

LITHOFACIES AND PALAEOGEOGRAPHY OF  
THE PERMIAN IN NORTHWEST CHINA

# 中国西北地区 二叠纪岩相古地理



岳来群 姚永坚 李永铁 李学杰

著

赵应成 薛建勤 国庆鹏

地震出版社

# 中国西北地区 二叠纪岩相古地理

岳来群 姚永坚 李永铁 李学杰 著  
赵应成 薛建勤 国庆鹏

地震出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

中国西北地区二叠纪岩相古地理/岳来群等著. —北京:地震出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 5028 - 3702 - 0

I. ①中… II. ①岳… III. ①二叠纪 - 岩相 - 研究 - 西北地区 IV. ①P586

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 088401 号

地震版 XT200800134

**中国西北地区二叠纪岩相古地理**

岳来群 姚永坚 李永铁 李学杰 赵应成 薛建勤 国庆鹏 著

责任编辑: 张友联

责任校对: 庞亚萍

---

出版发行: **地震出版社**

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68455221

编辑室: 68467982

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京市顺义富各庄福利印刷厂

---

版 (印) 次: 2010 年 6 月第一版 2010 年 6 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 307 千字

印张: 12

印数: 0001 ~ 1000

书号: ISBN 978 - 7 - 5028 - 3702 - 0/P (4322)

定价: 35.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

# 序

我国西北地区面积达 270 万  $\text{km}^2$ ，占我国陆地面积的 27%。20 世纪中期以来，我国在西北地区开展了大规模的区域地质调查和石油地质普查，不同行业地质专家结合实际工作，进行了不同区域、不同地质时期及不同比例尺的岩相古地理研究。进入本世纪以来，随着西北地区石油地质工作的不断深入，岩相古地理研究也取得了很大成绩。本书就是这些研究成果之一。未来西北地区是我国重要的油气资源勘探开发接续地区。作为基础性、前瞻性工作，岩相古地理研究必将且应该有重要发展。

二叠纪是晚古生代重要的地史转折期。西北地区早二叠世初期的古地理轮廓基本上继承了晚石炭世格局，二叠纪末期基本结束了海水漫漫，隆升为陆。由于海陆变迁显著，加之构造背景复杂、构造运动强烈并波及不同构造单元，因而西北地区二叠系分布零散，沉积及化石特征诸多差异，从而使全区的综合性、系统性、对比性等研究十分困难。本书作者克服重重困难，集中追索与探讨岩相古地理特征及其成因，长期坚持野外的系统观察与室内综合分析相结合，对相关资料、文献进行持续地分析、借鉴，取得了不错的研究成果。

与上述研究同时，作者还进行了与二叠系相关的油气地质研究。在准噶尔等地区，二叠系是重要的湖相烃源岩和储集岩系之一；在塔里木局部地区，二叠系是重要的生、储岩系，也是重要的勘探目标之一；在甘肃及内蒙古西部，近年来以二叠系为目标的油气资源勘探开发成绩斐然。在国内外油气资源勘探开发速度不断加快、难度不断加大的今天，更应注重岩相古地理等基础性研究。作者对本区二叠纪岩相古地理与油气藏之间内在关系的探讨，表明岩相古地理与油气资源勘探开发之间关系十分密切，本项研究具有重要的实践意义。

我相信本书的出版将有助于西北地区二叠纪岩相古地理研究水平的提高，有益于二叠系等层系油气资源勘探开发的深入，并对此表示热诚的祝贺。

王鸿祯

2010 年 3 月 6 日

## 摘 要

中国西北地区位于贺兰山及六盘山以西、昆仑山以北，即东经  $73^{\circ}\sim 108^{\circ}$ 、北纬  $34^{\circ}\sim 50^{\circ}$  的区域，面积约 270 万  $\text{km}^2$ 。西北地区二叠系的分布可划分为准噶尔—北山、塔里木、祁连—柴达木、华北、华南（秦岭）共五个地层区（本课题重点研究前三个地层区）。西北地区二叠系依照“二分”原则，自下而上划分为栖霞阶、茅口阶、龙潭阶和长兴阶。

西北地区二叠系岩石以碎屑岩为主，包括河湖相碎屑岩和海相碎屑岩。西北地区的南部、塔里木西部等地区碳酸盐岩较发育，准噶尔、北山等地区山前冲积扇较发育；祁连地区河湖相沉积较为发育。西北地区二叠纪海相化石丰富，以有孔虫（䗴）类、珊瑚、腕足类等为主；陆相化石以鱼类、叶肢介等为主。

