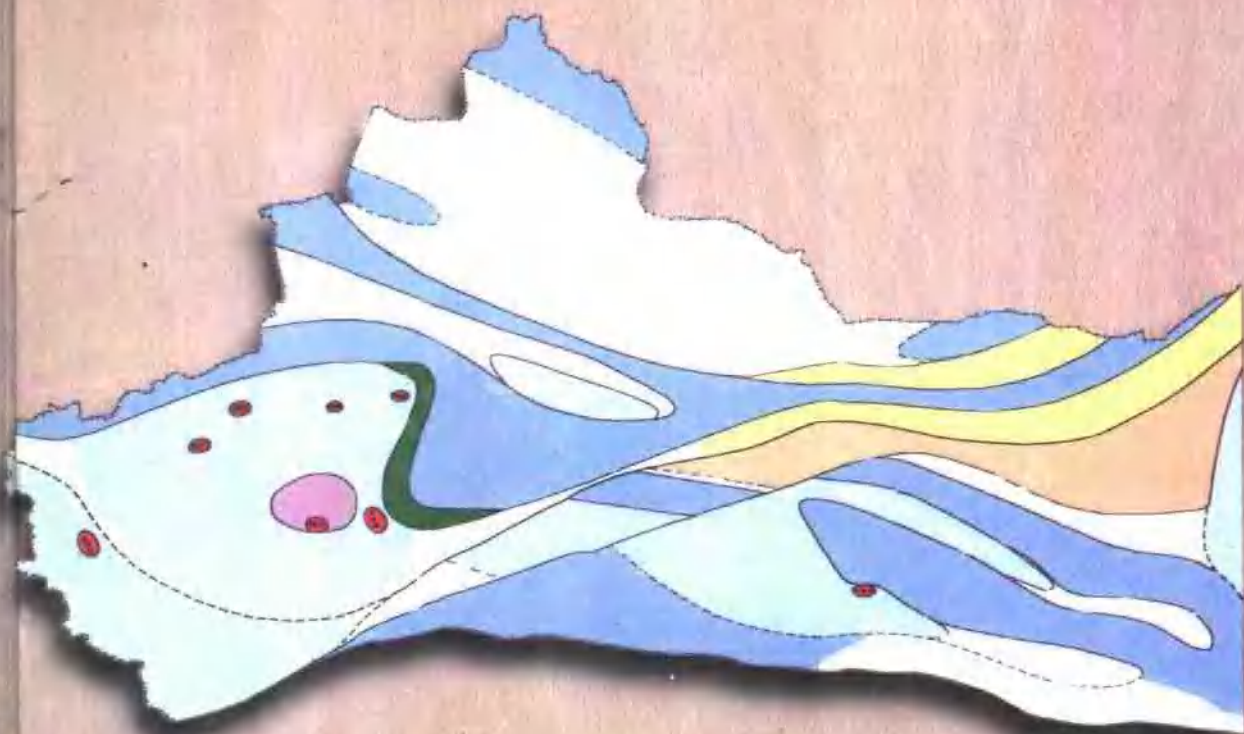


# 中国西北地区 寒武纪和奥陶纪 岩相古地理

冯增昭 张家强 王国力 金振奎 鲍志东 著



石油大学出版社

# 中国西北地区 寒武纪和奥陶纪岩相古地理

冯增昭 张家强 王国力 金振奎 鲍志东 著

石油大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

中国西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理/冯增昭等  
编著. —东营:石油大学出版社, 2000. 4

ISBN 7-5636-1356-0

I. 中… II. 冯… III. ①寒武纪-岩相-古地理学-中  
国-西北地区②奥陶纪-岩相-古地理学-中国-西北地区  
IV. P534. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 29696 号

**中国西北地区**

**寒武纪和奥陶纪岩相古地理**

冯增昭 张家强 王国力 金振奎 鲍志东 著

出版者:石油大学出版社(山东东营,邮编 257061)

网 址: <http://sunctr.hdpu.edu.cn/~upecpress>

电子信箱: [upecpress@sunctr.hdpu.edu.cn](mailto:upecpress@sunctr.hdpu.edu.cn)

印刷者:青岛胶南印刷厂

发 行 者:石油大学出版社(电话 0546-8392563)

开 本: 787×1092 1/16 印张:16.125 插页 10 字数:413 千字

版 次:2000 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印 数:1—300 册

定 价:80.00 元

# 序

本书《中国西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理》是笔者承担的中国石油天然气总公司科研计划正式项目“中国寒武纪及奥陶纪岩相古地理研究及编图”(94 科学第 69 号)的研究成果的一部分。

