

# 青藏高原北部生物古地理

姚培毅 著

地质出版社

# 青藏高原北部生物古地理

姚培毅 著

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 简 介

本书是地质矿产部“八五”深部地质重点项目、国家自然科学基金“八五”重点资助项目“格尔木—额济纳旗地学断面多学科综合调查研究”下属课题“格尔木—额济纳旗地学断面走廊地质构造与演化研究”报告之一部分。作者对青藏高原北缘及邻区古生代以来的地层古生物资料进行了广泛地收集和综合分析。建立了一个新的一级生物地理区,即中轴生物古地理大区;明确提出寒武—奥陶纪甘肃北山南部地体亲塔里木和扬子板块;通过生物古地理研究发现了一个重要事件,即晚二叠世之前在青藏高原北部曾发生过北方生物大区所在地块大规模地向南俯冲,而在三叠纪则没有出现地壳大规模缩短和削减殆尽的现象。同时对自中生代以来昆仑、祁连等山脉隆升速率、方式进行了探讨。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

青藏高原北部生物古地理/姚培毅著. -北京:地质出版社, 1999. 6

ISBN 7-116-02806-4

I. 青… I. 姚… III. 地层古生物学-研究-青藏高原-古生代 N. Q911.727

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 19589 号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:江晓庆 王 璞

责任校对:李 玫

\*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092  $1/16$  印张: 6.75 字数: 129000

1999 年 6 月北京第一版·1999 年 6 月北京第一次印刷

印数: 1—500 册 定价: 15.00 元

ISBN 7-116-02806-4

P·2014

(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

青藏高原北缘系指东昆仑、柴达木盆地及周边、祁连山、北山直至中蒙边界。在大的构造单元划分上,地处冈瓦纳板块与欧亚板块及两者间地体群的结合部,地理位置十分重要,为我国乃至世界广大地质学者所关注。

生物古地理是研究板块、地体等构造单元的基础,也是检验构造单元划分是否合理的主要标准之一,并与古气候学和古地磁学一起构成现代古地理学的三大支柱。换句话说,古地理研究程度的高低直接关系到构造单元划分的成败。有关生物古地理的研究已发表了一系列论文与著作。较重要的有 Gray, J. and Boucot, A. J. (1976) 主编的《历史生物地理、板块构造和环境的变迁》; Hallam, A. (1973) 主编的《生物古地理文集》; Hughes, N. F. (1973) 主编的《各时期的生物与大陆》; Ziegler, A. M. 等 (1979) 《古生代古地理》; 王鸿祯等 (1990) 《中国及邻区构造古地理》; 殷鸿福等 (1988) 《中国古生物地理学》; 古生物学基础理论丛书编委会编辑 (1983) 《中国古生物地理区系》; 王乃文 (1982) 《中国古生物地理与板块构造》<sup>①</sup>。

目前在对生物古地理划分上,各家名称术语划分原则自成体系,众说纷纭。其主要分歧在于究竟哪一种因素对生物古地理分区起主导作用。我们认为除寒武纪以外,地球上纬度控制气候带的分布是生物古地理分区主导控制因素之一。从现代生物群的气候类型来看,其分布以赤道为中心具双极性,其分布范围与气候带轮廓近一致。反过来,从地质时期生物古地理分布的对称性亦可推断有关地区的古纬度(姚培毅、王乃文,1992)。其次是山脉和大洋对陆生、海生生物辐射通道的阻隔也可形成一定的生物地理区系。

截止到 1995 年底,我们所收集到的青藏高原北缘古生物资料,各时代、各门类和各地段研究程度都存在着相当大的差异,极不均衡。而且研究程度普遍偏低。所以在讨论分异度时,一般只简单地做属种统计,进行门类比较。在生物古地理区划上,采用国内、外较普遍采用的生物地理单元,即大区 (Realm)、区 (Region)、省 (Province) 和亚省 (Subprovince)。

在讨论青藏高原北缘生物古地理分区之前,我们将对古生代全球和中国生物古地理的划分提出一些看法,并试图建立一个新的一级生物古地理分区——中轴生物古地理大区。

近年来,随着生物古地理资料的不断积累以及综合研究的深入,使我们越来越清晰地看到古生代(尤其是晚石炭—早二叠世)在全球范围内,赤道附近有一些地块所含的生物既不属于冈瓦纳生物大区,也不属北方生物大区,而是具有自身的特点。这一中间区在古地理展布格局方面(中国部分)已被古地磁资料所证实(表 1),并始终位于赤道附近。有关这一中间生物区,不同的研究者给予它不同的含义,如古特提斯生物大区、亚澳生物大区等等。我们认为上述名称均不妥,有的是原来已有其明确的含义,例如从刘和甫等

① 王乃文, 1982, 中国古生物地理与板块构造。见李春昱、郭令智、朱夏等编著《板块构造》。中国地质科学院(内部刊物)。

表 1 柴达木与其相邻块体古生代古地磁结果

(引自葛肖虹等, 1990)

Table 1 The Paleozoic paleomagnetic data of Qaidam and its adjacent areas

(after Ge Xiaohong, 1990)

| 地体  | 时代                | 参 考 点           | 磁极位置<br>$\lambda_p$ $\Phi_p$ |       | 古 纬 度              | 资 料 来 源           |
|-----|-------------------|-----------------|------------------------------|-------|--------------------|-------------------|
| 塔里木 | P <sub>1</sub>    | (80.3°; 41.0°)  | 190.1                        | 56.6N | 23.4               | 白云虹等<br><br>林万智   |
|     | C <sub>3</sub>    |                 | 179.5                        | 52.2N | 25.8               |                   |
|     | D <sub>3</sub>    |                 | 151.2                        | 10.5S | 6.2                |                   |
|     | P <sub>2</sub>    |                 |                              |       | 23.7               |                   |
| 中朝  | C                 | (96.5°; 37.2°)  |                              |       | 15.0               | 林万智<br>林金录<br>林金录 |
|     | O <sub>2</sub>    |                 | 332.5                        | 43.2  | -4.3 <sup>①</sup>  |                   |
|     | P <sub>2</sub>    |                 | 235.3                        | 29.3  | 13.2               |                   |
| 扬子  | C <sub>2</sub>    | (104.6°; 31.5°) | 299.6                        | 52.0  | -5.5 <sup>①</sup>  |                   |
|     | O <sub>2</sub>    |                 | 346.4                        | 28.7  | -5.9 <sup>①</sup>  |                   |
| 走廊  | P <sub>2</sub> -T | (103.5°; 37.2°) | 233.7                        | 55.6  | 12.0               | 王忠民               |
|     | C                 |                 | 259.0                        | 44.2  | -5.6 <sup>①</sup>  |                   |
| 过渡带 | D                 | (91.0°; 37.7°)  | 319.9                        | 31.0  | -13.4 <sup>①</sup> | 本次                |
|     | C <sub>1</sub>    |                 | 246.7                        | 54.3  | 4.4                |                   |
| 柴达木 | O <sub>1</sub>    |                 | 217.7                        |       | -13.7 <sup>①</sup> |                   |

