

西藏阿里推覆构造与蛇绿岩构造侵位

吴珍汉¹ 叶培盛² 杨 艳¹

(1. 中国地质科学院, 北京 100037; 2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘要:通过野外观测和 ETM 遥感解译, 结合 1:25 区域地质调查相关资料, 发现西藏阿里地区晚白垩世—古近纪发育自北向南长距离逆冲推覆构造运动, 形成大型逆冲推覆构造系统, 导致班公—怒江缝合带发生解体 and 蛇绿岩构造侵位。阿里逆冲推覆构造系统由大量逆冲断层、不同时代的构造岩片、不同规模的飞来峰和构造窗、不同方向的褶皱构造组成, 前锋逆冲断层呈弧形分布于拉萨地块北部狮泉河—左左—革吉—麦岗沿线。沿主要逆冲断层, 中生代蛇绿混杂岩、三叠纪和侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩、石炭纪板岩、二叠纪白云质灰岩自北向南逆冲推覆于早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩、晚白垩世—古近纪红层之上, 形成比较典型的薄皮双重推覆构造系统, 估算最小推覆距离 160~180 km。根据构造关系和同位素年龄资料, 推断阿里薄皮推覆构造主要形成时代为 75~20 Ma, 对应自北向南逆冲推覆构造运动速率约 2.91~3.28 mm/a。研究阿里逆冲推覆构造对深化认识班公—怒江缝合带及蛇绿混杂岩的构造属性、合理评价羌塘盆地西段油气资源潜力具有重要意义。

关键词:薄皮双重推覆构造; 逆冲断层; 蛇绿岩构造侵位; 班公—怒江缝合带; 西藏阿里地区

中图分类号: P542⁺.3; P588.12 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2013)01-0182-09

西藏阿里地区位于青藏高原西部, 发育颇具特色的地质构造, 包括喀喇昆仑断裂、日土蛇绿岩、狮泉河蛇绿岩、多期构造运动及不同期次岩浆活动, 受到国内外地质学家关注^[1-9]。2000—2006 年中国地质调查局组织开展西藏阿里地区 1:25 万区域地质调查, 西藏自治区地质调查院^[7]、四川省地质调查院^[8]、江西省地质调查院^[9-10]先后完成狮泉河幅(I44C004002)、革吉县幅(I44C004001)、日土县幅(I44C003002)和羌多幅(I44C003003)1:25 万地质图及区域地质调查报告, 取得重要进展, 大幅度提高了阿里地区地质构造研究程度。尽管如此, 目前对阿里地区中生代构造演化及不同蛇绿岩带相互关系仍然存在不同认识^[2,6,9,11]。笔者在前人 1:25 区域地质调查基础之上, 通过详细野外观测和 ETM 遥感解译, 发现阿里地区存在大型薄皮推覆构造, 逆冲推覆构造运动与蛇绿岩构造侵位存在密切关系。

1 阿里薄皮推覆构造

阿里逆冲推覆构造分布于班公—怒江缝合带及南北两侧, 由大量逆冲断层、不同时代的逆冲岩席和构造岩片、不同规模的飞来峰和构造窗、不同方向的褶皱构造组成。大部分逆冲断层呈北东向、近东西向或北西走向, 很多重要逆冲断层呈弧形分布; 如前锋逆冲断层呈弧形分布于拉萨地块北部狮泉河—左左—革吉—麦岗沿线, 班公湖—多玛北侧石炭系—二叠系大型逆冲岩席与三叠系—侏罗系构造窗呈弧形断层接触, 两侧伴生褶皱轴面也呈弧形排列 (图 1)。在羌多—多玛地区, 由石炭纪板岩和二叠纪白云质灰岩组成的大型逆冲岩席自北向南逆冲推覆于三叠纪—侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩及晚白垩世—古近纪红层之上 (图 2); 下伏三叠纪—侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩也发生自北向南逆冲推覆构造运动, 形成双

收稿日期: 2012-10-23; 改回日期: 2013-01-04

基金项目: 中国地质调查局青藏高原地质矿产调查评价专项(1212011221111、1212011120185)及深部探测技术与实验研究专项(Sinoprobe-02)联合资助。

作者简介: 吴珍汉, 男, 1965 年生, 博士, 研究员, 长期从事青藏高原区域地质调查与地质构造研究工作; E-mail: wuzhenhan@yahoo.com.cn。

