

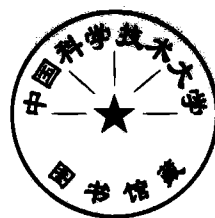


山东省自然科学基金资助项目

# 山旺盆地沉积地质学

地质矿产部海洋地质研究所

张明书 单莲芳 著  
马建华 译



地质出版社

·北京·

(京) 新登字 085 号

ISBN 7-116-01855-7



## 内 容 提 要

本书是第一部系统研究山旺盆地沉积地质学的专著。本书重新厘定了湖盆的地层层序与划分;提出了两期湖泊的新见解;论述了盆地内的岩石类型和矿物学;发现磷结核不是单一矿物,而是铁磷钙镁石(风化后变为三斜磷钙铁矿)、白磷钙石和少量磷灰石的集合体,与蓝铁矿不共生,又都是间歇期缺氧事件沉积作用产物;阐述了湖泊环境条件、沉积作用与沉积相;论证了洪泛触发、块体滑动、形成纵向阵发性浊流,出现滑塌体-滑塌构造-浊积层三位一体的新认识;证实了季候纹泥层的存在,确定出两单元结构的年纹层,由夏半年贫硅藻暗色泥质层与冬半年的富硅藻层组成层偶,每毫米厚度约为 30 年,沉积速率之低反映为封闭型饥饿湖盆;发现了白云石化灰质泥岩,并论证了它的意义;论述了事件沉积作用的性质及其与米辛尼亚事件旋回、化石保存的关系;阐述了湖泊的演化阶段及其特征;提出了进一步找矿的方向和远景靶区。

## 图书在版编目(CIP)数据

山旺盆地沉积地质学/张明书等著. -北京:地质出版社, 1994.12

ISBN 7-116-01855-7

I. 山… II. 张… III. 沉积盆地-沉积作用 IV. P512.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 01462 号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京学院路 31 号)

责任编辑:张新元

\*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销  
开本: 787×1092 1/16 印张: 11 彩版: 4 页 字数: 265000

1994 年 12 月第一版·1994 年 12 月北京第一次印刷

印数: 1—500 册 国内定价: 26.00 元

ISBN 7-116-01855-7

P·1458

# 绪 言

山旺盆地是一个形成于新第三纪的小型湖泊相沉积盆地，因盛产丰富多采的中新世化石而名闻遐迩，于1980年被列为国家级化石保护区（图版1-1）。一个面积不足1km<sup>2</sup>的小盆地，竟保存了十多个门类的500多种化石，且保存得十分完好，栩栩如生，为全球所罕见，故山旺盆地又有“化石宝库”之称，自然也就具有申请进入世界自然遗址名册的重要条件了。

山旺盆地位于山东省中部，临朐县城北东东方向直距16公里，有公路相通，路程22公里。山旺是一个位于盆地西南方约1公里余的小山村。1935年杨钟健先生将这一套盛产化石的湖泊相硅藻土泥岩及其上下岩层，统称为“山旺系”。其后两年，阮维周先生来山旺调查矿产，又将砂砾岩层命名为“解家河系”，在层位上位于山旺系之下。因此，个别文献亦将该盆地称为“解家河盆地”。

1935年，杨钟健先生首开调查研究山旺盆地的先河，于1936年发表了《山东益都、昌乐、临朐新生代地层》，《山东山旺产中新统蛙化石》，并与张春林合作发表了《山东山旺系中之鱼化石》，揭开了万卷书的序篇。继之，1936年阮维周先生前往山旺盆地调查硅藻土矿，也采集了一批化石，有的交给了杨钟健先生研究，并于1938年发表了《山东临朐山旺村之硅藻土》，对于山旺盆地化石门类和种属的研究日趋扩大和深入。1938年斯克瓦藻夫发表了《山东东部之新生代矽藻化石》，杨钟健先生发表了《山东中新统哺乳动物群》，1940年德日进发表了《山东中新统的鹿类化石》。胡先骕先生与美国人钱耐合作研究了山旺盆地的植物化石。抗日战争的爆发，使野外调查和化石采集工作陷入停顿，已采化石的研究工作也十分零星。尽管如此，解放前许多中外地质、古生物学者的调查研究工作，为尔后的调查研究奠定了很好的基础。

解放后，随着国民经济的发展对矿产资源的需求，山旺盆地硅藻土矿也几经普查和勘探。1960年，山东省地质厅磷矿大队完成《山东临朐磷灰石矽藻土解家河区勘探总结报告》，山东区测队将“山旺统”改为“山旺组”，并将其下的玄武岩单独分出，称“下玄武岩”；1967年，建材部地质总公司华东分公司完成《临朐县解家河矽藻土矿勘探报告》。几个单位对其资源量的评价各有千秋，储量数字差别甚大。以后的建厂开采，虽说对化石产地保护不利，却也为发掘更多的化石门类和种属提供了有利条件。从某种意义上来说，新的化石种属不断问世，与这种开采挖掘不无关系。像山旺鸟类、鳖类、山旺拟无角犀以及许多门类的诸多新种、新属的发现，大大地丰富了山旺化石家族的内容，而它们的最初发现者，往往就是采矿工人，他们的名字未能载入史册，然功不可没。胡长康、王伴月研究了皇冠鹿、无角犀等化石；周本雄、时墨庄研究了柄杯鹿；张玉萍研究了古猪；李传夔研究了山东硅藻鼠；郑淑美研究了介形虫；洪友崇和张俊峰则在昆虫类的研究上做出了很大的贡献。山旺盆地古生物化石的研究还在不断深化，发现新的化石种属的潜力还很大。尤其是碳酸盐成湖期的发现、灰质泥岩中已发现的双壳类残片和假像以及螺类碎片等，为进

