

遥感技术在豫北国土资源调查中的应用*

张克伟 牟用吉 郭树桂 刘玉祥

毛俊卿 张天义 赵保军

(河南省遥感技术协作委员会)

1985年12月12日收到

河南省于1985年组织了以遥感技术手段为主的豫北地区国土资源概查。工作中,我们充分利用了收集到的陆地卫星MSS、RBV和NOAA气象卫星的可见光与热红外图象,彩色红外及黑白航空象片,对比了多时相信息,对照与归纳了大量其它测试手段与常规调查的地球物理、气象、水资源、地球化学等资料与数据,参阅了丰富的历史资料与统计资料,考虑了社会、经济、人文诸要素,从空中、地面到地下全面调查研究了国土资源的时空分布规律。经过一年的工作,初步取得了一批有价值的科研成果。

豫北国土资源总体调查,设立了五个图系,即工程规划条件图系,农业生产条件图系,生态环境质量评价图系,国土利用图系和黄河研究图系。前四个图系概括了国土资源调查与整治的常规内容及其在国民经济建设中的主要应用,第五个图系是与我省人民生命财产密切相关的特殊课题。

各图系由基础图件、应用分析图件与综合评价图件三部分组成。基础图件提供各专项国土资源分布规律与数据;应用分析图件归纳本图系多种国土资源的立体共存依赖关系;综合评价图件利用前两种图件成果,给出国民经济建设某方面国土资源条件的优劣或适宜性评价。下面对这五个图系作一简单介绍。

一、工程规划条件评价图系

大中工程多系国家重点工程,选址稍有不慎,损失即达亿万元。编制本图系目的是为了提供可行性论证时的背景性参考材料,若能为一个或几个工程提供一些可资利用的信息,就可以导出可观的社会经济效益。

1. 河南省标准国土格网

为了实现国土资源的计算机存取、解析与管理,我们采用以大地经纬度座标为基础的格网图,将专项资源的不规则分布形态,格网化为标准图土单元中的要素。

西起 110° 向东,北起 36° 向南,以国家1:5万地形图分幅为一级格网($10' \times 15'$),将我省划分为 32×28 个一级单元,再细分为二级单元($2' \times 3'$)与三级单元($30'' \times 45''$)。第三级单元称国土标准单元,面积约1平方公里。用八位数码法检索各国土标准单元位

* 本项目由河南省计划经济委员会副主任王金福与国土办公室主任夏辉具体领导,由以承继成教授为首的北京大学、北京师范大学、武汉地质学院北京研究生部、地质矿产部地质遥感中心和中国科学院遥感应用研究所等二十余位遥感专家组成的技术顾问团辛勤指导,由河南省20余家厅局、科研机构与大专院校的100余位科技工作者共同努力完成的,本文系该项成果的简介。署名者为本文的执笔者。

置,即构成我省标准国土格网。该格网易于适应各种投影变换,便于记忆与运用,适于作为省级国土资源数据库的基础格网。工程规划条件图系的各评价图均使用了该格网。

2. 基础图件的编制

地貌图 依影象特征划分地貌单元,除本图系外亦为其它图系的基本图件。对豫北黄泛平原的古河道与决口扇形迹反映详细、准确,为认识古今黄河变迁规律提供了依据。

坡度图 依工程指标将地面坡度化为七级($> 70^\circ, 35^\circ, 15^\circ, 8\%, 30\%, 4\%, < 4\%$)与影象地貌单元扣合良好,优于单纯坡度尺量算法。对平原区,于工程不利的各种滞水区、洼地及洪水威胁区定位尤佳。

