



# 藏北地区侏罗纪 生物礁及含油性研究

Study on Jurassic Reefs and Oil Geology of  
Northern Tibet

肖传桃 等/著

 科学出版社

国家自然科学基金项目(编号：40972019，41572322)成果

# 藏北地区侏罗纪 生物礁及含油性研究

**Study on Jurassic Reefs and Oil Geology of  
Northern Tibet**

肖传桃 等 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书在简要介绍产礁地区的岩石地层与生物地层特征基础上,阐述了造礁生物类型、个体古生态和群落古生态学特征。按照三级生物礁分类体系详细论述了侏罗纪生物礁的类型、特征及其演替过程。在岩性岩相、沉积构造、古生态和地球化学标志分析基础上,论述了侏罗纪含礁地区的沉积体系与沉积相特征。最后分析了藏北地区侏罗纪生物礁的形成条件,并阐述了含礁地区的含油性特征。

本书适用于地质类高等院校和科研院所的教师、研究人员和高年级学生使用,且可作为生物礁研究领域的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

藏北地区侏罗纪生物礁及含油性研究 = Study on Jurassic Reefs and Oil Geology of Northern Tibet / 肖传桃等著. —北京: 科学出版社, 2020.1

ISBN 978-7-03-062394-2

I. ①藏… II. ①肖… III. ①侏罗纪-生物礁-含油性-研究-藏北地区 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第208845号

---

责任编辑: 万群霞 冯晓利 / 责任校对: 王萌萌

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2020年1月第一版 开本: 720×1000 1/16

2020年1月第一次印刷 印张: 12 3/4

字数: 253 000

定价: 128.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 本书作者名单

肖传桃 肖云鹏 胡明毅 龚文平

文志刚 李 梦 夷晓伟 梁文君

# 前 言

生物礁是由大量固着生物原地生长及其作用所形成的一种碳酸盐有机沉积建造，它具有抗浪格架及凸起的外部形态，成岩厚度大于四周同期沉积物厚度，并因此使其本身和围岩产生不同的相带。生物礁及造礁生物内部孔隙和体腔孔比较发育，因此，生物礁能为石油天然气和多种矿藏资源提供有利的富集场所。对生物礁的研究始于 18 世纪末到 19 世纪初，直到 20 世纪初期在生物礁中发现了大量的油气资源，对生物礁的研究得到广大地质工作者的重视，其成果也越来越多。

礁 (reef) 最早是被航海家命名的，定义为海洋中由珊瑚和红藻组成的狭窄的岩石，它们位于海面附近，可能被海水淹没或露出水面。早在 1837 年，达尔文就对珊瑚岛的成因进行了科学研究，认为在岛屿的周围先形成岸礁；随着岛屿的下沉，生物礁的背后成为潟湖，此时称为堡礁；后来岛屿完全沉入水中，则成为环形礁。该学说较好地论述了海平面与礁体生长的相互关系，同时也把岸礁、堡礁和环形礁有机地联系到了一起。

关于生物礁的定义，许多学者都提出了自己的观点。Stanton (1967) 首先提出了岩隆的概念，他指出：①岩隆是由有骨骼的生物形成的原地碳酸盐堆积；②在沉积期间，它生长于地貌高地之上；③包括“礁”“生物丘”“生物礁”“丘”等术语。Dunham (1970) 提出了礁的双重概念：地层礁和生态礁。Heckel (1974) 对礁的定义作了如下的解释：①它具有抗浪能力，能在动荡海水中生长发育；②对周围的沉积环境有一定的影响，使周围环境发生分化成不同的相带。这些观点都描述了生物礁的重要特征。范嘉松 (1996) 认为，生物礁是碳酸盐沉积的一种重要类型，它是生物密集堆积，并由大量各种各样的生物堆积而成。他以“堆积”一词概括了造架作用、各种胶结方式组成的生物礁构造，而且强调了生物个体的密集程度和生物种类的富集程度。Riding (2002) 表示生物礁是由固着生物建造的，而且是原地沉积的碳酸盐建造。他也认可了生物骨架碎屑胶结形成的这种生物礁。因此他的观点还是以原地沉积并且生物骨架组成的礁为主。综上所述，在生物礁研究的过程中，研究者的每一个观点都是一个里程碑，为后来的研究提供了很多重要的帮助，同时揭示出生物礁的许多特性，我们应该综合前人的观点和实际情形来判断生物礁和定义生物礁。