本书是笔者的第 11 本岩相古地理学专著<sup>[1~11]</sup>,是笔者的第 4 本寒武纪和奥陶纪岩相古地理专著<sup>[2,3,9,11]</sup>。这些专著都是“源书”<sup>[12]</sup>。源书者,原始创作也。它们是古地理学赖以发展的根本。

笔者的岩相古地理学研究及编图工作是从寒武纪和奥陶纪开始<sup>[13,14]</sup>,至今已 22 年了。在此期间,也从事其他地质时代如石炭纪、二叠纪和三叠纪的岩相古地理研究及编图<sup>[1,4~8,10]</sup>工作;但这些地质时代的工作均限于中国南方,其范围都不如寒武纪和奥陶纪的广。

笔者以前的古地理学著作大都限于稳定的地台区和碳酸盐岩为主的地层。这是由各种客观和主观条件决定的。本书则与以前有所不同。本书的西北地区不仅包括稳定的地台区,也包括活动的地槽区,如阿尔泰、天山、祁连山等都是地槽区。笔者终于“下槽”了。要完成全国范围的岩相古地理研究及编图任务,非“下槽”不可。看来,笔者的“单因素分析综合作图法”在地槽区亦同样行之有效。

西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图工作是 1995 年 1 月开始的。先从甘肃和青海地区开始,然后是新疆地区,最后是整个西北地区的汇总和本书的图件及文字的定稿工作。历时近五年。这是一个相当艰苦的工作过程。张家强博士后和王国力博士是这一工作的主力。王国力以其研究成果获得了博士学位,张家强以其研究成果完成了博士后研究任务。金振奎博士和鲍志东博士也参加了野外及室内工作,为本任务的完成作出了贡献。

在西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图工作以及本书的定稿过程中,得到了原中国石油天然气总公司科技局现中国石油天然气集团公司科技发展部的领导、我校的有关领导、中国科学院兰州地质研究所的刘文彬研究员、青海地质矿产局区域地质调查队的王云山高级工程师、石油勘探开发科学研究院的顾家裕高级工程师、西南石油学院的陈景山教授、方少仙教授、侯方浩教授、王振宇副教授、王兴志副教授、中国科学院地球化学研究所的刘丛强研究员、谢鸿森研究员、李加田书记、彭汝明处长、地质出版社的王章俊副编审和祁向雷工程师、中国地质大学绘图室的张凤英师傅、石油勘探开发科学研究院的张晓辉工程师、中国地质大学的杨式溥教授、中国矿业大学的张鹏飞教授、石油勘探开发科学研究院的周兴熙高级工程师、我室的于海燕工程师等的大力支持。谨向以上同志们表示衷心的感谢!

本书的出版是完成全国范围的寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图任务的重要一步。现在正在调整人力和物力,争取在近年内完成中国南方的和全国范围的寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图任务,从而开始实现我的“第三里程献李桃”的宿

愿<sup>[15]</sup>。届时再与广大读者共享。

本书仍有不足之处,主要是缺少从岩相古地理对油气以及其他矿产的论述和预测。这有待以后补正了。

敬希广大读者指教。

冯增昭

1999年9月

于石油大学(北京)

### 参考文献

- [1] 冯增昭,王英华,李尚武等,下扬子地区中下三叠统青龙群岩相古地理研究,云南科技出版社,1988。
- [2] 冯增昭等,华北地台早古生代岩相古地理,地质出版社,1990。
- [3] 冯增昭,陈继新,张吉森,鄂尔多斯地区早古生代岩相古地理,地质出版社,1991。
- [4] 冯增昭等,中下扬子地区二叠纪岩相古地理,地质出版社,1991。
- [5] 冯增昭,金振奎,杨玉卿,鲍志东,辛文杰等,滇黔桂地区二叠纪岩相古地理,地质出版社,1994。
- [6] 冯增昭,鲍志东,李尚武等,滇黔桂地区早中三叠世岩相古地理,石油大学出版社,1994。
- [7] 冯增昭,杨玉卿,金振奎,李尚武,鲍志东等,中国南方二叠纪岩相古地理,石油大学出版社,1997。
- [8] 冯增昭,鲍志东,李尚武等,中国南方早中三叠纪岩相古地理,石油工业出版社,1997。
- [9] 冯增昭,鲍志东,张永生,谭健等,鄂尔多斯奥陶纪地层岩相古地理,地质出版社,1998。
- [10] 冯增昭,杨玉卿,鲍志东,金振奎等,中国南方石炭纪岩相古地理,地质出版社,1998。
- [11] 本书。
- [12] 见[10]书的序。
- [13] 冯增昭,华北下奥陶统岩相古地理新探,华东石油学院学报,1977,第3期,第57~79页。
- [14] 冯增昭,华北早奥陶世岩相古地理新探,地质科学,1979,第4期,第302~313页。
- [15] 见[1],[2],[7],[8],[10]书的序。

