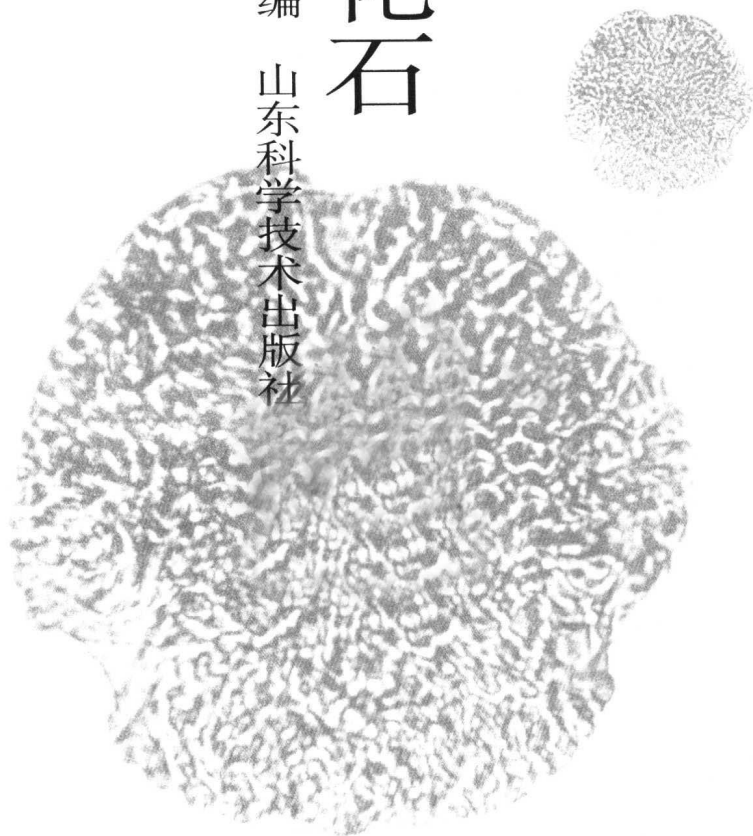


山旺植物化石

孙博 主编
山东科学技术出版社





雲程萬里到駢
 卅來諫石書萬卷
 稠界妙之何何
 慶星山姓一葉
 了六秋

翠山旺化石

寬金汀吳肩



序

1936年，杨钟健在《中国地质学会志》上发表了关于采自山旺的蛙和鱼化石的研究报告，掀起了至今60多年的山旺古生物研究历史。60多年来，广大古生物学者以及其他地质工作者对山旺盆地进行了深入细致的研究，包括脊椎动物、无脊椎动物、藻类、孢粉和大植物等各个门类的化石以及古地磁、火山岩、沉积环境等多个学科，取得了大量引人瞩目的成果。现在山旺盆地已经成为中国中新世的一个典型地点，山旺期在中国新生代年表上已经被用于命名早中新世晚期—中中新世早期这一时间段。

山旺盆地的古生物化石闻名于世界，保存精美的硅藻、种类繁多的孢粉、新近发现的真菌和研究深入的植物在其中占有非常重要的地位。孙博同志主编的这部《山旺植物化石》专著集多年来研究之大成，全面系统地总结了这一重要中新世陆相沉积盆地的古植物学研究成果，成为今后一个时期对山旺盆地乃至中国中新世植物化石研究的一本有指导性的著作。

孙博、陶君蓉、杨洪、王宪曾、李家英等诸位研究人员在对前人工作的总结基础上，更系统全面地研究了产自山旺组的大植物化石及其古植物区系和古植被面貌，细致分析了山旺组孢粉的特点并利用这些资料探讨地层时代、古气候特征等问题，开创了运用硅藻土纹层中孢粉进行高分辨率古环境研究的新方法，描述了产自山旺组的真菌化石，恢复了山旺硅藻植物群的总体特征并进行国内国际对比。这本专著的特点还在于，除了传统的古生物描述外，重点讨论了古植物所反映的环境问题，在全球变化日益深入研究的今天，他们所取得的新成果对了解我国及世界晚第三纪的古生态和古气候具有极其重要的理论意义。同时，注重应用性研究，对具有经济价值的硅藻土矿的形成机理、化学成分和物理特性进行了充分的讨论，在加强硅藻土矿的合理开发和利用方面有重大的现实意义。

我相信这本专著的出版是广大古生物学、地层学、植物学和环境地质学研究者所期盼已久的，它将对进一步深入开展对山旺盆地这一“古生物化石宝库”的研究有重要参考价值。



1999年11月

前 言

山东省临朐县城东 22km 处的解家河一带分布着多处小型内陆湖泊沉积盆地,其地层以含硅藻的片状页岩为主体,其下部多为粗碎屑砂砾岩,向上逐渐过渡为粉砂岩、页岩;硅藻页岩其上部为杂色泥岩、页岩、油页岩等典型的湖相沉积。该套地层即为中国上第三系中新统的典型剖面——山旺组。在山旺组地层中,富含十分精美的古生物化石,素有“化石宝库”之称。迄今为止已发现有 10 多个门类 600 余种。在植物化石中计有苔藓植物 (Bryophyta fossils)、蕨类植物 (Pteridophyta fossils)、裸子植物 (Gymnosperms fossils) 和被子植物 (Angiosperms fossils); 其中大多为各种叶子化石,也保存着十分珍贵的花、花序、果实及种子。在动物化石中包括有昆虫 (Insects fossils)、鱼类 (Fishes fossils)、两栖类 (Amphibians fossils)、爬行类 (Reptiles fossils)、鸟类 (Birds fossils) 和哺乳类 (Mammals fossils)。

