰岩，产珊瑚类、双壳类、层孔虫、腕足类、海绵类等化石，总厚>551m；扎那组为中薄层细粒砂岩、粉砂岩、泥岩，上部夹少量泥灰岩，未见顶，厚>1350m，产孢粉类和少量植物、双壳类化石. 1:250000日干配错幅将日干配错群解体为下、中、上三段. 下段为活动型碎屑岩沉积，含玄武岩、火山岩等；中段为碳酸盐岩为主的层段；上段为稳定型碎屑岩沉积，与下伏地层平行不整合或整合接触. 武桂春等(2013)在改则县先遣乡萨门熊地区新建上三叠统萨门熊组，代表不整合在碳酸盐岩为主的日干配错群中段之上一套以碎屑岩为主要特征的地层，时代为晚三叠世瑞替期-早侏罗世，相当于扎那组、日干配错群上段地层. 在西部日土多玛地区见碳酸盐岩相的上三叠统-下侏罗统吉普村组(梁定益等, 1982; 郭铁鹰等, 1991).

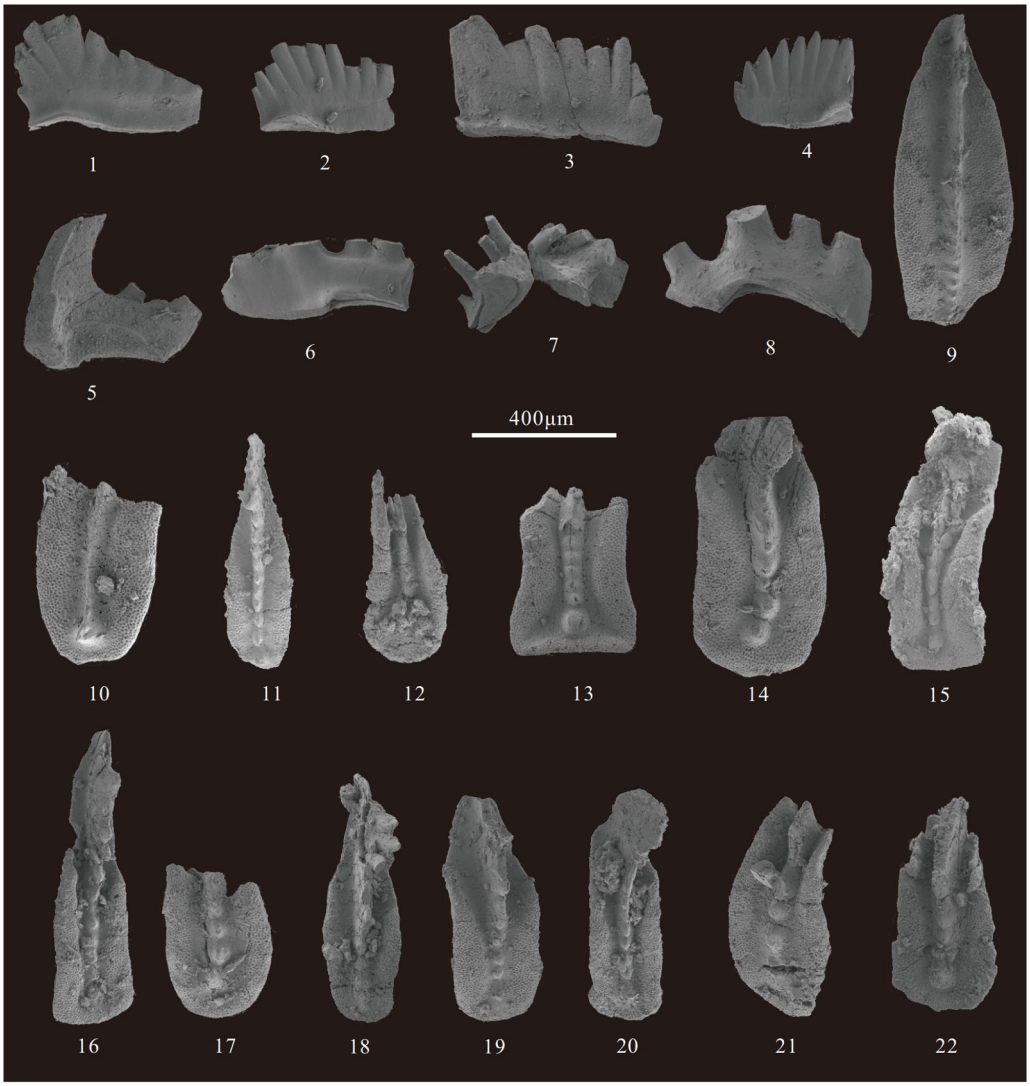


图 4　龙木错-双湖地层区新发现三叠纪牙形类化石

1~9, 采自角木日剖面. 1, *Neospathodus* cf. *pakistanensis*; 2, *Triassospathodus* cf. *homeri*; 3, *Neospathodus* cf. *peculiaris*; 4, *Novispathodus* cf. *waageni*; 5~8, 分枝分子(属种未定); 9, *Clarkina* sp.; 10~22, 采自才玛尔错剖面, *Quadralella* ex gr.*polygnathiformis*

3.13　左贡地层区(VI_3)

左贡地层区内上三叠统出露广泛, 由下往上分为东达村组、甲丕拉组、波里拉组和巴贡组. 东达村组(T_3)角度不整合于酉西群变质变形岩石之上, 底部有厚0.6~3m复成分砾岩, 中下部由砂页岩与灰岩组成厚120~150m的三个韵律, 上部为砂页岩夹薄层灰岩, 富含卡尼期珊瑚类、双壳类化石, 厚500~1000m. 甲丕拉组(T_3)为滨浅海相的紫红色夹灰绿色砂泥岩, 中部夹薄层灰岩, 中下部夹多层砾岩, 厚1000~1400m, 与下伏东达村组整合过渡. 波里拉组(T_3)为厚层灰岩夹白云质灰岩、粉砂质泥岩, 局部夹安山岩, 含丰富的卡尼-诺利期化石, 厚200~500m. 巴贡组(T_3)为灰黑、黑色页岩与灰、灰绿色细砂岩、粉砂岩韵律性互层, 上部砂岩、岩屑砂岩增多, 并含植物碎片, 厚>3000m, 上被中侏罗统不整合覆盖.

3.14　班公湖-怒江构造-地层区(VI_4)

日土-改则构造-地层分区($\mathrm{VI}_{4\text{-}1}$)内原来认为只有地层厚度大、岩性复杂的上三叠统巫嘎群. 曾庆高等

(2010)用“乌嘎组”代表区内中、上三叠统地层，为砂岩、粉砂岩和板岩为主，夹灰岩、硅质岩、砾岩、顶底不全，厚58~2590m. 陈志(2016)在改则县戈阿尔才隆拉地区仲岗洋岛岩岩组的2层大理岩化灰岩(1层厚度>120m, 另1层为62m)中获得早三叠世牙形类*Hadrodontina anceps*、*Prioniodella ctenoides*、*Neohindeodella* sp.和*Xaniognathus deflectens*. 与木嘎岗日群(J_M)和洞错蛇绿岩(J_d)呈断层接触. 这一发现首次揭示了该地区下三叠统为白云岩地层，可对比于邻区的木纠错组. Wu等(2021b)对改则县扎西措布错地区的灰岩与硅质岩互层的地层开展了牙形类生物地层学研究，将上三叠统地层划分为东那勒组(T_3)和巫嘎组(T_3). 东那勒组是一套薄层灰岩夹硅质岩沉积, 下未见底, 与上覆巫嘎组为不整合或断层接触，厚度约162m，产有丰富的晚三叠世早诺利期牙形类化石；上覆巫嘎组是一套细碎屑岩为主的沉积，与下伏东那勒组呈不整合或断层接触，区域上对比于敌布错组和确哈拉组，时代为晚三叠世瑞替期，可能延续到早侏罗世. 在扎西措布错地区，发育有一套泥页岩与硅质岩互层状的地层(曾庆高等, 2010), 根据笔者的野外考察, 这套地层的沉积时代很有可能是中三叠世-晚三叠世卡尼期, 有待于进一步开展古生物学证实.

安多-丁青构造-地层分区($\text{Ⅵ}_{4\text{-}2}$)西侧，在班戈县佳琼镇社马日地区发现晚二叠世-早三叠世木纠错组白云岩(武桂春等, 2013; Wu等, 2019), 木纠错组的下三叠统部分厚度约648m, 含有丰富的早三叠世浅水相牙形类化石. Wu等(2019)在班戈县佳琼镇西地区发现上三叠统麦隆岗组，岩性为碳酸盐岩，产有诺利期珊瑚类化石，出露厚约1530m，未见底，不整合于确哈拉群(T_3)碎屑岩地层之下. 根据王立全等(2013)总结，班戈地区的确哈拉群(T_3)主要岩性为变岩屑砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩，局部夹安山玄武岩、含砾凝灰岩等，多呈断片产出，厚度333~2388m. 向东，在丁青地区的硅质岩中产晚三叠世卡尼-诺利期放射虫化石. 丁青县南的上三叠统称为瓦达岩群，主要为板岩、千枚岩、变砂岩，并混杂有超基性岩、大理岩块. 八宿县北部的上三叠统称为孟阿雄群，为一套紫红色砾屑灰岩，白云岩、白云质灰岩及少量砾岩、砂岩，产双壳类、层孔虫、珊瑚类等化石, 厚度1337~2206m.

嘉玉桥地层分区($\text{Ⅵ}_{4\text{-}4}$)的确哈拉群($T_{2\text{-}3}$)为变岩屑砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩，局部夹安山玄武岩、含砾凝灰岩，呈断片产出，厚度>333m. 还可见上三叠统孟阿雄群, 岩性与安多-丁青构造-地层分区的相同.

3.15 昌宁-孟连构造-地层区(Ⅵ_5)

昌宁-孟连构造-地层区内只有上三叠统三岔河组的报道, 岩性为灰-灰紫色粗粒长石石英砂岩夹黑色砂质泥岩及砾岩，底部常见以石英质砾石为主的底砾岩. 含半咸水底栖类双壳类、叶肢介、植物及螺等化石，不整合覆盖在蛇绿混杂岩群之上, 厚300~600m.

3.16 冈底斯-腾冲地层区(Ⅶ_1)

那曲-洛隆地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}1}$)的三叠系出露于那曲及中东段，包括嘎加组($T_{2\text{-}3}$)和确哈拉群($T_{2\text{-}3}$). 嘎加组出露于那曲县嘎加村一带，以长石石英砂岩、砂屑灰岩、泥质硅质岩为主，夹安山岩、安山质火山角砾岩、玄武岩等，未见顶底，厚711~2661m; 硅质岩中产中-晚三叠世放射虫化石(尼玛次仁和谢尧武, 2005). 也有学者将嘎加组视为班公湖-怒江构造-地层分区的代表(潘桂棠等, 2006; 朱同兴等, 2013). 中、上三叠统确哈拉群分布于北部，主要由一套深灰色砂岩、粉砂质板岩、板岩、硅质条带灰岩、硅质岩等组成的复理石建造, 厚1400~2150m.

班戈-八宿地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}2}$)下三叠统在改则-尼玛一带发育较好. Wu等(2014)在革吉县文布当桑乡地区发现有连续沉积的二叠三叠系界线剖面，新建了上二叠统文布当桑组，并识别出灰岩相的下三叠统嘎仁错组. 徐琳等(2021)在尼玛县中仓乡织弄地区也识别了上二叠统文布当桑组和下三叠统嘎仁错组的整合接触关系. 东部未见下三叠统地层报道，中-上三叠统以确哈拉群($T_{2\text{-}3}$)为代表，广泛分布于分区北侧，岩性为灰色砂板岩、变石英砂岩、石英粉砂岩、千枚岩、灰岩、硅质岩、基性火山岩等，未见底，含双壳类化石，厚1400~2150m，为一套含火山岩的复理石建造. 在洛隆至八宿北东侧的上三叠统划分为古竹同组、普拉曲组和目本组、古拉组, 以及谢巴组. 古竹同组为一套砂岩、板岩、灰岩、硅质岩组合，厚度>1200m，与下伏下石炭统呈断层接触. 普拉曲组由细砂岩、粉砂质绢云板岩、绢云板岩组成，含牙形类与腹足类化石，厚度>1270m. 目本组为粉砂质绢云板岩、长石石英砂岩与绢云板岩组成, 厚度>3525m, 产卡尼期-诺利期的双壳类与植物化石. 古拉组由粉砂质绢云板岩、绢云板

岩、中-细粒长石石英砂岩等组成, 产植物化石, 厚度>1238m, 时代归为诺利期-瑞替期. 在察隅县古拉乡出露的谢巴组为一套安山岩、英安岩、安山质角砾岩、凝灰岩等组成, 时代暂归为卡尼期(王立全等, 2013).

狮泉河-永珠-嘉黎构造-地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}3}$)在以往的总结中未见报道三叠纪地层. 根据笔者的研究, 在纳木错西岸出露连续的三叠系, 自下而上为木纠错组(P_3-T_1)、嘎热扎地组(T_2-T_3)、麦隆岗组(T_3)和确哈拉组(T_3). 木纠错组为白云岩、白云质灰岩, 产出早三叠世浅水相牙形类*Pachycladina obliqua*等属种化石(武桂春等, 2017). 中三叠统-上三叠统卡尼阶为嘎热扎地组, 以大段碎屑岩为主, 上部夹灰岩, 厚度485m(石秋圆等, 2021); 上三叠统诺利阶为麦隆岗组, 以生物碎屑灰岩、灰岩夹碎屑岩为特征, 研究剖面上该组厚度240m, 产有诺利期珊瑚类化石(石秋圆等, 2021). 确哈拉组是一套岩性较粗的碎屑岩为主的地层, 比敌布错组或甲拉浦组岩性都要粗, 平行不整合或整合在麦隆岗组灰岩之上, 未见顶, 见植物化石碎片, 时代推断为瑞替期至早侏罗世.

措勤-申扎地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}4}$)的三叠系在敌布错一带自下而上分为嘎仁错组($T_{1\text{-}2}$)、珠龙组($T_{2\text{-}3}$)、江让组(T_3)、敌布错组(T_3-J_1)(纪占胜等, 2006, 2007b; 武桂春等, 2007). 嘎仁错组以碳酸盐岩为主, 下部发育砾屑灰岩, 厚178m, 牙形类时代为早三叠世印度期至中三叠世拉丁期. 珠龙组以碳酸盐岩为主, 硅质沉积较发育, 夹硅质条带与硅质层, 厚约100m, 牙形类时代为中三叠世拉丁期至晚三叠世卡尼期. 江让组以碳酸盐岩为主, 泥质较发育, 顶部出现白云质灰岩, 厚117m, 含牙形类*Epigondolella* sp. 等化石, 时代属晚三叠世诺利期. 敌布错组是一套碎屑岩沉积, 含孢粉类化石, 时代为瑞替期-早、中侏罗世(纪占胜等, 2007a). 西部狮泉河地区出露有下三叠统白云岩为主要特征的左左组(纪占胜等, 2007c)和淌那勒组(郑有业等, 2007). 程立人等(2002)在申扎地区识别了上二叠统白云岩为主要特征的木纠错组, 武桂春等(2017)在木纠错组顶部发现早三叠世牙形类, 将木纠错组顶部时代从晚二叠世修订为早三叠世. 张树岐等(2002)在申扎地区建立了上三叠统多布日组, 下部为一套碎屑岩, 上部为生屑灰岩、泥晶灰岩, 厚1425m, 与木纠错组呈角度不整合接触. 石秋圆等(2021)指出多布日组应解体为下部碎屑岩的嘎热扎地组和上部碳酸盐岩的麦隆岗组.

隆格尔-南木林分区(Ⅶ$_{1\text{-}5}$)的三叠系在隆格尔一带表现为碳酸盐岩蒸发台地相的下三叠统木纠错组、碳酸盐岩台地相上三叠统麦隆岗组及上覆的碎屑岩地层(Wu等, 2021c). 下三叠统白云岩为主要特征的木纠错组在仲巴县仁多地区和昂仁县措迈地区都有发现(武桂春等, 2018; Wu等, 2021a). 李俊等(2020)在昂仁县孔隆乡白云岩地层中发现了中三叠世拉丁期牙形类化石*Budurovignathus* sp.(原文误定为晚三叠世诺利期*Epigondolella* sp.), 指示木纠错白云岩地层的时代可上延到中三叠世. 措勤县鸭洼地区发现有上三叠统麦隆岗组(纪占胜等, 2010a). 刘成林等(2020)在本分区南部的谢通门果祥一带发现一套含双壳类的下-中三叠统深海-半深海斜坡边缘相细碎屑岩, 填补了该区下-中三叠统的空白, 揭示了该区下-中三叠统并不是原来认为的缺失.

拉萨-察隅分区(Ⅶ$_{1\text{-}6}$)的三叠系自下而上为下-中三叠统查曲浦组($T_{1\text{-}2}$)、上三叠统麦隆岗组(T_3)和甲拉浦组(T_3-J_1). 查曲浦组下部为结晶灰岩、凝灰质砂岩, 夹硅质灰岩、凝灰质灰岩、安山岩, 厚315m, 产有早三叠世晚期牙形类*Triassospathodus homeri*(孙东立等, 1981)和丰富的晚安尼期菊石化石(顾庆阁等, 1980), 上部为由安山质角砾岩、安山岩、凝灰岩, 夹英安岩及少量凝灰质砂岩、粉砂岩, 厚度>881m; 麦隆岗组下段为砂页岩、泥岩夹灰岩, 厚>115m, 产卡尼期双壳类化石(刘世坤等, 1988); 上部以碳酸盐岩为主, 夹砂岩、页岩, 厚度为1495m, 产诺利期双壳类化石(刘世坤等, 1988)和牙形类(毛力和田传荣, 1987; 纪占胜等, 2003); 瑞替期-早侏罗世甲拉浦组为黑色页岩、炭质页岩与灰岩, 含有植物化石和孢粉类化石(王乃文等, 1983).

腾冲地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}9}$)的三叠系地层为河湾街组和南梳坝组、牛喝塘组和弯甸坝组. 河湾街组($T_{1\text{-}2}$)为白云岩及灰质白云岩, 含双壳类、菊石、牙形类等化石, 厚400~900m. 南梳坝组(T_3)为泥页岩、泥灰岩夹灰岩, 厚800~1400m. 牛喝塘组(T_3)为中基性火山岩为主陆相火山岩系, 主要为玄武岩、安山岩、流纹岩、凝灰岩等, 厚度>946~1388m. 弯甸坝组(T_3)下部为砾岩、砂砾岩、粉砂岩、粉砂质泥岩, 中部为砂砾岩、砂岩与粉砂岩、粉砂质泥岩互层, 上部为粉砂岩、粉砂质泥岩, 产丰富的双壳类、腕足类、腹足类、菊石及植物等化石, 厚度为707~2065m.

3.17 保山地层区(Ⅶ$_2$)

保山地层区的三叠系地层为河湾街组和南梳坝组、牛喝塘组和弯甸坝组. 地层面貌与腾冲地层分区基本相同. 南疏坝组发现有诺利期牙形类化石.

