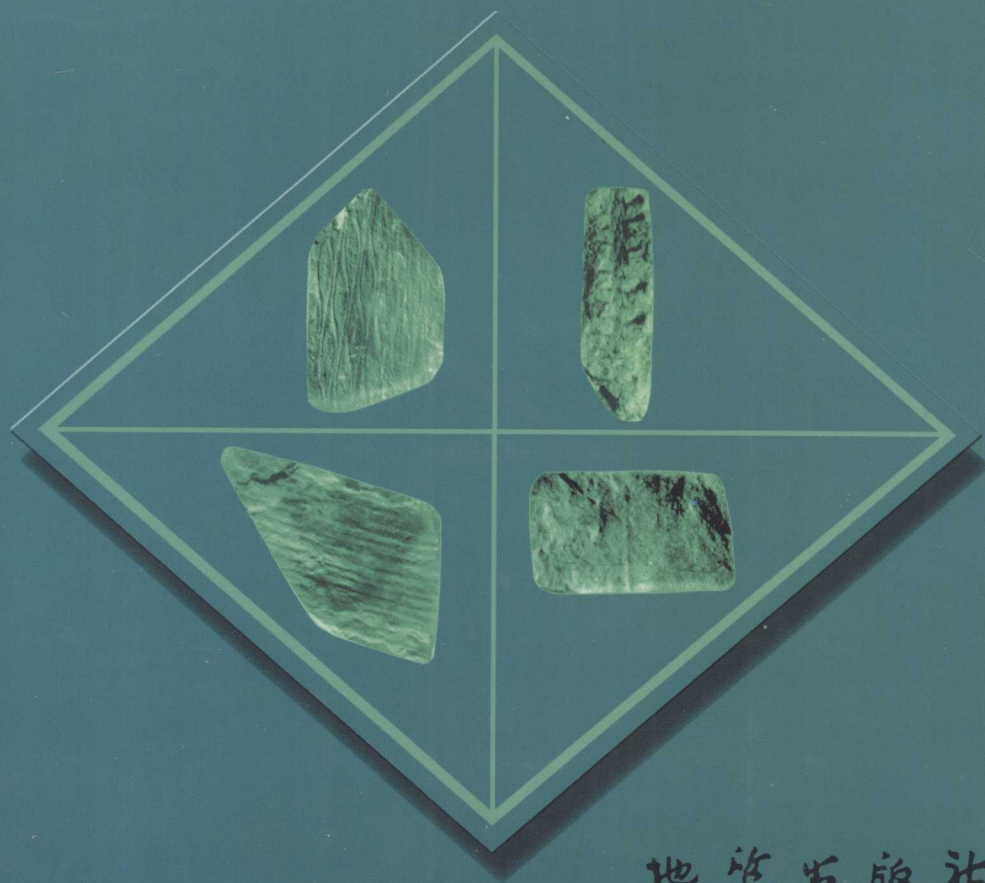


国家自然科学基金及地质矿产部
地质行业科学发展基金联合资助
天津市教委引进人才启动费协同资助

辽东太子河流域早石炭世 植物古生态与古环境

米家榕 金建华 高联达 著



地质出版社

国家自然科学基金及地质矿产部
地质行业科学发展基金联合资助
天津市教委引进人才启动费协同资助

辽东太子河流域早石炭世 植物古生态与古环境

米家榕 金建华 高联达 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书描述了辽东太子河流域桓仁县木孟子、本溪县田师傅、本溪市牛心台和高台子等地“本溪组”下部的植物化石 21 属 41 种，孢粉化石 50 属 90 余种，这是该地区首次发现并系统研究的如此丰富的植物化石。根据岩性及生物化石组合特征，作者对“本溪组”重新进行了划分及对比。确认其下部木孟子组时代为早石炭世晚期。在对植物群进行研究的基础上，结合沉积环境、元素地球化学及粘土矿物特征，进一步对化石的埋藏类型及生存环境进行了分析，然后又探讨了中国早石炭世晚期植物地理分区问题。

本书可供区域地质、煤田地质及地层古生物专业的研究人员及高等院校师生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

辽东太子河流域早石炭世植物古生态与古环境/米家榕，金建华，高联达著. -北京：地质出版社，2001.7

ISBN 7-116-03057-3

I. 辽… II. ①米… ②金… ③高… III. ①早石炭世-古植物学：古生态学-研究-辽东②早石炭世-古植物学-古环境-研究-辽东 IV. Q914.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 13663 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：李明 王璞

责任校对：关风云

*

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：787×1092¹/₁₆ 印张：8.25 图版：8 页 字数：188000

2001 年 7 月北京第一版·2001 年 7 月北京第一次印刷

印数：1—600 册 定价：24.00 元

ISBN 7-116-03057-3

Q·17

(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

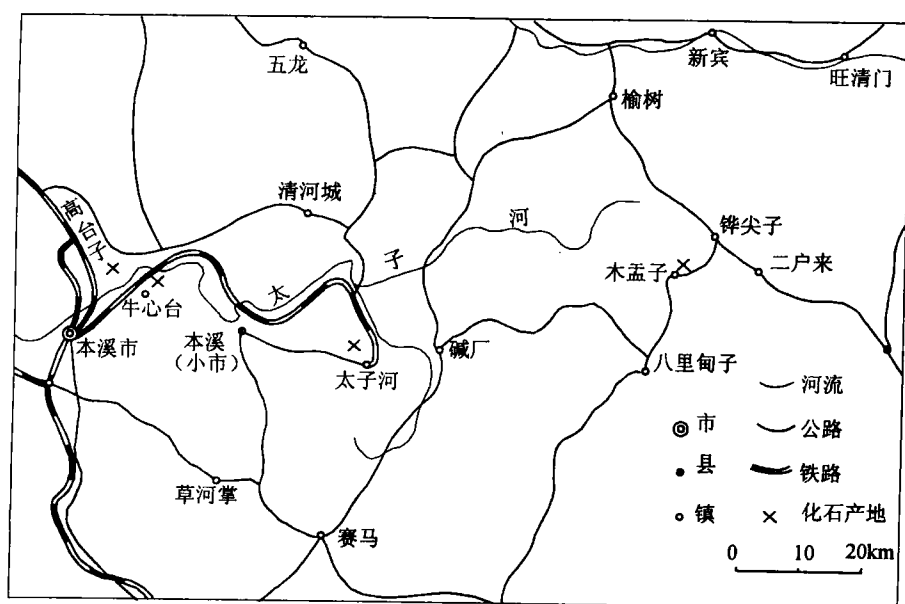
华北与东北南部地区缺失晚奥陶世至晚石炭世早期地层（个别地点除外），这一论断长期以来已被中外地质学家所公认。代表晚石炭世早期沉积的“本溪组”，最早由李四光、赵亚曾（1926）创立，称本溪系，命名剖面在辽宁本溪牛毛岭。李四光（1927）、赵亚曾（1929）、盛金章（1958）等研究了其上部的动物化石，确认其时代相当于莫斯科期。下部由于长期以来没有发现可靠的生物化石，一并归入“本溪组”。几十年来，这一结论一直被沿用。张文堂（1955）曾提出山西式铁矿属晚泥盆世和 G 层铝土矿属早石炭世的论断，但由于没有生物化石佐证，一直未得到承认。

