

国 家 自 然 科 学 基 金

联合资助

国家基础科学特殊学科点人才培养基金

西藏特提斯演化晚期 生物古海洋事件

赵文金 万晓樵 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书通过对西藏南部晚白垩世以来的海相地层进行微体古生物学、地球化学、古海洋学、事件地层学、构造地质学及沉积学等多学科的综合研究,以生物事件研究为突破口,对发生于晚白垩世—始新世的3个重大生物古海洋事件做了全面、系统的分析,同时阐明了西藏特提斯晚白垩世以来的演化历程,并揭示了其演化过程中各个时期的发展特征及其与全球构造运动的关系。

本书资料丰富,内容翔实,图文并茂,结构新颖,可供从事古生物学、古海洋学、地球化学、事件地层学、沉积学、构造地质学,以及从事青藏高原地质研究的科研人员、大专院校师生和生产人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

西藏特提斯演化晚期生物古海洋事件/ 赵文金, 万晓樵著. —北京: 地质出版社, 2003.1

ISBN 7-116-03731-4

I. 西… II. ①赵…②万… III. ①晚白垩世 海洋地质学 研究 西藏②晚白垩世 海洋生物学: 古生物学 研究 西藏 IV. P736

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 096200 号

XIZANG TETISI YANHUA WANQI SHENGWU GUHAIYANG SHIJIAN

责任编辑: 郁秀荣 孙为群

责任校对: 王素荣

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324557 (编辑室)

网 址: [http:// www . gph . com . cn](http://www.gph.com.cn)

电子邮箱: [zbs@ gph . com . cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京印刷学院实习工厂

开 本: 787mm×1092mm $\frac{1}{16}$

印 张: 8 图版: 1 页

字 数: 200 千字

印 数: 1—600 册

版 次: 2003 年 1 月北京第一版·第一次印刷

定 价: 32.00 元

ISBN 7-116-03731-4 P·2327

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行处负责调换)

前言

中生代晚期—新生代早期是地球演化历史上的重大突变期，出现了地磁场正极性超时，泛大陆裂解，大西洋、特提斯洋及印度洋急剧扩张，全球性大洋缺氧，海平面高出现今 300~350 m，大气圈 CO₂ 含量高于现今 6~9 倍，全球气温高于现今 9~16 °C，以及生物界的集群绝灭与复苏等一系列事件。同时地球自转速度明显减慢，构成突变期重大事件群和地球整体行为异常。这一地球演化史上重大突变期众多重大事件群及其成因是当前自然科学的重大问题之一，也是地球科学基础理论研究的前沿和热点。该时期的重大事件群中最为引人注目的是赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近、白垩系/ 古近系界线附近的全球性生物古海洋事件以及古近纪始新世中晚期西藏特提斯洋的关闭事件。特提斯地质的研究涉及全球构造、地壳和岩石圈演化、洋陆变迁及高原隆升等重大地质学理论问题，因此成为地球科学上经久不衰的研究课题。为了探索特提斯洋演化、大陆碰撞和高原隆升的地球动力学机制，青藏高原早已成为中外地学家进行地学探索的最佳天然实验室。

青藏高原像地质科学宝库里的一颗熠熠生辉的明珠，其板块构造格局及特提斯洋的演化特征则更散发着奇异的光彩，吸引了全球地质学家的广泛关注。西藏南部位于特提斯构造域的东端，不仅海相沉积连续，而且其中所含化石十分丰富，尤其是微体古生物有孔虫及钙质超微化石。该区保存完整的海相地层不但记录了南方冈瓦纳大陆的裂解，亚洲大陆的增生以及最终会聚、拼合及隆升的地质历史，而且也记录了西藏中新世代特提斯洋发生、发展和消亡过程中的一系列重大地质事件。因此，该区是我国乃至世界上进行晚中生代以来古海洋事件以及全球构造动力学研究的最佳地区。

本书采用微体古生物学、地球化学、古海洋学、事件地层学、构造地质学及沉积学等多学科的方法和手段，对西藏南部晚白垩世以来海相地层的研究，以生物事件为突破口，全面论述了晚中生代以来西藏特提斯演化过程中所发生的 3 个重大生物古海洋事件的特征及机制，并进一步阐明了白垩纪中期以来古海洋的变化、古气候的变迁以及古构造格局的演变。

本书主要以国家自然科学基金项目（49872003）为依托，详细地研究了笔者近 6 年来在野外及室内工作中所搜集的全部宝贵的地质资料，主要包括古生物样品资料、地球化学测试样品资料以及岩石样品资料等。与笔者一起参加野外工作的人员还有：英国的 Anthony Hallam 教授、Paul Wignall 博士，加拿大

的 Luba Jansa 教授，意大利的 Massimo Sarti 教授以及阴家润教授、李祥辉副教授、胡修棉博士等。在本书成文过程中还得到众多国内外著名专家及学者的指导、建议和帮助，他们是郝诒纯、马宗晋院士，刘本培、茅绍智、徐钰林、阴家润及聂泽同教授，吴浩若、吴根耀、朱敏、杨经绥及金小赤研究员，丁林副研究员，王大锐高级地质师，实验员关家敏以及旺罗、杨欣德、董玉珊和李国彪博士等。李健同志参加了本书大部分文稿的文字录入及制表等工作。在此一并向他们致以诚挚的谢意！