一步找到完整的软体动物化石，指出了方向。

地学科学理论的深化和科学技术的发展、提高，也扩大和促进了对山旺盆地地质学研究的内容。例如中国科学院所属若干研究单位，原北京地质学院及现在的中国地质大学等单位，从古地磁学、年代学、岩石学、孢粉学、古生态学的更加深入的研究，使山旺盆地在国际地学界中的地位日趋提高。国家在此建立了化石保护区，在县城修建了山旺化石博物馆，使大自然赐予我们的宝贵财富，得以为子子孙孙造福。

山旺化石保护区的建立，付出了几代人的艰辛劳动，也促使人们有更多的思考，去探索那些百思不得其解，常常困扰人们的那些问题。例如，如此狭小的盆地，怎么会保存如此丰富多采、种类繁多且又完好的化石？为什么盆地这么小，类似沉积又为什么这么少？这么多门类的化石中真正与湖水水体有关的化石却又那么少？如此众多的鱼化石，真正大个体成年鱼是那么少，而又都是张着口保存下来的？一些大个体动物化石、鸟类化石被埋藏的形态栩栩如生，千姿百态，似乎都是在动态下突然被埋藏起来，等等。

1987年，国际著名地质学家、国际沉积学会前主席，地矿部海洋地质研究所名誉顾问许靖华教授慕名要求前往山旺化石保护区考察，笔者为接待许靖华先生而进行了先期访问，从出露剖面中发现许多典型的沉积产物未曾研究，以往文献报道与实地所见不尽相符，一些基本的沉积学、沉积地质学问题还不曾解决。诸如湖泊滑塌浊流沉积、湖泊各种亚环境及其相序、年纹层和正负事件沉积作用产物等，其研究程度似乎与这个化石保护区的知名度很不相称。这些问题曾经征求许先生的意见，他认为很值得进行研究。1988年，作者又陪同加拿大地质学家奥凯蒂教授参观山旺化石保护区，发现问题依然存在，一些科学工作者，对这些问题十分淡漠，尽管嘱其研究，却无人付之于行。1990年初，仍无人对这些重要问题开展研究。这时我便以《山旺盆地沉积地质学研究》为题，向山东省自然科学基金委员会提出申请，所幸获准，得以有机会在海洋第四纪地质研究过程中，涉足新第三纪湖泊沉积的研究。限于经费和地表出露的沉积物有限，研究工作是零散的，不全面的，只能是管中窥豹。尽管如此，这个新第三纪湖泊沉积盆地的一些基本特征和重要现象，却是那么令人振奋，有许多现象在国内外许多研究较详的湖泊盆地中，也少有报道。例如蓝铁矿结核在水和沉积物界面上与季候纹泥层交互更迭序列；氧化界面与还原界面交叉组合在一个沉积序列里；具负载构造的滑塌体、滑塌揉皱构造和浊流层的匹配关系；白云石化灰质泥岩的发现，标志着山旺古湖泊曾经一度是碳酸盐湖泊；过去均认为是一期湖泊，现确定为早、晚两期湖泊作用，而每一期湖泊都经历了发生—发展—兴盛—衰败—消亡的过程，并将早期湖泊划分出6个发育阶段；过去所谓的磷结核，经进一步研究证实为铁磷钙镁石，风化后变为三斜磷钙铁矿以及白磷钙矿、磷灰石等的集合体，以铁磷钙镁石为主体，此外还发现了菱硫铁矿，它们都是还原环境的产物。这些新的发现连同年纹层及与浊流沉积作用、洪泛沉积作用的关系，都是以往山旺盆地调查研究所没有的。同时，对于前人调查研究后所形成的某些结论和发现，有的进行了修正、补充（例如地层层序与划分命名），有的则予以否定（如火山集块岩是不存在的）。此外，习惯认为山东腹地除山旺硅藻土矿和青山矿区、包家河盆地外，再没有该期湖泊沉积。然而研究表明，类似山旺中新世湖泊沉积盆地，被浅埋隐伏者尚有相当的数目，益都、临朐、昌乐境内寻找硅藻土矿的远景，令人乐观，目前需要进行重点解剖，验证这一预测正确与否。

研究表明，山旺盆地具有下列基本特征：

(1) 山旺盆地是一个发育在渐新世末—中新世初玄武岩浆喷发期后, 熔岩面负地形积水成湖的沉积小盆地。有两个湖泊期, 早期湖泊为中新世, 是封闭型小湖盆; 晚期湖泊为上新世, 范围和水深更小。

(2) 山旺盆地地层层序具有明显的三段性, 下段为致密块状的厚层橄榄玄武岩, 形成于渐新世末或中新世初; 中段为早期湖泊相沉积, 由湖岸相砂砾岩、砾岩至湖滨砂岩泥岩再到湖心相泥岩和硅藻泥岩, 含丰富多采的化石; 上段为晚期湖泊相沉积和间歇性玄武岩喷发沉积交替更迭。据此, 我们重新建立了山旺盆地的地层层序, 进行了新的划分, 提出了新的命名。

(3) 山旺古湖盆无常年性河流补给, 属封闭型准静水环境, 间歇性洪水和阵发性滑塌浊流起了充氧作用, 致使幕式沉积极为明显。

(4) 湖泊发育期沉积物中, 未见底栖生物化石, 亦无生物扰动沉积物出现, 季节纹层保存完好。

(5) 首次发现碳酸盐沉积, 标志着在早湖泊期的早期, 曾经是一个碳酸盐沉积湖泊。白云石化作用的出现, 为全球性米辛尼亚事件旋回的比较研究, 提供了新的依据。

(6) 多门类大量化石的保存, 受控于事件沉积作用, 大多为外源化石, 而非湖泊自身水体中的生物化石。

(7) 正常湖泊期沉积的沉积速率远低于一般湖泊, 与半深海饥饿盆地的沉积速率相当, 属于饥饿湖盆。

(8) 每一氧化环境的终了, 在水和沉积物界面上都出现自生铁磷质矿物, 或形成蓝铁矿结核, 或形成铁磷钙镁石结核, 很好地反映了水体与沉积物界面间的微地球化学环境。氧化界面出现铁质薄壳。上部还原环境中出现菱硫铁矿。

