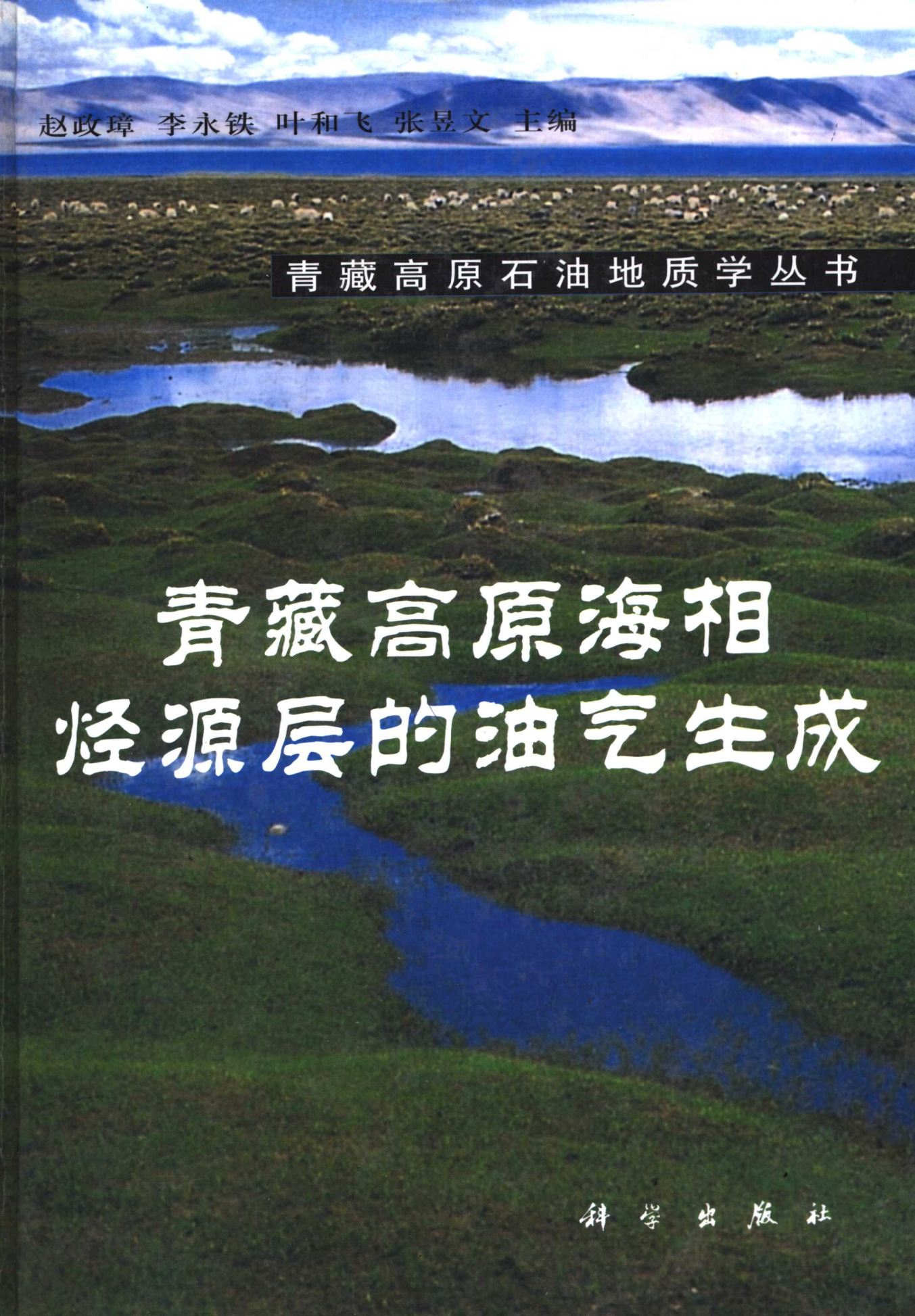




赵政璋 李永铁 叶和飞 张昱文 主编

青藏高原石油地质学丛书

青藏高原海相 烃源层的油气生成

科学出版社

青藏高原石油地质学丛书

青藏高原海相烃源层的 油气生成

赵政璋 李永铁 叶和飞 张昱文 主编

科学出版社

2000

内 容 简 介

《青藏高原石油地质学丛书》共分五册:《青藏高原羌塘盆地石油地质》、《青藏高原海相烃源层的油气生成》、《青藏高原中生界沉积相及油气储盖层特征》、《青藏高原大地构造特征及盆地演化》和《青藏高原地层》,系统地总结了青藏高原石油地质基本特征,特别是20世纪90年代以来油气勘探的新成果。

《青藏高原海相烃源层的油气生成》分为四篇共13章。第一章青藏高原区域地质概况属第一篇;第二至五章青藏高原烃源层评价基础理论和方法属第二篇;第六至十二章青藏高原各盆地烃源层评价研究属第三篇;第十三章青藏高原烃源层油气生成资源评价及勘探前景分析属第四篇。

本书可供广大石油地质、勘探工作者,科研人员及大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原海相烃源层的油气生成/赵政璋等主编. -北京:科学出版社,2000
(青藏高原石油地质学丛书)

