鲁南苏北第四纪环境与环境变迁论集

贾志强 著



气象出版社

鲁南苏北第四纪环境与环境变迁论集
气象出版社

鲁南苏北第四纪环境与环境变迁论集

黄志强　著

气象出版社

（京）新登字046号

内 容 简 介

本书收入论文十六篇，其中十三篇是从笔者近年来发表在国内不同学术刊物和文集中选出的，其余三篇是新近撰写，尚未发表的论文。本书涉及鲁南、苏北地区第四纪自然环境与环境变迁有关的地貌、地层、新构造运动、地震、海岸变化、河湖变迁、考古、生物演替等内容，是迄今为止鲁南、苏北地区第四纪自然环境与环境变迁方面的第一部论著。本书是笔者多年野外实践和研究的总结，不仅资料丰富，且具有一定的理论深度。

本书可供从事地质、地貌、海洋地质、考古、水利工程、国土规划等工作者以及大专院校有关专业师生参考。

鲁南苏北第四纪环境与环境变迁论集

黄志强著

责任编辑　张淑萍

气象出版社出版
（北京西郊白石桥路46号）

中国人民解放军工程兵指挥学院印刷厂印刷

开本850×1168　1/32　印张5.5　字数150千字

1992年7月第一版　　1992年7月第一次印刷

印数 1—500册

ISBN 7—5029—1001—8／P·0510

定价：精装本18.00元　平装本15.20元

前　言

“万物皆变；万物皆流。”

自然环境中的一切事物，大到整个地球，小至尘土、砂粒，无不处在永恒的、无休止的变化运动之中，过去和现在不一样，现在与将来也不可能相同。

第四纪是地质发展历史上最新，也是最近的一个阶段，迄今大约已有二百万年之久，这与有文字记载的人类文明史相比，自然是极其漫长的岁月，但若与地球的整个发展过程（四十六亿年以上）相比，只不过是极其短暂的一瞬。第四纪虽然如此短暂，但地球上的自然环境却经历了一系列巨大的、极其复杂的变化。这些变化包括冰川的消长进退，气候的冷温干湿，地形的高低起伏，海陆的沧桑变迁，生物的演化递嬗等都对今天的自然环境的基本面貌产生了重要作用并在很大程度上影响和决定着今后发展变化的方向和进程。而自然环境的状况又直接影响和决定着人类的生产和生活条件及社会的盛衰。因此，近年来人们日益深刻地认识到自然环境及其变化趋势对人类的生存和发展的重要作用。许多学者亦认为，全面了解和深刻认识人类赖以生存和发展的自然环境的现状，保护和优化自然环境并准确预测其未来的发展趋势，是九十年代和二十一世纪初地球科学的前缘和重大课题之一。

位于沂、蒙山脉以南，废黄河以北的鲁南、苏北地区，在我国大地构造分区中属于华北地块的南端，在自然地带的划分中则属于南北过渡区，同时又位处大陆的东缘，为大陆与海洋的交接地带。因此是一个对自然条件变化反映十分敏感的区域，不仅反映速度快，而且反映剧烈。作者曾在该区从事地质及第四纪地质找矿工作18年，足迹几乎遍及整个鲁南苏北以及黄海之滨的蜂峦

沟壑，海滩草甸。八十年代中后期开始，于教学和公务之余，将十数年野外工作所获以及收集到的有关第四纪环境和环境变迁方面的地貌、第四纪地层、新构造运动、地震、海平面变化、河湖变迁以及某些考古、孢粉、微体古生物、炭同位素测年等资料加以整理、综合、分析和对比并陆续敷演成文，或则刊印成书，或则载诸专业刊物、文集之中。文虽浅陋，无多少真知灼见，但实乃心之所得，辛劳与汗水之结晶，故不揣冒昧付梓问世。

本书共收入论文16篇，10篇是从笔者近年来发表在国内的不同学术刊物和论文集里选出的，3篇为待刊文章，其余则是在内部交流刊物上曾经发表过或新近写成，尚未出手的论文。其中4篇分别与杨达源、张传藻先生合作完成。文章的先后次序，主要是按地域自东向西，由北而南编排，未遑顾及其他。本书除对个别文章的内容作少量的修改和补充外，一般未作改动，以期尽量保持文章的原貌。此外，书中尚有些问题，如鲁中南山丘的夷平面以及分布于夷平面上岩溶裂隙中的砾岩的形成时代及东部沿海个别砂堤的年代等尚有歧意，故这些问题在不同的文章中出现时说法并不一致，现姑存疑，留待以后解决，暂不强行统一。

本书所提供的内容和信息，远未能反映鲁南、苏北地区第四纪以来自然环境及其变迁的全貌，但从中可以略其窥倪，出版的目的在于抛砖引玉，希望能有助于推动本区第四纪自然环境问题的进一步深入研究，以期在理论和实践上更好地为社会主义现代化服务。

借此机会谨向为本书提供资料以及在本书出版过程中给予大力支持和帮助的单位和个人致以衷心的感谢！

由于作者的水平有限，本书缺点和疏漏之处恐在所难免，望读者不吝赐教。

作者　黄志强

1991年9月于徐州师范学院

目　录

前言

鲁南沿海地貌与新构造运动……（1）

鲁南沿海第四纪地层与环境变迁……（11）

鲁南沿海海岸砾石层的特征及其形成环境……（22）

苏北黄淮堆积平原历史时期自然地理环境的变迁……（34）

苏北黄淮东南沿海平原的成陆过程……（42）

全新世海州湾岸线的变迁* ……（51）

江苏北部海岸与湖泊的演变……（66）

苏北东部沿海平原区湖泊的演变* ……（70）

郯庐断裂带中段活动构造与地震关系的研究* ……（82）

苏北低山丘陵区的地貌特征与地貌分区……（92）

山东祊河南侧地貌特征与新生代砾岩 ……（101）

羊庄盆地地貌特征及含金刚石砾岩形成时代的探讨 ……（115）

鲁中南低山丘陵区晚新生代岩溶裂隙型砾岩的研究*……（121）

鲁中南地区新断裂活动与山丘地貌的发育和形成 ……（139）

山东中南部低山丘陵区的地貌类型及新构造运动 ……（152）

徐州市地理概貌 ……（154）

鲁南沿海地貌与新构造运动

提要　鲁南沿海分为构造—剥蚀低山丘陵；剥蚀—堆积波状准平原；剥蚀残丘；侵蚀—堆积平原，河漫滩；河口三角洲平原；泻湖海湾；海滩；砂堤、砾石堤；海蚀洞穴；人工堆积丘岗10种地貌类型。本区新构造运动特点是，自第三纪以来大面积稳定上升为主，后期局部有轻微下降，幅度与规模均不大。

本文讨论范围为胶州湾以南至海州湾以北，南北长约150km东西宽20—30km的沿海地带。该带主要在山东胶南，日照两县境内，亦包括江苏赣榆县北部边缘部分。

一、地形概况

该区属胶西丘陵的东南边缘部分，位于胶莱平原以南，沂沭平原以东，东南濒黄海[1]。具有准平原面的丘陵与残丘，波状起伏的丘岗与洼地以及多种类型的海岸构成本区主要的地貌景观，其最显著的特征是层状地貌发育，地势大致由西北向东南，即由陆向海呈台阶式降低。在滨海的狭长海岸地带发育了一套海蚀—海积和河口三角洲地形。

水系受构造控制，多以NW或NNE向为主。河流短促，大部分独流入海，具短源近海特点。其在低山丘陵区之上游比降大，下游平缓，比降很小。较大河流的河间洼地带常成为排水不良的内涝地带。河口区则明显受海水潮涨潮落的影响。

二、地貌类型

控制本区地貌发育的内营力为岩性和地质构造；外力则以流

水和海水作用占优势。据其成因和形态特征将本区之地形划分为如下类型：

（一）构造—剥蚀低山丘陵

广泛分布于本区西部及东南部。丘陵标高一般在200m左右，坡度较缓，其顶部多呈平坦的圆丘状，主要由前寒武纪片麻岩组成。低山高踞于群丘之上，高度多在海拔300—500m之间，少数山峰超过500m，如河山海拔高度达628.7m。这些孤立突出山峰的分布和形成均与构造、岩性有关。

在低山丘陵下部之山麓地带或山谷出口处常可见到一些规模不大的洪积扇、坡积裾等。这些微地貌形态往往受到沟谷的切割而呈支离破碎之状。沟谷由于受断裂特别是新断裂活动或山体走向的控制多为NW或NNE向。在沟谷水流之两侧发育有狭长带状的冲坡积或冲积小平原、阶地、河漫滩等（图1）。

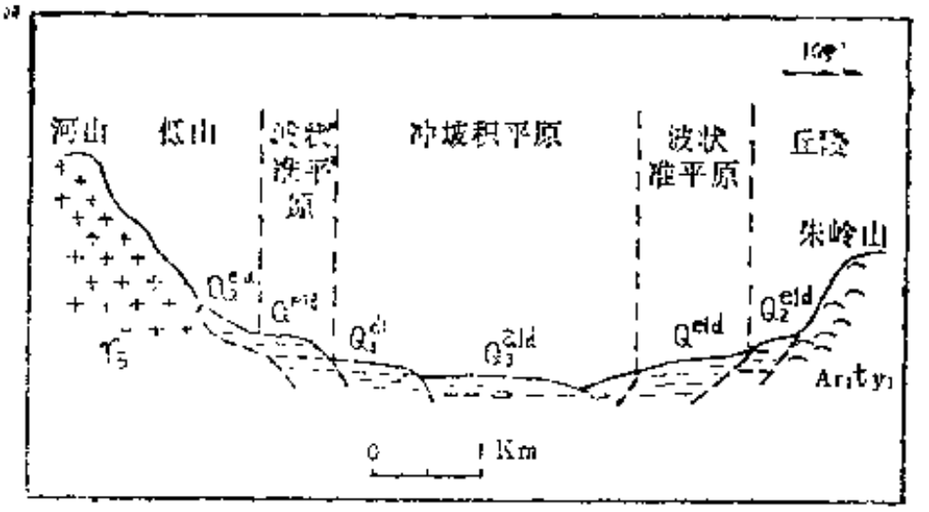


图1 河山—朱岭山地貌剖面图

（二）剥蚀—堆积波状准平原

在低山丘陵之山麓外围直至黄海之滨广泛发育，为本区主要地貌类型之一，由一系列相间分布的垄(丘)岗和洼地组成。其平面形态呈波浪起伏状。垄岗部分构成“波峰”，洼地部分则构成

“波谷”；“波峰”平坦，“波谷”开阔，坡降小于3°[1]。其标高一般在40—50m之间，微向大海倾斜，亦有向南缓倾之趋势。这种高低变化趋势与本区新构造运动的差异性和自北西向南东掀升的特点有关。

在此种波状地形中，局部因受构造和岩性的影响而有次一级的起伏变化，如日照城东的高家岭与大洼之间有一由NE35°方向延伸的闪长玢岩岩脉构成的高出周围2—3m，长数公里的石壁[2]。

（三）剥蚀残丘

零星散布于低山丘陵之山前地带或孤立突兀于波状起伏准平原之上。它们一般具有浑秃的山顶，平缓的山坡，且大部分为残坡积物所覆盖。其标高多在80—180m之间，相对高度约40—130m。大多由片麻岩组成。

（四）侵蚀—堆积平原、河漫滩

该种地形系以线状水流为主要动力因素加上片流和坡积等综合作用形成的一种地貌类型。一般呈条带状分布于白马河、付疃河、绣针河等河流的两侧，宽度由数十米至数公里。一般在河流上游比较狭窄，向下游逐渐变宽成喇叭状。在付疃河下游宽度最大可达10余公里。标高在上游可达25m左右，至下游仅有5—10m，洪水期仍可能被大水所侵淹。

在河曲和主、支流汇合处以及河口地段往往还发育有砂洲，砂嘴等微地貌形态。

本区东部濒临黄海的滨海地带广泛发育以海水为主要动力因素而形成的一些地貌类型。由于大陆边界条件，如地形、岩性以及水系泥沙等补给状况的不同，其所形成的地貌形态和规模亦不相同。本区滨岸主要地貌类型有：河口三角洲平原、泻湖海湾、海滩、砂堤、砾石堤、海蚀洞等。

（五）河口三角洲平原

1),2)据伏牛松调查资料。

河口三角洲平原是以海积作用为主，海积与冲积作用相混合而形成的一种堆积地貌，主要分于本区较大河流入海口附近及其下游两侧，地势低平，沟渠纵横，宽数十至数百米。在白马、付疃等较大河流的河口附近，最宽可达 1 — 2 km，标高 5 m左右，堆积物厚数米至20m不等，特大潮水期仍有部分被水淹。

上述滨海河口三角洲平原往往被突出于海中的岬角所中断，岬角之间的三角洲平原常呈新月形。

（六）泻湖海湾

在付疃河河口以北的基岩港湾式海岸地段，特别是东北部的半岛区，海岸线曲折多变，多岬角和海湾，构成一种岬湾相间的海岸形态。在两个岬角所包围的部分或较大河流的入海口附近常形成海湾，规模较大的有黄家塘湾、棋子湾、杨家洼湾、陈家湾湾、唐岛湾等。其形态常呈向陆突出，向海敞开的不规则的圆弧形。这些弧形海岸所包围的部分过去是大海的一部分，是“海水和陆地水流交互作用的膨大水域地”，但后来由于海退、泥沙淤积、人工筑堤等诸多因素的影响而脱离了大海水体，渐淤为泻湖、沼泽。因此上述海湾的某些地段，又可以划为泻湖海岸地段。这些湖沼洼地中的滞水经长期淤填、蒸发、淡水的冲刷，多已成为平陆，现大部分被辟为农田。

（七）海滩

海滩是波浪长期冲击、磨蚀石质海岸或由波浪和潮流把沉积物质堆积在海岸和潮间带所形成的狭长的滨岸地形。根据其构成及堆积物粒径的大小，本区海滩大致可分为岩滩、泥滩、沙滩等几种类型。

岩滩　海蚀岩滩是一种随潮水涨落而时隐时现的滨海平台状浪蚀地形，坡度平缓，微向海倾斜，多分布于大陆向海突出的基岩裸露地段。在本区东北部的半岛地段，付疃河口以北至石臼所滨海地带大片分布。在石臼所以南至付疃河口以北的潮间带，由花

岗闪长岩所构成的海蚀岩滩宽度可达1—2km。

泥滩　泥滩多分布于湾岔或海湾被遮蔽的地段，潮汐海岸的潮间带以及河流的河口湾区。在本区北部的黄家塘湾、棋子湾、陈家汪湾等地以及付疃河等河口弯曲隐蔽区均有大规模的淤泥质海滩分布，宽度可达1—2km。

沙滩　黄家塘湾以南至岚山头较为平直的长海岸地段广泛发育有沙滩，日照县两城附近安家村以东的沙质海滩，在退潮时宽度可达数km。

(八)砂堤、砾石堤

砂堤和砾石堤是波浪作用，即波浪由远海向陆地运动的过程中，在岸边形成的击岸浪把水下的沙、砾物质抛到海岸上而形成的一种堆积地貌。

本区海岸带普遍发育2—4道砂堤，一般在较大河流如付疃河、巨峰河等入海口附近的河口湾区砂堤的规模较大，数量最多可达4—5条；而在较小的河口湾区仅发育1—2条且规模亦较小。这些砂堤的标高约在2—6m之间，大致由陆向海高度依次降低，其形成时代亦随之由老变新。

砾石堤多见于基岩质海岸段，岩岸向海相对突出的部分或有小支流入海处小海湾的波影区。本区中部海蚀岩岸的石臼所、张家台、任家台、吴家台以及东北部半岛区的撒牛沟等地均有分布。

石臼所、张家台的砾石堤标高约3—5m，成一天然堤防；吴家台、任家台一带的砾石堤高出今海面5—8m，长数十至百余米，宽数米至数十米，构成突出于海滨的台地。(图2)。

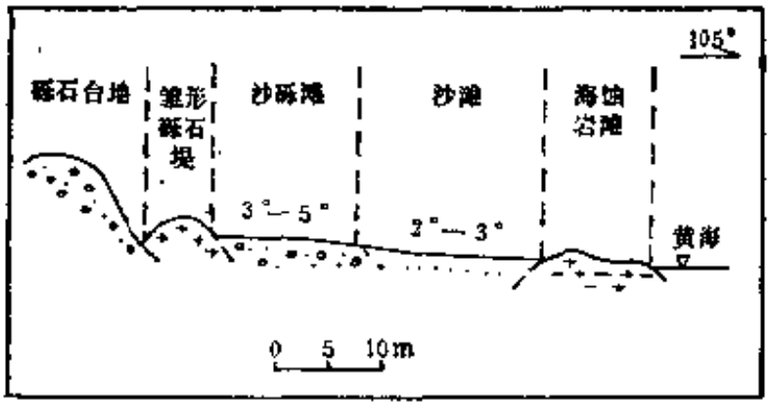


图 2 张家台北海岸地形横剖面

（九）海蚀洞穴

本区向海突出的基岩质海岸地段，海蚀崖发育，在海蚀崖之崖壁上，往往可见到一些浪蚀洞穴，高度分别为2 m或5 m左右，与青岛附近普遍发育的两层海蚀洞高度颇近似。

（十）人工堆积丘岗

在本区东北部沿海的琅琊山东侧，两城镇等地可见到一些高出周围地面数米至10余米的孤立大坟状或丘岗状地形，据调查系人工土质堆积物。

琅琊山东侧台东头村边，标高40m之濒海小丘旁，有一长数十米，宽20余米，高出小丘约5 m的土状堆积物。据文献记载和实地访问，此即著名的琅琊台，系越王勾践所建。此台历2000余年之风雨剥蚀，虽已残破但昔日风貌犹存。

两城镇西北的剥蚀—堆积波状地形上有类似大坟或丘岗状土质堆积物3个。其高约数米至10余米，单个方圆数十方平米。其中或其附近有大量龙山文化期之文物出土，作者1977年于此处拣得石斧、陶器碎片、箭镞等文物多件。

三、新构造运动特征

本区位于胶南隆起区的东缘，出露一套古老的变质岩系，主

要地层有元古界胶南群和五连群[1]，岩性以黑云斜长片麻岩、黑云钾长片麻岩和黑云母变粒岩为主。

自元古代以来，本区地壳长期总体上升，遭受剥蚀。晚中生代，随着区域性的地台活化，本区构造运动与岩浆活动十分强烈，其突出表现为断裂与断块活动的加剧及与之相伴生的中、酸性岩浆的侵入。

新第三纪开始，本区的构造发育进入了一个新的构造旋回阶段。初期表现为地形遭受强烈的剥蚀夷平，形成区域性的新第三纪夷平面[3]。早更新世，夷平面被抬升并发生构造变形。中更新世为又一剥蚀夷平时期，形成中更新世夷平面。晚更新世，受西侧五莲山地和马陵山丘陵断块抬升的影响，本区上述两级夷平面发生掀斜和断块差异性升降，致使地形呈阶梯状由北西向南东倾斜并遭受切割破坏，产生相对隆起和凹陷。相对隆起的部分继续遭受剥蚀，而相对凹陷的部分则承受堆积。全新世开始本区大面积仍以上升为主。

根据地貌、第四纪地层的分布规律及其特征的分析，对本区新构造运动的特点初步获得如下认识。

1．本区大面积出露古老片麻岩及晚中生代中、酸性侵入岩体，缺失新、老第三系及早更新世地层。第四纪残积和残坡积物（Q^{el}，Q^{eld}）分布较广但厚度很薄。中更新世坡积和洪积物所构成的坡积裾和洪积扇仅在山麓地带零星分布。晚更新世及全新世以河流和海水为主要动力的堆积物在河谷和滨海地带普遍发育，但最厚亦不超过20—30m。因此，第三纪以来本区是一个长期经历剥蚀过程的地区，剥蚀量大大超过堆积量。说明本区新构造运动大面积以稳定上升为主，后期局部有轻微下降，幅度与规模均不大。

2．区内发育有两级剥夷面和一级堆积阶地平原面。Ⅱ级（高级）夷平面（实际上是一个被后期内外营力切割破坏了的残余

准平原面）由一系列近似等高的平缓的低山丘陵顶面以及某些较高山头下部平阔的肩山所组成。它们在一定范围内构成一个近似等高且向一定方向缓倾的面。该夷平面在本区西北的五莲山区海拔高度在300m左右，至本区逐渐降至200余米，往南至本区南部的苏鲁边境高度则更低。这种有规律的高低变化，一方面固然是由于夷平面形成过程中的自然倾斜，但主要则是后期新构造运动沿一定方向断裂的块断性差异升降所造成的。

根据燕山末期的一些岩体被该夷平面所切割；同时本区缺失第三纪地层，显然当时是处在一个剥蚀夷平的时代；此外，根据与邻区同级剥夷面的对比，大致可以确定该夷平面的形成时代为新第三纪。

I级（低级）夷平面即山麓剥蚀—堆积面，分布于本区西部山丘与滨海平原的广阔的过渡地带，分别由不同类型的地貌单元所组成：（1）在低山丘陵之坡麓部分表现为大部分由中、上更新统堆积物覆盖的堆积或剥蚀平台；（2）在山麓河流出口处由洪积扇组成；（3）在某些河流分水岭地段表现为分水梁或分水鞍；（4）在大范围内，即山麓外围则表现为由低缓垄岗和洼地所构成的剥蚀—堆积准平原。

该级夷平面地势比较低缓，为地壳发展一定阶段，即相对稳定阶段的产物。其标高在山麓部分可达60—100m，而在山麓外围之波状准平原部分，一般为30—60m。同一级夷平面的两个不同部分之所以有如此显著的高差，乃是后期新构造运动沿一定方向的断裂（主要为NNE和NW向断裂）的块断性差异升降所造成的。这两个不同部分原先应属于同一时代，即中更新世所形成的同一夷平面的不同部分，并非两级夷平面。因为它们之间多以断裂为界；两者的相关堆积物，最老者均为中更世棕红色土。

堆积阶地平原面，主要分布在东部的滨海地带或较大河流下游的河谷地带，相当于5—10m等高线的范围内，由晚更新世一全

新世河流相或海陆交互相的亚砂土、亚粘土、沙砾物质组成高出现代海面5—10m的阶地。

上述3个不同级别的地貌面的存在表明，新生代以来，本区属于大面积间歇性抬升的地区，标志着地壳经历过3次较大规模的抬升以及介乎其间的两次较长的剥蚀夷平时期，反映了本区新构造运动的发展具有多旋回的特点。同级剥夷面高度的显著差异以及由北西向东南方逐级降低的趋势，表明本区新构造运动的差异性以及具有掀斜抬升的特点。

3．本区发育有四组断裂，分别为NNE向、NW向、NEE向和NE向。其中以NNE向断裂规模最大，发育最好，为本区主干断裂。

NNE向断裂延伸方向为20°左右，往往由若干条相互平行的断裂组成断裂带。区内出露最清楚的NNE向断裂带为时官庄—罗花前断裂带，其地表可见长度超过10公里，有宽约100—300米的挤压破碎带。这些NNE向的断裂或断裂破碎带虽然大致形成于中生代，但后期活动频繁，是新生代以来多期活动的活动断裂带，对本区不同类型地貌的发育，侵蚀区和堆积区的分布，河流的弯曲方向，海岸线的形态和走向等均起着重要的控制作用。

NW向断裂规模较小，其走向在300°左右，多倾向NE，陡倾角，一般长数百至千余米，亦有长达数公里者，如朱岭山南翼之山东头—秦官庄断裂。该组断裂形成时代较晚，往往切穿并错移NNE向断裂，对本区河流的流向，基岩港湾式海岸段的岸线方向，地势的高低起伏和地貌类型的分布亦具有相当重要的控制作用。

上述两组活动断裂所产生的长方形网格，构成了本区断裂构造的基本格局。沿这种网格状断裂所产生的块断差异性升降是本区新生代以来构造运动的又一重要特征。

4．近期以来，本区总体仍以缓慢上升为主，沿海中全新世

海成古砾石堤，砂堤等已高出海面近10米；两城镇附近之安家村60年前村庄有一半常遭海水侵淹，如今已距海数公里。但局部地段亦有明显下降。例如石臼所一带海面以下有古城遗址和大量文化遗迹。据访问，在距今海岸10余公里处有古石河县城，已没于海中，奎山嘴附近渔民打鱼常于附近海底捞到古砖、器皿等。

参 考 文 献

〔1〕中国科学院自然区划委员会，中国地貌区划，科学出版社，103，1959。

〔2〕杨锡冒、赵金秋，应用重磁资料对沂沭断裂带及其周围构造特征的初步分析，山东地质，1(1)，44，1985。

〔3〕黄志强、杨达源、郯庐断裂带中段活动构造与地震关系的研究，地震学刊，2，17，1985。

GEOMORPHOLOGY AND NEW TECTONICS MOVEMENTS OF THE SOUTHERN SHANDONG PENINSULA COAST

Key words: Geomorphology of the coatal, New tectonics movements

Abstract

This paper discsses the geomorphology of the coastal areas north of Haizhou Bay of southern Shandong. According to the data of geomorphology, quaternary strata, etc, the characteristics of the new tectonics movements of this area is also analysised.

本文载《海洋科学》，1987年第3期，16～20。

鲁南沿海第四纪地层与环境变迁

提要　鲁南沿海地区地表约70%以上为中、上更新统及全新统地层所覆盖。其主要成因类型有残积、坡积、冲积、海积以及它们之间的混合类型。第四系总厚度仅有30—40m，地层分布具有明显的东西向的分带性，而南北方向上差异较小。本区古地理的演变过程是：由更新世的陆地环境，经过全新世的海侵，变为现今的滨海环境。古气候则由中更新世的湿热，经过晚更新世的干凉和全新世的温暖期，形成现代温暖的海洋性气候。

胶州湾以南，海州湾以北的鲁南沿海地区，位于胶西低山丘陵之东南缘，基岩由古老变质岩和燕山期花岗岩组成。地质构造上属山东地块的隆升部分，新构造运动的轻微隆起区（图1）。外营力以流水的侵蚀、堆积作用占优势，并有海蚀、海积作用，中更新世以来的第四纪地层广泛发育。本文着重论述第四纪地层的基本特征、成因类型和古地理环境变迁。

一、第四纪地层的基本特征和分类依据

(一)基本特征

本区第四纪地层的基本特点是分布广、厚度小、类型复杂、分带性明显。

全区约70%以上的地面为各种类型的第四纪地层所覆盖。这些地层按其成因主要有：残积、坡积、冲积、海积等以及它们之间的混合类型；按其形成时代，可分为中更新统，上更新统，全新统。这些不同时代的地层厚均很小，中更新统一般多在5 m左

右，上更新统可达10m以上。全新统最厚处在傅疃河的下游亦不超过20m。因此，本区第四系的总厚度仅有30—40m。

受新构造运动和地形的影响，本区第四纪地层具有明显的东西向分带性，而南北方向上差异较小。地层的这种差异性不仅表现在地层类型上，而且反映在时代的新老关系上。在本区西部或西北部的低山丘陵分布地段，以坡积、洪积物为主，构成坡积裾、洪积扇等微地貌，地层时代较老，中更新统之红色土广泛出露；中部低缓丘岗、洼地地段，以残坡积、坡积、冲积物为主，构成波状起伏的准平原，上更新统之黄棕色土大面积分布；东部滨海平原地段，以海冲积、海积物为主，构成河口三角洲平原、滨海平原、台地等，全新统及近代海相与海陆交互相的黄灰色、黄棕色含海生贝壳的亚砂土、砂砾物质等广泛发育。

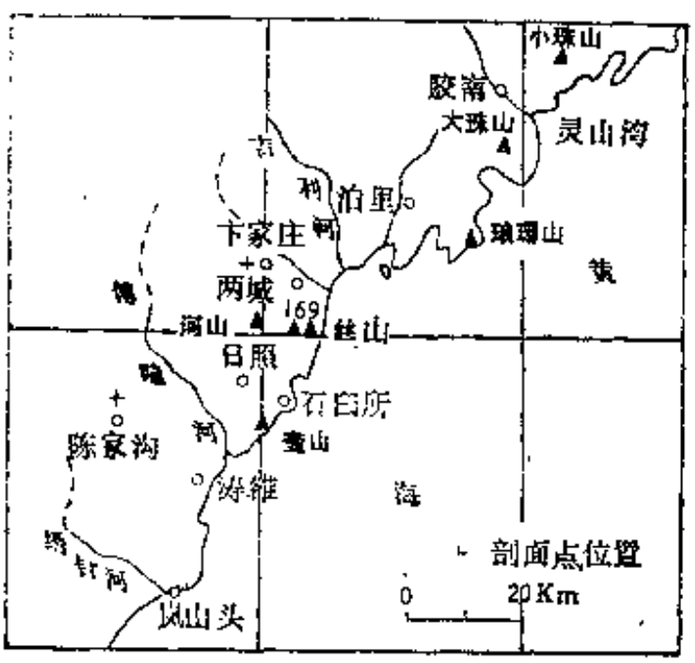


图1　调查区示意

(二)分类依据

本区第四纪地层分布广，类型复杂，除未发现早更新世地层外，其余各时代的地层均有分布。

本区第四纪地层的成因类型，本文主要依据其所在地段新构造运动的性质，地貌部位，水动力条件以及地层的内部结构、岩性等来划分。

目前本区能作为划分第四纪地层时代的直接证据还不多，故有些地层只能根据其岩性和岩相特征与邻区对比的结果来确定其生成时代。

1934年杨钟健由山东昌乐地区第四纪动物群的分析中指出，山东红色亚粘土中的动物群，除山东羚羊外，其它皆和周口店中更新世的相同。裴文中在《中国第四纪哺乳动物区划及动物群的划分》一文中指出："山东益都也有肿骨鹿发现……"[1]。肿骨鹿为中更新世华北动物群的代表种之一。

本区广泛分布于低山丘陵缓坡部位的洪积、坡积亚粘土，其岩性特征与昌乐、益都等地的红色亚粘土相同，故其时代可定为中更新世(Q_2)。

第四纪地质学、土壤学以及古脊椎动物学的一些研究成果表明，上更新世的自然地带已基本上与现代类同，也就是说，现代自然带在更新世后期已经形成。在南京地区，黄褐土的厚度可达20m以上，这种深厚的土层一定是经过相当长的时间才能形成，因此，在更新世后期已经是黄褐土的生成环境了。在华北和西北地区，当时已是褐色土和棕壤的温带森林气候环境[2]。因此，大面积分布于本区中部以及西部低山丘陵缓坡部位，上迭或内迭于中更新世红色土之上（中）的黄褐色或黄棕色土，其时代可划为晚更新世（Q_3）。

二、第四纪地层的成因类型

根据其形成时代及其成因，将本区第四纪地层划分为下述几种成因类型。

（一）中更新统（Q_2）

1．残坡积层（Q_2^{el+dl}）零星出露，主要分布于本区西部，西北部以及东南部低山丘陵之山麓地带，在中部波状丘岗之缓坡上亦偶见出露，由棕红色含碎石亚粘土组成，结构坚实，碎石成

分与当地基岩相同。碎石表面往往为铁锰质侵染，故多呈铁锈色，层中局部含铁锰结核。厚度约在数cm至1m之间。

2．坡积层(Q_2^{dl})广泛分布于本区西部之高家沟、时家官庄、下湖等地以及东南部之朱岭山、白云寺、丝山、奎山等低山丘陵的坡麓地带。由具灰色或灰绿色网纹并含少量岩块和碎石之红棕色亚粘土组成，胶结坚硬，节理发育，地层往往龟裂成不规则碎块。厚度在1—8m之间(图2)。

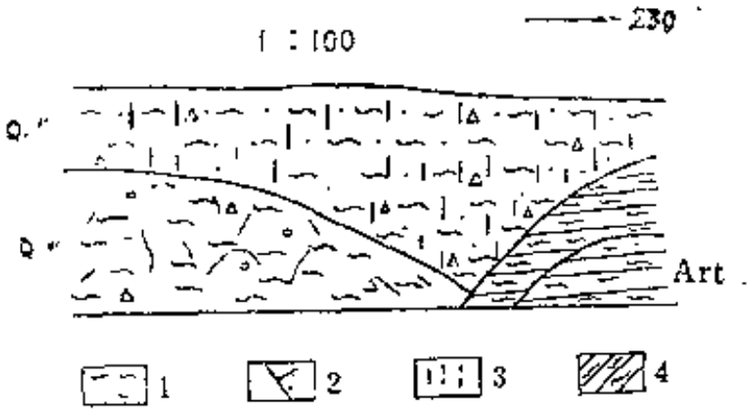


图2 169 高地西北坡坡积层剖面图

1．亚粘土，2．龟裂纹，3．垂直节理，4．片麻岩。

3．洪积层（Q_2^{pl}） 分布于低山丘陵区山谷出口处水流之两侧，由红棕色含碎石亚粘土夹大小混杂的砾石、碎石（或透镜体）组成，厚度可达5m左右(图3)。

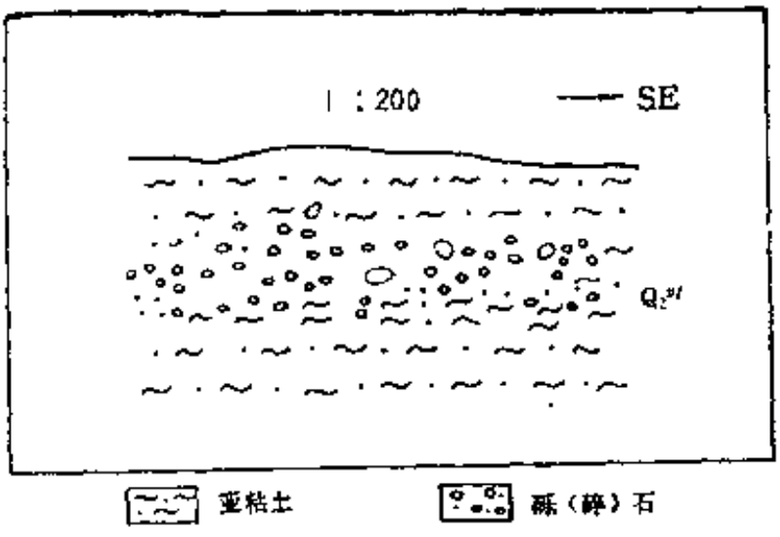


图3 卞家庄西洪积层剖面

（二）上更新统（Q_3）

1。坡积层（Q_3^{dl}）在低山丘陵之坡麓部分如河山两侧以及奎山、石子山、老牛头顶等地广泛分布。由黄灰色含碎石亚粘土或黄棕色亚粘土组成，局部含砂、碎石透镜体，垂直节理发育。厚度一般为2—5 m。

2。沼泽化坡积层（Q_3^{dl+h}）零星分布于低山丘陵间的局部沟谷洼地中，在波状地形的“波谷”部位即洼地中也有分布。岩性以黑色、深黑、灰黑色粘土、亚粘土为主，夹草木泥炭层，有明显的碳化木，草屑根系以及被Fe质置换了的结核状圆形根系和细枝干。厚度约1—3 m。1982年在大珠山东麓乔家洼村西约1000m，距地表以下1.5—2m处的上更新统灰黑色沼泽相沉积层中，发现了披毛犀、普氏羚羊、猛犸象等脊椎动物化石群[1]（图4）。

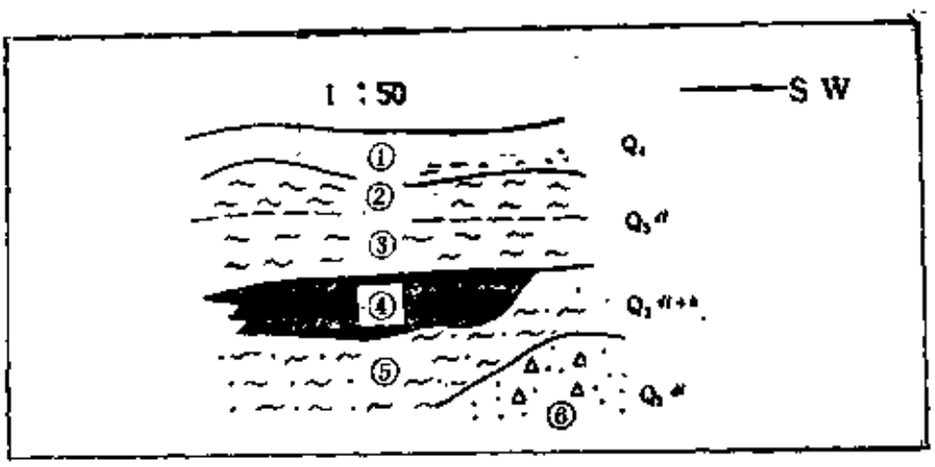


图4　陈家沟北沼泽化坡积层剖面

1.耕植土　2.棕黄色亚粘土　3.灰黄色亚粘土
4.泥炭层　5.灰黑色亚粘土　6.砂砾石层

3。洪积层（Q_3^{pl}）主要分布于低山丘陵之山谷出口处，形

1）郑永盛等，《对鲁东南沿海地貌发育问题的几点认识》。

成洪积锥和洪积扇，在藏马山、奎山、丝山、老牛头顶以及秦家官庄等地较为发育。岩性一般可分为两层：下层由浅红棕色、黄棕色亚粘土夹砂或碎（砾）石透镜体组成，分选性差，具水平层理；上层由灰黄、灰白或灰黑色亚粘土、亚砂土组成，有零星的薄而小的碎石透镜体。厚度可达5m以上。

该层往往上迭于Q_2^{pl}之上或内迭于Q_2^{pl}之中。

4．冲坡积层（Q_3^{pl+dl}）广泛分布于现代水系两侧，一般呈狭长带状。在本区较大河流(如白马河、两城河、傅疃河等)的中下游两侧，往往可构成宽数百米至数公里不等的冲坡积平原。岩性为黄棕色亚粘土、亚砂土和砂砾层构成，具二元相结构。砂砾层中常夹有黑色淤泥条带。厚度不详。

5．海冲积层（Q_3^{al+m}）分布于近海低平原区，构成海、冲积平原。在本区主要河流下游及其附近的涛雒、大小楼、魏家湾、两城镇、安家村等地广泛发育。由具海生贝壳和局部盐碱化的灰黄色或黄棕色的亚粘土、亚砂土和砂层构成。厚度不详。

（三）全新统（Q_4）

1．冲积层（Q_4^{al}）分布于现代河床及其两侧，构成河漫滩、砂洲、砂滩等近代或现代流水地貌。主要由亚砂土、亚粘土、砂土及砂、砾等物质构成，局部有细砂夹淤泥层。厚数十厘米至数米不等。

2．海冲积层（Q_4^{al+m}）分布于东部滨海地带。本区较大河流入海口的海湾地段，如傅疃河、白马—吉利河、两城河等河流下游近海口的古海湾地段，岩性比较复杂，垂直分带明显，上部为棕黄色亚砂土、亚粘土夹黑色淤泥、砂层，有陆生生物和少量海生生物贝壳；中部为黑色淤泥夹透镜状砂砾层，内见海生与陆生生物相混杂；下部为黑色粉砂质淤泥及细砂层。细砂以长石、石英为主，磨圆度较好，层中有大量植物碎屑和孢子、花粉。厚度可达10m。

3．海积层（Q_4^m）在东部沿海的海岸线附近呈狭长的带状分布，宽度一般为数十至数百米，局部地段可达1—2km。组成物为含大量海生贝壳的黄褐、黄棕色砂、砂砾、砾石及黑色淤泥、亚粘土等。构成砂滩、砂堤、砾石堤、砂嘴、淤泥滩等复杂的地貌形态，系海浪、沿岸流长期作用的产物。厚度不等。

此种类型的堆积物明显地可以分为两种：一种是全新世中期堆积的砂嘴、砂堤、砾石堤，它们的部位较高，如今已脱离海水的作用并遭到流水的切割破坏；另一种是全新世晚期或近代形成的，至今仍受海浪作用而在活动变化着的砂滩、砂砾滩和淤泥滩等，它们具有明显的带状或层状分布的特点，局部地段有磁铁矿等砂矿富集。

（四）第四系未分统（Q）

残坡积层（Q^{el+dl}）在本区中部波状起伏的丘岗顶部及缓坡上，普遍覆盖着一层厚约0.2—1m的含基岩碎屑的黄褐色亚砂土或亚粘土，系属于第四系不同时代的残坡积物。此种堆积物在本区低山丘陵的缓坡上，局部也有分布。

三、第四纪古地理环境变迁概况

第四纪古地理环境的变化，包括新构造运动的差异升降，地形的高低起伏，气候冷暖干湿的波动，植被的更新变异以及海水的进退等，在第四纪地层中必然留下其痕迹。因此，根据上述地层资料，可以略窥本区更新世以来古地理环境的一般特征和演变过程之梗概。

本区大面积出露古老片麻岩和中生代中酸性侵入岩体，缺失新、老第三纪及下更新世地层。这种现象表明，直至更新世早期，本区仍处于相对稳定的剥蚀环境。

中更新世地层以一套坡积、洪积为主的夹有碎石或砾石层和透镜体的红色亚粘土堆积物，究其生成环境，为山坡或山麓堆积，

地层厚度较小。反映了本区中更新世时以低山丘陵为主体的地貌景观，地形高低差异不大，流水以短小急流为主。地层中土层多为红棕色，碎石或砾石表面遭风化或铁染以及棕红色土层中具有灰或灰绿色网纹等情况表明，当时气温较高且比较湿润为适合于红土发育的湿润热带或亚热带森林气候。

晚更新世初，受西侧五莲山地和马陵山丘陵断块抬升的影响，本区中更新世后期业已形成的顶部平缓，高差不大的山丘地貌，沿断裂发生掀斜和断块差异升降运动，致使地形呈阶梯状由北西向南东降低并遭受剥切破坏，产生相对隆起和凹陷。相对隆起部分继续遭受剥蚀而在相对凹陷部分则承受堆积。由于地形分野的加剧，沉积物的分带性更加明显，类型亦趋复杂化：西部或西北部的低山丘陵区，广泛发育具碎石、砂透镜体的黄棕、灰黄色亚粘土或含碎石亚粘土构成的坡积层，在局部山谷中发育了厚度约1—3 m的灰黑色、深灰色以及黑色沼泽化坡积层，反映了当时山岭和缓、宽谷发育、排水不良，有利于沼泽形成的山丘地貌景观和堆积环境；其东，即在低山丘陵的外围则发育了大片具二元相结构，大致沿北西—南东向河流两侧分布的冲坡积黄棕色亚粘土、亚砂土和砂砾层，局部亦有沼泽化现象，反映河流蜿蜒，湖沼棋布，岭谷相间，起伏微缓的波状准平原景观。这一时期的堆积物多为黄棕色、土黄色，此外，沼泽土与草木泥炭层的普遍发育以及沼泽相沉积物中披毛犀、猛犸象等脊椎动物化石的发现，表明本区上更新世的气候较之中更新世有了重大的改变，即由湿润的热带或亚热带森林气候变为干冷或湿冷的温带或寒温带草原、森林－草原气候了。

总之，晚更新世末以前，本区始终处于陆地的剥蚀－堆积环境。

进入全新世后，由于冰后期气候转暖，海面大幅度上升，本区东部成为滨海平原。约在距今6000年左右开始的中全新世高海

面时期，海水沿河谷洼地内泛可达10km 左右，因而在本区一些较大河流下游两侧形成了大面积的海冲积平原。此后，约在距今3000—4000年前开始，由于海面波动式下降，使海水逐渐退至现代海岸附近，在海退过程中，在海岸附近，留下了一道道海积砂堤、砾石堤及海积阶地等。

关于本区及与其邻近的青岛沿海地区的全新世自然地 理 环境，郭永盛，韩友松等根据大量孢粉、微古以及^{14}C测年资 料，进行过深入的分析研究。韩友松等认为，全新世海侵改变了更新世的陆地环境，从此变为滨海之地；随着气候变化及古地理环境的变迁，古气候经历了晚更新世末期的干凉和全新世的温暖期，形成现在温暖海洋性气候[1]。上述两点，概括了青岛附近沿海及本区全新世自然地理环境的基本特征和变化过程。

本区东部沿海之现代海岸附近的海积砂滩及砂砾滩中，局部富集磁铁矿，形成砂矿；在较大河流入海口附近的古海湾地段，于全新世古泻湖相沉积层中富含地下卤水或泥炭层；中部河流两侧，晚更新世冲积层中具有二元相结构，其中之砂或砂砾层为本区地下水的主要含水层；在低山、丘陵区前缘的洪积或坡积层中也往往富含地下水。

此外，主要由全新世海冲积物构成的低平原，由于地 势 低洼，排水不畅，加之常遭海水侵袭，土壤盐渍化现象普遍。

因此，对本区第四纪地层及第四纪古地理环境的研究不仅具有理论价值，而且对地下资源的开发，农田水利建设和土壤的改良等都有一定的指导意义。

1）韩友松，孟兰，青岛地区2万年来的自然环境变迁，1983。

参 考 文 献

〔1〕裴文中，中国第四纪哺乳动物区划及动物群的划分，中国第四纪研究 1(1)，27，1958。

〔2〕马溶之，对第四纪地层的成因类型和中国第四纪古地理环境的几点意见，中国第四纪研究，1(1)，72，1958。

QUATERNARY SYSTEM AND ENVIRONMENTAL CHANGES OF PENINSULA COAST IN THE SOUTHERN SHANDONG PROVINCE

Key Words: Quaternary Strata, Paleogeographic evolution

Abstract

The investigation area with its medium-pleistocene series (Q_2), upper-pleistocene series (Q_3) and holocene series (Q_4) covers an area of more than 70 percent of the southern Shandong province coastal area. Its chief types of origin are sedimentary, slope wash, alluviation, marine acculation and their mixture. Quaternary system is merely 30—40m thickness. Distribution of sediment displays an obvious zoningwest to east, but its difference is less from north to south.

