

青藏高原研究丛书

青藏高原 岩石圈结构演化 和动力学

• 主编 潘裕生 孔祥儒

广东科技出版社

青藏高原研究丛书

57.18
747

青藏高原岩石圈 结构演化和动力学

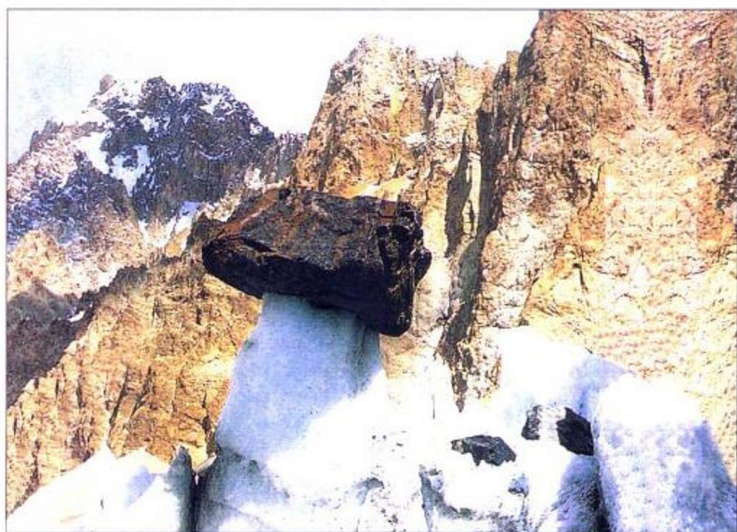
主编 潘裕生 孔祥儒

广东科技出版社
广州

00307

The Series of Studies
on Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau

- ① Formation, Evolution and Development of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau
- ② Lithosphere Structure, Evolution and Dynamics of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau
- ③ Uplift and Environmental Changes of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau in the Late Cenozoic
- ④ Contemporary Climatic Variations over Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau and Their Influences on Environments
- ⑤ Ecosystems of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau and Approach for Their Sustainable Management



00307

内 容 简 介

本书主要取材于对青藏高原岩石圈结构、演化和地球动力学的研究的新资料、新成果，同时吸取了中外学者对青藏高原的有关研究成果。全书共 10 章，前 4 章为地震、重力、大地电磁测深和地磁等地球物理场特征与岩石圈结构构造特征；中间 3 章为高原北部、中部、东南部地质特征与演化及有关的特提斯问题等；后 3 章为高原地壳加厚的方式、高原隆升过程、高原形成与隆升的动力学机制。它是一本总结了中外学者多年来对青藏高原研究成果的综合专著。

本书内容丰富，资料充实，观点新颖，是从事青藏研究人员的重要参考资料，可供地质、地球物理和地球化学研究人员参考，也可作为高等院校有关专业师生的教学参考书。

Introduction

This book makes use of the new and positive results of the Qinghai-Xizang Research Project supported by Chinese Academy of Sciences, and the Climbing Project implemented during the National Eighth Five Year Plan. Meanwhile, it also adopts the new research fruits from Qinghai-Xizang Plateau, acquired by other Chinese and foreign scientists. Altogether, there are 10 chapters in the book. The first four chapters describe the features of lithospheric structures and geophysical fields of seismology, gravity, magnetotelluric deep sounding and geomagnetic anomaly, etc. The 5~7 chapters present the geological features and evolution of northern, middle and southeastern Qinghai-Xizang Plateau. The last three chapters discuss the crustal thickening patterns, uplifting stages and dynamic mechanism of formation and uplifting of the Plateau. The book comprehensively summarizes the research results of both Chinese and foreign scientists devoted to surveying the Plateau in the past decades.

With its substantial contents, abundant data, fresh and original viewpoints, this book may act as an important reference to the scholars who are investigating the Plateau. It may also provide the necessary information to the geologists, geophysicists, geochemists, and college and university students who are interested in understanding the nature of the Plateau.



本书承广东优秀科技专著出版基金会推荐与资助出版



广东优秀科技专著出版基金会

广东优秀科技专著出版基金会

顾问：钱伟长

(以姓氏笔画为序)

王元	卢良恕	伍杰	刘杲
许运天	许学强	许溶烈	李辰
李金培	李廷栋	肖纪美	吴良镛
汪家鼎	宋木文	宋叔和	陈元直
陈幼春	陈芳允	周谊	钟南山
钱迎倩	韩汝琦	焦树德	

名誉会长：(以姓氏笔画为序)

马万祺	任仲夷	庄世平	刘皇发
何克勤	余国春	柯正平	梁广大
曾宪梓	黎子流		

评审委员会

主任：蒲蛰龙

委员：(以姓氏笔画为序)