解放后,对山旺组地层中的微体化石进行了大量的研究工作,较系统地描述了硅藻化石 (Diatoms fossils)、详细地分析了孢子花粉化石 (Sporopollen fossils)。近年来对山旺组的真菌化石 (Fungi fossils) 也进行了初步的探讨和研究。

本书系统地总结了解放 50 年来对山旺组地层中大植物、孢子花粉、硅藻、金藻等化石的研究成果。

总论: 由山东省山旺古生物博物馆馆长孙博撰写。

第一章: 植物大化石部分由中国科学院植物研究所陶君蓉研究员、山旺古生物博物馆馆长孙博和美国布莱恩特学院教授、中国科学院客座教授杨洪共同执笔,系统全面地研究了山旺组地层出现的植物大化石的 50 个科, 104 个属, 155 种,其中包括十余个新种;并在此基础上较系统地把山旺组沉积时期的古植物区系和古植被面貌客观地展现出来。从古植物区系、古植被所演示的古生态环境的特点,结合近年来国际上利用被子植物大化石深入探讨古气候研究的方法,对山旺组的古气候环境有了进一步认识。这些成果对研究我国及世界第三纪晚期的古气候、植物区系的发展演变等具有重要的意义。

第二章: 孢粉及真菌化石部分由北京大学王宪曾教授执笔,系统总结了多年来对山旺组中孢粉、真菌化石的研究成果,详细阐述了山旺组孢粉植物群的

特点及运用孢粉资料探讨了山旺组地层的时代；运用孢粉生态环境分析方法探讨了山旺组时期古植被类型，古地理面貌及古气候特征，为中国东部中新世古环境的研究提供了详实的科学依据。

本章着重对山旺组的主体层段——硅藻页岩中的微层理内的孢粉进行了开创性的高分辨率的研究，并运用植物物候学的原理成功分析了山旺组硅藻页岩中黑白层理交替变化的机理，证明了黑白层的变化是气候年韵律变化的反映，从而开创了运用孢粉高分辨率研究微古环境变化的方法，使古环境的研究更精密、更准确，也为当代环境科学的研究提供了一个崭新的方法。作者还详细描述了山旺孢粉植物群中全部科属的形态特征及其反映的生态环境特征，为进一步运用孢粉资料恢复古环境及当代环境的演变提供了详实的资料。

本章对山旺组中真菌化石的研究尚属首次，共描述了9属，15种，其中含3个新种。

第三章：硅藻、金藻化石部分由中国地质科学院地质研究所李家英研究员执笔，在多年来对山旺硅藻化石研究的基础上更深入全面地描述了山旺硅藻、金藻化石，这不仅对恢复中新世山旺湖相沉积硅藻、金藻植物群的总体特征具有重要意义，而且可以在此基础上与中内外同时代的硅藻群进行对比，并进一步依据硅藻群的多态性和分布有效的恢复沉积时期的古生态、古气候及沉积特征。本章除着重讨论硅藻植物群外，还简单介绍了一类对环境反映十分灵敏的水生藻类——金藻类的内生孢子或静生孢子。

山旺组沉积物以其特有的成分和结构，形成了具有经济价值的硅藻土矿，本章除研究了成矿的生物成分外，还对其矿体的形成、化学成分和物理特性及应用价值进行了分析研究，目的是为了在其他地区寻找相同类型的硅藻土矿提供对比和生物成形规律的参考资料。

本专著的出版得到了山东科学技术出版社的全力支持，将本专著列为1999年度重点图书。在此，我们特别感谢著名学者、原中国艺术研究院副院长冯其庸教授为本书题诗，中国科学院资深院士杨遵仪教授作序；还要感谢山东山旺化石博物馆业务人员为本书的出版做出的大量的基础工作。

由于时间仓促，水平有限，漏误之处敬请广大读者批评指正。

著者

1999年12月

图书在版编目 (CIP) 数据

山旺植物化石/孙博主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 1999. 12
ISBN 7-5331-2557-6

I. 山… II. 孙… III. 植物化石-山东-临朐县 IV. Q914.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 60720 号

主编 孙 博
著者 孙 博 陶君蓉
王宪曾 李家英

目 录

总论	1
一、地质概况	2
二、研究简史和现状	10
三、山旺盆地古生物特性及其古环境	11
第一章 山旺组的植物大化石	13
一、山旺植物区系	13
二、山旺组中新世时期的古气候特点	19
三、山旺组同层其它门类化石	20
四、山旺植物区系和相关植物区系的比较	21
五、种的系统描述	23
六、新生代植物化石常用术语	80
英文摘要	86
参考文献	87
第二章 山旺组孢粉植物群研究及真菌化石的发现	90
一、山旺孢粉植物群研究	90
二、山旺真菌化石的发现及其意义	125
英文摘要	129
参考文献	132
第三章 山东山旺中新世硅藻植物群	134
一、样品分析方法	134
二、硅藻植物群及其古环境	134
三、硅藻植物群的时代对比	140
四、山旺硅藻土矿及其主要特征	142
五、系统描述	142
英文摘要	161
参考文献	164
图版	169

总 论

山旺位于山东省中部临朐县城东 22km 处（图 0—1），硅藻土页岩中以其精美完好的古生物化石而闻名于世。研究区的上第三系主要是一套玄武岩，并夹有碎屑岩和硅藻土。

