

北方地区遥感水文地质应用文集

● 《北方地区遥感水文地质应用文集》编委会选编

● 地质出版社

北方地区 遥感水文地质应用文集

《北方地区遥感水文地质应用文集》编委会选编

地质出版社

北方地区遥感水文地质应用文集
〈北方地区遥感水文地质应用文集〉
编委会选编

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑：吴震芬

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：10¹/₂ 字数：246,000
1985年7月北京第一版·1985年7月北京第一次印刷
印数：1—2,145册 定价：3.10元
统一书号，13038·新 140

前 言

近年来，遥感作为一种对远距离目标进行综合性探测的新技术，在我国水文地质工作中已得到较广泛地应用，尤其在北方干旱、半干旱地区，已取得不少成果，积累了一定的经验。

为使遥感技术在我国水文地质领域得到更广泛应用，不断总结经验，不断开拓前进，我们在1981年地质部水文局举办“北方干旱、半干旱地区水文地质遥感技术讲习班”经验交流成果的基础上，组织编辑了这本《北方地区遥感水文地质应用文集》，旨在广泛地交流水文地质解译经验，提高我国遥感水文地质应用水平，并希望能对遥感地质的科学研究、教学、生产实践起到积极的促进作用。

《文集》以反映近年来遥感技术在水文地质普查和编图、山区找水、专门性水文地质调查，冰川、冻土、戈壁、沙漠和黄土侵蚀规律研究，以及解译技术方法和某些判释理论等方面的应用研究成果。选编中充分兼顾到不同地貌景观区的代表性和应用的广泛性，并力求图文并茂。

文集选编工作是在地质矿产部水文地质工程地质司领导下，由地矿部水文地质工程地质技术方法研究队李景豪（主编）、陈伯太，黑龙江省地矿局水文地质队崔仲元，河北省地矿局水文地质队贾春义，青海省地矿局水文地质队姜忠等同志组成编委会；技术方法研究队负责日常工作。在文集选编过程中，得到了北方各有关省、市、自治区地矿局水文地质队、原中国人民解放军基建工程兵水文地质指挥部、冶金部勘察科学技术研究所等单位的热情支持，在此一并致谢。

由于我们水平所限，文集尚有不少缺点和不足之处，恳望读者批评指正。

目 录

华北平原陆地卫星象片水文地质解译的初步实践·····	贾春义 (执笔)	(1)
新疆铁门鲁塔木地区航空及卫星象片在水文地质普查中的应用·····	张景尧	(12)
大小兴安岭北部覆盖区遥感图象水文地质解译标志·····	崔仲元	(19)
应用卫星象片研究大荒沟隐伏贮水构造及其富水规律·····	于文礼 程仁勇	(29)
航空遥感图象在古河道地质勘查中的应用·····	高洪兴	(38)
破裂迹图象上X型和 ϕ 型裂隙水网络模式的研究 ·····	刘光尧	(47)
应用遥感图象分析涞源泉域断裂构造的控水作用·····	李景豪 陈伯太	(53)
冰川冻土地区卫星及航空象片的水文地质解译标志及效果——祁连山 幅卫星及航空象片解译的初步尝试·····	高学忠	(64)
航空象片在黄土丘陵沟壑区水土流失地质调查中的应用·····	吴永法	(71)
从太原幅卫星象片水系格局的分析试论水系与构造的关系·····	任月宗 周 海	(81)
柴达木盆地西南部茫崖—西达布逊湖地区卫星象片的水文地质解译·····	姜 忠	(89)
利用卫星象片对宁夏南部黄土地区水土流失的研究·····	代大宜	(99)
内蒙河套地区卫星象片目视解译在水文地质方面的初步应用·····	刘连琴	(107)
利用卫星象片对吉林省东部玄武岩区域水文地质特征的分析·····	张世韬	(114)
在伊春北部地区水文地质普查中卫星象片的目视解译·····	孙建成	(118)
新疆和田地区陆地卫星图象水文地质解译·····	陈伯太	(123)

华北平原陆地卫星象片 水文地质解译的初步实践*

华北平原陆地卫星图象水文地质解译会战组

贾春义（执笔）

前 言

在水文地质工作中应用遥感技术是一项新的尝试。选定研究程度较高的华北平原进行水文地质解译，可以验证遥感资料，积累商品粮基地开展遥感水文地质解译工作的经验；对于已经完成了地下水资源评价和合理开发利用研究任务的河北平原（重点为黑龙港地区）来说，也可以探求能否利用遥感手段来进一步提高研究程度的问题；此外，还可以利用卫星象片上的信息，为“南水北调”东线方案提供某些水文地质依据。

解译区的西界为太行山、嵩箕山，东缘泰山、沂蒙山，南抵现代黄泛区，北到燕山山麓，东北隅为渤海湾，面积约二十万平方公里。解译以目视判读为主，典型地段以假彩色合成仪器进行鉴别。

在解译工作中，先后请武汉地质学院北京研究生部谷上礼同志，北京大学地理系遥感技术应用研究室承继成同志予以指导和帮助，在此表示谢意。

由于我们的经验和水平所限，错误和不足之处，敬希批评指正。

一、水文地质解译标志

（一）泉的解译标志

泉是地下水的天然露头。它不仅可以了解含水层的富水性、地下水的补给和排泄、水文地质构造等，而且还可以直接作为供水水源。

综观区内几个较大泉的影象特征，具有如下标志：

1. 色调：相对周围背景为深色调。在MSS4—MSS7波段中，泉的色调依次由浅到深；假彩色合成片上呈浅绿色、绿色。
2. 形状：一般为团块状、点状。
3. 地貌：所处的微地貌大多为洼地、沼泽，有的处于隆起上升与拗陷下降的构造交接部位，有的位于冲洪积扇前缘。
4. 水文：多为水系发源地。主要判释一、二级冲沟，尤其是一级冲沟。