# Preface

This book, *Lithofacies Paleogeography of the Cambrian and Ordovician in Northwest China*, is a part of the research achievements of the present writer's subject "Study and Mapping of Lithofacies Paleogeography of the Cambrian and Ordovician of China", which is supported by CNPC.

This book is the present writer's eleventh monograph on lithofacies paleogeography<sup>[1-11]</sup> and the fourth monograph on lithofacies paleogeography of the Cambrian and Ordovician<sup>[2,3,9,11]</sup>. These books are "source books"<sup>[12]</sup>. "Source" means "originality". It is the source of river and the root of tree. It is the original creation. These books are the foundation upon which the development of paleogeography depends.

The present writer's study and mapping of lithofacies paleogeography started from the Cambrian and Ordovician<sup>[13,14]</sup>, and has been carried on for twenty-two years. During this period, the present writer was also engaged in the study and mapping of lithofacies paleogeography of other geological ages such as the Carboniferous, Permian and Triassic, but the study area is restricted to South China and is smaller than that of the Cambrian and Ordovician.

Most of the writer's previous monographs on paleogeography are limited to stable platforms and dominated by carbonate rocks. However, this book is different from the preceding ones. It includes not only stable platform areas but also active geosyncline areas, such as Altay Mountains, Tianshan Mountains and Qilian Mountains. The present writer went "down to geosynclines" at last. To accomplish the task of study and mapping of lithofacies paleogeography all over China, there is no other way but "down to geosynclines". Practice has shown that the present writer's "Single Factor Analysis and Comprehensive Mapping Method" is also effective in geosyncline areas.

The work of study and mapping of lithofacies Paleogeography of Northwest China started on January 1995. It began with Gansu and Qinghai areas first, then Xinjiang area, and finally was the summary of whole Northwest China and finalization of the words and maps of this book. This work lasted about five years. It was a very arduous working process. Post-doctor Zhang Jiaqiang and Doctor Wang Guoli were the main force. Through this work, Wang Guoli achieved doctor's degree, and Zhang Jiaqiang completed his post-doctor's study. In addition, Doctor Jin Zhenkui and Doctor Bao Zhidong also took part in the outdoor and indoor work, and made great contribution to the accomplishment of this work.

During the study and mapping of lithofacies paleogeography of the Cambrian and Ordovician of Northwest China and the finalization of the manuscript of this book, the present writer got support from the leaders of the Science and Technology Development Department

of CNPC (originally Science and Technology Bureau of CNPC), leaders of the University of Petroleum, and a number of colleagues and friends of many other units. Here I would like to thank all of them sincerely!

The publishing of this book is an important step to completion of study and mapping of lithofacies paleogeography of the Cambrian and Ordovician all over China. Now we are adjusting manpower and material resources and try to finish the task of study and mapping of lithofacies paleogeography of the Cambrian and Ordovician of South China and whole China within one or two years, so that my long cherished wish of “contributing plums and peaches on the third milestone”<sup>[15]</sup> begins to be realized. At that time I will share the fruit with all the readers.

