

河北师范大学出版基金资助
河北省教育厅博士基金协同资助

河北抚宁、曲阳

晚古生代地层及植物群

HEBEI FUNING QUYANG
WANGUSHENGDAIDICENG
JI ZHIWUQUN

阎同生 杨遵仪 著

地质出版社

地质部地质研究所地质研究所地质研究所
地质部地质研究所地质研究所地质研究所

河北地质 地质

晚古生代地层及植物群

地质部地质研究所地质研究所地质研究所
地质部地质研究所地质研究所地质研究所
地质部地质研究所地质研究所地质研究所

地质部地质研究所地质研究所地质研究所

地质部地质研究所地质研究所地质研究所

河北抚宁、曲阳 晚古生代地层及植物群

阎同生 杨遵仪 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书对河北抚宁柳江煤矿、河北曲阳石炭纪—二叠纪植物群特点、演化及分布特征进行了研究,鉴定了44种86种植物化石,同时分析研究相关陆相层序地层及沉积环境。在与其他地区对比的基础上,详尽地论述了河北抚宁、曲阳的石炭纪—二叠纪植物群演化及上石炭统一二叠统分界线附近孢粉性质。与国、内外数十个地区同期植物群进行了属种成分、共生特点方面对比,结合叶相学分析和植物器官功能分析方法,进行了植物古生态学、埋藏学方面研究,并在应用计算机技术鉴定古植物属种方面作出了新的尝试。

本书可供区域地质、地层古生物、古地理、煤田及石油勘探方面研究人员及高等院校相关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

河北抚宁、曲阳晚古生代地层及植物群/阎同生等著. —北京:地质出版社,2001.11

ISBN 7-116-03490-0

I. 河... II. 阎... III. 二叠纪-古植物区-植物群-研究-河北省 IV. Q914.722.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 073871 号

责任编辑:王大军 蔡明海 白 铁

责任校对:田建茹

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路29号,100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787×1092^{1/16}

印 张:6 图版:4 页

字 数:180000

印 数:1—500 册

版 次:2001年11月北京第一版·第一次印刷

定 价:25.00 元

ISBN 7-116-03490-0/P·2233

(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

笔者多次赴河北秦皇岛柳江、曲阳,山西沁县、沁源等地工作,实地收集了大量第一手资料,对本溪组至孙家沟组地层及古植物进行较详细的系统研究,在古植物方面研究资料较少的河北秦皇岛柳江、曲阳石炭纪一二叠纪地层内发现大量古植物化石。柳江植物群化石经鉴定共有 86 种,其中真蕨纲和种子蕨纲居首要位置,占植物群总数 41.8%,楔叶纲次之,占 18.6%,石松纲居第三位,占 11.6%,其他依次递减为科达纲、苏铁纲。经研究,确定柳江植物群属种成分及其总体面貌属于华夏植物群。在柳江植物群中发现了华夏植物群早、中、晚三期的典型属种。早期华夏植物群中的典型分子 *Neuropteris ovata*, *Lepidodendron posthumii*, *L. oculus-felis*; 中期华夏植物群中典型分子 *Emplectopteris triangularis*, *Emplectopteridium alatum*, *Taeniopteris multinervis*, *Pecopteris orientalis*。

晚期华夏植物群中典型分子为 *Ullmannia bronii*, *Walchia bipinnata*, 以往唐山开平古植物研究 (Stockman et Mathieu 1939), 对华夏植物群纵向演化未详细述及, 也没结合剖面详细研究, 这一内容对山西以东大区域内的华夏植物研究有重要意义。

笔者在柳江结合石炭纪一二叠纪地层研究, 从本溪组到孙家沟组详细研究了地层发育历史及古植物演化历史, 并与国内外 15 个同期植物群进行了对比, 国内植物群有唐山开平、山西月门沟、山西大同、晋东南、河南禹县、山东淄博、内蒙古清水河及山西河曲、福建、辽宁省东部、南部及西藏昌都妥坝, 国外有日本、朝鲜及泰国。

根据植物共生组合特性, 划分古植物群落为: ①晚石炭世沼泽近水低位植物群落; ②早二叠世近水低位植物群落; ③晚二叠世高地岸生植物群落。以往华北地区石炭纪一二叠纪孢粉研究重点在太原以北, 工作较详细, 而太原以南地区孢粉研究资料较少, 上石炭统、下二叠统界线附近的孢粉性质一直无人做过工作。在山西南部、河北曲阳及秦皇岛采集了石炭系二叠系孢粉样品, 特别研究柳江晚古生代与植物群共生的孢粉及其组合特征, 证实太原以南孢粉组合特征与太原以北基本相同, 南、北地区可以对比。

结合叶相学分析, 研究有关植物古生态学, 确定了植物群所代表的古生态、古气候条件, 利用叶级 (leaf size)、叶缘 (leaf margin)、叶型 (leaf type)、叶脉密度 (venation density)、叶质 (leaf texture)、叶基部形态和叶片结构等特征, 推测古气候。