* 由水文地质工程地质研究所、水文地质工程地质技术方法研究队、河北省地质局水文地质工程地质大队负责，河南省地质局第十八地质队，山东省地质局第二、三水文地质队，北京市地质局水文地质大队，天津市地质局共同完成。

5. 人文条件：大多对泉进行改造利用，如建水库、筑水塘。植物生长茂密，反映为叶绿素条件的光谱曲线类型。

河北省蔚县壶流河泉群，在黑白象片上呈深色调，假彩色合成片上为浅绿色。蔚县盆地（图版1象片1）西合营至蔚县城一带的山前倾斜平原，有终年不干的广阔低湿地，为泉群出露区。

（二）地下水溢出带的解译标志

在卫星象片影象上反映较典型的地下水溢出带为河北省涿县拒马河冲洪积扇。在MSS4—MSS5波段黑白卫星象片上呈灰、灰白色；在MSS6—MSS7波段为灰黑、黑色，假彩色合成片上为青灰色，具有弧形团块状结构，位于冲洪积扇前缘，影象直观（图版1象片2）。

（三）冲洪积扇的解译标志

冲洪积扇在MSS5—MSS7波段上，其形态和色调特征都很明显。大多数具有连续而清晰的前缘和侧缘，边界呈弧形。从整体上看，上部和顶端的色调较浅，这是因为这里的组成颗粒较粗，地下水位较低，地表比较干燥造成的；下部及其边缘，色调较深，这是由于组成物质的颗粒较细，地下水位比较高，湿度比较大，植被比较发育的缘故。同时，老的冲洪积扇色调一般比较深，新的冲洪积扇色调较浅。其上的现代河道和老的废弃河道都呈白色的条带；古河道比较发育，多呈指状、线状展布，在假彩色合成片上呈浅蓝绿色。冲洪积扇前缘由于地下水径流缓慢，水位较高，常分布有盐碱地、沼泽、洼地。

（四）古河道的解译标志

华北平原的古河道（据物探、钻探资料及历史记载）相当发育，它们是黄河、漳河、滹沱河、唐河、永定河、滦河等河流多次决口改道造成的，但因土壤类型及其湿度，尤其是表层岩性的分布与厚度变化等因素的影响，加之有些古河道深埋地下，通过卫星象片影象解译出的古河道却比较少，主要是一些出露的古河道或浅埋古河道。

山前冲洪积扇上的古河道在卫星象片上多为浅灰、灰白—白色调，假彩色合成片上呈发白的浅蓝绿色。表层多为砂性土，呈线状、指状或断续条带状。分布在中部平原的古河道，多为灰、暗灰等深色调，假彩色象片上为浅蓝绿色。受植被影响也有浅棕色、棕色的条带状、线状影象，往往是解译古河道的间接标志。这些古河道所处的微地貌为槽状洼地、古河床高地或沙岗。

经过解译，初步确定黄河古河道有五条：第一条为范县—莘县—高唐—故城—阜城；第二条位于原阳北—滑县—濮阳—范县—禹城—临邑—惠民；第三条分两支，左支为濮阳—德州—东光—沧州—静海；右支为平原—乐陵；第四条分布在长垣—菏泽北（其东翼沿黄河现道北侧，影象模糊，未能解译出来）；第五条以兰考为起点，呈指状分布于东明—菏泽—曹县—巨野—单县—金乡—徐州一带。

古河道的展布方向、水系的流向与构造格局基本上是一致的。大体分为两组：一组为北东、北北东向，主要分布在中部平原；另一组近东西、北西向，主要出现在山前倾斜平原的冲洪积扇上，多呈指状。

（五）湖泽洼淀变迁的解译标志

区内湖泊众多，山东的东平湖、南阳湖、独山湖、昭阳湖、微山湖；河北的白洋淀；江苏的骆马湖等皆为较大的湖泊。它们在卫星象片上的影象，清晰可见。由于MSS4，

MSS5波段对水体强反射，它们在卫星象片上呈灰白、白的浅色调；MSS6，MSS7波段对水体强吸收，卫星象片上呈暗色调，为灰黑、黑色；假彩色合成片上则呈蓝黑色。但白洋淀在MSS5波段大部分为灰黑色，部分为灰色；在MSS7波段的卫星象片上有的为灰白、白色，也有灰黑、黑色。微山湖在MSS5波段卫星象片上呈现灰黑色，也有灰白色；MSS7波段则为灰黑色，边缘部分色调较浅。水体呈现出不同色调的原因很多，如果水体的温度高、深度浅、泥沙含量大、污染严重，水体的色调都会变浅。卫星象片的色调是物体对电磁波的反射，由于要通过大气层的反射、折射、透射，所以这些因素对水体色调的影响也是不可忽视的。要解决这方面的问题，迫切需要进行地面和空中的光谱测试工作。

本区较大的季节性积水洼淀有：宁晋泊、大陆泽、永年洼、千顷洼（衡水湖）、大浪淀、文安洼、贾口洼、南北大港、东淀、大黄铺洼、七里海、黄庄洼、里自沽洼、青甸洼、草泊、油葫芦洼、四女寺洼、平陵洼、铁营洼、东下洼等。这些地区由于地形低洼，地下水位高，表层湿度大，多为粘性土，在MSS5波段上呈灰、暗灰色，在MSS7波段上多为暗灰、灰黑色，假彩色片上为蓝绿、青灰色，或因生长绿色植物而呈棕红色。其形态多为椭圆形、似圆形，分布方向和地表水系平行，以近北东向为主。