①为南纬, 未注明者为北纬。

(1990) 引述 Suess, E. (1893) 的特提斯概念是“北方安哥拉大陆和南方冈瓦纳大陆之间曾有的一个侏罗纪海域, 这个海域称为特提斯。”随后, 他又认为特提斯的时代可延伸到三叠纪。在这里, 我们将特提斯一名理解为中生代时, 位于劳亚古陆和冈瓦纳古陆间近东西向分布的海域。海域内分布的生物在生物古地理上称为特提斯生物大区; 另外, 有的分区级别较低难以看到生物区整个轮廓, 如亚澳生物大区 (杨家骥, 1990)。鉴于这种情况, 很有必要重新给予它一个新的名称及明确的含义——中轴生物大区。

中轴生物大区系指古生代位于赤道附近一系列的地块, 其所产的古生物属种丰度和分异度均高于南、北两大生物区并有其自身的生物特征, 而且这一特征随着时间的推移, 越来越显著。例如以腕足类为例, 志留纪北方生物大区发育凉水性的 *Tuvaella* 动物群, 冈瓦纳大区有 *Clarkeia* 动物群, 性质与 *Tuvaella* 动物群相近, 中轴生物大区以小嘴贝类 *Eocoeilia*, 五房贝类 *Pentamerus* 以及 *Stricklandia* 等为特色; 在晚石炭世—早二叠世冈瓦纳生物大区和北方生物大区均以丰度和分异度均低的冷水型生物, 如 *Monodioxodina*, *Neospirifer*, *Spiriferella*, *Stenoscisma*, *Costiferina*, *Lytvolasma* 以及舌羊齿植物群和安哥拉植物群为代表, 而中轴生物大区则以丰度和分异度均高的暖水型生物, 如 *Nankinella*, *Chusenella*, *Polythecalis*, *Chusenophyllum* 等以及华夏植物群为代表, 两者间表现出很大的差异性。由于地块处于动态之中, 生物区间界线也在不断地发生变化, 所以本生物大区大致包括以下地块和板块: 哈萨克斯坦地块、准噶尔地块、塔里木地块、中-朝板块、扬子板块、羌塘地块、布列亚-佳木斯地块、东欧板块和澳大利亚板块等。因篇幅的关系, 不便详细讨论, 下面仅选择了中及晚奥陶世、早泥盆世和早二叠世三个时期, 分别绘制了世界和中国生物古地理分区等 6 张图, 以示中轴生物大区在上述三个时期中所处的位置。

下面按地质时代, 结合生物古地理分区图分别予以叙述。

# 目 录

## 前 言

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>第一章 寒武纪</b> .....            | 1  |
| 1.1 青藏高原北缘早寒武世生物古地理 .....       | 1  |
| 1.2 青藏高原北缘中寒武世生物古地理 .....       | 3  |
| 1.2.1 华北生物省 .....               | 3  |
| 1.2.2 塔里木生物省 .....              | 4  |
| 1.3 青藏高原北缘晚寒武世生物古地理 .....       | 4  |
| 1.3.1 华北生物省 .....               | 4  |
| 1.3.2 塔里木生物省 .....              | 5  |
| 1.4 小结 .....                    | 5  |
| <b>第二章 奥陶纪</b> .....            | 6  |
| 2.1 青藏高原北缘早奥陶世生物古地理 .....       | 6  |
| 2.1.1 华北生物省 .....               | 6  |
| 2.1.2 塔里木生物省 .....              | 10 |
| 2.2 青藏高原北缘中、晚奥陶世生物古地理 .....     | 11 |
| 2.2.1 华北生物省 .....               | 11 |
| 2.2.2 塔里木生物省 .....              | 13 |
| 2.3 小结 .....                    | 15 |
| <b>第三章 志留纪</b> .....            | 16 |
| 3.1 青藏高原北缘早志留世生物古地理 .....       | 16 |
| 3.1.1 东中轴生物区祁连生物省 .....         | 16 |
| 3.1.2 北方-东中轴生物过渡区北山-雅干生物省 ..... | 18 |
| 3.2 青藏高原北缘中、晚志留世生物古地理 .....     | 18 |
| 3.2.1 东中轴生物区祁连生物省 .....         | 18 |
| 3.2.2 北方-东中轴生物过渡区北山-雅干生物省 ..... | 19 |
| 3.3 小结 .....                    | 20 |
| <b>第四章 泥盆纪</b> .....            | 21 |
| 4.1 青藏高原北缘泥盆纪生物古地理 .....        | 23 |
| 4.1.1 东中轴生物区南方生物省 .....         | 23 |
| 4.1.2 北方-中轴生物过渡区北山-雅干生物省 .....  | 24 |
| 4.2 小结 .....                    | 28 |
| <b>第五章 石炭纪</b> .....            | 29 |
| 5.1 青藏高原北缘早石炭世生物古地理 .....       | 29 |
| 5.2 青藏高原北缘晚石炭世生物古地理 .....       | 35 |
| 5.3 小结 .....                    | 39 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>第六章 二叠纪</b>                 | 40 |
| 6.1 青藏高原北缘早二叠世生物古地理            | 41 |
| 6.1.1 西伯利亚-蒙古生物区北山-巴丹吉林生物省     | 41 |
| 6.1.2 东中轴生物区华北-祁连生物省           | 44 |
| 6.2 青藏高原北缘晚二叠世生物古地理            | 46 |
| 6.2.1 西伯利亚-蒙古生物区北山-巴丹吉林生物省     | 46 |
| 6.2.2 西伯利亚-蒙古-中轴生物过渡区塔里木-祁连生物省 | 46 |
| 6.2.3 东中轴生物区华夏生物省              | 47 |
| 6.3 小结                         | 48 |
| <b>第七章 三叠纪</b>                 | 50 |
| 7.1 青藏高原北缘早、中三叠世生物古地理          | 50 |
| 7.2 青藏高原北缘晚三叠世生物古地理            | 56 |
| 7.3 小结                         | 57 |
| <b>第八章 侏罗纪</b>                 | 58 |
| 8.1 青藏高原北缘早、中侏罗世生物古地理          | 58 |
| 8.2 青藏高原北缘晚侏罗世生物古地理            | 62 |
| 8.3 小结                         | 64 |
| <b>第九章 白垩纪</b>                 | 65 |
| 9.1 青藏高原北缘早白垩世生物古地理            | 65 |
| 9.1.1 中国北方生物区华北-准噶尔生物省         | 65 |
| 9.1.2 中国南方生物区塔里木-柴达木生物过渡省      | 67 |
| 9.2 青藏高原北缘晚白垩世生物古地理            | 68 |
| 9.3 小结                         | 70 |
| <b>第十章 第三纪</b>                 | 71 |
| 10.1 青藏高原北缘老第三纪生物古地理           | 72 |
| 10.1.1 古新世—始新世生物古地理            | 72 |
| 10.1.2 渐新世生物古地理                | 75 |
| 10.2 青藏高原北缘新第三纪生物古地理           | 77 |
| 10.2.1 中新世生物古地理                | 77 |
| 10.2.2 上新世生物古地理                | 81 |
| 10.3 小结                        | 81 |
| <b>第十一章 第四纪</b>                | 82 |
| 11.1 中国北方生物区西北生物省              | 83 |
| 11.1.1 早、中更新世生物地理              | 83 |
| 11.1.2 晚更新世和全新世生物地理            | 84 |
| <b>结束语</b>                     | 86 |
| <b>参考文献</b>                    | 88 |
| <b>外文摘要</b>                    | 96 |

