

青藏高原研究丛书

# 青藏高原 形成演化 与发展

● 主编 孙鸿烈 郑 度

广东科技出版社

青藏高原研究丛书

57.18  
214

# 青藏高原形成演化与发展

主编 孙鸿烈 郑 度

12138/03

广东科技出版社  
广州

... 00306

### 图书在版编目 (CIP) 数据

青藏高原形成演化与发展/孙鸿烈, 郑度主编.  
广州: 广东科技出版社, 1998. 2  
(青藏高原研究丛书)  
ISBN 7-5359-1941-3

I. 青…  
II. ①孙…②郑…  
III. ①青藏高原-形成-研究②青藏高原-演变-研究  
IV. P548.27

Qing-Zang Gaoyuan Xingcheng Yanhua Yu Fazhan

---

出版发行: 广东科技出版社  
(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

社 长: 黄达全  
E-mail: gdkjwb@ns. guangzhou. gb. com. cn

经 销: 广东省新华书店  
排 版: 广东科电有限公司  
印 刷: 广东东莞新丰印刷有限公司  
(广东省东莞市凤岗镇天堂围区 邮码: 511751)

规 格: 787mm × 1092mm 1/16 印张 23.25 插页 3 字数 465 千  
版 次: 1998 年 2 月第 1 版  
1998 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~1000 册  
定 价: 70.00 元

---

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

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

- ❶ Formation, Evolution and Development of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau
- ❷ Lithosphere Structure, Evolution and Dynamics of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau
- ❸ Uplift and Environmental Changes of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau in the Late Cenozoic
- ❹ Contemporary Climatic Variations over Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau and Their Influences on Environments
- ❺ Ecosystems of Qinghai-Xizang(Tibetan) Plateau and Approach for Their Sustainable Management



# 内 容 简 介

本书以国家攀登计划及中国科学院重大基础研究项目“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”的成果为基础，结合近几十年来对高原的研究工作，系统地阐明青藏高原地学和生物学领域的重要成果和最新进展。全书共6章，分别论述了青藏高原岩石圈结构、演化与动力学、高原隆升与环境演化、高原气候变化及其对环境的影响、高原隆起对周边地区的影响、高原生态系统与自然地带以及高原区域可持续发展等基础和应用基础的重大问题。

本书内容丰富、资料翔实，有新观点和新进展，可供地学、生物学专业技术和研究人员参考，并作为高等院校有关专业的教材。

## Introduction

Based on the results of “Studies on Formation and Evolution, Environmental Changes and Ecosystems of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau”, one of the National Climbing Projects and the key projects of Chinese Academy of Sciences, and research works on the plateau in the last decades, the authors have expounded the important discoveries and latest progress of the plateau in geo-sciences and bio-sciences. The book, consisting of six chapters, has respectively elaborated the following fundamental issues, such as the structure, evolution and dynamics of lithosphere of the plateau, uplifting of the plateau and environmental changes, climatic change of the plateau and its impact on environments, impacts of the uplifting on the surrounding areas, the ecosystems, natural zones and regional sustainable development of the plateau.

The book, being abundant in various aspects with full and accurate data, as well as new and original progress, may afford references for technicians, researchers in geo-sciences and bio-sciences and can be used as teaching materials for teachers and students in colleges and universities.

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 任 | 孙鸿烈 |     |     |
| 委 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

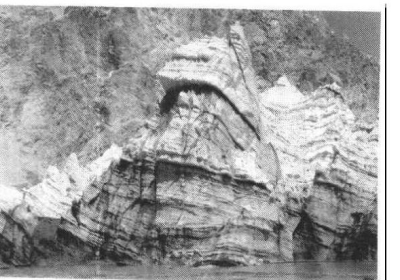
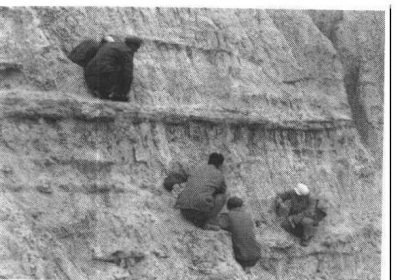
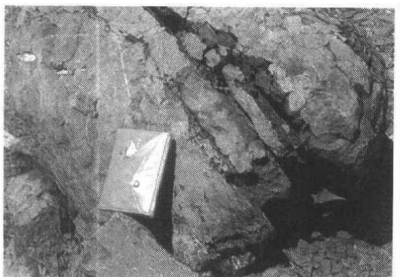
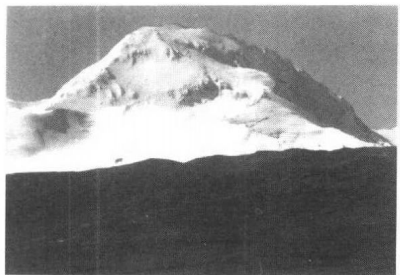


