

高等院校博士学科点资助项目

华北板块东部奥陶纪地层 与古地理的多重分析

段吉业 夏德馨 安素兰 刘鹏举 彭向东 著

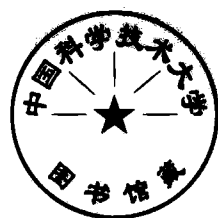
吉林科学技术出版社

高等院校博士学科点资助项目

华北板块东部奥陶纪地层 与古地理的多重分析

段吉业 夏德馨 安素兰 刘鹏举 彭向东 著

赠
中国地质大学图书馆
作者



吉林科学技术出版社

内容简介

本书是作者多年对华北板块东部的奥陶系综合研究成果。系统记述了三叶虫 8 科 28 属 53 种, 其中新种 14 种; 划分出 14 个三叶虫带或组合、15 个生物群落。系统研究了风暴、地震事件沉积, 深化了沉积相及其时空分析。对区内奥陶纪地层做了岩石地层、生物地层、生态地层及层序地层的多重划分, 建立了全域基本地层格架。对沉积—生物—构造古地理特征做了分析, 提出华北板块在奥陶纪是与扬子—塔里木、西伯利亚板块并立的一个独立的古地理区。书中附图版 34 幅, 插图 20 帧。

本书可供区域地质、地层古生物研究及教学参考。

华北板块东部奥陶纪地层与古地理的多重分析

段吉业 夏德馨 安素兰 刘鹏举 彭向东 著

责任编辑: 王维义		封面设计: 杜志国	
出版	吉林科学技术出版社	787×1092 毫米 16 开本 210 千字 8 印张 34 插页	
发行		2002 年 3 月第 1 版	2002 年 3 月第 1 次印刷
印刷	吉林省劳动彩印厂	ISBN 7-5384-2353-21 P·13	定价: 25.00 元
地址	长春市人民大街 124 号 邮编 130021 电话 5635177 传真 5635185		
电子信箱	JLWKJCBS@public.cc.jl.cn		

前 言

自 20 世纪 80 年代以来,华北奥陶系的综合研究取得了较大进展,古动物群如三叶虫、头足类、牙形石及笔石等研究,主要有周志毅等 (1984); Zhou 与 Fortey (1986); 郭鸿俊等 (1982); 段吉业等 (1986); 陈均远等 (1980, 1983, 1985); 安太庠等 (1983); 安太庠 (1986); 汪啸风与 Erdtman (1986); 及赵祥麟等 (1988)。地层方面,主要有赖才根等 (1982); 孟祥化、葛铭等 (1992, 1993); 王成述等 (1996); 田树刚、章雨旭 (1992) 等。沉积相方面,主要有冯增昭等 (1986, 1990, 1993); 陈荣坤、孟祥化 (1993) 等。在“全国地层多重划分对比研究”项目中,各有关省市对其境内奥陶系作了清理,在岩石地层划分及其时空展布提出了一些新方案。近年来,对层序地层学的研究也取得可喜进展。但综观区内奥陶系的研究,有以下几方面的重要或薄弱方面亟待探究。

1. 奥陶纪底栖动物群以三叶虫为主体。除冶里期三叶虫研究较好外,其它各期属、种及分布资料贫乏而零散。如在地层剖面上,属种确切产出层位多无标注,导致生物序列、群落、生物古地理的分析难以深化。

2. 对区内大套碳酸盐岩建造的沉积环境、水动力条件及较深水沉积缺乏有效的鉴别依据,对事件沉积尚未深入分析,导致歧见较多。近年来,区内层序地层学的研究,众说纷纭、无所是从,就是一个例证。

3. 缺乏全区层序的整体研究。如燕山地层分区由冀、京、津及辽四省市进行,使其研究难以统一与深化。在奥陶系南北向各岩石地层单位延伸、消长及取代关系,至今不明朗。只有着眼全区、找出共性、理出规律,以层序地层学研究为主线,才能解决地层多重划分与地层清理中的难点。

4. 至今全区地层格架尚未建立,沉积—生物—构造古地理格局认识较粗浅。

本次研究范围是华北板块东部,指太行山以东地区,包括吉林南部、辽宁、河北、山东及江苏北部。共系统观测了三十余条剖面,采集了大量化石,加强了生态地层学、事件地层学及层序地层学分析,取得了如下进展。

1. 系统描述了三叶虫 8 科 28 属 53 种,其中新种 14 个。对采得的腕足类、喙壳类及羽片类等化石,择其重要者作了简要报导。首次证实奥陶纪有真正古杯类。对化石埋葬类型、生物群落及生物带作了进一步划分。分析了生物古地理特征,论证了华北板块与扬子、塔里木等板块,同属特提斯生物区系,却是一个独立的生物地理区。

2. 对稳定型碳酸盐岩地层中的事件沉积作了深入分析。通过对风暴沉积与地震—海啸沉积的研究,纠正了一些过去的误判,深化了沉积环境、水动力条件及水深的分析,从而为全区的层序地层及沉积体系域的划分,提供了新依据。

3. 沉积、生物及构造古地理的分析,揭示了华北板块奥陶纪始终在飓风活跃的中—低纬度区徘徊。古地理的总趋势是东深西浅;南北差异性升降有三次转换。冶里—亮甲山期沉降北部大南部小,海水北深南浅;怀远运动曾使板块西缘、南缘隆升出海面,遭受暂短侵蚀;马家沟期南北差异升降大减,全域沉降出现最大同步期。全区曾广泛有峰峰期原始

沉积，北部因隆升大于南部，剥蚀多残留很少。

据沉积—生物—构造古地理特征分析，华北板块为一个独特古地理区，其原始规模远大于现今规模。

本项研究资料，主要搜集于1982~1987年间。历届本科毕业实习同学如赵建群、杨乃峰、葛玉辉、高峰、管爱莲、吴富宝、常荣生及袁海军等十几名同学参加了野外与室内工作；李明瑛硕士研究了磁县—曲阳的奥陶系。由于得到高等学校博士点专项科研基金资助1993~1995年对全区主干剖面做了再观察与研究。

