



中国地质调查局

“青藏高原前寒武纪地质和古生代构造-古地理综合研究项目”(1212010610102)

2014年湖北省学术著作出版专项资金资助项目

青藏高原及邻区 古生代构造-岩相古地理综合研究

Characteristics of Paleozoic Tectonics and Evolution of Lithofacies and Palaeogeography of the Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Areas

计文化 陈守建 李荣社 王训练 等编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

甘托 廷布



中国地质调查局“青藏高原前寒武纪地质和古生代构造-古地理综合研究项目”

成果(12012010610102)

2014 年湖北省学术著作出版专项资金资助项目

青藏高原及邻区 古生代构造-岩相古地理综合研究

计划项目负责：潘桂棠 王立全 李荣社

工作项目负责：李荣社 计文化 何世平

专题负责：计文化 陈守建

主 编：计文化 陈守建 李荣社 王训练

编写人员：计文化 陈守建 李荣社 王训练

张海军 潘晓萍 赵振明 史秉德

陈奋宁 洛长义 杜兵盈 李国栋

焦 扬 吴汉宁 潘术娟 刘 银

程 鑫

编写单位：西安地质调查中心

协作单位：中国地质大学(北京)、西北大学

单位负责人：李文渊

内 容 提 要

本书为中国地质调查局“青藏高原基础地质调查成果集成和综合研究”系列成果之一。本书在全区 1:25 万区域地质调查资料的基础上,结合其他不同比例尺调查资料 and 前人研究成果,通过大量野外观察、测试分析和综合研究,按照“一个古大洋和两个大陆边缘系统”的主导思路,全面厘定了古生代岩石地层系统,对沉积盆地、岩浆岛弧带、蛇绿构造混杂岩带的构造岩相古地理进行了分析研究,恢复了古构造环境,揭示了古大洋发生、发展、消亡和大陆裂离、拼合的过程。

本书开创了复合造山带构造-岩相古地理研究的先例,首次提出了“一个大洋和两个大陆边缘系统”这一全新的青藏高原特提斯大洋深化模式,是一本优秀的地质图书,具有很高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原及邻区古生代构造-岩相古地理综合研究/计文化等编著. —武汉:中国地质大学出版社, 2014.12

ISBN 978-7-5625-3574-4

I. ①青…

II. ①计…

III. ①青藏高原-古生代-地质构造-岩相古地理图

IV. ①P534.4 ②P586

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 273808 号

计文化 陈守建 等编著 李荣社 王训练	
青藏高原及邻区古生代构造-岩相古地理综合研究	
责任编辑:张 琰	选题策划:刘桂涛
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)	
电 话:(027)67883511	传 真:67883580
经 销:全国新华书店	http://www.cugp.cug.edu.cn
开本:880mm×1230mm 1/16	字数:440 千字 印张:25 插页:10
版次:2014 年 12 月第 1 版	印次:2014 年 12 月第 1 次印刷
印刷:武汉市籍缘印刷厂	印数:1—1000 册
ISBN 978-7-5625-3574-4	定价:268.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

总 序

青藏高原是地球上最年轻、最高的高原,它影响着全球气候变化,蕴藏着丰富的矿产资源,记录着地球演化历史中最壮观的地质事件,是研究地球形成与演化的“金钥匙”,长期以来一直是地学界高度关注的焦点地区。因此,加强青藏高原地质工作对于缓解国家资源危机、贯彻西部大开发战略、繁荣边疆民族经济、保护生态环境和地质科学发展均具有重要的战略意义。

1999 年国家启动了“新一轮国土资源大调查”专项,按照温家宝副总理“新一轮国土资源大调查要围绕填补和更新一批基础地质图件”的指示精神,中国地质调查局组织开展了青藏高原空白区 1:25 万区域地质调查攻坚战,调集 24 个来自全国省(自治区)地质调查院、研究所、大专院校等单位精干的区域地质调查队伍,每年有近千人奋战在世界屋脊,徒步踏遍雪域高原,开创了人类地质工作历史的伟大壮举。

青藏高原平均海拔 4 500m 以上,自然地理条件非常恶劣,含氧量仅为内地的 50%,最低温度可达 $-44\sim-37^{\circ}\text{C}$ 。地质工作者本着神圣的使命感和强烈的事业心,继承和发扬“特别能吃苦、特别能战斗、特别能忍耐、特别能奉献”的青藏精神,脚踏世界屋脊,挑战生命极限,攀登地质科学高峰。在杳无人烟的可可西里,在悬崖万丈的雅鲁藏布江大峡谷,在生命禁区阿里和西昆仑,开展了拉网式的地质调查。他们迎着刺骨的寒风和纷飞的雪花,克服高原反应带来的呼吸困难、剧烈头痛、失眠乏力等难以想象的困难,甚至冒着肺气肿、脑水肿等致命高原疾病的危险,用身躯、用生命丈量着一条条地质路线,谱写了一曲曲可歌可泣的时代英雄乐章,用鲜血和汗水换来了丰硕的成果。

2006 年开始,中国地质调查局组织实施了“青藏高原基础地质调查成果集成和综合研究”工作。以青藏高原空白区 1:25 万区域地质调查成果为基础,以提高资源勘查评价、生态环境保护和社会发展保障能力,提升青藏高原地质科学研究水平为目标;充分运用现代地学理论和技术方法,系统总结和集成青藏高原基础地质调查研究成果,为国家和区域经济可持续发展提供决策依据。