## 青藏高原研究丛书

- 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 高原岩石圈结构、演化和动力学 .....                | 1   |
| 第一节 高原的地质特征 .....                       | 3   |
| 第二节 高原地球物理场特征与岩石圈结构 .....               | 11  |
| 第三节 高原岩石圈的形成与演化 .....                   | 23  |
| 第四节 高原形成模式与升降机制 .....                   | 45  |
| 参考文献 .....                              | 65  |
| 第二章 高原隆升与环境演化 .....                     | 73  |
| 第一节 第三纪青藏地区的隆升、夷平与环境变化 .....            | 76  |
| 第二节 3.4Ma BP 开始的高原强烈隆升——青藏运动 .....      | 88  |
| 第三节 1.1Ma~0.6Ma BP 昆黄运动与高原山地进入冰冻圈 ..... | 98  |
| 第四节 150ka 以来气候与环境变化 .....               | 105 |
| 第五节 10ka 以来气候与环境变化 .....                | 119 |
| 第六节 2ka 以来气候与环境变化 .....                 | 124 |
| 参考文献 .....                              | 129 |
| 第三章 高原气候变化及其对环境的影响 .....                | 139 |
| 第一节 高原季风的形成与演化 .....                    | 141 |
| 第二节 高原近代气候变化 .....                      | 148 |
| 第三节 气候变化对冰川、积雪、冻土及水资源的影响 .....          | 155 |
| 第四节 气候变化“启动区”的再分析 .....                 | 169 |
| 参考文献 .....                              | 175 |
| 第四章 高原隆起对周边地区的影响 .....                  | 179 |
| 第一节 高原隆起对周边沉积盆地形成、演化的影响 .....           | 181 |
| 第二节 对东亚古季风形成及周边沉积环境的影响 .....            | 184 |
| 第三节 地文期与第四纪地质事件 .....                   | 196 |
| 第四节 高原隆起与第四纪以来的旋回地层学 .....              | 202 |
| 第五节 青藏高原隆起对全球变化的影响 .....                | 209 |
| 第六节 高原隆起与亚洲植被的地带分异 .....                | 213 |
| 参考文献 .....                              | 227 |
| 第五章 高原生态系统与自然地带 .....                   | 231 |
| 第一节 高原生物多样性及其形成与分布规律 .....              | 233 |
| 第二节 高原森林与草地的结构和演替 .....                 | 246 |
| 第三节 主要生态系统的生物生产量 .....                  | 257 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 第四节 垂直自然带类型系统与分布模式 .....    | 269        |
| 第五节 地生态空间格局与自然地域系统 .....    | 280        |
| 参考文献 .....                  | 292        |
| <b>第六章 高原区域的可持续发展 .....</b> | <b>297</b> |
| 第一节 高原资源、环境与社会经济的分析 .....   | 299        |
| 第二节 高原区域可持续发展的宏观调控 .....    | 315        |
| 第三节 优先开发高原重点区域 .....        | 324        |
| 第四节 建设高原生态农业 .....          | 338        |
| 第五节 高原的自然保护 .....           | 344        |
| 参考文献 .....                  | 348        |
| <b>结 语 .....</b>            | <b>351</b> |
| <b>后 记 .....</b>            | <b>356</b> |