世界范围内侏罗纪生物礁主要生存于晚侏罗世，广泛发育于特提斯地区，其分布由东到西经日本、苏门答腊、中东、高加索直至西欧地区。这些地区的生物

礁研究比较详细,发表了较多相关的论文及专著。其研究内容包括:①在生物学方面,造礁生物的系统分类和古生态学研究;②在岩石学方面,生物礁的岩石学特征研究;③在沉积相方面,生物礁的微相划分、礁体的特征、类型和成因等方面的研究。其中,以造礁生物系统分类研究最为详细,已研究和描述的造礁生物有珊瑚、层孔虫、海绵和藻类等共百余种。在国内,除了晚侏罗世地层中发现生物礁之外,在中侏罗世地层中也发现了生物礁。晚侏罗世的造礁生物种类和生物礁类型与国外较为相似,不同的是六射珊瑚相对较少。而中侏罗世的造礁生物与生物礁类型则在国外未曾报道(肖传桃等,2000a;2000b;2000c),目前,已对造礁生物种类、生物礁类型、礁的沉积相、古生态特征及含油性等方面进行了研究。

比较国内外的研究现状可知,一方面,国外侏罗纪生物礁的研究起步于20世纪20年代,以日本最早,比我国早70余年,且以西欧研究得最为深入、详细。他们对礁的研究特别是在造礁生物系统分类、礁的特征、成因及礁模式等方面的成果值得我们借鉴,而我们对侏罗纪生物礁的研究基本处于起步阶段,仍需进行大量的研究。另一方面,与我们发现的藏北侏罗纪生物礁研究相比,国外在礁的类型、系统古生态学、形成机制和演化及与大地构造关系等方面显得较为薄弱,而对我们发现的中侏罗世双壳类 *Liostrea* 生物礁以构成藏北地区特色和优势的造礁生物 *Liostrea* 则未曾报道。此外,对不同类型生物礁与海平面变化的细微关系、特别是生物礁内部群落生态退化和复苏特征、造礁生物的演化事件,如迁移、革新、辐射和灭绝等及礁的储集性能和生烃潜力涉及较少。

由于藏北地区地处高原,气候严寒、环境恶劣,获取第一手资料非常困难。目前,有关藏北地区侏罗纪生物礁的课题存在很多待研究的内容和待解决问题。首先,对侏罗纪生物礁形成的岩相古地理、古大地构造条件仍不清楚,存在许多难以解释的问题,而学者们对班公-怒江缝合带原型盆地的性质认识更是仁者见仁、智者见智。对该区侏罗纪生物礁形成的岩相古地理、古大地构造条件的深入研究将有望有新的和突破性的认识。其次,对该区造礁生物特别是层孔虫的古生物学的研究,如绝大多数层孔虫在泥盆纪晚期灭绝之后是如何在侏罗纪复苏且再次形成生物礁,以及层孔虫的迁移和演化等内容仍需要做大量深入的工作。再者,藏北地区是我国最后一块后备油气的远景区,生物礁层序是油气发育和储集的良好场所。因此,对该区侏罗纪生物礁的含油性研究对下一步藏北地区油气勘探与评价具有重要的实际意义。

本书撰写分工如下:前言、第一章至第三章由肖传桃撰写;第四章由李梦和肖传桃撰写;第五章由肖传桃和胡明毅撰写;第六章由肖云鹏和梁文君撰写;第七章由龚文平和夷晓伟撰写;第八章由王志刚和胡明毅撰写;英文摘要由肖云鹏撰写。初稿完成之后,肖云鹏对全书进行了认真校对和编辑工作。肖传桃对全书进行了认真审阅、修改并最终定稿。

本书是国家自然科学基金(编号: 40972019, 41572322)及中国石油天然气集团公司新区勘探项目成果。在项目实施过程中,参与项目野外地质调查工作的还有李艺斌、林克湘、肖安成、张存善、张尚峰、姚政道等同志。研究生李苓伟、孙浩程、胡雪莹、李静霞、高广宇绘制了本书多幅图件,对部分文字进行了编辑,对他们的辛勤付出在此一并表示感谢。

