

藏北荣玛乡亚丹地区下二叠统曲地组的厘定 及大地构造意义

焦鹏伟, 梁 晓, 王根厚, 高金汉, 孙喜辉, 冉 皞, 何亚东, 郑艺龙
JIAO Pengwei, LIANG Xiao, WANG Genhou, GAO Jinhan, SUN Xihui, RAN Hao,
HE Yadong, ZHENG Yilong

中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083
School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

摘要: 西藏羌塘中部增生杂岩的不断解体对于该区古生代—三叠纪地层格架的厘定及特提斯洋演化研究具有重要的指示意义。对西藏荣玛乡亚丹地区的增生杂岩进行实测剖面时,发现一段早二叠世大陆斜坡相深水重力流形成的海底扇细碎屑岩沉积,北侧被新生代康托组红层覆盖,南侧与玄武岩等基性岩块呈断层接触,沉积序列不完整,主体为一套海底扇中扇—外扇厚层粉砂岩夹水道砂岩透镜体。碎屑岩层中垮塌沉积的生屑灰岩夹层含 *Parafusulina*, *Pseudofusulina*, *Schwagerina*, *Chalaroschwagerina parampla* 共4属10种筴类化石,指示地层时代为早二叠世亚丁斯期。1:25万日干配错幅区域地质调查将该地层归为吞龙共巴组,主要为混积陆棚相沉积。依据岩石地层及化石组合时代,厘定本套海底扇沉积为下二叠统曲地组。结合前人报道的早—中二叠世含筴灰岩建造,以及羌塘中部晚石炭世—早二叠世基性岩的大陆裂谷背景,认为羌塘中部早二叠世沉积代表了中特提斯洋演化的初始阶段,并推测在空谷阶之后发育小规模洋盆。

关键词: 西藏荣玛乡;曲地组;筴类化石;早二叠世;海底扇;增生杂岩

中图分类号: P534.46 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2017)02/03-0181-09

Jiao P W, Liang X, Wang G H, Gao J H, Sun X H, Ran H, He Y D, Zheng Y L. Redefinition of the Lower Permian Qudi Formation in Yadan area, Rongma Town, northern Tibet, and its tectonic significance. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(2/3):181-189

Abstract: The continuous separation of accretionary complex in central Qiangtang of Tibet is significant for defining the framework of strata from Paleozoic to Triassic and studying the evolution of Tethys. The authors measured a section of the accretionary complex in Yadan area, Rongma Town, Nyima County, Tibet, and discovered a sequence of submarine fan clastic rocks formed by deep-water gravity flow on the continental slope in Early Permian. The north of the strata is covered by Cenozoic red Kangtuo Formation, and the south is in faulted contact with basalt blocks. It is intercalated with sandstone lenses from the outer part to the middle fan. The intercalated layer of bioclastic limestone formed by collapse deposition contains a fusuline fauna and consists of ten species in four genera such as *Parafusulina*, *Pseudofusulina*, *Schwagerina*, *Chalaroschwagerina*, suggesting Artinskian period. The 1:250000 geological map of Rigan Peicuo defined the strata as Tunlong Gongba Formation which was mainly formed by diamictite continental shelf deposits. Based on the lithostratigraphy and the time of the fossil assemblage, The authors redefined the submarine fan strata as Qudi Formation. In combination with previous widely reported limestone formation containing fusuline and the continental rift background of

收稿日期:2016-06-20;修订日期:2017-01-24

资助项目:中国地质调查局项目《西藏荣玛乡南地区1:5万四幅区域地质调查》(编号:121201103000150004)和中央高校基本科研业务费项目《西藏羌塘中部蓝岭高压变质带变质、变形作用过程及构造意义》(编号:2652014004)

作者简介:焦鹏伟(1991-),男,在读硕士生,构造地质学专业。E-mail:woshijiaopengwei@163.com

通讯作者:梁晓(1984-),男,博士,讲师,构造地质学专业,从事造山带地质研究。E-mail:liangxcugb@163.com

basic dikes in central Qiangtrang from Late Carboniferous to Early Permian, the authors hold that the early Permian sedimentary formation represented the initial evolution of the Meso-Tethys Ocean and there existed a small ocean basin after the Kungurian Stage.

Key words: Rongma Town, Tibet; Qudi Formation; fusuline fauna; Early Permian; submarine fan; accretionary complex

龙木错-双湖缝合带是青藏高原内部一条重要的印支期构造带,座落于羌塘盆地的中央,分隔了两侧的北羌塘地块和羌塘中央增生杂岩带(图1),并保留特提斯洋演化的重要信息^[1-8]。玛依岗日一角木日-荣玛乡地区位于羌塘盆地中央隆起^[9-11]的核心地带,广泛分布印支期古特提斯洋俯冲、消减形成的增生杂岩^[5],主要由晚古生代被动陆缘复理石和洋壳蛇绿岩组成^[5,8],其变质、变形过程及岩石地球化学特征均显示古特提斯洋具有单向向北俯冲的极性^[7-8]。

长期以来,该增生杂岩的时代和构造属性争议巨大,1:100万改则幅^①将这套变质岩系命名为戈木日群(AnDgm),时代为前泥盆纪,这种观点得到许多学者的认同,并认为其是羌塘盆地的老基底,戈木日群被重新厘定为前泥盆纪-前寒武纪阿木岗群^[12]或前泥盆纪阿木岗群^[10,13],基底岩系下部为中深变质的结晶基底,上部为浅变质褶皱基底^[9-11]。黄继钧等^[14]认为,其为羌塘盆地的元古宙基底,具有双层结构,下部结晶硬基底与上部变质软基底呈角度不整合接触。王国芝等^[15]将该变质岩系解体为三叠系硅质岩段与中元古界变质基底-浅变质果干加年日群、中深变质戈木日群,推测存在太古宙陆核。李才等将其划分为前震旦系与上石炭统^[16]、上石炭统一二叠系^[2,17],其中上古生界可与霍尔巴错群^[18]对比,并在1:25万玛依岗日幅区调基础上,解离出一套奥陶系-泥盆系^②。李曰俊等^[19]在才玛尔错南和荣玛乡雪水河的戈木日群硅质岩中发现了典型的中一晚三叠世放射虫组合,在双湖查桑的泥盆系中解体出一套含中一晚二叠世放射虫的硅质岩,并推断该杂岩系为早侏罗世前古特提斯洋消减形成的蛇绿杂岩。邓万明等^[20]亦在才玛尔错南和雪水河获得了中晚三叠世的放射虫化石,并在荣玛乡嘎琼沟发现了 *Pseudoschwagerina* 带化石 *Pseudofusulina* ex gr. *feunda* Sharnov et Scherbovich。朱同兴等^[21]在双湖东才多茶卡以北的灰黑色硅质岩中获得晚泥盆世法门期放射虫和晚二叠世的放射虫化石。耿全如等^[22]在大沙河-果干加年山首次发现了特提斯温水环境的晚石炭世珊瑚化石:赫氏鲍斯维耳刺毛虫 *Chatetes (Boswellia) heritschi* Sokolov。王根

