

青藏高原中南部前寒武系及古生界岩石地层组成和时代特征

张予杰¹, 张以春², 王冬兵¹, 苟正彬¹

ZHANG Yujie¹, ZHANG Yichun², WANG Dongbing¹, GOU Zhengbin¹

1. 中国地质调查局成都地质调查中心(西南地质科技创新中心), 四川 成都 610081;

2. 现代古生物和地层学国家重点实验室, 中国科学院南京地质古生物研究所, 生物演化与环境卓越创新中心, 江苏 南京 210008

1. Chengdu Center, China Geological Survey (Southwest China Innovation Center for Geosciences), Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China

摘要:对青藏高原中南部北羌塘、南羌塘、冈底斯、仲巴、喜马拉雅和昌都6个地区前寒武系及古生界岩石地层的组成和时代特征进行分析,总结了117个群组级岩石地层单位的岩性组合和时代特征,梳理地层划分对比中存在的相关问题。通过调查认为,前人划定的前寒武纪基底大多不再具有典型的变质或结晶基底特征,北羌塘可能具有相对稳定的基底,下古生界包括部分奥陶系和志留系,上古生界不整合在下古生界之上,发育早泥盆世晚期地层及中—上泥盆统、上石炭统和二叠系。南羌塘地区基底性质不明,下古生界以“残块”形式出露在玛依岗日一带,上古生界在南羌塘地区西部和东部一带表现样式不同,在西部日土一带具稳定沉积特点,东部双湖一带为“基质+块体”的俯冲增生杂岩。冈底斯地区,拉萨地块(中部)和聂荣微地体具前寒武纪基底,新元古代末—寒武纪发育一套“双峰式”火山岩,奥陶系可能不整合在前奥陶系之上,奥陶纪—二叠纪均为海相(或海陆过渡相)沉积。仲巴微地体自下而上可由上震旦系—寒武系片岩构造层、奥陶系—泥盆系变质碳酸盐岩构造层、石炭系—二叠系构造层组成。喜马拉雅地区具有较稳定的前寒武系结晶基底,中奥陶世—晚二叠世均沉积一套海相地层。昌都地区可能存在前寒武系基底,下古生界零星出露下奥陶统和志留系,上古生界除乐平统与瓜德鲁普统之间为假整合接触外,其余均为较连续的海相沉积地层。

关键词:青藏高原中南部;前中生代;岩石地层;时代

中图分类号:P534.1;P534.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2021)11-1814-22

Zhang Y J, Zhang Y C, Wang D B, Gou Z B. Precambrian–Paleozoic strata and their ages in the central and southern Tibetan Plateau. *Geological Bulletin of China*, 2021, 40(11): 1814–1835

Abstract: This paper summarizes the composition and age characteristics of the Precambrian and Paleozoic lithostratigraphy in the central to southern Qinghai–Tibet Plateau in six regions: the North Qiangtang area, the South Qiangtang area, the Gangdise area, the Zhongba area, the Himalaya and the Qamdo area. It summarizes the lithological and geochronological characteristics of 117 lithostratigraphic units, meanwhile, preliminarily sorts out the problems in stratigraphic division and correlation, so as to provide basic geological information for the pre-Mesozoic geological evolution of Qinghai–Tibet Plateau. The Qiangtang was considered that most of the Precambrian basement designated by predecessors no longer has typical metamorphic or crystalline basement characteristics. The northern Qiangtang area (with limited information) may have a relatively stable basement. Lower Paleozoic in northern Qiangtang area only includes part of the Ordovician and Silurian, and the Upper Paleozoic may be unconformity above the Lower Paleozoic; late Early

收稿日期:2021-05-07; **修订日期:**2021-06-17

资助项目:第二次青藏高原综合科学考察研究(编号:2019QZKK0706)、中国地质调查局项目《中尼铁路(境内段)沿线区域地质调查》(编号:DD20211195)、国家自然科学基金重大研究计划重点项目《拉萨地块与相邻地块二叠纪古生物地理对比研究》(批准号:91855205)和中国科学院战略性先导科技专项(B类)(编号:XDB26000000)

作者简介:张予杰(1978-),男,教授级高工,从事区域地层划分与对比研究。E-mail: zhangyujie@mail.cgs.gov.cn

Devonian, middle Late Devonian, Late Carboniferous and possibly the whole Permian develop successively. The basement in southern Qiangtang area is of unknown nature. The Lower Paleozoic in southern Qiangtang area is only exposed in the form of "residual block" in the Mayigangri mountain. And its Upper Paleozoic has different styles in the West and East: Rutu county area in the western has more stable sedimentary characteristics, while the Shuanghu area in the Eastern may be a subduction accretion complex of "matrix + block". In Gangdise area, except Lhasa block (central part) and Nerong block, the basement of other areas is unknown. A set of "bimodal" volcanic rocks developed from the end of Neoproterozoic to Cambrian in Gangdise area. The Ordovician may be unconformity above the pre-Ordovician in Gangdise area, and from Ordovician to Permian, marine (or transitional) deposits developed. The strata of Zhongba block can be clarified into Upper Sinian - Cambrian schist and Ordovician - Devonian metamorphic carbonate, Carboniferous - Permian from bottom to top. The Himalayan region has a relatively stable Precambrian crystalline basement, and the Paleozoic deposited a set of marine strata from Middle Ordovician to Late Permian. There may be Precambrian in Qamdo area, but further work is indeed. Lower Ordovician and Silurian are only sporadically exposed, and except for the disconformity contact between Lopingian and Guadalupian, the marine sedimentary strata are relatively developed in Qamdo area.

Key words: central and southern Tibetan Plateau; pre-Mesozoic; lithostratigraphy; time scale

以潘桂棠先生为首席科学家的青藏高原空白区中比例尺区域地质调查工作,对青藏高原地质构造研究具有“里程碑式”的意义,尤其是其中的区域地层划分对比等基础性工作,引领了近 20 年青藏高原诸多关键核心地质问题的发展与突破,在解决青藏高原地质演化等基础问题中发挥了重要作用。本文通过梳理近年青藏高原中部及南部前中生代地层研究进展(图 1),初步总结了羌塘地区、冈底斯地区、喜马拉雅地区及昌都地区前寒武系及古生界基本框架(图 2、图 3)。在这一过程中发现,虽然已取得了许多重要进展和认识,但相对于其他学科,青藏高原地层划分对比研究程度仍然不高,尤其是

在北羌塘地区、昌都地区前寒武系及早古生代地层的厘定,南羌塘地区早古生代地层识别及晚古生代地层对比,南冈底斯地区、仲巴地区古生代地层时代属性的精确限定,喜马拉雅地区北带和南带地层对比等问题上,还需要科学、系统地部署调查研究等基础工作,以便获取更详细、更准确的地质信息,推进青藏高原基础地质科学问题的解决。

1 前寒武系

1.1 羌塘—昌都地区

北羌塘地区目前还没有确切的前寒武系,前寒武系仅在总体可与之对比的西部甜水海地区和东

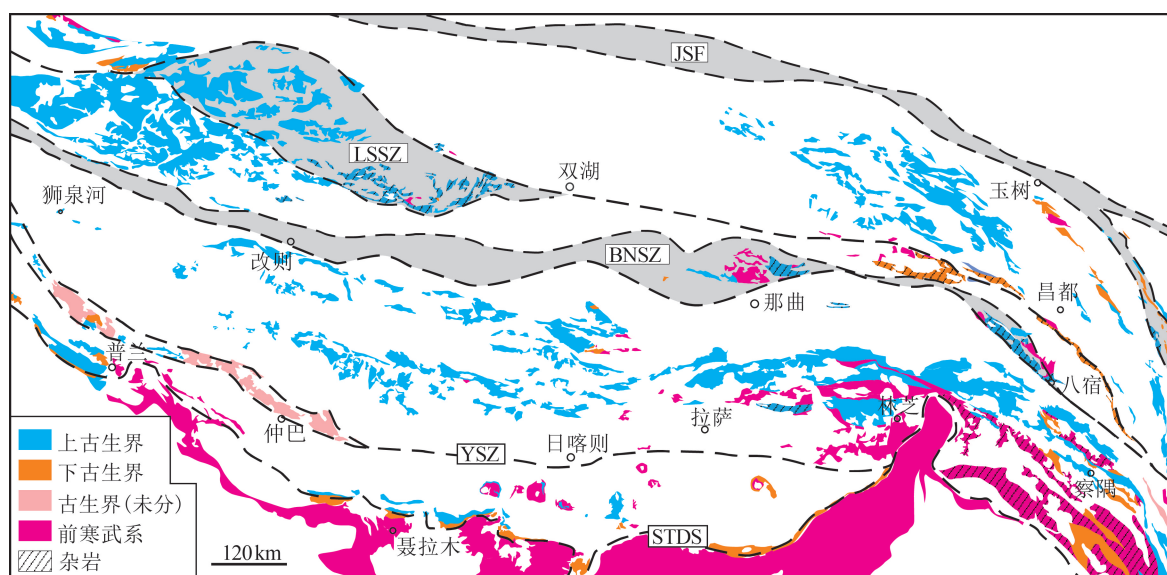


图 1 青藏高原中-南部构造格架及前中生代地层空间分布图

Fig. 1 Tectonic framework and distribution of pre-Mesozoic strata in the Central and Southern Qinghai-Tibet Plateau
JSF—金沙江结合带; LSSZ—龙木错-双湖结合带; BNSZ—班公湖-怒江结合带; YSZ—雅鲁藏布江结合带; STDS—藏南拆离系

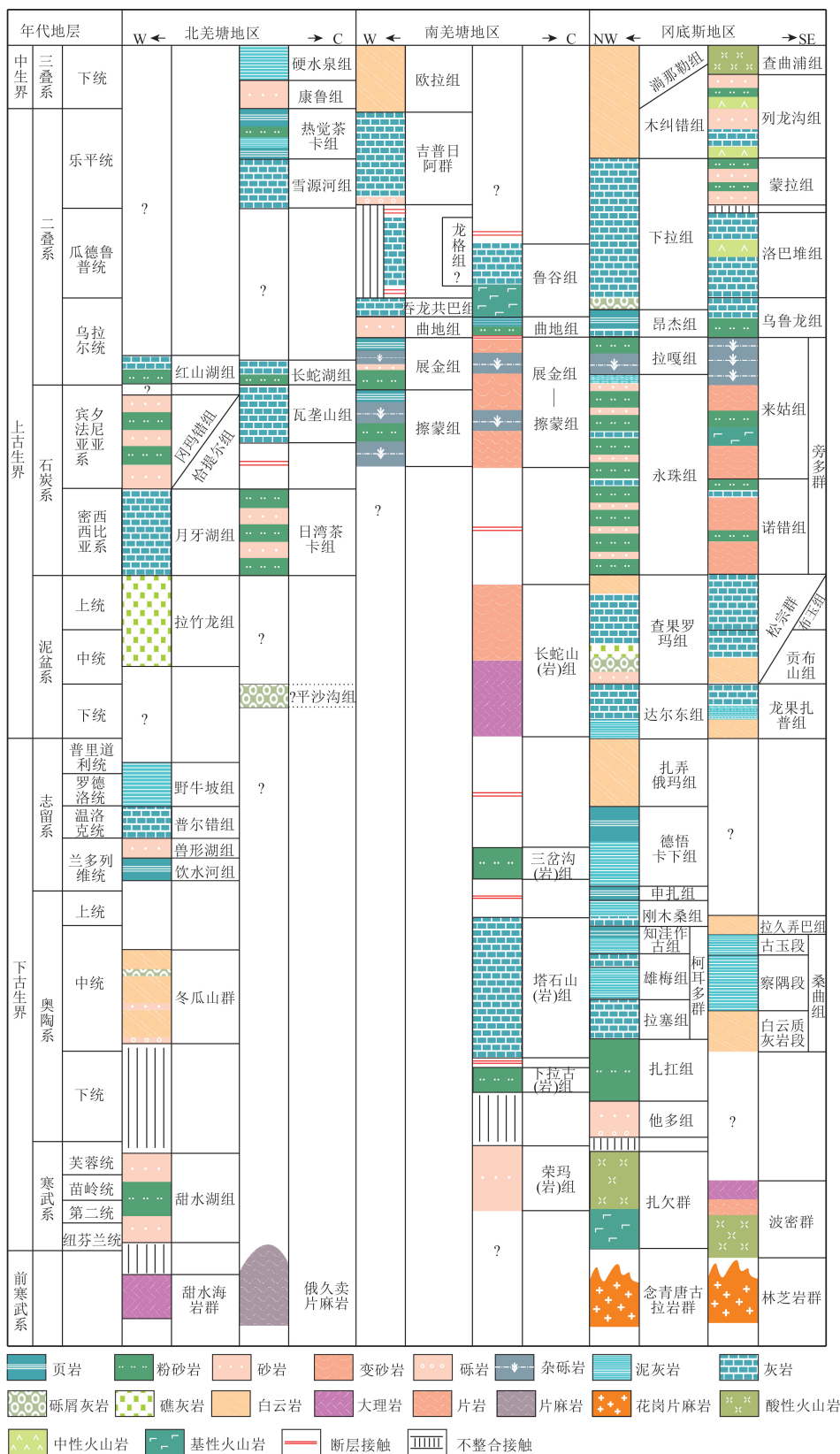


图2 青藏高原北羌塘地区、南羌塘地区、冈底斯地区前寒武系及古生代岩石地层格架

Fig. 2 Lithostratigraphic framework of Precambrian and Paleozoic in North Qiangtang area, South Qiangtang area and Gangdise area of Tibetan Plateau

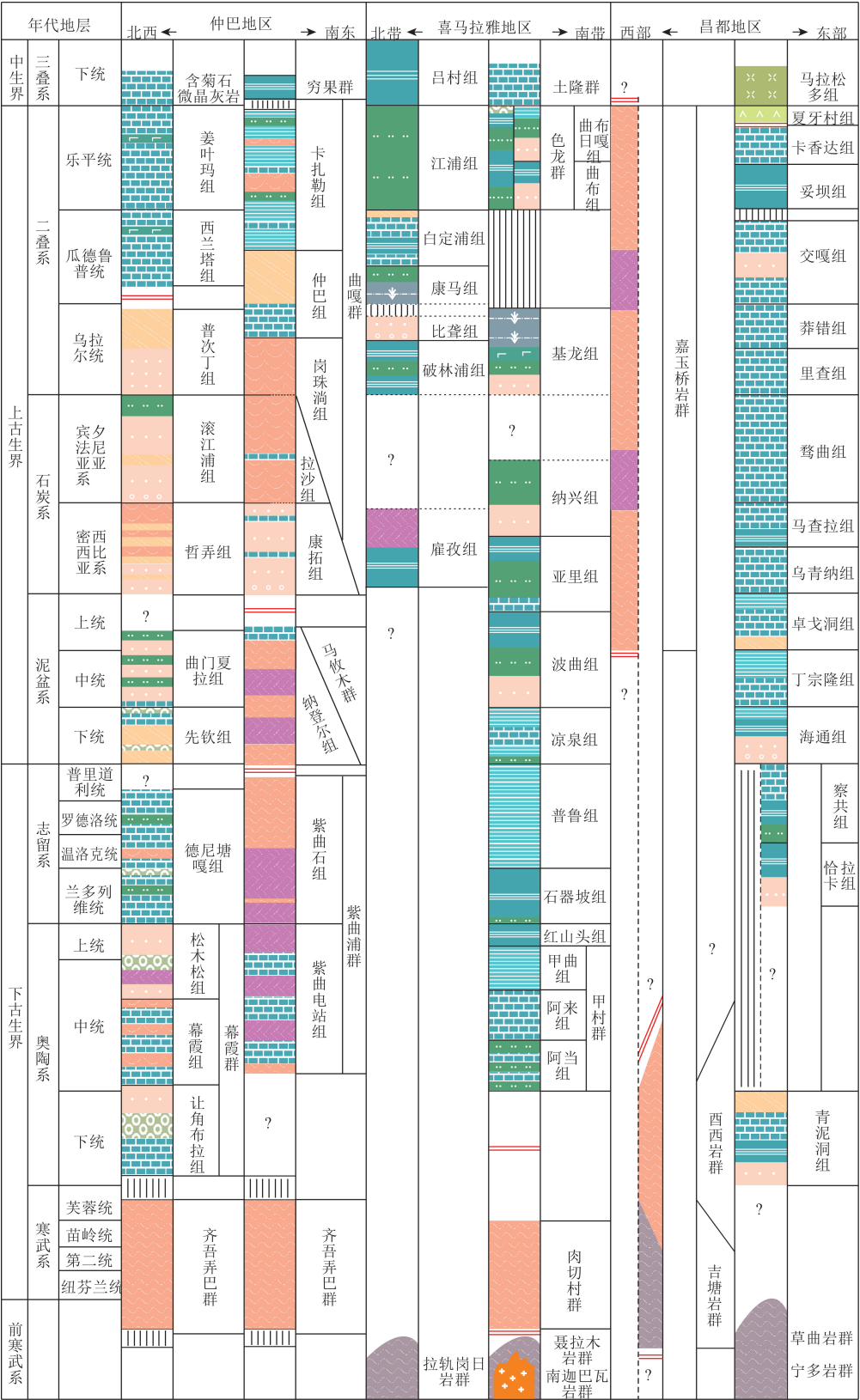


图 3 青藏高原仲巴地区、喜马拉雅地区、昌都地区前寒武系及古生代岩石地层格架 (图例同图 2)