(9) 浊流沉积规模小, 沉积物粒度细, 厚度小, 属低密度阵发性纵向浊流, 其运动方向都是自南(或南东)往北(或北西)滑动, 触发机制为山洪暴发, 滑塌、滑坡、滑动构造发育, 单个滑塌体厚度大于 1m, 长大于 10m, 负载构造极为明显, 滑动揉皱相当发育。

(10) 季候纹层都是两单元结构, 冬半年富含硅藻体, 色浅, 而夏半年贫含硅藻体而富含泥质, 色调深。根据纹层计算, 每毫米沉积在 30 年上下, 小事件沉积作用周期为万年级, 主湖期的湖龄超过 200 万年。

(11) 山旺古湖泊从形成至消亡的历史, 是米辛尼亚事件旋回的反映, 对全球变化研究有着不可低估的作用。

(12) 研究证明磷结核是由铁磷钙镁石、三斜磷钙铁矿、白磷钙石和少量磷灰石组成, 并非单一矿物结核。

参加本项研究的人员有地质矿产部海洋地质研究所张明书、单莲芳、刘健、辛永忠, 山旺化石博物馆孙博。多次野外调查研究过程中, 我们始终得到化石保护区、化石博物馆的支持和帮助, 硅藻土矿山人员也提供了不少方便。特别是王保忠先生、王从礼先生、谭金元先生、孙凤培先生、阎际兴先生以及上述单位的许多同志都曾陪同考察, 提供信息, 并对我们在生活上予以关照等等。借此机会, 作者向他们表示衷心的感谢。可以说, 没有上述单位和诸位先生的支持与帮助, 欲完成本项目研究是困难的。本所刘守全副所长、地质技术开发公司刘洪树经理、姜再峰、秦元沛、毕可云、曲殿波等都曾予以支持和帮助, 顺此表示感谢。

本书由张明书主笔完成，单莲芳撰写了第四章，刘健、辛永忠协助完成了野外调查和摄像工作。刘宝柱博士协助完成电脑文字处理。本书的英文稿，由马建华翻译完成。郑岚女士完成了图件清绘，均此致谢。

# 目 录

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 绪 言 .....               | ( 1 )  |
| 第一章 山旺盆地形成的地质背景 .....   | ( 5 )  |
| 第一节 区域地质概况 .....        | ( 5 )  |
| 第二节 山旺盆地的成因与类型 .....    | ( 7 )  |
| 第三节 新构造运动 .....         | ( 8 )  |
| 第二章 山旺盆地的地层学 .....      | ( 9 )  |
| 第一节 研究历史概述 .....        | ( 9 )  |
| 第二节 关于几个地层问题的讨论 .....   | ( 9 )  |
| 第三节 山旺盆地岩石地层层序与划分 ..... | ( 14 ) |
| 第四节 山旺盆地的地层年代 .....     | ( 21 ) |
| 第五节 山旺盆地地层中的生物 .....    | ( 22 ) |
| 第三章 山旺盆地的岩石学和矿物学 .....  | ( 26 ) |
| 第一节 山旺盆地的岩石学 .....      | ( 26 ) |
| 第二节 山旺盆地的矿物学 .....      | ( 39 ) |
| 第四章 山旺盆地的沉积学 .....      | ( 46 ) |
| 第一节 湖泊状况分析 .....        | ( 46 ) |
| 第二节 沉积环境 .....          | ( 49 ) |
| 第三节 沉积作用与沉积相 .....      | ( 50 ) |
| 第五章 山旺盆地的事件地质学 .....    | ( 66 ) |
| 第一节 事件沉积作用的类型及其特征 ..... | ( 66 ) |
| 第二节 事件性质及其意义 .....      | ( 71 ) |
| 第三节 事件沉积作用与化石保存 .....   | ( 72 ) |
| 第六章 山旺古湖泊的发育历史 .....    | ( 74 ) |
| 第一节 山旺古湖泊的性质 .....      | ( 73 ) |
| 第二节 山旺古湖泊的发展历史 .....    | ( 74 ) |
| 第三节 山旺古湖泊的基本特征 .....    | ( 77 ) |
| 第七章 成矿作用与找矿方向 .....     | ( 79 ) |
| 后记 .....                | ( 82 ) |
| 参考文献 .....              | ( 83 ) |
| 图版说明及图版 .....           | ( 84 ) |

# 绪 言

山旺盆地是一个形成于新第三纪的小型湖泊相沉积盆地，因盛产丰富多采的中新世化石而名闻遐迩，于1980年被列为国家级化石保护区（图版1-1）。一个面积不足1km<sup>2</sup>的小盆地，竟保存了十多个门类的500多种化石，且保存得十分完好，栩栩如生，为全球所罕见，故山旺盆地又有“化石宝库”之称，自然也就具有申请进入世界自然遗址名册的重要条件了。

山旺盆地位于山东省中部，临朐县城北东东方向直距16公里，有公路相通，路程22公里。山旺是一个位于盆地西南方约1公里余的小山村。1935年杨钟健先生将这一套盛产化石的湖泊相硅藻土泥岩及其上下岩层，统称为“山旺系”。其后两年，阮维周先生来山旺调查矿产，又将砂砾岩层命名为“解家河系”，在层位上位于山旺系之下。因此，个别文献亦将该盆地称为“解家河盆地”。