邓铁涛	卢永根	卢明高	伍尚忠
刘振群	刘颂豪	李任先	李岳生
李宝健	张士勋	张展霞	陈兴业
赵元浩	高惠广	容柏生	黄达全
黄衍辉	彭文伟	傅家谟	谢先德
蒲蛰龙	蔡荣波	欧阳莲	

《青藏高原研究丛书》
编辑委员会

主 委	任	孙鸿烈		
	员	郑 度	刘东生	施雅风
		潘裕生	孔祥儒	李吉均
		汤懋苍	张新时	李文华
		陆亚洲		



序

青藏高原以其强烈的隆升、独特的自然环境、丰富的自然资源和对周边地区气候与环境的深刻影响，一直为科学界所瞩目。

50年代以来，中国科学院在青藏高原先后组织了多次多学科的综合科学考察，特别是从1973年开始，中国科学院青藏高原综合科学考察队以“青藏高原的隆起及其对自然环境和人类活动的影响”为主题，对整个高原进行了全面、系统的多学科综合考察。1973年至1992年为该考察工作的第一期，历时20年，先后完成对西藏自治区、横断山区、喀喇昆仑山与昆仑山区、可可西里山区等4个地区的考察研究。这一期的工作是以路线调查为主，以积累科学资料为主要任务，同时也开展了一些理论研究，并围绕当地资源开发和工农业发展问题作了初步探讨。1993年“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”被列为国家攀登计划项目和中国科学院重大基础研究项目，从而青藏高原综合科学考察队的研究工作进入第二期。从1993年到1996年，这一时期考察研究的主要任务是深入开展理论研究，同时更紧密结合生产，为当地社会经济发展服务。与第一期工作相比，考察研究力求实现4个方面的转变：即从以定性为主的考察转入定量研究，从静态研究到动态研究，从单一学科研究到综合研究，从区域性研究拓宽到和全球变化相联系的研究。

“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”项目由5个紧密联系的课题组成：(1) 青藏高原岩石圈结构、演化和地球动力学研究；(2) 青藏高原晚新生代以来环境变化的研究；(3) 青藏高原近代气候变化、趋势预测及对环境的影响的研究；(4) 青藏高原生态系统结构、功能与演化分异的研究；(5) 青藏高原隆起及其对资源、环境和人类活动影响的综合研究。参加研究的有中国科学院所属的15个研究所和国家教委系统的3所大学，共200余人。

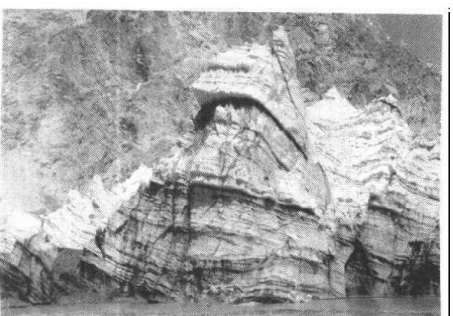
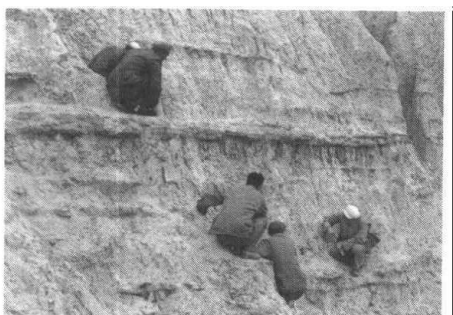
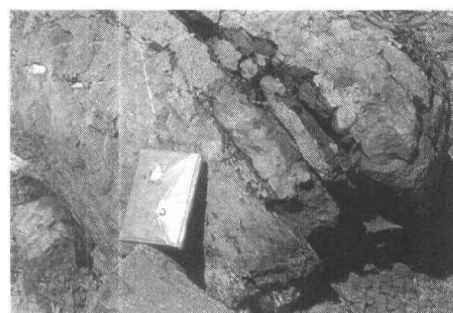
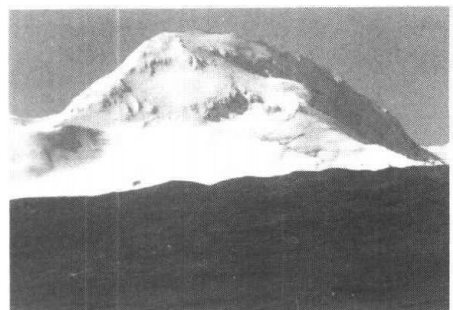