20 世纪 80 年代以来，我国古生物工作者又注意了“本溪组”底部的化石及时代归属问题。吴秀元、赵修祜（1982）指出，在辽宁本溪县田师傅“本溪组”底部产有纳缪尔期的腕足类、筳以及珊瑚等。刘发（1987）描述了采自本溪县田师傅“本溪组”下部的腕足类化石 12 属 18 种，认为“具有早石炭世晚期至中石炭世早期的色彩”。他将这一紫红色岩段划出，建立田师傅组，时代为中石炭世早期（相当于原苏联的巴什基尔期）。米家榕、孙克勤、金建华（1990）描述了采自本溪一带“本溪组”下部 G 层铝土矿顶板黑色页岩中所产植物化石，计 7 属 12 种，认为其时代为早石炭世晚期（维宪期—纳缪尔 A 期）。

在进一步的工作中，作者在辽东太子河流域的桓仁县木孟子、本溪县田师傅、本溪市牛心台和高台子等地“本溪组”下部发现了比较丰富的植物化石和孢粉化石。经研究，植物化石有 21 属 41 种，孢粉化石有 50 属 90 余种，其时代确为早石炭世晚期（相当于维宪期至纳缪尔 A 期）。这是本区早石炭世植物化石（含孢粉）的重大发现和首次系统研究。根据岩性及生物组合特征，本书对“本溪组”进行了重新划分与对比。在植物群研究的基础上，结合沉积环境、元素地球化学以及粘土矿物等特征，对化石的埋藏类型和生存环境进行了分析，并恢复了古植物群落。然后，探讨了中国早石炭世晚期植物地理分区问题。遗憾的是，作者曾对植物化石的角质层进行过分析，但由于保存较差，难以照相和鉴定。

本研究由米家榕负责立项。本书章节撰写分工如下：前言和第七章第一节由米家榕、金建华撰写；第一章、第二章第一节、第三章、第四章、第五章、第六章第一节由金建华、米家榕撰写；第二章第二节、第六章第二节、第七章第二节由高联达撰写。

本书在材料研究和撰写过程中得到李星学院士、张川波教授、刘发教授、黄柱熙教授、文琼英教授、刘人惠副研究员、李学森副教授、孙春林博士、孙克勤博士、杜小弟博士等的帮助。在南京地质古生物研究所收集资料 and 制作化石角质层时，得到孙革研究员、吴秀元研究员、赵修祜研究员的热情帮助。张凤英工程师代为清绘本文的全部图件，郭金玉高工代做孢粉分析。参加野外工作的还有王嘹亮博士以及樊文忠、刘铁柱、杨玉山、李秀峰、易海永等同学。对于以上各位老师和同志的多方面帮助，作者谨致衷心的感谢。



化石采集地点示意图

目 录

前 言	
第一章 地层剖面简介	1
第二章 植物群研究	7
一、植物	7
(一) 植物群的组成及性质	7
(二) 植物群的时代论证	12
(三) 与国内外相关植物群的比较	16
二、孢粉	24
(一) 孢粉组合特征	24
(二) 与国内外同时期孢粉组合比较	25
第三章 “本溪组”的再划分与对比	33
一、“本溪组”的研究简史	33
二、“本溪组”的再划分与对比	34
第四章 早、晚石炭世沉积环境分析	38
一、本溪田师傅剖面	38
(一) 沉积特征分析	38
(二) 沉积环境分析	44
二、其他剖面	45
第五章 早石炭世植物群的古生态学研究	47
一、植物古生态学发展简史	47
二、植物化石埋藏类型分析	48
三、古植物群落的恢复及其特征	52
第六章 中国早石炭世晚期植物地理分区问题	58
一、植物分区	58
(一) 安加拉植物地理区	58
(二) 欧美-华夏植物地理区	59
(三) 安加拉植物地理区与欧美-华夏植物地理区的界线问题	60
二、孢粉分区	61
第七章 化石系统描述	63
一、植物	63
二、孢粉	77
参考文献	106
英文摘要	114
图版说明及图版	116

第一章 地层剖面简介

辽东太子河流域“本溪组”发育良好，层序清楚。其中，上部含有较丰富的动物化石，包括腕足类、双壳类、筴、珊瑚、鹦鹉螺、海百合茎等，植物化石发现甚少。1990～1991年间，作者等在本区工作时，先后在桓仁县木孟子、本溪县田师傅、本溪市牛心台和高台子等地“本溪组”底部G层铝土矿顶板岩层中发现了较丰富的植物化石，并实测了这4个地点“本溪组”的剖面，兹列述如下：