（六）盐碱地的解译标志

华北平原的盐渍土，大致可分为内陆盐渍土及滨海盐渍土两类。

内陆盐渍土，在卫星象片上的影象色调变异较大。影响色调的因素有岩性、地形、地下水埋深及盐渍土的盐斑、植被的长势等。在没有测定地面光谱资料的情况下，通过目视判读，确定盐渍土的分布，建立其解译标志，实感困难。对已知的有较重盐渍土分布的地区，排除干扰因素后，在卫星象片上的影象特征初步判断如下：MSS5波段的色调为灰白—浅灰色，MSS7波段呈现灰白色，在洼淀周围受水、植被及岩性的影响，色调偏暗，彩色合成片上为浅蓝夹棕黄、黄色，具较紊乱的花纹。

滨海盐渍土主要分布在芦台镇附近、天津市北部、乐亭、柏各庄，津浦铁路东侧、庆云、无棣、利津、沾化等地。在卫星象片影象上色调呈灰白、白色，为致密的隐斑。

（七）河口三角洲的解译标志

在三角洲上，河流两侧的地下水因受地表淡水的影响而淡化，常有低矿化度的地下水分布。

黄河河口三角洲的组成基本有两部份，一是新黄河三角洲，一是旧黄河三角洲，旧黄河三角洲有两个，大致分布在今日黄河口的南北两侧。三角洲的范围，在卫星象片上影象很清晰。在MSS5波段上色调呈现浅灰—深灰色，为致密斑状影纹；MSS7波段上为深灰色，沿海岸附近呈灰白—灰色。三角洲的顶点在新三岔附近，东南到小清河入海口羊角沟一带，向西北到套尔河堡附近，宽约七十公里。由于黄河挟带大量泥沙，于入海处不断沉积，扩大陆地的面积，旧黄河口较两侧海岸突入海中达11—15公里，现代黄河口比两侧陆地向海推进5公里。从旧黄河口到现代黄河口，黄河自东向西有三次摆动，其影象明显可见。

上述解译，使我们从卫星象片影象上获得了对华北平原水文地质条件的初步认识。这与已知的地质、地貌和区域水文地质方面的资料相比，基本上是吻合的。

二、水文地质条件的综合分析解译

根据解译的地貌、第四系成因类型、岩性及相对的富水程度(结合已知材料),进行了水文地质分区。第一区为山前倾斜平原水文地质区,其中包括太行山,燕山,泰山、沂蒙山,嵩箕山山前冲洪积平原三个亚区;第二区为黄河海河平原水文地质区,可细分为黄河湖积冲积平原、黄河海河湖积冲积平原两个亚区;第三区为滨海低平原水文地质区,包括渤海湾海积冲积平原、黄河河口三角洲冲积平原两个亚区。

(一) 山前倾斜平原水文地质区

以冲洪积扇为主体的山前倾斜平原,冲洪积扇的色调特征和扇形地貌形态在卫星象片影象上反映得十分清楚。

1. 太行山燕山山前冲洪积平原亚区:其范围大体包括乐亭、武清、霸县、深县、新河、曲周西、大名、内黄、淇县、新乡一线以北和以西地区。

地下水主要接受大气降水和地表水渗入补给,其次是山麓河谷潜水和基岩裂隙水,以及山前边缘地带第四系下伏碳酸盐岩类岩溶裂隙水的补给。排泄途径有二:一是以地下径流向东、北东、南方流入中部冲积平原;二是通过人工开采地下水而排泄。

值得指出的是,漳河冲洪积扇在卫星象片影象上显得相当发育,但其含水砂层及富水性较其它冲洪积扇有很大差距。分析其原因:一是在邯邢山前地区有“泥砾层”分布,是含水性差的弱透水层;二是漳河在临漳、肥乡、广平、曲周一带沉积有大片粘性土,在古河道及缓岗地带也常出现粘质沉积物。

2. 泰山沂蒙山山前冲洪积平原亚区:鲁北的山前倾斜平原在泰山、鲁山以北,直至小清河,西到济南,东达潍坊,地形南高北低。其上河流源短流急,主要有淄河、弥河、孝妇河,其冲洪积扇较发育,但规模较太行山燕山山前的冲洪积扇小得多,卫星象片影象上也充分说明了这一点。冲洪积扇的前缘有洼地、湖泊、盐渍化现象。

鲁西的山前倾斜平原,东西为沂山,东北为泰山,西部以南四湖北五湖为界,平原向西南倾斜,其中以汶泗河、荆龙(滕西)冲洪积扇较为发育。地下水由大气降水、基岩裂隙水及岩溶水补给,向湖区排泄或以泉的形式泄出地表。

3. 嵩箕山山前冲洪积平原亚区:本亚区系受东西向构造带控制及新华夏系影响的弧形沉降带。山前为冲沟发育的黄土岗地,东部为阶状的倾斜平原。地下水受降水和山区地下径流补给,向河流水水平排泄。

(二) 黄河海河平原水文地质区

该区位于山前倾斜平原与滨海平原之间,主要由黄河、海河水系的冲积、湖积冲积物组成。

1. 黄河湖积冲积平原亚区:黄河横贯本区,为地上河。河道多次变迁,冲积层遍布全区。通过解译,可以分辨出分布在平原上的黄河古河道、洼地和砂丘。含水层主要为细粉砂,呈条带状分布。古河道主流带富水,向两侧变弱。地下水接受大气降水和黄河侧渗补给,消耗于蒸发和人工开采。咸水主要分布在原阳、延津、封丘及开封、商丘、德州、惠民、聊城地区与菏泽地区的一部份,发育有中深层微咸水和半咸水。