在青藏高原空白区 1:25 万区域地质调查和国内外有关青藏高原最新研究成果的基础上,通过集成和综合研究,编制了地质、资源、地球物理、地球化学系列图件,为青藏高原区域资源勘查、国土规划、环境保护、重大工程规划与建设、地质科学研究等提供了基础图件,包括:

- 青藏高原及邻区 1:150 万地质图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:150 万大地构造图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:150 万变质地质图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:150 万前寒武纪地质图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:150 万构造-岩浆岩图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:150 万新生代地质图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:150 万新构造与地质灾害图及说明书;
- 青藏高原地区 1:150 万成矿地质背景图及说明书;
- 青藏高原地区 1:150 万旅游资源图及说明书;

- 青藏高原及邻区 1:300 万第四纪地质与地貌图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:300 万古生代构造-岩相古地理图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:300 万中生代构造-岩相古地理图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:300 万新生代构造-岩相古地理图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:300 万地球化学系列图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:300 万重力系列图及说明书;
- 青藏高原及邻区 1:300 万航磁系列图及说明书。

上述地、物、化、矿等系列图件及其说明书,均已由国土资源部中国地质调查局组织的院士专家委员会进行评审验收,并给予很高的评价。2010 年 8 月 26 日,在全国国土资源系统援藏工作会上,中国地质调查局向西藏自治区和青海省人民政府赠送了“青藏高原及邻区地质类、构造-岩相古地理类、资源类和区域物化探类系列图件与说明书”整装研究成果。

(1) 基于 177 幅 1:25 万区域调查成果资料,系统厘定了区域地层及构造-地层系统,划分出 9 个地层及构造-地层大区、36 个地层及构造-地层区及 63 个地层及构造-地层分区,建立了青藏高原及邻区岩石地层划分与对比序列。首次以岩石地层作为编图单位,编制青藏高原及邻区 1:150 万地质图,建立地质图数据库,全面反映了青藏高原区域地质调查的最新成果。

(2) 按照大地构造相划分方案(3 个大相、14 个基本相和 36 个亚相)对地质体进行大地构造环境解析,以 36 个大地构造亚相作为基本编图单元,编制青藏高原及邻区 1:150 万大地构造图。厘定了青藏高原区域存在的 20 条蛇绿混杂岩带,重新构建了青藏高原大地构造格架,划分出 9 个一级、37 个二级和 81 个三级构造单元,提出“一个大洋、两个大陆边缘、三大多岛弧盆系”高原特提斯形成演化模式的原创性认识,建立了大陆边缘造山带“多岛弧盆系构造”新模式。

(3) 依据青藏高原构造-岩浆演化特征及时空格架,按照洋壳型、俯冲型、碰撞型、后碰撞型及陆内伸展型构造-岩浆岩相组合,编制青藏高原及邻区 1:150 万构造-岩浆岩图。提出了“陆缘侧向增生、陆壳垂向增长”的大陆边缘岛弧造山模式和“新生与再循环”两类地壳、“挤压缩短及地幔物质注入”增厚两种机制的高原地壳形成模式。

(4) 依据青藏高原区域构造及变质特征的时空格架,按照变质(地)区、变质(地)带、变质亚带和甚低—低—高绿片岩相、低—高角闪岩相、蓝片岩相、高—超高压榴辉岩相、麻粒岩相等进行变质环境解析,编制青藏高原及邻区 1:150 万变质地质图,厘定出 16 条高压—超高压变质带。

(5) 依据青藏高原及邻区前寒武纪陆块或卷入造山带中地块的性质、组成及热事件序列,结合变质期次、变质相带及标志性矿物等变质特征,编制青藏高原及邻区 1:150 万前寒武纪地质图。探讨了主要块体之间的亲缘关系和构造归属,在昌都地块宁多岩群中获得 $(3\ 981 \pm 9)\text{Ma}$ 冥古宙地壳物质信息。

(6) 立足 1:25 万区域地质调查成果新资料,以板块构造学说为理论指导,以大陆边缘多岛弧盆系造山模式为主线,以大地构造相及其相关沉积岩相、混杂岩相、岩浆岩相与变质岩相的时空结构分析为基本方法,开创性地开展了青藏高原显生宙 17 个重要地质断代构造—岩相古地理专题研究与编图,揭示青藏高原特提斯形成演化过程。

(7) 全面集成和综合研究 1:25 万区调获得的新生代地质与第四纪环境演变成果资

料,编制青藏高原及邻区 1:150 万新生代地质图、新构造与地质灾害图和 1:300 万第四纪地质与地貌图。提出了新生代构造演化的四阶段动力学模型,揭示了青藏高原构造隆升-地貌水系演化-气候与环境演变的耦合关系,为区域可持续发展提供了地质背景资料。

(8) 系统收集和整理青藏高原区域地质调查与矿产勘查获得的 5 000 余矿床(点)资料,编制了青藏高原地区 1:150 万金属及非金属矿产图、成矿地质背景图;划分出 3 个成矿域、10 个成矿省和 33 个成矿带,并对成矿带的地质背景和矿床类型进行了总结,为区域矿产资源勘查评价提供了重要资料。