本书的出版得到了国家自然科学基金项目（编号：49872003）及国家基础科学特殊学科点人才培养基金项目（编号：J9930095）资助。

目 录

前 言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 研究现状	(2)
1.2 研究意义	(2)
1.2.1 地质科学理论研究方面的意义	(3)
1.2.2 地球环境变化研究方面的意义	(3)
1.2.3 矿产资源勘探方面的意义	(3)
1.2.4 地质灾害研究方面的意义	(3)
1.3 研究依据	(4)
1.4 研究思路	(5)
1.4.1 研究方法	(6)
1.4.2 研究资料的收集	(6)
第 2 章 西藏南部赛诺曼阶—始新统区域地质概况	(8)
2.1 研究区地理位置及地理概况	(8)
2.2 青藏高原主体的板块运移及特提斯演化简史	(9)
2.2.1 地块简介	(9)
2.2.2 缝合带简介	(10)
2.2.3 青藏高原主体的板块运移及特提斯演化简史	(11)
2.3 西藏南部中生代地质构造背景	(14)
2.4 西藏南部赛诺曼期—始新世地层格架	(15)
2.4.1 特提斯—喜马拉雅北带晚白垩世的地层格架	(15)
2.4.2 特提斯—喜马拉雅南带晚白垩世地层格架	(16)
2.4.3 特提斯—喜马拉雅地区古近纪古新世和始新世地层格架	(20)
第 3 章 西藏南部赛诺曼阶—始新统地质剖面	(21)
3.1 定日地区地质剖面	(21)
3.1.1 贡扎剖面	(21)
3.1.2 曲密巴剖面	(30)
3.2 岗巴地区地质剖面	(31)
3.2.1 宗山剖面	(31)
3.2.2 宗浦剖面	(36)
3.3 江孜地区地质剖面	(39)
3.3.1 床得剖面	(39)
3.3.2 加不拉剖面	(40)
3.3.3 龙马剖面	(41)

第4章 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近的生物古海洋事件	(43)
4.1 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线事件层位的确定	(43)
4.2 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线事件的沉积学特征	(46)
4.3 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线事件的古生物学特征	(46)
4.4 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近地球化学特征	(48)
4.4.1 材料及测试方法简介	(48)
4.4.2 白垩纪中期碳稳定同位素特征与大洋缺氧事件	(48)
4.4.3 藏南地区白垩纪中期铀、钍及钾的元素地球化学特征与环境意义	(53)
4.4.4 西藏南部地区赛诺曼阶/ 土仑阶界线层中碳-硫关系	(58)
4.4.5 西藏南部地区赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近其他地球化学特征	(58)
4.5 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线事件机制探讨	(59)
第5章 西藏南部赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近集群绝灭事件后的生物复苏	(65)
5.1 西藏南部晚白垩世地层格架	(66)
5.1.1 冷青热组 ($K_2 l$)	(67)
5.1.2 岗巴村口组 ($K_2 g$)	(67)
5.1.3 宗山组 ($K_2 z$)	(68)
5.2 西藏南部晚白垩世有孔虫动物群生态特征及演化特征	(68)
5.2.1 有孔虫动物群生态特征	(69)
5.2.2 有孔虫动物群演化特征	(70)
5.2.3 有孔虫化石带	(70)
5.3 赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近集群绝灭事件后有孔虫动物群的复苏	(71)
5.3.1 赛诺曼阶/ 土仑阶界线附近集群绝灭事件后有孔虫动物群的复苏特征	(73)
5.3.2 赛诺曼期—土仑期集群绝灭后有孔虫动物群复苏的型式及机制	(75)
第6章 西藏南部白垩系/ 古近系界线的生物古海洋事件	(77)
6.1 西藏南部白垩系/ 古近系界线的确定	(77)
6.2 西藏南部白垩系/ 古近系界线附近岩石地层学及古生物地层学特征	(80)
6.3 西藏南部白垩系/ 古近系界线附近的生物集群绝灭事件	(82)
6.4 西藏南部白垩系/ 古近系界线附近的地球化学特征	(82)
6.4.1 铍异常	(82)
6.4.2 其他地球化学特征	(84)
6.4.3 西藏南部白垩系/ 古近系界线层地球化学异常浅析	(84)
6.5 西藏南部白垩系/ 古近系界线事件及其机制探讨	(85)
第7章 西藏南部最高海相层的研究	(87)
7.1 中国古近纪海相地层综述	(87)
7.1.1 研究历史	(87)
7.1.2 研究现状	(87)
7.2 最高海相层研究的最新进展	(90)
7.2.1 定日地区最高海相层研究	(91)
7.2.2 青藏高原海相古近系最高层位及其时代	(91)
7.2.3 西藏特提斯海演化的最后阶段——消亡期的特征	(93)

第 8 章 西藏南部晚白垩世以来特提斯海的演化 (96)

8.1 西藏南部晚白垩世以来特提斯海的演化历程 (96)

8.2 西藏南部晚白垩世以来特提斯海的演化机制探讨 (97)

结束语 (101)

一、本书主要结论 (101)

二、存在和今后应解决的问题 (102)

主要参考文献 (103)

Abstract in English (111)

图版说明 (115)

第 1 章 绪 论

晚中生代是地球演化历史上的重大突变期，发生了一系列重大的地质、古生物及古海洋事件，同时地球自转速度明显减慢，构成突变期重大事件群和地球整体性行为异常。晚中生代突变期重大事件群及其成因是当前自然科学研究的重大科学问题之一，也是地球科学基础理论研究的前沿和热点。

青藏高原像地质科学宝库里一颗熠熠生辉的明珠，其独特的板块构造格局、地质演化历史及特提斯洋的演化特征则更散发着奇异的光彩，显得那么富有诱惑、那么神秘莫测。特提斯地质的研究涉及全球构造、地壳和岩石圈演化、洋陆变迁及高原隆升等重大地质学理论问题，因此成为地球科学上经久不衰的研究课题，并早已引起国际、国内地学界的广泛瞩目。

