

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

五 构造地质 地质力学

第4号

喜马拉雅岩石圈构造演化

西藏活动构造

中国地质科学院 主编

熊国林 著

地质出版社

序

青藏高原位于亚洲大陆的南部，地处巨型特提斯-喜马拉雅构造域的东段。由于它具有独特的自然地理环境和复杂的地壳结构，长期以来就引起国际地学界的瞩目，成为地球科学家们竞相探索的对象，围绕着它的成因和某些特殊地质现象的解释，曾经提出过这样、那样的推论和假说，不止一次地展开过激烈的论争。早在19世纪末叶，喜马拉雅山就被地质和地球物理学家当作地壳均衡论的例证；而巨型推覆构造的发现，更激发了众多地质学家深入探索的兴趣。特别是本世纪六十年代以来，由于国际合作“上地幔”计划的完成和“地球动力学”计划的实施，板块构造学说的兴起，这里更被视为研究和解决造山带地质演化和大陆板块岩石圈发展模式的理想地区，是解决亚洲乃至全球构造问题的一个关键地区。这或许就是近年来国际地学界掀起“青藏高原热”的真正原因。

青藏高原是世界上形成时代最晚、面积最大的高原，总面积200多万平方公里，平均海拔高度4500米，蕴藏有巨大远景的铬、铁、有色金属、贵重金属、硼、锂等重要矿产资源。喜马拉雅山是世界上最高的山系，东西绵亘2,500公里，平均海拔高度6,000米。青藏高原和喜马拉雅山丰富多彩的地质现象和极其特殊的构造群体组合，是举世罕见的。高原的崛起，堪称我们这个星球晚近地质时代最伟大的地质事件之一。因此，研究和查明青藏高原地质构造特征和地壳上地幔形成演化规律，查明高原隆升机理及其对环境的影响，对于本区矿产资源的勘查、开发，国土整治和环境预测以及发展地球科学理论，都具有不可忽视的意义和作用。

我国政府和各有关地质部门十分重视青藏高原的地质调查研究工作。早在五十年代初期，以李璞教授为首的中国科学院西藏工作队地质组就在西藏中、东部进行了历时两年的路线地质调查。以后，地质部在柴达木盆地和川西、藏东、藏南等地，开展了石油普查和区域地质矿产的调查；中国科学院等单位在祁连山进行了路线地质调查研究工作。

青藏高原大规模的地质调查研究工作是从六十年代开始的。1960—1961年、1963年和1966—1968年，中国科学院三次组织综合考察队和科学考察队，对西藏和希夏邦马峰、珠穆朗玛峰及其毗邻地区进行了地层古生物、岩石、构造等多学科的地质考察。青海、甘肃、西藏、四川、云南等省、自治区地质局在广阔地区内开展了中、小比例尺的地质调查和矿产普查，会同有关科研单位完成了除西藏以外的各个地区百万分之一（温泉幅、玉树幅、昌都幅、重庆幅等）地质矿产图件的编、测工作和若干二十万分之一图幅的地质矿产调查工作。中国地质科学院和四川、青海、新疆地质局在川西、西藏等地进行了区域地质综合研究和铬铁矿、石油、煤等矿产普查工作。地质部航空物探大队自1969年开始在东经88—94°，北纬29—33°范围内进行了二十万分之一的航空磁测工作。

七十年代，除各有关省、自治区地质局继续在更大范围开展中比例尺地质调查和若干矿种的普查、勘探工作以外，进行了拉萨幅、日喀则幅及西昆仑山等地百万分之一的地质填图工作。中国地质科学院会同有关地质局、队在西藏、祁连山等地开展了以基性、超基性岩及铬铁矿为主的专题研究，进行了格尔木—拉萨路线地质调查和青海、川西、藏东铁、

铜矿产的专题研究。中国科学院于1973—1976年再次组织综合考察队，在藏南、藏北进行了更广泛的地质、地球物理的调查研究工作，并编纂出版了系列专著。

从1980年开始，我国各有关部门在青藏高原开展了第二轮大规模的地质和地球物理的调查研究工作。地质矿产部和中国科学院与法国科研中心进行了“喜马拉雅岩石圈构造演化”的合作研究，地质矿产部青藏高原地质调查研究队对整个青藏高原及其周边地区的地质矿产开展了深入的调查研究。与此同时，地质矿产部青藏高原地质调查大队会同有关省、自治区地质矿产局加强了对已有成果的综合研究，于1980年编制出版了一百五十万分之一的青藏高原地质图，编纂出版了“青藏高原地质文集”和“青藏高原区域地层简表”等专论和专著，比较全面、系统地总结了青藏高原已经积累的地质调查和地质科学研究的丰富成果。

中法“喜马拉雅地质构造与地壳上地幔形成演化”合作研究，是一次大规模的多学科、多工种的综合地质调查研究工作。在实际调查研究和综合分析地质、地球物理、地球化学研究成果的基础上，对青藏高原的构造特征和隆升机理进行了较系统的阐述。在此基础上，并搜集研究前人和邻区资料，编撰成为一套专著出版，这是中法合作研究所取得的多方面的、引人瞩目的科学成果。