3.18 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区(Ⅶ$_3$)

萨嘎-白朗构造-地层分区(Ⅶ$_{3-1}$)的三叠系地层单位穷果组(T_{1-2})、修康群(T_3)、沙赛组(T_3)和拉吾切拉组(T_3), 在空间上均为断续分布的"岩块或岩片", 大多数已经浅变质, 构造变形强烈. 穷果组和修康群主要以板岩、粉砂岩为主, 碳酸盐岩不发育, 夹中基性火山岩、硅质岩, 厚度>4122m, 属于半深海浊流沉积相. 沙赛组和拉吾切拉组主要分布在西部. 沙赛组岩性主要为变质碎屑岩夹生屑灰岩, 灰岩夹层中间产诺利期双壳类*Monotis*, 厚约926m, 为半深海浊积扇相; 拉吾切拉组以板岩与变质细砂岩互层为主, 局部夹灰岩及粉砂岩, 未获化石, 顶底不全, 厚度>170m. 泽当地区泥沙质混杂岩的硅质岩块有中-晚三叠世放射虫化石.

仲巴-札达地层分区(Ⅶ$_{3-2}$)的三叠系地层序列完整, 构造变形弱. 穷果组(T_{1-2})为灰色薄层状灰岩、泥灰岩与页岩、粉砂岩互层, 厚304~973m, 局部地区与下伏的中、上二叠统整合接触; 修康群(T_3)为灰-灰黄色钙质砂岩、粉砂岩、板岩夹泥灰岩、硅质岩, 产双壳类, 出露厚度242~2000m, 局部地区可见与下伏穷果组整合接触.

仁布-曲松构造-地层分区(Ⅶ$_{3-3}$)的三叠系在拉孜一带为穷果组和修康群, 在修康村东沟可见穷果组与下伏上二叠统浪错组含腕足类、珊瑚类、海百合茎的生物碎屑灰岩整合接触(张少文等, 2021). 白朗以东一带出露上三叠统朗杰学群(T_3), 岩性为砂岩、板岩夹少量灰岩薄层或透镜体及玄武岩, 产双壳类、菊石等化石, 时代为卡尼-诺利期, 厚约2042m, 顶底多为断层接触. 朗杰学群自下而上可划分为宋热组、江雄组、章村组. 其中宋热岩组为砂岩、板岩、玄武岩, 夹少量灰岩透镜体、泥砾岩, 产双壳类化石, 厚度>463m; 江雄岩组为砂岩、板岩, 及少量泥砾岩, 产双壳类、腹足类化石, 时代为诺利期, 厚度>1704m; 章村岩组为砂、板岩夹少量灰岩、泥砾岩的地层, 以发育较多玄武岩夹层为特征, 厚度>5897m.

3.19 喜马拉雅地层区(Ⅶ$_4$)

康马-隆子地层分区(Ⅶ$_{4-1}$)的三叠系主要为浅变质、岩性单调的细碎屑岩. 吕村组(T_{1-2})以灰色、灰黑色粉砂质或碳质板岩为主, 夹石英砂岩, 含少量菊石及双壳类化石, 厚41~650m, 与下伏二叠系平行不整合接触. 上二叠统最顶部为白定浦组, 白定浦组下部为含生物碎屑白云质大理岩、结晶灰岩, 上部为粉砂质钙质含生物碎屑板岩, 产丰富的腕足类化石. 陈俊兵等(2002)将上部地层单独命名为江浦组. 涅如组(T_3)为灰黑色粉砂质或钙质板岩、碳质板岩与细砂岩、石英砂岩, 东部洛扎地区夹有安山玄武岩、泥晶灰岩(向顶部增多), 化石较稀少、单调, 主要为双壳类和菊石化石, 厚1300~4170m, 与吕村组整合接触. 王立全等(2013)认为本分区三叠系为浅海或深水外陆棚细碎屑岩沉积. 陈俊兵等(2002)认为中-上三叠统吕村组半深海相浊积岩直接覆盖于中-上二叠统的白定浦组或江浦组之上, 白定浦组灰岩之上有明显的古喀斯特与古风化壳, 呈微角度不整合, 是区域伸展形成的不整合.

北喜马拉雅地层分区(Ⅶ$_{4-2}$)的三叠系前人开展了大量的地层古生物学工作. 下三叠统康沙热组(T_1)底部和下部为白云岩、白云质灰岩, 向上变为页岩、生物碎屑灰岩、含泥质灰岩, 厚度>103m, 与下伏上二叠统色龙群平行不整合或整合接触. 中三叠统赖布西组(T_2), 下段为灰黄色页岩与黄色砂质、凝灰质灰岩互层、夹凝灰质砂岩, 上部为深灰色中层状灰岩、泥质灰岩、灰色泥质页岩, 厚度>259m. 上三叠统自下而上为扎木热组、达沙隆组、曲龙共巴组、德日荣组. 扎木热组以碳酸盐岩为主, 厚度>99m, 时代为卡尼期; 达沙隆组以灰岩和砂页岩互层为主要特征, 厚度>179m, 时代为早诺利期; 曲龙共巴组岩性以黑灰色页岩、砂岩为主, 夹少许灰岩透镜体、硅质结核, 厚度>465m, 时代为中晚诺利期; 德日荣组岩性为石英砂岩夹砾岩、页岩、白云岩、砂质灰岩, 厚591m, 时代为瑞替期.

高喜马拉雅地层分区(Ⅶ$_{4-3}$)的三叠系以Lilang超群和Alaror群为代表, 是南侧冈瓦纳大陆的陆架碳酸盐岩台地相沉积(王立全等, 2013). Lilang超群出露于印度Spiti地区, 分为Tamba Kurkur群、Sanglung群、Nimoloksa群和Kioto群(Bhargava等, 2004). Spiti地区的早、中三叠世菊石化石带是特提斯地区的对比标准

(Krystyn等, 2004; Jenks等, 2015; Ogg等, 2020). 下、中三叠统Tamba Kurkur群地层比较薄, 厚约200m, 但菊石等无脊椎动物化石序列比较齐全(Balini等, 1998). 该群自下而上划分为Mikin组、Kaga组、Chomule组. Mikin组岩性为灰岩、页岩、瘤状灰岩, 与下伏Gungri组或Kuling组不整合接触, 时代为印度期至早拉丁期; Kaga组为页岩、泥岩、砂质泥岩, 中间层段夹薄层灰岩、泥质灰岩, 含丰富的Daonellids, 菊石次之, 时代为晚拉丁期; Chomule组为薄至中层的灰、黑色灰岩、泥质灰岩, 夹有砂质、泥质互层, 时代为拉丁最晚期-早卡尼期. Sanglung群大致相当于卡尼阶地层, 分为Rama组和Rongtong组. Rama组为灰色的砂岩、页岩、灰岩互层, 厚度约220m, 时代为中卡尼期; Rongtong组为晚卡尼期, 岩性为灰岩, 厚约390m, 整合于Rama组之上. Nimoloksa群为诺利期地层, 自下而上分为Rangrik组、Hangrang组、Alaror组、Nunuluka组. Rangrik组下段岩性以灰岩为主, 夹泥岩、砂岩, 上段为硅质碎屑岩, 厚180m, 相当于原来的Juvavite层; Hangrang组为块状或层状灰色石灰岩, 厚30m, 该组发育珊瑚礁, 造礁组合明显不同于阿尔卑斯地区上三叠统的造礁组合, 但是与伊朗和帕米尔明显相似; Alaror组为灰岩、页岩、砂岩互层, 底部含丰富的腕足化石, 上部的砂页岩中含有*Heterastridium*, *Monotis salinaria*; Nunuluka组为石英砂岩, 30~100m厚. Kioto群下部为Para组, 下方为中层灰岩沉积, 向上变为白云岩, 可能是瑞替期地层. 上覆的Kioto组为灰岩, 疑为侏罗纪地层.

低喜马拉雅地层分区($Ⅶ_{4\text{-}4}$)三叠系在王立全等(2013)中没有介绍, 笼统地表述为未分中生界地层, 主要分布于尼泊尔及以西的印度地区. 据Garzanti(1999), 尼泊尔的三叠系为Thinigaon群, 在北中部有广泛分布, 自下而上划分为Tamba Kurkur组、Mukut组、Tarap组和Yak Kharka组. Tamba Kurkur组研究最为详细, 分为5段, 其中3段为凝缩的碳酸盐层, 被2段黑色的泥岩层分隔, 产有牙形类化石, 时代为早格里斯巴赫期-早安尼期, 厚23~50m(Nicora等, 1992; Garzanti等, 1992). Mukut组为泥灰岩、泥岩, 时代为早安尼期-早诺利期, 厚200~250m. Tarap组为岩性单一的细砂岩, 时代为中-晚诺利期, 厚330~500m, 从藏南到尼泊尔都有分布(Jadoul等, 1998). 在Manang西北地区, Yak Kharka组顶底均为连续出露, 下段为30m厚"珊瑚灰岩", 上段为106m厚的砂岩和石英-长石砂岩. 下段的珊瑚灰岩可与Spiti地区Hangrang组的珊瑚灰岩对比, 时代可能是中-晚诺利期. 在Dolpo地区, Yak Kharka组未发现"珊瑚灰岩"层.

3.20　印-缅地层区($Ⅶ_5$)

印-缅地层区被认为属于青藏高原三叠纪特提斯海洋以南的冈瓦纳大陆的组成部分, 未见三叠系出露.

3.21　恒河地层区($Ⅷ_1$)

恒河地层区被认为属于青藏高原三叠纪特提斯海洋以南的冈瓦纳大陆的组成部分, 区内三叠系为陆相地层, 自下而上分为潘奇特组、帕奇马里组、马勒里组和帕尔索拉组, 总厚度达1375m, 由砂岩和页岩组成, 含冈瓦纳植物群的植物化石和煤层.

3.22　上扬子地层区($Ⅸ_1$)

龙门山地层分区($Ⅸ_{1\text{-}1}$)的三叠系在东部边缘地带局部发育, 地层序列及其岩性特征与东侧成都地层分区一致. 成都地层分区($Ⅸ_{1\text{-}2}$)三叠系发育, 下三叠统下部飞仙关组(T_1)在西部为紫红色泥页岩、粉砂岩夹泥质灰岩及介壳灰岩, 向西南边缘碎屑增多、粒度增大, 并含砾和凝灰质砂岩, 往东灰岩增多, 渐变为东部以灰岩为主的大冶组. 下三叠统上部嘉陵江组(T_1)和中三叠统下部雷口坡组(T_2)在全区基本一致, 为灰岩、生屑灰岩及白云岩, 夹岩溶角砾岩及砂质泥岩, 含石膏和岩盐, 是区域重要的含盐层位. 中三叠统上部天井山组(T_2)为碳酸盐岩, 上三叠统下-中部马鞍塘组或垮洪洞组和小塘子组(T_3), 为浅海潮坪相的砂泥岩和生屑灰岩. 上三叠统上部须家河组(T_3)在区内分布广泛, 岩性主要为海陆过渡相或陆相砂岩、粉砂岩、泥岩或页岩夹煤层, 是西南地区重要的含煤地层. 丽江地层分区($Ⅸ_{1\text{-}3}$)三叠系分布广泛, 分为下三叠统青天堡组(T_1)、中三叠统北衙组(T_2)、白山组(T_2)、上三叠统中窝组、松桂组和白土田组(T_3), 以浅海-滨浅海相碳酸盐岩和砂岩、泥质岩为主, 厚2264~3224m, 其中的上三叠统上部为陆相含煤岩系. 康定-西昌地层分区($Ⅸ_{1\text{-}4}$)未见下、中三叠统地层报道. 上三叠统分布广泛, 为一套含煤碎屑岩地层, 不整合于下伏各时代地层之上. 以磨盘山-绿汁江断裂为界, 西部代表性的地层单位为丙南组(T_3)、花果山组(T_3)和白土田组(T_3).

东部在四川境内称白果湾组(T_3), 云南境内包括有普家村组、干海子组、舍资组(T_3), 属上统的中上部层位. 峨边-曲靖地层分区(Ⅸ$_{1\text{-}5}$)三叠系与成都地层分区相似.

4 古生物地理区系研究

古生物地理区系是板块构造研究的重要内容之一, 青藏高原现今彼此相连的地块在地质历史时期可能相距遥远, 地块之间狭窄的缝合带有可能是具有生物分布地理隔离作用的宽阔洋盆. 近年来许多学者对青藏高原二叠系开展了广泛的生物地理区系研究(Shen等, 2013; Zhang等, 2013, 2019; Qiao等, 2019; Xu等, 2019). 青藏高原不同地块之间在三叠纪时期的远近亲疏关系, 哪条缝合带具有洋盆的大地构造属性还存在多种认识, 古生物地理区系研究有助于解答这些构造地质学问题.

4.1 古植物地理分区

饶荣标等(1987)认为欧亚古陆的北方型*Bernoullia-Danaeopsis*植物群和南方型*Dictyophyllum-Clathropteris*植物群的化石主要出现在青藏高原北部和东北部的晚三叠世地层中, 植物群分布范围不越过班公湖-怒江缝合带一线. 孙革(1987)将中国晚三叠世植物群分为北方、南方和雅鲁藏布江3个植物区, 藏东、川西和华南都归入南方植物区; 南方植物区和雅鲁藏布江植物区之间分界线推测在安多、巴青、丁青、昌都等植物化石控制点以南一线, 大致对应于班公湖-怒江缝合带一线. 此分界线以南的广大区域都归入雅鲁藏布江植物区, 但雅鲁藏布江植物区只有拉孜县修康一个只见到劣质煤层, 未见植物化石的控制点位. 孙革等(1987)认为西藏南部晚三叠世仍为印度板块北缘陆域, 尚未和中国主体大陆拼合, 植物群性质尚未明了, 推测仍为冈瓦纳植物群(*Dicroidium-Lepidopteris*植物群).

在以往的研究中, 对于冈底斯地区在晚三叠世的植物地理区系的划分少有讨论. 冈底斯地区介于印度河-雅鲁藏布江缝合带和班公湖-怒江缝合带之间, 这个区域究竟是归属于欧亚古陆南缘的南方植物区, 还是归属于冈瓦纳古陆北缘的冈瓦纳植物区, 涉及到班公湖-怒江缝合带晚三叠世的大地构造属性问题. 在冈底斯地区, 王乃文等(1983)报道了拉萨林周县甲拉浦组(T_3-J_1)中的植物化石*Equisetum* cf. *sarrani*、*Coniopteris* sp.和*Neocalamites* sp. 夏岗江植物群曾经被视为二叠纪的冷暖混生植物群(蒋忠惕和徐正余, 1983; 李星学等, 1985; 石和等, 2002; 李晓勇等, 2002). Maheshwari和Bajpai(1987)认为夏岗江植物群属于华夏植物群. 沈光隆(1995)、刘艳和孙克勤(2008)也认为夏岗江植物群与欧亚大陆的华夏植物群关系密切, 但混有冈瓦纳植物群的分子. 纪占胜等(2007a)认为含有"夏岗江植物群"的植物化石分子在改则地区坚扎弄组和措勤地区敌布错组的时代是晚三叠世瑞替期-早侏罗世. 这些植物化石指示冈底斯地层区在晚三叠世瑞替期处于陆地或靠近陆地的滨岸环境, 从"夏岗江植物群"与华夏植物群具有密切的亲缘关系看, 冈底斯地层区在晚三叠世瑞替期与羌塘盆地同处于欧亚古陆南缘, 冈底斯地区含植物化石的大陆边缘碎屑岩沉积体系来自于北方欧亚大陆. 印度河-雅鲁藏布江一线以南的青藏高原范围内晚三叠世瑞替期-早侏罗世地层中至今没有发现植物化石, 从地层的沉积相看, 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和喜马拉雅地层区康马-隆子地层分区在晚三叠世-早侏罗世都是深海-半深海相环境, 对于陆生植物具有地理分隔意义. 因此, 从古植物的分区看, 晚三叠世瑞替期-早侏罗世班公湖-怒江缝合带不具有植物地理分隔意义, 晚三叠世瑞替期-早侏罗世植物的地理分区界线应该划在印度河-雅鲁藏布江缝合带一线.

4.2 浅海底栖类古生物地理分区

(1) 双壳类古地理分区. 殷鸿福(1981)根据克氏蛤与正海扇两属将早三叠世双壳类分为北方大区、中低纬度大区和南方大区三大生物地理区, 认为特提斯在三叠纪时为一宽阔海洋, 阻隔南北岸底栖生物的交流, 特提斯南缘与北缘双壳类组合的差异明显. 陈楚震(1983)指出西藏早三叠世双壳类动物群存在南北差异, 冈瓦纳古陆和欧亚古陆之间当时被开阔的东特提斯海分隔. 晚三叠世诺利期东特提斯海似乎逐渐缩小, 缅甸那贲动物群经昌都地区到达西藏境内. 饶荣标等(1987)认为青藏高原早三叠世双壳类可分为2个生物地理区, 中三叠世开始以后则属于1个生物地理区. 刘世坤等(1988)认为拉萨-察隅地层区的上三叠统麦隆岗组的双壳类与青海、云南一带东特提斯北部边缘常见的化石组合有密切的联系, 总体面貌更接近北部特提

斯海域的生物群特征. 以上研究似乎并不支持将班公湖-怒江缝合带视为对双壳类分布具有重大影响的古地理分区界线.

(2) 腕足类古地理分区. 孙东立(1981)将东特提斯水域中三叠世安尼期腕足类动物群划分为喜马拉雅生物分区和特提斯东北边缘生物分区. 饶荣标等(1987)将青藏高原三叠纪的腕足类动物群划分为珠峰生物分区和特提斯东北边缘生物分区. 前者属于冈瓦纳大陆北部边缘浅海范围的一部分, 后者属于欧亚大陆南缘浅海范围的一部分. Sun等(2017)将中国三叠纪腕足类分属于喜马拉雅特提斯生物区和华夏特提斯生物区, 认为青藏高原的腕足类区系界线为雅鲁藏布江缝合带, 界线以北包括冈底斯、羌塘、喀拉昆仑等地的生物群都属于华夏特提斯生物区系. 早三叠世晚期进一步分为冈底斯亚省和南祁连亚省. 中三叠世特提斯东北边缘生物分区可进一步划分为南祁连山-西秦岭亚区(属于南祁连海湾性质)和"三江"亚区, 两个亚区以可可西里-甘孜-木里断裂带为界. 晚三叠世诺利期是腕足类最繁盛的时期, 腕足类化石主要集中分布在珠峰分区、"三江"亚区, 而南祁连山-西秦岭亚区自晚三叠世以来已完全抬升为陆地, 没有腕足类化石.