1. 桓仁县木孟子“本溪组”剖面

剖面（图1）位于桓仁县木孟子镇东1 km处，出露不全，层序如下：

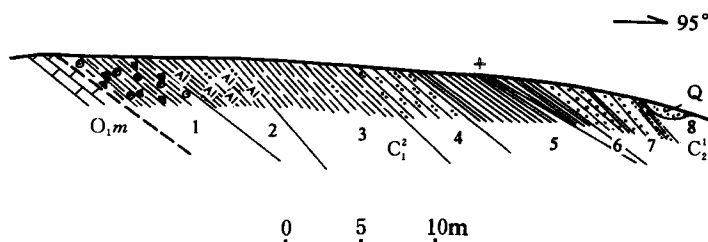


图1 桓仁县木孟子“本溪组”实测剖面图

上覆地层 第四系

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

### “本溪组”

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 8. 紫色粉砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | > 32.79m |
| 7. 灰白色粗粒砂岩，夹一薄层黄灰色泥质页岩，产植物茎干化石                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3.00m    |
| 6. 浅灰色泥质页岩，产植物化石碎片和孢粉化石，孢粉化石有： <i>Convolvutispora cerabra</i> , <i>Reticulatisporites carnosus</i> , <i>Grumosporites</i> sp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4.52m    |
| 5. 黑色页岩，产丰富的植物化石和孢粉化石及少量鱼鳞化石，植物化石有： <i>Sublepidodendron bicostae</i> , <i>S. mirabile</i> , <i>S. sp.2</i> , <i>Lepidodendron ninghsiaense</i> , <i>L. shanyangense</i> , <i>L. sp.1</i> , <i>Bergeria</i> sp., <i>Knorria</i> sp., <i>Lepidostrobus grabau</i> , <i>Lepidostrobusphyllum</i> sp., <i>Asterophyllites</i> ? sp., <i>Conchophyllum richthofenii</i> , <i>Cardiopteridium</i> ? sp., <i>Sphenopteris obtusiloba</i> , <i>Sph.</i> sp., <i>Rhodopteridium</i> cf. <i>hsianghsiangensis</i> , <i>Rh.</i> sp., <i>Alloiopteris</i> sp., <i>Pecopteris aspera</i> , <i>Neuropteris gigantea</i> , <i>N.</i> cf. <i>antecedens</i> , <i>N.</i> cf. <i>pseudoblissi</i> , <i>Cordaitea</i> cf. <i>principalis</i> , <i>Trigonocarpus</i> sp.; 孢粉化石有 <i>Cyclogranisporites multigranus</i> , <i>C.</i> sp., <i>Moorisporites fustus</i> , <i>Convo-</i> | 2.49m    |

- lutispora usitata*, *C. nevusta*, *Foveosporites liaoningensis*, *Dictyotriletes prionatus*, *D. crassipterus*, *Reticulatisporites reticulatus*, *Grumosporites robustus*, *Knoxisporites hederatus*, *Kn. hageni*, *Murospora parthenopia*, *Rotaspora knoxi*, *Crassispora plicata*, *Cristatisporites* sp., *Lycospora pusilla*, *Laevigatosporites latus*, *Thymospora thiessenii*, *Florinites millotii*, *Vesicaspora wilsonii*, *Vestigisporites* sp. 2.95m
4. 灰白色粉砂岩 2.57m
3. 黄灰色泥岩, 局部含粉砂 6.09m
2. 青绿色铝土质岩, 由下而上粉砂质增多, 铝土质岩中含丰富的孢粉化石:  
*Calamospora mutabilis*, *C. perrugosa*, *C. hartungiana*, *Granulatisporites microgranifex*, *Punctatisporites psedolevatus*, *Apiculatisporis latigranifer*, *Verrucosporites microtuberculatus*, *Foveosporites* sp., *F. insculptus*, *Dictyotriletes sagenoformis*, *D. prionatus*, *Reticulatisporites lacunosus*, *Knoxisporites literatus*, *Trinidulus diamphidius*, *Ahrensiporites duplicatus*, *Simonozonotriletes brevispinosus*, *Crassispora kossanki*, *Tantillus triquetrus*, *Densosporites* sp., *Spelaeotriletes subtriangulatus*, *Stenozonotriletes clarus*, *Discernisporites micromanifestus*, *Laevigatosporites maximus*, *Punctatisporites punctatus*, *Florinites antiquus* 7.69m
1. 紫红色泥岩, 含岩屑和鲕粒 3.48m

—— 假 整 合 ——

下伏地層 早奥陶世上马家沟组灰黑色灰岩

2. 本溪县田师傅“本溪组”剖面

剖面位于本溪县田师傅煤矿北 2 km 处孔家堡子村附近, “本溪组”出露最全 (图 2), 层序如下:

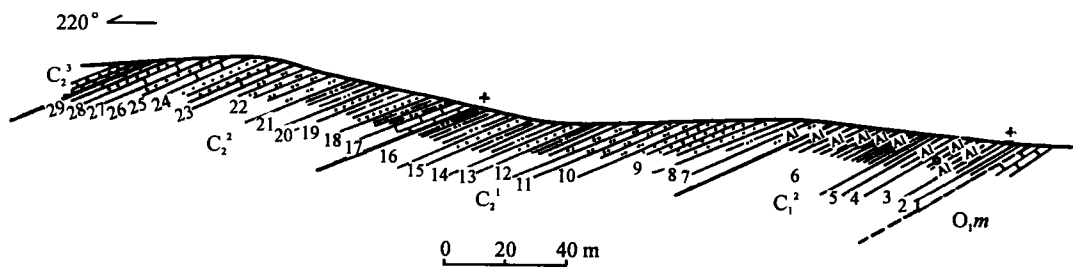


图 2 本溪县田师傅“本溪组”实测剖面图

上覆地層 晚石炭世太原组中粗粒黄色薄层砂岩

—— 整 合 ——

- “本溪组” 181.04m
29. 灰黑色灰岩 0.44m
28. 灰黄色薄层细砂岩, 含植物化石碎片 2.18m
27. 灰色薄层灰岩, 含腕足类化石 *Choristites mosquensis*, *Ch. paichingensis* 2.40m
26. 黄色细砂岩 2.66m