(一) 在地层古生物研究方面，取得了突破性进展，完善了喜马拉雅地区和藏北申扎地区古生代地层系统；进一步证实了冈底斯地区古生界属冈瓦纳相稳定类型沉积；特别是对藏北石炭二叠纪冰海相沉积和冷水型动物群的深入研究，为冈瓦纳大陆的演化及其与欧亚古陆的分界提供了新的依据；古生代牙形石和冷水型珊瑚群的系统研究，不仅为地层层序划分和确定冈瓦纳大陆北界提供了依据，而且使本区成为当前世界上冷水型珊瑚群研究最详细地区之一。

(二) 发现并详细研究了申扎地区奥陶—志留系界线剖面，定日志留—泥盆系界线剖面，聂拉木泥盆—石炭系界线剖面 and 古错侏罗—白垩系界线剖面。这些界线剖面地层层序完整，化石丰富，具有建立界线层型剖面所必备的地质条件。它们不仅为探讨青藏高原和特提斯—喜马拉雅构造带的地质构造演化历史提供了宝贵资料，而且为争取在我国建立某些地层的界线层型剖面，增加了候选剖面。

(三) 通过堆晶辉长岩、岩浆房、岩墙岩床群、斜长花岗岩的发现以及地层古生物学、岩石矿物学、地球化学及微构造学的深入研究，建立了雅鲁藏布江完整的蛇绿岩剖面，为我国乃至世界蛇绿岩研究提供了典型实例。

(四) 雅鲁藏布高压低温兰闪石片岩带和冈底斯高温变质带的详细研究及其矿物组合的确定和划分，从地层、岩石矿物、地球化学以及构造等方面的证据出发，对雅鲁藏布古沟、弧、盆体系的再造，为探讨喜马拉雅及其邻区构造演化建立了理想模式。

(五) 藏北申扎—纳木湖一带巨大推覆构造带的发现，班公—怒江蛇绿岩带的证实，以及对安多—东巧等地蛇绿岩岩石序列、成因、特征及相关地质构造背景的详细研究，对认识高原地壳增厚原因，探讨冈瓦纳大陆与欧亚古陆聚敛、碰撞历史及构造演化，提供了论据。

(六) 对喜马拉雅和冈底斯地区的中酸性侵入岩、火山岩以及高喜马拉雅等地变质岩进行了较深入的研究。划分了岩带和变质相带；首次开展了系统的熔融包体研究；进一步进行了岩石同位素年代研究，提出一批可靠的测年数据。在珠穆朗玛峰和念青唐古拉地区

获得1250兆年变质岩年龄(U-Pb等时线),康马岩体片麻状花岗岩测得485、486、588兆年(U-Pb, Rb-Sr等时线)年龄数据。

(七)对雅鲁藏布江一带蛇绿岩底部豆荚状铬铁矿的成因,提出了由原始二辉橄榄岩通过两种辉石的不一致熔融而形成的新见解。

(八)人工爆炸地震和磁大地电流测深、地磁差分测深结果,揭示了高原地壳结构特征。探明喜马拉雅地区地壳厚度70余公里,冈底斯地块的地壳厚度一般60公里左右,壳内存在两个低速、低阻层,地壳具有明显的层状结构;在珠穆朗玛峰一带莫霍界面突然抬升,地壳厚度仅达50公里,显示喜马拉雅山并无山根;藏北普遍存在15—20公里的壳幔混合层。

(九)对中生代地层和部分古生代地层进行了古地磁的测量和研究。古地磁数据提供了冈瓦纳大陆分裂和分裂出的微板块以不同速度向北漂移以及高原地壳聚敛、缩短的证据,同时计算了各时代陆块漂移的速率。

(十)在藏南羊卓雍错和普莫雍错第一次获得实测的大地热流数据。高的热流值(羊卓雍错为3.5HFU,普莫雍错为2.2HFU)说明喜马拉雅地区存在浅部热源体,并计算了高原隆升、侵蚀速率,为探讨青藏高原形成演化和隆升过程提供了热力学方面的证据。

这套专著分为:喜马拉雅及邻区地壳-上地幔构造演化、地层古生物、蛇绿岩、中酸性岩浆岩、变质岩、人工爆炸地震测深、大地电流测深、古地磁测量及热水地球化学、活动构造等九个分册,各分册分别就有关领域的研究结果进行了全面的总结和论述。

我们编辑出版这套专著的目的,就是为了对几年实际调查研究所取得的丰富资料和科学数据进行一次科学的总结,以期为青藏高原地区的经济建设和资源勘查、开发作出贡献,为发展我国地质科学事业作出贡献。专著中所总结的内容和一些结论性的认识,自然要经受历史的检验。今后的实践将会证明,其中一些认识是正确的或基本正确的,另一些认识是片面的甚至是错误的。我们希望正确的部分得到采纳和继承,错误的部分得到纠正,我们切望获得批评和指正。

