

中国地质勘查技术院 主办

勘查地球物理 勘查地球化学文集

第 13 集

连云港市城市物探专辑

陈昌礼 主编

地质出版社

中国地质勘查技术院 主办

勘 查 地 球 物 理
勘 查 地 球 化 学 文 集

第 13 集

连云港市城市物探专辑

陈昌礼 主编

地 质 出 版 社

(京)新登字085号

第三届地质矿产部物探化探成果编委会

顾问: 邹光华、孙文珂、孙焕振

主任委员: 刘士毅

副主任委员: 方迎尧、伍宗华

委员: (按姓氏笔划排列)

王守坦、王毓芳、牛一雄、方松耕、方迎尧、
申宁华、史保连、伍宗华、刘士毅、孙星和、
牟绪赞、吴海成、张 雍、张文斌、张世洪、
陈玉玺、周庆来、周国藩、罗延钟、唐大荣、
唐文榜、高仁载、崔霖沛、曹洛华、黄智辉、
蒋邦远、曾朝铭、雷振英、管志宁、籍同冰

编辑部主任: 徐 才

编辑: 曹国芝、方松耕

绘图: 任 瑞

编 务: 曾文真

中国地质勘查技术院 主办
勘查地球物理勘查地球化学文集

第13集

连云港市城市物探专辑

陈昌礼 主编

*
责任编辑: 曹国芝 官毓兰

地质出版社 出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 16 字数: 377000

1992年2月北京第一版·1992年2月北京第一次印刷

印数: 1—700 册 国内定价: 10.60元

ISBN 7-116-00931-0/P·794

绪 言

1984年4月, 国务院决定开放沿海14个港口城市。地矿部随即于同年4月下旬召开了沿海城市地质工作座谈会。5月, 物化探局召开了沿海城市物探、遥感技术工作座谈会。会议明确了城市遥感和物探工作成果的时效性, 要超前工作, 为城市规划、设计和建设及时提供资料。1985年物化探局组织并开展了连云港城市综合遥感和物探的试点工作。

一、试点工作的目的与任务

(一) 选择一个城市进行综合遥感和物探试点的目的是:

1. 为一个具有代表性的沿海港口城市及时提供规划、设计和建设勘察资料。
2. 提供一个城市综合遥感和物探工作的最佳工作方案的典型材料。
3. 用一个城市的比较集中运行的综合遥感和物探工作经验, 指导沿海及内地各城市综合遥感、物探工作。
4. 为编写1:5万城市综合遥感和物探工作规范提供实际经验。

(二) 选择连云港市作为试点城市有以下因素:

1. 连云港市是14个沿海开放城市之一。
2. 连云港市地处中国南北气候带交界处, 它同时具有南方港口城市存在的复杂工程地质, 特别是软土地基问题, 又具有北方城市淡水资源缺乏问题。这个城市的地质问题具有综合的代表性。
3. 连云港市在沿海14个港口城市当中, 经济建设较差。
4. 连云港市属于中小城市, 城市面积不大, 可以投入较少工作量即可及时获得研究成果, 提供建设规划之用, 又能及时总结经验供其它沿海港口城市工作参考。

(三) 1985年的综合遥感、物探工作布署了以下具体项目

1. 1:10万比例尺的航空磁测, 多频航空电磁测量和四道航空放射性测量(包括U、Th、K和Tc), 面积1万km², 覆盖连云港市三区和三县范围。测线方向为NE和NW, 线距为1km的网格。
2. 比例尺为1:1万彩色航空遥感摄影, 面积1000km², 局部地区比例尺为1:8000。
3. 比例尺为1:5万的地面电磁测深面积测量。从墟沟一新甫—海洲一线防泛平原区, 测区包括连云港市三个区, 面积约500km², 分两年完成工作。
4. 比例尺为1:1万电测深小面积测量, 辅以浅层地震剖面测量, 对本市经济开发区新址、淮海大学新址和七省外贸仓库区等三个建设项目, 进行工程地质初勘试点。
5. 在市经济开发区新址进行了半年的微震台网监测; 并为地震小区划进行了悬浮式声波(PS)测井工作和小区场地地振动反应谱计算。
6. 由江苏省物探队完成的连云港海域浅层剖面测量(即水声探测技术), 包括港外长剖面 and 港内小面积测量。

7. 除当年工作外, 本文集还收集了第一综合物探队以往进行的东海县地热和花果山矿泉水遥感、物探的电法测量和化探的水化学分析资料。

二、主要成果

区域性航空综合地球物理测量和航空彩色遥感摄影以及地面物探工作, 为连云港市规划、设计和建设提供了前期和及时的基础资料, 并及时地向使用部门和单位提供服务, 取得了显著的社会经济效益。现将这项试点工作的主要成果扼要叙述如下:

1. 为拟议中的欧亚大陆桥东方港口提供了综合性的论证资料。这项试点工作的总体部署和取得的综合性成果, 从地震地质构造稳定性城市规划布局、工程建设和经济开发区选址、淡水资源、地热矿泉水和旅游资源及港口地质条件等方面, 综合论证了连云港作为欧亚大陆桥东方港口的优越性、可行性、局限性、存在问题以及某些方面的建议。在1987年9月联合国亚洲太平洋经济社会理事会召开的亚太地区沿海城市地质及专家讨论会上, 陈昌礼同志指出连云港市纬度与日本东京相当, 海运距离最短, 火车载运太平洋各国货物, 从连云港出发经陇海线 and 新疆入苏联及东欧、西欧而达到荷兰阿姆斯特丹港, 构成沟通相距遥远的太平洋和大西洋的欧亚大陆桥。预测货物的运输, 在成本方面为空运的十分之一, 而速度将比经印度洋和苏伊士运河运输的速度快10倍。这项建议使对亚太城市会议资助的荷兰代表很感兴趣。