本文采用单因素分析多因素综合作图法分析研究区岩相古地理。单因素可以是地层厚度、粒度、特定的岩石含量、特定的矿物、特定的化石、特定的结构组分、颜色等，可以反映出沉积物沉积时的古地理环境。方法的核心是定量。本文主要采用地层厚度等作为单因素。

早二叠世栖霞期，中国西北地区主要为陆，准噶尔地区、塔里木地区、祁连—柴达木地区均为陆；塔里木地区的西部和北部、昆仑地区、内蒙古西部地区为海。在陆上主要为河湖沉积，如西准噶尔河湖沉积区、中准噶尔河湖沉积区、喀什—阿克苏河湖沉积区、雅满苏河湖沉积区、塔里木河湖沉积区、祁连河湖沉积区；亦有山麓沉积，如三塘湖火山岩山麓沉积区；还有剥蚀区，如天山剥蚀区、西塔里木剥蚀区、罗布泊剥蚀区等。在海中主要为浅海或台地，有西蒙海、塔西海、塔北海、祁曼塔格海、塔西碳酸盐岩台地、昆仑碳酸盐岩台地等；仅在西蒙海的中央、塔西碳酸盐岩台地和西昆仑台地之南，有狭长型的深海海域。

早二叠世茅口期，中国西北地区仍主要为陆，但与栖霞期古地理格局相比，北山地区海域面积有所扩大。准噶尔地区、塔里木地区、祁连—柴达木地区仍均为陆；塔里木地区的西边和北部、昆仑地区、内蒙古西部以及新疆东部地区为海。在陆上主要为河湖沉积，如准噶尔西部的塔城河湖沉积区、南准噶尔河湖沉积区、塔北河湖沉积区、塔南河湖沉积区、敦煌—张掖河湖沉积区等。陆地中的局部地区火山岩发育，形成了伊宁、东准噶尔火山碎屑岩沉积区。陆地中剥蚀区较栖霞期有所扩大，如北准噶尔剥蚀区、塔里木剥蚀区、北山剥蚀区、祁连剥蚀区等。在海中主要为浅海或台地，有三塘湖—西蒙海中的碎屑岩台地、塔西海中的碎屑岩台地；昆仑海中发育碳酸盐岩台地，如昆仑台地、祁连台地



等。西蒙海中的浅海较栖霞期向西海进,乌鲁木齐一带发育浅海碎屑岩沉积;西蒙海中的深海较栖霞期萎缩,但塔西深海较栖霞期扩展;祁曼塔格礁比较发育。

晚二叠世龙潭期,中国西北地区主要为陆,海域面积较茅口期缩小。准噶尔地区、塔里木地区、祁连-柴达木地区等三大陆地区联为一体。准噶尔地区继续隆升,其河湖沉积区面积扩大,准噶尔东部三塘湖一带仍发育火山碎屑岩沉积,但火山活动不及栖霞期、茅口期强烈;剥蚀区分布于准噶尔地区的北部和南部,北部为阿勒泰剥蚀区,南部的剥蚀区与塔里木北部的剥蚀区联为一体,为南疆-雅满苏剥蚀区。北山地区的西蒙海逐渐向北东东方向退却,西蒙海中的深海区仍为狭长状,但渐趋萎缩、消失。塔里木为陆,其中部为中塔里木河湖沉积区,剥蚀区位于塔里木周围,形成环塔里木剥蚀区,古地理面貌已趋近现代。其北侧的北塔里木海已演化为地表海,塔西海、塔西深海向西退缩。祁连-柴达木地区陆地扩大,发育河湖沉积区,如南祁连河湖沉积区、张掖河湖沉积区;也还有剥蚀区,如柴达木剥蚀区、敦煌-阿拉善剥蚀区、北祁连剥蚀区等;南侧的昆仑海有所缩小,碎屑岩台地逐渐发育,碳酸盐岩台地仅仅发育在玛沁-合作一带,祁曼塔格礁较茅口期有所萎缩。

晚二叠世长兴期,中国西北地区主要为陆,基本形成了接近现代的古地理格局。陆地上河湖沉积区发育,如准噶尔河湖沉积区、三塘湖河湖沉积区、环塔里木河湖沉积区、走廊河湖沉积区等;剥蚀区面积进一步扩大,如阿勒泰剥蚀区、天山剥蚀区、塔里木剥蚀区、塔东剥蚀区、敦煌-兰州剥蚀区、阿拉善剥蚀区等。几个剥蚀区基本相联。长兴期西北地区海域位于南侧西秦岭、昆仑一线,呈东西向展布,塔西海与昆仑海连为一体,含泥碳酸盐岩台地仅仅发育在格尔木南侧,祁曼塔格礁进一步萎缩;碎屑岩台地相对较发育,与龙潭期相比,西北地区南侧东西向深海面积扩大。