(3) 珊瑚类古地理分区. 西藏的珊瑚类化石主要产出于晚三叠世卡尼期-诺利期地层中. 廖卫华和夏金宝(1994)指出西藏东部的昌都、江达、类乌齐、贡觉、察雅、芒康、左贡、丁青和藏北的双湖、藏南的定日以及拉萨附近的麦隆岗等地均发现了晚三叠世单体和群体石珊瑚类化石, 皆为特提斯海域晚三叠世常见的分子, 同属于特提斯生物地理大区, 没有进一步划分地理分区. Bo等(2017) 开展了古地理分区的研究, 指出喜马拉雅地区的晚三叠世珊瑚类动物群呈现出低分异度的特征, 只有7个属; 而雅鲁藏布江以北地区的晚三叠世珊瑚类生物群呈现出高分异度的特征, 拉萨地块有15属, 羌塘地块有26属, 松潘-甘孜地块有28属, 并且表现出相当程度的相似性. 因此认为喜马拉雅地区晚三叠世位于特提斯洋盆的南侧, 因宽广的洋盆阻隔, 珊瑚类不能与其他三个地区自由交流. 强调了印度河-雅鲁藏布江缝合带对珊瑚类分布的地理分隔意义. 同时认为松潘-甘孜地块和包括南羌塘地区在内的羌塘地块彼此接近, 同属于晚三叠世特提斯洋北侧的同一生物相区, 浅海底栖生物珊瑚类可以自由交流, 这意味着其间没有具有控制珊瑚类分布的洋盆. 但对拉萨地块的古地理区划没有做出进一步结论, 也未对班公湖-怒江缝合带对珊瑚类古地理分区的控制意义进行讨论. 纪占胜等(2010a)在拉萨地块南部的措勤县鸭洼地区、石秋圆等(2021)在拉萨地块中部的纳木错西岸、Wu等(2019)在班公湖-怒江缝合带中段班戈县佳琼地区的上三叠统麦隆岗组中都发现了珊瑚类化石. 这些发现说明班公湖-怒江缝合带在晚三叠世诺利期对珊瑚类分布没有地理分区的控制意义. 因此, 笔者认为拉萨地块晚三叠世诺利期应与北侧地区归入同一生物地理分区, 印度河-雅鲁藏布江缝合带在晚三叠世诺利期对珊瑚类分布的地理分隔意义较为明显.

4.3 浮游类古生物地理分区

(1) 菊石古地理分区. 顾庆阁等(1980)认为拉萨中三叠世安尼晚期*Paraceratites trinodosus*菊石群的大多数种, 在双湖地区康南组也有出现, 与以欧洲阿尔卑斯山地区为代表的西特提斯生物群非常相似, 而与喜马拉雅地区含有的共同化石明显减少. 推测这种差异是由于雅鲁藏布江一线当时水体较深且开阔导致. 代表特提斯南缘海的喜马拉雅地区和代表特提斯北缘海的拉萨一带, 其间的距离较当今距离为大且有较深的海水相隔, 而北缘海的东、西之间, 虽相距亦远, 但其间的大陆架是可以沟通的. 王义刚(1984)也认为早三叠世和中三叠世印度河-雅鲁藏布江缝合带南、北两侧的菊石动物群存在差异性, 强调印度河-雅鲁藏布江一线的生物地理分区作用. 饶荣标等(1987)认为早-中三叠世菊石群的差异以金沙江断裂为界, 但也承认中三叠世安尼期珠峰区和冈底斯-念青唐古拉区菊石生物群的差异. 晚三叠世菊石分区则强调了班公湖-怒江缝合带南、北两侧的差异性. 晚三叠世诺利期又是一个菊石繁盛期, 但分布范围较中三叠世安尼期范围小, 主要集中在珠穆朗玛峰区和"三江流域"; 瑞替期主要是厚度很大的含煤地层, 产丰富的植物化石和少量半咸水及淡水性质的双壳类, 不含菊石.

(2) 牙形类古地理分区. Kozur(1973)认为西藏在三叠纪时期属于特提斯生物大区的亚洲区. Matsuda(1985)进一步将特提斯区早三叠世牙形类分为冈瓦纳边缘分区和狭义特提斯分区, 前者包括克什米尔、盐岭、斯匹提、尼泊尔的多尔帕和塔科拉地区、中国一侧的珠峰地区以及西澳大利亚, 牙形类组合由少量的种组成, 成分很单一; 后者包括南阿尔卑斯、外高加

索、伊朗、阿富汗、中国南部、马来西亚、日本和锡霍特, 牙形类组合则由许多种组成, 其成分也有相当的差异. 田传荣等(1983)将中国早三叠世牙形类分为喜马拉雅区和扬子区, 前者有适合低盐度和低能浅海的*Neogondolella*一属的几乎所有种, 后者富含广盐度的牙形类*Hadrodontina*和*Pachycladina*. 姚建新等(1993)将中国早三叠世牙形类分为喜马拉雅区、上扬子区和下扬子区, 指出上扬子区以*Pachycladina obliqua*和*Parachirognathus eithington*发育与喜马拉雅区相区别. 王成源(1998)将中国整体划归特提斯大区中的亚洲生物区, 并认为早三叠世晚期*Pacycladina bidentata*、*Pachycladina symmetricus*和*Platyvillosus coatatus*等只是浅水台地相区的标志, 可能还不足以作为生物区差别的标志. 杨守仁等(2001)以雅鲁藏布江为界将中国三叠纪牙形类分为华夏特提斯生物亚区和冈瓦纳特提斯生物亚区. 前者特点是牙形类*Neogondolella*分异度和丰度小, *Pachycladina*、*Hadrodontina*和*Parachirognathus*(以下简称为P-H-P组合)等很繁盛, 并出现*Gladigondolella*. 冈瓦纳特提斯生物亚区限于雅鲁藏布江以南, 牙形类分异度小, 但*Neogondolella*的分异度和丰度大, 未出现P-H-P组合的牙形类分子. 在二十世纪, 三叠纪牙形类古地理区系研究经历了一个不断细化的过程, 中国学者已经注意到P-H-P组合在古地理分布、印度河-雅鲁藏布江缝合带在早三叠世的古地理分区意义. 但当时讨论的主要是喜马拉雅地区和扬子地区, P-H-P组合的牙形类分子在雅鲁藏布江以北的广大地区少有相关的报道和讨论.

21世纪以来, P-H-P组合的牙形类分子在雅鲁藏布江以北相继发现, 夏凤生和张放(2005)报道了南羌塘盆地依布茶卡剖面、北羌塘地区尼玛县康如茶卡剖面、热觉茶卡剖面的下三叠统康鲁组的P-H-P牙形类组合的化石分子, 确证了*Pachycladina*和*Parachirognathus*在印度河-雅鲁藏布江缝合带以北的羌塘盆地的存在, 并指出这些牙形类生活在温暖的浅水、高能、富有营养的滨海线和潮坪或三角洲潮间带环境, 属欧亚大陆边缘的低纬度特提斯生物大区亚洲生物区. 李才等(2016)报道了北羌塘盆地条形山地区下三叠统硬水泉组中含有P-H-P牙形类组合的化石分子. 在班公湖-怒江构造-地层区, 陈志(2016) 在改则地区发现了P-H-P组合中的*Hardrontina*分子, Wu等(2019) 在班戈县佳琼地区发现了P-H-P组合中的*Hadrodontina*和*Pachycladina*属种. 在冈底斯, 从西部狮泉河地区(郑有业等, 2007), 向东南经仲巴县仁多地区(武桂春等, 2018)、昂仁县措迈地区(Wu等, 2021a), 东到纳木错西保吉一带(武桂春等, 2017), 相继发现了牙形类P-H-P组合中的*Hadrodontina*和*Pachycladina*分子. 从牙形类P-H-P组合出现的情况看, 北羌塘地块、南羌塘地块、班公湖-怒江缝合带和冈底斯地块应该隶属于欧亚大陆边缘的低纬度特提斯生物大区亚洲生物区, 处于欧亚大陆边缘浅水蒸发岩发育的碳酸盐岩台地到滨海相潮坪或潮间带环境. 这也说明早三叠世龙木错-双湖缝合带、南羌塘地块、班公湖-怒江缝合带不是处于洋盆的环境.

牙形类P-H-P组合及其所在的浅水蒸发岩发育的碳酸盐岩台地相地层, 向东可以追索到云南的腾冲地块、保山地块的河湾街组(董致中和王伟, 2006), 再向东可以追索到上扬子地区和下扬子地区嘉陵江组(王志浩和曹延岳, 1981; 王志浩和戴进业, 1981; 蒋武等, 2000; Yan等, 2013; Sun等, 2020). 这说明西藏雅鲁藏布江以北广大地区、云南腾冲、保山与扬子板块之间, 在早三叠世时期没有类似印度河-雅鲁藏布江一线的沉积环境, 不能阻隔P-H-P组合的牙形类分布. 因此, 保山地块以东的昌宁-孟连缝合带在早三叠世不具有生物地理分隔意义.

中三叠世-晚三叠世卡尼期的牙形类在青藏高原全区发现产出的地点少, 化石数量不多, 而且分异度低, 生物分区意义尚不明显. 晚三叠世诺利期的牙形类有广泛产出, 根据化石数量和分异度, 也以印度河-雅鲁藏布江为界, 分为特提斯南缘生物区系和特提斯北缘生物区系. 位于特提斯南缘的喜马拉雅地块, 牙形类数量少, 分异度低(田传荣, 1982); 而位于特提斯北缘的牙形类(毛力和田传荣, 1987; 纪占胜等, 2003, 2010a; 董致中和王伟, 2006; Du等, 2020; Zeng等, 2021, 2023; Wu等, 2021b, 2023)数量丰富, 分异度高, 与西特提斯牙形类动物群能进行很好的对比; 其中在特提斯北缘发育的牙形类种*Norigondolella steinbergensis*在特提斯南缘尚未发现, 有可能也是两个生物分区的区分标志之一(Wu等, 2023).

5 沉积古地理

青藏高原面积广大, 三叠系沉积类型多样, 生物面

貌迥异，导致地层古生物学研究经历了一个从局部地区到全区逐渐扩展、从肉眼可见大化石研究到“哑地层”中微体化石研究的漫长历史过程. 不同历史阶段地层资料丰富程度的不同，是导致出现多种不同的古地理格局认识的根本原因之一. 前人对印度河-雅鲁藏布江以南喜马拉雅地块的三叠纪古地理格局认识比较一致, 均认为是冈瓦纳大陆北缘的被动大陆边缘沉积, 表现为南浅北深的沉积相变化趋势; 而对印度河-雅鲁藏布江以北古地理格局的认识, 则存在着较大分歧, 尤以冈底斯和南羌塘两个地块古地理格局的争议最大，出现了3种截然不同的观点，可以概括为“三陆两槽”、“多岛弧盆系”和“两陆一盆”.

5.1　“三陆两槽”

该观点认为, 在三叠纪时期, 北方的欧亚大陆和南方的冈瓦纳大陆之间为巴颜喀拉海槽、冈底斯古陆、雅鲁藏布江海槽的宏观地质格局(图5). 在该古地理认识下，冈底斯地块(西南缘拉萨附近除外)在三叠纪是古陆剥蚀区，在早、中三叠世，拉萨地块与南羌塘地块是连在一起的古陆，其间的班公湖-怒江缝合带在早、中三叠世并不活动，只有到了晚三叠世才开始拉张成裂谷, 沉积了确哈拉群或巫嘎群(赵政璋等, 2000; 高瑞祺和赵政璋, 2001). 冈底斯古陆在20世纪80年代也被称为冈底斯低地(王鸿祯, 1985)或冈底斯水下隆起区(黄汲清和陈炳蔚, 1987).

“三陆两槽”观点的提出与当时古生物学研究程度低、在冈底斯地区和南羌塘盆地没有识别出早、中三叠世地层有直接的关系(纪占胜等, 2018). 从本文对古生物化石和岩石地层的总结中可以看出，这些地区海相地层发育，因此“三陆两槽”的古地理学认识已经失去了地层学基础.

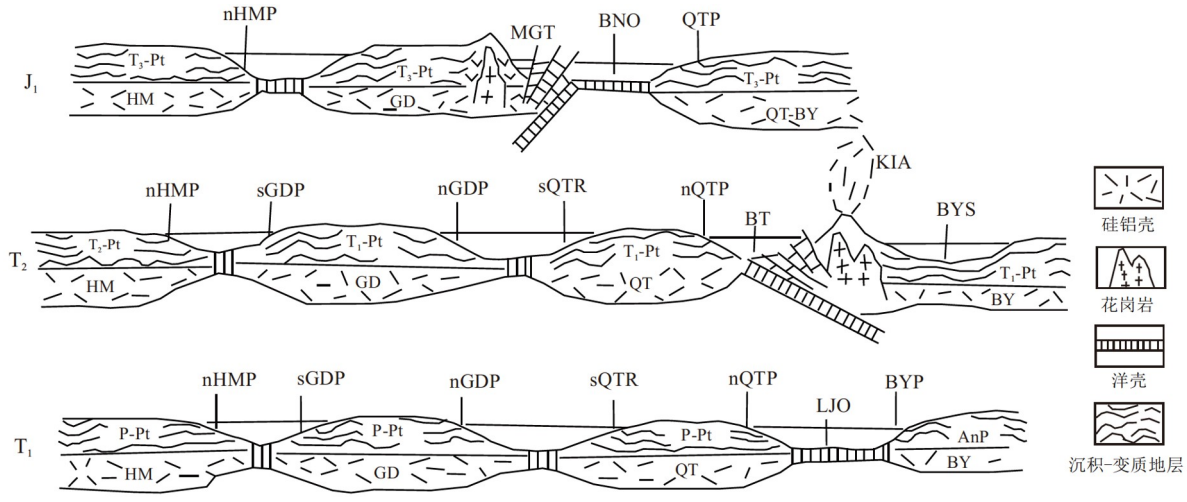
5.2　“多岛弧盆系”

“多岛弧盆系”是当前具有较大影响力的古地理认识, 该观点认为在三叠纪时期, 欧亚大陆和冈瓦纳大陆之间为复杂的岛弧、海山和洋盆结构(图6), 其核心和特色包括: 冈底斯地区是岛弧区，班公湖-怒江缝合带和龙木错-双湖缝合带之间是洋盆(“班公湖-双湖-怒江洋”), 南羌塘地区是洋盆中的洋岛(潘桂棠等, 2013; 王立全等, 2013; 朱同兴等, 2013). “多岛弧盆系”的核心认识同样受到越来越多的地层古生物学证据的质疑.

(1) 地层学证据不支持“冈底斯地区为岛弧”的认识. 形成“冈底斯地区在三叠纪为岛弧”这一古地理认识的主要地层学依据是冈底斯地区大面积缺失下、中三叠统沉积，分布局限的上三叠统或中、上侏罗统与上二叠统之间为角度不整合(潘桂棠等, 2004; 王立全等, 2013). 朱同兴等(2013)认为中冈底斯区域在早、中三叠世是以隆格尔-工布江达断裂带为主轴的隆起剥蚀区, 代表岛弧沉积, 并推测中冈底斯岛弧北侧的碳酸盐岩台地是具有岛弧火山岩基座的孤立碳酸盐台地, 在构造古地理单元上更像大洋盆地中孤立分布的一系列海山型台地.

然而, 如前文所述, 冈底斯地层区上三叠统或中、上侏罗统与上二叠统之间并非存在大的沉积间断，其间为连续的海相碳酸盐岩沉积，原来认为是上二叠统碎屑岩相的敌布错组或坚扎弄组，其时代已修订为晚三叠世瑞替期-早侏罗世(纪占胜等, 2007a); 冈底斯地层区发现有多个三叠系出露点，这些地层点甚至出露于朱同兴等(2013)描绘为中冈底斯岛弧区的区域(武桂春等, 2018; Wu等, 2021a, 2021c), 从而证明冈底斯地区海相三叠系并非孤立存在, 而是广泛发育. 从目前发现的三叠纪岩石地层的沉积特征上看，均表现为稳定的碳酸盐岩沉积，在其中并没有任何与岛弧火山活动或海底火山喷发有关的溢流火山岩夹层或火山碎屑岩夹层的迹象. 上述诸多地层学证据都不支持冈底斯在三叠纪为岛弧.

(2) 地层学证据不支持“班公湖-怒江缝合带和龙木错-双湖缝合带之间是洋盆、南羌塘地区是洋盆中的洋岛”的认识. 班公湖-怒江缝合带在三叠纪是大洋的观点的提出，更多的是一种假设，缺少有说服力的地层学依据. 位于冈底斯北缘那曲地区的中三叠统嘎加组，因其为含放射虫的硅质岩，被解释为三叠纪大洋存在的地层学证据(潘桂棠等, 2006), 然而嘎加组的MnO/TiO_2比值均小于0.5，指示其形成沉积环境更可能为大陆边缘海(尼玛次仁和谢尧武, 2005); 较新的地层古生物学证据表明，班公湖-怒江构造-地层区的西部和中部，下三叠统均为白云岩地层，说明该地质单元在早三叠世为碳酸盐岩蒸发台地沉积环境，而非大洋沉积环境; 在中部地区发现了产有诺利期珊瑚类化石的麦隆岗组碳酸盐岩地层以及其上以碎屑岩为主的确哈拉群的地层，指示该带中部在晚三叠世诺利期-瑞替期同样处于水体较浅的碳酸盐岩沉积环境;



T_1-早三叠世; T_2-中三叠世; T_3-晚三叠世; J_1-早侏罗世; Pt-元古宇; Anp-前二叠系; P-二叠系
HM-喜马拉雅地块; GD-冈底斯地块; QT-羌塘地块; BY-巴颜喀拉地块; QT-BY-羌塘-巴颜喀拉地块
BT-巴塘海沟; BYS-巴颜喀拉边缘海; BYP-巴颜喀拉被动陆缘; sGDP-南冈底斯被动陆缘; nGDP-北冈底斯被动陆缘; KIA-柯南岛弧
LJO-拉竹龙-金沙江大洋; MGT-木嘎岗日海沟; nHMP-北喜马拉雅被动陆缘; QTP-羌塘被动陆缘; nQTP-羌北被动陆缘; sQTR-南羌塘陆缘裂陷

图 5　青藏高原三叠纪地质模型

据赵政璋等(2000)修改

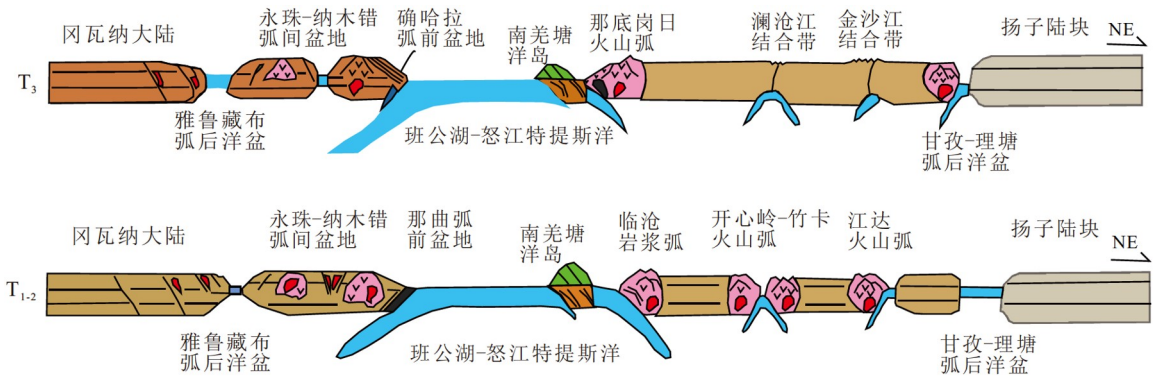


图 6　青藏高原三叠纪时期特提斯形成演化模式图

据潘桂棠等(2013)修改

西部改则一带也发现了类似的诺利期-瑞替期沉积序列(Wu等, 2021b), 虽然水体表现为比中部更深, 但是依然是班公湖-怒江缝合带在晚三叠世为浅海相碳酸盐沉积环境的有利证据.