# Contents

## Preface

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Chapter 1 Cambrian</b> .....                                                               | 1  |
| 1.1 The Early Cambrian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....          | 1  |
| 1.2 The Middle Cambrian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....         | 3  |
| 1.2.1 North Chinba Province .....                                                             | 3  |
| 1.2.2 Tarim Province .....                                                                    | 4  |
| 1.3 The Late Cambrian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....           | 4  |
| 1.3.1 North China Province .....                                                              | 4  |
| 1.3.2 Tarim Province .....                                                                    | 5  |
| 1.4 Summary .....                                                                             | 5  |
| <b>Chapter 2 Ordovician</b> .....                                                             | 6  |
| 2.1 The Early Ordovician Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....        | 6  |
| 2.1.1 North China Province .....                                                              | 6  |
| 2.1.2 Tarim Province .....                                                                    | 10 |
| 2.2 The Middle, Late Ordovician Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau ..... | 11 |
| 2.2.1 North China Province .....                                                              | 11 |
| 2.2.2 Tarim Province .....                                                                    | 13 |
| 2.3 Summary .....                                                                             | 15 |
| <b>Chapter 3 Silurian</b> .....                                                               | 16 |
| 3.1 The Early Silurian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....          | 16 |
| 3.1.1 East Median Region Qilian Province .....                                                | 16 |
| 3.1.2 Boreal-Median Transitional Region Beishan-Yagan Province .....                          | 18 |
| 3.2 The Middle, Late Silurian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....   | 18 |
| 3.2.1 East Median Region Qilian Province .....                                                | 18 |
| 3.2.2 Boreal-Median Transitional Region Beishan-Yagan Province .....                          | 19 |
| 3.3 Summary .....                                                                             | 20 |
| <b>Chapter 4 Devonian</b> .....                                                               | 21 |
| 4.1 The Devonian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....                | 23 |



|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1 East Median Region South China Province .....                                          | 23 |
| 4.1.2 Boreal-Median Transitional Region Beishan-Yagan Province .....                         | 24 |
| 4.2 Summary .....                                                                            | 28 |
| <b>Chapter 5 Carboniferous</b> .....                                                         | 29 |
| 5.1 The Early Carboniferous Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....    | 29 |
| 5.2 The Late Carboniferous Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....     | 35 |
| 5.3 Summary .....                                                                            | 39 |
| <b>Chapter 6 Permian</b> .....                                                               | 40 |
| 6.1 The Early Permian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....          | 41 |
| 6.1.1 Siberia-Mongolian Region Beishan-Badai Jaran Provincend .....                          | 41 |
| 6.1.2 East Median North China-Qilian Province .....                                          | 44 |
| 6.2 The Late Permian Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau ...             | 46 |
| 6.2.1 Siberia-Mongolian Region Beishan-Badai Jaran Province .....                            | 46 |
| 6.2.2 Siberia-Mongolia-Median Transitional Region Tarim-Qilians Province .....               | 46 |
| 6.2.3 East Median Region Cathaysian Province .....                                           | 47 |
| 6.3 Summary .....                                                                            | 48 |
| <b>Chapter 7 Triassic</b> .....                                                              | 50 |
| 7.1 The Early, Middle Triassic Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau ..... | 50 |
| 7.2 The Late Triassic Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau ...            | 56 |
| 7.3 Summary .....                                                                            | 57 |
| <b>Chapter 8 Jurassic</b> .....                                                              | 58 |
| 8.1 The Early, Middle Jurassic Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau ..... | 58 |
| 8.2 The Late Jurassic Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau ...            | 62 |
| 8.3 Summary .....                                                                            | 64 |
| <b>Chapter 9 Cretaceous</b> .....                                                            | 65 |
| 9.1 The Early Cretaceous Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....       | 65 |
| 9.1.1 Northern China Region North China-Junggar Province .....                               | 65 |
| 9.1.2 Southern China Region Tarim-Qaidam Transitional Province .....                         | 67 |
| 9.2 The Late Cretaceous Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....        | 68 |
| 9.3 Summary .....                                                                            | 70 |
| <b>Chapter 10 Tertiary</b> .....                                                             | 71 |
| 10.1 The Early Tertiary Biogeographical Division of North Qinghai-Tibet Plateau .....        | 72 |

|                   |                                                                               |    |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10.1.1            | Paleocene-Eocene Biogeographical Division of China .....                      | 72 |
| 10.1.2            | Oligocene Biogeographical Division of China .....                             | 75 |
| 10.2              | The Late Tertiary Biogeographical Division of North China-Tibet Plateau ..... | 77 |
| 10.2.1            | Miocene Biogeographical Division of China .....                               | 77 |
| 10.2.2            | Pliocene Biogeographical Division of China .....                              | 81 |
| 10.3              | Summary .....                                                                 | 81 |
| <b>Chapter 11</b> | <b>Quaternary</b> .....                                                       | 82 |
| 11.1              | North China Region Northwestern China .....                                   | 83 |
| 11.1.1            | The Early, Middle Pleistocene Biogeographical Division of China .....         | 83 |
| 11.1.2            | The Late Pleistocene and Holocene Biogeographical Division of China .....     | 84 |
| <b>Conclusion</b> | .....                                                                         | 86 |
| <b>References</b> | .....                                                                         | 88 |
| <b>Abstract</b>   | .....                                                                         | 96 |