1935年，杨钟健先生首开调查研究山旺盆地的先河，于1936年发表了《山东益都、昌乐、临朐新生代地层》，《山东山旺产中新统蛙化石》，并与张春林合作发表了《山东山旺系中之鱼化石》，揭开了万卷书的序篇。继之，1936年阮维周先生前往山旺盆地调查硅藻土矿，也采集了一批化石，有的交给了杨钟健先生研究，并于1938年发表了《山东临朐山旺村之硅藻土》，对于山旺盆地化石门类和种属的研究日趋扩大和深入。1938年斯克瓦藻夫发表了《山东东部之新生代矽藻化石》，杨钟健先生发表了《山东中新统哺乳动物群》，1940年德日进发表了《山东中新统的鹿类化石》。胡先骕先生与美国人钱耐合作研究了山旺盆地的植物化石。抗日战争的爆发，使野外调查和化石采集工作陷入停顿，已采化石的研究工作也十分零星。尽管如此，解放前许多中外地质、古生物学者的调查研究工作，为尔后的调查研究奠定了很好的基础。

解放后，随着国民经济的发展对矿产资源的需求，山旺盆地硅藻土矿也几经普查和勘探。1960年，山东省地质厅磷矿大队完成《山东临朐磷灰石矽藻土解家河区勘探总结报告》，山东区测队将“山旺统”改为“山旺组”，并将其下的玄武岩单独分出，称“下玄武岩”；1967年，建材部地质总公司华东分公司完成《临朐县解家河矽藻土矿勘探报告》。几个单位对其资源量的评价各有千秋，储量数字差别甚大。以后的建厂开采，虽说对化石产地保护不利，却也为发掘更多的化石门类和种属提供了有利条件。从某种意义上来说，新的化石种属不断问世，与这种开采挖掘不无关系。像山旺鸟类、鳖类、山旺拟无角犀以及许多门类的诸多新种、新属的发现，大大地丰富了山旺化石家族的内容，而它们的最初发现者，往往就是采矿工人，他们的名字未能载入史册，然功不可没。胡长康、王伴月研究了皇冠鹿、无角犀等化石；周本雄、时墨庄研究了柄杯鹿；张玉萍研究了古猪；李传夔研究了山东硅藻鼠；郑淑美研究了介形虫；洪友崇和张俊峰则在昆虫类的研究上做出了很大的贡献。山旺盆地古生物化石的研究还在不断深化，发现新的化石种属的潜力还很大。尤其是碳酸盐成湖期的发现、灰质泥岩中已发现的双壳类残片和假像以及螺类碎片等，为进

一步找到完整的软体动物化石，指出了方向。

地学科学理论的深化和科学技术的发展、提高，也扩大和促进了对山旺盆地地质学研究的内容。例如中国科学院所属若干研究单位，原北京地质学院及现在的中国地质大学等单位，从古地磁学、年代学、岩石学、孢粉学、古生态学的更加深入的研究，使山旺盆地在国际地学界中的地位日趋提高。国家在此建立了化石保护区，在县城修建了山旺化石博物馆，使大自然赐予我们的宝贵财富，得以为子子孙孙造福。

山旺化石保护区的建立，付出了几代人的艰辛劳动，也促使人们有更多的思考，去探索那些百思不得其解，常常困扰人们的那些问题。例如，如此狭小的盆地，怎么会保存如此丰富多采、种类繁多且又完好的化石？为什么盆地这么小，类似沉积又为什么这么少？这么多门类的化石中真正与湖水水体有关的化石却又那么少？如此众多的鱼化石，真正大个体成年鱼是那么少，而又都是张着口保存下来的？一些大个体动物化石、鸟类化石被埋藏的形态栩栩如生，千姿百态，似乎都是在动态下突然被埋藏起来，等等。

1987年，国际著名地质学家、国际沉积学会前主席，地矿部海洋地质研究所名誉顾问许靖华教授慕名要求前往山旺化石保护区考察，笔者为接待许靖华先生而进行了先期访问，从出露剖面中发现许多典型的沉积产物未曾研究，以往文献报道与实地所见不尽相符，一些基本的沉积学、沉积地质学问题还不曾解决。诸如湖泊滑塌浊流沉积、湖泊各种亚环境及其相序、年纹层和正负事件沉积作用产物等，其研究程度似乎与这个化石保护区的知名度很不相称。这些问题曾经征求许先生的意见，他认为很值得进行研究。1988年，作者又陪同加拿大地质学家奥凯蒂教授参观山旺化石保护区，发现问题依然存在，一些科学工作者，对这些问题十分淡漠，尽管嘱其研究，却无人付之于行。1990年初，仍无人对这些重要问题开展研究。这时我便以《山旺盆地沉积地质学研究》为题，向山东省自然科学基金委员会提出申请，所幸获准，得以有机会在海洋第四纪地质研究过程中，涉足新第三纪湖泊沉积的研究。限于经费和地表出露的沉积物有限，研究工作是零散的，不全面的，只能是管中窥豹。尽管如此，这个新第三纪湖泊沉积盆地的一些基本特征和重要现象，却是那么令人振奋，有许多现象在国内外许多研究较详的湖泊盆地中，也少有报道。例如蓝铁矿结核在水和沉积物界面上与季候纹泥层交互更迭序列；氧化界面与还原界面交叉组合在一个沉积序列里；具负载构造的滑塌体、滑塌揉皱构造和浊流层的匹配关系；白云石化灰质泥岩的发现，标志着山旺古湖泊曾经一度是碳酸盐湖泊；过去均认为是一期湖泊，现确定为早、晚两期湖泊作用，而每一期湖泊都经历了发生—发展—兴盛—衰败—消亡的过程，并将早期湖泊划分出6个发育阶段；过去所谓的磷结核，经进一步研究证实为铁磷钙镁石，风化后变为三斜磷钙铁矿以及白磷钙矿、磷灰石等的集合体，以铁磷钙镁石为主体，此外还发现了菱硫铁矿，它们都是还原环境的产物。这些新的发现连同年纹层及与浊流沉积作用、洪泛沉积作用的关系，都是以往山旺盆地调查研究所没有的。同时，对于前人调查研究后所形成的某些结论和发现，有的进行了修正、补充（例如地层层序与划分命名），有的则予以否定（如火山集块岩是不存在的）。此外，习惯认为山东腹地除山旺硅藻土矿和青山矿区、包家河盆地外，再没有该期湖泊沉积。然而研究表明，类似山旺中新世湖泊沉积盆地，被浅埋隐伏者尚有相当的数目，益都、临朐、昌乐境内寻找硅藻土矿的远景，令人乐观，目前需要进行重点解剖，验证这一预测正确与否。