The process of paleogeographic evolution in this area is fromland of pleistocene epoch to ingression of holocene epoch, then to littoral circumstances of today. Its paleo-climatological evolution is from humid-hot medium-

pleistocene epoch (Q_2) to dry-cold upper-pleistocene epoch (Q_3), warm holocene epoch and warm maritime climate in recent times.

本文载《海洋科学》，1988年，第4期，27～31。

鲁南沿海海岸砾石层的特征及其形成环境

提要　断续分布于基岩港湾式海岸，构成突出于海滨的，呈新月型天然堤坝或台地的鲁南沿海海岸砾石层或含亚粘土砾石层，其砾石主要由坚硬的石英质岩石组成，具有成分单纯，磨圆好，扁平度高，长轴走向与海岸平行等特点。矿物成分以稳定的重矿物为主，不稳定的重矿物种类很少且含量甚低。孢粉组合以亚热带气候条件下生长的针叶、落叶灌木或低等蕨类植物为主。

本文根据地层组构特征及其生成条件的分析，认为鲁南沿海海岸砾石层或含亚粘土砾石层乃是距今5000年前后，气候温暖的冰后期高海面时期及其以后海退过程中相对稳定阶段，由海水波浪的高能作用，在基岩质海岸之海湾的特定部位堆积形成的。

在北起胶州湾以南，南迄日照付疃河口以北的鲁南沿海长达100km以上的现代海岸线附近，大约相当于3—6m等高线范围内，断续分布着许多规模不等的砾石层或含亚粘土砾石层，多构成滨海的砾石台地或砾石堤。本文根据近年来在胶南、日照等地沿海进行野外调查所获的部分资料以及一些样品的分析鉴定成果，对上述砾石层的特征及其形成环境进行了分析研究，现将初步成果进行报道。

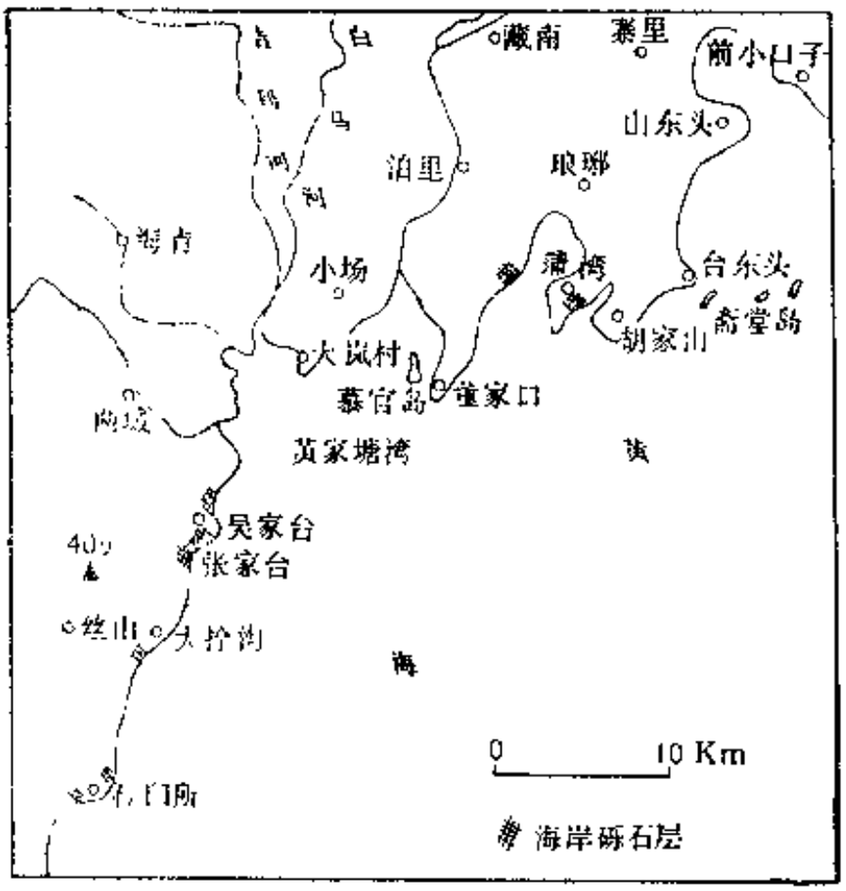


图 1　日照、胶南海岸砾石层的分布

一、地貌特征与剖面结构

鲁南海岸砾石层广泛发育于基岩岬角处或河流及其支流入海处的小海湾内。如日照的龙山嘴、石臼所、张家台、李家台、吴家台以及胶南的撒牛沟、蒲湾等地均有大面积的分布（图 1 ）。石臼所、张家台的砾石层顶面标高约 5 m，宽20m—30m，长100m以上，构成突出于海滨的台地；李家台、吴家台的砾石层高出今海面 4 — 6 m，宽数十米，长数公里，构成向陆微弯的新月形天然堤坝[1]。

在日照付疃河口以北的基岩岬角地带，典型的砾石台地之剖面一般可分为 4 层，其岩性自上而下分别为（图 2 ）：

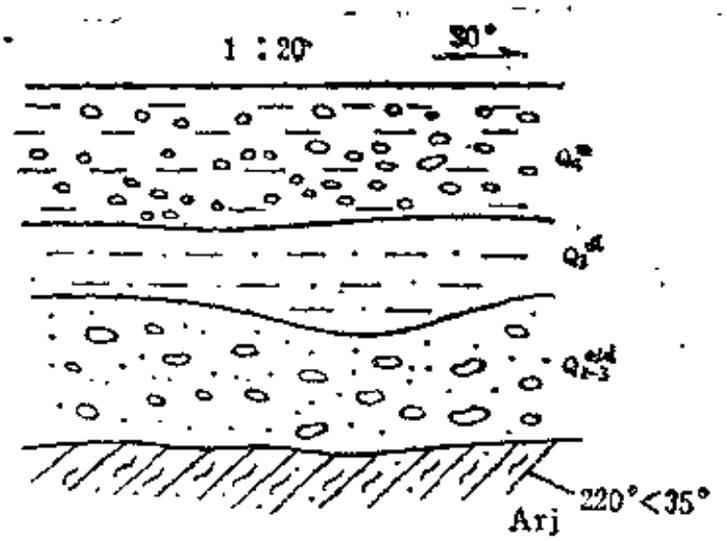


图2 张家台北海岸砾石台地剖面图

（1）Q_4^m黑灰色含亚粘土砾石层。厚40—50cm。

（2）$Q_3^{d\,1}$黄褐色亚粘土层。厚25—30cm。

（3）$Q_{2-3}^{c\,1\,d}$黄褐色砂、碎石层。碎石主要成份为脉石英。厚50—60cm。

（4）片麻岩风化层。

在小海弯段，砾石堤往往只出露上部砾石层或灰黑色含亚粘土砾石层。

二、砾石层的组构特征

（一）地层的岩性特征

鲁南沿海砾石层，砾间多被灰色、黑灰色亚粘土充填，胶结现象不明显，仅为重力压实，层中植物根系往往十分发育。砾石多呈灰白色，少数为浅黄褐色，成份较单一，主要由石英质岩石（脉石英、石英岩）组成，此外还有少量的为片麻岩、角岩、闪长岩等。砾径大者15cm，小者2—3cm，平均粒径为5—6cm。磨圆度多以圆、次圆级为主，扁平度多在0.4—0.6之

间。砾石长轴方向绝大部分与海岸线延伸方向平行，而倾向多在240°—330°之间，即向大陆方向倾斜（图3）。

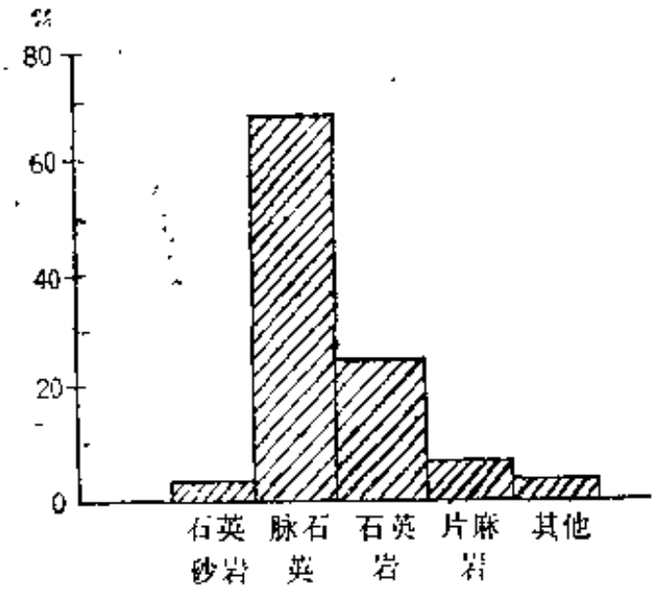


图3 张家台海岸砾石层砾石百分含量图

（二）矿物成分

砾石层中共发现矿物近20种。轻矿物以石英为主，长石含量很低。重矿物有16种：含量较高的有磁铁矿、赤铁矿、绿帘石、角闪石；次为石榴子石、锆石、钛铁矿、金红石、磷灰石、电气石。而铬尖晶石、黄铁矿等含量甚微且分布亦不普遍。矿物中，稳定重矿物磁铁矿、绿帘石、石榴石、锆石等百分含量明显高于现代河流砂砾层，而不稳定重矿物则有相反的趋势（表1）。

表1　鲁南海岸砾石层与沿海河流砂砾层重矿物含量对比

位置	样品类型	重矿物种类及其重量百分比(%)															
		磁铁矿	赤铁矿	褐铁矿	钛铁矿	绿帘石	角闪石	石榴子石	金红石	锆石	磷灰石	榍石	电气石	铬尖晶石	黄铁矿	黑云母	锐钛矿
日照张家台	海岸砾石层	59.24	6.95	2.04	3.3	23.38	0.32	3.1	0.03	1.50	—	几颗	—	—	几颗	—	微
胶南撒牛沟	海岸砾石层	63.37	6.96	2.13	微	11.56	11.75	0.78	0.07	2.85	0.10	几颗	几颗	—	—	—	几颗
胶南蒲湾	海岸砾石层	7.94	6.28	4.58	微	49.20	20.28	0.38	几颗	5.36	0.27	0.08	0.38	微	—	—	几颗
日照小香店	河流砂砾层	29.47	—	4.08	9.01	10.69	31.46	0.69	0.01	0.20	0.01	13.00	—	—	—	0.78	0.01
日照卜安子	河流砂砾层	24.21	1.26	4.64	2.12	—	14.71	几颗	几颗	0.20	少	53.67	几颗	—	—	—	—

（三）孢粉组合

根据日照张家台、李家台两地海岸砾石层中灰黑色亚粘土样品的鉴定结果统计分析如下：

张家台的样品中含有较多的植物根系。孢粉中木本花粉占孢粉总重的31.2%，主要种属为松属*pinus*，栎属*Quercus*，忍冬属*Zonicera*等。草本花粉占总量的14.6%，主要种属为菊科Compositae，藜科Chenopodaceae，此外有少量香蒲属*Typhe*，莎草科Cypeaceae。蕨类孢子占总量的54.2%，主要有卷柏属*Selaginellc*，凤尾蕨属*Praris*，中国蕨科Sinoptens，水龙骨科Polypodiaceae等。在整个孢粉组合中，低等蕨类植物孢子含量占绝对优势。这些不开花的孢子植物大都生长在湿热环境下的溪边、洼地或茂密的丛林下，少量的草本植物中有湿生莎草和淡水生香蒲，反映当时该地可能为海滨之河湖岸边洼地。

李家台孢粉样中，木本花粉占孢粉总量的50%以上，以落叶阔叶树花粉为主，其中亚热带温暖气候条件下生长的落叶灌木或小乔木花粉金缕梅*Hamamelis*最多（占孢粉总量的25.7%），其他如桑属*Morus*，榆属*Ulmns*，柳属*Salix*，胡桃属*Tuglans*等含量较少。草本花粉以耐干旱的蒿属*Artemisa*，菊科Compositae花葱科Polemaniaceae等为主，反映当时该地为亚热带温暖略干的气候环境（表2）。

表2　日照海岸砾石层孢粉种类及含量

孢粉种属和含量百分比(%) ＼ 样品号 / 取样地点 / 地层类型	Bf₁	Bf₂
	日照李家台	日照张家台
	海岸砾石层	海岸砾石层
木本植物花粉	54.3	31.2
针叶树花粉		
松属 *Pinus*	5.7	20.8
柏科 CuPressceae	2.8	
麻黄属 *Ephedra*	2.8	
阔叶树花粉		
栎属 *Quercus*		4.2
金缕梅属 *Hamamelis*	25.7	
胡桃属 *Juglans*	2.8	2.1
柳属 *Salix*	2.8	
榆属 *Ulmus*	2.8	
山毛榉属 *Fagus*	2.8	
忍冬属 *Lonicera*		2.1
椴属 *Tilia*		2.1
草本植物花粉	40	14.6
蒿属 *Artemsia*	8.6	

花葱科 Polemoniaceae	11.4	
老鹳草 *Geranium*	5.7	
唇形科 Labiatae	2.8	
菊科 Compositae	11.4	6.3
藜科 Chenopeeliaceae		4.2
香蒲属 *Typhe*		2.1
莎草属 *Cyperceae*		2.1
蕨类植物孢子	5.7	54.2
卷柏属 *Selaginella*	2.8	12.5
凤尾蕨属 *Pteris*	2.8	8.3
中国蕨属 *Sinoptens*		10.4
蕨属 *Pteridium*		8.3
水龙骨科 Polypediaceae		6.3
海金砂属 *Lygodium*		4.2
瓶尔小草科 Ophiogtossaceae		2.1
紫萁属 *Osmumda*		2.1
藻类 (不计入总量内)		
环纹藻 *Cencentricysies*		
双星藻 *Zygnemataceae*		

注：孢粉由中科院海洋研究所孢粉室鉴定

三、海岸砾石层的形成环境

据实地调查以及参考有关论述，笔者认为鲁南海岸砾石层或含亚粘土砾石层形成的主要条件为：基岩岬湾海岸；适宜的海岸坡度（3—5°）和高度（高潮线以上0.5—1 m）；100—1000a尺度的海面相对稳定；具有沿岸流等。

（一）海岸的边界条件

鲁南沿海由于濒海陆地边界条件的不同，因而形成不同形态和类型的海岸。大致以付疃河河口为界，可分为两种不同类型的海岸。其岸线形态亦有明显的差异：其南，因有多股河流（如绣针河、付疃河等）入海，形成三角洲型、泥质为主的海岸，岸线平直；其北，因濒海多低山、丘陵，基岩突露于海滨，多小股冲沟型水流入海，大陆向海凸出，形成港湾式基岩质或砂砾质海岸，岸线曲折多变。

在基岩裸露的海岸，岸边水深流急，海水的激浪拍击岩岸。岩岸被强烈侵蚀、破坏后形成的岩块以及比降较大，水流湍急的冲沟水流携带入海的粗粒碎屑物，均可以为海岸砾石层的形成提供丰富的物源。这些岩块和碎屑物经海浪和沿岸流的长期冲击、磨园，然后在海边堆积下来，形成砾石层。由此可见，基岩为主的海岸以及由此而决定的岬湾相间的海岸地形乃是砾石层形成的必要条件。

（二）适宜的海岸坡度与高度

根据笔者对胶南、日照海滨十多个现代海滩砾石层分布点的观察与统计，适宜于砾石堆积的海岸坡度大约在3°—5°左右，高度约在高潮线以上0.5—1 m之间，即小于或等于拍岸浪高度的上限。

（三）海面的相对稳定

由大量磨园度很高的砾石所组成的海岸砾石层，乃是海水波

浪长期作用的产物。这是因为一方面，砾石的磨圆需要波浪长期、反复的冲蚀作用才能实现，另一方面，大量砾石的堆积成层也必须有一个长期积累的过程。因此，具有一定规模和厚度的海岸砾石层，必然需要有一个长期相对稳定的海面才有可能形成。赵希涛等对中国东部海平面变化的研究指出，中全世以来海平面只有小的波动，有几段几百至一千年的相对稳定阶段。这种几百至一千年尺度的海面相对稳定，亦是鲁南沿海海岸砾石层得以广泛发育的基本条件之一。

（四）稳定的沿岸流

鲁南沿海海岸砾石层的物质来源，据大量砾石和矿物成分的统计、分析，有的是通过入海河流搬运，在河口附近的海滨堆积下来的，但大部分则是海岸源砾，是由与海岸平行或斜交的沿岸流搬运来的。所以相对稳定的沿岸流也是海岸砾石层形成的一个重要因素。

关于鲁南沿海海岸砾石层的形成时代，迄今尚未取得可靠的测年数据，但可依据下列资料和研究成果作间接的推断：

1．鲁南沿海海岸砾石层（含亚粘土砾石层），均为松散堆积物，无胶结现象，仅普遍遭受重力压实作用。因此，其形成时代肯定不会太老。

2．砾石层多上复于晚更新世（Q_3）晚期黄色亚粘土之上，两者界线清晰并有明显的剥蚀面，说明其形成时代当在晚更新世晚期黄色亚粘土堆积之后的一段相当长的时期。

3．中国东部近20,000年来海平面变化的大致情景是，在距今16,000—15,000年前的晚玉木冰期极盛时，海面下降到最低深度，即－150—－160m。随着冰后期气候的迅速变暖，海平面急剧上升：至距今14,000年前，海面高度为－100m；距今12,000年前，海面高度为－50m；距今9,000年前，海面高度为－30m；距今8,000年前，海面高度为－5m；距今7,000年前，海面高度仍

在今海平面以下[2]。因此，我们考虑鲁南沿海海岸砾石层（含亚粘土砾石层）的形成时代，不可能在距今7,000年以前。

4。距今6000—5000年间，气候温暖，是冰后期高海面时期，海面比现今高3—5m，而且稳定了相当长的一段时期，因此便形成了一系列与此高度相当的海蚀地貌及中全新世的堆积物。连云港的云台山、东陬山、西陬山等沿海低山、丘陵迎海坡残留的高出今海面5—7m的海蚀洞，赣榆沿海堆积平原西部标高5m左右的海相淤泥粘土层。鲁南沿海以及山东半岛高出今海面约5m的海蚀穴、海蚀平台即是这一时期形成的。鲁南沿海砾石层普遍高出今海面3—5m，且具有一定规模，须有一个相当长的海面相对稳定时期才能形成。所以推测其形成时代亦在距今6000—5000年全新世高海面时期。砾石层底板高度大致与当时的高潮面相当。因此，它可以作为一种滨海的地貌与沉积标志，代表一定时期古海岸线的大致位置。

综上所述，我们认为鲁南沿海砾石层和含亚粘土砾石层是在距今6000—5000年间的全新世高海面时期，亚热带气候条件下，由于海浪的作用在基岩岬湾岸堆积形成的。

参 考 文 献

〔1〕 黄志强，鲁南沿海地貌与新构造运动，海洋科学，3，18，1987。

〔2〕 赵希涛，中国海岸演变研究，福建科技出版社，30～32，1984。

THE CHARACTERISTICS AND FORMATION ENVIRONMENT OF COASTAL GRAVEL BED OF SOUTH SHANDONG COAST

Key Words, Coastal gravel beds, Characteristics of fabric, Forming environment

Abstract

The gravel beds of the south Shangdong estuary coast seem to be crescent natural dams or platforms stretching out into the sea with main axis parallees with the coast. The gravel is mainly of hard quartziferos rock, which is smooth and in low spher city.

The sperepellen assemblage reflects that the vegetation was mostly composed of coniferous trees, deciduous shrubs, or ferns growing under subtropic climate.

The characteristics of strata fabric and the analyses of its formation conditions, show that the gravel beds of the south shandong coast were formed by wavy action during Holecene high sea-level about 6000—5000a B.P.

本文摘要载《海洋科学》，1990年，第4期，58～61。

苏北赣榆堆积平原历史时期自然地理环境的变迁

秦代方士、著名航海家、中日友好的伟大使者和先驱徐福，经罗其湘先生等考证，今江苏赣榆县金山乡徐福村是他的故里。历史人物的活动及其成就除了受当时社会、经济、人文等条件的制约之外，还要受到当地自然地理环境的影响。本文主要根据地形、地层、考古等方面的材料，试图通过赣榆一带历史时期自然地理环境要素，诸如地貌、海岸、河流、湖泊等发展变迁情况的研讨，恢复距今2千年左右的秦汉时期之当地古地理环境的基本面貌和主要特征，为进一步研究徐福及其东渡日本这一重要的历史事件，提供一些历史地理方面的背景材料。

一、区域地质地貌概况

赣榆位于秦岭东西向复杂构造带与新华夏系北北东向郯庐断裂带交接部位之东北部，北连胶南隆起，南接苏北拗折带，西临沂沭大断裂，东濒黄海凹陷。基岩主要由前震旦纪古老片麻岩组成，西北部局部地段有燕山期花岗岩出露。在地貌分区上属于胶西低山丘陵的东南缘，为胶西低山丘陵与苏北黄淮平原的接壤与过渡地带，地形大致由西北向东南逐渐降低，高低起伏不大，但具有明显的分带性：西部及西北部以低山丘陵和岗地为主，长期以来地表缓慢稳定上升，地面以剥蚀作用占优势；中部为冲积和海积平原；东部以及东南滨海地带发育了一套以近代海滩为主的海积地形。与地形倾斜方向相适应，第四纪堆积物厚度自西北向东南逐渐增厚：在北部和西部的丘岗前缘地带厚度小于5米，至东

南部的临洪口附近厚度则达80余米。

本区属中纬度地区，在自然地带划分中属南北过渡区，又是大陆与海洋的交接地带，对地理环境变化的反映敏感，表现为变化速度比较快，幅度亦比较大。

二、历史时期自然地理环境的变迁

历史时期以来，本区自然地理环境屡经沧桑，今昔面貌已大为不同，其变化递遬之过程，可以从下述诸方面窥其端倪。

（一）古海岸线之变迁

中全新世以来，海面波动式下降和海岸线逐步向海推进，已为多方面的资料所证实。在砂泥质海岸广为发育之古海岸地貌，沉积砂堤与含贝壳砂堤，为海面相对稳定时期的产物，是和当时当地的海岸线紧贴并平行分布的，所以能够代表不同时期古海岸线的位置。

今赣榆境内近海堆积平原地区的地表，迄今尚残存四条近南北向展布的砂堤和含贝壳砂堤。关于这些砂堤和含贝壳砂堤的分布位置、组成、结构等，已见诸近年发表之论著中[1][2]。根据这些砂堤和含贝壳砂堤，并结合其它资料的分析研究，我们已经可以初步确定赣榆境内新石器晚期—历史时期以来，不同历史阶段海岸线的大致位置以及海岸变迁过程之梗概。

①大约距今4千多年前的新石器晚期，海岸线位在临洪灶、郑园一线，向北延伸至九里、柘汪附近。在该线以西有许多新石器时期的文化遗址和遗迹。

②大约距今2千年左右的秦汉时期，海岸线位于双槐树、宋庄至沙村一线，向北经盐仓城东至九里、柘汪以东。在该砂堤以西有汉代古城、汉墓等遗址和遗迹。

③大约距今1千年左右的唐末宋初，海岸线位在小东关以

西，经刘口、大沙、头坨西至赣榆城东向北延伸。刘口村地表以下2.9米，标高0米处的贝壳^{14}C测年，距今1420±170年[3]。此外，在大沙古城址中有佛寺，在调查中曾现场获得公元1014—1118年的钱币。

④清代中后期的海岸线则在小东关、后坨向北延伸经黄沙北至赣榆城东南入海。砂堤中曾发现1670年（康熙9年）的瓷器。

随着全新世高海面的逐步下降，和新构造运动自北西向南东的掀斜式抬升以及沿海大小河流的不断堆积，本区逐步出露成陆，在海岸线不断向海后退的过程中，在滨海地带遗留下来了一道道砂堤、含贝壳砂堤和滨后泻湖、沼泽洼地等。这些砂堤和湖沼洼地就成为海面变化及其演变过程中的产物。但几千年来，在海面不断下降，海岸线向海不断推进的过程中，曾有过若干次波动和反复，现已有证据表明大约在2千年前的秦汉时期，曾出现过一次较大规模的海水西侵、海岸线向陆后退的过程。如大沙所在砂堤（即距今大约1千年左右的唐末、宋初形成的第二道砂堤）以西的秦汉以前包括龙山文化的遗存，为后来的海相淤泥层所覆盖，而唐宋以后的文化层则无此种现象，就是一个证据。这次海西水侵可能与世界性的气候转暖所引起的冰盖退缩、海面升高有关。“距今二千五百年到二千年间，即在我国秦汉间，格陵兰和中国一样有温和气候。”[4]

（二）沉积物性质和厚度的变化

赣榆西部和西北部的低丘陵和岗地以东直至海滨之间的广阔堆积平原地区，沉积物的性质、厚度无论在水平方向和垂直方向上，均有很大的变化。

根据钻孔资料，赣榆城西房子桥至青口镇园艺场一线地表以下，发育有二层沼泽化粘土或泥炭层，下层^{14}C测年为距今4800±70年，其上为黄褐色亚粘土、粘土或砂层；上部是沼泽化粘土层，未有测资料，但可与邻区进行对比。本区以西的沂、沭河两

侧一级阶地，亦发育有两层沼泽化粘土层，其上部沼泽化粘土^{14}C测年为距今3490±130年。

该地段下部沼泽粘土层之底部至地表平均深度为7米左右，为近5千年来之沉积，计算其沉积速率为14厘米／百年左右。青口镇砖瓦厂以东，与上述西部地区时代相当的沉积地层，其下层以含贝壳的海相砂层、砂砾层和淤泥质粘土层为主，上层为陆相和海陆交互相的亚粘土、含砂粘土和淤泥质粘土，局部亦含有海生贝壳。两层的累计厚度为15米左右，平均沉积速率约为30厘米／百年。

沉积物的岩性和岩相是沉积历史和地理环境的产物，上述赣榆堆积平原区沉积物的岩性和岩相特征记录了本区距今约5千年来的全部沉积历史和沉积环境。本区沉积物在时空两方面均有较大的差异。沉积物的纵向差异，反映同一地段、不同时代沉积环境的变化，而沉积物的横向差异，则反映同一时代、不同地段沉积环境的变迁。

大致可以青口镇附近为界，赣榆近5千年来东西部具有明显不同的沉积环境：西部早期以泻湖、沼泽沉积环境为主，中后期转为陆相河流沉积环境；东部早期为海相沉积环境，中期为海陆交互相沉积环境，后期转为陆相河流沉积环境。沉积物厚度自西向东增厚及同时代地层的标高西高东低这些情况表明，本区历史时期以来的现代构造运动具有自西向东掀斜或下挠的性质。

（三）湖泊和水系的变化

本区位于鲁东南低山丘陵的前缘，东临黄海，地势低洼，必然也就是一个天然的河流汇聚中心，因受NW向断裂构造的影响，源于鲁东南低山丘陵的河流多为NW—SE向流经这个洼地，然后入海。所以在历史时期，本区就是一个河网密集，湖泊星罗棋布的滨海洼地。中全新世最大海侵时（大约距今6千多年），本区大部分成为海州湾的一部分。进入历史时期以后，大约距今

4千多年以前。海水开始逐渐东退，在海面波动式回降过程中。在滨海地带发育了一道道砂堤或含贝壳砂堤。而在这些砂堤背后则形成一些泻湖沼泽。这些在滨海砂堤掩护下的滨后湖沼，作为昔日海滨海水的孑遗，是海岸向海后退的重要地貌和沉积标志。

赣榆县境内，历史时期湖沼甚多，但随着地理环境的沧桑变迁，今均已湮没，其中除著名的艾塘湖外，史志均无所考。但我们从迄今仍相沿袭的地名、村名中可略窥其一斑。据不完全统计，全县至今仍以“湖（或洼）”命名的自然村（或镇），有17个，如：马站乡的仲家湖、罗家湖；石桥乡的杨家洼；金山乡的徐家湖、韦家湖；龙河乡的匡湖；土城乡的大洼；朱堵乡的小官湖、葛湖；墩尚乡的朱湖等。

艾塘湖又名义塘，亦称武强湖，位在海州北数十里，范围大抵在今赣榆城稍西的城子和墩尚之间。在古艾塘湖四周分布有不少古城遗址，如北岸的“张城子”、“申城子”、“李城子”；西北岸的“寺后”；西南岸的“沙河城子”等等。在这些古城所包围的地区，即艾塘湖区，未发现任何隋唐以前的文化遗址和遗迹[1]。据钻探揭露，该区下部为陆相河流泛滥堆积，上部为湖相和海相淤泥粘土层。可见，在隋唐以前，这里确系一片水域。艾塘湖大约最初形成于4千年前的新石器晚期，与赣榆境内最西一道砂堤的发育和形成有关，为该砂堤之滨后泻湖洼地。秦汉以后艾塘湖的范围可能一度向东扩展至赣榆南部第三条砂堤，即宋庄、狮子口至沙村一线。唐初怀仁县与东海县之间（青口以南，墩上以北）仍为大片湖水所隔，但至公元9世纪中叶艾塘湖就淤积成陆了。

赣榆县境内河流纵横，古代河道尤多。历史时期曾出现过的今已消失的较大的河流有：游水、尧水、剑水、义水、光水等。今存的大小河流约在15条以上，其中较大者有：绣针河（界河）、

1）据张传藻资料。

龙王河、青口河、新沭河（界河）等，均发源于鲁东南低山丘陵区，因受NW向断裂构造的控制，多呈NW—SE向横贯本区。这些河流的河道均较短促，且大部分单流入海，水量季节变化大，雨季山洪暴发，洪水奔泻，泥沙俱下；旱季水量大减，有的甚至干涸断流。历史时期以来的数千年中，由于海岸的不断变迁，河流上游和通过海州湾沿岸流带来的黄河大量泥沙的堆积以及新构造运动和人为的影响，使本区的水系面貌大为改观，游荡、尧水等相继淤没消失，现存的一些河道亦逐渐淤浅变窄。

综上所述，赣榆一带，历史时期以来，地理环境的发展和演变过程可概括为：由5千—6千年前的古海湾变为河湖沼泽遍布的滨海洼地，再变为现今的滨海堆积平原。因此本区自然地理环境的演化过程是一个海岸不断向海后退、平原日益向东扩展的过程。其发展变化的主要原因是海面下降，泥沙淤积和新构造运动的总体相对微弱抬升。

三、秦汉之际地理环境概况

距今2千多年的秦汉之际，赣榆境内的海岸线位置大致在双槐树、宋庄至沙村一线，向北经盐仓城以东至九里、柘汪，然后呈北东向延伸至山东境内。其间虽发生过一次较大规模的海面上升的波动，但海岸在这一线必定是相对稳定了相当长的时间。因此，遂有上述砂堤的发育和形成。在此时期“渤海西岸的古岸线稳定在白沙岭—军粮城—泥沽—上沽林—歧口—狼坨子一线，形成了泥沽—歧口贝壳堤”[5]。

在这条沿双槐树—宋庄—沙村一线分布的砂堤以东是海域，以西则是河网切割、湖沼遍布的低洼平原。当时的湖沼可分为两列，均大致呈NE—SW向分布，东一列湖沼群，沿砂堤西侧分布，如古艾塘湖、匡湖等，为海退时留下的滨后泻湖或沼泽，今均已淤平；其西一列湖沼群，多沿本区西部低丘垄岗之前缘，

即丘岗与堆积平原交接处分布，且多位于本区NW向河流之上游，是河流由丘岗流入平原时，在地形转折处的局部洼地，贮水形成的淡水湖沼，今仍留其残迹或经人工改造为水库。

秦汉之际气候温和，“秦时春初要比清初早三个星期”。《史记·货殖列传》有“齐鲁千亩桑麻”的记载。可见当时的气温和湿度比现今要高许多。在当时湿热的气候条件下，本区发源于植被繁茂的鲁东南低山丘陵区的较大河流，如龙王河、青口河等，规模和水量必然比现在大得多，并且泥沙含量也要少得多。

龙王河，主流源出山东莒南县文町之望海楼、牛头山、磨山，由西北而东南流经本区，在东海头梁东沙入海，而秦汉时则在盐仓城以东不远处入海。

自盐仓城沿河向上约4—5公里处的大港头，位在龙王河由山丘向平原过渡的地带，且处于数条支流与主流交汇处的下方，秦汉时海面位置较高，海水可沿河槽上溯很远。因此大港头上接龙王河上游数条支流由山丘谷地奔泻而下的来水，下承沿河槽上溯的海水，具备天然港口的有利条件。近年来，通过调查，已在今大港头村附近发现许多从地下掘出的带孔的大石头—古代船用石锚。凡此说明，大港头村附近，在秦汉时代乃是一个近海的水港码头。

因此，秦汉之际海州湾平原区，是一个东濒黄海、地势低平、河湖星罗棋布的滨海水乡泽国，不仅有鱼盐之利，且有舟揖之便。位于龙王河下游西侧的徐福村，南距大港头村仅1公里。从小就生活在这样一种河、湖、海、陆交错纷呈的地理环境中的徐福，自然不难熟悉海水、潮流、波浪以及季风、洋流等有关航海必备的基本知识。正因为有这种得天独厚、良好的从事海上活动的地理环境，徐福才有可能具备条件接受秦始皇派遣实现浮海东渡的壮举。本文试从徐福故里地理环境特点方面，为徐福东渡的可能性和必然性，提供了一个具有重要意义的论据。

参 考 文 献

〔1〕 张传藻、葛殿铭，海州湾岸线变化特征，海洋科学，1982。

〔2〕 张传藻、杨达源、黄志强，全新世海州湾岸线的变迁，海洋出版社，1986。

〔3〕 卢演俦，我国全新世海岸变迁与新构造运动，中国第四纪海岸线学术讨论文集，海洋出版社，1986。

〔4〕 竺可桢，中国近五千年来气候变迁的初步研究，竺可桢文集，科学出版社，1979。

〔5〕 赵希涛，关于北京平原全新世海侵问题的商榷，中国第四纪海岸线学术讨论会论文集，海洋出版社，1986。

本文载《徐福研究论文集》，中国矿业大学出版社，1988年，211～218。

苏北赣榆东南沿海平原的成陆过程

赣榆县位于江苏省的东北隅，东濒黄海，西临沂沐断裂带，南北长40余公里，东西宽30余公里，面积约1400平方公里，境内山川逶迤，平原广袤，土地肥沃，物产丰饶。早在七、八千年以前人类就活动在这块土地上，创造了人类早期的物质文明和灿烂文化，产生过徐福等一批卓越的历史人物。因此，赣榆其地，可谓“物华天宝，人杰地灵”。

一、自然地理概况

赣榆全境地势西部、北部高亢，东部、南部低平。地势大致由西北向东南渐次降低。高差不太大，但分带性十分明显。根据地形的成因，形态及其分布，可将全县地形划分为三个不同的地貌单元：北部与西部为低山、丘陵分布区，山丘标高多在150—250米之间，西北部的大吴山、标高364米，为境内最高峰。这些山丘均属山东胶西丘陵的南延部分，主要由前震旦纪古老变质岩和中生代燕山期花岗岩类岩石构成。因地壳长期稳定或缓慢上升，地表不断遭受剥蚀夷平，形成具有平缓顶部和宽浅谷地的低山、残丘和宽谷相间的丘陵地貌景观；中部为岗岭分部区，地势相对平缓，并徐缓向东南倾斜，标高由西北部山丘坡麓前缘的40余米降至10米左右。岗岭主要由晚更新世以来的洪坡积黄棕色含砾亚粘土组成，由于受后期流水深切，故呈支离破碎之状；东南部为沿海低平原，地形平坦广袤，高程在10—3米之间，第四系土状堆积物厚度自西向东逐渐增加，至东南部滨海的临洪口附近，最厚可达80余米，其上部由海、湖及河流作用形成的海湾、泻湖及河

湖相沉积的淤泥质含粉砂亚粘土层及亚粘土与亚砂土互层，厚约15—20米，为全新世（距今1万年）以来堆积形成的。

境内河流均发源于鲁中南低山丘陵区，因受NW向地质构造控制、多呈NW—SE向横贯本区，除南部界河新沭河外，其余均较短促且多独流入海。河流水量季节变化大，夏秋雨季，来水量大，洪流奔泻，河水漫溢，冬春干季、水量大减，有时甚至干枯断流，河床暴露。

赣榆位居中纬地区，又濒黄海，明显地受海洋潮湿气流的影响，因此属温带湿润、半湿润季风气候区，其主要的特点是气候温和，降水量较丰沛，寒暑变化显著，四季分明，冬夏季长，春秋冬短。春季天气多变，夏季高温多雨，秋季天高气爽，冬季寒潮频繁。年平均温度13.1℃，1月平均气温—1.6℃，七月平均气温26.5℃，气温年较差不大。降水量962毫米，雨量大部分集中于七、八、九月份。年平均无霜期214天。由于光热资源丰富，雨量较丰，加之光、热、水配合比较协调，故有利于农作物生长。农业气象灾害主要是季节性的干旱（以秋冬旱和初夏旱为主）和冰雹。土壤类型明显受地形，基岩类型和成土母质控制，地域性分布明显，在本县西部和西北部的酸性片麻岩、花岗岩和花岗闪长岩的低山、丘陵和岗岭分布地区，普遍发育棕壤，自岗岭上部至坡脚与平原交接处分别分布着粗骨棕壤，棕壤和潮棕壤等亚类，在丘陵和岗岭洼地中，因地势低洼易涝，局部发育有砂姜黑土。东部和东南部的广阔平原地带为潮土类土壤，其中以发育在河流，湖沼相、海湾泻湖、沼泽相洪、冲积，淤积物上的棕潮土、黑淤土为主，由于经耕作熟化，部分已发育改造成为水稻土。在现代海岸线附近的狭长滨海地带则以盐潮土或草甸盐土为主。赣榆属暖温带地区，自然植被类型属暖温带湿润气候条件下的针叶林、落叶阔叶林。地带性树种以针叶林，赤松为主，落叶阔叶树有栓皮栎、麻栎、白栎、枫杨、苦楝等。在低山、丘陵上

零县星分布着牡荆等次生类型的灌木丛，滨海地带广泛分布以盐蒿，碱蓬等盐生群种，在河湖沿岸或低洼湿地生长着芦苇、茭草、蒲草等为主的植物群落。

二、赣榆东南沿海平原的成陆过程

位于青口以南，新沭河以北，殷庄—墩尚一线以东的赣榆东南沿海堆积平原区，系海州湾低平原的一个组成部分，是我国东部一万多年来自然地理环境不断演化，沧桑变迁的产物。其发展，演化和形成过程大致可以分为以下几个阶段：

（一）晚全新世末的山丘前缘洪、冲积，堆积准平原阶段

距今一万年前的晚更新世末的低海面时期，在全球性寒冷气候条件的影响下，高纬度地区冰盖面积扩大，高山地区冰川发育，海洋范围缩小，海面下降。中国东部黄海海面位于现代海面以下100余米（最低156米）深处，现代黄海海底陆架地区，大部分出露成陆，成为黄海陆架平原。在盛行的西北气流的影响下，平原地表干燥，普遍为黄土堆积物复盖，平原上生长着一些耐干寒的草本植物和灌木丛，植被稀疏，景观荒凉。经过近年来的中国东部陆架海底调查，迄今黄海陆架海底发现的泥炭质淤泥层、泥炭层、砂堤或贝壳砂堤、海底砂丘，不同高度的阶地以及晚更新世末期至全新世初期的动植物化石等为黄海陆架平原曾出露成陆提供了沉积、地貌和生物学方面的有力证据。在这气候寒冷的低海面时期，赣榆东南低平原区，曾与黄海陆架平原相连，为海州湾西北部低山丘陵前缘剥蚀—堆积平原的一部分，地面普遍堆积了一套陆相洪积、洪坡积和冲积的黄褐色含钙质结核之沙质粘土、粘土或沙层。这些地层在当时干冷的疏林草原气候条件下，经历黄土化和碳酸盐化的发育过程形成陆相马兰黄土堆积物。由于当时河网密集，加之河流下游侵蚀基准面降低，地面坡降较大，水流入海通畅，因此地面河流深切，地形破碎，成为波状起伏，河网深

切的准平原。如今这一套堆积地形在本区西部及西北部的山丘前缘地带构成标高20—40米的山麓洪冲积、洪坡积平台，而在本区则被掩埋于地面以下平均约15米深处，构成全新世海侵层或湖沼相沉积物的基底面。该地层中的孢粉以松、柏、栎、蒿、菊、藜组合为主，反映冰后期疏林草原的自然景观和乍暖还寒，温凉干旱的气候环境。

（二）全新世早期的河湖沼泽遍布的滨海低洼平原阶段

距今10000—7000年左右的早全新世，随着全球气候的逐渐转暖，海面迅速上升。至距今9000年左右，江苏北部近海海面已上升到现代海面—10米左右的高度。此后虽有间断性的波动下降，但总趋势仍在继续上升，由于海面急剧抬升引起本区河流下游水面坡度的迅速变小，流水受海水涨潮流的顶托，出流宣泄不畅，随之在下游河口段产生大量的泥沙淤积，泥沙沉积物大量充填于晚更新世末低海面时形成的古深切河槽中，河床日益淤浅变窄，出流更加不畅。河道中洲滩发育，河床曲率变大，水位日渐抬升，以致洪水横溃、泥沙漫溢，逐步填平了浅沟深壑，缩小了本区局部地形的差异，使原有的高低起伏的准平原变为相对平缓的、河湖沼泽普遍的滨海低洼平原。平原上堆积了一套河流相或湖沼相为主的灰黄色沙质粘土，灰黑色淤泥质亚粘土或粉沙层。如今这一套全新世早期河流或湖沼相堆积物被覆盖于地表以下10米左右的深处，该层孢粉以松、榆、柳、栎和蒿、藜为主，有少量旱生麻黄，属针叶、落叶阔叶混交林与盐生草甸植被。少量麻黄孢粉的出现说明气候转干燥。植被组合反映当时温凉略干的气候环境。