# 第一章 寒 武 纪

寒武纪时各大板块、地体群,除少数例外,均位于赤道两侧附近的低纬度范围内。这是多数研究生物古地理学者所取得的共识 [Ziegler, A. M. 等 (1979); Palmer, A. R. (1981); Scotese, Ch. R. 等 (1979); 杨家骥 (1990) 等等]。由于世界各地寒武系古地磁资料少,精度较低,在对于一些板块、地体群相对位置的配置以及板块划分上仍存在着意见分歧。但这并不妨碍对生物古地理大区 (Realm) 一级单元的划分。寒武纪世界性生物古地理分区的主导控制因素是深海、洋盆的阻隔,而纬度所决定的全球性气候带因板块和地体群位置均处于低纬度范围内,因此退居次要地位。根据杨家骥 (1988、1990) 对三叶虫的研究,我们认为寒武纪可划分为三个生物大区:北美-西伯利亚生物大区、中轴生物大区、冈瓦纳生物大区。

我国以额尔齐斯河、科拉美丽、贺根山一线为界,以南属中轴生物大区亚澳生物区,以北是北美-西伯利亚生物大区西伯利亚生物区。本研究区内均属亚澳生物区,大致以阿尔金断裂为界可分为两个生物省和三个亚省,即塔里木生物省北山-雅干生物亚省和华北生物省祁连生物亚省、柴达木生物亚省 (图 1)。

## 1.1 青藏高原北缘早寒武世生物古地理

下寒武统产可靠化石地点较少,零星见于欧龙布鲁克地体<sup>①</sup>和马鬃山地体及内蒙古阿左旗筓布尔苏木好比如。

在欧龙布鲁克地体大柴旦全吉山红铁沟产微古植物化石,计有 10 属 13 种: *Trematosphaeridium holtedahlii*, *Tre. cf. rude*, *Tre. cf. holtedahlii*, *Tre. minutum*, *Oscillatorites* sp., *Symplassosphaeridium* sp., *Taeniatum crassum*, *Orygmatosphaeridium* sp., *Micrhystridium* sp., *Asperatopsophospharea* sp., *Pseudozonosphaera asperella*, *Protosphaeridium* sp., *Leiopsophospharea densa*; 虫牙化石 *Scolecodents* sp. 以及遗迹化石、微体蠕虫化石、棘皮动物碎片、软舌螺和藻类丝体 (王云山等, 1980)。其沉积环境总体上反映出潮间带的环境。其生物分区属华北生物省,柴达木生物亚省。

在马鬃山地体肃北县双鹰山和内蒙古阿左旗筓布尔苏木好比如一带早寒武世黑色硅质岩夹紫灰色薄层状结晶灰岩中,含腹足类、单板类、软舌螺 *Hyolithes* sp., 以及小型无铰纲腕足类化石 *Obolus* sp., *Acrothele* sp., *Lingula* sp., *Westonia* sp.。此外尚含三叶虫 8 属 8 种 *Bonnina* sp., *Calodiscus* sp. *Subeia* sp., *Tannudiscus* sp., *Kootenia* sp., *Erbia* sp., *Pagetia* sp., *Eoredlichia* sp., 其中 *Bonnina*, *Serrodiscus*, *Calodiscus*, *Tannudiscus* 为北美-西伯利亚生物大区的分子,而亚澳生物区的分子如 *Eoredlichia* 属扬子海区滇东型主要成

