

造山带区 1/25 万区域地质调查方法

张智勇¹, 张克信¹, 于庆文², 龚全胜³, 梁云海⁴, 严城民⁵

(1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074; 2. 中国地质调查局, 北京 100035; 3. 甘肃地质调查院, 甘肃兰州 730050; 4. 新疆地质调查院, 新疆乌鲁木齐 830000; 5. 云南地质调查院, 云南玉溪 653100)

摘要: 提出我国造山带 1/25 万填图要以活动论和探索大陆动力学为学术指导思想, 采用多学科相结合的地质填图调查方法, 以构造为纲, 研究总结出造山带大地构造演化各阶段中主要构造单元各岩类区(沉积岩区、岩浆岩区、变质岩区、混杂岩区)岩石建造组合及序列。旨在重点表现造山带的结构、形成、演化及其大地构造基本特点, 尤其侧重其造山过程和现今造山带的三维结构。通过填图实践和造山带填图方法研究, 提出针对造山带区不同岩类区特点应采用不同的地质填图调查方法, 并分别总结了造山带非史密斯地层、造山带沉积盆地、造山带蛇绿岩、造山带中酸性侵入岩、造山带变质岩、造山带三维结构与大地构造演化模式等造山带区典型岩类区和造山带结构地质填图的若干理论与方法。其目的是为我国正在大规模开展的“新一轮国土资源大调查”青藏高原空白区 1/25 万区域地质调查, 提供一套可供借鉴的系统的造山带区地质填图新理论、新方法, 提高新一轮国土资源大调查造山带区基础地质调查研究程度。

关键词: 造山带; 三维结构; 理论方法; 地质填图。

中图分类号: P622.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2002)04-0377-09

作者简介: 张智勇(1964—), 高级工程师, 中国地质大学(武汉)研究生院在读硕士, 古生物学与地层学专业, 1985年参加工作, 从事青藏高原区域地质调查与研究。

E-mail: qhsddy@public.xn.qh.cn.

0 引言

现代地质科学进步, 正猛烈冲击和改变造山带传统的地质填图方法。造山带沉积、岩浆、变质作用和构造作用十分复杂, 动静转化频繁, 大小不等、新旧不同、来源有别的各种构造岩片或重叠、或移位、或缺失, 超越史密斯填图思路, 现行的史密斯填图法不能很好地正确恢复或解释多旋回造山带混杂岩带中许许多多构造岩片的裂解拼合历史, 而往往将其简单叠置, 在此基础上完成的地质填图既不能客观地反映地质资料, 也不能较好地指导找矿实践。为此, 通过多旋回造山带 1/25 万地质填图, 不但能进一步提高我国造山带区域地质研究与国土资源调查水平, 而且也是建立大陆动力学理论体系的关键。

1 造山带地质填图的总体思路和科学目标

造山带 1/25 万地质填图的总体思路和科学目标主要是: 以活动论和大陆动力学为学术指导思想, 集构造地质学、地层学、古生物学、岩石学、地球化学、地球物理学和遥感技术等多学科为一体的地质填图调查方法。以构造为纲, 研究总结出造山带大地构造演化各阶段中主要构造单元各岩类区(沉积岩区、岩浆岩区、变质岩区、混杂岩区)岩石建造组合及序列。合理地划分造山带各岩类区的填图单位, 科学地制定填图技术路线, 旨在重点表现造山带的结构、形成、演化及其大地构造基本特点, 尤其侧重造山过程和现今造山带的三维结构。通过几年的深入研究和试点填图, 制订具有我国特色的运用非史密斯方法及大地构造相理论进行造山带填图的新理论、新方法、新规范, 为提高我国的造山带区测整体水平作贡献。进而提高对我国不同类型多旋回造山带结构

收稿日期: 2002-03-12

基金项目: 中地质调查局“中国西部不同类型造山带及非史密斯地层区域 1/25 万区域地质填图方法研究”。

构造演化历史的认识,提供大陆动力学新信息,为我国大陆动力学等若干新的地质科学体系的创立做贡献,并为在我国造山带区域进一步提高国土资源调查水平开辟新思路,指导造山带矿产资源勘探。

2 造山带地质填图研究现状

我国解放以来,在全国进行了大面积的 1/20 万区调工作,取得了重大成绩。“七五”期间完成的 1/5 万区调“总则”和岩浆岩、沉积岩和变质岩地区 1/5 万区调工作“指南”,使我国的 1/5 万区调工作走向规范化和现代化,大大促进填图质量的提高,并获得了一系列基本地质问题的新认识,找到了许多矿产资源并提供了找矿新线索。1999 年至 2001 年,中国地质调查局在青藏高原造山带区中比例尺区域地质调查空白区部署了 45 幅 1/25 万区域地质调查项目,分别由全国有关的 25 个单位承担并实施。随着我国西部大开发和新一轮国土资源大调查工作的进一步开展,在今后几年内,中国地质调查局还将在青藏高原及其周边造山带地区陆续布置和开展 1/25 万区域地质调查填图工作。1/25 万区调填图已经成为我国进行国土资源调查主战场之一。但如何更好地运用已经得到证明的现代地质科学理论指导造山带填图工作,使区调工作更好地服务于造山带矿产资源勘查和大陆动力学研究的需要,更好地全方位服务于社会,还是一个亟待解决的问题。再则“七五”期间进行 1/5 万区调方法研究时选择试验图幅,多依据岩类、变质作用及构造复杂程度而定,尚缺乏在造山带或不同类型的构造边界地域进行填图理论和方法学的研究。“八五”期间不少省份在造山带填图方面作过有益的尝试和努力,提出“构造地层填图法”^[1]。原地质矿产部地质调查局在我国“九五”启动的“第二轮填图计划”中,在青海、云南、四川、甘肃和新疆 5 个省区部署了 7 幅 1/25 万造山带区调试点图幅并设立了以殷鸿福院士为首席科学家的“中国西部不同类型造山带及非史密斯地层区 1/25 万区域地质填图方法研究”课题,通过我国首批 1/25 万区调填图工作,针对非史密斯地层区和造山带进行全方位研究,反映我国大陆造山带特有的地球动力学特点,如对中国造山带的形成、演化,提出了多岛洋、软碰撞和多旋回的非威尔逊旋回理论^[2];对造山带非史密斯地层区填图,提出了“构造岩片四维裂拼复原方法”和“物态、时态、相态、位态、变形、变