纵观西北地区二叠纪各期岩相古地理特征,可以看出陆地面积逐渐扩大,海域面积逐渐缩小,代表了一个海退过程。

西北地区二叠纪烃源岩以暗色泥岩为主,碳质泥岩、碳酸盐岩次之。吐哈地区下二叠统暗色泥岩为油田的主力烃源岩,属于中-好级别的烃源岩;上二叠统桃树园塔尔朗组( $P_2te$ )烃源岩主要分布在吐哈地区的北部及南部,以暗色泥岩为主。三塘湖一带、柴窝堡一带主力生油层为芦草沟组( $P_2l$ ),油气显示良好。塔里木地区二叠系有效烃源岩于下二叠统分布较广,主要分布于塔西南地层分区以及巴楚地层小区西部,其中上二叠统泥质岩属于中-好烃源岩。喀什凹陷龙潭阶暗色泥岩具有一定的生烃潜力。玉门一带南侧冲断带推覆体之下的二叠系分布面积可达数百平方千米,是极具油气资源潜力的远景区。二叠系火山岩也是西北地区良好的储油层之一,吐哈含油气区局部(马中油田)储层

以沉凝灰岩为主，油藏与二叠纪火山岩关系密切。

本书创新点表现在：①初次较为系统地论述了西北地区二叠系、地层分布特征及岩相古地理格局，对部分区域二叠纪岩相古地理进行了对比分析；②初次论述了西北地区二叠纪岩相古地理；③强调了准噶尔等地二叠系火山岩具有重要的油气藏意义，统一论述了西北地区二叠系岩相古地理与油气资源成藏的关系。西北地区二叠系是重要的烃源岩及储集层系，其湖泊相古地理环境应是今后地质勘探的重点。

# ABSTRACT

Northwest China refers to the broad area of the northwest part in China, which lies west of Helan and Liupanshan Mountains and north of Kunlun Mountains. It is within  $73^{\circ}\sim 108^{\circ}\text{E}$  longitude and  $34^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$  latitude, and covers an area of about 2,700,000 km<sup>2</sup>. Regionally the Permian in Northwest China is distributed in 5 districts: Junggar-Beishan, Tarim, Qilian-Qaidam, North China and South China (Qinling Mountain), of which the former three are focuses of this study. The Permian is divided into the Qixia, Maokou, Longtan and Changxing Stages from the bottom to top.

The Permian in Northwest China is dominated by clastic rocks, which consist of fluvial, lacustrine and marine sediments. The carbonate rocks were well developed in the south marginal area of Northwest China and the western Tarim area. The piedmont alluvial fans were well developed in the Junggar and Beishan areas. The Permian in Northwest China is rich in marine fossils which are dominated by foraminifera, coral, brachiopod and so on. Terrigenous fossils are mainly composed of fish, conchostraca and so on. All of the fossils indicate that the environment sharply changed from a marine setting to a continental one.

The method adopted in this study is the Single Factor Analysis and Multi Factor Comprehensive Mapping Method, which was first set up and continuously improved by Professor Feng Zengzhao. The single factors refer to the petrological, paleontological and other characteristics, such as thickness, grain size, abundance of specific rocks, specific minerals, marker fossils, colors and so on. They can reflect some aspects of the sedimentary environments for a particular stratigraphic interval in an area. The essence of this method is quantification. The thickness of the strata and the like are used as single factor for the multi factors comprehensive mapping method in this paper.

In the Qixia Age of Early Permian, Northwest China was mostly in a continental setting. The Junggar, Tarim and Qilian-Qaidam Districts were oldland whereas the areas west and north of the Tarim, Kunlun area and Western Inner Mongolia were covered by seas. In the oldland areas, deposits are dominated by fluvial and lacustrine facies. For example, fluvial and lacustrine systems developed in the western Junggar, central Junggar, Kashi-Akesu, Yamansu, Tarim and Qilian areas. Piedmont alluvial face occurred locally in areas such as Santanghu. In addition, there existed areas which suffered erosion. They including areas such as Tianshan, western Tarim, Luobupo and so on. In the sea areas, deposits are dominated by shallow marine or marine platform facies. For example, shallow marine systems developed in Ximeng, west Tarim, north Tarim, Qimantage areas. Marine carbonate platform facies were deposited in west Tarim, Kunlun and other areas. Elongated deep marine environments were present only in the central part of the Ximeng Sea and the area south of the west Tarim and west Kunlun carbonate platforms.