2. 黄河海河湖积冲积平原亚区:位于德州、临清以北,由海河水系及黄河水系沉积

而成。本区咸水分布广泛。从影象上看,区内湖泽洼淀星罗棋布,古河道及内陆盐渍土也较发育。本区的浅层淡水有两种类型,即河道带型和洼地型。古河道或现代河道沉积的渗透性较强的砂层或亚砂土、含裂隙的粘土,由于接受大气降水的垂直渗入补给,逐步淡化其影响范围内的咸水,形成了河道带型浅层淡水。古河道或现代河系越发育,分布越密集,浅层淡水也就越丰富。洼地型浅层淡水,则是由于地形低洼,易积蓄大气降水及洪沥水,从而逐渐淡化了表层咸水。这种浅层淡水多属岛状或碟状,一般较薄,主要受大气降水、河渠径流、灌溉回归水和坑塘水入渗补给。地下径流缓慢,以人工开采及垂直蒸发为主要排泄方式。

(三) 滨海低平原水文地质区

为乐亭、宁河、武清、静海、沧州、乐陵、沾化一线以南、以东地区。其总体色调较其它两区浅,滨海盐渍土发育。

黄河河口三角洲地区,地形平坦,受海潮入侵的影响,盐渍化严重,浅部无淡水。仅在黄河两侧及其它沟渠、坑塘附近有淡水。老黄河口有甜水沟之称。

三、关于几个问题的讨论

(一) 对滦河冲洪积扇的新认识

通过卫星象片解译,对河北滦河冲洪积扇的认识,较未引用遥感资料以前丰富了。过去认为的还乡河、陡河冲积扇,通过解译证明是滦河的早期冲洪积扇,还乡河河道是滦河故道。滦河在地质历史时期,曾由迁西县大黑汀向南,经铁广、丘庄、左家坞,由丰润城关出山,在玉田到唐山的广大面积上,形成早期冲洪积扇。卫星象片上可见迁西向南有残存的蛇形深切河曲及摆流点,影象较模糊。滦河古河道大致由北向南断续延伸,其东界在陡河水库、唐山市、丰南以西。冲洪积扇的前缘超越了蓟运河现代河道,影象明显(砾石层埋深为80—100米)。

中期的滦河是由迁西直角向东转弯,又在罗屯直角向南转弯,经马兰庄出山口南下,以雷庄为摆流点,形成中期的冲积扇。从北向南有一系列呈指状分布的大致连续的古河道,由北向南、南西方向展布。林西、小集的沙河河床大致为其西界,东界被晚期的滦河冲积扇所干扰。

晚期的滦河,由马兰庄出山口,向南东与青龙河汇流,然后向南,在滦县附近出山口,由北向西、向南呈扇形展布。滦南、新滦河一带,大致是这个冲洪积扇的西界。据色调及古河道发育情况,又可分为三级内叠冲洪积扇,它们的内叠关系是晚更新世冲洪积扇受到滦河切割侵蚀后,在昌黎以南又堆积了较低的历史早期冲洪积扇,最后在这两级冲洪积扇之间又堆积了更低的晚期冲洪积扇(图版1象片3图1)。滦河现道在后两者之间穿过,后转向东南由乐亭正东入海。

(二) 关于南四湖成因的认识

微山湖、昭阳湖、独山湖、南阳湖,俗称南四湖。它是湖东山前倾斜平原与湖西黄泛平原的天然分界。其周围地形较高,微向中间倾斜,为一狭长碟形湖盆。标高35—37米,呈北西—南东向展布,是地表水的积聚地,形成典型的向心状水系,西面的河流大部为人工开挖的排涝或引湖的河道。湖体的特点是面广水浅,微山湖一带,沿湖附近河底低于湖