质历程”填图技术路线^[3];对造山带同造山期侵入岩,提出存在“异源岩浆演化”现象,对异源岩浆演化成因者应有相应的“异源岩浆演化理论”及在新理论指导下的“异源岩浆”侵入岩填图单元制定及填图方法;对造山带深部地球物理和地球化学资料进行了全面收集和应用,提出“造山带三维填图”的新思路;对造山带新构造运动,后造山期山脉隆升、剥露史、环境演变及资源、灾害与可持续发展方面进行了系统调研等^[4,5]。其目的是从“九五”开始到 2010 年,经过 15 年的努力,通过新一轮填图和专题地质调查相结合的途径,应用高新技术把我国造山带区基础地质调查研究程度提高到一个新水平,更新改造地质图。

全面揭示造山带组成、结构、形成演化历程和机制是当前国际地学界重大研究课题之一。近年来,虽然许多国家已从单一岩石类型划分转变到构造—地层(岩层)—事件分析法,但造山带沉积、岩浆、变质作用和构造作用十分复杂,动静转化频繁,大小不等、新旧不同。造山带内各陆块间接合部是混合物质场,史密斯填图方法适用于时间演化关系清楚、原生沉积序列清楚的地层地质体。长期以来,在造山带非史密斯地质体分布区,往往也按传统史密斯“层序”法进行机械填制,限制了对地质问题的认识,甚至主次不分、结构不清,出现低水平的重复。因而,在那些造山带混杂岩等非史密斯地质体出露区,如何填图、遵循什么原则和规范,是值得研究和探索的主题。

国外造山带地质填图方法研究是近十余年地学前沿课题之一。1991 年由 P. Scandone 等编制的意大利阿尔卑斯造山带构造模式图和 1993 年由 B. C. Burchfiel 等编制的美国科迪勒拉造山带构造地层地质图均代表了当前国际造山带地质填(编)图先进水平,“意大利构造模式图”的优点是编(填)图单元划分层次丰富,从大地构造单元到各岩类单元划分,图幅内容十分丰富。美国科迪勒拉造山带地质图,其优点是将大地构造单元、岩石地层与地质时代三者有机相联,形成了一套颇具特色的造山带构造地层填图单位,各层次单位划分标准较统一、纲目清楚、图面简洁。我国造山带地质填图应尽量吸取国外填图的长处,对填图单位划分既要考虑先进性、科学性和系统性,又要考虑各填图单位划分要符合我国实际、客观化和内涵丰富化。我国多数造山带(如昆仑秦岭造山带)具多旋回特点,从元古代晋宁期中生代印支期经历过多期开合旋回,每一个后期旋回均要强

烈改造破毁前期旋回产物,造成多期旋回在同一构造带长期叠加的错综复杂的地质现象。

3 造山带地质填图若干理论与方法

3.1 造山带沉积地层填图研究

3.1.1 造山带非史密斯地层与综合地层 造山带地层以往研究一直处于较弱状态,原因是造山带地层构成比稳定板块内部地层构成要复杂得多,其复杂性主要表现为:(1)造山带演化不同阶段、不同大地构造相地层体在极短程内相互拼贴、无序叠置;(2)不同沉积古地理单元地层体在极短程内相互拼贴、无序叠置;(3)不同构造层次(深部—浅表构造层次)的地层体在极短程内相互拼贴、无序叠置;(4)以半深海—深海相海底扇、斜坡扇沉积相建造大量发育为特色,且伴生一系列他生突发旋回沉积建造(如塌积、碎屑流、滑坡、滑塌、海啸、震积、火山、负沉积侵蚀或冲刷等)高频发育为特色;(5)生物群以远洋—半远洋微体单细胞浮游生物与极浅海底栖生物混杂为特色;(6)古大洋相当复杂,尤其是中国古特提斯域古大洋,多为多岛洋(海),多岛洋是一个宽阔(可达数十纬度)的但不干净的洋,它在各个演化阶段,始终充满着由裂解地块、裂谷、海道、微板块与次级小洋(海)盆、火山岛弧、海山与边缘海等不同裂离与聚合程度的、海陆相间的多岛洋盆。故由多岛洋转化而来的造山带地层岩相纵、横向变化很大,并且其中的一些相单元寿命短暂;(7)相同时间间隔内快速堆积厚度巨大的地层体(如海底扇、斜坡扇)和极慢堆积厚度极薄的高度凝缩的地层体(如远洋放射虫软泥沉积)共存,这是稳定地台区地层不能比拟的;(8)在造山带俯(仰)冲碰撞和陆内造山阶段,发生过强烈的构造搬运和构造混杂,构造形迹多样化,垂直不长的地层体往往是众多不同来源、不同时代、不同变形变质程度、不同大小的各种构造岩片拼贴体,地层原始层序被严重肢解、破坏;(9)造山带现存地层体多以各种混杂岩方式出现,尤以产于俯冲带的俯冲增生杂岩楔的原始形成方式与史密斯地层学的“层序叠覆律”老下新上的顺序正好相反,其混杂岩增生方式是老的“片体”在上,新的“片体”阶段性拼贴在老的“增生片体”的斜下方,这种增生片体的原始位置亦与“原始水平律”相悖,即增生片体一般保持较高角度倾斜;(10)在岩石类型和变质程度上,造山带海相和古陆缘火山岩以及变质岩普遍发育,尤其是超