厚等^[5,8]依据中小构造的解析厘定戈木日岩群为一套俯冲-增生杂岩,地层时代为单向有限的无限区间,上限为印支期-古特提斯洋的最终闭合期。

综上所述,戈木日岩群的解体对于重塑羌塘中部大地构造格局,细化特提斯洋的演化具有重要意义。笔者2013年在西藏尼玛县荣玛乡西南亚丹地区原1:25万日干配错幅^③吞龙共巴组中发现了含早二叠世筴类化石组合的生物碎屑灰岩,与粉砂岩呈整合接触,总体地层层序较完整,具有大陆斜坡相碎屑重力流的沉积特征。这一发现对于精确厘定地层归属,以及探讨龙木错-双湖缝合带的构造演化具有重大意义。

1 地质特征

荣玛乡依布茶卡湖西侧分布一套古生代增生杂岩(图1),与北侧玛依岗日-角木日广泛分布的以上古生界为主的增生杂岩相连,岩石组成与构造样式相似。基岩中部被面状分布的康托组水平红层覆盖,依据其宏观构造行迹,可划分为北部温泉沟S-N向构造亚带与南部亚丹近EW向构造亚带。温泉沟亚带由奥陶系、志留系、泥盆系及石炭系-二叠系的多岩块拼贴形成,边界为SN向的脆-韧性断层。

亚丹近EW向构造亚带平面上呈NEE向延伸,SN向出露宽度2~3km,由不同构造层次的变质杂岩叠置而成,各岩块内部构造行迹、接触边界与构造带走向一致,由北向南依次划分为4个次级构造单元:亚绿片岩相下二叠统曲地组、高压变质片岩、低绿片岩相碎屑岩与龙格岩组。其中高压变质片岩和低绿片岩相碎屑岩同属于亚丹片岩。亚丹片岩岩性主要为白云母石榴子石钠长石片岩、石榴绿泥阳起钠长片岩、阳起钠长石片岩、石榴钠长石片岩、钠长绿泥石片岩、角闪石榴云母片岩、矽线石榴钠长片岩等。亚丹片岩变质原岩既有砂岩也有基性岩,变质相可分为角闪岩相和低绿片岩相^[23]。曲地组、高压变质片岩、低绿片岩均为断层接触关系,龙格组灰岩则以平缓状逆冲岩席的形态推覆于其他岩块之上,遥感图上可见其边界被剥蚀为港湾状(图2)。

曲地岩组岩性主要为强烈板理化的细碎屑岩夹生物碎屑灰岩(图3-A、B),构造混杂有大量的玄

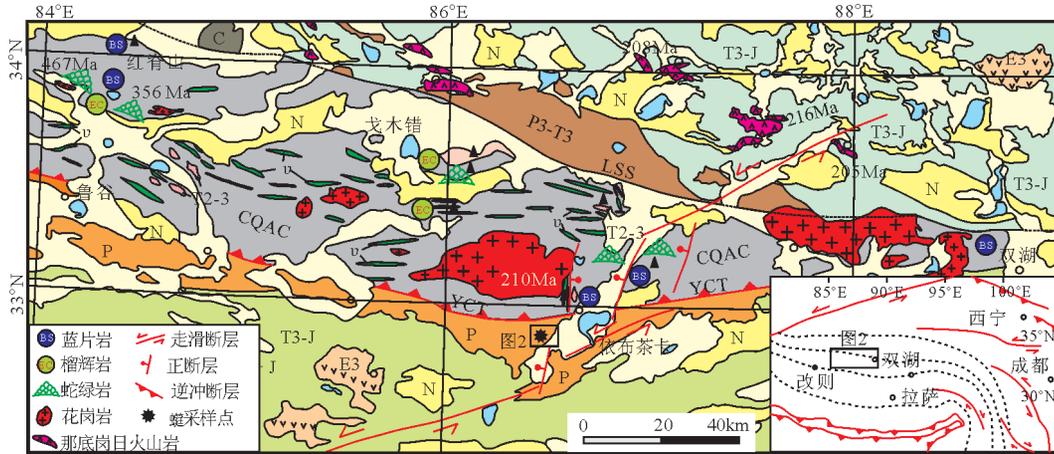


图 1 研究区区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of the study area

N—新近系; E₃—渐新统; T₃-J—上三叠统-侏罗系; T₂₋₃—中-上三叠统; P₃-T₃—上二叠统-上三叠统; P—二叠系; CQAC—羌塘中央增生杂岩; v—辉长辉绿岩墙;
LSS—龙木错-双湖缝合带; YCT—依布茶卡逆冲断层