水面0.5—1米。丰水期湖水补给地下水，枯水期地下水补给湖水。沿湖一带从地表到地下15米左右，有湖相淤积物阻隔，上部与下部的水力联系明显减弱。

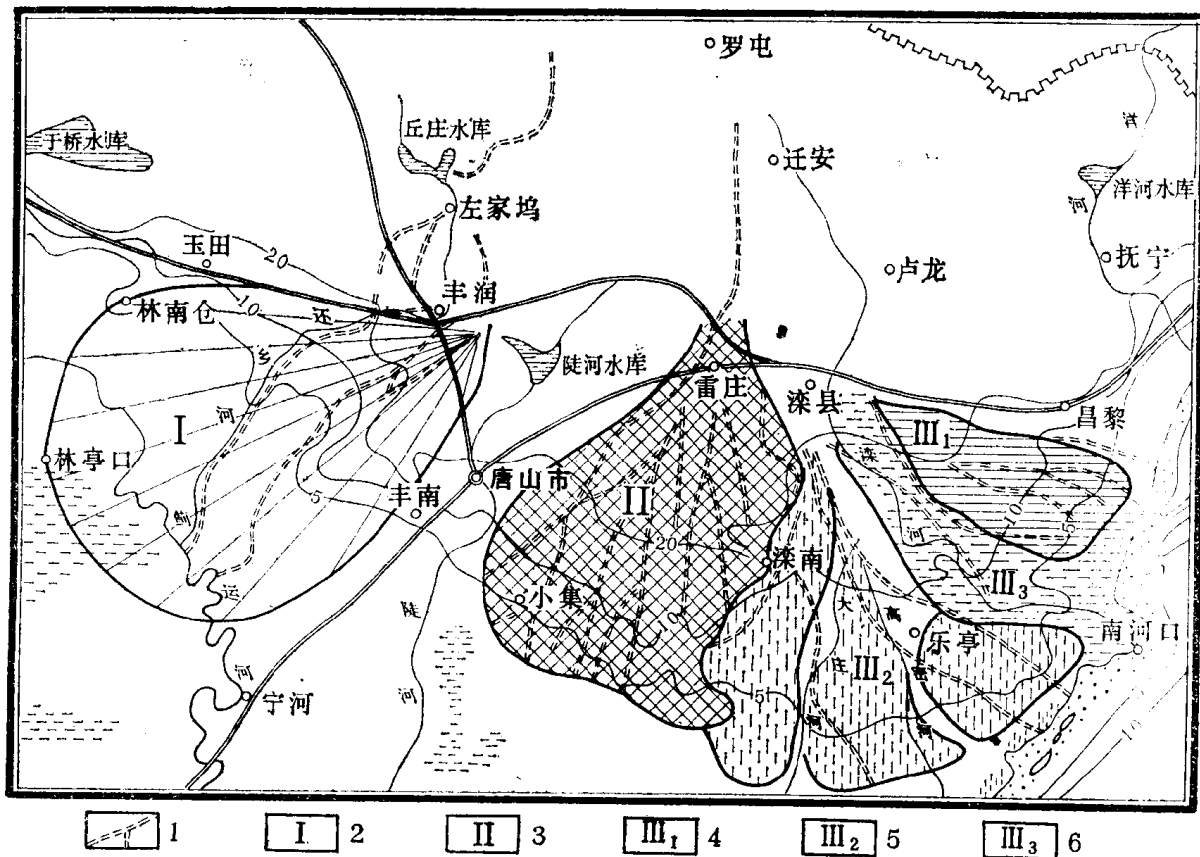


图 1 滦河冲洪积扇内叠解译图

(据卫星象片 3 解译)

1—滦河古河道；2—第一期形成的冲洪积扇；3—第二期形成的冲洪积扇（十二世纪以前）；4—第三期形成的冲洪积扇（十四世纪以前）；5—第三期形成的冲洪积扇（十四—十九世纪）；6—第三期形成的冲洪积扇（近代）

鉴于南四湖的第四纪地质及水文地质意义，我们感到对其成因问题，有必要进行深入研究。通过卫星象片解译，结合分析前人资料，对南四湖的成因，我们有以下认识：

1. 在卫星象片上，沿湖边有一近北西—南东向的线性影象，且岸边平直，为断裂构造的显示。

2. 从卫星象片的宏观视域得知，东平湖（南旺湖、马踏湖、蜀山湖、马场湖均已干涸，具洼地影象）、南四湖、骆马湖、洪泽湖均沿北西—南东向定向排列，这是断裂构造的标志。

3. 汶泗河，荆龙冲洪积扇的前缘没有弧形边界，被南四湖切割，卫星象片影象上显示为折线式的前缘边界，这是活动断裂的直接标志。

4. 湖两侧基岩顶板埋深骤然突变，湖西为400—275米左右，湖东减为160—66米，东南部更浅，仅30多米，短距离内基岩埋深变化如此剧烈，推测可能有断裂存在。

5. 南四湖处在下降地带的边缘，所以沉积了厚度相当大的砂砾石层。钻探资料证实，湖西地区如嘉祥西面的巨野、菏泽一带湖积层很发育（为原巨野泽的沉积物），而在南四

湖之下却并不发育。据历史记载,巨野泽在秦汉时期原在菏泽,唐朝在巨野,宋朝已向东北推到梁山一带,现今为东平湖。说明沉降中心的迁移,同时也有黄河沉积物的东侵,致使湖体位置发生改变。

6. 南四湖在构造上处于北西向的断陷上,地震方面的资料证明新构造运动相当强烈。从十四世纪以来,鲁西和鲁西南地区有感地震不下143次之多,一九三七年八月一日山东全省发生地震,以鲁西南为最强烈,近年地震也很频繁。

综上所述,南四湖的形成和发展,是在区域下降的,背景下而产生的断裂构造是其主导因素,黄河沉积物的东侵也有很大影响。

(三) 关于湖泊洼地变迁的研究

山东省东平湖与南阳湖之间,卫星象片上没有呈现水体影象,但有一明显的北西—南东向的色调界限,在MSS 5波段上,界限的东北呈暗色调,界限的西南呈浅色调。暗色调是由于当地地形低洼,地下水位高,多系粘性土造成的,MSS 5波段上尚有砂性土形成的斑状浅色条带。在MSS 7波段上,深色调区出现明显的几个灰黑色斑块,其位置恰与古南旺湖、马踏湖、蜀山湖、马场湖相当,范围也基本一致。推测该处曾经是湖水掩盖的地方,两端与东平湖、南阳湖相连。同时,在济宁与宁阳之间,卫星象片上显示有一近南北向的古河道,往北追索与汶河连接。由此推测,过去汶河向西南曾流经宁阳、济宁而进入湖泊。

河北的大陆泽宁晋泊洼地,为交接洼地。其东部受威县、南宫岗地(由黄河泥沙的大量沉积形成)的限制,西部受冲洪积扇形地的制约。洼地边缘主要是河流沉积物,洼地中心则为湖泊的静水粘质沉积物。在卫星象片上洼地呈灰黑色,在假彩色合成片上呈浅棕褐色。具椭圆形边界,条格影纹。据历史记载,古宁晋泊和大陆泽的面积均达50平方公里,永年洼约20平方公里,比目前面积大得多。由于黄河、滏阳河的不断泛滥淤积,冲积扇的逐渐扩张,将它们逐渐淤积或填平,积水面积逐渐缩小。

(四) 关于陆地卫星象片的构造解译及其水文地质意义

通过对冬季成象的卫星象片(特别是MSS 5, MSS 7两个波段的黑白片和假彩色合成片)的色、形、影三类影象信息标志的综合分析,加上镶嵌图宏观的影象追索和对比已知资料,可以较清楚地基岩山区看到控制华北平原东西两侧边界的两条深大断裂。东部的一条是郯庐深断裂带,从潍坊附近有四条断裂分两组向南延伸,在临沂、临沭附近收敛成两条断裂,影象形迹呈北北东向。从影象特征及有关资料获悉郯庐深断裂带于前震旦纪时已形成雏型,经过长期活动,现今反映的宏观面貌是地质历史活动的叠加。西部的一条为紫荆关深断裂带,北起官厅水库,在涞源附近分成两支,向南经左权、晋城而出象幅。官厅至涞源附近影象清晰、连续;并陘至左权一段,因构造复杂,影象不够清晰;左权至晋城则影象反映极为明显。沿断裂带多处见有岩浆侵入体。