基性、基性岩系分布广泛,变质作用较强,伴有从百余公里以下深部超高压变质岩片的折返和同造山期与造山后期岩浆活动,构成极为复杂的地质景观。

因此,传统的史密斯地层学已难以适应和满足造山带地层研究和填图与生产实践的要求。在造山带地区进行地层工作,首先必须进行高精度的地质填图,填绘各类岩片(块)、基质所处的构造期次和构造部位,分别对其进行定时(代)、定位(原始位置)、定相(原始形成环境)和变形变质历程研究,重塑古大地构造相、古地理、古地貌和古沉积环境,这就要求我们必须更新观念,有必要引入非史密斯地层(学)(non-Smith strata/stratigraphy)这一新的地层学概念,为恢复造山带组成、结构、形成和演化历程服务。现代众多的地层学分支大多都是通过研究板内稳定区域地层而建立的,因此不能简单地将稳定区建立的地层学各分支学科的理论、技术与方法移植到活动区(造山带)地区,要针对上述造山带地区的特色进行合理的嫁接、移植,这种有针对性的嫁接和移植的目的是反对机械套用,应具体情况具体分析,取其现代地层学各分支学科之精髓,以一系列较为成熟的新技术和新理论为基础,以建立造山带区各个构造单元较高精度的地层年代序列为目的而展开调查。

造山带非史密斯地层构成的主要特色是造山带大地构造演化各阶段的不同来源、不同时代、不同变形变质程度、不同大小的各种构造岩片(块)或重叠、或移位、或缺失,形成现今统一的混杂的物质场。针对这一主要特色,在造山带进行区域地质调查工作特别要注意对“混杂岩”或“蛇绿混杂岩”的调查和研究,应采用特殊的方法进行填图。

(1)在整体上查明“混杂岩”或“蛇绿混杂岩”分布延伸范围的基础上,重点要对内部构成进行详实观察记录,分别收集混杂岩的岩片(块)和基质两者各自的岩性、岩相和时代依据。首先要从现存构成混杂岩各类基本构件—构造岩片(块)的物态(物质组成)、时态(时代依据)、相态(岩相特征)、位态(原始生成部位)和变形、变质调查入手,追寻其原始生成环境、时空结构和变位、变形、变质历程,从中恢复其造山带三维结构和揭示造山带形成机制及大地构造演化历程,科学地制定非史密斯地层系统等级体制,合理地厘定其填图单位及术语系统,这一主要研究途径和技术路线被称之为“非史密斯地层体构造岩片裂解四维拼合复原方法”^[3](图1)。对混杂岩中不同类型的构造岩片或岩块,均需尽量详细圈定和填

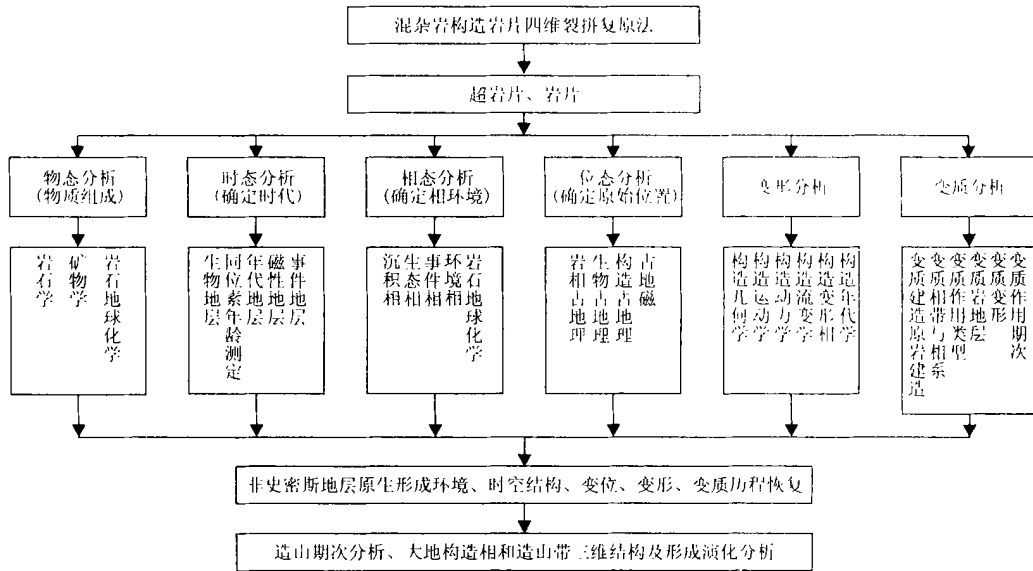


图 1 造山带混杂岩区地层调查技术路线

Fig. 1 Technical program for stratigraphy survey in melange area of orogenic belts