ISBN 7-03-008532-9

I. 青… II. 赵… III. 油气生成-青藏高原 IV. P618.130.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第09417号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000年11月第一版 开本:787×1092 1/16

2000年11月第一次印刷 印张:40 3/4 插页:8

印数:1—1 200 字数:940 000

定价:115.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《青藏高原石油地质学丛书》编辑委员会

主 编 赵政璋 李永铁 叶和飞 张昱文

编辑委员 (以姓氏笔画为序)

叶和飞 纪有亮 刘池阳 许怀先 李永铁
沈启明 张昱文 罗建宁 赵政璋 贾书棋
秦建中 徐文凯 蒋尽基 童箴言 鲁 兵

《青藏高原海相烃源层的油气生成》

作者	赵政璋	秦建中	许怀先	张昱文	刘宝泉	涂建琪
	牟录文	王英民	张文龙	李永铁	叶和飞	童箴言
	李书琴	王东良	王 拯	苏雪峰	于国营	国建英
	郭树芝	刘大锰	边立曾	曾 伟	李延均	陈义才
	黄希陶	邓 林	王雪平	郭舜玲	王瑞明	王延斌
	苏艾国	姜乃煌	杨远聪	罗立民	刘 豪	曾宪章
	刘德汉	贾蓉芬	赵俊荣	刘建军	张明文	游建昌
	宋孚庆	姚素平	杜美利	张惠良		

前 言

青藏高原是中国陆上面积最大、勘探程度最低、认识最差的一个含油气大区。由于位于特提斯体系域,分布有大面积的海相中生界,因此多年来一直是国内外地质界密切关注的热点。同时由于极其恶劣的自然地理环境,因此开展工作的难度又很大。以往几代地质工作者深入区内做了大量工作,但多限于区域地质方面,真正涉及中生界海相石油地质问题的的工作微乎其微,有关盆地内部地层划分与对比、构造单元划分、生储盖组合确定、主要目的层选择、烃源层热演化及资源量等基本石油地质问题都不清楚,有的甚至处于空白状态。

1994年以来,原中国石油天然气总公司从跨世纪战略发展的高度,以项目管理的方式,组织科研生产一体化的科技工程项目对青藏高原中生界开展了前所未有的系统化油气勘探前期准备工作。

“青藏高原油气生成条件研究”是中国石油天然气总公司“九五”油气勘探科技工程“青藏高原石油地质综合评价与勘探目标研究”项目下属的一个重点二级课题。1999年3月石油天然气集团公司油气勘探部和项目组组织有关专家对该二级课题所属的“青藏高原油气生成综合研究”、“青藏高原有机岩石学及沉积有机相研究”、“青藏高原烃源层模拟试验及生烃、排烃模式研究”和“羌塘盆地油气生成及盆地模拟综合研究”等四个三级专题进行了验收和评审,专家们一致通过验收,并对青藏高原油气生成研究所取得的成果给予充分肯定和高度评价,认为四个三级专题整体上均达到国际先进水平,部分还达到国际领先水平。《青藏高原海相烃源层的油气生成》是在上述四个三级专题的基础上,结合整个青藏高原实际地质条件和国内外碳酸盐岩大油气田的研究现状进一步汇总、归纳、提炼、升华和综合而成的。

全书分为四篇共13章。第一章青藏高原区域地质概况属第一篇;第二至五章青藏高原烃源层评价基础理论和方法研究属第二篇;第六至十二章青藏高原各盆地烃源层评价研究(其中第六至十章为羌塘盆地,第十一章为措勤盆地,第十二章为比如等其他盆地)属第三篇;第十三章青藏高原烃源层油气生成资源评价及勘探前景分析属第四篇。

第一篇简述了青藏高原区域地质概况。重点突出了青藏高原尤其是羌塘盆地与烃源层发育密切相关的区域构造特征、沉积相特征和重点盆地的地层发育情况。资料主要来源于“青藏高原油气勘探大区评价综合研究”、“羌塘盆地早期油气资源评价综合研究”和“青藏高原中生界沉积特征研究”等。

第二篇是青藏高原烃源层评价基础理论和方法研究部分。第二章是在参阅 CARBONATES INTERNATIONAL 碳酸盐岩油田数据库的基础上,针对青藏高原烃源层发育特征和国内外碳酸盐岩大油气田烃源层特征研究现状综合编译而成的。重点对碳酸盐岩烃源层、沉积相和碳酸盐岩大油气田的烃源层特征进行了解剖。

第三章以青藏高原羌塘盆地为重点,兼顾措勤盆地和比如盆地,对盆地主要烃源层的

成烃生物及其母质类型、有机岩石学和海相碳酸盐岩镜质组、沥青和有机壳屑反射率及其相互关系进行了深入研究,并提出了青藏高原烃源层有机质类型的判别标准。本章在有机岩石学研究方面,首次提出成烃生物相概念,应用沉积相-母源-类型三者结合的新见解研究沉积有机质,对青藏高原的沉积有机相和油气勘探选区具有指导意义。本章是在“青藏高原有机岩石学及沉积有机相研究”三级专题基础上完成的。