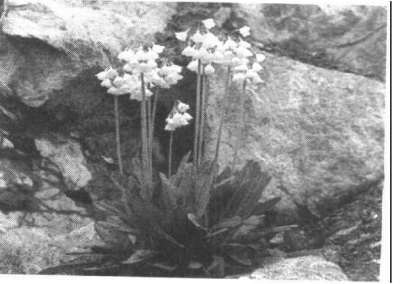


# CONTENTS

|                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Chapter 1 Lithosphere Structure, Evolution and Dynamics of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau</b>       | <b>1</b>   |
| 1. Geological characteristics of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau                                        | 3          |
| 2. Features of geophysical field and lithosphere structure                                               | 11         |
| 3. Formation and evolution of lithosphere of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau                            | 23         |
| 4. Formation model and uplifting mechanism of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau                           | 45         |
| References                                                                                               | 65         |
| <b>Chapter 2 Uplift and Environmental Evolution of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau</b>                  | <b>73</b>  |
| 1. Uplift, planation and environmental changes of the Qinghai-Xizang region in the Tertiary              | 76         |
| 2. Violent uplift of the plateau since 3.4Ma BP —— Qinghai-Xizang Movement                               | 88         |
| 3. Kunlun-Huanghe Movement and high mountains into the cryosphere on the plateau during 1.1Ma ~ 0.6Ma BP | 98         |
| 4. Climatic and environmental change since 150ka BP                                                      | 105        |
| 5. Climatic and environmental change since 10ka BP                                                       | 119        |
| 6. Climatic and environmental change since the last 2ka                                                  | 124        |
| References                                                                                               | 129        |
| <b>Chapter 3 Climatic Change of the Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau and its Impact on Environment</b>   | <b>139</b> |
| 1. On the formation and evolution of the plateau monsoon                                                 | 141        |
| 2. Recent climate variation on the plateau                                                               | 148        |
| 3. Impact of climatic change on glacier, snow cover, permafrost and water resources                      | 155        |
| 4. Further analysis of “pilot area” in climate change                                                    | 169        |
| References                                                                                               | 175        |
| <b>Chapter 4 The Impact of Plateau Uplifting on Surrounding Areas</b>                                    | <b>179</b> |
| 1. The impact of plateau uplifting on formation and evolution of                                         |            |



|                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| surrounding sedimentary basin .....                                                               | 181        |
| 2. The impact on the East Asia paleomonsoon arising and surrounding sedimentary environment ..... | 184        |
| 3. Physiographic stages and Quaternary geological events .....                                    | 196        |
| 4. Plateau uplifting and cyclo-stratigraphy since Quaternary ...                                  | 202        |
| 5. The impact of plateau uplifting on global changes .....                                        | 209        |
| 6. Plateau uplifting and zonal differentiation of vegetation in Asia .....                        | 213        |
| References .....                                                                                  | 227        |
| <b>Chapter 5 Ecosystems and Natural Zones of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau .....</b>           | <b>231</b> |
| 1. Biological diversity, formation and distribution pattern of the plateau .....                  | 233        |
| 2. Structure and succession of forest and grassland of the plateau .....                          | 246        |
| 3. Biological production of major ecosystem .....                                                 | 257        |
| 4. Type systems of altitudinal belts and distribution models ...                                  | 269        |
| 5. Geoecological spatial pattern and natural regional system .....                                | 280        |
| References .....                                                                                  | 292        |
| <b>Chapter 6 Sustainable Development of Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau .....</b>                | <b>297</b> |
| 1. Analysis of resources, environment and socio-economy condition of the plateau .....            | 299        |
| 2. Macro-scale adjustment of sustainable development of the plateau .....                         | 315        |
| 3. Priority development of key areas of the plateau .....                                         | 324        |
| 4. Construction of ecological agriculture of the plateau .....                                    | 338        |
| 5. Nature conservation of the plateau .....                                                       | 344        |
| References .....                                                                                  | 348        |
| <b>Conclusion .....</b>                                                                           | <b>351</b> |
| <b>Follow-up Records .....</b>                                                                    | <b>356</b> |





# 第一章 高原岩石圈结构、 演化和动力学

潘裕生 孔祥儒 钟大赉 王谦身  
熊绍柏 丁 林 阎雅芬