在同一等时界面上划分生物地层时, 不应只用某一门类化石, 而应结合多门类综合分析, 以提高地层划分精度, 避免单门类化石分带的片面性。前人对华北晚古生界的划分已做过不少研究, 在此基础上, 本文以古植物组合 (或植物始现、绝灭) 结合其他门类生物综合划分晚古生代几个重要生物地层界限, 即利用古植物、孢粉, 综合地对石炭纪一二叠纪生物地层进行划分和对比, 共划分 7 个组合, 反映植物在不同时期的发展变化, 建立以下化石组合带, ① *Linopteris neuropteroides*-*Lepidodendron galeatum* 组合带; ② *Neuropteris ovata*-*Lepidodendron oculus-felis* 组合带; ③ *Lobatannularia sinensis*-*Annularia stellata* 组合带; ④ *Pecopteris anderssonii*-*Pterophyllum daihoense* 组合带; ⑤ *Cladophlebis permica*-*Pterophyllum*

cutelliforme 组合带;⑥ *Gigantonoclea hallei-Fasciapteris hallei* 组合带;⑦ *Ullmania bronni-Walchia bipinnata* 组合带。

本文研究本区晚石炭世—晚二叠世的生物地层界线,具体划分方案如下:

1. 晚石炭世早期和晚石炭世晚期生物地层界线

以太原组中大量的网羊齿属种如 *Linopteris* cf. *germari*, *L. simplex*, *L. densissima*, *L. neuropteroides* 及小叶座鳞木 *L. galeatum* 的消失作为陆相地层本溪组与太原组的分界。界线应划于 *Neuropteris pseudovata* 始现界线之下。

2. 晚石炭世和早二叠世生物地层界线

按目前国内古生物学界公认的方案,将海相、海陆交互相二叠系和石炭系生物地层界线置于 *Pseudoschwagerina* 带之下。本书采用这一方案,将界线置于庙沟灰岩 *Pseudoschwagerina* 延限带的底界。

3. 早二叠世早期和早二叠世晚期之间生物地层界线

将陆相早二叠世早期和早二叠世晚期之间界线划分在 *Emplectopteris triangularis*, *Taeniopteris mucronata*, *Lobatannularia sinensis* 组合与 *Tingia* spp-*Cathaysiopteris whitei* 组合之间。

4. 早二叠世晚期与晚二叠世早期生物地层的界线

界线应划于 *Gigantonoclea kaipingensis* 与 *Psymophyllum mutipartitum-Lobatannularia heianensis* 组合之间。

5. 晚二叠世早期与晚二叠世晚期生物地层的界线

晚二叠世早期与晚二叠世晚期生物地层的界线应置于 *Gigantonoclea hallei-Psymophyllum mutipartitum-Lobatannularia heianensis* 组合与 *Ullmania bronni-Walchia bipinnata* 组合之间。

经综合分析,可建立一套划分方案,与相邻其他地区进行较精确的对比,则可以较便捷地确定层位。

本书详细研究了柳江盆地石炭纪—二叠纪植物群埋藏沉积物特点及植物化石保存状态所体现的水流搬运沉积特征及保存特征(水流方向、季节、绝灭原因)。研究了山西沁源、河北秦皇岛柳江、曲阳陆相层序地层学,包括对沉积体系域的划分,利用恢复植物古生态方法确定低位体系域和水进位体系域,并根据古植物组合确定层序相对时间界面,详细对华北陆相层序地层中的主要时限界面进行确定,河北秦皇岛柳江、曲阳,山西沁源才子坪等处的石炭纪—二叠纪沉积体系域主要以陆相河流体系域、湖泊体系域及三角洲体系域为主,主要沉积体系域为:

1. 河流沉积体系域:(a. 河道沉积;b. 心滩沉积;c. 边滩沉积;d. 天然堤沉积;e. 决口扇沉积;f. 洪泛平原沉积);

2. 湖泊沉积体系域;

3. 沼泽沉积体系域(闭流沼泽沉积,淡水泥炭沼泽沉积);

4. 三角洲沉积体系域;

5. 滨、浅海沉积体系域。

结合柳江、曲阳及山西沁源的古植物属种鉴定,本文利用计算机对古植物属种鉴定作出了新的尝试,将古植物人工鉴别特征转为机器语言,利用计算机速度快,存储功能强等优势

对古植物叶形特征进行了计算机模拟及对比研究。为了使计算机可以自动识别叶片形态,并使叶片分类定量化,需将叶片形态数字化,首先建立种的数学特征模板,随后用微机将方程转为图形。结合叶脉特性,将图形与待定标本进行比较,然后利用计算机进行比较和分类,具有相同特征的属种归于一类。并对原有属种图片进行计算机存储,便于比较。

本书出版得到了河北师大科学专著出版基金、河北省教育厅博士科研启动基金、河北省教育厅科学专著出版基金的协同资助,同时感谢地质出版社工作人员的辛勤工作。

作 者

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 研究简史	(1)
第二节 研究意义	(1)
第三节 研究进展	(2)
第四节 主要工作量	(3)
第二章 地 层	(4)
第一节 地质概况	(4)
第二节 地层剖面描述	(5)
第三节 华北地台东缘晚古生代生物地层划分	(11)
第四节 华北石炭—二叠系层序地层学	(16)
第五节 沉积体系分析	(25)
第三章 柳江植物群	(26)
第一节 植物群属种名单	(26)
第二节 植物群特征	(30)
第三节 生物组合的综合划分	(35)
第四节 与国内同期植物群的对比	(37)
第五节 与国外同期植物群的对比	(42)
第六节 孢子花粉研究	(43)
第四章 植物古生态	(47)
第一节 叶相分析	(47)
第二节 植物群指示的古环境及古气候	(48)
第三节 古植物群落研究	(51)
第五章 计算机技术在古植物分类研究中的应用	(53)
第一节 引 言	(53)
第二节 材 料	(53)
第三节 理论与方法	(53)
第四节 建立模板库	(54)
第五节 分解图形及鉴定	(54)
第六节 实 例	(54)
结 语	(57)
参考文献	(58)
英文摘要	(64)
附 录	(66)
图版说明	(82)
图 版	(91)