研究表明，山旺盆地具有下列基本特征：

(1) 山旺盆地是一个发育在渐新世末—中新世初玄武岩浆喷发期后, 熔岩面负地形积水成湖的沉积小盆地。有两个湖泊期, 早期湖泊为中新世, 是封闭型小湖盆; 晚期湖泊为上新世, 范围和水深更小。

(2) 山旺盆地地层层序具有明显的三段性, 下段为致密块状的厚层橄榄玄武岩, 形成于渐新世末或中新世初; 中段为早期湖泊相沉积, 由湖岸相砂砾岩、砾岩至湖滨砂岩泥岩再到湖心相泥岩和硅藻泥岩, 含丰富多采的化石; 上段为晚期湖泊相沉积和间歇性玄武岩喷发沉积交替更迭。据此, 我们重新建立了山旺盆地的地层层序, 进行了新的划分, 提出了新的命名。

(3) 山旺古湖盆无常年性河流补给, 属封闭型准静水环境, 间歇性洪水和阵发性滑塌浊流起了充氧作用, 致使幕式沉积极为明显。

(4) 湖泊发育期沉积物中, 未见底栖生物化石, 亦无生物扰动沉积物出现, 季节纹层保存完好。

(5) 首次发现碳酸盐沉积, 标志着在早湖泊期的早期, 曾经是一个碳酸盐沉积湖泊。白云石化作用的出现, 为全球性米辛尼亚事件旋回的比较研究, 提供了新的依据。

(6) 多门类大量化石的保存, 受控于事件沉积作用, 大多为外源化石, 而非湖泊自身水体中的生物化石。

(7) 正常湖泊期沉积的沉积速率远低于一般湖泊, 与半深海饥饿盆地的沉积速率相当, 属于饥饿湖盆。

(8) 每一氧化环境的终了, 在水和沉积物界面上都出现自生铁磷质矿物, 或形成蓝铁矿结核, 或形成铁磷钙镁石结核, 很好地反映了水体与沉积物界面间的微地球化学环境。氧化界面出现铁质薄壳。上部还原环境中出现菱硫铁矿。

(9) 浊流沉积规模小, 沉积物粒度细, 厚度小, 属低密度阵发性纵向浊流, 其运动方向都是自南(或南东)往北(或北西)滑动, 触发机制为山洪暴发, 滑塌、滑坡、滑动构造发育, 单个滑塌体厚度大于 1m, 长大于 10m, 负载构造极为明显, 滑动揉皱相当发育。

(10) 季候纹层都是两单元结构, 冬半年富含硅藻体, 色浅, 而夏半年贫含硅藻体而富含泥质, 色调深。根据纹层计算, 每毫米沉积在 30 年上下, 小事件沉积作用周期为万年级, 主湖期的湖龄超过 200 万年。

(11) 山旺古湖泊从形成至消亡的历史, 是米辛尼亚事件旋回的反映, 对全球变化研究有着不可低估的作用。

(12) 研究证明磷结核是由铁磷钙镁石、三斜磷钙铁矿、白磷钙石和少量磷灰石组成, 并非单一矿物结核。

参加本项研究的人员有地质矿产部海洋地质研究所张明书、单莲芳、刘健、辛永忠, 山旺化石博物馆孙博。多次野外调查研究过程中, 我们始终得到化石保护区、化石博物馆的支持和帮助, 硅藻土矿山人员也提供了不少方便。特别是王保忠先生、王从礼先生、谭金元先生、孙凤培先生、阎际兴先生以及上述单位的许多同志都曾陪同考察, 提供信息, 并对我们在生活上予以关照等等。借此机会, 作者向他们表示衷心的感谢。可以说, 没有上述单位和诸位先生的支持与帮助, 欲完成本项目研究是困难的。本所刘守全副所长、地质技术开发公司刘洪树经理、姜再峰、秦元沛、毕可云、曲殿波等都曾予以支持和帮助, 顺此表示感谢。

本书由张明书主笔完成，单莲芳撰写了第四章，刘健、辛永忠协助完成了野外调查和摄像工作。刘宝柱博士协助完成电脑文字处理。本书的英文稿，由马建华翻译完成。郑岚女士完成了图件清绘，均此致谢。

# 第一章 山旺盆地形成的地质背景

## 第一节 区域地质概况

山旺盆地位于鲁中山区北缘，属临朐县管辖（图 1）。类似的盆地素被认为不存在。进入 80 年代，人们在包家河、牛山的青山矿区找到的少量硅藻土矿，被认为是环境条件相似而含矿条件差的盆地。笔者认为，不仅包家河、青山两个盆地与山旺盆地相似，而且在昌乐、益都境内还有许多相似沉积区，有待探查。目前在包家河、青山矿区的勘探深度只达到上盆地底部，而真正与山旺主成矿期相当的盆地尚未钻到。本项研究如果被证实，将会对山东境内硅藻土矿的探查带来良好前景。