Fig. 3 Lithostratigraphic framework of Precambrian and Paleozoic in the Zhongba area, Himalaya area and Qamdo area of Qinghai Tibet Plateau

部金沙江西岸一带零星出露,分别称为甜水海群和宁多岩群、草曲岩群,总体被置于前寒武纪(甜水海群^[1]、宁多岩群^[2])。最近在贡觉、江达一带开展1:5万区域地质调查时,在过去被划归前寒武系的“雄松岩群”(亦有人对比为“宁多岩群”)中新发现 244 ± 1 Ma的榴辉岩^[3],说明过去认为的雄松岩群至少有一部分应为金沙江结合带内的变质杂岩。

戈木日群、果干加年山群、玛依岗日群和阿木岗群曾被认为是羌塘中部的前寒武纪基底岩石组合,李才等^[4-8]将上述地质体解体为晚石炭世—早二叠世及晚三叠世的沉积地层和高压变质带。谭富文等^[9-10]在羌塘中部兰新岭附近的俄久卖一带发现中—深变质特征的片麻岩系,提出俄久卖片麻岩系为羌塘中部的前奥陶系结晶基底岩片。解超明等^[11]依据羌塘中部日湾茶卡、都古尔、戈木日及本松错地区发育以辉长岩、玄武岩、安山岩、花岗岩、流纹岩及花岗片麻岩为主要岩石组合的早古生代岩浆记录,认为羌塘中部的早古生代岩浆作用构成其结晶基底。

昌都地区的吉塘(岩)群,自李璞^[12]首先发现以来,其物质组成、原岩性质及时代属性一直备受争议^[13-20]。雍永源等^[14]按变质程度,将吉塘变质杂岩自下而上划分为变质程度较高的吉塘群和变质程度较低的西西群,认为其时代可能从前寒武纪至早古生代。李才等^[17]认为,吉塘岩群可能是很多时代与性质差别很大的岩片集合体,存在巨大的时间跨度。近年陆续在吉塘群中识别出二叠纪变质辉长岩^[21]、三叠纪花岗质岩石^[22-23]、原岩时代为三叠纪的正片麻岩^[24-27]及晚三叠世变辉长岩^[28],现多数学者认同吉塘岩群主要岩性为白云母长石石英片岩、黑云斜长片岩、长英质片麻岩、黑云斜长变粒岩、石英岩、大理岩质糜棱岩等组合。陈奇等^[20]认为,西西群和吉塘群是以泥砂质沉积岩、长英质粘土岩、砂砾岩等为原岩的副变质岩,获得碎屑锆石的年龄峰值范围为560~600 Ma、808~865 Ma、925~997 Ma和1071~1119 Ma,表明其主要由泛非期、格林威尔造山期等4次构造—岩浆热事件组成,其沉积时代不早于最年轻的构造—岩浆热事件560~600 Ma的峰值年龄。

1.2 冈底斯地区

1.2.1 聂荣岩群

聂荣岩群主要由斜长角闪岩类、片麻岩类、变

粒岩类、石英岩类和大理岩类组成,被认为是聂荣微地块结晶基底的主要组成物质^[29]。聂荣岩群片麻岩的原岩为中酸性侵入岩,锆石U-Pb年龄分布在820~852 Ma之间,代表片麻岩原岩的侵位时代^[30-32]。辜平阳等^[33]对原岩为基性火山岩的片麻状斜长角闪岩锆石U-Pb测年,获得 863 ± 10 Ma的谐和年龄,认为其与Rodinia超大陆裂解有关。

1.2.2 念青唐古拉岩群和林芝岩群

念青唐古拉岩群主要分布在拉萨地块,由念青唐古拉片麻岩和那更拉片岩系演变而来^[12],主要由三部分岩石组成:①以片岩为主的副片麻岩;②原岩以基性岩和酸性岩为主的正片麻岩,其原岩形成时代分别为 720 ± 6 Ma和 732 ± 7 Ma^[34];③后期侵入脉体,以花岗质岩石及少量的辉长岩为主^[35-36]。张修政等^[37]发现,永珠地区念青唐古拉岩群中正变质岩系的原岩为新元古代蛇绿岩、剪切型大洋斜长花岗岩和岛弧岩浆岩组合。

林芝岩群由1:25万林芝县幅区调新建,由包括片岩类、大理岩类、石英岩类、角闪质岩类、片麻岩类、麻粒岩类、混合岩类等岩石组合构成,可与念青唐古拉岩群对比^[38]。董昕等^[39]获得林芝岩群角闪岩相变质沉积岩中的岩浆成因碎屑锆石2708~63 Ma的分散年龄(其峰值分别在1100 Ma和550 Ma左右),变质年龄约35 Ma,正片麻岩中岩浆锆石结晶年龄为496 Ma,提出林芝岩群形成于早古生代,是冈瓦纳大陆北缘的早古生代沉积盖层,并在中—新生代经历了多期变质与岩浆作用再造。近年来,胡培远等^[40-41]根据林芝岩群中包含1780 Ma、1343~1276 Ma和1250 Ma的花岗质岩石及念青唐古拉岩群主要包含新元古代早期N-MORB型基性岩^[36, 42]、新元古代中期岛弧岩浆岩和变质岩^[37, 43-44]和新元古代中期(650 Ma)碰撞型高压麻粒岩^[42],提出林芝岩群与念青唐古拉岩群具有不同的物质组成,暗示南、北拉萨地块具有不同的前寒武纪演化历史^[34]。

1.2.3 松多岩群

1:25万门巴区幅区调将松多岩群自下而上划为岔萨岗岩组、马布库岩组和雷龙库岩组^[45]。何世平等^[46]在工布江达县南岔萨岗岩组变基性火山岩中获得 2450 ± 10 Ma的锆石U-Pb上交点年龄,将岔萨岗岩组单独定义为岔萨岗岩群。本文所指的松多岩群由原定义马布库岩组和雷龙库岩组构成,

指由低绿片岩相-低角闪岩相的石榴子石石英岩、含石榴子石云母石英片岩和角闪岩组成的浅变质岩系。自松多榴辉岩^[47]被报道以来,陆续从松多岩群中解体出变质橄榄岩、堆晶辉长岩、辉长岩、玄武岩、斜长花岗岩等被认为是晚古生代蛇绿混杂岩的岩石组合端元^[48]。松多榴辉岩的原岩具有典型的 MORB 特征^[49],其形成被认为与 260 Ma 期间古特提斯洋壳俯冲相关^[50]。许志琴等^[51]认为,松多群是一套与洋壳俯冲有关的变质杂岩体。解超明等^[52-53]进一步提出,“松多岩群”是一套与晚古生代特提斯洋演化及洋陆转换密切相关的混杂岩,其形成时代晚于晚石炭世。

1.2.4 德玛拉岩群

大面积分布在青藏高原东南部察隅一带的德玛拉岩群深变质岩系曾被认为是前寒武纪的变质基底,近年来陆续有学者提出该岩群除包括前寒武纪基底变质岩系外,其原岩还包括古生代沉积岩和中生代花岗质岩石,在新生代经历了变质和岩浆作用的再造,是一套变质杂岩^[54-55]。

1.3 喜马拉雅地区

1.3.1 南迦巴瓦岩群

南迦巴瓦岩群系郑锡澜等^[56]于 1979 年建立,指出露于雅鲁藏布江大拐弯腹地的南迦巴瓦、派乡、多雄拉、直白等地的变质地层。郑来林等^[57]在开展 1:25 万墨脱幅区调时,将其划分为多雄拉组、直白组和派乡组。其中,多雄拉组主要由条带状、眼球状混合岩和混合片麻岩组成。直白组主要由富铝质片麻岩、花岗片麻岩和高压麻粒岩透镜体或夹层组成。派乡组主要岩性为黑云片岩、黑云斜长片麻岩、大理岩、石英岩等。李廷栋^[58]在南迦巴瓦群中测得 1312 Ma 和 552~525 Ma 的 U-Pb 年龄,其原岩时代可能为古元古代,不排除延至中元古代。

1.3.2 聂拉木岩群

张旗和李绍华^[59]将珠峰一带的一套中-深变质岩系命名为聂拉木岩群,并细分为丁仁布桥组和康山桥组,时代归为前震旦纪。《西藏自治区岩石地层》^[60]以韧性剪切带为界,划分出友谊桥岩组、曲乡岩组、康山桥混合岩和江东岩组,原始层序难以确定。不同学者的年代学研究表明,聂拉木岩群主要有 4 组年龄值,即 2250~1250 Ma、845~792 Ma、660~644 Ma 和 40~10 Ma,其中 2250~1250 Ma 可能是基底形成年龄^[61-63]。

1.3.3 拉轨岗日群

拉轨岗日群主要出露于藏南定日县拉轨岗日一带,以串珠状近东西向排列的穹窿构造形式断续出露,东西延伸约 450 km,岩性主要为云英片岩和片麻岩的岩石组合,以夹大理岩为特征。刘世坤等^[64]认为,其原岩成分和变形变质特征与聂拉木岩群中的江东岩组类似,并获得了 401±55 Ma 和 501±45 Ma 的年龄数据。李德威等^[65]将拉轨岗日群解体为抗青大岩组、拉轨岗日杂岩部分。周志广等^[66]发现,拉轨岗日岩群被 515~485 Ma 的花岗岩侵入,并在康马岩体西南侧发现一套不整合于拉轨岗日岩群之上的奥陶系底砾岩,因此把拉轨岗日岩群的原岩时代归为前奥陶纪。

2 下古生界

2.1 北羌塘地区

北羌塘地区的早古生代地层仅分布在日土县东北部拉竹龙-甜水海一带。

1:25 万阿克萨依湖幅区调从甜水海岩群顶部解体出一套滨-浅海相的碎屑岩,命名为甜水湖组,无直接年代学证据,因与上覆奥陶系角度不整合接触,与下伏含叠层石的新元古代地层变质变形又明显不同,故将其时代置于寒武纪^[67]。

奥陶系分布在甜水海东部至日土北部拉竹龙地区,称冬瓜山群^[67],岩性为亮晶白云岩、生屑灰岩夹岩屑砂岩,含角石 *Michelinoceras densum*,三叶虫 *Iliaenus* sp.,以及珊瑚类和层孔虫类化石,时代为奥陶纪。1:25 万温泉幅、松西幅区调时建立“下奥陶统三岔口组”^[68],为一套碎屑岩组合,其中含腕足类 *Nanorthis* sp.,其岩性与冬瓜山群碳酸盐岩完全不同。

陈挺恩等^[69]详细研究了拉竹龙一带的志留纪地层,其中,饮水河组为黑色炭质粉砂质页岩和板岩,上部产笔石 *Pristiograptus* sp.,几丁石 *Ancyrochitina brevicollis* 和 *Conochitina* sp.,时代为兰多维列世 Telychian 早期。兽形湖组为黄褐色长石石英砂岩、岩屑砂岩夹粉砂岩,产腕足 *Hindellaxizangensis*, *Aphanomena*? sp.,Stropheodontid,竹节石 *Gotlandellites* sp.及少量三叶虫,时代为兰多维列世;普尔错组为生物碎屑灰岩、结晶灰岩,上部夹钙质砂岩、粉砂岩,含丰富的生物化石,其中,头足类见 *Ooceras*, *Dawsonoceras*,腕足类 *Brachypirions*, *Strispirifer*,牙形刺 *Panderodus unicostata*, *Ozarkodina* sp.,*Hibbardella* sp.,三

叶虫 *Contracheirurus zuvergesi*, *Encrinurus* sp., *Otarion* sp., 时代为文洛克世;野牛坡组为薄层灰岩和粉砂质泥质灰岩,富含直壳鹦鹉螺和牙形刺,与下伏普尔错组整合接触,其中,头足类 *Kopaninoceras*, *Dawsonoceras*, 牙形刺 *Ligonodinasilurica*, *Neopronoides latidentatus*, *Spothognothodus inclinatus* 等,时代应该包括罗德洛世的全部和普里道利世的一部分。在甜水海地区发育一套岩屑砂岩和钙质砂岩,称温泉沟群砂岩组,含几丁石和疑源类^[67],可能与钦水河组及兽形湖组可部分对比。

2.2 南羌塘地区

南羌塘下古生界信息极有限,自 1:25 万玛依岗日幅区调发现并命名该区的早古生代沉积地层^[7,70]以来,区域上没有发现更多的信息。下拉古组下部为钙质细砂岩、变粉砂岩,上部为板岩夹薄层灰岩。塔石山组为中厚层结晶灰岩夹钙质粉砂岩,产鹦鹉螺类 *Sinoceras*, *Michelinoceras*, *Eosomichelinoceras*, *Eneoceras* 等,时代为中晚奥陶世。三岔沟组岩性为变质细碎屑岩夹薄层砂屑结晶灰岩,产笔石 *Glyptograptus? lunshanensis*, *Climacograptus transgrediens*, *Orthograptus* sp., *Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp. 等,时代大致为早志留世。

杨耀等^[71]根据变质砂岩碎屑锆石年龄谱的明显差异,提出南羌塘北部荣玛乡一带奥陶系塔石山(岩)组之下的一套变质中厚层石英砂岩夹薄层泥灰岩地层时代可能为寒武纪,将其命名为“荣玛组”,但尚未发现直接证据,故该地层时代属性待进一步考证。

中国地质大学(北京)在玛依岗日—依布茶卡一带连续开展了 20 幅 1:5 万区域地质调查,提出南羌塘地区下古生界(甚至包括上古生界及三叠系)为构造—地层系统,具有典型的非史密斯地层特征,是一套规模巨大的俯冲增生杂岩^[72-75]。

2.3 冈底斯地区

2.3.1 扎欠群、波密群

1:25 万申扎县幅区调推测申扎县扎扛地区可能存在寒武系^[76],计文化等^[77]在该地区首次识别出寒武纪流纹岩(500.8 ± 2.7 Ma, 锆石 U-Pb 年龄)。李才等^[6]建立了寒武系扎欠群,主体为一套绿片岩相的变质碎屑岩夹变质火山岩地层。Hu 等^[78]在申扎扎欠发现了数层寒武纪流纹岩夹层($510.6 \sim 524.8$ Ma, 锆石 U-Pb 年龄)。几乎同时,Zhu 等^[79]和潘晓

萍等^[80]报道了位于尼玛县控措、邦勒村等地的晚寒武世变质玄武岩(约 492 Ma, 锆石 U-Pb 年龄)和早寒武世变质流纹岩(536.4 ± 3.6 Ma, 锆石 U-Pb 年龄),并认为上述火山岩具有双峰式火山岩的特征。