① 在构造单元划分上采纳了陈炳蔚、姚培毅等 (1996) 对青藏高原北部地体构造与演化的地体单元划分意见。

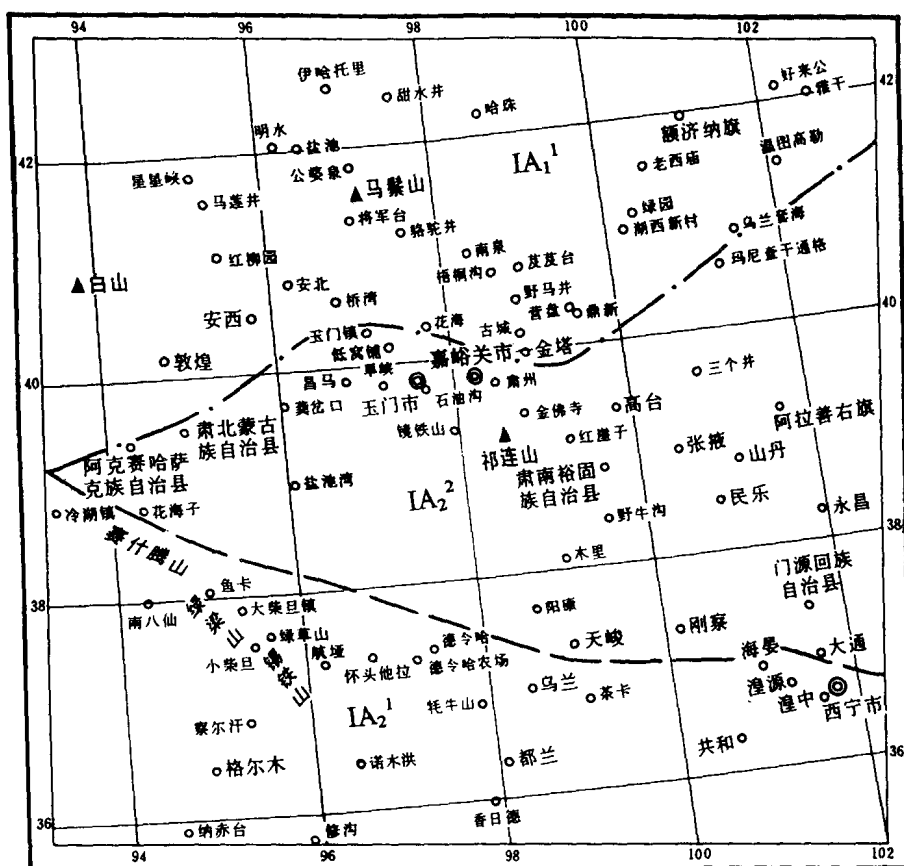


图1 青藏高原北缘及邻区寒武纪—奥陶纪生物古地理分区图

Ⅰ. 中轴生物大区, ⅠA. 亚澳生物区, ⅠA<sub>1</sub>. 塔里木生物省, ⅠA<sub>1</sub><sup>1</sup>. 北山-雅干生物亚省; ⅠA<sub>2</sub>. 华北生物省, ⅠA<sub>2</sub><sup>1</sup>. 柴达木生物亚省, ⅠA<sub>2</sub><sup>2</sup>. 祁连生物亚省; 图例同图 3

Fig. 1 Palaeobiogeographical map of Cambrian-Ordovician of North Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent areas

1 A<sub>2</sub>. North China Province, 1 A<sub>3</sub>. Qaidam Subprovince, 1 A<sub>4</sub>. Qilian Subprovince; legend is same as Fig. 3

员, 则较为少见, 总体面貌属天山型三叶虫动物群。该动物群表现出与西伯利亚图瓦地区动物群有密切的关系(项礼文等, 1981)。其生活环境是大陆斜坡静水环境。在生物分区上, 属塔里木生物省, 北山-雅干生物亚省。

另外,据董必谦(1993)报道,在中祁连山东段南缘湟中门旦峡一带,原蓟县系克塞尔组中发现张腔海绵 *Chancelloria* 以及三叶虫、介形虫、腹足类、海百合茎等化石的可疑碎片。它们大致可与四川峨嵋灯影组麦地坪段、湖北三峡灯影组天柱山段进行对比。因此该作者暂将克塞尔组划入下寒武统。详细情况,有待进一步工作。

## 1.2 青藏高原北缘中寒武世生物古地理

### 1.2.1 华北生物省

#### 柴达木生物亚省

中寒武世三叶虫化石见于本亚省乌兰欧龙布鲁克山一带的薄层灰岩、竹叶状灰岩和鲕状灰岩,底部夹紫红色页岩、粉砂岩。其中含三叶虫化石共计10属13种 *Taitzuia lui*, *T. shihuigouensis*, *Parakotuia truncata*, *Solenoparia*? sp., *Damesella mui*, *Prochangshania shihuigouensis*, *Komaspis* (*Parakomaspis*) *subconicus*, *Eochuangia sinensis*, *Anomocarella*? sp., *Manchuriella* sp.。这些三叶虫均为多节类,系营底栖生活的华北型分子。与华北生物省本部动物群面貌以及沉积类型非常相似,如同出一辙,只是分异度略低于后者(杨家骥,1988)。

#### 祁连生物亚省

本亚省特点是火山活动较为强烈,属沉积环境不稳定的海盆。海盆中间歇性喷发活动的海底平顶山上有碳酸盐沉积。这样的环境也就决定了三叶虫的生态类型为混合型,即有华北型也有江南型,而有别于柴达木生物亚省稳定台型沉积和多节类底栖三叶虫动物群。产化石地点见于中南祁连山地体化隆泥旦沟,湟中东沟沟脑南侧和大通王家沟,互助石湾、南项村及龙王山;北祁连山地体昌马鹰嘴山,肃南镜铁山格尔莫沟,祁连玉石沟、八宝河上游黑沟脑等地。产腕足类 *Homotreta shangtungensis* 及海绵骨针;三叶虫有41属51个种,它们是 *Dorypyge* cf. *perconvexalis*, *D.* cf. *richthofeni damesi*, *D.* (*Jiuquania*) *multiformis*, *Solenoparia trogus*, *Proasaphiscus* sp., *Ptychagnostus* sp., *Eolotagnostus gansuensis*, *Agnostardis jingtieshanensis*, *Anomocarella* sp., *Huzhuia typica*, *H. longa*, *Hypagnostus* cf. *late-limbatus*, *H. brevifrons*, *H. hippalus*, *H. quadratus*, *Damesella* sp., *Dunderbergia* sp., *Liopeishania* sp., *Nepea* sp., *Triplagnostus* sp., *Clavagnostus sulcatus*, *Crepicephalina* sp., *Hualongia* sp., *Peronopsis huzhuensis*, *P. fallax xiaoshiwanensis*, *Anomocarella* sp., *Trachoparia* sp., *Kootenia* sp., *Kochaspis* sp., *Aagnostus* sp., *Lisania* sp., *Amphoton* sp., *Corynexochus* sp., *Fuchouia* sp., *Goniagnostus datongensis*, *G.* aff. *nathorsti*, *Diplagnostus planicauda* var. *bilobatus*, *Lejopyge*? sp., *Phalacroma* sp., *Bailiella* sp., *Prohedinia attenuata*, *Proasaphiscus* sp., *Linguagnostus* sp., *Ptychagnostus* sp., *Pseudophalacroma* aff. *dubium*, *Datongites* cf. *laogeshanensis*, *D. elongata*, *Amphoton* (*Pseudamphoton*) *latilimbata*, *Olenoides* sp., *Crepicephalina* sp.。上述三叶虫中,底栖多节类三叶虫代表性属有 *Huzhuia*, *Datongites*, *Liopeishania*, *Crepicephalina*, *Kochaspis* 等,前两个属均是地方性的属。*Liopeishania* 分布于辽宁、山东等地中寒武统张夏组以及南极洲中寒武统中。*Crepicephalina* 和 *Kochaspis* 为华北生物省本部徐庄—张夏阶的典型分子。其中还有不少营漂游生活的球接子类,代表性属有 *Ptychagnostus*, *Agnostardis*, *Hypagnostus*, *Triplagnostus* 等。*Triplagnostus* 和 *Ptychagnostus* 是江南型动物群的重要分子, *Hypagnostus* 具全国性分布。因此很显然,这个三叶虫动物群是一个以底栖类型为主,漂游为辅的混生类型。目前就沉积类型(有大量火山岩)和三叶虫动物群类型(混合型)而言,与澳大利亚昆士兰西部地区关系较密切(项礼文等,1981)。