构造意义上的特提斯通常是指欧亚大陆南部一条全球性纬向展布的构造域，很多地质学家将其称为劳亚大陆与冈瓦纳大陆之间的、略呈东西走向的宽阔海洋，并最终闭合消亡而形成现今大陆上的巨型特提斯造山带（图 1-1）（潘桂棠，1994；Liu Guanghua, 1992）。这一造山带是地球上地壳结构和岩石圈结构最复杂、造山带类型最多的构造域，它不但记录了南方冈瓦纳大陆裂解、亚洲大陆的增生以及最终汇聚拼合、隆升的地质历史，而且也记录了特提斯洋发生、发展和消亡过程中的一系列重大地质事件。

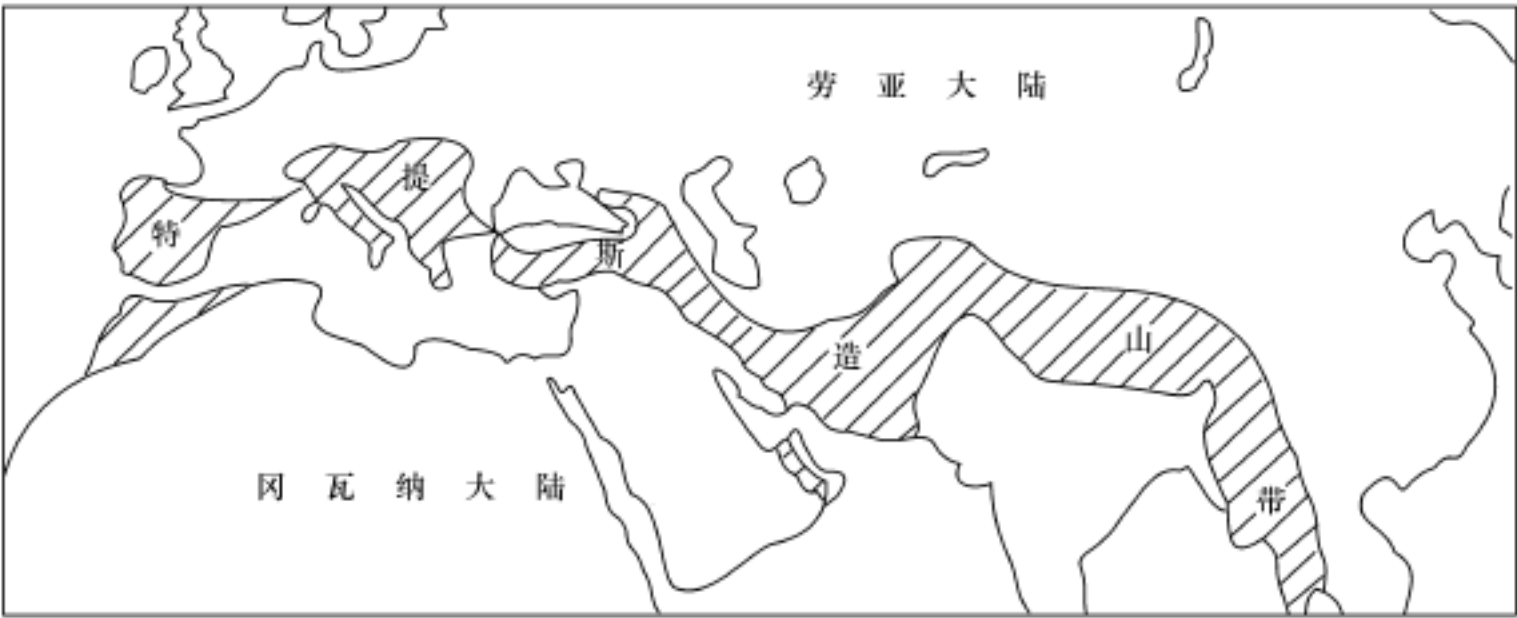


图 1-1 特提斯巨型造山带的现今位置
(据刘光华，1992)

Fig.1-1 Present position of the tectonic units of the Alpine-Himalaya superorogenic complex, Laurasian and Gondwanan Continents
(after Liu Guanghua, 1992)

从特提斯的时空构架来看，西藏地区位于特提斯构造域的东端，国内外地质学家将其称为东特提斯而与欧洲阿尔卑斯地区的西特提斯相区别。中生代西藏特提斯洋经历了从

萌生、扩展、鼎盛，再到萎缩、消亡及最终汇聚造山的整个演化历程，雅鲁藏布江蛇绿岩带代表了侏罗纪至古近纪西藏特提斯洋的主体，余光明、王成善（1990）将其称为西藏特提斯南带，也有专家将其称为特提斯-喜马拉雅带（A. Gansser, 1964），这是本书中进行研究的主要内容。

1.1 研究现状

早在 20 世纪初，一些外国学者就在西藏南部做过地质调查工作。实际上，具有重要意义的地质考察工作的开展是在 20 世纪 50 年代之后。50 年代主要开展了一些小面积的地质研究，并配合我国登山活动开展了一些路线地质调查研究（中国科学院西藏工作队地质组，1952；中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队地质组，1959）。60 年代至 80 年代，我国各有关科研机构和一些地质生产单位分别对青藏高原进行了综合性和专题性地质考察（文世宣，1974；章炳高、穆西南，1979；章炳高、耿良玉，1983；万晓樵，1985；郝诒纯、万晓樵，1985；徐钰林等，1989）。从 80 年代中期以后，国际同行与我国地质学家在本区开展了多项合作研究，如中法双方所完成的“喜马拉雅地质构造与地壳上地幔的形成演化”，中德和中英所进行的藏南沉积盆地的研究等。进入 90 年代，我们分别于 1995 年、1997 年、1998 年及 1999 年与成都理工学院沉积研究所以及国外古生物学家、沉积学家对西藏南部，主要在定日地区、岗巴地区及江孜地区进行了更进一步的古生物学与地层学方面的研究工作。