拉萨地块东南部波密一带寒武系的探索开展较早,朱伟元等^[81]报道了波密—通麦地区一套浅变质中酸性火山碎屑岩—变砂岩—大理岩地层产出的粗面球形藻、微刺藻类、卵形球藻等原始藻类,命名为波密群,时代对比为新元古代晚期—寒武纪。Zhen 等^[82]、方翔等^[83]认为,波密群是古琴群^[84]和古金群^[85]的后出异名,然而古琴群和古金群既与波密群产出位置不同,也未发现确切的时代依据,直接对比的依据尚不充分。

2.3.2 他多组、扎扛组

下奥陶统他多组^[86]、扎扛组^[87]为 1:25 万申扎县幅区调发现并命名,定义沿用至今。前者由底部石英岩砾岩、下部石英岩、中部粉砂岩和含少量结晶灰岩夹层的浅变质岩系组成,其中含三叶虫碎片;后者为一套浅—中等程度变质的粉砂岩、细砂岩、泥质板岩等,底部含 *Tetragraptus* (*Paratetragraptus*) *approximatus*—*Didymograptus* (*Corymbograptus*) *deflexus* 带,时代为早奥陶世弗洛期。

2.3.3 拉塞组、雄梅组、知洼作古组、刚木桑组

Zhen 等^[82]及方翔等^[83]根据岩石地层优先律恢复了柯耳多群^[88],自下而上包含拉塞组^[89]、雄梅组^[90]、知洼作古组^[82-83]。拉塞组为 1:25 万多巴区幅区调命名,指整合于柯耳多组之下的一套富含珠角石类的生屑灰岩,Zhen 等^[82]及 Fang 等^[91]认为其所产头足类和笔石类指示的时代为达瑞威尔期。雄梅组岩性为紫红色、灰黄色泥质条带灰岩或瘤状灰岩,含头足类化石 *Sinoceras*、*Michelinoceras*、*Lituites*、*Trocholites* 和 *Discoceras*,时代为中奥陶世。知洼作古组岩性为灰色薄层灰岩夹泥质条带灰岩和生物碎屑灰岩,含 *Hamarodus brevirameus* 牙形刺生物带^[92]。刚木桑组由钙质页岩、薄层生物碎屑灰岩及泥质条带灰岩组成^[93],其下部含牙形刺 *Amorphognathus superbus*^[92],以及头足类 *Michelinoceras huangnigangense* 和 *Pleurothoceras*,时代为中晚奥陶世^[90]。

2.3.4 桑曲组、拉久弄巴组

在冈底斯地区东南部察隅一带,零星出露奥陶纪地层。在前人研究^[81,84-85]的基础上,Zhen 等^[82]提出前人命名的古玉组、察隅组及古金群上部可以对

比为原桑曲组的上、中、下三段,并将其分别命名为古玉段、察隅段和白云质灰岩段。陈英华^[94]报道了桑曲组顶部条带状灰岩(相当于古玉段)牙形刺 *Pygodus serra* 和 *Yangtzeplacognathus foliaceus* 带,指示时代为达瑞威尔阶晚期。桑曲组下部的白云质灰岩段发现少量时代不清的牙形刺 *Panderodus* sp.^[82]。拉久弄巴组白云岩位于桑曲组之上同,时代不明,推测为晚奥陶世。

2.3.5 申扎组、德悟卡下组、扎弄俄玛组、东卡组

该区志留系主要分布在申扎县一带,自下而上包括申扎组(时代为晚奥世—早志留世)、德悟卡下组和扎弄俄玛组^[76, 95-96]。有学者将申扎组(或申扎层)视为德悟卡下组底部的一部分^[95, 97],将奥陶系—志留系界线置入德悟卡下组内,但申扎组中包含大量 *Hirnantia* 动物群和笔石化石^[96],且包含奥陶系—志留系界线,故 Zhen 等^[82]认为应保留申扎组。德悟卡下组发育丰富的早志留世牙形刺 *Panderodus*、笔石 *Climacograptus*,以及可延至中志留世的头足类 *Huroniella*,时代为志留纪兰德洛维世和文洛克世。扎弄俄玛组为灰白色薄—中层状细晶、粉晶白云岩,发育罗德洛统一普里道利统的牙形刺。

在班怒构造带东卡错附近出露志留纪的沉积地层,被称为东卡组^[98],岩性主体为白云岩夹生物碎屑灰岩,产珊瑚 *Favosites*, *Palaeofavosites* 及腕足 *Glyptorthis*,时代为早志留世。潘桂棠等^[72-73]认为是卷入班公湖—怒江俯冲增生杂岩带内的构造岩块。

2.4 仲巴地区

仲巴地区经过1:5万区调工作,其地层划分对比工作较以往有明显进展^[99-102]。李祥辉等^[99]将其划分为幕霞和霍尔巴—仲巴2个构造—地层小区。在幕霞分区,齐吾贡巴群被认为可能是仲巴地区最古老的地层代表,由中浅变质岩如钙质片岩、石英片岩组成;多吉等^[103]在石英片岩中发现4.1 Ga 碎屑锆石,该群时代被认为可能是震旦纪—寒武纪^[60]。奥陶系和志留系分别由幕霞群(让布角拉组、幕霞组、松木松组)和德尼塘嘎群(组)组成。在霍尔巴—仲巴分区,李祥辉等^[100]将原划分二叠系“曲嘎组”拆解为3群6组,新建下古生界奥陶系—志留系紫曲浦群(含紫曲电站组和紫曲石组)。紫曲浦群由一套紫红色、黄灰色、灰色钙质片岩、大理岩和结晶灰岩组成,产鸚鵡螺 *Michelinoceras*—*Discoceras*,指示主体时代为奥陶纪和志留纪^[104]。紫

曲电站组为灰色片理化结晶灰岩和紫红大理岩,含海百合、腕足、鸚鵡螺等。紫曲石组以紫红色大理岩为主,局部层位夹银灰色钙质云母片岩/云母钙质片岩,与下伏地层断层接触。

2.5 喜马拉雅地区

2.5.1 肉切村(岩)群

肉切村(岩)群主体由以灰黑色条带状透辉石英片岩为主的“下组”和以黄灰色结晶灰岩为主的“上组”(黄带层)组成^[105],普遍被中新世淡色花岗岩侵入^[106],在聂拉木地区与上覆奥陶系之间以藏南拆离系分隔^[107]。Myrow 等^[108]将肉切村群对比为印度北部的 Parahio 组,认为其时代不早于早—中寒武世,但也有人认为肉切村岩群原岩形成的时代为新元古代^[109]。

2.5.2 甲村群、红山头组

自穆恩之等^[105]发现并命名了喜马拉雅地区奥陶系甲村群和红山头组以来,针对该地区地层古生物的研究活动持续不断,且形成了多种划分方案。Zhen 等^[82]及方翔等^[83]重新厘定该区奥陶系,将原甲村群“下组”划分为阿当组和阿来组,原甲村群“上组”对比甲曲组,并提出应废止原“甲村组”^[110-111]、“泉上组”^[111]和“沟陇日组”^[112]。阿当组精确时代不清,根据头足类化石推测时代为中奥陶世。阿来组指代甲村群“下组”上部的深灰色、灰色中—厚层灰岩,Yu 等^[113]系统研究了阿来组牙形刺生物地层、碳同位素特征,并划分出7个微相类型,阿来组的时代为达瑞威尔期 *H. holodentata* 带—*Histiodela kristinae* 带,甚至可延伸至 *Pygodus serra* 带^[92]。甲曲组^[114]岩性为黄灰色、紫红色泥质或生屑灰岩,牙形刺整体属于达瑞威尔阶上部 *Pygodus serra* 带至凯迪阶中部 *H. brevirameus* 带^[115],头足类常见 *Sinoceras chinense*、*Michelinoceras elongatum* 等^[116]。红山头组岩性为薄层状钙质页岩夹粉砂质页岩、泥灰岩,Zhen 等^[82]在其中发现部分牙形刺 *Dapsilodus* sp., *Protopanderodus nogamii*, *P. varicostatus* 和 *Scabardella* sp.,指示的时代为晚奥陶世。

2.5.3 石器坡组、普鲁组

由穆恩之^[105]定义,虽然林宝玉等^[111]提出过不同的划分方案,但目前普遍接受的仍然是穆恩之等^[116]修订的方案,即下志留统石器坡组和中—上志留统普鲁组。石器坡组主要由含丰富笔石的粉砂质页岩和页岩组成,主要为 *Streptograptus lobiferus*、

Climacograptus rectangularis、*C. normalis*。普鲁组由浅灰色薄层状泥灰岩、泥质灰岩组成,产丰富的头足类(角石)及珊瑚、海百合茎等,主要含中志留世的头足类 *Michelinoceras michelini*、笔石类 *Pristiograptus dubius*,以及晚志留世头足类 *Kopaninoceras jucundum* 组合和牙形石动物群 *Polygnathiodes siluricus*^[115]。

2.6 昌都地区

2.6.1 西西岩群

西西岩群主要分布在藏东澜沧江构造带一线,岩性为片岩、变质砾岩等,变质程度为绿片岩相至高绿片岩相,原岩可能为砂砾岩或凝灰岩。陈炳蔚等^[117]首次在西西岩群获得泥盆纪孢子和几丁虫微体化石时代;雍永源等^[14]认为西西岩群可能形成于早古生代;王克勇^[15]报道了相当于吉塘岩群上部西西岩群中的石炭纪珊瑚、腕足、孢粉等化石;金鹭等^[118]在西西岩群变质石英杂砂岩样品中获得了最年轻一组的碎屑锆石年龄加权平均值为 410 ± 7 Ma,认为西西岩群最大沉积时限为早泥盆世。而何世平等^[18]通过对原岩为中、基性火山岩的西西岩群绿泥片岩锆石 U-Pb 测年,认为西西岩群的形成时代为蓟县纪末—南华纪初。

2.6.2 青泥洞组、恰拉卡组、察共组

青泥洞组为昌都幅 1:100 万区调所发现,分布于江达县青泥洞及芒康县海通一带,下部岩性以杂色砂岩、板岩等陆源碎屑岩为主,上部岩性以条带状灰岩、白云岩等碳酸盐岩为主,董得源等^[119]报道了其下部的 *Dichograptus*, *Tetragraptus*, *Isograptus*, *Phyllograptus* 等笔石动物群,大致相当于 *Didymograptus hirundo* 带,时代为早奥陶世。恰拉卡组由胡长寿^[120]在藏东芒康县盐井地区创名,其下部为灰色细粒石英砂岩,上部为深灰色笔石页岩,产笔石 *Oktavites cf. spiralis*, *O. planus*, *Climacograptus sp.*, *Monograptus sp.*, *Streptograptus sp.*, *Pristiograptus sp.*, *Orthograptus sp.*, 时代为早志留世晚期。察共组是 1:25 万芒康县幅区调据 1:20 万芒康幅、盐井幅划分的中—上志留统命名的,岩性为灰色粉砂质页岩、页岩及生屑灰岩,产 *Neoproniodus sp.*, *Hindeodella sp.*, *Plectospathodus extensus* 等牙形刺,时代为晚志留世—早泥盆世^[120]。

3 上古生界

3.1 北羌塘地区

3.1.1 拉竹龙组、平沙沟组

拉竹龙组目前仅发现于日土县东北拉竹龙一

带^[121-122],为一套发育珊瑚礁灰岩的碳酸盐岩^[121, 123],时代为泥盆纪。1:25 万玛依岗日幅区调在羌塘中西部热觉茶卡西侧发现并命名了下泥盆统平沙沟组^[7],主要为一套水动力条件较强的钙质砂岩、岩屑砂岩与砂屑、砾屑、鲕粒灰岩等颗粒灰岩互层^[124]。

3.1.2 日湾茶卡组、月牙湖组、瓦垄山组

日湾茶卡组主要见于羌塘盆地日湾茶卡一带,1:25 万丁固幅区调描述了出露于日湾茶卡南岸的日湾茶卡组,岩性以粉—细砂岩为主,夹少量灰岩夹层,灰岩中产珊瑚 *Lithostrolion*, *Diphyphyllum* 等和筳类 *Eostaffella sp.*,时代属于早石炭世^[125]。该组中最年轻的锆石年龄为 325 Ma^[126],因而其沉积年龄可能小于 325 Ma,是 Visian 期以后沉积形成的。月牙湖组分布于北羌塘地块西部,1:25 万土则岗日幅描述了双点达坂一带的月牙湖组,其整合于泥盆系拉竹龙组之上^[127],主要由生物碎屑灰岩、粉砂质灰岩等组成,含丰富的腕足类化石 *Marginatia*, *Tomiproductus*, *Unispirifer* 等,珊瑚类 *Rotiphyllum*, *Neozaphrentis* 等^[128]。瓦垄山组分布于热觉茶卡湖西北部一带,底部断层错断,上部与长蛇湖组整合接触,岩性主要为灰黑色灰岩,含丰富的珊瑚和筳类化石。下部的筳类以含丰富的 *Fusulinella* 和 *Fusulina* 为主,上部的 *Montiparus* 带和 *Triticites* 带^[129-130]时代,为 Moscovian 期—Gzhelian 期。

3.1.3 冈玛错组、长蛇湖组、红山湖组

冈玛错组分布于双点达坂、冈玛错一带,据 1:25 万土则岗日幅的描述,其整合于月牙湖组之上,岩性以灰红、灰白色中厚层状石英砂岩、长石石英砂岩为主^[129],未报道化石,时代可能为晚石炭世,可能是甜水海地区恰提尔组的同物异名^[67]。

长蛇湖组分布于热觉茶卡湖西北部一带,整合于瓦垄山组之上。根据 1:25 万玛依岗日幅的描述,主要由灰色中厚层灰岩和黄灰色长石石英砂岩为主,灰岩中含有丰富的筳类化石^[7]。筳类主要由 *Sphaeroschwagerina*, *Montiparus*, *Boultonia* 组成,时代属于早二叠世 Asselian 期^[131],该组上部的接触关系不清楚。

红山湖组分布在甜水海地区,根据 1:25 万阿克萨依幅区调报告^[67],其底部接触关系不明,岩性主要为一套碎屑岩夹碳酸盐岩组合,含丰富的珊瑚类和筳类,时代为早二叠世,从岩性看可能与长蛇湖

组同物异名。

3.1.4 雪源河组、热觉茶卡组

雪源河组原义指分布于热觉茶卡北部整合于热觉茶卡组之下的一套灰岩地层, 1: 25 万玛依岗日幅报告认为其时代是中二叠世^[7]。但笔者等在其命名剖面上发现了丰富的筳类, 如 *Gallowayinella*, *Reichelina* 等, 其时代应属于晚二叠世吴家坪末期(未刊资料), 而在热觉茶卡西侧, 在热觉茶卡组之下新发现厚度超过百米的灰岩地层, 其中含有丰富的 *Colaniella* 动物群, 时代属于吴家坪中晚期(未刊资料)。这些发现清楚地表明, 雪源河组的时代应是晚二叠世。热觉茶卡组分成两部分, 下部主要为深灰色粉砂质页岩和灰岩, 上部是灰褐色和灰黑色砂岩、页岩夹煤层^[132]。下部的灰岩中含丰富的 *Palaeofusulina* 筳类动物群, 时代为长兴期^[133-134]。Fu 等^[135]也报道了热觉茶卡组顶部的年龄是 252.3 ± 0.9 Ma。

3.2 南羌塘地区

3.2.1 长蛇山组

长蛇山组分布在羌塘中部塔石山一带, 由 1: 25 万玛依岗日幅区调命名, 下部为大理岩化灰岩, 上部为变质砂岩等。产竹节石 *Eowakia? sulcata*, *Eowakia* sp., *Guerchina xizangensis* 及腕足类 *Arypa* sp., *Lingula* sp. 等, 形成时代可能为泥盆纪^[7]。