本书是作者通力合作、分工执笔完成的。执笔分工：段吉业、夏德馨、刘鹏举、彭向东二、三、九章；夏德馨、段吉业、刘鹏举、彭向东一、六、七、八章；段吉业、安素兰四、五、十章。插图20幅，由任收麦清绘。

本书在完成过程中曾得到张文堂、周志毅及李学森先生的热情帮助，在此致谢。

目 录

第一章 地层剖面及地层划分	1
一、主干剖面介绍	1
二、地层划分	23
第二章 风暴与地震事件沉积	25
一、背景沉积与事件沉积	25
二、风暴事件沉积	25
三、地震事件沉积	26
第三章 沉积相及其划分	30
一、沉积相划分	30
二、沉积相分析	31
第四章 生物地层划分	39
一、动物群序列分析	39
二、三叶虫生物带或组合的序列	39
三、生物序列的演替	43
第五章 生态地层划分	45
一、群落分析	45
二、化石埋藏类型	45
三、群落划分	46
四、群落演替	50
第六章 岩石地层划分	52
一、关于群、组划分的建议	52
二、各组的岩石组合特征及其变化趋势	52
第七章 露头层序地层划分	56
一、层序地层分析的几点思考	56
二、区内露头层序地层的划分与对比	59
第八章 多重地层划分与地层格架	66
第九章 沉积—生物—构造古地理分析	70
一、沉积古地理分析	70
二、生物古地理分析	71
三、构造古地理分析	73
第十章 化石系统描述	75
参考文献	99
属种索引	104
英文摘要	106
图版及图版说明	107

第一章 地层剖面及地层划分

一、主干剖面介绍

本次研究在研究区五省地区先后共观测了 32 条奥陶系剖面,基本上涵盖了区内各类不同的地层发育特征,尤其是反映出南部、北部两类地层类型及彼此间取代关系。限于篇幅,仅记述有代表性和控制不同地区地层层序的主干剖面,剖面分层做了归纳。其余剖面多为理清主干剖面层序及生物化石的局限而测制的,弥补了主干剖面层序、岩性、生物化石的不足或出露不佳。

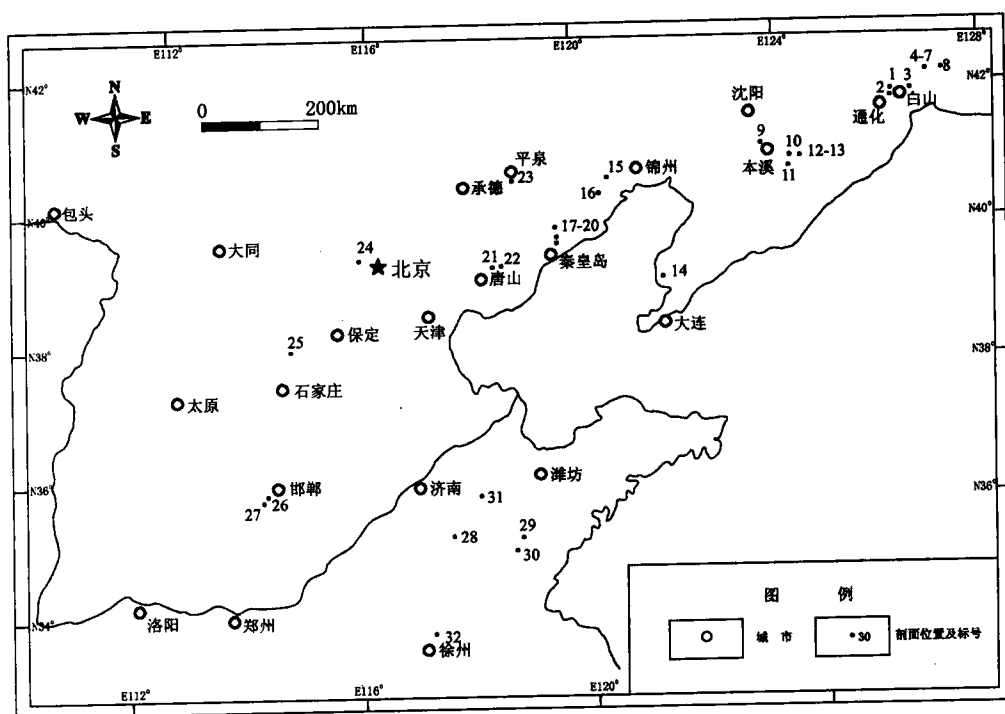


图 1—1 研究区奥陶系剖面位置分布图

Fig. 1—1 Distribution of Ordovician section

吉林省—白山(浑江)市: 1. 青沟子; 2. 木锹头沟; 3. 咋子; 4. 大阳岔小阳桥; 5. 大阳岔二道堡子; 6. 大阳岔小东沟; 7. 大阳岔小摆荒地; 8. 湾沟。辽宁省: 9. 本溪市营子; 10. 本溪县小市; 11. 本溪县山城子; 12. 本溪县田师傅腰堡; 13. 本溪县田师傅孔家堡子; 14. 瓦房店市复州湾三棱山; 15. 锦州市南票富隆山; 16. 锦西县杨家杖子元石山。河北省: 秦皇岛市抚宁县: 17. 揣庄; 18. 小刘庄; 19. 查庄; 20. 石门寨亮甲山。唐山市赵各庄: 21. 长山; 22. 东城山; 23. 平泉县常杖子; 24. 北京市西山; 25. 曲阳县西口南; 26. 邯郸市峰峰; 27. 磁县虎皮脑。山东省: 28. 新泰市汶南纸坊庄; 29. 莒县洛河崖鸡山; 30. 莒县兰家官庄; 31. 淄博市博山魏家峪。江苏省: 32. 徐州市贾汪寨山。

为了有利于多重地层划分与古地理分析，将研究区大致划分为南北向由东而西的三个地层分区。东区从吉林南部至辽宁南部；中区从辽西、冀东至山东西部、江苏北部；西区沿太行山东麓的河北西部。三个分区的北部反映了其地层总体特征及东西变化，南部亦如此。河北曲阳的剖面对于揭示南部与北部地层类型之间相互消长、彼此取代的关系具有重要意义。各分区地层剖面的划分与岩石组合特征如下。