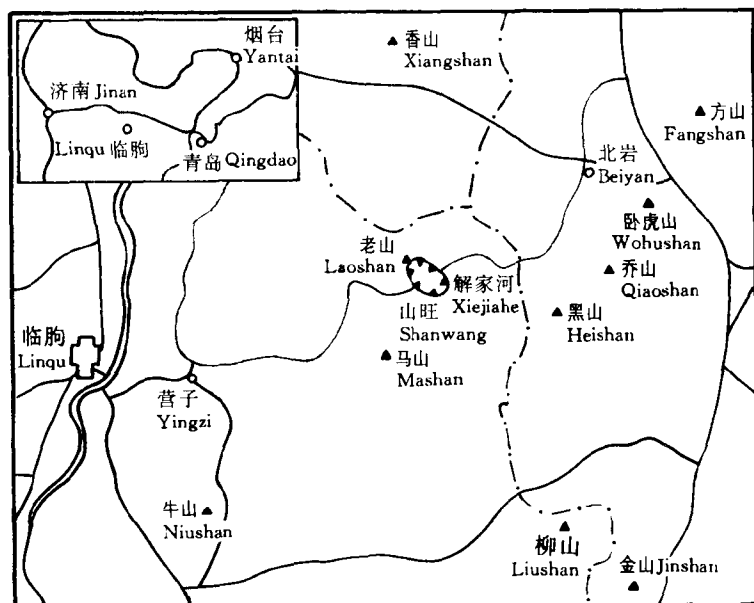


图 1 山东临朐山旺化石保护区地理位置图

Fig. 1 Geographic location of Shanwang fossil protection area  
in Linqu County of Shandong Province

山旺盆地在地质上位于欧亚板块东缘郯庐断裂带上，第三纪碱性玄武岩在区内广泛出露。区域地层由我国已知最老的泰山群片岩、片麻岩等变质岩系构成基底；盖层由寒武系、奥陶系海相页岩、灰岩和白云质灰岩以及泥质灰岩等组成，是华北地区寒武-奥陶纪典型剖面分布区之一。上古生代地层只在西北部有所出露。白垩纪火山岩、火山碎屑岩和砂岩、砾岩等陆相沉积沿郯庐断裂带分布，属于地堑裂谷型盆地沉积。老第三纪河流-湖泊沉积在区

域内也有所分布。第三纪碱性玄武岩浆的多期喷发活动及其喷发间歇期间的湖泊相、冲洪积相沉积物，沿郯庐断裂带及其两侧断断续续出现，山旺盆地乃其中之一。

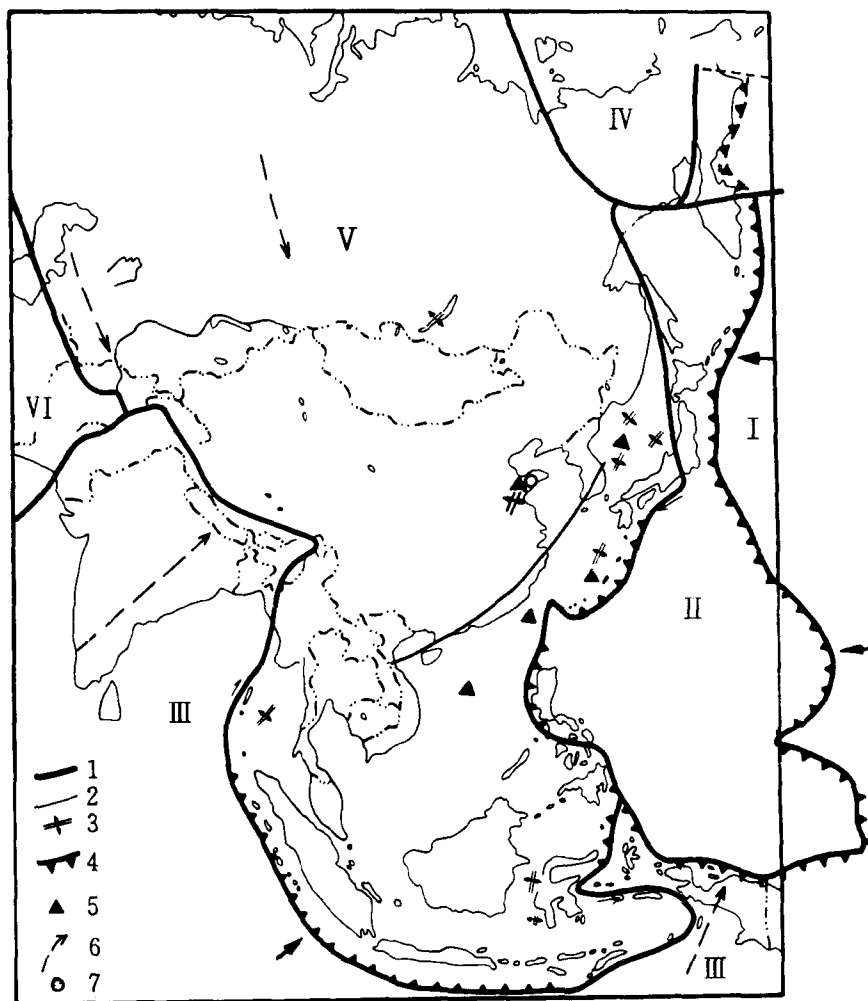


图 2 亚洲东部新生代区域构造略图

Fig. 2 Sketch of Cenozoic regional tectonics of eastern Asia

- 1—板块边界 Plate boundary; 2—区域边界 Regional boundary; 3—断裂区 Faulted area;  
 4—俯冲位置, 三角齿所指为上覆板块 Subduction location, interdentents point to overriding plates;  
 5—火山活动区 Volcanic active area; 6—构造形迹从原先的位置位移方向 Displacement direction  
 of structural features from the original location; 7—山旺盆地位置 Location of Shanwang Basin  
 I—太平洋板块 Pacific Plate; II—东亚海区 East Asian sea area; III—印度板块 Indian Plate;  
 IV—美洲板块 American Plate; V—欧亚板块 Eurasian Plate; VI—阿尔卑斯板块 Alpine Plate