第一章 绪 论

自 1995 年开始, 笔者多次赴河北秦皇岛柳江、曲阳, 山西沁县、沁源等地工作, 实地收集了大量第一手资料, 测制剖面并采集古植物化石及孢粉样品。经室内鉴定、照相、孢粉分析等, 对华北地台东缘的华夏植物群特点、分布特征演化进行了研究, 同时论述了陆相层序地层及沉积环境。

第一节 研究简史

华北地台晚古生代华夏植物群以 Brongniart A. T. (1874)、Schenk (1883) 研究较早, 后 Halle T. G. (1927)、Stockmans F. et Mathieu F. F. (1939, 1957)、斯行健 (1954)、李星学 (1963), 赵修祜 (1987)、杨关秀 (1987)、孙克勤 (1992)、陈芬等 (1997) 均对华北不同地点的华夏植物群进行了研究。河北秦皇岛柳江盆地至今无人进行过晚古生代古植物研究, 河北曲阳华夏植物群研究亦较为薄弱。由于种种原因, 河北秦皇岛柳江、河北曲阳、山西沁源盆地陆相层序地层学研究前人尚无报道。

胡伯素 (1932) 报道柳江石门寨的寒武系—奥陶系, 涉及腕足动物化石, 但未谈晚古生代地层及植物。

第二节 研究意义

尽管在不同地点华北晚古生代古植物已有前人做过研究, 但是, 在唐山以东至辽宁南部的广大地区内, 一直未有较大植物群发现, 这一地区北部约 400 km 处即是华夏植物群与安加拉植物群的混生地带, 因此本区华夏植物群研究对于从整体上系统研究华北东部华夏植物群演化及安加拉植物群与华夏植物群渐变关系均有重要意义。

根据本区的古植物群分布及相关沉积物发育历史, 分析陆相层序地层学特征, 在本区亦属首次, 这种研究对于详细分析盆地升降、沉积环境的变化、层序地层中沉积物变化规律、对层序地层界面进行时限厘定、增加区域对比性具有重要的应用价值。在陆相层序地层研究过程中, 由于海相化石无法找到, 依据陆生植物确定层序界面的时代及应用根土岩及结构层确定体系域中的古沉积环境, 华北二叠纪陆相层序地层可用地层内古植物厘定时代及确定界面, 对于提高陆相层序地层区域对比精度, 具有十分重要的学术价值。

据植物属种特征、特定指示植物及植物本身表示的功能形态学特征, 对植物古生态学和古气候学进行研究, 在该区植物群研究中是一个新兴而有待于进一步研究的课题。

使用计算机对古植物进行鉴定和分析比较, 在我国尚处于萌芽状态, 目前尚未有人对古生代植物进行过计算机鉴定和比较, 因此, 本文选定这一课题作为突破口, 在这一方法上进行了新的尝试。

第三节 研究进展

陆相层序地层学近年在我国为发展较快的学科,然而有关柳江、曲阳晚古生代陆相地层的研究较少,因此,笔者在研究古植物群演化特点的同时,结合沉积特征研究陆相层序地层;通过对各主要层序顶底界面出现的植物组合进行分析,确定化石属种绝灭规律与沉积环境变化的对应关系,研究古环境变化与层序地层中沉积物变化相关规律,本书主要在以下几个方面取得进展。

1. 在河北曲阳石炭纪一二叠纪地层中发现大量古植物化石,秦皇岛柳江盆地由于特殊的沉积环境、化石保存条件及化石点交通困难等原因,化石采集难度较大,前人在古植物方面研究资料十分稀少,河北曲阳仅有王庆之(1992)曾报道下石盒子组植物,鉴定植物18种。笔者此次在曲阳较详细的系统研究本溪组至孙家沟组地层及古植物。经数月野外工作,在秦皇岛柳江、曲阳采集到丰富的古植物化石及部分腕足类化石。经查阅文献后鉴定,共86种植物化石。此植物群中以蕨类为主,其次为楔叶纲,再次为石松纲、科达纲、苏铁纲、银杏纲等。对整个植物群属种成分及演化进行研究后,确定研究地区植物成分组合属于华夏植物群,为晚古生代植物研究提供了新成果。

在古植物群演化研究方面,结合作业区实际资料,进一步探讨华北华夏植物群的演化规律,在与其他地区对比的基础上,更为详尽地研究华北地块东部的华夏植物群的演化,划分了华夏植物群内部的几个绝灭与成种事件,与国内外15个地区的同期植物群在属种成分、组合特点上进行研究。

太原以南上石炭统与下二叠统统界线附近的孢粉特征,一直是未解决的问题,孢粉研究尚属空白。此次从山西南部,河北曲阳及柳江等地采集到孢粉样品,研究后,基本确定了华北地台东缘的上石炭统与下二叠统分界线附近孢粉性质。