影象地震构造图 活构造在影象图上反映清晰,一级以上有史以来的地震点位标示详细,可为地震预报及工程选址提供依据。

影象地质图 较好地反效了新生界以来的各地层单元,第四系的成因——地层划分法优于常规调查,为中小比例尺地质图的修编提供了新技术手段。

构造图 依影象形迹如实标出了各种线性与环状构造,为大地构造与工程构造分析打下了良好基础。

工程岩组类型图 依影象特征与工程力学指标划分岩土类型,并反映 30 米以上岩土结构。是确定地基承载力与边坡稳定性的依据。

水文地质图 反映 60 米以上浅层水分布规律与水质有独到之处。各富水等级的影象特征清晰。工作中还进行了植被长势与地下水水质之间相关性的探讨。

可燃能源矿产图 依影象特征、大量的钻井与地球物理勘探资料,解析深部构造,可为能源矿产勘探提供有价值的信息,可对油气与煤的远景储量进行预测。

矿产图 除金属矿产外,对非金属、建材类矿产的平面分布规律可以实形反映,并对其质量及远景储量进行了估价。表达手法新颖,于矿山选址尤为合适。

生产力布局图 反映了豫北能源、建材等基本企业的布局现状,对工程选址具有重要意义。

3. 工程规划基础因子评价

将与工程选址有关的各基础要素,参照有关工程指标评价赋值,一般为 5 分制,即优、良、中、差、劣五级,并记入相应国土标准单元。

地形适宜性评价 以地貌图与坡度图为依据,陡坡山地与渍水洼地、洪水威胁区评价较低,为 1—3 分,以 30%—4% 坡度为佳,赋与 5 分,其它 3—4 分。

区域稳定性评价 以地震构造图与烈度图为基础。评价时 VIII 度烈度区赋于 2 分(差),小于 VIII 度依次增分,小于 V 度区为 5 分,视为稳定。

地基承载力评价 基岩区以干极限抗压强度与软化系数衡量,松散岩类依土类划分承载力,豫北一般赋值 3—5 分,局部软土段与黄河嫩滩给予低值。

边坡稳定性评价 视岩石工程力学性质、不连续构造面密度产状及与坡度、坡向关系而定。陡坡悬崖区赋值 1—2 分,上八里—焦作及济源西王屋山一带低山区,不稳定要素较多,亦给值较低。平原区一般取 3 分。

水资源评价

地表水资源评价: 依河流累积水量、工农业耗水率及水的采取难易程度而定。黄河

大河沿岸评价较高,其它水系因水量与水质问题,开发价值不高。但卫河下游段水质已净化,应视为可用。

地下水资源评价: 依富水等级与水质而定。大于30吨/时米特富水区赋值5,依次降等,矿化度大于3克/升的咸水,视为不可用。

水资源总评价: 综合评价可用水的丰欠,地表水与地下水两者择优取值。

4. 工程规划条件综合评价

利用基础要素评价价值求综合评价值,一般用加权因子法。

$$Y = \sum_{i=1}^n P_i X_i$$

自然条件综合评价 以地形适宜度为基本值,视区域稳定性、地基承载力与边坡稳定性及水资源各基础条件中不利因素的严重程度,分别降级取值,评价自然条件工程适宜性的优劣。

社会条件综合评价 主要用常规资料评价。占地可行性评价中,重点给出城镇、文物保护单位、机场、良田等禁占或不宜占地类型;环境质量影响评价中,给出对县级以上城镇盛行风上风、穿城河流上游等可能对居住区产生大气或水污染的区域,及自然保护区(林地)、岩土体不稳区等工程施工可能破坏生态环境平衡的地段;生活适宜性评价,意在指出可能对职工及其子女在文化教育、医疗卫生与副食供应等方面带来不便的地区。综合评价时,上述三种要素给予不同权重,优先考虑占地可行性。

交通条件评价 除反映交通网现状外,引进可近度概念,用地形适宜度及与交通干线的距离,来衡量交通便利与否、新修线路的难易及经济代价。

工业可用场地及不利因素图与工程规划条件总体综合评价 以坡度为基础划分工业场地,叠加各种自然与社会不利要素作出工业可用场地及不利因素图。以此图为基础,参照各基础因子格网评价图,作出工程规划条件综合评价图。评价时分为优、良、中、差、劣五等,内插三等,共分8级。优良意味着综合衡量自然、社会、交通等条件后,认为该国土标准单元宜于选作大中工程厂址,一般无或仅有一种主要不利因素;差、劣意味着不利因素较多,各种条件恶劣,不宜选作厂址,或需付出较大的经济代价。