3.2.2 擦蒙组、展金组、曲地组、吞龙共巴组

梁定益等^[136]将南羌塘地块西部日土县多玛乡一带的原窝尔巴错群解体, 建立擦蒙组、展金组、曲地组和吞龙共巴组。擦蒙组以含砾板岩、粉砂岩、砂质板岩为主, 地层中未发现化石。展金组中以含砾砂岩、粗砂岩为主, 地层中软沉积变形和滑塌构造极发育, 具类复理石特征, 发育特征的 *Eurydesma* 双壳动物群, 时代属于早二叠世 Asselian—Sakmarian 期^[137]。在南羌塘地块中部的荣玛乡一带, 擦蒙组和展金组由于变质作用较强, 野外难以区分。曲地组在日土县多玛乡脱塔拉地区以石英砂岩为主, 局部含灰岩夹层沉积, 含丰富的筳类 *Pamirina*, *Eoparafusulina*, *Chalaroschwagerina* 等, 时代相当于早二叠世 Artinskian 期^[138]。而羌塘地区中部, 与曲地组相当的层位是一套浊积岩沉积地层, 含同期的筳类 *Pseudofusulina*, *Chalaroschwagerina* 等^[139]。南羌塘地块西部, 吞龙共巴组整合于曲地组之上, 以生物碎屑灰岩为主, 含丰富的筳类、珊瑚及腕足类化石^[138], 筳类见

Parafusulina, *Monodiexodina*, *Pseudofusulina* 等, 时代相当于空谷期^[140]。

3.2.3 龙格组

龙格组主要分布于南羌塘地块西部的欧拉和多尔冬山一带, 以灰白色灰岩为主, 含筳类、小有孔虫等化石^[136], 与周围地层均呈断层接触, 产出状态不清。其中灰岩含筳类为 *Nankinella*, *Kahlerina*, *Verbeekina*, *Neoschwagerina*, *Yabeina*, *Sumatrana* 等^[141]。小有孔虫以 *Shanita-Hemigordiopsis* 组合为主, 时代为中二叠世。

3.2.4 鲁谷组

鲁谷组主要分布于南羌塘地块中部, 下段岩性为玄武岩和生物碎屑灰岩互层, 上部以中厚层状灰岩为主, 相当于鲁玛江东错一带和先遣乡一带的财那哈组和先遣组^[142]。该组下部含丰富的筳类化石, 在双湖县措折强玛一带, 该组底部含 *Cancellina*, *Parafusulina* 等筳类动物群和 *Vediproductus* 等腕足类化石, 时代相当于 Kungurian 晚期—Roadian 早期^[143-145], 上部含丰富的 *Eoparafusulina* 筳类动物群, 时代可至中二叠世中晚期^[146]。

3.2.5 吉普日阿群

吉普日阿群主要分布于南羌塘地块西部, 不整合于吞龙共巴组之上^[136], 以底部不整合面之上发育底砾岩为显著特征, 砾石均来自于下部的吞龙共巴组^[147], 上部主要为白云质灰岩, 筳类主要有 *Codonofusiella*, *Palaeofusulina* 等, 时代属于晚二叠世吴家坪期—长兴期^[148]。Fan 等^[149]分析了班公湖东侧吉普日阿组中的砂岩碎屑锆石, 认为吉普日阿组的时代是 255 ± 8 Ma, 与化石记录的时代范围相似。

3.3 冈底斯地区

3.3.1 达尔东组、查果罗玛组

达尔东组主要出露在措勤—申扎一带, 以薄层灰岩、生屑灰岩、泥灰岩夹砂页岩为主, 含丰富的竹节石、腕足类、珊瑚类和牙形刺^[150-152], 产 *Ozarkodina denckemanni*, *Pandorinellina exigua philipi*, *Polygnathus* cf. *kitabicus* 等牙形刺, 以及 *Pseudamplexus*, *Palaeocyathus*, *Lyrielsma*, *Loyolophyllum*, *Martinophyllum*, *Heterophylactis* 等皱纹珊瑚类和 *Pachycanalicula*—*Mesofavosites*—*Squameofavosites*—*Heliolites* 床板珊瑚组合, 时代为 Lochkovian 期—Emsian 期。查果罗玛组为一套肉红色钙质砂岩、砂质灰岩及浅灰色灰岩、白云质灰岩, 下部含丰富的 *Disphyllum*, *Sinodisphyllum*, *Temnophyllum*,

Aphraxonia, *Asterodisphyllum*, *Hunanaxonia*, *Truncarinulum*, *Nalivkinella* 等皱纹珊瑚和 *Trhypora yingtangensis* 床板珊瑚, 上部含丰富的牙形刺 *Polygnathus* cf. *Pseudofolius*, *P. rhenana*, *P. procerus*, *P. webbi*, *Ligonodina* sp., *Icriodus alternatus helmsi*, *Bryantodus* sp., *Hindeodella* sp., *Caudicriodus angustus angustus*, *C. angustus cauda*, *Belodella resima*, 时代从中泥盆世 Eifelian 期延续至晚泥盆世 Famennian 期。

3.3.2 松宗群、龙果扎普组、布玉组、贡布山组

主要分布在波密—察隅及八宿一带。1951—1953 年, 中国科学院西藏工作队地质组在波密松宗一带发现了含化石依据的泥盆系, 命名为“松宗系”或松宗灰岩^[12], 为一套白云岩、灰岩、泥灰岩地层, 后被细分为念淌组、贡布山组和雅则组^[153], 其间以断层分隔。

龙果扎普组、布玉组、贡布山组由 1:20 万松冷幅和竹瓦根幅区调确立, 龙果扎普组主体岩性为灰色厚层状中晶白云岩、薄层灰岩和白云质灰岩, 产牙形刺 *Polygnathus*, *Icriodus*, *Pandorinellina*, 珊瑚 *Metriophyllum* 等, 时代可能为早泥盆世。布玉组为中细晶白云岩与生屑灰岩, 含腕足类 *Atrypa*, *Spinatrypa*, *Desquamatia*, *Eoreticulariu*, 珊瑚 *Grypophyllum*, *Dendrostella*, *Thamnopora*, *Cladopora* 等, 时代为中泥盆世。贡布山组与松宗群的一部分相当, 主要为一套生物碎屑灰岩, 产腕足 *Cyrtospirifer wangleighi*, *C. cf. vicari*, *Athyris* cf. *hunanensis*, *Emanuelia* cf. *transversa*, 珊瑚 *Crassialveolites* cf. *domrachervi*, 可能形成于晚泥盆世。

3.3.3 永珠组

永珠组从永珠群解体而来, 相当于原永珠群下组^[93]。其岩性主要为薄至中厚层状砂岩、极薄层粉砂岩, 厚度巨大。该组与下伏上泥盆统查果玛组整合接触。永珠组下部含菊石 *Goniatites* sp., *Epicanites* sp. 和牙形类 *Gnathodus girtyi simplex*, *G. girtyi collinsoni*, 时代相当于早石炭世 Viséan 期^[154-155]。上部含薄层灰岩夹层, 其中含丰富的腕足类和牙形类化石, 但其指示的年代地层差异较大。牙形刺的证据表明其时代相当于晚石炭世 Moscovian 期^[156], 而腕足类指示的时代是早二叠世 Sakmarian 期^[157]。

3.3.4 旁多群

旁多群由李璞(1955)命名于拉萨以北的旁多地区, 岩性主要为杂砾岩、含砾板岩^[12], 包括下部的

诺错组和上部的来姑组。诺错组主要为变质细砂岩、绢云板岩等^[158], 在八宿雅则一带, 该组以粉板质板岩夹细砂岩为主, 含腕足类和菊石化石, 时代为早石炭世^[153]。来姑组主要分布于八宿县附近, 在林周一带被称为旁多群上部^[159], 与下伏诺错组的区别是以一套含砾板岩为主, 砾岩主要为冰碛砾石, 指示沉积环境为裂谷环境下的冰海相, 含腕足类 *Bandopproductus* 动物群, 时代相当于早二叠世 Sakmarian 期^[160]。

3.3.5 拉嘎组

拉嘎组整合覆盖于永珠组之上, 其岩性主要是灰白色中细粒砂岩, 最典型的特征是该组中含冰碛砾石, 指示冰川的作用^[161], 该组冰碛岩中发育早二叠世孢粉组合 *Hamiapollenites*—*Striatoabieites* 组合^[162]。在措勤塔若错一带, 该组中含腕足类 *Choristites xainzaensis*—*Eomarginifera* 组合和 *Neospirifer kubeiensis*—*Fusispirifer plicatus*—*Stepanoviella* (*Bandopproductus*) 组合带, 其上部组合带的时代相当于 Sakmarian 期—Artinskian 期^[163]。

3.3.6 乌鲁龙组

乌鲁龙组以薄层粉砂岩、板岩夹中层状灰岩为主, 灰岩中含腕足类、苔藓虫、菊石类等化石^[153], 其中菊石类主要有 *Neocrinites*, *Adrianites*, *Stacheoceras* 等, 时代为早二叠世^[164]。

3.3.7 昂杰组

昂杰组由两部分组成, 下部是中厚层状生物碎屑灰岩, 上部是薄层钙质砂岩^[93]。下部生物碎屑灰岩含有丰富的苔藓虫 *Polypora*, *Fenestella* 等, 以及单体珊瑚 *Lophophyllidium* 等, 牙形类含 *Neostreptognathodus*, 时代为 Kungurian 早期^[154]。昂杰组上部的砂岩中含有灰岩透镜体, 成因可能为冷泉碳酸盐岩^[165-166]。

3.3.8 下拉组、洛巴堆组

下拉组以碳酸盐岩为主, 广泛分布于拉萨地块。其下界整合覆盖于昂杰组碎屑岩之上, 顶界被木纠错组整合覆盖。该组岩性可分为 3 段, 最下段以紫红色生物碎屑为主, 原称为日阿组^[167]。但日阿组厚度非常薄, 区域岩相变化大, 一般归入下拉组下段^[139], 该段含丰富的单体珊瑚、苔藓虫和牙形类动物群, 发育 *Vjalovognathus*—*Mesogondolella* 牙形类动物群组合, 时代相当于 Kungurian 晚期^[168]; 中部以灰黑色中层状灰岩为主, 含较多的复体珊瑚、筴类和腕足类化石, 筴类以典型的 *Nankinella*—*Chusenella* 为

主,广泛分布于申扎下拉地区、木纠错地区和措勤县阿多嘎布地区^[169-174]。在扎布耶一带,筳类主要为 *Neoschwagerina*, *Kahlerina* 等^[175],时代为中二叠世;上部以中厚层微晶灰岩为主,见于申扎木纠错、措勤县阿多嘎布及狮泉河一带。在申扎木纠错剖面上,该组上段以泥晶灰岩、微晶灰岩为主,沉积环境主要为局限台地相^[176],含牙形类 *Clarkina orientalis*, *C. liangshanensis* 等及有孔虫 *Codonofusiella*, *Reichelina* 等,时代属于吴家坪期^[177-178]。在措勤县阿多嘎布一带,下拉组上段以中层状灰岩为主,至二叠系顶部逐渐含有砂岩夹层。灰岩中含丰富的腕足类 *Spinomarginifera* 动物群及 *Colaniella* 有孔虫动物群,时代可能相当于长兴期^[179-180]。同样,在狮泉河一带,下拉组的顶部含牙形类 *Clarkina changhsingensis* 等,时代相当于长兴期^[181]。由此可见,整个拉萨地块下拉组基本都可延入晚二叠世,某些地区可延至二叠纪末期。

洛巴堆组见于拉萨地块的东部林周一带。其主体和下拉组一样以碳酸盐岩为主,但与下拉组的区别在于,该组中含火山岩夹层。该组中含筳类 *Yabeina*, *Neoschwagerina*, *Verbeekina*, *Lantschichites* 等,时代相当于中二叠世 Capitanian 期^[133, 171]。该组上部在墨竹工卡发现含 *Colaniella* 的有孔虫动物群(未刊资料),时代可延入晚二叠世。

3.3.9 木纠错组

木纠错组主要分布于申扎木纠错、纳木错及昂仁县措麦乡一带,最早命名于申扎木纠错西岸^[182]。该组主要岩性为白云质灰岩,整合于下拉组灰岩之上。其中白云质灰岩中含珊瑚类 *Waagenophyllum*-*Liangshanophyllum*-*Lotatophyllum* 组合,时代为吴家坪期^[182-183]。但最近的研究表明,木纠错一带下拉组的顶部已经含有 *Colaniella* 有孔虫及牙形类 *Clarkina orientalis*^[177]。因此,木纠错组的底界至少是吴家坪晚期。木纠错组在纳木错西岸含牙形类 *Pachycladina* cf. *obliqua*, *Ellisoniaagordina* 等,时代属于早三叠世 Induan 晚期—Olenikian 早期^[184]。在措麦乡一带,木纠错组中也含牙形类 *Pachycladina rendona*, *Ellisonia* sp., *Hadrodontina* sp. 等,时代同样属于早三叠世^[185]。

3.3.10 蒙拉组和列龙沟组

蒙拉组主要分布于墨竹工卡门巴区,根据 1:100 万拉萨幅区调报告的描述,其岩性主要是紫色、灰色石英砂岩、板岩夹灰岩,平行不整合于洛巴

堆组之上。该组在墨竹工卡向东一带变质程度加深,化石稀少,一般认为其时代属于晚二叠世。列龙沟组分布较局限,主要分布于拉萨西北却桑寺温泉一带,其岩性主要是灰白色—浅灰色硅质岩,其中含腕足类 *Peltichia* sp., *Transennatia gratus*, *Spinomarginifera* sp. 等,时代属于晚二叠世^[186]。

3.4 仲巴地区

3.4.1 先钦组、曲门夏拉组、马攸木群、纳登尔组

据李祥辉等^[99],霞幕分区泥盆系由先钦组和曲门夏拉组构成。先钦组由灰岩、粉砂质灰岩和石英砂岩组成,产珊瑚 *Pseudamplexus*, *Embolophyllum* 及竹节石 *Styliolina*, *Sogdina* cf. *paracuarua*, 时代可能为早泥盆世^[187]。曲门夏拉组为灰白色中厚层状石英砂岩夹结晶灰岩,产珊瑚 *Xystriphyllum*, *Endophyllum* 等,时代为中泥盆世。仲巴分区由马攸木群组成,主体岩性为钙质片岩、云母石英片岩、大理岩、变粒砂岩等,李祥辉等^[100]介绍了同时代的纳登尔组,岩性亦类似,含牙形刺组合 *Icriodus* - *Polygnathus linguiformis*。

3.4.2 哲弄组、滚江浦组、普次丁组与康拓组、拉沙组

哲弄组、滚江浦组、普次丁组由 1:25 万日新、扎达、姜叶玛幅区调从原“打昌群”解体而来^[188]。哲弄组主要岩性为变质长石石英砂岩、变质石英砂岩、板岩夹变质岩屑砂岩、细粉晶白云岩。滚江浦组主要岩性为深灰色变质长石岩屑砂岩夹变质石英砂岩、变质砾岩、细晶白云岩。普次丁组顶部为变质石英砂岩、中上部为粉细晶白云岩、下部为变质长石岩屑砂岩。各组之间整合接触,但未获化石等年代依据。

康拓组、拉沙组是由普兰地区 1:25 万区调新建的岩石地层单位^[189],康拓组由变质砂砾岩、板岩,上部夹大理岩或变质生屑灰岩组成,产珊瑚类 *Palaeomichelina gansuensis*, *Syringopora* sp., 腕足类 *Orthotetina* sp., 时代可能为早石炭世。拉沙组主要为变质砂板岩间夹炭质板岩和变质灰岩等,偶见腕足类 *Eochristites* sp., 与康拓组整合接触。

3.4.3 岗珠淌组、仲巴组和卡扎勒组

原称为曲嘎组或曲嘎群,主要分布于仲巴县及札达县一带,岩性主要为石英岩、粉砂岩、板岩等,局部夹灰岩,地层遭受强烈变质作用。该群被李祥辉等^[100]解体为 3 个组,自下而上分别为岗珠淌组、仲巴组和卡扎勒组。岗珠淌组主要为灰绿色板岩