2. 结合叶相学分析、植物器官功能分析方法对华北地台东缘晚古生代地层进行植物古生态学等方面的研究,确定了植物群所反映的古生态、古气候条件。通过埋藏地沉积物特点及植物化石保存状态所反映的水流搬运、沉积特征及保存特征,对古植物埋藏地的沉积特征、埋藏学特点进行分析,对埋藏环境进行判别后划分主要埋藏环境,对古植物化石保存所反映的搬运距离、水流方向、季节、绝灭原因进行了详细探讨,进一步恢复古环境,特别研究了柳江盆地石炭纪一二叠纪植物群所处的古环境。

3. 结合柳江、曲阳及山西沁源的古植物属种鉴定,利用计算机对古植物属种鉴定作出了新的尝试,将古植物人工鉴别特征转为机器语言,利用计算机速度快、存储功能强等优势,对古植物叶形特征进行了计算机模拟及对比研究。首先将植物叶片形态分解为数学方程,随后用微机将方程转为图形,结合叶脉特性,将图形与待标本进行比较,建立了一种新型的化石图形对比方法。对于原有属种图片可以进行计算机存储,便于比较。这种方法可更为精确地确定古植物属种,使古植物鉴定由定性转变为定量,排除人为因素干扰,缩小鉴定误差,降低工作强度。此方法将减少图版对比时的繁重工作,节约大量时间。

4. 前人对华北晚古生代地层划分作了不少研究,在此基础上,本文试图以古植物组合(或植物始现、绝灭)结合其他门类生物综合划分华北地块东部晚古生代几个重要生物

地层界线，即利用古植物、孢粉、有孔虫及其他化石组合，综合划分和对比石炭纪—二叠纪生物地层，以提高地层划分精度。在研究柳江、曲阳等地古植物群的同时，进一步探讨华北华夏植物群的演化规律。对柳江曲阳晚古生代地层依据古植物亦可进行划分，解决存在的问题（包括界线划分），建立了一套地层系统划分方案，使之可与相邻地区进行较精确的对比，共划分 7 个组合带并试图以植物属种始现和绝灭界线划分地层。

对山西沁源盆地、河北柳江盆地、曲阳盆地的陆相层序地层作了初步研究，并划分了沉积环境。

第四节 主要工作量

本书的资料收集最早开始于 1989 年，即每年率领学生到柳江野外实习，每年 6~7 月野外测量剖面，并采集标本。1995 年至 1998 年又三次赴河北曲阳煤矿、秦皇岛柳江煤矿，山西沁县、沁源等野外研究工作，考察地质剖面十余条，测制剖面 10 条，其中柳江盆地 5 条，曲阳 3 条，沁源 2 条。共采集古植物化石近千块。

分析孢粉样品 6 个，鉴定孢粉数十种。鉴定及修整化石标本 500 余块。野外照相 100 余张。室内制作幻灯片 36 张。标本照相放大共 126 张，最后保留图版 8 个，照相片 100 张。1996、1997 共计出野外约 100 天，采集界线附近沉积岩石标本 50 件，在曲阳及秦皇岛均采集煤层顶底板的岩石、孢粉等样品，并测制了井下剖面。

第二章 地 层

第一节 地质概况

柳江盆地位于秦皇岛市北 28 km 处，现属河北省秦皇岛市抚宁县管辖，区内有公路及铁路与秦皇岛市相通、交通较为便利（图 2-1）。

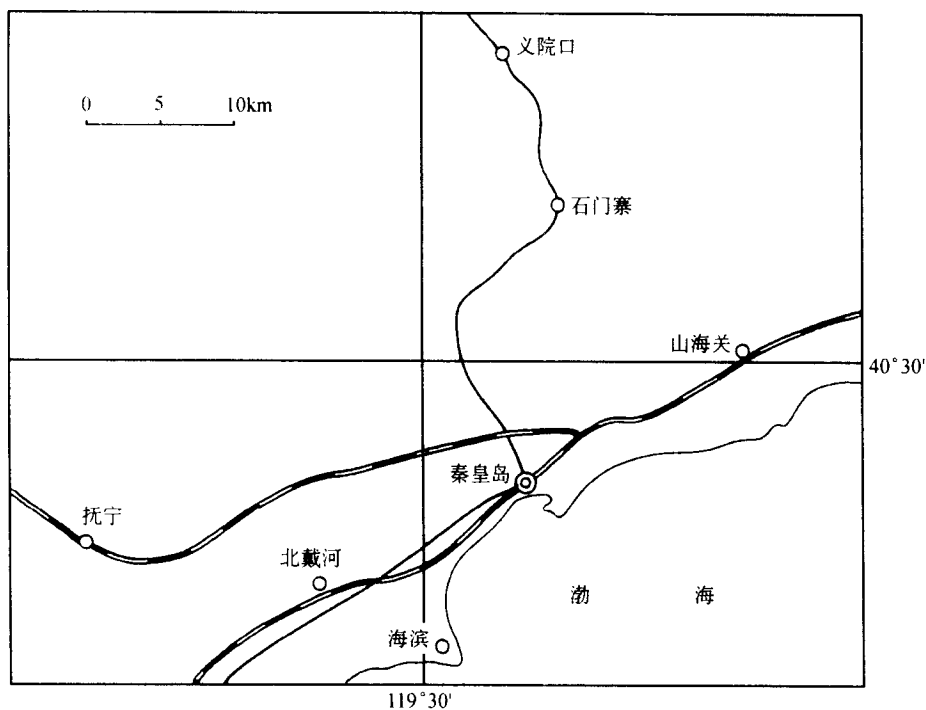


图 2-1 秦皇岛柳江盆地位置示意图

从大地构造上看，柳江盆地属于燕山沉降带东段，山海关隆起东南缘，主要为近南北向盆地。古生代以来，该区经历了数次较大构造运动（海西运动、印支运动、燕山运动），形成一系列较为复杂的褶皱与断裂构造。整个盆地西部主体为一南北走向的背斜构造，东部为一不对称大向斜。