第四章、第五章通过对青藏高原各类烃源岩加水热压模拟实验和地表样品风化对比实验,并结合所取得的实际生烃和排烃实验资料,为各类烃源岩油气生成量和排出量计算、原始有机质丰度的恢复和烃源岩评价提出了本地区实际的计算公式和评价标准;同时,也为本区油气资源评价提供了可靠依据。此外,还发现和提出了轻烃色谱定量、水对模拟实验的影响、烃源岩中轻烃的含量计算、灰岩和泥岩的排烃下限、灰岩比泥岩更有利于生烃和排烃及碳酸盐岩新的生烃机理等新方法和新观点,这些既有实用意义又有理论意义。在此基础上,建立了青藏高原各类烃源岩生、排烃模式及海相烃源岩的评价标准。这两章是在“青藏高原烃源层模拟试验及生烃、排烃模式研究”三级专题基础上完成的。

第三篇是青藏高原各盆地烃源层评价实际应用篇。其中第六至十章为羌塘盆地烃源层综合评价和研究部分。首先建立了南、北羌塘拗陷东、西部和中央隆起东、西部典型有机地球化学综合剖面,对烃源层评价标准、地表风化影响等进行了校正,利用模拟实验结果对残余有机碳和残余生烃潜量进行了恢复,对羌塘盆地主要烃源层评价及其纵、横向分布进行了深入研究。对羌塘盆地中生界海相烃源层有机相,富氢烃源岩的岩石学特征,有机相的划分,主要烃源层有机相的纵、横向分布,有机相的生烃模式和评价等进行了综合研究。在热演化指标的筛选、热演化程度和影响因素的确定、古地温及其梯度和古剥蚀厚度的估算、二次生烃和多种模型热演化史等方面深入研究的基础上,对羌塘盆地中生界海相烃源层有机质热演化和热演化史进行了系统阐述。对羌塘盆地液态油苗进行了油源对比,对含油白云岩、角砾灰岩等油和沥青的赋存形式、运移期次进行了深入分析。在观测了1994~1997年所有二维地震测线,精细解释880、1100和万安湖附近二维地震测线和地质综合研究的基础上,建立起地质模型,进行了构造、沉积、水动力和各地史时期的生烃(油、气)量、排烃量、烃类破坏量、散失量、烃类聚集量等二维剖面盆地模拟研究工作。这五章是在“羌塘盆地油气生成及盆地模拟综合研究”三级专题基础上完成的。

第十一、十二章为措勤、比如、昌都、可可西里及岗巴一定日等盆地烃源层综合评价和研究部分。在大量地面烃源岩样品分析和研究工作的基础上,综合确定出地面样品风化校正系数。通过对各种参数研究,确定了有机质丰度、类型、成熟度的评价指标。对各盆地剖面、分层位(奥陶系—第三系)、分岩性进行了烃源岩丰度、类型和成熟度的综合评价与研究,并根据烃源岩厚度、丰度、类型、成熟度指标及资料情况(实测剖面条数和样品分析个数多少)综合确定出各盆地主要烃源层、次要烃源层、非烃源层及潜在烃源层。建立了措勤盆地(中部、西部、东部地区)、比如盆地和可可西里盆地综合有机地球化学剖面。应用TTI值法研究了各盆地主要烃源岩油气热演化史及生烃史。利用岩石热解、薄片观察、氯仿抽提、电子探针等技术确定了野外露头样品储层含油显示情况,综合研究了油、气、水地球化学特征,并进行了油源对比,确定了相应的烃源岩。这两章是在“青藏高原油气生成综合研究”三级专题基础上完成的。

第四篇(第十三章)是在青藏高原烃源层综合评价和研究基础上进行的综合油气生成

资源评价及勘探前景研究。首先,根据大量野外地质调查地表烃源岩样品分析资料以及青藏高原烃源岩模拟实验所提供的油气产率,采用了二维盆地模拟法(羌塘盆地)、原始-残余有机碳法(青藏高原)和原始-残余生烃潜量法对生、排烃量进行了估算。还推算出羌塘盆地各重要地质时期的生、排烃量(包括二次生、排烃量)。接着根据 TOC 残余、 R^o 、有机质类型、有效烃源层厚度和生烃强度计算出烃源层的综合评价指数,对整个青藏高原研究区所有盆地烃源层进行了统一评价和对比(排序),优选出羌塘盆地是诸多盆地中油气勘探最有利的首选盆地。然后对该盆地分拗陷分地区进行了评价对比。在分析油气勘探有利条件和不利因素的基础上,指出盆地中生界具备形成大中型油气田的成藏条件,尤其是中部侏罗系构造相对稳定、富烃源岩发育、有机质演化条件适中、具有二次生烃、储盖层发育、保存条件相对较好的特点应是羌塘盆地中生界油气勘探的首选地区,主要勘探目的层是中部组合(J_2b-J_{2x})生物礁及白云岩。本章是在“羌塘盆地油气生成及盆地模拟综合研究”三级专题和“青藏高原油气生成综合研究”三级专题基础上提炼、归纳和综合完成的。