与变粒砂岩,仲巴组主要由浅红、肉红色白云岩组成,卡扎勒组主要为灰黑色钙质板岩夹中薄层结晶灰岩。其中仲巴组和卡扎勒组中含丰富的苔藓虫和腕足类,时代大致为中—晚二叠世。Shi 等^[190]描述了仲巴地区可与卡扎勒组相对比的巨日浦组中的腕足类化石,其主要由 *Neospirifer* (*Quadrosira*) sp., *Spiriferella* sp., *Stenosisma* sp., *Transennatia gratiosa* 等组成,时代相当于中二叠世。

3.4.4 西兰塔组和姜叶玛组

西兰塔组和姜叶玛组主要见于阿里地区普兰县一带,是保存在蛇绿混杂岩中的灰岩块体。西兰塔组以灰白色生物碎屑灰岩为主,上部含玄武岩夹层,而姜叶玛组以紫红色、紫灰色生物碎屑灰岩、角砾状灰岩为主^[191]。西兰塔组中含筴类 *Neoschwagerina*, *Verbeekina*, *Lantschichites*, *Kahlerina*, *Codonofusiella*, *Yangchienia* 等,时代属于中二叠世晚期^[192-193],有孔虫 *Neodiscus*, *Climacammina*, *Pachyphloia*, *Lysites*, *Shanita* 等^[149]。姜叶玛组含筴类 *Reichelina*, *Parareichelina*, *Nankinella*, *Dilatofusulina* 等,有孔虫类 *Colaniella*, *Paracolaniella*, *Geinitzina*, *Abadehella* 等,时代为长兴期^[194-195],珊瑚主要由 *Waaenophyllum*, *Liangshnophyllum*, *Ipciphyllum*, *Gyanyimaphyllum* 组成,是世界上目前二叠纪 *Waaenophyllum* 的最高层位^[196]。

3.5 喜马拉雅地区

3.5.1 凉泉组和波曲组

凉泉组由穆恩之创名,命名剖面在聂拉木县甲村—亚里剖面,原意指一套灰色页岩、灰岩、泥灰岩,产笔石 *Neomonograptus himalayensis*,角石 *Michelinoceras nyalamensis*,竹节石 *Nowakia acuaria*,时代为早泥盆世布拉格期,但与下伏志留系石器坡组断层接触^[105]。饶靖国等^[197]在定日县扎西宗乡可德一带发现位于原“凉泉组”之下的一套灰岩夹粉砂岩地层,含洛克赫夫期的竹节石 *Paranowakia bohemia* 及牙形刺 *Ozarkodina remscheidensis*,与下伏志留系整合接触,被命名为“先穷组”;同时发现,在原“凉泉组”之上的泥质灰岩中含大量竹节石 *Styliolina minuta*、牙形石 *Polygnathus gronbergi*,命名为“嘎弄组”。后西藏地勘局^[60]在清理西藏岩石地层时认为,上述3个地层单元按岩石地层定义均可用“凉泉组”代表并沿用至今,但实际上凉泉组层型剖面并不含有洛克赫夫期的地层。波曲组自命名以来^[105],其定义没有大的变化,指中层状中—细粒长石石英砂岩夹粉

砂质泥岩,上部为深灰色泥页岩,化石稀少,高联达^[198]报道了其上部页岩中晚泥盆世孢子组合 *Retispora lepidophyta* - *Vallatisporites pusillites*。

3.5.2 亚里组和纳兴组

亚里组和纳兴组由穆恩之创名于聂拉木县亚里乡^[105]。亚里组下部主要为生屑灰岩,向上为砂岩夹粉砂岩及泥页岩,底部灰岩中含 *Siphonodella praesulcata*, *Bispathodus costatus*, *Polygnathus communis*,时代为晚泥盆世—早石炭世。纳兴组原称纳兴群,下界整合于泥盆系波曲群或亚里组之上,岩性主要以灰白色砂岩和灰色粉砂质页岩为主,地层中含腕足类 *Schuchertella* cf. *gueizhouensis*, *Ovatia* sp., *Fusella yaliensis*, *Syringothyris* sp., *Composita titetensis* 等,时代可能是早石炭世^[153, 199]。该组沉积环境是盆地亚相,局部含有重力流或深切谷沉积^[200-201]。

3.5.3 基龙组

主要为石英砂岩、粉砂、泥岩,含冰水杂砾岩及玄武岩,1:25万定结县、陈塘区调报告中划分为下段的扎达尔段含砾泥岩段和上段的查雅段石英砂岩、细砂岩段。该组中含腕足类 *Stepanoviella*,时代可能为早二叠世^[202]。

3.5.4 曲布组、曲布日嘎组和色龙群

曲布组不整合覆盖于基龙组之上,岩性主要是细粒石英砂岩、粉砂质页岩。其中页岩中含古植物 *Glossopteris*, *Sphenophyllum* 等^[203],植物群时代有争议^[203-205]。曲布日嘎组整合覆盖于曲布组之上,其岩性主要为石英砂岩、粉砂岩和泥质灰岩夹层,灰岩中含有丰富的凉水型腕足类 *Biplatyconcha*, *Fusispirifer*, *Neospirifer*, *Quinquenella* 等,时代相当于晚二叠世^[206-208]。色龙群主要见于色龙西山一带,不整合覆盖于基龙组之上,岩性主要为钙质页岩及生物碎屑灰岩,顶部含丰富的腕足、牙形和珊瑚类。腕足类动物可划分为 *Marginalosia* - *Composita* 组合带、*Chonetella nasuta* 带和 *Martinia* - *Waaenites* 组合带,时代相当于吴家坪期—长兴期^[209-210]。

3.5.5 雇孜组、破林浦组、比聿组、康马组、白定浦组和江浦组

章炳高^[199]最早研究了康马地区的石炭系—二叠系,自下而上将其分为柯窝西嘎组、比聿组、康马组和白定浦组。通过1:25万江孜县、亚东县区调,把该区的地质厘定为雇孜组、破林浦组、比聿组、康马组和白定浦组^[211-212]。雇孜组主要由板岩和大理

岩组成,地层中产腕足类 *Productus productus* 及珊瑚类 *Calophyllum* sp.等,时代被认为是早石炭世。破林浦组主要岩性为板岩、炭质板岩和粉砂质板岩夹石英砂岩。该组中含有较多的腕足类化石 *Athyris*, *Calliomarginatia*, *Chonetinella*, *Orthotetina* 等,时代被认为是早二叠世早期。比葶组下部为含砾砂岩,上部为中厚层石英砂岩。康马组下部为含砾砂岩、粉砂岩夹含砾板岩,上部为粉砂质板岩,腕足类主要有 *Athyris*, *Spiriferella*, *Cleiothyridina*, *Neospirifer* 等。白定浦组下部为板岩和白云质灰岩,上部为含生物碎屑白云质灰岩,含丰富的腕足类化石 *Clonetella*, *Neochonetes*, *Stenosisma*, *Neospirifer* 等和珊瑚化石 *Lytvolasma*, *Tachylasma*, *Lophophyllidium* 等,一般认为其时代是中二叠世。江浦组主要为深灰色粉砂质钙质板岩,含菊石 *Paracelites* sp., 腕足类 *Spiriferella* (*Callispirina*) cf. *ornate*, *Marginifera* cf. *himalayensis* 等,时代相当于晚二叠世。

3.6 昌都地区

3.6.1 嘉玉桥岩群

嘉玉桥岩群由李璞等(1959)命名的“嘉玉桥变质岩系”演变而来,指呈北西—南东向出露于洛隆县嘉玉桥到八宿县怒江桥一带的以片岩、大理岩为主的大套变质岩^[213]。饶荣标^[214]在嘉玉桥岩群大理岩中采获石炭纪珊瑚和腹足类化石;艾长兴等^[13]在嘉玉桥岩群中发现早二叠世的孢子组合,认为主要时代应为早二叠世,但不排除有石炭纪及更老的地层存在。《西藏自治区岩石地层》^[60]采用嘉玉桥群,划为瞎绒曲组和怒江组,时代置于前震旦纪。1:20 万察雅县、左贡县幅区调时,在八宿怒江桥—邦达一带发现丰富的腕足类、牙形石、抱粉类化石,认为嘉玉桥群由晚泥盆世—早石炭世和早二叠世(?)地层组成,并将该群由老至新划分为贡布山组、邦达组、错绒沟口组和吞龙贡巴组 4 个岩组^[215]。1:25 万八宿县幅、贡觉县幅、然乌区幅、芒康县幅区域地质调查报告沿用嘉玉桥岩群,划分为瞎绒曲岩组、怒江岩组及新建惜机卡 3 个岩组,时代置于晚古生代。综合前人研究成果,嘉玉桥岩群是由变质的不同岩性单元组成的一套构造岩石,可能包含惜机卡岩组、瞎绒曲岩组、怒江岩组、邦达岩组和错绒沟口岩组,时代可能集中在晚泥盆世、石炭纪、二叠纪。

3.6.2 海通组、丁宗隆组和卓戈洞组

海通组、丁宗隆组和卓戈洞组由 1:100 万昌都

幅区调创建。海通组于芒康海通剖面创名,岩性为泥质灰岩、灰质白云岩,夹砂岩及页岩,含 *Acrospiriferinerebescens* 等腕足类及珊瑚 *Hexagonaria* sp.。张正贵等^[216]报道了江达县觉拥地区的泥盆系,认为在原“海通组”之下存在一套厚约 110 m 的紫红色砾岩-砂岩-页岩,并不整合在奥陶系之上,故新建“觉拥组”。丁宗隆组于芒康县小帮达丁宗隆命名,自创立以来其含义变化不大,为一套中厚层状生屑灰岩和泥灰岩,产腕足类 *Emanuella tahuanensis*, *Schizophoria striatula*, *Atrypa richthofeni*, 珊瑚类 *Argutastrea jiwozhaiensis*, *Temnophyllum* sp., 牙形刺 *Polygnathus varcu* 等,与下伏海通组整合接触,时代为中泥盆世。卓戈洞组于芒康县小帮达卓戈洞创名,同时在昌都妥坝羌格一带的“卓戈洞组”之上另行将一套深灰色泥灰岩命名为“羌格组”,后西藏在岩石地层清理时,认为 2 套地层“没有岩石突变现象”^[60],建议使用“卓戈洞组”代表本区晚泥盆世的地层。根据张正贵等的研究^[216],在江达县觉拥地区该组顶部可能并不存在法门期的沉积地层,与上覆石炭系可能为假整合接触。

3.6.3 乌青纳组、马查拉组和鹭曲组

乌青纳组、马查拉组和鹭曲组均为 1:100 万昌都幅区调创建。乌青纳组主要由浅灰色、灰红色灰岩组成,该组中含有珊瑚 *Kwangisiphyllum simplex*, *Zaphrentites parallelus*, *Kueichowpora* cf. *tushanensis* 等,腕足类有: *Cyrtina* sp., *Productella* sp., *Cyrtospirifer* sp.等,时代为早石炭世^[217-218]。

马查拉组一般分为 2 段,下段为含煤岩系,上段为灰岩段^[219]。下段含煤岩段也称珊瑚河组,主要由石英砂岩、炭质砂质页岩等组成,含腕足类 *Gigantoproductus* sp., *Echinoconchus elegans*, *Antiquatonia antiquata*, *A. serensis* 等;上段灰岩段也称为东风岭组,主要岩性为中厚层状灰岩,含燧石结核,灰岩中有丰富的珊瑚化石 *Melanophyllum*, *Amygdolophyllum*, *Arachnolasma* 等及少量的腕足类 *Gigantoproductus* sp., *Striatifera striata*^[218],时代为早石炭世。

鹭曲组整合覆盖于东风岭组之上,其岩性主要为灰色块状灰岩。含筴类化石 *Fusulinella bocki*, *F. cf. vozghalensis*, *Pseudostaffella* sp.等,时代相当于晚石炭世 Moscovian 期^[218]。

3.6.4 里查组、莽错组和交嘎组

里查组为 1:100 万昌都幅区调创建,初始定义

置于晚石炭世,主要为米黄色燧石团块灰岩,下部含筳类 *Triticites*, *Rugosofusulina*, *Eoparafusulina* 等,上部含有筳类 *Pseudoschwagerina*, *Pamirina* 等,因此,里查组的时代为早二叠世^[218]。根据 1:25 万囊谦县幅、昌都县幅、江达县幅区调中实测剖面所示,莽错组整合覆盖于里查组之上,其岩性主要为灰白色厚层灰岩,其中主要含筳类 *Misellina*, *Pseudofusulina*, *Nankinella* 等,时代相当于早二叠世 Kungurian 期。据 1:20 万洛隆幅、昌都幅区调报告,交嘎组主要由灰岩组成,局部夹砂岩、页岩。其中灰岩中含丰富的筳类,主要有 *Verbeekina*, *Pseudoliolina*, *Cancellina* 等,时代相当于中二叠世早期。

3.6.5 妥坝组、卡香达组和夏牙村组

妥坝组原称妥坝煤系,由李璞命名^[12]。该组主要由炭质页岩组成,与下伏地层不整合接触,主要含植物 *Pecopteris*, *Taeniopteris*, *Lepidodendron*, *Sphenophyllum* 等,时代为晚二叠世^[220]。该组上部含海相灰岩夹层,也称为卡香达组。其中灰岩夹层的筳类主要有 *Palaeofusulina subcylindrica*, *P. tobensis*, *P. sp.*, *P. fusiformis*, *Gallowayinella jiaogensis* 等,时代为长兴期^[221-222]。夏牙村分布较局限,据 1:25 万囊谦县幅、昌都县幅、江达县幅区调报告,该组主要为安山岩,岩性以安山质火山碎屑岩、火山角砾岩为主,与下伏地层为断层接触。

4 讨论

4.1 北羌塘地块与甜水海地块、昌都地块的地层划分对比问题

北羌塘地块和昌都地块不排除发育前寒武系的可能,目前调查发现的多为片麻岩类岩石,且多位于构造带附近,尤其是最近在雄松岩群(传统上对比宁多岩群)中发现了早三叠世的榴辉岩^[3],说明此前认为的前寒武系基底岩石中至少有一部分混杂带内的变质杂岩。而甜水海地区的前寒武系变质程度低,且发育新元古代叠层石的碳酸盐岩,说明甜水海岩群可能代表该区域前寒武纪基底岩石组合。

北羌塘地块的下古生界信息极有限,比较明确的是陈挺恩等^[69]在靠近甜水海地块的拉竹龙厘定的志留纪地层,而甜水海地块和昌都地块除部分奥陶纪、志留纪地层外,其他时代的地层发育情况不明。

昌都地块发育较齐全的上古生界,其中,海通组、丁宗隆组和卓戈洞组^[216]从岩性组合及生物化石看可大致与北羌塘西部拉竹龙组^[121]对比,而北羌塘地块中部的“平沙沟组”^[7]经笔者等 2020 年野外观察,其建组剖面点实则位于热觉茶卡组之上,且其中的砾屑灰岩和鲕粒灰岩和下三叠统硬水泉组十分相似,该地层时代需开展进一步工作确定。

北羌塘地块与甜水海地块现有石炭系地层层序资料明显不一致,北羌塘下以碎屑岩为主、上以碳酸盐岩为主,而甜水海地块相反,需要进一步细致的调查。昌都地块石炭系主要为一套碳酸盐岩夹碎屑岩,可与玉树地区杂多群^[223]对比。

北羌塘地块和甜水海地块早二叠世早期地层可以很好地对比,但甜水海地块下二叠统以上地层发育情况不明,北羌塘地块二叠纪萨克马尔期—卡匹敦期地层不明。昌都地块除中/上二叠统之间有短暂缺失外,其余地层发育良好,上二叠统妥坝组与北羌塘地块热觉茶卡组均发育一套含煤线的碎屑岩地层。