东区由南而北剖面如下：

1. 辽宁省大连复州湾三棱山剖面

上覆地层 上石炭统 本溪组

中奥陶统 峰峰组

- | | |
|--------------------------------------|-------|
| 35. 褐灰色中厚层白云质灰岩 | 10.0m |
| 34. 灰白色、深灰色中厚层白云质灰岩夹灰岩透镜体，灰岩中含海百合茎化石 | 86.0m |

下奥陶统 上马家沟组

- | | |
|--|-------|
| 33. 深灰色中薄层虫迹灰岩 | 4.6m |
| 32. 灰色中薄层白云质灰岩 | 3.7m |
| 31. 上部为灰色泥质条带薄层灰岩、白云质灰岩夹生物碎屑灰岩、碎屑灰岩；下部为灰白色白云质灰岩及瘤状灰岩夹生物碎屑灰岩。产头足类 <i>Cyrtonybyoceras</i> sp., <i>Ormoceras</i> sp., 三叶虫 <i>Basilius</i> (<i>Basiliella</i>) <i>wennanensis</i> (sp. nov), <i>Lonchobasilicus caudatus</i> Qu, 及腕足类、腹足类、层孔虫等化石 | 96.0m |
| 30. 浅灰色薄层白云质灰岩夹生物碎屑灰岩 | 36.0m |
| 29. 灰色厚层豹皮状灰岩夹角砾灰岩。产 <i>Basilicas</i> (<i>Basiliella</i>) <i>wennanensis</i> (sp. nov), <i>Ormoceras</i> sp., <i>Armenoceras</i> sp. 及腹足类、层孔虫化石 | 14.0m |
| 28. 灰白色白云质灰岩夹中厚层灰岩、生物碎屑灰岩。产 <i>Basilius</i> (<i>Basiliella</i>) <i>wennanensis</i> (sp. nov), <i>Armenoceras</i> sp. | 38.0m |
| 27. 灰白色中薄层灰岩、碎屑灰岩 | 34.0m |
| 26. 土黄色厚层泥质白云质灰岩 | 1.5m |
| 25. 黄白色厚层泥质白云岩 | 0.5m |
| 24. 土黄色角砾状灰岩 | 0.7m |

下马家沟组

- | | |
|---|-------|
| 23. 灰色中薄层灰岩，顶部为灰白色白云质灰岩 | 29.0m |
| 22. 黄白色中厚层白云质灰岩，夹角砾状灰岩和厚层灰岩 | 29.0m |
| 21. 灰色中厚层灰岩和生物碎屑灰岩 | 17.0m |
| 20. 灰色中厚层浊积灰岩、质纯灰岩和厚层豹皮状灰岩、生物碎屑灰岩互层。产 <i>Eoisotelus parabinodosus</i> Zhou 及头足类化石 | 48.0m |
| 19. 灰白色中薄层灰岩和碎屑灰岩 | 13.0m |
| 18. 深灰色灰岩和角砾状灰岩 | 5.0m |
| 17. 土黄色薄板状泥质灰岩 | 6.0m |

三山子组

16. 灰白色中厚层含燧石条带白云带	29.0m
15. 深灰色中厚层含燧石条带与结核的白云质灰岩, 底部产叠层石	59.0m
14. 灰白色薄层白云质灰岩	5.0m
13. 灰色、灰白色薄层白云质灰岩, 夹 4—5 层薄层灰岩, 顶部为钙质页岩	7.0m
12. 灰白色白云质灰岩	18.0m
11. 深灰色虫迹灰岩	2.2m
10. 灰色质纯灰岩	1.2m
9. 灰色中薄层灰岩夹中厚层砾屑灰岩	19.0m
8. 灰色、灰白色中厚层白云岩和白云质灰岩	50.0m
7. 灰色中厚层白云质灰岩与白云岩互层	31.0m

下伏地层 凤山组

6. 灰白色厚层白云质灰岩夹叠层石灰岩	18.0m
5. 灰色中厚层叠层石灰岩	7.5m
4. 上部浅灰色中薄层白云质灰岩, 下部浅灰色中厚层叠层石灰岩, 产 <i>Ellesmereoceras</i> sp.	11.0m
3. 灰白色中厚层白云质灰岩	8.0m
2. 黄白色厚层白云质灰岩	2.0m
1. 灰色中厚层瘤状灰岩	4.0m

2. 辽宁省本溪市田师傅孔家堡子北山—关门山奥陶系剖面

上覆地层 上石炭统 本溪组

中奥陶统 峰峰组

35. 土黄色中薄层含泥质灰质白云岩	6.8m
34. 灰色厚层豹皮状白云质灰岩	15.5m

下奥陶统

上马家沟组

33. 灰色中厚层致密白云质泥质灰岩	2.9m
32. 灰色厚层豹皮状灰岩。产 <i>Besilieus (Basilicus) angustimarginalis</i> Zhou, <i>Lonchobasilicus caudatus</i> Zhou, <i>Pseudasaphus</i> sp. <i>Lonchobasilicus</i> sp.	8.9m
31. 灰色中薄层灰岩, 具水平层理, 夹碎屑灰岩、浊积灰岩。产 <i>Lonchobasilicus caudatus</i> Zhou, <i>Basilicus (Basilicus) angustimarginalis</i> Zhou, <i>Pseudasaphus</i> sp.	49.0m
30. 黄色薄层白云质泥质灰岩	2.0m
29. 灰黑色厚层白云质泥质灰岩	3.4m
28. 黄色中层白云质灰岩	6.7m
27. 灰色厚层豹皮状灰岩	4.6m