制。其次还要对外来岩片(块)赋存的“基质”进行系统的物质成分、时代、变形变质特点调查。

(2)在混杂岩地层剖面或主干调查路线上要按基质和岩片(块)对内部物质组成进行详细描述,采集岩矿、古生物、岩相、构造定向、岩石地球化学、粒度分析等样品,选择代表性岩片采集同位素年龄测试样。特别要注意岩片(块)与基质之间、岩片(块)与岩片(块)之间(在混杂岩中,岩片(块)四周被断裂围限)接触关系(断裂)特征性质的调查。

(3)对“蛇绿岩”发育保存完好的地区,应查明“蛇绿岩”岩石类型和结构构造特征,建立系统完整的“蛇绿岩”序列,研究上覆沉积单元的沉积岩相特征,尽量采集古生物化石,并结合同位素年龄资料,确定“蛇绿岩”形成时代。在“蛇绿岩”保存发育不好的“蛇绿混杂岩”地区,应着重查明有关岩浆岩组成的不同类型岩石的岩块规模、物质组成、产状、形态、相互接触关系及伴生沉积岩的沉积岩相和构造变形特征,寻找古生物化石。结合同位素年龄、岩石学、岩石化学和地球化学资料建立对“蛇绿岩”形成环境和时代的认识。

造山带综合地层学主要是通过对造山带内有序或局部有序部分的构造岩片内各种沉积体和沉积界面时代的研究,把岩石地层、年代地层、生物地层、生态地层、事件地层、磁性地层、气候地层、化学地层、定量地层、层序地层、构造地层、非史密斯地层等统

一起来,纳入造山带各大地构造演化时空框架体系,从而建立造山带各构造地层带的地层序列。地层对比、海平面变化、事件序列、沉积古地理和构造古地理对比及变迁,为恢复造山带形成演化历程、查清造山带三维结构服务。

3.1.2 造山带沉积盆地 造山带沉积盆地分析与造山带非史密斯地层和造山带综合地层调查密不可分,其研究途径和技术路线在造山带填图中应统一安排。在时间上,造山带是盆山耦合和盆山旋回的产物,前造山拉张离散阶段,旧盆破坏、新盆形成,伸展型构造是控盆、控制沉积地层体的重要因素;收缩—碰撞洋陆转化阶段,盆地性质由伸展型转变成以挤压型为主,盆中沉积地层体不仅记录了盆地自身消亡过程,而且也记录了洋陆转化,山脉隆升过程;陆内附冲或陆内造山阶段,是强烈改造破坏原有盆地,铸就陆内新生盆地(如磨拉石盆地、背驮式盆地等)的过程。我国造山带往往不是一次盆山旋回的产物,而是经历过多次旋回,在每次旋回中,后期盆山旋回对前期盆山旋回地层体均要发生不同程度的改造和破坏。在空间上,造山带前造山阶段通常表现为多岛洋格局和多岛洋旋回^[2]。多岛洋格局是指大型造山带内,往往存在若干缝合带和中间地块,在地史中呈现一系列不同规模的洋盆和微地块相互间列的面貌,在洋盆内部又可分出洋脊、深海平原、洋岛、海底高原、火山岛弧、弧前、弧后盆地等复杂的构造古地

理单元^[6]。造山带现残存各类盆地曾发生过不同程度的整体位移,各盆地内部与各盆地之间的时空结构亦发生过不同程度的变形、变位和混杂,因此,造山带盆地分析不能依据现代地理位置上现存地层的产出状态重塑,应根据古地磁、生物古地理、构造古地理等方法对其进行正确复位。

3.2 造山带蛇绿岩调查研究

蛇绿岩研究是造山带研究的重要内容之一。严格地说,蛇绿岩只见于造山带内,因而蛇绿岩研究的深入与造山带研究水平的提高密切相关。

通常认为蛇绿岩由地幔变质橄榄岩、超镁铁—镁铁质堆晶杂岩、席状岩墙群、枕状熔岩、深海沉积物5部分组成。目前研究认为蛇绿岩形成环境是多样的,大洋盆可以形成,陆间的裂陷槽或小洋盆也可形成,弧前或弧后盆地、岛弧中的拉张盆地等同样可以形成。蛇绿岩可通过陆—陆碰撞、陆—弧碰撞或弧—弧碰撞作用在大陆上定位,常以蛇绿混杂岩的形式出现,从形成到定位跨越了板块运动的不同阶段和不同的构造环境^[7]。