本区地层属华北型，普遍缺失中、上奥陶统一石炭统。除下、中三叠统，白垩系、第三系外，全区出露地层为元古宇的青白口群、下古生界的寒武系、下奥陶统、上古生界的上石炭统到二叠系、中生界的上三叠统至侏罗系、新生界的第四系。

本书主要涉及上古生界的上石炭统和二叠系，此套地层在本区出露完好，层序清楚，

植物化石丰富，是研究陆相地层的良好地区。

与本区相距约 100 多公里的唐山开平曾有 Stockmans et Mathieu (1937, 1957) 进行过石炭纪一二叠纪古植物及地层方面研究，但有关本区文献屈指可数。

第二节 地层剖面描述

一、秦皇岛柳江盆地石门寨西门实测剖面

层号 岩性及化石 (从顶至底)	厚度 (m)
61. 北票第二段 $J_1 b^2$, 灰白色含砾粗砂岩, 底部粗砂岩夹砾岩 (底砾岩)	1
~~~~~ 不整合 ~~~~~	
60. 褐红色细粒砂岩, 有植物茎干及 <i>Ullmannia</i> sp. 化石	3
59. 紫红色砂岩夹灰黄色细砂岩, 楔状层理	1
58. 灰绿色细粒砂岩与红色砂岩互层	2
57. 含砾砂岩、砾岩呈透镜状产出, 具前积交错层理	1
56. 灰黄色砂岩夹少量紫红色砂岩	1.5
55. 灰黄色, 灰白色石英砂岩, 小型楔状层理	4
54. 灰白色石英细砂岩夹页岩, 水平层理, 底部板状层理, 页岩中有化石: <i>Stigmara ficoides</i> (Sternb.) Brongn., <i>Pterophyllum daihoense</i> Kaw., <i>Psygmo-</i> <i>phyllum multipartitum</i> Halle, <i>Sphenobaiera</i> sp., <i>Cordaite</i> sp.	1
53. 灰白色砂岩夹厚层灰黄色砂岩, 楔状层理	1
52. 灰白色石英中粗粒砂岩, 板状层理	1.5
51. 灰黄色中粒砂岩, 板状层理	3.5
50. 灰绿色粘土岩, 页岩互层, 具水平层理	1.5
49. 粘土岩夹黑色碳质页岩, 含植物化石	5
48. 灰绿色中细粒砂岩, 顶部为灰白色粘土岩, 楔状层理	5
47. 灰绿色粘土质页岩, 下部为砂白色砂岩、页岩中有植物化石: <i>Sphenopteris</i> sp., <i>Pecopteris feminaeformis</i> (Schloth.) Sterz., <i>Chiropteris reniformis</i> Kaw., <i>Psygmo-phyllum multipartitum</i> Halle.	2.5
46. 灰黄色石英中粒砂岩, 板状层理	3.5
45. 灰白色中粒石英砂岩具小型楔状层理	4.5
44. 灰绿色细粒砂岩, 水平层理	3.5
43. 灰绿色中粒砂岩, 含不稳煤线	2.5
42. 灰白色粉砂岩	3.5
41. 紫红色粘土质页岩, 含植物化石: <i>Stigmara ficoides</i> (Sternb.) Brongn., <i>Sphenopteris tenuis</i> Schenk., <i>S. rotunda</i> Sze, <i>Pecopteris feminaeformis</i> (Schloth.) Sterz., <i>Gigantonoclea kaipingensis</i> Gu et Zhi, <i>Tingia</i> sp., <i>Ptero-</i> <i>phyllum daihoense</i> Kaw., <i>Cordaite principalis</i> (Germ.) Gein.	1
40. 灰绿色粘土质页岩, 块状层理	3
39. 灰黄色中、粗粒黄色砂岩, 具小型交错层理	2.5
38. 灰白色石英砂岩夹灰绿色粉砂岩, 局部粘土富集	5.5
37. 石英砾岩及石英砂岩, 交错层理	1.5
36. 灰色粉砂岩, 含少量根化石, 水平及砂纹层理	4

35. 灰黄色石英中粒砂岩, 分选中等	5
34. 褐红色中粒石英砂岩, 大型交错层理	1.5
33. 灰黄色粉砂岩夹泥岩, 水平层理	5.5
32. 灰黄色中粒砂岩夹红色中粒砂岩	2
31. 灰黄色石英砂岩, 块状层理	3
30. 灰黄色中粒砂岩与灰绿色页岩互层, 具水平层理, 含化石: <i>Annularia stellata</i> (Schloth.) Wood., <i>A. orientalis</i> Kaw., <i>A. gracilescens</i> Brongn., <i>Lobatannularia sinensis</i> (Halle) Halle, <i>Sphenopteris tenuis</i> Schenk., <i>Pecopteris polymorpha</i> (Brongn.) Sterz., <i>P. taiyuanensis</i> Halle, <i>Neuropteris ovata</i> Hoffm., <i>N. plicata</i> Sternb., <i>Emplectopteris triangularis</i> Halle, <i>Emplectopteridium alatum</i> Kaw., <i>Cordaitea principalis</i> (Germ.) Gern., <i>Cardiocarpus cordai</i> (Gern.) Gu et Zhi	2
29. 灰绿色粘土页岩, 夹有粉砂岩、细砂岩透镜体, 具砂纹层理	5.5
28. 灰黄色灰白色粘土质页岩, 上部为页岩, 下部为粉砂岩、细砂岩透镜体, 具砂纹层理	7
27. 灰白色中粒砂岩、粉砂岩与泥岩互层, 具板状交错层理夹水平层理	3.5
26. 灰黄色、灰绿色粘土质泥页岩顶部具铁矿层, 泥页岩具水平纹层, 含化石: <i>Calamites suckowii</i> Brongn., <i>Annularia stellata</i> (Schloth.) Wood., <i>Sphenophyllum tenuis</i> Schenk., <i>Emplectopteris triangularis</i> Halle, <i>Emplectopteridium alatum</i> Kaw., <i>Cordaitea principalis</i> (Germ.) Gern., <i>Cordaitea schenkii</i> Halle	6.5