目 录

前言	(1)
第一章 西藏及其邻区活动构造的基本特征	(5)
第一节 关于活动构造的含义、研究方法及其分类	(5)
一、关于活动构造的含义	(5)
二、关于活动构造的研究方法	(5)
三、关于活动构造的分类	(6)
第二节 西藏及其邻区 I 级活动构造单元的主要特征	(8)
一、青藏高原断块隆起区的特征	(9)
二、断陷区的特征	(10)
三、主边界断裂带的特征	(11)
第三节 边界翘起带和断块翘起带的特征	(12)
一、关于边界翘起带和断块翘起带的含义	(12)
二、边界翘起带和断块翘起带的特征	(12)
第四节 西藏活动构造系的特征	(17)
一、关于活动构造系的含义及其特征	(17)
二、关于活动构造带的含义及其划分	(19)
三、活动构造带的特征	(19)
第五节 西藏活动构造的航、卫片影像特征	(42)
一、关于西藏活动构造航、卫片解释的基本原理、照片的选择及质量评述	(43)
二、西藏活动构造系的航、卫片影像特征	(44)
三、喜马拉雅边界翘起带和冈底斯断块翘起带的航、卫片影像特征	(53)
第二章 西藏活动构造的形成时代及其演化特征	(56)
第一节 西藏活动构造系的形成时代	(56)
一、活动构造系形成时代的相关沉积物证据	(56)
二、活动构造系形成时代的区域地质构造证据	(56)
三、活动构造系形成时代的古地理证据	(57)
四、活动构造系形成时代的古气候证据	(57)
第二节 边界翘起带和断块翘起带的形成时代	(58)
一、边界翘起带的形成时代	(58)
二、断块翘起带的形成时代	(59)
第三节 西藏活动构造系的演化特征	(59)
一、更新世初期——边界断裂开始发育阶段	(59)
二、中、晚更新世——断陷盆地发育阶段	(60)
三、全新世——地震断裂和地热活动形成阶段	(60)
第三章 树木年轮在西藏活动构造研究工作中的应用——关于利用树木年轮确定 活动构造发生年代的方法简介	(62)

第一节 树木年轮的一般特征及其计算方法	(62)
一、树木年轮的一般特征	(62)
二、树木年轮的计算方法	(64)
第二节 树木年轮在活动构造研究工作中应用的基本原理	(65)
一、利用树木年轮确定地震断裂发生年代的基本原理	(65)
二、利用树木年轮确定泥石流、冲洪积扇和滑坡等形成年代的基本原理	(66)
第三节 树木年轮样品树种的选择和样品的采集与加工	(67)
一、树木年轮样品树种的选择	(67)
二、样品采集地点的选择	(67)
三、采样要求	(68)
四、采样工具的选择及样品加工	(69)
第四节 树木年轮在确定地震断裂发生年代和泥石流、冲洪积扇、滑坡等形成年代的应用	(69)
一、利用树木年轮确定西藏当雄、羊八井一带地震断裂发生年代的应用	(70)
二、利用树木年轮确定西藏嘉黎县城一带泥石流、冲洪积扇和滑坡等形成年代的应用	(74)
第四章 西藏活动构造与地震的关系	(76)
第一节 西藏地震的基本特征	(76)
一、地震活动的强度和频度	(76)
二、震源深度的特征	(78)
三、地震活动的成带性、重复性、间歇性、迁移性、填充性、充填性和地震断裂位移的累积性的特征	(78)
第二节 西藏地震震中的展布特征及其与活动构造的关系	(84)
一、地震震中的展布特征	(84)
二、地震震中的展布与活动构造的关系	(84)
第三节 西藏地震形变带的特征及其与活动构造的关系	(85)
一、地震形变带的特征	(85)
二、地震形变带与活动构造的关系	(89)
第四节 西藏地震带及地震烈度的区域划分	(91)
一、地震带的划分	(91)
二、地震烈度的区域划分	(92)
第五章 西藏活动构造与地热的关系	(95)
第一节 地热显示类型与活动构造的关系	(96)
一、关于地热显示类型的划分及其含义	(96)
二、地热显示类型的展布与活动构造的关系	(96)
第二节 水热区的构造特征与活动构造的关系	(98)
一、水热爆炸区的构造特征与活动构造的关系	(98)
二、间歇喷泉区的构造特征与活动构造的关系	(100)
三、热泉区的构造特征与活动构造的关系	(101)
第三节 水热区的热水化学类型、硫同位素与活动构造的关系	(102)
一、水热区的热水化学类型与活动构造的关系	(102)

