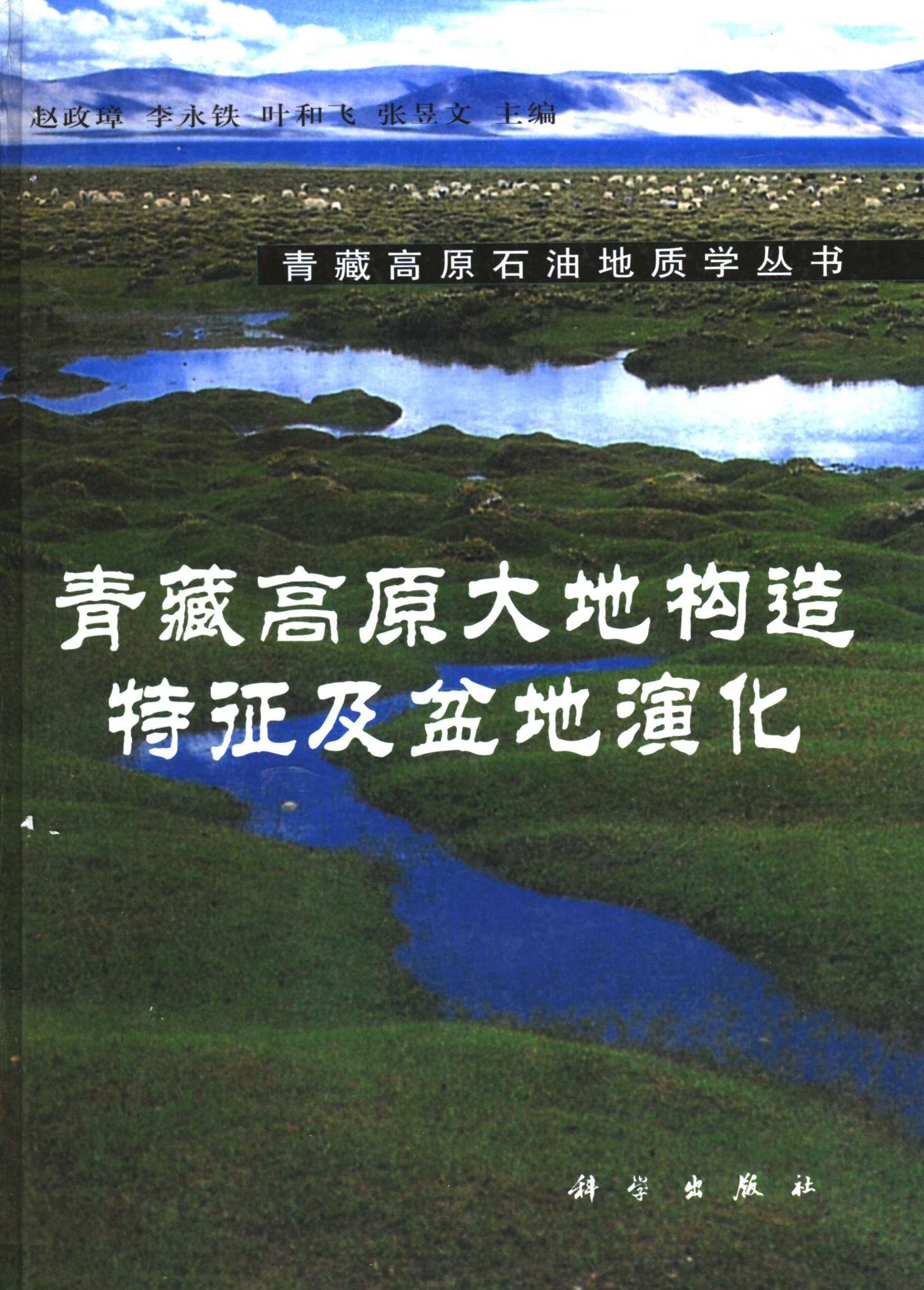




赵政璋 李永铁 叶和飞 张昱文 主编

青藏高原石油地质学丛书

# 青藏高原大地构造 特征及盆地演化

科学出版社

青藏高原石油地质学丛书

# 青藏高原大地构造特征 及盆地演化

赵政璋 李永铁 叶和飞 张昱文 主编

科学出版社

2001

## 内 容 简 介

《青藏高原石油地质学丛书》共分五册:《青藏高原羌塘盆地石油地质》、《青藏高原海相烃源层的油气生成》、《青藏高原中生界沉积相及油气储盖层特征》、《青藏高原大地构造特征及盆地演化》和《青藏高原地层》,系统地总结了青藏高原石油地质基本特征,特别是20世纪90年代以来油气勘探的新成果。

《青藏高原大地构造特征及盆地演化》以板块构造理论为基础,充分参考了前人在该区的构造研究成果,特别结合近年来油气勘探的新资料,对青藏高原的古地理、岩浆活动、变质作用、缝合带及地球物理场特征进行了较为系统的论述;从沉积-构造体系的角度对板块构造及其含油气盆地的构造背景、性质与演化历史,以构造变形特征为基础进行了系统的评价、研究,并提出了初步的勘探目标,而且从不同角度对重点的羌塘盆地的有关构造问题作了专门性的论述和讨论。

本书可供有关科研、教学人员及生产部门的专业人员阅读和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

青藏高原大地构造特征及盆地演化/赵政璋等主编. -北京:科学出版社, 2001

(青藏高原石油地质学丛书)

ISBN 7 03 009011 X

I. 青… II. 赵… III. ①含油气盆地研究 青藏高原 ②青藏高原-地质构造-研究

IV. P618 130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第79206号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