龙木错-双湖缝合带在三叠纪时期古地理格局的解释相互矛盾. 图6表示该带在早、中三叠世是分隔南羌塘地块和北羌塘地块之间的大洋, 然而朱同兴等(2013)认为早三叠世时期该带作为"中央隆起带"已经形成, 并向南、北羌塘盆地提供物源, 北羌塘盆地南缘的下三叠统康鲁组中的碎屑岩就是来源于中央隆起带. 南羌塘在早、中三叠世为海山-岛弧的观点, 认为南羌塘盆地的主体在古生代-中三叠世属于洋内弧-洋岛-海山增生楔型混杂堆积, 增生楔上的晚三叠世属于(弧前)边缘海. 然而, 南羌塘盆地发现的下三叠统孜狮桑组、欧拉组都表现为稳定的碳酸盐岩台地沉积特征, 中三叠统座倾错组相对于下三叠统水体加深, 表现为深海-半深海相沉积, 但并没有表现出洋内弧-洋岛-海山增生楔型混杂堆积的特征.

5.3 “两陆一盆”

该观点认为三叠纪时期欧亚大陆和冈瓦纳大陆之间不存在冈底斯古陆，只有一个不断从海到洋扩张的沉积盆地(图7)，这个盆地大致以印度河-雅鲁藏布江近东西向一线为扩张轴，形成南北对称的两个被动大陆边缘体系，南侧为冈瓦纳大陆南浅北深的被动大陆边缘沉积体系，北侧为欧亚大陆北浅南深的被动大陆边缘沉积体系(纪占胜等, 2008, 2018). 这种观点源于在原来认为的“冈底斯古陆区”发现了三叠纪海相地层(纪占胜等, 2006, 2007b, 2007c; 武桂春等, 2007; 郑有业等, 2007)，是相对于“三陆两槽”的观点提出的，与“三陆两槽”观点的根本区别在于认为冈底斯地区和南羌塘地区在三叠纪是海洋沉积区而不是陆地剥蚀区(纪占胜等, 2008; Ji等, 2018)，冈底斯地区和南羌塘盆地在三叠纪时期的沉积环境和古地理亲缘关系也得到了进一步的描述和探讨(武桂春等, 2018; Wu等, 2019, 2021a, 2021b, 2021c). 冈底斯地区和南羌塘盆地在三叠纪时期是海洋沉积区的认识得到了地层学、生物古地理学及构造地质学的广泛印证: 在地层学上, 冈底斯和南羌塘地区广泛发育有连续稳定的碳酸盐岩台地相沉积, 二叠系和三叠系表现为连续的碳酸盐岩沉积, 碳酸盐岩沉积环境持续到晚三叠世诺利期, 瑞替期-早侏罗世为碎屑岩相沉积. “两陆一盆”的观点与不断发现的地层古生物学证据相吻合，为青藏高原各个块体在三叠纪各个时期的沉积展布和古地理格局演化等方面的研究提供了指导价值.

5.4 沉积古地理格局的时空演化

根据各个地层分区的地层划分对比和地层的垂向变化规律(图8), 特别是根据冈底斯地层区、班公湖-怒江构造-地层区、南羌塘地层区的地层垂向变化规律, 青藏高原三叠纪沉积古地理格局应该划分为早三叠世(图9)、中三叠世-晚三叠世卡尼期(图10)、晚三叠世诺利期(图11)和三叠世瑞替期4个时间阶段(图12)，而不是早-中三叠世和晚三叠世2个时间阶段进行描述.

5.4.1 早三叠世沉积古地理格局

早三叠世的沉积古地理格局(图9)是大致以印度河-雅鲁藏布江构造-地层区(Ⅶ_3)和康马-隆子地层分区($\text{Ⅶ}_{4\text{-}1}$)的半深海相沉积为拉张裂解中心, 向南北两侧沉积相依次变浅. 这两个分区为半深海浊流沉积相, 以穷果组、吕村组为代表.

(ⅰ) 康马-隆子地层分区以南

沉积相整体表现出向南变浅的趋势. 北喜马拉雅地层分区($\text{Ⅶ}_{4\text{-}2}$)为浅海碳酸盐岩台地相，以康沙热组为代表；高喜马拉雅地层分区($\text{Ⅶ}_{4\text{-}3}$)为浅海碳酸盐岩台地相，以Mikin组为代表；低喜马拉雅地层分区($\text{Ⅶ}_{4\text{-}4}$)为浅海碳酸盐岩台地相，以Tamba Kurkur组为代表；印-缅地层区(Ⅶ_5)和恒河地层区(Ⅷ_1)为陆相地层.

(ⅱ) 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区以北

沉积相整体表现出向北变浅的趋势. 冈底斯-腾冲地层区(Ⅶ_1)在靠近印度河-雅鲁藏布江构造-地层区一侧，发育半深海-深海沉积相. 在拉萨-察隅分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}6}$)的南部，查曲浦组下部碳酸盐岩地层中夹有硅质灰岩、凝灰质岩和安山岩，因此该地区也处于较深水沉积相，并具有一定的活动性. 在隆格尔-南木林地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}5}$)南部, 水体较深, 发育碎屑岩为主的深海-半深海斜坡相(刘成林等, 2020); 向北相变为碳酸盐岩台地沉积相, 古地貌呈现出高低起伏的特征, 水体较深处以灰岩为主的嘎仁错组为代表，水体较浅处以白云岩为主的木纠错组为代表. 再向北，措勤-申扎地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}4}$)为古地貌高低起伏的碳酸盐岩台地相，水体较深处以嘎仁错组为代表，水体较浅处以木纠错组为代表. 狮泉河-永珠-嘉黎构造-地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}3}$)为碳酸盐岩蒸发台地相，以木纠错组为代表. 班戈-八宿地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}2}$)见有下三叠统碳酸盐岩，嘎仁错组为代表. 东部的腾冲地层分区($\text{Ⅶ}_{1\text{-}9}$)和保山地层区(Ⅶ_2)为碳酸盐岩蒸发台地相, 以白云岩为特征的河湾街组为代表.

班公湖-怒江构造-地层区(Ⅵ_4)为碳酸盐岩蒸发台地相, 以木纠错组为代表, 不排除改则扎西措布一带发育有较深水的碳酸盐岩台地沉积. 南羌塘地层区(Ⅵ_2)和龙木错-双湖构造-地层区(Ⅵ_1)发育碳酸盐岩台地相, 以白云岩为主的欧拉组和孜狮桑组为代表. 崇山-临沧地层区(Ⅴ_6)和喀喇昆仑地层分区($\text{Ⅴ}_{5\text{-}1}$)未见下三叠统出露, 沉积相不明.

北羌塘地层分区($\text{Ⅴ}_{5\text{-}2}$)为滨浅海相, 西部拉竹龙地区以万泉河群为代表，双湖一带以康鲁组碎屑岩和硬水泉组碳酸盐岩为代表. 乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层区(Ⅴ_4)未见下三叠统出露，沉积相不明. 江达-维西地层分区($\text{Ⅴ}_{3\text{-}1}$)下三叠统以滨浅海相碎屑岩为主, 岩浆活动较为明显，夹有英安岩、流纹岩、流纹质凝灰

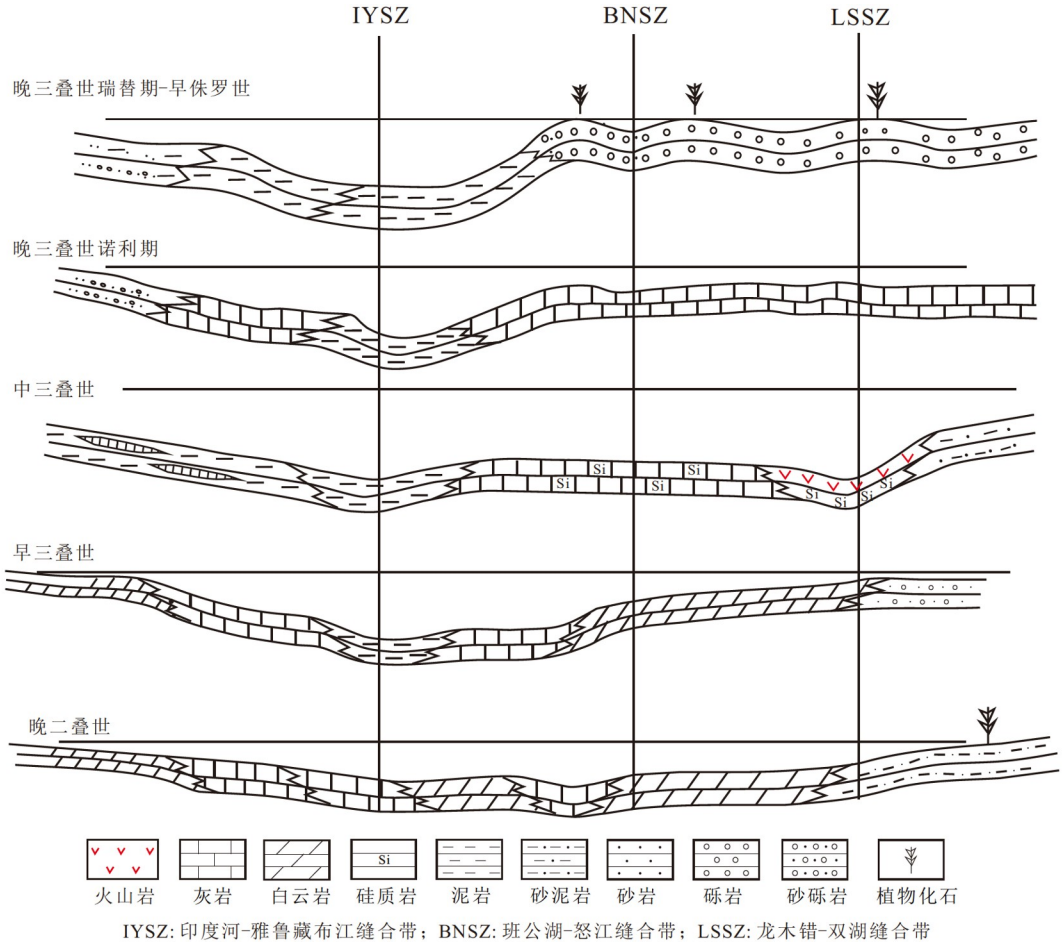


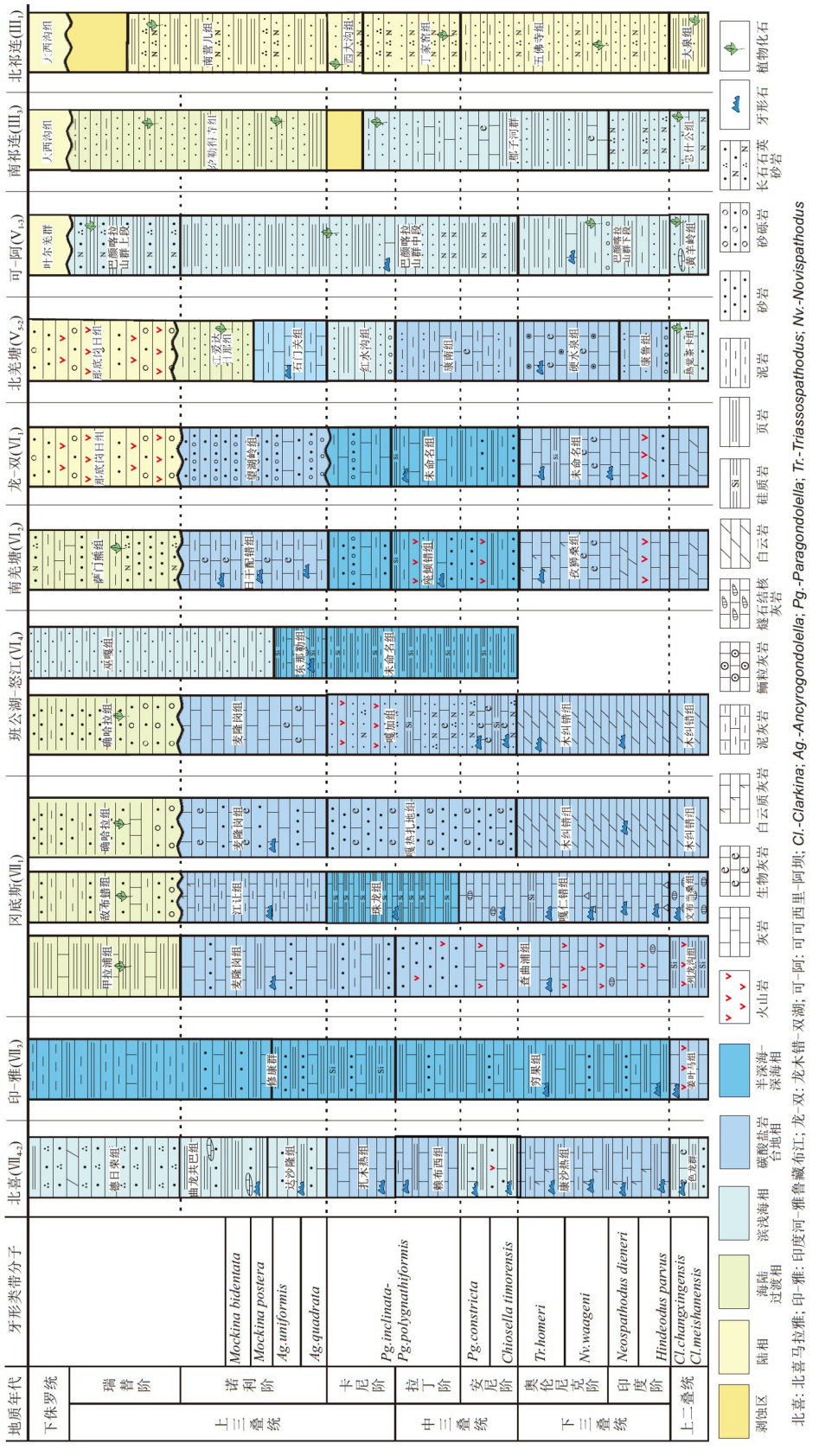
图 7　青藏高原晚二叠世-早侏罗世早期地质演化示意图

据纪占胜等(2018)修改

岩，以普水桥组、马拉松多组为代表. 昌都地层分区($V_{3\text{-}2}$)的下三叠统为浅海相碎屑岩，含双壳类，以马拉松多组下部为代表. 兰坪地层分区($V_{3\text{-}3}$)和开心岭-杂多-竹卡地层分区($V_{3\text{-}4}$)未见下三叠统，沉积相不明. 西金乌兰湖-金沙江构造-地层区(V_2)下三叠统地层以构造混杂岩形式存在，沉积相未知.

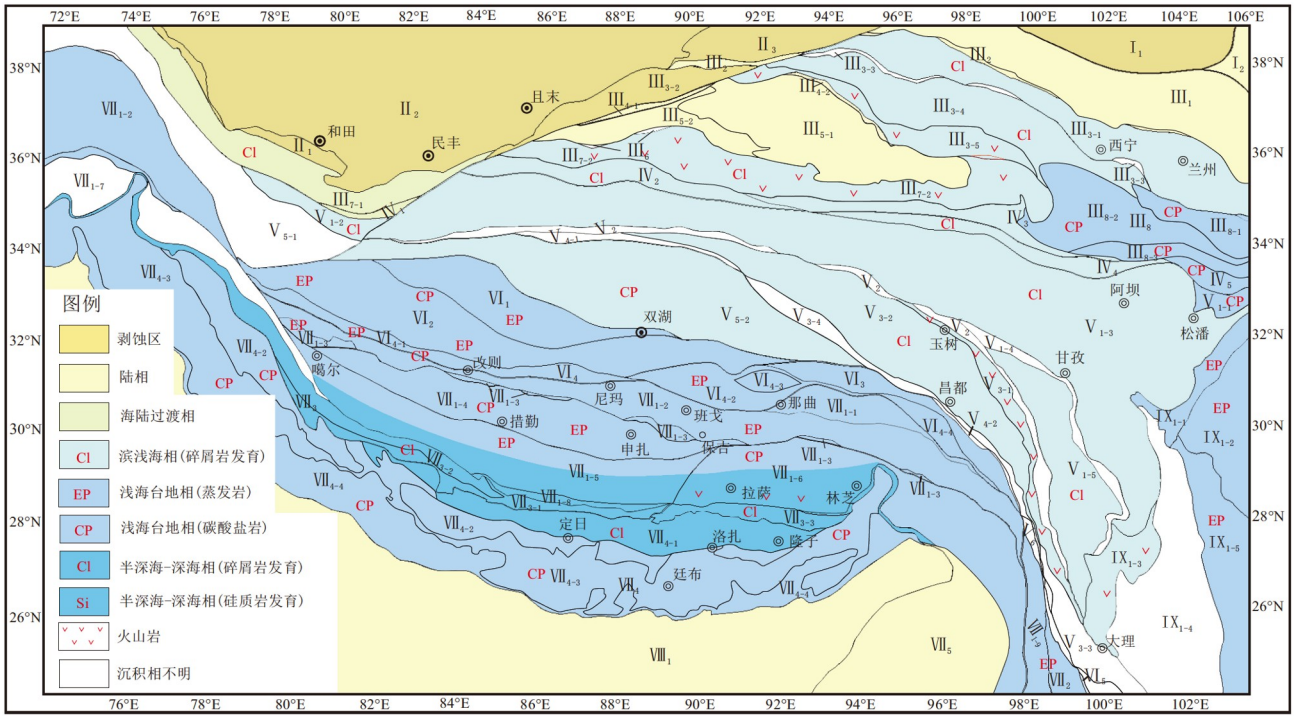
巴颜喀拉地层区(V_1)整体处于浅海碳酸盐岩相和碎屑岩相. 摩天岭地层分区($V_{1\text{-}1}$)下三叠统为碳酸盐岩台地相，以罗让沟组和红星岩组为代表. 喀拉塔格地层分区($V_{1\text{-}2}$)和可可西里-阿坝地层分区($V_{1\text{-}3}$)的下三叠统以巴颜喀拉山群下段为代表. 德格-中甸地层分区($V_{1\text{-}5}$)西带以布伦组为代表，东带为浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩，含有丰富的双壳类，以党恩组和领麦沟组为代表. 甘孜-理塘构造-地层分区($V_{1\text{-}4}$)的三叠系多表现为混杂岩块，下三叠统沉积相不详. 康西瓦-苏巴什构造-地层区($Ⅳ_1$)下三叠统为海陆交互相碎屑岩，以赛力亚克达坂群为代表. 木孜塔格-布喀达坂构造-地层区($Ⅳ_2$)、布尔汗布达构造-地层区($Ⅳ_3$)及布青山-玛沁构造-地层区($Ⅳ_4$)下三叠统为海底扇、浅水相灰岩和碎屑岩，以洪水川组、闹仓坚沟组下部和中部为代表. 勉县-略阳构造-地层区($Ⅳ_5$)下三叠统为碳酸盐岩台地相，以罗让沟组和红星岩组为代表.