### 1.2.2 塔里木生物省

#### 北山-雅干生物亚省

中寒武统见于马鬃山地体安西方山口,肃北双鹰山,大豁落井一带以及内蒙古阿拉善盟珠斯楞海罕,其中以珠斯楞海罕研究较详。其岩性主要为一套黑色硅质岩夹灰白色中层状或透镜状结晶灰岩和生物灰岩含小型无铰纲腕足类、海绵骨针及三叶虫化石,代表着海底大陆斜坡静水环境。腕足类有 *Lingulella* sp., *Homotreta* (“*Acrotreta*”) cf. *sagittalis*, *Acrothete* sp.; 三叶虫计有 1 个科 16 个属种,即 *Amphoton* sp., *Crepicephalina* sp., *Kootenia* sp., *Anomocaridae*, *Xystridura* sp., *Galahetes opimus*, *Erbia spinellosa*, *Pagetia* sp., *Centropleura loveni*, *Solenoparia* sp., *Ptychagnostus* sp., *Diplagnostus* sp., *Lejopyge* sp., *Phalacroma* sp., *Hypagnostus* sp., *Hastagnostus* sp., *Corynexochus pulcher*。在这个三叶虫动物群里,含许多江南型动物群的重要分子,如多节类的 *Xystridura*, *Centropleura* 和 *Galahetes*; 球节子和盘虫类的 *Lejopyge*, *Ptychagnostus* 等。*Amphoton* 见于华北、华南,它们完全可与天山霍城果子沟和库鲁克塔格一带中寒武世三叶虫动物群进行对比,但分异度略低于上述两地区(霍城有 28 属 37 种,库鲁克塔格有 30 属 35 种)(成守德,1990)。

## 1.3 青藏高原北缘晚寒武世生物古地理

### 1.3.1 华北生物省

#### 柴达木生物亚省

在乌兰欧龙布鲁克的石灰沟一带分布有一套岩性为灰白色竹叶状、鲕状灰岩和白云岩的地层,产腕足类 *Billingsella* sp., *Obolus matinalis*, *Westonia* aff. *stoneanus*; 三叶虫 9 个属种,即 *Kaolishania* sp., *Chuangia olongbulukensis*, *Changshania* sp., *Eochuangia* sp., *Shihuigouia strata*, *Liostracina krausei*, *Lioparia* sp., *Qilianshanian convexa*, *Blackwelderia* sp.。其中除 *Shihuigouia* 和 *Qilianshanian* 是地方性属外,其他皆为华北生物省晚寒武世长山阶中的带化石或重要分子。

#### 祁连生物亚省

在中南祁连山地体和北祁连山地体上的玉门昌马、祁连川刺沟、民乐酥油沟、湟中东沟脑、化隆泥旦沟等地分布着一套以长石砂岩、千枚状泥质板岩为主,夹灰岩透镜体或薄层灰岩,局部见有中酸性火山岩及少许细碧岩的晚寒武世地层。灰岩中含腕足类和以底栖类型为主,漂游类型次之的混合型三叶虫动物群。反映此时期火山活动逐渐减弱,沉积环境为趋于稳定的深陆棚海环境。腕足类有 *Lingulella* sp., *Acrothele orbicularis*, *Eoorthis* cf. *shakoutunensis* 等; 三叶虫有 19 个属 22 个种,即 *Olenus* sp., *Parabolina* sp., *Parabolinites* sp., *Procratopyge* sp., *Pseudagnostus communis*, *Corynexochus chinensis*, *Aphelaspis transversa*, *Dunderbergia qinghaiensis*, *D. elongata*, *Procratopyge chuancigouensis*, *D. elongata*, *Olenaspella transversa*, *Shengia intermedia*, *Agnostus* sp., *Pagodia* sp., *Richardsonella* sp., *Geragnostus* sp., *Lajishania* sp., *Sanduspis* sp., *Elkia dolichorachis*, *Pareuloma* sp., cf. *Apachia* (*Apachilites*) sp., *Shihuigouia* sp.。这些三叶虫中,漂游类型 *Agnostida* 目中只有 4 个属,非球接子类中只有少量具游泳能力,大多数为底栖类型而且地方性色彩较为浓厚,如 *Lajishania*, *Shihuigouia*, 等等。另外需指出的是在祁连川刺沟有典型的北美

型三叶虫属 *Dunderbergia*, *Aphelaspis* 混入, 这种现象是与洋流有关? 还是与板块间距离相互接近有关? 有待于进一步研究。

### 1.3.2 塔里木生物省

#### 北山-雅干生物亚省

晚寒武世沉积物常为硅质岩与中—薄层状结晶灰岩互层, 含丰富的三叶虫化石, 这套地层呈近东西向分布于马鬃山地体上砂井、锡林柯博和大豁落山以及内蒙古阿左旗乌力吉苏木杭乌拉等地。三叶虫约有 28 个属和亚属, 37 个种, 它们是 *Proceratopyge rectispinatus*, *Pseudagnostus communis*, *Homagnostus taizehoensis*, *H. aff. holoformis*, *Phalacroma* sp., *C. reticulatus*, *Lotagnostus* cf. *asiaticus*, *Proceratopyge conifrons*, *P. fenghuangensis*, *P. fragilis*, *Changshania* cf. *bromus*, *Acrocephalina* sp., *Gansucephalina scalaris*, sp., *Irvingella* sp., *Geragnostus* sp., *Angelina* sp., *Peichiashania* sp., *Maladioidella* sp., *Mansuyia* sp., *Onchonotina* sp., *Crucicephalus* sp., *Golasaphus* sp., *Koldinioidia* sp., *Neoagnostus* sp., *Onychopyge* sp., *Sigmakainella* sp., *Pseudokainella* sp., *Hedinaspis brevicornis*, *H. regalis*, *H. cf. kueichouensis*, *Diceratopyge distincta* D. *valida*, *Charchaia rustica*, *C. norini*, *C. cf. curvata*, *Pareuloma*? sp., *Euloma* (*Proteuloma*) *badainjilinensis*。这些三叶虫中, 底栖型与漂游型几乎各占一半, 但绝大多数为江南型动物群分子, 极少数为华北型动物群分子。它们与新疆库鲁克塔格和天山霍城地区上寒武统三叶虫动物群近乎一致。此外尚有头足类 *Sinoeremoceras* sp.。