西源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2001年4月第一版 开本:787×1092 1/16

2001年4月第一次印刷 印张:28 1/2 插页:5

印数:1-1000 字数:651 000

定价:67.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

## 《青藏高原石油地质学丛书》编辑委员会

主    编    赵政璋    李永铁    叶和飞    张昱文  
编辑委员    (以姓氏笔画为序)  
            叶和飞    纪有亮    刘池阳    许怀先    李永铁  
            沈启明    张昱文    罗建宁    赵政璋    贾书棋  
            秦建中    徐文凯    蒋尽基    童箴言    鲁  兵

## 《青藏高原大地构造特征及盆地演化》

作    者    叶和飞    夏邦栋    刘池阳    李  才    王宜昌  
参  加  者    鲁  兵    王碧香    顾绮芳    张开均    王赐银  
            王定一    郑孟林    张振生    杨  辉    姚政道  
            王永涛    徐旃章    陈子恩    赵重远    杨明德  
            赖绍聪    王天武    马  谦    马国军    黄钟谨  
            任战利    武世忠    陈  刚    孙冬胜等

# 前 言

《青藏高原大地构造特征及盆地演化》是“青藏高原石油地质综合评价与勘探目标研究”的重要组成部分。说它重要,是因为它不仅与含油气盆地的孕育、发展及其演化的整个过程有着不可分割的依存关系,而且在油气勘探目标的选择和评价上又是一个十分关键的因素。

从构造意义上讲,青藏高原是特提斯构造域中段的组成部分,特提斯构造域,通常是指地史上的欧亚大陆与冈瓦纳大陆之间的广阔海上通道,经历了自晚古生代至新生代的发生、发展和消亡之长期演化而形成,包括阿尔卑斯山、比利牛斯山、亚平宁山、阿特拉斯山、喀尔巴阡山及高加索、帕米尔和喜马拉雅等山系在内的具有全球意义的超级纬向造山构造带。该超级纬向造山构造带,由于它绵延展布,而且记录了欧亚大陆、冈瓦纳大陆和泛华夏大陆及其间众多陆壳碎块的变迁、作用并最终汇聚、拼合、褶皱和隆起的地史过程,而引起了世界大地构造学者的浓厚兴趣;还因为该构造带,尽管只占世界面积的 17%,但却占世界油气总储量的 68%,因此又受到世界石油地质工作者的格外重视。青藏高原位于中亚地区,四周被著名的山系所包围,北面为祁连山、阿尔金山和喀喇昆仑山。其向西绕过帕米尔高原便是伸向西亚地区的兴都库什山。东有龙门山,南及西南为喜马拉雅山,世界最高的珠穆朗玛峰就矗立其中部。青藏高原面积之大、隆起之新、构造之复杂、地质现象之丰富,实为世界所罕见。它不仅拥有自古生代以来各个不同时期地壳岩石圈地块拼合、碰撞之完整和翔实的记录,而且处于平均海拔 4 500m 以上,从而构成了世界上独一无二的地质-地理单元,成为各国地学工作者和探险家窥测、研究地球动力学的窗口和圣地。

中国石油天然气集团公司,从“稳定东部,发展西部”的战略高度出发,自 1993 年着手在前人工作的基础上,对青藏高原进行了多工种的、系统的、全面的石油地质调查和对主要盆地进行了重点的综合勘探工作。五年来,随着勘探工作的快速进展,已获得了包括地壳深部结构信息在内的大量地质、地球化学及地球物理资料,为青藏高原的基础地质研究做出了重要贡献。为了及时进行石油地质综合评价,以正确指导勘探目标的选择,集团公司不失时机地提出在与油气勘探项目运行的同时设立了“青藏高原石油地质综合评价与勘探目标研究”项目,并纳入集团公司“九五”科技攻关项目系列。作为该科技攻关项目组成部分的构造研究课题,则根据青藏高原构造复杂、基础地质薄弱和石油地质研究程度极低的现状,又下设“青藏高原大地构造特征及盆地演化历史研究”(南京大学地球科学系承担)、“羌塘盆地构造及其演化研究”(西北大学含油气盆地研究所承担)、“羌塘盆地火成岩综合研究”(北京石油勘探开发研究院遥感地质研究所与中国地质科学院矿产地质研究所共同承担)及“青藏高原物探资料综合研究”(石油物探局地质研究院承担)四个次级专题。

上述专题,经过三年多时间的努力探索和深入研究,使对青藏高原的大地构造背景、属性、演化特点及与其有着成生联系的石油地质条件的认识,大大向前推进了一步,并且

取得了一系列具体的和综合性的研究成果。此后,构造课题组在各专题研究成果的基础上进行了全面的和系统的总结,并对一些深层次的构造问题作了深入的探讨和归纳,取得了下列主要成果及认识:

1) 青藏高原构造占地理演化研究表明,在早古生代克拉通基础上孕育的晚古生代裂谷化是青藏高原构造演化中具里程碑性质的事件。区内的金沙江裂谷带及沱沱河—诺拉岗日、查布—查桑、雅鲁藏布和旁多等五条裂谷带与古、新特提斯形成、发展有着密切的关系,其中的部分裂谷在演化的鼎盛阶段出现了洋壳。作为新特提斯的雅江洋也是在晚古生代裂谷的基础上发展起来的。

