

遥感技术在农业立体污染监测中的应用

覃志豪^{1,2}, 章力建¹, 高懋芳^{1,2}, 秦晓敏², 邱建军¹

(1. 中国农业科学院资源与农业区划研究所, 北京 100081 ; 2. 南京大学国际地球系统科学研究所, 南京 210093)

摘要 : 分析我国农业立体污染的客观现实 , 探讨遥感技术在农业立体污染监测中的应用。主要分析遥感技术在农区水体污染监测、土壤污染时空动态监测、农作物污染变异监测和农业气体污染监测等方面的应用前景 ; 提出遥感技术与地理信息系统技术相结合 , 建立综合农业立体污染空间地理信息管理系统 , 实现农业立体污染的时空动态模拟分析 , 为农业立体污染防治决策提供科学依据。

关键词 : 农业立体污染 ; 遥感技术 ; 地理信息系统 ; 监测

中图分类号 : TP 79 : S 127 文献标识码 : A 文章编号 : 1001 - 070X(2006) 01 - 0001 - 05

0 引言

农业污染的种类不断增多 , 面积不断扩大 , 逐步由简单走向复杂 , 由“ 点源 ”、“ 面源 ”特征走向“ 立体 ”特征。据此 , 我国科学家提出了“ 农业立体污染 ”的概念^[1,2] , 并将之定义为 : 在农业生产过程中 , 不合理的农药化肥施用、畜禽排泄物的排放、农田废弃物排放以及耕种措施等造成的面源污染和温室气体的排放所构成的从水体—土壤—生物—大气的立体污染。近 10 多 a 来 , 我国农业立体污染问题日益突出 , 不仅直接影响农产品的品质和国家食品安全 , 而且危及农业安全生产和可持续发展。农民的生产收益受到影响 , 尤其是在中西部农业主产区 , 许多农产品因污染而形成增产不增收或有产无收(有产品无商品) 的局面 , 严重影响了农民增收和生产的积极性^[3]。传统的以点源或面源污染为重点的农业污染防治策略 , 难以适应当前和今后相当长一个时期内我国日益突出的农业立体交叉污染问题 , 因此 , 必须从农业立体交叉污染的现实出发 , 从国家层面构建新的防治策略 , 研究农业立体污染防治技术集成 , 建立农业立体污染防治示范工程。遥感技术具有时空特征 , 能快速、定期地获取区域范围内的地表光谱信息 , 在农业立体污染防治 , 尤其是在农业立体污染区域分布的时空动态监测方面^[4,5] , 具有广泛的应用前景。

1 我国农业立体污染问题的严重性

近 10 多 a 来 , 随着改革开放的深入 , 我国农业呈现出许多新的发展和新的问题 , 其中农业污染越来越复杂 , 由点源污染和面源污染向立体交叉污染态势发展^[1,6]。

农业商品化和产业化发展 , 提高了农业生产强度 , 刺激了农民对生产的物资投入 , 过分地高投入和不科学的农业生产方式 , 导致了农业污染不断加重和日益复杂。全国已有 2/3 以上的水域和 1/6 以上的土地受到不同程度的污染 , 农药、化肥及有机固体垃圾等污染现象相当严重。我国受酸雨影响的耕地面积达 40% , 土壤退化面积约 70%。农业污染对城镇化集中地区地表水(以太湖流域为例) 氮氮的贡献率超过 50% , 总磷 30% 以上 ; 城郊集约化农业种养区地下饮用水硝酸盐超标严重(按国际标准超标 45% , 按国内标准超标 20%) , 因不合理施肥所造成的每年流失纯氮超过 1 500 万 t , 直接经济损失约 300 亿元 , 农药浪费造成的损失达到 150 多亿元以上。

大量畜禽粪便越来越不能得到及时有效处理 , 导致农民居住环境和生产环境污染加剧 , 传染性病毒病菌得以传播和扩散^[3]。农村生活垃圾、污水和秸秆等不能得到有效处理 , 造成污水的渗漏和随河水漂流 , 导致地下水源及河道的严重污染 , 威胁农村