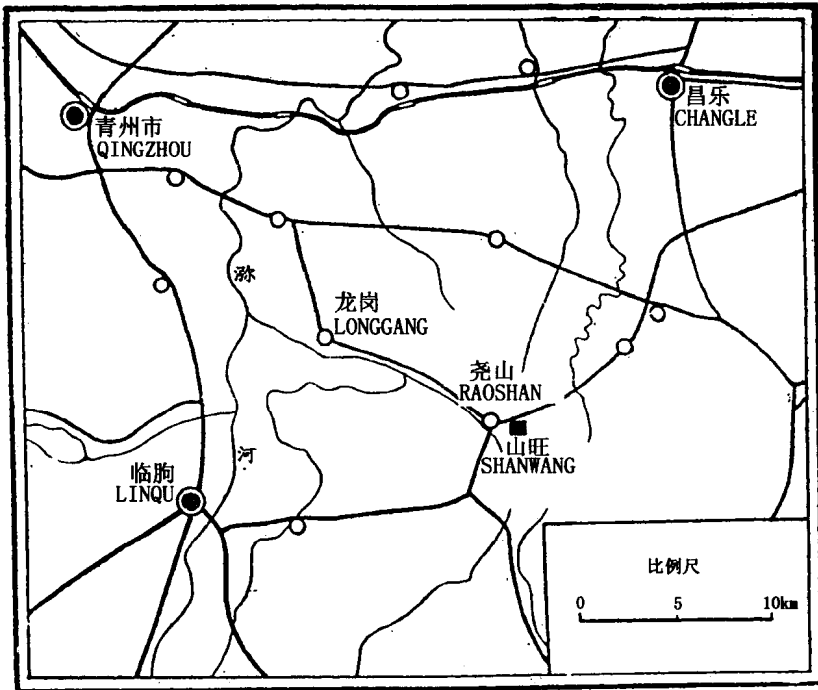


图 0—1 山旺研究区地理位置图

杨钟健先生 1936 年首开研究山旺盆地地层之先河，建立了山旺系，泛指含化石地层及其上下岩层。1960 年山东区测队将山旺系改为山旺组，将含矿岩系之上下的玄武岩分别命名为上玄武岩组和下玄武岩组。1976 年，山东区域地层编表组将山旺盆地一带新第三纪地层三分，上部为尧山组，中部为山旺组，下部为牛山组，其中尧山组的时代为上新世，山旺组与牛山组为中新世。此后，大多数研究者都沿用这一划分。

一、地质概况

山旺盆地在地质上处于欧亚板块东缘郟庐断裂带上, 第三纪碱性玄武岩在区内广泛出露, 属地堑裂谷型盆地沉积。早第三纪河流—湖泊沉积在区内有分布, 第三纪碱性玄武岩浆的多期喷发活动及间歇期间的湖泊相、冲洪积相沉积物沿郟庐断裂带两侧断断续续出现, 山旺盆地是其中之一。

山旺盆地原是一个发育在玄武岩基岩面上的小湖泊, 由喷发期后, 玄武岩面洼地积水而成, 属地形湖泊盆地。

山旺盆地面积不大, 四周丘陵环抱, 盆地主体出露约 0.3km², 近年来通过钻探, 在南部的大车沟、北部的包家河及西部的营子等地也发现有类似的沉积。喜马拉雅山运动初期, 本区下降接受沉积, 在产地以南 7km 的阎家沟可见到中新世牛山组砂砾岩与太古代片麻岩不整合接触, 牛山组沉积的后期有一次较强的火山活动, 这次火山活动形成了大量柱状节理的橄榄玄武岩, 构成了山旺盆地的基底。山旺盆地近圆形, 微向西北方向伸展, 盆地基底不平, 东南高起向西北方向倾伏, 沉积物仅分布在山旺解家河村附近, 许多地方被第四系浮土所盖, 在角岩山南侧冲沟中及几个硅藻土采坑处岩层出露较好。由于山旺盆地在沉积过程中发生过多次岩浆活动, 加上后期的浮土覆盖, 使岩层的接触关系不十分清楚, 所以长期以来颇多争议。1983 年阎德发总结出的层序较为典型(阎德发, 1983)。我们在野外工作期间对这套层序作了检验核实, 其后参阅了李风麟(1991)及张明书(1994)等对山旺盆地沉积地质学的研究成果。

山旺盆地迄今难以找到一条足以反映完整地层层序的剖面, 只能逐段相接, 以露头对比来完善其序列, 故其地层层序只能是一个综合序列, 只适宜于大层对比, 而不是一层层实测, 可以逐层对照核实。现根据山旺盆地、角岩山、采坑剖面等的基本序列, 综述如下(见图 0—2):

上履地层 第四系 冲洪积砂土、含砾石砂土以及坡积黄土和耕土层, 厚大于 2m。

——不 整 合——

上新统尧山组可分三段, 以角岩山上部、小山旺剖面为佳。

上段为冲洪积砂砾岩与黑绿色块状玄武岩, 厚数米至 50 余米。

中段为冲洪积与湖泊相沉积。湖岸区以黄绿、灰黄色冲洪积砾岩、砂砾岩、含砾砂岩为主, 偶夹泥岩、砂质泥岩, 砾石多为大小不等的玄武岩砾。整个剖面岩层具旋回性, 每个旋回都由砾岩开始, 往上砾石直径变小成为砂砾岩, 含砂砾岩甚至薄层泥岩, 单个旋回 2~5m 不等。湖泊相以灰白、灰黄、黄绿、黑褐色砂质泥岩、泥岩、硅藻泥岩等组成, 夹有沥青质泥岩(类似褐煤, 当地称之为柴煤)。

下段为黑绿色致密块状玄武岩, 以橄榄玄武岩为主, 厚度变化大, 时有变薄、膨大变化, 故厚度在数米至 50 余米不等。由于原始喷出后向外溢流, 侵蚀切割了不同的岩层, 有时直接覆盖在中新世地层之上, 有时还可见到上新世早期沉积的湖泊相砂砾岩、泥岩、沥青质泥岩以及底砾岩。