(9) 系统收集和整理青藏高原地区各类景观点 1 600 余处,其中新增 1:25 万区域地质调查发现的各类旅游资源(主体为地质旅游资源)景点 700 余处;编制了青藏高原地区 1:150 万旅游资源图,划分出 26 处地质遗迹集中区,为青藏高原区域旅游资源开发提供了丰富的基础资料。

(10) 在全面收集 1:20 万、1:50 万、1:100 万区域重力调查成果资料的基础上,按照 1:150 万比例尺的数据精度编图、1:300 万比例尺成图的要求,编制青藏高原及邻区重力异常系列图件,实现了青藏高原区域重力成果资料的综合整装。

(11) 在全面综合 1:20 万、1:50 万、1:100 万区域航磁调查成果资料的基础上,按照 1:150 万比例尺的数据精度编图、1:300 万比例尺成图的要求,编制青藏高原及邻区航磁 ΔT 等值线平面系列图件,实现了青藏高原区域航磁成果资料的综合整装。

(12) 在全面收集 1:20 万、1:50 万区域化探调查成果资料的基础上,按照 1:150 万比例尺的数据精度编图、1:300 万比例尺成图的要求,编制青藏高原及邻区单元素、组合元素和综合异常系列图件,实现了青藏高原区域地球化学成果资料的综合整装。

自然科学研究的重大突破和发现,都凝聚着先辈们艰苦卓绝的成就;地球科学的发展与观念的更新,凝结了特定时代背景的地质调查研究实践与水平。青藏高原地质调查成果的集成和综合研究,必将为深化青藏高原区域地质构造形成演化规律、成矿地质背景、资源开发、环境保护、灾害防治与国民经济发展规划,提供重要的科学依据。

该计划项目是在以中国地质调查局王学龙副局长为联系人、庄育勋主任为责任人、翟刚毅处长为项目办公室主任,及潘桂棠、王立全、李荣社为项目负责人的组织和领导下,计划项目院士顾问委员会刘宝珺院士、李廷栋院士、肖序常院士、许志琴院士、郑绵平院士、殷鸿福院士、任纪舜院士、赵文津院士、陈毓川院士、张国伟院士、多吉院士、金振民院士的精心指导下进行;在计划项目负责单位成都地质调查中心(成都地质矿产研究所)的直接领导下,工作项目承担单位西安地质调查中心(西安地质矿产研究所)、中国地质大学(北京)、中国地质大学(武汉)、地质力学研究所的密切合作下完成。

向长期奋斗在青藏高原从事地质调查与研究的地质学家们致以崇高的敬意!

刘宝珺

2010 年 9 月 18 日

前 言

青藏高原古生代构造-岩相古地理研究是“青藏高原前寒武纪地质和古生代构造-古地理综合研究”项目(工作项目编码:1212010610102)下设“青藏高原古生代构造-岩相古地理综合研究”专题成果之一。所属计划项目为“青藏高原基础地质调查成果集成与综合研究”(计划项目编码:1212010610100)。该专题研究由西安地质调查中心承担,中国地质大学(北京)和西北大学协作完成。

西安地质调查中心负责寒武纪、奥陶纪、志留纪、早中二叠世、晚二叠世 5 个阶段的构造-岩相古地理综合研究及编图工作。以中国地质大学(北京)王训练教授为首的科研团队完成了泥盆纪、石炭纪两个阶段的构造-岩相古地理综合研究与编图工作。以西北大学吴汉宁教授为首的科研团队完成了冈底斯、北羌塘地块晚古生代的古地磁研究工作,并收集、甄别筛选了中国主要陆(地)块已有的古地磁数据。

研究区范围地理坐标:北纬 25° — 40° ,东经 72° — 106° ,第一标纬 28° ,第二标纬 37° ;中央子午线 89° ,投影原点纬度 26° 。包括西藏、新疆南部、青海、甘肃、宁夏、四川西部及云南西部等省(区),面积约 280 万 km^2 。

东特提斯青藏高原的地质演化历程具有洋-陆转换、盆-山转换的多阶段性和多岛弧盆系时空结构的多元性,是该区构造古地理演化的主旋律。沉积岩相和岩浆岩相的多重性是构造岩相古地理时空展布的具体表现。研究特提斯洋的形成演化过程,重塑青藏高原显生宙不同历史阶段的洋陆格局、海陆分布、弧盆和盆山空间配置关系,恢复各时代构造、地层、岩石组合的构造背景和演化历史,分析研究青藏高原显生宙特提斯地质构造演化、沉积盆地格局、沉积环境和古地理变迁,可以为青藏高原成矿地质背景提供基础资料。

研究内容是在 1:25 万区域地质调查资料的基础上,全面收集和利用了青藏高原地区基础调查研究成果资料和国内外最新科研成果及其他相关资料,全面厘定了青藏高原古生代岩石地层单位系统,建立了区域地层单位的划分与对比系列(年代地层格架)。对沉积盆地、岩浆岛弧带、蛇绿构造混杂岩带的构造岩相古地理进行分析研究,恢复了古构造环境,反映了古生代主要沉积盆地性质、构造环境和充填序列,揭示了古大洋发生、发展、消亡和大陆裂离、拼合的过程,系统分析与总结了青藏高原古生代沉积盆地的形成演化、构造岩浆活动与成矿地质条件的关系。