2) 通过地质、地球物理资料的综合研究与对比分析认为,青藏高原区域地球动力学环境以相对稳定的陆块(地块、地体或板块)、沉积盆地与活动带(造山带、构造断裂带及岩浆活动带)三位一体相互依存和彼此影响的有机联合体。这种有机联合体随着构造的演化而改变着其空间位置与相互关系。因此,陆块、盆地及活动带是青藏高原沉积体系、构造属性、变形特点与岩浆活动规律研究的重要基础。经对本地区沉积—构造体系、构造变形特点和岩浆活动规律的系统研究认为,青藏高原非属经典的、典型的威尔逊板块构造演化模式,而是一种别具一格的羌塘旋回,即为:微板块→弱扩张→小洋盆→缓闭合→软碰撞→高隆升;这种模式在青藏高原或特提斯构造域前第三纪演化过程中具有一定的代表性。

3) 系统的古地磁、沉积体、古生物群及众多构造信息研究表明,青藏高原主要地体(微板块或地块)经离散和总体由南而北嵌贴而构成,认为青藏高原的构造变形是多期次渐进式的,而其变形机制表现为台阶式逆冲断层与其相关的褶皱。表层如此,地壳的中、上层甚至岩石圈也相类似。其根本原因在于岩石圈结构的分层性和由此而产生的众多滑脱面。与此有关的青藏高原新构造运动的最大特点是,逆冲、伸展和走滑三者变形共存的局面,不仅活动的时间长,而且强度也较大。

4) 地球物理资料综合分析表明,青藏高原重、磁、电、震在异常特征上具有一定的可比性,首先表现在其异常的主体呈近东西走向,而沿近东西走向上又存在不连续的相应变化带,这就反映了地壳在南北向上的分带性和东西向上的分块性特点。其次反映高原内深约 20km 处普遍存在低速、低阻层,尽管该低速、低阻层在横向有一定的起伏变化,但反映了地壳在纵向上的分层性特点,并指示地壳在该深处存在一构造滑动面。研究表明,上述特点对中生代沉积盆地的形成和后来的构造变形都有明显的控制作用。

5) 在青藏高原构造演化研究的基础上,深入探讨了羌塘盆地的性质、形成历史及构造演化特征。① 阐明了羌塘盆地所处的大地构造环境和控制羌塘盆地晚三叠世至侏罗纪盆地形成的动力学条件;② 阐明了羌塘地体早古生代发育克拉通盆地及晚古生代发育裂谷盆地的构造属性;③ 揭示了羌塘盆地早三叠世至侏罗纪主要时期的沉积-构造演化过程和原盆地的性质;④ 探讨了羌塘地体变形的边界条件,研究和总结了羌塘盆地的构造旋回、期次及构造变形与后期改造的基本特点和规律,进行了盆地的二级构造单元划分,并对盆地中的构造要素作了全面的统计与分类,为油气远景评价提供了构造方面的依据;⑤ 以综合构造因素为基础,后期改造为主要条件,结合生储盖组合,对羌塘盆地含油远景进行了目标评价,认为北羌塘拗陷北部的托纳木背斜、金星湖背斜等为最有利勘探目标。

6) 深入分析和研究了拉萨联合地体(或地块)的结构和构造特征,揭示了它的形成和

演化过程。① 综合运用地质、地球物理资料,识别出旁多地体的存在;② 综合运用地层学、沉积学、岩石学和构造学资料论证了措勤地块和比如地块之间的系统性差别,分析了引起两者差别的原因,提出了措勤地块是从原措勤—比如地块南部分裂出来,并从比如地块和旁多地块之间向西挤出逃逸而成的新论断;③ 论证了措勤地块上外来的推覆岩块,并系统的划分了措勤盆地和比如盆地的次级构造单元,初步揭示了地体构造变形的基本特征。

7) 综合运用国内外最新构造学资料揭示了喜马拉雅板块的结构、构造特点和形成演化历史。

8) 在青藏高原大地构造特征研究的基础上,探讨了中生代沉积盆地形成的构造条件、盆地的性质和特征。划分出被动陆缘冒地斜盆地、前陆盆地、背驮盆地、弧后-前陆盆地、弧间盆地、弧前盆地、走滑盆地及板内断陷盆地等多种成因类型。

9) 在构造分析和盆地分析的基础上,采用 5 个参数对青藏高原主要盆地进行了量化评价,提出了油气勘探的重点盆地及盆内油气远景区带和若干有利的局部构造。

显然,上述所列只是本书在当前资料研究基础上的认识,事实上不同学者目前对青藏高原中生代构造的认识是有差异的,归纳起来至少有二种,其一认为青藏高原中生代曾发生过大陆裂解、离散,以及离散板块(或地块)再消减聚合或拼接增生。即发生过多期次的威尔逊旋回;其二认为青藏高原在晚古生代海西运动与欧亚大陆拼合后,中生代虽然经历过威尔逊旋回早期大陆裂谷发展阶段,但最多只达红海型的陆间裂谷,而并未达到海底扩张的大洋阶段,当然也没有可能发生更晚期的消减聚合过程。换言之,在海底尚未扩张之前就已夭折,只是后期受到被动挤压,实属非完整之威尔逊旋回。但我们认为,作为地质科学工作者,忠实于本地区所获得的实际地质资料,并以此为根据提出某种观点,或得出某种结论是一种可取的科学态度。就本书的作者而言,对上述的观点和认识也并非完全一致,为此本书特辟专论一篇(第三篇)以抒其见。