Feng Zengzhao

September 1999

### References

- [1] Feng Zengzhao, Wang Yinghua, Li Shangwu et al. , 1988; Study on Lithofacies Paleogeography of Qinglong Group of Lower—Middle Triassic in the Lower Yangtze Region, Yunnan Science and Technology Press.
- [2] Feng Zengzhao et al. , 1990; Lithofacies Paleogeography of Early Paleozoic of North China Platform, Geological Publishing House.
- [3] Feng Zengzhao, Chen Jixin and Zhang Jisen, 1991; Lithofacies Paleogeography of Early Paleozoic of Ordos, Geological Publishing House.
- [4] Feng Zengzhao et al. , 1991; Lithofacies Paleogeography of Permian of Middle and Lower Yangtze Region, Geological Publishing House.
- [5] Feng Zengzhao, Jin Zhenkui, Yang Yuqing, Bao Zhidong and Xin Wenjie, 1994; Lithofacies Paleogeography of Permian of Yunnan—Guizhou—Guangxi Region, Geological Publishing House.
- [6] Feng Zengzhao, Bao Zhidong, Li Shangwu et al. , 1994; Lithofacies Paleogeography of Early and Middle Triassic of Yunnan—Guizhou—Guangxi Region, Petroleum University Press.
- [7] Feng Zengzhao, Jin Zhenkui, Yang Yuqing, Li Shangwu, Bao Zhidong et al. , 1997; Lithofacies Paleogeography of Permian of South China, Petroleum University Press.
- [8] Feng Zengzhao, Bao Zhidong, Li Shangwu et al. , 1997; Lithofacies Paleogeography of Early and Middle Triassic of South China, Geological Publishing House.
- [9] Feng Zengzhao, Bao Zhidong, Zhang Yongsheng, Tan Jian et al. , 1998; Stratigraphy, Petrology and Lithofacies Paleogeography of Ordovician in Ordos, Geological Publishing House.
- [10] Feng Zengzhao, Yang Yuqing, Bao Zhidong, Jin Zhenkui et al. , 1998; Lithofacies Paleogeography of Carboniferous in South China, Geological Publishing House.
- [11] This book.
- [12] The preface of [10].
- [13] Feng Zengzhao, 1977; A preliminary discussion on the lithofacies paleogeography of Lower Ordovician

- of North China, Journal of East China Petroleum Institute, No. 3, p. 57~79.
- [14] Feng Zengzhao, 1979; A preliminary discussion on the lithofacies paleogeography of Early Ordovician of North China, Geological Science, No. 4, p. 302~313.
- [15] The prefaces of [1], [2], [7], [8], [9].



# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 绪言 .....         | 1  |
| 第二章 地层 .....         | 5  |
| 第一节 概述 .....         | 5  |
| 一、研究简史 .....         | 5  |
| 二、地层划分 .....         | 6  |
| 三、主要地层界限 .....       | 7  |
| 四、地层分区依据 .....       | 9  |
| 五、寒武系地层分区 .....      | 12 |
| 六、奥陶系地层分区 .....      | 16 |
| 第二节 寒武系 .....        | 20 |
| 一、下寒武统 .....         | 20 |
| 二、中寒武统 .....         | 23 |
| 三、上寒武统 .....         | 27 |
| 第三节 奥陶系 .....        | 29 |
| 一、下奥陶统 .....         | 29 |
| 二、中奥陶统 .....         | 36 |
| 三、上奥陶统 .....         | 42 |
| 第三章 岩石 .....         | 47 |
| 第一节 岩石类型 .....       | 47 |
| 一、碎屑岩 .....          | 47 |
| 二、碳酸盐岩 .....         | 50 |
| 三、膏盐岩 .....          | 58 |
| 四、磷酸盐岩 .....         | 58 |
| 五、硅岩 .....           | 59 |
| 六、火山岩及火山碎屑岩 .....    | 62 |
| 第二节 岩石组合 .....       | 64 |
| 一、浅水沉积岩组合 .....      | 64 |
| 二、半深水、深水沉积岩组合 .....  | 65 |
| 第四章 生物化石与沉积环境 .....  | 70 |
| 第一节 生物化石类别与生态 .....  | 70 |
| 第二节 化石组合与沉积环境 .....  | 75 |
| 第五章 单因素分析综合作图法 ..... | 80 |
| 第一节 概述 .....         | 80 |
| 第二节 单因素分述 .....      | 81 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>第六章 寒武纪岩相古地理</b> | 85  |
| 第一节 早寒武世岩相古地理       | 85  |
| 一、单因素图              | 85  |
| 二、岩相古地理             | 97  |
| 第二节 中寒武世岩相古地理       | 102 |
| 一、单因素图              | 102 |
| 二、岩相古地理             | 115 |
| 第三节 晚寒武世岩相古地理       | 121 |
| 一、单因素图              | 121 |
| 二、岩相古地理             | 132 |
| <b>第七章 奥陶纪岩相古地理</b> | 138 |
| 第一节 早奥陶世岩相古地理       | 138 |
| 一、单因素图              | 138 |
| 二、岩相古地理             | 154 |
| 第二节 中奥陶世岩相古地理       | 161 |
| 一、单因素图              | 161 |
| 二、岩相古地理             | 176 |
| 第三节 晚奥陶世岩相古地理       | 182 |
| 一、单因素图              | 182 |
| 二、岩相古地理             | 195 |
| <b>第八章 岩相古地理演化</b>  | 200 |
| 第一节 新疆及北山地区岩相古地理演化  | 200 |
| 第二节 甘青地区岩相古地理演化     | 202 |
| <b>参考文献</b>         | 204 |
| <b>英文摘要</b>         | 207 |
| <b>图版及其说明</b>       | 225 |