对西藏特提斯的研究，到目前为止已取得了众多丰硕的成果。大量的研究资料表明，雅鲁藏布江一带于三叠纪晚期开始出现大规模张裂，并出现洋壳海底，侏罗纪至早白垩世晚期是其扩张发展时期，于早白垩世晚期至晚白垩世早期达到其发展的顶峰，之后开始萎缩，并于古近纪始新世完全闭合（黄汲清等，1984；王鸿祯，1983）。近年来，对其演化及发展的过程中所发生的一系列生物古海洋事件的研究表明，赛诺曼阶/土仑阶事件、白垩系/古近系事件及西藏特提斯洋关闭事件等均可以进行全球对比研究，赛诺曼阶/土仑阶生物古海洋事件是大洋缺氧事件的结果，而白垩系/古近系生物古海洋事件及西藏特提斯洋关闭事件则主要与由各种因素引起的海平面变化有关（万晓樵、阴家润，1996；Wan Xiaoqiao, 1988）。

目前虽然对西藏特提斯演化及发展过程中一系列地质事件已有了较为科学的认识，然而还存在着诸多疑难问题。西藏中新世一系列生物古海洋事件（赛诺曼阶/土仑阶事件、白垩系/古近系事件、西藏特提斯洋关闭事件等）是如何发生的？是否与全球具有一致性？是否与特提斯洋在中新生代发展过程中的一系列重大转折相一致？其机制如何？等等。基于上述众多疑难问题，本书主要以研究晚中生代—古近纪始新世生物古海洋事件为突破口，以求解决众多晚中生代以来一系列重大地质事件研究中的基本而关键的难题。

1.2 研究意义

当前地球科学正面临着环境、资源、灾害三大社会需求的严峻挑战，迫切需要基础研究的深化和地球系统科学理论的指导。国际上已经把 150 Ma 以来地球的环境与生物变化选定为 21 世纪地球科学最优先研究领域。开展晚中生代以来西藏特提斯生物古海洋事件

的研究，无疑对解决人类所面临的三大挑战具有现实的、深远的科学意义，主要体现在以下4个方面：

1.2.1 地质科学理论研究方面的意义

西藏特提斯位于特提斯构造域的东端。在我国西藏南部，具有连续的海相沉积地层，可与欧洲阿尔卑斯经典特提斯区相对比，其中所含的生物化石在整个东特提斯海域又具有代表性。因此，对藏南晚白垩世—古近纪始新世特提斯古海洋事件主要是生物事件进行深入的研究，无疑会对全球生物事件的研究提供可靠、有效的对比资料，对科学地认识生物演化规律提供可靠的证据，对理论古生物学产生不可估量的影响。另外，在此方面的研究无疑也会为科学地认识大陆裂解与增生提供更为有力的证据，为中新生代全球构造动力学与地球系统科学的发展提供可靠的素材。

1.2.2 地球环境变化研究方面的意义

地球环境变化不仅对自然界、生物界产生了重大影响，而且对于人类的生存也存在着巨大的威胁。一些环境科学家认为，现代地球生物圈正处在一个绝灭时期的早—中期阶段。面对环境恶化这个难题，人类积极的态度只能是深入地研究地球环境发展的过去、现在和将来，尤其是用过去生物事件发生的原因及发展的过程去推测未来。地质历史中的生物事件给我们留下了过去地球环境变化的原因和结果，揭示这些造成生物事件发生的生态环境恶化的原因及生态环境恶化后的恢复机制，一方面有可能在现今地球上减少和避免那些造成环境恶化的因素，防止环境恶化的进一步发展，另一方面可以在人类发展尺度上去促进这种恢复。

1.2.3 矿产资源勘探方面的意义

随着现代化经济建设的迅猛发展，对矿产资源的需求越来越大。当前，人类所面临的另一个主要问题就是能源缺乏，因此，寻找新的能源成为每一个地质工作者所必须肩负的重任。

众所周知，横贯东西的特提斯构造域是世界上非常重要的油气聚集带，我国西藏南部岗巴—定日盆地就位于该构造域的东端，它是在稳定大陆边缘发展起来的。上白垩统按岩性分为冷青热组、岗巴村口组及宗山组，岩性以黑色、黄绿色页岩与灰色泥灰岩、薄层灰岩互层为主，富含大量的微体古生物。古近系由基塔拉组、宗浦组及遮普惹组组成。基塔拉组以石英砂岩为主，夹少量的灰质砂岩、泥灰岩及页岩；宗浦组及遮普惹组下段均以碳酸盐岩为主，富含大量的微体古生物；遮普惹组上段则以灰绿色、紫红色页岩为主。从岩性特征、生物特征及构造特征来看，上白垩统冷青热组至宗山组下段，为理想的生油岩系，宗山组上段及古近系基塔拉组至遮普惹组下段为良好的生储油组合，遮普惹组上段的页岩层则为良好的盖层，本区已具备了生储盖组合的基本成油地质条件。因此，岗巴—定日盆地是一个具有一定前景的含油气盆地。对西藏南部晚白垩世以来特提斯洋古海洋事件的研究，尤其是生物事件的研究，无疑会为在该地区寻找油气资源提供更为充实的资料。