在两大断裂带附近与之伴生的次一级北东向和北西向断裂影象,以及北西向断裂切割北北东向断裂的形迹,在局部地段也是很清楚的。这两组主断裂的配套组合,对华北平原的新生界沉积厚度、地形变化、水系展布、地下水的赋存条件,均起控制作用。

通过卫星象片色、形两类影象信息差异的目视鉴别分析,典型地段辅以彩色合成仪和密度分割仪作影象增强鉴定,发现平原地区内被松散沉积物掩埋的隐伏构造以北北东向的断裂占主导地位。如聊城—兰考大断裂,影象清晰,并被重力、地震等资料所证实。地震

资料表明,公元1502—1948年,断裂带附近曾发生5—7.9级地震5次,由于断裂长期活动,地貌、水系的展布均受其控制,如黄河在兰考附近就拐弯转往北北东方向流去。

北东向和北西向断裂也很发育。如位于平原中部的新乡—五河大断裂,走向为北西向,其两端延伸与郟庐、紫荆关两条深断裂相交。在新乡—兰考一段断裂分成两条,中间形成地垒。在构造上,地垒的北侧是东明凹陷,南侧是中牟凹陷;在地貌景观上,其北为黄河水系,其南为淮河水系。从第四纪以来,新构造活动明显,如1937、1978年新乡附近发生两次5级左右的地震,均与该断裂活动有一定关系。

我们通过卫星象片解译出不少长短不一的线形和大小不等的环形影象,但这些线形或环形影象是否就是隐伏构造的显示还值得商榷。我们认为,如果是继承性的活动构造或新构造,由于深部应力传递已导致现代地表景观有明显的差异,判释为隐伏构造是可以理解的。如果是晚近时期非活动的隐伏老构造,则其与卫星象片上的线形或环形影象大致吻合,只不过是一种偶合,因为两者之间实质上并无内在联系,电磁波不可能穿透松散盖层而反映隐伏的地质体。看来目前卫星象片上存在的线形、环形影象,都是地形、地貌、岩性、土壤湿度、植被、水系展布等差异的显示,是地表自然景观的综合反映。

(五) 平原区水系展布的特点及其与水文地质条件的关系

区内地表水系发育,主要有黄河、海河、滦河、蓟运河、徒骇河、马颊河、小清河及淮河水系的部分支流(颍河、贾鲁河、涡河、惠济河)等。

黄河在桃花峪以下流入华北平原,所携带的大量泥沙沉积下来使河床淤高(其中郑州至兰考段,河床高出地面3—7米;鲁西、鲁北高出地面7—8米),形成地上河,黄河本身成为海河水系与淮河水系的分水岭。由于河水位高出两侧地下水位,所以这一带的地下水终年受河水补给。

漳河、卫河、南运河组成黄河以北与其平行的河系。漳河、卫河在大名县汇合,然后在临清县流入南运河,又向北流入海河。漳河流量大,河身极不稳定,南至安阳河,北到滏阳河,到处都有其故道陈迹,但其影象不清。

子牙河水系上源有二:北为滹沱河,南为滏阳河,于献县汇合称子牙河。滹沱河平原河道为地上河,含沙量大,形成石家庄、藁城之间的广大冲洪积扇,影象清晰可见。滹沱河在正定、藁城以下河道历代都有变迁,根据象片影象已确定两条古河道。滏阳河由太行山东麓的许多平行河流汇流而成,向东流入宁晋泊、大陆泽,因受巨鹿凹陷的影响及东部南宫、威县黄河沉积物形成的岗地约束,在曲周急转北流。

大清河支流繁多,北支以拒马河、琉璃河中易水为主。北拒马河与琉璃河汇合后称白沟河。南支以唐河、沙河、磁河为主,汇合成潞龙河,东北流入白洋淀。大清河南受子牙河的制约,北受永定河的控制,故构成上下游狭窄,中游广阔的河流。由于基底为保定凹陷,子牙河、永定河均高于大清河,加之西部冲洪积扇的发育,所以大清河中游形成许多洼地和湖泊(如白洋淀、文安洼),地表经常积水,也抬高了附近的地下水位。

永定河有两条主要支流,一为桑干河,源出山西;另一为洋河,来自内蒙古高原。永定河出山后,形成以石景山为顶点的广阔冲洪积扇,富含地下水。由于平原上出现圆形新隆起,使永定河不断改道,卫星象片上呈弧形大弯的影象是很直观的。

太行山东麓各河决口改道一般有如下规律:

1. 各河决口改道地点逐渐往下游移动,因而冲积扇顶点也随之下移。如滹沱河,早期

的决口地点在黄壁庄附近，形成了以其为顶点的老冲积扇；后来移至藁城附近，又形成了以其为顶点的新冲积扇（图2）。

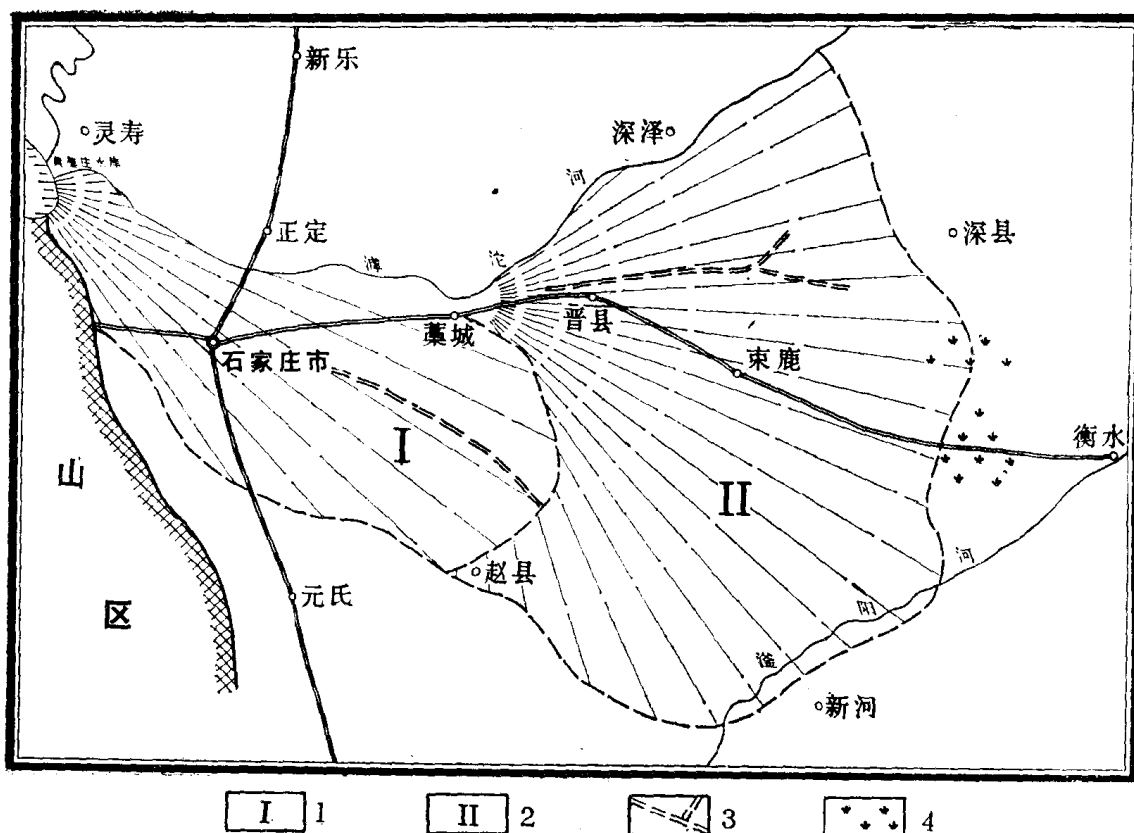


图 2 滹沱河冲洪积扇解译图

1—滹沱河老冲洪积扇；2—滹沱河新冲洪积扇；3—古河道；4—盐碱地

2. 两条相邻河流的汇流点逐渐向上游移动。如漳河、卫河汉、唐时在东光一带汇合；明清时上移至馆陶附近。滹沱河、滏阳河汉时在青县附近汇合；明清时上移到衡水、献县一带。

3. 河流大多先由北（北道）往南改道，明清时到达最南点（南道），而后再由南往北迁移，现在都已移到本河流范围的中部（中道）。例如黄河东汉以前在沧州以北入海（北道），东汉以后向南迁移，先在山东、江苏入海，明清时主要在江苏一带入海（南道），清咸丰五年（公元1855年）移至山东入海（中道）。

4. 各河出山口时的流向均为东西向（或偏东南），但到一定地点，均向东北拐。如黄河在兰考，漳河在临漳，滏阳河在曲周，滹沱河在藁城，唐河在定县，拒马河在雄县，永定河在固安等。

现代各河出山口不远即多向北东拐，这除了受冲洪积扇的影响外，起控制作用的是山区隆起上升与平原拗陷下降的差异加剧了。各河的拐点与汇流点，基本上都位于断裂带上。

（六）关于渤海湾及其地质地貌解译

ERTS—1, 2 卫星，是以研究陆地表面为主的陆地卫星，它所取得的影象资料不能作为研究海洋的主要手段，因为海洋的电磁波特性与陆地的电磁波特性有着显著的差别。目前正在研究海洋的电磁波窗口，认为0.5—0.55μm的绿光波段对海水的透视效果最好。

本次解译,利用ERTS—1, 2 卫星所摄影片,对渤海湾沿岸的泥沙流和海积地形进行了初步分析判读,取得了一定效果,我们的认为是:

1. 沿岸泥沙流:沿岸泥沙流是海岸线与潮流方向具有一定的夹角而产生的。在塘沽、滨县、潍坊幅的MSS 5 波段影象上可以看出,泥沙流呈烟雾状的浅色调,滦河口以北没有泥质堆积作用。自北东方向来的沿岸流,将泥沙(主要是泥质)沿岸向西南输送,渤海湾西岸的沿岸流,携带泥沙沿西北岸运行,两者在柏各庄以南的地方交汇,并沉积下来,从而形成近代海积平原和海滩向南突出的部分。黄河口的泥沙流以向西和西北方向运动为主,其次为向南东方向运移。

2. 渤海湾沿岸的海积地形:由于卫星象片比例尺很小,除较大的海积地形外,一般影象表现不清楚。在渤海湾塘沽幅象片上,清楚地显示了浅色调的明亮条带状的砂嘴、砂坝等微地貌。同时根据色调深浅的不同,反映出三个不同色调区间,即浅灰色(推测为浅海高滩),深灰或灰黑色(推测为浅海低滩),深黑色(为深水区)。从渤海湾和莱州湾的象片上,还可以清楚地看出南部的海底地形高于北部,这是由于黄河口的泥沙含量远远大于其它河口(年输沙量黄河达九亿多吨,海河为一亿多吨,滦河为6360万吨,蓟运河为100万吨),因而黄河三角洲增长速度最快,形成一个突出于渤海湾及莱州湾的扇形地。