蛇绿岩地质填图调查应注意如下几点:(1)结合前人的工作成果,在路线填图和扫面的基础上,选定重点解剖小区运用大比例尺进行详细解剖查明蛇绿岩的产状、分布、规模及与围岩的关系等地质特征。(2)在解剖区内,查明蛇绿岩的层序及岩石组合,系统采集蛇绿岩各组成部分的样品。野外要注意:①采集新鲜的地幔岩样品;②查明硅质岩及其他深海沉积物的发育情况,注意采集放射虫硅质岩的样品;③查明堆晶岩的规模,连续采集堆晶岩中不同成分的样品;④席状岩墙群的产状、规模;⑤大洋斜长花岗岩的有无及其产状、规模;⑥注意找寻高压兰闪石片岩等。(3)对蛇绿岩带中地幔变质橄榄岩,进行系统的岩相学、矿物化学、岩石化学、地球化学、同位素地球化学的研究。蛇绿岩中变质橄榄岩在现今地表展露的地幔样品中占有相当重要的位置,是直接了解和研究地幔及深部过程的岩石“探针”。目前普遍认为在全球及我国均存在地幔不均一性。通过调查区地幔物质成分的研究,可以了解本区地幔的性质、类型及其与其他地区地幔的对比。(4)对蛇绿岩中火山岩及侵入岩进行系统的岩相学、岩石化学、矿物化学、地球化学(稀土、微量),同位素地球化学研究,搞清其岩石组合,岩浆系列、类型,分析蛇绿岩形成的构造环境,估算板块扩张速率与洋盆宽度,了解岩浆的形成、起源、演化。(5)确定蛇绿岩时代;蛇

绿岩作为洋壳碎片,确定其形成时代对了解大陆造山带的早期发展具有重要意义。但作为蛇绿混杂岩的组分均已遭受了强烈的剪切挤压作用及强烈的变形、变质,这给其形成时代的确定增加了不少困难。对研究区蛇绿岩的时代,应采用综合的方法:如对玄武岩用全岩 Rb—Sr 等时线法定年;在堆晶岩中同时采集辉石岩、辉长岩、斜长岩样品用 Sm—Nd 等时线法定年;对层状堆晶岩中较酸性岩石端元或斜长花岗岩采用单颗粒锆石蒸发法测定其年龄;对放射虫硅质岩中放射虫用微体古生物学方法研究时代。在多种方法综合运用基础上,再结合卷入断裂带内地层的时代研究,准确确定出蛇绿岩形成、就位时代。(6)综合岩石学、地球化学、同位素年代学、微体古生物学方面的资料,并结合地球物理资料,分析调查区蛇绿混杂岩带性质、形成时代、壳—幔结构特征,恢复调查区造山带大地构造演化历程。

3.3 造山带中酸性侵入岩调查研究

当前花岗岩区域地质调查大部分采用岩石谱系单位的方法填图,较以前的期一次一阶段填图方法有很大改进,其主要的理论基础是同源岩浆演化。以同源岩浆演化理论为基础形成的花岗岩区填图方法深化了对花岗岩浆性质及形成机理的认识,其深成岩体解体,侵入体实体填图及调查与研究的一些基本工作方面等仍然应该在造山带侵入岩调查中加入和应用。当然限于认识程度,岩石谱系单位的填图方法在理论与填图实践上,特别是对造山带地区还有许多值得探讨的问题,需要结合新的理论进展和造山带侵入岩特点加以完善和改进。新一轮的造山带1/25万填图需要运用与借鉴当前地学新理论、新观点、新方法,针对造山带区域地质填图,发展1/5万填图方法,研究和总结造山带1/25万侵入岩填图新方法。

首先,花岗岩多样性是造山带花岗岩类重要特征,其实质是花岗岩形成过程的多种成因和混合来源,成分特征与其所表征的分异作用演化规律只是多种成因与来源中的一种可能因素,此外,源区的组成与性质,花岗岩浆的起源方式,岩浆作用等也同样是造成花岗岩多样性的主要原因,在调查中应重视获取这些方面的实际资料,充实不同特征花岗岩的划分依据。

其次,花岗岩是地球尤其是地壳的动力学演化过程的突出特征,记录了地球动力学过程中物质运动与能量转化,是指示其产出的地球动力学环境的

良好标志,因而可以成为研究造山带演化的重要途径.从地球动力学角度来研究造山带花岗岩是造山带区域地质调查面临的重要课题,也是深化造山带区域地质填图工作的重要方面.

最后,从期一次一阶段到造山带花岗岩多样性的填图方法发展看,调查与研究越来越向多学科、多手段、多途径的综合方向发展.岩石学调查为主、地球化学、构造地质学等综合调查正是这种发展的具体表现,同样也是造山带区域地质调查应遵循和努力的方向^[7].

采取侵入岩与地球动力学相关联的研究途径,以造山带演化阶段及造山作用过程为主线,以多学科、多方法综合调查研究岩浆形成、演化与就位全过程的动力学标志为基础,研究造山带演化各阶段及造山作用过程中侵入岩岩石组合、序列的划分方法,进而合理地划分与制定造山带侵入岩填图单位,探讨造山带演化过程中岩浆作用演化规律.

造山带演化中,岩石圈结构与演变,地球动力学过程,壳—幔物质循环及相对应的岩浆作用过程的研究思路,需要采取一种整体研究的方法去了解,即把岩浆记录、岩石圈结构、造山带演化的动力学过程及壳—幔物质循环等作为研究对象进行综合研究,系统分析造山带演化中岩浆来源、形成、运移、就位、抬升剥露等岩浆作用全过程.按照这种构想,在造山带侵入岩填图中应突出如下方面的调查与研究.