25. 灰黄色页岩与灰绿色粉砂岩互层, 页岩具水平层理	5
24. 灰黄色石英砂岩具小型交错层理, 分选较好	3
23. 灰绿色页岩与粉砂岩互层, 粉砂岩具小型槽状交错层理	7.5
22. 灰黄色粘土质页岩与砂岩互层, 砂岩具砂纹层理	2.5
21. 灰绿色页岩与灰绿色粉砂岩互层, 粉砂岩具砂纹层理、钙质胶结	2.5
20. 灰黄色砂岩夹灰黄色页岩及粉砂岩, 具沙纹层理、水平层理	10.5
19. 灰黄色石英砂岩, 具交错层理	4
18. 灰黄色页岩与灰绿色页岩, 具水平纹层, 含植物化石: <i>Lepidodendron oculifelis</i> (Abb.) Zeill., <i>L. posthumii</i> Jongm. et Goth., <i>Sphenophyllum minor</i> (Sterz.) Gu et Zhi, <i>Calamites suckowii</i> Brongn., <i>Annularia stellata</i> (Schloth.) Wood., <i>A. orientalis</i> Kaw., <i>A. mucronata</i> Schenk., <i>Lobatannularia sinensis</i> (Halle) Halle, <i>Neuropteris ovata</i> Hoffm., <i>N. plicata</i> Sternb.	2.5
17. 灰黄色中粒石英砂岩, 分选差, 粘土胶结	10.5
16. 灰黄色中粒砂岩, 具板状交错层理	1.5
15. 灰黄色砂岩与页岩互层, 内有灰黑色灰岩 5 层	4
14. 灰黄色粉砂岩与灰绿色页岩互层, 具水平纹层, 含化石: <i>Lepidodendron oculifelis</i> (Abb.) Zeill., <i>L. posthumii</i> Jongm. et Goth., <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternb.) Brongn., <i>C. suckowii</i> Brongn., <i>C. schutzeiformis</i> Kidst et Jongm., <i>Sphenopteris tenuis</i> Schenk., <i>Neuropteris plicata</i> Sternb., <i>N. ovata</i> Hoffm., <i>Cordaitea principalis</i> (Germ.) Gein., <i>Tingia</i> sp.	10
13. 灰黄色砂岩夹页岩、砂岩, 具楔状、板状交错层理	5
12. 灰绿色页岩夹粘土岩, 底部含根化石	2
11. 灰黄色薄层砂岩夹页岩, 内有 2 层灰岩, 有植物化石碎片	5.5

10. 灰黄色粉砂岩夹多层灰黑色页岩, 具水平纹层, 含化石: *Lepidodendron oculifelis* (Abb.) Zeill., *L. posthumii* Jongm. et Goth., *Stigmaria ficoides* (Sternb.) Brongn., *Calamites suckowii* Brongn., *C. schutzeiformis* Kidst. et Jongm., *Annularia pseudostellata* Pot., *Neuropteris ovata* Hoffm., *N. plicata* Sternb. *N. otozamioides* Sze. 5.5
9. 灰绿色砂岩与灰黄色薄层砂岩互层, 中夹页岩及透镜状灰岩 4
8. 灰绿色粉砂岩页岩, 具粒序层理、砂纹层理 3.5
7. 灰黑色炭质页岩, 内有大量植物化石, 向上渐过渡为粗粉砂岩, 具大量层状、透镜状菱铁矿结核, 含有化石: *Lepidodendron galeatum* Gu et Zhi, *L. ninghsiaense* Sze et Lee, *Stigmaria ficoides* (Sternb.) Brongn., *Bothrodendron circulare* Sze, *Asterophyllites* sp. *Paripteris gigantea* (Sternb.) Goth., *Linopteris brongniartii* Gutb., *L. intricata* Gu et Zhi, *L. densissima* Gu et Zhi, *Lepidostrobusphyllum hastatum* (Lesq.) Chal. 3
6. 灰绿色细砂岩夹灰黄色细砂岩 (夹灰岩透镜体), 具水平纹层 5.5
5. 灰绿色页岩, 灰绿色炭质页岩, 具水平层理, 内有化石: *Linopteris densissima* Gu et Zhi, *L. brongniartii* Gutb., *L. intricata* Gu et Zhi, *L. neuropteroides* (Gutb.) Pot., *L. germarii* Gieb., *Bothrodendron circulare* Sze 1.5
4. 褐红色含铁石英砂岩、灰黄色石英砂岩及灰黄色粘土质页岩互层 6
3. 灰黄色粉砂岩夹灰绿色粘土质页岩, 具纹状层理 4
2. 灰黄色、灰绿色页岩互层, 具豆状结构, 含植物化石: *Lepidodendron galeatum* Gu et Zhi, *L. ninghsiaense* Sze et Lee, *Stigmaria ficoides* (Sternb.) Brongniart., *Paripteris gigantea* (Sternb.) Goth., *Linopteris densissima* Gu et Zhi, *L. brongniartii* Gutb., *L. intricata* Gu et Zhi, *L. germarii* Gieb. 7
1. 厚达 4 m 的铝土矿, 有铁染紫红色的粉砂岩和粘土岩