由于全体科研人员的辛勤努力，经过4年的工作，至今已圆满地达到了预期目标。每个课题都在各自研究领域取得了丰硕的成果，上了一个台阶。在此基础上，分别撰写出《青藏高原岩石圈结构演化与动力学》、《青藏高原晚新生代隆升与环境变化》、《青藏高原近代气候变化及对环境的影响》、《青藏高原生态系统及优化利用模式》4本专著。最后又将这些专著中的核心部分与第5课题的研究成果综合起来，写成本项目的综合性专著《青藏高原形成演化与发展》，作为系列专著的第一册，集中反映了我们在“八五”期间有关青藏高原形成、演化与发展方面研究的最新进展。我们希望通过这5本专著以及1993年以来陆续发表的约500篇论文，能够对青藏高原有关理论与实践问题的深入研究作出自己的贡献。值此5本专著出版之际，我们衷心期望得到学术界的批评指正。

林晓红

1997年3月





前言

《青藏高原岩石圈结构演化和动力学》一书是“八五”国家攀登计划“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统的研究”项目第1课题“青藏高原岩石圈结构、演化和地球动力学研究”的课题综合专著。该课题是在项目首席科学家、项目专家委员会和项目办公室的直接统一领导与安排下工作的，由中国科学院地质研究所主持，中国科学院地球物理研究所、南京地质古生物研究所、广州地球化学研究所参加，经过4年多的时间共同努力完成的。该课题下设5个专题：

(1) 西藏高原西部综合地球物理与岩石圈结构的研究。负责单位为中国科学院地球物理研究所，由孔祥儒、王谦身、熊绍柏负责。

(2) 青藏高原北部加里东构造带的研究。负责单位为中国科学院地质研究所，由潘裕生、许荣华负责。

(3) 青藏高原及邻区中间过渡大陆前侏罗纪构造演化。负责单位为中国科学院地质研究所，由尹集祥、文世宣负责。

(4) 藏东滇西新生代陆内变形运动学。负责单位为中国科学院地质研究所，由钟大赉负责。

(5) 青藏高原的形成机制与演化模式的综合研究。负责单位为中国科学院地质研究所，由潘裕生、孔祥儒负责。

由于这些专题都是当前有关青藏高原形成演化方面的前沿课题，目标明确、技术路线对头，又有长期的科学研究积累，因此，自1993年课题实施以来，各专题都取得了显著的进展，获得了一大批新资料、新数据；同时也广泛查阅了近年来国内外学者对青藏高原研究的新成果，并综合起来开展实验研究，进行验证，因此，在理论上有了明显的提高，大大地提高了研究水平。

从专题的设置还可以看出，与以往比较有三方面的特点：(1) 地表地质与深部构造的结合；(2) 时间上的整体性、连续性，从早古生代到中生代、新生代；(3) 野外调查

与室内综合实验研究相结合。因此，专题的设置不是孤立的，而是互相紧密联系的，都是以高原的形成演化与动力学为主线，从不同方法、不同学科共同论证同一问题，避免了单学科在解释上的片面性与不同学科之间的矛盾，使论证的问题更深化。

本书作者绝大多数是长期从事青藏高原研究的中年科学家，他们是相应学科的学术带头人，发表了许多科研成果（论文与专著），长期的科学积累使他们对青藏高原的问题明确、资料熟悉，自己的实际资料多，对国际动态比较清楚，因此，也是他们出成果的最好时机。本书各章节分别是他们多年工作的总结。

本书讨论的问题广泛，包括青藏高原地球物理场特征与岩石圈结构、物质成分、热状态，古生物地理，沉积环境与沉积盆地的演化，岩浆作用及深部过程，同位素地质及年代学，特提斯的发生与发展、状态、性质，显生宙以来的地壳运动、造山作用与构造变形，冈瓦纳古大陆与劳亚古大陆的关系及历史演变，地壳增厚的方式与机制，高原隆升的过程及模型等。因此，它是目前青藏高原地球科学最具综合性的一本专著，也是从事和关心青藏高原研究的科研、教育、生产实践、大专院校的学生、研究生必读的参考书。

除本书作者外，参加过本课题工作的，还有中国科学院地球物理研究所的于桂生、田玉刚、邹以生、杨全民、赖明惠、樊叙邦、郭宏刚、潘卫平、文冀平、常和金、李英贤、吴宝元、王彦强、郭昊、刘国宁，刘薇，王桂敏；中国科学院地质研究所的刘椿、李曰俊、芮中平、何馥馨、黄萱、刘焰；地质大学的聂泽同和梁定一。他们虽然未能参加本书的编写工作，然而他们对本书的帮助不小，对于他们的无私奉献我们表示深深的敬意与感谢；还要感谢钟嘉猷、顾芷娟等为本项工作所作的实验研究，他们辛勤的