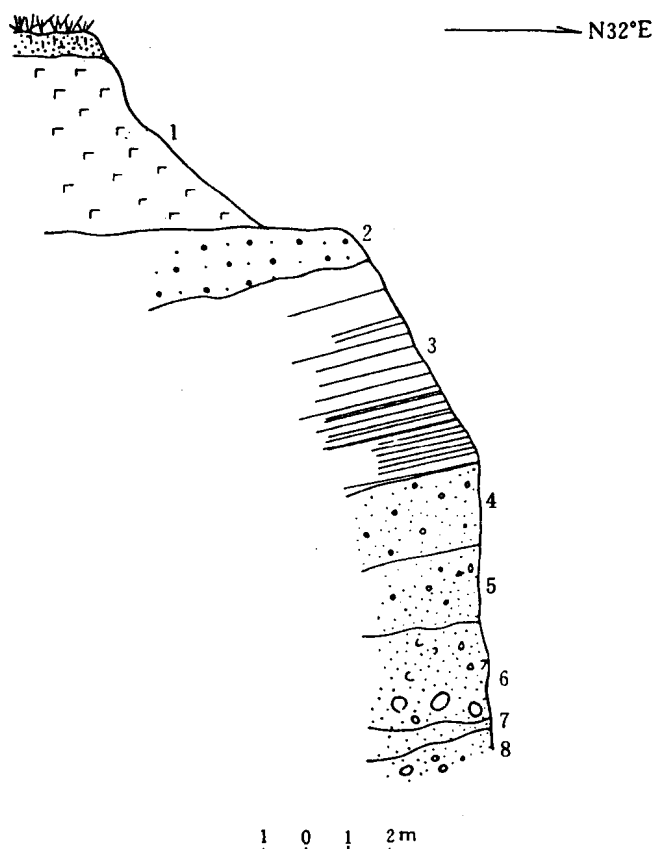


图 0—2 小山旺晚期湖泊沉积剖面图

1—玄武岩 Basalt; 2—黄绿玄武岩质砾岩 Yellow-green basaltic conglomerate; 3—砂质泥岩与泥岩夹硅藻土和沥青质岩富集层 Sandy mudstone and mudstone containing rich diatom earth and asphalt; 4—灰黄色砂砾岩 Grey-yellow sandy conglomerate; 5—灰黄色砾岩 Grey-yellow conglomerate; 6—灰黄色巨砾岩 Grey-yellow boulderstone; 7—含砾砂岩 Gravel-bearing sandstone; 8—含砾砂砾岩 Gravel-bearing sandy conglomerate

不 整 合

中新统山旺组，是山旺盆地的主体，也是重要的含矿地层和丰富多彩的化石产出层。根据其产出部位的不同，其岩石序列有所不同，以穿越盆地剖面（图 0—3 和图 0—4）、采坑剖面（图 0—5）等为例，可以分为湖岸区地层序列与湖心区地层序列。两种序列的沉积序列组合有着确定的关系；有一定的匹配性，或者说是一些有规律的组合体。整个山旺组的岩石地层，从其大的环境演化和沉积特征，可以分为六个段，为了叙述和对比方便，采取从上到下逐段将湖心相和湖岸相综合叙述，而不分别单列。

6 段 为最上部岩层，属于浅湖相阶段，湖心相由灰褐色、锈褐色、猪肝色等富含腐

植质的泥岩组成，含有植物化石，甚至发现有桦树树干化石。为浅湖到沼泽相沉积，顶部常可见到锈黄色结核状铁质层，是湖泊消亡时的产物。厚度在 10m 上下。该段形成时的湖泊范围，已大大收缩，其范围只相当现今角岩山及其以东百余米的范围，湖岸相在角岩山东为紫红色砾岩、砂砾岩，属强烈氧化的冲洪积砂砾层。该层段中可以细分出数以十计的小层，亦可见到许多氧化铁质薄层，厚只有 1mm 至数毫米，代表着一些短期事件，是间断期的标志物。

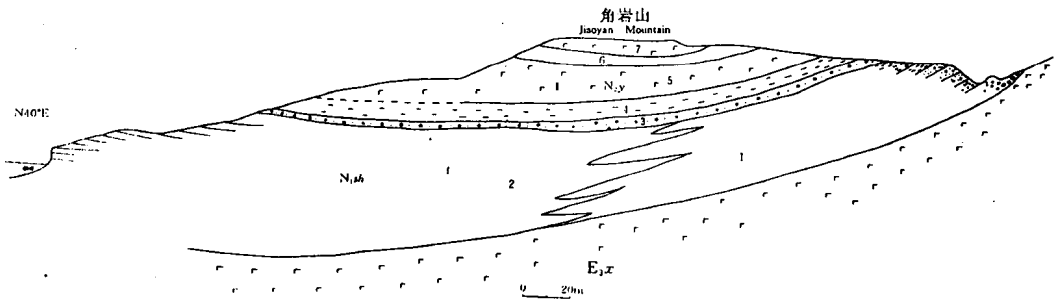


图 0—3 临朐山旺解家河角岩山新第三纪地层剖面图

E_{3x} —基底玄武岩 Basement basalt; N_{1sh} —山旺组湖相沉积 Lacustrine sediments of Shanwang Fr.;

N_{2y} —尧山组湖相沉积 Lacustrine sediments of Yaoshan Fr.;

1—早期湖泊沉积 Early period sediments; I—晚期湖泊沉积 Late-period sediments;

1—湖岸相砾岩、砂砾岩、砂岩及泥岩 Lakeshore conglomerate, sandy conglomerate, sandstone and mudstone;

2—湖心相硅藻土及泥岩夹浊积岩 Lake-center diatom earth and mudstone containing turbidite;

3—底砾岩 Basal conglomerate; 4—泥岩夹沥青质层 Asphalt-bearing mudstone; 5—中玄武岩 Middle basalt;