武岩、辉长辉绿岩断块(图3-C、D), 构造样式主要表现为中构造层次韧性条件下的一般剪切变形。粉砂岩软弱层在变形中被强烈压扁拉薄, 并发育一

组透入性的连续劈理, 劈理域平整光滑, 隐约可见具丝绢光泽的绢云母。当砂岩与粉砂岩互层时, 二者的劈理与层理相互交切, 发育典型的劈理折射现

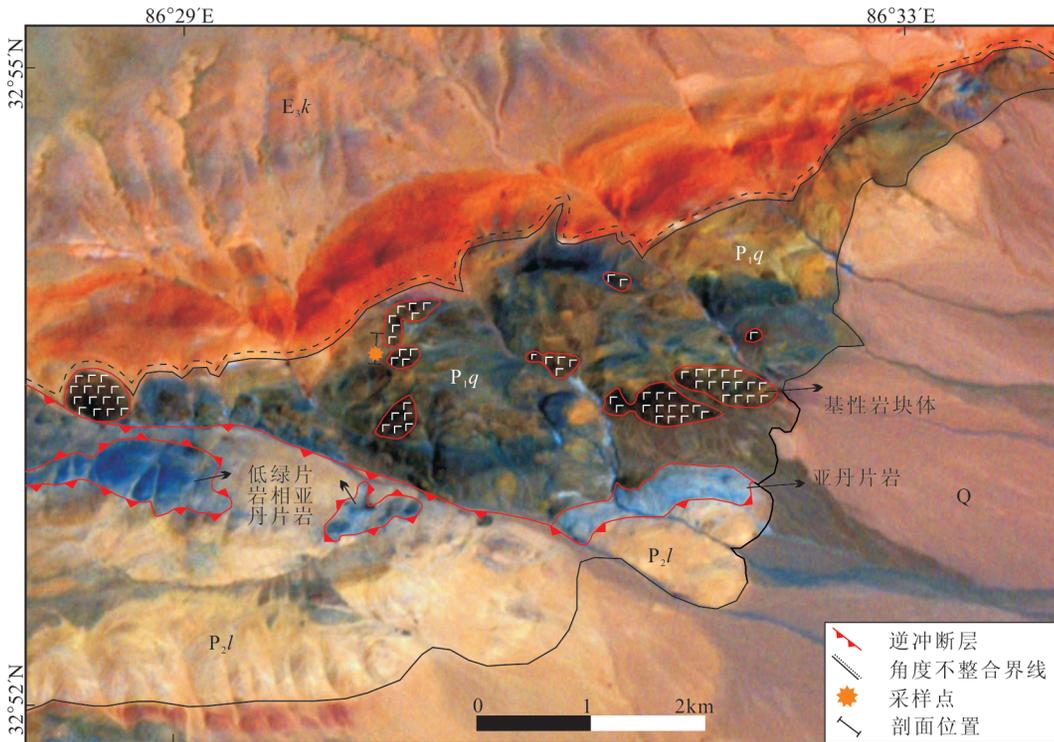


图 2 研究区遥感地质图

Fig. 2 Geological remote sensing map of the study area

Q—第四系; E_k—康托组; P₂l—龙格组; P₁q—曲地组

象,粉砂岩面理顶底两端均被砂岩层理所截切(图3-A)。灰岩层表现出强烈的塑形变形特点,部分岩石发育一组平行层理的透入性板理,纵向上被拉长和定向为条带状,延伸方向与碎屑岩围岩中的面理一致,指示岩层遭受了强烈的褶皱弯曲,转折端形态应为同斜或紧闭状斜卧褶皱,因此横向上出现的灰岩、粉砂岩韵律层序很可能为褶皱重复的结果。基性岩呈断续分布的岩块包裹于EW向强面理化带,形态以压扁拉长的香肠状或透镜状为主,两侧不断尖灭,少见不规则块体,长短轴比率为2:1~3:1,边界为平直的脆性断层,露头可见平直光滑的断层镜面,发育线条状的滑动擦痕,并斜向截切碎屑岩基质的面理(图3-C)。

2 地层剖面及沉积相

2.1 剖面简介

剖面位于西藏自治区尼玛县荣玛乡西南亚丹

地区,剖面起点坐标为北纬32°53'40.01"、东经86°30'15.70",终点坐标为北纬32°53'44.13"、东经86°30'16.03",剖面(图4)描述如下。

顶部位于褶皱核心,未见顶

曲地组

118.75m

3.灰黑色薄层粉砂岩与黑色薄层泥岩互层,粉砂岩中含有细砂岩透镜体。砂岩透镜体顶平底凸,指示该段地层层序正常。自下而上细砂岩透镜体的数量逐渐增多,规模逐渐变大。同时可见粉砂岩、泥岩发生明显的板理化 103.21m

2.灰黑色薄层粉砂岩与黑色薄层泥岩互层,含众多青灰色生物碎屑灰岩块体,灰岩块体中含筴类化石,包括 *Parafusulina densa* Reichel, *P. splendens* Dunbar et Skinner, *P. undulate* Chen, *P. decora* Han, *P. hexigtenensis* Han, *P. sp.*, *Pseudofusulina japonica* Guembel, *P. huagonensis* Zhang, *Schwagerina callosa* Han, *Chalartoschwagerina parampla* Zhang et Dong 等