地区的饮用水质量^[7,8]。秸秆燃烧和废物不合理堆放等释放出大量的有毒及温室气体,造成了臭氧层破坏、酸雨等问题。

从插页彩片 1 可以看到,农业污染是一个立体复合过程,涉及污染物在大气、水体、土壤和生物圈层之间的持续运移与相互作用,从而形成立体交叉污染的复合过程。因此,必须从立体交叉与圈层链接的角度提出防治措施。这一农业立体污染防治新思维将从源头防治、过程阻断、末端治理和综合防治 4 个方面构建具体工程技术措施,从而与传统的点源污染和面源污染防治策略有本质的区别^[1]。

农业立体污染已经成为制约我国可持续发展的严峻问题,针对农业立体污染的复杂性及广泛性,我国学者提出了许多有效的监测与防治措施。章力建等人^[2]从不当农业生产措施导致水体-土壤-生物-大气间碳氮交叉污染不断升级的现实,探讨了我国农业立体污染中“碳氮链”的内涵、作用与功能,分析了国内外农业系统的碳氮污染现状和碳氮污染防治研究中存在的问题,提出了今后相关研究的重点及措施;文献[9]分析了生物技术在控制农业立体污染循环链各个主要环节的应用研究进展,并认为生物技术在农业立体污染防治中有着重要的作用。郑时选^[10]从农业立体污染治理技术和资源有效利用的角度,讨论了沼气技术在农业立体污染治理和农业生态建设中的作用及影响。

农业立体污染研究虽然已经有了一定的基础,但是,由于其综合性及复杂性,还需要从多个角度探讨其防治措施,采取多种技术来全方位进行控制。空间遥感技术由于能够及时准确地获取区域范围内的地表农田时空信息,而在农业立体污染监测和防治中有着非常广阔的应用前景。

2 遥感技术在农业立体污染监测中的应用

随着空间技术和计算机技术的发展,遥感技术和遥感应用研究也获得了空前的发展。一方面,遥感数据的获得更加便易和广泛(光谱分辨率和空间分辨率越来越高,波段越来越多,微波遥感实现了全天时、全天候的对地观测,高光谱遥感能够更精细地研究地物的光谱特性);另一方面,遥感数据的处理也由早期的简单光学图像判读发展到了数字图像处理,由定性目视识别进入了定量建模反演,遥感应用也向着更广和更深的层次发展^[11,12]。例如,中分辨率对地观测卫星传感器有 36 个波段,波谱

范围为 $0.4 \sim 14.4 \mu\text{m}$,影像空间分辨率为 250 m、500 m 和 1 km,可以对地球资源环境进行实时快速观测^[13]。目前,中国也发展了自己的风云气象卫星、中巴地球资源卫星和海洋卫星。卫星遥感技术的飞速发展,对我国农业立体污染监测具有极其重要的现实意义,尤其是在农业水质污染监测、农业土壤污染监测、农业大气污染监测和农业污染物在水、土、气、生等圈层之间的运移空间模型模拟分析方面^[5,14]。

2.1 在农区水体污染监测中的应用

现代农业的发展,明显增大了农药和化肥等化学物品在农业的投入,从而不可避免地加剧了农业污染的程度。在许多农业集中产区,农药和化肥的超量使用已经导致农田水体尤其是地表水及地下水污染加剧;同时,农村未处理的畜禽养殖污水和生活污水也加剧了农区水体的污染。

传统的农区水体污染监测一般采用地面定点采样分析法。这种方法只能了解监测点的水质状况,不能反映整个区域的农田水质差异,并且地面采样分析成本高,速度慢。随着遥感技术的发展,遥感已成为区域农田水体污染监测和时空动态分析的重要手段,从而可以突破传统的地面点状监测,开展全面的区域农业水体污染监测。遥感技术能清楚地反映出区域流域污染现状和空间分布特征,利用多时相的遥感数据可对同一流域水体污染历史和污染趋势做出研究和预测,可为水资源保护规划提供准确信息^[7]。

农区水体污染监测的内容很多,这里主要是指因农业活动而产生的污染,包括水体富含有机质和氮、磷等营养元素所引起的“富营养化”、重金属污染及有机化学物质污染,表现为分布零散面积较小的面源或点源污染。所以,要求具有较高的光谱分辨率和较高的地面分辨率,才能进行精确地监测。遥感技术可以通过水温、浮油、叶绿素及浊度等进行水体污染监测^[16]。我国在应用遥感技术进行水质监测方面做了大量的研究:李旭文等^[17]利用遥感并结合地面同步水化学监测数据,对太湖的蓝藻数量进行估算,以叶绿素 A 为主要指标,监测出太湖水体质量处于富营养化状态;王学军等^[9]利用遥感技术研究了太湖的水质状况,认为通过遥感多波段组合和主成分分析,可以使高分辨率多波段遥感信息在水体污染监测中得到更为充分地利用;刘令梅^[10]对海水赤潮监测与防治进行了研究,得出遥感技术与水面监测相结合可以预报赤潮现象的发生。