26. 灰色厚层泥灰岩与薄层灰岩	17. 4m
25. 灰色中厚层豹皮状白云质灰岩与豹皮状灰岩。产 <i>Maclurites</i> sp. , <i>Lophospira</i> sp.	22. 8m
24. 灰色厚层白云质灰岩	4. 4m
23. 灰色中薄层豹皮状灰岩、豹皮状白云质灰岩与灰色生物碎屑灰岩。产 <i>Orthis</i> sp. , <i>Fistulipora</i> sp. , <i>Diarulites</i> sp. 及三叶虫化石	70. 8m
22. 灰色厚层泥质灰岩, 含燧石结核, 产 <i>Armenoceras</i> sp. , <i>Ophileta</i> sp. 等	7. 8m
21. 灰色厚层豹皮状白云质灰岩。产 <i>Armenoceras</i> sp. , <i>Maclurites</i> sp.	15. 8m
20. 上部为灰色中薄层纹层状浊积灰岩、碎屑流灰岩;下部为灰色厚层含燧石结核灰岩。产 <i>Armenoceras taleiwai</i> Kobayashi	23. 7m
19. 灰色厚层白云质生物碎屑灰岩	4. 5m
18. 灰色厚层豹皮状白云质灰岩, 夹生物碎屑灰岩, 产 <i>Armenoceras</i> sp. 及腕足类化石	2. 7m
17. 灰色厚层豹皮状白云质灰岩, 局部含燧石结核	3. 4m
16. 灰色厚层豹皮状白云质灰岩, 产 <i>Maclurites</i> sp.	12. 3m
15. 灰色厚层白云质灰岩。产 <i>Maclurites</i> sp. , <i>Lophospira</i> sp. 及头足类化石	3. 2m

下马家沟组

14. 灰色厚层生物碎屑灰岩及豹皮状灰岩, 产 <i>Maclurites</i> sp. 及腕足类化石	7. 0m
13. 灰色厚层致密灰岩	2. 1m
12. 灰色厚层具虫迹生物碎屑灰岩, 产 <i>Actinoceras</i> sp.	2. 1m
11. 灰色厚层灰岩, 局部具虫迹	9. 5m
10. 灰色白云质灰岩夹生物碎屑灰岩, 产 <i>Ormoceras</i> sp. , <i>Armenoceras</i> sp. , <i>Rafinesquina imbrex</i> (Fard), <i>R.</i> sp. , <i>Orthis</i> sp.	42. 0m
9. 灰色块状石灰岩, 局部具虫迹, 产头足类化石	4. 8m
8. 灰色厚层灰岩, 具沿层分布的虫迹。产 <i>Pseudasaphus brevifrons</i> (sp. nov), <i>Pseudomegalaspis</i> sp. , <i>Basiliella</i> sp. , <i>Eoisotelus</i> sp. 及腕足类、头足类化石	13. 9m
7. 灰色中厚层含燧石结核灰岩, 产 <i>Maclurites</i> sp.	2. 2m
6. 黄灰色厚层豹皮状灰岩, 质纯灰岩, 上部变厚, 产 <i>Basilicus</i> (<i>Basiliella</i>) <i>asper</i> Zhou et. Fortey, <i>Basilicus</i> (<i>Basilicus</i>) <i>boehmi</i> (Loronz), <i>Basilicus</i> (<i>Basilicus</i>) <i>benxiensis</i> (sp. nov), <i>Pseudasaphus</i> sp. , <i>Isoteloides</i> sp. , <i>Plectasphus</i> sp.	4. 9m
5. 灰色中厚层灰岩及豹皮状灰岩, 局部有虫迹	5. 2m
4. 灰色中厚层致密块状白云质灰岩和豹皮状灰岩, 含三叶虫化石 <i>Lonchobasilicus</i> sp. , <i>Pseudasaphus brevifrons</i> (sp. nov.), <i>Plectasaphus</i> sp. 2, <i>Eoisotelus</i> sp. , <i>Basilicus</i> (<i>Basiliella</i>) <i>tyrannus</i> Kobayashi; 腕足类 <i>Valdaria</i> sp. , <i>Orthis</i> sp.	25. 6m
3. 灰色厚层块状白云质灰岩, 含虫迹及燧石结核	7. 5m
2. 灰色中薄层灰岩, 浊积岩, 具微细层理, 上部具角砾状灰岩	27. 4m
1. 上部灰色中薄层灰岩, 顶部为角砾状灰岩;下部黄灰色中厚层白云质灰岩, 夹致密灰岩、泥质条带灰岩	25. 4m

本溪田师傅腰堡村河北奥陶系剖面下马家沟组仅出露底部, 其下亮甲山组和冶里组出露完整, 并与下伏上寒武统凤山组直接接触, 其剖面如下:

下马家沟组

30. 黄灰色中厚层白云质灰岩夹致密灰岩、泥质条带灰岩。底部为一层角砾状灰岩	7. 6m
--	-------

三山子组

- | | |
|------------------------------------|-------|
| 29. 灰黄色中厚层白云质灰岩、灰质白云岩互层 | 11.8m |
| 28. 灰色中薄层质纯灰岩与白云岩互层 | 8.7m |
| 27. 上部灰色中层白云质灰岩夹薄层白云岩；下部黄白色薄层致密白云岩 | 19.9m |
| 26. 浅黄色中层致密白云岩、灰质白云岩 | 25.2m |

亮甲山组

- | | |
|--|-------|
| 25. 黄灰色中薄层泥质条带灰岩。产 <i>Ptychopyge</i> sp., <i>Maclurites</i> sp. | 13.4m |
| 24. 灰色中薄层致密灰岩、泥质灰岩夹少量叠层石灰岩及生物碎屑灰岩。产三叶虫 <i>Ptychopyge benziensis</i> (sp. nov), <i>Hystericurus rectangulose</i> Sun, <i>Asaphellus</i> sp., <i>Illaeus</i> sp.; 头足类 <i>Manchuroceras</i> sp., <i>Coreanoceras</i> sp.; 腹足类 <i>Ophilata</i> sp. 及古杯海绵 <i>Archaeoscyphia</i> sp. 及古杯类等 | 10.9m |
| 23. 灰色中薄层微晶灰岩与质纯灰岩。产三叶虫 <i>Hystericurus</i> sp., <i>Omuliovioia divergens</i> (sp. nov) | 2.9m |
| 22. 灰黄色中厚层豹皮状灰岩, 底部为质纯灰岩。产 <i>Hystericurus</i> sp., <i>Illaeus hinomotoensis</i> Kobayashi, <i>Omuliovioia divergens</i> (sp. nov), 及 <i>Manchuroceras</i> sp. 和腹足类化石 | 4.1m |
| 21. 灰色中薄层结晶灰岩和砾屑灰岩, 产 <i>Illaeus</i> sp. | 5.0m |
| 20. 黄灰色、灰白色中薄层豹皮状灰岩、白云质灰岩夹砾屑灰岩、黄绿色页岩、叠层石灰岩。产 <i>Illaeus hinomotoensis</i> Kobayashi, <i>Basilicus</i> (<i>Basilicus</i>) aff. <i>tyranus</i> Salter 及海林檎等化石 | 29.0m |