In the Maokou Age of Early Permian, Northwest China was still in a non-marine setting. However, the sea in the Beishan area increased in its extent than in the Qixia Age. The Junggar, Tarim



and Qilian-Qaidam Districts were still oldland whereas the areas west and north of Tarim, Kunlun area, Western Inner Mongolia and Eastern Xinjiang were still in marine environments. In the land areas, deposits are dominated by fluvial and lacustrine facies. For example, fluvial and lacustrine systems developed in the Tacheng area of the western Junggar, southern Junggar, northern Tarim, southern Tarim and Dunhuang-Zhangye areas. Volcanics were developed locally in land areas. They are present in Yining and eastern Junggar. The areas suffered erosion became larger than in the Qixia Age. Such areas include the Northern Junggar, Tarim, Beishan, Qilian and so on. In the sea areas, deposits are dominated by shallow marine or marine platform facies. Marine facies include clastic platform in the Santanghu-Ximeng Sea and the one in western Tarim Sea, Kunlun, Qilian and other carbonate platforms in the Kunlun Sea. In the Maokou Age, the Ximeng Sea transgressed westwards. Shallow marine clastics were deposited in the Urumqi area. The extent of the deep sea part of the Ximeng Sea became smaller in the Maokou Age than in the Qixia Age. However, the western Tarim Deep Sea became larger. Reefs in the Qimantage Sea were well developed.

In the Longtan Age of Late Permian, Northwest China was largely in a continental setting. Marine environments covered smaller areas than in the Maokou Age. The Junggar, Tarim and Qilian-Qaidam Districts were connected to form one entity. The Junggar District was continually uplifted as a landmass. Fluvial and lacustrine facies were deposited in an expanding area in the Junggar District. Volcanics continued to be developed in the Santanghu Area of the Eastern Junggar, but volcanism was not as active as in the Qixia and Maokou Ages. Eroded areas were located in the northern and southern parts of the Junggar. The northern part constituted the Aletai eroded area. The southern part was connected with the eroded area in the northern Tarim to form one entity, i. e. the Southern Xinjiang-Yamansu eroded area. The Ximeng Sea in the Beishan District regressed towards the NEE. Its deeper part still took an elongated form and gradually diminished. The Tarim was in a non-marine setting. Its central part received sedimentation of fluvial and lacustrine facies. Its marginal areas were subject to erosion and formed the peri-Tarim eroded area. The geographic configuration was close to the present-day form. The northern Tarim Sea north of the Tarim evolved into an epi-continental sea. The west Tarim Sea and west Tarim Deep Sea retreated westwards. The Qilian-Qaidam landmass increased in size. Fluvial and lacustrine systems were developed in areas such as southern Qilan and Zhangye. Eroded areas were present in areas such as Qaidam, Dunhuang-Alashan and northern Qilian. The Kunlun Sea south of Tarim shrank to some extent. Clastic platform was gradually developed. Carbonate platform was confined to the Maqin-Hezuo areas only. The reefs in Qimantage Sea reduced in size.

In the Changxin Age of Late Permian, Northwest China was largely in a continental setting and had evolved to match the present-day geographic configuration. Fluvial and lacustrine facies were well developed in areas such as the Junggar, Santanghu, peri-Tarim and Zoulang. The eroded areas continued to increase in size. They include areas such as Aletai, Tianshan, Tarim, Taidong, Dunhuang-Lanzhou, Alashan and so on, which were generally inter-connected. Seas in the Changxing Age generally trended E-W. The west Tarim Sea was in connection with the Kunlun Sea and formed one unified sea. Muddy carbonate platform was developed only in the area south of Ge'ermu. The

reefs in Qimantage Sea further reduced in size. Clastic platform was relatively well developed. In comparison with the Longtan Age, the E-W trending deep sea south of Northwest China expanded in size.

Based on the evolution of the paleogeography during the Permian time, it can be summarized that the continental landmass gradually increased in size whereas the marine area decreased in size. The overall evolution was characterized by marine regression.