二、水热区的硫同位素与活动构造的关系	(103)
第四节 西藏热流值、水热区天然热流量与活动构造的关系	(106)
一、热流值与活动构造的关系	(106)
二、水热区天然热流量与活动构造的关系	(107)
第六章 西藏活动构造与湖泊的关系	(109)
第一节 西藏湖泊成因类型的划分及其主要特征	(109)
一、湖泊成因类型的划分	(109)
二、湖泊成因类型的主要特征	(109)
第二节 西藏湖泊成因类型的展布与活动构造的关系	(118)
第三节 西藏湖成地貌、湖水化学性质与活动构造的关系	(118)
一、湖成地貌的一般特征	(118)
二、湖成地貌与活动构造的关系	(119)
三、湖水化学性质与活动构造的关系	(121)
第七章 西藏活动构造与水力、地热及第四纪矿产资源的关 系	(122)
第一节 西藏水力资源与活动构造的关系	(122)
一、水力资源概况	(122)
二、水力资源与活动构造的关系	(122)
三、水力资源开发利用值得注意的几个问题	(129)
第二节 西藏地热资源与活动构造的关系	(130)
一、地热资源在空间上的展布与活动构造的关系	(131)
二、地热资源的蕴藏量与活动构造的关系	(131)
第三节 西藏第四纪沉积盐类矿产与活动构造的关系	(132)
一、第四纪沉积盐类矿产的基本概况	(132)
二、第四纪沉积盐类矿产与活动构造的关系	(133)
第四节 西藏第四纪有机燃料、化工原料及建筑材料与活动构造的关系	(134)
一、第四纪有机燃料与活动构造的关系	(134)
二、第四纪化工原料及建筑材料与活动构造的关系	(138)
第八章 西藏活动构造与青藏高原形成的区域地质构造背景	(140)
第一节 西藏及青藏高原区域地质构造特征	(140)
第二节 西藏及青藏高原地质发展的主要特征	(140)
第三节 关于喜马拉雅运动与青藏高原运动的划分及其特征	(143)
一、关于地壳运动的概念	(143)
二、喜马拉雅运动与青藏高原运动的特征	(143)
第九章 西藏及青藏高原地壳-上地幔的形成与演化特征——试论西藏活动构造及青藏高原形成的构造模式	(146)
第一节 西藏活动构造与青藏高原的地球物理和地壳-上地幔的结构特征	(146)
一、西藏及青藏高原地球物理工作的基本概况	(146)
二、西藏实测地球物理及地壳-上地幔的结构特征	(148)
三、青藏高原及其邻区地球物理及地壳-上地幔结构特征	(152)

第二节 西藏活动构造与青藏高原形成的模拟实验结果	(156)
一、模拟实验材料的选择及边界条件的确定	(156)
二、模拟实验的结果及初步解释	(157)
第三节 西藏活动构造与青藏高原形成的构造模式	(158)
一、西藏活动构造与青藏高原形成的应力场特征	(158)
二、西藏活动构造与青藏高原形成的动力源	(159)
三、青藏高原形成的物质基础	(160)
四、西藏活动构造与青藏高原形成的构造模式	(161)
图版说明	(164)
图 版	(170)
参考文献	(209)
英文摘要	(213)

THE ACTIVE TECTONICS IN XIZANG (TIBET)

Contents

Introduction

Preface	(1)
---------------	-------

Chapter I The Basic Features of the Active Tectonics in Xizang and its Surrounding Areas.....	(5)
--	-------

I-1 The Concept, Study Method and Classification of Active Tectonics	(5)
1-a The Concept of Active Tectonics	(5)
1-b The Study Method of Active Tectonics	(5)
1-c The Classification of Active Tectonics	(6)
I-2 The Main Features of Level-one Active Tectonic Units	(8)
2-a The Features of the Uplifted-Block Area on the Qinghai- Xizang Plateau	(9)
2-b The Features of the Fault-Depression Areas	(10)
2-c The Features of the Major Boundary Fault Belts	(11)
I-3 The Features of the Tilting Belts of Boundary Faults and Fault Blocks	(12)
3-a The Concept of the Tilting Belts of Boundary Faults and Fault Blocks	(12)
3-b The Features of the Tilting Belts of Boundary Faults and Fault Blocks	(12)
I-4 The Features of the Active Tectonic System in Xizang	(17)
4-a The Concept and Features of the Active Tectonic System	(17)
4-b The Concept and Classification of the Active Tectonic Zones	(19)
4-c The Features of Active Tectonic Zones	(19)
I-5 The Features of the Air Photographs and Satellite Photo- graphs of the Active Tectonics in Xizang	(42)
5-a The Basic Principle of the Interpretation, and the Selection and Quality of the Air and Satellite Photographs of the Active Tectonics in Xizang.....	(43)
5-b The Features of the Air Photographs and Satellite Photo- graphs of the Active Tectonic System in Xizang.....	(44)
5-c The Features of the Air Photographs and Satellite Photo-	