冶里组

- | | |
|---|-------|
| 19. 黄灰色中层致密灰岩、生物碎屑灰岩、中薄层砾屑灰岩, 产 <i>Asaphellus trinodosus</i> Lu, <i>A. laticephopsis</i> (Kobayashi), <i>A. latilimbatus</i> (sp. nov), <i>Illaeus</i> sp., <i>Ophilata</i> sp. | 6.3m |
| 18. 黄绿色钙质页岩、猪肝色页岩及薄层砾屑灰岩、生物碎屑灰岩, 产三叶虫 <i>Apatokephalus angustilimbatus</i> Kuo et Duan, <i>Koraipsis taizhoensis</i> Kuo et Duan, <i>K. shanensis</i> Chang, <i>Hystericurus penchiensis</i> Lu, <i>Asaphellus trinodosus</i> Lu, <i>Onychopyge</i> sp., <i>Tianshifuia</i> sp.; 笔石 <i>Callograptus taizhoensis</i> Mu, <i>Dictyonema</i> sp. 及 <i>Metorthis</i> sp., <i>Lepardia</i> sp. 和腹足类化石等 | 5.3m |
| 17. 黄灰色薄层泥质灰岩、浅灰色中薄层砾屑灰岩、夹黄绿色、蛋青色钙质页岩三层。顶部腕足类化石堆积丰富成壳灰岩, 产 <i>Clarkella</i> sp. | 47.0m |
| 16. 灰色中层致密白云质灰岩, 顶部薄层砾屑灰岩夹土黄色页岩及粉砂岩。产 <i>Aristokainella</i> aff. <i>calvicepitis</i> Zhou et Zhang | 5.5m |
| 15. 浅灰色中薄层结晶灰岩, 产三叶虫碎片 | 0.8m |
| 14. 灰色中厚层致密灰岩, 产 <i>Apatokephalus tianshifuensis</i> Kuo et Duan, <i>Asaphellus acutulus</i> Kuo et Duan, <i>Jiia</i> sp., <i>Scotoharpes tianshifuensis</i> Duan et An | 5.0m |
| 13. 灰色厚层泥质瘤状灰岩、豹皮状灰岩及厚层白云质灰岩 | 24.5m |

12. 灰色厚层白云质灰岩及致密泥晶灰岩。产 *Leioestegium* (*Euleioestegium*) *angustilimbatum* Kuo et Duan, *L. (Alloleioestegium)* sp., *Pseudokoldinioidia perpetis* Zhou, *Yaopuia tianshihuensis* Kuo et Duan, *Apatokephalus (Lulongia) tianshihuensis* Kuo et Duan, *Asaphellus* sp. 8.5m
11. 浅灰色薄层灰岩夹黄绿色页岩, 砾屑灰岩 19.7m
- 10—8. 深灰色薄层泥质瘤状灰岩夹砾屑灰岩。产 *Richardsonella* sp., *Apatokephalus (Lulongia)* sp., *Annamitella benziensis* (sp. nov), 以及腕足类 *Orthis* sp. 和喙壳类化石 11.7m
7. 暗灰色中层灰岩夹砾屑灰岩, 产三叶虫碎片 2.4m

上寒武统

凤山组

6. 黄绿色、紫红色页岩, 顶部有一层角砾状灰岩。产三叶虫 *Geragnostus* (*Micragnostus*) *chiushuensis* Kobayashi, *Tangshanaspis* sp., *Shumardia* sp., *Mictosaukia orientalis* Resser et Endo, *M. distincta* Kuo et Duan 0.5m
5. 黄绿色页岩与土黄色薄层含泥质瘤状灰岩互层。产 *Mictosaukia orientalis* Resser et Endo 0.7m
- 4—3. 黄绿色页岩 5.9m
2. 灰黄色薄层灰岩夹页岩, 砾屑灰岩 6.0m
1. 灰色厚层叠层石灰岩, 顶部中厚层结晶灰岩。产 *Changia* sp. 及 *Ellesmereoceras* sp. 33.1m
3. 本溪市营子奥陶系冶里组剖面
上覆地层 下奥陶统 亮甲山组 深灰色中层豹皮状灰岩、叠层石灰岩 13.7m

冶里组

29. 浅灰、黄灰色薄层泥质条带灰岩与砾屑灰岩互层 11.9m
28. 浅灰色厚层质纯灰岩夹砾屑类岩 14.8m
27. 浅灰色薄层泥质条带灰岩与砾屑灰岩互层, 中夹黄绿色钙质页岩, 产 *Asaphellus verus* Zhou, *Penchiopsis yingtzensis* Lu; *Callograptus? taitzeensis* Mu, *Dendrograptus* sp., *Dictyonema* sp. 9.7m
26. 浅灰色厚层灰岩夹薄层泥质条带灰岩 3.3m
25. 浅灰色中厚层泥质条带灰岩与中厚层砾屑灰岩互层 9.2m
24. 浅灰色薄层白云质灰岩 4.6m
23. 灰白色白云岩与白云质灰岩互层 11.0m
22. 黄灰色中厚层粗粒状白云岩 21.0m
21. 浅灰色泥质白云质灰岩与砾屑灰岩互层。产笔石化石 *Dictyonema* sp., *Callograptus* sp., *Dictyonema flabelliforme flabelliforme* (Echwald) Zhao, *D. flabelliforme sociale* Salter, *Bryograptus* sp., *Callograptus bulmani* Zhao, *Anisograptus* sp., *Staurograptus* sp., 及 *Asaphellus* sp. 6.8m
20. 薄层泥质白云质灰岩与白云岩、砾屑灰岩互层 1.1m
19. 浅灰色泥质条带灰岩、砾屑灰岩 0.8m