2. 连云港市地质构造稳定性评价和经济开发区地震小区划。在综合前人大量工作和本次新资料基础上, 采用国际上先进理论、方法和软件, 对300km范围内区域地震地质构造背景、连云港市三区的各建设点场地和经济开发区进行了三个层次的评价、区划、预测以及建议。这项成果为连云港市总体规划、经济开发区提供了防震基础资料, 为城市建设合理化规划和在安全与成本的统一性上提供依据。这项工作在全国各城市所进行的类似工作中是较早的。这项成果在联合国亚太经社会召开的城市地质工作会议上获得高度评价。论文的英文本发表在 *Urban Geology of Coastal Lowlands Atlas of Urban Geology Volume 3 by United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*(1988)。

3. 根据城市洪积层分布的有利工程地质条件和有限的地下淡水资源分布(到目前水资源主要靠蔷薇河, 考虑到它正在遭受污染, 并将日益严重), 提出因地制宜地发展串珠状具有田园风格的城市规划格局的方案建议。各建议居民点、工业区、经济开发区、旅游点应以高速公路相连接, 以符合欧亚大陆桥东方港口的要求。

4. 根据30年来不同时期航片对比, 勾画出城市在30多年中的发展动态。这项成果一方面记录了30多年来城市建设成绩, 同时又从另一面说明了30年来城市附近可耕地在迅速减少。我国人口剧增和可耕地特别是城市附近肥沃可耕地减少已成为我国经济发展的重大问题。连云港建设规模还不算大, 城市建设的发展和可耕地的减少, 将提醒市规划决策部门, 制定一项人口与土地的合理比例、极限值, 甚至何时应提出黄牌警告的界限。

5. 连云港市原经济开发区曾报国家有关部门批准, 经过1:5万电测深面积测量表明, 原经济开发区恰位于淤泥层很厚的地区, 将这项成果及时提供规划部门和开发区管理部门, 为开发区改变选址提供了及时的重要的决策资料, 并进行新址工程初勘。这项决策改变,

仅减少因淤泥区必须的地下基础工程，即为国家节省投资达亿元。而另一项建设因不理解物探成果的作用，花费了近20万元进行传统初勘后仍得到同样的结论，即必须改址。以上正反两个例证深受市主管领导重视。

6. 据遥感和海洋声波浅层剖面图像研究的连云港市沿岸冲淤规律，以及西大堤建设后的港池可能加速淤积，提出大桥建设以“防浪不挡潮”为原则的建议。有关论文经水电、交通和中科院有关专家评议和讨论后发表在1989年水电部“泥沙研究”季刊第2期上。该论文已被亚太经社会区域遥感署（RRSP/ESCAP）吸收，将发表在其会刊“*Asian-Pacific Remote Sensing Journal*”上。该论文中的基础资料、分析预测和建议将会在下世纪建设欧亚大陆桥的东方港口新工程中发挥作用。

7. 试点成果的借鉴意义。在连云港市综合遥感物探工作试点的同时，物化探局及各省（区）地矿局均不同程度地开展了城市物化探和遥感工作。但是，连云港试点工作包括远场（区域）、近场（市区）和点（项目）三层次，包括航空、地面和海洋物探及遥感工作，因而提供了较全面的资料和系统经验，这在一定程度上促进了全国城市物探和遥感工作的发展，并提供了可借鉴的经验。

1985—1986年在连云港市进行的综合遥感和物探试点工作取得的资料是十分丰富的，而应用和开发还只是初步的，今后还必须进行深入的和二次开发应用。本集仅开发和收集了地质课题方面的开发应用，而非地质的更广阔的领域尚未应用，例如水利、农林、交通、渔盐业开发等方面因而还存在很大的潜在价值。

目 录

1. 彩色航片在连云港市经济开发区地貌调查中的应用.....	黄家柱 (1)
2. 连云港地区遥感地貌研究.....	许小慧 (6)
3. 多时相航片在连云港城市扩展调查中的应用.....	蔡则建 (14)
4. 连云港地区水系演变遥感解译及其应用研究.....	陈乐平 (19)
5. 遥感技术在环境工程地质调查中的应用——以连云港地区为例	严 刚 (30)
6. 连云港市区域地球物理和区域地质构造与地震活动的关系.....	朱百成 (43)
7. 连云港市中云经济开发区地震危险性分析和地震小区划.....	朱百成 (59)
8. 连云港地区构造特征和区域稳定性评价.....	姚正煦 (83)
9. 地震危险性分析及市区地震影响小区划.....	陈昌礼 (99)
10. 从TM图象看连云港市应注意的工程地质问题	蔡则建 (106)
11. 应用电测深资料研究连云港市平原区工程地质特征.....	张瑞安 (113)
12. 划分工程地质层的精度及求取各分层土体的容限承载力的方法	张瑞安 (122)
13. 强干扰下地噪声观测处理技术研究及其应用效果.....	刘冠军 王 翊 朱百成 (129)
14. 地震效应与场地土分类.....	王 翊 刘冠军 朱百成 (135)
15. 连云港市经济技术开发区、仓储区、淮海大学校址工程物探初勘成果	张瑞安 (143)
16. 遥感技术在地下水资源调查中的应用——以连云港地区为例	贺大印 严刚 (152)
17. 连云港市第四系咸淡水的电性特征及区分.....	张瑞安 (161)
18. 云台和锦屏山基岩裂隙水特征及其开发潜力.....	陈昌礼 (171)
19. 从航空电磁法和 γ 能谱测量结果讨论连云港地区浅层地下水分布	姚正煦 (179)
20. 根据遥感、物探和化探成果研究花果山矿泉水.....	方家良 (197)
21. 根据遥感、物探和化探成果研究东海温泉.....	方家良 (210)
22. 连云港海域浅地层剖面测量成果剖析.....	高纪南 (231)
23. 根据MSS图象分析连云港沿岸冲淤特征.....	陈昌礼 (241)

彩色航片在连云港市经济开发区 地貌调查中的应用

黄 家 柱

(江苏省地质矿产局 遥感站)