6—杂色泥岩夹沥青质层 Varicolored mudstone with asphalt; 7—上玄武岩 Upper basalt

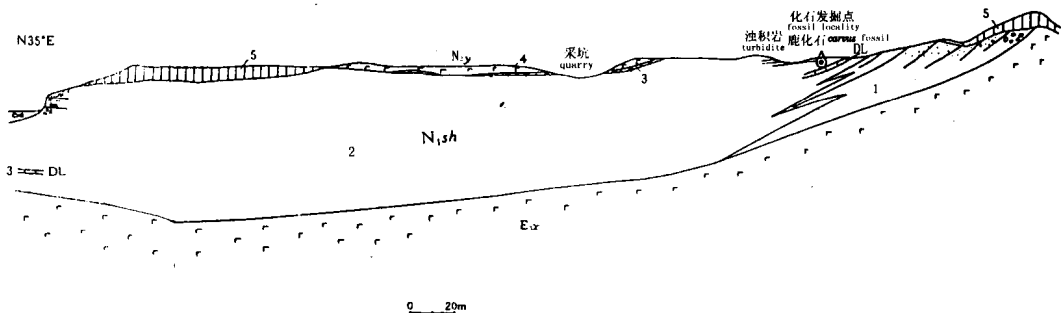


图 0—4 临朐山旺解家河盆地新第三纪地层剖面图

E_{3x} —解家河组玄武岩 Basalt of Xiejiaye Fr. ; N_{1sh} —山旺组湖相沉积 Lacustrine facies of Shanwang Fr. ;

N_{2y} —尧山组湖相沉积 Lacustrine facies of Yaoshan Fr.

1—湖岸相砾岩、砂砾岩、砂岩及泥岩 Lakeshore conglomerate, sandy conglomerate, sandstone and mudstone;

2—湖心相硅藻土泥岩夹浊积岩 Lake-center diatomaceous mudstone with turbidite;

3—底砾岩 Basal conglomerate; 4—中玄武岩 Middle basalt; 5—第四系砂土层; Quaternary sandy soil

5 段 (即图 0—5 中的 V) 湖心相为黄绿、黑绿、黑褐色薄层状泥岩，夹硅藻泥岩和两个浊积层，厚均小于 10cm，每个浊积层均为粉砂质泥岩块状层，底部有较多的粗粉砂颗粒，是一种快速沉积的低密度重力流作用产物，大致相当鲍马序列的 A 层，底面印

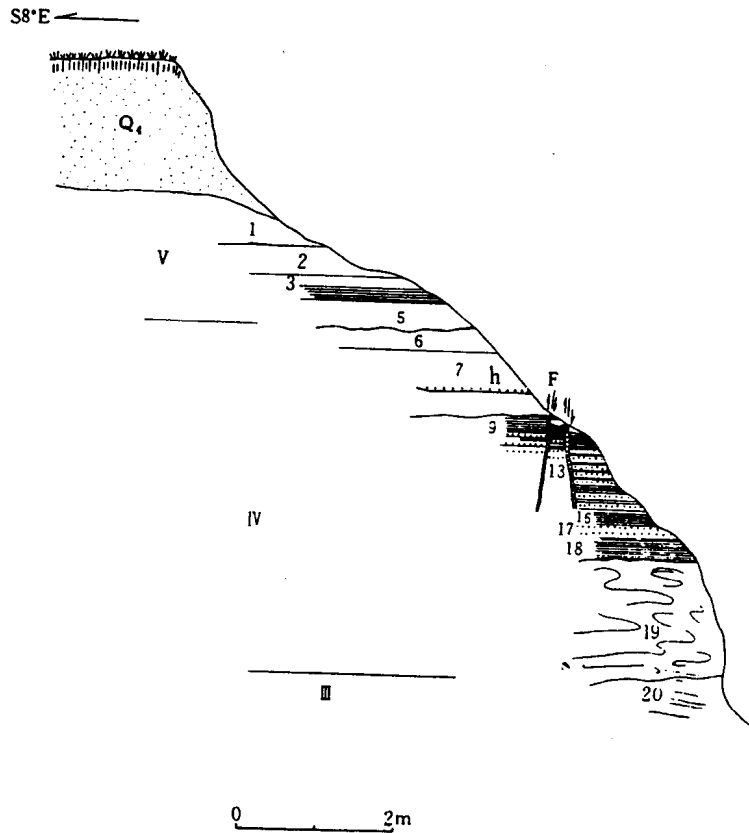


图 0—5 解家河采坑南壁剖面图

1—杂色泥岩风化后呈结核状破碎 Nodularly-broken varicolored mudstone after being weathered; 2—黑褐色薄层状泥岩 Black brown thin-bedded mudstone; 3—棕褐-黄褐色泥岩含大量植物化石 Brown-black brown mudstone containing a lot of plant fossils; 4—灰白色硅藻页岩 Greyish white diatomaceous shale; 5—黄绿-黑褐色泥岩含植物化石 Yellow green-black brown mudstone with plant fossils; 6—灰黄色泥岩 Grey yellow mudstone; 7—黑褐色泥岩, 含鹿化石 Black brown mudstone with Cervus fossil; 8—浊流沉积层 Turbidity flow sediments; 9—16—年纹硅藻页岩层及蓝铁矿结核间断面 Annual laminations of diatomaceous shale and hiatus levels of vivianite nodules; 17—浊积层 Turbidite; 18—硅藻年纹层 Annual laminations of diatom; 19—滑塌浊积层 Slump-turbidite; 20—黑褐色泥岩 Black brown mudstone Q₄—耕种土 Cultivated land; F—正断层 Normal fault; h—间断面 Hiatus

模不显, 较为平整, 是进入湖心静水环境后的末端沉积, 侵蚀力已相当低。总厚在 8m 左右。该段的湖岸相位于现今采坑的东南方, 没有发现能够对应的露头。但是在该段层位中所见的滑塌体, 为黄绿色砂砾岩, 可以近似地代表湖岸相沉积。该段中亦有若干小间断面和一些明显反映还原环境的标志物, 如菱硫铁矿的发现就是例证。