（三）中全新世的海湾阶段

在距今7000—5000年的中全世大西洋期，气候温和湿润，为全新世最佳气候期。在此期间，中纬度地区气候、生物带普遍北移4—5个纬度，黄河中下游地区年平均温度至少比现在高2—3°C。如今位居温暖带南部的鲁南，江苏淮北地区，当时属中亚

热带气候，普遍出现了一些中亚热带的动植物群种。山东大汶口一带，新石器时代遗址中有扬子鳄的遗骸，其文化层的^{14}C测年为距今5950±125年，而现今扬子鳄仅见于长江下游30—31°N地区的河湖中，该区年平均气温16°C左右，降雨量约为1100毫米。今赣榆的年平均气温为13.1°C，降雨量为960毫米。据此推测在中全新世气候最佳期，赣榆年平均气温与降雨量分别约在15—16°C和1100—1200毫米之间。中全世由于气温上升，海面增高，形成大规模的海侵，海侵范围包括整个中国东部平原。海州湾低平原区全部为海水所占据，平原上的低山丘陵如云台山、大伊山等沦为海中孤岛。海水沿河槽等低洼部分甚至可上溯到更远的西部，如沿古淮河河槽，海水已远达盱眙县境。如今已在盱眙圩桥发现全新世中期的海相微体生物化石。在赣榆北部，海水沿龙王河已侵入到徐福村南不远的大港头一带，如今在大港头村及其附近地表以下数米发现的海相淤泥层和大量海生生物兰蛤的介壳可资佐证。当此海侵高潮之时，赣榆东南沿海平原区即相当于今等高线5米左右以下的范围内，全部为海水所侵淹，成为古海州湾海域的一部分。因此，沉积了厚达数米含海生贝壳的灰黑色淤泥质含粉沙亚粘土与褐色亚粘土夹粉沙为主的海湾相沉积，孢粉为栎—青冈—栲—眼子菜组合，反映了暖热潮湿的气候下的海湾环境。

（四）中全新世中后期短暂的海退阶段

中全新世中后期，约距今5000年及其后的一段期间，中国东部海域之海面普遍下降，江苏北部海岸线向东后退到青口—板浦—灌南一线以东，上述中全新世，距今5000年以前所形成的含贝壳的海相含沙淤泥层之上出现了陆相地层。连云港南云台与东辛之间的一个钻孔中，上、下两套海相地层之间夹有一层泥炭，泥炭的^{14}C年代为距今5000±90年。在赣榆东南低平原区则于上、下两个海相沉积层之间夹有厚约1—2米的陆地河流相沙层，显示海退以后该区经历过短暂的成陆过程，故乃有河流之沉积。

（五）中全新世晚期至晚全新初期的海湾—泻湖阶段

发生于距今5000年及其后一段时间的海退过程，持续不久，至距今4600年左右海面再度上升，海水又复西侵，赣榆东南低平原区又重新沦为海湾，于是海退时沉积的薄层陆地河流相沙层之上，又陆续沉积了海湾相和泻湖相含海生贝壳的淤泥质含沙粘土或淤泥质亚粘土层。本区南部的云台山区，海侵前位于陆上，中全新世海侵时孤悬海上，距今5000年左右又与陆地相连，此后又重新变为海岛。这次海侵约在距今4400年左右达到高潮以后，开始停顿，并逐步转为有节奏的向东退却。在海水向东后退过程中的停顿阶段，于岸滨地带形成了一道道沙堤或贝壳沙堤。这些沙堤或含贝壳沙堤作为海水波浪作用的产物，是海水后退过程中，相对稳定阶段的一种地貌、沉积和生物标志，代表着某一时期海岸线的具体位置。赣榆东南低平原区地表出露的最西一道沙堤，即郑园沙堤形成于距今4000多年前的新石器时代晚期，为这次海侵转向海退之间的稳定阶段的产物。由于这一道沙堤的形成，使沙堤以西，原海湾部分的滞留海水与广海相对隔离开来，形成泻湖，沙堤以东仍为海域。此后由于海岸继续东退，至距今3000年左右的商周时代，海岸线已东移至罗阳—宋庄一线，形成第二条沙堤，一、二条道沙堤之间的残留海水亦被封闭成为泻湖。在罗阳西南1公里处的砖瓦厂开挖的地层剖面中，在距地表0.6米以下为灰黄色泻湖相淤泥粘土层，表明罗阳—宋庄沙堤以西，海退以后，有过一个泻湖发育的阶段。因此，到了距今3000年左右的商、周时代，随着海面下降，海岸后退，泻湖范围已经扩大到罗阳—宋庄一线。此一时期，赣榆东南沿海低平原区，已大部分被泻湖所占有，为泻湖发育阶段。

（六）晚全新世早、中期的泻湖淡化，湖沼发育阶段

距今3000年以来的晚全新世，由于全球性温度逐渐下降，气候已由温暖潮湿向温凉略干或温凉湿润的方向转化。海面仍在波动

下降，海岸继续东退。在距今3000—2500年之间，即我国的周末和春秋战国时期，气候温凉略干、海面下降。本区罗阳—宋庄沙堤以东大片海域曾出露成陆，变为滨海低地，其上曾有人群居住。笔者等人，1988年春曾于罗阳以南沙堤东侧，沙层之下的灰黑色淤泥层中发现一座周代陶井。距今2000年左右的我国秦汉年间，气候温暖多雨，此间曾出现过一次海水较大规模的西侵，以致罗阳附近的周代陶井，又被海边激浪所形成的含贝壳沙层所覆盖，说明此时海水曾一度西侵到罗阳沙堤附近。而沙堤西侧历史早期形成的经历了两千余年之久的泻湖，已逐渐淡化成为淡水湖泊。此次海水西侵时间比较短暂，海侵过后，海面稳定下降海岸持续东退。在海岸节节东退的过程中，在新出露的地面上又留下了一片片湖沼湿地，故此一时期的赣榆东南部已变成湖泊、沼泽遍布的水乡泽国。

（七）晚全新后期的湖沼水域不断淤浅产生沼泽化的阶段

距今1500年左右，即公元五世纪我国历史上的南北朝时期，气候干寒，海面下降。苏北沿海一带湖沼水域大为缩小，局部地区甚至出现湖水干枯的现象。本区南部灌云、涟水、沭阳之间的硕项湖，据《太平寰宇记》载："高齐天统中，此湖遂竭"。赣榆东南部的湖沼洼地亦渐形萎缩。此后，气候虽有冷暖交替，海面也屡升屡降，但总的变化趋势是，气候向干冷的方向发展，海面则波动式向东后退，无大反复。与此同时，湖沼水域亦日趋缩小淤浅。种种迹象表明，近1000年来的历史后期，本区由于气候、海面变化所造成的湖沼水域日渐萎缩的现象，随着人口的增加，人为活动的加剧，而大大加速了进程。例如本区青口至墩尚之间的艾塘湖，在唐初八世纪初还是一片泱泱大湖，至九世纪中叶，就已基本堙塞、解体为一些小的浅沼洼地。其速度之所以如此之快，显然是由于盛唐时期的"开元盛世"人口剧增，赣榆西北部，大规模的毁林垦荒种田，致使低丘岗地水土流失严重，巨

额泥沙，顺流而下，涌入湖盆洼地所造成的。所以公元九世纪以后，本区实际上已变成一个浅沼普布的滨海低洼平原。

（八）近数百年来的浅沼洼地淤平成陆阶段

公元九世纪中叶以后，湖泊大规模的堙废、解体以后，赣榆东南部沿海地区没有、也不可能完全变为一片广阔的原野，而是逐步解体为一片片沼泽洼地，所以在这一地区的湖相沉积地层之上又普遍覆盖了一层沼泽化的淤泥粘土、亚粘土或泥炭层。此种浅沼洼地发育过程大约延续了数百年之久，直至距今二、三百年的清代早、中期，由于海岸的继续东退，河流泥沙的进一步的淤填，才使这些浅沼、洼地渐次干涸消失。随着这些浅沼、洼地的消失，陆地面积不断扩大，人们纷纷进入这片新的处女地，垦荒种地，建立村舍。近数十年来，随着西部丘岗前缘一带水库的相继建成，河道、沟渠的疏浚整治，乃最终形成今日所见之赣榆东南沿海阡陌相连，纵横数十里的平畴沃野。由于近期赣榆东北海岸不断蚀退的泥沙，经海岸流向南搬运以及连云港以南古黄河三角洲泥沙向北运移在此堆积的缘故，这片广阔的平原正在日益发展、扩张之中。

三、几点结论

1．赣榆东南沿海堆积平原是全新世以来中国东部环境变迁的产物。在近一万年的环境复杂演化过程中，几经沧桑之变，然后又历经泻湖、湖沼、洼地的发展阶段，最后才在近数百年间葬淤成陆。

2．赣榆东南沿海堆积平原的发展和形成，乃是包括人为活动在内的自然的和人为的因素综合作用的结果。它的形成，使江苏北部沿海新增了一大片肥沃的国土。

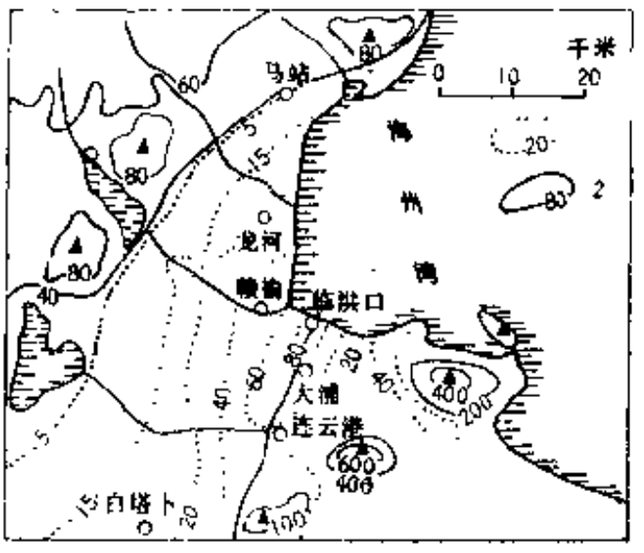
3．赣榆沿海堆积平原乃是海州湾沿海低平原的一个组成部分，了解它的形成过程可为研究整个海州湾平原的形成过程提供

可资参考的借鉴。

本文载《纪念徐福东渡2200周年徐福研究论文集》，中国科学技术出版社，1991年，239～247。

全新世海州湾岸线的变迁*

海州湾，位于苏、鲁边界，在漫长的中国海岸上它形似“C”字缺刻，北自山东岚山头，南至江苏连云港，纵长约40千米，东面广海，西邻南宽北窄的新月形堆积平原，平原外围由低山、丘岗环抱（图1）。海州湾以北，山东沿海以基岩海岸为主，海州湾以南的江苏沿海以泥砂质海岸为主。



1、第四系等厚度线 2、低山丘陵的地形等高线

图1 海州湾沿岸的第四系等厚度图

在地质构造方面，海州湾位于北东—北北东向隆起带、沉降带与近东西向构造带相交截的部位。新构造运动中，近东西向构

*本文与张传藻、杨达源合作完成。

造带的东端云台山一带，以断块上升为主，而海州湾西北部的鲁东南，则表现为明显的向东南方向倾斜，新第三纪夷平面，自莒南侏边附近的海拔100米左右，向东南方向倾斜到海州湾以西堆积平原的边沿，降至40米左右，再往东南方向则倾伏于第四纪沉积物之下。海州湾沿岸的第四系等厚度图（图1），表明该地在新构造运动中发育了新的箕状拗陷构造盆地。

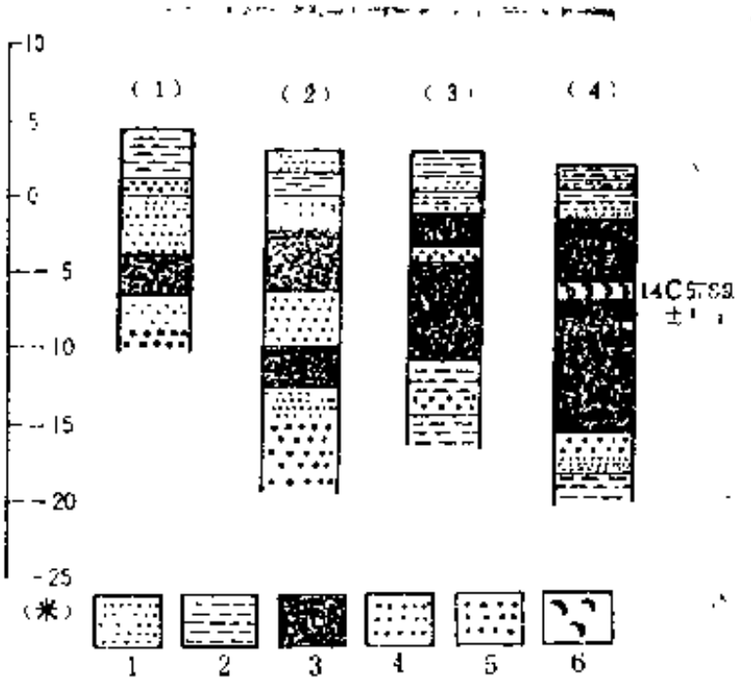
海州湾沿岸，既有比今海面高的更新世—全新世海蚀遗迹，又有比今海面低的更新世—全新世海侵沉积层，因而研究本地段海岸位置的变迁及其构造运动、海面变化对岸线变迁的影响等问题，有其特定的理论意义和实际价值。本文主要讨论全新世以来海州湾岸线的变迁过程及其原因分析，谨供阅者参考。

一、全新世沉积与砂堤

海州湾沿岸的全新世沉积，其厚度与岩相的变化均比较明显。连云港以南的苏北沿海，在向南逐步增厚至几百米厚的第四系中，已发现有5个以上的海侵沉积层，最上部一层全新世海侵沉积层，厚度可达20米[1]。往内陆方向，全新世海侵沉积层的厚度逐渐变薄，在某些钻孔中，孔深15.6米处为一层厚约1米的泥炭与湖沼相沉积。全新世海侵沉积层之中，于标高－6米左右为一层陆相沉积夹层，其内已发现青莲岗文化遗物，^{14}C年代为距今5875±105年[2]，文化层下的海侵沉积，对照滨海地带－8.5—－6米层位中的牡蛎，^{14}C年代为距今6965±100年[3]。

连云港附近，云台山间的五羊湖洼地，自标高3.11米以下约40米厚的沉积，以海相沉积为主，全新世下界大约在－22米左右，近岸水上钻探的结果，发现那里全新世底界位于孔深－24米。云台北盐场，标高－16.6米深处曾探得船用铁链。南云台与东辛之间，二层全新世海相淤泥之间的泥炭层，经^{14}C测年为距今5000±90年，其上的海生贝壳为距今3265±80年，海淤中的

朽木为距今2790±80年。对比苏北滨海标高－2米处的牡蛎壳，^{14}C年龄为距今2905±85年，西至新浦附近，标高－3.5米左右的海淤之中含有薄层陆相沉积层（图2）。

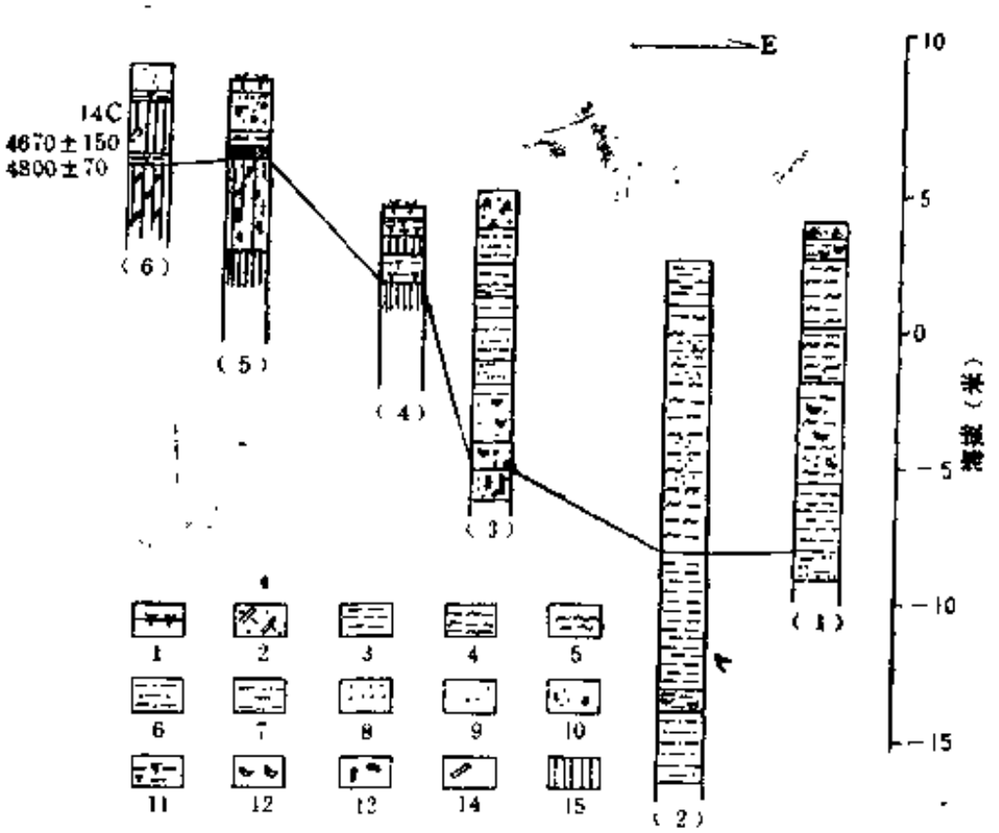


1、砂七或亚砂土层；2、粘土或亚粘土层；3、海相淤泥层；
4、中粗砂层；5、螺石层；6、古文化层。
（1）日照县绣针河口孔；（2）赣榆县龙河口孔；
3、连云港新浦街孔；（4）淮阴地区近海钻孔。

图2 海州湾沿岸与邻区全新世沉积剖面的比较

今赣榆县沿海南段，全新世沉积厚度可达13米左右，主要为海相淤泥与贝壳砂层。滨海某部队五七盐场钻孔，地表标高2.80米至标高0.1米为腐殖质粘土，其下部至9.65米深为含海生贝壳的淤泥质粘土，属全新世。向西至青口镇附近，全新世表现为海相与

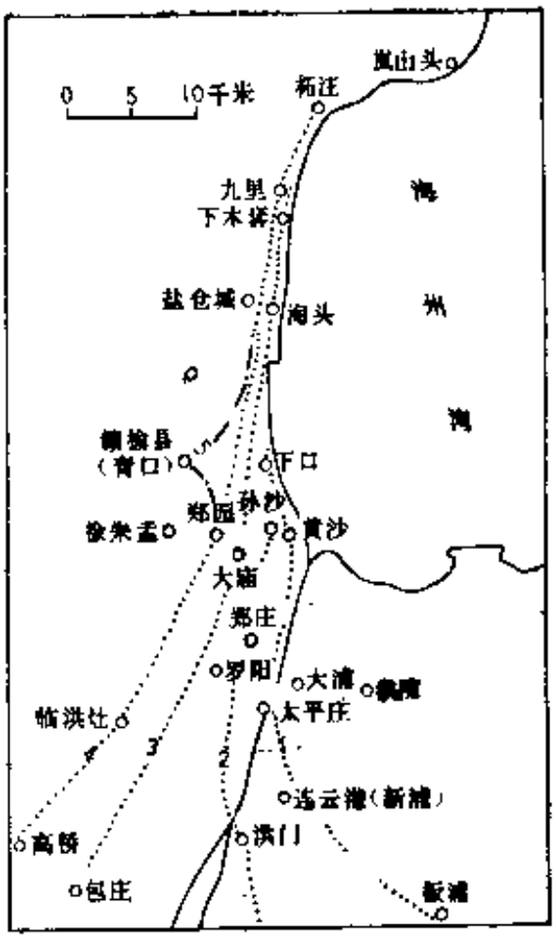
陆相的交替沉积（图3）。再往西，全新世一般只有几米厚，通常夹有二层沼化土层或泥炭层。下层沼化土中含多量猪牙、鹿角及野杏核化石，^{14}C年代为距年4800±70年，其上覆的砂质黄色粘土层中夹有较多的古树残体，^{14}C测年为距今4670±150年。在赣榆县北部沿海，马站乡大王坊附近，厚1.5米的沼泽土与淤泥粘土层之下，已挖出数千棵古柞树，^{14}C年代为距今9065±130年，比本地区南部相应时代沉积分布位置要高近10米。



1，耕作土；2、人工填土；3．粘土或亚粘土层．4、淤泥粘土层；5、淤泥层；6、砂粘土层；
7、含粘土砂层；8．细砂层；9、中砂层．10、含砾砂层或砂砾层；11、沼化土层；
12、贝壳碎片；13、钙质结核．14、^{14}C测年样品采集点；15、黄色粘土重粘土层
（1）下口孔；（2）海河南口南100米孔；（3）青口镇园艺场孔；
（4）青口镇西青瓦厂剖面；（5）小官湖附近剖面．（6．店子桥附近剖面

图3 赣榆县南部东西向全新世沉积剖面的比较

海州湾沿岸的堆积平原上，曾有多道绵延数十千米的砂堤，向南扩散，伸入苏北平原，向北聚敛，消失在滨海，由于常年采砂而残存无几。此外还有一组埋藏的贝壳砂堤、砂滩，在人工渠边往往以露头出现。它们都曾是不同时期海岸位置的所在。由新至老这些砂堤的大致情况如下（图4、5）：

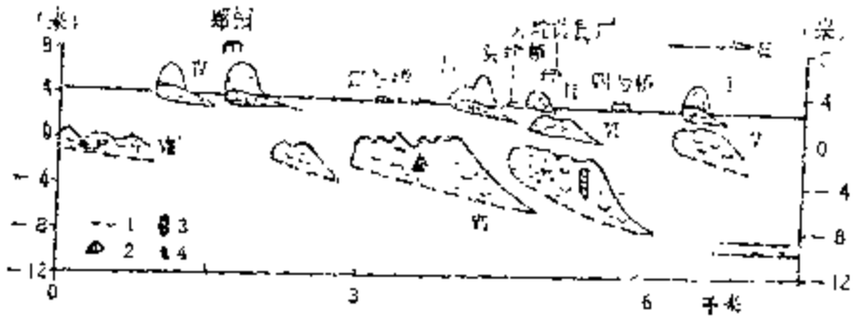


图中1、2、3、4、为自新至老砂堤的顺序号，
5为全新世海侵沉积分布的西界

图4 海州湾沿岸砂堤分布图

第Ⅰ道砂堤，经东海县太平庄东，赣榆县小东关东、黄沙村

往北，堤顶标高约5.4米，厚5.5—3.0米，主要由中、粗黄砂组成，含少量贝壳碎屑。作者曾于本砂堤中挖得康熙九年（公元1670年）的瓷器。据反映，几十年前大潮尚能抵及此砂堤，现砂堤外侧为广阔的盐滩、泥滩。砂堤底下为厚几十厘米的褐色亚粘土。



1、贝壳碎屑；2、白蚬贝；3、细长螺；4、钙质结核

图5 海州湾沿岸全新世砂堤分布的横剖面图

第Ⅱ道砂堤，经小东关西、刘口、头坨砖瓦厂附近、孙沙往北，堤顶高程在4.5—5.1米左右，宽约150米，残存厚2米左右。含较多贝壳碎片。本砂堤以东地表为黑淤泥粘土，以西地表为黄褐色冲积砂质粘土，其下有厚60—70厘米的黑泥。作者曾在本砂堤中挖得公元1034—1094年间的钱币。

第Ⅲ道砂堤，经罗阳西、宋庄、头坨桥西侧，往北经过沙村，堤顶高程达6—6.8米，宽约200米，局部为双道砂堤。砂粒中含变质岩碎屑，有时夹细小岩块，磨圆度较差。堤底高程2米左右，底部为“铁板砂”，以下为淤泥质亚粘土，局部为黄褐色亚粘土。

第Ⅳ道砂堤，经高桥、临洪灶、郑园，往北延及九里、柘汪一带，在郑园附近分为两支，两者相距200多米。堤顶高程将近7

米，厚约4米，目前多数地方仅能见其底层，厚约1米。主要由粉细砂组成，底部含有个体小的贝壳碎片，其下与黑淤泥粘土相接。

第Ⅳ道砂堤以西，有秦汉时代的“城子”，如张城子、申城子、土城子、沙城子等，它们围绕一个古湖一即艾塘湖分布。民国《赣榆县续志附编》载有：古艾塘就是后来的武强湖，它是“东南流潦”的归宿。唐文宗开成四年(公元839年）日本和尚园仁来中国留学，归去后用汉文书《入唐求法巡礼行记》，其中有一节专门记叙他从古淮河口搭船经海上达艾塘的情景。唐诗人刘长卿的《宿怀仁县寄东海荀处士》中，有“……伫立白沙曲，一水不相见，……晴开湖上天，相思沧海边……”之句，显然，“湖”与“海”是分开的，其间有弯弯曲曲的沙堤。所以估计第Ⅳ道砂堤形成于秦汉时代以前。

第Ⅰ—Ⅳ道砂堤的共同特点是，由比较粗糙的砂粒构成，有发育不甚清晰的层理构造，不含或很少含有贝壳碎片，高度较大而时代较新。

第Ⅴ道贝壳砂堤、隐伏在上述第Ⅰ道砂堤之下，底面高程在－2米左右。砂堤中层理构造清楚，含有大量细贝壳片，并有长度超过10厘米的大牡蛎壳，贝壳^{14}C年代距今2640±105[1]砂堤底下为几米厚的膏状淤泥。

第Ⅵ道贝壳砂堤，位在头坨砖瓦厂附近，上述第Ⅱ道砂堤东侧地面以下，堤顶高程在2米左右，估计其时代接近于第五道贝壳砂堤。

第Ⅶ道，位在上述第Ⅳ道砂堤以东地面以下4米至10米，宽达几里，它又由三条带状贝壳砂滩组成，每条宽带顶部均波状起

---

1) 关于砂堤的野外调查，曾得到王富葆副教授的指教，参加者还有谢志仁、赵英时等同志，有关^{14}C年代由曹琼英老师采样、分析。

伏，显示为众多贝壳砂堤相迭加的复合体。西带位于郑园桥东至四桥新两侧，中间有间断，局部由暗棕色粗砂、细石英砾构成，含铁锰质小球，可见有单枝珊瑚，此外还有牡蛎壳等。中带位在大庙与头坨桥间，顶高－1米左右，尾段下延到将近8米的深度（刘口钻孔），部分砂体颗粒较粗，出现贝壳的富集，其中含有较多白扇贝。东带位于头坨桥与四号桥之间，顶高在－1.5米以下，平均颗粒较粗，贝壳局部富集，见有较多的长形细螺。西带东段贝壳样的^{14}C年代为距今7682±250年。

第Ⅶ道贝壳砂堤，位在徐朱盂附近地面以下3米多的深度。砂堤之上为黑淤泥粘土，砂堤本身主要由颗粒均匀的粉细砂组成，局部含较多贝壳碎片，并见有钙质结核，剖面上可以细分为相互平行的三条砂堤。较老的砂堤^{14}C年代为大于4万年。

埋藏砂堤的共同特点是，规模比较大，多为多道砂堤的复合体，含有较多海生贝、螺及其壳片，时代比较老。

二、古文化遗迹与历史记载

迄今，已在海州湾沿岸发现多处古文化遗址。其中在锦屏山南麓桃花涧发现的船形石核、刮削器和石片等，分布在海拔25米左右的高度上。这些石器与在东海县西北角大贤庄附近出土的一些石器相类同，属旧石器时代晚期，估计在距今1—3万年间。

新石器时代的文化遗址，多分布在沿海的基岩垅岗、阶地平台或古砂堤上，如连云港的大村、朝阳乡新县村、二涧、陶湾等处[4]以及赣榆县的盐仓城、苏青墩等地。连云港地区，通常情况下，文化遗址时代越新其所在标高则越低，如距今5000多年前的青莲岗文化遗址多数出现在海拔12—14米的高度上，距今4000年左右的龙山文化遗址分布在海拔8米左右的高度，陶湾的商代文化遗址分布标高为5.3米，中云台华盖山的西周末春秋初的文化遗物，已被埋在2米深的地方。值得注意的是，苏北东侧青莲岗

文化遗址埋在标高－6米的深处，要比云台山同时代遗址的分布高程，低约18—20米。

云台山，在全新世海侵前位在陆上，全新世海侵后，曾一度变为海岛，5000多年前又与陆相连过，它又名郁州，或曰都州。在《山海经》书中言“都州在海中，一曰郁州”。宋代诗人苏轼游海州朐山龙兴寺时，眺望云台山有感，留下诗文曰：“我昔登朐山，出日观苍凉，欲济东海去，恨无石桥梁”。明代中期，黄河南流在今涟水县甸湖集东北的云梯头入海，带来大量泥沙，致使于明代万历十三年（公元1585年），云台山距陆仅“隔海七里许”，清康熙十六年（1677年），“云台山与（陆上的）海州城止隔一河，此水绕（南云台）山而流，潮涨不过十里，潮落不过四、五里”（见“云台山志”），“康熙四十年（1701年）后，海涨沙淤，渡口渐塞，至康熙五十年（1711年）忽成滩地，直抵山下矣”（见嘉庆“海州志”）。乾隆二年（1737年）绘制的《东海云台胜境图》表明，云台山由海中孤岛后与陆地相连，是从南云台山东庄经草庵到板浦这一段开始的[2]，有文云“古从黑风口渡海，今圣力淤沙成路，直抵东庄”。

云台山间的五羊湖，在乾隆年间尚是东洋水师阅兵练武的场所。道光初年（1821年前后）它虽已缩小，但仍有“波涛汹涌”，大型战船仍可由云门寺通过。至咸丰元年（1851年），本为运盐方便，于湖东修筑运盐河曰“半边河”。

此外，云台山周围也曾发生过海潮的西侵。如：明顾乾在“云台山记”中言朱紫山，“此山嘉靖前离海滨三、四里，近被潮侵入海内矣”，有个徐渎盐场，“初设在徐渎浦，嘉靖十八年（1539年）后被海潮所浸，移建大村”。明隆庆六年（1572年）张峰编《海州志》，在水利条目中提到，“东海诸浦……皆沃壤也，今则海水淹没……”。再如于公疃村，乾隆三十七年（1772年）崔应阶编《云台山志》，述该地“今皆斥盐，灶丁铺池产

盐”，至道光十六年（1836年）谢元淮修《云台新志》说它已被潮漫，“池产俱废，移铺西路之新滩”。自民国初至民国二十一年间，今连云港与东西连岛间的鹰游门海峡，淤进四丈余，“所幸海潮西移，虽淤也不至为陆地”。

关于上述的艾塘湖，唐宋以来日趋缩小。民国时代有人云，艾塘湖即后来的武强湖，据实地情况判断，武强湖可能是指前述第Ⅱ、Ⅲ道砂堤与第Ⅳ道砂堤之间的湖洼。直到清咸丰年间基本淤平，留下四条泄水沟，即尚有名的第一沟、二沟、三沟、四沟，之后又在大沙与范口闸间疏导四沟来水即谓“五沟”。上述变迁反映了向海方向滩地的淤长。

赣榆县北部海岸，历史时期以来是不断崩退的。如柘汪口的古城—纪彰城，《左传》中言它“近海一里”，到清“乾隆初，潮退，城之西门故址犹可见，近已成海，今不知浸没更几许矣（光绪版《赣榆县志》）。赣榆县九里下木套，自1930年来村东原有小土地庙渐为水漫，1950年海潮大涨，全庄进水，被迫于1955年在青岛—连云港公路西侧另建新村，原址改为泊船地，计算1930—1955年间该地海岸后退了3.5千米许。

三、全新世海岸线的进退与原因分析

根据上述资料，全新世海州湾西岸的海岸为“淡水湖、泻湖—堤岸”与“滩地海岸”两种类型；海岸位置的进退变化受当地构造运动、海面波动及潮流变化等因素的控制（图6）。

全新世海州湾西岸的岸线变迁，呈现出二次反复。第一次较大幅度的变化发生在距今9000—7000之间，那时海岸线迅速向陆推进，最远点距现今海岸达6.5千米左右。随后由于一系列贝壳砂堤—贝壳砂滩的形成，致使海岸线又逐步向海增长。在距今约5800—5000年间，海岸曾下降到比今海岸更远的海上，这次海面的下降可能与气候的短暂变化有关。

第二次较大幅度变迁，发生在距今2000多年前至距今1000年间，海岸线曾推进到比上次更远的内陆。之后由于一系列与海岸近于平行的砂堤的发育，海岸才逐步后退到现代海岸的位置。

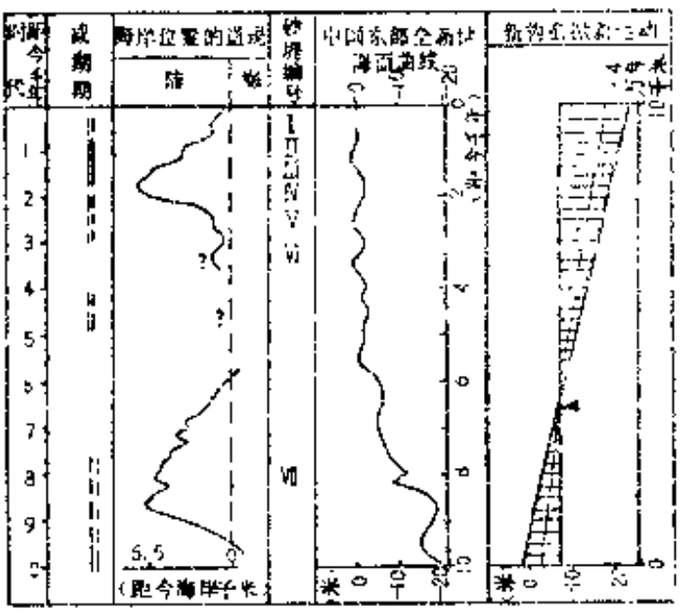


图 6　全新世海州湾西岸的进退变化及其与海面升降、构造运动的关系

在海岸位置发生进退变化的过程中，近海内陆曾出现过三次湖沼发育阶段。第一次在距今9000多年前，表现为早全新世海侵沉积层，之下有湖沼相淤泥粘土或泥炭堆积。随着海岸向陆推进，湖沼的位置也向陆方向移动。距今2000年左右的第三次湖沼发育阶段的情况，与第一次基本相同。与之相反，在海岸位置向海推进到接近现今海岸位置的时候，沿海为湖沼发育的间歇阶段，即为以河流相沉积为主的阶段。但第二次湖沼发育阶段，湖沼相沉积的分布相当广，几乎遍及整个堆积平原区，但现在陆上没有发现同时代的大规模砂堤，究其原因，可能是由于距今近5000—4000多年间，海面高度虽有回升，但由于海面上升速度比较慢，幅度比较小以及沿海地带泥砂物质的补给较多，而未发生海岸位

置的较大幅度的后退。此外还可能与海州湾沿岸潮位的变化有关，因为它是受到海岸地形的影响。

比较中国东部全新世海面曲线与海州湾西岸的海岸进退曲线。可以得到这样二点：①海州湾沿岸的大多数砂堤，形成在海面波动上升时期。看来，海面波动上升是形成海岸砂堤的必要条件之一，它导致沿海波浪作用的加强及海岸带均衡剖面塑造过程的改变；②海州湾西岸海岸位置进退的过程，与海面曲线的形状，基本上是不相一致的。早全新世出现海面较快的上升，但海面高度仍比较低；中全新世保持在高海面状态，但海州湾西岸没有发生明显的海岸后退；晚全新世海面以小幅度的波动为主，海面高度渐趋稳定，可是在海州湾西岸却出现了全新世以来幅度最大的海岸线后退。产生上述差别的原因，早全新世的海岸后退，不仅与海面上升有关，可能还与构造运动有关；晚全新世的海岸后退，则可能与潮位高度的变化有关。

海州湾西岸地带的新构造活动，以掀斜升降为主。前述的第Ⅷ道贝壳砂堤，形成于距今4万年以前。相应地在滨海钻孔中，全新世海侵沉积层之下，有二层晚更新世海侵沉积层，标高分别在－17.4米与－24.68米（但具体时代尚不很确切）。如果以距今6.5万年世界海面高度为－7.5米[7]来计算，那么自那时以来，海州湾西岸沿海地壳已下降17米或10米左右，徐朱孟附近则上升了8米左右，按照上述掀斜速度计算，距今1万年前，海州湾西岸古地面要比今海面低21.8米或者16米左右，它低于距今9000多年或8000多年前的海面高度（图6）。

距今8000年以来的几千年中，海面上升的速度比较快，尽管如此，在海州湾西岸由于一系列砂堤、砂滩的发育，而仍然出现海岸的向海推进。所以，中全新世海面虽然比较高，在海州湾沿海发育湖沼，但没有出现海岸的大幅度后退，原因之一可能是由于沿海泥砂补给量大之故。海州湾沿岸的泥砂物质，其一来源于

汇入海州湾的河流。除了现在汇入海州湾的绣针河、龙河、兴庄河、玉带河、三公河、青口河、朱稽河、范河、大沙河（新沭河）之外，值得注意的是发源于鲁中南山区的沭河及沂河，有可能曾向东偏南经临沭县境汇入海州湾。现今金刚石砂矿，多分布在沂河与沭河之间地带或沂河以西。在今沭河东石门—羽山地段的残存砂砾层中，也发现含金刚石及其伴生矿物，可把此视为古河流汇入海州湾的佐证之一。今分沂入沭又入海州湾的新沭河，实质上是顺一条古河道位置开挖的，沿渠多处边坡上出露颇厚的沼泽化土。据我们采样分析，鲁南洼地中的沼化土形成在距今6000年或3800年[1]。其二来源于淮河及曾经夺淮入海的黄河。卫星照片显示，现存在着从废黄口至海州湾的沿岸流。公元1194—1855年间，黄河下游是向南流经苏北北部注入黄海的。黄河在苏北北部入海，大量泥沙营造三角洲突入海中[6]，从而使海州湾成为幅度更大的凹岸，并使一支潮流向海州湾集中，使该处最大潮差超过6米。近百多年来，一方面由于海州湾西岸向海淤进，另一方面由于黄河改入渤海、废黄河口受蚀而海岸后退，双重的影响已使海州湾内最大潮差减小1米多。所以，海州湾西岸晚全新世的海岸位置较大幅度的后退，不仅是由于海面较高，主要是由于黄河三角洲的发育使海州湾内潮位急剧升高的缘故。与此同时，由于黄河带来的大量泥沙汇入海州湾，使之在那儿形成较大规模的砂堤及出现海岸较快地向海淤进。

海州湾西岸北段海岸的后退，则与潮流和主风向风—浪的作用有关。

根据以上分析，海州湾西岸南段近期迅速淤进与北段继续后退的趋势，还将继续下去，这对滩涂的利用及海岸工程建设是需要注意的动态。

1）黄志强，杨达源，郯庐断裂带中段活动构造与地震关系的研究。

参 考 文 献

〔1〕王绍鸿、韩有松，海州湾南岸第四纪海侵的研究，海洋科学，2，19—23，1980。

〔2〕张传藻、葛殿铭，海州湾岸线变化特征，海洋科学，3，11—17，1982。

〔3〕丛友滋等。南黄海滨岸一沉积岩芯地层及气候地层的分析结果，地理学报，39，1，105—114，1984。

〔4〕刘洪石，从出土文物探讨连云港附近距今2500—6000年间海岸位置，海洋科学，1，32—34，1981。

〔5〕杨怀仁、谢志仁，气候变化与海面升降的过程和趋向，地理学报，39，1，20—31，1984。

〔6〕孙家淞、周长振，南黄海全新世旧黄河水下三角洲的初步研究，海洋地质与第四纪地质，4，3，57—68，1984。

〔7〕Chappell, J.M.A, Geology of coral terraces Huon peninsula, New Guinea: a study of ouaternary tectonic movements and sea Level Changes, Bu-11.Geol.soc. Am, 85, 553—570, 1984。

CHANGES OF SHORELINE OF THE HAIZHOU GULF DURING HOLOCENE

Abstract

The article is to discusses changes of west shoreline of the Haizou Gulf during Holocene by using beach ridges

or outer bars distributing on the coastal plain in the southern of Ganyu County, Jiangsu Province and buried shell beachs (ridges) or buried lineetic mud layers there. The authers understand that there were two transgressions in that period.

The first was about 9000 years B.P., the old shoreline retracted about 6.5km away from the present. The second was about 2000 years B.P., ancient sand ride was occurred about 8km away from the present shoreline. The former was result from rapidly rising of sea level in early Holocene and the depression in neotectonic movement there. The later was result from rapidly rising of tidal level in the Haizhou Gulf, which was because ancient Huanghe (Yellow River) Delta had been growing when it had been flowing across the northern of Jiangsu into Huanghai (Yellow Sea). And then the advancing of the shoreline toward east after each transgression was because a large amount of sediment have come in the Haizhou Gulf by the rivers and the coastal currents.