根据连云港市经济开发区规划建设的需要,我们应用1:1万自然彩色航空象片,对连云港市中云台—港区进行了大比例尺的地貌调查和制图。本文在概略介绍该区地貌的基础上,论述彩色航片在地貌调查中的作用,并对地貌制图如何为城市规划建设服务进行了初步的探讨。

一、工作区地貌概况

调查范围大致西起新县,东至羊山岛,北起西墅,南至烧香河口,总面积约200km²。该区位于海州湾南端,云台山临海耸立,形成江苏省境内唯一的基岩海岸段。区内地貌轮廓是第四纪以来,内、外力共同作用的结果,其中特别是新构造断块差异升降运动,是形成该区地貌的控制因素。外力塑造中,以海洋作用、流水作用为主。现从构造地貌、海岸地貌和流水地貌等方面,对该区地貌进行简要的介绍和分析(图1)。

(一) 构造地貌

受北东、北西和东西向几组断裂的控制,云台山新构造运动断块抬升,形成典型的断块山地地貌。云台山的玉女峰高达625m,为江苏最高山峰。区内后云台顶峰大桅尖标高也达605m。云台山山体陡峻,多为陡坡和急坡。整个山体与海积平原直接接触,或在坡麓形成坡度较大的洪坡积裙,地貌反差十分明显。山体中沟谷深切,多沿断裂或裂隙发育,两坡陡立,沟底堆积着洪积或崩积的粗大砾石和块石。山体大多基岩裸露,由元古界海州群云台组片麻岩组成。片麻理走向近东西,倾向南,在地貌上构成北坡陡,南坡稍缓的单面山。一系列山脊大致沿东西向排列,形成猪背岭。其北侧皆为悬崖或急坡分布。从全区总体上看,受地垒、地堑构造控制,后云台山与中云台山之间,沿北西向分布着长条状的海积平原;后云台与东、西连岛之间,分布着鹰游门海峡,是连云港港区所在地。

(二) 海岸地貌

该区海岸线长约40km,以基岩海岸为主。从西墅至扒山头,基岩海岸长约30km,由片麻岩组成的山体直接伸入海中,岸滩狭窄、岸线曲折,部分地段发育有现代浪蚀平台、海蚀崖和海蚀洞穴。在基岩峡角之间,分布着大小不等的港湾,砂质海滩发育。

在沿海西墅、海头、墟沟公园、羊山岛、高公岛至扒山头沿岸等地,见有海蚀阶地发育。阶地面较平坦,多为基岩裸露,并见有古海蚀洞穴、海蚀崖等海蚀遗迹。从阶地面高度推断,大致有5—10m、20—25m和40—55m等数级。它们是由于云台山的抬升所形成。

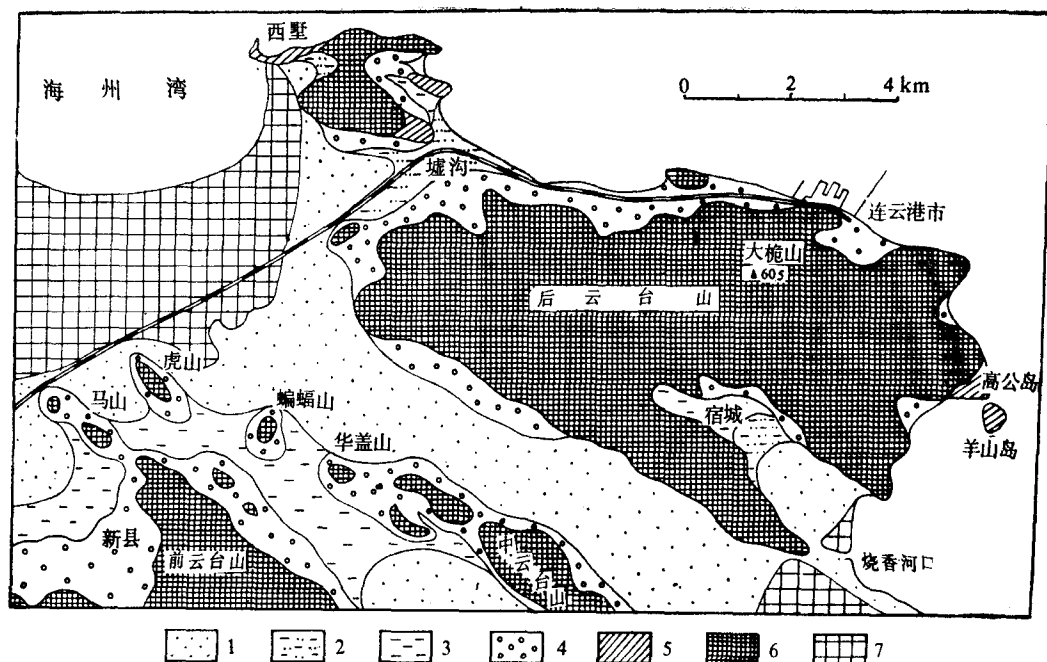


图 1 连云港市经济开发区地貌略图

Fig. 1 Geomorphie sketch map of the economic development area, Lianyungang City

1—海积平原；2—冲积海积平原；3—冲洪积平原；4—洪坡积斜坡；5—海蚀阶地；6—侵蚀剥蚀断块低山、丘陵；7—盐田

1—Marine deposited plain; 2—Alluviation and marine deposited plain; 3—Alluvial and diluvial plain; 4—Diluvial slope; 5—Abrasion terrace; 6—Erosional block, and hills; 7—Salt field

属“地动型”海岸阶地。其中20—25m这一级利用较好，于阶地面上多有建筑物分布。

除基岩海岸外，西北部临洪河口—西墅和东南部扒山头—烧香河口为粉砂淤泥质海岸。前者属淤积型，加上人工围筑，岸线外伸；后者属侵蚀型，南部略有侵蚀后退。此外，在排淡河河口外，具有一“~”型河口砂坝。