全书在大量地面烃源岩样品分析(29 个项目、约 4 000 块样品、23 976 块次和约 20 万个数据)和研究工作的基础上(见附表),集四个三级专题之精华,综合了其他沉积、综合及构造等专题的相关内容,归纳了国内外碳酸盐岩大油气田烃源层特征的研究现状。

附表 青藏高原地面烃源岩样品分析和综合研究工作量统计表

序号	分析项目	分析样品数(个)	序号	分析项目	分析样品数(个)
1	有机碳	3 851	22	干酪根、沥青“A”红外	363
2	热解	3 374	23	荧光薄片鉴定	223
3	氯仿沥青“A”	1 306	24	偏光薄片鉴定	402
4	族组成	1 053	25	孢粉颜色	179
5	饱和烃色谱	1 391	26	有机岩石学	593
6	芳烃色谱	60	27	共聚焦激光扫描显微镜	20
7	饱和烃质谱	1 102	28	裂变径迹	81
8	凝析油色谱及轻烃	142	29	包裹体均一温度、 有机包裹体测定及照片	270
9	芳烃质谱	130	30	岩石及干酪根照片	1 520
10	热解模拟实验	110	31	生物母质鉴定	179
11	热压模拟实验(15 个样品)	135 模拟点	32	碳酸盐含量测定	20
12	气、热解气色谱	145			总计 23 976 块次
13	模拟残样沥青“C”、MAB	37	33	观察、精细解释地震测线	观察:2 000km, 解释:550km
14	干酪根分离	1 344	34	模拟二维地震剖面	450km
15	干酪根元素	1 040	35	盆模反复试算模型	15
16	反射率	1 606	36	采集和收集生油样品	2 696
17	干酪根显微组分	1 734	37	统计、整理数据	约 20 万
18	干酪根、各组成碳同位素	1 302	38	编制图件	289(原 887)
19	油苗及各组成碳同位素	109	39	编制数据表	182(原 375)
20	单体烃碳同位素	19	40	彩色图版	14(原 84 版,2 646 张)
21	热解气碳同位素	136	41	文字	80 万(原 188 万)

本研究成果是科研与生产紧密结合的集中体现,也是一大批研究人员兢兢业业认真

研究的结晶。就填补青藏高原海相油气生成研究空白,揭开中国陆上最后一个大型含油气区油气生成神秘面纱而言,本成果无疑具有极其重要的意义,实现了几代石油地质学家认识西藏、了解西藏的夙愿。但由于条件所限,因此所有基础资料仅限于地表,与地下情况肯定有差异。我们期待着实施钻探后,用井下资料来充实和修正本书中的数据与观点。

本书撰写分工如下:前言、第十三章由赵政璋、秦建中等执笔;第一章由张昱文、秦建中等执笔;第二章由秦建中、李书琴、黄希陶等执笔;第三章由涂建琪、刘大锰、边立曾等执笔;第四章和第五章由刘宝泉、郭树芝、王东良、国建英等执笔;第六章、第七章和第八章由秦建中、牟录文、王拯、苏雪峰、李书琴、涂建琪等执笔;第九章由张文龙、秦建中等执笔;第十章由王英民、秦建中、邓林等执笔;第十一章和第十二章由许怀先、曾伟、李延均、陈义才、涂建琪等执笔。全书由赵政璋、秦建中统编。童箴言和黄希陶教授进行了审阅,并作了修改和部分文字加工等工作。于国营、王雪平、郭舜玲、王瑞明、苏艾国、姜乃煌、王延斌、杨远聪、罗立民、刘豪、曾宪章、刘德汉、贾蓉芬、赵俊荣、刘建军、张明文、游建昌、宋孚庆、姚素平、杜美利和张惠良等参加了本书部分研究工作。本课题在研究过程中得到李永铁副项目长,叶和飞、蒋尽基、费宝生、黄第藩、程克明、祝玉衡、郑国光等教授的指导和帮助以及青藏项目经理部沈启明、贾书琪等的大力支持和帮助,在此表示深深感谢。

目 录

前言

第一篇 区域地质背景

第一章 青藏高原区域地质概况	(1)
第一节 区域构造特征.....	(2)
一、区域构造	(2)
二、青藏高原中新生代板块构造演化	(3)
三、中新生代残留盆地及构造单元划分	(9)
第二节 地层概述	(14)
一、地层分区	(14)
二、主要盆地地层	(15)
第三节 沉积相的展布	(21)
一、沉积相类型及其分布	(21)
二、沉积相的平面展布.....	(27)
三、青藏地区有利烃源层沉积相带的分布	(40)
本章小结	(42)