这种工程规划条件评价方法,在国内尚未见先例,方法的合理性和对各类工程项目的适应性都有待进一步探讨。

二、农业生产条件评价图系

1. 基础图件的编制

农业气候图 以水热条件对豫北农业气候进行分区,并反映暴雨、大风、沙暴、冰雹等灾害气象要素。

水资源条件评价 水系与水工设施图提供了详尽的供水河渠格局;水文下垫面图为遥感制图的新图种,有助于建立水文模型与产水量计算;年径流量与变差系数图及产水模数图,为常规统计计算求得,汇总了近年来地表水资源评价的丰富成果;水文地质图提供了60米以上浅层地下水可利用程度的信息。

土质的适耕性及不利因素评价 农业地质图反映了成土母质、风化深度、土层厚度、

农业大营养元素、微量营养元素与农业矿产,为地质图向为农业服务过渡的新型图件,系遥感手段与常规测试数据结合之产物,系土壤图的基础图件,可为农业施肥提供依据。

农业不利因素图与低产田分布图,着重反映盐碱、洼涝、沙化与其它不良土质等低产因素,影象可解度高,可信度大,反映了豫北农田质量的真实信息,可用于指导农田改造与灾害防治。

农作物类型图 用卫星象片信息与常规调查指出了豫北农作物分布规律,画出了作物需水量图,用彭曼法计算了主要农作物(小麦、玉米、棉花)的需水量,对农作物种植方针的确定颇具价值。

2. 土地类型评价与土地资源评价 利用卫星象片提供的地貌、坡度、植被、土壤、水分、水文与排水条件、热量、适耕性、肥力、盐碱化程度等各要素的信息,划分土地类型,并在此基础上进行宜农、宜林、宜牧及适宜性等级评价,是利用遥感技术进行土地开发利用潜力及改造、利用方向评价的两个综合性新型图种,较常规成图法速度快,可信度高,可作为农业区划的基本依据。

三、生态环境质量评价图系

1. 基础图系的编制

植被图 依影象信息划分的植物群落类型,是豫北生态情况的真实反效,对农作物种植群落解析亦较详尽,生态质量评价与农业区划均可利用。

森林资源图 准确地反映了豫北林业资源情况,该图揭示了豫北绿地覆盖度低、林地质量差的现状,为土壤侵蚀调查提供了依据。并以内黄县为样本,进行了卫星象片解析计算村镇林蓄积量的尝试。

水质评价图系 以溶解氧与化学耗氧量及汞、镉、砷、氰化物等十种污染物含量为指标,评价了河流水质,在国家规定的三级可用水外又划出了第四级污染水与第五级强污染水。揭示了新乡、安阳、鹤壁、焦作四城市及其它点污染源对卫河水系强污染的现象。其中彩色红外航空象片提供了部分信息。

土壤污染图 卫星象片信息与常规信息结合作出了豫北农药、化肥、煤、矸石堆及工厂、矿山、油井等土壤污染现状和污染远景预测图。

土壤侵蚀图系 分为侵蚀类型、侵蚀强度与土壤侵蚀概图三种,均为用遥感影象解译制得。以地貌、坡度、岩性、植被覆盖度、水土流失强度与侵蚀程度为指标。形象地反映了豫北土壤侵蚀现状与规律,为水土保持工作提供了良好依据。

2. 生态环境质量的综合评价

依据以上基础图件,按国土标准格网对豫北生态环境质量进行总体评价。城市以绿地、大气污染、水污染与噪声为指标,划为轻纺化工型(新乡)、石油型(濮阳)与煤炭型(焦作、鹤壁)三种。以新乡污染最重,评价值最低。乡村分山丘区与平原区,前者以坡度、土壤侵蚀和植被来评价,后者以水分、土壤和林网化为指标。均划分为优、良、中、差、劣五等。该图系评价方法亦系国内首次,其合理性与可用性亦有待深入研究。