区内广泛分布的海积平原，地势平坦，地面标高在4m以下。地面以下2—3m即为厚约15m的全新统海相淤泥层。据史料记载，区内海积平原成陆时间很晚，两百多年前，中云台山与后云台山之间尚为长30km的五羊湖海峡，虎山以北为一片汪洋大海。现在区内铁路以北，仍然是盐田广布，地面高度多在3m以下。

(三) 流水地貌

区内流水作用以片流侵蚀、沟谷洪流侵蚀和堆积为主。山区内冲沟溪流发育，在出山口处形成洪积扇、裙。部分地区，如前云台山北部与中云台山之间、宿城附近，由于水流汇集，形成较大面积的冲洪积平原。洪积扇主要分布在后云台山北坡、西坡和西南坡以及前云台山北坡等处。较典型的有七处以上的洪积扇，单个面积约在0.1—0.4km²之间。扇面坡度较陡，其前缘多被全新世海积平原所覆盖。洪积扇的组成物质，以大小不等的砾石和砂层透镜体为主，砾石次棱角状、次圆状、无分选，如后云台平山村边所见。

在洪坡积粘土、亚粘土覆盖较厚地区，如中云台山、华盖山、蝙蝠山、虎山等山的缓斜坡地带，黄土冲沟较发育，这些冲沟沟坡很陡，切割较深。部分地段，如中云台北坡，

坡面切割较破碎, 冲沟密集。

二、彩色航片在大比例尺地貌调查中的应用

这次工作主要应用了地质遥感中心摄制的1:1万自然彩色航片, 这批资料影纹清晰, 色彩逼真, 解象率高, 信息丰富, 在开展大比例尺地貌调查中发挥了很大的作用。以下分几方面进行论述。

(一) 形态的直接观察

这是航片地貌解译的第一步, 是一种直观研究方式。立体镜下所见到的地形和景观就是研究对象本身。通过航片观察, 首先获得了区内地形起伏的信息、坡度的信息, 确定了云台山的单面山地貌, 特别注意坡度的转折部位, 以及山麓带地形的微小变化, 以识别各种地貌体, 勾划其界线, 确定其大小、形态部位及与相邻地貌体或地貌现象的相互关系。如在云台山周边, 解译出若干个扇形体, 它们有的呈单个扇存在; 有的连成一片, 呈裙状分布于山体与平原过渡带。每个扇的顶部又与冲沟相连接, 扇的大小又与冲沟大小、发育程度相关, 因此可初步确定这些是山区出口处的洪积扇或洪坡积裙。根据扇面坡度的变化, 结合其它资料分析, 还可以进一步划分出扇顶、扇坡和扇前缘等类型。又如对黄土冲沟切割深度的观察, 可以解译出土层覆盖的厚度。在冲沟密集部位, 如中云台山北坡, 根据冲沟沟头的位置, 可以勾划出不同地貌单元的界线。

(二) 物质成分的判识

大比例尺彩色图象, 对识别组成地貌体的物质成分具有很好的效果。这里要特别提到彩色信息的作用, 人眼的观察特性中, 对黑白可分级数一般只有7—8级, 而对彩色则可分辨几十级。在彩色航片上, 色彩丰富、影纹细腻, 可以较容易地将地表岩土类型划分出片麻岩、砾石、砂、粘土和淤泥等。这样, 就比单纯的形态观察又进了一步, 如根据基岩和松散堆积物的判读, 可以确定剥蚀区和堆积区的界线; 同是人工采场, 可以分出采石场和采土场; 同是冲沟, 可以分出黄土冲沟和石质冲沟。在潮间带的解译中, 根据象片上的色调、色彩、和影纹, 区分出海岸类型。对粉砂淤泥质海岸, 还可以判识其粒径变化, 从而对潮间带进行更细地划分。

(三) 间接标志的应用

在大比例尺彩色航片上, 沟谷的发育情况、土地利用情况、田块排列形态、居民点分布、植被种类和发育程度等相当明显。它们往往是确定地貌界线, 判识微地貌形态以及推断其物质组成的间接标志。如松树林往往发育在基岩裸露或仅有薄层残坡积物覆盖的地区, 到洪坡积斜坡带则多为果园或梯田分布, 地表已发育土壤层。“井”字形规则排列的田块往往为海积或冲海积平地, 微斜坡地的田块则顺坡向排列。居民点密集区往往位于洪积扇前缘微斜坡或缓斜坡带等等。

(四) 地貌成因分析

成因分析在上述形态观察和物质成分解译的基础上进行, 其中特别应注意各相邻地貌体及各种地貌现象之间的相互关系。地下的情况需更多地依靠钻孔和物探等资料, 如区内若干典型钻孔的剖面资料和物探解释的淤泥层底板埋深资料等。值得指出的是, 这项工作是在整个连云港地区 7000km², 1:10万地貌调查的同时进行的, 也就是在对区域地貌研究

的基础上进行的。这样就经过了由整体研究深入到局部研究的过程,避免了“坐井观天”。

(五) 微地貌解译

微地貌解译是大比例尺地貌调查中十分重要的一部分,在这方面更能体现出航片解译的优越性。如对云台山危石和倒石堆的调查。危石系指突出于陡坡上较高位置的孤立的巨大基岩块石,这些石块稳定性较差,往往崩落造成危害。在航片上其阴影很长,立体观察更加明显。倒石堆在航片上表现为浅白色的斑点状影象,为杂乱的崩石堆积,与周围绿色树木发育形成明显差别。

三、为规划服务的地貌图的编制

本着为开发区规划服务的宗旨,这次工作中除一般地貌解译制图外,还强调了实际应用中一些重要的要素,突出了为规划者感兴趣的有利和不利的地貌现象。同时力求使图件通俗易懂,提高其实用性和可读性。主要有以下几个方面:

(一) 坡地分类

坡地倾斜资料为规划所必需。故将全区按倾角分为6个类型,即:

1. 平地 and 微倾斜平地, 坡度 $<0^{\circ}30'$ 。主要为海积、冲海积平原。其地面平坦, 利于农业实行机械化, 城市、交通等工程建设条件好。
2. 微斜坡地, 坡度为 $0^{\circ}30'—3^{\circ}$ 。适合公路、铁路建设, 农业、林业可实行机械化。
3. 缓斜坡地, 坡度为 $3^{\circ}—7^{\circ}$ 。公路建设尚可, 居民点、工矿、城镇建设仍属有利条件。
4. 斜坡, 坡度 $7^{\circ}—15^{\circ}$ 。坡面侵蚀较强。是不利建设公路、居民点、工矿、城镇建设的界限。
5. 陡坡, 坡度 $15^{\circ}—30^{\circ}$ 。强烈侵蚀, 多基岩裸露, 不能通行和耕作。
6. 急坡, 坡度 $30^{\circ}—55^{\circ}$ 。基岩裸露, 重力作用明显, 攀登困难。

(二) 威胁人类活动的地貌现象

开发区内的一个明显特点, 就是地貌反差较大, 重力地貌比较发育。尤其是山麓地带, 坡度条件和地基条件较好, 是理想的工程建设用地, 但易受滑坡、崩塌等灾害性威胁。如连云港港口区, 背靠悬崖陡壁, 需加以注意。又如在宿城乡东崖屋村和中云乡魏庵等地, 于1987年夏季发生滑坡, 给周围民房带来危害。据分析, 原因是土石体沿洪坡积物与基岩接触面顺基岩倾斜方向下滑。再如中云台北坡, 冲沟密集, 坡面切割严重, 给开发带来不利影响。

(三) 动态地貌

航片的地貌判读强调了形态制图, 因而往往被认为是“静态的”。但如应用不同时相的航片进行对比研究, 可以进行“动态的”判读。如对连云港地区海岸变迁的研究, 划分出稳定型、淤积型、和侵蚀型海岸, 并进行了定量分析(这方面内容, 见另文专述)。从工作区来看, 由于基岩海岸占主要部分, 岸线自然变化幅度较小, 故仅西北部临洪口附近有所淤积。

(四) 旅游和矿产资源信息

这方面的信息对制定旅游规划和资源开发利用规划非常重要。区内一些砂质海滩, 沙

软潮平，是开辟海滨浴场的好地址，如西墅一带。海蚀洞穴、倒石堆洞穴，也可开发成旅游点，如墟沟海滨公园，后云台仙人洞等。区内建材资源十分丰富，有砂、土、石。根据航片解译，可圈出中云台一带砖瓦粘土的赋存范围。在航片上还可以数出砖瓦厂，统计出其生产能力和规模。结合资源和工厂分布情况，甚至可以在航片上进行扩建或新建砖瓦厂的研究。

(五) 人为地貌

某些地貌是由人类活动造成，这些活动改变着地表的形态或使某些外营力的作用发生变化。人为地貌具有“现状性”和“动态性”，而航片解译又是揭示和反映这两个特性的最好途径。这次所用彩色航片是1985年航摄的，现状性反映很好。如区内共有45个采石场和13个砖瓦粘土采场，工程建设平整场地总计约2500亩等，反映出1985年建设的现状。另一方面，通过新老航片的动态分析，又反映出人类对地貌改变的程度和速度。如墟沟煤码头一带，1976年—1985年，填海造陆面积达1.22km²，现其外侧又有新的围堤。近十年来个别山由于人工采石，逐年降低，现已开采殆尽，对海岸和港口的景观造成破坏。因此，需要对资源开发加强规划和管理，避免人为因素对环境和景观的破坏。

Geomorphic Investigation of an Economic Development Area in Lianyungang City by Coloured Airphoto

Huang Jiazhu

(Remote Sensing Station, Bureau of Geology and Mineral Resources, Jiangsu Province)

Abstract

A good result has been obtained in an economic development area of Lianyungang city by using natural coloured airphoto for geomorphic investigation and mapping. On the basis of a brief introduction of geomorphology of this area, the paper, as an example, described the application of coloured airphoto for a large scale geomorphic investigation and discussed the method and key points of geomorphic mapping for long term development planning purposes.

连云港地区遥感地貌研究

许 小 慧

(江苏省地质矿产局遥感站)

连云港地区位于江苏省东北部,西北与山东沂蒙山地相接,东濒黄海,地势西高东低。受地质构造、岩性和第四纪以来新构造运动、气候、海面变化及人类活动的影响,塑造了全区丰富多彩的地貌类型。为配合连云港市改革、开放和大规模基本建设的需要,我们使用航卫片遥感资料对连云港地区7000km²的范围进行了1:10万遥感地貌解译。

对于连云港地区的地貌研究,南京地理所陈志明等曾进行过1:170万农业地貌区划,江苏省地矿局在该区做了大量的地面、钻探和物探工作,为此次遥感地貌研究提供了大量基础资料。但利用遥感手段对该区进行地貌研究尚属首次。本文试图通过对连云港地区遥感地貌解译,探讨用航卫片进行中比例尺地貌研究的可行性与优越性,并对该区区域浅层地下水条件加以粗略的研究。

一、解译方法及分类原则

连云港地区遥感地貌研究以遥感图象解译为基本手段,辅以野外查证和地学资料分析。解译主要采用美国陆地卫星TM图象及部分地区1954年和1985年所摄的黑白和彩色航片。全区地貌解译采取以卫片解译为主,重点地区结合航片解译的方法。

卫星象片覆盖面大,信息量丰富、几何畸变小,尤其是TM图象,分辨率较高。按2、3、4波段(对应黄、品、青)和2、5、6波段(对应黄、品、青)两种方案将其进行假彩色合成,并放大到1:10万使用。这在地貌分区、地貌成因类型及形态类型的划分等方面均收到了良好的效果。这两幅图象色彩丰富,色调、影纹都很清晰,并各具特点,提供了大量的信息,能满足相同比例尺地貌研究的基本需要。各种地貌类型因成因和形态不同,影响到物质组成、含水性、土壤条件、种植物的布局及人类活动等的差异。假彩色合成卫片能以其鲜明的色调差别表现出地物反射波谱特征的丰富信息。各种不同成因地貌类型的分布范围可以直接在卫片上判读圈定。一些尺度较小的地貌体,如古砂堤、海蚀阶地、山麓洪积扇等主要使用航片进行解译,并与卫片影象相互验证。