综合研究的基础地质资料主要来源于新近完成的各种比例尺的区域地质调查资料与区域性综合研究成果资料,主要包括:

1999—2008 年,中国地质调查局为实施新一轮基础地质大调查计划,在青藏高原空白区先后部署了 112 幅 1:25 万区域地质调查(实测)以及 65 幅 1:25 万区域地质修测资料,这是我国在 21 世纪初期规模最大的一项基础地质调查系统工程。经广大地质学者艰苦拼搏,基本实现了青藏高原 1:25 万区域地质调查工作的全覆盖,新资料、新成果的提供,为本次研究打下了坚实的基础、创造了良好的条件。

研究区内的青海、宁夏、甘肃、四川、云南绝大部分地区已完成了 1:20 万区域地质调查,部分地区还开展了 1:5 万区域地质调查。1984—1993 年在全国统一部署下,新疆、青海、甘肃、宁夏、西藏、四川、云南等省(区),均以 1:20 万或 1:100 万区调资料为基础,进行

了区域地质调查总结,出版发行了各省(区)的《区域地质志》以及《岩石地层》等专著。

在祁连、西秦岭和昆仑等地区,全面补充了近几年 1:25 万区域地质调查和“青藏高原北部空白区基础地质综合研究”“西北地区重要成矿带基础地质综合研究”项目(西安地质矿产研究所,2003—2006)最新地层剖面资料,以及区内近 20 年来国内外的最新科研专题成果资料。

在羌塘—三江、扬子西缘地区 1:25 万区域地质调查未覆盖区,调用了 1:20 万区调成果资料,羌塘地区还利用了中石油总公司青藏经理部完成的西藏羌塘地区 1:20 万石油地质路线剖面以及 1:5 万石油地质填图资料,全面补充了近 20 年来国内外的科研专题成果新资料。

在冈底斯—喜马拉雅地区,在“青藏高原南部空白区基础地质综合研究”项目(成都地质矿产研究所,2003—2006)最新地层剖面资料的基础上,参考了印度地质以及区内近 20 年来国内外的科研专题成果新资料。

本次研究工作系统梳理了上述资料涉及的古生代地层、沉积、岩浆岩及变质、变形资料,建立了 1 600 多个地层岩相卡片、16 本岩浆岩相卡片;针对一些重要剖面开展了野外岩相资料补充收集、关键地层时代厘定等工作,采集了 1 110 多套古地磁样品,320 套的岩石化学、同位素测年样品;在冈底斯带发现了寒武纪板内裂解型海相火山岩地层。为古生代构造-岩相古地理研究编图奠定了坚实的资料基础,突出反映了近 10 年来 1:25 万区域地质调查和研究取得的新资料、新进展和新成果。

突出成果如下:

(1) 将大地构造相定义为“陆块及其侧向增生(造山系)过程中,在特定演化阶段、特定构造部位形成的一套地质(沉积与岩浆)建造与结构特征的岩石-构造组合,是大陆岩石圈板块(及其边缘增生带)在经历离散、聚合、平移等动力学过程中,经受特定地质阶段构造作用后的综合产物”。即赋予大地构造相形成构造过程、阶段的内涵,体现了活动论、系统论的学术思想。

(2) 在审查厘定青藏高原 20 多条蛇绿构造混杂岩带的过程中,通过对“双湖-龙木错蛇绿混杂岩带+南羌塘+班公湖-怒江蛇绿混杂岩带”现有地物化遥资料的系统综合分析,发现其地质体组成复杂,既有不同时代、性质的蛇绿岩,也有不同于两侧主大陆的陆壳残片;演化历史悠久,蛇绿岩组合时代从早古生代持续到早白垩世,高压变质既有二叠纪也有三叠纪;特征特殊的沉积相和生物组合混杂,既有类似于南部大陆边缘的冰水相沉积及生物组合,又有类似于华南的暖水型沉积及生物组合;现今地球物理特征显示缺乏统一的基底;以其为界,南、北是两个迥然不同的大陆边缘演化系统。据此明确提出“双湖-龙木错蛇绿混杂岩带+南羌塘+班公湖-怒江蛇绿混杂岩带”是古特提斯主洋盆最终消失的残迹,是区内的一级构造单元——对接带。

(3) 在全球已有古地磁复原图(Scotese, et al)的基础上,筛选了已经发表的中国主要地块群的古地磁资料,结合本项目新获得的冈底斯、北羌塘两地块在石炭纪到晚二叠世的古地磁数据,参考古生代的沉积、生物古地理分区,裂谷(小洋盆)带、造山带的衔接等实际资料,细化了塔里木、阿拉善、柴达木等 8 个地(陆)块及其边缘弧-盆系统在全球洋陆分布和区域洋陆分布略图上的位置。突出了古特提斯洋与原特提斯洋的承生演化关系,提出泛华夏陆块群在晚古生代是介于古特提斯洋与泛大洋之间的古“陆链”。该系列复原图一方面丰富、完善了全球古地理复原图,另一方面刻画了各陆(地)块及其边缘系统的动态演