7.15m

1.深灰色粉砂岩夹硅质岩条带,粉砂岩发育板理

8.39m

===== 断层 =====

0.灰黑色隐晶质枕状玄武岩,发育气孔构造

16.21m

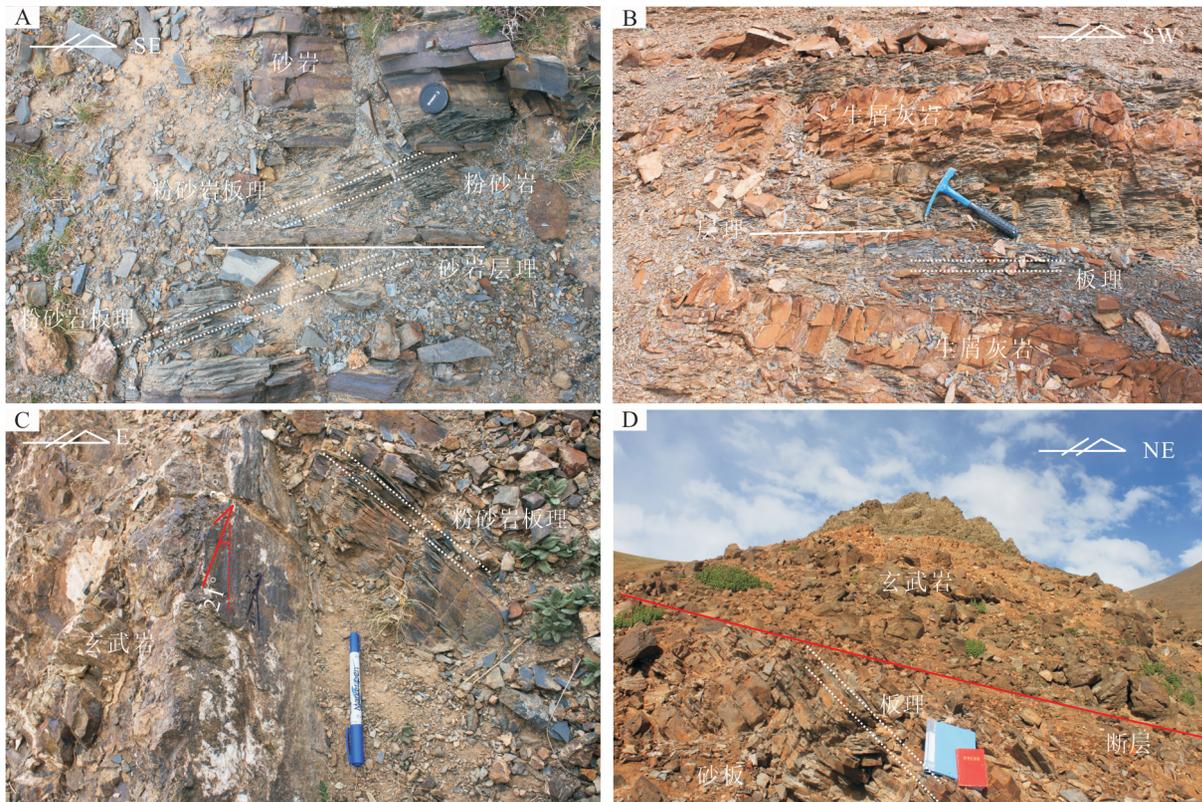


图3 西藏荣玛乡亚丹地区曲地组构造变形特征

Fig. 3 Deformational structures of Qudi Formation in Yadan area, Rongma Town, Tibet

A—砂岩能干层与粉砂岩软弱层的面理折射关系,指示层序未倒转;B—粉砂岩透入性板理化夹塑性的生屑灰岩,层劈关系指示存在同斜褶皱;C—玄武岩与粉砂质板岩的断层交切关系;D—玄武岩与砂质板岩的断层切割关系