graphs of the Tilting Belts of the Himalayan Boundary Faults and the Gandis Fault Block	(53)
Chapter II The Evolution History of the Active Tectonics in Xizang	(56)
II-1 The Date of the Formation of the Active Tectonic System in Xizang.....	(56)
1- a The Evidence of Related Sediments Concerning the date of Formation of the Active Tectonic System	(56)
1- b The Evidence of Regional Geological Structures Concerning Date of Formation of the Active Tectonic System.....	(56)
1- c The Palaeogeographic Evidence Illustrating the Date of the Formation of the Active Tectonic System.....	(57)
1- d The Palaeo-Climatic Evidence Illustrating the Date of the Formation of the Active Tectonic System.....	(57)
II-2 The Date of Formation of the Tilting Belts of Boundary Faults and Fault Blocks	(58)
2- a The Date of Formation of the Tilting Belts of Boundary Faults	(58)
2- b The Date of Formation of the Tilting Belts of Fault Blocks	(59)
II-3 The Characteristics of the Evolution of the Active Tectonic System in Xizang	(59)
3- a The Initiation of the Boundary Faults (Early Pleistocene).....	(59)
3- b The Development of the Fault-Depression Basins (Middle and Late Pleistocene)	(60)
3- c The Development of the Seismic Faults and Geothermal Activities (Holocene)	(60)
Chapter III The Application of Dendrochronology in the Study of the Active Tectonics in Xizang	(62)
III-1 The General Features of Annual Growth Rings and their Calculation	(62)
1- a The General Features of Annual Growth Rings	(62)
1- b The Calculation of Annual Growth Rings	(64)
III-2 The Basic Principle of the Usage of Dendrochronology in the Study of the Active Tectonics in Xizang	(65)
2- a Dendrochronological Determination of the Date of Seismic Faults	(65)
2- b Dendrochronological Determination of the Date of Mudflow, Alluvial-Proluvial Fans and Landslides	(66)

III-3 The Selection, Collection and Processing of Samples for Dendrochronological Study.....	(67)
3-a The Selection of Samples for Dendrochronological Study.....	(67)
3-b The Selection of the Sites for Sample Collection	(67)
3-c Requirements of Sampling	(68)
3-d The Sampling Tools and the Processing of Samples	(69)
III-4 The Application of Dendrochronological Knowledge in the Determination of the Dates of Seismic Faults, Mudflows, Alluvial-Proluvial Fans and Landslides	(69)
4-a Dendrochronological Determination of the Dates of Seismic Faults in Damxung and Yangbajain of Xizang	(70)
4-b Dendrochronological Determination of the Dates of Mudflows, Alluvial-Proluvial Fans and Landslides in Lhari of Xizang.....	(74)
Chapter IV Relation Between the Active Tectonics and Seismology in Xizang	(76)
IV-1 The Basic Features of Seismology in Xizang	(76)
1-a The Intensity and Frequency of Earthquakes	(76)
1-b The Depths of the Earthquake Foci	(78)
1-c The Zonality, Repeatability, Intermittency, Mobility, Dense Distribution of the Seismic Activities in Xizang and the Accumulation of the Displacement of Seismic Fractures	(78)
IV-2 The Features of Distribution of the Epicentres in Xizang and their Relation with the Active Tectonics	(84)
2-a The Features of Distribution of the Epicentres.....	(84)
2-b The Relation Between the Distribution of Epicentres and the Active Tectonics.....	(84)
IV-3 The Features of the Seismic Deformation Belts in Xizang and their Relation with the Active Tectonics.....	(85)
IV-4 The Zoning of Seismic Belts and Seismic Intensity in Xizang.....	(91)
4-a The Zoning of Seismic Belts	(91)
4-b The Zoning of Seismic Intensity	(92)
Chapter V The Relation Between the Active Tectonics and Geothermal Activities in Xizang	(95)
V-1 The Relation Between the Active Tectonic and Geothermal Manifestations of Different Kinds.....	(96)
1-a The Classification of Geothermal Manifestations and their Definition.....	(96)
1-b The Distribution of Geothermal Manifestations of Various Kinds and its Relation with the Active Tectonics	(96)

V-2 Relation Between the Tectonic Features of the Geothermal Areas and the Active Tectonics.....	(98)
2-a Relation Between the Tectonic Features of Hydrothermal Explosion Areas and the Active Tectonics.....	(98)
2-b Relation Between the Tectonic Features of the Intermittent Spring Areas and the Active Tectonics	(100)
2-c Relation Between the Tectonic Features of the Hot Spring Areas and the Active Tectonics.....	(101)
V-3 Hydrothermal Chemical Classification, Sulfur Isotopes in the Hydrothermal Areas and their Relation with the Active Tectonics	(102)
3-a Relation Between the Hydrothermal Chemical Classification and the Active Tectonics in the Hydrothermal Areas.....	(102)
3-b Relation Between the Sulfur Isotopes and the Active Tectonics in the Hydrothermal Areas	(103)
V-4 Relation Between the Heat Flow Value, the Natural Heat Flow Rate in Hydrothermal Areas and the Active Tectonics in Xizang.....	(106)
4-a Relation Between the Heat Flow Value and the Active Tectonics in Xizang.....	(106)
4-b Relation Between the Natural Heat Flow Rate in Hydrothermal Areas and the Active Tectonics	(107)
Chapter VI Relation Between the Active Tectonics and the Lakes in Xizang	(109)
VI-1 The Genetic Classification of the Lakes in Xizang and their Main Features.....	(109)
1-a The Genetic Classification of the Lakes	(109)
1-b The Basic Features of the Lakes of Different Origin	(109)
VI-2 Relation Between the Distribution of Lakes of Different Origin and the Active Tectonics in Xizang	(118)
VI-3 Relation Between the Lacustrine Landform, Hydrochemical Characteristics and the Active Tectonics in Xizang	(118)
3-a The General Features of the Lacustrine Landform	(118)
3-b Relation Between the Lacustrine Landform and the Active Tectonics	(119)
3-c Relation Between the Hydrochemical Characteristics of the Lakes and the Active Tectonics	(121)
Chapter VII Relation Between the Active Tectonics and the Water Resources, Geothermal Resources and Quaternary Mineral Resources	(121)