农区水体污染的遥感监测主要利用可见光、反射红外遥感技术,其机理集中表现在被污染水体具有独特的有别于清洁水体的光谱反射特征,对某个特定波长区间形成强烈的吸收或反射。受污染的水体中有较多水生生物及杂质,这些物质在不同波段有着不同的吸收和散射作用,造成一定波长范围反射率的显著差异,并且不同污染程度的水体呈现出不同的光谱特征^[18]。通过定量反演可以得到有明显特征的污染信息,结合特定时间的地面样点水质监测数据,可以构建区域范围内的水质遥感反演模型,评价区域农田水体污染状况。这就是利用遥感数据进行水污染定量监测的主要方法^[15,16]。

此外,热红外及微波遥感技术常用于水体油污监测。通常情况下,受油污染的水面,其表面温度要高,并且油层越厚温度越高。所以,通过热红外遥感图像可以判断出油污发生的水域、面积和估计其相对厚度。微波遥感具有不受天气状况影响的全天时、全天候成像的优越和对地物表面有着精细的探测能力,能有效地监测到油层很薄的污染程度,在水体油污监测中具有很大的发展潜力^[4]。

虽然遥感技术在水污染监测中具有一定的应用潜力,但现阶段有些方法尚不成熟,未来可以加强以下几个发展思路:①不同水质下的光谱响应规律研究,建立相应的光谱库,为遥感监测奠定基础;②将污染源研究和水污染遥感监测结合起来,建立GIS空间地理信息系统,结合作物种植和农药化肥使用,从较大时空角度进行农区水体污染监测和预报^[19,20],指出流域污染的变化趋势、相关污染源和治理方向,建立准实时的农区水污染监测及预警系统,为农业水体污染防治和水资源保护提供科学依据。

2.2 在农田土壤污染监测中的应用

农田土壤是农业生态系统的核心组成部分,肩负着农田物质交换和物质循环的重要任务:一方面,它为农作物提供各种营养;另一方面,它为作物生长发育提供场所。农田土壤中的有机废弃物或含毒废弃物过多,超过了土壤的自净能力,便产生了有害的影响^[21]。农田土壤污染可分为有机物污染和重金属污染。有机物污染主要是指农药、化肥和农膜等化学物品的不正确使用而引起的农田污染;重金属污染主要是由于不合理的污水灌溉、工业垃圾堆放及固体废弃物如电池的不合理堆放而造成^[22]。农田土壤污染不仅直接导致农作物产量和品质下降,而且还将引起农田水体污染,进而危及着农业可持续发展^{南方数据}和区域环境质量。

由于农田土壤污染具有隐蔽性、区域性及富集性等特点,传统的农田污染监测方法(即野外采样,然后室内分析)已难以满足防治污染的时空信息需要,尤其是农田土壤污染的时空分布和污染严重程度的地区差异。遥感技术从空中实时对地观测,能连续、快速、宏观地获得区域农田地表光谱信息,通过对比分析农田光谱信息差异,尤其是作物光谱响应差异,可以识别农田土壤污染的时空分布趋势,分析农田土壤污染来源、污染性状和污染程度,因而可以起到常规地面采样分析难以发挥的时空监测作用^[23]。遥感技术作为新兴的农田土壤污染识别与诊断技术,正发挥着不可替代的作用^[24]。通过与地面采样分析相结合,遥感技术可以快速地提供区域乃至全国范围内的农田土壤污染时空动态状况,为农业污染防治提供决策依据。