秦岭地层区($Ⅲ_8$)下三叠统以隆务河组为代表，早期以浅海-较深水相碎屑岩为主，中晚期为碳酸盐岩台地相-浅海碎屑岩相. 西昆仑地层分区($Ⅲ_{7\text{-}1}$)下三叠统为海陆交互相、磨拉石建造，以赛利亚克达坂组为代表. 东昆仑地层分区($Ⅲ_{7\text{-}2}$)下三叠统下部为滨浅海相碎屑岩，夹英安质凝灰岩及凝灰岩，以洪水川组为代表；下三叠统上部为浅海相碳酸盐岩沉积，夹中性火山角砾岩及凝灰岩，以闹仓坚沟组为代表. 柴达木地



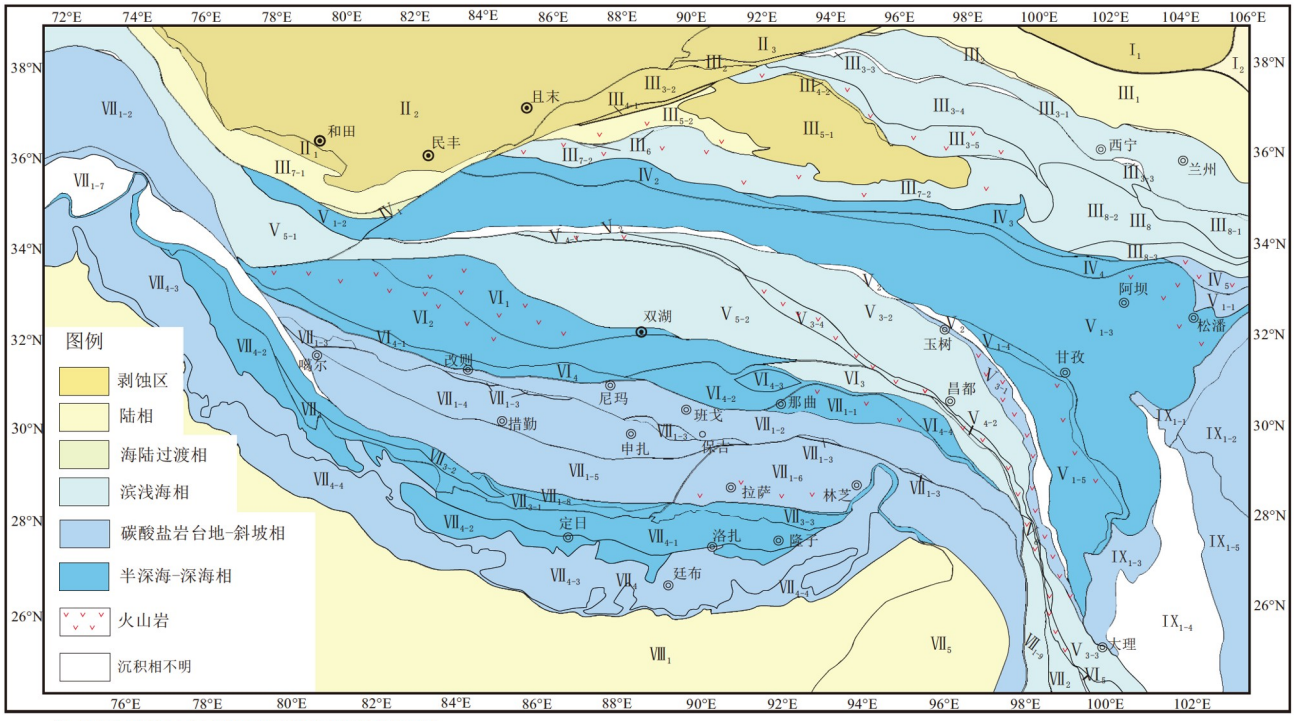
北喜: 北喜马拉雅; 印-雅: 印度河-雅鲁藏布江; 龙-双: 龙木错-双湖; 可-阿: 可可西里-阿钦; *Cl.-Clarkina*; *Ag.-Ancyrogondolella*; *Pg.-Paragondolella*; *Tr.-Triassospathodus*; *Nv.-Novispathodus*

图 8　青藏高原主要地层区三叠系岩性柱状对比示意图(垂向无比例)



注: 地层区和地层分区编号代码所代表的全称同图1

图 9　青藏高原早三叠世沉积古地理示意图



注: 地层区和地层分区编号代码所代表的全称同图1

图 10　青藏高原中三叠世-晚三叠世卡尼期沉积古地理示意图

层分区(III_5)和柴北缘构造-地层区(III_4)未见下三叠统, 推测为陆相. 全吉地层分区(III_{3-5})下三叠统为一套浅海-半深海相碎屑岩夹火山岩, 以郡子河群为代表. 南祁连地层分区(III_{3-4})和中祁连地层分区(III_{3-1})及其间的党河南山-拉脊山构造-地层分区(III_{3-3})下三叠统为滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积建造, 以下环仓组和江河组为代表. 阿尔金地层分区(III_{3-2})未见三叠系, 推测为剥蚀区. 北祁连地层区(III_1)下三叠统为陆相地层, 以五佛寺组为代表.

华北西南缘地层区和塔里木盆地地层区下三叠统为剥蚀区或为陆相地层. 成都地层分区(IX_{1-2})和峨边-曲靖地层分区(IX_{1-4})为浅水碳酸盐岩相和碎屑岩相, 代表性岩石地层单位为飞仙关组和嘉陵江组. 丽江地层分区(IX_{1-3})为滨浅海火山碎屑岩相(高振家等, 2014), 以青天堡组为代表. 康定-西昌地层分区(IX_{1-4})未见下三叠统出露, 沉积相不明.

5.4.2　中三叠世-晚三叠世卡尼期沉积古地理格局

该时期的沉积古地理格局(图10)大致以印度河-雅鲁藏布江构造-地层区(VII_3)和康马-隆子地层分区(VII_{4-1})的半深海-深海相沉积为裂解中心, 向南北两侧沉积相依次变浅. 该时期绝大多数地层分区的地层与早三叠世相比都表现出沉积相变深, 呈现出深海-半深海相分布范围扩大、中基性岩浆活动增强的特征. 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区为半深海相-深海相, 相对于下三叠统, 出现了较多的硅质岩沉积. 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区(VII_3)以穷果组上部、修康群下部和宋热组为代表, 康马-隆子地层分区(VII_{4-1})以吕村组上部和涅如群中下部为代表.

(ⅰ) 康马-隆子地层分区以南

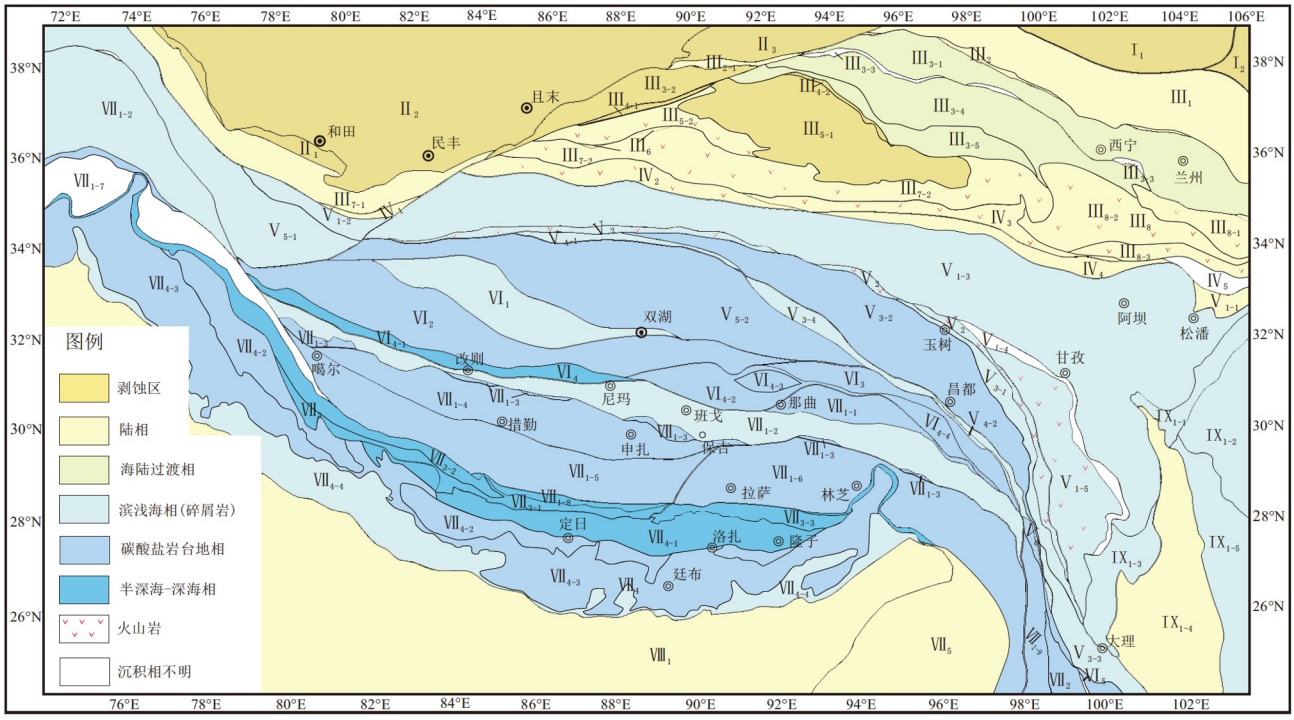
康马-隆子地层分区(VII_{4-1})以南地区该时期无岩浆活动记录, 地层厚度相对较薄, 表现出沉降缓慢的特征. 北喜马拉雅地层分区(VII_{4-2})为浅海-半深海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 以赖布西组和扎木热组为代表. 高喜马拉雅地层分区(VII_{4-3})主要为碳酸盐岩台地相沉积, 但已经有陆源碎屑物质注入, 以Tamba Kurkur组上部、Hanse组和Nimaloska组下部为代表. 低喜马拉雅地层分区主要为碳酸盐岩台地相沉积(VII_{4-4}), 以Tamba Kurkur组上部和Mukut组中下部为代表. 印-缅地层区(VII_5)和恒河地层区($VIII_1$)为陆相沉积.

(ⅱ) 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区以北

靠近印度河-雅鲁藏布江构造-地层区(VII_3)一侧, 由南向北表现出水体由深变浅的趋势. 拉萨-察隅分区(VII_{1-6})南部为中基性岩浆活动明显的半深海相, 以查曲浦组中上部和麦隆岗组下部为代表. 隆格尔-南木林分区(VII_{1-5})南部为深海-半深海斜坡边缘相, 以刘成林等(2020)谢通门一带发现的碎屑岩相为主的中下三叠统上部为代表; 北部由碎屑岩相转变为稳定型碳酸盐岩台地斜坡相, 以嘎仁错组上部和珠龙组为代表, 地层表现为几乎不含浅水类型底栖类生物的碳酸盐岩夹硅质岩, 深水相碎屑岩不发育, 无岩浆活动的记录. 措勤-申扎地层分区(VII_{1-4})和狮泉河-永珠-嘉黎构造-地层分区(VII_{1-3})可能以半深海碎屑岩相为主, 晚期向浅海碳酸盐岩台地相过渡, 前一分区以多布日组下部碎屑岩段为代表, 后一分区以嘎热扎地组为代表, 浅水底栖类生物不发育, 无岩浆活动的记录. 班戈-八宿地层分区(VII_{1-2})可能为浅海-半深海碎屑岩相, 偶见双壳类化石, 大致以确哈拉群下部为代表. 那曲-洛隆地层分区(VII_{1-1})可能为活动型浅海-半深海碎屑岩相, 浅水底栖类生物不发育, 可见岩浆活动记录, 以嘎加组为代表. 东部的腾冲地层分区(VII_{1-9})和保山地层区(VII_2)为碳酸盐岩蒸发台地相、浅海相碎屑岩, 以河湾街组上部和南梳坝组下部为代表.

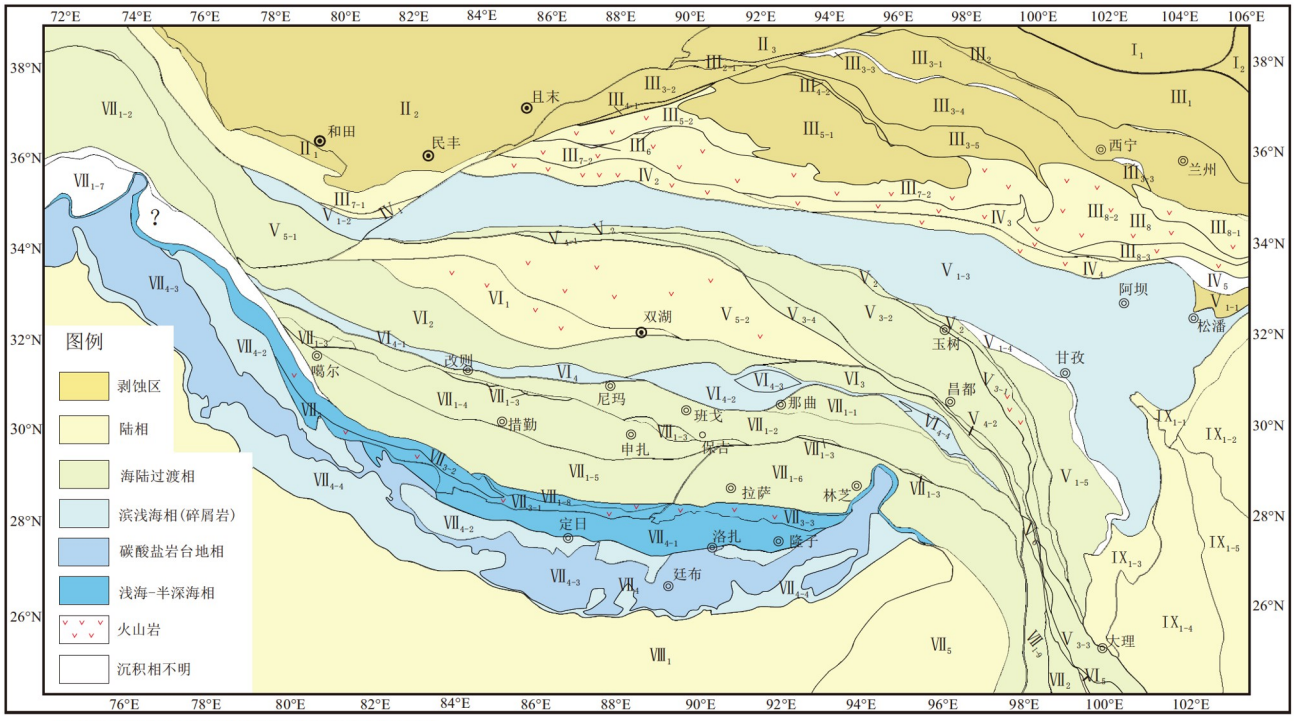
班公湖-怒江构造-地层区(VI_4)的日土-改则构造-地层分区(VI_{4-1})可能为深海-半深海碎屑岩相, 地层以传统的巫嘎群下部为代表, 在改则的扎西错布一带以东那勒组之下的泥页岩与硅质岩地层为代表, 浅水底栖类生物不发育, 无岩浆活动的记录. 南羌塘地层区(VI_2)为活动型深海-半深海相, 以座倾错组和日干配错群下部为代表, 硅质岩发育, 中基性岩浆活动强烈, 出现肖切堡组、弄佰组. 龙木错-双湖构造-地层区(VI_1)为深海-半深海相, 发育泥页岩夹碳酸盐岩、硅质岩.

再向北, 沉积相变浅为以滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐为主. 喀喇昆仑地层分区(V_{5-1})以河尾滩群和克勒青河群下部和中部为代表, 见双壳类、腕足类等浅海底栖类生物. 北羌塘地层分区(V_{5-2})以康南组和红水沟组为代表. 崇山-临沧地层区(V_6)为滨浅海相碎屑岩、浅海相碳酸盐岩, 以芒怀组和察瓦龙群下部为代表, 中酸性岩浆活动强烈. 乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层分区(V_4)的地层主要见于南段(V_{4-2}), 为浅海相碎屑岩、碳酸盐岩夹少量火山岩, 以结扎群中下部为代



注: 地层区和地层分区编号代码所代表的全称同图1

图 11　青藏高原晚三叠世诺利期沉积古地理示意图



注: 地层区和地层分区编号代码所代表的全称同图1

图 12　青藏高原晚三叠世瑞替期沉积古地理示意图

表. 昌都-兰坪地层区(V_3)发育浅海相碎屑岩和碳酸盐岩, 岩浆活动强烈. 江达-维西地层分区(V_{3-1})以马拉松多组中上部、色容寺组、瓦拉寺组、上兰组、巴塘群、东独组、甲丕拉组下部为代表, 可见浅水底栖类生物. 昌都地层分区(V_{3-2})以马拉松多组中上部和甲丕拉组为代表. 兰坪地层分区(V_{3-3})以上兰组和歪古村组为代表. 开心岭-杂多-竹卡地层分区(V_{3-4})代表性岩石地层单位有芒怀组、小定西组、竹卡群中下部、结扎群中下部. 西金乌兰湖-金沙江构造-地层区(V_2)沉积相不详.

巴颜喀拉地层区(V_1)沉积环境复杂多变. 德格-中甸(香格里拉)地层分区(V_{1-5})西带为碳酸盐岩台地相与浅海碎屑岩岩相过渡相区, 以洁地组和王吃卡组下部为代表; 东带发育有深海-半深海相复理石, 以列衣组为代表, 同时还有浅海相碳酸盐岩和细碎屑岩组合, 以三珠山组和马索山组为代表, 卡尼期岩浆活动强烈, 前人推测为火山岛弧. 甘孜-理塘构造-地层分区(V_{1-4})可能为深海-半深海碎屑岩相, 可见硅质岩发育. 可可西里-阿坝地层分区(V_{1-3})为深海-半深海相复理石, 以巴颜喀拉山群中段或扎尕山组、杂谷脑组和侏倭组为代表, 在炉霍-道孚混杂岩带内, 岩浆活动强烈. 喀拉塔格地层分区(V_{1-2})为以陆源碎屑浊积岩发育为特征的深海-半深海相碎屑岩, 以巴颜喀拉群中部为代表. 摩天岭地层分区(V_{1-1})碳酸盐岩相为主, 以祁让沟组为代表, 卡尼期地层缺失. 康西瓦-苏巴什构造-地层区($Ⅳ_1$)为海陆交互相碎屑岩, 以赛力亚克达坂群中上部为代表. 木孜塔格-布喀达坂构造-地层区($Ⅳ_2$)、布尔汗布达构造-地层区($Ⅳ_3$)及布青山-玛沁构造-地层区($Ⅳ_4$)为深海-半深海相碎屑岩, 以闹仓坚沟组中上部为代表. 勉县-略阳构造-地层区($Ⅳ_5$)为碳酸盐岩台地相、活动型深海相复理石, 前者以樟腊群上部为代表, 后者以塔藏群为代表.

北秦岭地层分区($Ⅲ_{8-1}$)为浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 见浅水底栖类生物, 以隆务河组上部为代表. 兴海-同仁地层分区($Ⅲ_{8-2}$)为浅海相-半深海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 以隆务河组上部、古浪堤组为代表; 卡尼期转化为陆相沉积, 岩浆活动较强, 以日脑热组为代表. 迭部-旬阳地层分区($Ⅲ_{8-3}$)中三叠世为浅海相-半深海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 以隆务河组上部、古浪堤组为代表; 卡尼期转化为陆相沉积, 岩浆活动较强, 以多福屯群下部为代表. 西昆仑地层分区($Ⅲ_{7-1}$)为陆相剥蚀区或河流相沉积. 东昆仑地层分区($Ⅲ_{7-2}$)中三叠统为浅海相碳酸盐岩和碎屑岩, 有指示岩浆活动的凝灰岩, 见有浅海底栖类生物, 以闹仓坚沟组上部、希里可特组为代表; 卡尼期可能已经转变为陆相火山岩及碎屑岩沉积建造, 以鄂拉山组或八宝山组下部为代表. 柴达木地层分区($Ⅲ_{5-1}$)为陆相剥蚀区. 柴南缘地层分区($Ⅲ_{5-2}$)中三叠世沉积相未知, 卡尼期可能为陆相火山岩夹碎屑岩, 以鄂拉山组下部为代表. 柴北缘构造-地层区($Ⅲ_4$)为陆相剥蚀区. 全吉地层分区($Ⅲ_{3-5}$)中三叠世为浅海相碎屑岩夹火山岩, 以郡子河群上部为代表; 卡尼期转变为陆相. 南祁连地层分区($Ⅲ_{3-4}$)至中祁连地层分区($Ⅲ_{3-1}$)为滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积, 以江河组上部、大加连组和切尔玛组为代表; 卡尼期转化为陆相沉积, 无岩浆活动记录. 阿尔金地层分区($Ⅲ_{3-2}$)可能为陆相剥蚀区. 北祁连地层区($Ⅲ_1$)为陆相沉积, 以五佛寺组上部、丁家窑组、西大沟组为代表.