1.2.4 地质灾害研究方面的意义

我国灾害之重、灾史之长、灾域之广、灾种之多是世界少有的。地质灾害已给我国经

济及人民生命财产的安全造成了重大损失。近 40 年来，每年由气候、水文、海洋及地震等类型的突发性自然灾害所造成的直接经济损失约为当年新增国民生产总值的 25%～35%，占当年国民生产总值的 3%～5%，平均每年因灾害死亡的人数逾万人。以地震为例，本世纪全球死亡万人以上的地震共 29 次，我国占了 5 次；死亡 20 万人以上的共 2 次，这 2 次全在我国发生。地质灾害问题已成为我国乃至全世界人类社会所必须解决的一个严重问题，迫切需要基础研究的深化和地球系统科学理论的指导。

对地质历史时期尤其是重大地质事件多发的中生代进行生物古海洋事件方面的研究，无疑会进一步深化对全球地质事件、全球地质构造运动及其动力学机制的认识，这对于解释由岩石圈构造运动所引起的地震等地质灾害的发生具有重要的理论意义。地质系统科学理论方面的突破可以为准确地预报地质灾害的发生提供理论基础。只有准确地预报地质灾害的发生，才能够对即将发生的地质灾害制定出相应的应急措施，减轻由其所造成的损失。

1.3 研究依据

早在 100 年前,E .Suess 就认为特提斯洋是位于冈瓦纳大陆与安加拉两个大陆之间的一个古海洋,1901 年,他把特提斯洋的消亡与古老的安加拉大陆和冈瓦纳大陆的拼合联系起来,形成了“已经褶皱…耸入云霄的喜马拉雅山脉和阿尔卑斯山脉…”。在这里,喜马拉雅很明确地被认为在特提斯洋的演化过程中具有十分重要的意义,这是因为他从 C .L .格里斯巴赫的工作成果中得知,喜马拉雅地区保存着至少从早志留世(现有寒武纪)至白垩纪(现延续到始新世)的一整套彼此整合的被动大陆边缘海相沉积(潘桂棠,1994)。

通过几代人的努力,对西藏南部海相地层的研究已取得了丰硕的成果,地层格架已基本上确立起来。该地区从晚白垩世开始一直到始新世,不仅沉积地层出露广泛、连续,而且发育完整,各门类化石十分丰富,特别是微体古生物有孔虫非常丰富(表 1-1,表 1-2)。

表 1-1 西藏南部晚白垩世有孔虫属种统计表

Tab 1-1 Late Cretaceous Foraminifera data in Southern Tibet

剖面 \ 数量 \ 属种		浮游类型属	底栖类型属	属合计	浮游类型种	底栖类型种	种合计
南带	贡扎	14	21	35	58	27	85
	宗山	15	38	53	76	53	129
	合计	16	50	66	88	69	157
北带	床得	8	8	16	16	12	28
	龙马	6	1	7	11	1	12
	加不拉	5	1	6	8	1	9
	合计	9	9	18	22	13	35
总计		17	55	72	91	77	168

表 1-2 西藏南部海相古近纪有孔虫属种统计表

Tab .1-2 Paleogene Foraminifera data in Southern Tibet

剖面 \ 数量		属种	浮游类型属	底栖类型属	属合计	浮游类型种	底栖类型种	种合计
定日岗巴	贡扎		6	28	34	13	82	95
	曲密巴		2	5	7	3	7	10
	合计		7	29	36	16	87	103
巴	宗山		0	5	5	0	18	18
	宗浦		3	31	34	8	83	91
	合计		3	33	36	8	83	91
总计			8	50	58	23	141	164

因此，该地区是我国进行古海洋事件尤其是生物事件研究的最理想的场所，也是我国进行特提斯洋演化及中—新生代区域地质构造、全球构造动力学研究的最佳地区。

1.4 研究思路

下面先以框图的形式简要地介绍一下开展本项研究工作的思路：

科学问题

1. 西藏中新世代特提斯洋是如何萌生的？2. 地壳的拉张运动应起始于何时？
3. 鼎盛转到萎缩是如何进行的？4. 这一重大转折是否与晚中生代一系列全球事件有关？
5. 其最终消亡及汇聚造山源于何时？6. 其地球动力学机制如何？等等

研究内容及方法

以研究晚中生代—古近纪生物古海洋事件(赛诺曼阶/土仑阶事件、白垩系/古近系事件及西藏特提斯洋关闭事件等)为突破口,采用古生物学方法、古海洋学方法、地球化学方法、沉积学方法,并结合构造地质学、地球物理学及古地磁等研究手段

研究的可行性

西藏南部喜马拉雅地区保存着至少从寒武纪至始新世的一整套彼此整合的被动大陆边缘海相沉积,该地区从晚白垩世开始一直到始新世,不仅沉积地层出露广泛、连续,而且发育完整,各门类化石十分丰富,特别是微体古生物有孔虫非常丰富,因此,该地区是我国进行生物古海洋事件研究的最理想的场所,也是我国进行特提斯洋演化及中—新生代区域地质构造、全球构造动力学研究的最佳地区

研究资料的收集

野外资料的收集,室内资料的收集

研究资料的整理及综合研究

研究成果

通过对西藏南部晚白垩世以来的海相地层进行微体古生物学、地球化学、古海洋学、事件地层学、构造地质学及沉积学等多学科的综合研究,以生物事件研究为突破口,对发生于晚白垩世以来的3个重大的生物古海洋事件做了全面、系统的分析,同时阐明了西藏特提斯晚白垩世以来的演化历程,并揭示了晚白垩世以来特提斯演化过程中各个时期的发展特征以及与全球构造运动的关系