18. 浅灰色薄层灰岩与钙质页岩互层	0.5m
17. 深灰色砾屑灰岩	0.2m
16. 灰色薄层灰岩、泥质条带灰岩	0.4m
15. 灰色薄层灰岩夹黄绿色钙质页岩。产笔石化石 <i>Dictyonema flabelliforme flabelliforme</i> (Echwald), <i>D. flabelliforme sociale</i> Salter, <i>Bryograptus</i> sp., <i>Callograptus</i> sp., <i>C. bulmani</i> Zhao, <i>Anisograptus</i> sp., <i>Staurograptus</i> sp., 及 <i>Asaphellus</i> sp.	0.9m
14. 浅灰色中厚层灰岩	1.0m
13. 灰色中厚层泥质条带灰岩、虫迹灰岩	1.0m
12. 黄绿色页岩	10.0m
11. 浅灰色泥质条带灰岩	6.3m
10. 浅灰色薄层虫迹灰岩	4.3m
9. 浅灰色薄层泥质条带灰岩, 夹虫迹灰岩	17.9m

下伏地层 上寒武统 凤山组

8. 浅灰色中薄层泥质条带灰岩, 顶部有一层枣状灰岩薄层	0.1m
7. 灰黄色泥质灰岩、灰质泥岩。产 <i>Mictosaukia orientalis</i> (Resser et Endo), <i>M. distincta</i> Duan, <i>Geragnostus</i> (<i>Micragnostus</i>) <i>chiushuonesis</i> (Kobayashi), <i>Pseudagnostus quadrata</i> Kuo et Duan, <i>Shumardia</i> sp., <i>Koldinioidia triangulata</i> Duan	1.6m
6. 暗灰色砾屑灰岩	0.1m
5. 浅灰色薄层泥质灰岩夹页岩。产 <i>Mictosaukia orientalis</i> (Resser et Endo)	0.2m
4. 灰色生物碎屑灰岩及砾屑灰岩	1.0m
3. 泥质条带灰岩	0.2m
2. 青灰色白云质灰岩夹砾屑灰岩, 中夹生物碎屑灰岩透镜体。产 <i>Quadraticephalus</i> sp., <i>Eososaukia</i> sp.	1.1m
1. 黄色薄层泥质条带灰岩为顶部, 其下为叠层石灰岩, 产三叶虫及头足类化石	>10.0m

4. 吉林省 白山市砬子沿江边奥陶系剖面

上覆地层 上石炭统 本溪组

下奥陶统

上马家沟组

23. 灰白色中厚层结晶灰岩, 上部中薄层白云质灰岩 (应属中奥陶统峰峰组)	40.0m
22. 灰色薄层灰岩, 具微细层理, 与淡肉红色薄层结晶灰岩互层, 夹黄绿色、紫红色页岩, 含腹足类化石等	30.0m
21. 灰色中薄层灰岩与豹皮状灰岩互层, 含硅质结核	32.0m
20. 灰色中薄层豹皮状灰岩夹中薄层介壳灰岩和泥灰岩。产头足类 <i>Armenoceras tani</i> (Grabau), <i>Ormoceras actinoceriforme</i> (Grabau), <i>Gorbyoceras</i> sp.; 腹足类 <i>Ophileta</i> sp., <i>Hormotone</i> sp.; 三叶虫 <i>Basilicas</i> (<i>Basilicus</i>) <i>wusungensis</i> (Endo), <i>B. (Basiella) asper</i> Zhou et Fortey, <i>Lonchobasilicus</i> sp. 及苔藓虫化石	35.0m

19. 灰色中薄层豹皮状灰岩夹碎屑灰岩及泥岩,产头足类 *Kotoceras* sp. , *Armenoceras* sp. , *Ormoceras undun* Endo, *Pararmenoceras hebeiense* (Lai), *Eostramatoceras* sp. , *Gorbyoceras* sp. , *Stereoplasmodoceras tofangoensis* Kobayashi, *Mysterioceras* sp. , *Stereoplasmodoceras* sp. , *Cyolabuttoceras* sp. ;腹足类 *Ophileta* sp. , *Hormotoma* sp. ;及三叶虫化石 50. 4m
18. 灰色中厚层豹皮状灰岩夹介壳灰岩、生物碎屑灰岩、碎屑灰岩 14. 0m
17. 灰色中薄层豹皮状灰岩,产头足类 *Armenoceras submarginale* (Grabau), *A. muchurens* (Kobayashi), *Paramenoceras* sp. , *Cyrtocycloceras* sp. ;腹足类 *Hormotoma* sp. , *Ophileta* sp. 及三叶虫 *Asaphellus* sp. 14. 1m
16. 灰色中薄层豹皮状灰岩夹介壳灰岩、生物碎屑灰岩。产头足类 *Stereoplasmodoceras* sp. , *Archigeisonoceras elegatum* Chen, *Michelinoceras elongatum* (Yü), *Wenanceras* sp. , *Sactorthoceras* sp. , *Sigmocycloceras* sp. , 以及 *Ophileta* sp. , *Hormotoma* sp. 16. 3m
15. 灰色中薄层白云质灰岩、豹皮状灰岩 12. 4m
14. 灰白色薄层纹层状白云质灰岩、黄灰色中薄层含白云质角砾灰岩、中薄层含燧石结核白云质灰岩互层 67. 8m

下马家沟组

13. 灰色中厚层白云质灰岩 33. 9m
12. 灰色中薄层含白云质灰岩、纹层状灰岩及碎屑灰岩互层。产 *Cyrtoandoceras* sp. , *Adomosoceras* sp. , *Ophileta* sp. 等 35. 6m
11. 灰色中厚层含燧石结核灰岩 17. 6m
10. 灰色中薄层灰岩,中夹 1m 厚泥灰岩,产 *Pomphoceras* sp. , *Pseudoskimoceras* sp. 及三叶虫 *Pseudoasaphus brevifrons* (sp. nov) 28. 4m
9. 灰白色中厚层角砾状白云质灰岩,灰白色中厚层含燧石结核白云质灰岩互层。顶部为灰白色薄层状白云质灰岩 27. 2m