区域岩浆活动以中生代比较活跃，表现为中酸性岩株状侵入体和中性火山岩浆的裂隙式喷发活动，而渐新世以来的碱性玄武岩浆喷发则是裂隙-中心式，形成多个范围不等、形态不规则的玄武岩台地。

区域构造表现为以压性和张性断裂的相互切割为特征。中生代以来，具有很强的继承

性,新构造运动虽不强烈,但时有表现。

区域基本构造特征受控于全球板块运动的变化规律。该区位于欧亚板块的东南缘,东北部为美洲板块,东临太平洋板块,西北部为阿尔卑斯板块,西南及南部为印度板块(图2)。从渐新世以来环亚洲大陆周边的板块体制发生了许多新的改变,使中生代形成的盆地系统被改造;印度洋板块自冈瓦纳古陆解体后,向北移动与欧亚板块相碰撞,并向东俯冲,造成了喜马拉雅山脉隆起,青藏高原和云贵高原整体大幅度隆升,郯庐断裂带深切活动加强,地幔岩浆上涌。同时,菲律宾板块与亚洲板块的碰撞,台湾岛的上升,太平洋板块的向西俯冲,形成了复杂的岛弧-弧后盆地,而美洲板块与欧亚板块自始至终处于运动中。这种大的构造格局,造成欧亚板块外缘处于不同的受力状态,西侧受印度板块的推力而隆升并向北移动,美洲板块向西南挤压,加之太平洋板块的俯冲,使欧亚板块东缘出现许多张裂带,平行分布,像边缘海盆地,郯庐断裂带,等等。沿张裂带形成许多地堑型盆地,造成中生代巨厚沉积,为油气的生储提供了有利条件,也成为东亚油气资源带。在张裂带内岩浆活动十分活跃,随着不同时期构造强度的不同,地幔岩浆分化程度不同,上涌后的混合作用在不同构造部位也有差异,产生出不同岩浆序列的多期性幕次式喷发特征。白垩纪火山活动就是岛弧带形成时的伴生物,由弧后向弧前,岩浆基性度不断增高。郯庐断裂带也是一个新生代以前就已存在的拉张带,新生代时又活动,区域内不同地点、不同层位的玄武岩,就是地幔源岩浆活动的重要记录,它也是不同时期构造活动强度的佐证。山旺盆地是一个非常小的盆地,受玄武岩岩浆喷发期后的地形、地貌因素控制,但仍与上述大地构造背景有很强的相关性。

## 第二节 山旺盆地的成因与类型

山旺盆地是一个北西-南东向延伸的小盆地,长轴方向不过 600m,北东-南西方向不过 500m,加上周围湖岸相分布面积亦不足 1km<sup>2</sup>。盆地面积小而又比较孤立分布,对其湖盆的原始成因,以往多被视为山间小型湖盆。近十多年来,有人提出属火山口湖,有的则认为不仅是破火山口湖,而且提出湖岸相为火山集块岩,总之处处与火山活动相联系。由于该湖的沉积物的基底岩层为橄榄玄武岩,湖盆形成与玄武岩岩浆活动相联系是必然的,总体上归为火山湖大类也未尝不可。问题是湖盆形成与玄武岩岩浆活动直接有关还是间接有关。以往的调查研究,大多视山旺盆地为山间小湖,是有道理的;80年代以来提出的火山口湖、破火山口湖的提法并无直接依据,往往都是只有结论,而无具体论证。例如,主张火山口湖者认为,山旺古湖泊的基底形态,具有外高内低,四周封闭,呈圆盘形的特征,外缘标高为 280m,盆底标高为 210m,湖盆底面平坦。这是任何一种湖泊所必须具备的。没有外高内低的地形,如何能储水成湖!上、中、下玄武岩的存在,还被认为是双重火山口的依据,实际上是一种误解。山旺盆地中心的玄武岩,是一种溢流产物,呈似层状覆盖下伏层,若从盆地中心溢出,那么先期形成的湖泊沉积,必将受到破坏和相应的变化,而实际上没有这种记录。钻孔剖面显示出湖泊沉积物与原始湖泊底面是一致的,既无断块亦无褶皱变形。调查表明,昌乐-临朐一带火山机构保留得比较完好。例如苍山玄武岩柱状节理发育区,玄武岩浆上移,弯转的形态保留得十分完美(图版 2-1, 2-2),显示出是一些临近火山口的溢流状熔岩,却并未留下湖泊沉积记录。山旺盆地沉积物的分布与组合关系,亦反映不出火

山口湖的特征。综观益都、昌乐、临朐玄武岩分布区的所有湖泊沉积区，都位于山地的北部，当时地形高程可能与现在有些不同，但南高北低的总趋势是一样的，流水由南往北倾泻而下，于北部低洼地积存。已知小湖都具有相似的特征，湖盆的长轴，与补给水流动方向一致，总是从南往北补给，受原始地形高程控制。从已知进行过钻探施工的山旺盆地、包家河盆地、青山盆地中，所有钻过的玄武岩层，未见任何显示火山口机制的特征性沉积物；已知湖泊相沉积物均显示南厚北薄，湖底斜度小，时有起伏，北部湖岸相范围小，厚度薄，粒度也为砂级或含砾砂级，是由西部尧山搬运而来，表明水体主要是单向运行，与自然坡度南高北低相一致。因此，山旺盆地原先应当是一个发育在玄武岩基岩面上的小湖泊，是在喷发期后，玄武岩面洼地积水而形成的，与火山喷发作用无直接联系，不应称为火山口湖或破火山口湖。足以证明该盆地不是火山口湖的理由还在于：