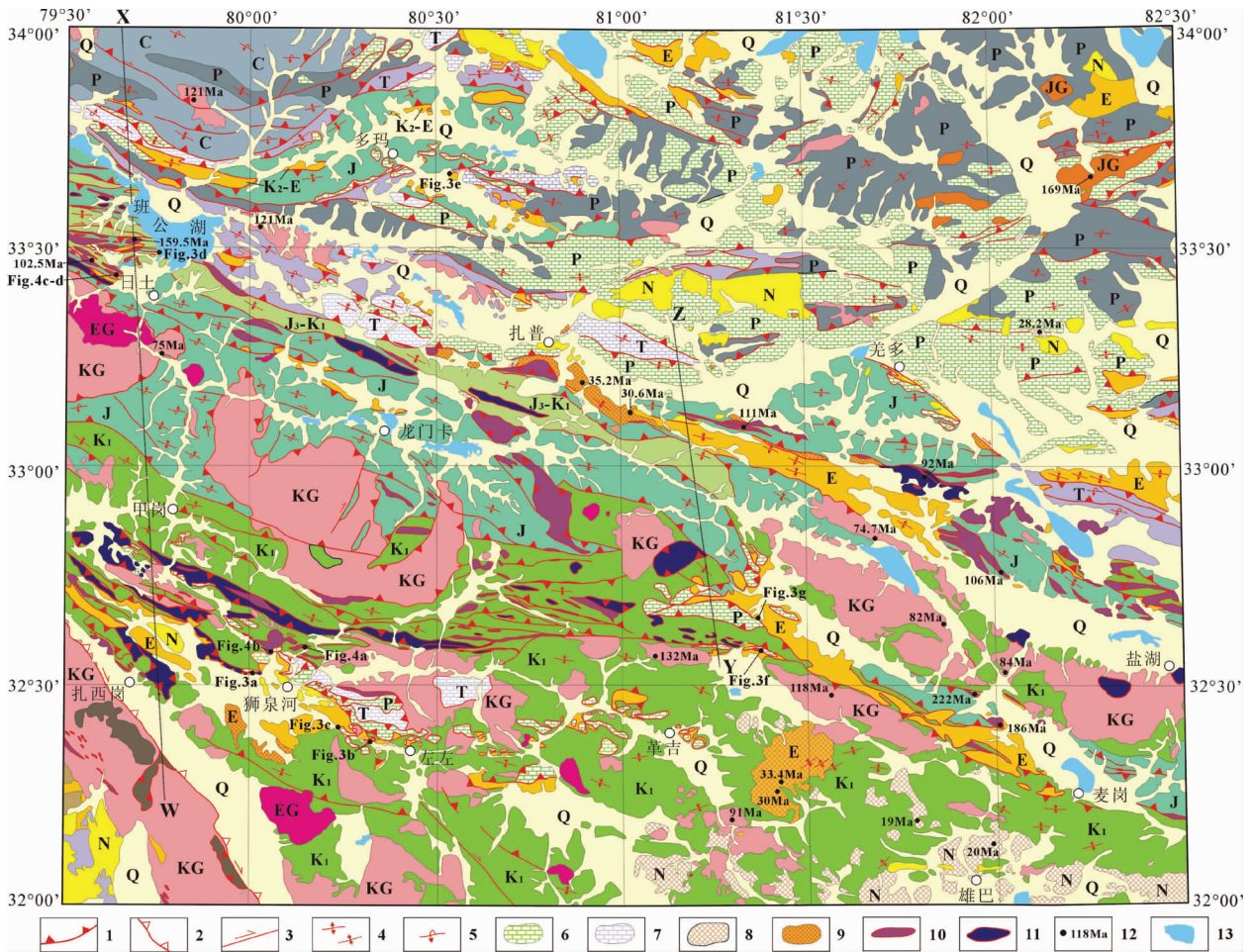


图 1 西藏阿里地区构造纲要图(参考日土幅^[9]、狮泉河幅^[7]、革吉幅^[8]、羌多幅^[10]1:25 万地质图修编)

1—逆冲断层;2—正断层;3—走滑断层;4—背斜、向斜;5—倒转褶皱;6—二叠纪白云质灰岩;7—三叠纪灰岩;8—中新世火山岩;9—古近纪火山岩;10—蛇绿混杂岩—超镁铁岩、橄辉岩、辉长岩、枕状熔岩、放射虫硅质岩;11—蛇绿混杂岩——玄武岩、硅质泥岩、灰岩、砂板岩;12—同位素年龄(K—Ar法);13—现代湖泊;Q—第四系;N—中新统;E—古近纪红层(含上白垩统);K₁—下白垩统;J₃—K₁—上侏罗统—下白垩统;J—侏罗系;T—三叠系;P—二叠系;C—石炭系;

KG—白垩纪酸性侵入岩;EG—古近纪中性侵入岩;W—X 与 Y—Z 表示剖面位置

Fig.1 Sketch map of tectonics in Ngari and adjacent areas, western Tibet

1—Thrust fault; 2—Normal fault; 3—Strike-slip fault; 4—Anticline and syncline; 5—Overturned fold; 6—Permian dolomite limestone; 7—Triassic limestone; 8—Miocene volcanic rocks; 9— Paleogene volcanic rocks; 10—Ophiolite complex consisting of untra-mafic rocks, peridotite, gabbro, pillow lava and radiolarian silicate; 11—Ophiolite complex consisting of basalt, silicate mudstone, limestone and sandy slate; 12—Isotopic age (K—Ar); 13—Present-day lake. Q—Quaternary; N—Miocene; E— Paleogene red-beds (possibly extended to Late Cretaceous); K₁—Lower Cretaceous; J₃—K₁—Upper Jurassic—Lower Cretaceous; J—Jurassic; T—Triassic; P— Permian; C—Carboniferous; KG—Cretaceous granitic rocks; EG—Paleogene granitic rocks; W— X and Y—Z represent positions of cross sections. Geological maps of Rutog^[9], Ngari^[7], Gegyai^[8] and Qangdoi^[10] sheets at the scale 1:250,000 are adapted after modification from new field data

重推覆构造(图 2);在甲岗—盐湖地区及狮泉河地区,中生代蛇绿混杂岩、侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩、白垩纪花岗岩自北向南逆冲推覆于早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩与晚白垩世—古近纪红层之上,形成比较典型的薄皮构造(图 2)。

在班公湖沿岸及东南侧,中生代蛇绿混杂岩和三叠纪碎屑岩—碳酸盐岩沿低角度缓倾斜主逆冲断

层自北西向南东逆冲推覆于侏罗纪—早白垩世碎屑岩之上(图 3-d),形成日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带(图 1)。沿狮泉河—左左—革吉—麦岗前锋逆冲断层,中生代蛇绿混杂岩和二叠纪白云质灰岩自北向南逆冲推覆于早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩及古近纪红层之上(图 2),形成狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带(图 1)。在狮泉河北山和西北侧,早白垩世碎屑