4 段 (即图 0—5 中的 IV) 为主湖泊期沉积, 湖心相既有氧化环境形成的硅藻泥岩也有代表还原环境的化学沉积作用产物蓝铁矿、铁磷钙镁石结核层间断面, 两者相互交

替，并夹有多个浊流沉积层和滑塌构造层，偶夹沥青质小扁豆体。该段季候纹泥层相当发育，具两单元结构。有的浊积层可见较完整的鲍马序列。该段厚6~20m。湖岸相为黄—灰黄色冲洪积砾岩、砂砾岩、含砾砂岩，砾石成分以玄武岩为主，粒径均小于10cm，具有旋回性，湖心相的还原环境在湖岸相中表现为氧化环境，其产物为氧化铁质层和间断面。该段主矿坑中剖面清楚，其序列如下：

上覆层 5段

—————**间 断 面**—————

灰-深灰色薄层状硅藻泥岩，含植物化石，厚0.3m

—————**蓝铁矿结核分布面**—————

灰-灰褐色硅藻泥岩夹浊积层，厚0.4m

蓝铁矿结核分布面，结核体似豆状，直径在3~5mm，可见结核一半在沉积物界面以上，一半在沉积物界面以下，显示原生沉积时位于水与沉积物界面之间，从沉积物中发育增生灰色纹层状硅藻泥岩，厚0.15m

—————**蓝铁矿结核出现面**—————

灰色块状浊积层，厚0.3m

—————**侵 蚀 面**—————

灰色季候纹泥层沉积，厚0.26m

—————**豆粒状蓝铁矿结核分布面**—————

灰色季候纹泥层，厚0.12m

—————**豆粒状蓝铁矿分布面**—————

灰色季候纹泥层，厚0.1m

—————**蓝铁矿分布面**—————

灰色季候纹泥层，厚0.12m

—————**蓝铁矿分布面**—————

灰色季候纹泥层，厚0.1m

—————**蓝铁矿结核分布面**—————

灰色季候纹泥层夹沥青质小扁豆体，厚0.17m

—————**蓝铁矿结核分布面**—————

灰色季候纹泥层，厚0.12m

—————蓝铁矿结核分布面—————

灰色季候纹泥层，厚 0.26m

—————蓝铁矿结核分布面—————

灰色块状浊积层，厚 0.09m

—————侵 蚀 面—————

灰色季候纹泥层，厚 0.27m

—————氧化铁质层，厚 5mm—————

灰色滑塌揉皱构造层，厚 3.12m

—————间 断 面—————

下伏层，褐绿色泥岩

3 段 （即图 0—5 中的 III）黄绿、灰绿色泥岩，含硅藻泥岩交互更叠，偶夹富硅藻泥岩。该段内未见蓝铁矿和铁磷钙镁石结核，氧化铁质间断面较多，沥青质小豆荚体常见。该段底部为鹿类大化石产出层位，各种体态生物，栩栩如生。厚大于 5m，湖岸相应为砂砾层，未见直接对应的露头。

—————间 断 面—————

2 段 灰绿-灰黄色白云石化灰质泥岩，仅在角岩山西南侧见到，由 8 个旋回组成。每个旋回层均为二单元结构：下单元为泥质砂岩，由大小不等的陆源碎屑砂和含灰质的泥组合而成，砂粒成分有石英、斜长石、绿泥石、绿帘石、碳酸盐球粒集合体和玄武岩岩屑，粒径从细粉砂（小于 0.063mm）到粗砂（1.5mm）；上单元为含灰砂泥层，略显层到纹层清晰的灰质泥岩，有时夹有富有机质薄层，使层理构造更加明显。每个旋回层之间都为侵蚀面，界面不平整，呈微波状起伏。镜下观察，岩石中有小于 10 μ m 的白云石晶体，呈半自形单晶散布，砂岩中少而泥岩中多，此外尚有方解石和少量文石质生物壳屑碎片，似乎为小个体薄壳双壳类和螺塔少，形似蜗牛的螺类。单个旋回层厚从 3~9cm，总厚 0.5m。

与该段相对应的湖岸相尚不清楚，推测为黄色砂砾层，在角岩山北侧，黄色湖岸相砂砾岩中含有碳酸盐团块，有可能与该段相对应。

1 段 为成湖后初期产物，湖岸相为洪积巨砾岩，砾石直径普遍在数十厘米，最大可达 1m，一般均在 30cm 左右。由下往上粒径减小，可过渡为砂砾岩，下部分选差，不显层理，往上逐渐显层，随着粒径的减小，层理构造逐渐清晰，有时亦出现泥岩。岩层中有时可见到脊椎动物、哺乳动物骨骼碎片，亦见到过龟甲碎片。厚大于 5m。

该段湖心相地表未见出露，硅藻土矿勘探中，钻孔揭露出的层序中未见粗碎屑沉积，主要由硅藻泥岩组成，见有碳质泥岩层，表明初期湖泊是一种间歇式周期小湖盆，时而

干涸，时而沼泽化。厚度不详。

不 整 合

下伏地层渐新统角岩山组玄武岩，呈致密块状，黑绿色，有气孔构造，地表未见完整剖面，其厚度和岩性变化不详。

山旺盆地地层序列的年代学研究比较零星，亦不够系统。王惠芬、陈道公等对几处玄武岩的年代学研究结果，对区域地层划分有一定的意义。

从目前已知的玄武岩年代样的分布和时限来看，分布在不同层位的玄武岩，年代顺序比较清楚，相对年代值变化较大。已知上、中、下三个层位的玄武岩，反映了区域玄武岩浆活动的层位记录，从年代测定值上也得到了一定的反映。上玄武岩的年代测定值在 7.86~14.3Ma，中玄武岩年代值在 20.0~24.0Ma，下玄武岩的年代值为 44.0~44.1Ma。若以玄武岩年代值来划分地层，可以建立两个组，山旺盆地基底玄武岩及其以下岩层为一个组，时代应为渐新世；基底玄武岩以上的地层全部划归山旺组，时代为中新世。