鉴于作者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

2019年2月

# 目 录

## 前言

<b>第一章 区域地质背景</b> .....	1
第一节 区域地层及沉积古地理背景.....	2
第二节 区域构造背景.....	4
<b>第二章 地层划分与对比</b> .....	6
第一节 地层剖面简介.....	6
一、比如-洛隆-班戈分区.....	6
二、羌中南地层分区及类乌齐-左贡分区.....	8
三、木嘎岗日分区.....	21
第二节 岩石地层.....	23
一、比如-洛隆-班戈地层分区.....	23
二、羌中南与类乌齐-左贡地层分区.....	26
三、木嘎岗日地层分区.....	31
第三节 生物地层.....	32
一、双壳类生物地层.....	32
二、腕足类生物地层.....	35
三、层孔虫生物地层.....	35
四、菊石生物地层.....	36
五、孢粉生物地层.....	36
六、介形虫生物地层.....	38
七、放射虫生物地层.....	38
<b>第三章 造礁生物及群落古生态特征</b> .....	39
第一节 造礁生物类型和个体生态特征.....	39
一、层孔虫.....	39
二、六射珊瑚.....	40
三、双壳类.....	41
第二节 造礁群落古生态学.....	42
一、造礁群落的划分.....	42
二、造礁群落的演化.....	49
第三节 造礁生物的生物学特征.....	52
一、层孔虫.....	52

二、六射珊瑚·····	55
<b>第四章 生物礁类型及其演替</b> ·····	57
第一节 生物礁分类概况·····	57
第二节 生物礁分类方案·····	60
一、生物礁一级分类方案·····	60
二、生物礁二级分类方案·····	61
三、生物礁三级分类方案·····	62
第三节 生物礁类型及特征·····	63
一、岸礁(裙礁)·····	63
二、台内礁·····	64
三、台地边缘礁·····	66
第四节 生物礁的演替·····	67
一、中侏罗世生物礁演替阶段·····	67
二、晚侏罗世台内礁的演替阶段·····	68
<b>第五章 沉积体系与沉积相</b> ·····	70
第一节 沉积相标志·····	70
一、岩性岩相标志·····	70
二、沉积构造标志·····	79
三、化石生态标志·····	80
四、地球化学标志·····	83
第二节 沉积体系与沉积相特征·····	85
一、陆相沉积体系·····	86
二、海陆过渡沉积体系·····	86
三、滨岸沉积体系·····	87
四、镶边碳酸盐台地沉积体系·····	88
五、大陆架沉积体系·····	90
六、大陆斜坡-盆地沉积体系·····	90
第三节 沉积环境演化·····	92
一、羌中南与类乌齐-左贡分区侏罗纪海侵-海退沉积序列·····	92
二、比如-洛隆-班戈地层分区侏罗纪海侵沉积序列·····	92
三、木嘎岗日地层分区侏罗纪海退沉积序列·····	94
<b>第六章 含礁层系古环境与古气候</b> ·····	97
第一节 样品选择与测试结果·····	97
一、微量元素测试结果·····	99
二、碳氧同位素测试结果·····	99

第二节 微量元素分析结果与讨论·····	100
一、微量元素与海平面变化关系·····	100
二、微量元素指示的古环境、古气候特征·····	103
第三节 碳氧同位素分析结果与讨论·····	106
一、数据原始性检验·····	106
二、碳同位素演化分析·····	107
三、氧同位素演化分析·····	108
四、 $\delta$ 值分析·····	108
<b>第七章 生物礁形成条件分析·····</b>	<b>110</b>
第一节 岩相古地理条件·····	110
一、硬底的存在是生物礁发育的基础·····	110
二、基底地形的形态控制了礁体的横向延伸规模·····	110
三、相对海平面变化控制了生物礁的厚度和纵向上的连续性·····	111
第二节 古气候条件·····	111
第三节 大地构造条件·····	111
第四节 班公-怒江缝合带中段地质演化浅析·····	112
一、班公-怒江缝合带中段中生代沉积充填过程·····	112
二、生物礁的发现在班公-怒江缝合带演化中作用·····	115
三、班公-怒江缝合带中段二叠纪—白垩纪构造演化浅析·····	116
四、关于班公-怒江缝合带构造演化模式探讨·····	123
<b>第八章 含油性研究·····</b>	<b>125</b>
第一节 烃源岩·····	125
一、有机质丰度·····	125
二、有机质类型·····	127
三、有机质演化程度·····	133
第二节 储集层·····	136
一、储层分类·····	136
二、储层评价·····	137
<b>参考文献·····</b>	<b>140</b>
<b>Study on Jurassic Reefs and Oil Geology of Northern Tibet (Abstract)·····</b>	<b>144</b>
<b>图版说明·····</b>	<b>176</b>
<b>图版·····</b>	<b>183</b>