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 25. 深灰色厚层灰岩, 含腕足类化石 <i>Choristites</i> sp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.87m  |
| 24. 灰黄色薄层细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 13.09m |
| 23. 灰黑色厚层致密块状灰岩, 含腕足类 <i>Choristites</i> sp.; 筳 <i>Fusulina</i> sp., <i>Fusulinella</i> sp. 以及珊瑚化石等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.97m  |
| 22. 土黄色块状粉砂岩, 含植物化石碎屑                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 24.31m |
| 21. 紫色薄层粉砂质页岩, 下部为杂色粉砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6.15m  |
| 20. 杂色中粗粒块状砂岩、细砂岩, 上部为杂色块状泥岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2.30m  |
| 19. 灰黑色细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7.27m  |
| 18. 紫红色薄层泥岩, 向上过渡为紫色薄层粉砂质页岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 9.05m  |
| 17. 灰白色厚层致密块状灰岩, 含海百合茎、腕足类及筳化石等, 腕足类化石有 <i>Choristites</i> sp.; 筳 <i>Profusulinella wangyui</i> , <i>Millerella minuta</i> , <i>Schubertella obscura</i> , <i>Ozawainella vozgalica</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2.08m  |
| 16. 紫红色薄层粉砂质页岩, 产植物化石 <i>Lepidodendron</i> sp., shoots of <i>Lepidodendron</i> , <i>Bergeria</i> sp., <i>Bothrodendron</i> sp., <i>Mesocalamites cistiformis</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12.92m |
| 15. 杂色中细粒薄层砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.01m  |
| 14. 紫色薄层粉砂质页岩, 顶部为紫红色泥岩, 产腕足类、筳、双壳类化石, 腕足类化石有 <i>Schizophoria resupinata</i> , <i>Reticulatia minuta</i> , <i>Linoproductus</i> cf. <i>praelineatus</i> , <i>L. liaoningensis</i> , <i>L. cf. liaoningensis</i> , <i>L. minor</i> , <i>L. sp.1</i> , <i>L. sp.2</i> , <i>Ovatia</i> cf. <i>tenuistriata</i> , <i>O. kongjiabaoensis</i> , <i>Pugnax</i> sp., <i>Camarotoechia</i> ? sp., <i>Avonia</i> sp., <i>Brachythyris subquadrata</i> , <i>Choristites tianshifuensis</i> ; 筳化石有 <i>Eostaffella subsolana</i> , <i>Profusulinella ovata</i> , <i>P. convoluti</i> ; 双壳类有 <i>Palaeoneilo anthraconeiloides</i> , <i>Palaeolima junggarensis</i> | 10.02m |
| 13. 灰黄色中层细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2.01m  |
| 12. 紫色薄层粉砂质页岩夹一层紫红色泥岩, 泥岩中产腕足类、双壳类及鸚鵡螺、海百合茎化石, 腕足类有 <i>Choristites pseudobisulotus</i> , <i>Martinia</i> sp., <i>Stenoscisma</i> sp., <i>Lingula squamiformis</i> , <i>Pugnax</i> cf. <i>swallowiana</i> , <i>Camarotoechia</i> ? sp., <i>Rugosochonetes</i> cf. <i>znamskensis</i> , <i>Schellwienella</i> sp., <i>Linoproductus liaoningensis</i> , <i>L. sp.1</i> ; 双壳类有 <i>Astartella adenticulata</i> ; 鸚鵡螺有 <i>Tainoceratidae</i> 科的分子                                                                                                                                                                                                         | 8.15m  |
| 11. 紫色粉砂岩、泥岩与灰黄色细砂岩互层, 底部为薄层灰白色粉砂岩, 泥岩中产丰富的腕足类、双壳类及鸚鵡螺、海百合茎化石, 腕足类有 <i>Lingula squamiformis</i> , <i>Pugnax swallowiana</i> , <i>Avonia</i> sp., <i>Reticulatia minuta</i> , <i>Rugosochonetes</i> cf. <i>znamskensis</i> , <i>Linoproductus</i> cf. <i>corrugatus</i> <i>L. cf. liaoningensis</i> , <i>L. sp.1</i> , <i>L. sp.2</i> ; 双壳类化石有 <i>Palaeoneilo anthraconeiloides</i> , <i>Streblochondia</i> sp., <i>Schizodus</i> sp.; 鸚鵡螺有 <i>Tainoceratidae</i> 科和 <i>Rutoceratidae</i> ? 科的分子                                                                                                                                                      | 1.90m  |
| 10. 杂色薄层粉砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16.01m |
| 9. 紫色含铝土质薄层细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 33.10m |
| 8. 青灰色薄层状粉砂质页岩夹一薄层黑色炭质页岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.89m  |
| 7. 紫色含铝土质块状粉砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.79m  |
| 6. 青灰色薄层铝土质页岩, 泥质成分较多, 向上过渡为青灰色块状铝土质岩, 易风化成碎块                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8.30m  |

5. 黑色薄层炭质泥页岩, 表面光滑细腻, 产植物化石 *Neuropteris gigantea* 和孢粉化石 *Leiotriletes sphaerotriangulatus*, *Retusotriletes* sp., *Convolutispora mellita*, *C. tessellata*, *C. planinuricata*, *Anapiculatisporites minor*, *Crassispora maculosa*, *Vestispora fenestrata*, *Cirratriradites granulatipunctatus* 0.20m
4. 黑色块状致密铝土质岩, 含植物茎干化石, 孢粉化石有 *Leiotriletes gracilis*, *Verrucosisporites cerosus*, *V. morulatus*, *Grumosporites vatireticulatus*, *Procoronasporites ambiguus*, *Microreticulatisporites nobilis*, *Dictyotriletes* sp., *Colatisporites* sp., *Triquirites* sp., *Densosporites anulatus*, *Lycospora noctuina* var. *noctuina*, *L. rotunda*, *Densosporites spongosus*, *Gansusispora tetra verrucosa*, *Laevigatosporites perminutus*, *Punctatosporites minutus* 2.22m
3. 青灰色块状致密铝土质岩, 产孢粉化石 *Leiotriletes tunidus*, *Acanthotriletes castanea*, *Ac. triquetrus*, *Anaplanisporites atheticus* 0.54m
2. 青灰色砂质泥岩, 向上逐渐过渡为粉砂质页岩和炭质页岩, 底部为一层0.5m的细砂岩, 泥岩中产丰富的植物化石和孢粉化石, 植物化石有 *Lepidodendropsis* sp., *Sublepidodendron mirabile*, *S. cf. robertii*, *S. sp.2*, shoots of *Sublepidodendron*, *Sigillaria* sp.1, *S. sp.2*, *Lepidostrobus grabau*, *L. sp.*, *Lepidostrobusphyllum* sp., *Lepidophylloides* sp., *Archaeocalamites scrobiculatus*, *Mesocalamites cistiformis*, *Cardiopteridium* ? sp., *Neuropteris gigantea*, *Cordaites cf. principalis*, *Hexagonocarpus* sp., *Trigonocarpus schultzeanus*, *Tr.* sp.; 孢粉化石有 *Calamospora microrugosa*, *Waltispora polita*, *Raistrickia nigra*, *Umbonatisporites* ? sp., *Corbulispora cancellata*, *Potonieisporites elegans* 2.22m
1. 青灰色铝土质岩, 底部为含铁质结核砂岩, 风化面黄褐色, 产植物化石 *Neuropteris gigantea* 0.99m

—— 假 整 合 ——

下伏地层 早奥陶世上马家沟组灰黑色致密块状灰岩

### 3. 本溪市牛心台“本溪组”剖面

剖面位于本溪市牛心台镇东北5km处, “本溪组”出露4层灰岩(图3), 层序如下:

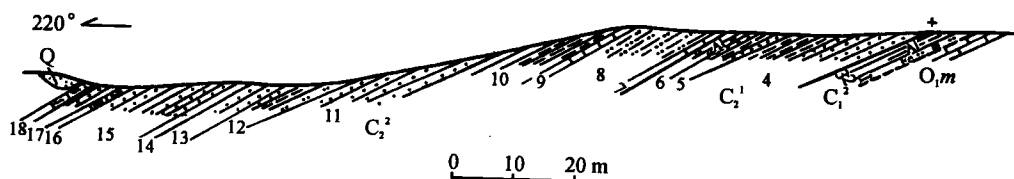


图3 本溪市牛心台“本溪组”实测剖面图

上覆地层 第四系

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

| | |
|---|-----------|
| “本溪组” | > 133.26m |
| 18. 黑色含白云质条带致密块状灰岩, 产䇃化石 | 0.33m |
| 17. 黄色薄层粉砂质页岩和细砂岩 | 5.18m |
| 16. 深灰黑色含白云质条带致密块状灰岩, 产䇃化石 <i>Taitzehoella</i> sp. | 0.51m |
| 15. 黄色细砂岩夹一薄层砂质页岩 | 17.61m |
| 14. 紫色薄层泥页岩 | 1.57m |
| 13. 黄色细砂岩 | 5.97m |
| 12. 灰黑色粉砂岩、细砂岩与杂色粉砂质泥岩互层 | 8.60m |
| 11. 紫色薄层细砂岩 | 11.83m |
| 10. 杂色薄层细砂岩、粉砂质页岩和泥岩, 易风化成小碎块 | 11.44m |
| 9. 灰白色厚层白云质致密块状灰岩, 产䇃化石 <i>Profusulinella</i> sp., <i>Ozawainella vozhgatica</i> | 1.31m |
| 8. 紫色薄层粉砂质页岩 | 14.80m |
| 7. 灰黑色薄层致密块状灰岩, 产腕足类、珊瑚和䇃化石, 䇃化石有 <i>Profusulinella</i> sp., <i>Ozawainella</i> sp. | 0.43m |
| 6. 紫色薄层粉砂岩 | 24.18m |
| 5. 灰白色厚层细砂岩 | 2.87m |
| 4. 紫色薄层粉砂岩, 底部为紫红色薄层泥岩 | 20.36m |
| 3. 灰黑色薄层泥质页岩, 产植物化石 <i>Sublepidodendron bicostae</i> , <i>Lepidostro-</i>
<i>bophyllum</i> cf. <i>ovatifolium</i> , <i>Conchophyllum richthofenii</i> , <i>Sphenopteris changduen-</i>
<i>sis</i> , <i>Alloiopteris</i> sp., <i>Neuropteris gigantea</i> , <i>Cordaites</i> cf. <i>principalis</i> , <i>Trigono-</i>
<i>carpus</i> sp.; 孢粉化石有 <i>Calamospora liquida</i> , <i>Tripartites vetustus</i> , <i>Spelaeotri-</i>
<i>letes</i> sp., <i>Laevigatosporites vulgaris</i> | 0.45m |
| 2. 青灰色致密块状铝土质岩, 易风化成碎块, 含鲕粒, 铝土质岩中产孢粉
化石 <i>Knoxisporites stephanophotus</i> , <i>Lycospora subtriquetra</i> | 3.58m |
| 1. 紫褐色含铁质鲕粒粉砂岩 | 2.24m |

----- 假 整 合 -----

下伏地层 早奥陶世上马家沟组灰白色厚层致密块状灰岩

4. 本溪市高台子“本溪组”剖面

剖面位于本溪市东 15km 处高台子镇窑子峪村附近, “本溪组”出露不全, 仅出露灰岩两层, 以上为第四系覆盖 (图 4), 层序如下:

上覆地层 第四系

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

|                                                                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| “本溪组”                                                                                                                                                                                     | > 132.35m |
| 16. 灰黑色含白云质条带致密块状灰岩, 含䇃、珊瑚化石。䇃有 <i>Fusiella</i><br>sp., <i>Millerella</i> sp., <i>Fusulina</i> sp., <i>Fusulinella</i> sp., <i>Profusulinella</i> sp., <i>Oza-</i><br><i>wainella</i> sp. | 3.70m     |
| 15. 黄色细砂岩, 上部为青灰色细砂岩                                                                                                                                                                      | 7.70m     |
| 14. 灰白色致密块状白云质灰岩, 产丰富的䇃化石 <i>Profusulinella</i> sp., <i>Oza-</i><br><i>wainella vozhgatica</i>                                                                                            | 1.19m     |
| 13. 杂色粉砂质页岩夹细砂岩                                                                                                                                                                           | 20.74m    |