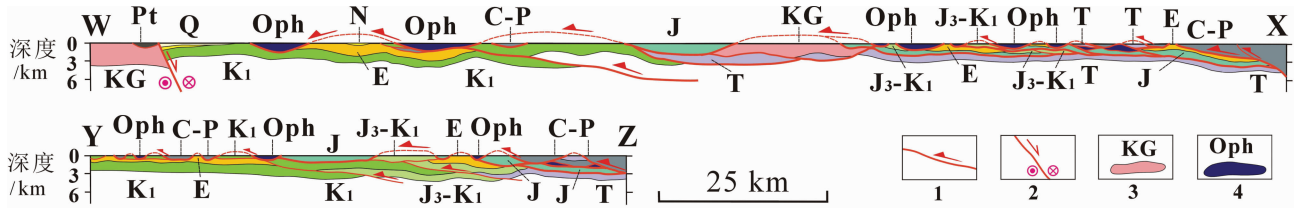


图2 西藏阿里推覆构造剖面图

1—逆冲断层及运动方向;2—右旋斜滑正断层;3—白垩纪酸性侵入岩;4—蛇绿混杂岩;其他地质代号含义同图1

Fig.2 Cross sections of Ngari thrust system in western Tibet

1—Thrust fault and slip orientation; 2—Dextral-slip normal fault; 3—Cretaceous granitic rocks; 4—Ophiolite complex; meaning of other symbols are the same as for Fig.1

岩—碳酸盐岩及上覆二叠系白云质灰岩、蛇绿混杂岩逆冲岩席自北向南逆冲,推覆于古近纪红层顶部(图3-a)。在狮泉河东南部,二叠系白云质灰岩逆冲岩席沿低角度缓倾斜前锋逆掩断层自北向南推覆,在古近纪红层顶部形成较大规模的飞来峰(图3-c)。在左左西侧,白垩纪二长花岗斑岩自北西向南东逆冲推覆于古近纪红层之上,导致下伏红层顶部厚约0.5 m的砂砾岩发生强烈褶皱变形,但其下红层变形比较微弱(图3-b);在左左北侧及西南侧,二叠系白云质灰岩飞来峰顶盖于古近纪红层和早白垩世碎屑岩之上,形成大量二叠系白云质灰岩飞来峰及古近纪红层构造窗(图1)。在龙门卡东南侧和盐湖西侧,沿双重推覆构造顶部逆冲断层,中生代蛇绿混杂岩和二叠系白云质灰岩自北向南逆冲推覆于侏罗纪砂页岩之上,形成大量不同规模的蛇绿岩飞来峰,部分蛇绿岩飞来峰逆冲推覆于白垩纪花岗岩之上(图1)。在革吉北侧,二叠系白云质灰岩和中生代蛇绿岩片自北向南逆冲推覆,白云质灰岩和蛇绿岩飞来峰顶盖于侏罗纪砂页岩和古近纪红层之上(图3-f,g),逆冲岩席下伏红层在靠近逆冲断层部位因构造动力作用和热液蚀变,退色变成棕红色和暗褐色(图3-g)。在龙门卡及周缘,沿双重推覆构造底部逆冲断层,侏罗系逆冲岩席发生强烈褶皱变形,形成很多轴面缓向北倾斜的倒转褶皱(图1);白垩纪花岗岩与侏罗纪砂页岩呈断层接触关系,沿接触带发育缓向北或北西向倾斜的逆冲断层,指示自北向南或自北西向南东逆冲推覆构造运动(图1~2)。

强烈的逆冲推覆构造也广泛发育于班公—怒江缝合带以北地区。ETM 遥感显示,石炭纪板岩、二叠系白云质灰岩与三叠系碎屑岩—碳酸盐岩、侏罗纪地层之间呈明显的断层接触关系;尤其在多玛及邻

区,侏罗系南北边界全部为逆冲断层,上覆三叠纪碎屑岩—碳酸盐岩、石炭纪板岩、二叠系白云质灰岩等逆冲岩席,形成规模较大、弧顶朝南的弧形构造窗(图1)。在多玛西侧、南侧和东侧,野外观测到侏罗纪砂页岩和灰岩顶部覆盖大量二叠系白云质灰岩飞来峰,两者呈断层接触。多玛构造窗侏罗系下伏晚白垩世—古近纪红层,两者之间也呈低角度逆掩断层接触关系;在多玛东南侧,沿侏罗纪砂页岩—灰岩构造窗南部边界,三叠系灰岩自北向南逆冲推覆于晚白垩世—古近纪红层之上(图3-e)。野外观测资料表明,多玛侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩构造窗顶板逆冲断层和底板逆掩断层均为自北向南逆冲推覆的缓倾斜低角度断层,构成薄皮双重推覆构造(图2)。类似的构造样式在班公—怒江缝合带以北地区也普遍存在,如扎普三叠系碎屑岩—碳酸盐岩构造窗、羌多侏罗纪砂页岩—灰岩构造窗(图1),顶部和底部逆冲断层均属薄皮双重推覆构造组成部分。在石炭系—二叠系大型逆冲岩席向南弧形突出部位,地表出露的三叠系和侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩构造窗变窄甚至尖灭,如班公湖北侧石炭系—二叠系逆冲岩席弧顶,侏罗系构造窗尖灭,地表仅出露上覆灰岩逆冲岩席;羌多北侧三叠系和侏罗系构造窗尖灭,地表仅出露石炭系—二叠系逆冲岩席(图1)。根据双重推覆构造样式,自北向南逆冲推覆的石炭系—二叠系逆冲岩席底部应该隐伏有晚白垩世—古近纪红层及三叠系—侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩,后者属于羌塘盆地西部海相烃源岩(图2);如果认为多玛—羌多地区出露的石炭系—二叠系为“羌中隆起”,那么“羌中隆起”实际为自北向南长距离推覆的大型逆冲岩席,下覆三叠系—侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩属于羌塘盆地烃源岩建造,其油气资源潜力应该引起油气勘探