# 第一章 区域地质背景

西藏自治区(简称西藏)构造位置上位于南、北大陆之间的阿尔卑斯—喜马拉雅巨型山链东段,是著名的特提斯域的组成部分。该区地层出露齐全、岩石类型繁多、构造复杂。西藏构成了青藏高原的主体,其北部为藏北高原,中部为藏南谷地,南部为喜马拉雅山地,各时代地层发育齐全,沉积类型多样,化石丰富。其中,侏罗系发育了丰富的生物礁,主要分布西藏索县—巴青地区及安多东巧地区,在地理上,研究区大部分属于藏北地区(图 1-1)。索县—巴青地区崇山峻岭,平均海拔为 4700 余米,周缘的山峰平均高达 5600 余米。东巧地区较为平坦,其中湖泊众多,沼泽发育。青藏高原上最大的湖泊——美丽的纳木错即在研究区的南端。区内海拔较高,一般在 4700m 左右,山峰海拔大都超过 5000m,局部高达 7000 余米。

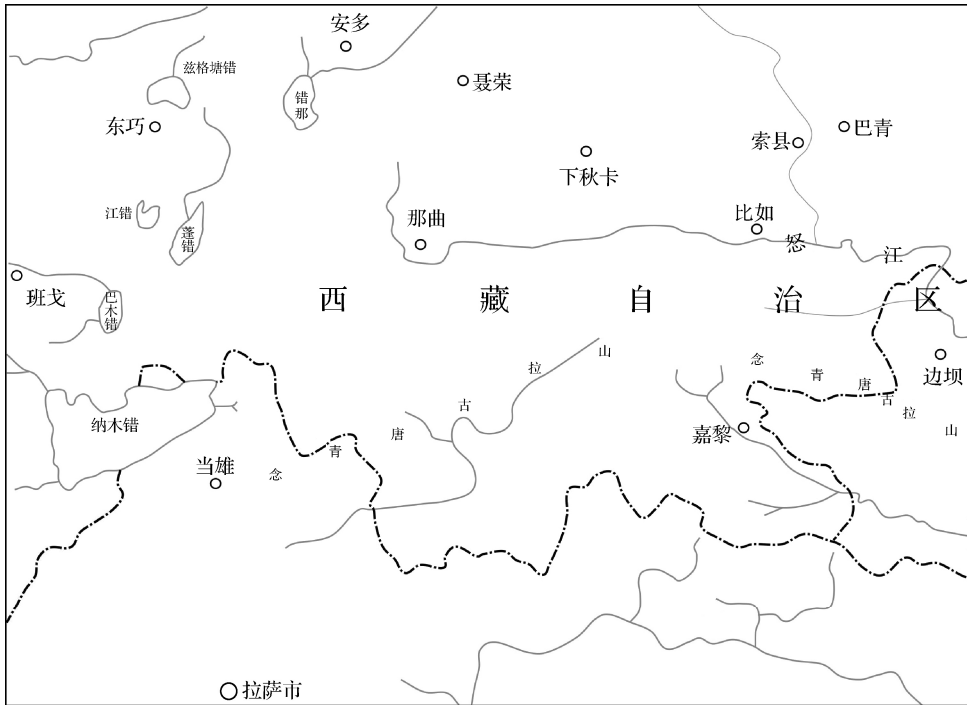


图 1-1 研究区交通位置示意图

### 第一节 区域地层及沉积古地理背景

研究区侏罗纪生物礁主要分布索县—巴青地区及安多东巧地区，产礁地层分布于班公—怒江缝合带或其南北两侧的藏北地区。在地层分区上，索县中侏罗统生物礁分布于冈底斯—念青唐古拉地层区比如—洛隆—班戈分区(图 1-2)，巴青县马如乡中侏罗世生物礁分布于羌塘—昌都地层区羌南分区，安多县东巧区晚侏罗世生物礁见于冈底斯—念青唐古拉地层区木嘎岗日分区。上述三个含礁地层分区的侏罗系以发育一套的浅海相碳酸盐沉积为特征，其生物礁的层系和层位具有由东向西逐渐变新(由中侏罗世向晚侏罗世演变)的特点(肖传桃等，2000a，2000b，2000c，2011，2014)。