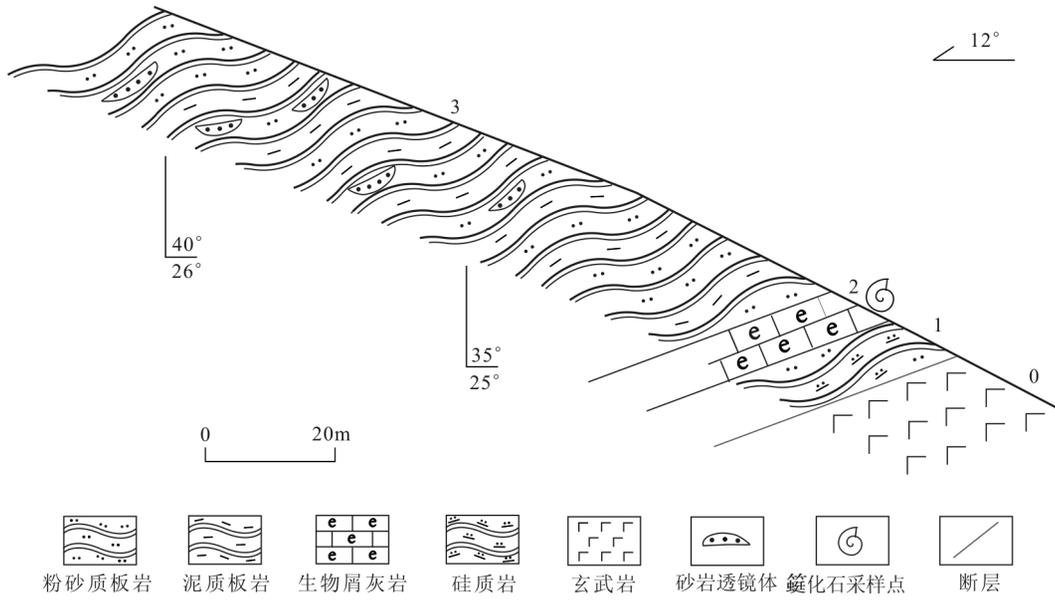


图 4 西藏尼玛县亚丹地区曲地组剖面

Fig. 4 Geological section of Qudi Formation in Yadan area, Nyima County, Tibet

2.2 沉积相分析

剖面由下到上,岩石粒度逐渐变粗,为反粒序结构,代表了沉积环境由深变浅的过程。该段具有

半深海-深海大陆斜坡相碎屑重力流形成的海底扇特征,类似海底扇反旋回的沉积序列(图5)。其中,1段粉砂岩含有硅质岩条带,代表海底扇中-外扇较

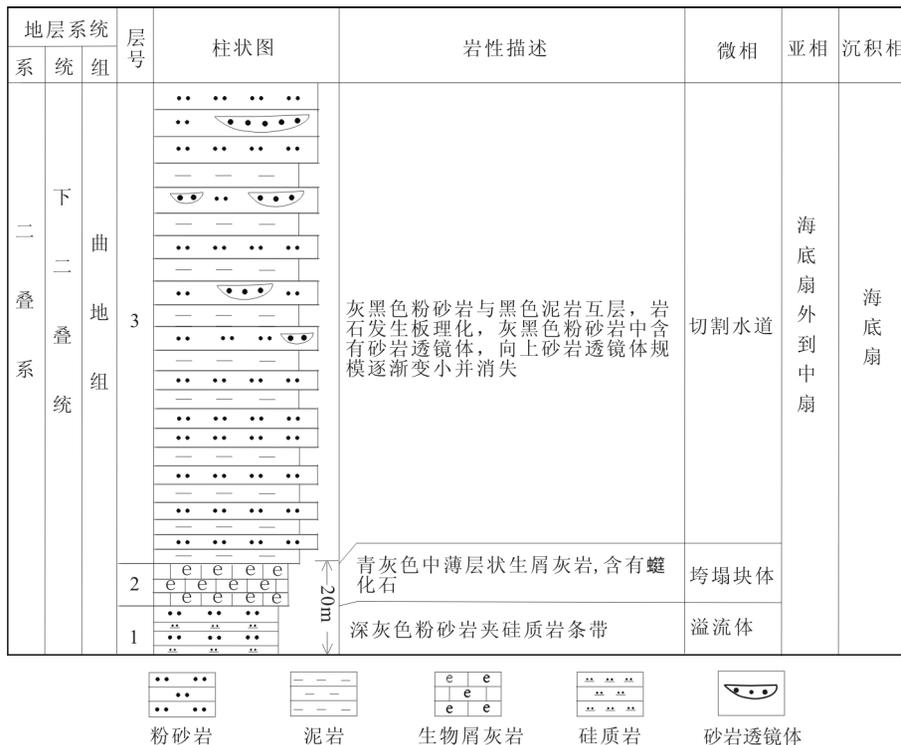


图 5 西藏尼玛县亚丹地区曲地组柱状图

Fig. 5 Stratigraphic column of Qudi Formation in Yadan area, Nyima County, Tibet

深水的静水沉积环境;2段为薄层粉砂岩夹数量众多的青灰色生屑灰岩块体,该段沉积相应为海底扇中-外扇垮塌块体;3段为薄层粉砂岩与泥岩韵律互层,下部偶见细砂岩透镜体,总体为低密度浊流沉积,向上细砂岩透镜体增多,规模变大,说明沉积环境由中-外扇向中扇过渡,为低流态沉积,其沉积相为海底扇中-外扇切割水道环境。该沉积序列与1:25万日干配错幅厘定的吞龙共巴组明显不同,与曲地组更接近。同时也说明当时已经存在一定规模的海盆。

3 筳类化石组合及时代

实测剖面生屑灰岩中产筳类化石4属10种(含未定种):*Parafusulina densa* Reichel, *P. splendens* Dunbar et Skinner, *P. undulate* Chen, *P. decora* Han, *P. hexigtenensis* Han, *P. sp.*, *Pseudofusulina japonica* Guembel, *P. huagonensis* Zhang, *Schwagerina callosa* Han, *Chalaroschwagerina parampla* Zhang et Dong (图版 I)。

Parafusulina 最早开始于隆林阶^[24-25],上延至栖霞阶和茅口阶,分布于中国、北美、俄罗斯、印度、日本等地^[26]。该属分子在中国可见于华南下二叠统(隆林阶)船山组三段^[27]和华南下二叠统上部湘中组^[28]。其中该属分子*Parafusulina densa* Reichel 见于新疆喀喇昆仑下二叠统^[26]、甘肃漳县东扎口中二叠统崖下组^[29]; *Parafusulina splendens* Dunbar et Skinner 见于甘肃漳县东扎口沟下二叠统东扎口组^[29]; *Parafusulina undulate* Chen 见于浙江新登中二叠统栖霞组^[26]; *Parafusulina decora* Han 见于甘肃迭部县热让沟中二叠统山神滩组^[29]; *Parafusulina hexigtenensis* Han 见于甘肃漳县东扎口沟下二叠统东扎口组^[29]。故研究区该属分子代表的时代为早二叠世隆林阶一中二叠世。

Pseudofusulina 延续时间较长,在马平期后繁盛。该属在华南下二叠统上部湘中组为最主要的优势分子^[28],同时可见于浙江上石炭统船山组一段和下二叠统船山组二段^[27]。其中*Pseudofusulina japonica* Guembel 和 *Pseudofusulina huagonensis* Zhang 见于甘肃漳县东扎口沟下二叠统东扎口组中上部^[29]。故研究区该属分子代表的时代主要为早二叠世。

Schwagerina 分布时代为晚石炭世一中二叠世,

在中国、北美、日本等地都有分布,例如华南下二叠统上部湘中组^[28]。其中*Schwagerina callosa* Han 见于甘肃漳县东扎口沟下二叠统东扎口组和甘肃漳县东扎口中二叠统崖下组^[29]。同时灰岩中还产*Chalaroschwagerina parampla* Zhang et Dong, 其为亚丁斯克阶带化石,该属分子在中国早二叠世隆林阶中多有报道^[30-31],同时,Zhang等^[32]在研究区北部的角木日和冈塘错地区的曲地组灰泥流中也报道了该属分子。这两属筳类分子代表的时代应为早二叠世亚丁斯克阶。