本文载《中国海平面变化》,海洋出版社，1986,106～114页。

苏北东部沿海平原区湖泊的演变

位于马陵山、骆马湖以东的苏北沂、沭河流域近海堆积平原区，地处我国大陆的东缘，同时又是我国自然地理的南北过渡带。因此，对自然地理条件变化的反应敏感而强烈。该区近万年来海侵、海退频繁，屡经沧桑之变。进入历史时期后，随著海水渐次东退，本区逐渐变成河、湖、沼泽遍布的滨海水乡泽国。根据史籍记载和近期的研究成果得知，本区历史时期曾经出现过，但今已湮没消失的大型古湖泊有位居今沭阳、涟水、灌云、灌南诸县交界处的硕项湖；沭阳县北部的桑墟湖、青伊湖；赣榆县东南沿海堆积平原区的艾塘湖等。这些古湖泊的特点是：一均属于平原型湖泊，水深较小，湖底海拔高程较低；二成湖的时代较新，湖底往往埋藏有新石器晚期以来的文化遗址或遗迹；三发展、变化乃至消亡的速度快。但是，它们的成因、变化以及堙没、消失的过程及其原因不尽相同，各有其独具特色的产生、发育、衰亡史。

硕项湖区，在历史初期，原系古淮河槽谷尾闾地段的河口海湾。大约在距今约四千多年前，由于海退，分布于涟水县竹杆庙、唐集，灌南县新安，灌云县西沙行、板浦一线的海底水下沙坝出露地表，成为海岸沙堤，使原先的河口海湾与广海相对隔离，成为泻湖。此后一千多年间，湖水稳定或略有扩张，遂逐渐淡化成为淡水湖。距今三千年至二千五百年左右的数百年间，由于气候变干冷，湖面大大萎缩。秦、汉时代，湖面扩大。公元五世纪的南北朝时，湖水一度干枯，湖底朝天。南宋以后，黄河夺淮入海，因承接黄河之水，硕项湖又复兴盛。此后历经元、明、清，直至公元一六七八年前后，因黄河大规模决溢泛滥，在大量

黄泛泥沙的淤填下，堙没成陆。

桑墟湖区，在唐、宋以前，始终只是沭河下游，距沭河入海口不远处的一个“夏则潴水，冬为陆地”的季节性贮水洼地。唐、宋之际，由于银山坝的修筑，才使沭河下游原本“其势奔迅易涸”的流水潴积成桑墟湖。元末，银山坝遭战争破坏，桑墟湖一度解体，但不久即重新修复，桑墟则又恢复旧观。由于沭河冲积物及黄泛泥沙的大量淤积，至明末清初，湖床日益淤浅并逐步解体为彼此分隔的小湖沼洼地。每至夏秋之交，湖区遍地汪洋，水患频仍。一九五八年以后，经过“导沂整沭”工程，遂成平陆。

青伊湖系桑墟湖在黄河泥沙和沂、沭河沉积物的淤填下，湖底淤高，湖面缩小、解体后，湖水向东北方向更低洼地方流动而形成的新溢洪区。所以青伊湖实为桑墟湖之延续和发展，其形成时代为明末或清初，因形如和荷叶，故名青伊。桑墟湖淤浅后，青伊湖即成为沭河下游的一个大的过境湖和洪水季节的溢洪区。沭河沿马陵山侧南流，经由桑墟湖区流注此湖，然后经蔷薇河、涟河入海。夏秋之际，每逢暴雨，沭河河水暴涨，大量洪水汹涌而来，造成湖水漫溢，故青伊为海州诸乡之患。清中期，涟河、蔷薇河淤塞，水无所泄，危害更甚。至清后期，青伊湖亦渐淤塞，“临湖居民又好与水争地，植柴蓄淤，柴之所至，滩即随之”，因此渐成陆地。

艾塘湖是一个古海湾封闭而形成的泻湖，形成于距今四千多年前的新石器时代的晚期，至距今三千年左右的商、周时代，湖面一直保持相对稳定。秦汉时，湖水淡化成为淡水湖。隋、唐时期的艾塘湖区，即青口以南至墩尚以北，仍为一片泱泱湖水。但至公元九世纪中叶，这个南北长数十公里，东西宽约十数公里的汪洋巨浸就逐步解体为一些较小的湖沼洼地。武强湖就是艾塘湖解体消亡过程中，在局部低洼处残留下的一个较大的湖沼。清代中、后期，这些湖沼亦渐次干枯、缩收成一条条北西—南东向的线

状浅沟(羽流)。到了民国年间，这些浅沟亦悉遭淤没。于是这个历数千之久的茫茫大泽，终成一片沿海堆积平原。

骆马湖为苏北沂、沭河流域现存的一个大型湖泊，位在今宿迁、新沂两市[1]境内。在历史早期直至唐、宋时代，骆马湖区始终只是沂河等沂蒙山区水流的一个行洪通道。当气候干冷时，沂河下游出口通畅，则为平原；而当气候湿润多雨时，沂河下游行洪不畅，则积水成湖。唐、宋时代，骆马乃是一个人烟稠密的沂河中、下游的低洼平原。明代黄河夺泗，黄水漫溢，积水成湖。明末，黄河决溢频繁，大量泥沙淤积湖中，骆马湖浚不胜淤，运道溃而淤阻。清初，因开中河、六塘河等，使骆马湖复苏，一度曾较稳定。但自乾隆以后直至清代晚期，堤堰颓决，闸坝不修，淤积严重，湖滩地围垦日盛，湖面日蹙。民国年间，骆马湖已趋消亡。五十年代，随着治准工程的全面开展，对骆马湖区也进行了一系列治理，已使之成为具有防洪、灌溉和济运通航等多种功能的大型人工控制湖泊。

对于上述古湖区的开发利用，目前仍必须以农业开发为主，而防洪治渍是农业生产中最突出的问题。作为古湖泊的资源，有利用价值的主要有湖相粘土，泥炭等。

根据对现今骆马湖资源状况和社会经济条件的调查以及目前利用现状的分析，我们认为今后对其资源开发利用的途径是：一有计划地发展鱼类养殖；二逐步发展特种水产养殖；三大力发展水禽饲养；四芦苇复壮和围堤林木的生产等。

---

1)原宿迁、新沂两县现均改为市建制。

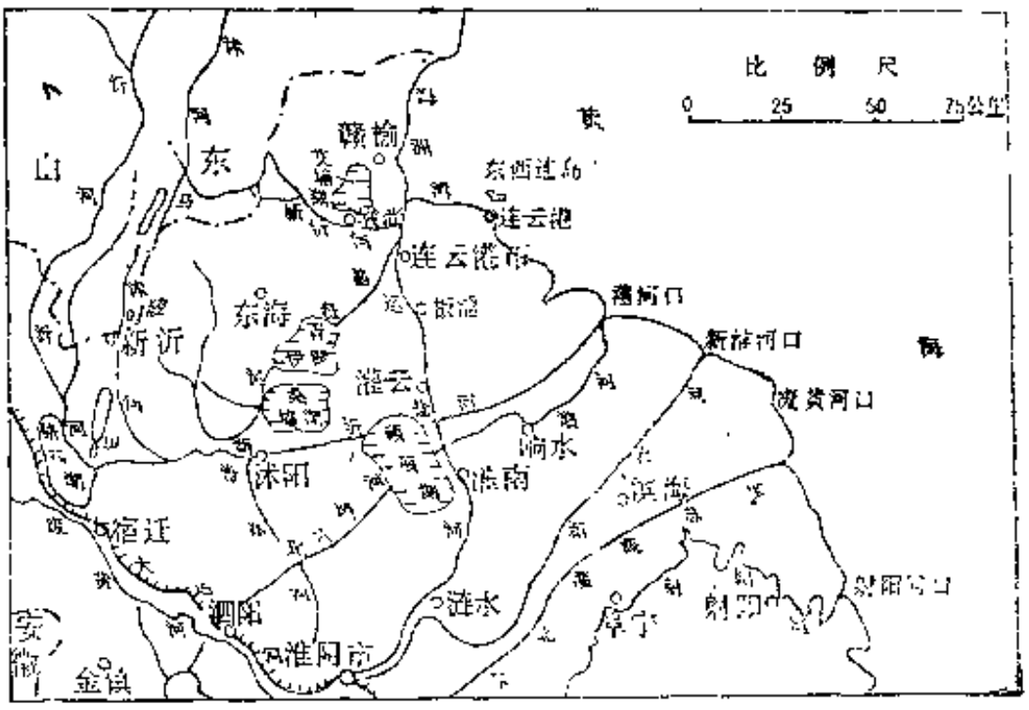


图 1　江苏北部沿海平原古湖泊分布

本文载台湾《教育家》杂志，1990年，第1期，26—29页。

江苏北部海岸与湖泊的演变*

本文所述的“江苏北部”，系指废黄河以北、新沂马陵山以东的堆积平原地区。区内除连云港的云台山，灌云的大伊山等少数基岩丘岗之外，地势广袤低平，海拔一般不超过10米。

本区在全新世中期曾普遍遭受海侵，海水直达北部和西北部山丘的前缘，一些基岩山丘沦为海中孤岛。进入晚全新世一历史时期以来，海水渐次东退，本区始由海湾变为湖泊星罗棋布的滨海低地。根据历史记载和考古的发现，历史时期，本区曾出现过的较大湖泊有硕项湖、桑墟湖、青伊湖、艾塘湖等。后来这些湖泊又被淤填成为现今的低洼平原。

本文主要根据沉积物特征，部分C^{14}测年资料，假彩色卫星影像判读以及一些考古材料与历史文献的记载，恢复本区几千年来海岸线的变迁，湖泊的演化及其成陆过程，以供经济开发、工程建设部门和阅者作进一步研究之参考。错误和不妥之处敬请批评指正。

一、海岸线位置的变迁

大约在距今7000—6000年前，全新世最大海侵的影响范围，在苏北曾低达马陵山以东堆积平原区西部，赣榆至泗阳一带的丘岗前缘。在该带以西地区，众多的东流沟谷水流切割了低丘岗地；沿该地带，则发育了截切东流沟谷的纵向水系和长条状低洼湿地；该带以东，迄今已在赣榆、连云港、沭阳、泗阳等地以及大片堆积平原的全新世堆积中发现了含海相生物化石的沉积层。

---

* 本文与杨达源、张传藻合作完成。

根钻探资料[1]，本区全新世海相沉积普遍可分为两层，中间夹有一薄层的陆相沉积，其中有古文化遗迹：如淮安的黑土塘，于地面以下1.5—2.8米处的陆相沉积层中，发现了青莲岗文化遗迹，包括石器、骨器和墓葬等，C^{14}测年为距今5785±105年；连云港之南云台与东辛之间的洼地中，两层全新世海相淤泥层之间的泥炭层C^{14}测年为距今5000±90年，其上，即上部海相淤泥层中的海生贝壳C^{14}测年为距今3265±80年，朽木C^{14}测年为距今2790年左右。与上述上部海相层相当的海侵沉积层尚可见于沭阳刘集、洪泽等地的钻孔中。

上述资料说明，本区继早全新世高海面的海进之后，在距今5000多年前开始，曾发生一次海退，海岸线东移至连云港—灌南—阜宁一线（在该线以东，迄今尚未发现上述陆相沉积夹层）。中全新世后期则又发生一次规模较大的海侵。

近4000年左右以来，苏北海岸线变迁的总趋势是节节向海推进。在海面波动式下降的过程中，在滨海平原上发育了一道道砂堤或含贝壳砂堤。因此，迄今残留在地表或埋藏于地下的砂堤或含贝壳砂堤，就可以作为恢复历史时期海面变化以及确定不同时期海岸线位置的地貌、沉积与生物标志。

据实地调查，在本区北部赣榆县境内，地表有四条砂堤或含贝壳砂堤分布，自西向东，依次为：

第一条，位在赣榆县城南的郑园村附近，向北延伸到九里、柘汪，向南经临洪灶附近至东海县的高桥。南端距海岸线16公里，北端距海岸线3公里。堤顶高达海拔7米左右，砂层厚约4米。砂堤多被挖掘，今已支离破碎。

在这条砂堤以西有许多新石器时代的文化遗址或遗迹。如赣榆城以西约10余公里的前屯，在地表草灰层之下为3米厚的海相

1）吴士良，《淮阴地区东部及其周邻第四纪海侵的初步研究》（油印稿），1980年。

或泻湖相淤泥层，在淤泥层以下的细砂层中，曾挖得上千件鹿角、牛腿、猪牙等，C^{14}测年为距今4800±70年，其中并伴有龙山文化期的绳纹粗陶碎片。赣榆城西北的土城，在全新统黄褐色砂质粘土层中亦富含龙山文化的绳纹陶片。而在这条砂堤以东，目前尚未发现任何新石器时代的文化遗迹。据此，推测该砂堤形成于新石器的晚期。

第二条，自双槐树、经宋庄、狮子口至沙村一线。南端距今海岸线7.5公里，北端距今海岸线2公里，堤顶海拔4米左右。

该砂堤以西，即一、二砂堤之间有周末至西汉文化遗址盐仓城，该城为公元前770年至公元8年所建。盐仓城北不远的马庄，为古驿站，现存有欧马石等古迹，该村附近有汉墓。据此，可以大致确定该砂堤的形成时代约在距今2000年左右。

第三条，自小东关以西经刘口、大沙、头坨西至赣榆城东北没于海中，南端距今海岸线4—6公里。

宋代，把艾塘郡治移至大沙。大沙古城址南北长约800米，东西宽600余米，城中有佛寺，惜已圮。在调查中曾获得庆历重宝，皇祐元宝，熙宁重宝，元丰通宝，政和通宝等钱币（时间从1041至1118年）。因此，该砂堤的形成时代当在距今1000年左右的唐末宋初。

第四条，自小东关以东经后坨、黄沙，北延至赣榆城东南没于海中。南端距海0.5—1公里。砂堤系由黄沙组成，其中有少量扇贝等海生动物贝壳，底面海拔－1.0米，顶面海拔5.4米，砂层厚近7米。砂堤内侧为盐滩，外侧为现代海滩。

该砂堤之南段，上部宽200米左右，其中曾发现1670年（清康熙九年）的瓷器。显然，该砂堤当形成于清代中期以后。据当地老人反映，几十年前还曾有潮浪拍击砂堤。

滨海砂堤或含贝壳砂堤，作为海浪高能作用的产物，总是与当时当地的海岸线贴近并平行分布的。因此，根据上述各条砂堤的

分布位置和形成时代，可以大致厘定出不同历史时期海州湾北部海岸线位置及其演变过程的梗概（图 1 ）。

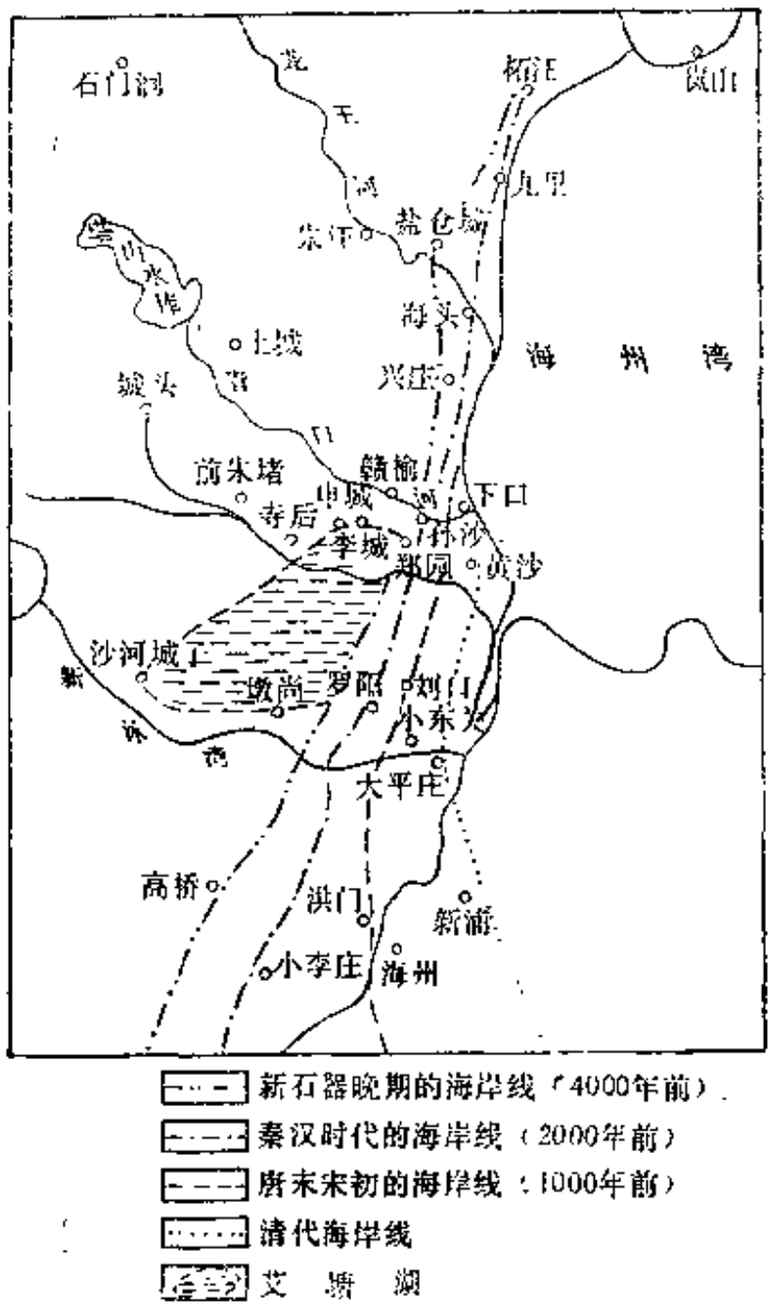


图 1 历史时期海州湾海岸线的变化

上图说明，历史时期以来，海岸演变的总趋势是岸线渐次向海推进。但海岸线在向东推进的过程中，曾出现过若干次规模不

同的反向后退。就目前研究程度而言，我们还不能够确切地了解每次反向后退的具体时间和进程，但已有证据表明这种现象是确实存在的：

大沙堤址所在的砂堤剖面，上部为亚砂土、亚粘土，距地表20—60厘米以下普遍沉积整套粉砂层。该砂层砂质细腻，夹有贝壳，海生生物种属与现在的相差不大。砂堤以西，秦汉以前包括龙山文化的遗存为后来的海相淤泥层所覆盖，如：（1）前述赣榆城西约10余公里，朱堵附近的前屯，距地表3米以下的含绳纹粗陶残片的细砂层，为其上的海相淤泥层所覆盖；（2）赣榆城西北，距龙王河入海口约9公里的大港头村一带，群众挖渠打井时总会在地下几米深处，挖出或打出大量黑色淤泥（当地群众称“海淤”），其中可见到许多“海沙子（学名兰蛤）”。此外，在这层海相淤泥层中曾挖出许多“带孔的大石头”，据罗其湘先生和作者之一的实地调查，其特征与70年代美国潜水员梅尔斯特里尔等人在加里福尼亚浅海海底捞出的中国古代石锚可以对比。“根据石钟健先生研究，大约在宋代以前，我国船锚一直使用石锚，南宋之后才逐渐为铁锚所代替”[1]。由此证实，宋以前，大约在秦汉时期，海水曾有过一次较大规模的西侵。这次海水西侵可能与世界性的气候转暖引起的冰盖退缩、海面升高有关。据已故著名地理学家竺可桢先生研究，“距今二千五百年到二千年间，即在我国秦汉间，格陵兰与中国一样有温和的气候”[2]。在大沙砂堤以东宋代以后的文化层则无被海相淤泥层覆盖的现象，故自唐末宋初海退之后，海面无大反复，海岸逐步向东移动。

1）罗其湘，《从徐福村附近古代石锚的发现谈谈徐福东渡以及我国与北美之间早期海上交通航路——石锚之路的问题》，《中国中日关系史研究会会刊》，2期，1983年。

2）竺可桢，《中国近五千年来气候变迁的初步研究》，《竺可桢文集》，479页，科学出版社，1979年。

本区南部为黄河故道所横贯。据钻探资料，黄河故道中，全新世沉积层厚20—30米，其中未发现海相生物的夹层。故道两侧有两条砂堤分布，但若断若续。西边的一条，在阜宁以西的西园一带，砂堤出露较宽，在假色卫星影像图上呈指向南的箭镞状白色斑。向北可在阜宁县的沙岗，涟水县的竹杆庙、唐集，灌南县的新安镇，灌云县的伊山等地见其踪迹。西园附近之砂堤西侧堤下埋深约 2 米的泥炭层 C^{14} 测年为距年4480±80年。故知其形成时代亦在新石器晚期，即与上述黄榆境内最西一条砂堤相当。东边的一条砂堤，分布在滨海县的潘岗、响水，灌南县的头庄，灌云县的下车、西沙行、板浦等地，向南可与上岗砂堤相接。迄今已在这条砂堤中及其两侧，多处地方发现了汉代墓葬。在上岗附近砂堤中所取得的海生贝壳样品 C^{14} 测年为距今3310±80年[1]。

自宋代黄河南徙会泗夺淮入海以来，巨量泥沙一方面在黄河故道两侧形成交错分布的决口扇堆积体，另一方面，营造了大规模的三角洲，造成海岸线的迅速向海推进。阜宁县西北约10公里的郭树乡许庄村附近，北宋时代的文化层，已被厚约40厘米的黄河泛滥砂层所掩覆。宋代以来，阜宁以北海岸大约东移了55—60公里。

二、湖泊的演变

（一）硕项湖

硕项湖亦称大湖，“大湖去州治南一百四十五里，西南距安东（今涟水—作者注，下同），沭阳二邑，东西四十里，南北八十里，（州）与安东、沭阳各得三分之一”[2]。“南岗居湖西，新安镇居湖东南，湖坊镇居湖北，唯西南一角，安东、沭阳共居

1）郭瑞祥，《苏北滨海平原古砂堤的分布及海岸演变》（油印稿），1984年。

2）隆庆《海州志》卷2。

之”[1]（图2）。

硕项湖区几千年前尚是一片海域。今灌南县硕湖乡，涟水县红灯（原名官墩）乡，沭阳县钱集乡等地，距地表1—4米左右以下为连续分布的泻湖沼泽相青灰色或黑灰色粘土、粉砂粘土或淤泥，其下伏的沉积层中含有海相生物，如异地希望虫、半缺五块虫等有孔虫化石。在上部粘土或淤泥层与下部的含海相生物化石的沉积层之间，局部有厚0.3—1米的泥炭层。

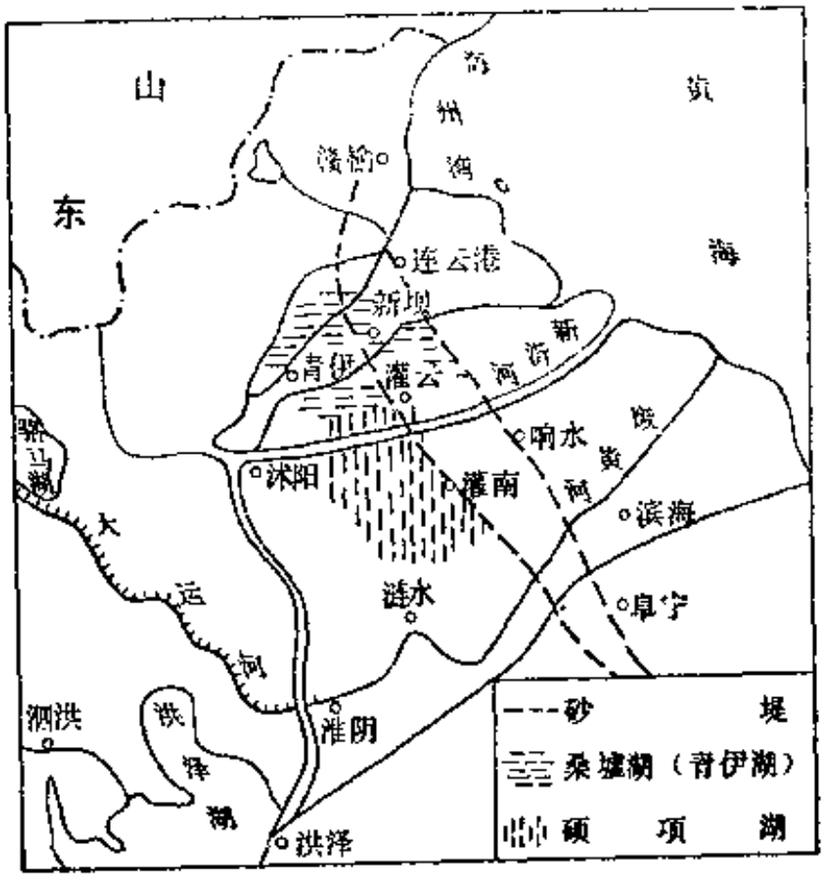


图2 古硕项湖桑墟湖分布位置

湖的西部，曾是古淮河的入海口。《水经·淮水注》曰：“淮水出南阳平氏县胎簪山，又东至广陵淮浦县入于海”[2]。

1）嘉庆《海州直隶州志》卷12，山川考。

2）郦道元《水经注》卷30。

硕项湖区，由古淮河之河口湾转变成一个泻湖，与上述分布在潘岗、响水、头庄、下车、西沙行、板浦一线砂堤的形成并出露有关。由于水下砂坝露出海面成为离岸砂堤，使占据今沭阳、灌云、灌南、涟水诸县间的海湾部分与外海分隔成为泻湖。该砂堤中有距今3300多年的海生贝壳，沿堤散布着一些汉代文化遗址，说明硕项湖生成迄今不超过3500年。

秦汉时，硕项湖仍为一片茫茫大泽，当雨季时，来水增加，湖边城垣往往遭受水淹。《太平寰宇记》载秦始皇时的童谣曰："城门有血，城将陷没……传兵乃杀犬，以血涂门，老母见血便去，须臾大水至，郡县皆陷"[1]。

公元五世纪，南北朝时，湖水一度干涸，"高齐天统中，此湖（硕项湖）遂竭，西南隅有小城，遗址犹存，绕城有古井数十处，又有铜铁瓦器如廛肆之所，乃知城没非虚"[2]。这是见于史籍记载的硕项湖的第一次衰亡。这次湖干，一方面可能是由淮、泗、沂等诸河输入泥沙长期淤积的结果，但主要与海面短暂下降有关。此时湖水虽竭，但地势仍低洼卑湿，系沼泽环境。

由于中国东部新构造运动引起的升降变化，迫使黄河逐渐南徙，加之金、宋战争中，互决黄河，终于导致黄河于1194年（宋光宗绍熙五年）在武强决口改道，南下会泗夺淮入海。硕项湖区地势低洼，自然不仅是沂、沭河汛期洪水贮积场所，同时也必然承接黄河和运河的涨水。因此，南宋以后，硕项湖又复兴盛。但这次兴盛时间是短暂的，不久又逐渐枯竭了，其主要原因是黄河带来的大量泥沙的淤积。经调查，硕项湖区于湖沼相的粘土、淤泥、泥炭层之上，普遍加积了一层冲积粉砂质亚粘或亚砂土层；在海州城里，黄棕色冲积亚沙土或亚粘土之下的黑土层中有唐代开元通宝；在蔷薇河施工过程中，挖得五代和北宋的青瓷茶碟。

---

1)、2)《太平寰宇记》卷22，河南道-海州。

凡此种种均说明，南宋以后，硕项湖逐渐为黄泛冲积物淤积而日益衰亡。

清初，硕项湖几近完全淤塞，“康熙十六、七年，黄河决，湖底淤浅。二十年，河臣靳辅将湖地丈入案屯内，……，连岁地卑苦涝，民纳空粮，诒累无穷”[1]。《江苏水利全书》亦指出硕项湖是在公元1677—1678年黄河决口时遭淤没的。此时虽为陆地，但地势低洼，仍不免受黄河水之侵淹。清嘉庆时，筑有屯堤，故耕作无虞，到后来湖堤与六塘河皆废，虽一季麦也不保险了。至十八世纪末，又排筑几条小河把分泄的黄河水引入六塘河里，为了分泄六塘河水，又利用砂姜河分流注入前沭河，经涟河入海。至此，硕项湖区才最终成为一片平坦的陆地。

（二）桑墟湖与青伊湖

关于桑墟湖，历史记载见于明代隆庆《海州志》：“桑墟湖去州治南九十里。昔因银山坝废，通海，夏则潴水，冬为陆地”，又言该湖“上源引沂、沭及桑墟之水，经石湫及黑土湾入海”[2]。清顾祖禹《读史方舆纪要》云桑墟湖在“州西南九十里……上接沭河，下游入海”，“桑墟湖在硕项湖西北”，硕项湖“其西接桑墟湖，为涟水之上源”[3]。

对于“银山坝”史籍载焉不详。据我们初步分析，它可能即是上述经涟水县竹杆庙、灌南县新安镇、灌云县伊山等地的砂堤。苏北滨海地带的古砂堤，主要由浅色的石英、长石砂粒组成，含有银白色的贝壳碎片，因而常以“白”、“银”等冠之名首。如果这种分析合乎事实，那么“银山坝废”该是指砂堤多处被冲决成缺口。目前，在上述砂堤分布地带，还有以“口”字命名的

1）嘉庆《海州直隶州志》卷12，山川考。

2）隆庆《海州志》卷2。

3）《读史方舆纪要》卷22，江南四。

地名，如新坝西北的魏口，灌云西北的张口子，灌云西南的陆口，新安镇西南的渔场口等。

桑墟湖“上源引沂、沭及桑墟之水……”。源于山东沂蒙山区的沂河与沭河，流量很不稳定，每年七、八月间多暴雨，洪流汹涌，冬春季节水量很小，有时甚至断流，故曰桑墟湖“夏则潴水，冬为陆地”。

“黑土湾”何在？至今亦未见到可靠的记载。据分析，在桑墟湖区由海湾变成湖泊之前，古淮河曾在新坝附近入海。因此，新坝以东当时曾为广阔的潮间淤泥滩，所谓黑土湾可能就是这片淤泥滩的泛称。

桑墟湖也是由海湾泻湖转变为滨海内湖的。湖区中心位置的沭阳县红灯附近，地面以下几米即出现含海相化石的沉积地层。桑墟湖成陆年代较硕项湖更早，大体在湖东沿岸砂堤形成之后，即距今4000多年左右。当时，桑墟湖水是直接入海的。

在硕项湖形成之后，桑墟湖成为上承沂、沭、桑墟之水，东连硕项湖的过境湖。黄河夺淮之后，淮北诸河流的河床普遍增高。十二世纪后期，黄河之水，全部经由淮河入海之后，淤积日甚，不但河床本身抬高了26米，而且沂、沭、六塘诸水系全部打乱，桑墟湖亦逐渐淤浅，失去了行洪“水柜”的作用。因此，洪水散漫乱流，在其东边地势低洼的地方形成新的溢洪区，这就是青伊湖。所以青伊湖实际上是桑墟湖的淤填、解体后的残遗部分。与之类似的桑墟湖的孑遗还有沭阳、灌云、灌南交界处的陆湖、梁荡、灌云的戴洼、灌南的曹洼、青伊湖西南角的淀湖等。

明、清以来，桑墟湖区（包括青伊湖、陆湖、淀湖等湖洼地区）经常泛滥。明、清朝廷常征集民工疏蔷薇河，又开挖涟河，以泄洪涝，但收效甚微。民国年间，涟河淤成平陆，糜费累万，付之东流，唯一只好疏修蔷薇河，蔷薇河疏通了，海州西南的水患减缓了许多，但没有彻底根除水患。新中国成立以后“导沂整

沭”，从山东境内另开新沭河，才使这一带的湖洼面貌大变，成为陆地。现青伊湖区已辟为农场，旁有青伊乡政府。

（三）艾塘湖

艾塘湖又名乂塘，亦称武强湖，其位置在今江苏连云港市、东海县、赣榆县交界处。通过多次调查，在古艾塘湖的四周分布有不少古城遗址，如北岸的“张城子”、“申城子”、“李城子”，西北岸的“寺后”，西南岸的“沙河城子”等。在这些古城所包围的部分即古艾塘湖区却未发现任何隋唐以前的文化遗址和遗迹。钻探揭露，该区下部为陆相河流泛滥堆积，内含许多钙质结核（砂姜），上部为湖相或海相淤泥、粘土层，可见隋唐以前，这里确系一片水域。

关于艾塘湖的成湖年代，根据前屯附近，海、湖相淤泥粘土层之下的细砂层中生物化石 C^{14} 测年数据为距今4800年左右，故湖的形成要稍晚于距今4800年。其成因，显然与上述赣榆境内最西一道砂堤的形成有关，即艾塘湖原为古海州湾向陆地凹进的一部分，可能是古青口河的河口湾。

唐初诗人刘长卿，自海州乘船抵艾塘湖北岸的怀仁县，曾赋诗一首，题为《宿怀仁县南湖寄东海苟处士》[1]。诗曰：

向夕微雨，晴开湖上天。
离人正惆怅，新月愁婵娟。
仁立白沙曲，相思沧海边。
浮云自来去，此意谁能传。
一水不相见，千峰随客船。
塞塘起孤雁，夜色分兰田。
时复一延首，忆君如眼前。

诗中所云“湖”、“塞塘”即艾塘湖，“白沙曲”为湖边之

1）《全唐诗》卷149。

沙滩或沙堤；“相思沧海边”说明当时艾塘湖距海很近；“一水不相见”表明在“唐初艾塘湖南岸与北岸怀仁县仍隔着一湾湖水”[1]。

但是，此后仅一、二百年，至公元九世纪中叶，艾塘湖就已淤没或变成浅沼洼地了。公元839年（唐文宗开成四年），日本和尚园仁来中国留学，归国后，用汉文撰写《入唐求法巡礼记》一书，内中有一节专门记述从古淮河口搭船北上的情况。他们一行沿着近海水路抵宿城（今连云港市宿城），此时海州以北的艾塘湖已淤为平地。所以园仁在公元845年（唐武宗会昌五年）农历七月十七日的日记中写道：“发从海州北，无水路，虽傍海而不见海，终日遇野便入山”。“十八日，到怀仁（县）”。

艾塘湖淤没后，原先通海的半封闭的泻湖变成了四条北西向南东流的沟渠，即今地图上所标的一沟、二沟、三沟、四沟。这四条沟渠在大沙与范口间汇集入海州湾，是为第五沟。从地理形势上看，大沙扼咽喉部位，因此后来在此设艾塘郡治。

本文载《历史地理》，上海人民出版社，第七辑，146—151页，1990。

1)《古诗咏赣榆》，《赣榆文史资料》，2，1984年。

郯庐断裂带中段活动构造与地震关系的研究*

郯庐断裂带纵贯我国东部，本文所谓的“中段”，是指山东省临沂县汤头与莒南县王家沟一线以南，至江苏省骆马湖中间一段，全长约140公里，宽25—30公里左右（图1）。

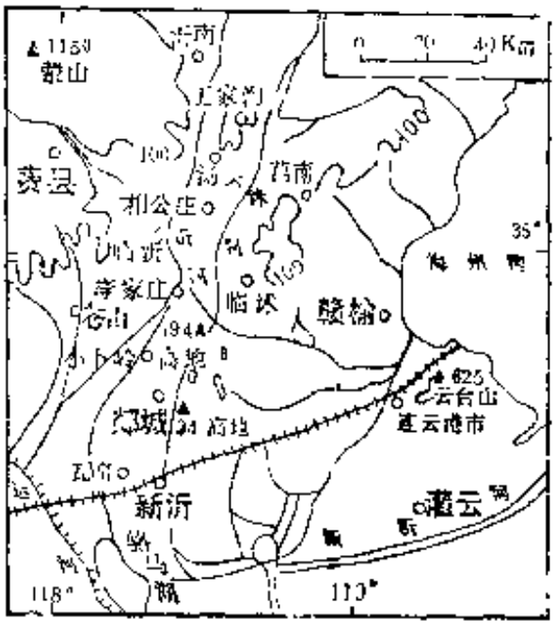


图1　研究区地理位置

有关郯庐裂断带中段新构造运动特征，及其与地震活动的关系，曾有很多学者进行过研究，但因该地段第四系复盖较厚，露头较少且互不连续，不利于地面地质工作，也可能造成分析认识上的差异。笔者曾在该地段从事第四系勘测工作十多年，积累了一些实际资料，今择要报导以补充前人的工作。

* 本文与杨达源合作完成。

一、郯庐断裂带中段与邻区的一般构造运动特征

鲁南地区晚中生代构造运动与岩浆活动十分强烈，曾被视为“地台活化”的代表性地点之一[1]。其实，那时期该地区的构造发育与“沂沭裂谷”[1]的演化有十分密切的关系[2]。老第三纪时期，该地区则以断块差异运动为主。如郯庐断裂段中段以西的白彦断块表现为构造上升，但其北侧的平邑—费县不对称断陷盆地中，老第三系厚逾2000米，它的下部以砂岩、砾岩为主，中部以泥灰岩为主，上部又以山麓洪积砾岩为主，且其粗颗粒的岩性成分自下而上的变化，与断块上升—剥蚀区受剥蚀而相继出露地表的岩层层序相反，早期以古生代沉积岩系的碎块岩屑为主，后期越来越增多前古生代变质岩系的物质。断陷盆地中沉积物颗粒自下而上的变化，则表明了当地地势高差的增大。

自新第三纪开始，鲁南地区的构造发育进入了一个新的构造旋回阶段。初期表现为该区遭受强烈的剥蚀夷平，形成区域性的新第三纪夷平面，其相关沉积即在断裂带以西灰岩出露区岩溶裂隙内残存的砾石质砾岩，含有新第三纪—第四纪初期的动物化石[2]。

早更新世时期，郯庐断裂带中段两边的地块相对隆起，新第三纪夷平面发生构造变形，而断裂带内部则相对沉降，断断续续地堆积了早更新世的冲积砂砾层，且其厚度有向南增大的趋势。中更新世，又为区域性的剥蚀夷平时期。不过，由于经历时间比较短，中更新世夷平面发育不够完善，在断裂带两侧它常表现为

1）杨达源，地貌学与第四纪地质学讲义，1978。

2）杨达源、杨巨海，山东省白彦地区含金刚石砾岩物质来源研究报告，1979。

山麓面或侵蚀阶地面，它们围绕着山地丘陵成环带状展布，或沿河谷伸延。

目前，郯庐断裂带中段以西，白彦断块的中心部位，新第三纪夷平面已被抬升到海拔近500米的高度，中更新世夷平面的标高在120—150米左右；向南，二层地貌面的相对高差则越来越小。断裂带以东，五莲山区第三纪夷平面分布在海拔300米左右的高度，比该地中更新世夷平面高约180—200米左右；二层地貌面均有向四周倾斜降低的现象，向南至苏鲁边境地带，渐趋复合重叠。

在郯庐断裂带内部的基岩裸露地段，新第三纪夷平面与中更新世夷平面相复合重叠的现象尤为明显，早更新世冲积砂砾层，在中更新世时期遭受剥蚀破坏与改造，成为中更新世的残积—残坡积—坡积相砾石层，不均匀地复在残余的早更新世冲积砂砾层之上，但两者物质来源组份不尽相同。

二、郯庐断裂中段内部的构造活动

中更新世以来，郯庐断裂带中段内部的构造变动，比左右邻区明显，且其内部的东侧与西侧有一定的差别。

1．东侧

马陵山系，北自七宝山向南南西方向伸延，断断续续地抵达骆马湖东侧。马陵山制高点位在郯城县城东北，其附近新第三纪与中更新世复合夷平面的高程，在海拔100米左右，比断裂带以东地块同纬度带上的复合夷平面的平均高程要高20—30米左右。马陵山体本身，山顶面明显向东侧倾，东坡与西坡的坡型与沟谷发育明显地不对称，显示了西强东弱不等量断块上升的特征。

在马陵山上大部分地段能找到磨圆较好的“黄皮壳”砾石，部分地段分布着薄层“黄皮壳”砾石层，砾石的A B面倾向、倾角多与下伏基岩坡的倾斜相一致，其物质组分除当地早更新世冲

积砾石层之残坡积物质之外并混有当地基岩的碎块。另外，如在郯城以东偏南方向，马陵山之94高地与89高地的岭顶边部，于地表数十厘米厚的坡积相含砾与岩块的砂质粘土层之下，局部埋藏着厚达10米左右的灰白、灰黄色冲积砂砾层。以上现象说明，马陵山的不等量断块上升，当发生在中更新世之后。

2．西侧

郯庐断裂带中段的西侧，相对于东侧断块上升带，为一狭长的具有分段特征的断块沉降带，自北而南可分为三个小断块：王家沟—新河（分沂入沭人工渠）断块、新沂—瓦窑断块、瓦窑—骆马湖断块，断块与断块之间均有活动断裂相隔。

王家沟—新河断块的北部，东侧为沭河谷地，西侧为沂河谷地，下伏基岩为早白垩世火山岩系与晚白垩世红色碎屑沉积岩；两河谷之间为汞丹山凸起的南延部分，出露古老的变质岩系，新第三纪与中更新世复合夷平面的平均高度在海拔100米左右，在平缓丘岗的边部与沟谷底部也能看到散布的带"黄皮壳"的砾石。复合夷平面的高度，向南缓缓倾斜，至相公庄盆地，已降至海拔40—35米左右，并为晚更新世—全新世沉积所超覆。本断块的中部，临沂县窦家岭附近，由早更新世冲积砾石层及其表覆的中更新世残坡积砾石层构成的台地（有同志称为第Ⅱ阶地），比其两侧表覆全新世湖沼相沉积的地形面（有同志称其为第Ⅰ阶地，现代有时发生洪涝）仅高出1.5—2米左右（图2）。基岩之上的晚更新世—全新世沉积，褐黄色砂砾层及含砾砂层和灰黑色湖沼相沉积，呈面状分布，平均厚度在15米左右，两侧地段则达25—30米左右。几百年前的墓碑已被埋深数米。目前，相公庄盆地东为沭河，西有沂河，沂沭河之河间洼地地面高程，比洪水位高程低1—2.5米，汤河蜿蜒其间，与沂、沭河相平行向南流去。这样的地势，除了与沂河、沭河两岸自然堤的发育有关外，还反映相公庄盆地构造拗陷沉降的特征，主压力轴的走向为北北东方向。

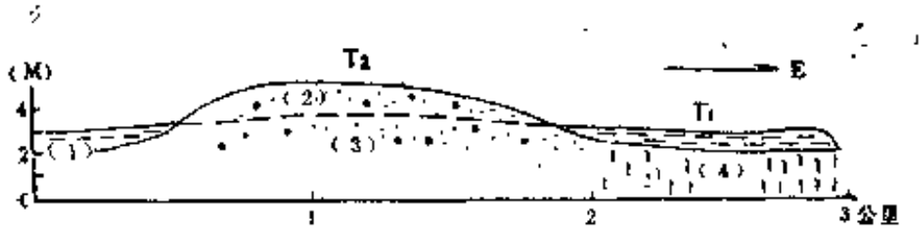


图 2 临沂县窦家岭地貌第四纪地质剖面图

（1）褐红相粘土 （2）中更新世残坡积砾石层 （3）早更新世冲积砂砾层（4）基岩

新河一瓦窑断块，南抵徐州—连云港铁路线附近。中部地表基岩为古老变质岩系，向南南西方楔状插入，被多道近东西走向的断裂—重晶石脉所横截。变质岩带的东西两侧为白垩系的火山岩系与红色碎屑沉积岩分布带形呈北高南低之势。北部李家庄、邵家湖附近，新第三纪与中更新世复合夷平面，顶面标高在60—70米左右，已被切割成近南北走向的垄岗，表部有薄层中更新世残坡积—坡积“黄皮壳”砾石层披复，局部洼坑中尚有早更新世灰白粘土质砂砾的残存。垄岗之间的洼地及沂河两岸的地形面，相当于沂河Ⅰ阶地，晚更新世—全新世沉积的厚度都不超过5米，下部为含粘土砂砾层，含淡水螺蚌壳化石[1]，C^{14}测年为15000年左右，中上部，夹有二层沼泽化灰黑色砂质粘土层，其上层的C^{14}测年为3800年左右。近地表沉积层中，夹有石斧与石凿[2]及灰烬。本地段南部即自码头—郯城一线往南，晚更新世—全新世

1)化石样品由山东省第七地质队一分队的同志帮助采集，由中国科学院南京地质古生物研究所的同志给予鉴定，南京大学地理系实验室作年代测定。

2)石器样品由刘景一工程师采集。

沉积呈面状分布，下伏早、中更新世沉积，总厚度自北向南渐增达一百多米，并且向西与北西西走向的铁佛寺—三截庄构造盆地中的第四系相连续。

瓦窑—骆马湖断块，为第四纪以来不断沉陷的相对沉降带，第四系的厚度自北部的80米左右，向南增达200米左右，说明它也带有掀斜特征，另一方面它又为若干纵向断裂分割为一系列近南北走向的条带状小断块[3]。

郯庐断裂带中段西侧的三个南北向排列的断块，新构造活动有一些共同之处，如均表现为相对北升南降的掀斜运动，每个断块的南半部为晚更新世—全新世沉积所超覆等，但在活动的开始时代与幅度方面有明显的差别，南部断块开始掀斜沉降的时代比北部断块较早，累积幅度也比较大。三个断块之间的活动断裂，与区域性的北西—北西西向断裂有密切的联系：王家沟—新河断块与新河—瓦窑断块之间的活动断裂，实为经平邑—费县向南东延伸的汶泗断裂的延续，新河—瓦窑断块与瓦窑—骆马湖断块之间的活动断裂，实为北西西向的铁佛寺—三截庄断陷盆地之南断裂的延续，上述两条活动断裂同为右旋张扭性断裂，活动时间以前者为晚。