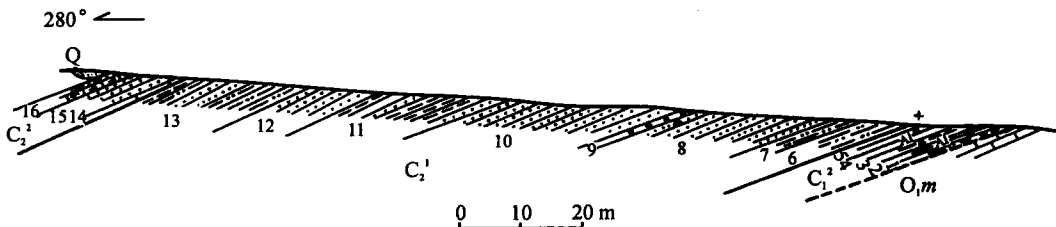


图4 本溪市高台子“本溪组”实测剖面图

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 12. 黄色细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12.15m |
| 11. 杂色粉砂质泥岩、粉砂岩和细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 19.63m |
| 10. 黄色致密块状细砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 23.53m |
| 9. 黄色砾岩，中间夹一薄层黄色细砂岩，砾岩中的砾石主要为砂岩，大小不等，最大砾径可达4cm，最小的仅为0.5cm，磨圆较好，球度较低，砂岩夹层具明显的水平层理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2.18m  |
| 8. 灰白色中粗粒砂岩，顶部含砾屑                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 19.31m |
| 7. 土黄色薄层含鲕粒粉砂质泥岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3.88m  |
| 6. 紫色薄层含铁质鲕粒粉砂质页岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6.30m  |
| 5. 黑色薄层泥质页岩，产植物化石 <i>Sublepidodendron benxiense</i> , <i>S. bicostae</i> , <i>S. sp.1</i> , <i>Lepidodendron ninghsiaense</i> , <i>L. volkmannianum</i> , <i>L. sp.2</i> , <i>Lepidostrobus grabaui</i> , <i>Lepidostrobophyllum cf. ovatifolium</i> , <i>L. sp.</i> , <i>Stigmara ficioides</i> , <i>Conchophyllum richthofenii</i> , <i>Neuropteris gigantea</i> , <i>N. cf. antecessens</i> , <i>Cordaites cf. principalis</i> , <i>Trigonocarpus sp.</i> ; 孢粉化石有 <i>Lycospora pusilla</i> , <i>L. noctuina</i> , <i>L. rotunda</i> , <i>L. subtriquetra</i> , <i>Crassispora maculosa</i> , <i>C. kosankei</i> , <i>Densosporites annulatus</i> , <i>Waltzspora planingulata</i> , <i>W. polita</i> , <i>Acanthotriletes castanea</i> , <i>Anapiculatisporites minor</i> , <i>Raistrickia nigra</i> , <i>Reticulatisporites carnosus</i> , <i>Murospora margodentata</i> , <i>Knoxisporites staphanophorus</i> , <i>Convolutispora venusta</i> , <i>C. ampla</i> , <i>Laevigatisporites vulgaris</i> , <i>Punctatosporites sp.</i> , <i>Florinites sp.</i> | 1.76m  |
| 4. 青灰色薄层含鲕粒铝土质页岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4.20m  |
| 3. 紫色薄层含岩屑泥岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2.62m  |
| 2. 青灰色（风化面土黄色）含铁质泥岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2.75m  |
| 1. 紫色含鲕粒铁质泥岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0.71m  |

----- 假 整 合 -----

下伏地层 早奥陶世上马家沟组灰黑色厚层含燧石条带致密灰岩

## 第二章 植物群研究

### 一、植 物

#### (一) 植物群的组成及性质

辽东太子河流域早石炭世植物化石产于桓仁县木孟子、本溪县田师傅以及本溪市牛心台和高台子等地“本溪组”底部，共计 21 属 41 种，全部名单如下：

#### 石松纲 Lycopsidea

##### 原始鳞木目 Protolpidodendrales

拟鳞木属 *Lepidodendropsis* Lutz, 1933

拟鳞木 (未定种) *Lepidodendropsis* sp.

亚鳞木属 *Sublepidodendron* (Nathorst, 1920) Hirmer, 1927

本溪亚鳞木 *Sublepidodendron benxiense* Mi et al., 1990

双肋亚鳞木 *S. bicostae* Mi et al., 1990

奇异亚鳞木 *S. mirabile* (Nathorst, 1920) Hirmer, 1927

罗伯特亚鳞木 (比较种) *S. cf. robertii* (Nathorst, 1914) Chaloner et Boureau, 1967

亚鳞木 (未定种 1) *S. sp.1*

亚鳞木 (未定种 2) *S. sp.2*

##### 鳞木目 Lepidodendrales

鳞木属 *Lepidodendron* Sternberg, 1820

宁夏鳞木 *Lepidodendron ninghsiaense* Sze et Lee, 1945

山阳鳞木 *L. shanyangense* Wu et He, 1978

坛鳞木 *L. volkmannianum* Sternberg, 1820

鳞木 (未定种 1) *L. sp.1*

鳞木 (未定种 2) *L. sp.2*

鳞木类的周皮相 *Bergeria* sp.

鳞木类的内模相 *Knorria* sp.

封印木属 *Sigillaria* Brongniart, 1882

封印木 (未定种 1) *Sigillaria* sp.1

封印木 (未定种 2) *S. sp.2*

鳞孢穗属 *Lepidostrobus* Brongniart, 1828

葛氏鳞孢穗 *Lepidostrobus grabau* Sze, 1936

鳞孢穗 (未定种) *L. sp.*

鳞孢叶属 *Lepidostrobohyllum* Hirmer, 1927

卵鳞孢叶 (比较种) *Lepidostrobohyllum cf. ovatifolium* (Lesq., 1879) Chal., 1967

鳞孢叶 (未定种) *L. sp.*

似鳞叶属 *Lepidophylloides* (Brongniart, 1828) Snigirevskaya, 1958

似鳞叶 (未定种) *Lepidophylloides sp.*

根座属 *Stigmaria* Brongniart, 1822

脐根座 *Stigmaria ficoides* (Stenberg, 1820) Brongniart, 1822

楔叶纲 Sphenopsida

古芦木属 *Archaeocalamites* Stur, 1875

浅沟古芦木 *Archaeocalamites scrobiculatus* (Schloth., 1820) Seward, 1910

中芦木属 *Mesocalamites* Hirmer, 1927

细尖中芦木 *Mesocalamites cistiformis* (Stur, 1877) Hirmer, 1927

星叶属 *Asterophyllites* Brongniart, 1882

星叶? (未定种) *Asterophyllites? sp.*

(附) 瓢叶目 Noeggerathiales

贝叶属 *Conchophyllum* Schenk, 1883

李希霍芬贝叶 *Conchophyllum richthofenii* Schenk, 1883

真蕨纲和种子蕨纲 Filices et Pteridospermopsida

铲羊齿属 *Cardiopteridium* Nathorst, 1914

铲羊齿? (未定种) *Cardiopteridium? sp.*

楔羊齿属 *Sphenopteris* (Brongn.) Sternberg, 1825

昌都楔羊齿 *Sphenopteris changduensis* Gu et Zhi, 1974

钝楔羊齿 *Sph. obtusiloba* Brongniart, 1828

楔羊齿 (未定种) *Sph. sp.*

须羊齿属 *Rhodeopteridium* Zimmermann, 1959

湘乡须羊齿 (比较种) *Rhodeopteridium cf. hsianghsiangensis* (Sze, 1951) Zhang, 1980

须羊齿 (未定种) *Rh. sp.*

蹼蕨属 *Alloiopteris* Potonie, 1899

蹼蕨 (未定种) *Alloiopteris sp.*

栉羊齿属 *Pecopteris* Brongniart, 1822

粗糙栉羊齿 *Pecopteris aspera* Brongniart, 1828

脉羊齿属 *Neuropteris* Brongniart, 1822

大脉羊齿 *Neuropteris gigantea* Sternberg, 1825

早脉羊齿 (比较种) *N. cf. antecedens* Stur, 1875

长脉羊齿 (比较种) *N. cf. pseudoblissi* Potonie, 1893

科达纲 Cordaitopsida

科达属 *Cordaite* Unger, 1850

带科达 (比较种) *Cordaite cf. principalis* (Germer, 1848) Geinitz, 1855

种子 Semina Gymnospermarum

六棱籽属 *Hexagonocarpus* Renault, 1890

六棱籽 (未定种) *Hexagonocarpus sp.*

三棱籽属 *Trigonocarpus* Brongniart, 1828  
 许特芝三棱籽 *Trigonocarpus schultzeanus* Goepp. et Berg., 1864  
 三棱籽 (未定种) *Tr.* sp.  
 上述各类植物在植物群中所占比例如表 1。