塔里木盆地地层区和华北地层区为陆相剥蚀区或碎屑岩建造. 上扬子地层区中三叠统为碳酸盐岩蒸发岩相, 成都地层分区($Ⅸ_{1-2}$)与峨边-曲靖地层分区($Ⅸ_{1-4}$)代表性岩石地层单位为雷口坡组和天井山组. 丽江地层分区($Ⅸ_{1-3}$)以北衙组和白山组为代表. 康定-西昌地层分区($Ⅸ_{1-4}$)未见中三叠统出露, 沉积相不明.

5.4.3　晚三叠世诺利期沉积古地理格局

该时期的沉积古地理格局(图11)大致以印度河-雅鲁藏布江构造-地层区($Ⅶ_3$)和康马-隆子地层分区($Ⅶ_{4-1}$)的半深海-深海相沉积为裂解中心, 向南、北两侧沉积相依次变浅. 与中三叠世-晚三叠世卡尼期相比, 该时期的地层在沉积相上表现为变浅的特征, 指示海平面相对下降. 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区以半深海-深海相细碎屑岩为主, 修康群、江雄组、涅如群为代表; 西部地区的沙赛组出现灰岩夹层, 产浅海底栖类生物, 东部地区的江雄组可见浅海底栖类生物.

(ⅰ) 康马-隆子地层分区以南

北喜马拉雅地层分区($Ⅶ_{4-2}$)为碳酸盐岩台地相灰岩和浅海相细碎屑岩, 以达沙隆组、曲龙共巴组为代表. 高喜马拉雅地层分区($Ⅶ_{4-3}$)以碳酸盐岩台地相沉积为主, Nimoloksa群为代表. 低喜马拉雅地层分区($Ⅶ_{4-4}$)为浅海相粗碎屑岩夹碳酸盐岩. 印-缅地层区($Ⅶ_5$)和恒河地层区($Ⅷ_1$)为陆相地层.

(ⅱ) 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区以北

冈底斯-腾冲地层区(Ⅶ$_1$)、保山地层区(Ⅶ$_2$)、班公湖-怒江构造-地层区(Ⅵ$_4$)、南羌塘地层区(Ⅵ$_2$)、北羌塘地层分区(Ⅴ$_{5\text{-}2}$)出现大面积的碳酸盐岩台地相沉积, 是诺利期的最显著特征. 拉萨-察隅地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}6}$)以麦隆岗组为代表. 隆格尔-南木林分区(Ⅶ$_{1\text{-}5}$)有碳酸盐岩台地斜坡相的江让组, 分区南部鸭洼地区有浅水碳酸盐岩台地相麦隆岗组. 措勤-申扎地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}4}$)以多布日组上部灰岩段为代表. 狮泉河-永珠-嘉黎构造-地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}3}$)以纳木错西岸的麦隆岗组为代表. 班戈-八宿地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}2}$)为滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 以确哈拉群上部为代表, 在洛隆至八宿北东侧以目本组为代表, 见有浅海底栖类双壳类与陆相植物化石. 那曲-洛隆地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}1}$)可能为碳酸盐岩台地斜坡相, 以确哈拉群中硅质条带灰岩为代表. 腾冲地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}1}$)和保山地层区(ⅧI$_2$)以南梳坝组为代表.

日土-改则构造-地层分区(Ⅵ$_{4\text{-}1}$)在改则县扎西措布错地区表现为碳酸盐岩台地斜坡相至深海平原相的灰岩与硅质岩互层, 以东那勒组为代表. 安多-丁青构造-地层分区(Ⅵ$_{4\text{-}2}$)的班戈地区为碳酸盐岩台地相, 以班戈县佳琼镇西的麦隆岗组为代表; 丁青地区可能为碳酸盐岩台地斜坡相至半深海相, 发育硅质岩, 以瓦达岩群为代表; 八宿县地区为碳酸盐岩蒸发台地相, 以孟阿雄群为代表. 嘉玉桥地层分区(Ⅵ$_{4\text{-}4}$)为碳酸盐岩蒸发台地相、浅海碎屑岩相, 以孟阿雄群为代表. 昌宁-孟连构造-地层区(Ⅵ$_5$)未见该时期沉积, 沉积相不详. 南羌塘地层区(Ⅵ$_2$)为碳酸盐岩台地相, 西部以日土县多玛地区的吉普村组为代表, 中东部地区以角木茶卡组、日干配错群中段碳酸盐岩为代表. 左贡地层分区(Ⅵ$_3$)为碳酸盐岩台地相, 以波里拉组为代表, 局部夹安山岩. 龙木错-双湖构造-地层区(Ⅵ$_1$)为浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 以望湖岭组为代表.

喀喇昆仑地层分区(Ⅴ$_{5\text{-}1}$)为浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩, 以克勒青河群上部为代表. 北羌塘地层分区(Ⅴ$_{5\text{-}2}$)以碳酸盐岩台地相和碎屑岩相为主, 石门关组和江爱达日那组为代表. 崇山-临沧地层区(Ⅴ$_6$)以碳酸盐岩台地相为主, 察瓦龙群中下部为代表. 乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层分区(Ⅴ$_4$)的南段(Ⅴ$_{4\text{-}2}$)为滨浅海相碎屑岩夹碳酸盐, 以结扎群中部为代表. 开心岭-杂多-竹卡地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}4}$)为浅海相碎屑岩、碳酸盐岩台地相, 北部以结扎群为代表, 中部以波里拉组为代表. 昌都地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}2}$)为浅海碳酸盐岩台地相, 以波里拉组为代表. 兰坪地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}3}$)以碳酸盐岩台地相为主, 向北变浅为浅海相碎屑岩, 以三合洞组为代表. 江达-维西地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}1}$)为浅海相碎屑岩、碳酸盐岩台地相, 青海地区以巴塘群中部、江达地区以公也弄组、类乌齐-左贡一带以甲丕拉组上部、波里拉组为代表. 西金乌兰湖-金沙江构造-地层区(Ⅴ$_2$)为浅海相碎屑岩和碳酸盐岩台地相, 以甲丕拉组和波里拉组为代表.

德格-中甸(香格里拉)地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}5}$)以浅海相碎屑岩、碳酸盐岩台地相为主, 王吃卡组、哈工组、曲嘎寺组和图姆沟组为代表, 岩浆活动强烈. 甘孜-理塘构造-地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}4}$)沉积相不详. 可可西里-阿坝地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}3}$)为滨浅海相碎屑岩, 以巴颜喀拉山群上部为代表, 在四川境内大致以格底村组和两河口组为代表. 喀拉塔格地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}2}$)为滨浅海相碎屑岩, 以巴颜喀拉山群上部为代表. 摩天岭地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}1}$)上三叠统缺失, 推测为陆相. 康西瓦-苏巴什构造-地层区(Ⅳ$_1$)可能为河湖相, 以卧龙岗组下部为代表. 木孜塔格-布喀达坂构造-地层区(Ⅳ$_2$)、布尔汗布达构造-地层区(Ⅳ$_3$)及布青山-玛沁构造-地层区(Ⅳ$_4$)为陆相火山岩及碎屑岩沉积建造, 以八宝山组为代表. 勉县-略阳构造-地层区(Ⅳ$_5$)的诺利期地层没有单独划分出来, 沉积相不详.

秦岭地层区(Ⅲ$_8$)为陆相火山岩及碎屑岩沉积, 岩浆活动强烈, 以多福屯群为代表. 西昆仑地层分区(Ⅲ$_{7\text{-}1}$)为河流相碎屑岩, 以卧龙岗组为代表. 东昆仑地层分区(Ⅲ$_{7\text{-}2}$)为陆相火山岩及碎屑岩沉积建造, 以鄂拉山组或八宝山组为代表. 柴达木盆地地层分区(Ⅲ$_{5\text{-}1}$)和柴北缘构造-地层区(Ⅲ$_4$)可能为陆相剥蚀区. 柴南缘地层分区南缘(Ⅲ$_{5\text{-}2}$)为陆相火山岩夹碎屑岩, 以鄂拉山组为代表. 南祁连地层区(Ⅲ$_3$)为海陆交互相含煤(线)碎屑岩沉积, 大致以阿塔寺和尕勒得寺岩组为代表. 北祁连地层区(Ⅲ$_1$)为陆相沉积, 以南营儿组为代表.

塔里木盆地地层区和华北地层区为陆相剥蚀区或碎屑岩建造. 上扬子地层区晚三叠世诺利期为滨浅海相砂泥岩和生屑灰岩, 代表性岩石地层单位为小塘子组.

5.4.4 晚三叠世瑞替期沉积古地理格局

该时期的沉积古地理格局(图12)是大致以印度河-雅鲁藏布江构造-地层区(Ⅶ$_3$)和康马-隆子地层分区

(Ⅶ$_{4\text{-}1}$)的浅海-半深海相沉积为裂解中心，向南北两侧变浅．相对于诺利期，该时期的地层在沉积相上表现为变浅的特征，指示海平面继续下降．印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区此时以浅海-半深海相碎屑岩为主，灰岩夹层增多，发育有玄武岩夹层, 以修康群顶部、涅如群顶部、章村组为代表.

(ⅰ) 康马-隆子地层分区以南

北喜马拉雅地层分区(Ⅶ$_{4\text{-}2}$)为浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩，以德日荣组为代表．高喜马拉雅地层分区(Ⅶ$_{4\text{-}3}$)为潮下带灰岩和白云岩台地，以Kioto组为代表. 低喜马拉雅地层分区(Ⅶ$_{4\text{-}4}$)可能为滨浅海相碎屑岩, 以Tarap组、Yak Kharka组上段为代表．印-缅地层区(Ⅶ$_5$)和恒河地层区(Ⅷ$_1$)为陆相地层.

(ⅱ) 印度河-雅鲁藏布江地层区以北

印度河-雅鲁藏布江构造-地层区以北最显著的沉积现象是含植物化石的陆源碎屑岩沉积体系向盆地进积，覆盖于此前的碳酸盐岩台地相沉积之上．拉萨-察隅分区(Ⅶ$_{1\text{-}6}$)为浅海相-海陆过渡相，以甲拉浦组为代表．隆格尔-南木林分区(Ⅶ$_{1\text{-}5}$)为浅海相-海陆过渡相, 发育底砾岩, 以敌布错组为代表. 狮泉河-永珠-嘉黎构造-地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}3}$)为海陆过渡相，以纳木错西岸的确哈拉组为代表．班戈-八宿地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}2}$)为海陆过渡相, 以古拉组为代表. 腾冲地层分区(Ⅶ$_{1\text{-}9}$)和保山地层区(Ⅶ$_2$)为海陆过渡相，发育底砾岩，以弯甸坝组为代表.

日土-改则构造-地层分区(Ⅵ$_{4\text{-}1}$)可能为浅海相碎屑岩, 区域上以传统的巫嘎群顶部碎屑岩段为代表, 在改则扎西错布地区以巫嘎组为代表. 安多-丁青构造-地层分区(Ⅵ$_{4\text{-}2}$)可能为滨浅海相碎屑岩, 以班戈县佳琼地区的确哈拉群为代表，八宿县北部以孟阿雄群顶部为代表．嘉玉桥地层分区(Ⅵ$_{4\text{-}3}$)可能为滨浅海相，以确哈拉群顶部或孟阿雄群顶部为代表. 昌宁-孟连构造-地层区(Ⅵ$_5$)为陆相碎屑岩，发育底砾岩，以三岔河组为代表．南羌塘地层区(Ⅵ$_2$)西部日土县多玛地区仍为碳酸盐岩台地相，以吉普村组为代表；中东部地区为海陆过渡相，以扎那组、日干配错群上段、萨门熊组为代表. 左贡地层区(Ⅵ$_3$)为海陆过渡相, 以巴贡组为代表.

龙木错-双湖构造-地层区(Ⅵ$_1$)和北羌塘地层分区(Ⅴ$_{5\text{-}2}$)为陆相火山碎屑岩，以那底岗日组为代表. 喀喇昆仑地层分区(Ⅴ$_{5\text{-}1}$)推测为海陆过渡相, 以克勒青河群顶部为代表．崇山-临沧地层区(Ⅴ$_6$)为海陆过渡相，以察瓦龙群上部为代表．乌兰乌拉湖-北澜沧江构造-地层区(Ⅴ$_4$)为海陆交互相碎屑岩，北段(Ⅴ$_{4\text{-}1}$)以苟鲁山克措组为代表, 南段(Ⅴ$_{4\text{-}2}$)以结扎群上部为代表. 开心岭-杂多-竹卡地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}4}$)为海陆过渡相碎屑岩，以阿堵拉组、夺盖拉组、苟鲁山克措组上部、巴贡组为代表. 昌都地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}2}$)为河流相-滨浅海相, 以阿堵拉组、夺盖拉组、苟鲁山克措组上部为代表．兰坪地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}3}$)为滨海潮坪-近海河湖相，以挖鲁八组、麦初箐组为代表．江达-维西地层分区(Ⅴ$_{3\text{-}1}$)为海陆交互相碎屑岩，青海地区以巴塘群上部为代表，江达地区以阿堵拉组、夺盖拉组为代表；区域上中酸性岩浆活动强烈，以红坡组上部为代表．西金乌兰湖-金沙江构造-地层区(Ⅴ$_2$)为海陆过渡相, 以阿堵拉组、夺盖拉组、苟鲁山克措组上部为代表.

德格-中甸(香格里拉)地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}5}$)为海陆过渡相，以拉纳山组、喇嘛垭组和英珠娘阿组为代表．甘孜-理塘构造-地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}4}$)尚无该时期地层学证据. 可可西里-阿坝地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}3}$)巴颜喀拉山群上部地层未区分出瑞替期地层, 推测其为滨浅海相. 喀拉塔格地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}2}$)为陆源碎屑浊积岩相, 以巴颜喀拉群顶部为代表．摩天岭地层分区(Ⅴ$_{1\text{-}1}$)可能为陆相剥蚀区，上三叠统缺失．康西瓦-苏巴什构造-地层区(Ⅳ$_1$)为河湖相含煤岩系，以卧龙岗组为代表．木孜塔格-布喀达坂构造-地层区(Ⅳ$_2$)和布尔汗布达(Ⅳ$_3$)及布青山-玛沁构造-地层区(Ⅳ$_4$)为陆相火山岩及碎屑岩, 以八宝山组上部为代表．勉县-略阳构造-地层区(Ⅳ$_5$)尚未有确切地层报道.

秦岭地层区(Ⅲ$_8$)为陆相碎屑岩和火山岩沉积建造．北秦岭地层分区(Ⅲ$_{8\text{-}1}$)以华日组为代表，中酸性岩浆活动强烈．迭部-旬阳地层分区(Ⅲ$_{8\text{-}3}$)以多福屯群上部为代表．西昆仑地层分区(Ⅲ$_{7\text{-}1}$)为河流相碎屑岩，以卧龙岗组为代表. 东昆仑地层分区(Ⅲ$_{7\text{-}2}$)为陆相火山岩及碎屑岩相, 以鄂拉山组或八宝山组上部为代表. 柴南缘地层分区(Ⅲ$_{5\text{-}2}$)南缘为陆相火山岩夹碎屑岩, 以鄂拉山组为代表．柴达木盆地地层分区(Ⅲ$_{5\text{-}1}$)和柴北缘构造-地层区(Ⅲ$_4$)可能为陆相剥蚀区．南祁连地层区(Ⅲ$_3$)和北祁连地层区(Ⅲ$_1$)为陆相剥蚀区.

塔里木盆地地层区(Ⅱ$_2$)和华北地层区为陆相剥蚀区．上扬子地层区晚三叠世瑞替期，为陆相含煤碎屑岩地层．代表性岩石地层单位为白土田组和须家河组.

6 关于青藏高原三叠纪时期的重大构造事件

地层垂向上的连续沉积或间断缺失、沉积相在横向上连续有序或者突变分布是分析构造运动的物质记录. “三陆两槽”观点认为青藏高原中部冈底斯地区和南羌塘地区存在晚二叠世-三叠纪的挤压大地构造背景下的造陆构造运动、“多岛弧盆系”观点认为青藏高原中部冈底斯地区和南羌塘地区存在晚二叠世-三叠纪的挤压大地构造背景下的造弧构造运动, 皆受“冈底斯地区上二叠统为陆相的坚扎弄组或敌布错组、三叠系地层缺失、南羌塘盆地缺失下、中三叠统”的地层学认识的影响. 而根据目前冈底斯地区和南羌塘地区地层学的新认识, 我们认为青藏高原地区三叠纪的重大构造事件主要有早-中三叠世的潘吉亚联合古陆裂解和晚三叠世的印支造山.

6.1 早-中三叠世潘吉亚超大陆的裂解

杨广全和王根厚(2009)认为三叠纪是潘吉亚(Pangea)超大陆裂解的高峰期, 这一拉伸运动在青藏高原形成三大构造带, 即雅鲁藏布江大洋裂谷带、班公湖-怒江大洋裂谷带和可可西里-巴颜喀拉大洋裂谷带. 潘吉亚联合古陆是指冈瓦纳大陆和欧亚大陆在晚古生代末期碰撞后形成的统一大陆, 在特提斯构造域的不同地区表现为不同的地层和沉积相. 晚二叠世, 潘吉亚超大陆在青藏高原上的地层学表现为北羌塘地层分区及以北出现大面积的海陆交互相地层, 在南羌塘地层区及以南, 直到低喜马拉雅地层分区出现大面积的碳酸盐岩台地、蒸发岩台地相地层. 二叠-三叠纪之交, 在其他地区的地层沉积相基本连续过渡的情况下, 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区出现了沉积相加深的现象, 由下伏的碳酸盐岩地层突变为下三叠统穷果组、吕村组为代表的深海-半深海相碎屑岩相地层. 这种地层和沉积相的加深变化意味着海平面的相对升高, 在构造地质学上指示着青藏高原二叠-三叠纪之交发生了晚二叠世形成的潘吉亚联合古陆沿着印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区伸展裂解的构造运动. 从印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区整个三叠纪地层的沉积相都表现为相对最深的现象看, 这一次伸展裂解构造运动对青藏高原三叠纪的古地理格局具有重要的控制意义.