化过程,合理体现了活动论的构造思想。

(4) 以主大洋的发展演化主导其周围大陆边缘造山带的形成与演变为指导思想,提出泛华夏古陆链是分隔古亚洲构造域与特提斯构造域的合理界线。即古陆链北侧的天山-兴蒙造山带是受古亚洲洋洋中脊扩张影响,其演化过程与古亚洲洋的裂解、拼合息息相关;而古陆链南侧的秦祁昆造山带是受特提斯洋(广义的特提斯洋,包括原、古、新特提斯洋)洋中脊的扩张影响,其演化过程与特提斯洋的裂解、拼合息息相关。古陆链南、北两侧虽同为早古生代山系,但就其地球内动力学系统而言,是分属两个洋中脊扩张系统。类似于现今东南亚地区,其西南部是印度洋板块向北东俯冲形成的岛链,而东北部是太平洋板块向南西俯冲形成的岛链。

专题工作由计文化负责实施,陈守建协助完成。报告是在集体讨论的基础上分工编写完成,具体分工如下:李荣社负责青藏高原古生代大地构造相系统纲要的建立,编写报告前言、总结及相关问题讨论,参与第一、二章编写,指导第十一章编写和各阶段大地构造相系统建立工作,统筹全书;计文化负责建立7个阶段的构造相系统,完成7个断代14个复原图的编制工作,编写第一、二、十一章,协助李荣社统筹全书,并在李国栋、陈守建、潘术娟、杨娟茹协助下编写第九章;潘晓萍负责、潘术娟协助编写第三章;史秉德、陈奋宁共同编写第四章;赵振明负责,潘术娟、颜玲丽协助编写第五章;王训练负责,张海军、杜兵盈、焦扬协助编写第六、七章;陈守建负责,李国栋、刘荣丽、刘银协助编写第八章;吴汉宁负责,程鑫、侯宝宁、郭强协助编写第十章;洛长义负责、刘银协助完成7个阶段的岩浆岩资料收集工作。

项目组是在以中国地质调查局王学龙副局长为联系人、庄育勋主任为责任人、翟刚毅处长为计划项目办公室主任的领导、组织和计划项目负责人的精心指导下完成的。项目实施过程中自始至终得到了西安地质矿产研究所、总工办、财务部等部门的关心和支持,特别是李向所长、李文渊所长、杜玉良书记、樊钧副所长和徐学义总工程师等都对项目工作给予了大力的支持和关怀,夏林圻研究员、张二朋研究员、冯益民研究员始终关心并指导项目工作,为项目顺利实施和任务圆满完成提出了很好的建议和指导性意见。此外,计划项目组织实施单位成都地质矿产研究所的领导及各部门对项目工作给予了大力支持。与计划项目其他研究团队的交流、讨论,特别是中生代构造-岩相古地理研究组、新生代构造-岩相古地理研究组、岩浆岩研究组以及前寒武纪研究组在资料共享、及时沟通与交流方面,对本项目的工作给予了极大的促进和启发,在此一并表示衷心感谢!

目 录

第一章 造山带构造-岩相古地理分析基本思路	(1)
第一节 构造-岩相古地理研究现状与趋势	(1)
第二节 盆地与大地构造相	(3)
第三节 岩浆岩与大地构造相	(21)
第四节 沉积相与盆地充填序列	(23)
第二章 青藏高原地质构造特征	(30)
第一节 区域地质背景概况	(30)
第二节 大地构造区划及主要特征	(30)
第三节 地质构造演化概述	(33)
第四节 古生代地层年代格架	(42)
第三章 寒武纪构造-岩相古地理	(45)
第一节 寒武纪大地构造相划分	(45)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理	(45)
第三节 南昆仑-巴颜喀拉山地区构造-岩相古地理	(58)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理	(58)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理	(61)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理	(62)
第七节 周边地区构造-岩相古地理	(64)
第四章 奥陶纪构造-岩相古地理	(71)
第一节 奥陶纪大地构造相划分	(71)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理	(71)
第三节 南昆仑-巴颜喀拉山地区构造-岩相古地理	(86)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理	(87)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理	(90)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理	(91)
第七节 周边地区构造-岩相古地理	(94)
第五章 志留纪构造-岩相古地理	(100)
第一节 志留纪大地构造相划分	(100)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理	(100)
第三节 南昆仑-巴颜喀拉山地区构造-岩相古地理	(110)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理	(112)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理	(117)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理	(118)
第七节 周边地区构造-岩相古地理	(120)

第六章 泥盆纪构造-岩相古地理	(125)
第一节 泥盆纪大地构造相划分	(126)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理	(127)
第三节 南昆仑-巴颜喀拉山地区构造-岩相古地理	(138)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理	(139)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理	(144)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理	(146)
第七节 周边地区构造-岩相古地理	(151)
第七章 石炭纪构造-岩相古地理	(154)
第一节 大地构造相单元划分	(154)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理	(155)
第三节 南昆仑-巴颜喀拉山地区构造-岩相古地理	(162)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理	(163)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理	(170)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理	(173)
第七节 周边地区构造-岩相古地理	(178)
第八章 早中二叠世构造-岩相古地理	(181)
第一节 大地构造相划分	(181)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理	(181)
第三节 南昆仑-巴颜喀拉山地区构造-岩相古地理	(194)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理	(200)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理	(213)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理	(219)
第七节 周边地区构造-岩相古地理	(229)
第九章 晚二叠世构造-岩相古地理	(238)
第一节 大地构造相划分系统	(238)
第二节 秦祁昆地区构造-岩相古地理特征	(241)
第三节 康西瓦-南昆仑-巴颜喀拉地区构造-岩相古地理特征	(246)
第四节 羌塘-三江地区构造-岩相古地理特征	(249)
第五节 班公湖-双湖-怒江-昌宁地区构造-岩相古地理特征	(259)
第六节 冈底斯-喜马拉雅地区构造-岩相古地理特征	(264)
第七节 周边陆块区构造-岩相古地理特征	(270)
第十章 青藏高原及周边地区古生代古地磁	(274)
第一节 中国主要陆(地)块古地磁数据	(274)
第二节 羌北和冈底斯地块晚古生代古地磁研究	(277)
第十一章 古生代构造-岩相古地理演化	(295)
第一节 全球构造背景及洋陆分布	(295)
第二节 研究区早古生代构造-岩相古地理演化	(298)
第三节 研究区晚古生代构造-岩相古地理演化	(302)
总结及相关问题讨论	(306)