## 1.4 小 结

通过对本研究区的讨论, 我们可以归纳以下几个特点

1. 早寒武世塔里木板块的东北缘马鬃山地体以及雅干地区为一套深水陆坡沉积物及相应的三叶虫动物群, 三叶虫动物群面貌具西伯利亚生物区与亚-澳生物区两者混生的特点, 这表明早寒武世塔里木板块东北缘与西伯利亚生物区一度有过联系, 中、晚寒武世环境未发生大的改变, 仍为深水陆坡环境。而生物均是亚-澳生物区的三叶虫分子, 整个寒武纪沉积环境稳定, 没有火山活动以及三叶虫面貌相近于华南生物省而不同于华北生物省。需要说明的是在中、晚寒武世时, 有少数华北生物省三叶虫分子混入塔里木生物省北山-雅干生物亚省中, 很可能当时塔里木板块东北缘与华北板块西北缘位置上一度比较接近。

2. 在本研究区内的华北板块西北缘, 从沉积特点上可分为稳定性环境台地和非稳定性环境 (大陆边缘裂陷槽), 与此相应, 华北生物省又可分为柴达木生物亚省 (稳定性环境) 和祁连生物亚省 (非稳定性环境)。柴达木生物亚省早寒武世为潮间带, 至中、晚寒武世转变为碳酸盐台地相环境, 三叶虫均为底栖类型与华北生物省本部近乎一致。祁连生物亚省缺乏可靠的早寒武世沉积, 中、晚寒武世三叶虫动物群中总体上以华北型为主, 江南型次之, 但在东西向分布上有差异, 如东段香山地区以华北型为主, 江南型为辅, 中段天祝黑茨沟、肃南西南部是华北型与江南型分子在种属数量上差不多, 西段格尔莫沟是以江南型分子为多, 从总体特点上看, 祁连生物亚省的三叶虫动物群属过渡类型。

## 第二章 奥陶纪

寒武纪以后, 各大板块和地体群位置均位于低纬度范围内的局面已发生较大改变。代之以多数位于低纬度区, 而中、高纬度区也有分布的格局 (图 2)。这种分布格局使得大洋阻隔控制生物大区划分的主导因素退居次要地位, 而纬度在控制全球性气候分带方面开始起主导作用 (李志明, 1988; 姚培毅、王乃文, 1992)。

关于奥陶纪生物古地理分区, 我们在李志明 (1988) 划分方案的基础上做了一些修改, 即将世界划分为北美-西伯利亚生物大区、中轴生物大区和冈瓦纳生物大区。我国大致以科拉美丽—贺根山一线为界, 以北属北美-西伯利亚生物大区西伯利亚生物区, 以南是中轴生物大区亚澳生物区 (图 3)。

在本研究区内, 可进一步划分为华北生物省, 柴达木生物亚省和祁连生物亚省; 塔里木生物省, 北山-雅干生物亚省 (图 1)。

### 2.1 青藏高原北缘早奥陶世生物古地理

#### 2.1.1 华北生物省

##### 柴达木生物亚省

在本亚省, 下奥陶统是一套台型沉积, 仅见于欧龙布鲁克地体上, 大致沿着大柴旦、石灰沟和欧龙布鲁克一线断断续续地分布。早奥陶世早期为灰白色、灰色燧石条带灰岩和豹皮灰岩, 近上部有少量灰黑色板岩, 含丰富的化石, 如海绵类 *Archaeoscyphia* sp.; 腹足类 *Euomphalus involuta*, *Raphistomina* sp., *Ophiletina* sp., *Ecculiomphalus* sp.; 腕足类 *Nanorthis* sp., *Finkelburgia* sp., *Strophomena* sp., *Orthis* sp., 其中 *Nanorthis* 和 *Finkelburgia* 是北半球下奥陶统常见的属, 在我国常见于下扬子区南津关组; 三叶虫 11 个属种, 即 *Megalaspidea* (*Tsaidamaspis*) *diarmatus*, *Cybele shihuigouensis*, *Isotelus tsinghaiensis*, *Bathyriscops kantsingensis*, *Geragnostus* sp., *Lonchodomas* sp., *Iliaenus* sp., *Nileus* sp., *Endymionia semielliptica*, *Symphysurus tatsaidanensis*, *Solenoharpes tatouyangensis*。 *Endymionia* 是北美早、中奥陶世常见分子, 在我国产于内蒙古桌子山地区下奥陶统克里摩里组中, *Bathyriscops* 一属仅产于哈萨克斯坦, *Geragnostus*, *Lonchodomas*, *Nileus* 等漂流型分子是扬子区两河口期—大湾期中常见分子。从三叶虫动物群组成的成分来看, 已不是一个单纯的华北型动物群, 而是成分较为复杂的三叶虫动物群。头足类计有 17 个属 22 个种, 据赖才根等 (1984) 和张日东 (1965) 研究, 自上而下可划分为: ① *Dakeoceras*-*Walcottoceras* 组合; ② *Hopeioceras*-*Manchuroceras* 组合; ③ *Armeroceras* 组合。组合 1 中有 *Dakeoceras obliquatum*, *D. minutum*, *Burenoceras shihuigouense*, *Cyrolevisoceras chinense*, *Walcottoceras* cf. *monsense*, *W. stenosphonatum*, *Muriceras* sp., *Eremoceras?* sp., 该组合为北美型头足类种群, 其中 *Dakeoceras*, *Burenoceras* 和 *Walcottoceras* 仅出现于北美加拿大统加斯