~~~~~ 不整合 ~~~~~

下伏地层: 奥陶纪灰白色灰岩 (图 2-2)

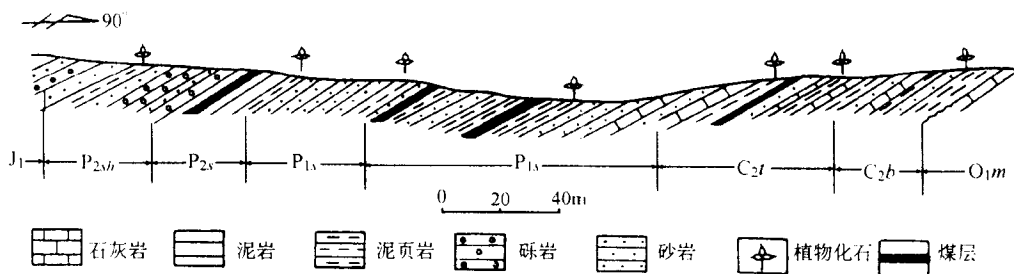


图 2-2 柳江煤矿石门寨西石炭纪一二叠纪地层剖面图

二、沁源才子坪晚古生代石炭纪一二叠纪地层剖面

厚度 (m)

33. 褐红色、灰绿色泥岩, 顶部灰绿色中粒砂岩夹棕红色泥岩 16.03
32. 棕红色、紫红色含砂质泥岩夹灰绿色泥岩及少量粉砂岩 19

| | |
|--|------|
| 31. 上部灰绿色、杂色、棕红色泥岩夹灰色中细粒砂岩。下部棕红、灰绿色泥岩及灰绿色中、细粒砂岩、砂质泥岩 | 22 |
| 30. 灰绿色中、细砂岩, 成分以石英为主 | 6.5 |
| 29. 棕红色泥岩夹灰绿色泥岩、棕红色砂质泥岩和灰绿色中、细粒砂岩 | 57 |
| 28. 灰绿色中、细粒砂岩夹灰色粉砂岩 | 8 |
| 27. 棕红色泥岩和灰绿色泥岩、灰白色中细粒砂岩、灰色泥质粉砂岩, 泥岩内有化石: <i>Emplectopteris triangularis</i> Halle, <i>Emplectopteridium alatum</i> Kaw., <i>Sphenophyllum minor</i> (Sterz.) Gu et Zhi, <i>S. rotundatum</i> Halle, <i>Calamites suckowii</i> Brongn., <i>Annularia stellata</i> (Schloth.) Wood., <i>A. orientalis</i> Kaw., <i>A. mucronata</i> Schenk., <i>A. gracilescens</i> Brongn., <i>Lobatannularia sinensis</i> (Halle) Halle, <i>Pecopteris polymorpha</i> (Brongn.) Sterz., <i>Cordaitea principalis</i> (Germ.) Gern | 58.5 |
| 26. 灰色细砂岩、灰白色中粒砂岩 | 9 |
| 25. 灰绿色、棕红色泥岩夹灰绿色中、细粒砂岩及黑色页岩, 内有植物化石碎片 | 46.5 |
| 24. 灰绿色泥岩, 少量棕红色泥岩夹灰色中粒砂岩 | 27.5 |
| 23. 灰绿色、灰黑色细砂岩夹薄层灰绿色泥岩 | 6 |
| 22. 灰绿色泥岩、棕红色泥岩夹薄层灰绿色粉砂岩, 泥岩内有化石: <i>Sphenopteris tenuis</i> Schenk., <i>Neuropteris plicata</i> Sternb., <i>N. ovata</i> Hoffm., <i>Calamites suckowii</i> Brongn., <i>C. cistii</i> Brongn., <i>Annularia stellata</i> (Schloth.) Wood. | 61 |
| 21. 灰白色细砂岩 | 3 |
| 20. 灰绿色泥岩, 底部出现粉砂质泥岩, 水平层理 | 12 |
| 19. 灰白色细砂岩夹粗粒砂岩, 砂岩磨圆较好 | 14 |
| 18. 灰绿色泥岩、灰黑色粉砂质泥岩及灰白色细粉砂岩 | 22 |
| 17. 灰色细砂岩 | 8.5 |
| 16. 灰色细砂岩及含粉砂岩夹薄层砂质泥岩, 局部见煤线 | 22.5 |
| 15. 黑色页岩, 粉砂质泥岩互层, 内夹煤线 | |
| 14. 黑色页岩夹灰黑、黑色细砂岩 | 40 |
| 13. 灰黑色粉砂岩、细砂岩、内有植物化石碎片 | 9 |
| 12. 黑色页岩夹灰黑色细砂岩、粉砂岩与薄层硅质岩互层 | 35.5 |
| 11. 灰色细粉砂岩, 细砂岩及灰白色粗砂岩夹黑色页岩 | 17.5 |
| 10. 黑色页岩夹砂质泥岩 | |
| 9. 黑灰色灰岩, 内有海百合茎及腕足动物化石 | 2.5 |
| 8. 灰白色细砂岩与黑色页岩互层, 页岩中有较多的植物化石 | 14.5 |
| 7. 黑灰色灰岩, 具生物碎屑结构 | 3.5 |
| 6. 黑色页岩及灰黑色粉砂岩、内有大量植物化石 | 9.5 |
| 5. 深灰色灰岩, 内有海百合茎及腕足动物化石 | 8.5 |
| 4. 黑色页岩, 砂质页岩及黑色粉砂岩互层, 页岩内有植物化石 <i>Lepidodendron oculufelis</i> (Abb.) Zeill. <i>L. posthumii</i> Jongm. et Goth., <i>L. galeatum</i> Gu et Zhi, <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternb.) Brongn., <i>Annularia pseudostellata</i> Pot., <i>Paripteris gigantea</i> (Sternb.) Goth., <i>Bothrodendron</i> sp., <i>Linopteris densissima</i> Gu et Zhi, <i>L. brongniarti</i> Gutb., <i>L. intricata</i> Gu et Zhi, <i>L. germarii</i> Gieb. | 22.5 |
| 3. 灰白色粉砂岩为黑色粗砂岩 | 8.5 |