主要参考文献	(308)
附 表	(322)
附表 1 青藏高原及邻区寒武纪构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(322)
附表 2 青藏高原及邻区奥陶纪构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(332)
附表 3 青藏高原及邻区志留纪构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(341)
附表 4 青藏高原及邻区泥盆纪构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(346)
附表 5 青藏高原及邻区石炭纪构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(354)
附表 6 青藏高原及邻区早中二叠世构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(362)
附表 7 青藏高原及邻区晚二叠世构造-岩相古地理图引用剖面一览表	(375)

第一章 造山带构造-岩相古地理分析基本思路

第一节 构造-岩相古地理研究现状与趋势

一、研究现状

造山带构造-岩相古地理研究是一门探索性很强的学科,不同的学者对其内容、表现形式、时空划分各有不同。问题的关键在于如何将大地构造相的划分与不同时代的岩相特征和古地理环境结合起来,目前尚无十分成熟的实例可以借鉴。稳定地块区的岩相古地理研究起步较早,尤其是自 20 世纪 50 年代起,随着能源等沉积矿产勘探、开发步伐的加快,取得了长足的进步。在我国,1985 年出版的以王鸿祯院士为主编的《中国古地理图集》具有划时代的意义。从 1986 年开始,以刘宝珺院士为首的研究群体将层序地层学引入中国南方岩相古地理研究,李思田教授等对鄂尔多斯中生代沉积盆地的研究均取得了重大成果。相比较而言,大地构造相的研究起步较晚,且分歧较大,其概念是 20 世纪 90 年代开始被提出的,主要用于造山带研究。最初由许靖华(1991)提出,并针对阿尔卑斯造山带提出了 3 种基本相。许靖华认为(1991),绝大多数造山带都是弧后盆地消减、碰撞造山形成的,导致造山带主要是由阿勒曼相、摄尔特相和雷特相等三大相类构成。李继亮(1992)在《碰撞造山带的大地构造相》中,将大地构造相定义为:在相似环境中形成,经历了相似的变形和就位作用,具有类似的内部构造的岩石构造组合。潘桂棠按照多岛弧盆系的观点将青藏高原大地构造相划分为 4 个大相、14 个相单元和 39 个次相。

二、研究趋势

随着各方面资料的不断积累和研究的不断深入,目前关于区域尺度的构造-岩相古地理研究大体有两种趋势:其一是表示构造相及边界等主要内容(Burchfiel B C,1992);其二是既表示构造相及边界,又表示建造组合类型及边界。其共同特点是反映区域整个地质历史阶段的构造环境及其变迁规律,对某一地质单元而言是反映主构造期构造相环境及其地质体岩石组合的综合特征,“写实”是其基本特点。图件主要体现了作者对地质体的产出构造环境的理解,而很少涉及沉积相、古地理环境等内容。

本次青藏高原古生代构造-岩相古地理研究是在前人研究成果的基础上,力求不断综合、开拓创新,全面恢复青藏高原古生代特提斯洋的形成演化过程,重塑青藏高原古生代不同历史阶段的洋陆格局、海陆分布、弧盆和盆山空间配置关系。恢复各时代构造、地层、岩石组合的构造背景和演化历史,分析研究青藏高原显生宙特提斯地质构造演化、沉积盆地格局、沉积环境和古地理变迁。力求实现科学研究的理论创新和提高我国在青藏高原地学研究的国际竞争力,为认识、理解区域成矿地质背景与油气资源潜力,提高生态环境及灾害的防治能力等方面,提供基础地质科学依据。具体体现如下。

1. 指导思想

以板块构造学的地质历史发展过程论、大陆边缘多岛弧-盆系构造系统论及洋-陆和盆-山构造体制转换论为指导思想,立足于青藏高原 1:25 万区域地质调查成果新资料,用大地构造单元组合分析和现代沉积学相序组合原理来分析研究恢复造山系(带)的古老多岛弧-盆系时空结构组成;以构造相、沉积

岩相、混杂岩相与岩浆岩相的相互验证与约束来确定不同级别的构造-岩相古地理单元,编制完成不同时期的构造-岩相古地理图,重塑青藏高原显生宙各时期弧盆系和盆山系的古构造格局、沉积相展布规律和古地理变迁过程,精细刻画东特提斯形成演化历程。

2. 基本原则

(1) 地调与研究相结合:依托 1:25 万区域地质调查成果资料,广泛吸纳国内外有关青藏高原地质的最新研究成果,结合关键问题、重点地区的野外调查成果资料,发现问题,野外调研查证,深化研究。