# CONTENTS

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Chapter 1 Introduction</b>                                            | 1  |
| <b>Chapter 2 Stratigraphy</b>                                            | 5  |
| Section 1 General remarks                                                | 5  |
| 1. Brief history of study                                                | 5  |
| 2. Stratigraphic division                                                | 6  |
| 3. Main stratigraphic boundaries                                         | 7  |
| 4. Bases of division of stratigraphic areas                              | 9  |
| 5. Stratigraphic areas of the Cambrian                                   | 12 |
| 6. Stratigraphic areas of the Ordovician                                 | 16 |
| Section 2 Stratigraphy of the Cambrian                                   | 20 |
| 1. The Lower Cambrian                                                    | 20 |
| 2. The Middle Cambrian                                                   | 23 |
| 3. The Upper Cambrian                                                    | 27 |
| Section 3 Stratigraphy of the Ordovician                                 | 29 |
| 1. The Lower Ordovician                                                  | 29 |
| 2. The Middle Ordovician                                                 | 36 |
| 3. The Upper Ordovician                                                  | 42 |
| <b>Chapter 3 Petrography</b>                                             | 47 |
| Section 1 Rock types                                                     | 47 |
| 1. Clastic rocks                                                         | 47 |
| 2. Carbonate rocks                                                       | 50 |
| 3. Gypsum and halite rocks                                               | 58 |
| 4. Phosphate rocks                                                       | 58 |
| 5. Siliceous rocks                                                       | 59 |
| 6. Volcanic rocks and pyroclastic rocks                                  | 62 |
| Section 2 Rock assemblages                                               | 64 |
| 1. Shallow water sedimentary rock assemblages                            | 64 |
| 2. Deep water sedimentary rock assemblages                               | 65 |
| <b>Chapter 4 Fossils and sedimentary environments</b>                    | 70 |
| Section 1 Fossil types and their ecology                                 | 70 |
| Section 2 Fossil assemblages and their sedimentary environments          | 75 |
| <b>Chapter 5 Single factor analysis and comprehensive mapping method</b> | 80 |
| Section 1 General remarks                                                | 80 |

|                                           |                                                                                     |            |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Section 2                                 | Brief introduction of single factors .....                                          | 81         |
| <b>Chapter 6</b>                          | <b>Lithofacies paleogeography of the Cambrian .....</b>                             | <b>85</b>  |
| Section 1                                 | Lithofacies paleogeography of the Early Cambrian .....                              | 85         |
| 1.                                        | Single factor maps .....                                                            | 85         |
| 2.                                        | Lithofacies paleogeography .....                                                    | 97         |
| Section 2                                 | Lithofacies paleogeography of the Middle Cambrian .....                             | 102        |
| 1.                                        | Single factor maps .....                                                            | 102        |
| 2.                                        | Lithofacies paleogeography .....                                                    | 115        |
| Section 3                                 | Lithofacies paleogeography of the Late Cambrian .....                               | 121        |
| 1.                                        | Single factor maps .....                                                            | 121        |
| 2.                                        | Lithofacies paleogeography .....                                                    | 132        |
| <b>Chapter 7</b>                          | <b>Lithofacies paleogeography of the Ordovician .....</b>                           | <b>138</b> |
| Section 1                                 | Lithofacies paleogeography of the Early Ordovician .....                            | 138        |
| 1.                                        | Single factor maps .....                                                            | 138        |
| 2.                                        | Lithofacies paleogeography .....                                                    | 154        |
| Section 2                                 | Lithofacies paleogeography of the Middle Ordovician .....                           | 161        |
| 1.                                        | Single factor maps .....                                                            | 161        |
| 2.                                        | Lithofacies paleogeography .....                                                    | 176        |
| Section 3                                 | Lithofacies paleogeography of the Late Ordovician .....                             | 182        |
| 1.                                        | Single factor maps .....                                                            | 182        |
| 2.                                        | Lithofacies paleogeography .....                                                    | 195        |
| <b>Chapter 8</b>                          | <b>Evolution of lithofacies paleogeography .....</b>                                | <b>200</b> |
| Section 1                                 | Evolution of lithofacies paleogeography in Xinjiang and Beishan region ...<br>..... | 200        |
| Section 2                                 | Evolution of lithofacies paleogeography in Gansu and Qinghai region .....<br>.....  | 202        |
| <b>References</b>                         | .....                                                                               | <b>204</b> |
| <b>Abstract</b>                           | .....                                                                               | <b>207</b> |
| <b>Photoplates and their explanations</b> | .....                                                                               | <b>225</b> |