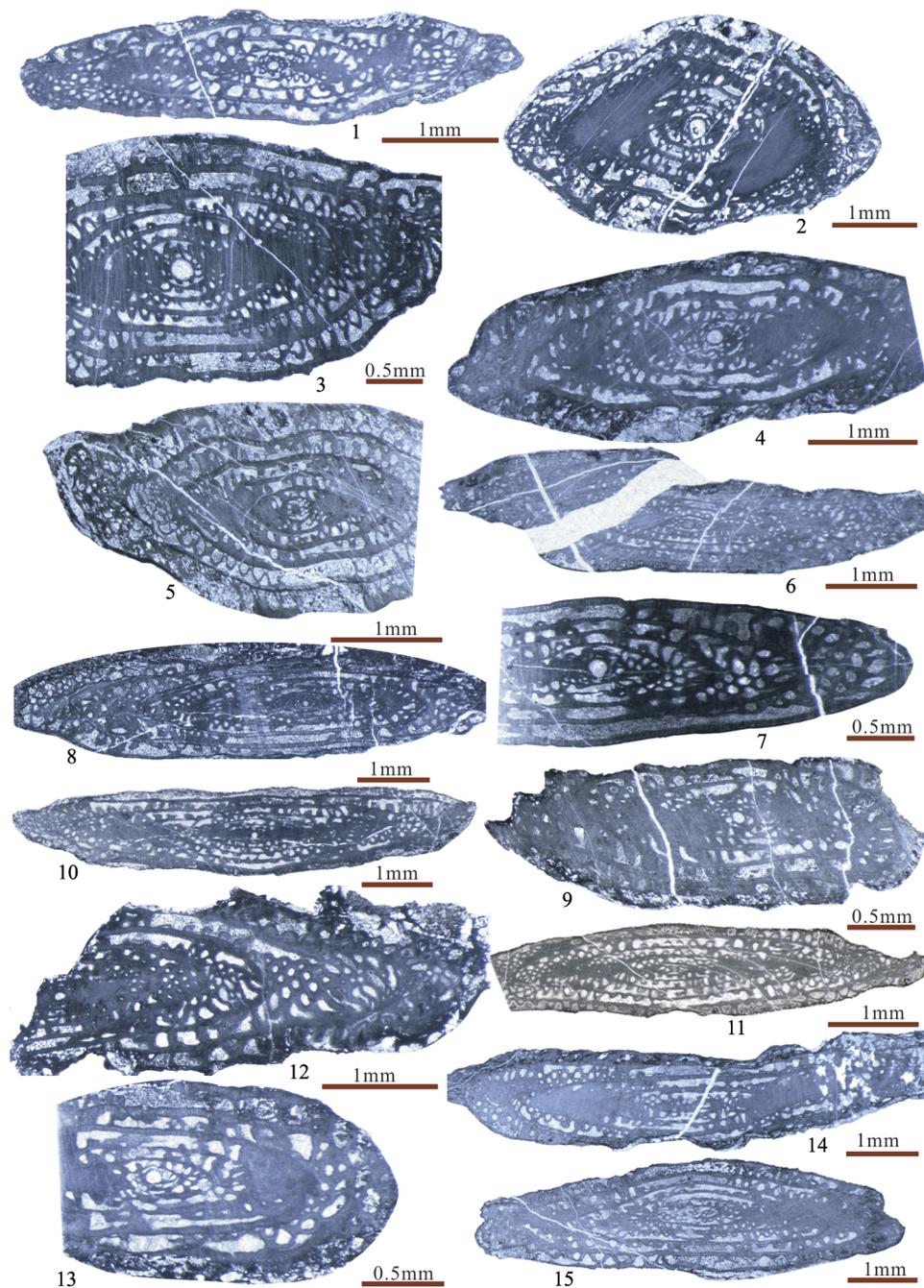
总之这些筳的共同特点是,壳型均为长轴型分子,蜂巢层极为发育,拟旋脊不发育或不具有拟旋脊,隔壁发生强烈褶皱,具有浓厚的早二叠世筳类特色,尤其是其中发育了具有典型意义的*Chalaroschwagerina*,该分子一般为亚丁斯克阶带化石,所以该筳类化石组合应属于早二叠世亚丁斯克阶。

4 讨论

羌塘中部的玛依岗日-角木日-荣玛乡隶属藏滇地区大区,羌南-保山地层区的多玛地层分区^[33],主要出露一套亲冈瓦纳相的上石炭统一中二叠统沉积岩夹基性火山岩^[4,16],层位与日土县多玛-龙木错一带的霍尔巴错群、吞龙共巴组、龙格组等^[18]相同。2003年以来,随着中比例尺区域地质调查工作的开展,本地区大量早中二叠世筳类化石组合被逐渐发掘,1:25万玛依岗日幅区域地质调查在角木日主峰西侧发现了大量的早二叠世筳类化石组合;1:5万角木日区域地质调查在角木日及江爱藏布西岸、蓝岭北部及雪水河4处灰岩中发现了丰富的早中二叠世筳类化石组合;笔者等在1:5万荣玛乡区域地质调查工作中,于依布茶卡东岸(另文发表)及亚丹2处发现了早二叠世亚丁斯克阶筳类化石组合。Zhang等^[32]在冈塘错与角木日西北发现了早二叠世晚期的筳类化石组合,部分种属为典型亲冈瓦纳冷水分子。耿全如等^[22]在黑石山东坡-雪水河发现了中二叠世筳类化石组合,生物面貌代表冈瓦纳冷水环境与提提斯暖水的混合。总之,广泛分布且时代意义明确的筳类化石指示,羌塘中部出露的晚古生代碎屑岩地层以中下二叠统为主。

本次实测地层具有大陆斜坡相碎屑重力流形成的海底扇特征,时代为早二叠世亚丁斯克阶,类似下二叠统曲地组。1:25万日干配错幅区域地质

图版 I Plate I



1. *Pseudofusulina japonica* Guembel, 轴切面, 野外编号: D0528-HB1-1; 2. *Chalartoschwagerina parampla* Zhang et Dong, 轴切面, 野外编号: D0528-HB1-2; 3. *Parafusulina densa* Reichel, 轴切面, 野外编号: D0528-HB1-3; 4. *Parafusulina splendens* Dunbar et Skinner, 轴切面, 野外编号: D0528-HB1-4; 5. *Pseudofusulina huagonensis* Zhang, 轴切面, 野外编号: D0528-HB2-1; 6. *Parafusulina splendens* Dunbar et Skinner, 轴切面, 野外编号: D0528-HB2-2; 7. *Pseudofusulina japonica* Guembel, 轴切面, 野外编号: D0528-HB2-3; 8. *Parafusulina undulate* Chen, 轴切面, 野外编号: D0528-HB2-4; 9. *Parafusulina* sp., 轴切面, 野外编号: D0528-HB2-5; 10. *Parafusulina decora* Han., 轴切面, 野外编号: D0528-HB3-1; 11. *Parafusulina* sp., 轴切面, 野外编号: D0528-HB3-2; 12. *Parafusulina* sp., 轴切面, 野外编号: D0528-HB4-1; 13. *Parafusulina* sp., 轴切面, 野外编号: D0528-HB4-2; 14. *Schwagerina callosa* Han., 轴切面, 野外编号: D0528-HB5-1; 15. *Parafusulina hexigtenensis* Han., 轴切面, 野外编号: D0528-HB5-2