(2) 时间与空间相结合:从新的视角总结复杂造山带构造控盆、盆地控相的规律。在时间上,依据板块构造演化的不同阶段,合理确定断代单元;在空间上,以构造单元边界分解构造单元(大地构造相单元),反映不同时限内混杂岩相、岩浆岩相、沉积岩相的时空结构及其构造环境属性。

(3) 多学科相结合:采用古地磁、古生物、地层、构造学、沉积学、岩石学、地球化学、地球物理等数据,进行各构造单元古地理复原,最终以板块构造原理为纽带,将各构造单元组合为一个动态的有机整体。构造分解、构造复原和构造组合是此次研究的基本准则。

(4) 点面相结合:重点突出,兼顾全面,以新的思维认识、理解古板块及其大陆边缘洋-陆构造体制,兼顾碰撞造山后板内盆-山构造体制的岩相古地理复原。

(5) 主辅图结合:所编图件分为主图和辅图,主图反映各编图断代的构造-建造组合、优势岩相和特征岩相,辅图以反映全球观、活动论的编图思想为重点。

(6) 继承与创新相结合:在陆块、地块等稳定区继承传统的岩相古地理研究的方法,造山带区突出大地构造相与岩浆岩相、沉积岩相、混杂岩相的有机融合。力求图件宏观、轮廓清楚、内涵丰富,达到科学性、专业性、适用性与艺术性的相结合。

(7) 科学性与实用性相结合:地质体形成、变质、变形环境高度概括的大地构造相的准确认定,瓦尔特相律的科学使用,以及二者的有机结合可充分体现编图研究的科学研究水平;同时强调区分实际相区和推测相区,服务于地质找矿工作是其实用性的体现。

3. 研究特色

青藏高原显生宙构造-岩相古地理综合研究,力求实现大地构造相图与传统的沉积-岩相古地理图的有机结合,其特色体现在以下方面:

(1) 力求获取的资料、信息和数据具备可靠性、准确性,每一断代的构造-岩相古地理图,是在统一的技术细则、标准和规程下完成的,都不仅是单一专业学科的信息,而是对主地质构造期的地质事件群、地质演化过程及其动力学地质记录信息的综合,并对其作出恰当的理解、阐述和解释。

(2) 融认识性与客观性于一体。既把握宏观,又注重细节,以构造相(二级)为框架,在大相或相级大地构造相单元内充填沉积相、岩浆岩相等内容,使图件既反映了作者对地质体所经历的构造环境的认识和理解,又有客观的沉积相、岩浆岩相(特别是侵入岩相)和混杂岩相资料支撑,实现图件融认识性与客观性于一体的理念,有效地展示构造相边界对沉积相、岩浆岩相的控制作用。

(3) 充分体现地球系统论的学术思想。赋予沉积-古地理单元构造环境和构造背景属性,将沉积相组合、古地理单元配置等地球外圈层的组合规律与导源于地球内动力的构造机制相联系,充分体现地球系统论的学术思想。在具体表现形式上有两个特点:一是在以往沉积-古地理图上叠加有大地构造相要素和深成侵入体的内容;二是造山带构造-岩相古地理图在沉积相的勾画上容许存在沉积相的突变或者构造缺失(特别是在混杂岩带、岩浆弧区)。这与传统被动大陆边缘等稳定型构造相类编图中严格遵循瓦尔特相律和标准相模式有别。

(4) 发展引申了经典大地构造相(主造山构造事件综合大相)概念,按板块构造演化阶段对每个造山事件的综合大地构造大相进行了分解,通过断代构造-岩相古地理图来剥离复合型造山带不同时期的构造-岩相古地理特征,通过系列图件来再现复合型造山带的发展演化历程。

(5) 断代构造-岩相古地理重视编图单元时间段内的构造相、古地理、沉积相和岩浆岩组合的恢复,

除了客观反映构造相、古地理、沉积相和岩浆岩组合四大要素(残余相)现今的展布规律外,科学、合理恢复剥蚀区和覆盖区的四大要素属性也是一个重要特点。

第二节 盆地与大地构造相

一、大地构造相概念

大地构造相是一门探索性很强的学科,不同的学者对其内容、表现形式、时空划分上有所不同(许靖华,1991;李继亮,1992;Burchfiel B C,1992;莫宣学等,1993;Robertson,1994;邓晋福等,1996;冯益民等,2002;殷鸿福等,2003;张克信等,2004)。关于大地构造相的定义和划分方案虽不尽相同,但以岩石建造和构造环境的研究入手,探讨造山带及其相邻陆块区的形成和演化规律,是大多数地质学家都认同的可行路径。

我们的大地构造相定义是:陆块及其侧向增生(造山系)过程中的特定演化阶段、特定构造部位的大地构造环境下,形成的一套地质(沉积与岩浆)建造与结构特征的岩石-构造组合,是大陆岩石圈板块在经历离散、聚合、平移等动力学过程中地质构造作用的综合产物。我们关于大地构造相的定义和划分方案继承了前人提出的岩石构造组合的理念,同时在前人认识的基础上又进一步丰富了大地构造相的内容。第一,我们强调将大陆岩石圈板块演变和发展过程的大地构造环境作为大地构造相划分基础,比前人只强调构造变形样式作为大地构造相分类的基础更深入了一步;第二,我们不只在造山带中用大地构造相分析,也强调在大陆块中进行大地构造相的鉴别和厘定,增加了恢复与揭示陆块区和造山系(带)组成、结构及演化与成矿地质背景的功能;第三,我们强调不同的大地构造相控制着不同成矿作用和成矿类型。当代地质找矿勘查,资源评价和预测,以及成矿作用理论研究均离不开大地构造相的判别及厘定。