# 第一章 绪 言

本书《中国西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理》是作者冯增昭承担的中国石油天然气总公司科研计划正式项目“中国寒武纪及奥陶纪岩相古地理研究及编图”(94 科字第 69 号, 开题编号 940021)的研究成果的一部分。

本书的西北地区,是指贺兰山及六盘山以西、昆仑山以北的我国西北部广大地区,包括新疆的全部、甘肃的西部和中部、青海的大部、内蒙古的西部和宁夏的西部,位于东经  $73^{\circ}\sim 108^{\circ}$  和北纬  $34^{\circ}\sim 50^{\circ}$  之间,总面积约 270 万  $\text{km}^2$ 。

从大地构造位置来看,本区东与华北地台西部的鄂尔多斯为邻,南以修沟—玛沁断裂与青藏的巴颜喀拉褶皱带为界,西和北均至我国国界。本区主要包括准噶尔地块、塔里木地台、柴达木地块、以及处于这三大块或地台边缘或之间的阿尔泰褶皱带、天山褶皱带、昆仑褶皱带和祁连褶皱带,是一个台槽相间并存的地区。

这些台和槽均经历过多次大的构造变动,构造比较复杂。

对这一台槽相间和构造复杂地区的不同地质时期,尤其是早古生代寒武纪和奥陶纪,进行定量的岩相古地理研究及编图,是相当困难的。

西北地区的寒武系和奥陶系分布相当广泛。露头主要分布在塔里木地区和柴达木地区的周缘,以及天山、北山和祁连山等地区。参看图 1-1 及图 1-2。

钻至寒武系的钻井有 10 口,钻至奥陶系的钻井至少有 40 口,均分布在塔里木地区。在其他地区尚无钻至寒武系或奥陶系的井。

在塔里木地区、天山地区和北山地区,寒武系和奥陶系的地层学研究程度较高,地层划分可精确到统,局部地区可精确到阶和组。在其他地区,寒武系和奥陶系的地层学研究程度较低,地层划分只能到统,有的地区只能到系。

西北地区寒武系和奥陶系的岩石类型多样,但研究程度各地不一。塔里木及其周缘地区研究程度较高,祁连山地区也较高,其他地区则较低。

西北地区寒武纪和奥陶纪的古地理研究及编图工作,已有一定的基础。刘鸿允(1955)<sup>[1]</sup>、关士聪等(1984)<sup>[2]</sup>、王鸿祯等(1985)<sup>[3]</sup>、新疆地质矿产局地质矿产所(1988)<sup>[4]</sup>、甘肃省地质矿产局(1989)<sup>[5]</sup>和周志毅等(1995)<sup>[6]</sup>的著作,均对西北地区寒武纪和奥陶纪古地理研究及编图作了开拓性的工作,对各种矿产的预测和勘探起了重要的指导或参考作用。

我们的西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图工作是全国范围的寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图工作的一部分。我们以沉积学和定量岩相古地理学的理论为指导,在前人对西北地区的大地构造学、地层学、岩石学和古地理学工作的基础上,在自己实测的露头剖面(一级露头剖面)和收集整理出来的一级、二级、三级露头剖面 and 钻井剖面的各种定量及定性资料的基础上,以单因素分析综合作图法为方法论,编制出以统为单位的各种单因素图 26 幅和以世为单位的岩相古地理图 6 幅。在这些图件的基础上,撰写出相应的文字总结,从而完成了本书《中国西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理》的全部图件编制和文字撰写任务。

本书中的岩相古地理图都是定量的、多级别的和多类型的。定量,即每个古地理单元的确定都有确切的单因素数据和图件为依据。多级别,即已划分出三级古地理单元,如陆和海为一

级古地理单元,台地和盆地等为二级古地理单元,滩和云坪等为三级古地理单元。多类型,即一些古地理单元如台地、盆地、滩等,还可根据其岩石特征划分出不同的类型,如碳酸盐岩台地、碎屑岩台地、泥岩硅岩盆地、亮晶滩、灰泥准滩等。这样的岩相古地理图是比较精确的,对油气以及其他各种沉积矿产的预测和勘探是很有用处的。这样的古地理图在西北地区还是首次出现。