连云港地区地貌类型的划分采用以成因为主,形态为辅的分类原则。通过遥感图象解译可以直接或间接地获取地貌形态和物质构成的信息。在此基础上由表及里地揭示它们的形成营力,找出带根本性的成因上的差别。另一方面,同一成因的地貌类型,由于形成的环境、过程不同或处于不同的发育阶段,也会产生不同的形态或有不同的物质组成。采用成因-形态-岩性三位一体的分类系统,能够较全面、细致地表现地貌内容。

根据卫片的影象特征、区域地质构造条件将本区地貌划分为五个地貌区、九种地貌成因类型、二十七种地貌形态类型。

二、地貌分区及地貌类型

(一) 区域地质构造条件与地貌分区

本区大地构造上位于苏鲁隆起与苏北拗陷过渡地带,全区地貌总轮廓也反映出由隆起剥蚀区向拗陷沉积区过渡的特点。区域地质构造自西向东分别为西部岩浆岩隆起带、中部断裂拗陷构造带、东部地洼沉降带。各区分别以北北东向的区域性主干断裂,赣榆-沭阳断裂和猴咀-董集断裂为界线。这一构造方向,不仅影响到区域地壳升降和岩浆活动,同时也决定了侵蚀剥蚀作用沿这个方向发展,因此它对全区的地貌发育起到了控制作用。本区主干断裂为燕山运动形成,新构造运动中赣榆-沭阳断裂以西,新构造表现为间歇性掀斜抬升,给西北部山地带来了强烈的剥蚀、切割。东侧新构造呈现下沉及沉积中心的向南迁移,为东部平原区准备了深厚沉积的条件,为猴咀-董集和新河-桑墟两主干断裂夹峙形成云台山断块山地。本区东濒黄海,第四纪气候、海面变化的影响又叠加在上述构造基础之上。内外动力共同作用结果,塑造了连云港地区的现代地貌景观(图1)。

1. 西北部变质岩侵蚀低山丘陵台地区(A)

此区分布在研究区西北部,属鲁南山地尾部,在前集、官庄、塔山、田家庄一线以西北及省界和石梁河水库南侧磨山附近小块地区呈北东向展布,标高大于50m。

本区区域地质构造属西部岩浆岩隆起带,区内主干断裂有北北东向的夹山-羽山断裂。现代地貌是在燕山运动形成的构造地貌格局基础上,经第四纪以来新构造运动的间歇性掀斜抬升和长期剥蚀夷平形成。区域地貌总特点是:低山丘陵及其外围的剥蚀堆积台地在总体上呈北东向展布;低山高差小,如马山、夹山、徐山、小吴山等山顶大体在200—300m水平面上,向东南降至150m左右,如抗日山、车夫山、九泉山等;高丘与岗顶均在50—100m左右。山体切割较破碎,顶面平坦,反映了该区新构造运动间歇性掀斜抬升的特点。这两个高度的地貌剥夷面分别可与山东的唐山期古地面(形成于上新世末),和临城期古地面(形成于早更新世,抬升于早更新世)对比^[1],是地貌发育晚期准平原切割后的遗迹。

2. 西部剥蚀堆积倾斜平原区(B)

位于西北部变质岩剥蚀低山丘陵台地区以东至海头、赣榆、墩尚一线以西,为从丘陵台地至冲海积平原的过渡区。全区均为陆相沉积,地形上从西北向东南倾斜,海拔高度从50m降至10m左右。

在区域构造上与西北部剥蚀低山丘陵台地区同属岩浆岩隆起带。受北北东向赣榆-沭阳断裂控制,新构造运动在西北部间歇性抬升后,中更新世时在变质岩基底上经长期风化剥蚀,形成剥蚀平原,呈现向东南缓倾的第三级剥夷面。同时,源于西北部山地的大小河流,因流域内西北部山区新构造运动的间歇性抬升。而在剥蚀平原上下切,携带的碎屑物在从西北向东南汇入海州湾的过程中,在倾斜的剥夷面上堆积形成冲洪积平原。中更新世末至晚更新世初,由于西北部构造活动较为强烈,丰富的来水来沙条件在冲洪积平原上由较大的独流入海河流龙王河、青口河、沭河,分别堆积形成三个规模较大的冲积扇状平原。

3. 中部海积、冲海积平原区(C)