ources in Xizang	(122)
VII-1 Relation Between the Water Resources and the Active Tec-	
tonics in Xizang.....	(122)
1- a General State of the Water Resources	(122)
1- b Relation Between the Water Resources and the Active Tec-	
tonics.....	(122)
1- c Notices in the Development of the Water Resources.....	(129)
VII-2 Relation Between the Geothermal Resources and the Active	
Tectonics in Xizang	(130)
2- a Relation Between the Spatial Distribution of Geothermal	
Resources and the Active Tectonics.....	(131)
2- b Relation Between the Geothermal Resources and the Active	
Tectonic	(131)
VII-3 Relation Between Quaternary Sedimentary Saline Deposits	
and the Active Tectonics in Xizang	(132)
3- a Outline of the Quaternary Sedimentary Saline Deposits	
.....	(132)
3- b Relation Between the Quaternary Sedimentary Saline Depo-	
sits and the Active Tectonics	(133)
VII-4 Relation Between the Quaternary Organic Fuel, Industrial	
Chemicals, Building Materials and the Active Tectonics in	
Xizang	(134)
4- a Relation Between the Quaternary Organic Fuel and the Active	
Tectonics	(134)
4- b Relation Between the Quaternary Industrial Chemicals, Build-	
ing Materials and the Active Tectonics	(138)
Chapter VIII The Regional Geological Settings for the Development	
of the Active Tectonics in Xizang and the Qinghai-Xizang Pla-	
teau.....	(140)
VIII-1 The Regional Tectonic Settings in Xizang and the Qinghai-	
Xizang Plateau	(140)
VIII-2 The Main Characteristics of the Geological History in Xizang	
and the Qinghai-Xizang Plateau	(140)
VIII-3 The Characteristics and Subdivision of the Himalayan Move-	
ment and the Qinghai-Xizang Plateau Movement	(143)
3- a The Concept of Crustal Movement	(143)
3- b The Characteristics of the Himalayan Movement and the	
Qinghai-Xizang Plateau Movement	(143)
Chapter IX The Features of the Development and evolution of the	

Crust-Upper Mantle in Xizang and the Qinghai-Xizang Plateau	
—the Tectonic Model Explaining the Origin of the Active	
Tectonics and the Qinghai-Xizang Plateau	(146)
K-1 The Active Tectonics in Xizang and the Geophysics and	
Textural Features of the Crust-Upper Mantle in the Qing-	
hai-Xizang Plateau	(146)
1-a Outline of the Geophysical Study in Xizang and the Qing-	
hai-Xizang Plateau	(146)
1-b The Active Tectonics in Xizang and the Geophysics and	
Textural Features of the Crust-Upper Mantle in the Qing-	
hai-Xizang Plateau	(148)
1-c The Changes of the Moho, Gravity Anomalies and the Earth's	
Crust Balance in the Qinghai-Xizang Plateau and the Sur-	
rounding Areas	(152)
K-2 The Results of the Simulated Test Explaining the Develo-	
pment of the Qinghai-Xizang Plateau and the Active Tecto-	
nics in Xizang.....	(156)
2-a The Selection of the Materials for the Simulated Test and	
the Definition of the Boundary Conditions	(156)
2-b The Results and Preliminary Interpretation of the Simulated	
Test	(157)
K-3 The Tectonic Model Explaining the Origin of the Qinghai-	
Xizang Plateau and the Active Tectonics in Xizang	(158)
3-a The Characteristics of the Stress Fields Explaining the Origin	
of the Qinghai-Xizang Plateau and the Active Tectonics in	
Xizang	(158)
3-b Preliminary Analysis of the Source of Power for the Develo-	
pment of the Qinghai-Xizang Plateau and the Active Tec-	
tonics in Xizang.....	(159)
3-c The Source of Material for the Qinghai-Xizang Plateau and	
the Active Tectonics in Xizang.....	(160)
3-d The Tectonic Pattern Resulted in by the Qinghai-Xizang	
Plateau and the Active Tectonics in Xizang.....	(161)
Explanation of Plates	(164)
Plates	(170)
References	(209)
Abstract in English	(213)

前 言

青藏高原是世界上海拔最高、形成时代最新、面积达300万平方公里的高原，其独特的地质、地貌和自然景观，早就为中外地质工作者所密切注视。

西藏自治区位于我国西南边疆，处于青藏高原的西南部。其西部、南部与印度、尼泊尔、锡金、不丹、缅甸等国为邻，东部、北部与云南、四川、青海、新疆等省（区）相接壤，面积120多万平方公里，约占我国总面积的八分之一。

青藏高原，目前已为大量地质、古生物资料所证实，在距今约四千万年前的老第三纪藏南还是一片汪洋大海，距今约200—300万年前的上新世末期，还仅仅具有海拔不过千米左右的自然面貌。而今，青藏高原平均海拔已达到4500米以上，享有“世界屋脊”之称，并占有世界最高峰——珠穆朗玛峰，海拔达8848米。