第二篇 基础理论和方法

第二章 国内外碳酸盐岩大油气田(藏)烃源层特征研究现状	(44)
第一节 碳酸盐岩大油气田的分布特征	(44)
第二节 海相碳酸盐岩烃源层	(46)
一、海相碳酸盐岩的沉积相	(46)
二、海相烃源层	(48)
第三节 碳酸盐岩油气田的烃源层特征	(58)
一、颗粒灰岩油气田烃源层特征	(58)
二、碳酸盐岩生物建造油气田烃源层特征	(60)
三、泥白云岩化/白垩岩化灰岩油气田烃源层特征	(62)
四、原生白垩岩油气藏烃源层特征	(64)
五、不整合和巨型喀斯特油气田	(66)
六、晚埋藏期成岩油气田	(70)
本章小结	(72)
第三章 青藏高原的成烃生物和有机岩石学	(74)
第一节 青藏高原中生界烃源层的成烃生物	(74)
一、沟鞭藻类	(75)
二、疑源类	(75)

三、宏观藻类	(75)
四、动物有机体	(79)
五、高等植物的叶角质层和孢粉	(79)
第二节 青藏高原中生界烃源层的有机显微组成	(80)
一、青藏高原烃源层有机岩石学的评价方法	(80)
二、有机显微组分分类	(81)
三、各有机显微组分的岩石学特征	(83)
四、生烃显微标志	(89)
第三节 有机质类型的划分原则和依据	(89)
一、有机质类型评价以往存在的主要问题	(89)
二、有机质类型的划分原则和依据	(90)
第四节 青藏高原烃源层有机质成熟度指标的选择与建立	(92)
一、青藏高原烃源层有机质成熟度指标的选择	(92)
二、沥青、动物有机碎屑的热演化光性特征及与镜质组反射率的对应关系	(93)
本章小结	(99)
第四章 海相烃源岩模拟实验、演化特征、生排烃模式及生烃机理探讨	(101)
第一节 模拟实验方法及实验条件的选择	(101)
一、模拟实验样品	(101)
二、热压模拟实验仪器及实验方法	(103)
三、热压模拟实验条件的选择	(104)
四、模拟产物凝析油的色谱定量方法研究	(107)
第二节 海相烃源岩的油气产率	(111)
一、侏罗系索瓦组未成熟油页岩的油气产率	(111)
二、三叠系钙质泥岩的油气产率	(114)
三、侏罗系富含有机质灰岩和泥灰岩的油气产率	(114)
四、夏里组和雪山组灰岩的油气产率	(116)
五、夏里组富含有机质钙质油页岩和钙质泥岩油气产率	(117)
六、侏罗系沥青的油气产率	(118)
七、白垩系泥质灰岩的油气产率	(119)
八、对各类烃源岩油气产率的几点主要认识	(119)
第三节 模拟产物组成及热演化特征	(122)
一、热解气的组成及热演化特征	(122)
二、凝析油的组成及热演化特征	(126)
三、排出油、残留油的族组成热演化特征及对比	(127)
四、排出油和残留油的正异构烷烃特征及对比	(129)
五、排出油和残留油的甾、萜烷特征及对比	(131)
六、排出油和残留油(沥青“A”)的碳同位素特征及对比	(135)
七、固体产物的热演化特征	(137)
八、加温时间、加水量对地球化学参数的影响	(141)

第四节 海相烃源岩的生、排烃模式	(147)
一、I 型侏罗系未成熟钙质油页岩生排烃模式	(147)
二、I 型三叠系钙质泥岩生排烃模式	(148)
三、I ₁ 型钙质油页岩和钙质泥岩生排烃模式	(149)
四、I ₁ 型富含有机质灰岩和泥灰岩生排烃模式	(151)
五、I ₁ 型低有机质丰度灰岩和泥灰岩生排烃模式	(152)
六、沥青生排烃模式	(154)
七、生排烃模式的对比	(154)
八、模拟实验与露头剖面残留油、排烃量对比	(156)
第五节 碳酸盐烃源岩中三种可溶有机质的地球化学特征	(158)
一、沥青“A”、沥青“C”含量与 TOC 成正相关	(158)
二、氯仿沥青“A”、沥青“C”与不溶残渣成正相关	(159)
三、沥青“A”、沥青“C”含量与碳酸盐含量成负相关	(159)
四、三种可溶有机质含量与成熟度的关系	(160)
五、三种可溶有机质的族组成特征	(161)
六、沥青“A”和沥青“C”的饱和烃色谱参数	(162)
七、“MAB”极性物的饱和烃色谱参数	(163)
第六节 碳酸盐烃源岩生烃反应机理探讨	(164)
一、泥页岩生烃机理	(165)
二、碳酸盐岩生烃机理探讨	(167)
本章小结	(173)
第五章 海相碳酸盐岩原始有机质丰度恢复、排烃下限值的确定及烃源层评价标准 ..	(175)
第一节 风化校正和原始有机质丰度的恢复	(175)
一、地面样品风化校正	(175)
二、高成熟-过成熟海相烃源岩原始有机质丰度的恢复	(179)
第二节 烃源层排烃下限值的研究	(192)
一、矿物质对排烃影响的模拟实验	(192)
二、岩性对排烃影响的模拟实验	(197)
三、从自然样品热解分析研究样品的排烃下限值	(201)
四、排烃下限值理论计算公式(或称数学模型)	(204)
第三节 海相碳酸盐烃源岩的评价标准	(209)
一、烃源岩有机质丰度下限值的确定	(209)
二、海相碳酸盐烃源岩的评价标准	(211)
本章小结	(212)