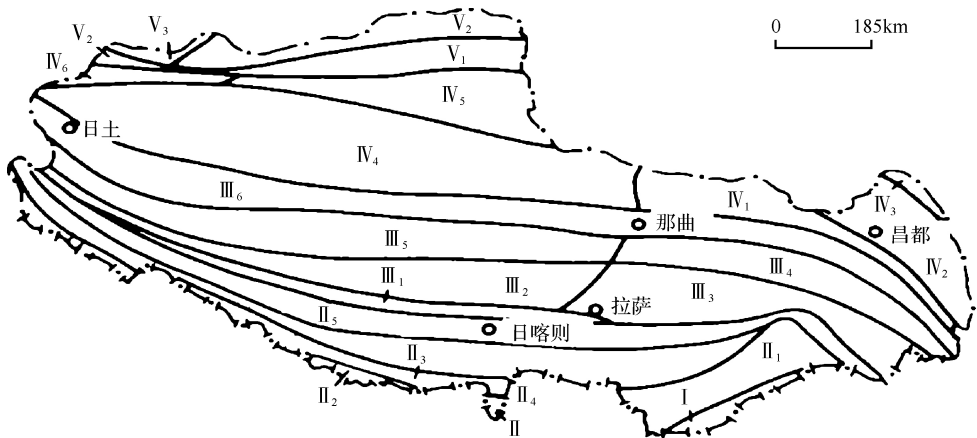


图 1-2 西藏自治区地层区划略图(据马冠卿，1998)

I-锡伐利克区；II-喜马拉雅区：II<sub>1</sub>-低喜马拉雅分区；II<sub>2</sub>-高喜马拉雅分区；II<sub>3</sub>-北喜马拉雅分区；II<sub>4</sub>-拉轨岗日分区；II<sub>5</sub>-雅鲁藏布江分区；III-冈底斯—念青唐古拉区：III<sub>1</sub>-昂仁—日喀则分区；III<sub>2</sub>-措勤—申扎分区；III<sub>3</sub>-拉萨—波密分区；III<sub>4</sub>-比如—洛隆—班戈分区；III<sub>5</sub>-班戈分区；III<sub>6</sub>-木嘎岗日分区；IV-羌塘—昌都区：IV<sub>1</sub>-类乌齐—左贡分区；IV<sub>2</sub>-昌都分区；IV<sub>3</sub>-江达分区；IV<sub>4</sub>-羌中南分区；IV<sub>5</sub>-羌北分区；IV<sub>6</sub>-喀喇昆仑分区；V-昆仑—巴颜喀拉区：V<sub>1</sub>-若拉岗日分区；V<sub>2</sub>-涌波湖—向阳湖分区；V<sub>3</sub>-西昆仑分区

研究区内的发育三叠系、侏罗系、白垩系及古近系一新近系和第四系，其中以侏罗系最为发育(表 1-1)。它们分布于冈底斯—念青唐古拉区和羌塘—昌都地层区中。在冈底斯—念青唐古拉区比如—洛隆—班戈分区中，中侏罗统马里组(J<sub>2m</sub>)主要为套潮坪相碎屑岩夹灰岩沉积，桑卡拉侖组(J<sub>2s</sub>)主要为套开阔台地相及生物礁相沉积，上侏罗统拉贡塘组(J<sub>3l</sub>)为一套浅海相至半深海相碎屑岩沉积。木嘎岗日分区下—中侏罗统东巧蛇绿岩群以海底超基性火山岩为特征，上侏罗统沙木

罗组(J<sub>3s</sub>)主要为潮坪相碎屑岩至开阔台地及生物礁相沉积。

表 1-1 藏北侏罗纪区域地层表

地层系统			冈底斯-念青唐古拉区		羌塘-昌都区
			比如-洛隆-班戈分区	木嘎岗日分区	羌中南塘分区-类乌齐-左贡分区
侏罗系	上统	提塘阶	拉贡塘组	沙木罗组	雪山组
		基末利阶			索瓦组
		牛津阶			
	中统	卡洛阶	桑卡拉侖组	东巧蛇绿岩群	夏里组
		巴通阶			布曲组
		巴柔阶	马里组		雀莫错组
	下统				曲色组