上述岩石地层序列的上段，即尧山组地层中，化石种类少而且完整者亦少，大多为碎片，生物地层意义不是很大。而且，以脊椎动物骨骼碎片为主，已鉴定者有：*Plesiaceratherium gracile* Young (纤细近无角犀)，*Hyotherium penisulus* Chang (半岛猪兽)，*Amphicyon confucianus* Young (孔子犬熊)，*Heterocemas simpsoni* Young (辛氏异角鹿)，*Paleochoerus cf. pascoci* Pilgrim (帕氏古猪 (相似种))，*Anosteira* sp. (无盾龟)。

介形类化石有：*Cypris decaryi* Gautheir，*Cypris cf. Pseudodecaryi* Guernet，*Cyprinotus (Heterocypris) jiangkouensis* Zhang，*Cyprinotus (Heterocypris) chiuhsienensis* Lee，*Homoecypris privis* Ho et Chen，*Cyprinotus incongruens* (Ramdohr et) Zhou，*Eucypris shandongensis* Zheng sp. nov.，*Eucypris cf. perornata* Mandelstam，*Eucypris* sp. I，*Limnocythere* sp.。

这些化石都是新第三纪常见的。但是，上部岩组（即尧山组）中远没有山旺组中的化石丰富，组合面貌也有所不同，故也应单独分出。其时代暂定为上新世。

山旺组生物门类多，种属也多，据不完全统计，已鉴定有十多个门类，500 多种化石。其中，脊椎动物化石有：*Diatomys shantungensis* Li (山东硅藻鼠)，*Lagomeryx teilhardi* Young (柄杯鹿)，*L. colberti* Young (柯氏柄杯鹿)，*Palaeomeryx tricornis* (Young) (三角原古鹿)，*Plesiaceratherium shanwangensis* Wang (山旺近无角犀)，*P. gracile* Young (纤细近无角犀)，*Mionatrix diatomus* Sun (硅藻中新蛇)，*Rana basaltica* Young (玄武蛙)，*Procyonops miocenicus* Young (中新原獾)，*Propotamochoerus shanwangensis* sp. nov. (山东原河猪)，*Propotamochoerus penisulus* (半岛原河猪)，*Palaeotapirus xiejiaheensis* (解家河古獾)，*Gomphotherium* sp. (嵌齿象)，*Hemicyon shanwangensis* (山旺豺熊)，*Ursavus orientalis* (东方祖熊)。

鸟类有：*Shandongornis shanwangensis* (山旺山东鸟)，*Youngornis gracilis* (秀丽杨氏鸟)，*Sinanas diatomas* (硅藻中华河鸭)，*Linguornis gigangtis* Yeh (硕大临胸鸟)。

爬行类有：*Trionchidae* (鳖)，*Testudindae* (龟)，*Alligator luicus* (鲁纯吻鳄)。

两栖类有：*Radinae* (蛙)，*Macropelobotes cratus* Gao (强壮大锄足蟾)，*Bufo linguensis* Young (临朐蟾蜍)，*Rhacophorus longicruralis* Gao (长腿树蛙)，*Salamandridae* (蝶螈)，*Anura* (蝌蚪)，*Philantus formosis* (美丽小树蛙)，*Polobatidae* (锄足蟾)。

蚊类：*Bibio colossoceps* (大头毛蚊)，*Bibio vavineurus* (异脉毛蚊)，*Bibio shanwangensis* (山旺毛蚊)，*Bibio bruneifemus* (棕腿毛蚊)，*Plecia rectivenia* (直叉脉毛蚊)，*Plecia villosa* (柔毛叉脉毛蚊)，*Bibio cratopodus* (壮足毛蚊)，*Bibio tranopterus* (透翅毛蚊)，*Bibio ventricosus* (扁肿毛蚊)，*Bibio expansus* (展毛蚊)，*Bibio addominalis* (腹毛蚊)。

蚁类：*Myopopone sinensis* (中国强蚁)，*Formica ceps* (头蚁)，*Camponotus plenus* (胖木蚁)，*Liometopum dubium* (可疑平额蚁)，*Camponotus festinus* (迅木蚁)，*Formica orala* (卵蚁)，*Leptogenys lacerata* (烂叶楮蚁)，*Camponotus luteus* (黄木蚁)，*C. mitis* (和木蚁)，*C. ampullus* (肿角木蚁)，*Formica linguensis* (临朐蚁)，*Oecopilla brunea* (棕树蚁)。

藻类：*Ceratophyllum miodemerser* (尾金鱼藻)，*Panuneulus mioaquatilis* (中新水毛茛)。

硅藻化石：*Melosira undulata* (Ehr.) Kutz (波纹直链藻)，*Melosira distans* (Ehr.) Kutz (远距直链藻)，*Melosira islandica* O. Mill (冰岛直链藻)，*Melosira granulata f. ourvata* Grun (颗粒直链藻)，*Melosira Youngi* Skv. (杨氏直链藻)，*Eunotia cleve* Grun，*Cymbella helvetica* Kutz，*C. aspera* (Ehr.)，*C. cuspidata* (Kutz)。

鱼类：*Barbus linguensis* Young et Tchang (临朐鲃)，*Barbus scotti* Young et Tchang (司氏鲃)，*Leuciscus miocenicus* Young et Tchang (中新雅罗)，*Pseudorasbora macrocephala* Young et Tchang (大头麦穗鱼)。