青藏高原，自第四纪以来发生整体、快速隆升的基本事实，逐渐为中外地质、地理学家所认识，并日趋一致的看法；对其隆升的原因、时代、幅度和形式问题，引起了全世界地质工作者的极大兴趣^①；对于伴随高原的形成，除了自然面貌发生显著变化以外，高原内部在地质构造上发生什么样的影响和变动？它对探讨高原隆升的机理和我们目前进行生产建设有什么样的理论和实际意义？这是我们着重研究和认识的问题，也是研究西藏活动构造的目的所在和探求高原地壳形成、演化和地壳结构特征等的一个极为重要方面。

西藏地质研究早在19世纪就已经开始，但直至西藏解放前夕，还仅仅是极少数的外国调查者作些极为粗略的路线调查或踏勘工作，地质上仍处于空白区状态。解放后，随着西藏经济建设的需要，相继成立了有关地质机构，开展了大面积区域地质调查和矿产资源普查、勘探及研究工作。中国科学院和地质矿产部所属单位，先后进行多次的科学考察工作，发表了许多重要的论文、区域地质调查报告、科学考察报告和论文集、专著等，为研究和认识西藏活动构造，提供了极为丰富的基础地质资料。

中国活动构造的研究起步较晚，最早提及中国活动构造（新构造）是李四光教授（1937、1939）。西藏活动构造的研究更晚，直至50年代开始才为较多的地质学家所注意。李璞、冯景兰、李连捷、王鸿桢、张文佑等，在中国科学院第一次新构造运动座谈会上（1957），才或多或少涉及西藏地区有关活动构造（即新构造）的一些问题。其中李璞列举了“西藏地区与新构造可能有关的一些现象”，提出与活动构造有关的问题。他是涉及西藏活动构造问题最早和最多的学者。其后60年代，在西藏工作的一些地质工作者，在研究西藏矿产、地貌、湖泊、河流、第四纪地质、冰川及区域地质研究等，从不同角度和程度不同地提到有关西藏活动构造的种种表现，为探求西藏活动构造积累了不少珍贵的资料。70年代开始以来，西藏活动构造才引起中、外地质学家的广泛注意，发表了不少有关西藏活动构造方面的文章和专著。众多的研究者对高原隆起的时代、幅度和形式问题进行了广泛深入的讨论和研究。杨理华等（1974）首次对珠穆朗玛峰地区的新构造运动作了较系统、

^① 中国科学院青藏高原科学讨论会组织委员会，1980，青藏高原科学讨论会论文（摘要）。

全面的论述。他们从地貌学和地层结构方面,分析了珠穆朗玛峰地区活动构造的构造形式,尽管论述的范围有限,涉及活动构造类型不多,但他们的论述对于认识西藏活动构造表现的一种形式之一——断块翘起运动也是难能可贵的。在这一时期,一些国外地质学家(P. Tapponnier etc. 1981; P. Molnar etc., 1978)以卫片解释为基础,对西藏活动断裂构造进行了分析研究,提出西藏活动断裂构造主要表现为近南北方向的正断裂等。上述所有研究者所提供的大量实际资料和研究成果,无疑对进一步研究和认识西藏活动构造,提供了极其珍贵的资料 and 实际依据。

1975—1977年,作者在参加1:100万拉萨幅(H-46)路线地质调查过程中,已注意到西藏活动构造的种种迹象,并在调查路线涉及范围内(图1)搜集到不少有关活动构造方面的资料。

1980—1982年,中国和法国合作研究喜马拉雅地壳、上地幔的形成演化过程中,专门组织调查、研究了西藏活动构造,并结合航片、卫片的初步解释,取得了较丰富和系统的实际资料。80年参加这项工作的中国方面的人员有:李廷栋、韩同林、周济;法国方面的人员有:J. L. 麦尔西叶、P. 达包尔叶、R. 阿米尔饶。主要对当雄、羊八井及尼木安岗一带的活动构造进行了较详细研究,对定日、古错、定结、多庆错活动构造作了粗略的路线调查和踏勘工作。通过调查,使我们对西藏活动构造存在的各方面基本事实有了较深刻认识,并对活动构造的分带、分期和形成机制作了初步讨论,提交了有关论文(韩同林等, 1984; J. L. 麦尔西叶等, 1984)。1981—1982年参加这项工作的有:韩同林、P. 达包尔叶和R. 阿米尔饶。主要对康马涅如、多庆错、崩错、蓬错、懂错、申扎及嘉黎一带进行较深入的调查研究。除上述地区外,作者还对仲巴、吉隆、谢通门、亚东、曲松及错那等地的活动构造,作了大范围长距离路线调查,并在历史地震形变带等方面,首次取得了较丰富的第一手资料。