(1)合理建立造山带演化各阶段岩浆热事件的时间维.以造山带侵入岩的同位素年代学研究为重点,结合侵入相对年代和综合对比等其他地质研究方法,查明造山带演化各阶段及造山作用过程中主要岩浆热事件时间分布特征,为造山带演化及岩浆作用过程研究提供良好的年代格架.

(2)造山带演化各阶段中侵入岩动力学标志建立.采用多种途径综合调查与研究岩浆形成与演化的造山带动力学制约因素.主要从下述方面进行探索:①岩浆来源及基底特征,主要利用地球化学示踪研究源区的物质组成、性质,结合地球物理资料划分造山带不同的花岗岩基底构造单元.②岩浆形成方式与演化机理.运用岩石成分、包体等的岩石化学,地球化学,同位素组成等资料研究其形成方式和演化机理,区分基性岩浆的直接分异,不同地壳层次的部分熔融及岩浆混合作用等,注意造山带演化过程中 $p-t$ 轨迹的变化对岩浆起源作用关系研究.③岩体就位特征,通过造山带演化各阶段典型岩体的岩体

构造的调查,结合造山带各演化阶段构造变形机制的研究,分析不同演化阶段岩浆就位特点,探讨造山带演化不同动力学过程的岩体就位机制.④岩浆冷却与后期岩石剥露特征.就位于不同地壳深度和不同地质背景的侵入岩具有不同的冷却历史和抬升过程,与就位时的动力学特征和其后的动力学变化有一定的联系.运用同位素封闭年代方法及岩体的三维空间形态研究与剥蚀程度等资料可以反映岩浆就位后的变化特征.

3.4 造山带变质岩调查研究

世界上著名的造山带,无一不是不同地质时期不同构造环境形成的物质建造,经受不同程度的构造—热改造或再造以后的变质岩经过不同的构造过程并置到一起的.广义而言,造山带中的变质岩(岩)层几乎均属非史密斯地(岩)层,它们的时态、序态和位态已不再是原始“三态”特征.未变质岩、极低温变质岩与中高级变质岩同时展露在造山带的不同构造部位或构造单元,这是造山带变质岩岩石学的一大特点.造山带变质岩研究的主要途径是:(1)各个变质岩石群或岩片物质组成研究.即通过研究岩石类型、变质建造和原岩特征,对典型岩石进行岩石化学、地球化学和同位素示踪研究,恢复变质岩的原岩性质,查明其形成的构造环境,再造变质岩的原岩建造,并为查明造山带不同性质的基底提供资料;在变质岩岩石化学、地球化学和同位素示踪研究中,要尽量选择变质细碎屑岩(泥质变质岩)、变质火山(熔)岩和变质泥灰岩—碳酸盐岩为对象,选择地球化学性质不活泼的元素进行分析对比,以克服后期地质改造对元素地球化学的影响.(2)变质作用时空关系研究,研究变质岩岩群或岩片的变质作用指示矿物带(递增变质带)、变质相和变质相系、形成年代与变质年代,查明热构造、地热流特点和可能的变质作用类型和变质作用成因,以查明造山带的演化阶段和变质作用期次.在正确区分正副变质岩的前提下,分别选用正变质的基性火山岩测定其全岩 Sm—Nd 等时年龄,结合其模式年龄分析其年龄意义,用同时期沉(堆)积的火山岩年龄代表变质岩层的形成时代.用同时期的酸性火山岩中锆石的 U—Pb 年龄确定变质岩层的形成时代.如果缺乏同时期的火山岩,则分别用变质碎屑岩中的碎屑锆石和变质锆石的 U—Pb 年龄限定岩层形成时代的上下限.(3)构造变形特征研究,以查明变质变形的叠加改造关系.调查韧性剪切带与区域变质作用的关系,对活化基底和

活化盖层分别进行变形变质特征调查。(4)造山带低温高压变质带的识别与研究。(5)造山带深构造层次麻粒岩的岩石成因、变质作用特征、变质年代、变质过程与地球动力学特点研究。(6)对中深变质岩,要进行构造地层剖面的详细测制和研究,合理划分构造地层单位^[5],通过对构造置换的方式、过程和结果的研究以及构造变形分解和剪切压溶变质分异机制的探讨,重新认识中深变质岩层的构造重建机制,进行构造序列的研究与地质事件演化表的建立。

3.5 造山带三维结构与大地构造演化模式填图研究

正确展示造山带现今三维结构,恢复其铸就现今三维结构之形成演化构造历程是造山带填图方法研究的核心内容。造山带类型复杂多样,不同类型的造山带有着各自不同的形成机制、演化历程和各自不同的三维结构,但各类造山带有其共性,也就是在造山带的整个演化历程中,曾经历过强烈的构造搬运和构造混杂过程,即非史密斯化过程。在目前地质填图过程中,对造山带三维结构的调查主要是通过地面露头地质调查来实现的。全面揭示造山带三维结构、形成演化历程和机制是当前国际地学界重大研究课题之一。该项研究的圆满实现,需地表露头地质调查与深部地质调查(包括大陆超深钻、深部地球物理、地球化学及下地壳、上地幔相互作用系统调查等)联合攻关才能实现,但目前因财力、物力和技术等种种原因,在填图项目中还不能开展深部地质调查,因此在区调填图中对其造山带基本特征和三维结构的填绘,应以地表露头地质调查为主,运用不同比例尺(基本比例尺为 1/25 万,重点解剖区可视情况用大比例尺填绘,为 1/5 万、1/2.5 万等),客观地在图上标绘出各类地质实体及三维叠置关系,深部地质以全面收集现有资料来解决。