植物化石有：*Fothergilla viburnifolia* Hu et Chaney (忍冬叶弗特吉)，*Ailanthus Youngi* Hu et Chaney (中华臭椿)，*Rhus miosuccedanea* Hu et Chaney (古野漆)，*Vitis sinica* Guo et Li (sp. nov.) (华葡萄)，*Ficus shanwangensis* Hu et Chaney (山旺榕)，*Populus latior* Al. Braun (阔叶杨)，*Carpinus subcordata* Nathorst (心叶千金榆)，*Ltamamelis miomollis* Hu et Chaney (绒金缕梅)，*Liquidambar miosinica* Hu et Chaney (山旺枫香)，*Ulmus paralaciniata* Hu et Chaney (卵叶榆)，*Ficus longipedia* Geng (长柄榕树)，*Juglans shanwangensis* (山旺胡桃)，*Carya miocathayensis* Hu et Chaney (华山核桃)，*Tilia preamurensis* Hu et Chaney (古紫椴)，*Celtis bungeana* Blume (小叶朴)，*Betula mioluminifera* Hu et Chaney (亮叶桦)，*Quercus sinomiocenicum* Hu et Chaney (中华栎)，*Cornus megaphylla* Hu et Chaney (山茱萸属)，*Alnus protomaximowiczii* Tanai (北赤杨)，*Hydrangae lanceolimba* Hu et Chaney (披针叶绣球)，*Castanea miomollissima* Hu et Chaney (大叶板栗)，*Magnolia miocenicum* Hu et Chaney (中华木兰)，*Evonymus protobungeana* Hu et Chaney (长柄卫矛)，*Acer florimi* Hu et Chaney (福氏槭)，*Berchemia miofloribunda* Hu et Chaney (多花藤)，*Firmiana sinoomiocenicum* Hu et Chaney (华梧桐)，*Trichosanthes fragilis* E. M. Reid (脆弱栝蒌)。

上述化石门类中，有许多都是中新世典型的分子，而且反映了温暖气候环境。众多化石门类 and 种属的出现，也显示出许多不正常的现象，具体表现为：

- (1) 沉积物为典型的湖泊相沉积, 而生物门类大多是陆上环境的产物, 属异地埋葬。
- (2) 湖泊水体生物门类少, 化石种属亦少, 表明真正原地埋葬的化石种类少。
- (3) 没有见到湖底底栖生物和潜穴、扰动构造等, 表明水体是静水厌氧环境。
- (4) 几乎所有标本都是张口, 表明是窒息死亡。
- (5) 大生物化石体态多种多样是一种动态下被埋葬的特征。
- (6) 鸟类包括羽毛能被保存, 表明在湖空飞行中突然死亡落下沉到缺氧环境; 然后被埋葬保存下来, 故无氧化腐烂痕迹。
- (7) 缺乏敏捷、嗅觉灵敏类动物的化石, 如灵长类和小型食肉类动物等, 并非当时这里不存在这些动物, 可能这些动物敏感, 遇有异样, 早已逃逸。
- (8) 各种化石多是在异常事件中死亡, 正常湖泊环境中埋葬, 可谓死得快, 埋葬亦快, 是保存良好的关键。
- (9) 化石保存分带性明显, 湖岸相破碎, 湖坡相以大个体陆生化石和植物及两栖类及其它陆生生物门类为主, 湖心则保存鱼、树叶、种子、藻类化石。
- (10) 晚期湖泊化石极少, 表明在早期湖泊后经历了一个寒冷期, 被破坏殆尽的动植物生态环境, 尚未完全恢复, 气候依然寒冷。

二、研究简史和现状

1934年秋, 就职于中央地质调查所新生代研究室的杨钟健和卞美年到山东泗水、新泰一带工作, 途经济南时, 前往齐鲁大学(现山东大学)拜访地质系主任施寇特(Scott)教授, 在参观齐鲁大学陈列室时, 曾看到采自山旺的鱼和植物化石, 唯当时未发觉其重要, 当结束了泗水、新泰工作返回北京后, 反感此化石之重要。

1935年春, 当时的中央地质调查所所长翁文灏获悉山东昌乐一带发现“龙骨”, 杨钟健也曾认为昌乐一带地层中可能产恐龙, 随即杨钟健奉派赴昌乐考察。

至济南, 杨钟健再次造访齐鲁大学施寇特教授, 详询山旺化石发现经过及产地情况。据施氏介绍, 化石系产自山旺村之东北1~1.5km处, 是1900年12月由保罗·贝尔金(P. Berge)采自临朐山旺村之东北解家河, 经由滕县海斯(Hays)博士转赠齐鲁大学的。

杨钟健偕技工三人遂追索至临朐县城东山旺村, 借宿于一周姓家, 周家对杨等礼遇有加, 极为敬重。

杨钟健对山旺之行曾做如下描述: “出山旺村为一山脊, 至解家河岸边, 见河西有页岩出, 细审之, 叶、花、昆虫、蝌蚪等化石甚多。更往西, 有黄砂及页岩, 内含玄武岩弹甚多, 其中见有龟及哺乳动物化石碎块。”

杨钟健等此行颇丰。

1936年6月, 中国地质学会志发表了杨钟健关于蛙、鱼化石的研究报告, 杨钟健在论文中首创“山旺统”地层单位名称, 将“万卷书”译为“Wanchuashoe”并解释为“The book of ten thousand volumes”。

杨钟健将采集的硅藻化石交由斯克瓦佐夫(B. W. Skvortzow, 1937)研究, 他描述了24个种和变种。植物化石由胡先骕研究, 鱼类化石由杨钟健和张春霖合作研究, 龟