渤海湾是渤海西部界于滦河三角洲与黄河三角洲之间的部分。最深处为25米,绝大部分浅于20米,在海岸以外10—50公里距离内则浅于10米。这一浅缓的陆裙是内外力相互作用的结果。它的基底构造属渤中凹陷,从卫星象片上看,是受活动断裂分割的最年青的新凹陷。从流入渤海湾的海河、蓟运河的河道演化特点、自由曲流发育、河口无三角洲等情况来看,渤海湾的近期下沉是很显著的。平原上天津、塘沽、宁河一带也有近期下沉。

四、几点体会

(一) 水文地质解译,以冬季成象的卫星象片解译效果较为理想。因为冬季成象,太阳角度小,色调特征、形态特征信息反映清楚;对于华北平原来说,没有植被影响,干扰因素少。MSS 7 波段象片对水体边界、泉、地下水溢出带、平原区隐伏构造等解译效果好;MSS 5 波段象片对解译冲洪积扇、古河道、洼地、隐伏断裂、环形构造、第四系成因类型与岩性、盐碱地有较好标志;假彩色合成片对判释洼地、植被、隐伏构造可提供较多的信息。

(二) 平原区进行卫星象片水文地质解译,可按以下步骤进行:

首先,从已知到未知,这是卫星象片解译的原则,也是解译者建立并取得解译标志,识别并解译地质体或地质现象的一个重要方法。

其次,是先易后难,即先山麓后平原,先陆地后海边,先地表后地下,先宏观后微观再超宏观。本次解译程序是先解译水系、地貌、第四系成因类型、泉水、地下水溢出带(水文地质解译直接标志)、隐伏构造,然后进行水文地质条件(补给、径流、排泄条件,富水地段的划分)的综合分析解译。根据卫星象片影象解译的地貌,进行水文地质分区;再根据第四系成因类型、岩性定亚区;按相对富水程度分出地段。这同已有的水文地质成果中划分三个水文地质区(山前倾斜平原、中部平原、滨海平原水文地质区)的情况是吻合的。

(三) 卫星象片视域广, 宏观性强, 信息量大, 反映自然景观影象清楚、直观, 能在较短的时间内解译出内容丰富、质量较好的小比例尺图件。这门新技术, 在区域规划、水文地质普查等工作中推广应用, 可以达到多快好省的效果。

(四) 卫星象片对区域构造的研究效果较好, 尤其是线形构造在基岩区影象清楚, 在掩埋区也较为理想。地貌界限反映直观, 以冲洪积扇, 洼地最为明显, 这对水文地质解译提供了重要的间接标志。泉、地下水溢出带是水文地质解译的直接标志, 本次解译对判释方法虽作了一些归纳, 还不全面, 有待于进一步加以完善。

(五) 本次解译工作, 主要存在以下问题:

1. 我国进口的卫星象片是未经经纬度校正的粗制片, 冲洗放大时大小不一 (应是 18.5×18.5 厘米²), 一般差 0.3—0.5 厘米, 最多差 1 厘米, 这对成图的精度不可避免地会产生影响, 况且在镶嵌过程中, 从中心向四周放射状展开, 既要照顾影象重合, 又要考虑经纬度, 有的无法统一, 只好以影象为主。

2. 单张象片解译完成后, 即着手做镶嵌图。全区解译图, 必须使用同一镶嵌图 为底图, 方能保证成图为同精度。我们这次没有按上述方法进行, 即水系解译图与镶嵌图是一致的, 地貌及第四系成因类型解译图与水文地质解译图用了另一张镶嵌图, 故成图精度不一致。

3. 为了建立解译标志以提高华北平原卫星象片水文地质解译的质量, 急需做地面光谱测试。平原区地下热水的分布、埋藏, 需要通过红外扫描进行圈定。

新疆铁门鲁塔木地区航空 及卫星象片在水文地质普查中的应用

新疆地质局第一水文地质大队

张景尧

本区在工作前仅收集到极为粗略的1:20万地质图,地层、构造与邻区均衔接不上,重新进行地质测量又不可能,因此试图应用航空及卫星象片解译来帮助解决这些难题。

工作中应用了ERTS-2多光谱扫描四个波段的粗制黑白卫星象片(1975年5月11日成象,比例尺1:50万)和比例尺为1:6万的航空象片,影象均比较清晰,解译效果较好。

现对几个问题的具体应用分述如下:

一、地质构造的解译

测区北为加依略山,南为扎依尔山,其间为一近东西向的白杨河谷地。谷地两侧有中生界隆起。形成这一地貌景观受哪些构造作用控制尚不清楚。

在卫星象片上(图版2象片1),北部中高山区与山前戈壁砾石带地貌界线明显,为一舒缓波状的线性影象。航空象片上沿此界线有几处泉水出露,植被呈断续线状分布,色调较深。以上影象特征经综合分析初步确定为北东向的压性断裂带。中生界隆起两侧与第四系接触带上,也具有同样的线形影象,也解译为两条断层。由此判定:谷地北侧为一地堑式断陷谷地,有巨厚的第四系松散堆积物,谷地中又有次一级的地垒式隆起。

南部扎依尔山前,仅古生界与中生界部分为断层接触,中生界与第四系接触带上没有前述的线形影象。从而判定谷地南侧没有大断裂控制,后期中生界隆起,基底较浅(图1)。这一构造轮廓,严格控制了测区的水文地质条件及地下水运动规律。北东向的主干断裂,均为压性断裂,起着阻水或隔水作用。而与它斜交的低序次压扭性、张扭性断裂的复合部位,往往有泉水出露。

对主干断裂的解译及谷地基底起伏的分析,是否正确合理?当时布置了两条物探剖面,验证结果与解译相符。后钻探又证实,北部莫湖台在地表以下300米见基岩,南部温泉附近,11.09米即见基岩(图2)。

测区新解译出断层30多条,60%以上进行了实地验证,解译基本正确(图版3象片2—5)。

二、校正地层界线,划分新老洪积扇

原有的地质图上,有些地层界线画得不准确,也有漏掉的地质体。如阿拉珊温泉附