本书是在各构造专题研究成果,特别是“青藏高原大地构造特征及盆地演化历史研究”成果基础上编写而成的,是一项包括数以千计野外地质、物探施工人员和 80 余名直接参加各构造专题研究人员共同努力而取得的集体成果。全书约 75 万字(含插图 248 幅),分三篇。第一篇为青藏高原大地构造特征,由七章构成,第二篇为含油气盆地演化及其油气远景,由五章构成,第三篇为羌塘盆地构造问题专论,由遥感、物探及盆地后期改造和羌塘中央隆起物质组成四方面内容组成。本书前言由叶和飞编写,第一篇第四章青藏高原地球物理场和深部构造特征由王宜昌、夏邦栋编写,第一、二篇的其他章节均由叶和飞、夏邦栋编写,第三篇分别由叶和飞、王宜昌(等)、刘池阳(等)、李才编写。本书由叶和飞统稿。

这里需要特别提出的,在本构造课题研究过程中曾得到中国科学院院士李德生教授、田在艺教授及北京石油勘探开发研究院譙汉生教授、常承永教授、张金泉教授、甘克文教授等的热情支持和帮助。此外,书的全部文稿由陈晓莉打印完成,插图由北京石油勘探开发研究院遥感所制图室及华北石油管理局地质勘探开发研究院共同制作完成,在此一并致谢。

由于作者编写水平有限,谬误之处在所难免,诚请读者批评指正。

# 目 录

## 前言

## 第一篇 青藏高原大地构造特征

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| <b>第一章 青藏高原古地理</b> .....       | (1)  |
| 第一节 奥陶纪古地理.....                | (1)  |
| 第二节 志留纪古地理.....                | (4)  |
| 第三节 泥盆纪古地理.....                | (7)  |
| 第四节 石炭纪古地理.....                | (9)  |
| 第五节 二叠纪古地理 .....               | (12) |
| 一、早二叠世.....                    | (12) |
| 二、晚二叠世.....                    | (15) |
| 第六节 三叠纪古地理 .....               | (17) |
| 一、早、中三叠世 .....                 | (17) |
| 二、晚三叠世.....                    | (20) |
| 第七节 侏罗纪古地理 .....               | (23) |
| 一、早侏罗世.....                    | (23) |
| 二、中、晚侏罗世 .....                 | (25) |
| 第八节 白垩纪古地理 .....               | (28) |
| 一、早白垩世.....                    | (28) |
| 二、晚白垩世.....                    | (31) |
| 第九节 第三纪古地理 .....               | (33) |
| <b>第二章 青藏高原岩浆活动基本特征</b> .....  | (36) |
| 第一节 花岗岩类的产出概况与花岗岩带的划分 .....    | (36) |
| 第二节 各花岗岩带的基本特征 .....           | (39) |
| 一、喜马拉雅拉轨岗日花岗岩带 .....           | (39) |
| 二、冈底斯花岗岩带 .....                | (41) |
| 三、藏北—念青唐古拉花岗岩带 .....           | (43) |
| 四、唐古拉—东达山花岗岩带.....             | (45) |
| 第三节 各花岗岩带对比及其地质意义 .....        | (47) |
| 第四节 青藏高原火山岩的基本特征 .....         | (49) |
| 一、引张背景下的火山岩 .....              | (49) |
| 二、挤压背景下的火山岩 .....              | (52) |
| 第五节 青藏高原岩浆活动与威尔逊旋回 .....       | (55) |
| <b>第三章 青藏高原变质作用及基本特征</b> ..... | (57) |

|                                        |              |
|----------------------------------------|--------------|
| 第一节 断裂区域变质作用及变质带划分 .....               | (57)         |
| 一、断裂区域变质作用的基本特点 .....                  | (57)         |
| 二、变质作用类型及变质带划分 .....                   | (58)         |
| 第二节 青藏高原变质地带各论 .....                   | (60)         |
| 一、高喜马拉雅变质地带 .....                      | (60)         |
| 二、拉轨岗日变质地带 .....                       | (60)         |
| 三、雅鲁藏布江变质地带 .....                      | (62)         |
| 四、冈底斯变质地带 .....                        | (62)         |
| 五、日土—班戈—怒江变质地带 .....                   | (63)         |
| 六、双湖—澜沧江变质地带 .....                     | (63)         |
| 七、可可西里变质地带 .....                       | (64)         |
| 八、金沙江变质地带 .....                        | (64)         |
| 第三节 青藏高原变质作用的基本规律 .....                | (64)         |
| 一、变质作用受断裂活动控制,空间上呈带状分布 .....           | (64)         |
| 二、变质作用的多期性和叠加改造作用的重要性 .....            | (65)         |
| 三、变质作用的多成因类型 .....                     | (65)         |
| 四、变质作用研究对认识中生代两条陆内 A 型俯冲带存在的意义 .....   | (66)         |
| <b>第四章 青藏高原地球物理场和深部构造特征 .....</b>      | <b>(67)</b>  |
| 第一节 青藏高原重磁场特征 .....                    | (67)         |
| 一、重力特征 .....                           | (67)         |
| 二、磁场特征 .....                           | (75)         |
| 三、电性层特征 .....                          | (78)         |
| 第二节 羌塘盆地壳内低阻高导层特征 .....                | (82)         |
| 一、具层状块体结构 .....                        | (82)         |
| 二、低阻层平面上具有南北两分特点 .....                 | (83)         |
| 三、平面上具有东西分块的特征 .....                   | (84)         |
| 四、电性与磁性特征对比分析 .....                    | (84)         |
| 五、地形与壳内低阻层之间的对比 .....                  | (84)         |
| 六、重力与壳内低阻层之间的对比 .....                  | (85)         |
| 第三节 青藏高原主要构造单元的地球物理特征 .....            | (86)         |
| 一、主要断裂带地球物理特征 .....                    | (86)         |
| 二、大型地块地球物理特征 .....                     | (94)         |
| <b>第五章 青藏高原三大缝合带及对拉萨地体形成的新认识 .....</b> | <b>(102)</b> |
| 第一节 龙木错—金沙江缝合带 .....                   | (102)        |
| 一、龙木错—金沙江缝合带的基本特点 .....                | (102)        |
| 二、龙木错—金沙江缝合带的形成时代 .....                | (103)        |
| 三、龙木错—金沙江缝合带是冈瓦纳陆块与华夏陆块的分界线 .....      | (105)        |
| 第二节 班公错—怒江缝合带 .....                    | (107)        |
| 一、班公错—怒江缝合带——消失了的边缘海 .....             | (107)        |