运用遥感技术进行农田土壤污染监测的机理主要包括两方面:一方面,可以直接测定出暴露固体废弃物的堆放量和难以分解的重金属分布及影响范围,进而分析其可能的污染范围和污染程度;另一方面,由于在遭受着污染的土壤环境下生长的作物也会有与正常生长区的作物不同的光谱表现,因而可以通过监测这些作物的光谱变化,进一步确定农田土壤污染的分布范围,分析评价污染的程度^[22]。由于农田土壤污染监测的机理都集中在不同地物具有不同的反射和辐射光谱特征上,而光谱范围越窄,越能有效地区分出不同的地物特征。所以,高光谱遥感在农田土壤污染监测中将能发挥显著的作用^[8]。高光谱遥感将传统的图像维与光谱维信息融合为一体,在获取地表空间图像的同时,得到每个地物的连续光谱信息,从而可以依据地物的独特光谱特征来进行地物成份信息反演及地物识别。该技术应用到农田土壤污染监测中来,就是利用农作物的光谱响应差异识别土壤污染的程度。当然,实际识别中需要进行详细的光谱实验,建立相应的反演模型,并进行有效地验证,才能获得较准确的农田土壤污染监测结果。

2.3 在农作物污染变异监测中的应用

在农业生产过程中,不可避免地会使用化肥、农药及生长调节剂等物质,不合理地农业物质投入,可能会造成农田化学污染,加上农膜残留、秸秆燃烧和水土流失等因素,最终可能导致农田肥力下降,影响农作物正常生长发育。利用遥感技术可以有效地监测农田作物长势状况,及时发现土壤中所出现的异常,以便采取积极有效的措施进行防治。

农作物内部所含的叶绿素、水分以及它的结构等控制着作物特殊的光谱响应。根据绿色植物在红光和近红外波段的光谱响应差异,可以利用遥感数据建立相应的植被指数,提取植物长势状态信息,从而监测植物长势和评价农田环境质量。其中,应用最广泛的是归一化植被指数,通过归一化植被指数可以研究农区土地覆盖的变化,确定农田作物长势,获取农区地表时空信息。目前,我国农业遥感应用主要是通过分析 MODIS 数据,进行全国农作物长势监测和区域作物估产。高光谱遥感以窄波段、波长连续的抽样方式记录地表物体的光谱信息,大大提高了对农田作物的光谱识别与分类精度,在农田化学成分估测和作物生态评价中有重要的应用。农业立体污染将直接导致农作物长势出现异常,通过作物长势信息提取和高光谱遥感分析,可以分析农田背景环境质量,尤其是农田污染情况。这种背景环境质量信息的获得,是开展农业立体污染防治的迫切需要。

2.4 在农业气体污染监测中的应用

畜禽养殖、水稻种植、肥料施用、旱地土壤耕种以及农业秸秆燃烧等活动向大气中排放大量的 CH_4 和 CO_2 气体,这些气体直接影响着全球气候变化。据估算,2000 年我国农业源排放 CH_4 就达 2 000 万 t,占我国 CH_4 排放总量的 80%。全球农业活动导致有机碳(CH_4)的排放量为 1.6 PgC/a(折合 16 亿 t 碳/a),占碳总排放量的 25%。大气中 CO_2 浓度正在以每年平均 0.5% 的速度增加。氮主要是在土壤微生物的硝化和反硝化作用下,使部分氮肥变成 NO_x 或 NH_3 气体而进入大气环境。 NO_x 不仅是一种温室气体,而且还是破坏臭氧层的主要元凶之一。全球每年化肥氮气态损失 0.44 TgN/a(折合 44 万 t 氮/a),有机肥氮气态损失 0.41 TgN/a(折合 41 万 t/a)。土地利用方式和集约化农业生产对温室气体排放具有重大影响,温室效应的 20% 与农业活动有关^[25]。

遥感技术在农业气体污染监测中的应用主要体现在 3 个方面:一是利用高空间分辨率遥感数据直接观测农区的秸秆燃烧情况,进而估计可能的温室气体排放量,评价农业秸秆燃烧对大气污染的贡献^[26];二是通过农区上空大气污染物的光谱特征进行空气质量评价^[27];三是通过地表农田类型(如不同类型的水稻田)及其温室气体排放可能性(或强度)来评估农业气体污染状况。目前,这一领域的研究还需要进一步加强,尤其是通过实例研究,发展遥感监测模型和分析方法,提高农业气体污染遥感监