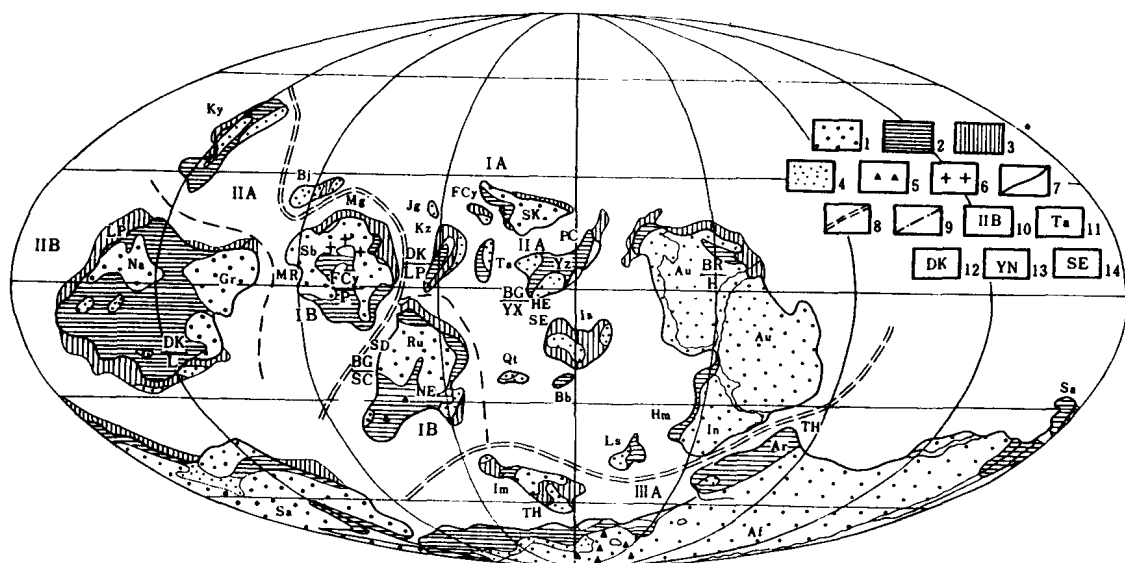


图 2 世界中、晚奥陶世古大陆再造及生物古地理分区图

(据王鸿祯等, 1990, 略修改)

1. 陆地; 2. 浅海沉积区; 3. 较深海沉积区; 4. 滨海及陆相沉积区; 5. 冰成沉积; 6. 蒸发沉积; 7. 陆地边界; 8. 生物古地理大区界线; 9. 生物古地理区界线; 10. 生物古地理分区编号 (I. 中轴生物大区, IA. 亚-漠生物区, 哈萨克生物省、塔里木生物省、华北生物省、扬子生物省、布列亚-佳木斯生物省、东漠生物省, IB. 西北-东欧生物区, IC. 北美-西伯利亚生物大区, ID. 西伯利亚生物区, IE. 北美生物区, IF. 冈瓦纳生物大区, IG. A. 非北非; 11. 地块代号 (Af. 非洲, At. 南极洲, Au. 澳大利亚, Al. 阿拉斯加, Ar. 阿拉伯, Bb. 缅甸, Bj. 布列亚-佳木斯, Gr. 格陵兰, Hm. 喜马拉雅, Im. 南欧, In. 印度, Is. 印支-南海, Jg. 准噶尔, Jp. 日本, Kk. 卡拉库姆, Ky. 科里玛, Kz. 哈萨克斯坦, Ls. 鲁特-锡斯坦, Mg. 蒙古, Na. 北美, Qt. 羌塘, Ru. 东欧, Sa. 南美, Sb. 西伯利亚, Sk. 中朝, Ta. 塔里木, Yz. 扬子); 12. 晚奥陶世四射珊瑚组合 (DK. *Dalmanophyllum-Kenophyllum* 组合, FCy. *Favistina-Cyathophylloides* 组合, BG. *Borelasma-Grewingkia* 组合); 13. 中奥陶世四射珊瑚组合 (YN. *Yohophyllum-Ningnanophyllum* 组合, LP. *Lambelasma-Primitophyllum* 组合, H. *Hillophyllum* 组合, P. *Primitophyllum* 组合, L. *Lambelasma* 组合, SC. *Streptelasma-Calostylis* 组合); 14. 三叶虫、头足类和腕足类动物群 (TH. *Trinuclid-Homalonotid* 动物群, PC. *Pliomerina-Calymenid* 动物群, MR. *Mononarakid-Ramuleuridid* 动物群, SD. *Spirigerina-Dicelosiidae* 动物群, Z. *Zygospira* 动物群, SE. *Sinoceras-Eomichelinos* 动物群, HE. *Hirnantia-Eastropeodonta* 动物群)

Fig. 2 Map of the World reconstruction and the Middle-Late Ordovician Palaeobiogeographical

**Fig. 2** Map of the World reconstruction and the Middle-Late Ordovician Palaeobiogeographical division

(modified after Wang Hongzhen et al. , 1991)

1. land; 2. shallow sea; 3. deeper sea; 4. littoral and land facies; 5. fluvio-glacial deposit; 6. evaporite; 7. land boundary; 8. Realm boundary; 9. Province boundary; 10. biogeographical division (I. Median Realm, I A. Asia-Australian Region, Kazakhstan Province, Tarim Province, North China Province, Yangtzean Province, Bureya-Jiamusian Province, East Australian Province, I. North America-Siberian Realm, I A. Siberian Region, I B. North American Region, II. Gondwanan Realm, II A. North African Region); 11. Abbreviations of block (Af. Africa, Al. Alaska, At. Antarctica, Ar. Arabia, Au. Australia, Bb. Burma, Bj. Bureya-Jiamusian, Gr. Greenland, Hm. Himalaya, Im. S. Europe, Is. Indochina-Southern Sea, Jg. Junggar, Jp. Japan, Kk. Korymbos, Kz. Kazakhstan, Ls. Lut-Seistan, Mg. Mongolia, Na. N. American, Qt. Qiangtang, Sa. S. America, Sb. Siberia, Sk. Sino-Korea, Ta. Tarim, Yz. Yangtze); 12. Rugosa assemblages of Late Ordovician (DK. *Dalmanophyllum-Kenophyllum* assemblage, FCy. *Favistina-Cyathophylloides* assemblage, BG. *Borelasma-Grewinkia* assemblage); 13. Rugosa assemblages of middle Ordovician (YN. *Yohophyllum-Ningnanophyllum* assemblage, LP. *Lambelasma-Primitophyllum* assemblage, H. *Hilophyllum* assemblage, P. *Primitophyllum* assemblage, L. *Lambelasma* assemblage, SC. *Streptelasma-Clostylis* assemblage); 14. trilobitic, cephalopodous and brachiopodous faunas (TH. Trinucleid-Homalonotid fauna, PC. *Pliomerina-Calymenid* fauna, MR. Mononarakid-Ramulleurid fauna, SD. *Spirigerina-Dicoelosiidae* fauna, Z. *Zygospira* fauna, SE. *Sinoceras-Eomichelinos* fauna, HE. *Hirnantia-Eastrophedonta* fauna).