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| 二、班公错—怒江缝合带中的小型地体                       | (110) |
| 三、班公错—怒江缝合带的剪刀式开、合作用                    | (113) |
| 第三节 雅鲁藏布江缝合带                            | (115) |
| 一、雅鲁藏布江缝合带的分带性                          | (115) |
| 二、雅鲁藏布江缝合带中的小型地体                        | (117) |
| 三、雅鲁藏布江缝合带的演化                           | (119) |
| 第四节 对拉萨地体形成和演化特征的新认识——措勤地体、比如地体、旁多地体的识别 | (122) |
| 一、纳龙—凯蒙断裂——拉萨联合地体内的一条缝合带                | (122) |
| 二、拉萨联合地体——比如地体、旁多地体、措勤地体的甄别             | (128) |
| 三、拉萨联合地体的形成与演化                          | (131) |
| <b>第六章 青藏高原构造单元划分及主要构造单元之特征</b>         | (133) |
| 第一节 青藏高原构造单元的划分                         | (133) |
| 一、构造单元的划分标志                             | (133) |
| 二、构造单元划分方案                              | (134) |
| 第二节 羌塘地体的构造特征                           | (137) |
| 一、羌塘地体概况                                | (137) |
| 二、羌塘地区构造带划分及其典型构造研究                     | (138) |
| 三、羌塘地区构造滑脱面的确定及平衡剖面的制作                  | (149) |
| 四、羌塘地体滑覆伸展构造的识别及其意义                     | (150) |
| 五、羌塘地区盖层构造变形期次厘定                        | (152) |
| 六、昌都地区构造带划分及构造变形特征                      | (155) |
| 七、查桑—双湖逆冲岩席初步论证                         | (158) |
| 第三节 比如地体与措勤地体构造变形                       | (160) |
| 一、比如地体概况                                | (160) |
| 二、比如地体构造带划分及其典型构造研究                     | (160) |
| 三、措勤地体概况                                | (166) |
| 四、措勤地体构造带划分及典型构造研究                      | (166) |
| 五、措勤地体构造变形的基本特点                         | (175) |
| 六、比如地体及措勤地体盖层构造变形期次厘定                   | (175) |
| 第四节 喜马拉雅地体的构造特征                         | (176) |
| 一、喜马拉雅地体的构造分带                           | (176) |
| 二、喜马拉雅地体的平衡地质剖面与造山缩短量估算                 | (179) |
| 三、喜马拉雅地体的伸展构造                           | (179) |
| <b>第七章 青藏高原构造演化</b>                     | (180) |
| 第一节 特提斯概念回顾                             | (180) |
| 第二节 晚古生代裂谷化                             | (181) |
| 一、裂谷作用的沉积-构造学分析                         | (181) |
| 二、裂谷的分布及其演化                             | (184) |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 第三节 青藏高原主要地体的拼贴演化·····          | (187) |
| 一、古特提斯的构造演化·····                | (187) |
| 二、新特提斯的构造演化·····                | (190) |
| 第四节 青藏高原新构造运动特点与隆升机制浅探·····     | (193) |
| 一、青藏高原新构造运动的一般特点·····           | (193) |
| 二、南北向伸展断裂构造带·····               | (195) |
| 三、青藏高原隆升机制浅探·····               | (198) |
| 第五节 青藏高原构造变形的基本规律·····          | (200) |
| 一、构造变形机制主要为台阶式逆冲断层及其相关褶皱作用····· | (200) |
| 二、各个地体内部构造变形具有明显的分带性·····       | (201) |
| 三、各个地体内部具有醒目的对冲式构造格局·····       | (201) |
| 四、构造变形作用具有多期性和渐进性·····          | (202) |