Hydrocarbon source rocks in Northeast China consist of dominant dark mudstone and subordinate carbonaceous mudstone and carbonate. The Lower Permian black mudstone in Tuha area is moderate to good source rocks and constitutes the major source rock. The black mudstone in Upper Permian Taerlang Formation( $P_2te$ ) in Tuha Area is another source rock which is mainly distributed in both the north and the south parts of this Area. The Lucaogou Formation( $P_2l$ ) is a major source rock in the Santangu Area and Chaiwobu Area where good oil and gas shows were recorded. Effective source rocks are widely distributed in the Permian in the southwestern Tarim and Bachu Area and one of them is the Upper Permian mudstone, which is moderate to good source rock. The Longtan black mudstone in the Kaxgar Hollow Zone was source rock which had a fair capacity to generate hydrocarbons. The Permian underlying the southern thrust zone in the Yumen Area covers an area of over hundreds of square kilometers. The hydrocarbon prospectivity is very encouraging. The Permian volcanic rocks in Northwest China may be fair to good reservoirs for oil and gas. The reservoirs in the Mazhong Oil Field are dominated by tuff. Oil pools are closely related to the Permian volcanics.

The innovations derived from this study are as follows: ① it is the first time to systematically describe, to discuss and to analyze the strata pattern and the palaeogeography in the Permian in Northwest China. ② It is the first time to systematically document Permian lithofacies and paleogeograph. ③ There are very significant relations between Permian volcanic rocks and hydrocarbon accumulations in the Junggar Area. The relations between Permian lithofacies and paleogeograph and oil and gas accumulations have been analyzed. The Permian is the important valuable source rock and reservoir interval in Northwest China. The areas where lake facies were developed should be especially focused upon in the future geological exploration.

# 目 录

第一章 绪 言 .....	( 1 )
第一节 研究区范围及概况 .....	( 1 )
第二节 主要地质剖面与成果 .....	( 3 )
一、重点研究地质剖面 .....	( 4 )
二、其他地质剖面 .....	( 5 )
三、主要成果 .....	( 6 )
第二章 地 层 .....	( 7 )
第一节 二叠系的纵向划分 .....	( 7 )
第二节 西北地区二叠系区域划分 .....	( 8 )
一、区域划分 .....	( 8 )
二、岩石地层单位对比 .....	( 16 )
第三节 栖霞阶 .....	( 18 )
一、准噶尔 - 北山地层区 .....	( 18 )
二、塔里木地层区 .....	( 23 )
三、祁连 - 柴达木地层区 .....	( 25 )
第四节 茅口阶 .....	( 26 )
一、准噶尔 - 北山地层区 .....	( 26 )
二、塔里木地层区 .....	( 31 )
三、祁连 - 柴达木地层区 .....	( 32 )
第五节 龙潭阶 .....	( 34 )
一、准噶尔 - 北山地层区 .....	( 35 )
二、塔里木地层区 .....	( 37 )
三、祁连 - 柴达木地层区 .....	( 39 )
第六节 长兴阶 .....	( 40 )
一、准噶尔 - 北山地层区 .....	( 40 )
二、塔里木地层区 .....	( 44 )
三、祁连 - 柴达木地层区 .....	( 45 )

第三章 岩石 .....	( 47 )
第一节 概述 .....	( 47 )
第二节 碎屑岩 .....	( 48 )
一、砾岩 .....	( 48 )
二、砂岩 .....	( 49 )
三、泥岩 .....	( 50 )
四、油页岩 .....	( 50 )
第三节 碳酸盐岩 .....	( 51 )
一、泥晶(泥质)灰岩 .....	( 51 )
二、砂质灰岩(含砂灰岩) .....	( 51 )
三、亮晶生屑(颗粒)灰岩 .....	( 51 )
四、泥晶生屑(颗粒)灰岩 .....	( 52 )
五、内碎屑灰岩 .....	( 52 )
六、鲕粒灰岩 .....	( 52 )
七、生物礁灰岩 .....	( 52 )
八、白云岩、灰质白云岩 .....	( 53 )
第四节 火山岩 .....	( 53 )
一、岩性特点 .....	( 53 )
二、二叠纪火山活动特征 .....	( 56 )
三、二叠纪火山岩结构(储集)特征 .....	( 59 )
四、火山岩同位素年龄特征 .....	( 62 )
五、二叠纪火山热变质 .....	( 64 )
第四章 古生物环境与沉积环境 .....	( 66 )
第一节 古生物生态环境 .....	( 66 )
一、海相化石古生态环境 .....	( 66 )
二、陆相化石古生态环境 .....	( 68 )
第二节 生物化石组合与沉积环境 .....	( 72 )
一、概述 .....	( 72 )
二、生物群落组合及特征 .....	( 73 )
第三节 西北地区二叠纪古气候演化 .....	( 76 )
一、古气候标志 .....	( 76 )
二、栖霞期古气候 .....	( 76 )
三、茅口期、龙潭期古气候 .....	( 78 )
四、长兴期古气候 .....	( 80 )
五、二叠纪西北板块运动与古气候 .....	( 82 )
第五章 单因素分析多因素综合作图法 .....	( 86 )
第一节 概述 .....	( 86 )