测的时空精度。

CO_2 、 O_3 、 CH_4 及 NO_x 等微量气体成分具有各自分子所固有的辐射和吸收光谱,因此,通过探测穿过大气层的太阳直射光、大气和云的散射光、地表的反射光,以及大气和地表的热辐射等光谱特性,就可以推断农区上空的空气气体分子密度^[14]。通过光导厚度,可以确定大气中的气溶胶含量^[26]。大气中的氮气对电磁波的作用都在紫外光以外的范围内, O_3 、 CO_2 、 CH_4 和 H_2O 有较强的吸收作用,对电磁波的传播起重要作用,而其中 CO_2 对红外波段有着强烈的吸收作用,特别是以 15 μm 波长为中心形成了一个 13 μm ~ 17 μm 的强吸收带。根据大气的这些光学特性,可以通过高光谱遥感数据来分析评价大气成分^[25]。另外,利用可见光波段遥感数据,还可以监测农区上空烟尘等悬浮粒子的变化,尤其是气溶胶浓度变化,进而评价区域农业气体污染状况。

2.5 在农业立体污染信息管理中的应用

农业立体污染防治不仅需要掌握大量的有关农业污染时空分布特征数据,而且还需要及时了解相关区域环境背景和农业生产活动情况。因此,在农业立体污染地面监测和遥感监测所形成的海量数据基础上,结合区域农业生产统计数据和地理空间信息数据,建立农业立体污染地理信息数据管理系统^[28],并进而通过网络形成数据共享,是非常必要的。目前,我国农业立体污染数据分散存在于各个地面监测机构中,遥感监测还没有开展,因此,农业立体污染地理信息数据库建设,还是一个需要进一步研究的问题。

不管如何,农业立体污染地理信息数据库的建设需多个方面的数据来源,其中遥感数据将占有非常重要的地位^[29]。因为遥感数据不仅能够提供及时准确的区域农业生产本底状况,而且还可通过定量反演,获得区域农业立体污染时空动态监测数据。把遥感技术与地理信息系统技术进行集成,可对污染物在水、土、气、生等圈层间的运移情况进行空间模型分析^[30],揭示农业污染物在三维立体空间内的运动转移规律。这种规律的认识,是实施农业立体污染综合防治的需要。

3 结论

(1) 农业立体污染涉及的圈层广,内容复杂,治理难度大。遥感技术因其具有的优势而在农业立体污染防治中有着广泛的应用。

(2)针对农业立体污染所涉及的水体—土壤—生物—大气污染问题,遥感技术可以采取相应的有效措施进行合理地监测和预警^[14,16,22,25]。

(3)农业立体污染的遥感监测方法集中体现在光谱识别、地物关联评价和定量模型反演 3 个方面。通过遥感实时获取区域地表信息数据,可建立光谱识别、地物关联和定量模型分析方法,实现区域农业立体污染分布状况及其时空动态的遥感监测,尤其是快速识别与诊断、时空定位和评价预警。

(4)遥感技术与地理信息系统技术结合,加上农业生态数据和基础地理信息数据库,可以建立农业立体污染防治地理信息管理系统^[30],为区域农业立体污染防治提供决策依据。

(5)我国农业立体污染遥感监测研究还刚刚起步,加快这一前沿领域的研究,进一步完善其理论方法和应用技术,不仅是遥感科学和遥感技术发展的需要,同时也是我国农业立体污染综合防治和农业产地环境保护的迫切要求。

参考文献

[1] 章力建,蔡典雄,王小彬,等. 农业立体污染及其防治探讨[J]. 中国农业科学,2005,38(2):350-355.

[2] 章力建,蔡典雄,王小彬. 农业立体污染中碳氮链研究[J]. 中国农业科技导报,2005,7(1):7-12.

[3] 陆新元. 农村环境保护与“三农”问题[J]. 环境保护,2005,335(9):15-21.

[4] 谭衢霖,邵芸. 遥感技术在环境污染监测中的应用[J]. 遥感技术与应用,2000,15(4):246-251.

[5] Westman W E. Monitoring the environment by remote sensing[J]. Trends in Ecology & Evolution,1987,2(11):333-337.

[6] 章力建,董红敏,蔡典雄,等. “农业立体污染”不容忽视[N]. 农民日报,2004-12-30.

[7] 张维理,斌淑霞,冀宏杰,等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策[J]. 中国农业科学,2004,37(7):1008-1017.