三、活动断裂

郯庐断裂带是一长期活动、性质复杂且多变的构造活动带[4]，向深部已切入地幔层，诱导了基性超基性岩浆的上冲。第四纪以来，中段内部的断裂活动相当发育，且有比较清晰的地貌表现与构造形迹。这些活动断裂，按其走向和构造性质可以分为二组：一组走向北西西—近东西向；另一组走向北北东。

1．北北东走向的活动断裂

马陵山西侧，如郯城县窑上、新沂县成岗附近及其延伸方向上的活动断裂，已在多处报道[5,6,7]。图3是笔者和山东第七地

质队的部分同志在郑城县归义附近作的剖面，它揭露了白垩系王氏组砂岩、砂砾岩逆掩在晚更新统一全新统砂砾碎石层之上。另外在郑城县三井村东，活动断裂错断了松散粘土碎石层，使白垩系王氏组砂岩逆复在第四系之上，断面产状倾向南东，倾角20°左右，垂直断距在4米以上。

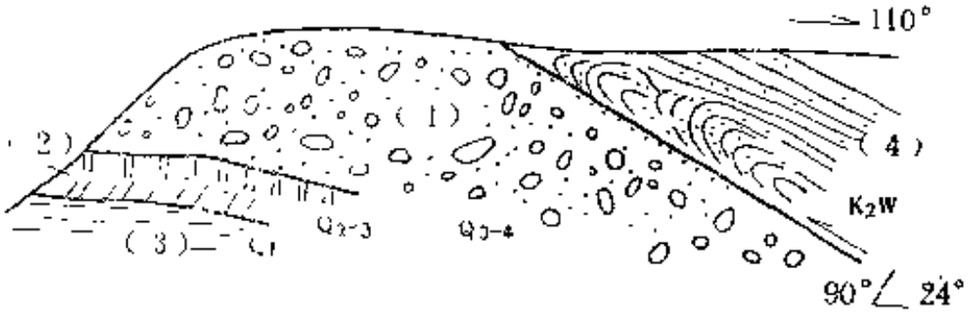


图 3　马陵山西坡、郑城归义附近活动断裂剖面

（1）砂砾碎石层（2）含砂、砾粘土层（3）粘土层（4）白垩系王氏组砂岩、砂砾岩

据此判断，马陵山断块的不等量上升，实系向西水平推移—逆复斜冲的结果，这与目前马陵山体的地貌特征相一致。另一方面，马陵山西侧的北北东向活动断裂，也是前述断裂带内部之“东侧”与“西侧”的分界断裂。

断裂带的西侧，也有北北东走向的活动断裂。如在郑城小卜岭粮管所东侧的冲沟壁上，可见到早白垩世青山组安山岩，逆冲在早、中更新世河湖相灰白、灰绿色含砂粘土质砾石层及其残坡积砾石层之上，断面走向25°，倾向北西，倾角62°左右，两侧的垂直位移量至少有6米。小卜岭49高地的西南部，探槽壁上可见晚白垩世王氏组砂岩、砂页岩，逆复在早、中更新世的砂砾层与砾石层之上，估计断裂两侧的水平错距超过30米，垂直错距20米左右，断裂活动使东盘（下盘）的砂砾层发生强烈的扰动（图4）。

这一组活动断裂，总体走向与郯庐断裂带大致平行，且东边

的马陵山西侧断裂，与西边的小卜岭一带的断裂，性质相近但断面倾向相反，表明郯庐断裂构造带，第四纪以来以遭受强烈的近东西方向挤压为主。断裂带内部的晚更新世—全新世沉积的分布，地貌及现代地形变测量资料[7]，均表明断裂带内部发展着断折拗陷沉降。

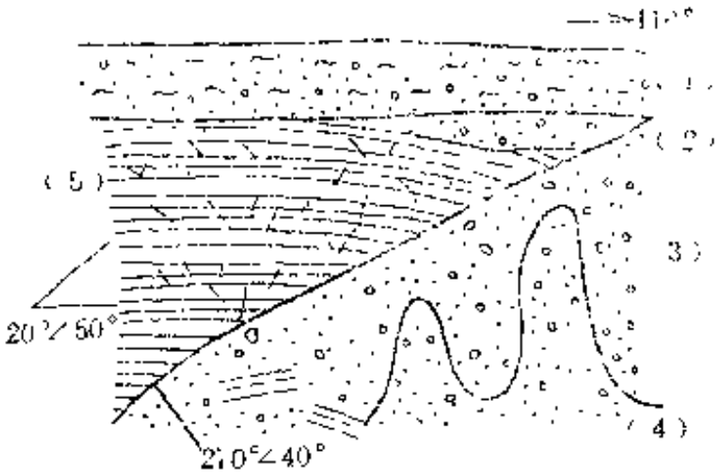


图 4 郯城县小卜岭40高地西南部探测到活动断裂剖面

（1）黄褐色含粘土砾石层（2）灰白色砾石层
（3）、（4）灰黄灰绿色砂砾层（5）白垩系砂岩

2．北西西—近东西走向的活动断裂

有一系列延伸长度比较短的北西西走向的活动断裂，它们斜切马陵山，使马陵山体在延伸方向上被多次错断，或呈锯齿状弯曲（图 5），马陵山北段东侧的沭河水系也相应地出现一系列的弧形弯曲。

3．其他活动断裂

在郯庐断裂带中段内部的第四系剖面中，经常能见到沉积层的断裂构造，断距比较小，产状不一致，它的延展情况及其与基岩构造的关系目前还不很清楚。

北西西—近东西走向的活动断裂切断、错开了北北东走向的活动断裂，但作为相互配套断裂，它们共同反映了第四纪以来本

地区区域构造应力场之主压应力轴的方位，是北北东—近南南西方向。

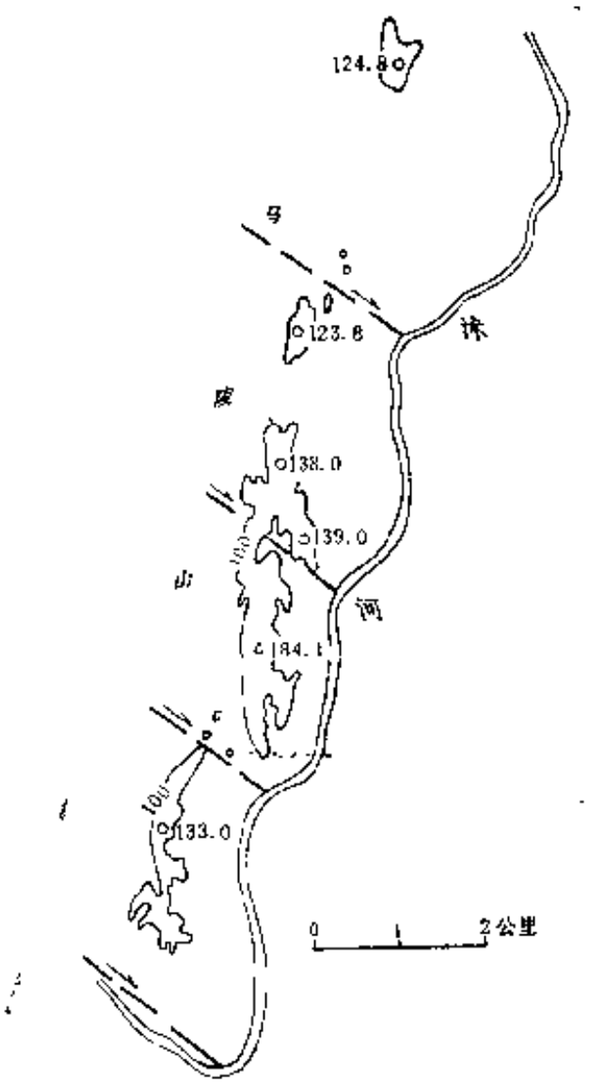


图 5　马陵山北段的山体被截错与沭河河曲

四、关于地震构造

分析郯庐断裂带中段的构造地貌特征与活动断裂形迹，我们发现虽然在该地带的北北东走向的活动断裂的活动规模比较大，但是在该地带活动时间较晚的活动断裂，并不是北北东走向的活

动断裂，而是北西西—近东西走向的活动断裂，它截割了断裂构造带并限制了北北东走向活动断裂的展布。值得注意的是，鲁中南地区近几十年中发生的地震，如临沭地震、兖州地震，以及平邑—费县、巷山等地历史上记载的地震，多发生在斜切郯庐断裂构造带的北西—北西西向断裂带上。因此，我们认为，在郯庐断裂带中段的孕震—发震构造，应是横穿郯庐断裂带的北西西—近东西走向的活动断裂。

在野外工作期间曾得到山东省第七地质队许多同志的协助，文中插图由许培生同志、黄志玲同志清绘，特此致谢。

参考文献

〔1〕陈国达，地台活化说及其找矿意义，地质出版社，1960。

〔2〕高维明等，沂沭大陆裂谷的生成与演化，地震地质，3，1980。

〔3〕朱永正、谢瑞征等，郯庐断裂带江苏段的新活动与地震，中国活动断裂，地震出版社，1982。

〔4〕袁洪亮，郯城—庐江断裂带地质构造特征，中国区域地质，地质出版社，1983。

〔5〕方仲景等，苏鲁皖地区晚新生代构造应力场的初步探讨，地震地质，1979。

〔6〕高维明等，山东强震发生的构造条件，地震地质，1981。

〔7〕应力等，郯城—庐江断裂带的现代构造活动特征，中国活动断裂，地震出版社，1982。

〔8〕马宗晋等，1966—1976年中国九大地震，地震出版社，1982。

本文载《地震学刊》，第2期，17～22页，1985。

苏北低山丘陵区的地貌特征与地貌分区

提要 苏北低山丘陵区层状地形发育，具多层次的地貌结构，系新生代以来以断裂和断块活动为主的内力地质作用和以流水侵蚀作用为主的外力作用相互结合，综合作用的产物。

本文依据构造运动发展过程的差异和岩性的不同，将苏北低山丘陵区划分为三个次一级的地貌区并分别进行了地貌类型的划分。

苏北低山丘陵（包括基岩岗地）区系指灌河口—沭阳—宿迁—睢宁县城一线以北的低山、丘陵和岗地分布区，大致介于东经117°10′—119°30′北纬33°50′—34°40′之间，面积约3400余平方公里。该区地处我国大陆的东缘，东濒黄海，北连鲁南低山丘陵，西部和南部与黄淮平原接壤（图1）。

一、地貌的基本特征

苏北低山丘陵系鲁南低山丘陵的向南延续部分，在构造上以地垒、地堑占优势，为新生代以来轻微隆起的地区。由地垒式，中等切割的丘陵和残丘，耸立于群丘之上的低山以及沿丘陵和残丘外侧广泛分布的微波起伏的岗地或具有薄层堆积物复盖的剥蚀平原构成本区的主要地貌景观。地势大致由北向南逐渐降低。

该区地貌有两个最显著的特点：

（1）地貌结构呈现阶梯状，由具有准平原面的低山丘陵到波状起伏的岗丘、洼地或剥蚀平原构成两级地形面。这种层状的

地形结构系新生代以来，不同时期，不同构造运动阶段中以断裂和断块活动为主的内力地质作用和以流水侵蚀作用为主的外力地质作用的产物。

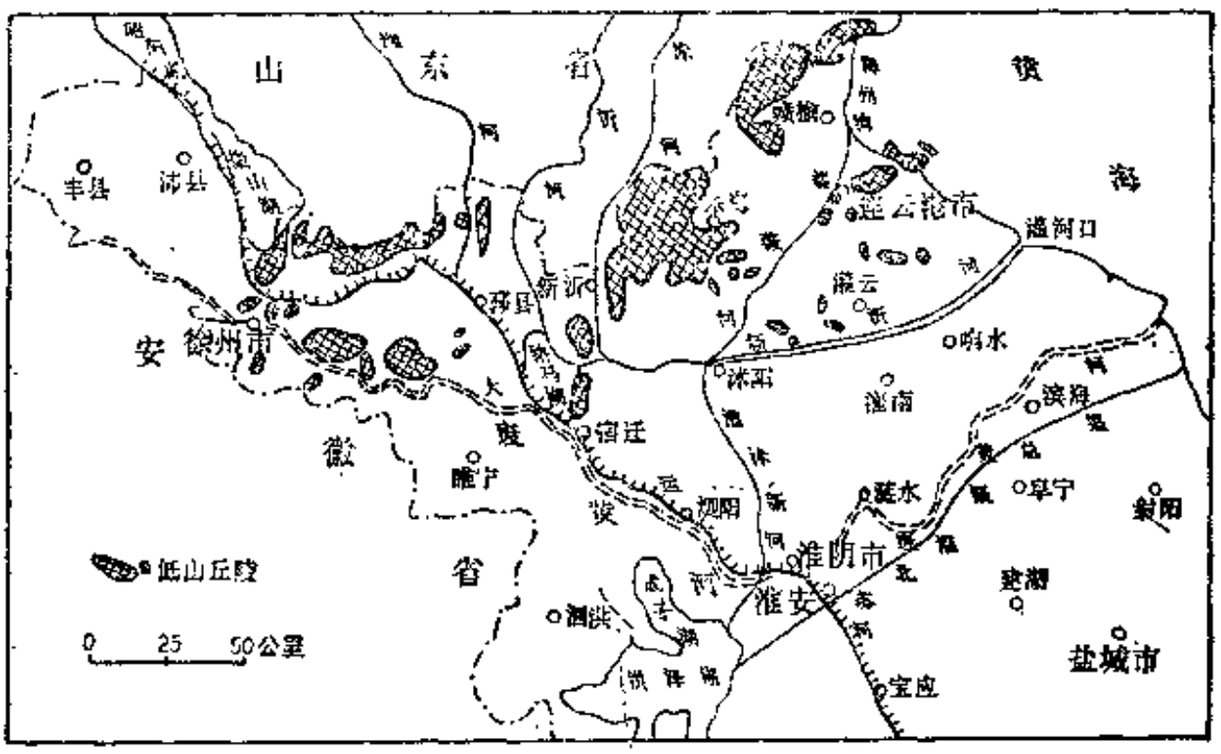


图 1 苏北低山丘陵地理位置图

（2）由于构成山丘的岩性、构造以及发育历史过程的不同，本区地貌在东西方向上具有明显的差异性。大致以今之沂、沭河为界，自东向西可分为三个不同的地貌景观带：即东部以结晶变质岩为主的低山、丘陵、岗地带；中部以红色砂页岩为主的缓丘、岗地带；西部以石灰岩为主的残丘、剥蚀平原带。

二、区域地貌发育的构造基础

大致以沂、沭河为界，区内可划分为三个不同的地质构造单元：沭河以东属苏鲁地盾；沭河以西至沂河以东属沂沭断裂带；

沂河以西属徐淮拗褶带。

鲁苏地盾是一个具有刚性而活化的古地块，地表出露一套以黑云母片麻岩、变粒岩为主的变质岩系，从震旦纪以来，地壳以稳定上升为主，地面长期遭受剥蚀，缺失古生代地层。基底构造以褶皱为主，断裂不发育。中生代开始，随着我国东部地台的活化，本区构造运动和岩浆活动十分强烈，其突出的表现为断裂活动的加剧及与之相伴生的中、酸性岩浆的侵入。新生代开始，本区地壳进入了一个新的构造发展阶段，初期表现为地形遭受强烈的剥蚀夷平，形成区域性的新第三纪夷平面。早更新世，夷平面被抬升，发生构造变形并遭受切割。中更新世为又一剥蚀夷平时期，于是在上述新第三纪夷面平被构造抬升和切割破坏后形成的山丘外围形成了低一级的夷平面。晚更新世，受西北部之山东五莲山地和西部马陵山新丘陵块断抬升的影响，本区上述两级夷平面产生掀斜和断块差异性升降活动，致使地形呈阶梯状自西北向东南倾斜并遭受切割破坏，产生相对隆起和凹陷。相对隆起部分继续受到剥蚀，而相对凹陷部分则承受堆积。全新世以来，本区仍以大面积稳定缓慢上升为主。

沂沭断裂带位于鲁苏地盾与徐淮拗折带之间，为二者之构造结合带，呈NNE向延伸，是一个长期活动，性质复杂多变的构造活动带，宽约15—25公里，大致形成于中生代早期的印支运动。中生代以来，由于强烈的张裂活动，断裂带内形成具有两堑一垒的裂谷构造。在地堑凹陷内沉积了白垩系青山组（K_1g）火山碎屑岩和王氏组（K_2w）河湖相红色砂砾岩、砂页岩。同时，张裂活动也导致了岩浆的侵入活动和一些内生金属矿产的形成。晚新生代，由于中国东部区域应力场的改变，该断裂带由张裂活动为主的裂谷变为挤压构造带，使断裂带两侧挤压抬升，其内部由于差异性升降则产生了一些凹陷，在断裂凹陷内堆积了以河湖相为主的晚第三纪和第四地层。现代，断裂带两侧和内部的这种

差异性升降活动仍在继续进行。

徐淮拗褶带为秦岭东西向复杂构造带北支通过的地方，东临沂沭断裂带，出露地层以下古生界寒武和奥陶系海相碳酸盐岩类为主，缺失上奥陶至下石炭系。中、上石炭及二迭系一套海陆交互相含煤沉积地层则分布于局部地堑凹陷中。中生代燕山运动形成一系列NE和NNE向褶皱、断裂以及呈带状分布的中基性和中酸性侵入岩体。新生代，由于区域应力场的改变，沂沭断裂带转变为挤压构造带，秦岭东西向构造带出现断块上升，本区构造运动的性质也发生了重要的变化。早第三纪以总体上升为主，局部出现差异性断块升降。晚第三纪，地壳相对稳定，经长期剥蚀夷平，形成新第三纪夷平面。早更新世，地壳主要沿NW向断裂不均衡抬升或掀斜隆起，致使上述新第三纪夷平面发生构造变形、抬升并逐步解体形成现代山丘之雏形。中更新世为又一次区域性的剥蚀夷平时期，但由于经历的时间较短，所形成的这一级夷平面发育不够充分，主要由山麓剥蚀面和河流二级阶地面构成，它们围绕着山丘呈环带状分布或沿河谷延伸。晚更新世，本区地壳一方面沿NW向断裂继续发展断块差异性升降活动，另一方面则沿一系列规模较小的NE向断裂发生挤压、扭动。NW向断裂的差异升降活动，使断裂一侧（NE侧）翘起掀升，另一侧倾伏下落，遂使上述夷平面最终被分割成一系列NW走向的隆起和盆地并造成地形由北向南呈阶梯式逐渐降低的态势。NE向断裂则控制了一系列山间小盆地的发育和形成，以致使上述夷平面彻底被分割为NW向成条，NE或NNE向成块的互不连续的山丘和盆地。全新世以来，本区山丘仍继续上升，盆地则继续下沉，但幅度和速度均不大。

上述情况表明，由于本区所处的大地构造部位和新生代以来以断裂和断块活动为主的新构造运动所产生的地块隆起和地块沉降是地貌发育的内动力基础，对本区现代山丘地貌格局的形成和

发展具有决定性的影响。

三、地貌分区和主要地貌类型

根据上述不同区域地壳构造运动发展历史过程和特点的不同，结合考虑岩性和外动力条件的差异，兹将苏北低山丘陵区划分为三个次一级的地貌区。同时，依据成因与形态相结合的原则，分别划分其主要地貌类型并简述其一般特征（表1）。

（一）东部结晶变质岩为主的山丘、波状准平原区

本区位于江苏省之东北隅，东濒黄海，西临沂沭断裂带，北连鲁东南丘陵，南接黄淮平原。范围大致包括今赣榆县的北部和西部，东海县的西部和北部，连云港市区的云台山、锦屏山以及灌云、沭阳境内的局部地段，面积约1800余平方公里。

1．构造—剥蚀低山丘陵

广泛分布于海州湾北部和西部的赣榆、东海等地和海州湾南侧的连云港市区以及灌云、沭阳等地。

位于赣榆西部及东海北部的低山丘陵，总体呈NNE向延伸。丘陵标高一般在130—200米左右，顶部平坦，多呈圆丘状，主要由前寒武纪变质岩组成。低山如赣榆境内的大吴山、夹山、大徐山等高踞于群丘之上，海拔多在250—370米之间。这些孤立突出的山峰，其形成和分布均与构造和岩性有关。

位于现代海州湾南侧的由古老变质岩构成的低山丘陵如云台诸山、锦屏山、东陬山、西陬山、大伊山等，系鲁南沂蒙山脉的余绪，为新生代断块突起的块垒孤山或孤丘。新生代特别是第四纪以来的断块差异升降活动，使其两侧断裂下陷，断块本身则上升成为山丘。连云港附近的云台山区是江苏省地壳上升最强烈的部分，云台山的玉女峰，海拔625.3米，为江苏省之最高峰。由于山丘上升比较剧烈，故地形切割强烈，岩石破碎，沟壑发育。

2．剥蚀—堆积波状准平原

表1　苏北低山丘陵区地貌特征及地貌分区

地貌分区	主要地貌类型	标高(m)	分　布	基　岩	地质构造	新构造运动	第四纪堆积物
东部变质岩山丘波状准平原区	构造～剥蚀低山丘陵	130～625	海州湾西北及南侧	变质岩与花岗岩	地块隆升	断裂上升	丘陵坡麓残坡积物发育
	剥蚀～堆积波状平原	20～80	赣榆西北东海县北部	变质岩为主	同　上	掀斜抬升	表面有0.2～0.5米之残坡积物
中部红色砂页岩缓丘岗地区	构造～剥蚀马陵山低缓丘陵	80～100	新沂中部宿迁北部	红色砂页岩、砂砾岩	中生代裂谷	不等量断裂抬升	表面为厚均0.5米之残坡积物覆盖
	剥蚀～堆积垅岗和洼地	40～80	新沂东部宿迁北部	同　上	同　上	掀斜抬升	表面为残坡积、冲积、冲坡积物
西部石灰岩残丘剥蚀平原区	构造～侵蚀残丘	100～361	徐州市郊及铜、邳、睢等县	石灰岩为主	地垒地堑占优势	新生代轻微隆起	基岩裸露，坡麓有坡积物
	剥蚀～堆积平原	30～40	同　上	同　上	同　上	掀斜隆起	基岩面上有厚度不超过1米的坡积层

大面积分布于海州湾西北、西部之山丘外围。在赣榆县西北部至东海县的307公路以北，20—50米等高线间形成比较平缓的准平原面。这种准平原面系由一系列相间分布的垅岗和谷地组成，其平面形态呈微波起伏状。垅岗部分构成“波峰”，谷地部分构成“波谷”，“波峰”平坦，“波谷”开阔。地势大致自低山丘陵的外围向黄海方向，即由西北向东南方向徐缓倾斜，这与本区新构造运动的差异性升降和自西北向东南方向掀斜抬升的特点有关。

（二）中部红色砂页岩为主的缓丘、岗地区

该区在构造上属于沂沭断裂带的南段，主要沿沂、沭河间地块之东部呈带状分布，长约50公里，宽约10—15公里，大致呈NNE向纵贯新沂县东部及宿迁市之北部，面积约500余公平方里。

1．构造—剥蚀马陵山低缓丘陵

主要由中生代白垩系红色砂页岩、砂砾岩构成的马陵山低缓丘陵，受新华夏系郯庐断裂带主干断裂的控制，呈NNE向延伸，标高在80—100米之间。缓丘顶部平坦开阔，大面积为厚约0.5m左右的残坡积黄褐色含碎石或砾石之亚砂土所覆盖，局部地段在该层之下掩埋着厚达数米的灰黄色冲积砾石层。

马陵山顶面明显地向东侧倾斜，东、西坡的坡形与沟谷的发育显著不对称，显示了新构造运动西强东弱，不等量断块上升的特点。此种不等量断块上升，系受沿马陵山西侧分布的NNE向断裂两盘地层挤压逆掩活动所造成的。在新沂县城岗以及其北的山东郯城县归义附近之马陵山西侧，均可见到断裂东盘白垩系红色砂砾岩逆冲或逆掩于第四系砂砾层之上。因此，马陵山实为沿NNE向断裂挤压抬升的新丘陵。其上升时代，据国家地震局地质研究所陈以健等的《四万年来马陵山两侧断裂事件的^{14}C年代表》[1]推侧，主要是在晚更新世晚期和全新世初期。

2．剥蚀—堆积垅岗和洼地

在马陵山缓丘之两侧，分布着一系列垄岗和丘岗组成的复合垅岗系，因受沂沭断裂带主干断裂的控制，总体呈NNE向，与马陵山平行。大部分垄岗和丘岗由隆起的中生代白垩系砂页岩、砂砾岩为主体，上覆薄层基岩残积风化物或古河流相的砾石层、砂砾层，标高约在80—40米之间，高度由北向南逐渐降低。

上述NNE向之垅岗系往往为规模不等的相对低洼的洼地所分割。洼地因受NW向活动断裂所控制，故多横切垅岗，又因其为断裂下降部位，故均以相对下陷的红色岩系为基础，上覆2—5米厚的坡积、冲坡积为主的黄褐、黄棕色含碎石或砾石的亚粘土层，局部发育有一、二层晚更新世或全新世之灰黑色沼泽相的粘土或泥炭层。

（三）西部石灰岩残丘、剥蚀平原区

本区位于江苏省的西北部，东临沂沭断裂带，西傍丰沛平原，北连鲁中南低山丘陵，南接黄淮平原，范围包括徐州市郊，铜山县北部和南部，邳县的西部和睢宁县的北部，面积约1000平方公里。

1．构造—侵蚀残丘

在徐州市郊和铜、邳、睢三县境内，由大片只有薄层堆积覆盖的剥蚀平原所构成的地面之上散列着许多断续绵亘或孤立突兀的主要由寒武、奥陶系石灰岩所构成的残丘群或残丘。其顶面因长期侵蚀而多呈浑圆状，标高多在100—200米之间。据统计，本区共有大小山头1108个，面积达65.3万亩（约合385平方公里）。因受构造的控制，残丘多呈NE—NNE向成群分布于徐州市郊和铜山县的南部和北部。

在徐州市区及铜山县以西的邳县西部和以南的睢宁县北部，石灰岩丘陵渐趋低落，大多呈低矮残丘状孤立零星分布，标高只有100米左右。

2．剥蚀—堆积平原

本区以石灰岩为主的残丘和残丘群外围山麓地带的基岩地面，在地壳相对稳定时期，经流水和风化的剥夷作用，造成准平原化的地面，后经地壳运动的轻微抬升，再经后期洪积或坡积物覆盖而形成的剥蚀—堆积平原，地面比较平坦，上覆堆积物一般不超过3米。

参 考 文 献

〔1〕陈以健等，沂沭断裂带四万年来的新活动，海洋地质与第四纪地质，4卷，4期，62，1984。

TOPOGRAPHIC CHARACTERISTICS AND TOPOGRAPHIC PROVINCES DIVISION OF HILLS OF THE NORTHERN JIANGSU

Abstract

In the hills of the Northern Jiangsu layered landform has been developed, It is the comprehensive products of internal agents—they mainly are fault and fault—block activities—and exteron agents—it is mainly are running water.

Based on the developing history of tectonic movement and the difference in lithology, the region of the Northern Jiangsu may be subdivided into three topographic province. The classification topographic type has been made.

本文首次公开发表。

山东祊河南侧地貌特征与新生代砾岩（砾石层）

祊河为沂河三大支流之一。

祊河流域在地貌区划上属鲁中南中低山丘陵区之一部分，山山岳、丘陵以及发育于其间的河谷、盆地构成一种山丘、盆地错综交织的地貌景观。

丘陵、山岳的高度一般在400米左右，部分可达1100余米，走向呈北西—南东向，地势自北西向南东倾状。

祊河横贯本区中部，自北西向南东蜿蜒流经平邑、费县等地，至临沂城北汇入沂河，其两侧次一级小河及冲沟溪流发育，构成树枝状水系。祊河河谷呈“U”字形，地势较平坦，宽约10—15公里，其内晚中生代及老第三纪地层广泛分布，并发育有比较广阔的河漫滩、阶地及剥蚀—堆积平台。

祊河河谷为一地堑盆地，其北部为蒙山单断凸起，南部为费县—岱山隆起和北彦凸起。

一

本区地貌以祊河河谷盆地为分野，可以分为两种截然不同的形态类型：

其北为由变质岩构成的蒙山山脉，山势巍峨峻峭，平均高度在700米以上，其中最高峰龟蒙顶海拔1155.8米，为群山之冠。沟谷多呈“V”字型，比降较大；其南，层状地形发育，盆地中

心部分为河漫滩，阶地。自盆地边缘，由顺盆地延伸方向断续绵亘，突起于山麓平台之上的低缓鼓丘向南渐次变为灰岩之单面山；灰岩之桌状山；变质岩之园顶或尖顶山；上部灰岩，下部变质岩之平顶山。山势相对低缓，标高均在700米以下，平均高度为400—500米。因遭受后期强烈的切割破坏，山体呈现支离破碎之状。其内沟谷、盆地甚为发育，冲沟水流纵横交错（图1）。

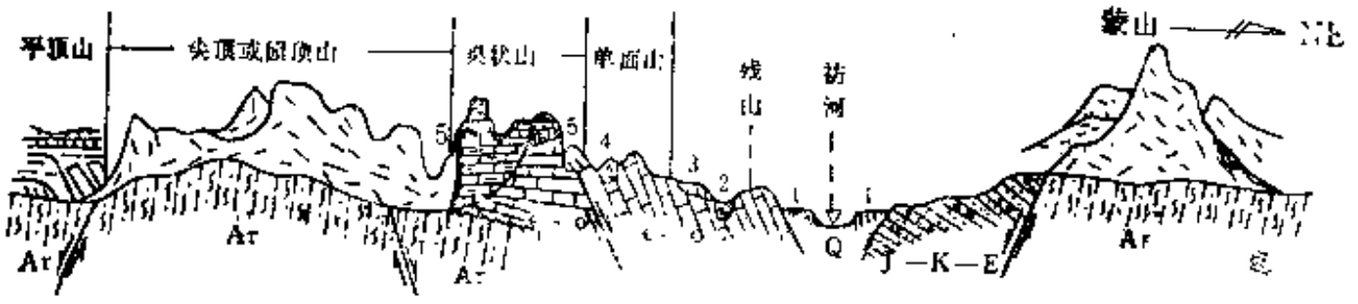
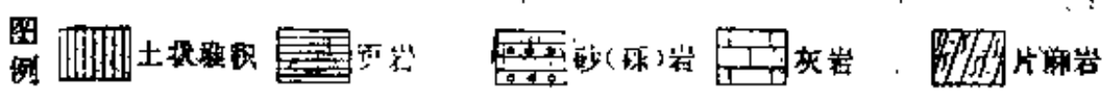


图1　汾河流域地层与地貌结构综合示意图

1.一级阶地　2.一级夷平面上的砾岩（砾石层）　3.红色亚粘土
4.二级夷平面上的砾岩（砾石层）　5.溶洞



汾河南侧山地在地貌发育过程中经历过两期大规模的，较长时间的夷平作用，因而形成了两级夷平面。

Ⅰ级（低级）夷平面即山麓侵蚀面，分布于汾河谷地向山地过渡的狭长山麓地带，汾河与泗水两水系源头之间的分水岭地段

以及山间谷地中水流的两侧。

夷平面在盆地向山区过渡的山麓地带表现为大部分被后期沉积物所覆盖的基岩溶蚀或剥蚀倾斜平台以及某些由灰岩等构成的残丘顶面；在山间则表现为大沟谷水流的二级阶地面或小规模的侵蚀—剥蚀平台。夷平面的地势比较平坦，为地壳发展一定阶段，即相对稳定阶段的产物。其标高在山间部分为200—220米，山麓部分为180米左右，大致由南向北，由西向东逐渐变低（即山间部分高于山麓部分，山麓西段高于东段），但变化幅度不大，后期切割亦不甚强烈。因此呈现为一种相对完整而平坦的地面。这种缓慢而有规律的变化主要为其形成过程中本身的自然倾斜所致。

夷平面切削了片麻岩直至老第三纪官庄组（E_{2+3g}）地层，其上往往为中更新统棕红色亚粘土所覆盖。因此，其形成时代当在老第三纪之后、中更新世之前。

这一地面在山东分布很广，于本区以南之临城（即今薛城）峄县一带为准平原地面，以临城最具代表性，且为学者熟知，所以称为临城期地面。陈吉余根据侵蚀和堆积过程进行比较，找出它们的关系，并且和华北的地貌发育过程对比如下：

	华北	本区
上上新统	唐县期侵蚀	临城期侵蚀
	保德期堆积	？—堆积

从上述资料可以确定该夷平面的形成时代为上新世晚期。目前这一夷平面多成为沉积物堆积的下垫面，其塑造营力为溶蚀、剥蚀以及河流之侵蚀。

Ⅱ级（高级）夷平面即山顶面。分布于祊河盆地的南侧，由一系列标高400米左右，近似高等的、平坦的山顶面以及标高在600米上下的圆顶或尖峭的孤立山头下部，标高为400—450米左

右的宽平山肩所组成。在夷平面的灰岩分布地段，发育了一系列溶洞，如老母猪洞、蛤蟆洞、鬼门洞、杨峪洞等。它们的高度相近，构成了一个近似等高的、不连续的溶洞层，代表了本区地貌发育过程中某一地面相对稳定时期的流水侵蚀基准面。夷平面在某些地段与岩层层面相当，但就整个分布范围而言，它切割了变质岩、寒武、奥陶纪地层以及某些燕山期岩体。

夷平面的地势起伏较大，经后期内外力的强烈破坏已支离破碎。其高度多在400—450米之间，大致由南向北阶梯式降低，同时由西向东亦有逐渐降低的趋势。这种有规律的高低变化，一方面固然是由于夷平面形成过程中的自然倾斜所致，另一方面则可能是由于后期新构造运动沿一定方向不均衡块断升降所造成的。

根据地层方面的资料，祊河盆地中缺失上白垩至老第三纪（E）地层，说明当时本区是处于一个剥蚀、夷平的时代，此外根据燕山末期的某些岩体被夷平面所切割，大约可以推测该夷平面的形成时代为中生代末至老第三纪初。

这一地面是一些平缓山地的峰顶面，在山东中部广泛分布，故名鲁中期夷平面，祊河南侧Ⅱ级夷平面即属于它的一部分。华北地区在燕山运动以后，是北台期的长期侵蚀，一直延续到老第三纪，形成北台期夷平面。因此本区Ⅱ级夷平面的时代与华北地区的北台期夷平面相当，目前这一级夷平面多成为山地侵蚀的起始面。其塑造营力为剥蚀、溶蚀以及各种水流的侵蚀。

祊河南侧，在高级夷平面的范围内，往往可见到一些耸立在宽坦山肩之上的孤立山头，如马家岭、邵山圃，老虎窝577高地等，其高度多在500—690米之间。它们均有陡峭的崖壁，其山顶形态，因构成的岩性而异：由灰岩构成者多呈平顶状；由变质岩构成者则多为浑圆状或尖顶状。这些孤立的山头可能均属于高级夷平面上的残山。

根据上述地貌特征，结合考虑第四纪地层分布情况以及新构

造运动的特征，可以追溯祊河南侧地貌发育过程的梗概。

中生代末期，中国东部地台活动性加强，鲁中地区块断抬升成山，其后经长期侵蚀风化，至老第三纪，山地多被削平，所剩者仅一些零星残丘，孤立突兀于准平原化的地面之上（即今所见之高级夷平面上的残山），此即所谓鲁中期地面。本区高级夷平面，就是这个准平原化地面的一部分。

鲁中期后，受喜山运动的影响，本区高级夷平面逐渐被抬升并不断遭到切割破坏。此后又经历一个较长时期的剥蚀夷平，至上新世末，更新世初，在高级夷平面的范围内又形成了一个发育不很完善的低级夷平面。

晚更新世，本区沿一些断裂产生块断差异性升降运动，使一部分地段抬升，遭到剥蚀，另一部分则下沉形成河谷或山间小盆地，并在其中堆积了大量洪坡积、洪冲积等物质。进入全新世以来，地面又稍抬升，洪坡积或洪冲积物受到切割，因此在河谷盆地中水流两侧形成了一些高约 2—10米的陡壁。近期地面又趋稳定，由于河流的摆动，沉积形成许多河曲、河漫滩以及一级阶地。至此，祊河南侧迄今所见的地貌景观乃最终形成。

二

在上述两级夷平面的范围内，即夷平面被抬升，切割以后形成之低山、丘陵的顶部以及山丘上部之缓坡部位，主要由寒武系灰岩构成之溶沟、溶槽以及其他构造裂隙中，往往充填有一种新生代砾岩（砾石层）。此种砾岩之砾石主要由燧石，以及石英、赤铁矿组成，胶结坚硬，胶结物多为钙质或铁质。砾石，特别是碎石成分之砾石，磨圆度极佳，表面光滑且富有光泽。经选矿证实，砾岩中普遍含有一定数量的金刚石。显然此种砾岩乃是其所在地形之相关沉积物，即上述夷平面形成和发展过程中流水作用的产物。

长期以来由于该区地质工作程度不高，缺乏深入调查，故未能发现上述岩溶型砾岩。直至七十年代初，山东第七地质队根据费县马庄等地现代水系之松散冲积层中所获的金刚石，追索其来源，寻找金刚石原生矿的过程中，首先在平邑县铜石老虎窝村附近的山丘上，灰岩之裂隙中，发现了此种砾岩（砾石层），其中含有一定数量的金刚石。此后随即在祊河南侧沿东西方向进行详细调查，先后又在平邑县吴家庄等地发现数十个与其类似的砾岩（砾石层）分布点。

老虎窝砾岩点位于平邑县老虎窝村北西方向约350米，564高地之西北坡，标高约400米。砾岩沿320方向之构造破碎带分布，出露宽度达5米左右（图2）。

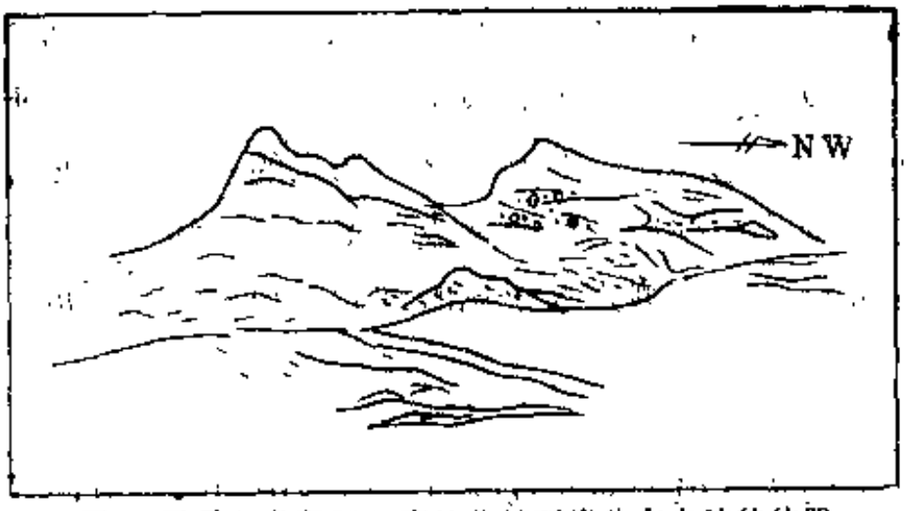


图2 平邑老虎窝504高地北坡砾岩分布之地貌位置

砾岩为黄褐色，呈大小不等的块状或薄片状胶结于灰岩裂隙中或岩壁上，局部可见不大的层理，胶结坚硬，胶结物为铁质、钙质和泥质。

砾石主要为黄褐色，其次尚有少量呈紫红色、灰白色、黑褐色，外表光滑且富有光泽。其主要成分为燧石，此外尚有少量脉

石英，铁质团块及原先沉积的砂砾岩块等。砾石的磨园度较好，大多为园级或次园级，形态多呈各种不规则的园块状、板条状，分选性亦比较好，砾径平均为0.5厘米左右。

根据岩性特征和地貌环境分析，上述砾岩体可能是原先的冲积物经后期重力、坡积以及泥石流或局部岩溶水流的作用重新运移、积聚和胶结而成的。

吴家庄砾岩（砾石层）位于平邑吴家庄北一小岭脊上，标高340余米，沿一北西向之灰岩溶沟（槽）分布。其内堆积物之岩性为黄褐色或红褐色钙质和泥质胶结的砾岩块，半胶结或松散之含粘土砾石层以及红褐色粘土层，长约数十米，地表出露宽度约1米，厚度达3米以上（图3）。

砾石多为黄褐色、红褐色，大多呈不规则园粒状，磨园度甚好，以园级为主，主要成分为燧石，此外尚有少量赤铁矿，脉石英，砂岩及灰岩。砾石大小比较均匀，平均砾径大于0.5厘米。

迄今在祊河南侧所发现的与上述老虎窝，吴家庄砾岩（砾石层）相类似的新生代沉积物，包括砾岩、砂砾岩、砾石层或或分散砾石，大致沿南东一北西向呈条带状分布于方城—平邑盆地直至泗水盆地南侧边缘之高级夷平面范围内，东自费县以南之崮山和马庄之破山，西经平邑老虎窝、黑泉庄、牛山、吴家庄，然后向西直至泗水流域之大姑山、居龙山，断续绵亘90余公里（图4）。

砾岩（砾石层）的分布高程，最高在老虎窝之577高地为540米，最低在东南部之破山为200米，西北部的大姑山为190余米。这些砾岩（砾石层）或则填充于构造破碎带中，或则分布于灰岩之溶沟、溶槽、溶洞内以及山坡转折变缓或局部低洼处。其平面分布形态多为长条形、长圆形、长方形等，规模大小不等，产状不规则，厚度亦有很大差异。

砾石多数为黄褐色，次为灰白色，还有少量呈紫红色、黑

色，其主要成分为燧石、铁质团块、脉石英，形态多呈不规则团块状，少部分砾石表面有凹坑和麻点。在西部泗水流域的大姑山、葛庄，大量砾石呈扁平状，此外尚有少量砾石呈奇形怪状者。砾石的磨园度大部分为圆、次圆级，砾径大多介于0.2—0.5厘米之间。