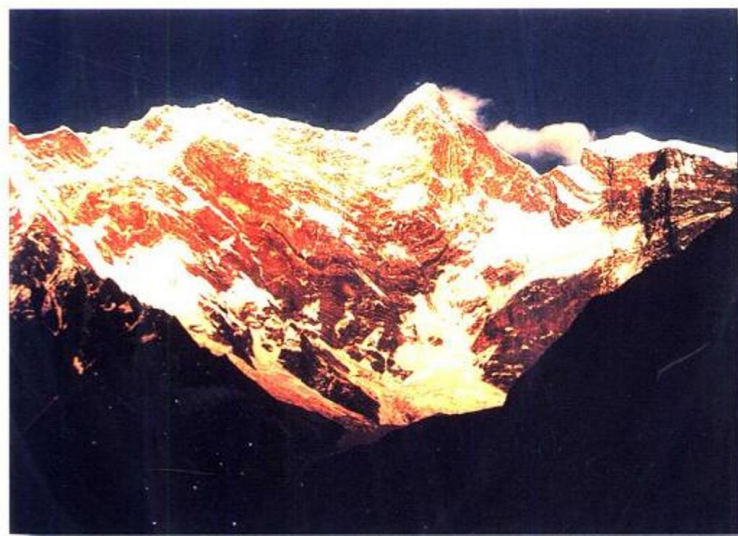




劳动成果为本书的立论提供了许多启发性的认识；最后，还要感谢周勇同志为本书的图表制作、文字编排等所做的大量工作。

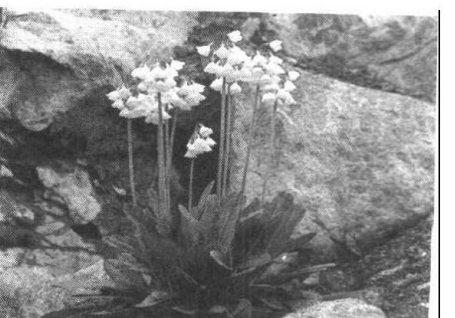
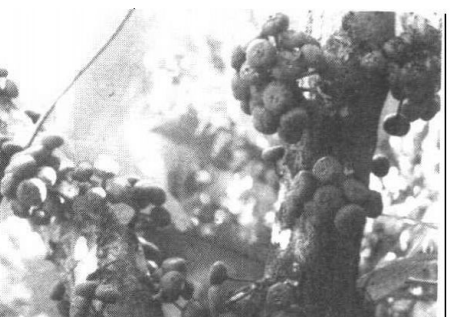
青藏高原研究丛书

- ① 青藏高原形成演化与发展
- ② 青藏高原岩石圈结构演化和动力学
- ③ 青藏高原晚新生代隆升与环境变化
- ④ 青藏高原近代气候变化及对环境的影响》
- ⑤ 青藏高原生态系统及优化利用模式



目 录

第一章 青藏高原岩石圈结构与构造的人工地震探测研究	1
第一节 措勤—改则—三个湖剖面的人工地震探测与浅层构造研究	3
第二节 措勤—改则—三个湖地带的岩石圈结构与速度分布特征	9
第三节 喜马拉雅地区岩石圈结构的人工地震研究	20
第四节 藏北东部地区的地壳结构及其与西部的对比研究	30
参考文献	33
第二章 青藏高原重力场与地壳构造研究	37
第一节 青藏高原西部吉隆—鲁谷地区的重力场与地壳构造	39
第二节 青藏高原区域重力场与地壳构造	47
第三节 青藏高原的区域构造体系的划分	55
第四节 青藏高原东南“大拐弯”地区隆升机制分析	59
参考文献	63
第三章 青藏高原电性结构研究	65
第一节 青藏高原西部大地电磁测深研究	67
第二节 青藏高原及其周边地区电性结构及其地质意义	81
参考文献	93
第四章 青藏高原区域磁异常与岩石圈结构的研究	95
第一节 青藏高原东、西剖面的磁异常研究	97
第二节 青藏高原区域磁异常研究	108
第三节 青藏高原岩石圈结构与构造的讨论	117
参考文献	121
第五章 青藏高原北部加里东构造带与原特提斯	123
第一节 东昆仑早古生代地质记录	125
第二节 加里东运动的地质证据	139
第三节 东昆仑早古生代构造环境	149
第四节 原特提斯	204
参考文献	212
第六章 青藏高原及邻区中间过渡陆块前侏罗纪构造演化	217
第一节 前言	219
第二节 东冈瓦纳古大陆北界及特提斯问题简要评述和中间过渡陆块的含义	220