表 1 植物群组成统计表

| 分类位置     | 属  | 已知种 | 比较种 | 未定种 | 种数百分比/% |
|----------|----|-----|-----|-----|---------|
| 石松纲      | 8  | 8   | 2   | 12  | 53.7    |
| 楔叶纲      | 4  | 3   | 0   | 1   | 9.8     |
| 真蕨纲和种子蕨纲 | 6  | 4   | 3   | 4   | 26.8    |
| 科达纲      | 1  | 0   | 1   | 0   | 2.4     |
| 种子       | 2  | 1   | 0   | 2   | 7.3     |
| 合计       | 21 | 16  | 6   | 19  | 100     |

从上述植物化石名单、表 1、图 5 可以看出，辽东太子河流域早石炭世植物群以石松纲占绝对优势，计 8 属 22 种，为当前植物群的主体，其种数占整个植物群组成的 53.7%；其次为真蕨纲和种子蕨纲，共 6 属 11 种，占 26.8%；此外，还有少量楔叶纲（4 属 4 种，占 9.8%）、种子（2 属 3 种，占 7.3%）、科达纲（1 属 1 种，占 2.4%）。从显示的总体面貌看，当前植物群与我国南方及欧美同期植物群大体可以比较，但其中发育了东亚华夏植物群的特有分子。兹将其组成特征分述如下：

1. 石松纲

当前植物群以此纲占绝对优势，占整个植物群组成的一半以上，包括原始鳞木目和鳞木目两大分类群。

原始鳞木目包括拟鳞木属（*Lepidodendropsis*）和亚鳞木属（*Sublepidodendron*），它们均被认为是

晚泥盆世至早石炭世拟鳞木植物群的特征属。拟鳞木属在本区仅出现一个种 *Lepidodendropsis* sp.，而且仅发现于田师傅地区，此种虽为未定种，但其显示的特征如茎很窄、每轮叶座少以及叶子较宽等，与莱塞（W. S. Lacey, 1962）建立于北威尔士维宪期地层中的 *Lepidodendropsis recurvifolia* 非常相似，反映了当前植物群与西欧早石炭世植物群之间的联系。亚鳞木属在当前植物群中的分异度较高，达 6 种，而且分布也较广，在桓仁县木孟子及本溪市牛心台、高台子及本溪县田师傅等地均可见其踪迹。其中 *Sublepidodendron mirabile* 被视为拟鳞木植物群的特征分子之一，是世界性下石炭统的标准分子。 *Sublepidodendron*

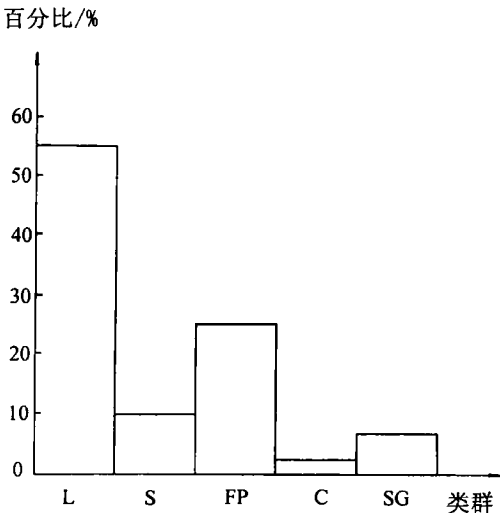


图 5 各类植物种数百分比直方图

L—Lycopsoida; S—Sphenopsida; FP—Filices et Pteridospermopsida; C—Cordaitopsida; SG—Semina Gymnospermarum

*robertii* 亦为欧洲下石炭统植物群的常见分子, 主要分布于斯匹茨卑尔根岛及英国等地, 本区出现的为其比较种。这些分子的出现, 进一步加强了当前植物群与欧洲早石炭世植物群之间的内在联系。此外, 亚鳞木属在本区还出现了一些地方性种, 其中, *Sublepidodendron benxiense* 的拱形痕呈人字形, 排列非常规则, 可以排除是由于受挤压所致。*Sublepidodendron bicostae* 拱形痕下方具有两条短肋。这些特征与亚鳞木属的其他已知种区别明显, 反映了当前植物群具有一定的地方性色彩。*Sublepidodendron* sp.1 与产于江苏下石炭统高骊山组的 *S. tangshanense* 比较相似, 这似可说明当前植物群与我国南方同期植物群具有一定的联系。*Sublepidodendron* sp.2 从其拱形痕下方有时可见一条较长的中沟和隔带上隐约可见斜纹看, 很可能是 *Sublepidodendron mirabile* 的幼枝。此外, 当前植物群中还出现了非常丰富的亚鳞木小枝化石, 其顶端通常作二歧分叉。以上情况反映了本区早石炭世亚鳞木这一植物相对比较繁盛。

鳞木目植物包括鳞木属 (*Lepidodendron*)、封印木属 (*Sigillaria*)、鳞孢穗属 (*Lepidostrobus*)、鳞孢叶属 (*Lepidostrobohyllum*)、似鳞叶属 (*Lepidophylloides*) 以及根部化石根座属 (*Stigmara*)。鳞木属除周皮相和内模相外, 在本区还出现了 5 个种: *Lepidodendron ninghsiaense*, *L. shanyangense*, *L. volkmannianum*, *L. sp.1*, *L. sp.2*。这些分子叶座均较小, 尖狭, 呈纵向伸长的纺锤形, 三小点基本位于叶痕两侧角连线上, 无通气道痕; 而 *L. volkmannianum* 的叶座则特别小, 叶形态略呈酒坛形, 常见于世界各地下石炭统中。因此, 当前植物群中的鳞木属显示了时代较老的鳞木类的特征, 可视为早期东方型鳞木。