本书重点讨论西藏活动构造特征的各个方面,也涉及到邻区活动构造的一些特征。同时在参阅前人已取得的大量有关地震、地热和矿产资源等资料的基础上,进行全面的综合、分析、研究,在充分肯定西藏活动构造存在的种种基本事实的前提下,进一步探讨了西藏地震、地热、湖泊和矿产资源等,在时空及成因上与活动构造的关系。由于西藏地处高寒、人烟稀少、交通不便等原因,造成对许多历史地震形变带形成时代的确定十分困难。通过实践,提出了利用地震断裂两侧树木年轮的变窄和变宽的特征,确定西藏地震断裂形成年代的基本原理、计算方法和实际应用等。还讨论了利用树木年轮的特征确定泥石流、滑坡和冲洪积扇等的形成年代及其发展变化的可能性。显然这一方法对于研究现代地壳运动是十分有意义的。本书最后,在充分了解西藏活动构造、青藏高原地质构造基本特征和所取得的最新深部地球物理资料的基础上,通过模拟实验,讨论了西藏活动构造与青藏高原形成的构造模式。

本书编写的主要资料,除作者野外实际搜集的之外,部分还利用了中法地质队其它有关专业的一些资料,同时还参阅利用法方一部分有关资料。在工作过程中,得到李廷栋、肖序常等同志的热情指导和帮助,全部图件由董效静清绘,部分照片由中国地质科学院地质研究所八室完成,在此均表示深切的谢意。

青藏高原幅员辽阔,时间有限,地形条件复杂,活动构造的实地考察工作受到种种条件的限制。许多活动构造出露极好的地点,有时近在咫尺,也无法到达。因此本书所论述

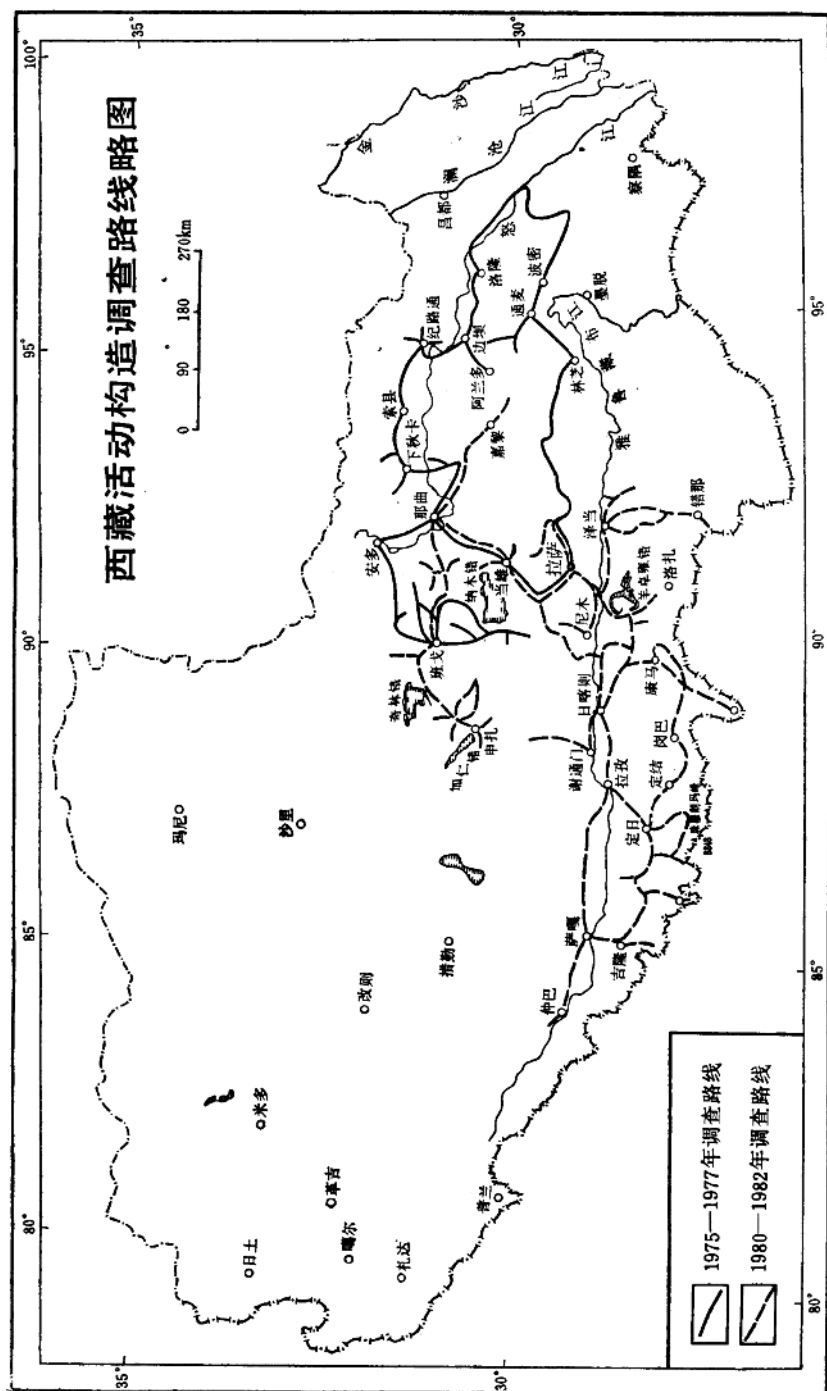


图 1 西藏活动构造调查线路图