值得指出的是, 班公湖-怒江构造-地层区的上二叠统和下三叠统并没有表现出在二叠-三叠纪之交沿着该地区单独拉张裂解运动的沉积特征. 垂向上看, 晚二叠世-早三叠世一直维持在碳酸盐岩蒸发台地相沉积环境, 以班戈县佳琼镇社马日地区木纠错组为代表, 没有表现出沉积相的加深; 横向上看, 班公湖-怒江构造-地层区南、北两侧晚二叠世-早三叠世也都处于碳酸盐岩台地-蒸发台地相沉积环境.

中三叠世-晚三叠世卡尼期, 裂解作用进一步加强, 影响范围进一步扩展到印度河-雅鲁藏布江构造-地层区以北的整个藏北地区, 冈底斯地层区、班公湖-怒江构造地层区、南羌塘地层区、北羌塘地层分区、巴颜喀拉地层区的地层都出现沉积相变深的现象, 这一时期呈现出面状海水加深, 而非沿着某一个地层区单独加深. 在整体裂解拉张的构造背景下, 海洋基底形成了许多走滑断层和与之垂直的正断层, 进一步形成了类似于“大洋板条”的地质单元. 走滑断层和与之垂直的正断层交界部位的张性构造环境为来自于地壳深处的中基性岩浆上涌提供了通道, 这些间歇性溢流出的中基性岩浆水平流动, 参与到沉积建造中, 最终形成地层中的岩浆岩夹层.

6.2 晚三叠世的印支造山

从晚三叠世卡尼期末期开始, 青藏高原地区受印支造山运动的影响, 构造机制从裂解拉张转变为挤压碰撞. 印支运动在青藏高原北缘和东北缘的研究成果很多(任纪舜, 1984; 辜学达和赵友年, 1988; 刘世坤和徐开锋, 1998; 白国典等, 2018), 沉积上的普遍规律是海相地层向陆相地层的转变, 指示地壳区域性抬升. 然而, 按照以往的地层学认识, 印支运动对羌塘、班公湖-怒江带和冈底斯的影响却是恰恰相反, 表现为从隆起剥蚀区向海相地层的转变, 指示地壳区域沉降, 比如, 在班公湖-怒江缝合带有上三叠统确哈拉群不整合于古生代蛇绿岩之上的现象(陈玉禄等, 2005), 在冈底斯地区有上三叠统多布日组不整合于上二叠统木纠错组的现象(曲永贵等, 2005). 也有学者认为班公湖-怒江缝合带一线的拉张沉降, 形成了陆间裂谷(黄汲清和陈炳蔚, 1987; 赵政璋等, 2001, 王剑等, 2004). 然而, Wu等(2021b)根据生物地层学研究, 发现班公湖-怒江缝合带及其南北两侧的地层均表现为诺利期海相碳酸盐岩地层向瑞替期碎屑岩

地层的岩相转化, 表明印支运动对这些地区的影响与青藏高原北缘和北东缘一致, 都表现为区域性的抬升.

从印度河-雅鲁藏布江构造-地层区以北的晚三叠世沉积地层、酸性岩浆岩和变质岩记录看, 印支运动可以划分为2个期次: 第1期大约发生在卡尼期末, 此前在拉张期形成的“大洋板条”在挤压构造背景下发生了局部地区的挤压、俯冲、碰撞及高压低温的热变质事件, 随后又被挤出地表, 形成蛇绿岩混杂岩. 羌塘中央隆起带望湖岭组之下的变质岩和榴辉岩可能就是在这样的构造背景下形成的. 这期构造运动使得中三叠世-晚三叠世卡尼期大面积发育的深海-半深海碎屑岩相为主的沉积转变为诺利期浅海碳酸盐岩台地相沉积. 第2期大约发生在诺利期晚期, 表现为青藏高原北部的欧亚古陆大规模造山隆升, 成为陆源碎屑剥蚀区, 这些碎屑被河流和三角洲输送到其南面的海洋中, 造成北羌塘地区及以南、直到印度河-雅鲁藏布江一线广大地区的浅海碳酸盐岩台地环境向滨浅海环境的转变, 地层上表现为诺利期浅海碳酸盐岩相转变为瑞替期滨浅海碎屑岩相或海陆过渡相, 在很多地区伴随有酸性岩浆活动记录.

印支运动对于深海-半深海相的印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区造成的岩性变化不明显, 仅仅表现为灰岩夹层的增加. 印支运动在康马-隆子地层分区以南、冈瓦纳大陆北缘一侧的影响也较弱, 上三叠统地层岩性在垂向上的变化表现为渐变式, 岩浆岩不发育. 晚三叠世晚期也表现为碳酸盐岩向碎屑岩转化, 但与同一时期冈底斯地区的岩性转化的区别较大: 北喜马拉雅地层分区表现为曲龙共巴组向德日荣组岩性的渐变, 德日荣组底部不发育底砾岩; 冈底斯地区则表现为江让组向敌布错组的突变、敌布错组底部发育底砾岩; 在高喜马拉雅地层分区的Spiti地区, 表现为Hangrang组灰岩-Alaror组灰岩、页岩、砂岩互层-Nunuluka组石英砂岩的渐变; 岩相转变时间发生在诺利期, 到了瑞替期则变为Kioto群Para组灰岩、白云岩, 上覆疑为侏罗系地层的Kioto组灰岩, 与冈底斯地区瑞替期-早侏罗世为碎屑岩也表现不同; 在低喜马拉雅地层分区尼泊尔北中部Manang一带表现为Yak Kharka组下段珊瑚灰岩向上段砂岩和石英-长石砂岩的转变, 时代为中-晚诺利期.

7 结论与建议

(1) 在地层古生物学方面, 牙形类、放射虫和珊瑚类的研究证明了青藏高原中部冈底斯和南羌塘地区在三叠纪时期海相沉积广泛发育, 不存在大面积地层缺失的现象. 在沉积古地理方面, 冈底斯和南羌塘地区在三叠纪不存在大面积的古陆剥蚀区; 相反, 这些地区在早三叠世-晚三叠世诺利期一直处于海洋沉积环境, 并发育晚二叠世-早三叠世、晚三叠世诺利期两次碳酸盐岩台地沉积. 青藏高原三叠纪的宏观古地理格局是大致以印度河-雅鲁藏布江为中心, 南北两侧对称的被动大陆边缘沉积体系. 在构造地质学方面, 青藏高原在早三叠世-晚三叠世诺利期整体处于拉张沉降的构造背景, 为沉积物充填提供了巨大的空间. 冈底斯和南羌塘地区没有受到晚海西期(中二叠世末期)的构造运动影响, 晚二叠世-晚三叠世诺利期一直维持在海洋沉积环境. 印度河-雅鲁藏布江构造-地层区和康马-隆子地层分区裂解拉张的中心, 在三叠纪时期始终处于海洋中最深的沉积环境. 班公湖-怒江构造-地层区在三叠纪时期没有大地构造分区意义, 不是裂解拉张的中心.

(2) 古生物地理区系的研究不支持班公湖-怒江缝合带和龙木错-双湖缝合带之间是洋盆. 龙木错-双湖缝合带以北为含植物化石滨岸相碎屑岩沉积体系, 该体系向南到达了南羌塘盆地, 并跨越了班公湖-怒江缝合带, 到达了冈底斯地区. 古植物的分布说明至少在晚三叠世瑞替期, 印度河-雅鲁藏布江以北都是受北方欧亚大陆控制的滨岸相碎屑岩沉积体系, 这种古植物的分布规律不支持“岛弧说”中将龙木错-双湖缝合带、南羌塘盆地和班公湖-怒江缝合带视为洋盆的观点; 在晚三叠世瑞替期, 只有印度河-雅鲁藏布江一线具有古地理分隔意义.

(3) 建议继续加强地层古生物学的研究工作. 地层古生物学的研究程度不同就会导致不同的沉积古地理和构造模型, 进而导致青藏高原三叠系油气前景的不同认识. 目前在西藏地区还存在很多“群”一级的三叠纪岩石地层单位, 不利于地层的划分对比、沉积环境恢复和大地构造背景研究, 应将其解体为岩性更为单一的“组”一级的岩石地层单位. 地层古生物资料是构建沉积学和构造学认识的最基础资料, 也是检验各种沉积和构造认识的试金石, 冈底斯地区和羌塘地区是

西藏的油气战略勘探区, 急需通过进一步的地层古生物学研究澄清大地构造背景和古地理环境.

致谢 本文撰写过程中得到了沈树忠院士的悉心指导和支持, 评审专家对本文提出了建设性的意见, 在成文过程中得到了王巍、李涌溪和张少文的技术协助, 在此一并感谢.

参考文献

白国典, 何凯, 王艳慧, 琚根社, 杜保峰, 王坤. 2018. 青藏高原北部发现印支运动的新证据——来自同构造花岗细晶岩脉的响应. 岩石矿物学杂志, 37: 87–98

陈楚震. 1982. 西藏晚古生代至三叠纪双壳类化石. 见: 青藏高原科学考察丛书: 西藏古生物(第四分册). 北京: 科学出版社. 211–224

陈楚震. 1983. 西藏三叠纪双壳类的分布和区系. 古生物学报, 22: 363–365

陈俊兵, 徐兴永, 李文庆, 贡布. 2002. 藏南康马地区石炭系-二叠系研究新进展. 现代地质, 16: 237–242

陈玉禄, 张宽忠, 李关清, 尼玛次仁, 赵守仁, 陈国荣. 2005. 班公湖-怒江结合带中段上三叠统确哈拉群与下伏岩系角度不整合关系的发现及意义. 地质通报, 27: 621–624

陈志. 2016. 西藏改则地区仲岗洋岛火山-沉积序列与地球化学特征. 硕士学位论文. 四川: 成都理工大学. 1–55

程立人, 王天武, 李才, 武世忠. 2002. 藏北申扎地区上二叠统木纠错组的建立及皱纹珊瑚组合. 地质通报, 21: 140–143

邓万明, 尹集祥, 冯中平. 1996. 羌塘察布-双湖地区基性超基性岩和火山岩研究. 中国科学D辑: 地球科学, 26: 296–301

董致中, 王伟. 2006. 云南牙形类动物群: 相关生物地层及生物地理区研究. 昆明: 云南科技出版社. 347 (46个图版)

冯心涛, 朱同兴, 李才, 林仕, 张启跃, 张惠华, 曾庆荣, 李宗亮. 2005. 藏北双湖地区上三叠统肖茶卡群的重新厘定及其地质意义. 地质通报, 25: 1135–1140

高瑞祺, 赵政璋. 2001. 中国油气新区勘探(第六卷): 青藏高原石油地质. 北京: 石油工业出版社. 256

高振家, 陈克强, 高林志, 编. 2014. 中国岩石地层名称辞典(上册). 成都: 电子科技大学出版社. 646

辜学达, 赵友年. 1988. 论青藏高原之印支运动. 中国区域地质, 2: 137–144

顾庆阁, 何国雄, 王义刚. 1980. 拉萨附近晚安尼锡期*Paraceratites-trinodosus*菊石群的发现及其意义. 古生物学报, 19: 343–356 (3个图版)

郭铁鹰, 梁定益, 张宜智, 赵崇贺. 1991. 西藏阿里地质. 武汉: 中国地质大学出版社. 464

黄汲清, 陈炳蔚. 1987. 中国及邻区特提斯海的演化. 北京: 地质出版社. 78

纪占胜, 姚建新, 杨欣德, 臧文栓, 武桂春. 2003. 西藏拉萨地区三叠系诺利阶牙形石分带及其国际对比. 古生物学报, 42: 382–392

纪占胜, 姚建新, 武桂春, 刘贵忠. 2006. 西藏措勤县敌布错地区"下拉组"中发现晚三叠世诺利期高舟牙形石. 地质通报, 25: 138–141

纪占胜, 姚建新, 武桂春. 2007a. 关于藏北改则地区夏岗江植物群及其地层时代的修订意见. 地质通报, 26: 953–959

纪占胜, 姚建新, 武桂春. 2007b. 西藏冈底斯西段措勤地区海相三叠系的划分. 地质通报, 26: 947–952

纪占胜, 姚建新, 武桂春. 2007c. 西藏西部狮泉河地区二叠纪和三叠纪牙形石的发现及其意义. 地质通报, 26: 383–397

纪占胜, 姚建新, 武桂春. 2008. 西藏措勤盆地的上古生界-下中生界: 潜在的油气沉积建造地质通报, 27: 36–63

纪占胜, 姚建新, 武桂春. 2010a. 西藏冈底斯南部措勤县鸭洼地区麻木下组时代的修订及其地质意义. 地质学报84: 1379–1388

纪占胜, 姚建新, 武桂春. 2010b. 藏北羌塘中央隆起带果干加年山晚三叠世珊瑚化石发现及其地质意义. 地质学报84: 1095–1104

纪占胜, 武桂春, 姚建新. 2013. 藏北改则古姆地区新发现下三叠统. 地质论评, 59(增刊): 74–75

纪占胜, 武桂春, 姚建新, 孙倩, 石秋圆, 何继富, 李浩, 刘振宇, 郭安臣, 侯召硕, 李东泽. 2018. 青藏高原油气勘探战略选区和战术突破目标的建议. 地球学报, 39: 387–400

蒋武, 罗玉琼, 陆廷清, 田传荣. 2000. 四川盆地下三叠统牙形刺及其油气意义. 微体古生物学报, 17: 99–109

蒋忠惕, 徐正余. 1983. 西藏夏岗江等地华夏植物群的地质意义. 中国地质, (2): 4

金玉玕, 孙东立, 戎加余. 1976. 珠穆朗玛峰地区中生代及新生代腕足动物群. 见: 珠穆朗玛峰地区科学考察报告, 古生物, 第二分册. 北京: 科学出版社. 271–356

李才, 翟庆国, 董永胜, 于介江, 黄小鹏. 2007. 青藏高原羌塘中部果干加年山上三叠统望湖岭组的建立及意义. 地质通报, 26: 1003–1008

李才, 谢超明, 王明, 吴彦旺, 胡培远, 张修政, 等. 2016. 羌塘地质. 北京: 地质出版社. 681

李俊, 刘函, 黄金元, 苟正彬, 安显银, 张士贞. 2020. 西藏昂仁县孔隆地区木纠错组诺利期牙形石的发现及其地质意义. 地球科学, 45: 2957–2963

李晓勇, 谢国刚, 徐银保, 徐祖丰, 欧阳克贵. 2002. 西藏中南部尼雄-文部地区中-晚二叠世坚扎弄组的发现及其地质意义. 地质通报, 21: 339–344

李星学, 吴一民, 傅在斌. 1985. 西藏改则夏岗江二叠纪混合植物群的初步研究及其古生物地理区系意义. 古生物学报, 24: 150–170

李亚, 纪占胜, 武桂春, 姚建新, 王玉净. 2018. 西藏南羌塘盆地中三叠世座倾错组放射虫动物群及其地层学意义. 地球科学, 43: 3932–3946

李涌溪. 2021. 拉萨地块敌布错剖面三叠纪牙形石研究及其地质意

义. 硕士学位论文. 北京: 中国地质大学(北京). 1–118
李涌溪, 纪占胜, 武桂春. 2021. 拉萨地块措勤地区早三叠世牙形石生物地层学新进展. 微体古生物学报, 38: 334–351
李曰俊, 吴浩若, 李红生, 孙东立. 1997. 藏北阿木岗群、查桑群和鲁谷组放射虫的发现及有关问题讨论. 地质论评, 43: 250–256
梁定益, 聂泽同, 郭铁鹰, 张宜智, 王为平. 1982. 西藏阿里北部二叠、三叠纪地层及古生物研究的新进展. 地质论评, 28: 245–246
廖卫华, 邓占球. 2013. 中国中生代石珊瑚化石. 合肥: 中国科学技术大学出版社. 222
廖卫华, 夏金宝. 1994. 西藏中、新生代石珊瑚/中国古生物志: 总号第184册, 新乙种, 第31号, 北京: 科学出版社. 252
林宝玉, 王乃文, 王思恩, 刘桂芳, 邱洪荣. 1989. 西藏地层. 北京: 地质出版社. 280
刘成林, 次仁顿珠, 达瓦次仁, 吴魏, 毛国正, 江巴多吉, 顿珠次仁. 2020. 冈底斯中部娘热地区早-中三叠世地层的识别及地质意义. 西藏地质, 50: 15–20
刘世坤, 徐开锋. 1998. 西藏羌北-昌都地区三叠纪岩石地层及印支运动. 中国区域地质, 17: 25–29
刘世坤, 刘鸿飞, 马召军. 1988. 拉萨地区上三叠统麦隆岗组的新认识. 地层学杂志12: 303–306
刘艳, 孙克勤. 2008. 西藏二叠纪植物古地理分区研究. 地质论评, 54: 145–151
毛力, 田传荣. 1987. 西藏林周县麦隆岗组顶部的晚三叠世牙形石. 中国地质科学院院报, 17: 159–168
尼玛次仁, 谢尧武. 2005. 藏北那曲地区中三叠世地层的新发现及其地质意义, 地质通报, 24: 1141–1149
潘桂棠, 丁俊, 王立全. 2004. 1:1500000青藏高原及邻区地质图说明书. 四川: 成都地图出版社. 43–45
潘桂棠, 莫宣学, 侯增谦, 朱弟成, 王立全, 李光明, 赵志丹, 耿全如, 廖忠礼. 2006. 冈底斯造山带的时空结构及演化. 岩石学报, 22: 521–533
潘桂棠, 王立全, 张万平. 2013. 青藏高原及邻区大地构造图及说明书(1:1500000). 北京: 地质出版社
曲永贵, 王永胜, 张树岐, 吕鹏, 姜雪飞. 2005. 西藏申扎地区晚三叠世多布日组地层剖面的启示——对冈底斯印支运动的地层学制约. 地质通报, 22: 470–473
饶荣标, 徐济凡, 陈永明, 邹定帮. 1987. 青藏高原的三叠系. 北京: 地质出版社. 239
任纪舜. 1984. 印支运动及其在中国大地构造演化中的意义. 中国地质科学院院报. 9: 32–44
沈光隆. 1995. 二叠纪植物群. 见: 李星学, 主编. 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社. 94–173
石和, 陶晓风, 刘登忠, 胡新伟, 马润则, 周家云. 2002. 西藏坚扎弄组的植物化石新资料和再认识. 地质通报, 21: 428–430
石秋圆, 纪占胜, 武桂春, 孙倩, 何继富, 郭安臣, 侯召硕, 李东泽. 2021. 西藏措勤断块中-上三叠统嘎热扎地组的建立. 地质通报, 40: 22–30
孙东立. 1981. 西藏中生代腕足动物群. 见青藏高原科学考察丛书: 西藏古生物(第三分册). 北京: 科学出版社. 177–253
孙东立, 胡兆珣, 陈挺恩. 1981. 拉萨地区晚二叠世地层的发现. 地层学杂志, 5: 139–142
孙革. 1987. 论中国晚三叠世植物地理分区及古植物分区原则. 地质学报, 1: 1–9
田传荣. 1982. 西藏聂拉木县土隆村三叠纪牙形石. 见: 青藏高原地质文集(7). 北京: 地质出版社. 153–165
田传荣, 戴进业, 田树刚. 1983. 三叠纪牙形石. 西南地区古生物图册(微体古生物分册). 北京: 地质出版社. 338-398
童金南, 楚道亮, 梁蕾, 舒文超, 宋海军, 宋婷, 宋虎跃, 吴玉祥. 2019. 中国三叠纪综合地层和时间框架. 中国科学: 地球科学, 49: 194–226
王成源. 1998. 牙形刺生物古地理. 见: 石宝珩, 主编. 中国地质科学新探索. 北京: 石油工业出版社. 44–64
王成源, 王志浩. 1976. 珠穆朗玛峰地区三叠纪牙形刺. 见: 珠穆朗玛峰地区科学考察报告1966~1968, 古生物第2分册. 北京: 科学出版社. 387–422
王鸿祯. 1985. 中国古地理图集. 北京: 地图出版社
王剑, 谭富文, 李亚林, 李永铁, 陈明, 王成善, 郭祖军, 王小龙, 杜佰伟, 朱忠发. 2004. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析. 北京: 地质出版社. 317
王剑, 汪正江, 陈文西, 付修根, 陈明. 2007. 藏北北羌塘盆地那底岗日组时代归属的新证据. 地质通报, 26: 404–409
王立全, 潘桂棠, 丁俊, 姚冬生. 2013. 青藏高原及邻区地质图及说明书(1:1500000). 北京: 地质出版社. 288
王乃文, 王思恩, 刘桂芳, 巴苏蕾 J. 柯尔申 M, 马斯克 L, 让格 J. 1983. 西藏拉萨地区的海陆交互相侏罗系与白垩系. 地质学报, 1: 83–95
王义刚. 1984. 三叠系. 见青藏高原科学考察丛书: 西藏地层. 北京: 科学出版社. 340–348
王玉净, 杨群, 松冈笃, 小林健太, 武井雅彦, 曾庆高. 2002a. 当雅鲁藏布缝合带中的三叠纪放射虫. 微体古生物学报, 19: 215–227
王玉净, 王建平, 裴放. 2002b. 青蛇绿岩带中一个晚三叠世放射虫动物群. 微体古生物学报, 19: 323–336
王玉净, 沙金庚, 许波, 武学进, 尼玛次仁, 谢尧武. 2021. 西藏那曲地区中三叠统嘎加组放射虫动物群. 微体古生物学报, 38: 25–47
王志浩, 曹延岳. 1981. 湖北利川早三叠世牙形刺. 古生物学报, 20: 363–375
王志浩, 戴进业. 1981. 四川江油、北川地区三叠纪牙形刺. 古生物学报, 20: 138–152
文世宣. 1979. 西藏北部地层新资料. 地层学杂志, 3: 150–156
武桂春, 姚建新, 纪占胜. 2007. 西藏冈底斯西段措勤地区三叠纪牙形石生物地层特征. 地质通报, 26: 938–946
武桂春, 纪占胜, 姚建新, 廖卫华, 刘敦一. 2013. 南羌塘盆地改则县