在羌塘-昌都地层区中,三叠系发育较差,仅出露有下三叠统康鲁组和上三叠统肖茶卡组,康鲁组分布很局限,主要为一套滨岸相浅灰色中层岩屑砂岩、石英砂岩夹紫红色泥质粉砂岩。肖茶卡组下段为裂谷相基性火山岩沉积,中段属台地相碳酸盐沉积,上段为滨岸相含煤碎屑岩沉积。而侏罗系发育较好,除下侏罗统曲色组(J<sub>1q</sub>)外,中—上统出露较好,包括雀莫错组(J<sub>2q</sub>)、布曲组(J<sub>2b</sub>)、夏里组(J<sub>2x</sub>)、索瓦组(J<sub>2-3s</sub>)和雪山组(J<sub>3x</sub>),其中,雀莫错组(J<sub>2q</sub>)分布最广,在羌塘地层分区中均有分布,其下段和上段为潮坪相碎屑岩,局部夹灰岩,中段属局限台地相碳酸盐沉积。布曲组(J<sub>2b</sub>)分布较局限,主要的一套开阔台地-台地浅滩相碳酸盐沉积。夏里组(J<sub>2x</sub>)在南、北羌塘地层分布区均有分布,主要为台地相灰岩沉积。索瓦组(J<sub>2-3s</sub>)主要分布于羌塘地区分区,为台地-浅海陆棚相碳酸盐沉积,其中发育双壳类生物礁。雪山组主要见于羌北分区的巴斯康根雪峰一带。

研究区在侏罗纪总体表现为北浅南深的岩相古地理格局(图 1-3),在雁石坪至唐古拉兵站以潮坪沉积为主,研究区中部即东巧、琼达玛日、索县及巴青马如等地为开阔台地相环境,主要发育碳酸盐沉积物,南侧东巧-索县以南地区台地前缘斜坡相环境。就产礁地层而言,索县的桑卡拉侖组为一套开阔台地相碳酸盐沉积,巴青马如乡的布曲组也属于一套开阔台地相颗粒灰岩及生物灰岩沉积。安多多巧沙木罗组下部为一套潮坪相碎屑岩沉积,中—上部为一套开阔台地相碳酸盐沉积。

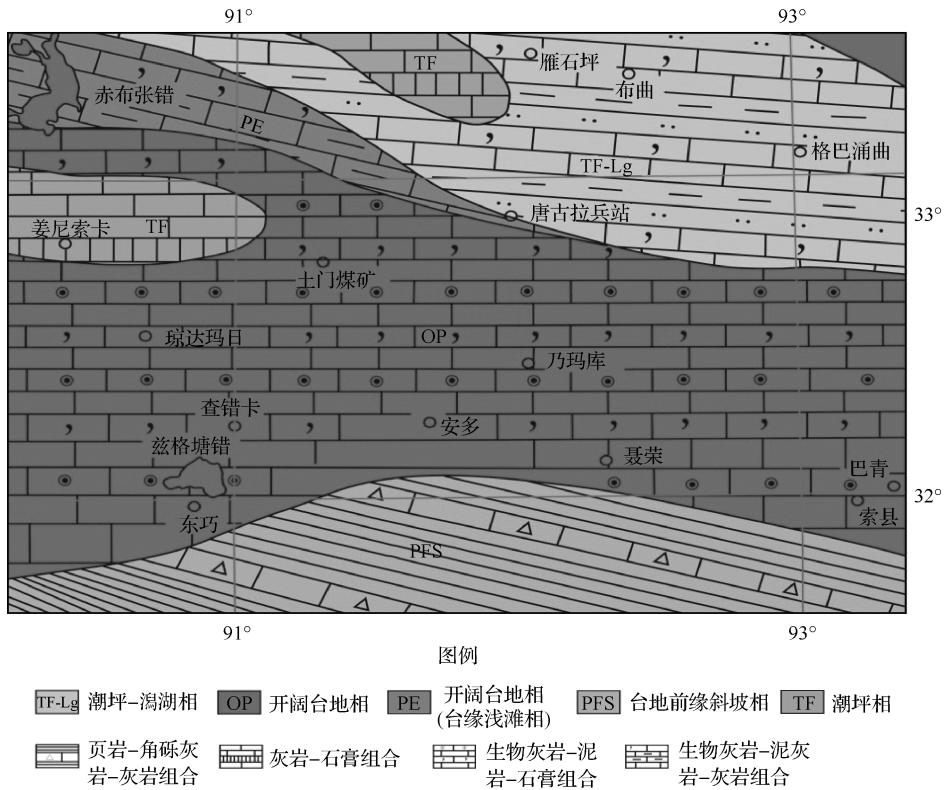


图 1-3 藏北地区中东部侏罗系岩相古地理略图

## 第二节 区域构造背景

研究区生物礁发育于班公-怒江缝合带的南北两侧的冈底斯-念青唐古拉区北部和羌塘-昌都区南部地区侏罗纪地层中。班公-怒江缝合带是青藏高原三条重要的缝合带之一，它西起班公湖，经改则、班戈、安多、索县、丁青、左贡、碧土，转而向南与昌宁-孟连一带相接，横贯整个青藏高原中东部地区。其大地构造位置位于特提斯构造域东端，为羌塘地体和拉萨地体所夹持(图 1-4)。