四、国土利用图系

运用遥感影象基本查清了豫北国土利用现状,并以新乡市为试点进行了城乡占地的动态变化分析。

1. 彩色卫星影象地图

系用计算机镶嵌三波段黑白影象而成,正片合成产生了西北光线正立体影象,叠合了基本等高线、居民地与道路等基本地形地理要素,图面色彩均衡,精度较高,为直观型地图新图种。

2. 地理底图

以计算机镶嵌7波段黑白负片及RBV片、纠正仪对点放象制作而成,为各专业图件的基本底图,是控制专业图解译与制作精度的保证。最终底图用1983年影象修编,时相新,与地面现状吻合好。

3. 土地利用图

卫星象片直观解译豫北地面被覆与利用状况,可代表八十年代初的国土布局。共分29个地类,大部分地类边界与各有关专业图件吻合良好,为用户提供了一批基础数据。

4. 新乡市占地形势变化分析图

为利用航空象片进行国土利用动态监测,解析了1968年至1984年新乡市城市占地、城市建筑占地、工业用地与农村用地的动态变化数据。量算统计结果表明,16年间新乡市城市占地面积扩大了34.36%,城市建筑占地面积增长117.15%,工业占地面积扩大29.09%,近郊农村占地面积增长了89.14%。从而揭示了我省建筑用地急剧扩大,农田尤其是近郊良田骤减的趋势。为城市建设布局与建设规模控制提供了依据。

5. 旅游资源图

标示了豫北139个省级以上文物保护点与风景名胜区的位置与类型,为开发旅游资源与工业占地可行性评价提供了依据。

五、黄河研究图系

1. 黄河下游古河道变迁图

人类有史以来的古河道及泛滥形迹在卫星象片上有清晰反映,结合丰富的常规资料,准确地反映了黄河六次大改道、7次决口主流线、27个决口点的位置与年代,基本查清了豫北古黄河变迁的规律,对现代黄河水患防治亦有重要意义。

2. 黄河近代河道变迁图

用40年以来7次航摄资料编制而成,科学地总结了近代黄河的游荡规律,特别是三门峡水库建成前后的水量、含沙量与堤、滩侵蚀规律,对我省黄河防洪与沿河、跨河工程的建设具有重大指导意义。

六、其它专项研究

1. 豫北卫星影象数字镶嵌

五幅卫星影象彩色镶嵌图,其几何精度在图幅主要部分较高,拟合差小于200米,达

到国内先进水平。

2. 卫星图象计算机增强与信息提取 主要用调整直方图法增强与提取影象有用信息,尤其注意了国土资源调查的普遍适用性,在盐碱地、沙地与村镇林信息提取上效果显著。

3. 卫星影象光学信息处理

用光机吻合法进一步改善了计算机处理图象,进行了专题要素与卫星影象叠合的尝试。各种特殊的光学处理手段丰富了可用信息。提供了专题图制作的基本依据。

4. 国土资源面积量算

用手扶跟踪数字面积量算仪与电子分色扫描量算仪,进行了各种国土资源面积数字量算,重复量算误差平均约为万分之三,量算精度满足要求。进行了用 SIOI 系统识别量算和图象处理机与通用机结合量算的试验,为今后寻找快速而高精度的量算方法打下了基础。

国土资源各种数据的统计,乃本项目的主要目的之一。地类边界定位的准确与面积量算的精度,是遥感应用技术中一个十分重要的问题。决定面积统计精度的主要因素有三:其一为专业解译地类判别与界限定位误差;其二为影象几何形变误差;其三为成图与量测过程中的技术性误差。为了消除这些误差,我们采取了一系列措施,并把它们限制到了很小的范围内,这里不再赘述。

本文提出的各图件的应用前景是很粗浅的,各图件的真正应用价值与其潜在经济效益有待有关决策部门、经济建设规划设计部门与各生产单位在实践中检验和进一步开发。