先遣乡萨门熊地区上二叠统吉普日阿组时代意见的修订. 见: 中国古生物学会第十一次全国会员代表大会暨第27届学术年会论文摘要集. 浙江东阳. 249–251

武桂春, 郭安臣, 侯召硕, 李东泽, 沈斌, 纪占胜, 姚建新, 何继富, 孙倩, 石秋圆, 李浩, 仲昭, 刘振宇. 2017. 纳木错西岸白云岩的时代修订及油浸现象发现的意义. 地质学报, 91: 2867–2880

武桂春, 李东泽, 纪占胜, 孙倩, 石秋圆, 何继富, 李浩, 刘振宇, 郭安臣, 侯召硕. 2018. 西藏仲巴县仁多地区早三叠世牙形石及冈底斯西部早三叠世古地理格局. 地球学报, 39: 409–418

西藏自治区地质矿产局. 1993. 治区区域地质志. 北京: 地质出版社. 707

夏代祥, 刘世坤. 1997. 西藏自治区岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社. 302

夏凤生, 张放. 2005. 尼玛早三叠世牙形类. 见: 沙金庚, 王启飞, 卢辉楠, 主编. 羌塘盆地微体古生物. 北京: 科学出版社

徐琳, 胡林, 肖进, 李宁, 伊海生, 赵宇. 2021. 西藏措勤盆地下二叠统-下三叠统碳酸盐岩牙形石生物地层划分. 中国地质, 48: 1781–1789

杨广全, 王根厚. 2009. 初论青藏地区的“印支运动”. 地质通报, 28: 1188–1190

杨守仁, 郝维城, 江大勇. 2001. 中国三叠纪牙形石的古生物地理分区. 古地理学报, 3: 1–10

姚建新, 李子舜. 1987. 西藏聂拉木县色龙西山二叠-三叠纪牙形石动物群及二叠-三叠系的分界. 科学通报, 32: 45–45

姚建新, 李子舜, 詹立培, 郝维城. 1993. 华南和喜马拉雅古、中生代之交牙形石生物相和生物分区. 地质学报, 67: 367–381

阴家润. 2005. 西藏喜马拉雅瑞替阶和赫塘阶菊石组合及其生物年代学对比. 地质学报, 79: 577–586

殷鸿福. 1981. 克氏蛤和正海扇的分布及其地质意义. 地质学报, 3: 161–170

尹集祥. 1997. 青藏高原及邻区冈瓦纳相地层地质学. 北京: 地质出版社. 224

曾庆高, 毛国政, 王保弟, 尼玛次仁, 格桑索朗, 尹显科, 徐涛, 普尺. 2010. 中华人民共和国改则县幅区域地质报告(1:250000). 北京: 中国地质大学出版社. 246

张少文, 纪占胜, 武桂春, 李涌溪. 2021. 班公湖-怒江缝合带西段物玛地区原“晚古生代”混杂岩块中发现中生代化石. 地质论评, 67: 886–900

张树岐, 曲永贵, 郑春子, 王永胜, 冯德臣. 2002. 西藏申扎县木纠错地区晚三叠世多布日组的发现及其地质意义. 吉林地志, 21: 9–14

张树岐, 蒋丽杰, 冯德臣, 李庆武, 李学彬, 孙中纲. 2005. 藏北南羌塘孜狮桑地区早三叠世牙形刺化石新资料. 地质通报, 24: 1173–1174

赵政璋, 李永铁, 叶和飞. 2000. 青藏高原海相烃源层的油气生成. 北京: 科学出版社. 634

赵政璋, 李永铁, 叶和飞. 2001. 原地层. 北京: 科学出版社. 542

郑有业, 许荣科, 王成源, 马国桃, 赖旭龙, 叶得金, 曹亮, 梁积伟. 2007. 冈底斯西缘早三叠世牙形石的发现及淌那勒组的建立. 中国科学D辑: 地球科学, 37: 916–921

中国科学院青藏高原科学考察队. 1984. 西藏地层. 北京: 科学出版社. 399

朱同兴, 李宗亮, 李才, 冯心涛, 张惠华, 林世良, 曾庆荣. 2005. 藏北双湖地区三叠纪地层新资料. 地质通报, 24: 1127–1134

朱同兴, 江新胜, 冯心涛, 张予杰, 毛晓东, 朱利东, 周铭魁, 王晓飞, 熊国庆, 伍皓, 刘登忠, 吕杰. 2013. 青藏高原及邻区中生代构造-岩相古地理图及说明书(1:3000000). 北京: 地质出版社. 309

邹光富, 毛琼, 陈永明, 饶荣标. 2006. 西藏南部珠穆朗玛峰地区三叠纪生物地层研究. 地质论评, 52: 386–397

Balini M, Krystyn L, Torti V. 1998. In search of the Ladinian-Carnian boundary: Perspectives from Spiti (Tetbys Himalaya). Albertiana, 21: 26–32

Bhargava O N, Krystyn L, Balini M, Lein R, Nicora A. 2004. Revised litho- and sequence stratigraphy of the spiti Triassic. Albertiana, 30: 21–39

Bo J F, Wang X L, Gao J H, Yao J X, Wang G H, Hou E G. 2017. Upper Triassic reef coral fauna in the Renacuo area, northern Tibet, and its implications for palaeobiogeography. J Asian Earth Sci, 146: 114–133

Brühwiler T, Bucher H, Goudemand N. 2010. Smithian (Early Triassic) ammonoids from Tulong, South Tibet. Geobios, 43: 403–431

Chen A F, Zhang Y, Lyu Z Y, Wu H T, Zhang K X. 2022. A new study of Olenekian-Anisian boundary conodont biostratigraphy of the Tulong section in Himalaya Terrane, southern Tibet. Palaeoworld, 31: 428–442

Chen D, Luo H, Wang X, Xu B, Matsuoka A. 2019. Late Anisian radiolarian assemblages from the Yarlung-Tsangpo Suture Zone in the Jinlu area, Zedong, southern Tibet: Implications for the evolution of Neotethys. Island Arc, 28: e12302

Du Y X, Bertinelli A, Jin X, Shi Z Q, Karádi V, Yin H, Han L, Wu Q W, Rigo M. 2020. Integrated conodont and radiolarian biostratigraphy of the upper Norian in Baoshan Block, Southwestern China. Lethaia, 53: 533–545

Dumitrica P. 1999. The oertlispongidae (Radiolaria) from the middle triassic of Masirah Island (Oman). Revue de Micropaléontologie, 42: 33–42

Garzanti E, Nocora A, Tintori A. 1992. Late Paleozoic to Early Mesozoic stratigraphy and sedimentary evolution of central Dolpo (Nepal Himalaya). Riv It Paleont Strat, 98: 271–298

Garzanti E. 1999. Stratigraphy and sedimentary history of the Nepal Tethys Himalaya passive margin. J Asian Earth Sci, 17: 805–827

Jadoul F, Berra F, Garzanti E. 1998. The Tethys Himalayan passive

margin from Late Triassic to Early Cretaceous (South Tibet). J Asian Earth Sci, 16: 173–194

Jenks J F, Monnet C, Balini M, Brayard A, Meier M. 2015. Chapter 13. Biostratigraphy of Triassic ammonoids. In: Klug C, Korn D, De Baets K, Kruta I, Mapes R H, eds. Ammonoid Paleobiology: From Macroevolution to Paleogeography, Topics in Geobiology. Dordrecht: Springer Publication. 44: 329–371

Ji Z S, Yao J X, Wu G C, Sun Q, Shi Q Y, Li H, He J F, Zhang S W. 2018. Land submerged to carbonate platform by conodonts: Paleoenvironment reconstruction of the western Gangdese in Tibet during Triassic. China Geol, 1: 449–451

Jin X, Du Y X, Bertinelli A, Shi Z Q, Preto N, Zou H, Ogg J G, Han L, Wu Q W, Rigo M. 2022. Carbon-isotope excursions in the Norian stage (Upper Triassic) of the Baoshan terrane, western Yunnan, China. J Asian Earth Sci, 230: 105215

Kozur H. 1973. Faunenprovinzen in der Trias und ihre Bedeutung für die Klarungder Palaeogeographie. Geol Palaeont Mitt Innsbruck, 3: 1–41

Kozur H W. 1996. The systematic position of Pseudoertlispongus Lahm (Radiolaria) and description of some new Middle Triassic and Liassic radiolarian taxa. Geol Paläontol Mitt Innsbruck, 4: 287–299

Kozur H, Mostler H. 1994. Anisian to Middle Carnian radiolarian zonation and description of some stratigraphically important radiolarians. Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck, Sonderband, 3: 39–199

Kozur H W, Mostler H. 1996. Longobardian (Late Ladinian) Oertlispongidae (Radiolaria) from the Republic of Bosnia-Hercegovina and the stratigraphic value of advanced Oertlispongidae. Geol Paläontol Mitt Inns, 4: 105–193

Krystyn L, Balini M, Nicora A. 2004. Lower and Middle Triassic Stage and substage boundaries in Spiti. Albertiana, 30: 40–53

Li J G, Lin M Q, Wu Y X, Luo H, Peng J G, Mu L, Xu B, Zhang C. 2020. New biostratigraphic framework for the Triassic-Paleogene in the Neo-Tethys realm of southern Xizang (Tibet), China. J Asian Earth Sci, 202: 104369

Maheshwari H K, Bajpai U. 1987. Northern limits of the eastern Gondwana: Palaeobotanical evidence. Palaeobotanist, 36: 354–368

Matsuda T. 1985. Late Permian to Early Triassic conodont paleobiogeography in the Tethys Realm. In: Nakasawa K, Dickens J M, ed. The Tethys, Her Paleogeography and Paleobiogeography from Paleozoic to Mesozoic. Tokyo: Tokai University Press. 157–170

Nicora A, Garzanti E, Tintori A. 1992. Early Triassic of the Nepal Tethys Himalaya: Stratigraphy and sedimentary evolution. Vienna: VIII Himalaya-Tibet-Karakorum Workshop. 62–63

O'Dogherty L, Carter E S, Gorican S, Dumitrica P. 2010. Triassic radiolarian biostratigraphy. In: Lucas S G, ed. The Triassic Timescale. London, Special Publication 334: Geological Society. 163–200

Ogg J G, Chen Z Q, Orchard M J, Jiang H S. 2020. Chapter 25—The Triassic Period in Geologic Time Scale. 2: 902–953

Orchard M J. 2018. The Lower-Middle Norian (Upper Triassic) boundary: New conodont taxa and a refined biozonation. In: Over D J, Henderson C M, eds. Conodont Studies Dedicated to the Careers and Contributions of Anita Harris, Glen Merrill, Carl Rexroad, Walter Sweet, and Bruce Wardlaw. Bull Amer Paleontol. 165–193

Peng J, Li J, Vajda V, Slater S M, Li W, Zhu H. 2018. Middle to Late Triassic palynofloras from southern Xizang (Tibet), China and their bearing on biostratigraphy and palynofloral provinces. Alcheringia, 42: 67–86

Qiao F, Xu H P, Zhang Y C. 2019. Changhsingian (Late Permian) foraminifers from the topmost part of the Xiala Formation in the Tsochen area, central Lhasa Block, Tibet and their geological implications. Palaeoworld, 28: 303–319

Schneebeli-Hermann E, Hochuli P A, Bucher H, Goudemand N., Brühwiler T., Galfetti T. 2012. Palynology of the Lower Triassic succession of Tulong, South Tibet—Evidence for early recovery of gymnosperms. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 339-341: 12–24

Shen S Z, Cao C Q, Henderson C M, Wang X D, Shi G R, Wang Y, Wang W. 2006. End-Permian mass extinction pattern in the northern peri-Gondwanan region. Palaeoworld, 15: 3–30

Shen S Z, Zhang H, Shi G R, Li W Z, Xie J F, Mu L, Fan J X. 2013. Early Permian (Cisuralian) global brachiopod palaeobiogeography. Gondwana Res, 24: 104–124

Stockar R, Dumitrica P, Baumgartner P O. 2012. Early Ladinian radiolarian fauna from the Monte San Giorgio (Southern Alps, Switzerland): Systematics, biostratigraphy and paleo (bio) geographic implications. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 118: 375–437

Sun D L, Xu G R, Qiao L. 2017. Triassic brachiopod genera on type species of China. In: Rong J Y, Jin Y G, Shen S Z, Zhan R B, eds. Phanerozoic Brachiopod Genera from China. Beijing: Science Press. 883–1011

Sun Z Y, Liu S, Ji C, Jiang D Y, Zhou M. 2020. Gondolelloid multielement conodont apparatus (Scythogondolella) from the Lower Triassic of Jiangsu, East China, revealed by high-resolution X-ray microtomography. Palaeoworld, 30: 286–295

Wang F, Chen J, Dai X, Song H. 2022. A new Early Triassic brachiopod fauna from southern Tibet, China: Implications on brachiopod recovery and the late Smithian extinction in southern Tethys. J Paleontol, 96: 1–32

Wang L N, Wignall P B, Sun Y D, Yan C B, Zhang Z T, Lai X L. 2017.

New Permian-Triassic conodont data from Selong (Tibet) and the youngest occurrence of Vjalovognathus. J Asian Earth Sci, 146: 152–167

Wu G C, Ji Z S, Trotter J A, Yao J X, Zhou L Q. 2014. Conodont biostratigraphy of a new Permo-Triassic boundary section at Wenbudangsang, north Tibet. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 411: 188–207

Wu G C, Ji Z S, Liao W H, Yao J X. 2019. New biostratigraphic evidence of Late Permian to Late Triassic deposits from Central Tibet and their paleogeographic implications. Lithosphere, 11: 683–696

Wu G C, Ji Z S, Kolar-Jurkovšek T, Yao J X, Lash G G. 2021a. Early Triassic Pachycladina fauna newly found in the southern Lhasa Terrane of Tibet and its palaeogeographic implications. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 562: 110030

Wu G C, Ji Z S, Lash G G, Yao J X. 2021b. The Upper Triassic deposits of the west Bangong-Nujiang suture zone and their paleogeographic implications. Sci Rep, 11: 19509

Wu G C, Ji Z S, Lash G G, Yao J X, Zhang S W, Li Y X. 2021c. Newly discovered Wuchiapingian to Olenekian conodonts from the Longgar area, southern Lhasa Terrane and their palaeobiogeographical implications. Lethaia, 54: 723–735

Wu G C, Ji Z S, Lash G G, Yao J X. 2023. Norian conodonts of the South Qiangtang Terrane, North Tibet, and their palaeogeographic implications. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 613: 111402

Xu H, Zhang Y, Qiao F, Shen S. 2019. A new Changhsingian brachiopod fauna from the Xiala Formation at Tsochen in the central Lhasa Block and its paleogeographical implications. J Paleontol, 93: 876–898

Yan C B, Wang L N, Jiang H S, Wignall P B, Sun Y D, Chen Y L, Lai X L. 2013. Uppermost Permian to Lower Triassic conodonts at Bianyang section, Guihzou Province, South China. Palaios, 28: 509–522

Yin J, McRoberts C A. 2006. Latest Triassic-earliest Jurassic bivalves of the Germig Formation from Lanongla (Tibet, China). J Paleontology, 80: 104–120

Yuan D X, Zhang Y C, Shen S Z. 2018. Conodont succession and reassessment of major events around the Permian-Triassic boundary at the Selong Xishan section, southern Tibet, China. Glob Planet Change, 161: 194–210

Zeng W P, Purnell M A, Jiang H S, Zhang M H. 2021. Late Triassic (Norian) conodont apparatuses revealed by conodont clusters from Yunnan Province, Southwestern China. J Earth Sci, 32: 709–724

Zeng W, Jiang H, Chen Y, Ogg J, Zhang M, Dong H. 2023. Upper Norian conodonts from the Baoshan block, western Yunnan, southwestern China, and implications for conodont turnover. PeerJ, 11: e14517–10

Zhang C, Bucher H, Shen S Z. 2017. Griesbachian and Dienerian (Early Triassic) ammonoids from Qubu in the Mt. Everest area, southern Tibet. Palaeoworld, 26: 650–662

Zhang Y C, Shi G R, Shen S Z. 2013. A review of Permian stratigraphy, palaeobiogeography and palaeogeography of the Qinghai-Tibet Plateau. Gondwana Res, 24: 55–76

Zhang Y C, Shen S Z, Zhang Y J, Zhu T X, An X Y, Huang B X, Ye C L, Qiao F, Xu H P. 2019. Middle Permian foraminifers from the Zhabuye and Xiadong areas in the central Lhasa Block and their paleobiogeographic implications. J Asian Earth Sci, 175: 109–120

Ziabrev S V, Aitchison J C, Abrajevitch A V, Badengzhu A V, Davis A M, Luo H. 2004. Bainang Terrane, Yarlung-Tsangpo suture, southern Tibet (Xizang, China): A record of intra-Neotethyan subduction-accretion processes preserved on the roof of the world. J Geol Soc, 161: 523–539

(责任编委: 沈树忠)