4.2 南羌塘“地块”古生代地层沉积相带对比等问题

对于南羌塘地区在古生代是否为传统意义上的稳定块体是目前争议的焦点问题,有学者认为南羌塘是增生杂岩块体^[72-73],也有学者认为是稳定块体^[136, 139]。目前的调查研究认为,南羌塘中部玛依岗日—双湖一带,早古生代下拉古(岩)组—二叠系为一套俯冲增生杂岩^[72-75],甚至包括藏东类乌齐—左贡地区的嘉玉桥岩群。但需要指出的是,南羌塘西部日土一带的窝尔巴错群是一套从深海盆地、大陆斜坡至陆棚等相序完整的沉积体系(岩石几乎未遭受明显变质作用),早二叠世亚丁期克期南羌塘西部日土一带为海陆过渡相的沉积组合,而南羌塘中部鲁谷一带为一套斜坡相浊积岩组合(其上鲁谷组为洋岛—海山沉积组合),该地质事实表明,南羌塘地区的沉积相序由西向东展布。

4.3 冈底斯、喜马拉雅地区古生代地层对比等问题

虽然冈底斯地区古生代地层调查研究工作相对其他地区而言较深入,但随着“松多榴辉岩”^[47]的发现及从原“松多岩群”中解体出一套蛇绿岩组合^[48-49, 52-53]以来,结合最近提出的念青唐古拉群与林芝岩群可能具有不同的构造属性^[34],需要思考冈底斯西北部地区与东南部地区古生代地层的异同。

从目前的资料看,显然二者石炭系—二叠系发育具有较明显的差异(突出表现为东南部发育较多的火山熔岩夹层,而西北部至今未发现),但这种差异性产生的根本原因还需要大量深入的地层对比研究。

经过初步的调查研究,笔者认为,仲巴地区的古生代地层总体上可与喜马拉雅地区对比,但仲巴地块内部古生代地层东西向发育亦有差异^[99],且普兰地区的上二叠统(发育喜暖有孔虫与玄武岩夹层^[147])与仲巴其他地区及喜马拉雅、冈底斯等地区也具有明显差别,显然仲巴—普兰一带的古生代演化历史较复杂。

特提斯喜马拉雅带古生代地层研究程度最高,但依然有许多问题需要解决。例如,南北带对比问题、岩石地层精确的时代标定等问题,都需要进一步开展细致的地层古生物研究。

5 结 论

(1)北羌塘—昌都地区、冈底斯中部、喜马拉雅地区可能存在前寒武纪“基底”岩石,但很多被认为是“前寒武系”(如吉塘岩群、雄松岩群、德玛拉岩群、嘉玉桥岩群)的变质地层需要开展详细研究,其核心是精确厘定副变质岩的层序及时代。

(2)青藏高原中部及南部的寒武系信息极有限,相对明确的是分布在拉萨地块上以火山—沉积为主的扎欠群,可能波密岩群亦有类似特点。

(3)除南羌塘地区外,其他大部分地区奥陶系—志留系主体为一套滨浅海相地层,地层层序和时代信息相对清晰。

(4)北羌塘—昌都地区、冈底斯地区的泥盆系以发育礁灰岩为特色,南部喜马拉雅地区以碎屑岩为主。而石炭系仅在北羌塘—昌都地区多发育碳酸盐岩,且富含珊瑚动物群,在其余地区则沉积大套碎屑岩,化石稀少,暗示在泥盆纪—石炭纪,青藏高原中部和南部可能发生了大规模的构造体制转换。

(5)二叠系在青藏高原中部和南部不同地区的差异性极明显。总体上,二叠纪北羌塘—昌都地区位于特提斯构造域,发育一套温暖环境的生物群及沉积相组合;喜马拉雅地区位于冈瓦纳构造域,以发育冷水动物群为特点;而南羌塘、冈底斯地区等地区处于过渡区域,早二叠世普遍发育冰海相沉积,中晚二叠世逐渐以暖温环境为主。

致谢:感谢审稿专家对本文提出的宝贵意见和建议;在本文编写期间,恰逢潘桂棠先生80华诞,潘先生毕生致力于青藏高原地质构造的调查与研究,踏遍了青藏高原的山山水水,原创性地提出大陆边缘“多岛弧盆系”洋陆转换构造观,潘先生严谨的治学态度、无私的奉献精神深深地影响、激励着新一代青藏高原地质工作者,在此向潘先生致以崇高的敬意。

参考文献

- [1] 张传林,马华东,朱炳玉,等.西昆仑—喀喇昆仑造山带构造演化及其成矿效应[J].地质论评,2019,65(5): 1077-1102.
- [2] 何世平,李荣社,王超,等.昌都地块宁多岩群形成时代研究:北羌塘基底存在的证据[J].地学前缘,2013,20(5): 15-24.
- [3] Tang Y, Qin Y D, Gong X D, et al. Discovery of eclogites in Jinsha River suture zone, Gonjo County, eastern Tibet and its restriction on Paleoe-Tethyan evolution[J]. China Geology, 2020, 3(1): 83-103.
- [4] 李才,翟庆国,程立人,等.青藏高原羌塘地区几个关键地质问题的思考[J].地质通报,2005,24(4): 295-301.
- [5] 李才,翟庆国,董永胜,黄小鹏.青藏高原羌塘中部榴辉岩的发现及其意义[J].科学通报,2006,51(11): 70-74.
- [6] 李才,吴彦旺,王明,等.青藏高原泛非—早古生代造山事件研究重大进展——冈底斯地区寒武系和泛非造山不整合的发现[J].地质通报,2010,29(12): 1733-1736.
- [7] 李才,程立人,于介江,等.中华人民共和国区域地质调查报告·玛依岗日幅(I45C003002)比例尺1:250 000[M].武汉:中国地质大学出版社,2010: 10.
- [8] Liu Y M, Li C, Xie C M, et al. Cambrian granitic gneiss within the Central Qiangtang terrane, Tibetan Plateau: implications for the early Paleozoic tectonic evolution of the Gondwanan margin [J]. International Geology Review, 2016, 28(9): 1043-1063.
- [9] 谭富文,陈明,王剑,等.西藏羌塘盆地中部发现中高级变质岩[J].地质通报,2008,27(3): 351-355.
- [10] 谭富文,王剑,付修根,等.藏北羌塘盆地基底变质岩的锆石 SHRIMP 年龄及其地质意义[J].岩石学报,2009,25(1): 139-146.
- [11] 解超明,李才,翟庆国,等.藏北羌塘早古生代岩浆作用及其地质意义[J/OL]. 沉积与特提斯地质. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.01004>, 2021.
- [12] 李璞.西藏东部地质的初步认识[J].科学通报,1955,(7): 62-71.
- [13] 艾长兴,陈炳蔚.对西藏东部嘉玉桥群及吉塘群地质时代问题的讨论[J].西藏地质,1986,(1): 13-17.
- [14] 雍永源,向天秀,王洁民.初论北澜沧江变质岩[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编).青藏高原地质文集.北京:地质出版社,1990: 67-89.
- [15] 王克勇.藏东察雅—左贡地区吉塘群化石的发现及其意义[J].中国区域地质,1997,(3): 22-25.
- [16] 王根厚,贾建称,万永平,等.藏东巴青县北部西西岩组构造片理形成及构造意义[J].地学前缘,2006,(4): 180-187.

- [17] 李才, 谢尧武, 董永胜, 等. 藏东类乌齐一带吉塘岩群时代讨论及初步认识[J]. 地质通报, 2009, 28(9): 1178-1180.
- [18] 何世平, 李荣社, 于浦生, 等. 青藏高原北羌塘他念他翁山吉塘岩群西西岩组时代的确定[J]. 地质学报, 2012, 86(6): 985-993.
- [19] 邱军强, 强巴扎西, 谢尧武, 等. 藏东类乌齐地区吉塘岩群的构造地层解析及主要依据[J]. 地质学刊, 2015, 39(1): 1-6.
- [20] 陈奇, 王长明, 杜斌, 等. 藏东吉塘变质杂岩体锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及其地质意义[J]. 岩石学报, 2019, 35(5): 1423-1446.
- [21] 胡培远, 李才, 翟庆国, 等. 藏东类乌齐地区辉长岩: 冈瓦纳大陆北缘晚古生代裂解的记录[J]. 地质通报, 2016, 35(11): 1845-1854.
- [22] Tao Y, Bi X W, Li C S, et al. Geochronology, petrogenesis and tectonic significance of the Jitang granitic pluton in eastern Tibet, SW China[J]. Lithos, 2014, 184/187: 314-323.
- [23] Chen Y F, Zhang Z M, Tian Z L, et al. Early Mesozoic magmatism and tectonic evolution of east-central Tibet[J]. International Journal of Earth Sciences, 2018, 107(8): 2767-2784.
- [24] 王保弟, 王立全, 强巴扎西, 等. 早三叠世北澜沧江结合带碰撞作用: 类乌齐花岗质片麻岩年代学、地球化学及 Hf 同位素证据[J]. 岩石学报, 2011, 27(9): 2752-2762.
- [25] 沙绍礼, 谢尧武, 彭道平, 等. 略谈藏东吉塘群[J]. 地质与勘探, 2012, 48(4): 768-774.
- [26] 时超, 李荣社, 何世平, 等. 西藏类乌齐片麻状黑云二长花岗岩锆石 U-Pb 定年、地球化学特征及地质意义[J]. 新疆地质, 2012, 30(4): 456-464.
- [27] Hu P Y, Li C, Li J, et al. Zircon U-Pb-Hf isotopes and whole-rock geochemistry of gneissic granites from the Jitang complex in Leiwuqi area, eastern Tibet, China: Record of the closure of the Paleo-Tethys Ocean[J]. Tectonophysics, 2016, 23: 83-99.
- [28] 陈言飞, 张泽明, 陈宣华, 等. 藏东类乌齐地区晚三叠世基性岩浆作用与构造意义[J]. 岩石学报, 2020, 36(9): 2701-2713.
- [29] 白志达, 徐德斌等著. 中华人民共和国区域地质调查报告·安多县幅(146C004002)比例尺 1:250 000[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2013: 12.
- [30] Guynn J H, Kapp P, Pullen A, et al. Tibetan basement rocks near Amdo reveal "missing" Mesozoic tectonism along the Bangong sture, central Tibet[J]. Geology, 2006, 34(6): 505-508.
- [31] 王明, 李才, 解超明, 等. 聂荣微陆块花岗片麻岩锆石 LA-ICP-MSU-Pb 定年——新元古代基底岩石的发现及其意义[J]. 岩石学报, 2012, 28(12): 4101-4108.
- [32] 解超明, 李才, 王明, 等. 藏北聂荣微陆块的构造亲缘性——来自 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及 Hf 同位素的制约[J]. 地质通报, 2014, 33(11): 1778-1792.
- [33] 辜平阳, 李荣社, 何世平, 等. 西藏那曲县北聂荣微陆块聂荣岩群中斜长角闪岩——Rodinia 超大陆裂解的地质纪录[J]. 岩石矿物学杂志, 2012, 31(2): 145-154.
- [34] 胡培远, 翟庆国, 赵国春, 等. 青藏高原纳木错西缘新元古代中期岩浆事件: 对北拉萨地块起源的约束[J]. 岩石学报, 2019, 35(10): 3115-3129.
- [35] Hu D G, Wu Z H, Jiang W, et al. SHRIMP zircon U-Pb age and Nd isotopic study on the Nyainqentanglha Group in Tibet[J]. Science in China (Series D), 2005, 48(9): 1377-1386.
- [36] 胡培远, 翟庆国, 唐跃, 等. 青藏高原拉萨地块新元古代(~925Ma)变质辉长岩的确立及其地质意义[J]. 科学通报, 2016, 61(19): 2176-2186.
- [37] 张修政, 董永胜, 李才, 等. 青藏高原拉萨地块北部新元古代中期蛇绿混杂岩带的厘定及其意义[J]. 岩石学报, 2013, 29(2): 698-722.
- [38] 尹光候等著. 中华人民共和国区域地质调查报告·林芝县幅(H46C003003)比例尺 1:250 000[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2013: 11.
- [39] 董昕, 张泽明, 王金丽, 等. 青藏高原拉萨地体南部林芝岩群的物质来源与形成年代: 岩石学与锆石 U-Pb 年代学[J]. 岩石学报, 2009, 25(7): 1678-1694.
- [40] Xu W C, Zhang H F, Harris N, et al. Geochronology and geochemistry of Mesoproterozoic granitoids in the Lhasa terrane, south Tibet: Implications for the early evolution of Lhasa terrane [J]. Precambrian Research, 2013, 236: 46-58.
- [41] Lin Y H, Zhang Z M, Dong X, et al. Precambrian evolution of the Lhasa terrane, Tibet: Constraint from the zircon U-Pb geochronology of the gneisses[J]. Precambrian Research, 2013, 237: 64-77.
- [42] Zhang Z M, Dong X, Liu F, et al. The making of Gondwana: Discovery of 650Ma HP granulites from the North Lhasa, Tibet[J]. Precambrian Research, 2012, 212/213: 107-116.
- [43] Dong X, Zhang Z M, Santosh M, et al. Late Neoproterozoic thermal events in the northern Lhasa terrane, South Tibet: Zircon chronology and tectonic implications[J]. Journal of Geodynamics, 2011, 52(5): 389-405.
- [44] Hu P Y, Zhai Q G, Wang J, et al. Middle Neoproterozoic (ca. 760Ma) arc and back-arc system in the North Lhasa terrane, Tibet, inferred from coeval N-MORB- and arc-type gabbros [J]. Precambrian Research, 2018, 316: 275-290.
- [45] 杨德明, 和钟铎, 王天武, 等. 中华人民共和国区域地质调查报告·门巴县幅(H46C002002)比例尺 1:250 000[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2014.
- [46] 何世平, 李荣社, 王超, 等. 青藏高原拉萨地块发现古元古代地体[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 2013, 38(3): 519-528.
- [47] 杨经绥, 许志琴, 耿全如, 等. 中国境内可能存在一条新的高压/超高压(?)变质带——青藏高原拉萨地体中发现榴辉岩带[J]. 地质学报, 2006, (12): 1783-1792.
- [48] 王斌, 解超明, 李才, 等. 青藏高原松多地区温木朗蛇绿岩的发现及其地质意义[J]. 地质通报, 2017, 36(11): 2076-2081.
- [49] 陈松永, 杨经绥, 罗立强, 等. 西藏拉萨地块 MORB 型榴辉岩的岩石地球化学特征[J]. 地质通报, 2007, (10): 1327-1339.
- [50] Yang J S, Xu Z Q, Li Z L, et al. Discovery of an eclogite belt in the Lhasa block, Tibet: A new border for Paleo-Tethys? [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2009, 34(1): 76-89.
- [51] 许志琴, 杨经绥, 李文昌, 等. 青藏高原中的古特提斯体制与增生造山作用[J]. 岩石学报, 2013, 29(6): 1847-1860.
- [52] 解超明, 宋宇航, 王明, 等. 冈底斯中部松多岩组形成时代及物源: 来自碎屑锆石 U-Pb 年代学证据[J]. 地球科学, 2019, 44(7):