三山子组

8. 灰色中薄层含燧石结核白云质灰岩与中薄层白云质灰岩 20. 2m

亮甲山组

7. 灰色中薄层豹皮状灰岩,中部有厚 8m 的厚层豹皮状灰岩,产 *Ophileta* sp. 等 44. 0m
6. 灰色中薄层豹皮状灰岩与灰色中薄层砾屑灰岩 10. 4m
5. 灰白色中薄层豹皮状灰岩夹青灰色泥灰岩,底部叠层石灰岩。产 *Yehlioceras yehliense* (Grabau) *Kaipingoceras* sp. , *Archaeoscyphia* sp. , *Ophileta* sp. , 及腕足类化石等 41. 2m
4. 灰白色中厚层豹皮状灰岩、介壳灰岩与灰色泥质条带灰岩互层。产 *Kaipingoceras cylindricum* Obata, *Archaeoscyphia* sp. , *Ophileta* sp. , *Maclurites* sp. , 及三叶虫 *Anninitella benziensis* (sp. nov), *Illaeluna hinomotrens* Kobayashi, *Hystericus* sp. , *Asaphopsis* sp. 和腕足类化石 15. 0m

- | | |
|----------------------------|--------|
| 3. 灰色中薄层灰岩, 下部为叠层石灰岩 | 26. 3m |
| 2. 灰色中薄层灰岩夹青灰色叠层石灰岩和生物碎屑灰岩 | 45. 4m |

冶里组

- | | |
|---|--------|
| 1. 灰色薄层泥灰岩、黄绿色页岩与灰白色薄层砾屑灰岩互层。产三叶虫 <i>Asaphopsis</i> sp., <i>Iliaenus hinomotoensis</i> Kobayashi; 腕足类 <i>Clarkella vulgaris</i> Kobayashi; 笔石 <i>Adelograptus</i> sp. 等 | 65. 2m |
|---|--------|

白山市木砬头沟奥陶系剖面

下奥陶统

亮甲山组

- | | |
|--|--------|
| 133. 上部灰色中薄层灰岩, 下部灰色中厚层灰岩 | 5. 2m |
| 132. 灰色中—薄层角砾状灰岩 | 7. 1m |
| 131. 灰色中薄层角砾状灰岩 | 3. 7m |
| 130. 灰色薄层角砾状灰岩夹薄层结晶灰岩, 产三叶虫 <i>Hystricurus</i> cf. <i>baishancusis</i> Duan et. An, <i>Iliaenus hinomotoensis</i> Kobayashi; 介形类 <i>Leperditia</i> sp. | 0. 28m |
| 129. 灰色厚层角砾状灰岩夹薄层角砾状灰岩和结晶灰岩。产三叶虫 <i>Illeanus sinensis</i> Yabe, <i>Hystricurus</i> sp. | 3. 3m |
| 128. 灰色薄层泥质条带灰岩 | 7. 8m |
| 127. 灰色厚层灰岩 | 4. 1m |
| 126. 灰色厚层含角砾灰岩, 产三叶虫 <i>Iliaenus sinensis</i> Yabe, <i>Asaphellus</i> sp. | 7. 3m |
| 125. 掩盖 | 20. 0m |

冶里组

- | | |
|--|-------|
| 124. 土黄色薄层灰岩与页岩互层, 上部夹青灰色页岩。产三叶虫 <i>Apatokephalus hunjiangensis</i> Duan et. An., <i>A. carinata</i> Duan et An., <i>A. rectangulus</i> Duan et An., <i>Protoplimerops seisonensis</i> Kobayashi, <i>P. baishanensis</i> (sp. nov); 羽片类 <i>Plamilites primus</i> Kobayashi | 4. 3m |
| 123. 掩盖 | 3. 8m |
| 122. 土黄色灰岩与青灰色灰岩互层夹灰色中层砾屑灰岩 | 0. 7m |
| 121. 灰绿色页岩 | 0. 7m |
| 120. 灰色中层砾屑灰岩、下部为薄层泥质条带灰岩 | 0. 9m |
| 119. 破碎状泥页岩 | 0. 8m |
| 118. 灰色中层砾屑灰岩 | 1. 5m |
| 117. 灰色薄层泥质条带灰岩 | 2. 7m |
| 116. 灰绿色页岩 | 0. 5m |
| 115. 灰色薄层灰岩夹页岩 | 0. 7m |
| 114. 青灰色页岩, 产三叶虫 <i>Koraispis taiziheensis</i> Kuo et Duan, <i>Hystricurus baishanensis</i> (sp. nov), <i>Dactylocephalus conica</i> (sp. nov), <i>Apatokephalus angustilimbatus</i> Kuo et Duan, <i>Asaphopsis latilimbatus</i> (sp. nov); 管栖类 <i>Serpulites ruedemanni</i> Kobayashi | 0. 3m |
| 113. 灰色薄层泥质条带灰岩, 顶部有透镜状的砾屑灰岩 | 3. 6m |