地质调查局已完成的 7 幅造山带试点图幅全部分布在我国西部造山带中,从南向北分别跨越了三江复合造山带(中甸幅、贡山幅)、松潘—甘孜复合造山带(甘孜幅)、昆仑—秦岭复合造山带(冬给措纳湖幅、兴海幅)、天山—北山复合造山带(纸房幅、马鬃山幅)。前 5 幅分布在作为东特提斯古构造域为主体的青藏高原东部和东北部边缘;后 2 幅位于作为我国古亚洲(洋)构造域为主体的天山—兴安活动带西段。所涉及的各个造山带都经历过古构造、古地理环境频繁转换演化,物质流、能量流的多次转换和重新定位,它一般表现为 3 个重要的构造过程:(1)特提

斯洋和古亚洲洋的打开过程,多岛洋或沟—弧—盆体系的形成;特提斯洋和古亚洲洋的关闭,洋—陆转换过程,即洋盆岩石圈不断萎缩、消亡、弧—弧—陆、陆—陆碰撞拼贴过程^[8~10]。认为在地史上占据中国绝大部分地区的古亚洲洋和特提斯洋,是在冈瓦纳裂解、欧亚增生的总背景下由一系列微板块和小海(洋)盆相间组成的宽阔纬向海洋;其板块运动所遵循的既有威尔逊旋回、又有非威尔逊旋回。非威尔逊旋回在 3 个方面与威尔逊旋回不同,即多岛洋、软碰撞和多旋回^[2]。(2)随盆—山转换,造山带不断形成过程:(3)随陆内汇聚作用和高原隆升而发生的地壳大幅度缩短和增厚及拆沉等过程。

对上述 3 个重要构造过程的调查,主要采取如下途径:(1)造山带古板块体制的重塑;(2)陆内“收缩”、“伸展”、及“平移”作用及伴随的变质、岩浆作用;(3)造山带岩石圈结构的深部地球物理剖面(主要以收集资料来实现)的揭示^[8]。

在建立造山带模式和划分大地构造相时,有 3 点值得注意:(1)用比较解剖构造学方法来研究一个新的造山带是建立该区大地构造单元划分比较快捷的路子。各造山带的基本构造有共性又有特性,比较解剖构造学是首先解决共性^[11]。(2)应注意中国造山带的特殊性,即前造山阶段的多岛洋格局,造陆—造山阶段的软碰撞、多旋回和构造迁移。后造山阶段的多层结构—立(斜)交桥等。(3)在大地构造相单元划分时,应以主造山期形成的构造环境为主,参考前造山阶段的性质和后造山阶段的变动。大地构造相的划分应在填图过程中逐渐积累,在填图后期建立,并经过野外检验后确定。它应是诸相关填图单元的组合作,代表一个具有普遍意义、能在其他图幅中重复出现的构造—岩相环境。

本文野外调查和室内撰写期间得到中国科学院院士殷鸿福教授、张洪涛研究员、任家琪高级工程师、其和日格研究员以及青海、新疆、甘肃、四川、云南地调院和中国地质大学(武汉)地调院从事 1/25 万造山带地质填图的全体同志的热心帮助,在此深致谢意。

参考文献:

[1] 陈克强,汤家富.构造地层单位研究[M].武汉:中国地质大学出版社,1995.

CHEN K Q, TANG J F. The study of tectono-stratigraphic units [M]. Wuhan: China University of Geosciences

- Press, 1995.
- [2] 殷鸿福, 张克信. 中央造山带的演化及其特点 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(5): 437—441.
YIN H F, ZHANG K X. Evolution and characteristics of central orogenic belt [J]. Earth Science — Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(5): 437—441.
- [3] 张克信, 陈能松, 王永标, 等. 东昆仑造山带非史密斯地层序列重建方法初探 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1997, 22(4): 343—346.
ZHANG K X, CHEN N S, WANG Y B, et al. A preliminary research on the sequence reconstruction of non-Smith stratigraphy in eastern Kunlun orogenic belt [J]. Earth Science — Journal of China University of Geosciences, 1997, 22(4): 343—346.
- [4] 于庆文, 李长安, 张克信, 等. 试论造山带成山运动与环境变化调查方法 [J]. 中国区域地质, 1999, 18(1): 91—95.
YU Q W, LI C A, ZHANG K X, et al. Method for investigation of environmental change of the mountain-building processes in orogenic belts [J]. Regional Geology of China, 1999, 18(1): 91—95.
- [5] 李长安, 殷鸿福, 于庆文, 等. 昆仑山东段构造隆升、水系响应与环境变化 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(5): 456—459.
LI C A, YIN H F, YU Q W, et al. Tectonic uplift, water system response and environment evolvement in the eastern part of the Kunlun mountains [J]. Earth Science — Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(5): 456—459.
- [6] Robertson A H F. Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the Eastern Mediterranean region [J]. Earth Science Reviews, 1994, (37): 139—213.
- [7] 肖庆辉, 李晓波, 刘树臣, 等. 当代地质科学前沿——我国今后值得重视的前沿研究领域 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992. 322—325.
XIAO Q H, LI X B, LIU S C, et al. Frontiers of geological sciences in 1990's; research priorities for China [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1992. 322—325.
- [8] 许志琴, 侯立玮, 王宗秀, 等. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.
XU Z Q, HOU L W, WANG Z X, et al. Orogenic processes of the Songpan-Ganzi orogenic belt of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992.
- [9] 黄汲清, 陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1987.
HUANG J Q, CHEN B W. The evolution of the Tethys in China and adjacent regions [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987.
- [10] 肖序常, 李廷栋, 李光岑, 等. 喜马拉雅岩石圈构造演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1988.
XIAO X C, LI T D, LI G C, et al. Tectonic evolution of the lithosphere of the Himalayas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988.
- [11] Hsu K J. The concept of tectonic facies [J]. Bulletin of Tectonic University of Istanbul, 1991, (44): 139—213.