第三篇 各盆地烃源层评价

第六章 羌塘盆地烃源层特征	(214)
第一节 原始和残余烃源层的划分标准	(214)
第二节 南羌塘拗陷烃源层的纵向分布特征	(217)

一、南羌塘拗陷东部	(217)
二、南羌塘拗陷中西部	(226)
第三节 北羌塘拗陷烃源层的分布特征	(236)
一、北羌塘拗陷东部	(236)
二、北羌塘拗陷西部	(244)
第四节 烃源层的平面分布特征	(250)
一、上侏罗统索瓦组	(250)
二、中侏罗统夏里组	(253)
三、中侏罗统布曲组	(256)
四、上三叠统肖茶卡组	(259)
五、其他层位烃源层的平面分布	(261)
六、烃源层综述	(264)
本章小结	(268)
第七章 羌塘盆地烃源层的有机相	(270)
第一节 有机相的划分及划分指标	(270)
一、海相烃源层有机相的划分	(271)
二、有机相的划分标志	(273)
第二节 有机岩石学特征	(283)
一、羌塘盆地主要烃源层的有机岩石学特征	(283)
二、安多 114 道班 J _{3s} 富烃源岩	(291)
三、比洛错夏里组富烃源岩	(297)
第三节 有机地球化学特征	(300)
第四节 主要烃源层的有机相	(314)
一、平面分布特征	(315)
二、不同有机相的生烃模式	(318)
三、有利生油的有机相带	(321)
本章小结	(322)
第八章 羌塘盆地烃源层的热演化	(323)
第一节 有机质热演化数据的整理筛选及成熟阶段划分标准	(323)
第二节 不同地区烃源层有机质热演化的纵向分布	(330)
一、南羌塘拗陷东部	(330)
二、南羌塘拗陷中西部	(337)
三、北羌塘拗陷东部	(339)
四、北羌塘拗陷西部	(346)
五、中央隆起	(347)
六、羌塘盆地烃源层有机质的现今成熟度	(350)
第三节 烃源层有机质热演化的平面分布	(352)
一、侏罗系上统	(352)
二、侏罗系中统	(355)

三、上三叠统	(357)
四、中生界四套主要烃源层	(357)
第四节 有机质热演化的主要影响因素和古地温及地层剥蚀厚度的推算	(359)
一、有机质热演化的主要影响因素	(359)
二、古地温和剥蚀厚度的推算	(363)
三、成熟门限和成熟阶段的划分	(366)
第五节 热演化史和二次生烃的探讨	(367)
一、早期强烈抬升剥蚀再沉降模式	(367)
二、中期抬升剥蚀再沉降模式	(371)
三、隆升构造变形或深成热流模式	(372)
本章小结	(375)
第九章 羌塘盆地的油源对比及烃类运移	(377)
第一节 油苗的判识	(377)
一、荧光显微镜下证实有“轻质活油”和“固体沥青”	(377)
二、实物标本观察见固体沥青,破碎白云岩时有“煤油”味	(378)
三、含油白云岩及含油灰岩中“油”的含量	(378)
第二节 安多 114 道班油苗的地球化学特征及其油源对比	(380)
一、安多 114 道班 J_3s 灰岩裂缝油苗的地球化学特征	(380)
二、安多 114 道班 J_3s 油苗油源对比	(385)
第三节 盆地中部含油白云岩中油苗的油源对比	(388)
一、油苗的地球化学特征	(388)
二、油源对比	(392)
第四节 含沥青样品的地球化学特征及其油源对比	(400)
一、含沥青样品的地球化学特征	(401)
二、含沥青样品的油源对比	(403)
第五节 烃类运移	(404)
一、安多 114 道班含油灰质角砾岩及其与油气运移的关系	(404)
二、盆地中部含油白云岩的沉积成岩特征和油气运移的关系	(406)
本章小结	(412)
第十章 羌塘盆地模拟分析	(413)
第一节 盆地模拟方法简述	(413)
第二节 地质模型的建立	(420)
一、地层及不整合面发育特征	(420)
二、构造特征分析	(423)
三、地震相分析和岩性及有机相参数描述	(426)
第三节 盆地地质演化过程	(433)
一、构造演化过程	(433)
二、热史和有机质成熟史	(441)
第四节 生、排烃演化过程	(446)