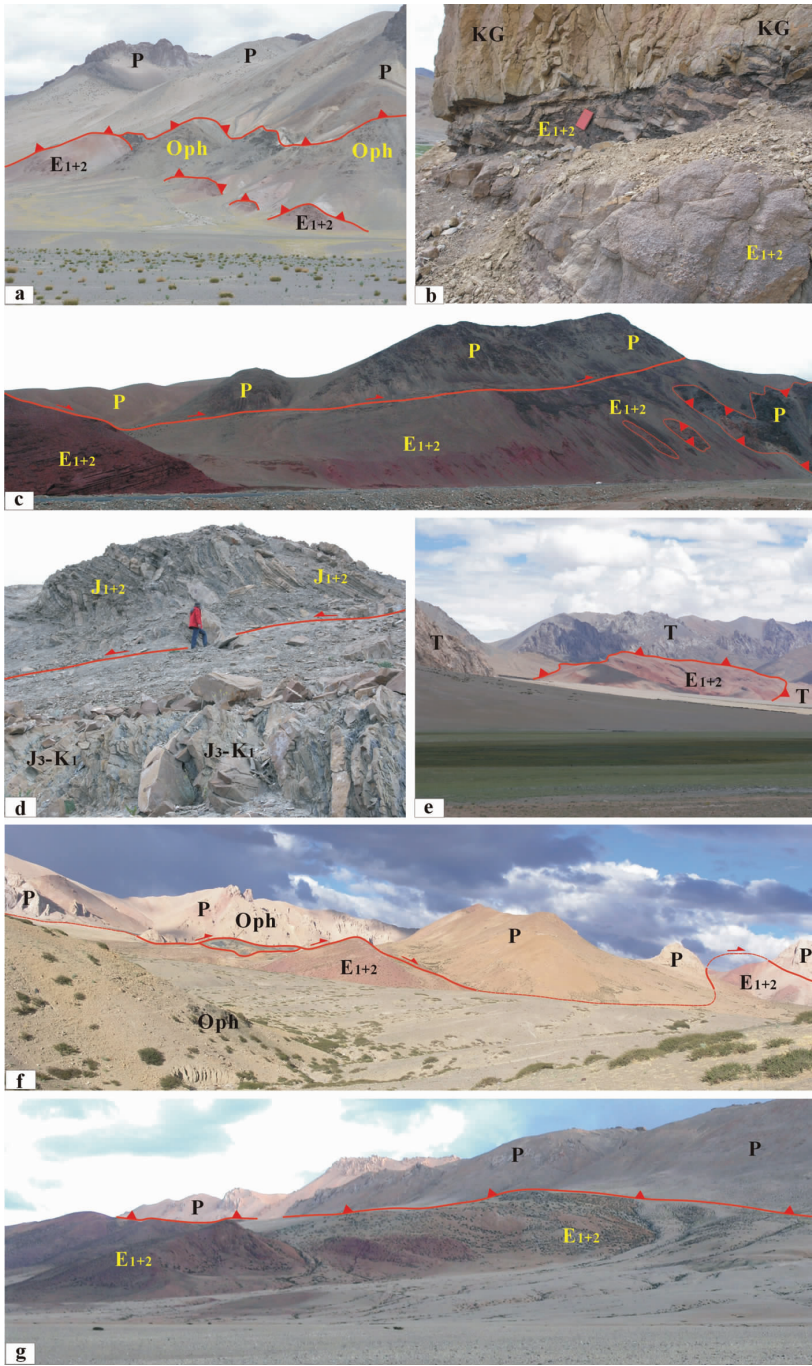


图 3 西藏阿里推覆构造照片

a—狮泉河西北侧二叠纪白云质灰岩与蛇绿岩片自北向南逆冲于古近纪红层之上(镜头向西);b—左左西侧二长花岗斑岩逆冲推覆于古近纪红层之上(镜头向北);c—狮泉河东南二叠纪灰岩自北向南逆冲推覆于古近纪红层之上,点虚线表示晚期重力滑塌岩块边界(镜头向东);d—日土北侧班公湖南岸早中侏罗世砂板岩逆冲推覆于晚侏罗世—早白垩世砂岩之上(镜头向南);e—多玛东南三叠纪灰岩与晚白垩世—古近纪红层断层接触关系(镜头向南);f—革吉东北二叠纪灰岩与蛇绿岩自北向南逆冲推覆于古近纪红层之上(镜头向东);g—革吉东北二叠纪白云质灰岩与古近纪红层断层接触关系(镜头向南);照片位置如图 1

Fig.3 Photos of Ngari thrust system in western Tibet

a—Viewed westward at Permian dolomite limestone and ophiolite slice thrust southward over Paleogene red-beds in the northwest of Ngari;b—Viewed northward at porphyry granite thrust southward over paleogene red-beds in the west of Zuozuo;c—Viewed eastward at Permian limestone thrust southward over Paleogene red-beds in the southeast of Ngari, the dashed red-lines mark boundary of gravitational-slip slices;d—Viewed southward at Mid-Lower Jurassic sandy slate thrust southeastward over Upper Jurassic-Lower Cretaceous sandstone in south bank of the Bagojin Lake;e—Viewed southward at thrust fault between Triassic limestone and Late Cretaceous-Paleogene red-beds in the southeast of Doma;f—Viewed eastward at Permian limestone and ophiolite thrust southward over Paleogene red-beds in the northeast of Gegyai;g—Viewed southeastward at Permian dolomite limestone thrust southward over Paleogene red-beds in the northeast of Gegyai