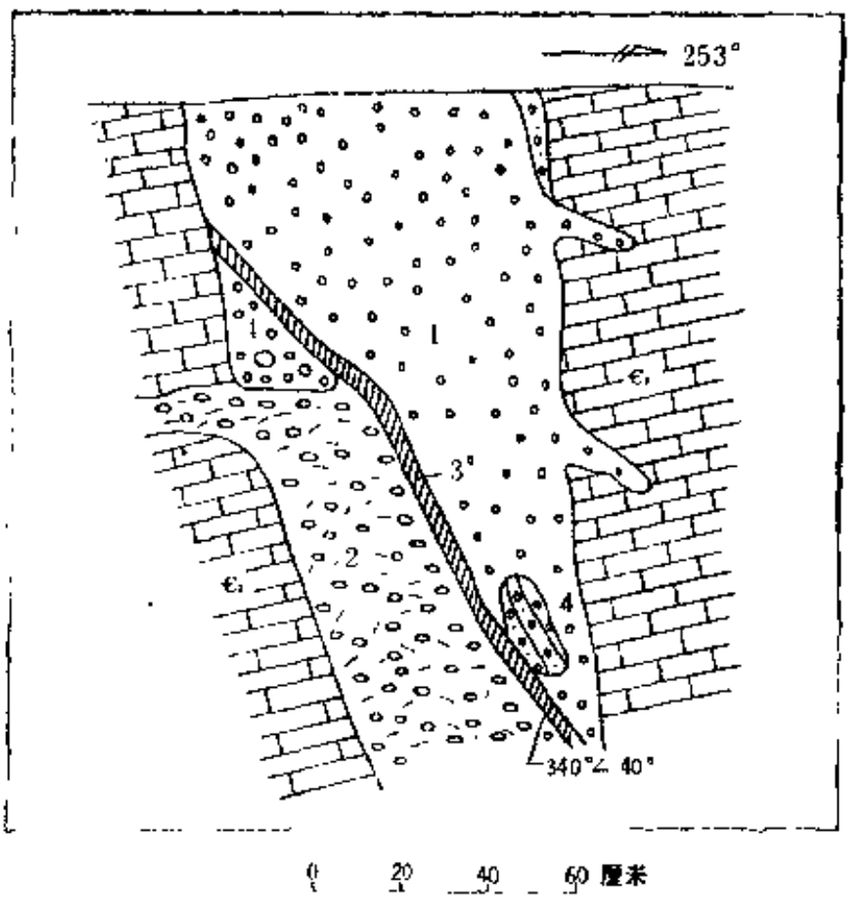


图 3 平邑吴家庄北岭砾石层取样点横剖面图

图注 1、泥质胶结的砾石层、砾径较小
2、泥质胶结的含粘土砾石层、砾径1—2厘米
3、红色粘土
4、钙质胶结的砾岩块

经综合分析研究，祊河南侧新生代砾岩（砾石层）具有下述几个显著的特点。

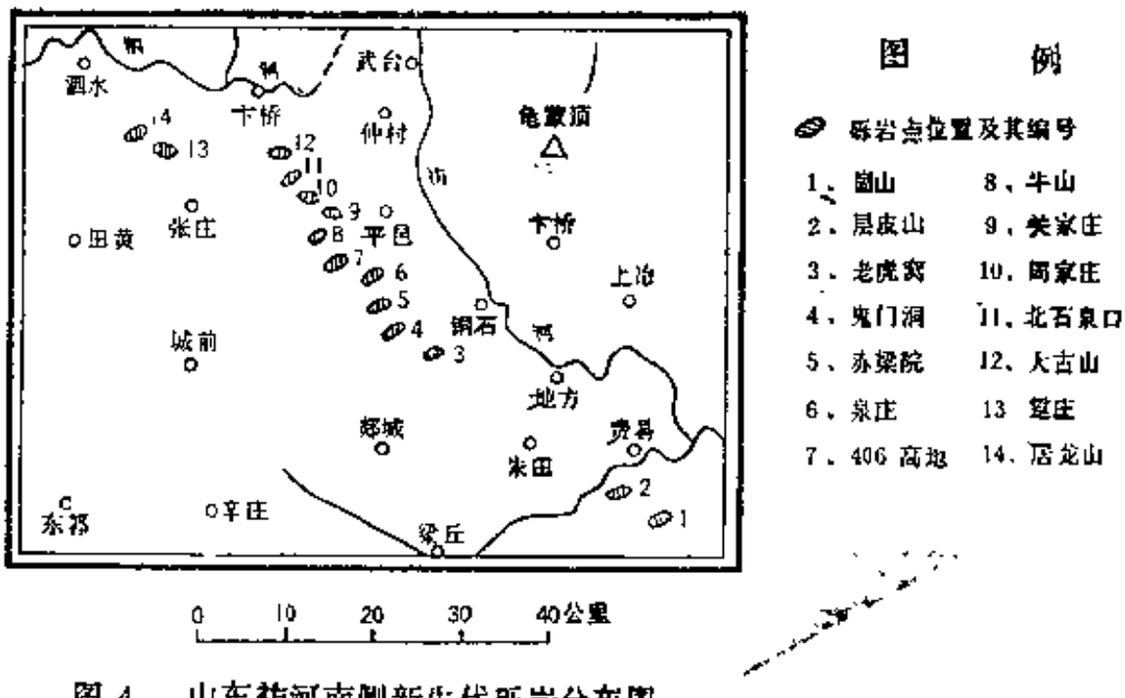


图 4　山东祊河南侧新生代砾岩分布图

（1）在平面上有一定的分布的规律，即大致呈南东—北西向分布于祊河、泗水南侧，即费县—平邑—泗水盆地南侧灰岩之构造破碎带和溶沟、溶洞等岩溶负地形中，在平面上构成一长约90余公里，宽约 6—7 公里的“不连续的”长带状。

这种“不连续的”带状分布特点之成因，主要是因为这些砾岩如今均分布于灰岩负地形中，而祊河南侧的灰岩本身即呈南东～北西向的长带状分布。因而这就决定了砾岩（砾石层）必然沿相同方向呈“不连续的”带状分布。简言之，砾岩（砾石层）的分布状况是严格受灰岩出露范围控制的。

（2）分布高程变化无常，不仅在不同地段差异很大，而且在同一地段也高低悬殊，甚至相邻两点的高度亦不尽相同。这一特点在下列砾岩（砾石层）分布高程图中有所显示（图5）。

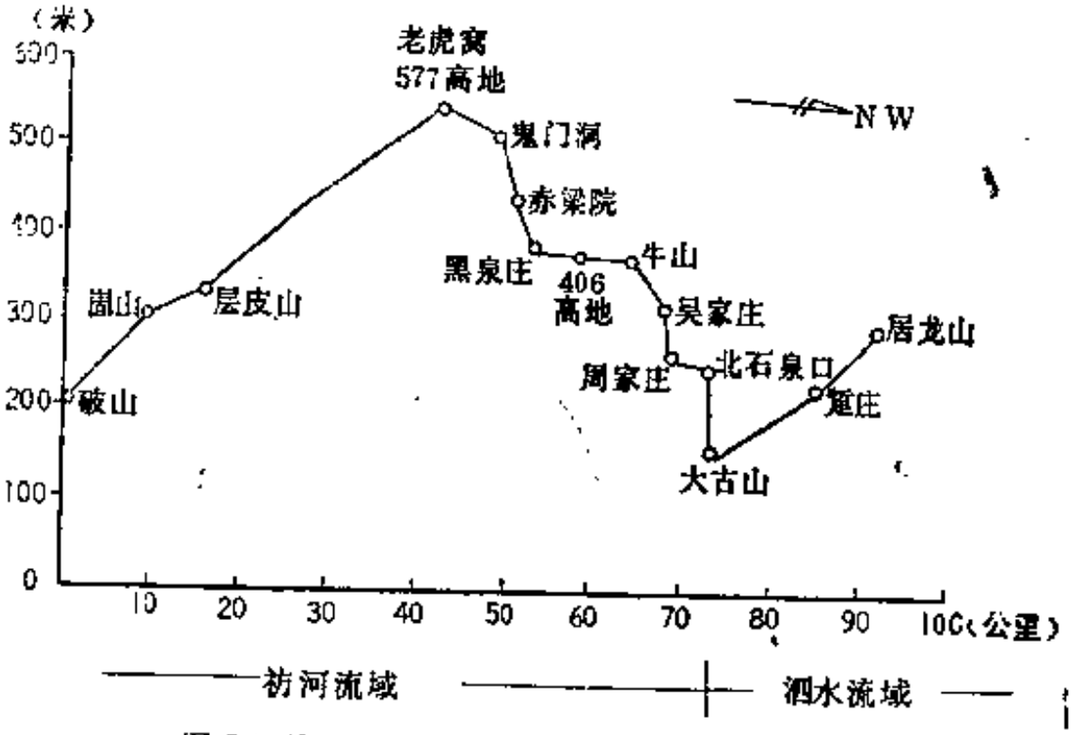


图5 祊河南侧砾岩（砾石层）分布高程图

这一特点的产生，概括起来不外乎有下述几方面的原因：第一，它们原先可能发育在一个相同或相差不大的高度上，由于后

期灰岩的溶蚀、剥蚀速度各处有差异，使之落入不同的高度；第二，可能为后期新构造运动不均衡上升所造成；第三，它们是在灰岩夷平面形成和抬升过程中，不同阶段，不同地貌环境和不同水动力条件下的产物，因此它们本来就发育和形成于不同高度上。至于后期的剥蚀迁移和新构造运动的差异性升降，只不过是加剧这种高度差异，使之复杂化罢了。

根据调查和分析研究，以上这三种可能性均不能排除，只是影响程度大小各处有所不同。究竟以何者为主？不同地点需要进行具体分析，不可一概而论。

（3）砾岩（砾石层）分布的地貌部位亦很不相同。

绝大多数保存比较完整，结构清楚的砾岩多分布于高级夷平面的范围内，即高级夷平面被切割以后形成的山丘顶部或上部缓坡部位。亦有部分砾岩、砾石层分布于部位较低的山麓剥蚀—堆积平台及剥蚀残丘上，即低级夷平面上，但大多数胶结不好、结构不清楚，且不同程度地混有围岩之碎块，具有明显的次生搬运特点。

这些不同地貌部位的砾岩，其结构和砾石的大小，磨园程度又不完全相同。所以它们虽然同属于新生代砾岩，但并非同一时期，同一水流作用的产物。它们是在该区新生代以来地貌发育过程中，不同阶段，不同水动力条件下形成的，其中一部分亦可能是夷平面上升过程中被剥蚀下移而重新积聚、再次胶结的产物。其时代显然要新得多。

（4）受岩溶负地形的严格控制。

迄今所发现的砾岩、砾石层，不仅均以不同形式存在于岩溶负地形如溶洞、溶沟、溶槽以及灰岩之断裂带中，而且其规模、形态、产状、结构、厚度等也都取决于岩溶微负地形的形态和规模。所以祊河南侧新生代砾岩（砾石层）乃是一种岩溶型的堆积物。

岩溶负地形对砾岩（砾岩层）的控制作用包括两个方面：一方面，作为其得以保存的必要条件，即贮积空间（如果没有这些岩溶微负地形，如今所见的砾岩、砾石层早已被剥蚀殆尽或搬运他去）；另一方面，二者之间具有某种成生联系，即岩溶微负地形乃是砾石的磨园以及砾岩（砾石层）生成和积聚的必要条件之一。

质言之，岩溶微负地形既是砾岩（砾石层）的贮积空间，又是其生成环境。

（5）枋河南侧，在整个砾岩（砾石层）分布范围内，砾石的砾径大小，分选性和磨园度均无明显的变化规律（图6）。

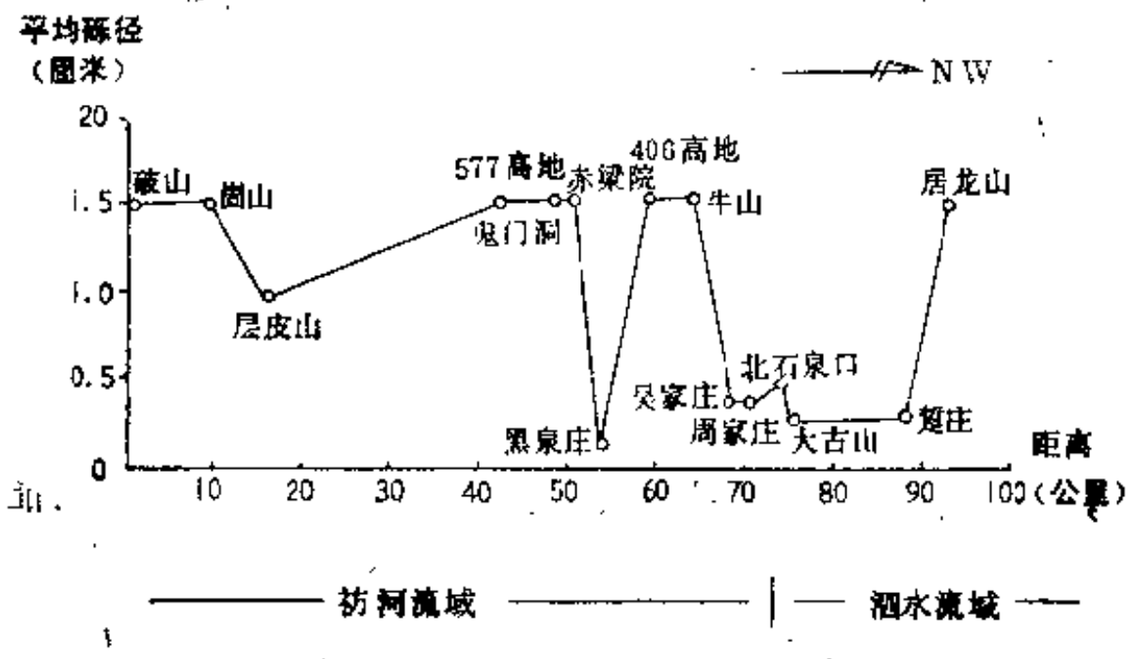


图6　枋河南侧砾岩（砾石层）平均砾径变化图

这一特点反映了这些不同地点的砾岩（砾石层），在其搬运和沉积过程中的水动力性质和强度的不同。而水动力性质和强度主要与内外动力因素，即新构造运动和气候条件的不断改变所造

成的地形和水动力条件的变化是密切相关的。

三

关于上述砾岩（砾石层）的物质来源，经详细的野外调查，以及对砾岩组分，包括粗粒物质及其矿物成分的分析研究已获得比较可靠的认识。

（1）砾岩（砾石层）中的粗粒部分，即砾石主要由燧石、石英、赤（褐）铁矿组成。燧石来源于下奥陶系灰岩中的燧石结核或条带；石英根据其标型特征，其来源有两种，一种来源于中、酸性岩浆侵入体，另一种则来源于变质岩；赤（褐）铁矿来源于奥陶纪灰岩剥蚀面上的山西式铁矿。

（2）砾岩中的细粒部分即矿物成分，经大量样品的组合分析，基本上可以分为沉积岩和变质岩两种类型，以及两者之间的过渡类型。

综合上述材料和分析结果，考虑到本区基岩分布状况，对于本区砾岩（砾石层）的物质来源方式及其方向可作如下结论：

上述砾岩（砾石层）并非同一时代，同一水动力条件下的产物。它们是在本区中生代末期以来地貌发育过程中，由若干条发源于西南部变质岩地区，大致由南向北流经灰岩地区的水流，在灰岩面上留下的砂砾为主的沉积物质，加上灰岩分布区本身的剥蚀物质，在灰岩夷平面的进一步塑造过程中，因各种外动力的作用被混杂在一起最终被卷进各种岩溶负地形（如溶沟、溶洞、漏斗、暗河、构造裂隙）中，受到各种岩溶水流的长期冲刷、激荡，不断被改造，终于被固定下来，胶结成砾岩或呈分散状砾石层。它们的来源方向为西南。

因为砾岩（砾石层）中，普遍含有一定数量的金刚石，因此，本区外围西南方向的变质岩分布区，就可能是寻找金刚石原生矿的最有希望的远景区。

汾河南侧新生代砾岩（砾石层）的发现和研究有助于追溯汾河流域地貌和新构造运动的发展过程，恢复其古地理，同时可以为在该地区寻找金刚石原生矿提供可靠线索和找矿方向。因此它不仅具有一定的理论价值，而且具有相当重要的实践意义。

参 考 文 献

〔1〕杨怀仁、杨达源，近代构造地貌与气候地貌的基本问题，南京大学学报（自然科学版），第2期，1982年。

〔2〕陈吉余，泰山地区山地地貌摘要，中国第四纪研究，第1卷，第1期，1958年。

本文首次公开发表。

羊庄盆地地貌特征及含金刚石砾岩形成时代的探讨

羊庄盆地位于山东省枣庄市西北约30公里处。盆地大致呈北东—南西向展布，长20公里左右，宽约10公里，面积近200平方公里。新薛河及其支流水系自北东方向纵贯盆地，向西南蜿蜒流去，最后汇入微山湖。

1976年—1980年曾先后在该盆地北缘低山、丘陵上，主要由寒武纪灰岩构成之溶沟、溶槽中发现了多处规模大小不等的砾岩点，其标高多在170—350米之间。此种砾岩之砾石主要由燧石以及石英、赤铁矿组成，胶结坚硬，胶结物为钙质或泥质。砾石，特别是燧石成分之砾石，磨圆度极佳，表面光滑且富有光泽。经选矿证实，砾岩中普遍含有一定数量的金刚石。显然，此种含金刚石砾岩乃是一种新型的即岩溶裂隙型的金刚石古砂矿。这一发现为今后在鲁中南以及苏北低山丘陵区寻找金刚石原生矿，提供了可靠线索，开辟了广阔的前景。

一

羊庄盆地亦称羊庄洼地，在大地构造上属山亭凸起（五级构造单元）的一部分，大面积为第四系所复，基岩主要是寒武、奥陶纪地层，多出露于盆地之边缘。构造以断裂为主，大多发育于盆地之北部，主要有近南北向、北东向、北西向三组。其中规模较大且对于盆地形成和发展具有重要意义的为北西向的曹王墓断裂。它横贯盆地北部，构成盆地与边缘山丘之分界线。

盆地及其周围山丘，在地貌区划上属鲁中南低山丘陵区之南

部边缘部分。由低山丘陵及其环抱下的波状剥蚀—堆积准平原，构成其主要地貌景观。

根据形态及其成因可将本区地形划分为下述几种主要地貌类型：

（1）构造—剥蚀低山丘陵。主要分布于盆地之边缘，山丘的总体走向北北东或北北西，以单面山为主，两坡不对称。山顶平缓，多呈平顶状，标高多在170—350米之间。山丘之高度由外围向盆地内部逐渐降低。

（2）剥蚀—堆积倾斜平台。主要分布于低山丘陵外缘之山麓地带，呈环带状。有的地段基岩裸露，有的地段则为残坡积或洪坡积物所覆。此种地形在山麓出口处常由洪积扇构成，而在山丘缓坡处则形成坡积裾。平台之标高在100—130米之间，亦有由山麓向盆地内部缓倾之趋势。

（3）剥蚀残丘。零覆散布，孤立突兀于山麓倾斜平台之上，标高多在180米左右，形状多呈长垣状或阆丘状。山顶及山坡或则基岩裸露或则为残坡积物所覆盖。

（4）剥蚀夷平低缓丘岗和垄岗。断续散布于盆地底部之洪坡积平原之上。标高多在85—100米之间，形状多呈不规则的丘岗和垄岗状，规模由0.5—5平方公里不等。其上偶见基岩出露，大部分为残坡积物所覆盖，残坡积物厚度多在2米以下。地势低缓，坡角多在2°左右。

（5）堆积平原。主要分布于盆地之中心，构成盆地之盆底。由洪坡积之亚粘土、亚砂土组成，下部有古河床之砂砾层。根据大量钻孔揭露，堆积物厚度平均为5—10米，最厚达20余米，最薄处仅2米左右。地表平坦，标高在65—80米之间，大致由北东向南西，即由新薛河上游向下游微倾之趋势。

（6）冲积河漫滩、阶地。在盆地之主要水系即新薛河及其支流两侧断续展布。阶地不发育，仅见于北部之龙堂，南部之土

城一带，规模不大，由亚粘土、亚砂土层构成；河漫滩分布则较广，在河流拐弯处尤为发育，其规模不等，组成物多为砂砾。

根据以上划分的地貌类型，结合地层、构造对地貌发育的影响，羊庄盆地的地貌特征，可以归纳为下述几个方面：

（1）构成盆地基底的岩石产状，北部向东南倾，南部向西北倾，倾角均很缓，形成一个轴向为北东的平缓向斜，与现代盆地的展布方向相吻合。因此，羊庄盆地显系一个在向斜基础上发育起来的沉降盆地。

（2）曹王墓断裂，为羊庄盆地之主干断裂。断裂以北为低山丘陵，大面积基岩裸露，以南则为波状平原，第四系十分发育，两侧差异分明。说明盆地之地貌及第四系的发育，很大程度上受曹王墓断裂的控制。简言之，它又是一个断陷盆地。

（3）盆地内部及其周围未发现早、中更新世地层。显然是因为本区在当时是处于相对上升的剥蚀阶段。据此亦可以推测盆地的形成时代，当在中更新世以后。

（4）根据钻孔所揭露的古砂砾层圈定出的古河道的位置，系在新薛河之西北，显示薛河是由西北向东南摆动的。这一情况表明：上更新世晚期以来，盆地内部新构造的运动的特点，是西北相对抬升，东南相对下降。

（5）新薛河两侧现代河漫滩比较发育。表明盆地近期新构造运动不明显，地壳处于一个相对宁静的阶段。

（6）盆地的主要河流新薛河之上游地段，弯曲频繁，大致追踪40°及120°两组方向形成河曲。而本区基岩中普遍发育上述两组方向的节理，可见河曲的发育是受节理构造控制的。

（7）盆地边缘及其周围存在两级夷平面。高级（Ⅱ级）夷平面是由盆地外围一系列平缓的山顶面、以及一些较高山峰的山头下部平缓而宽阔的山肩组成。它们形成一个近似等高，由北向南倾斜的高高在上的面；低级（Ⅰ级）夷平面则由山麓平台以及丘

岗、垄岗组成，亦形成一个近似等高，向盆地中心缓倾的面，这两级夷平面分别属于鲁中南地区普遍发育的鲁中期和临城期夷平面的一部分。

根据上述地貌类型及其特点，可以追溯羊庄盆地地貌发育历史的梗概。

二

在羊庄盆地北部边缘山丘地带所发现的含金刚石砾岩，其分布、规模、结构、成因、形成时代等都当复杂。特别是这些砾岩的成因和形成时代，至今仍众说纷纭，莫衷一是。其时代，因始终未找到可靠的生物化石，加之砾岩中不可能有足够数量的孢子花粉，所以这个问题目前仍是个“迷”。而解决这个问题对于找矿，特别是确定羊庄盆地内洪坡积物下部是否有金刚石原生矿赋存的可能性是极为重要的。

这里根据上述地貌特征，盆地之发展历史以及砾岩分布与地貌的关系，利用沉积物与地形的相关原理，对砾岩的形成时代，提出一种看法以供参考。

羊庄盆地北部边缘所有保存比较好，结构和韵律的比较清楚的砾岩均分布于低山、丘陵顶部以及山丘上部之缓坡部位，即上述高级夷平面的范围内。无疑它们是这种地形的相关沉积物，换言之即它们是夷平面形成和发展过程中的产物。现在我们已经知道，羊庄盆地周围的高级夷平面，乃是在鲁中南地区广泛发育的鲁中期夷平面的一部分，而鲁中期夷平面之形成时代又与华北地区的北台期夷平面的时代相当。北台期夷平面的形成时代为老第三纪。因此，我们根据上述推理可以大致确定这些砾岩形成于老第三纪。

上述这些砾岩虽然均分布于同一个夷平面范围内，但它们的高差悬殊很大，分布的部位亦很不相同；有的分布于夷平面上，

有的则分布于夷平面被切割以后形成的山丘的上部缓坡部位。它们的结构和砾石的大小，磨园程度又不完全相同。所以这些砾岩虽然大致都形成于老第三纪，但并非同一时期，同一水流条件下的产物。它们是所谓的高级夷平面形成和上升过程中不同阶段的产物，其中一部分亦可能是夷平面上升过程中被剥蚀下移而重新积聚再次胶结的产物，其时代要新得多。

三

经过上述分析，大致确定了砾岩的形成时代为老第三纪及以后的一段时期，而羊庄盆地直至上更新世才断陷形成，远远晚于砾岩之形成时代。因此，当砾岩形成的时期，该盆地范围仍处在一个高部位，有可能成为砾岩的物质供源区。至此，我们就可能得出这样的结论，即羊庄盆地底部有存在金刚石原生矿的可能性，在这里找矿是大有希望的。

附：山东枣庄地区羊庄盆地地质构造略图（1：10万）

山东枣庄地区羊庄盆地地质构造略图

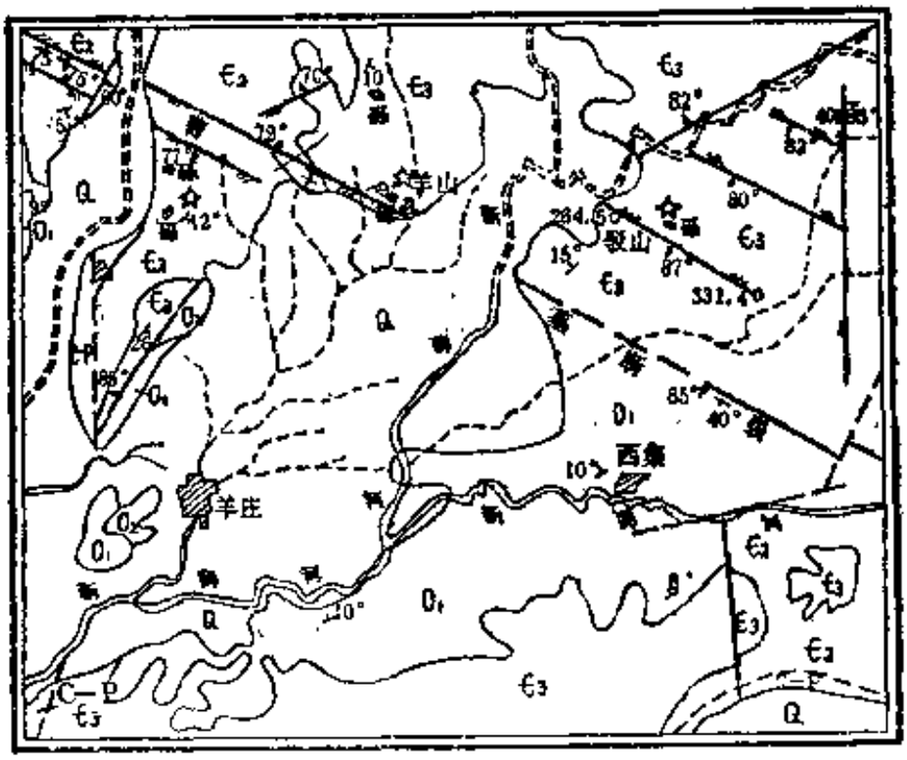


图　　例

一、地层

第四系	Q	砂层砂砾层，含砾（卵石）砂层亚粘土，亚砂土层
石炭—二迭系	C—P	砂页岩薄层灰岩夹煤层底部为两层，铁质或铝质粘土层
奥陶系 中统	O_2	薄层状纯灰岩豹皮灰岩同生角砾岩
奥陶系 下统	O_1	白云质结晶灰岩，含黑石条带灰岩
寒武系 上统	$Є_3$	隐生藻灰岩、豹皮灰岩，竹叶状灰岩，陆状灰岩，白云质灰岩等
寒武系 中统	$Є_2$	厚层鲕状灰岩夹薄层状纯灰岩

二、构造及其他

	实测及推断层
85°	压扭性断裂
	实测及推测地层界线
85°	岩层产状
砾	含金刚石砾岩点
☆	金刚石出土点

鲁中南低山丘陵区
晚新生代岩溶裂隙型砾岩的研究*

提要 本文讨论了鲁中南低山丘陵区发育于岩溶裂隙中的砾岩的分布，岩相特征，物质来源及其形成时代。根据大量工程揭露和调研成果分析，认为此种砾岩乃是在各种岩溶水动力条件下，于各种不同类型的岩溶负地形中形成的，为当地夷平面发育和上升过程中不同阶段的产物，其最早形成时代为上新世晚期。

山东蒙山山脉及泗水—平邑盆地以南至苏鲁交界的鲁中南低山、丘陵区的山丘上，主要由寒武系灰岩构成的溶沟、溶槽、溶洞以及其他岩溶裂隙中，于七十年代初开始，陆续发现了许多规模大小不同的砾岩（砾石层）分布点，其标高多在200—500米之间。此种砾岩之砾石，主要成分为燧石，此外尚有石英、赤铁矿等。砾石，特别是燧石成分的砾石，磨圆度极高，表面光滑且富有光泽。对于此种特殊类型的砾岩，迄今尚未见任何研究成果的公开发表。本文根据笔者多年参加该项调查、研究工作所获认识以及在有关地质部门搜集到的大量资料，草就此文。

一、区域地质地貌概述

鲁中南低山、丘陵区位处新华夏系隆起带与秦岭东西向复杂

---

*本文与杨述源合作完成，参加该项研究工作的还有杨巨海等。

构造带东延部分的反接复合部位。在大地构造上属鲁中隆断区之南部，大致由三个五级构造单元，即：白彦隆起；山亭断块凸起；费县—苍山断块凸起所组成。隆起和凸起周围为一系列地堑凹陷和断陷盆地所环绕。

基底地层由太古界泰山群山草峪组古老变质岩系所组成。主要呈近东西向宽带状分布于本区中部的白彦凸起一带，构成北西、北北西向之线形褶皱，如四海山背斜等。盖层震旦系土门组仅见于本区西南边缘。下古生界寒武—奥陶系以灰岩为主的浅海相沉积岩广泛分布，为本区主要地层。上古生界石炭—二迭系的一套海陆交互—陆相含铁、铝、煤层建造则被保存于一些凹陷盆地中。中、新生界地层在本区东北部有零星分布（图1）。

基底构造以褶皱为主，盖层构造以断裂为主。中生代燕山期以来的断裂构造特别发育，主要有近南北向，北东向和北西向三组。其中规模较大且对于区域地形格局的形成和发展具有决定性影响的是北西向断裂，如泗水—梁丘，长城、白彦、曹王墓断裂等。

区内岩浆侵入活动频繁，具有多期性和多类型的特点。太古代泰山期末的中酸性侵入岩，呈岩株状分布于白彦凸起的东西两侧。中生代燕山期以中基性侵入为主，呈北北东向脉状分布于本区之东部及西北部。此外尚有中性闪长玢岩、酸性花岗岩侵入体出露于地表。

本区在地貌区上属鲁中南低山丘陵的南部，由低山、丘陵及其环抱下的规模大小不等的河谷盆地组成其主要的地貌景观。根据形态及成因，本区地貌可划分成下述七种类型：（1）构造—侵蚀残山；（2）构造—剥蚀低山、丘陵；（3）剥蚀—堆积山麓倾斜台地；（4）剥蚀残丘；（5）剥蚀夷平丘岗；（6）洪冲积和洪坡积平原；（7）冲积河漫滩、阶地。

新构造运动对本区现代地貌的形成和发展具有决定性的影

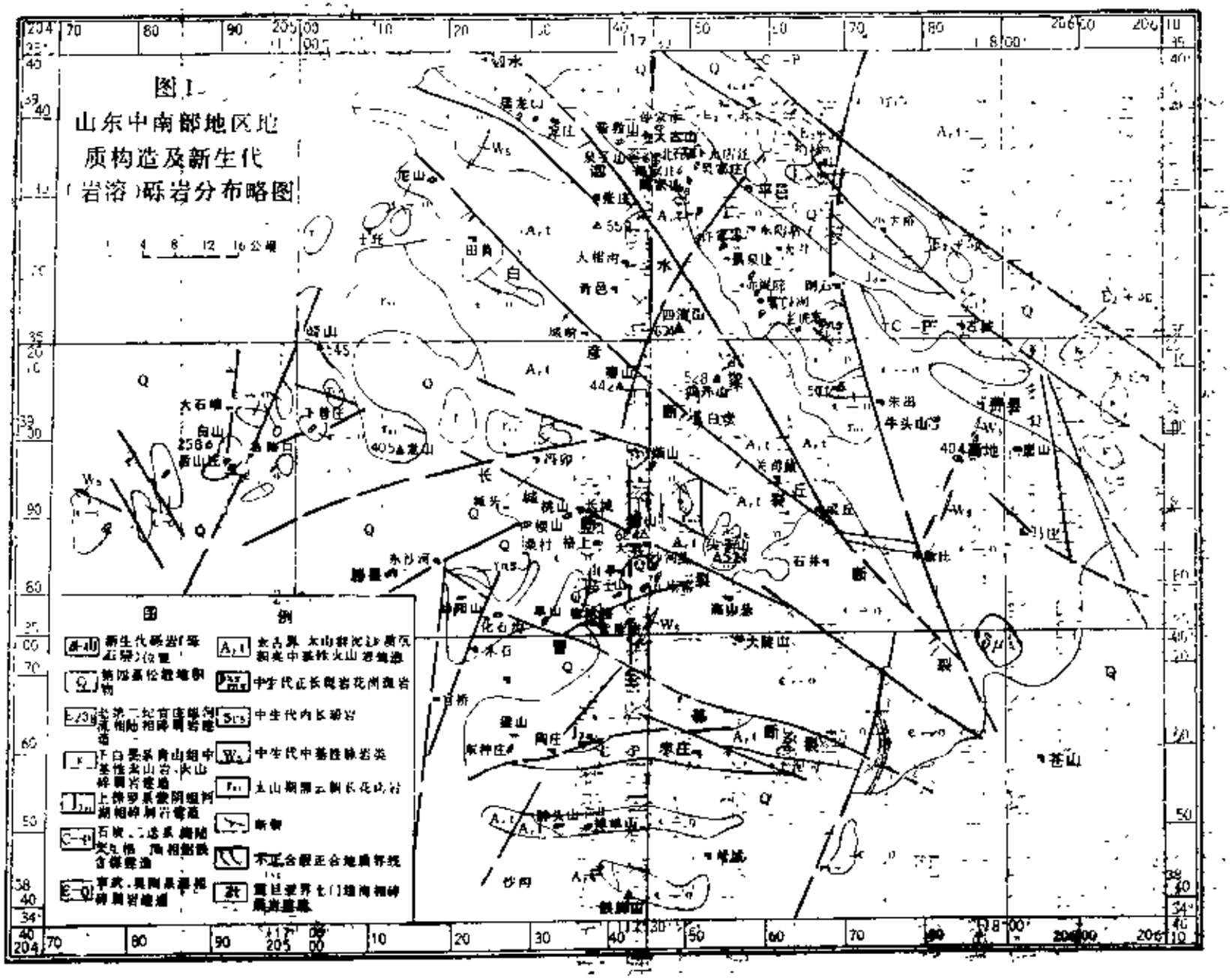


图1
山东中南部地区地质构造及新生代（岩浆）岩分布略图
1 4 8 12 16公里
图 例

响，而其主要表现型式为断裂活动。新断裂活动不仅控制了本区山丘的形成和分布，而且决定了盆地的规模、形态、深度以及第四系的发育。本区新断裂活动的主要特点，首先表现为全区范围内的南北之间及山丘与盆地之间的差异性升降。这种差异升降活动，不仅造成了地形由北而南阶梯状逐级降低，而且导致山丘沿断裂上升翘起的同时，盆地沿断裂下沉。其次表现为多期性和间歇性，因而形成多期、多层和多种地貌形态类型。

本区地貌具有下列显著特点：

（1）存在两级夷平面。高级夷平面由一系列平缓的山顶面以及一些较高山峰下部的宽坦的山肩组成，它们在全区范围内形成一个近似等高，由北向南缓倾的面。低级夷平面则由山麓平台以及盆地中的丘岗和垄岗顶面组成，亦形成一个近似等高，向盆地中心缓倾的面。这两级夷平面分别属于鲁中地区普遍发育的鲁中期和临城期夷平面的一部分（图2）。

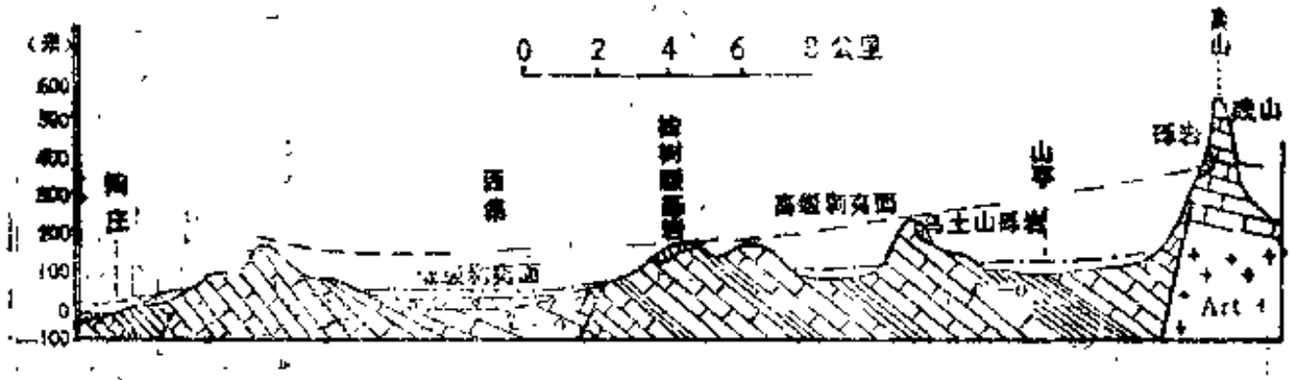


图2　陶庄高山地貌剖面及碳岩分布图

（2）盆地多沿断裂分布。往往可见断裂一侧为低山丘陵，大面积基岩裸露；而另一侧则为波状平原，第四系发育。因此本

区盆地多属断陷盆地。

（3）盆地中心部位未发现早、中更新世沉积物。因此，盆地的形成时代当在中更新世之后。

二、砾岩的分布特征

迄今已在本区的低山、丘陵顶部及其缓坡和山麓部位，主要由上寒武统灰岩构成的溶洞以及溶沟、溶槽中，共发现规模大小不等的砾岩点150多处。根据其平面位置，大致可划分为北、南、西三个带（参见图1）。

（1）北带。位于本区的东北部，沿泗水—费县盆地的南侧分布，走向大致为南东东，全长约90公里，宽约6公里，呈略向北突出的弧形。

（2）南带。位于本区南部的滕县楼山、高山头与陶庄南部娘娘坟之间的三角地带，呈北部开阔，向南逐渐收敛的喇叭状。北部最宽约30公里。

（3）西带。位于本区西部邹县之下看铺至微山湖畔的两城一线，长约30公里，宽约8公里，走向南南西。

上述砾岩的平面分布与本区下古生代灰岩出露范围完全一致，几乎全部砾岩点均分布于中、上寒武统灰岩出露地段。据统计75%的砾岩点分布于上寒武统灰岩的岩溶负地形中，20%的砾岩点分布于中寒武统灰岩的岩溶负地形中，仅有少数（大约占4%左右）的砾岩点分布于中、下奥陶统灰岩出露地段[1]，且多为固结程度较差的次生砾岩。在区内变质岩系，下寒武统灰岩以及中、新生代沉积岩分布地段均未发现此种类型的砾岩。

砾岩分布的高程，最高可达540米，最低仅有80余米，高低悬殊很大。不仅在本区不同地段有很大差异，而且在同一地段的不

1）杨达源、杨臣海，山东省白彦地区含金刚石砾岩物质来源研究报告，（油印稿）。

同地点，甚至相邻两点之间，高程亦有急剧的变化。总的趋势是由北东向南西逐渐降低。

绝大多数保存完好，结构清楚，未受到次生破坏的砾岩，均分布于高级夷平面的范围内；或者分布于平缓山丘顶部，即夷平面上；或者分布于夷平面被切割破坏以后形成的山丘上部的裂隙中。但亦有部分砾岩分布于部位较低的山麓剥蚀—堆积平台及剥蚀残丘即低级夷平面上。但大多数胶结不好，结构不清楚且不同程度地混有当地围岩的碎屑物，具有明显的次生搬运的特点，为上述高级夷平面的砾岩经剥蚀破坏以后下移并重新集聚之产物。

所有上述砾岩均充填并被保存于灰岩之断裂带和各种岩溶负地形如溶沟、溶槽和溶洞中。岩体规模和形状各不相同：长的可达100米左右，短的仅1—2米；宽度大者5米，小者仅数十厘米。垂直深度，根据已揭露的数十个岩体统计，最深达3米以上，最浅的不到0.5米；岩体形状复杂多样，多呈脉状，不规则椭圆状，三角状、纺锤状、片状等，剖面形态也十分复杂。

由上述砾岩的分布状况可看出如下特点：

（1）砾岩的平面分布严格受下古生界，特别是中、上寒武统灰岩出露范围的限制，说明砾岩的生成与周围地层的时代及岩性有很强的依赖关系。这不仅反映砾岩与中、上寒武统灰岩的成生联系而且反映了砾岩的生成，保存与构造上升条件下，剥蚀深度之间有必然的联系。简言之，只有在剥蚀深度达到使中、上寒武统灰岩出露于地表时，砾岩才得以生成和保存下来，一旦上述地层被剥蚀殆尽，则砾岩亦将被破坏而消失。

（2）大部分砾岩点所在的高程，基本上与构造变形后的高级夷平面的高程一致，另一部分具有明显次生搬运特点的砾岩与低级夷平面的高程相当。同时，砾岩点高程变化的趋势又和夷平面的高低变化趋势大体一致，表明砾岩乃是一定地貌形成和发展

过程中的产物。换言之，这些砾岩为夷平面的相关沉积物，它们的高程变化与夷平面遭受后期新构造运动的升降变化密切相关。

（3）砾岩岩体形态复杂多样，规模大小不同，是由其所赖以存在的岩溶微地形的形态和规模不同所造成的。本区岩溶负地形，有的是沿灰岩裂隙、节理或沿不同岩体与灰岩接触面发育的，而更多的是沿断裂破碎带发育的。本区岩溶地形的发育条件与南方湿热气候下的岩溶发育条件有相当的差距，故本区岩溶负地形大多窄而浅，因而不可能有大规模的砾岩岩体存在。

（4）岩溶负地形，不但是砾岩的储积空间，而且也是砾岩岩体形成的必要环境[1]。因此，上述砾岩乃是一种特定环境下生成的一种特殊类型的沉积物—岩溶裂隙型砾岩。

三、砾岩的物质组分及其来源

本区迄今在低山、丘陵的灰岩裂隙中所发现的砾岩，砾石成分均比较单纯，多以燧石为主，其次为褐铁矿或赤铁矿、石英及石灰岩碎块等。

燧石质砾石，砾径一般在0.5—2厘米之间，个别可达20多厘米。颜色多呈黄褐色、浅肉红色，此外尚有少量呈紫红色、黑色、灰白色等。砾石表面十分光滑且富有光泽，有时可见砾石表面有自外向内浸染的色圈和条纹。表面呈黄褐色的砾石，在新裂开的断面上往往有厚约1—2毫米的铁锰质壳层。砾石外形多呈圆粒状、扁平状、扁圆状、长圆状、卵状等，此外尚可见到少量外形奇特的，如圆锥状、月牙状、马鞍状、圆球状的砾石。绝大多数砾石的磨圆度以圆、次圆级为主，一般砾径愈小，磨圆愈好。

褐铁矿或赤铁矿构成的砾石，铁黑色、黑红色，表面光亮，砾径一般在0.3—0.5厘米之间，大多呈不规则块状、圆粒状，磨圆度较燧石成分者差，以次圆、次棱角级为主。

石英质砾石有两种，一种具晶体外型，直径多在0.3—0.5厘米，在局部地段，如滕县桑村附近的砾岩体中分布很普遍，含量亦很高。这种石英砾石，大多经一定程度的磨圆，仅部分保留着已经钝化了的棱角。另一种不具晶体外形，呈各种圆粒状，表面毛玻璃化的石英砾石，砾径亦多在0.5厘米以下，磨圆度较高，分布比较普遍，出现在已知大多数砾岩岩体中，但含量通常不超过5%。

此外，在部分砾岩岩体中，含有一定数量灰岩碎块，少数岩体中尚可见到胶岭矿团块或条带。

砾岩中的矿物成分比较复杂。据73个人工重砂及选矿大样尾砂的镜下鉴定成果统计，矿物计有60余种，但单个岩体样品的矿物种类一般不超过20种。主要重矿物为褐铁矿、磁铁矿与赤铁矿，三者在大多数样品中约占重矿物总重量的80%左右。其次是绿帘石、角闪石、锆石、燧石等，约占总量的15%。常见的重矿物有海绿石、黄铁矿、磷灰石、铁铝榴石、金红石等，其含量通常不超过5%。此外如锡石、硬锰矿、软锰矿、电气石、重晶石、辰砂、孔雀石、铅、白钛石、透闪石、钛铁矿等分布不普遍，仅在少数样品中出现，且含量甚微。本区不同地段的砾岩中，甚至同一地段不同的砾岩体中的重矿物种类及其百分含量变化很大，但根据重矿物的组合关系来看，大多数属沉积岩型，少数为变质岩型或两者的过渡类型。