一、生烃演化过程	(447)
二、排烃演化过程	(451)
第五节 油气运聚成藏演化过程	(455)
一、圈闭演化	(455)
二、古水动力场演化	(457)
三、油气运聚成藏和保存	(459)
本章小结	(467)
第十一章 措勤盆地烃源层评价	(468)
第一节 烃源层的有机质丰度与展布	(468)
一、烃源层的有机质丰度	(468)
二、主要烃源层确定及平面展布	(476)
第二节 有机质类型及有机相	(481)
一、有机岩石学特征	(482)
二、干酪根镜鉴	(484)
三、饱和烃气相色谱特征	(488)
四、生物标志物特征	(489)
五、氯仿沥青“A”族组成特征	(492)
六、干酪根碳同位素	(492)
七、干酪根元素组成	(493)
八、有机质类型综合评价	(494)
九、主要烃源层的有机相	(495)
第三节 烃源层有机质的热演化	(497)
一、烃源层有机质热演化特征	(497)
二、烃源层热演化史探讨	(505)
第四节 油源分析	(511)
一、野外含油气显示的确认	(511)
二、油苗地球化学特征及油源对比	(515)
三、措勤盆地水、气的地球化学特征	(519)
本章小结	(522)
第十二章 比如盆地、昌都盆地、可可西里盆地及岗巴—定日盆地烃源层综合评价	(523)
第一节 比如盆地	(523)
一、烃源层有机质丰度及展布	(523)
二、烃源层有机质类型与性质	(531)
三、烃源层有机质成熟度及热演化	(538)
四、野外含油气显示及其油源分析	(545)
第二节 昌都盆地	(548)
一、有机质丰度及烃源层展布	(548)
二、烃源层有机质类型与性质	(553)

三、烃源层有机质成熟度及热演化	(554)
四、烃源层热演化史初探	(557)
五、野外含油气显示与油源分析	(560)
第三节 可可西里盆地	(561)
一、有机质丰度及烃源层的展布	(561)
二、烃源层有机质类型	(567)
三、烃源层有机质成熟度及热演化	(571)
四、含油气显示与油源分析	(575)
第四节 岗巴—定日盆地	(579)
一、各层系有机质丰度特征	(579)
二、有机质类型	(581)
三、有机质成熟度及热演化	(581)
本章小结	(583)

第四篇 资源评价与勘探前景预测

第十三章 青藏高原烃源层油气生成资源评价及勘探前景分析	(585)
第一节 油气生成资源评价	(585)
一、生烃量估算方法	(585)
二、生烃强度的分布	(588)
三、资源量计算结果	(592)
四、远景资源量的讨论	(597)
第二节 青藏高原有利勘探盆地和地区的选择	(601)
一、青藏高原有利勘探盆地的选择	(602)
二、羌塘盆地有利勘探地区的选择	(606)
第三节 羌塘盆地早期油气勘探的有利和不利因素	(610)
一、具有较好的大地构造背景	(610)
二、发育有多套烃源层,具有雄厚的找油物质基础	(611)
三、白云岩、生物礁、颗粒滩为油气富集提供了有利的储层	(616)
四、发育有多套生储盖组合,为油气聚集创造了有利条件	(617)
五、泥质岩和膏盐十分发育,是油气聚集的良好盖层	(617)
六、地面背斜构造发育,为油气聚集提供了有利场所	(617)
七、地层(或重要的生储盖组合)出露地表是成藏的不利因素	(618)
八、与多期成藏相伴随的多期构造运动和多期抬升剥蚀所产生的破坏作用是成藏的致命弱点	(618)
九、极其恶劣的自然地理条件为油气勘探工作增加了严重困难	(619)
本章小结	(619)
主要参考文献	(621)
英文摘要	(626)
图版说明和图版 I ~ XIV	(630)

第一篇 区域地质背景

第一章 青藏高原区域地质概况

青藏高原北起昆仑，南至喜马拉雅，西自喀喇昆仑，东抵横断山脉，四周环山，海拔平均在 4 000m 以上，屹立在塔里木—柴达木盆地和印度河—恒河低平原之间，高差约 3 500~4 500m，面积达 240 余万 km^2 ，幅员广袤辽阔，地势雄伟壮丽。在其广阔的地域上，发育众多的中、新生代盆地。其中，位于青藏高原中北部的羌塘盆地，地跨西藏自治区和青海省西南部，范围在东经 $85^\circ\sim 95^\circ$ ，北纬 $32^\circ\sim 35^\circ$ 之间，南北宽 300km，东西长近 640km，面积约 18.5 万 km^2 ，是该区中、新生代最大的沉积残留盆地（图 1-1）。本区河湖广布，气候寒冷，干旱、缺氧，日温差大，紫外线辐射强，海拔平均 5 000m 以上，为全国海拔最高的地区。由于其特殊的自然地理条件及人文社会经济条件，因此青藏高原是我国甚至世界上油气勘探工作最艰苦的地区。就中生代海相地层油气勘探而言，在本项目研究之前，此地区几乎属于空白状态，也是国内外油气勘探工作者密切关注的地区。