(1) 昌乐、临朐、益都一带玄武岩火山口全为正地形，且与柱状节理发育的玄武岩相毗邻，火山岩浆的运动特征极为明显，而山旺盆地、包家河盆地都与此种特征明显不同，本身均为负地形；

(2) 湖泊沉积物与玄武岩浆喷发之间有很长时间的间隔，成湖期与喷发沉积作用无关，因为湖底并无喷发沉积期的沉积记录；同时，进入湖泊的细粒沉积物是喷发期后风化侵蚀的产物；刚刚凝固结的玄武岩是不能提供如此物质的；

(3) 湖泊沉积物与基底玄武岩之间的间断期，目前虽缺乏具体数字予以论证，但其不连续是研究者的共识，部分玄武岩铷-锶法年代测定值大于 40 Ma，亦从某种意义上表明其间隔期较长，成湖作用与玄武岩浆喷发作用无关；

(4) 矿区勘探表明，湖心为细粒沉积物，既无火山构造显示，亦无火山集块岩出现。

### 第三节 新构造运动

区域内新构造运动遗迹十分普遍。构造运动虽然强度不大，然而具有多期性和以断裂构造为主的特征。

断裂构造可分两类，即压性断裂和张性断裂。在山旺盆地外围，以大的压性断裂为主，变质岩系和寒武-奥陶纪地层逆冲在白垩纪地层之上；早白垩世地层又逆冲在中一晚白垩世地层之上，形成叠瓦状压性断裂面。这些断裂构造，都是由北西方向往南东方向逆冲，倾角中等到陡，延长达数十公里。张性断裂在山旺盆地中十分普遍，规模小，强度低，使含矿地层受到一定的破坏，但由于断距小，一般在数十厘米至数米，极易识别和追踪，矿体埋藏浅，露天开采，所以无论对评价或开采，都影响不大。这些张性断裂主要有两组，其一是北西-南东向，倾向南西，倾角在 60°以上；另一组与之相交，夹角在 30°左右，相互切割使含矿地层更易破碎。

盆地内褶皱构造不发育，几乎没有褶皱的痕迹，湖心相沉积局部显示出的轻微起伏，可能与基底地形的起伏有关。

综上所述，山旺盆地不是火山口湖的产物，亦不属与火山喷发有直接联系的湖泊盆地，而是一种位于火山岩区的小型洼地积水湖，属地形湖泊盆地，类似的小湖在益都、临朐、昌乐一带并不罕见，除已知山旺、包家河、青山外，还有牛山、香山、方山、卧虎山、桃花山、乔山、柳山、金山等 8 个类似小盆地，是研究和找矿的靶区。

## 第二章 山旺盆地的地层学

山旺盆地的岩石地层学和生物地层学已经历了近 60 年的研究历史, 理应有一个完整的、统一的地层表。然而, 迄今为止, 尚缺少一个为研究者所共识的地层层序划分方案。在有关山旺盆地的论文或专著中, 涉及到地层序列部分, 除了一些地层名称或具体岩类名称相似外, 其他几乎各不相同, 其原因在于:

- (1) 盆地范围内的地层出露不完整, 难以得出直观连续序列剖面;
- (2) 从未系统地进行过沉积学、沉积地质学研究, 对湖泊各亚环境缺乏了解, 不仅将不同时期的湖泊沉积混为一谈, 而且将同期异相的湖岸与湖心沉积, 人为地造成叠置关系;
- (3) 一些重要地质现象和划分标志长期被忽略;
- (4) 地表不同层位的玄武岩, 在岩石类型上差别不大, 难以区分;
- (5) 建立地层名称时, 缺乏典型剖面, 亦未对其上下层位进行限定。

针对这一现状, 为使山旺盆地地层层序划分方案趋于一致, 逐步建立起能为研究者所共识的方案, 以适应山旺盆地作为国家级化石保护区地位的需要, 笔者欲做一些尝试, 以达到抛砖引玉的作用。

### 第一节 研究历史概述

杨钟健先生首开研究山旺盆地地层的先河, 建立了山旺系, 泛指含化石地层及其上下岩层, 而山旺系的上下以什么为限并没有加以明确。阮维周先生将角岩山南及西南侧出露的黄色砂砾岩归于含化石层位之下, 单独命名为解家河系, 有一定道理但并不合适。因为这套砂砾岩组合是湖岸相沉积, 与含化石地层既有上下关系, 也有同期异相沉积的部分, 两者是相变关系。含矿岩系上部层位虽较砂砾岩下部层位高, 不宜单独命名。这一认识对后来许多研究者影响很大。后来的许多研究者, 又在山旺系之上命名尧山组, 代表含矿岩系之上的玄武岩, 亦没有典型剖面作为依据。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, 亦缺少典型剖面。1976 年山东区域地层编表组, 将山旺盆地一带新第三纪地层进行三分, 上部命名为尧山组, 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(表 1)。此后, 大多数研究者都沿用这一划分命名方案, 但在具体层序和岩性上, 却互不相同。

### 第二节 关于几个地层问题的讨论

#### 一、关于角岩山一带黄色砂砾岩的性质和层位问题

这个问题在山旺盆地研究者中有争议。这一套沉积物分布范围仅限于角岩山南至西南侧, 是山旺古湖泊早期的湖岸带, 覆盖在角岩山南部黑色块状橄榄玄武岩之上。