部门的重视。

2 班公—怒江缝合带蛇绿岩构造侵位

班公—怒江缝合带是侏罗纪—早白垩世特提斯古大洋板块俯冲消减、拉萨地块和羌塘地块拼合的重要标志,沿班公—怒江缝合带呈带状分布的蛇绿岩带是消亡古大洋板块的残片。典型蛇绿岩套由放射虫硅质岩、枕状玄武岩、辉长岩墙、超镁铁质岩组成,蛇绿混杂岩由蛇绿岩片、硅质岩片、玄武岩片、碳酸盐岩片及构造角砾岩组成。通过 1:25 万区域地质调查,沿班公—怒江缝合带及南侧发现多条蛇绿混杂岩带^[1],那曲西侧懂错—蓬错沿岸出露面积性分布的蛇绿岩片^[2];部分学者综合相关资料提出多岛弧盆成因模式,受到国内外学者的关注^[6-8,11]。然而,青藏高原由于晚白垩世新特提斯古大洋板块沿雅鲁藏布江缝合带俯冲及新生代印度大陆俯冲导致大规模逆冲推覆构造运动,在班公—怒江缝合带及两侧形成大量逆冲推覆构造,如羌塘大型逆冲推覆构造系统^[3]、拉萨地块北部逆冲推覆构造系统^[2,14-16];这些强烈的构造运动对班公—怒江缝合带及蛇绿岩具有显著的改造作用,导致蛇绿混杂岩自北向南逆冲推覆和重新构造侵位。阿里逆冲推覆构造与蛇绿岩空间分布存在密切关系,关键构造部位岩石地层出露良好,成为研究班公—怒江缝合带构造演化和蛇绿岩构造侵位的野外实验室(图 1)。

阿里薄皮双重推覆构造导致班公—怒江缝合带及蛇绿混杂岩解体,形成日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带和狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带,两者之间隔以侏罗纪砂页岩和花岗岩组成的龙门卡复式背斜(图 1)。在班公湖西南岸和狮泉河西北山地,蛇绿混杂岩片沿缓倾斜低角度断层自北向南逆冲推覆,形成很多蛇绿混杂岩飞来峰。在日土西北侧,蛇绿岩逆冲推覆于晚侏罗世—早白垩世砂页岩之上,形成北西西走向飞来峰(图 1);在蛇绿岩和砂页岩之间形成厚度大于 2 m 的构造角砾岩,角砾成分主要为辉长岩,辉长岩与角砾岩之间为缓倾斜主逆冲断层(图 4-d),构造角砾岩和砂页岩之间为倾角较大的次级逆冲断层(图 4-c)。在狮泉河西北侧,蛇绿混杂岩片自北向南逆冲推覆,逆掩覆盖早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩(图 4-b)和古近纪红层(图 3-a),部分蛇绿混杂岩飞来峰中部出露早白垩世灰岩构造窗(图 4-a)。

龙门卡复式背斜核部上覆蛇绿岩逆冲岩席大部分已经剥蚀殆尽,仅在龙门卡东南侧和盐湖西侧残留部分蛇绿混杂岩飞来峰(图 1)。在龙门卡东侧残留规模较大的蛇绿岩飞来峰,总体呈北西走向,西北部与日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带相连,东南部与狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带斜接复合。在龙门卡东蛇绿岩飞来峰西侧,白垩纪花岗岩东半部边界为蛇绿岩片所环绕(图 1);在在龙门卡东蛇绿岩飞来峰的东侧和盐湖西侧,早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩和白垩纪花岗岩顶部残留有不同规模的玄武岩和硅质岩飞来峰(图 1)。龙门卡复式背斜核部残留有蛇绿混杂岩飞来峰及二叠系飞来峰(图 3-f,g),揭示日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带和狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带的空间关系和成因联系,成为班公—怒江缝合带蛇绿混杂岩自北向南逆冲推覆和晚期构造侵位的重要证据。在阿里推覆构造形成之前,日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带和狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带同属班公—怒江蛇绿岩带;白垩纪晚期—新生代早期自北向南逆冲推覆构造运动导致蛇绿混杂岩解体和构造侵位,形成不同蛇绿混杂岩带和大量蛇绿岩飞来峰(图 1~2)。

3 推覆距离及形成时代

阿里推覆构造逆冲岩席主要包括石炭纪板岩、二叠纪白云质灰岩、三叠纪砂板岩和灰岩、侏罗纪蛇绿混杂岩和碎屑岩—碳酸盐岩、早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩、白垩纪中酸性侵入岩(图 1),地表没有发现早古生代地层和前寒武纪变质基底逆冲岩片,属于比较典型的薄皮推覆构造。在班公—怒江缝合带及以南地区,根据班公湖西岸蛇绿岩片和狮泉河西侧蛇绿混杂岩间距,估算西部最小推覆距离为 110 km;根据扎普北侧和左左东侧二叠纪白云质灰岩飞来峰间距,估算中部最小推覆距离为 100 km;根据盐湖北侧蛇绿岩飞来峰与麦岗蛇绿岩片间距,估算东部最小推覆距离为 80 km。在班公—怒江缝合带以北多玛—羌多地区,石炭纪板岩和二叠纪白云质灰岩自北向南逆冲推覆于三叠纪—侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩及晚白垩世—古近纪红层之上,估算西部最小推覆距离约 50~70 km,东部最小推覆距离约 100 km。综合班公—怒江缝合带南北两侧东、中、西部推覆距离,估算阿里薄皮推覆构造自北向南最小推覆距离为 160~180 km。