- 2224-2236.
- [53] 解超明,李才,李光明,等.西藏松多古特提斯洋研究进展与存在问题[J].沉积与特提斯地质,2020,40(2): 1-13.
- [54] 董永胜,李才,陈辉,等.西藏东南部察隅地区德玛拉岩群的同位素年代学研究及其意义[J].岩石学报,2011,27(4): 1198-1208.
- [55] Tang Y, Liu Y P, Wang P, et al. A new understanding of Demala Group complex in Chayu Area, southeastern Qinghai-Tibet Plateau: Evidence from zircon U-Pb and mica $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating[J]. China Geology, 2021, (4): 77-94.
- [56] 郑锡澜,常承法.雅鲁藏布江下游地质构造特征[J].地质科学, 1979, 2: 116-126.
- [57] 郑来林,金振民,潘桂棠,等.东喜马拉雅南迦巴瓦地区区域地质特征及构造演化[J].地质学报,2004, (6): 744-751, 882.
- [58] 李廷栋.青藏高原地质科学研究的新进展[J].地质通报, 2002, 21(7): 370-375.
- [59] 张旗,李绍华.西藏的变质带和变质作用[M].北京: 科学出版社, 1981.
- [60] 西藏自治区地质矿产局.西藏自治区岩石地层[M].武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [61] 许荣华,成忠礼,桂训唐,等.西藏聂拉木群主变质时代讨论[J].岩石学报, 1986, 2(2): 13-22.
- [62] 刘国惠,金成伟,王富宝.西藏的变质岩和岩浆岩[M].北京: 地质出版社, 1990.
- [63] 卫管一,石绍清,茅燕石,等.喜马拉雅地区前寒武系地质构造与变质作用[M].成都: 成都科技大学出版社, 1989: 1-176.
- [64] 刘世坤.西藏南部一个新的岩石地层单位——拉轨岗日群[J].西藏地质, 1997, 2(18): 1-8.
- [65] 李德威,刘德民,廖群安.藏南萨迦拉轨岗日变质核杂岩的厘定及其成因[J].地质通报, 2003, 22(5): 303-307.
- [66] 周志广,刘文灿,梁定益.藏南康马奥陶系及其底砾岩的发现并初论喜马拉雅沉积盖层与统一变质基底的关系[J].地质通报, 2004, 23(7): 655-663.
- [67] 李新林,周小康,黎敦朋,等.中华人民共和国区域地质调查报告·阿克萨依湖幅(I44C001002)比例尺 1: 250 000[M].武汉: 中国地质大学出版社, 2013: 10.
- [68] 夏军,钟华明,童劲松,等.藏北龙木错东部三岔口地区下奥陶统与泥盆系的不整合界面[J].地质通报, 2006, 25(2/3): 113-117.
- [69] 陈挺恩,张允白.藏北日土县拉竹龙地区志留系[J].地层学杂志, 2010, 34(4): 397-409.
- [70] 程立人,陈寿铭,张以春.藏北羌塘南部发现早古生代地层及意义[J].地球科学(中国地质大学学报), 2007, (1): 59-62.
- [71] 杨耀,赵中宝,苑婷婷,等.藏北羌塘奥陶纪平行不整合面的厘定及其构造意义[J].岩石学报, 2014, 30(8): 2381-2392.
- [72] 潘桂棠,肖庆辉,张克信,等.大陆中洋壳俯冲增生杂岩带特征与识别的重大科学意义[J].地球科学, 2019, 44(5): 1544-1561.
- [73] 潘桂棠,王立全,耿全如,等.班公湖-双湖-怒江-昌宁-孟连对接带时空结构——特提斯大洋地质及演化问题[J].沉积与特提斯地质, 2020, 40(3): 1-19.
- [74] 王根厚,韩芳林,杨运军,等.藏北羌塘中部晚古生代增生杂岩的发现及其地质意义[J].地质通报, 2009, 28(9): 1181-1187.
- [75] 郑艺龙.西藏羌塘玛依岗日地区早古生代岩块地质特征及大地构造意义[D].中国地质大学(北京)博士学位论文, 2017.
- [76] 程立人,王天武,李才,等.中华人民共和国区域地质调查报告·申扎县幅(H45C002004)比例尺 1: 250 000[M].武汉: 中国地质大学出版社, 2014.
- [77] 计文化,陈守建,赵振明,等.西藏冈底斯构造带申扎一带寒武系火山岩的发现及其地质意义[J].地质通报, 2009, 28(9): 1350-1354.
- [78] Hu P Y, Li C, Wang M, et al. Cambrian volcanism in the Lhasa terrane, southern Tibet: Record of an early Paleozoic Andean-type magmatic arc along the Gondwana proto-Tethyan margin[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2013, 77: 91-107.
- [79] Zhu D C, Zhao Z D, Niu Y L, et al. Cambrian bimodal volcanism in the Lhasa Terrane, southern Tibet: Record of an early Paleozoic Andean-type magmatic arc in the Australian proto-Tethyan margin [J]. Chemical Geology, 2012, 328: 290-308.
- [80] 潘晓萍,李荣社,王超,等.西藏冈底斯北缘尼玛地区帮勒村一带寒武纪火山岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及其地球化学特征[J].地质通报, 2012, 31(1): 63-74.
- [81] 朱伟元,党运鸿.波密寒武系发现及其意义[J].西藏地质, 1993, (2): 1-2.
- [82] Zhen Y Y, Zhang Y, Harper D A T, et al. Ordovician successions in southern-central Xizang(Tibet), China: Refining the stratigraphy of the Himalayan and Lhasaterranes [J]. Gondwana Research, 2020, 83: 372-389.
- [83] 方翔,李文杰,于深洋,等.西藏南部和中部地区的奥陶系[J].地层学杂志, 2020, 44(4): 349-365.
- [84] 陈炳蔚,艾长兴,扎西旺曲.西藏波密、察隅地区的几个地质问题[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编),青藏高原地质文集(4).北京: 地质出版社, 1982, 4: 160-174.
- [85] 陈挺恩,耿良玉,方宗杰,等.西藏东部中奥陶统的发现及奥陶系的划分对比[J].青藏高原研究·横断山考察专集, 1986, 2: 1-7.
- [86] 张以春,程立人,张予杰.藏北申扎地区的奥陶系[J].吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34(4): 502-508.
- [87] 程立人,张以春,张予杰.藏北申扎地区早奥陶世地层的发现及意义[J].地层学杂志, 2005, 29(1): 38-41.
- [88] 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): 150-151.
- [89] 张树岐,曲永贵,郑春子.藏北申扎一带下奥陶统拉塞组的发现及意义[J].沉积与特提斯地质, 2003, 23(3): 44-48.
- [90] 陈挺恩.西藏申扎、班戈古生代及白垩纪地层: 二、奥陶系[J].中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 1986, 10: 3-12.
- [91] Fang X, Chen T, Burrett C, et al. Middle Ordovician actinocerid nautiloids(Cephalopoda) from Xainza County, Tibet, western China, and their paleogeographic implications [J]. Journal of Paleontology, 2018, 92(3): 398-411.
- [92] 邱洪荣.西藏早古生代牙形石生物地层[J].地层古生物论文集, 1988, 1: 185-208.
- [93] 夏代祥.藏北湖区申扎一带的古生代地层[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编),青藏高原地质文集.北京: 地质出版

- 社, 1983, 2: 106-121.
- [94] 陈英华. 西藏察隅地区桑曲组牙形刺[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1986: 103-110.
- [95] 郑春子. 西藏北部永珠地区奥陶纪—志留纪地层研究[J]. 地层学杂志, 2005, (1): 16-21.
- [96] 倪寓南. 志留系[J]. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 1986, 10: 13-22.
- [97] 王成源, 曲永贵, 张树岐, 等. 西藏申扎地区晚奥陶世—志留纪牙形刺[J]. 微体古生物学报, 2004, (3): 237-249.
- [98] 梁寿生, 夏金宝. 藏北志留系新知[J]. 古生物学报, 1978, (1): 101-102.
- [99] 李祥辉, 王成善, 李亚林, 等. 仲巴微地体之定义及构成[J]. 地质学报, 2014, 88(8): 1372-1381.
- [100] 李祥辉, 王成善, 李亚林, 等. 西藏仲巴地区曲嘎组的拆解[J]. 地质通报, 2014, 33(5): 614-628.
- [101] 李祥辉, 魏玉帅, 陈曦, 等. 西藏西南部三叠系穷果群的地层学与岩相[J]. 地层学杂志, 2017, 41(1): 17-31.
- [102] 魏玉帅, 李亚林, 陈曦, 等. “大洋板块地层”的重建与意义——以藏南仲巴地区为例[J]. 地质通报, 2015, 34(10): 1789-1801.
- [103] 多吉, 温春齐, 郭建慈, 等. 西藏 4.1 Ga 碎屑锆石年龄的发现[J]. 科学通报, 2007, 52(1): 19-22.
- [104] 罗凯, 李祥辉, 王成善, 等. 西藏仲巴地区早古生代鹦鹉螺化石的发现及其地质意义[J]. 地质通报, 2012, 31(4): 528-531.
- [105] 穆恩之, 文世宣, 王义刚, 等. 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区的地层[J]. 中国科学, 1973, 1: 59-71.
- [106] Liu Z, Wu F, Qiu Z L, et al. Leucogranite geochronological constraints on the termination of the South Tibetan Detachment in eastern Himalaya[J]. Tectonophysics, 2017, 721: 106-122.
- [107] 陈智梁, 刘宇平. 藏南拆离系[J]. 特提斯地质, 1996, (0): 31-51.
- [108] Myrow P M, Hughes N C, Searle M P, F et al. Stratigraphic correlation of Cambrian-Ordovician deposits along the Himalaya: Implications for the age and nature of rocks in the Mount Everest region[J]. Geological Society of America Bulletin, 2009, 120: 323-332.
- [109] 邹光富, 宋同兴, 贾保江, 等. 西藏南部聂拉木地区前寒武纪结晶基底的组成及其特征[J]. 沉积与特提斯地质, 2006, (1): 13-21.
- [110] 陈挺恩. 西藏南部奥陶纪头足类动物群特征及奥陶系再划分[J]. 古生物学报, 1984, 23(4): 452-471.
- [111] 林宝玉, 邱洪荣. 西藏喜马拉雅地区古生代地层的新认识[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1982, 5: 149-152.
- [112] 张平. 奥陶系[C]//西藏自治区地质矿产局(编). 西藏自治区区域地质志. 北京: 地质出版社, 1993: 33-43.
- [113] Yu S, Fang X, Munnecke A, et al. First documentation of Middle Ordovician warm-water carbonates in the Mount Jolmo Lungma (Mount Everest) area, southern Xizang (Tibet), China, and its paleogeographic implications [J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2019, 530: 136-151.
- [114] 林宝玉, 邱洪荣. 西藏的志留系[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1983, 1: 15-28.
- [115] 邱洪荣. 西藏志留纪牙形石[J]. 中国地质科学院地质研究所文集, 1985, (1): 23-38.
- [116] 穆恩之, 陈挺恩. 西藏南部志留纪地层的新材料[J]. 地层学杂志, 1984, (1): 49-55.
- [117] 陈炳蔚. 怒江-澜沧江-金沙江地区大地构造[M]. 北京: 地质出版社, 1987: 1-230.
- [118] 金鹭, 王青, 朱弟成, 等. 藏东左贡—竹卡地区一些关键地层的时代和物源区示踪[J]. 岩石学报, 2017, 33(8): 2523-2534.
- [119] 董得源, 穆西南, 孙东立, 等. 西藏东部江达青泥洞早奥陶世地层[J]. 地层学杂志, 1979, (3): 230.
- [120] 胡长寿. 西藏盐井地区志留纪—早泥盆世地层及其意义[J]. 中国区域地质, 1991, (3): 282-284.
- [121] 王权, 董挨管, 段春森, 等. 西藏北部拉竹龙地区泥盆纪岩石地层单位划分与时代讨论[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, (3): 30-37.
- [122] 金苏华, 罗梅. 西藏日土县拉竹龙—双陷大坂的泥盆系和石炭系[J]. 成都地质学院学报, 1989, (3): 20-25.
- [123] 夏军, 钟华明, 童劲松, 等. 藏西北三岔口地区泥盆系生物礁特征及其意义[J]. 沉积与特提斯地质, 2006, (2): 34-41.
- [124] 程立人, 陈寿铭, 张以春, 等. 西藏羌北地区早泥盆世地层的发现及平沙沟组的建立[J]. 地层学杂志, 2009, 33(2): 165-168.
- [125] 牟世勇, 熊兴国, 王常薇, 等. 中华人民共和国区域地质调查报告·丁固幅(I45C003001)比例尺 1: 250000[M]. 北京: 地质出版社, 2015.
- [126] 彭虎, 李才, 解超明, 王明, 等. 藏北羌塘中部日湾茶卡组物源——LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及稀土元素特征[J]. 地质通报, 2014, 33(11): 1715-1727.
- [127] 魏荣珠, 魏云峰, 董挨管, 等. 中华人民共和国区域地质调查报告·土则岗日幅(I44C002003)比例尺 1: 250 000[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2012, 12.
- [128] 赵嘉明. 喀喇昆仑地区古生代珊瑚[C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队(编). 喀喇昆仑山—昆仑山地区古生物. 北京: 科学出版社, 1998: 89-132.
- [129] 程立人, 陈寿铭, 张以春, 等. 西藏羌北地区石炭纪笔类动物群及其分带[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2007, 37: 1-7.
- [130] 武桂春, 姚建新, 纪占胜. 西藏北羌塘中部地区晚石炭的笔类动物群[J]. 地质通报, 2009, 28(9): 1276-1280.
- [131] Zhang Y C, Shen S Z, Zhai Q G, et al. Discovery of a Sphaeroschwagerina fusuline fauna from the Raggyorcaka Lake area, northern Tibet: implications for the origin of the Qiangtang Metamorphic Belt[J]. Geological Magazine, 2016, 153: 537-543.
- [132] 文世宣. 西藏北部地层新资料[J]. 地层学杂志, 1979, 3: 150-156.
- [133] 王玉净, 盛金章, 张遵信. 西藏笔类[C]//中国科学院南京地质古生物研究所(编). 西藏古生物(第三分册). 北京: 科学出版社, 1981: 1-80.
- [134] 陈寿铭, 程立人, 吴水忠, 等. 西藏羌塘北部上二叠统热觉茶卡组笔类动物群的特征[J]. 地质通报, 2009, 28(12): 1725-1729.
- [135] Fu X G, Wang J, Song C Y, et al. The Permian-Triassic transition in ocean island setting: Environmental disturbances and new high-resolution carbon-isotope record from the Qiangtang Basin, NW