第二节 单因素分述 .....	( 88 )
一、厚度 (m) .....	( 89 )
二、深水沉积岩含量 (%) .....	( 89 )
三、浅水碳酸盐岩含量 (%) .....	( 89 )
四、具灰泥基质颗粒含量 (%) .....	( 90 )
五、具亮晶胶结物颗粒含量 (%) .....	( 90 )
六、粗碎屑岩含量 (%) .....	( 90 )
第六章 栖霞期岩相古地理 .....	( 92 )
第一节 厚度等值线图 .....	( 92 )
一、栖霞阶岩层厚度 .....	( 92 )
二、栖霞阶火山岩厚度 .....	( 94 )
三、栖霞阶碳酸盐岩层厚度 .....	( 94 )
第二节 岩相古地理分析 .....	( 94 )
一、准噶尔 - 北山地区 .....	( 94 )
二、塔里木地区 .....	( 98 )
三、祁连 - 柴达木地区 .....	( 101 )
第七章 茅口期岩相古地理 .....	( 105 )
第一节 厚度等值线图 .....	( 105 )
第二节 岩相古地理 .....	( 106 )
一、准噶尔 - 北山地区 .....	( 106 )
二、塔里木地区 .....	( 109 )
三、祁连 - 走廊地区 .....	( 112 )
第八章 龙潭期岩相古地理 .....	( 115 )
第一节 厚度等值线图 .....	( 115 )
第二节 岩相古地理 .....	( 116 )
一、准噶尔 - 北山地区 .....	( 116 )
二、塔里木地区 .....	( 120 )
三、祁连 - 柴达木地区 .....	( 121 )
第九章 长兴期岩相古地理 .....	( 124 )
第一节 厚度等值线图 .....	( 124 )
第二节 岩相古地理 .....	( 125 )
一、准噶尔 - 北山地区 .....	( 125 )
二、塔里木地区 .....	( 127 )
三、祁连 - 柴达木地区 .....	( 128 )

<b>第十章 二叠纪岩相古地理演化</b>	(131)
第一节 概述	(131)
第二节 准噶尔-北山地区	(132)
一、准噶尔地区	(132)
二、吐哈地区	(133)
三、伊犁地区	(137)
四、北山-巴丹吉林地区	(138)
第三节 塔里木地层区	(138)
一、纵向讨论	(138)
二、横向讨论	(140)
第四节 祁连-柴达木地层区	(143)
一、北祁连-走廊地层分区	(143)
二、中南祁连地层分区	(145)
<b>第十一章 西北地区二叠纪岩相古地理与油气</b>	(148)
第一节 烃源岩类型和特征	(148)
一、准噶尔-北山地区	(148)
二、塔里木地区	(153)
三、祁连-柴达木分区	(155)
第二节 储集岩类型和特征	(156)
一、准噶尔-北山地层区	(156)
二、塔里木地区	(160)
三、祁连-柴达木地层区	(161)
第三节 二叠系火成岩与成藏	(162)
一、火山作用与火山岩	(162)
二、岩浆热作用与成藏	(162)
第四节 二叠系油气资源勘探远景	(163)
一、准噶尔-北山地区	(163)
二、塔里木地层区	(165)
三、祁连-柴达木地层区	(166)
四、其余地区	(167)
<b>参考文献</b>	(169)
<b>后 记</b>	(176)

# 第一章 绪 言

## 第一节 研究区范围及概况

本文所指的西北地区显然超出了“中国新疆地区”的范围，与前人（冯增昭等，2000）所论述的“西北地区”含义则基本相同。西北地区地域辽阔，行政区划包括新疆、宁夏自治区，甘肃省大部，青海省的昆仑山口—玛沁以北和内蒙古自治区阿拉善左旗以西的地区。地理上位于贺兰山及六盘山以西、昆仑山以北，即东经  $73^{\circ}\sim 108^{\circ}$ 、北纬  $34^{\circ}\sim 50^{\circ}$  的区域，面积 270 万  $\text{km}^2$ ，约占我国陆地面积的 27%。

二叠纪是晚古生代的一个重要时期（王鸿祯等，1985；1990）。就全球范围而言，早二叠世古地理轮廓基本上继承了晚石炭世之地理格局；就中国而言，海西运动的后期之构造幕运动使得二叠纪由海而陆的变迁有了转折性地发展；中国西北地区更是如此，甘肃走廊地区于晚石炭世隆起为陆，西部的塔里木隆起为陆的时间较其滞后，为茅口期末期。至晚二叠世早期，西北地区已基本全部结束了海相沉积。