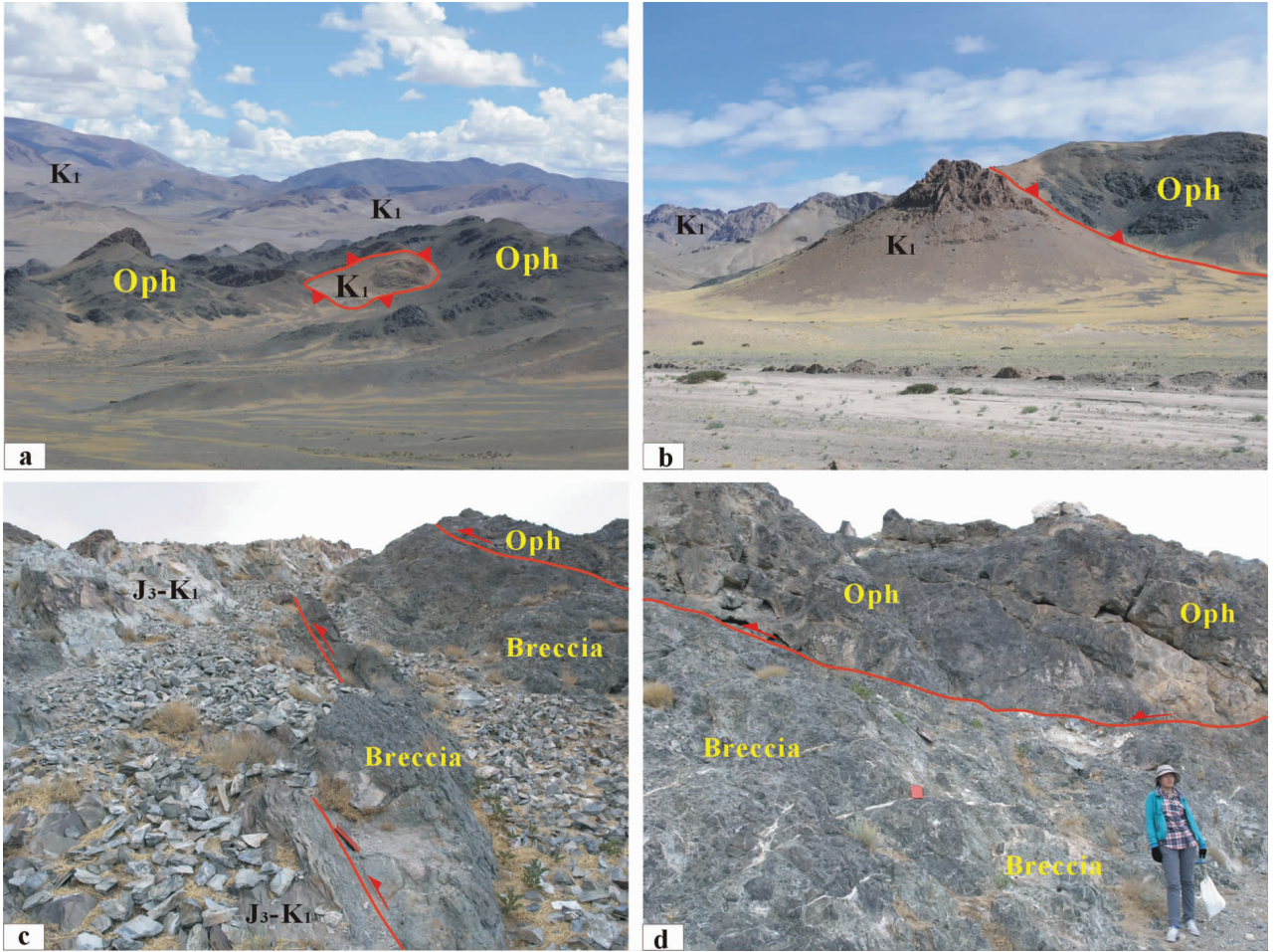


图 4 西藏阿里蛇绿岩构造侵位照片

a—狮泉河北山蛇绿岩(Oph)构造侵位与早白垩世灰岩(K₁)构造窗(镜头向东);b—狮泉河北山蛇绿岩(Oph)与早白垩世灰岩(K₁)逆冲断层接触关系(镜头向北东);c—日土西北侧蛇绿岩(Oph)与晚侏罗世—早白垩世砂页岩(J₃-K₁)逆冲断层接触关系(镜头向西);d—日土西北侧蛇绿岩(Oph)自北向南逆冲推覆于构造角砾岩(Breccia)之上(镜头向南);照片位置如图 1

Fig.4 Photos of tectonic emplacement of ophiolite in Ngari and adjacent areas, western Tibet
a—Viewed eastward at ophiolite sheet thrust over Lower Cretaceous limestone (K₁) in the north of Ngari;b—Viewed northeastward at ophiolite thrust over Lower Cretaceous limestone (K₁) in the north of Ngari;c—Viewed westward at ophiolite thrust over Upper Jurassic-Lower Cretaceous sandy shale (J₃-K₁) in the northwest of Rutog;d—Viewed southward at ophiolite thrust over breccia in the northwest of Rutog

研究区已经积累大量同位素年龄(图 1),为分析阿里推覆构造形成时代提供了良好的年代学约束。具有同位素年龄的逆冲岩席包括中酸性侵入岩和蛇绿岩,中酸性侵入岩同位素年龄变化于 169~75 Ma,大部分为晚白垩世花岗岩,蛇绿岩 K-Ar 同位素年龄变化于 222 Ma^[9]~102.5 Ma^[7],日土蛇绿岩镁铁质岩墙锆石 U-Pb 年龄为 (181.9±2.6)Ma~(184.4±4.4)Ma^[9]。花岗岩逆冲岩席和中酸性构造岩

片最年轻同位素年龄约为 75 Ma,如日土南侧侏罗系逆冲岩席下伏中酸性侵入岩 K-Ar 同位素年龄为 75 Ma^[7],羌多南侧古近纪红层上覆中酸性侵入岩 K-Ar 同位素年龄为 74.7 Ma^[9],在班公湖、多玛、羌多尚发现部分逆冲断裂前缘发育晚白垩世同沉积红层砾岩(图 1),这些资料显示阿里薄皮推覆构造运动起始时间晚于晚白垩世约 75 Ma。阿里逆冲推覆构造运动结束的时间在南部和北部存在差异。在羌

多东侧,部分逆冲断层被渐新世火山岩角度不整合覆盖,不整合面之上火山岩 K-Ar 同位素年龄为 28.2 Ma^[10],表明阿里推覆构造后缘至少部分逆冲断层渐新世晚期已经停止活动。在革吉东侧渐新世早期火山岩(33.4~30 Ma)仍然发生强烈褶皱变形,在革吉西侧沿前锋逆冲断层约 22.5 Ma 喷发的火山岩仍然发生自北西向南东逆冲推覆^[9],表明阿里推覆构造至少部分前锋断层在渐新世晚期—中新世初期仍然存在逆冲推覆构造运动。在革吉—麦岗及南侧,中新世玄武岩(20~19 Ma)及中新世早期湖相沉积构造变形微弱,呈角度不整合覆盖早白垩世碎屑岩—碳酸盐岩系及褶皱构造(图 1),指示阿里推覆构造前锋逆冲断层中新世早期(20~19 Ma)基本结束自北向南逆冲推覆构造运动。阿里逆冲推覆构造运动的启动时间和结束时代均早于冈底斯逆冲系^[3,17]。