调查将该地层归入吞龙共巴组,而吞龙共巴组主要表现为一套浅海混积陆棚相碎屑岩-碳酸盐岩沉积,两者明显不同,所以笔者认为将该地层厘定为曲地组更合适。结合本文及前人含筳灰岩的岩石地层特征及围岩地层层序,可将其沉积环境大致分为2类:既有大陆斜坡相碎屑质重力流形成的海底扇,也有小规模碳酸盐岩台地。台地相灰岩与枕状玄武岩呈规律性伴生,虽然经历了三叠纪俯冲期的韧性剪切变形^[8],但两者原生的火山-沉积关系依旧保存完整^[22,32],即以溢流玄武岩火山为基座,顶部及周缘沉积浅水碳酸盐岩。Zhang等^[32]指出,角木日附近的曲地组碎屑岩中的含筳灰岩夹层化石时代指示亚丁斯克阶,而与玄武岩伴生的灰岩层则包含空谷阶筳类组合,反映新特提斯大洋的逐渐张开。

大量岩石地球化学数据表明,角木日-蓝岭-雪水河-黑石山与含筳灰岩伴生的(枕状)玄武岩具有洋岛型玄武岩特征^[34-36],亚丹地区的枕状玄武岩也有类似地球化学特征(崔玉良面告)。然而,最新的研究表明,大多数玄武岩地球化学图解只能区分正常大洋中脊(N-MORB)与洋岛型(OIB)2个端元^[37],合理的玄武岩构造背景解释必须结合野外地质特征^[38]。仔细对比前人数据发现,研究区玄武岩与正常洋岛型玄武岩(OIB)存在显著区别,更可能为未受地壳混染的大陆裂谷或初始洋盆背景。这一认识与玄武岩的野外地质特征,即玄武岩与大陆边缘碎屑岩呈原生相伴关系相吻合。

另外,羌塘中部及研究区大量出现的陆内裂谷型或地幔柱成因基性岩墙群锆石同位素年龄数据分布在279~318Ma区间^[39-41],并以早二叠世(279~285Ma)为峰值^[40],时代与含筳灰岩地层相同或略早。基性岩墙以脉状或断块状分布在以石炭纪-二叠纪碎屑岩为主的增生杂岩中,边界为脆-韧性断层,两者并非侵入关系^[8]。基性岩墙群和玄武岩的岩石学、地球化学、产出形态等指示,其形成环境与板内裂谷玄武岩或典型地幔柱成因玄武岩具有相似的特点,它们是地幔柱活动的证据^[40-41]。这些数据表明,在早二叠世,冈瓦纳大陆处于地幔柱作用下的拉张裂解环境,可能有新的大洋形成。

综上,笔者认为,羌塘中部晚石炭世一早二叠世大陆板内或地幔柱成因基性岩墙群与同时代碎屑岩/碳酸盐岩+玄武岩的火山-沉积组合共同代表冈瓦纳大陆北缘的大规模裂解事件,记录了中特提

斯洋发展的早期阶段。这与国际上关于中特提斯洋裂解的时限一致,即羌塘地块在晚石炭世后逐渐脱离冈瓦纳大陆,向北发生漂移,其南侧形成了中特提斯洋^[42-43]。再者,基于研究区及羌塘中部广泛分布的枕状玄武岩+含筳碳酸盐建造^{[32]④},以及冷暖水混生的筳类及珊瑚动物群古地理面貌^[22],笔者推测本区二叠纪乌拉尔世空谷阶后可能发育有小规模洋盆。

5 结 论

(1) 西藏羌塘荣玛乡亚丹出露下二叠统曲地组构造岩块,主要为一套大陆斜坡相碎屑重力流沉积,岩石地层为海底扇中扇-外扇厚层粉砂岩夹水道砂岩透镜体。

(2) 台地边缘垮塌的生物碎屑灰岩层中发现有*Parafusulina*, *Pseudofusulina*, *Schwagerina*, *Chalaroschwagerina parampla*等4属10种的筳类化石组合,时代为早二叠世亚丁斯克阶。

(3) 羌塘中部同时代的曲地组大陆斜坡海底扇沉积、含筳碳酸盐+玄武岩建造及大规模基性岩墙群共同指示了早二叠世大陆裂解后的中特提斯洋初始演化阶段,故推测本区在空谷阶之后发育有小规模洋盆。

致谢:野外工作期间得到荣玛乡四幅区域地质调查项目组的大力支持,室内筳化石照片拍摄和鉴定过程中,中国地质大学(北京)肖红吉师姐和原宏同学提供了宝贵的建议和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献

- [1] 李才. 龙木错-双湖-澜沧江板块缝合带与石炭二叠纪冈瓦纳北界[J]. 长春地质学院学报, 1987, 17(2): 156-162.
- [2] 李才, 程立人, 胡克, 等. 西藏龙木错-双湖古特提斯缝合带研究[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 1-131.
- [3] 李才, 翟刚毅, 王立全, 等. 认识青藏高原的重要窗口——羌塘地区近年来研究进展评述(代序)[J]. 地质通报, 2009, 28(9): 1170-1175.
- [4] 刘本培, 冯庆来, Chonglakmani C, 等. 滇西古特提斯多岛洋的结构及其南北延伸[J]. 地学前缘, 2002, 9(3): 163-164.
- [5] 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): 1182-1187.
- [6] 耿全如, 潘桂棠, 王立全, 等. 班公湖-怒江带、羌塘地块特提斯演化与成矿地质背景[J]. 地质通报, 2011, 30(8): 1261-1263.
- [7] Zhai Q G, Zhang R Y, Jahn B M, et al. Triassic eclogites from central Qiangtang, northern Tibet, China: Petrology, geochronology