其中，研究过程中所采用的方法及各种资料的收集是开展本项研究工作的基础，对这两个方面进行详细的介绍是必要的。

1.4.1 研究方法

1.4.1.1 微体古生物学方法

微体生物对外界环境变化的反应是最灵敏的，对任一时间段内发生的任何环境条件的改变，微体生物都会做出相应的反应。在本书中主要开展有孔虫这个微体生物类群的系统分类鉴定及古生态的研究，并对其个体、居群及群落采用定量分析的手段，这可以为中—新生代特提斯洋的演化及区域地质构造、全球构造动力学的研究提供可靠、定量的微体古生物学方面的信息。

1.4.1.2 地球化学方法

主要侧重于碳、氧稳定同位素的测试及分析。目前，碳氧稳定同位素的地球化学研究方法已成为古海洋学研究中重要的研究手段之一，它可以为古温度、古气候、古盐度及古生产率等多方面的环境要素提供精确而详尽的信息。另外，还研究了界线上下元素地球化学的变化特征，主要进行了铀、钍、钾的测试及分析，丰富了界线事件研究的手段。

本书中还采用了古海洋学、事件地层学、构造地质学及沉积学等学科的研究方法，以求对晚白垩世以来一系列生物古海洋事件有更为全面、准确的认识。

1.4.2 研究资料的收集

1.4.2.1 野外资料的收集

1995 年，本书的两位作者共同组织了一个中国、意大利、加拿大三方合作的“西藏特提斯中生代沉积地质”的研究课题，在 6~7 月野外工作期间，重点考察了中生代的地层，并采集了大量的微体古生物化石样品。1999 年 6 月，我们又组织了一个中英双方合作的“西藏南部中生代主要界线地层、生物绝灭与复苏”的研究课题以及一个国家自然科学基金资助项目“西藏白垩纪海洋群集绝灭后的生物复苏”的研究，在野外工作期间，采集了大量的微体古生物化石样品及同位素测试样品，并在重要界线附近进行了元素地球化学方面的测试，主要进行了赛诺曼—土仑阶界线附近地层中铀、钍、钾的测试。除上述项目外，本书作者万晓樵教授曾多次进藏进行地质研究工作，采集有大量中生代及新生代地层的微体古生物化石样品，成都理工学院沉积所最近几年也在该地区采集了大量的微体古生物化石样品。我们在实验室内所处理的微体古生物化石样品及同位素测试样品就来源于上面几次样品的采集，这些样品分别采自岗巴地区宗山剖面、宗浦剖面，定日地区贡扎剖面、曲密巴剖面以及江孜地区床得剖面、加不拉剖面和龙马剖面。另外，还有因岩性较硬而无法进行室内微体古生物化石样品处理所切的一些岩石薄片。

1.4.2.2 室内资料的收集

在完成本书的过程中，我们参阅了大量中、外文与研究内容有关的资料。据初步统计，国内外文献有 300 多篇，其中外文文献约占 60%。通过参阅这些文献资料，形成了本书编写的总体思路。

用于研究的所有资料的收集、野外及室内的实际工作量见表 1-3。

表 1 - 3 资料收集统计表

Tab . 1 - 3 The statistics of collected data

	项 目	单位	数量	备 注
野外	研究及实测地层剖面	条	7	宗山、宗浦、贡扎、床得、曲密巴、加不拉、龙马
	采集标本	块	348	
	元素地球化学测试	件	49	U、Th、K
室内	微古样品处理	件	339	主要为有孔虫
	全岩同位素测试	件	30	C、O
	薄片鉴定	片	47	化石
	收集文献	篇	约 300	外文占 60 % 以上

第 2 章 西藏南部赛诺曼阶—始新统区域地质概况

2.1 研究区地理位置及地理概况

研究区位于西藏南部日喀则地区（图 2 - 1），大致处于北纬 28°～ 29°，东经 87°～ 91°，其北界为雅鲁藏布江，南界为喜马拉雅山脉。按地形地貌特征，研究区属于喜马拉雅高山区，地质剖面所在地区大多属于河谷冲积平原和倾斜坡地区类型。研究区内有两条主要公路通过，一条为中尼国道，一条为中锡国道，交通比较便利。研究区海拔 3700～ 6000 m，平均海拔在 4000 m 以上，属高原温带半干旱季风气候区。昼夜温差大；日照时间长，年日照数多在 3200 小时以上；气候干燥，年降水量小，一般为 300 mm 左右；年无霜期短，多为 60～ 130 天左右；植被稀少，野外露头较好（西藏自治区地质矿产局，1993；西藏自治区测绘局，1993）。