西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理的编图工作大体可分三个阶段。

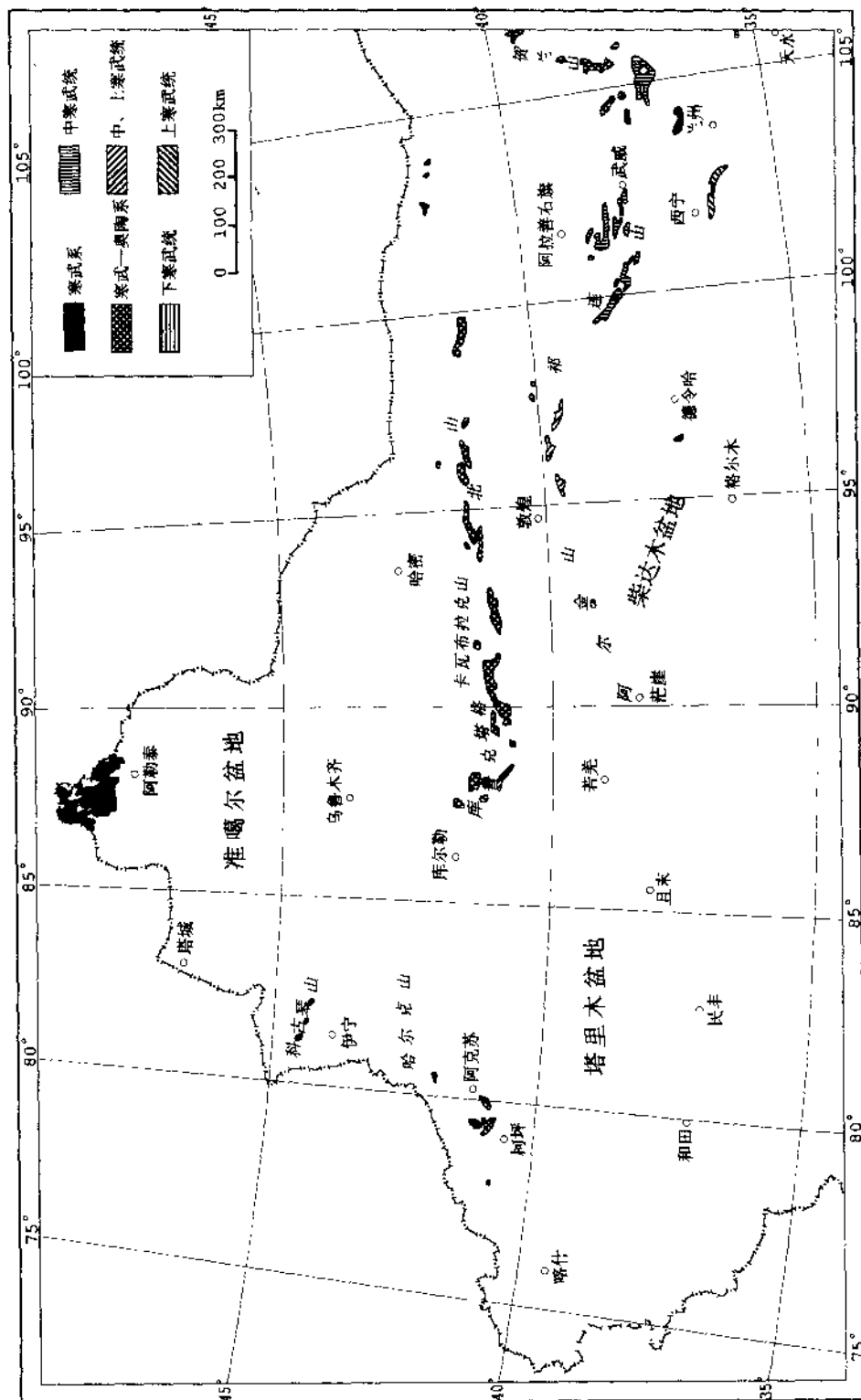
(1) 甘青工作阶段(1995年至1997年)。主要由博士生王国力完成,参加工作的还有金振奎博士、鲍志东博士等。共实测露头剖面6条,完成甘青地区以统为单位的各种单因素图26幅,以世为单位的岩相古地理图5幅,即中、晚寒武世和早、中、晚奥陶世岩相古地理图,并撰写出相应的文字总结报告,即王国力的博士论文《甘青地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图》。据此,王国力获得了博士学位。