2. 上部黑色页岩、砂质页岩、下部灰白色铝土质页岩。铝土质页岩中含有分散状黄铁矿

16

~~~~~ 角度不整合 ~~~~~

1. (上马家沟组) 浅灰色、灰黑石灰岩

14.23

### 三、河北曲阳石炭纪一二叠纪地层剖面简介

曲阳煤田位于河北省曲阳县境内，东经  $114^{\circ}35'20''$  北纬  $38^{\circ}51'30''$ ，矿区有铁路及公路直通定州市，另有公路直达保定市。

本区地层属华北型，曲阳煤田西侧为山西隆起，东部为华北拗陷，北部为燕山沉降带，含煤地层主要为石炭二叠系的本溪组、太原组和山西组，其中主要含煤地层为上石炭统太原组和下二叠统山西组（图 2-3）。

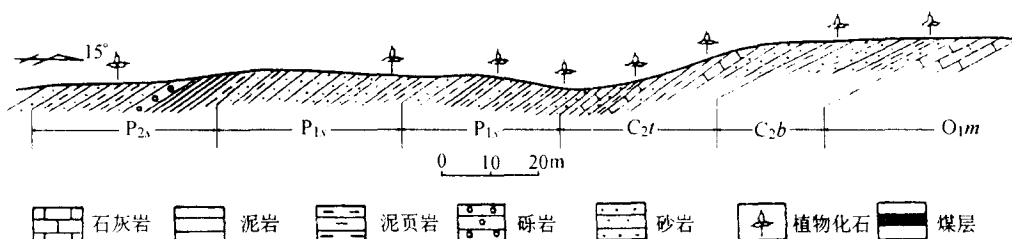


图 2-3 河北曲阳古植物化石在剖面中的分布

1. 本溪组：不整合于下奥陶统灰岩之上，底部为一层浅灰色或紫红色鲕状铁质铝土岩，局部相变为铝土质粉砂岩，层位较稳定，向上变为深灰色泥岩夹砂岩及中细粒砂岩，其间沉积三层海相石灰岩，含腕足类及有孔虫化石。深灰色粉砂岩中含有植物化石。

#### 化石层 1

*Lepidodendron galeatum* Gu et Zhi, *Stigmara ficoides* (Sternb.) Brongn., *Bothrodendron circulare* Sze, *Bothrodendron* sp., *Paripteris gigantea* (Sternb.) Goth., *Linopteris densissima* Gu et Zhi, *L. brongniartii* Gutb., *L. intricata* Gu et Zhi, *L. germarii* Gieb.

2. 太原组：岩性主要为灰色、灰黑色泥岩及粉砂岩夹薄层一中厚层中细粒砂岩，内有海相灰岩二层，厚度及层位均不稳定，本组含煤层。

灰黑色泥岩中有化石：

*Lepidodendron oculus-felis* (Abb.) Zeill., *L. posthumii* Jongm. et Goth., *Stigmara ficoides* (Sternb.) Brongn., *Calamites cistii* Brongn., *C. suckowii* Brongn., *C. schutzeiformis* Kidst et Jongm., *Annularia pseudostellata* Pot., *Sphenopteris tenuis* Schenk, *Neuropteris plicata* Sternb., *N. ovata* Hoffm.

3. 山西组：本组主要岩性为浅灰色、灰黑色粉砂岩，粉砂质泥岩及灰色、灰白色中细粒砂岩，粒度略粗于太原组，颜色稍浅。

粉砂质泥岩中有化石：

*Lepidodendron oculus-felis* (Abb.) Zeill., *Sphenophyllum minor* (Sterz.) Gu et Zhi,