关于砾岩的物质来源，经长期研究，已获得比较一致的认识：

（1）燧石质砾石直接或间接经由不同途径源于下奥陶统的冶里—亮甲山组灰岩中的燧石结核或条带。所谓间接来源系指砾岩中的燧石砾石是由石炭纪和侏罗纪砾岩所供给，而其最终还是由下奥陶统灰岩的燧石结核或条带所供给的。

（2）赤、褐铁矿成分的砾石来源于中奥陶统灰岩剥蚀面上

的山西式铁矿。

（3）石英质砾石，可能有两种来源：分布于滕县桑村周围砾岩体中的具晶棱状的石英砾石与桑村附近的花岗斑岩岩体有关；其他的石英质砾石主要来源于变质岩或中酸性侵入岩。

（4）少数砾岩中所含胶岭矿团块或条带，疏松多孔，与穴居的生物有关。至于部分砾岩中所含的灰岩及其他岩块，主要是围岩或附近的基岩所供给。

（5）在大部分砾岩样品中，常存在一种或数种典型的基性或超基性的矿物，如橄榄石、蛇纹石、铬铁矿、钙钛矿、斜方辉石及含铬镁铝榴石等，磨损轻微，多呈次棱角或棱角状，其中有的尚保存完整的晶体，具有明显的近源供给特点，已证明与其附近的暗色岩体有关。

四、砾岩的岩相特征及成因

大量工程揭露后的剖面显示，本区砾岩的岩性和岩相均十分复杂，而且变化相当剧烈。同一岩体的各部分，各层位之间往往有清晰的界面，如平邑县赤梁院村东南方向的砾岩体，在不到2米深的取样槽剖面，自上而下可分为：

1．砂、砾、粘土混合堆积层（1）含砾、碎石、粘土层。
（2）砂砾层，中部夹有粗大灰岩碎块。

2．细砂岩夹砾岩（1）顶部砂岩　厚14厘米。
（2）上部砂岩　厚19厘米，不连续。
（3）中部砂岩　厚15厘米。
（4）下部砂砾岩　厚21厘米。
（5）底部砂岩　厚16厘米。

3．砂砾岩　（1）上部砂砾岩　厚15厘米。
（2）砾岩　含灰岩碎块及细砾、砂透镜体，厚20厘米。

（3）含细砾粗砂岩，未见底。

山亭凸起东南部的滕县羊山砾岩体，发育于断裂破碎带附近的裂隙形成的溶槽内，延长方向自西向东，由110°转为90°，在平面上呈向南东弯曲的弧形。

采样槽长13.0米，平均宽2.1米，平均深1.0米。围岩为上寒武统凤山组隐生藻灰岩及泥质灰岩，产状为145°，＜8°。充填砾岩岩体的岩性自上而下可分为：

1．黄褐色含砾(碎)石亚砂土层，分布于地表，厚5—30厘米。

2．黄褐、红褐色亚粘土砾石层，分布于探槽之西侧，厚15—20厘米。

3．杂色粉、细砂岩，由粉、细砂及细小燧石，石英小砾组成，具粗细层理及不规则弯曲条带，厚约0.5—1米，产状为为330°，＜30°。

4．黄棕、红棕色半胶结砾石层，泥质胶结为主，手捻之即碎。砾石主要成分为燧石。燧石成分之砾石，不仅含量高，磨圆好，而且分选也极佳，粒度十分均匀。此层上端有黄棕色粉砂粘土质具有同心圆状或旋涡状纹理之沉积层。

5．杂色砂砾岩，砾石主要成分为燧石、石英，粒度细而均一，直径多在0.1—0.3毫米之间，磨圆度多为极圆、圆级为主，分布均匀，局部可见层理。

上述砾岩剖面表明，本区岩溶裂隙中发育的砾岩，其岩性、岩相均复杂多变。此种情况反映了其组成物质在搬运与沉积时的动力条件及其强度的不同和变异。其原因，主要是新构运动与气候状况的变动所造成的地形及水流动态的变化密切相关，此外与岩溶裂隙发育程度不同所形成的特殊沉积环境也有一定的关系。

砾岩中砂砾物质的排列，在多数情况下是杂乱无章的，仅在某些砾岩体中，局部发育有斜层理、迭瓦状、虎穴状等沉积构

造。迄今所见砾岩中的斜层理大致可分为下列四种型式：

（1）倾向、倾角比较稳定。倾向一般与岩体的延伸方向或与砾岩体两侧地表坡面倾斜方向接近，沉积物粗细相间成层。

（2）倾角有自下而上逐渐变陡之趋势。如平邑县泉子峪砾岩点西段砾岩中的斜层理构造（图3）。

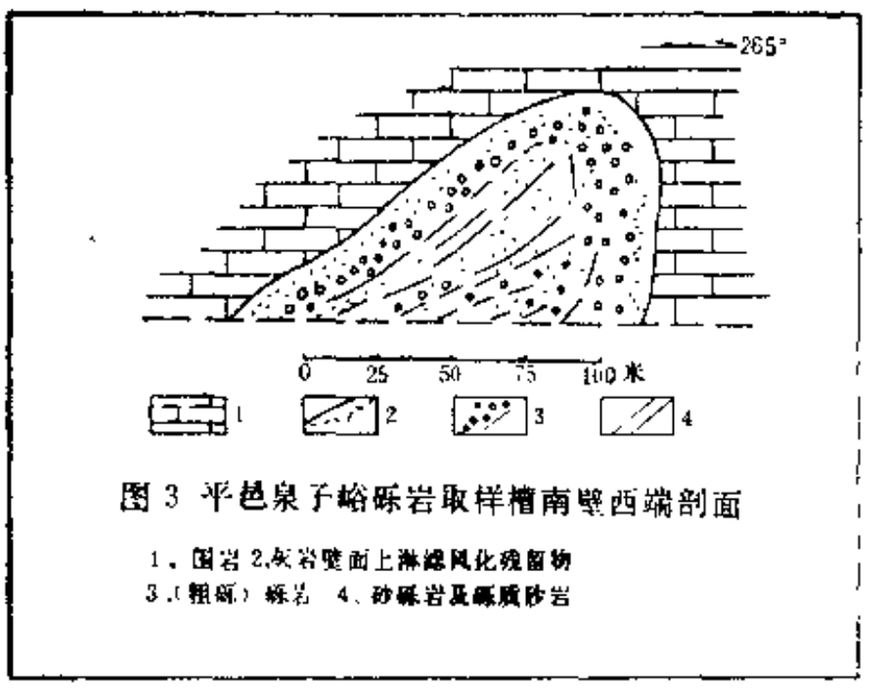


图3 平邑泉子峪砾岩取样槽南壁西端剖面

1、围岩 2.灰岩壁面上淋滤风化残留物
3.（粗砾）砾岩 4、砂砾岩及砾质砂岩

（3）倾向、倾角与其贴附之灰岩壁面一致，并随其变化而变化。这种斜层理的倾角有时可达40°—50°以上。

（4）在剖面上斜层理反倾斜，组成锥形。滕县乌土山砾岩取样槽的北壁，泗水县居龙山砾岩岩体中可以见到此种类型的斜层理（图4）。

砾石的迭瓦状排列构造见于平邑县牛山砾岩体南段西壁局部膨大处。砾石在近垂直方向上排列成迭瓦状，AB面向中心倾斜，倾角达40°以上。

砾石的壶穴状分选现象见于平邑县吴家庄砾岩体中段西北端，紧靠溶槽壶穴形开阔处之灰岩壁部分，以粗大的次棱角状燧

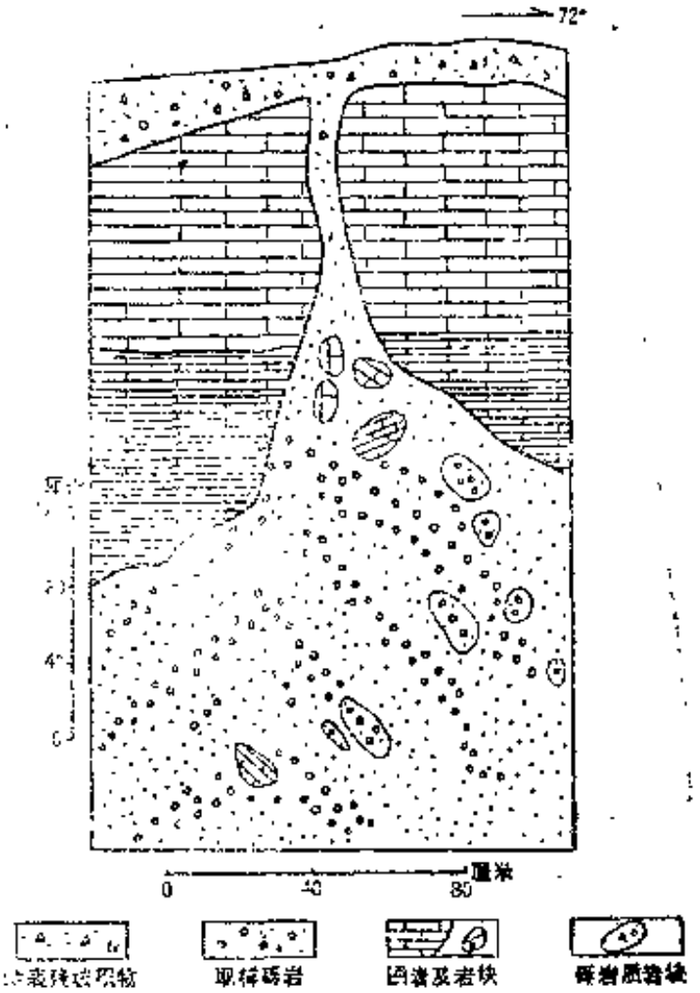


图 4 滕县乌土山砾岩取样剖北壁
东段锥形层理构造剖面图

石砾石为主，分选性差，向上砾石的平均砾径越来越小，直至以中、粗砂为主，分选性和磨圆度也越来越好。

上述砾岩中不同沉积构造型式的产生和出现与岩溶负地形的形态、规模及其变化有很密切的关系。第一种斜层理多出现在溶沟、溶洞中比较开阔、形状比较规则平整的部位；第二种斜层理常出现于溶沟、溶槽中局部呈壶穴形展宽的部位；第三种斜层理往往出现于两侧地形倾斜平缓的溶沟中；第四种斜层理则发育在倒漏斗形的岩溶负地形中。由此可见，岩溶负地形，不仅是砾岩

的贮积和保存的空间，而且也是砾岩赖以生成和发育的必要环境。

砾岩一般为泥质、钙质或铁质胶结。泥质胶结者比较松软，钙质、铁质或混合胶结者则较坚硬。胶结型式多为接触式，也有相当部分为基底式。在同一个砾岩体中，往往可见一部分以钙质胶结为主，另一部分为铁质胶结或泥质胶结，但在通常情况下，砾石高度集中的部分，多以铁质胶结为主。砾岩的胶结类型的差异也具体地反映了砾岩生成环境的复杂多变。

砾岩中燧石成分的砾石磨圆程度普遍很好，均以圆、次圆级为主，有相当一部分为极圆级。砾石的磨圆程度，除了取决于岩性和砾石的雏形（即岩石风化剥蚀后的碎石形态）之外，主要取决于被流水搬运的距离远近或被流水侵蚀时间的长短。燧石是一种致密坚硬的岩石，不易被磨损，而如今所见的燧石成分的砾石，磨圆度普遍较好，反映这些砾石经过流水的长途搬或经历过流水的长期侵蚀。但也有一部分燧石成分的砾石磨圆较差，经历水流搬运或侵蚀的距离和时间均较短。磨圆程度的不同，说明它们有着不同的经历。

总之，本区迄今所发现的岩溶型砾岩，不仅在不同地段，而且即使在同一地段，甚至在同一岩体中的不同部位，无论其物质组分、颗粒形态，还是其岩相特征、形态、规模均有很大不同，情况复杂多变。因此，要准确而全面地划分其成因类型是相当困难的。

现根据上述砾岩的组分，岩相特征及其所反映的生成环境，结合考虑其分布的地貌部位，将本区岩溶型砾岩粗略地划分为下列几种成因类型。

1．坡面流水堆积类型

此种类型的砾岩在本区广泛分布。主要充填于山丘缓坡和坡麓部位的溶沟、溶槽及溶蚀凹坑中。多数不具层理，间或也有顺

岩层壁面倾斜的高角度假层理。砾石成分以燧石为主，但不同程度地混有灰岩、页岩等岩块并夹有多为钙质胶结或铁质胶结的早期形成的砾岩岩块。

2．岩溶沟（槽）水流堆积类型

为本区分布比较广，胶结比较好的，且具有代表性的一种砾岩类型。其相对高度都比较大，多分布于平缓山丘的顶部或较高的孤立山峰下部的宽平山肩部位，与当地高级夷平面的高度相当，堆积于岩溶溶沟、溶槽中。砾岩体的大部分均有较清楚的沉积层理，有的地方可见沉积纹理，局部呈旋涡状。砾石成分均比较单纯，以燧石为主，其次为石英、褐铁矿。磨圆度均较好，一般不含灰岩及其他岩石碎块。这些特征说明岩体系溶沟、溶槽水流所堆积形成的，是一种比较原生，未经后期次生破坏作用的砾岩。

3．岩溶洞穴堆积类型

此种类型的岩体，堆积物很复杂，其中有成层的泥质或铁锰质胶体沉积，有含獾和鸟类等化石的粉砂粘土沉积，有含碎屑物的泥质岩沉积，但大量出现的是含少量燧石的石灰质角砾岩。许多特征表明，此种类型的砾岩的堆积空间可能是地下暗河，后期洞顶不断坍塌，顶部及两侧岩块也随之加入，故形成今日所见的复杂结构。

4．重力堆积类型

见于平邑县的老虎窝、赤梁院等地的山丘谷坡上。岩体位于后期深切的谷坡上段，一般呈条带状赋存于断裂带之中，前源深谷，后傍陡崖，是一种由大小不等的灰岩、砂质岩岩块，燧石质砾岩岩块及分散燧石质砾石组成，后经泥质或钙质胶结而成的混成角砾岩。从组成、结构特征和所在地貌部位的分析结果，认为此种砾岩体乃是重力作用的产物（图5）。

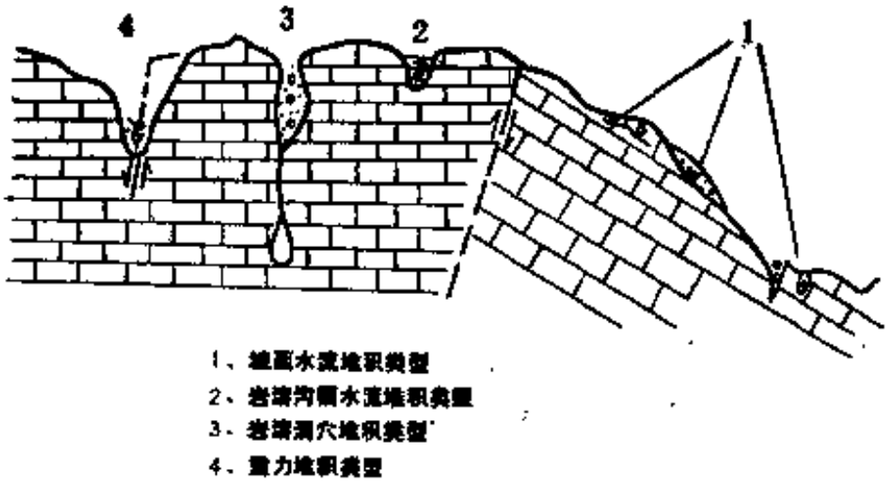


图 5 新生代岩溶砾岩成因类型综合示意图

五、砾岩的时代及其形成过程

由于本区砾岩均分布于下古生界灰岩的岩溶裂隙中，其上无复盖地层，无法用地质年界法确定其形成时代。现仅根据本区岩体的工程揭露过程中发现的和与本区毗邻的徐州地区相同部位的灰岩岩溶洞穴、裂隙所发现的古生物化石的鉴定资料以及砾岩与地形的相关关系，初步确定砾岩的形成时代，以供参考。

1977年4月，在平邑县许家岭406高地390米高程的岩溶裂隙中含灰岩碎块的燧石质砾岩里的含胶岭矿粘土夹层中采得的骨化石，经中科院古脊椎动物与古人类研究所鉴定为一种獾的上、下牙，牙床及颅部。此种獾的化石（*Meles Spner*）其第四前臼

齿的长度与前臼齿的数目上与过去在北京附近18地点（泥河湾期）发现的贾氏獾（Meles Onici）很接近，但个体小，下颌骨低薄，前臼齿靠得很紧，这些特征又与贾氏獾不同。考虑到该化石标本与上新世早期及第四纪晚期的獾差别较大，在进化水平与贾氏獾比较接近，故为一新种，时代以早于泥河湾期（Q_1）为宜。鉴定者又根据“过去在类似的沉积物中，也曾发现过上新世晚期的古脊椎动物种属，故这种类型的裂隙式堆积，很可能是在上新世晚期至更新世初期这一段时期内形成的”。

在鲁中南低山丘陵南延部分的徐州铜、邳、睢低丘上，与本区部位相当，时代相同的岩溶裂隙中，曾发现上新世和更新世大量哺乳动物化石。上新世哺乳动物化石产生于裂隙下部，包括：蝙蝠（*Taderida* sp）、似巨獾（*Melodon cf. majori*）、古中国猫（*Felie palaeosinses*）、印度熊（*Indartos* sp.）四菱齿象（*Tetrolophodon* sp.）、大唇犀（*Chilotheruim* sp.）、原始羚羊（*protory* sp.）等[2]。

1974年8月，在平邑县吴家庄砾岩体剖面中段距地面1.2 m以下，于后期充填于砾岩缝隙中的含砾粘土里，发现30余个软体动物化石。其中完整的单体15个，不完整的18个。有关部门鉴定为“脆钻孔螺”，其时代为第四纪。

本区绝大部分保存完好，结构清楚，比较原始即未遭后期破坏、运移的原生砾岩，均分布于高级夷平面的范围内，并且往往与当地夷平面的高度一致。显然，这些砾岩乃是该夷平面发展和形成过程中的产物，即所谓“夷平面的相关沉积物”。本区高级夷平面形成时代为上新世。

根据上述古生物鉴定资料，结合砾岩与地貌发育的相关关系，本区岩溶型砾岩的形成时代初步确定如下：

（1）如今高程与高级夷平面相当的大部分砾岩体，如滕县榆树楼，平邑吴家庄等地的砾岩，形成于上新世末至早更新初。

（2）高程与低级夷平面相当的砾岩，如平邑泉子峪、泗水大姑山、滕县紫草峪等地的砾岩，形成于中更新世至上更新世之间。

（3）还有相当多的一部分砾岩或呈分散状未胶结成岩的燧石为主的砾石层，分布于高级夷平面被切割以后形成的山丘缓坡部位，高低不等。它们可能是高级夷平面形成以后的上升过程中不同阶段的产物，亦可能是高级夷平面上的砾岩破坏以后，向下运移，重新积聚而成的（次生砾岩）。其形成时代范围比较广，从第四纪初直至现代均有可能。

通过上述砾岩各种特征以及本区地貌发展历史的分析研究，可以进一步追溯本区岩溶裂隙型砾岩形成和发展过程之梗概：

燕山运动后，本区现代构造和地貌轮廓已基本形成。此后，本区进入了一个长期稳定的剥蚀夷平时期，直至第三纪末的上新世，终于形成了一个广袤的准平原化的地面，即高级夷平面。在这个准平原化的地面上，由于水流，特别是各种岩溶水流，其中包括各种溪流、地下暗河、瀑布等的水动力作用，形成了大量的燧石质砾石及其他类似的堆积物，充填于地表洼地及各种岩溶裂隙中。

进入第四纪以后，由于新构造运动的作用，地面多次间歇性地抬升，一部砾岩随之被抬升并被保存至今，而另一部分，则被剥蚀或随地形之被破坏而被分解或通过重力、坡积或片流等的作用向下移动，并在有利的地形中（断裂及各种岩溶裂隙中）重新积聚、胶结起来，形成新的砾岩或砾石层。由于第四纪以来地壳多次上升，因此，砾岩的这种破坏—迁移—再生过程可能已进行过若干次，并且将继续随地形的演化而不断地进行下去。

参 考 文 献

〔1〕黄志强，山东祊河南侧地貌特征与新生代砾岩（砾石层），徐州师范学院学报（自然科学版），第1期，1985。

〔2〕罗其湘，徐州附近发现上新世和更新世大量哺乳动物化石，古脊椎动物与古人类学报，第16卷，第1期，1978。

THE STUDY OF KARST FISSURE CONGLOMERATE OF LATE CENOZOIC IN THE CENTRE —SOUTHERN SHANDONG

Abstract

The distribution, lithofacies characteristic, sediment Source and forming time of conglomerate developed in Karst fissure in the centre-southern Shandong have deen discussed. Pased on the analyses of ongineering data and investigating results, the auther thinks that the conglomerate in question is a special type deposit—karst fissure typed Conglomerate —formed in various karst depressions under various dynamic conditions of karst water, which is the results of gradedface development and elevation of CentreSouthern Shandong in different stages, and the earliest forming time is Pliocene。

本文首次公开发表。

鲁中南地区
新断裂活动与山丘地貌的发育和形成

提要 本区山丘、盆地相间分布的地貌景观，是晚新生代以来，以断裂与断块活动为主的内力地质作用的产物。山丘和盆地在平面分布上具有NWW向成条，NE（或NNE）向成块的特点，这种特殊的地貌格局是受区内网格状断裂结构所控制的，而多级地貌面的存在则反映了本区新构造运动具有多期性和振荡性的特点。

本文论述范围包括鲁中蒙山山脉以南，鲁西平原以东，沂河以西的整个鲁中南地区，面积约1万余平方公里（图1）。

该区位于山东低山丘陵之南缘，地质构造以穹隆构造，地垒地堑占优势，为新构造运动的轻微隆起区，外营力以河流侵蚀作用为主，地堑内剥蚀平原上有河流堆积[1]。地貌上以地垒式山岭与地堑式盆地相间分布、交错排列为主要特征。山丘海拔多在300—500米之间，少数山峰超过800米，地势以中部的白彦凸起为中心向南、北呈阶梯式降低。本文主要讨论晚第三纪以来，以断裂和断块活动为主的新构造运动对本区山丘、盆地地貌景观的发育、形成的影响和控制作用，谬误和不妥之处，敬请批评指正。

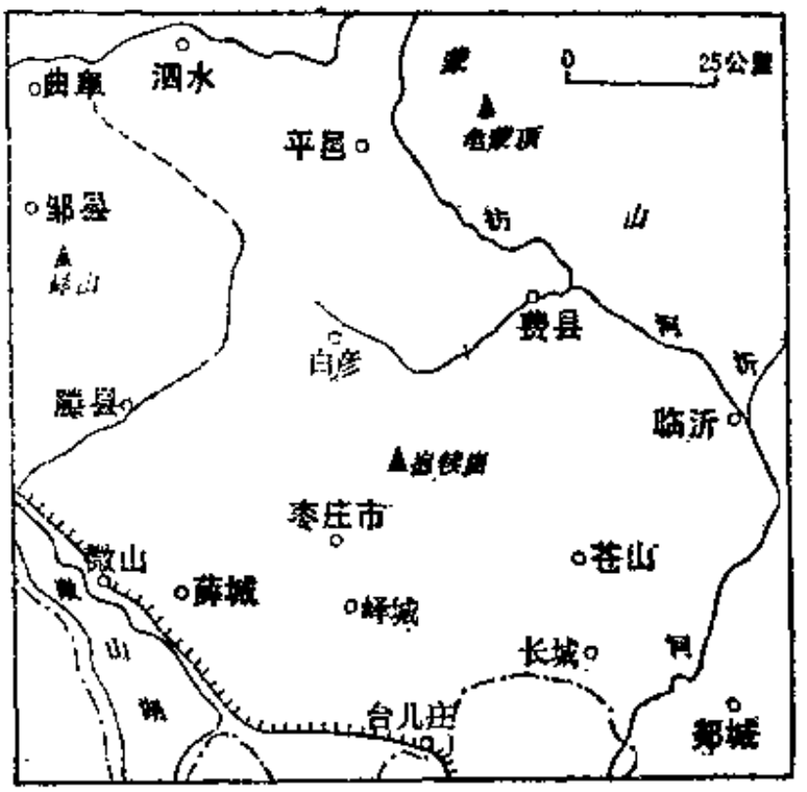


图 1 研究区地理位置

一、区域构造运动概况

本区位处郯庐断裂带与秦岭东西向复杂构造带交接部位之西北部。其东，通过沂沭断裂带与鲁东地盾相接；其西以聊城—兰考断裂为界与东明拗陷毗连；南临徐蚌凹折带；北接鲁西弧系（李四光）。基底由太古界变质岩系构成，盖层则主要为寒武、奥陶系灰岩。燕山运动形成一系列NNE或NE向的褶皱、断裂以及呈带状分布的中基性或中酸性的侵入岩体。新生代开始，由于区域应力场的改变，郯庐断裂带变为挤压构造带，秦岭东西向

构造带出现断块上升，本区构造运动的性质发生了重要的变化。老第三纪时以断块差异性升降为主，如本区中部的白彦凸起表现为构造上升，但其北侧的平邑—费县盆地则断陷下沉，其内堆积了厚逾千米的老第三纪砂砾岩[2]。新第三纪时，地壳相对稳定，经长期剥蚀夷平，形成新第三纪夷平面。其相关沉积物为迄今仍保存于寒武、奥陶系灰岩构成的平缓山丘顶部岩溶裂隙中的燧石质砾岩。在此种砾岩中曾发现有上新世末期的獾和啮齿类等动物化石。早更新世，地块主要沿NWW向断裂不均衡抬升或掀斜隆起，致使新第三纪夷平面发生构造变形并开始逐步解体，形成现代山丘之雏形。中更新世为又一次区域性的剥蚀夷平时期，不过由于时间较短，所形成的这一级夷平面发育不够完善，主要是由山麓面和河流阶地面构成。它们围绕着山丘呈带状分布或沿河谷延伸。晚更新世，本区地壳一方面沿NWW向断裂继续发展断块差异升降活动，另一方面则沿一系列规模较小的NE向断裂发生挤压、扭动。NWW向断裂的差异升降活动，使断裂一侧翘起掀升，另一侧倾斜下陷，不仅造成夷平面被切割成一系列NWW走向的隆起和盆地，而且造成隆起即山丘的南仰北俯，盆地北浅南深的特点，同时也导致本区地形以白彦凸起为中心，向南北两个方向呈阶梯式降低的总趋势。NE向断裂控制了一系列山间小盆地的发育和形成，以致使上述夷平面被彻底分割解体为互不连续的山丘和盆地，在盆地内堆积了洪坡积或洪冲积之砾石层和次生黄土。全新世以来，本区山丘继续上升，盆地则继续下沉。例如：在祊河两岸的王富庄、许由等地的一级阶地中发现了很多文化层，大多在地表以下1.5—2米(图2)；费县县城，在地表3米以下为春秋时代的墓群，而在其上部，即距地表2米处则发现汉墓群及古城遗址[1]。目前，本区中部白彦凸起的中心部位，新第

1) 冯祖国，金刚石地质(油印本)第2期，1981年。

三纪夷平面已被抬升到海拔500米左右的高度。根据地形和地层方面的资料推算，本区新第三纪以来，最大抬升量可达800米。现代地壳形变和考古等方面的资料表明，本区沿NWW向断裂之两侧的块断性差异升降活动仍在进行。

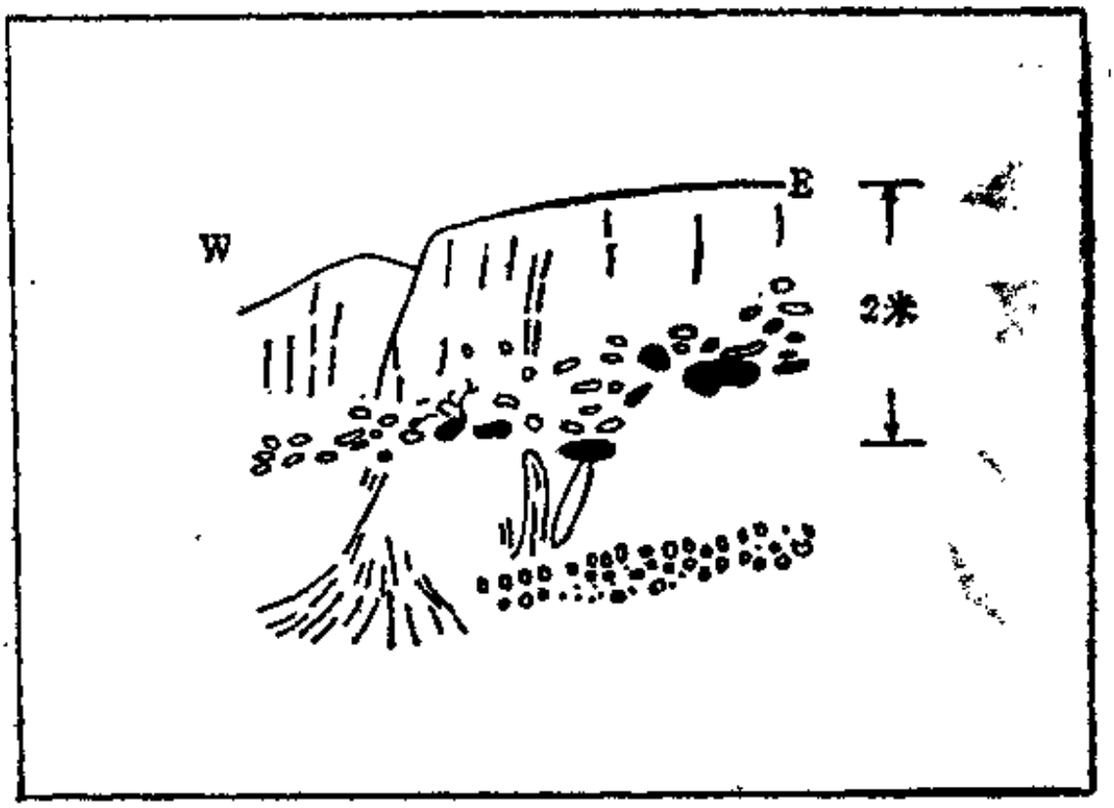


图 2　费县仲村西坡被掩埋的瓦窑层
（据冯卫国照片绘制）

二、地貌类型的划分和地貌结构特征

本区位于鲁中山地以南，实际上是鲁中山地的南延部分，由低山丘陵和发育于其间的盆地、沟谷构成其此起彼伏、岭谷相间的地貌景观。

根据成因结合形态分类的原则，并考虑其他因素的影响，可

将本区地貌划分为下述几种主要的类型（表1）。

新生代以来中国东部新构造运动的主要表现形式是断裂与断块的差异性升降活动。这种差异性的升降活动造成了沿NNE向大断裂鲁西平原的下沉和本区的总体块断上升。本区新生代以来，在这种总体上升的背景下，由于受次一级的，方向为NWW和NE的断裂活动和其他因素的影响，其内部又有次一级或更小规模的隆起和沉降，因而形成具有一定特色的、复杂的地貌景观。

本区地貌的结构特征是：

1．以中南部白彦凸起为中心，地势向北偏东和南偏西两个方向呈阶梯式降低。

白彦地区在块断运动和水平侧压力作用下发生拱曲并作掀斜式抬升，使该区新第三纪夷平面已上升到近500米的高度。其上部，以寒武、奥陶系灰岩为主的盖层已被剥蚀殆尽，古老变质岩系突露地表。如果剥蚀速率按0.5厘米／百年计算，则该区自上新世末以来，岩层至少被剥掉了300米，换言之，该区自上新世末以来被抬升了近800米。其北的平邑—费县一带，新第三纪夷平面高度平均为400米；其南的薛城、枣庄一带，该夷平面的高度为300余米。继续往南，越过微山湖—台儿庄盆地至江苏的贾汪、徐州附近，该夷平面的标高仅有200米左右（图3）。

2．地块隆起与地块沉降作有规律的相间分部，造成山丘盆地NWW向呈条，NE向呈块的网格状地形格局。

本区自北向南有下述几个断块隆起：

平邑—费县　断块隆起

尼山—白彦　〃　〃　〃　〃

薛城—峄城　〃　〃　〃　〃

这些NWW向的断块隆起往往为一系列NE向的沟谷和小型山间盆地所切割，故地形呈现为一种有规则的网格状。

表1　鲁中南低山丘陵地貌类型及特征

形态成因类型	标高（米）	相对高度(米)	分布状态	相关堆积	地形坡度
侵蚀残山	650—600	400—450	在中部自彦山起周围零星分布		20°—30°
构造侵蚀低山丘陵	450—300	150—250	大面积分布总体走向为NWW或NE有由北向南降低之趋势		15°—20°
剥蚀残丘	250—180	60—150	零星散布或孤立突出于山麓面之上		15°±
剥蚀堆积山麓面	200—100	50—120	低山丘陵之外缘呈环带状分布	中、上更新统坡积、洪坡积粘土、亚粘土	3°—5°
剥蚀堆积丘岗垅岗	140—80	40—60	断续绵亘于盆地内堆积平原之上	含碎石之亚砂土、砂土	2°—4°
堆积洪冲(坡)积平原	130—70	30—50	分布于盆地中构成盆地之盆底	上更新统、全新统砾石层、次生黄土	＜2°
堆积河漫滩阶地	120—60	2—20	盆地河流以及山间沟谷中水流之两侧	全新统亚粘土、亚砂土及砂砾	1°—2°

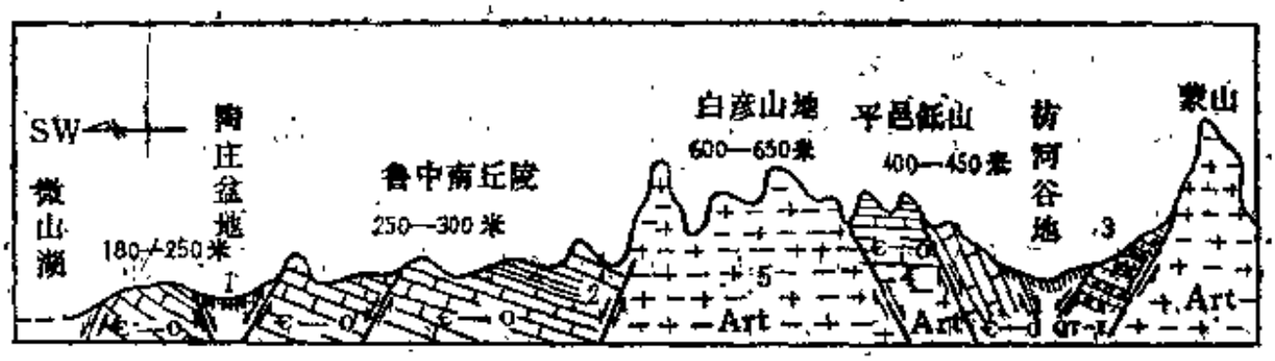


图 3　鲁中南低山丘陵区地貌剖面示意图

图　例

1 土状堆积　2 页岩　3 砂砾岩　4 灰岩　5 片麻岩

上述这些NWW走向的断块隆起被切割后所形成的山地丘陵又多为一系列与之近乎平行的，规模较大的断陷盆地所夹持，故而造成山丘与盆地有规律地相间分布的地貌格局。

本区自北向南主要的NWW向盆地有：

泗水—祊河盆地

桑村盆地

陶、枣盆地

微山湖—台儿庄盆地

与主要盆地走向相适应，本区主要河流的走向以及湖泊群的

长轴方向多为NWW向；与山间沟谷及小型山间盆地相适应，本区支流与沟谷溪流多为NE或NNE向，构成主、支流近乎直交的网格状水系。

3．整个新生代，本区属于大面积间歇性抬升的地区，因此地貌结构具有多期，多层次的特点。

本区普遍发育三级套生的地形面，即两级夷平面和一个阶地平原面。

二级（高级）夷平面，由一系列平缓的，近似等高的山顶面以及某些较高的山头下部，平缓的山肩组成。它们在全区范围内构成一个以白彦地区为中心向四周倾斜的古地面。

一级（低级）夷平面，由山丘外围的山麓平台，山间大沟谷的二级阶地面以及断续绵亘于盆地中堆积平原之上的波状起伏的丘岗和垅岗组成。它们在一定范围内构成一个近似等高的，向盆地中心方向缓倾的古地面。

阶地平原面，位于山丘外围的山麓面之下，由次生黄土和砂砾物充填盆地或沟谷之底部所构成的洪坡积或洪冲积阶地平原。

上述三级地形面，根据其相关沉积物的特点和局部地段所发现的古生物推断，其形成时代分别为新第三纪末；中更新世末至晚更新世初；晚更新末至全新世。每级地形面在其发展过程中都经历过塑造期和分解期两个阶段，反映出本区晚第三纪以来，地壳运动相对宁静与相对活动期交替出现，具有振荡性和多旋回性的特点。

三、断裂构造对地貌发育的控制作用

新生代以来断裂和断块活动为主的构造运动是控制本区地貌发育的内动力基础，对本区现代地貌景观的形成具有决定性的影响。

本区主要断裂有三组，其方向分别为NNE、NWW和N

E。

NNE向断裂

大规模的NNE向断裂纵贯本区之东西两侧：东为沂沭诸断裂之一的郯郚—葛沟断裂；西为聊城—兰考断裂。这两条断裂均为中、新生代强烈活动的深大断裂，其性质早期为张性，晚期显示右行压扭。受其影响，本区两侧地块相对下降：其西的东明拗陷，新生代的沉积厚度大于3000米；其东的沂沭断裂带，晚中生代为裂谷，新生代亦有下降。本区则地垒式上升。大面积的隆起和凹陷总是与大断裂相伴生，因此本区新生代以来总体上升，形成山丘地貌，是受这两条大断裂所控制的。

此外，本区内部还发育了一些规模较小的NNE向断裂。它们对本区山丘的倾斜，新隆起的产生，水系的相反流动等地貌特征均有一定的控制作用。本区在一些盆地中有水系相反流动的现象，如祊河（流向SEE）和泗水（流向NWW），其分水岭部位实为NNE向断裂所形成的新隆起带。此新隆起带主压应力方向应为NWW—SEE，其应力配套可用下图表示（图4）。

NWW向断裂

本区发育了一系列横贯全区的NWW向的高角度的正断层。自北向南主要有蒙山断裂、白彦断裂、长城断裂、曹王墓断裂、陶枣断裂等。这些断裂自第三纪以来均有明显的活动。它们的活动控制了本区新生代的沉积历史和地貌的演化，对本区现代山丘、河谷地貌的形成和发展具有重要的作用。其主要表现可列举下述诸端：

1．控制了一系列隆起和凹陷的生成和发展，造成块状山地和断陷盆地沿NWW方向的相间排列。

2．造成地貌形态和沉积状况的急剧变化。在区内往往可见以NWW向断裂为分野，其一侧突起为山丘，大面积基岩裸露，另一侧则下陷为盆地，大面积为第四系复盖。

3．控制盆地内部第四系厚度的差异。本区一些主要盆地，即一系列NWW向盆地，自晚更新世以来，沉积物有自NE向SW增厚的趋势。这一趋势，显然是由于地壳沿NWW向断裂的块断性差异升降所造成的。

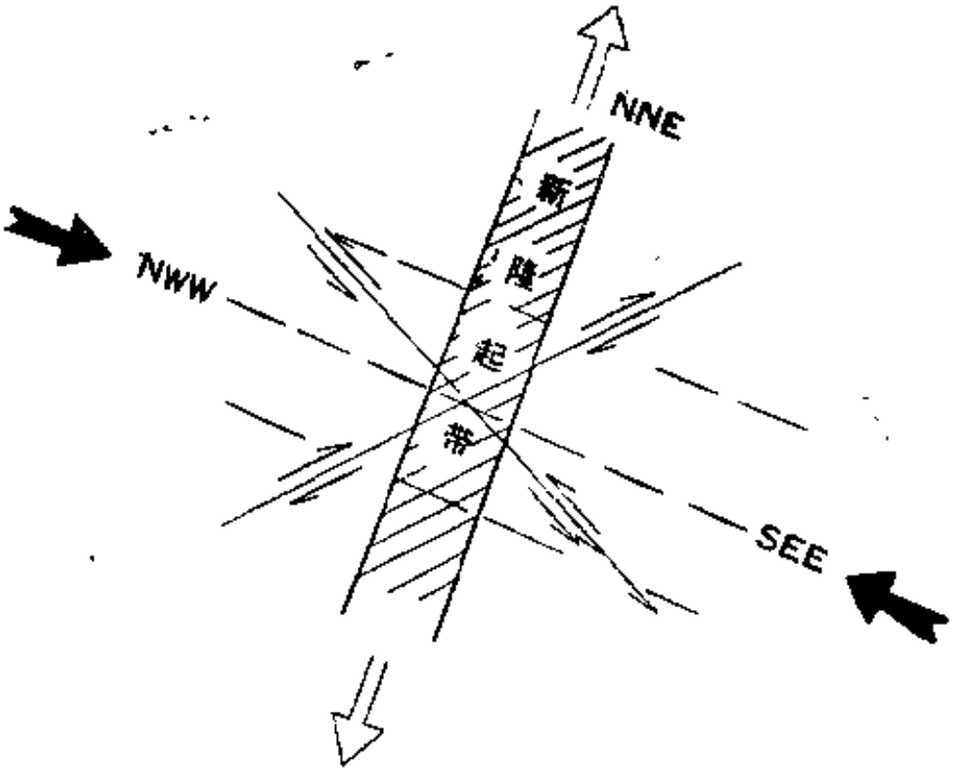


图4　NNE向新隆起带之应力关系

4．控制主要河流的流向以及湖群的展布方向。本区主要河流如祊河、泗水的流向以及一些湖群的延伸方向多为NWW—SEE向。

5．决定河流迁徙的方向。在一些盆地中，古河道的位置多偏于现代河床的NE侧，显示晚更新世以来，受NWW向断裂差

异性升降的影响，这些盆地中的河流之河床是逐渐由北向南摆动迁移的。

NE向断裂

规模较NWW向断裂小，多为具有压扭性质的断裂。其形成时代较早，常为NWW向断裂切割和错动，但亦有明显的近期活动的迹象，对本区地貌，特别是次一级地貌的发育和形成具有很大的影响。其表现主要有下述几方面：

1．控制了一系列小盆地和一些山间大沟谷的形成和发展。这些NE向的山间盆地和沟谷切割了NWW向的长条状山地，造成本区地貌具有NWW向成条，NE向成块的特点。

2．控制支流的流向。本区主要河流如祊河、泗水等为NWW—SEE向。但受NE向断裂的影响，其支流多呈NE—SW向，因此构成主支流近乎直交的网格状水系。

3．控制曲流的方向。本区NWW—SEE流向的河流，因受NE向断裂的影响，往往沿NE方向突然弯曲，形成曲流，故在总体上呈现为有规律的蜿蜒曲折之状（图5）。

4．控制泉水出露点的分布。本区许多泉水露头点多分布于NE向断裂线上。往往可见在一条断裂线上有数个泉水点。

四、结　论

通过上述分析研究，对本区地貌特征及其发展过程，可以获得下述几点明确的结论：

1．本区山丘盆地为主的地貌景观是晚新生代以来，以断裂和断块活动为主的内力地质作用的产物。

2．本区地貌在平面上分布具有NWW向成条，NE向（或NNE）向成块的特点。这种特殊的地貌格局，是受区内网格状的断裂结构所控制的。

3．在整个新生代期间，本区属于大面积间歇性抬升地区。

因此形成了三个分级套生的地貌面（即两级夷平面和一级河谷阶地平原面）。反映了本区新生代以来经历过三次抬升时期以及介乎其间的两次较长的、相对稳定的剥蚀夷平时期。说明了本区新构造运动和地貌发展具有多期性和震荡性的特点。

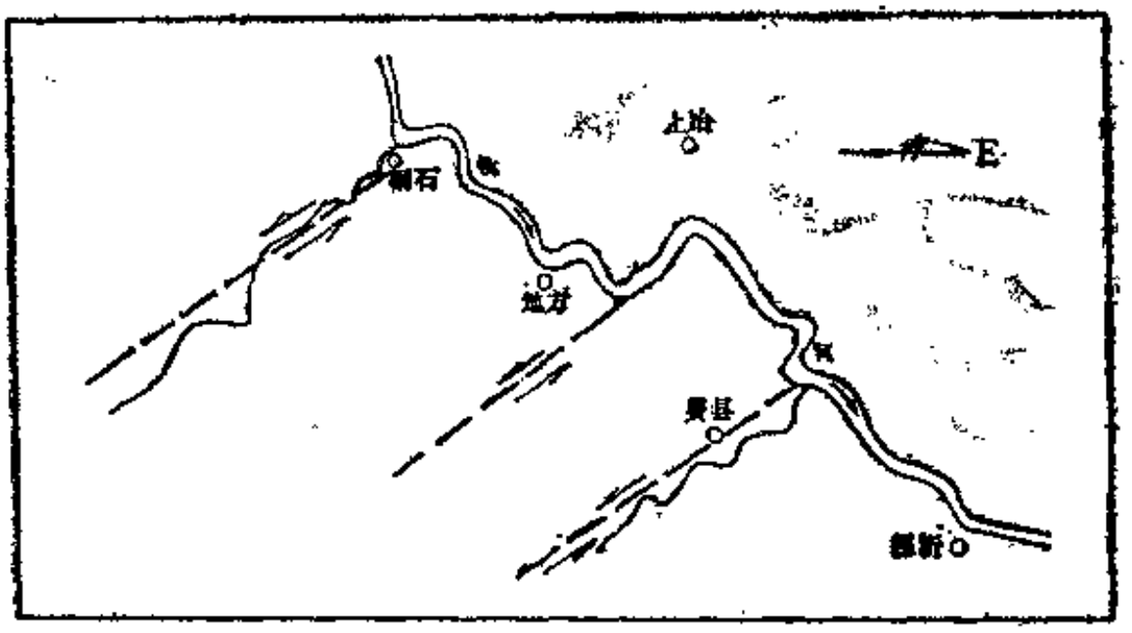


图5　SEE向流动之枋河沿NE方向形成曲流

4．燕山运动以来，本区地貌发展的历史过程可简单地概括为：

（1）燕山运动使本区褶皱或断块隆起，形成山丘，但经长期剥蚀夷平，地貌上已无明显反映，仅存其构造骨架。

（2）喜山运动，形成现代山丘之雏形，后经多次抬升和剥蚀夷平，形成多级夷平面。

（3）晚更新世，新构造运动沿NWW、NE和NNE向断裂进行块断差异升降隆起活动，形成山盆相间，隆起和凹陷交错分布的现代地貌景观。

（4）全新世以来，这些差异性升降活动继续发展：山丘仍在上升；盆地继续下沉。此种过程迄今仍在进行中。

参 考 文 献

〔1〕中国科学院自然区划委员会，中国地貌区划，科学出版社，61—63，1959。

〔2〕黄志强、杨达源，郯庐断裂带中段活动构造与地震关系的研究，地震学刊，17—18，1985。

NEW FAULT ACTIVITY LANDFORM DEVELOPING IN THE CENTRE—SOUTHERN SHANDONG

Abstract

The landform of the research region,Consisted mainly of hills alternating with basins, has been the result of internal agents action such as fault and fault—block activities since the late—cenozoic.