班公-怒江缝合带是拉萨和羌塘地块的构造分界线，显示了明显的地球物理标志(赵文津等，2004)，代表了位于其南侧拉萨地块和其北侧西羌塘地块之间的特提斯洋的遗迹(Yin and Harrison, 2000; Pan et al., 2012; Zhu et al., 2015)，记录了班公-怒江特提斯洋的俯冲过程和之后的中生代拉萨-羌塘碰撞事件，很早就得到了国内和国际的关注(常承法和郑锡澜，1973; 潘桂棠等，2006)。这条缝合带宽度变化很大，在班公湖地区、改则地区和白拉-安多地区有较好的出露，其中白拉-安多地区面积最大，南北向可达 130km(潘桂棠等，2006)。这条缝合带由蛇

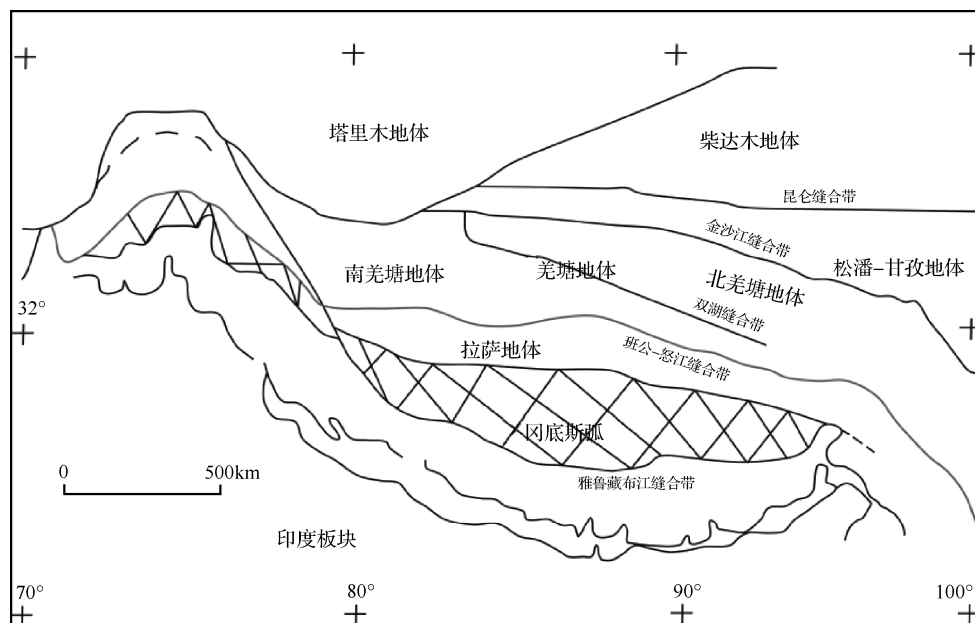


图 1-4 藏北地区大地构造位置图(据张国伟, 2016, 有修改)

绿岩和巨厚的浊积岩与混杂岩组成(Shi et al., 2008)。班公-怒江缝合带中发育两期岩浆作用：第一期为晚侏罗世(165~163Ma)(Zeng et al., 2015)，表现为接奴群中的火山岩夹层和侵位在混杂岩中的花岗岩体；第二期为早白垩世(118~113Ma)(Hu et al., 2017)，表现为花岗岩侵入体侵位在混杂岩中及去申拉组火山岩不整合覆盖在混杂岩之上。缝合带内发育大量晚侏罗世岩浆(166~154Ma)，以及混杂岩上覆的不整合事件(169~153Ma)，表明混杂岩增生一直持续到晚侏罗世(约 148Ma)。该缝合带的演化也从根本上控制了研究区侏罗纪大地构造与沉积背景及生物礁发育的条件。

## 第二章 地层划分与对比

### 第一节 地层剖面简介

在地层分区上, 西藏索县中侏罗统生物礁分布于冈底斯-念青唐古拉地层区比如-洛隆-班戈分区, 巴青县马如乡中侏罗世生物礁分布于羌塘-昌都地层区羌中南分区-类乌齐-左贡分区, 安多县东巧区晚侏罗世生物礁见于冈底斯-念青唐古拉地层区木嘎岗日分区。以下分别对上述地层分区的侏罗纪地层剖面进行介绍。