- and metamorphic $P-T$ path[J]. *Lithos*, 2011, 125: 173–176.
- [8] Liang X, Wang G H, Yuan G L, et al. Structural sequence and geochronology of the Qomo Ri accretionary complex, Central Qiangtang, Tibet: Implications for the Late Triassic subduction of the Paleo-Tethys Ocean[J]. *Gondwana Research*, 2012, 22: 470–481.
- [9] 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [10] 王成善, 伊海生. 羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M]. 北京: 地质出版社, 2001.
- [11] 王剑, 谭富文, 李亚林, 等. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析[M]. 北京: 地质出版社, 2004.
- [12] 吴瑞忠, 胡承祖, 王成善, 等. 藏北羌塘地区地层系统[C]//青藏高原地质文集(9). 北京: 地质出版社, 1986: 1–32.
- [13] 王成善, 胡承祖, 吴瑞忠, 等. 西藏北部查桑-茶布裂谷的发现及其地质意义[J]. *成都地质学院学报*, 1987, 14(2): 296–301.
- [14] 黄继钧. 羌塘盆地基岩构造特征[J]. *地质学报*, 2001, 75(3): 333–337.
- [15] 王国芝, 王成善. 西藏羌塘基底变质岩系的解体和时代厘定[J]. *中国科学(D辑)*, 2001, 31: 77–81.
- [16] 李才, 郑安柱. 西藏羌塘地区古生界划分及其与构造关系讨论[J]. *西藏地质*, 1990, 1: 1–18.
- [17] 李才, 王天武, 杨德明, 等. 西藏羌塘中央隆起区物质组成与构造演化[J]. *长春科技大学学报*, 2001, 31(1): 25–31.
- [18] 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, 19(1): 1–27.
- [19] 李日俊, 吴浩若, 李红生. 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[J]. *地质论评*, 1997, 43(3): 250–256.
- [20] 邓万明, 尹集祥, 吊中平. 羌塘茶布一双湖地区基性超基性岩和火山岩研究[J]. *中国科学(D辑)*, 1996, 26(4): 296–301.
- [21] 朱同兴, 张启跃, 董瀚, 等. 藏北双湖地区才多茶卡一带构造混杂岩中发现晚泥盆世和晚二叠世放射虫硅质岩[J]. *地质通报*, 2006, 25(12): 1413–1417.
- [22] 耿全如, 彭智敏, 张璋. 青藏高原羌塘地区果干加年山—荣玛乡一带石炭纪—二叠纪古生物研究新进展[J]. *地质通报*, 2012, 31(4): 510–520.
- [23] 王泉. 西藏羌塘荣玛地区亚丹片岩变形变质特征及地质意义[D]. 中国地质大学(北京)硕士学位论文, 2015: 22.
- [24] 黄志勋, 时言, 魏沐潮. 二叠系一个新的地层单位——隆林阶[J]. *成都地质学院学报*, 1982, 4: 63–75.
- [25] 黄志勋, 曾学鲁. 广西隆林地区早二叠世早期(隆林阶)的筳类动物群[J]. *地球科学—武汉地质学院学报*, 1984, 26: 11–26.
- [26] 盛金章. 中国的筳类[M]. 北京: 科学出版社, 1962: 128–135.
- [27] 颜铁增. 浙江省船山组的划分和对对比[J]. *地层学杂志*, 2003, 27(4): 318–324.
- [28] 张祖圻. 华南的二叠系[J]. *中南矿冶学院学报*, 1985, 43: 19–27.
- [29] 曾学鲁, 朱伟元, 何心一, 等. 西秦岭石炭纪、二叠纪生物地层及沉积环境[M]. 北京: 地质出版社, 1996: 17–33.
- [30] 周铁明, 盛金章, 王玉净. 云南广南小独山石炭—二叠系界线地层及筳类分带[J]. *微体古生物学报*, 1987, 4(2): 123–157.
- [31] 史宇坤, 杨湘宁, 刘家润, 等. 贵州省紫云县宗地乡下二叠统隆林阶地层初步研究[J]. *地层学杂志*, 2004, 28(4): 326–330.
- [32] Zhang Y C, Wang Y, Zhang Y J, et al. Artinskian (Early Permian) fusuline fauna from the Rongma area in northern Tibet: palaeoclimatic and palaeobiogeographic implications[J]. *Alcheringa*, 2012, 37: 529–546.
- [33] 熊兴国, 徐安全, 岳龙, 等. 羌塘才玛尔错晚三叠世地层的厘定及其意义[J]. *贵州地质*, 2006, 23(1): 29–31.
- [34] 翟庆国, 李才, 程立人, 等. 西藏羌塘角木日地区二叠纪蛇绿岩的地质特征及意义[J]. *地质通报*, 2004, 23(12): 1228–1230.
- [35] 翟庆国, 李才, 黄小鹏. 西藏羌塘中部角木日地区二叠纪玄武岩的地球化学特征及其构造意义[J]. *地质通报*, 2006, 25(12): 1419–1427.
- [36] 鲁庆伟, 王根厚. 藏北冈塘错地区OIB型和E-MORB型玄武岩组合及大地构造意义[J]. *新疆地质*, 2011, 29(3): 332–336.
- [37] Li C S, Arndt N T, Tang Q, et al. Trace element indiscrimination diagrams[J]. *Lithos*, 2015, 232: 76–83.
- [38] Pearce J A. Immobile element fingerprinting of ophiolites[J]. *Elements*, 2014, 10: 101–108.
- [39] 李才, 和钟铎, 李惠民. 青藏高原南羌塘基性岩墙群U-Pb和Sm-Nd同位素定年及构造意义[J]. *中国地质*, 2004, 31(4): 384–389.
- [40] Zhai Q G, Jahn B M, Su L, et al. SHRIMP zircon U-Pb geochronology, geochemistry and Sr-Nd-Hf isotopic compositions of a mafic dyke swarm in the Qiangtang terrane, northern Tibet and geodynamic implications[J]. *Lithos*, 2013, 174: 28–43.
- [41] 王明, 李才, 翟庆国. 青藏高原羌塘南部晚古生代地幔柱? ——来自基性-超基性岩的地球化学证据[J]. *地质通报*, 2010, 29(12): 1754–1772.
- [42] Metcalfe I. Palaeozoic and Mesozoic tectonic evolution and palaeogeography of East Asian crustal fragments: The Korean Peninsula in context[J]. *Gondwana Research*, 2006, 9: 24–25, 30, 35–43.
- [43] Metcalfe I. Palaeozoic-Mesozoic history of SE Asia[J]. *The Geological Society, London, Special Publications*, 2011, 355(1): 7–35.
- ① 西藏自治区地质矿产局. 西藏1:100万改则幅区域地质图. 1986.
- ② 吉林大学地质调查院. 西藏1:25万玛依岗日幅区域地质调查报告. 2006.
- ③ 西藏自治区地质调查院. 西藏1:25万日干配错幅区域地质图和区域地质调查报告. 2002.
- ④ 中国地质大学(北京)地质调查院. 西藏1:5万双湖角木日地区4幅区域地质调查报告. 2012.