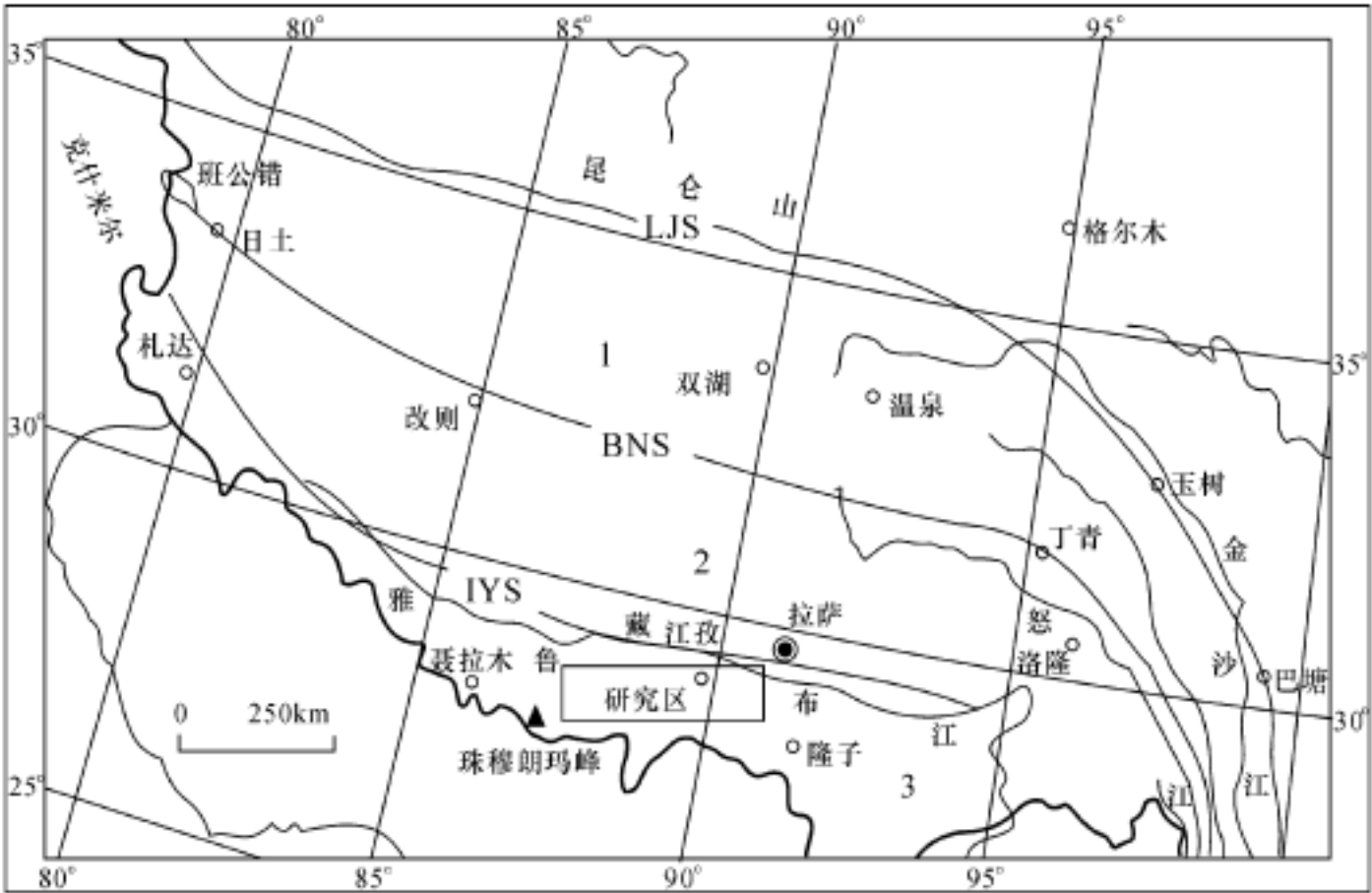


图 2 - 1 研究区地理位置及青藏高原主体大地构造格架

Fig . 2 - 1 Sketch map showing the location of study area and regional tectonic frameworks in Tibet

1—羌塘地块；2—拉萨地块；3—喜马拉雅-印度地块
LJS—龙木错-玉树-金沙江缝合带；BNS—班公错-怒江缝合带；IYS—雅鲁藏布缝合带

2.2 青藏高原主体的板块运移及特提斯演化简史

青藏高原是世界上最大、最高的高原，素有“世界屋脊”之称。由于它具有独特的自然地理环境和复杂的地壳结构，在地质科学的各个研究方面，在解决有关地球演化的一些关键性问题中，起着不可替代的作用，被誉为“打开地球奥秘的金钥匙”。它早已成为全世界地质科学家们竞相探索的对象。

近年来，国内外不少地质学家对青藏高原及其邻近地区进行了比较全面、系统的调查与研究（王乃文，1984；黄汲清等，1984；黄汲清、陈炳蔚，1987；王鸿祯，1983，王鸿祯等，1990），提出了好几种不同的大地构造单元划分方案，所使用的术语也大相径庭，但大体上都认为：青藏高原是由一系列微板块及板片组成，它们之间以深海残体、蛇绿岩和混杂岩等共同组成的板块消减带-缝合线为界，在三度空间上，青藏高原呈现出以活动的条与稳定的块相间的大地构造格局，并且主体呈东西向展布。

黄汲清等（1984）把这个地区称为“特提斯-喜马拉雅构造域”，划分出了喜马拉雅、拉萨-措勒、保山-掸邦、唐古拉、可可西里-巴颜喀拉、东昆仑等6个构造区，各构造区之间的板块缝合带分别为印度斯-雅鲁藏布、班公错-丁青、龙木错-玉树等。在1987年，他和他的合作者陈炳蔚进一步指出，龙木错-玉树缝合带是在二叠纪、三叠纪时分开欧亚大陆和冈瓦纳大陆的最重要的板块缝合带，代表古特提斯洋，班公错-丁青缝合带是中侏罗世时的另一个中特提斯洋，而印度斯-雅鲁藏布缝合带则是从晚三叠世出现大规模张裂，经侏罗纪、白垩纪的扩张而形成的中生代特提斯大洋，至晚白垩世开始收缩，古近纪初完全闭合。

王乃文（1984）根据对生物地理的研究认为：晚古生代时，印度、藏南、藏北、青（海）南、三江、滇西及东南亚大部分地区，都曾是冈瓦纳古陆的一部分，它们在晚古生代时曾连在一起，他称之为青藏印度古陆。在晚二叠世，这个古陆分裂出两个块体，即羌塘-印支陆块与藏北陆块，在此之后直至白垩纪，羌塘-印支陆块与藏北陆块最终漂移到了欧亚大陆南缘。三叠纪初，羌塘板块并合到华夏古陆南缘，在白垩纪阿尔布/赛诺曼期，藏北陆块并合到羌塘陆块上，古近纪始新世末，印度-喜马拉雅陆块并合到了藏北陆块南缘。