112.	青灰色页岩夹一层灰岩透镜体。产三叶虫 <i>Apatokephalus angustilimbatus</i> Kuo et Duan, <i>Koraiopsis shansiensis</i> Cheng, <i>K. taiziheensis</i> Kuo et Duan	1. 4m
111.	灰色薄层灰岩夹页岩及透镜状灰岩	2. 1m
110.	青灰色页岩	0. 8m
109.	灰色薄层灰岩, 底部夹页岩	1. 7m
108.	青灰色页岩夹薄层灰岩	0. 7m
107.	深灰色薄层灰岩	4. 3m
106.	青灰色粉砂质页岩, 产三叶虫 <i>Asaphellus</i> sp.; 羽片类 <i>Plumulites primus</i> Kobayashi	4. 9m
105.	灰色薄层灰岩夹页岩	0. 7m
104.	绿灰色页岩	0. 7m
103.	浅灰色薄层砾屑灰岩	0. 6m
102.	绿灰色页岩	4. 1m
101.	灰色薄层灰岩	2. 9m
100.	浅灰色中薄层角砾状灰岩夹一层不连续的薄层灰岩	4. 6m
99.	上部薄层灰岩夹页岩, 下部中薄层灰岩	3. 2m
98.	灰色薄层灰岩与泥页岩互层	5. 1m
97.	掩盖	4. 0m
96.	上部灰色薄层灰岩为主夹泥质条带灰岩, 下部黄色页岩与薄饼状灰岩互层	3. 0m
95.	上部浅灰色灰岩夹泥质条带灰岩, 下部薄层灰岩与页岩互层	1. 6m
94.	掩盖	2. 1m
93.	薄层灰岩与页岩互层, 底部黄绿色页岩夹薄饼状灰岩	3. 1m
92.	灰色中薄层灰岩	2. 0m
91.	灰色薄层灰岩夹泥质条带	0. 9m
90.	灰色薄层灰岩与黄绿色页岩互层	1. 5m
89.	灰色中厚层灰岩	0. 5m
88.	掩盖	2. 0m
87.	灰色薄层灰岩	3. 4m
86.	灰色薄层灰岩夹 4 层中薄层致密角砾状灰岩	10. 6m
85.	中薄层灰岩夹灰色钙质页岩, 产三叶虫 <i>Asaphellus rerus</i> Zhou, <i>A. acutulus</i> Zhou et Zhang, <i>Asaphopsis latilimbatus</i> (sp. nov) 及腕足类 <i>Metorthis</i> sp.	3. 9m
84.	薄层状灰岩	3. 9m
83.	掩盖	15. 6m
82.	灰黄色薄层泥质条带灰岩、瘤状灰岩与灰色中薄层砾屑灰岩互层	2. 5m
81.	灰黄色薄层灰岩	3. 3m
80—78.	灰黄色薄层泥质条带灰岩夹灰色中薄层灰岩	6. 2m
77.	掩盖	1. 7m
76—75.	灰黄色薄层泥质灰岩与灰色薄层灰岩	1. 6m
74.	掩盖	2. 7m
73—69.	灰色薄层灰岩与灰色中薄层灰岩夹砾屑灰岩	17. 2m
68—67.	掩盖	5. 5m
66—65.	灰黄色泥质薄层灰岩与深灰色中薄层灰岩	6. 7m

64.	灰色薄层灰岩夹少量灰岩透镜体及砾屑灰岩。产 <i>Apatokephalus (Lulongia) sulcus</i> Zhou et Zhang, <i>Jiia contracta</i> Kuo et Duan	5. 0m
63.	灰色角砾状灰岩与砾屑灰岩互层	3. 2m
62.	灰色薄层灰岩	3. 7m
61.	浅灰色角砾状灰岩与薄层灰岩。产 <i>Yosimuraspis luna</i> Kuo et Duan	3. 4m
60.	灰色薄层灰岩夹砾屑灰岩	2. 0m
59.	灰绿色灰质粉砂岩, 向上为粉砂质页岩, 中夹灰岩透镜体。产 <i>Yosimuraspis luna</i> Kuo et Duan, <i>Elkanaspis (Huinanaspis) qinggouziensis</i> (sp. nov)	0. 3m
58—57.	条带状泥质灰岩与灰色薄层灰岩夹薄饼状灰岩透镜体	1. 6m
56.	灰绿色粉砂岩	0. 8m
55.	掩盖	1. 5m
54.	灰色薄层灰岩夹灰绿色灰质粉砂岩, 产 <i>Elkanaspis (Huinanaspis) qinggouziensis</i> (sp. nov), <i>Yosimuraspis luna</i> Kuo et Duan	1. 8m
53.	黄绿色砂质页岩夹扁豆状灰岩	0. 3m
52.	灰色薄层灰岩	0. 3m
51.	紫色、黄绿色页岩夹扁豆状灰岩, 产三叶虫 <i>Richardsonella (Jiliaoaspis) diversa</i> Kuo et Duan, <i>Richardsonaspis elicus</i> (Qian)	0. 4m
50.	灰色薄层隐晶灰岩	0. 2m
49.	紫色、黄绿色泥质页岩。产 <i>Yosimuraspis luna</i> Kuo et Duan, <i>Elkanaspis (Huinanaspis) huinensis</i> (sp. nov), <i>Dictyonema flabelliforme siciala</i> Salter, <i>Stau-rograptus dichotomus</i> Emmons	1. 8m
48—47.	灰绿色页岩与灰色薄层灰岩互层, 产 <i>Leiostegium (Euleiostegium) dayangchaensis</i> Kuo et Duan	4. 1m
46—45.	灰色薄层灰岩夹黄绿色页岩	1. 2m
44—43.	黄绿色页岩与紫红色细砂岩, 产 <i>Troedssonia laevigata</i> Kuo et Duan	1. 5m
42.	黄绿色灰质页岩、紫红色细砂岩, 产 <i>Troedssonia hunjiangensis</i> Kuo et An, <i>Richardsonella (Richardsonella) lilia</i> Kuo et Duan, <i>Tienschifuia constricta</i> Kuo et Duan, <i>Leiostegium (Euleiostegium) dagangchaensis</i> Kuo et Duan, <i>Geragnostus (Micragnostus) chiushuensis</i> (Kobayashi)	2. 8m
41.	黄绿色、紫红色页岩、夹少量薄层瘤状灰岩, 产 <i>Richardsonella (Richardsonella) lilia</i> Kuo et Duan, <i>Troedssonia laevigata</i> Kuo et Duan, <i>Richardsonaspis jilinensis</i> Kuo et Duan, 海林檎类 <i>Enchinosphaerites jilinensis</i> (sp. nov)	4. 0m
40—39.	灰色薄层灰岩夹黄绿色页岩。产 <i>Troedssonia transversa</i> Duan et An, <i>T. laevigata</i> Kuo et Duan, <i>Leiostegium (Leiostegium) planilimbale</i> Kuo et Duan, 海林檎类 <i>Echinosphaerites jilinensis</i> (sp. nov), <i>Echinoencrinites</i> sp.	3. 3m

上寒武统 凤山组

38.	角砾状灰岩、薄层灰岩, 产 <i>Mictosaukia luanhensis</i> Zhou et Zhang, <i>Pseudokol-dinioidia perperis</i> Zhou et Zhang, <i>Onychopyge borealis</i> Zhou et Zhang	0. 7m
37.	黄绿色页岩偶夹薄层灰岩, 产 <i>Mansuyites jilinensis</i> An et Duan, <i>Fatocephalus hun-jiangensis</i> Duan et An, <i>F. angustilimbatus</i> Duan et An	2. 8m
36—35.	灰色薄层灰岩夹紫红色泥灰质条带	1. 8m