## 第二篇 含油气盆地演化及其油气远景

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 第八章 盆地划分·····              | (203) |
| 第一节 盆地划分原则·····            | (204) |
| 一、时代原则·····                | (204) |
| 二、构造背景原则·····              | (205) |
| 三、边缘相原则·····               | (205) |
| 四、控盆断裂原则·····              | (205) |
| 五、有效性原则·····               | (206) |
| 第二节 盆地划分方案·····            | (206) |
| 第九章 羌塘地体上的盆地·····          | (208) |
| 第一节 羌北前陆盆地和羌南冒地斜盆地·····    | (208) |
| 一、羌塘盆地形成的区域构造背景和动力学条件····· | (208) |
| 二、羌塘盆地的结构·····             | (210) |
| 三、羌塘盆地的沉积-构造演化·····        | (214) |
| 四、羌北前陆盆地和羌南冒地斜盆地比较·····    | (215) |
| 五、羌塘盆地基底(古生代及早中生代)的演化····· | (216) |
| 第二节 昌都盆地·····              | (219) |
| 一、盆地概况·····                | (220) |
| 二、沉积特征·····                | (221) |
| 三、背驮盆地的概念·····             | (221) |
| 四、作为背驮盆地的证据·····           | (222) |
| 五、盆地形成机理·····              | (225) |
| 第三节 左贡盆地·····              | (227) |
| 一、盆地概况·····                | (227) |
| 二、沉积特征及其与昌都盆地的比较·····      | (228) |
| 三、盆地的成因·····               | (229) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 四、盆地的演化 .....                | (230) |
| <b>第十章 拉萨联合地体上的盆地</b> .....  | (233) |
| 第一节 蚀源区研究 .....              | (233) |
| 一、薄片岩石学研究 .....              | (233) |
| 二、人工重砂矿物研究 .....             | (255) |
| 第二节 仓木错—它日错盆地 .....          | (260) |
| 一、盆地概况 .....                 | (260) |
| 二、盆地的基底 .....                | (261) |
| 三、盆地的沉积系统 .....              | (263) |
| 四、盆地形成的构造背景 .....            | (267) |
| 五、盆地的演化 .....                | (271) |
| 第三节 比如盆地 .....               | (273) |
| 一、盆地概况 .....                 | (273) |
| 二、盆地的基底 .....                | (275) |
| 三、盆地的沉积系统 .....              | (276) |
| 四、比如盆地与仓木错—它日错盆地比较 .....     | (279) |
| <b>第十一章 喜马拉雅地体上的盆地</b> ..... | (283) |
| 第一节 喜马拉雅被动陆缘的基本特征 .....      | (283) |
| 一、被动陆缘的基底 .....              | (283) |
| 二、被动陆缘的沉积作用 .....            | (283) |
| 三、被动陆缘之地层 .....              | (286) |
| 第二节 岗巴—定日盆地 .....            | (287) |
| 一、盆地概况 .....                 | (287) |
| 二、盆地的沉积系统 .....              | (287) |
| 三、白垩纪—第三纪沉积环境分析 .....        | (291) |
| 四、盆地的构造变形 .....              | (293) |
| 第三节 札达盆地 .....               | (296) |
| 一、盆地概况 .....                 | (296) |
| 二、盆地基底及其沉积环境 .....           | (296) |
| 三、盆地的构造概貌 .....              | (298) |
| <b>第十二章 青藏高原油气远景探讨</b> ..... | (300) |
| 第一节 总论 .....                 | (300) |
| 第二节 羌塘盆地油气远景 .....           | (301) |
| 一、油气生储盖组合 .....              | (302) |
| 二、烃源岩及有机质成熟度 .....           | (304) |
| 三、油气勘探远景区及勘探目标选择 .....       | (305) |
| 第三节 比如盆地油气远景 .....           | (311) |
| 一、油气生储盖组合 .....              | (311) |
| 二、烃源岩及有机质成熟度 .....           | (311) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 三、油气勘探远景区 .....         | (312) |
| 第四节 仓木错—它日错盆地油气远景 ..... | (313) |
| 一、油气生储盖组合 .....         | (313) |
| 二、烃源岩及有机质成熟度 .....      | (314) |
| 三、油气勘探远景区选择 .....       | (314) |
| 第五节 岗巴—定日盆地油气远景 .....   | (316) |
| 一、油气生储盖条件 .....         | (316) |
| 二、关于有利地区 .....          | (318) |
| 第六节 其他有利的油气远景区 .....    | (319) |
| 一、昌都背驮盆地 .....          | (319) |
| 二、振泉湖盆地和北麓河沿盆地 .....    | (320) |