二、大地构造相分类体系

细致鉴别、厘定和划分大地构造相,可以揭示青藏高原及邻区陆块与造山带结构组成及其演变和发展规律。青藏高原是被周边四大古老稳定陆块(华北、塔里木、扬子、印度)围限的超级造山系统,以康西瓦-木孜塔格-玛沁-勉县-略阳结合带和班公湖-双湖-怒江-昌宁-孟连对接带为界,自北向南划分为三大构造区——泛华夏大陆早古生代秦祁昆构造区、泛华夏大陆晚古生代羌塘-三江构造区和冈瓦纳北缘晚古生代—中生代冈底斯-喜马拉雅构造区。青藏高原周边四大古老稳定陆块,均经早期陆核形成→晚太古代—元古宙的洋陆转换、增生、碰撞聚集形成稳定陆块(即基底形成阶段),其后发生碰撞后裂谷事件(华北长城纪裂谷事件,扬子、塔里木南华纪裂谷事件),尔后经“填平补齐”夷平,进入稳定的陆架碳酸盐岩台地成长阶段,完成了陆块区地壳三大发展演化阶段。青藏高原内部造山带大多为洋陆转换中的弧盆系及其被卷入的基底残块(地块)组成,而且主要由多岛弧盆系中弧后盆地(弧后洋盆)俯冲消减、弧-弧、弧-陆或陆-陆碰撞造山形成(潘桂棠等,1997),因而产生各种不同大地构造相,如果造山带由不止一个弧后盆地(弧后洋盆)的消减碰撞造山形成,则可存在多个大地构造相及构造相的转化。一般来说,陆块和造山带结构是由不同大地构造相相互叠加构成的,它们相互间是按一定序次和级别分布的。因此,我们依据青藏高原及邻区陆块区与造山带地质构造形成演化规律和基本特征,划分出三大相系,即陆块区相系、多岛弧盆系相系和对接消减带相系,三大相系分别对应一级构造单元的(稳定)陆块区、活动大陆边缘多岛弧盆造山系和大洋岩石圈板块残留——对接带。在多岛弧盆系相系中又划分出三大相:结合带大相、弧盆系大相及地块大相;进而将三大相依据造山带洋-陆构造体制和盆山构造体制时空结构

转换过程的特定大地构造环境,划分为大地构造相及其亚相。由于陆块边缘部位洋陆转换的普遍性,后期陆块相的部分相单元可能是在早期岩浆弧或结合带相基底上发展起来的,其后期的沉积、岩浆、成矿作用会有别于其他具有前寒武纪基底的陆块相单元,为了区分这种“特殊”的陆块相单元,在其命名之后加注基底性质。值得注意的是在地块大相和弧盆系大相的进一步划分中实际包含了过程的概念,而结合带则强调了消减保留的最终状态(由于地质过程的差异造成前两者的发展、增生过程的建造和改造保留较多,而后者绝大多数消失),为了使上述分类更加合理,结合带的前身可称为弧间、弧后小洋盆(洋壳出现—初始碰撞前),对接带的前身可称为主洋盆。古生代构造-岩相古地理编图采用的大地构造相分类体系如表 1-1。

表 1-1 大地构造相单元划分系统表

大相	相	亚相
结合(对接) 带大相	蛇绿混杂岩相	蛇绿岩亚相, 远洋沉积亚相, 洋内弧亚相, 洋岛-海山亚相
	陆壳残片相	基底残块亚相, 外来岩块亚相
	俯冲增生杂岩相	无蛇绿岩碎片的浊积岩亚相, 含蛇绿岩碎片的浊积岩亚相, 洋岛海山增生亚相
	残余盆地相	
	高压—超高压变质相	高压变质亚相, 超高压变质亚相
弧盆系大相	弧前盆地相	
	岩浆弧(岛弧、陆缘弧、洋内弧)相	火山弧亚相, 弧间裂谷盆地亚相, 弧背盆地亚相
	弧后盆地相	近陆弧后盆地亚相, 弧后裂谷盆地亚相, 近弧弧后盆地亚相
	弧后前陆盆地相	楔顶盆地亚相, 前渊盆地亚相, 前陆隆起亚相, 隆后盆地亚相
	弧-弧或弧-陆碰撞带相	亚相划分参照结合带
	碰撞后裂谷相	
陆块大相	基底杂岩相	陆核亚相, 基底杂岩残块亚相
	被动陆缘相	
	陆表海盆地相	
	周缘前陆盆地相	
	陆内盆地相	
地块大相	相与亚相划分参照陆块划分	

三、大地构造相特征及其鉴别标志

(一) 结合带大相

结合带指保存在会聚带中的由洋壳俯冲消减、碰撞及其经过后来的地质作用改造形成的不同时代、不同构造环境、不同变质程度和不同变形样式的各类岩石组成的岩石组合体及构造地层。通常由洋壳