(2) 新疆工作以及整个西北地区研究成果的统一和总结阶段(1997~1999年)。主要由博士后张家强完成,参加工作的还有鲍志东博士。共系统收集和整理寒武系剖面75条(其中一级露头剖面14条,一级钻井剖面3条,二级露头剖面18条,二级钻井剖面1条,三级露头剖面36条,三级钻井剖面3条),奥陶系剖面179条(其中一级露头剖面14条,一级钻井剖面19条,二级露头剖面34条,二级钻井剖面10条,三级露头剖面91条,三级钻井剖面11条),共254条。在此基础上,完成西北地区以统为单位的各种单因素图24幅,以世为单位的岩相古地理图6幅,以及相应的文字总结报告,即张家强的博士后工作报告《中国西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理研究及编图》。据此,张家强通过了博士后研究工作的答辩,完成了他的博士后研究工作任务。

(3) 本书的定稿工作阶段(1999年)。由冯增昭及张家强完成。在以上两个阶段尤其是第二阶段工作成果的基础上,对其全部图件进行了加工修正,对其全部文字总结进行修正、提炼或改写,最后完成了本书《中国西北地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理》全部图件和文字的定稿工作。

从1995年1月开始工作,到1999年9月本书全部图文定稿,历时近五年。这是一个相当艰苦的工作过程。

图 1-1 西北地区寒武系露头分布图







## 第二章 地 层

### 第一节 概 述

#### 一、研究简史

中国西北地区的寒武纪及奥陶纪地层学研究已有相当长的历史。

早在1925年,谢家荣将甘肃北部地层自下而上划分出了七个组合<sup>[7]</sup>。1928年~1932年,中瑞科学考察团曾在南疆塔里木的东北缘库鲁克塔格地区做过下古生界三叶虫的研究工作<sup>[8]</sup>。1942年,孙健初将祁连山地层划分出了下古生代祁连山系<sup>[9]</sup>;1948年,李树勋详细讨论了祁连山地层和造山带问题,指出南山系包括许多地层,其时代自震旦纪到早石炭世<sup>[10]</sup>;同年,郭宗山讨论了南山系的时代范围,并将南山系分为四带,即南山与其东北山麓山地、河西走廊、北山带和北山以北地带,这是在该区首次提出的地层分区<sup>[11]</sup>。

解放后,特别是国家“七五”计划以来,我国地质工作者对西北地区的寒武系及奥陶系作了大量区域地质调查和研究工作,大批成果相继出现。但是,北疆、南疆和甘青地区的工作开展和研究程度却有所不同。

北疆地区的工作开展较晚,但对天山的寒武系研究程度则较高。1960年,新疆维吾尔自治区地质局的马璧民在北疆的北天山西段首次发现了中寒武世的三叶虫化石,证实区内有寒武系存在。1974年,中国地质科学院地质研究所林宝玉、张川等又在该区找到了奥陶纪的笔石化石和中、晚寒武世的三叶虫化石,并从原奥陶系中划分出寒武系。1977年~1979年,中国地质科学院地质研究所与新疆地质局合作,对北天山西段的寒武系及奥陶系进行了较详细的研究和划分,并建立了若干化石带,为新疆寒武系及奥陶系的研究奠定了基础。1985年出版的《新疆北天山西段寒武纪地层及三叶虫动物群》<sup>[12]</sup>一书,系统总结了该区寒武纪地层及三叶虫动物群的研究成果,把寒武系划分为三统六组和十个化石带,从而使该区成为我国寒武系研究程度较高、并可进行洲际对比的少数地区之一。

南疆地区的工作开展得较早,塔里木北缘的寒武系和奥陶系的研究程度较高。1955年~1957年,地质部第十三地质大队在库鲁克塔格和柯坪等地区进行区域地质测量时,初步建立起寒武纪及奥陶纪的地层系统。1959年中国科学院古生物研究所张日东等在库鲁克塔格地区做了地层古生物工作;1973年新疆地质局区测大队对柯坪地区的寒武系及奥陶系作了划分和对比研究<sup>[13]</sup>;1978年~1985年期间,新疆地质局组织下属单位对库鲁克塔格和柯坪等地区的地质、地层古生物以及地层界限又作了进一步研究。此后,新疆维吾尔自治区区域地层编写组(1981)和新疆维吾尔自治区地质矿产局区域地质志编写组(1993)对前期研究成果相继作了归纳和总结<sup>[14,15]</sup>。这些工作为该区寒武系及奥陶系的详细划分和对比奠定了基础。1984年9月22日,沙参2井首次从下古生界海相碳酸盐岩中喷出工业油流。这一重大突破拉开了寻找海相油气田的序幕<sup>[16]</sup>,从而极大地推动了塔里木盆地及其周缘地区寒武纪及奥陶纪的地层研究。国家“七五”、“八五”、“九五”计划期间,有关南疆寒武纪及奥陶纪地层古生物的新成果不断