Method of 1:250 000 Regional Geological Surveying in Orogenic Belts

ZHANG Zhi-yong¹, ZHANG Ke-xin¹, YU Qing-wen², GONG Quan-sheng³, LIANG Yun-hai⁴,
YAN Cheng-min⁵

(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Geological Survey Bureau of China, Beijing 100035, China; 3. Institute of Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730050, China; 4. Institute of Geological Survey of Xinjiang, Urumchi 830000, China; 5. Institute of Geological Survey of Yunnan Province, Yuxi 653100, China)

Abstract: The paper suggests that the geological mapping of 1:250 000 in orogenic area should take the energetical theory and continental dynamics as its academic guide idea and the tectonic as the main line with the geological mapping method which combines multi-subjects. It concludes the rock construction and sequence (sedimentary rock province, magmatic rock province, metamorphic rock province, malange province) in the main tectonic units among different tectonic evolution stages in orogenic belts, paying attention to the struc-

ture, formation, evolution and basic tectonic characteristics of orogenic belts, especially to the three-dimensional structure in orogenic process and orogenic belts nowadays. From the practice and method studies of geological mapping in seven mapping areas of orogenic belts in west China arranged by Geological Survey Bureau of China during "Ninth-Five-Year plan", we suggest that we should use different geological methods in different rock provinces and summarize some theories and methods about typical rock provinces and textural geological mapping in orogenic belts respectively, such as non-Smith stratigraphy, depositional basins, intrusive igneous rocks, metamorphic rocks, three-dimensional structure and tectonic evolutionary model of orogenic belts. The main aim of this paper is to provide some new systematic theories and methods about 1:250 000 regional geological mapping in blank region of Qinghai-Tibet plateau among "new cycle general survey of land and resources" developed on large scale in China and improve the study of basic geological survey in new cycle general survey of land and resources.

Key words: orogenic belt; three-dimensional structure; theory and method; geological mapping.

西藏萨迦三叠系修康群发现白垩纪箭石

张雄华, 李德威, 肖兰斌, 张金阳

(中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074)

西藏萨迦县北部发育修康群(T_{3x}), 其岩性为一套灰绿色页岩夹灰色灰岩及灰色岩屑石英砂岩. 灰岩及砂岩均呈不同尺度的透镜体, 大者长宽达几百 m, 内部地层层序清楚, 小者仅几 cm. 局部夹有砖红色页岩及灰岩. 本群以页岩夹灰岩及砂岩透镜体为特征, 与标准剖面能很好对比.

修康群命名剖面位于萨迦县北边拉孜县中贝地区, 产双壳类化石: *Halobia charlyana*, *H. cf. convexa*, *H. cf. fallax*, *H. ornatissima*, *Palaeonucula* sp. 邻区仁布、日喀则一带产有菊石 *Juvavites* sp. 普兰本群中产有放射虫: *Hexaloncha* sp., *Lithocamps* sp., *Histrastrum* sp., *Cenosphaera* sp., *Cenellipsis* sp. 等. 从上述生物化石的时代可确定修康群时代为晚三叠世^[1].

然而在修康群命名剖面上, 盛怀斌^[2]在修康群上部灰岩中发现了早二叠世的菊石, 代表分子有 *Neocrimites obesus* Sheng, *Adrianites nitidus* Sheng, *Stacheoceras xiukangense* Sheng, *Timorites sinensis* Sheng 等, 肯定了修康群中有二叠纪地层. 郭铁鹰等在萨迦县北部公路边修康群红色灰岩中曾

发现过二叠纪菊石.

因而修康群一直被认为是一套传统意义上的“混杂岩”, 既其基质为晚三叠世, 但其中混杂有老地层如二叠纪的外来岩块——印度板块在晚三叠世向北俯冲的产物.

中国地质大学西藏队在萨迦北部修康群页岩中发现大量箭石化石, 经鉴定有: *Hibolites parahastatus* Yang et Wu, *H. subfusiformis* (Raspail), *H. cf. xizangensis* Yang et Wu, *H. sp.*, *Belemnopsis cf. sinensis* Yang et Wu. 上述分子中, *Hibolites parahastatus* Yang et Wu, *H. subfusiformis* (Raspail), *H. cf. xizangensis* Yang et Wu 仅分布在早白垩世, *Belemnopsis cf. sinensis* Yang et Wu 分布在晚侏罗世—早白垩世, 其生物群面貌与吴顺宝^[3]所定的 *Hibolites parahastatus* — *H. jiabulensis* 组合极为相似, 时代属早白垩世.

因此, 修康群早白垩世箭石化石的发现说明:
(1)修康群时代跨度大, 包含有二叠纪—早白垩世地
(下转 440 页)