此外, 当前植物群中还保存了鳞木类的孢子叶穗、孢子叶、营养叶以及鳞木茎干的不同皮层的化石。它们虽在古植物分类学上没有重大意义, 但亦可在一定程度上说明当时鳞木类植物在太子河流域比较繁盛。封印木属在本区出现了 2 种, 由于均仅保存为周皮相, 在古植物学分类学上也没有太大意义。鳞木类的根座化石 *Stigmara ficoides* 在本区的发现颇具生态学意义, 此种一般生活于潮湿、温暖, 富含水分的成煤沼泽或低地。

## 2. 楔叶纲

当前植物群中属于此纲的植物较少, 计有古芦木属 (*Archaeocalamites*)、中芦木属 (*Mesocalamites*)、星叶属? (*Asterophyllites*?) 和贝叶属 (*Conchophyllum*)。其中, 贝叶属属飘叶目, 这类植物枝条不具明显的节和节间, 显然与楔叶纲植物不同, 但长期以来, 人们已习惯于将其附在楔叶纲中, 为了不至于引起混乱, 本文暂仍采纳《中国古生代植物》(1974) 一书的分类方案。

上述楔叶纲的 4 个属在本区均仅出现 1 个种。*Archaeocalamites scrobiculatus* 为欧美早石炭世植物群的特征分子, 通常被视为世界性下石炭统的标准化石。*Mesocalamites* 被认为是从古芦木属发展到芦木属的过渡类型, 当前出现的 *Mesocalamites cistiformis* 为欧美纳缪尔阶的重要植物。这些分子在本区的出现, 反映了当前植物群与欧美植物群之间的内在联系。楔叶纲中引人注目的是出现了 *Conchophyllum richthofenii*, 此种被视为颇具东方色彩的种和华夏植物群的特有分子, 其在本区的出现反映了当前植物群已初具早期华夏植物群的萌芽。

## 3. 真蕨纲和种子蕨纲

当前植物群中属于此类的植物较为丰富, 计 6 属 11 种, 在整个植物群中占据第二位。包括铲羊齿属? (*Cardiopteridium*?)、楔羊齿属 (*Sphenopteris*)、须羊齿属 (*Rhodeopterid-*



ium)、蹼蕨属 (*Alloiopteris*)、栉羊齿属 (*Pecopteris*) 和脉羊齿属 (*Neuropteris*)。其中, 以楔羊齿属和脉羊齿属分异度较高, 各为 3 个种; 其次为须羊齿属, 2 种; 铲羊齿属、蹼蕨属和栉羊齿属各包括 1 个种。上述分子中, *Cardiopteridium*, *Rhodeopteridium* 为拟鳞木植物群的常见属, *Alloiopteris* 属以及 *Sphenopteris obtusiloba*, *Pecopteris asperra* 等均为欧美纳缪尔阶植物群的常见分子。*Neuropteris antedens*, *N. pseudoblissi* 等亦为欧美纳缪尔阶植物群的常见分子, 本区出现的为比较种。因此, 真蕨纲和种子蕨纲的组成分子进一步加强了当前植物群与欧美同期植物群之间的联系。须要指出的是, *Neuropteris gigantea* 在欧美虽出现于威斯特法期, 但在中国却广泛出现于纳缪尔期甚至维宪期地层中。

4. 科达纲

属于此纲的植物在当前植物群中仅有 1 属 1 种, 即 *Cordaite cf. principalis*。科达属是晚古生代地层中较为常见的化石, 本区出现的虽只有 1 种, 但分布较广, 数量也较多, 反映了此属是较为繁盛的分类群。这类植物主要繁盛于晚石炭世到晚二叠世, 是这一时期的主要成煤植物之一, 其当前植物群中的出现似可说明, 早石炭世晚期裸子植物已开始发展到一个新的阶段。

5. 种子

当前植物群种子化石计 2 属 3 种: *Hexagonocarpus* sp., *Trigonocarpus schultzianus*, *Tr.* sp.。这些种子化石均为分散保存。

综上所述, 辽东太子河流域早石炭世植物群与欧美同期植物群大致可以比较, 含有较多的相同分子或相似分子。同时, 原始鳞木目植物相当繁盛, 说明当前植物群仍处于拟鳞木植物群的发展阶段。值得指出的是, 当前植物群还出现了个别华夏植物群的特有分子, 鳞木类植物亦具有东方型鳞木的特征, 反映了当前植物群具有由拟鳞木植物群逐渐向华夏植物群过渡的性质。

从这一植物群的横向分布可以看出 (见图 6、表 2、表 3), 上述 4 个地区均以石松纲植物占优势, 但组成分子及丰富程度有一定的差异。据此, 可划分为 4 个植物组合, 即桓仁县木孟子早石炭世植物组合、本溪县田师傅早石炭世植物组合、本溪市牛心台早石炭世植物组合和本溪市高台子早石炭世植物组合 (见图 6、表 3)。

表 2 辽东太子河流域各地植物组合属种统计表

| 产地<br>分类位置 | 属      |        |        |        | 种      |        |        |        | 种数百分比/% |        |        |        |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
|            | 桓仁县木孟子 | 本溪县田师傅 | 本溪市牛心台 | 本溪市高台子 | 桓仁县木孟子 | 本溪县田师傅 | 本溪市牛心台 | 本溪市高台子 | 桓仁县木孟子  | 本溪县田师傅 | 本溪市牛心台 | 本溪市高台子 |
| 石松纲        | 4      | 6      | 2      | 5      | 10     | 10     | 2      | 10     | 41.7    | 55.6   | 25.0   | 66.6   |
| 楔叶纲        | 2      | 2      | 1      | 1      | 2      | 2      | 1      | 1      | 8.2     | 11.1   | 12.5   | 6.7    |
| 真蕨纲和种子蕨纲   | 6      | 2      | 3      | 1      | 10     | 2      | 3      | 2      | 41.7    | 11.1   | 37.5   | 13.3   |
| 科达纲        | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 4.2     | 5.6    | 12.5   | 6.7    |
| 种子         | 1      | 2      | 1      | 1      | 1      | 3      | 1      | 1      | 4.2     | 16.6   | 12.5   | 6.7    |
| 合计         | 14     | 13     | 8      | 9      | 24     | 18     | 8      | 15     | 100     | 100    | 100    | 100    |