王鸿祯（1983）及王鸿祯等（1990）把此地区分为羌塘、冈底斯、喜马拉雅3个前寒武纪地块，其间以修沟-玛沁、班公错-丁青、雅鲁藏布江3个主要消减带相隔，其中班公错-丁青最为重要，是冈瓦纳大陆和欧亚大陆之间的界线，代表特提斯海的主体。

本书在综合前人资料的基础上，结合自己野外的实地考察，认为把青藏高原主体分为以下3个块体及3个缝合带比较合适，即：羌塘地块、拉萨地块、喜马拉雅-印度地块；龙木错-玉树-金沙江缝合带、班公错-怒江缝合带、雅鲁藏布缝合带（图2-1），其中龙木错-玉树-金沙江缝合带是比较重要的，是分开南北两大古陆的界线。

2.2.1 地块简介

2.2.1.1 羌塘地块

介于龙木错-玉树-金沙江缝合带和班公错-怒江缝合带之间，出露的地层前泥盆系主要由绿片岩、石榴角闪片岩、石榴二云片岩、白云钾长片麻岩组成，其上部尚有变质程度

较低的板岩、含砾板岩、砂质页岩、结晶灰岩、蚀变玄武岩。本板块内泥盆系及石炭系分布零星，缺失下、上泥盆统，中泥盆统及石炭系均为海相稳定型的沉积岩，以碳酸盐岩为主，二叠系与石炭系整合接触，为滨海相稳定型碳酸盐岩及碎屑岩组合，中生界仅见上三叠统及中侏罗统，均超覆在前泥盆系或较老地层之上，为滨浅海相稳定型碎屑岩、碳酸盐岩组合，常有残缺，块体内未见白垩系，古近系为红层沉积，分布零散。值得注意的是，在上石炭统、下二叠统含有暖水动物群与温、热带植物群的地层中还见有 *Oriocrasstella*, *Stepanoviella*, *Subanoviella*, *Eurydesma*, *Lytovolasma* 等冷水分子 (刘增乾等, 1990)。

2.2.1.2 拉萨地块

位于班公错-怒江与雅鲁藏布缝合带之间，相当于王鸿祯等 (1990) 所所谓的冈底斯地块。本地块中出露的地层前寒武系为中、深变质岩系，它构成结晶基底，之上为海相稳定型为主的古生代至古近纪连续沉积的盖层。其中中生界发育不完整，但岩浆活动较强烈。值得注意的是，在拉萨附近地区，曾先后鉴定到一些以 *Stepanoviella* 为代表的石炭纪的冷水型腕足类及以 *Costiferina* 为代表的二叠纪冷水型腕足类，在申扎地区下二叠统上部，*Costiferina* 消失，代之出现 *Nankinella* 等 (王乃文, 1984)。

2.2.1.3 喜马拉雅-印度地块

位于雅鲁藏布缝合带以南。本块体内大面积出露前寒武纪结晶变质岩系，发育有完整的古生代至中生代地层，并且见有巨厚的古近纪磨拉石堆积。在石炭纪、二叠纪岩层中含有冈瓦纳相的冷水型腕足类及舌羊齿植物群。在我国境内出露的中生代地层主要有：成熟的陆源碎屑岩 (T_3)、浅水碳酸盐岩 (J_{1-2})、颗石藻泥晶灰岩 (J_{2-3})、菊石细屑岩 ($J_3 - K_1$)、浮游有孔虫灰岩 (K_{1-2})、浅水碳酸盐生物建隆组合 (K_2)。这是一个完整的海进—海退沉积旋回，属于被动大陆边缘的沉积 (刘增乾等, 1990)。

2.2.2 缝合带简介

2.2.2.1 龙木错-玉树-金沙江缝合带

这一缝合带介于华夏古陆与羌塘地块之间，大致呈东西向展布，延长可达 2400 km。此带火山活动强烈，主要形成了早二叠世及晚三叠世细碧岩和细碧角斑岩系列。这一条带在金沙江、通天河段保存较好，较早就发现有超基性岩、基性岩与混杂堆积。1983 年，四川区调队在理查地区木拉一带发现了蛇绿岩套 (主要是中上部地层)，其下部为枕状熔岩、细碧岩及凝灰岩，上部为放射虫硅质岩并逐步过渡为硅质岩、板岩夹灰岩的地层，在所夹灰岩层中产早三叠世菊石及双壳类化石，在所夹角砾状灰岩中，见到晚古生代 类及小有孔虫碎片，放射虫硅质岩中的放射虫经王乃文 (1984) 鉴定有 *Xiphostylus*, *Cenellipsis*, *Sphaerzoum*, *Cenosphaera* 等早三叠世分子，剖面顶部为不整合面，其上为晚三叠世基性火山岩、砂板岩、砾岩及灰岩组成的地层覆盖。上述剖面岩性过渡性质表明，洋壳逐渐转变为陆壳，洋壳发育阶段的时代上限是中三叠世末，也就是说中三叠世末，龙木错-玉树-金沙江大洋裂谷已闭合，其南面的羌塘地块已与北侧的华夏古陆碰撞拼合。

唐哲明与韩同林在 1990 年的研究表明，在泥盆纪初期，龙木错-玉树-金沙江裂谷已经开始扩张，并逐渐形成洋盆，大约于石炭纪末期达到最大规模。在二叠纪早期，冈瓦纳大陆开始向北俯冲，洋盆规模不断缩小，至二叠纪晚期，龙木错-玉树-金沙江洋盆逐渐缩小，冈瓦纳大陆与欧亚大陆已十分接近。进入三叠纪，并未封闭的洋盆再一次扩张，三叠