### 第三篇 羌塘盆地构造问题专论

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| <b>第十三章 青藏高原羌塘—昌都地块遥感构造分析 .....</b> | <b>(321)</b> |
| 第一节 青藏高原宏观遥感地质特征 .....              | (321)        |
| 一、青藏高原形态特征 .....                    | (321)        |
| 二、青藏高原宏观结构特征 .....                  | (323)        |
| 第二节 羌塘—昌都地块形态特征及其边界条件 .....         | (326)        |
| 一、羌塘—昌都地块为次级平卧“S”形构造 .....          | (326)        |
| 二、“S”形构造的边界条件 .....                 | (326)        |
| 第三节 羌塘—昌都地块的深部结构及其特点 .....          | (328)        |
| 一、遥感的宏观特征及其地质地球物理场 .....            | (328)        |
| 二、环块状构造的成因及其在变形场中的特点 .....          | (331)        |
| 第四节 盖层变形特征及其时空规律 .....              | (333)        |
| 一、褶皱构造的特征及其空间变化 .....               | (333)        |
| 二、断裂构造的特征及其空间变化 .....               | (335)        |
| 三、构造配套及断裂构造力学性质转化分析 .....           | (343)        |
| 第五节 构造变形的动力学条件与构造应力场 .....          | (347)        |
| 一、构造变形的动力学条件 .....                  | (347)        |
| 二、构造应力场 .....                       | (347)        |
| <b>第十四章 羌塘盆地电性层特征及构造单元划分 .....</b>  | <b>(354)</b> |
| 第一节 典型视电阻率曲线和阻抗相位曲线 .....           | (353)        |
| 第二节 羌塘盆地视电阻率、阻抗相位剖面特征 .....         | (353)        |
| 一、MT234+C 测线 .....                  | (355)        |
| 二、BOSTIC 反演剖面图 .....                | (355)        |
| 三、羌塘盆地视电阻率、阻抗相位剖面图整体特征 .....        | (355)        |
| 第三节 基底电阻率分布图 .....                  | (356)        |
| 第四节 电性层标定 .....                     | (356)        |
| 第五节 主要电性层平面特征 .....                 | (357)        |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 第六节 构造单元划分意见                      | (357) |
| 一、划分的原则                           | (357) |
| 二、具体方案                            | (357) |
| <b>第十五章 羌塘中生代海相盆地后期改造</b>         | (360) |
| 第一节 改造盆地研究和油气评价的思路                | (360) |
| 一、研究意义和核心问题                       | (360) |
| 二、研究与评价的思路及程式                     | (361) |
| 第二节 羌塘盆地的后期改造                     | (363) |
| 一、盆地后期改造的阶段和形式                    | (363) |
| 二、盆地反转阶段                          | (364) |
| 三、新生代盆地的进一步改造阶段                   | (372) |
| 第三节 盆地后期改造与周邻构造单元的响应关系            | (377) |
| 一、块、盆、带系统动力学                      | (377) |
| 二、盆地演化与周邻构造单元活动的响应关系              | (377) |
| 三、盆地改造与周邻构造单元活动的响应关系              | (379) |
| 第四节 羌塘盆地改造强度与区划                   | (384) |
| 一、改造强度确定的原则                       | (384) |
| 二、羌塘盆地改造强度区划                      | (389) |
| <b>第十六章 羌塘中央隆起区物质组成、构造演化及主要分歧</b> | (393) |
| 第一节 羌塘中央隆起区的前侏罗纪地层系统              | (393) |
| 一、关于前泥盆系                          | (393) |
| 二、羌南区亲冈瓦纳大陆域地层系统                  | (395) |
| 三、羌北区亲冈瓦纳大陆域地层系统                  | (399) |
| 第二节 羌塘中央隆起羌南区冰海杂砾岩的时代与成因          | (400) |
| 一、研究简史                            | (400) |
| 二、区域对比                            | (401) |
| 三、砾石成分与同位素年龄                      | (402) |
| 四、冰海杂砾岩的成因讨论                      | (403) |
| 五、冰海杂砾岩的时代归属                      | (404) |
| 第三节 中央隆起区的岩浆岩                     | (405) |
| 一、基本特征概述                          | (405) |
| 二、中央隆起区的基性侵入岩                     | (405) |
| 三、中央隆起带的火山岩                       | (406) |
| 第四节 羌塘中央隆起区变质岩及变形作用初步研究           | (408) |
| 一、变质岩的分布                          | (408) |
| 二、变质岩产出地质条件简述                     | (408) |
| 三、变形研究                            | (410) |
| 第五节 同位素年代学研究                      | (412) |
| 一、同位素年代学研究的针对性                    | (412) |

|                                                       |       |
|-------------------------------------------------------|-------|
| 二、钐-钕法与镁铁、超镁铁岩类年龄测定 .....                             | (413) |
| 三、铷-锶法与基性岩类年龄测定 .....                                 | (415) |
| 四、单颗粒锆石铀-铅同位素年龄测定 .....                               | (417) |
| 五、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄测定与结果讨论 ..... | (418) |
| 六、关于戈木日和果干加年日地区单颗粒锆石同位素年龄测定的讨论 .....                  | (420) |
| 七、同位素测年工作思考 .....                                     | (421) |
| <b>第六节 羌塘中央隆起区的构造演化阶段划分与演化历史分析</b> .....              | (422) |
| 一、羌塘中央隆起区构造演化阶段划分 .....                               | (422) |
| 二、羌塘中央隆起区构造演化历史 .....                                 | (422) |
| 三、羌塘中央隆起演化过程对羌塘盆地的影响 .....                            | (426) |
| <b>主要参考文献</b> .....                                   | (428) |
| <b>英文摘要</b> .....                                     | (438) |
| <b>图版 I ~ VI</b> .....                                |       |

# 第一篇 青藏高原大地构造特征

## 第一章 青藏高原古地理

了解一个地区不同时期古地理特征是研究和认识该区大地构造和盆地演化规律的基本方法,因此系统阐述青藏高原古地理的演化特征是本专著的重要内容之一。尤其通过大规模的油气地质综合调查,在新的地层资料不断补充和丰富的情况下,古地理条件的研究和图件的编制更趋成熟。在这之前,《青藏高原地图集》(中国科学院地理研究所,1990)、《青藏高原构造演化》(刘增乾等,1990)两种著作中有过小比例尺( $\leq 1/1500$  万)简略反映主要时期海陆分布状况的古地理图,前者 9 幅、后者 5 幅。1992 年刘训等在上述成果的基础上又进一步编制了比例尺与之相当的古地理图 8 幅,反映在《青藏高原沉积构造演化》一书中,它不仅勾绘了青藏高原主要时期海陆分布的轮廓,而且加附了有关沉积特征的相应说明。但上述图件比例尺过小,且限于使用的资料(截止 1990 年),内容较为粗略,难以满足构造分析对古地理图的要求。

本章将在上述成果的基础上,充分利用最近获得的地层新资料,并以构造思想为指导编制能较好反映青藏高原古地理演化的新一轮古地理图。为具有完整性,特将成图的范围向北扩大至昆仑山地区,现根据资料的多寡和利于构造演变分析,编制了自奥陶纪至第三纪各时期的古地理图 13 幅。其中考虑到晚古生代至中生代是青藏高原构造演变的重要时期,因此二叠纪按早、晚世,三叠纪按早、中和晚世,侏罗纪按早和中晚世及白垩纪按早、晚世作为编图单位,其余则以纪为单位。