综合现有同位素年龄及相关野外观测资料,阿里薄皮推覆构造主要形成时代为晚白垩世晚期—新生代早期(75~20 Ma),自北向南推覆距离约 160~180 km,对应逆冲推覆构造运动平均速率为 2.91~3.28 mm/a。

4 结论与讨论

西藏阿里地区晚白垩世晚期—新生代早期发生大规模自北向南长距离逆冲推覆构造运动,形成大型薄皮双重推覆构造系统,导致班公—怒江缝合带发生解体和蛇绿岩构造侵位。在班公—怒江缝合带以北地区,沿顶板逆冲断层,石炭纪板岩和二叠纪白云质灰岩逆冲推覆于三叠纪和侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩之上,形成多玛、扎普、羌多构造窗;沿底板逆冲断层,三叠纪和侏罗纪碎屑岩—碳酸盐岩自北向南逆冲推覆于晚白垩世—古近纪红层之上,在龙门卡复式背斜北翼形成日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带。在班公—怒江缝合带及以南地区,沿顶板逆冲断层,中生代蛇绿混杂岩、二叠纪白云质灰岩自北向南逆冲推覆于侏罗纪砂页岩和白垩纪花岗岩之上;沿底板逆冲断层,不同时代逆冲岩席、构造岩片和飞来峰自北向南逆冲推覆于古近纪红层之上,在龙门卡复式背斜南翼沿前锋逆冲断层形成狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带。在龙门卡复式背斜核部,地表残留很多蛇绿混杂岩飞来峰和二叠纪白云质灰岩飞来峰。阿里推覆构造主要形成时代为 75~20 Ma,北部逆冲推覆构造运动结束时代较早(渐新世晚期),南部逆冲

推覆构造运动结束时代较晚(中新世早期);估算南北方向最小推覆距离为 160~180 km,自北向南平均运动速率 2.91~3.28 mm/a。

研究阿里逆冲推覆构造对深化认识班公—怒江缝合带及蛇绿岩构造演化、合理评价羌塘盆地西段油气资源潜力具有重要意义。根据薄皮双重推覆构造模式,龙门卡复式背斜南北两侧日土—扎普—盐湖蛇绿混杂岩带、狮泉河—麦岗蛇绿混杂岩带同属于班公—怒江缝合带蛇绿岩,晚白垩世晚期—新生代早期长距离逆冲推覆构造运动将班公—怒江缝合带蛇绿岩分解为南、北 2 条蛇绿混杂岩带(图 2);类似的推覆构造样式和蛇绿岩构造侵位模式在改则、尼玛、安多、那曲、纳木错西岸也普遍存在^[13-14,16]。晚白垩世—古近纪强烈逆冲推覆构造运动导致班公—怒江缝合带解体及蛇绿岩重新构造侵位,形成多条蛇绿混杂岩带和面积性分布的蛇绿岩片,因此前人提出的多岛弧盆构造模式可能不适合班公—怒江缝合带。另外,阿里薄皮双重推覆构造对三叠纪—侏罗纪海相沉积具有压盖作用,石炭系—二叠系逆冲岩席之下为三叠纪和侏罗纪海相烃源岩,指示羌塘海相含烃源岩沉积地向西延伸到阿里北部地区。阿里薄皮推覆构造对羌塘盆地西部海相烃源岩和油气资源具有保护作用,多玛—羌多地区石炭系—二叠系逆冲岩席下伏中生代海相烃源岩具有良好的油气资源潜力。

参考文献(References):

- [1] 郭铁鹰,梁定益,张宜智,等. 西藏阿里地质[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991:1-467.
Guo Tiejing, Liang Dingyi, Zhang Yizhi, et al. Geology of Ngari, Tibet (Xizang)[M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 1991:1-467 (in Chinese).
- [2] Kapp Paul, Michael A. Murphy, Yin An, et al. Mesozoic and Cenozoic tectonic evolution of the Shiquanhe area of western Tibet [J]. Tectonics, 2003, 22(4):1029, doi:10.1029/2001TC001332.
- [3] Yin A, Harrison T M. Geologic evolution of the Himalayan - Tibetan orogen [J]. Ann. Rev. Earth Planet. Sci. Lett., 2000;28, 211-280.
- [4] 曲晓明,王瑞江,辛洪波,等. 西藏西部与班公湖特提斯洋盆俯冲相关的火成岩年代学和地球化学 [J]. 地球化学, 2009, 38(6): 523-535.
Qu Xiaoming, Wang Ruijiang, Xin Hongbo, et al. Geochemistry and geochronology of igneous rocks related to the subduction of Tethys ocean plate along the Bangong Lake Arc Zone, the western