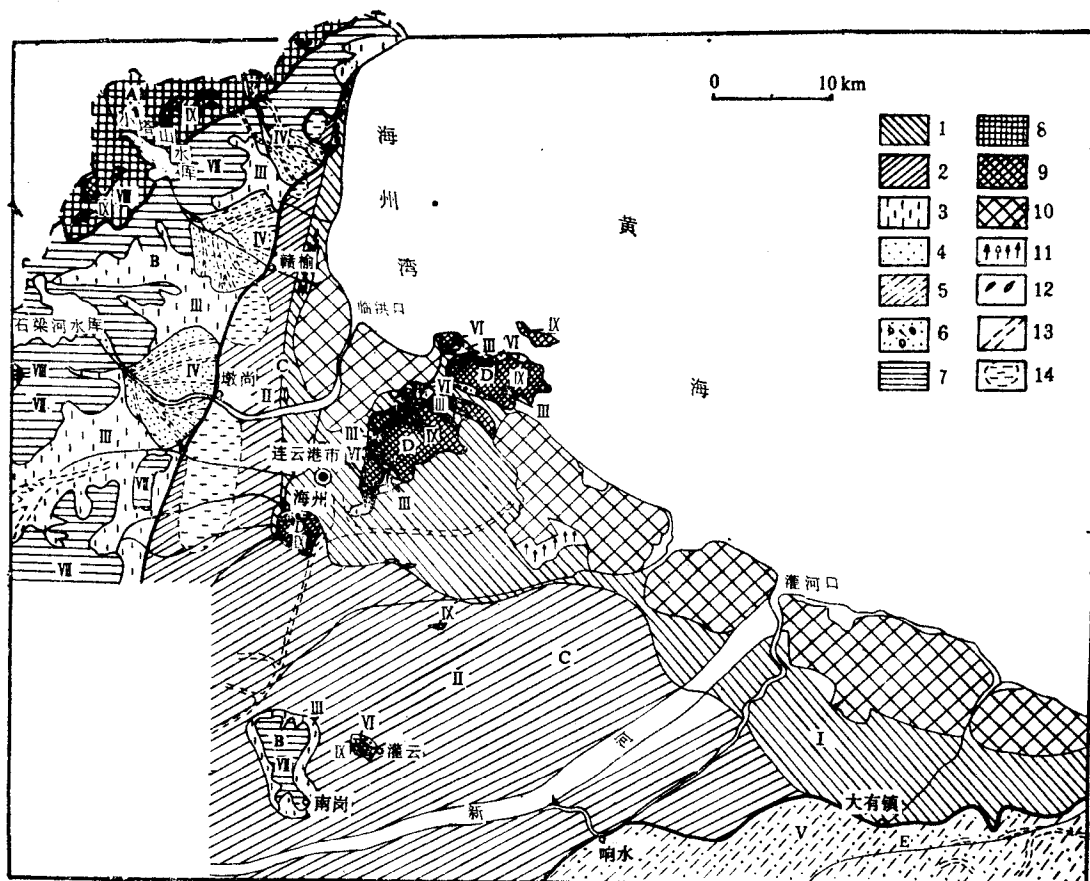


图 1 连云港地区地貌类型图

Fig. 1 Geomorphic type map of Lianyungang area

1—海积平原；2—冲海积平原；3—冲洪积平原；4—冲积扇状平原；5—冲积三角洲平原；6—洪坡积裙；7—剥蚀平原；8—剥蚀堆积台地；9—侵蚀剥蚀山地；10—盐田；11—沼泽；12—古沙堤；13—古河道；14—古泻湖

1—Marine deposit plain; 2—Alluvial marine plain; 3—Alluvial and diluvial plain; 4—Alluvial fan plain; 5—Alluvial delta plain; 6—Diluvial skirt; 7—Erosional plain; 8—Erosional platform of accumulation; 9—Erosional upland; 10—Salt field; 11—Swamp; 12—Ancient sand bank; 13—Ancient river course; 14—Ancient lagoon

位于剥蚀堆积倾斜平原区以东至海域，北端为响石尖平，南达废黄河口与黄泛平原相接，是全区分布范围最广的一个地貌区。

区域地质构造上，本区属中部断裂拗陷构造带与东部地洼沉降区，以本区中部的猴咀-董集主干断裂为构造区分界。地貌上，断裂以西海州湾沿岸新构造运动以下沉为主，发育了箕状拗陷构造盆地。在此构造基础上，第四纪以来，由于冰期气候变化，海平面随着升降，本区除接受来自西北部的陆相沉积外，钻孔揭示，更新世晚期还曾发生过二次海侵，全新世高海面时期，海水在该区内侵成—深广海湾，TM₃波段图象上在该海侵区呈现灰黑色的深色调特征。区域中部，从响石—海州以航片为主解译出三列呈北北东向延伸的古沿岸砂堤，系全新世高海面后，海面下降海岸后退形成。古砂堤东为现代海积平原。猴咀-董集主干断裂以东的地洼沉降区，是第四纪以来强烈下降地区，其中第四系沉积厚达

160余m。此构造区的冲海积、海积平原地貌塑造上述构造与海面变化因素外,1128—1855年黄河夺淮入海期间,大量泥沙堆积也对该区冲海积平原、海积平原的形成起了不可忽视的作用。全区地势低洼,除云台山断块山地,伊芦山、大伊山、小伊山、朐山、西陲山等低山残丘呈岛状分布外,地貌形态大部为平地、低平地,地面标高均低于5m。

4. 云台山变质岩断块侵蚀低山区(D)

此区由锦屏山、云台山、东西连岛断块山地组成,为中生代晚期燕山运动形成的北北东向、北东向、东西向几组断裂控制切割形成的断块山地。主要断裂有锦屏山—西麓—临洪口断裂、猴咀—董集断裂、宁海—黄海断裂、西墅—鸽岛断裂、云山—杨墟断裂等。^①新构造运动的断块抬升是形成本区地貌的控制因素,因此区内为典型的断块山地貌。云台山山体陡峻,沿断裂山体外缘呈直线状,除在坡麓和冲沟沟口形成坡度较大的洪坡积裙外,山体与海积平原直接接触,山地呈弧岛状,陡峭的山坡与平坦的海积平原地貌在形态上形成突变,山体中深切的沟谷都沿断裂和基岩裂隙发育。山体基岩裸露,大部分由海州群云台山组片麻岩组成,片麻层理倾向南东,地形上具北陡南缓的单面山特点。后云台山和北固山靠黄海,为基岩海岸分布区,第四纪晚期新构造运动的间歇性抬升在羊山岛、高公岛、西墅、海头湾、东西连岛等基岩海岸发育了数级海蚀阶地,以5m、10m、20m、40—50m四级海蚀现象较明显。同时随山体抬升,沟谷下切,在山麓带发育了众多洪积扇。平山洪积扇剖面可分为两期,明显地表现出第四纪时本区的断块抬升活动。

5. 南部冲积三角洲平原区(黄泛平原区E)