#### 一、比如-洛隆-班戈分区

##### (一) 索县城东中侏罗统桑卡拉侓组剖面

上侏罗统拉贡塘组

—————整合接触—————

桑卡拉侓组 (J<sub>2</sub>s) 147.7m

4. 灰色中至厚层状亮晶砂屑灰岩 15m

3. 灰色薄至中层状泥晶灰岩, 产腕足类: *Holcothyris selliprica*, *Futchiyris lingularis* 0.5m

2. 灰色块状生物障积岩, 产四射珊瑚: *Schizosmilia rollieri*, *S. sp.*; 层孔虫: *Parastromatopora memoria naumarmi*, *P. compacta*, *P. sp.* 4.5m

1. 灰黄色中层亮晶砂屑灰岩, 产腕足类: *Tubithyris globata*, *T. Whathyensis*, *Kutchithyris pinque* 15.2m

0. 灰色中至厚层泥晶灰岩, 产双壳类: *Lopha solitaria*, *Chlamys baimaensis* 112.5m

本组未见底

##### (二) 班戈县赛龙乡日昂布给上侏罗统拉贡塘组剖面

上侏罗统拉贡塘组 (J<sub>3</sub>l) 1642.71m

本组未见顶

44. 浅灰色中层状细砂岩, 单层厚 15~30m, 砂岩主要成分为石英, 含量为 80%~85%, 胶结物成分为石英、长石, 砂岩中间有平行层理 67.74m

43. 黄灰色至绿灰色中厚层状砂岩夹浅灰色中层状含砾粗砂岩, 风化面呈黄褐色, 单层厚度为 40~100cm 66.78m
42. 深灰色至灰黑色中层状粉砂岩, 风化面呈黄褐色, 单层厚度为 15~40cm 64.48m
41. 浅灰至黄灰色中层状中砂岩, 单层厚度为 10~30cm, 砂岩的主要成分为石英, 含量为 80%~85%, 长石含量为 8%~10%, 胶结物为石英、长石 57.58m
40. 浅灰色厚层至块状细砂岩 17.06m
39. 浅灰至灰白色中层状中砂岩, 砂岩的主要成分为石英, 含量为 90%~95%, 胶结物成分为石英, 砂岩中见平行层理 24.62m
38. 灰黑色中层状粉砂质板岩, 产孢粉: *Leiotoroisporis* sp., *Cibotiumsporajuncta*, *Classopollis annulatus* 18.28m
37. 灰色中层状含砾细砂岩 9.29m
36. 浅灰色中层状中砾岩, 砾岩呈透镜状分布 7.69m
35. 深灰至灰黑色薄层粉砂质板岩 14.36m
34. 浅灰至灰白色中层中砂岩, 砂岩主要成分为石英, 含量为 85%~90%, 长石含量为 8%~10%, 胶结物成分为石英, 砂岩中见平行层理 42.91m
33. 浅灰色中层状含砾粗砂岩 4.71m
32. 浅灰至灰白色中层状中砂岩 37.62m
31. 浅灰色中层状细砂岩夹绿灰色薄层粉砂质板岩 43.8m
30. 黄灰色中层状中至细砂岩, 其中见平行层理 34.09m
29. 浅灰至灰白色中层状细砂岩, 砂岩主要成分为石英, 含量为 90%~95%, 胶结物成分为石英 50.39m
28. 浅灰至灰白色中层状细砂岩, 砂岩主要成分为石英, 含量为 90%~95%, 胶结物成分为石英, 砂岩中见平行层理 76.69m
27. 浅灰色中层状细砂岩 55.19m
26. 灰黑色中层状含砾粗粉砂岩 12.18m
25. 灰色中层状细砂岩, 砂岩主要成分为石英, 含量为 70%~75%, 岩屑为 25% 39.61m
24. 灰黑色中层状含砾粉砂岩, 砾石大小一般为 2~6mm, 含量为 5%~7% 52.02m
23. 浅灰色中层状细砂岩, 其中发育小型楔状及槽状交错层理 5.15m
22. 灰黑色中层状含砾粉砂岩 8m
21. 浅灰色中层状粉砂岩, 见有斜交层理的遗迹化石 26.84m
20. 灰黑色中层状含砾细砂岩 23.65m
19. 浅灰色中层粗粉砂至细砂岩, 其中见有平行层理 29.6m