- Tibetan Plateau [J]. *Geochemistry*, 2009, 38 (6):523–535 (in Chinese with English abstract).
- [5] 曲晓明, 辛洪波, 赵元艺, 等. 西藏班公湖中特提斯洋盆的打开时间: 镁铁质蛇绿岩地球化学与锆石 U-Pb LA-ICP-MS 定年结果[J]. *地学前缘*, 2012, 17(3):53–63.
- Qu Xiaoming, Xin Hongbo, Zhao Yuanyi, et al. Opening time of Bangong Lake, Middle Tethys oceanic basin of the Tibet Plateau: constraints from petro-geochemistry and zircon U-Pb LA-ICP-MS dating of mafic ophiolites [J]. *Earth Science Frontiers*, 2010, 17 (3):53–63 (in Chinese with English abstract).
- [6] Pan Guitang, Wang Liquan, Li Rongshe, et al. Tectonic evolution of the Tibetan Plateau [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2012; doi:10.1016/j.jseas.2011.12.018.
- [7] 许荣科, 茨邛, 庞振甲, 等. 斯诺乌山幅 (I44C004001)、狮泉河幅 (I44C004002)1:25 万区域地质调查报告 [R]. 西藏自治区地质调查院, 2004:1–458.
- Xu Rongke, Ci Qiong, Pang Zhenjia, et al. Geological survey report and geological map at scale 1:250 000 of Sinowu Mts. and Gar Quadrangles [R]. Published by Tibet Geological Survey, 2004: 1–458 (in Chinese).
- [8] 汪友明, 尹显科, 徐韬, 等. 革吉县幅 (I44C004001)1:25 万区域地质调查报告 [R]. 四川省地质调查院, 2003:1–307.
- Wang Youming, Yi Xianke, Xutao, et al. Geological survey report and geological map at scale 1:250,000 of Gegyai Quadrangle [R]. Published by Sichuan Geological Survey, 2003:1–307(in Chinese).
- [9] 谢国刚, 肖志坚, 肖业斌, 等. 日土县幅 (I44C003002)1:25 万区域地质调查报告 [R]. 江西省地质调查院, 2004:1–367.
- Xie Guogang, Xiao Zhijian, Xiao Yebin, et al. Geological survey report and geological map at scale 1:250,000 of Rutog Quadrangle [R]. Published by Jiangxi Geological Survey, 2004:1–367 (in Chinese).
- [10] 谢国刚, 李晓勇, 廖思平, 等. 羌多幅 (I44C003003)1:25 万区域地质调查报告 [R]. 江西省地质调查研究院, 2005:1–257.
- Xie Guogang, Li Xiaoyong, Liao Siping, et al. Geological survey report and geological map at scale 1:250,000 of Qangdoi Quadrangle [R]. Published by Jiangxi Geological Survey, 2005:1–257(in Chinese).
- [11] 潘桂棠, 丁俊, 姚东生. 青藏高原及邻区地质图及说明书 (1:1500,000)[M]. 成都:成都地图出版社, 2004:1–140.
- Pan Guitang, Ding Jun, Yao Dongsheng, et al. Geological Map at Scale 1:1500,000 of Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and Adjacent Areas [M]. Chengdu:Chengdu Cartographic Publishing House, 2004:1–140(in Chinese).
- [12] 陈玉禄, 陈国荣, 张宽忠, 等. 班戈县幅 (H46C001001)1:25 万区域地质调查报告 [R]. 西藏自治区地质调查院, 2002:1–409.
- Chen Yulu, Chen Guorong, Zhang Kuanzhong, et al. Geological survey report and geological map at scale 1:250,000 of Bangoin Quadrangle [R]. Published by Tibet Geological Survey, 2002:1–409(in Chinese).
- [13] Wu Zhenhan, Ye Peisheng, Patrick J, et al. Early Cenozoic mega thrusting in the Qiangtang Block of the Northern Tibetan Plateau [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2012, 86 (4):799–809.
- [14] Wu Zhenhan, Hu Daogong, Ye Peisheng, et al. Thrusting of the North Lhasa Block in the Tibetan Plateau [J]. *ACTA Geologica Sinica*, 2004, 78(1):246–259.
- [15] Kapp P, Yin A, Harrison T M, et al. Cretaceous–Tertiary shortening, basin development, and volcanism in central Tibet [J]. *Geological Society of America Bulletin*, 2005, 117:865–878.
- [16] Kapp P, DeCelles P G, Gehrels G E, et al. Geological records of the Lhasa Qiangtang and Indo-Asia collisions in the Nima area of central Tibet [J]. *GSA Bulletin*, 2007, 119 (7/8):917–932, doi: 10.1130/B26033.1.
- [17] Yin A., Harrison T M, Reyerson F J, et al. Tertiary structural evolution of the Gangdese thrust system in southern Tibet [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1994, 99 (B9):18175–18201.

The Ngari thrust system and tectonic emplacement of ophiolites in western Tibet

WU Zhen-han¹, YE Pei-sheng², YANG Yan¹

(1. Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

2. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Field profiling and ETM image interpretation as well as regional geological mapping at the scale of 1:250000 led to the discovery of large scale Ngari thrust system caused by intense southward thrust in Late Cretaceous-Palaeogene and tectonic emplacement of ophiolite belts along the Bangoin-Nujiang suture in western Tibet. The Ngari thrust system mainly consists of regional thrust faults, tectonic slices of different epochs, nappes and tectonic windows of different scales, and accompanied folds of different orientations. In addition, the frontier thrusts were formed along Shiquanhe-Geji-Maigang arc belt in northern Lhasa block. Tectonic sheets of Mesozoic ophiolites, Carboniferous slate, Permian dolomite limestone, Triassic and Jurassic limestone and shale intercalated with sandstone were thrust over Lower Cretaceous marine strata and Upper Cretaceous-Palaeogene red-beds, forming a typical thin-skin duplex with the minimal displacement of 160-180km in Ngari area. Such a thrust system was formed in 75-20 Ma according to available chronological data, corresponding to average slip rate 2.91-3.28 mm/a of southward thrust. The revelation of the Ngari thrust system is very important for better understanding tectonic evolution of ophiolites along Bangoin-Nujiang suture and reasonable evaluation of petroleum resources in western Qiangtang block.

Key words: thin skin duplex; thrust fault; tectonic emplacement of ophiolite; Bangoin-Nujiang suture; Ngari area of western Tibet

About the first author: WU Zhen-han, male, born in 1965, doctor, senior researcher, long engages in geological mapping and study of tectonics of the Tibetan Plateau; E-mail: wuzhenhan@yahoo.com.cn.