位于本区南部的响水县、大有镇、滨淮农场一线以南至研究区南界。本区现代地貌主要是由黄河在1128—1855年夺淮入海期间携带的大量泥沙在河口、河床大量堆积和决口泛滥形成。区域地貌轮廓呈现以废黄河两侧堤内古河道高漫滩地为最高,高于附近地面3—4m,两侧决口扇沿大堤分布,从扇顶至扇边缘呈微斜坡状。

(二) 地貌成因类型及影象特征

1. 侵蚀剥蚀山地(IX)

在西北部,分布在标高100m以上处,由片麻岩组成,基岩裸露,部分地方已绿化。在假彩色合成卫片(注意本节均指TM图象2、5、6波段的假彩色合成)上呈与北北东向构造相一致分布的棕—黄棕色团块。

云台山、锦屏山侵蚀剥蚀山地由断块抬升形成。影象上山体呈黄棕色团块,周界断裂线性特征清晰。沿断裂、基岩裂隙发育的冲沟由于风化较强呈亮黄色线状切割基岩山体。山麓带分布的采石坑和尾矿堆,由于基岩新鲜面裸露地面反射亮度大,呈白色亮点和亮块影象。

2. 剥蚀堆积台地(VIII)

位于西北部侵蚀剥蚀山地外围,标高50—100m,系由山体抬升后在变质岩基底上经风化、剥蚀和夷平作用,由上部山地剥蚀物的堆积形成,组成西北部侵蚀剥蚀低山丘陵台地区的第二级夷平面。地形上以坡度较缓并向南东微倾的平台,坳沟和起伏的基岩残丘为特征。由于其物质组成较粗,基岩浅埋,含水性差,地表大部为旱地,部分为荒地,假彩色合成卫片呈黄绿色云絮状团块。黑白航片显示,倾斜平台为灰白色梯田展布,岗地、土

^① 江苏省连云港地质图系说明书 1986 江苏省地矿局。

质冲沟发育，地形较破碎。

3. 剥蚀平原 (Ⅶ)

系在变质岩基底上早更新世末西北部50—100m古地面抬升后，经长期风化剥蚀形成向东南缓倾的第三级剥夷面。标高10—40m，基岩浅埋，上覆薄层风化壳，地貌形态呈倾斜平台特征。其分布与区内主要构造线一致，在鲁兰河以北呈北北东向展布，鲁兰河以南，由于基底起伏，白塔埠、南岗剥蚀平原分布于冲洪积平原和冲海积平原之中，影象特征为剥蚀平原由于基岩浅埋，上覆风化残积层含水量小，且组成物质较粗，假彩色合成卫片影象特征呈浅白绿色—浅黄绿色色调及斑状影纹结构。

4. 冲洪积平原 (Ⅲ)

本区西部剥蚀平原系由河流的迁徙和泛滥，在常年流水和季节性流水的共同堆积下形成。标高15—5m，地貌形态特征在河谷上游切割剥蚀平原部分呈缓坡地形，下游呈微倾斜平原。其物质组成以冲洪积相的砂、粘土为主。假彩色合成卫片冲洪积平原呈黄棕色色调，粗斑状影纹结构。地面已广泛垦为水稻田，反映地下水位较高，地表持水性较好。平原上分布的多条古河道呈自西向东蜿蜒展布的深色斑状条带，显示沿线浅层地下水较丰富。

位于云台山人洼地带的冲洪积平原，如宿城乡、前云台与中云台间的沙集、焦庄一带、新县、大村、南城等地，由流水作用携山体侵蚀剥蚀物堆积形成，基岩浅埋，地形大部为缓坡，是良好的工程地质区。

5. 冲积扇状平原 (Ⅳ)

来源于西北部山地的龙王河、青口河、沐河于流水系，源短流急。在西北部山地构造抬升的基础上，其水流搬运了山区变质岩风化碎屑物，从剥蚀平原的倾斜平台地形过渡到冲洪积平原的微倾平地 ($1/2000-1/6000$)，地形坡度大为降低，水流形成许多放射状分散流，挟沙能力骤然降低，分别以王家岭、小菖城、沙河为顶点，堆积成三个坡度较缓、规模较大的扇形堆积体，覆盖在早期形成的冲洪积平原之上。其前缘在海头、墩尚、赣榆一线，沉积物由扇顶至扇前缘从粗中砂过渡到粉砂粘土在位于扇中部的赣马附近实地调查中，当地农民称“黄板沙”，开挖河渠时厚达3m，尚未见底。假彩色合成卫片上三个冲积扇状平原呈浅黄绿色色调，扇状形态清晰。由于其物质组成较外围冲洪积平原粗，影象色调亦较其浅。以扇顶为顶点形成的放射状冲沟演化成的浅埋和裸露型放射状古河道，呈稍浅色调的蠕虫状条带分布。村庄呈黄色斑状沿古河道分布，扇前缘村庄沿扇体外缘呈弧形分布，是地下水溢出带所在。三个扇体上的自然村落呈斑状，显著地比外围平原密集，间接反映了扇体地下水，地表水等自然条件较其外围好。

6. 冲海积平原 (Ⅱ)

由海洋与河流作用合力堆积形成。沉积物以冲海积相的粉砂、粘土、淤泥为主。

影象上，假彩色合成卫片冲海积平原呈深黄棕色色调，粗斑结构。岛状低山、残丘呈褐色块状点缀其上，平原东缘分布的三列古海岸砂堤呈浅黄色长卵形体，从北部响石向南呈北北东向分布。直至向南分布有九里、大沙、海头、赵家沙、兴庄、大庙、范店等古砂堤。为古砂堤所围，在海州湾西岸中海积平原上解译出三个呈串珠状沿北北东向排列的古泻湖，分别位于九里七西侧、海头镇西侧（匡湖四周）及青口镇南侧。影象上为三个“浸润状”的深色调差常区，此影象区内村庄分布明显较周围少，说明它近代长期为水域及湖沼景观。钻孔揭示淤泥质粘土埋深浅，厚度较大。位于青口镇南侧的古艾塘湖，据文献资