中国二叠系的研究始于 19 世纪末期（Richthofen F. V.，1882），初期的研究活动比较零星。直到 20 世纪初期，洛采（Locay，1893）、奥博鲁契夫（1900）、谢家荣（1924）、葛利普（Grabau A. W.，1924，1931）、袁复礼（1925）、黄汲清（1932）、丁文江等（1933）、孙建初（1936，1942）、诺林（Norin E.，1941）、曾鼎乾（1944）、斯行健（1945）、李树勋（1946）、胡敏（1948）等才以华南岩石地层序列等为基础提出了中国西北不同区域的二叠系分类奠基性方案。20 世纪 50 年代，张文堂（1958）、张日东（1959）等在西北地区不同区域完成了相关研究。20 世纪 60 年代初期，盛金章（1962）、李星学（1963）分别系统地总结了二叠纪海相和陆相地层，建立起全面的地层格架，该时期我国约有二叠纪岩石地层单位名称 250 个，但是青、藏、新等西北边缘省份仅占 1/10 左右。20 世纪六七十年代大规模的地质普查和科考等，填补了二叠纪地层研究的一些空白，如发现了二叠纪冈瓦纳生物群、安加拉植物群和北方动物群等，同时涌现出近 650 个新的地层单位名称，西北地区的二叠系取得了很大的成就。

由于诸多条件所限，前人对中国二叠系的区域性划分不尽相同。盛金章根据“沉积情况相近，生物群性质相似”之原则将中国的二叠系划分为中国南部区、中国北部—东北南部区、内蒙古—东北北部区、新疆区和青藏区共五区（盛金章，1962）。王鸿祯先生重点考虑综合地层分区，着重研究包括沉积类型、生物面貌、层序与厚度特征、构造关系和变质作用等不同层次问题，将中国西北地区划分为阿尔泰、天山北、塔里木、祁连、北秦岭等不同的一级地层区（王鸿祯，1978）。

西北地区大地构造位置处于西伯利亚、中朝、羌塘、哈萨克斯坦等几大板块交接处，具体而言，其地史上曾分属于西伯利亚、哈萨克斯坦、塔里木和华北几大板块，也包括夹杂其间的诸多小板块，主要由显生宙造山带及中、新生代沉积地区组成。其东部与华北地台的鄂



尔多斯相邻,南以修沟-玛沁断裂与青藏地块的巴颜喀拉褶皱带为界;西抵至我国边界,紧邻哈萨克斯坦地块;北界为国境线。西北地区准噶尔地块、塔里木地块、柴达木地块均被其边缘的近东西向造山带诸如阿尔泰褶皱带、天山褶皱带、祁连褶皱带和昆仑褶皱带等及一系列走滑断层分割成菱形以及三角形地区,构成盆-岭相间的构造格局。在古生代、中生代等岩相古地理演变过程中,二叠系(纪)承上启下,有着极为重要的理论和实践意义。

从沉积地质角度分析,二叠纪西北地区大部完成了从海洋生态-沉积系统为主到陆地生态-沉积系统为主的重大变革,古气候几经变替,形成一个从海相到陆相较为完整的演化。当时西北地区分属于塔里木板块、哈萨克斯坦板块和西伯利亚板块等,板块之间活动带及板块内之局部发育多期火山活动,并夹有稳定碎屑沉积,岩石类型复杂;古气候属于华夏热带-亚热带、准噶尔-兴安北温带;既有海洋生物群又有陆相生物群;既广泛发育暖水型生物群,也存在冷水型生物群;既有欧美植物群、华夏植物群,也有安加拉植物群和混生植物群。随着古气候的变迁和演进,生物地理区也相应变化和迁移。从而造成二叠系局部厚度不大,但散布广泛;沉积相和生物多样,演化复杂,对比十分困难。早二叠世末期,西北地区快速隆起,最后之残留海(如喀什一带等)急剧缩减;晚二叠世龙潭期末进入了陆相(湖相、河流相等)沉积。经过二叠纪的大地构造演化,准噶尔地块、塔里木地块、柴达木地块等基本拼接成一个整体,三大地区的基底基本形成,进入了沉积盖层形成时期。西北地区二叠系的研究对于探讨西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块、塔里木板块等相互关系,探讨古特提斯洋演化,指导油气资源勘探等具有重要的理论意义。