The distribution of hills and basins has the characteristics of being strips in the NWW direction, and lumps in the NE (or NEE) direction. The special landform pattern is controlled by the net—shaped fault structure in the region. The occurrence of multi—graded topographic faces indicates that the neotectonic movement has been characterized by multi—stage oscillation.

本文首次公开发表。

山东中南部低山丘陵区的地貌类型与新构造运动

山东中南部低山丘陵区在地貌区划上属鲁中中、低山丘陵区之南缘部分，由低山、丘陵及其环抱下的规模大小不等的盆地构成为独特的地貌景观。

根据形态及其成因可将本区划分成下述几种主要地貌类型：

1．构造—剥蚀低山丘陵。大面积分布为本区主要地形。山丘的总体走向多为北北西或北北东，以单面山为主，多呈平顶状，标高多在200—450米之间。其高度由北向南阶梯式降低，亦有自外围向盆地内部缓倾之趋势。

2．剥蚀—堆积倾斜平台。分布于低山丘陵外围，呈环带状，有的地段基岩裸露，有的地段则为残坡积或洪坡积物所覆。

3．剥蚀残丘。零星散布、孤立突兀于山麓倾斜平台之上。

4．剥蚀夷平低缓丘岗和垄岗。零星或断续散布于盆地中部之洪坡积平原之上。其上偶见基岩出露，大部为残坡积物所覆。堆积物厚度多在2米以下。

5．堆积平原。主要分布于盆地之中心，上部由洪坡积之亚粘土、亚砂土组成，下部有洪冲积砂砾层。根据大量钻孔揭露，堆积物厚度平均为5—10米，最厚可达30余米。

6．冲积河漫滩、阶地。在盆地之主要水系及其支流两侧断续展布。阶地不甚发育，由亚粘土或亚砂土构成，下部有砂砾层；河漫滩则较宽广，在河流弯曲处尤为发育。

本区新断裂活动的主要特点首先表现为全区范围内的南北之间以及山丘与盆地之间的差异升降运动，这种差异性升降运动不

仅造成了地形由北而南阶梯状逐级降低之总趋势，而且沿断裂山丘普遍上升，而盆地相对下沉；其次表现为多期性和间歇性、因而形成本区多期、多层和多种地貌形态。

据以上分析，本区地貌特征大致可以归纳为下述几个方面：

1．本区存在两级夷平面，高级夷平面由一系列平缓的山顶面以及一些较高山峰的山头下部平缓而宽阔的山肩组成，低级夷平面则由山麓平台以及盆地中的丘岗、垄岗组成，这两级夷平面分别属于鲁中地区普遍发育的鲁中期和临成期夷平面的一部分。

2．盆地多沿断裂分布。因而往往可见断裂一侧为低山丘陵，大面积基岩裸露，而另一侧则为波状平原，第四系发育。

3．本区盆地内部未发现早、中更新世沉积，盆地的形成时代当在中更新世以后。

4．从一些盆地所揭露的古河道位置多偏于现代河流之北侧这点来看，晚更新世晚期以来本区新构造运动的特点是各断块向南掀斜。

5．盆地中现代河岸弯曲频繁，河漫滩比较发育，表明近期处于相对宁静的阶段。

在本区北起泗水—平邑盆地南侧，南迄陶枣盆地北缘的广大低山丘陵上，由寒武—奥陶纪灰岩构成的溶沟、溶槽中，发现了大量含金刚石砾岩点。显然这些含金刚石砾岩的形成与地貌的发育以及新构造运动的活动规律有着极为密切的关系。因此对本区地貌和新构造运动的研究，不仅有理论意义，同时对寻找金刚石原生矿亦有相当重要的价值。

本文载《中国第四纪自然环境学术讨论会论文摘要汇编》，137～138，1984年。

徐州市地理概貌

徐州市位于江苏省的西北部，地处东经116°22′——118°40′，北纬33°43′——34°58′之间，东西长约210公里，南北宽约140公里，总面积11232平方公里，为苏、鲁、豫、皖四省交界与接壤地带，“东襟淮海，西接中原，南屏江淮，北扼齐鲁”，被山带河，形势险要。境内平原广袤，山丘罗列，故黄河斜穿东西，中运河纵贯南北。加之气侯温和，雨量充沛，生态环境兼有南北之长，适应范围广泛，自然地理条件优越。

一、地　貌

徐州市地形由平原和山丘岗地两部分组成。平原约占全市面积的90％，属黄淮平原的一部分，地势低平，海拔高度在20—50米之间，大致由西北向东南降低，是由黄河，淮河及其支流长期合力冲积所成。丘陵岗地约占10％，为鲁中南低山丘陵向南延续部分，海拔高度大都在100—300米之间，这些山丘多属顶平坡缓的侵蚀残丘。根据地貌成因和区域特征，全市地貌自西向东大致可划分为丰、沛黄泛冲积平原，铜、邳、睢低丘剥蚀平原和沂、沭河洪、冲积平原三个地貌区。

1．丰、沛黄泛冲积平原

位于徐州市的西北部，包括丰、沛两县全境。平原东濒微山湖，北、西、南三面分别与鲁西、皖北平原接壤，唯西南一隅与铜、邳、睢丘陵相邻。在地质构造上属鲁西—淮北凹陷的一部分，是新生代以来受断裂控制而持续徐缓沉降的地区，地质上称

之为丰沛断陷。新构造运动[1]中，丰沛断陷沉降幅度在100—200余米之间。在距今一万多年前的晚更新世末期，丰、沛地区为一大的湖盆洼地，海水曾泛及这一地区。因此，在平原下部沉积地层中，曾发现生活在海水和半咸水中的海相和半海相生物化石。断陷所形成的湖盆洼地，后来被以黄泛泥沙为主的大量沉积物不断地淤填，沉积物的厚度一般都在100米以上，最大可达200多米，从而形成了现今的丰沛平原。

丰、沛平原面积为2783平方公里，为黄泛平原的一个组成部分，地形高亢，平坦。境内除中部有一座仅高72.9米的华山突起于平原外。其它都是一片坦荡的原野。丰、沛平原的海拔高度在30—50米之间，大致由西南向东北缓慢降低，西南边界的高程为47米，东北部微山湖畔高程仅33米，高差达14米。平原的主体为黄河冲积扇所构成，东北部和东部的狭长带状地段为扇缘低洼平原或湖滨平原。平原内部河网稠密，废黄河从境南、京杭运河于东侧之微山湖畔流过，复兴、大沙诸河及徐沛运河纵贯南北，其支流纵横交错，河间田畴沃野，阡陌相连，一望无际。

2．铜、邳、睢低丘、剥蚀平原

位于徐州市的中部，东临沂、沭断裂带，西迄丰、沛平原，南接淮北平原，北连鲁中南低山丘陵，西北濒临微山湖，包括徐州市郊，铜山县的大部以及邳、睢两县的北部。

该区在大地构造上属鲁中断块隆起的南部边缘，大面积出露寒武—奥陶系石灰岩地层，局部尚有震旦系石英砂岩等出露于地表，构成残丘。断陷小盆地中，在地表浅层覆盖下，大量分布着石炭—二迭系含煤层的砂页岩和薄层石灰岩。在漫长的地质历史发展的长河中，地壳升降频繁，历经沧桑之变，至距今一亿年

1) 新构造运动，指地质历史上的晚第三纪(距今2500万年)开始出现，并一直贯穿晚第三纪直到现在所发生的地壳构造运动。

左右的燕山运动时期，褶皱上升成山地。以后，经过长期流水侵蚀和其它外力作用的风化剥蚀，山地大部分被夷平，形成具有薄层沉积物覆盖的剥蚀平原，没有完全剥蚀掉的部分则成为残丘，分布于剥蚀平原之上。在新构造运动中，这里属于差异升降运动的地区：市区和铜山县境内地壳长期缓慢的上升，第四纪沉积物的厚度仅有10—50米；而邳、睢两县境内，早期缓慢上升，近期则徐缓下降，第四纪沉积物则在50—100米之间。

铜、邳、睢低丘、剥蚀平原是鲁中南低山丘陵的延续。在地形结构上呈现出一种丘陵、平原相间的地貌景观。据统计，本区共有大小山头1108个，丘陵总面积达65.3万亩。这些丘陵或孤立残丘大多集中分布于徐州城周围和铜山县境内。徐州城周围岗峦起伏，群丘环抱，东有广山、子房山，南有云龙山、凤凰山，东南有吕梁山，西南有相山，西北和东北分布着九里山、铜山、荆山、龟山等。这些山丘的规模不大，高度较低，标高多在100—200米之间，仅少数山头标高超过200米，贾汪东南的大洞山，标高361米，为全区最高峰。环布于城周的历史名山如九里山、云龙山、子房山等高度亦多不超过200米。

本区以寒武—奥陶系石灰岩为主所构成的低丘，大致多呈北东或北北东走向成群分布，以徐州城区为中心，北面有茅村—利国—黑山—大洞山丘陵群，西南有皇藏峪—汉王山丘陵群，东南有老寨山—东白山丘陵群。群丘之间则为三个宽广的剥蚀平原：城西北为拾屯平原；东为大黄山—邳县平原；东南为潘塘—睢宁平原。黄河故道穿拾屯平原经市区南过潘塘—睢宁平原，故道两侧高漫宽数公里，高5—8米，犹如沙垅蜿蜒绵亘于平原之上。有人将徐州市中部地区的地形概括为“三片平原三片山，废黄斜贯一高滩”是非常形象的。

3．沂、沭河洪、冲积平原

沂、沭河洪、冲积平原，位于徐州市之东部。该区在地质构

造上属于著名的郯庐断裂带的一个组成部分，即沂沭断裂带的南段。是我国东部地壳比较活动的地区之一，在长期的地质发展历史中，构造运动和岩浆活动比较频繁，中生代的燕山运动使该区大面积上升成山地，后经沂、沭河的长期侵蚀和其它外力作用的风化剥蚀，山地大都被夷平。在新生代晚期特别是第四纪时期的新构造运动中，由于地壳的多次间歇性抬升，在其东部形成了马陵山、嶂山等由红色砂岩组成的低缓丘陵，沿沂、沭河两侧形成三级阶地。在这些丘陵和一级阶地平原之间的狭长地带，则形成了波状起伏、高差不大的岭岗地形。

由沂、沭河近期洪、冲积作用所形成的一级阶地平原，广泛分布于邳县的东部和新沂县的西部。平原广袤低平，高程在25

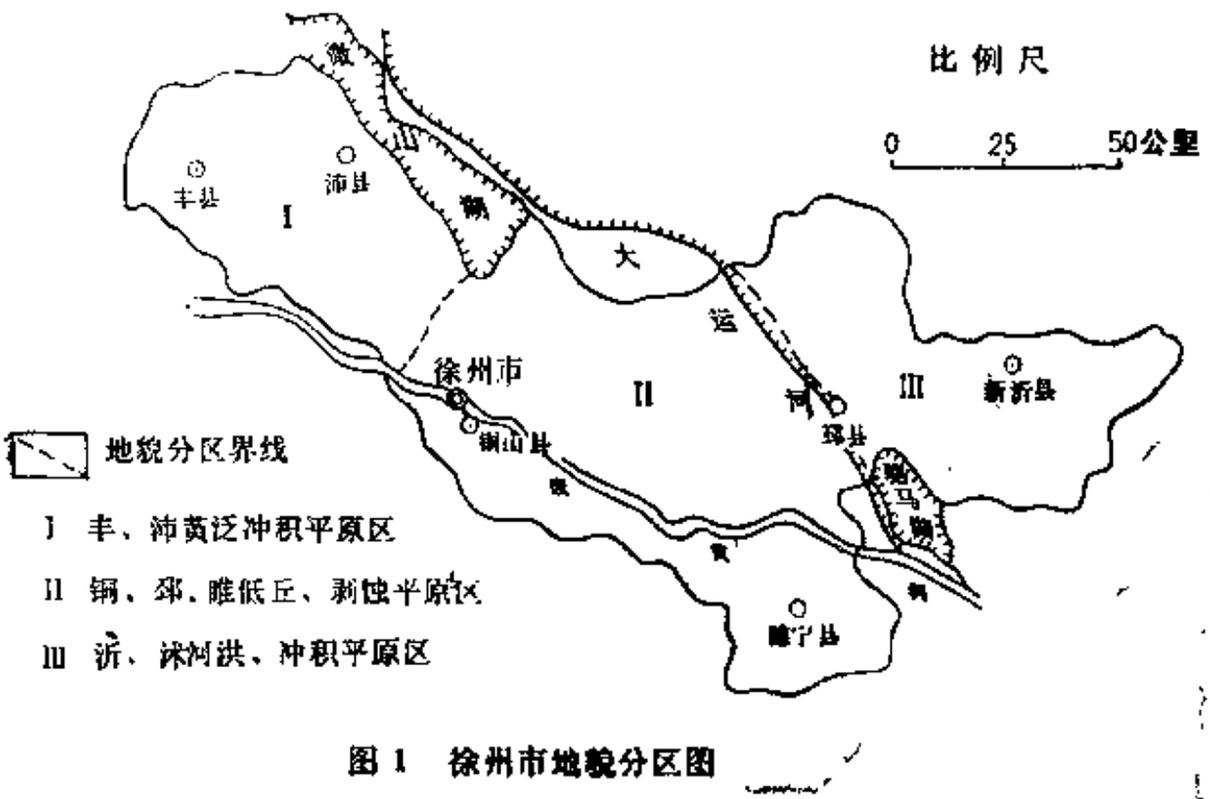


图 1 徐州市地貌分区图

—35米之间，地势大致自西北向东南徐缓倾斜，构成本区平原的主体。在本区南部，即邳县东南和新沂县西南沿骆马湖和运河西岸的沿湖地区为湖洼圩区，地势更加低平，高程仅有21—24米。以马陵山新丘陵为中心的低缓丘陵岗地区分布于新沂县的东部和东南部，地势呈东西向波浪起伏。马陵山、嶂山等低缓丘陵大致呈北东—南西向断续延伸，纵贯全境，高度约在70—100米之间。在其两侧分布着一系列由垄岗或丘岗组成的岗状地形，标高多在40—80米之间，在平面上构成了一种高低起伏，然而高差不大的准平原地形。

二、水　系

徐州市地处古淮河的支流沂、沭、泗诸水的下游。境内河流纵横交错、湖沼、水库星罗棋布，废黄河斜穿东西，京杭大运河纵贯南北。东有沂、沭诸水及骆马湖，西有复兴、大沙等河及微山湖。经过解放后数十年的整治，迄今已初步形成具有防洪、灌溉、航运、水产等多种功能和效益的河、湖、渠、库相连的水网系统，为徐州市的工农业生产的发展和人民生活的提高起了重大作用。

徐州全境古属淮河流域之淮泗水系，自南宋建炎三年（1128年）黄河会泗夺淮以来，淮河以北诸水迂回交侵，洪水散漫自流，水系面貌大变。咸丰五年（1855年）黄河北徙以后，以其故道（即废黄河）为水岭，形成了两个新的水系格局即北部的沂、沭、泗水系和南部的濉、安河水系。

1．沂、沭、泗水系

徐州市废黄河以北地区总属沂、沭、泗水系，该水系经微山湖、中运河、沂河、总沭河和骆马湖承泄山东5万余平方公里的来水。沂、沭、泗水系自西向东又可分为南四湖、中运河、沂河、沭河四个次一级水系。

（1）南四湖水系。源于山东蒙山西麓和湖西平原。徐州市境内南四湖水系多在湖西之丰沛平原，主要有复兴河、姚楼河、大沙河、杨屯河、沿河、鹿口河等。

（2）中运河水系。中运河自邳县黄楼入境，至新沂二湾附近入骆马湖，全长55公里。主要支流左岸有陶沟河、邳苍分洪道、城河、宫湖河，右岸有不牢河、房亭河、民便河等。

（3）沂河水系。沂河源于山东的鲁山，与沭河并行南流，在邳县齐村附近入境，至新沂河草桥段于苗圩附近入骆马湖以上长45.5公里，骆马湖嶂山闸以下位于本区新沂境内长17公里。

（4）沭河水系。沭河源于山东的沂山，至大官庄分为东、南两支，南支为总沭河，于郯城红花埠入境，至新沂口头汇入新沂河，全长47公里。主要支流左岸有黄墩河，右岸有新墨河。

2．濉、安河水系

本区废黄河以南地区总属濉、安河水系。

（1）濉河水系。主要支流有闸河、奎河、运料河、灌沟河等。多源于本区铜山县境，南流入安徽之宿县、灵璧境汇入濉河。

（2）安河水系。主要有龙河、徐洪河、潼河等支流。龙河、徐洪河均源出本区睢宁县境，潼河上源为闸河，由安徽灵璧入睢宁县境。

3．废黄河

废黄河在本市境内，西起丰县二坝，向东南逶迤流经丰县、铜山、徐州市区，至睢宁县东北部的魏集以东出境，河道长191.7公里。废黄河目前行洪能力很低，仅二、三百流量出路，河道两侧的滩地，地势高亢，象一条巨大的“沙龙”斜卧在起伏微缓的平原之上，对本市现今的地貌和地理环境，特别是水系格局的形成起了一个重要的控制和分割作用。

4．主要湖库

本区共有南四湖、骆马湖两座大型水库，中型水库5座，总库容量2.15亿立方米。小型水库84座，总库容1.16亿立方米。

南四湖为南阳、独山、昭阳、微山四湖的总称，原为沿北北西向构造控制的古泗水沿线的一片洼地，黄河南徙会泗夺淮，泗水下游河道淤高，水道阻塞，元末明初在徐州以北的泗水故道以东的洼地潴水成湖。经明、清两代，特别是解放后大规模的治理，已成为苏、鲁两省蓄、泄、灌、排、航综合利用的大型水库湖泊。

骆马湖位于沂河与中运河交汇处，马陵山之西麓，跨本区新沂与淮阴的宿迁两市，其湖盆发育的构造基础是沂沭断裂带活动而形成的断裂凹陷。在唐宋以前，骆马湖区始终只是沂河等沂蒙山区水流的一个行洪通道或季节性潴水的低洼平原。至明代，黄河夺泗，黄、沂诸水漫溢，潴积成湖。后历三百余年，至民国已堙没成陆。1958年随治淮工程的开展，经筑堤建闸，拦蓄沂、运之水又复新生，现已成为面积近300平方公里的一个具有防洪、灌溉、航运、水产等综合效益的大型人工控制湖。

三、气　候

徐州市位居中纬度地区，属暖温带季风气候区。其主要特点是：气候温和，四季分明，光照充足，雨量适中。四季之中，冬、夏季长，春、秋季短。春季天气多变，夏季高温多雨，秋季天高气爽，冬季寒潮频袭。常出现的灾害有：春旱、夏涝、霜冻、干旱风、冻雹等。由于地域东西长，南北短，受海洋影响程度不同，形成气候东西方向上有一定的差异。本区大致可以邳县中运河一线为界，东部属暖温带湿润季风气候区，西部属暖温带半温润季风区。

徐州市光热资源丰富。光照条件优于苏南及里下河地区，全市太阳年辐射总量为119.4千卡／厘米^2，为江苏辐射能量最多的

地区之一，仅次于连云港市。日照时数为2280—2440小时，年平均日照时数为2423.2小时，作物生长期间（≥0℃）的日照时数为2098.4小时，日照百分率为55%。日照时数与日照百分率均高于连云港市之外的全省其它市、区。日照时数的季节分配基本上是夏季最多，冬季最少，地区分配的基本趋势是西部较多，东部较少。本市较强的太阳辐射，充裕的日照条件既利于农作物的光合作用，增强有机物的积累，又可适当提高种植密度，以提高单产。目前本市光能利用率很低，光能的潜力很大。全市年平均气温14℃，1月平均气温—0.7℃，7月平均气温27℃，极端最高气温43.3℃（1928年7月15日），极端最低气温—23.3℃（1969年2月6日），日平均温度≥10℃（即越冬作物的生长开始活跃，多种落叶花木开始吐叶的温度）的活动积温4600℃以上。平均初霜日新沂县最早，为10月26日，市区最晚，为11月3日；平均终霜日期市区最早，为3月29日，沛县最晚，为4月9日。平均无霜期208天，市区最长为218天，沛县最短，为199天。本市热量资源虽不及苏南及苏北一些地区，但仍是黄淮海平原热量资源最丰富的地区，适宜多种作物、桑果，尤其是喜温作物的生长，完全可以保证旱作一年两熟和水田的需要，且有盈余。

本市雨量较为充沛，是黄淮海平原内降雨量最多的地区，全市年平均降水量为800—930毫米，东部多于西部，邳县最多，年降水量926.7毫米，丰县最少，年降水量800.5毫米。最多年降水量是邳县的1365.8毫米，出现于1974年，最少年降水量是丰县的462.8毫米，出现于1966年。日最大降水量是丰县的345.4毫米，出现于1958年6月30日。年平均降水日数81—98天，睢宁最多，97.8天；沛县最少，81.3天。雨季一般开始于6月28日，结束于8月24日，为期58天左右，雨季降水量占年降水量的56%。本市降水量季节分配不均，干湿季明显，春季（3—5月）降水量最

少，干旱多风；夏季（6—8月）降水量高度集中，高温多雨；秋季（9—11月）降水偏少，天高气爽；冬季（12—2月）雨雪稀少，寒冷干旱。

综上所述，本区气候（光、热、水）资源丰富，生产潜力很大，光、热、水配合较好，有利于农作物的生长，气候资源地区差异较大，利于农林牧副渔的综合发展。

本市位处暖温带和北亚热带交接地带，东近黄海，西接华北平原，加之地形起伏变化不大，因此既受东南季风的影响，又受西北季风的控制，产生夏季暖湿，冬季干冷的气候特点。由于季风气象要素的季节分配不均，年际变幅很大，易形成各种气象灾害，常使工农业生产和人民生活受到较大的威胁。本市主要的气象灾害有旱、涝、风、霜冻、冰雹等。

旱灾：以春旱为主，此外尚有初夏旱和秋冬连旱。由于本市降水年际分配严重不均，3—5月间降水量很少，加上春季风速大，蒸发强，所以约有一半的年份发生不同程度的春旱。据近40年的统计，较大旱灾，全市每6年发生1次，西部频率最高，丰县为五年1遇。本市春旱不仅出现的机率多而且周期长，最长连续无降水日数达50—70天。初夏旱出现于5月下旬至6月中旬，对夏稻的栽插影响很大。秋冬连旱，影响小麦的播种和引起小麦的干冻。

涝灾：夏秋雨量高度集中，短时间的降水即可形成涝灾。本市夏涝多急发性，时段短，危害重，平均四年一遇，多发生在7—8月间，降水量在700毫米以上，有的超过1000毫米，常造成严重损失。但夏涝具有局部性，以东部沂、沭河流域的新沂县、邳县境内发生次数最多。新沂县不同程度的夏涝为5年3遇。

风灾：主要为干旱风，俗称“火风”，一般发生在5月下旬至6月中旬，其特点是温度高、湿度小、蒸发量大、偏西风，风

速在3米／秒以上，可使正在灌浆成熟的麦子迅速失水，造成减产，是危害本市小麦的重要农业气象灾害。

霜冻：是在温暖季节里，由于受冷气流影响，气温急剧下降而形成的气象灾害，主要发生在每年4月和10月中下旬。4月春霜冻，主要影响小麦和油菜的生长，10月秋霜冻主要影响棉花的产量和质量。本市受霜冻影响较大的地区多分布在运河以东的湖荡和西部丰、沛湖洼地带。

冰雹：常发生在气候急剧变化的春夏之交或秋末，6月份最多，9月份少遇，但较重。全市每年出现冰雹灾害平均为1.59次，东部较西部出现的机率大。冰雹灾害具有时间短、来势猛、强度大、常伴有狂风暴雨等特点，不仅对农作物危害极大，而且可以造成人、畜伤亡，树木毁坏，房屋倒塌等严重损失。

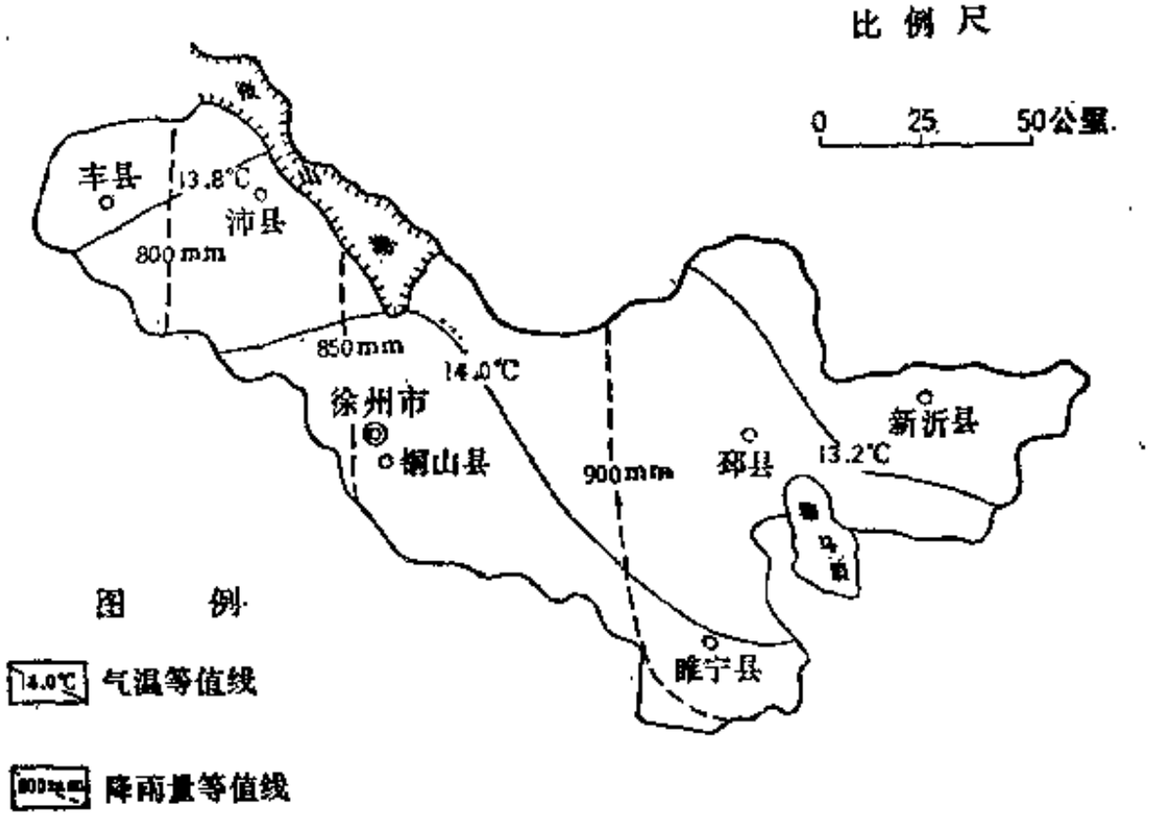


图2 徐州市年平均气温降雨量分布图

四、土　壤

徐州市土壤，根据成土条件、过程、土体结构和性质的差异，可分为棕土、褐土、紫色土、潮土、砂姜黑土、水稻土六大土类，其中棕土、褐土属于地带性土壤，其余均为非地带性土壤。

棕壤土类。主要分布在邳县中运河一线以东，邳县北部和新沂县境内的剥蚀丘陵、岗地上，面积50.8万亩，其中耕地1.3万亩，为暖温带湿润气候和落叶阔叶植被环境下的地带性土壤，母质由酸性片麻岩，花岗岩和石英砂岩等残坡积物构成。这些岩石的风化剥蚀物质在暖温带湿润气候条件和落叶阔叶林的作用下，矿物质风化和有机物分解强烈，淋溶作用显著，土壤剖面为无石灰性至微酸性反应，发生层次不明显，除表土为富含有机物质的暗灰色棕色壤质土外，其底土大都为棕色粘重土壤。棕壤土类根据所处地形部位及其成土条件的不同，又可分为粗骨棕壤、棕壤、潮棕壤三个亚类。

粗骨棕壤。分布于丘岗的中上部，土层浅薄，大多无心土，含较多砾石、岩块和砂。因水土流失严重，土壤磷、钾缺乏，肥力很低，属低产土壤。

棕壤。分布于丘岗的缓坡地带，成土母质以洪坡积物为主，土体上砂下粘，表土较浅，下层粘重不透水，为一障碍层，湿时包浆滞水，干时板结，缺少养分，亦属低产土壤。

潮棕壤。分布于剥蚀岗地下部的倾斜平原地带，成土母质以洪积、坡积物为主，土层深厚，经潮土成土过程，水肥条件较好，是丘陵岗地区肥力较高的一类土壤。

褐土类。主要分布在市区、铜山县、睢宁县北部及邳县西北丘陵地带的残丘、黄土性岗地及山前平原上，面积116.2万亩，其中耕地占70.2万亩，为温暖带半湿润和落叶阔叶林环境下的地带性土壤。其气候特点，比棕壤区略为干旱，自然植被也比较稀

疏，成土母质主要是石灰岩、页岩风化残积、坡积物，剖面层段分异明显，有一定淋溶和粘化过程，土壤盐基高度饱和呈中性至碱性反映，有时土体中还存在有少量的碳酸钙，有机质含量略高于棕壤。根据微地貌、水文条件及土壤形成和发育的差异，褐土类可分为淋溶褐土、潮褐土二个亚类。

淋溶褐土。分布于残丘和黄土性岗地的顶部及坡地上，其顶部及中上部有机质含量较高，但土层薄，含砾石、石块较多，下部及坡麓地带淋溶作用较强，土质较粘，土层底部结构紧密，并含较多的砂姜和铁锰结核。

潮褐土。分布于残丘和黄土性岗地的坡麓及山前倾斜平原上，因分布位置低，水分及养分均较高，但部分土质粘重，易产生包浆滞水现象。

紫色土类。主要分布于东部新沂县的马陵山低丘岗岭区，中部铜山县东北和西南的残丘地带亦有小面积分布，面积6.4万亩，其中耕地面积3.6万亩。紫色土是一种非地带性的岩性土，母质为紫色砂砾岩、砂页岩风化残、坡积物。由于分布位置略高，易受侵蚀，土层上部成土物质不断更新，土壤发育常处于幼年阶段，土层厚薄不一，上下层次无明显差异，土壤肥力较低，一般表层有机质含量仅0.6～0.8%。

潮土类。为本区冲积平原的主要土类，广泛分布于市区和六县平原地区河流两岸的河漫滩地带，土壤面积974.8万亩，占全市土壤面积的79.51%，其中耕地面积834.4万亩。潮土是河流冲积母质受地下水升降活动和耕种熟化影响而形成的一种土类。潮土类地区，土层深厚，土壤肥沃，水源充足，土地利用率高。根据母质来源，石灰含量，盐渍化程度和耕作利用的差异，潮土类土壤可分为黄潮土、棕潮土、盐潮土三个亚类。

黄潮土。为潮土类中面积最大的一种亚类，广泛分布于本市丰县、沛县、市区、铜山县以及睢宁县、邳县境内的黄河故道及

运河之两侧。成土母质是古黄河和运河漫溢沉积下来的泥砂堆积物，土壤呈微碱性至碱性反应。根据其分布的微地貌部位及土壤质地的不同，又可进一步分为飞泡沙土、沙土、两合土、淤土等。

棕潮土。为潮土类中未受黄泛影响的部分，主要分布于邳县、新沂县的沂、沭河流域洪积、冲积平原上，土壤近中性，一般无石灰反应，养分较高，为高产土壤之一。根据表层质地不同，分黄沙土、黄土、老黄土等。

盐碱土。潮土类土壤分布区中受盐渍化影响，其表层盐分含量大于0.1%的部分称为盐潮土，包括盐渍化黄潮土、盐渍化棕潮土。由于盐分大，土壤溶液浓度和渗透压也大，农作物难以吸收水分和养料、危害生长，为本区低产土壤之一。

砂姜黑土类。主要分布于铜山县东北，邳县北部及新沂东部的丘岗间和山前洼地中，土壤面积84万亩，其中耕地81.1万亩，是黄土性古河流相沉积物，在沼泽草甸成土的基础上，经长期耕种，脱潜熟化而形成的一种土类。土壤颜色呈灰色—褐黑色，土质粘重，土体中含有大小不一的砂姜，PH值7.2—8.3，生物积累作用强，养分含量高，有机质含量在1.03—1.61‰之间，但土性冷，作物不易发棵，土层下部的淀积砂姜层，妨碍深耕和作物根系的生长和发展，因此也属低产土壤。

水稻土类。主要分布于市区、铜山县、邳县和新沂县的低洼平原区，土壤面积5.9万亩，其中耕地5.8万亩，是其他土类在水旱交替耕作的情况下，经长期氧化还原作用，使原来的理化和生物特性发生改变而形成的一种土壤，其母质多为低洼地区的潮土和砂姜黑土。由于水旱轮作，氧化还原和淋溶、淀积作用周期性的交替进行，加上各种农耕措施的作用，原有土壤性质发生明显的变化，养分显著增加，为本区的高产土壤之一。

此外，在本市一些湖荡洼地中还有少量的沼泽土类。

五、矿　产

徐州市地层发育齐全，地质构造复杂，岩浆活动频繁，地质历史时期环境多变，为不同类型矿产的形成和储存，提世了良好的条件。现已查明和开采的矿产资源有铁、铜、煤、石灰石、大理石、钾、磷、石膏、粘土等，此外金刚石及其伴生矿物亦多处有所发现。

铁矿。本区铁矿主要属接触交代型内生铁矿。矿体存在于燕山期以闪长斑岩为主的火成岩侵入于古生界石灰岩的接触带上。分布于铜山县、沛县、邳县、新沂县境内，其中以铜山县北部的利国铁矿最负盛名。据考，早在汉、唐时代就已开采，一直延续至今，解放后经勘探，附近不断有新的矿体发现。利国铁矿，不仅开采历史悠久，而且矿体规模大，目前保有储量3000万吨，矿石品位高，多为含量大于50%的富铁矿，矿石类型以磁铁矿、赤铁矿为主，部分矿体伴有一定数量的黄铜矿以及金、银等贵金属，可供综合开采利用。此外在铜山等县境内的奥陶系石灰岩残丘剥蚀面上还储存有风化残积型赤铁矿、磁铁矿，其分布零星，多为鸡窠式，规模不大，但品位较高。

铜矿。除利国铁矿的矿石中含有一定数量的铜可供综合开采利用外，在铜山县西南的班井附近的闪长斑岩与石灰岩的接触带上也有小型的铜矿，矿石类型为斑铜矿、孔雀石、黄铜矿。

煤矿。徐州市煤炭资源丰富，煤田遍布，以市区为中心，包括附近铜山县、丰县、沛县形成一个百里大煤田。煤田是在地质历史时期中，距今3—2亿年间的石炭—二迭纪时，潮湿气候，植物繁茂条件下的盆地中沉积形成的，具有储量大、层次多、煤层厚、质量好、分布稳定而有规律等优点。现已查明，地质储量在38亿吨以上，有27层，可开采和局部开采的有17层，煤层平均总厚度11.53米。徐州煤田开采历史悠久，开采规模日益

扩大，仅徐州市区周围和铜山县境内的贾汪、大黄山、拾屯、新河等地，现有大矿井18对，年产量超过1000万吨，另外还有30对小矿井，为地、县开采。随着社会主义建设的需要，通过地质勘探，新煤田的不断发现和煤田建设规模的日益扩大，徐州市已成为江苏和华东地区的主要能源基地之一。

石灰石和白云石。石灰石既是冶金工业的熔剂，又是重要的建筑材料，为烧制石灰和水泥的主要原料。徐州市石灰岩广泛分布于市区周围和铜山县、邳县和睢宁境内低丘陵的震旦至石炭系浅海相沉积地层中，其中以寒武系张夏组和奥陶系马家沟组石灰岩，厚度最大，质量最佳，数量亦十分可观，储量可达1050亿吨。铜山县汴塘西芦山出产的迭层石石灰岩，具有多种色彩的叠层构造，打磨后可作装饰、建筑材料。

白云石为一种含镁较多的浅海相碳酸钙沉积，是冶金工业的熔剂和耐火材料，主要产出于市区周围铜山县境内的震旦系地层分布区。

大理石。大理石是石灰岩经变质作用重新结晶生长的一种岩石，其主要成分为碳酸钙（$CaCO_3$），与石灰石完全相同。含有其他矿物杂质的石灰岩经变质作用形成大理岩时，往往出现各种颜色的纹理，磨光后可作为工艺装饰品和高级建筑材料。徐州市的大理岩分布于市区周围、铜山县的燕山期闪长斑岩与石灰岩接触的蚀变带附近，其中邳县燕子埠所产的大理石，质地细腻，大都伴有蛇纹化石，色彩鲜艳。

钾矿。赋存于丰县华山石炭—二迭系砂页岩中，这一含钾地层岩层厚、品位高、储量大，含钾矿物成分钾长石含量可达11%，可用来制备钾肥。此外在新沂踢球山、黑埠、阿湖等地的岩浆侵入的正长岩类岩体中的钾长石不仅是制造钾肥的重要原料，同时也是制造电瓷和各种玻璃的原料。

磷矿。零星分布于铜山县、睢宁县低丘的寒武—奥陶系灰

岩的岩溶裂隙中，属洞穴淋滤沉积型磷矿。铜山县磨石坑发现的磷矿即属于这一类型，这种类型的磷矿，分布零星，规模较小，但含磷丰富，经过简单处理即可直接用于农业。

粘土矿。在徐州附近及铜山等县的石炭系、二迭系地层中除砂页岩和煤层外，还夹有若干层杂色或灰黄色原生沉积的粘土岩或粘土页岩。这些粘土岩和粘土质页岩为本市粘土矿的主要含矿层。

石膏。石膏矿储存于邳县四户乡，第三系上部红色砂岩、细砂岩的夹层中，为干燥盆地中的湖沼沉积。石膏用途广泛，在工业上可作为制造水泥的缓凝剂，建筑材料，造纸和油漆的填充料，农业上可用石膏粉改良碱性土壤。

金刚石。新沂县和铜山县、贾汪等地均有发现。新沂县境内的金刚石，赋存于沿沂沭断裂发育的古沂、沭河冲积砂砾层中与砾石、卵石、砂伴生，组成金刚石的含矿层位，现多位于沭河东岸的唐店、城岗、小湖、马陵山等乡境内的岗岭上。迄今所发现的含金刚石砂砾层，含矿率均很低，无开采价值，但可为寻找金刚石原生矿提供可靠线索。近年来在市郊贾汪区及铜山县境内亦发现有零星金刚石及其伴生矿物出土。

本文摘要载《今日徐州》，三联出版社，待刊，1991年。

[General Information]
书名=鲁南苏北第四纪环境与环境变迁论集
作者=
页数=169
SS号=0
出版日期=

封面
书名页
版权页
前言页
目录页
前言
鲁南沿海地貌与新构造运动
鲁南沿海第四纪地层与环境变迁
鲁南沿海海岸砾石层的特征及其形成环境
苏北赣榆堆积平原历史时期自然地理环境的变迁
苏北赣榆东南沿海平原的成陆过程
全新世海州湾岸线的变迁
江苏北部海岸与湖泊的演变
苏北东部沿海平原区湖泊的演变
郯庐断裂带中段活动构造与地震关系的研究
苏北低山丘陵区的地貌特征与地貌分区
山东祊河南侧地貌特征与新生代砾岩
羊庄盆地地貌特征及含金刚石砾岩形成时代的探讨
鲁中南低山丘陵区晚新生代岩溶裂隙型砾岩的研究
鲁中南地区新断裂活动与山丘地貌的发育和形成
山东中南部低山丘陵区的地貌类型及新构造运动
徐州市地理概貌
附录页