### 第一节 奥陶纪古地理

青藏高原奥陶系分布较零星,各地发育情况不一,以藏南喜马拉雅地区发育较为完整,其余地区多残缺不全。

青海柴达木盆地以南的北昆仑地区出露上奥陶统祁漫塔格群,分布于祁漫塔格山一带,局部延入新疆境内。其岩性以浅变质砂岩及板岩为主,夹结晶灰岩、硅质岩,向上为玄武岩及白云岩,生物化石有头足类及珊瑚等,厚度 $>3\ 100\text{m}$ ,属半深海碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩相。显示祁漫塔格群是在较动荡的环境下形成,沉积同时海底发生裂陷作用。此系塔里木—柴达木稳定地块边缘的构造活动带,推测可能位于火山弧或弧后区。

南昆仑山地区的奥陶系可以纳赤台附近发育的上奥陶统纳赤台群为代表。该群岩性主要由浅变质砂、页岩及碳酸盐岩组成,具有复理石韵律构造。下部以砂岩与板岩互层为主,上部砂岩增多,灰岩则多呈透镜状分布,含珊瑚及腹足类,总厚 $>2\ 200\text{m}$ 。据其特征分析应为过渡型半深海碎屑岩夹碳酸盐岩相,可能属被动陆缘斜坡的产物。

羌塘地区未见奥陶系出露,然而可见较深变质岩系断续分布,推测奥陶纪时为一隆起古陆。古陆东南于藏东江达县青泥洞及芒康县一带有下奥陶统青泥洞组,呈北北西—南南东向展布。其岩性主要为板岩、砂岩及碳酸盐岩,厚度 $>1\,954\text{m}$ 。青泥洞组下部含有与滇西相关地层产出相似的笔石,具扬子型笔石动物群的特征;上部主要以底栖介壳生物为主,其中亦多属扬子区常见分子。青泥洞组代表海湾沉积环境。由此推测,这一带可能属扬子地块西缘,与滇西海槽相通,奥陶纪初接受了扬子古海域的海水侵袭。羌塘古陆以西的龙木错—邦达错一带分布上奥陶统饮水河组,厚度 $>1\,397\text{m}$ 。其岩性以石英砂岩、岩屑石英砂岩夹粉砂岩及板岩为主,主要含三叶虫及腕足类等底栖介壳生物化石,其中有扬子区常见的分子。由此显示这里属过渡类型滨-浅海砂岩夹页岩相,碎屑物质可能来源于附近的羌塘古陆。

冈底斯—念青唐古拉地层区,奥陶系出露零星。申扎县门德俄玛一带仅发育上奥陶统日阿觉玛群。该群可分三组,自下而上为柯尔多组、刚木桑组及申扎组,总厚 $>50\text{m}$ ,为浅海碳酸盐岩夹泥质岩相,属稳定类型的沉积。含有头足类、腕足类、三叶虫及笔石等。这一生物群面貌具有扬子区生物群特征,表明本区与扬子古海域有通道相连。本区东部的察隅、波密一带出露的奥陶系仅为下奥陶统桑曲组,其岩性以灰岩为主,厚度 $>178\text{m}$ ,含腕足类,其中多为扬子区常见分子。

藏南喜马拉雅地区为青藏高原奥陶系发育最全的地区。分布于亚东、聂拉木、普兰及札达县幕霞山一带的奥陶系,自下而上分为下统甲林组及阿来组和上统沟陇日组及红山头组,与志留系、寒武系均呈整合接触。区内奥陶系总厚度近 $1\,000\text{m}$ ,由碳酸盐岩、砂岩、砂质页岩等组成,属稳定类型浅海碳酸盐岩夹砂岩相,主要在浅水大陆架环境下形成。其中所含生物门类丰富,包括头足类、腕足类、三叶虫、腹足类、珊瑚及牙形类等,内除地方性属种外,下统生物群具较明显的华北型特征,但也混有扬子型的分子,上统生物群则带有较明显的扬子型生物群特征。位于札达西南国境线附近的达巴劳—下拉孜一带所出露的奥陶系发育亦甚完整,包括下统的达巴劳下组和达巴劳上组以及上统的下拉孜下组和下拉孜上组,总厚度 $>2\,932\text{m}$ 。该区奥陶系中碎屑岩占绝对优势,夹少量碳酸盐岩,属滨-浅海碎屑岩相,其碎屑物来源于近喜马拉雅主脉一带断续分布的小型古陆。下拉孜下组底部砂岩中交错层理、波痕及泥裂等沉积构造发育,并含 *skolithus* 遗迹相的代表分子,为线形针管迹等化石,明显反映出潮间高能滨海环境。

据岩相及生物群分析,喜马拉雅和冈底斯—念青唐古拉两区在早奥陶世为一整体,同属冈瓦纳大陆的北缘,为一稳定的陆表海域(冈底斯—喜马拉雅海)。海水由古地中海经克什米尔进入藏南,并经新疆至内蒙古一带有渠道与华北海连通;来自扬子海域的海水有通道进入藏东,在藏南形成独特的沉积类型和生物群。

由上所述,奥陶纪时青藏高原北部处于北方大陆边缘,除由于裂隙活动,使南、北昆仑区分离,形成北昆仑地区活动型祁漫塔格群和南昆仑地区过渡型纳赤台群沉积。高原中部及南部除部分地区,如羌塘地区为一隆起古陆,藏东青泥洞一带处于扬子陆块西部大陆边缘,在相对动荡环境下形成早奥陶世过渡型沉积外,大部分地区为一较稳定且具陆表海性质的海域,其海水分别来自滇西海槽以及西部克什米尔一带在海水通道口附近或海侵边缘地带往往形成砂、泥质为主的沉积,如拉竹龙一带和狮泉河等地;藏北和藏南大部分地区形成碳酸盐岩-碎屑岩沉积,其中雅鲁藏布江以南的北喜马拉雅区碎屑岩中砂岩较多,