由于受到海西运动的影响,我国西北地区石炭系、二叠系之间沉积特征区别不大,继承性明显。只是二叠系分布面积更小、更散,且以陆相为主,火山岩发育。研究程度远不及石炭系高。但西北地区二叠系局部是重要的烃源岩、储集层,近期来日益受到重视。1984年9月22日沙雅隆起上雅克拉构造的沙参2井于井深5391 m奥陶系白云岩中喜获高产油气流,日产原油约 $1000\text{ m}^3$ ,天然气约 $200 \times 10^4\text{ m}^3$ (康玉柱,1989),此后,以古生界作为烃源岩层、储层所发现的油气田不断获得突破。仅就塔里木地区而言,其古生代沉积经历了震旦系-泥盆系、石炭系-二叠系两大海进、海退沉积和旋回,因此,加强西北地区二叠系研究,对于油气资源勘探具有直接的重要实践意义。

岩相(lithofacies)与沉积相(sedimentary facies)两个概念一致。均表示沉积环境物质组合,指反映一定沉积环境中所有原生沉积特征的集成(组合),包括化石等所引申出的生物、气候、地理地貌等成岩时的外在影响因素,换言之,包括了岩性特征(结构、构造等)以及化石等所揭示的生物特征、元素分析等所分析出的沉积化学特征等。

随着油气资源勘探开发等实践与科学研究的不断进展,火山岩对于油气成藏尤其是天然气成藏的意义日趋重要,火山岩作为重要的储层研究日益受到重视。西北地区二叠纪火山岩发育,目前在准格尔、塔里木等地二叠系火山岩已经成为重要的勘探目标之一,因而二叠系火山岩研究也是本文内容之一。二叠系火山岩研究主要应侧重于岩石特征(作为储层的可能性)、火山岩相(沉积环境即成岩作用与火山口等地理关系)等层面上。由此可以看出,火山岩岩相与普遍意义所指的岩相(沉积相)是有重要区别的。但火山岩相分析研究显然有益于对其进行的勘探开发已经综合研究等。

岩相古地理编图是沉积相和古地理、古环境研究的综合图解,是沉积体几何形态、岩石学特点、古生物及其组合特征、沉积环境(包括气候)的综合反映。岩相古地理研究是开

展油气资源勘查、生储盖组合评价和远景预测中必不可少的基础性地质研究。我国西北地区幅员广大，地质情况复杂，多次造山运动导致的海陆变迁频繁，使得西北地区岩相古地理研究较为困难。本研究充分吸取前人研究成果、经验（王鸿祯，1978，1985，1990；冯增昭等，1998，2000），以多级别划分方式研究岩相古地理（表 1-1）。

表 1-1 岩相古地理图级别表

单元 \ 级别	一级	二级	三级
陆	陆	剥蚀区	
		河湖沉积区	
海	海	台地	坪
			滩
			礁
		盆地	隆起
			坳陷
			次级台地
		斜坡	

盆地是指地壳表面三度空间上的凹地。就全球范围对比而言，中国属于自元古代以来多次构造运动叠加最为复杂、最为频繁、改造较为彻底的区域，因而在地质学、岩相古地理学等研究中，盆地的时代以及时代性分类最为关键。地史上地球地表几乎所有的造山带都曾经是盆地，一般性的盆地成因机制探讨并不能全部适用于以含油气为特征的沉积盆地。本文专注于二叠纪研究区内岩相古地理研究，本区域二叠纪之前、之后的盆地不属于主要讨论内容。本文在描述二叠纪时期的塔里木、柴达木、准噶尔等盆地时，一般不使用“盆地”术语，以“区域”代之，旨在避免与现代地貌意义上盆地的区别；但当讨论目前的塔里木、柴达木、准噶尔等盆地时，仍使用“盆地”描述之。

岩相古地理研究及其编图属于基础地质学研究的范畴，经进一步工作之后，其基础性成果可以为石油、天然气以及其他沉积矿产资源预测和勘探开发提供科学依据（冯增昭，1998）。自 1993 年我国首次由石油出口国转为进口国以来，原油进口量快速增加，2007 年度我国进口原油达 1.81 亿吨（含成品油），已接近当年原油消费量的 50%。国民经济可持续发展对于我国西部，尤其是西北地区油气资源勘探开发需求日益迫切。尽管西北地区二叠系分布较为局限，但仍具有较大的生烃潜力，储集能力，因而西北地区二叠系岩相古地理研究有其深层次经济意义。

第二节 主要地质剖面与成果

本文基础资料为大量的实测地质剖面。共实测、收集二叠系剖面 41 条，其中露头剖面 31 条，钻井剖面 12 条（图略）。其中位于准噶尔、塔里木和柴达木等地区的部分剖面为本项目