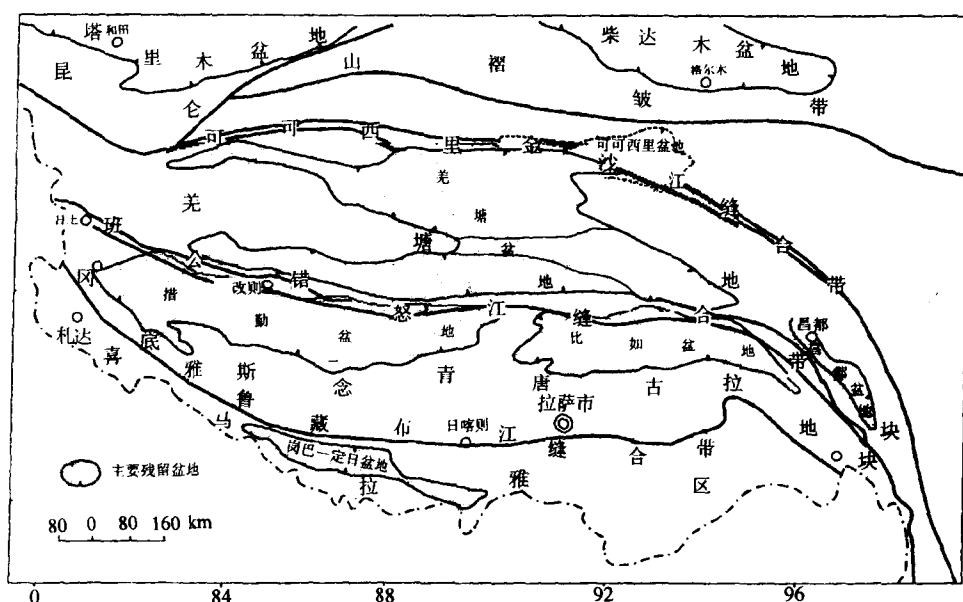


图 1-1 青藏高原主要残留盆地大地构造位置示意图

第一节 区域构造特征

一、区域构造

青藏高原夹持于塔里木、华北、扬子与印度刚性地块之间,属特提斯构造域中亚段的一部分。其大地构造背景处于欧亚板块的南端,以雅鲁藏布江缝合带为界,与印度板块相邻,东边以欧亚板块的东南部相隔与太平洋板块相望。它是由一些拼合在一起的板块或微板块组成。由北向南主要存在五条大型的分界线,中昆仑断裂(缝合)带、南昆仑断裂(缝合)带,拉竹龙—金沙江断裂(缝合)带、班公错—怒江断裂(缝合)带和雅鲁藏布江断裂(缝合)带。以它们为界可以把青藏高原由北向南依次划分为北昆仑板块、南昆仑板块、拉竹龙—巴颜喀拉板块、羌塘—昌都板块、冈底斯—念青唐古拉(拉萨)板块和印度板块。其边界主要特征为:

1) 南昆仑断裂(缝合)带,在青海东南部顺阿尼玛卿山一线约 400km 范围内的蛇绿岩体,构成了青藏高原上一重要的蛇绿岩带。蛇绿岩的时代可能为晚石炭世到早二叠世,总体呈东西走向。该断裂带由压性-压扭(顺)断层组成。断裂破碎带宽达 2~4km。

2) 拉竹龙—金沙江断裂(缝合)带,为巨型挤压混杂岩构造带。北以得雨—岗扎日—叶鲁苏断层与昆仑陆块毗邻,南界郭扎错—若拉岗日断层。南北宽达 20~25km,东西长达千余公里。区内构造变形特别强烈,构造破碎带及挤压片理化甚剧。出露地层自泥盆系至第三系均有,其中泥盆系至三叠系均发生轻微变质。主要有东西向紧密褶皱。该缝合带是由海西运动和印支运动叠加作用形成的。从东向西拉张强度和闭合挤压强度存在着差异:东段拉张和挤压的强度均比西部大,从蛇绿岩和火成岩发育的强度看,东段存在有局限洋盆,而西段并未达到大洋化阶段。西部总体上看只演化至陆间裂谷向大洋化转变阶段。因此,当时裂谷两侧的壳性质并无多大的差异。当裂谷闭合时,一侧的陆壳俯冲至另一侧陆壳的下方是不太容易的。但目前多数研究者认为羌塘微板块是向巴颜喀拉板块下面俯冲的。在燕山—喜马拉雅期,该带又遭挤压并伴随花岗岩侵入。

3) 班公错—怒江断裂(缝合)带,北以日玛—佣钦错断裂为界,南以噶尔—吉昌—吴如错断裂与冈底斯—念青唐古拉陆块分隔。带内主要为侏罗系木嘎岗日群和中上三叠统乌嘎群,此外尚见少量白垩系、第三系。晚三叠世及早中侏罗世地层均发生变质及强烈褶皱,构造线呈东西向展布,构造十分复杂,形成规模不等的混杂岩带。但本区上侏罗统及白垩系未发生变质,并在东巧附近见其不整合于蛇绿岩之上。表明燕山运动早期使之形成一条规模巨大的断裂缝合带。该缝合带是羌塘地块从东向西逐渐与冈瓦纳大陆分裂开来,即先开后合,逐步形成,似乎未发生过强烈碰撞的造山运动。

4) 雅鲁藏布江断裂(缝合)带,由北侧的达机翁—彭错林—朗县深断裂带和南侧的札达—拉孜—耶多江深断裂带两条主要断裂组成,其西段呈北西向,往东渐变为近东西向并最终折而向南东方向延伸。沿带发育我国规模最大,最为典型的蛇绿岩和以蓝闪石—黑硬绿泥石-阳起石-钠长石为代表的低温高压变质带,与其北侧的冈底斯地区的高温低压变质带构成了所谓的“双变质带”(图 1-1)。

古生代以来,各微地块总体表现由老到新自北而南依次在古欧亚大陆南缘拼贴增生。