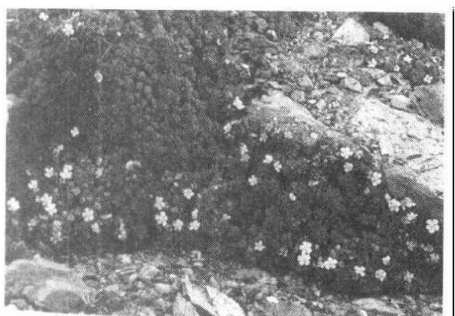


第三节	羌塘中部茶布一双湖地区基性超基性岩和火山岩特征	226
第四节	青藏高原及其邻区泥盆纪—三叠纪生物地理	256
第五节	中间过渡陆块构造区归属的主要制约因素	296
第六节	东冈瓦纳古大陆北部边界位置及古特提斯	308
第七节	中间过渡陆块前侏罗纪构造演化	317
参考文献		319
第七章	藏东新生代陆内变形特征	333
第一节	藏东地区大地构造	336
第二节	南迦巴瓦峰地区变形与构造年代学	348
第三节	NWW 向断裂的几何学、运动学和年代学	354
第四节	藏东及邻区新生代陆内变形图式	358
参考文献		363
第八章	高原地壳加厚的方式与机制	365
第一节	高原岩石圈结构及地球物理场特征	367
第二节	高原及邻区深部构造	371
第三节	高原地壳增厚机制的讨论	374
参考文献		377
第九章	高原隆升的阶段——以东喜马拉雅构造结为例	379
第一节	青藏高原隆起阶段研究的进展	381
第二节	地质背景及采样	384
第三节	裂变径迹实验方法	385
第四节	裂变径迹年龄测量结果	387
第五节	地质解释	393
第六节	讨论和结论	395
参考文献		398
第十章	青藏高原的形成、隆升及其机制	401
第一节	青藏高原的独特特征	403
第二节	喜马拉雅造山过程	410
第三节	青藏高原形成与隆升机制讨论	415
参考文献		426

CONTENTS

Chapter 1 Explosion seismological research of lithospheric structure of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	1
1. Explosion seismological survey and shallow structure study along Coqen-Gerze-Sangehu profile	3
2. Characteristics of lithosphere structure and velocity distribution along Coqen-Gerze-Sangehu profile	9
3. Explosion seismological research of lithosphere structure in Himalaya region	20
4. Crustal structure of Northeastern Tibet and its comparison with Western Tibet	30
References	33
Chapter 2 Research of gravity field and crustal structure of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	37
1. Gravity field and crustal structure in Gyirong-Lugu area of Western Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	39
2. Regional gravity field and crustal structure of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	47
3. Division of regional tectonic system of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	55
4. Uplifting mechanism analysis of the Southeastern Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau region	59
References	63
Chapter 3 Electrical structure study of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	65
1. Magnetotelluric deep sounding study of Western Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	67
2. Electrical structure and its geological significance in Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau and neighborhood	81
References	93
Chapter 4 Study of the regional geomagnetic anomaly and lithosphere structure of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	95
1. Geomagnetic anomaly study along profiles in East and West Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	97





2. Study of regional geomagnetic anomaly of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	108
3. Discussion of lithosphere structure and tectonics of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	117
References	121
Chapter 5 Caledonian zone and Proto-tethys in the Northern Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau	123
1. Early Paleozoic geological record in Eastern Kunlun	125
2. Geological evidence of the Caledonian movement	139
3. Early Paleozoic tectonic environment of Eastern Kunlun ...	149
4. Proto-tethys	204
References	212
Chapter 6 Pre-jurassic structural evolution of the Transitional Continental Blocks in Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau and its adjacent areas	217
1. Preface	219
2. Brief review of the northern boundary of East Gondwanaland and Tethys, and implications of the Intermediate Transitional Block	220
3. Features of basic-ultrabasic and volcanic rocks of Chabu-Shuanghu region in central Qiangtang	226
4. Devonian to Triassic biogeography of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau and its adjacent areas	256
5. Major factors controlling the belongings of Transitional Continental Block	296
6. Northern border of Eastern Gondwanaland and Paleotethys	308
7. Pre-jurassic structural evolution of Transitional Continental Block	317
References	319
Chapter 7 Characteristics of Cenozoic intracontinental deformation of Eastern Tibet	333
1. Geotectonics of Eastern Tibet	336
2. Deformation and tectonic chronology of Nanjabarwa peek	