- China[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2019, 522: 40–51.
- [136] 梁定益, 聂泽同, 郭铁鹰, 等. 西藏阿里喀喇昆仑南部的冈瓦纳——特提斯相石炭二叠系[J]. *地球科学*, 1983, (1): 9–27.
- [137] 刘本培, 崔新省. 西藏阿里日土县宽铰蛤 (*Eurydesma*) 动物群的发现及其生物地理区系意义[J]. *地球科学*, 1983, (1): 79–92.
- [138] 聂泽同, 宋志敏. 西藏阿里地区日土县下二叠统曲地组的笔类[J]. *地球科学*, 1983, (1): 29–42.
- [139] Zhang Y C, Shi G R, Shen S Z. A review of Permian stratigraphy, palaeobiogeography and palaeogeography of the Qinghai – Tibet Plateau[J]. *Gondwana Research*, 2013, 4(2): 55–76.
- [140] 聂泽同, 宋志敏. 西藏阿里地区日土县下二叠统吞龙共巴组的笔类[J]. *地球科学*, 1983, (1): 43–55.
- [141] 聂泽同, 宋志敏. 西藏阿里地区日土县下二叠统茅口阶龙格组的笔类新资料[J]. *地球科学*, 1983, (1): 57–68.
- [142] 孙东立, 徐均涛. 西藏日土地区二叠纪、侏罗纪和白垩纪地层概述[C]//孙东立, 徐均涛(编). 西藏日土地区二叠纪、侏罗纪、白垩纪地层及古生物. 南京: 南京大学出版社, 1991: 1–29.
- [143] Zhang Y C, Wang Y, Zhang Y J, et al. Kungurian (Late Cisuralian) fusuline fauna from the Cuozheqiangma area, northern Tibet and its palaeobiogeographical implications [J]. *Palaeoworld*, 2012, 21: 139–152.
- [144] Zhang Y C, Shi G R, Shen S Z, et al. Permian Fusuline Fauna from the Lower Part of the Lugu Formation in the Central Qiangtang Block and its Geological Implications [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2014, 88: 365–379.
- [145] Shen S Z, Sun T R, Zhang Y C, et al. An upper Kungurian/lower Guadalupian (Permian) brachiopod fauna from the South Qiangtang Block in Tibet and its palaeobiogeographical implications [J]. *Palaeoworld*, 2016, 25: 519–538.
- [146] 程立人, 李才, 张以春, 等. 西藏羌塘中部地区 *Polydiexodina* 笔类动物群[J]. *微体古生物学报*, 2005, (2): 152–162.
- [147] 张以春, 王玥. 西藏普兰县姜叶玛地区中二叠统西兰塔组中的有孔虫及其地质意义[J]. *古生物学报*, 2019, 58(3): 311–323.
- [148] 吴瑞忠, 蓝伯龙. 西藏西北部晚二叠世地层新资料[J]. *地层学杂志*, 1990, (3): 216–221.
- [149] Fan J J, Niu Y, Luo A B, et al. Timing of the Meso–Tethys Ocean opening: Evidence from Permian sedimentary provenance changes in the South Qiangtang Terrane, Tibetan Plateau [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2021, 567: 110265.
- [150] 张予杰, 程立人. 西藏申扎地区的下泥盆统[J]. *地层学杂志*, 2008, (3): 265–271.
- [151] 张予杰. 西藏申扎地区泥盆纪动物群及古动物地理演化[D]. 吉林大学地球科学学院硕士学位论文, 2004.
- [152] 廖卫华, 纪占胜, 武桂春. 西藏措勤泥盆纪一种多角形群体四射珊瑚[J]. *古生物学报*, 2014, 53(3): 308–314.
- [153] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏地层[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [154] 郑春子, 王永胜, 张树岐. 西藏北部申扎地区德日昂玛—下拉山石炭二叠系生物地层划分[J]. *地层学杂志*, 2005, (S1): 520–528.
- [155] 姚建新, 纪占胜, 武桂春, 等. 西藏申扎地区德日昂玛—下拉剖面: 冈瓦纳和特提斯晚石炭世—早二叠世地层和古生物对比的桥梁[J]. *地质通报*, 2007, 26(1): 31–41.
- [156] 纪占胜, 姚建新, 武桂春, 等. 西藏申扎地区晚石炭世牙形石 *Neognathodus* 动物群的特征及其意义[J]. *地质通报*, 2007, 26(1): 42–53.
- [157] 詹立培, 姚建新, 纪占胜, 等. 西藏申扎地区晚石炭世—早二叠世冈瓦纳相腕足类动物群再研究[J]. *地质通报*, 2007, 26(1): 54–72.
- [158] 吴珍珍, 孟宪刚, 胡道功, 等. 中华人民共和国区域地质调查报告·当雄县幅 (H46C002001) 比例尺 1: 250000 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2011: 12.
- [159] 纪占胜, 姚建新, 武桂春, 等. 拉萨林周地区下二叠统旁多群地层层序、岩石学特征及其成因的研究[J]. *地质学报*, 2005, (4): 433–443.
- [160] 金玉珏, 孙东立. 西藏古生代腕足动物群[C]//中国科学院南京地质古生物研究所(编). 西藏古生物 (第三分册). 北京: 科学出版社, 1981: 127–176.
- [161] 张予杰, 张以春, 庞维华, 等. 西藏申扎地区拉嘎组岩相/沉积相分析[J]. *沉积学报*, 2013, 31(2): 269–281.
- [162] 张予杰, 安显银, 张以春, 等. 西藏申扎地区早二叠世冰海相地层中孢粉化石的发现[J]. *科学通报*, 2015, 60: 2227–2235.
- [163] 赵兵, 刘登忠, 陶晓风, 等. 西藏仲巴县昂拉仁错—塔若错一带拉嘎组的地层特征及沉积环境[J]. *地质通报*, 2006, 25(7): 800–805.
- [164] 盛怀斌. 西藏洛巴堆早二叠世乌鲁龙组菊石[C]//中国地质科学院(编). 西藏古生物论文集. 北京: 地质出版社, 1988: 123–148.
- [165] 安显银, 张予杰, 朱同兴. 西藏申扎早二叠世碳酸盐岩的极低碳稳定同位素及其冷泉指示意义[J]. *现代地质*, 2016, 30(2): 420–425.
- [166] 安显银, 张予杰, 朱同兴, 等. 西藏申扎地区下二叠统昂杰组 C–O 同位素地球化学特征[J]. *地质通报*, 2015, 34(2/3): 347–353.
- [167] 林宝玉. 西藏申扎地区古生代地层的新认识[J]. *地质评论*, 1981, (4): 353–354.
- [168] Yuan D X, Zhang Y C, Shen S Z, et al. Early Permian conodonts from the Xainza area, central Lhasa Block, Tibet, and their palaeobiogeographical and palaeoclimatic implications [J]. *Journal of Systematic Palaeontology*, 2016, 14: 365–383.
- [169] 朱秀芳. 西藏林周早二叠世的笔类[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1982, 7: 136–148.
- [170] 张正贵, 陈继荣, 喻洪津. 西藏申扎早二叠世地层及生物群特征[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1985, 16: 117–138.
- [171] 王玉净, 周建平. 申扎早二叠世笔类[J]. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 1986, 10: 141–156.
- [172] 黄浩, 金小赤, 史宇坤, 等. 西藏申扎地区中二叠世笔类动物群[J]. *古生物学报*, 2007, (1): 62–74.
- [173] Zhang Y C, Cheng L R, Shen S Z. Late Guadalupian (Middle Permian) fusuline fauna from the Xiala Formation in Xainza County, central Tibet: implication of the rifting time of the Lhasa Block [J]. *Journal of Paleontology*, 2010, 84: 955–973.

- [174] Zhang Y C, Shen S Z, Zhang Y J, et al. Middle Permian foraminifers from the Zhabuye and Xiadong areas in the central Lhasa Block and their paleobiogeographic implications [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2019, 175: 109–120.
- [175] 琚琦, 张以春, 乔枫, 等. 西藏拉萨地块中部扎布耶茶卡一带中二叠世筵类动物群及其古生物地理意义[J]. *古生物学报*, 2019, 58(3): 324–341.
- [176] 张予杰, 朱同兴, 张以春, 等. 西藏申扎地区二叠系下拉组地层划分及其沉积(微)相[J]. *地质学报*, 2014, 88(2): 273–284.
- [177] Yuan D X, Zhang Y C, Zhang Y J, et al. First records of Wuchiapingian(Late Permian) conodonts in the Xainza area, Lhasa Block, Tibet, and their palaeobiogeographic implications. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology* [J], 2014, 38: 546–556.
- [178] 张予杰, 朱同兴, 袁东勋, 等. 西藏申扎地区二叠系下拉组中吴家坪期化石的发现及其意义[J]. *地层学杂志*, 2014, 38(1): 25–32.
- [179] Qiao F, Xu H P, Zhang Y C. Changhsingian(Late Permian) foraminifers from the topmost part of the Xiala Formation in the Tsochen area, central Lhasa Block, Tibet and their geological implications [J]. *Palaeoworld*, 2019, 28: 303–319.
- [180] Xu H P, Zhang Y C, Qiao F, et al. A new Changhsingian brachiopod fauna from the Xiala Formation at Tsochen in the central Lhasa Block and its paleogeographical implications [J]. *Journal of Paleontology*, 2019, 93: 876–898.
- [181] 纪占胜, 姚建新, 武桂春. 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[J]. *地质通报*, 2007, 26(4): 383–397.
- [182] 程立人, 王天武, 李才, 等. 藏北申扎地区上二叠统木纠错组的建立及皱纹珊瑚组合[J]. *地质通报*, 2002, 21(3): 140–143.
- [183] 程立人, 武世忠, 张予杰. 藏北申扎地区晚二叠世早期的皱纹珊瑚[J]. *地质通报*, 2002, 21(1): 24–28.
- [184] 武桂春, 纪占胜, 姚建新, 等. 纳木错西岸白云岩的时代修订及油浸现象发现的意义[J]. *地质学报*, 2017, 91(12): 2867–2880.
- [185] Wu G C, Ji Z S, Kolar-Jurkovšek T, et al. Early Triassic Pachycladina fauna newly found in the southern Lhasa Terrane of Tibet and its palaeogeographic implications [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2020, 562: 110030.
- [186] 孙东立. 西藏中生代腕足动物群[C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队(编). 西藏古生物(第三分册). 北京: 科学出版社, 1981: 177–260.
- [187] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [188] 张双增, 季金和, 张宏宝, 等. 中华人民共和国区域地质调查报告·日新幅(H44C001001). 札达县幅(H44C001002). 姜叶马幅(H44C002002)比例尺 1: 250 000[M]. 北京: 地质出版社, 2015.
- [189] 张计东, 张振利, 魏文通, 等. 中华人民共和国区域地质调查报告·亚热幅(H44C001003). 普兰县幅(H44C002003)比例尺 1: 250 000[M]. 北京: 地质出版社, 2015.
- [190] Shi G R, Shen S Z, Zhan L P. A Guadalupian–Lopingian(Middle to Late Permian) brachiopod fauna from the Juripu Formation in the Yarlung–Zangbo suture zone, southern Tibet, China [J]. *Journal of Paleontology*, 2003, 77: 1053–1068.
- [191] 王全海, 徐仲勋, 吴瑞忠. 西藏札达县姜叶玛的二叠系[J]. *成都地质学院学报*, 1988, (2): 42–47.
- [192] 梁定益, 张宜智, 聂泽同, 等. 阿里地区地层[C]//郭铁鹰, 梁定益, 张宜智, 等(编). 阿里地质. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991: 27–48.
- [193] Zhang Y C, Wang Y, Shen S Z. Middle Permian (Guadalupian) Fusulines from the Xilanta Formation in the Gyanyima area of Burang County, southwestern Tibet, China [J]. *Micropaleontology*, 2009, 55: 463–486.
- [194] Wang Y, Ueno K. A new fusulinoidean genus Dilatofusulina from the Lopingian(Upper Permian) of southern Tibet, China [J]. *Journal of Foraminiferal Research*, 2009, 39: 56–65.
- [195] Wang Y, Ueno K, Zhang Y C, et al. The Changhsingian foraminiferal fauna of a Neotethyan seamount: the Gyanyima limestone along the Yarlung–Zangbo Suture in southern Tibet, China [J]. *Geological Journal*, 2010, 45: 308–318.
- [196] Wang X D, Wang Y, Zhang Y C, et al. Late Permian rugose corals from Gyanyima of Drhada, Tibet (Xizang), Southwest China [J]. *Journal of Paleontology*, 2019, 93: 856–875.
- [197] 饶靖国, 喻洪津. 藏南地区的泥盆系[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1985, 1: 51–73.
- [198] 高联达. 西藏聂拉木晚泥盆世孢子的发现及其地层意义[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会(编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1983, 1: 183–218, 255–262.
- [199] 章炳高. 石炭系、二叠系[C]//中国科学院西藏科学考察队(编). 珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966–1968). 北京: 科学出版社, 1974: 58–80.
- [200] 李祥辉, 王成善, 曾允孚, 等. 藏南聂拉木亚来地区早石炭世纳兴组沉积层序及深切谷[J]. *沉积学报*, 1997, (1): 2–7.
- [201] 张雄华, 李德威, 袁晏明, 等. 西藏定结、定日一带上石炭统纳兴组重力流沉积及其地质意义[J]. *地球科学*, 2003(6): 634–638.
- [202] 金玉玕. 珠穆朗玛峰北坡二叠纪基龙组的动物化石[C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队, 中国登山队, 珠穆朗玛峰科学考察分队(编). 珠穆朗玛峰科学考察报告(1975). 北京: 科学出版社, 1979: 93–102.
- [203] 徐仁, 瑞格毕, 段淑英. 藏南舌羊齿植物群的再研究[J]. *地质科学*, 1990, (3): 233–242+304.
- [204] 徐仁. 藏南舌羊齿植物群的发现和其在地质学及古地理学上的意义[J]. *地质科学*, 1976, (4): 323–331, 379–382.
- [205] 沈树忠, 曹长群, 王向东, 等. 中国西藏南部喜马拉雅相的乐平统[J]. *地质学报*, 2002, (4): 454–461.
- [206] Shen S Z, Archbold N W, Shi G R. A Lopingian(Late Permian) brachiopod fauna from the Qubuerga formation at Shengmi in the mount Qomolangma region of Southern Xizang(Tibet), China [J]. *Journal of Paleontology*, 2001, 75: 274–283.
- [207] Shen S Z, Shi G R, Archbold N W. Lopingian(Late Permian) brachiopods from the Qubuerga Formation at the Qubu section in the Mt. Qomolangma region, southern Tibet (Xizang), China [J]. *Palaeontographica Abteilung a – Palaeozoologie – Stratigraphie*, 2003,

- 268: 49–101.
- [208] Xu H P, Cao C Q, Yuan D X, et al. Lopingian (Late Permian) brachiopod faunas from the Qubuerqa Formation at Tulong and Kujianla in the Mt. Everest area of southern Tibet, China [J]. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 2018, 124: 139–162.
- [209] Shen S Z, Archbold N W, Shi G R, et al. Permian brachiopods from the Selong Xishan section, Xizang (Tibet), China Part 1: Stratigraphy, Strophomenida, Productida and Rhynchonellida [J]. *Geobios*, 2000, 33: 725–752.
- [210] Shen S Z, Archbold N W, Shi G R, et al. Permian Brachiopods from the Selong Xishan section, Xizang (Tibet), China. Part 2: Palaeobiogeographical and palaeoecological implications, Spiriferida, Athyridida and Terebratulida [J]. *Geobios*, 2001, 34: 157–182.
- [211] 梁定益, 王为平. 西藏康马和拉孜曲虾两地的石炭、二叠系及其生物群的初步讨论 [C] // 地质矿产部青藏高原地质文集编委会 (编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1983, 5: 226–236.
- [212] 陈俊兵, 徐兴永, 李文庆, 等. 藏南康马地区石炭系—二叠系研究新进展 [J]. *现代地质*, 2002, (3): 237–242.
- [213] 李璞, 王大纯, 曾鼎乾. 西藏东部地质及矿产调查 [M]. 北京: 科学出版社, 1959.
- [214] 饶荣标, 陈永明, 邹定邦. 西藏东部“沙丁板岩系”的新认识 [C] // 地质矿产部青藏高原地质文集编委会 (编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1983, 11: 141.
- [215] 王克勇. 藏东八宿怒江桥—邦达—带嘉玉桥群研究的新进展 [J]. *中国区域地质*, 1998, 17(1): 105–111.
- [216] 张正贵, 杨暹和, 李光明. 西藏江达县觉拥地区泥盆系研究的新进展 [C] // 地质矿产部青藏高原地质文集编委会 (编). 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 北京, 1990: 209–216.
- [217] 四川省地质局区域地质调查队, 中国科学院南京地质古生物研究所. 川西藏东地区地层与古生物 (第一册) [M]. 成都: 四川人民出版社, 1982.
- [218] 范影年. 西藏石炭系 [M]. 重庆: 重庆出版社, 1988.
- [219] 谭岳岩, 魏振声. 西藏下石炭统马查拉组含煤特征 [J]. *西藏地质*, 1990, 4: 21–27.
- [220] 李星学, 姚兆奇, 邓龙华. 西藏昌都妥坝晚二叠世植物群 [C] // 中国科学院青藏高原综合科学考察队 (编). 西藏古生物 (第五分册). 北京: 科学出版社, 1982: 17–44.
- [221] 张遵信, 穆西南, 孙东立, 董得源. 西藏昌都“妥坝煤系”的新认识 [J]. *地层学杂志*, 1979, 3: 231–232.
- [222] 张遵信. 青藏高原东部的筴 [C] // 四川省地质局区域地质调查队, 中国科学院南京地质古生物研究所 (编). 川西藏东地区地层与古生物 (二). 成都: 四川人民出版社, 1982: 119–244.
- [223] 牛志军, 段其发, 王建雄, 等. 青海南部治多—杂多一带下石炭统杂多群 [J]. *地层学杂志*, 2005, (S1): 490–499.