[8] 李远,王晓霞. 我国农业面源污染的环境管理:背景及演变[J]. 环境保护,2005,330(4):23-27.

[9] 章力建,张志芳. 现代生物技术在农业立体污染防治中的作用[J]. 生物技术通报,2005(1):24-28.

[10] 郑时选,章力建. 沼气技术在农业立体污染防治中的作用[J]. 中国沼气,2005,23(1):52-53.

[11] 覃志豪, Zhang M, Karnieli A, et al. 用陆地卫星 TM6 数据演算地表温度的单窗算法[J]. 地理学报,2001,56(4):456-466.

[12] 覃志豪, Zhang M, Karnieli A. 用 NOAA-AVHRR 热通道数据演算地表温度的劈窗算法[J]. 国土资源遥感,2001(2):33-41.

[13] 毛克彪,覃志豪,王健明,等. 针对 MODIS 数据的大气水汽含量及 31 和 32 波段透过率计算[J]. 国土资源遥感,2005(1):26

-29.

[14] Camagni P, Sandroni S. Optical remote sensing of air pollution [M]. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1984.

[15] 王云鹏, 闵育顺, 傅家谟, 等. 水体污染的遥感方法及在珠江广州河段水污染监测中的应用[J]. 遥感学报,2001,5(6):460-465.

[16] 秦中, 张捷, 都金康. 水体污染遥感监测的可行性分析[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(4):384-388.

[17] 李旭文, 季耿善, 杨静. 太湖桥梁湖湾蓝藻生物量遥感估算[J]. 国土资源遥感,1995(2):23-28.

[18] 陆家驹. 长江南京段水质遥感分析[J]. 国土资源遥感,2002,(3):33-36.

[19] Yin Z, Walcott S, Kaplan B, et al. An analysis of the relationship between spatial patterns of water quality and urban development in Shanghai, China. Computers[J]. Environment and Urban Systems, 2005,29(2):197-221.

[20] 王学军, 马迁. 应用遥感技术监测和评价太湖水质状况[J]. 环境科学,2000,21(11):65-68.

[21] Wang T, Lu Y, Zhang H, et al. Contamination of persistent organic pollutants (PODS) and relevant management in China[J]. Environment International,2005,31(6):813-821.

[22] 吴昀昭. 南京城郊农业土壤重金属污染遥感地球化学基础研究[D]. 南京: 南京大学,2005.

[23] Mashyanov N R, Reshetov V V. Geochemical ecological monitoring using the remote sensing technique[J]. Science of The Total Environment,1995,159(2-3):169-175.

[24] Rosso P H, Pushnik J C, Lay M, et al. Reflectance properties and physiological responses of *Salicornia virginica* to heavy metal and petroleum contamination[J]. Environmental Pollution,2005,137(2):241-252.

[25] 王丽娟, 景耀全. 浅谈遥感技术在大气监测中的应用[J]. 大气监测,2005(1):15-17.

[26] Hutchison K D, Smith S, Faruqi S. The use of MODIS data and aerosol products for air quality prediction[J]. Atmospheric Environment,2004,38(30):5057-5070.

[27] Hutchison K D. Applications of MODIS satellite data and products for monitoring air quality in the state of Texas[J]. Atmospheric Environment,2003,37(17):2403-2412.

[28] Sivertun Å, Prange L. Non-point source critical area analysis in the Gisselö watershed using GIS[J]. Environmental Modelling & Software,2003,18(10):887-898.

[29] Basnyat P, Teeter L D, Lockaby B G, et al. The use of remote sensing and GIS in watershed level analyses of non-point source pollution problems[J]. Forest Ecology and Management,2002,128(1-2):65-73.

[30] Khawlie M, Awad M, Shaban A, et al. Remote sensing for environmental protection of the eastern Mediterranean rugged mountainous areas, Lebanon[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2002,57(1):13-23.

REVIEW AND THOUGHT OF ROAD EXTRACTION FROM
HIGH RESOLUTION REMOTE SENSING IMAGES

YE Fa - mao¹ , SU Lin¹ , LI Shu - kai¹ , TANG Jiang - long²

(1. Institute of Remote Sensing Applications , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100101 , China ; 2. East China Institute of Technology , Fuzhou 344000 , China)

Abstract : The extraction of road from the high resolution remote sensing image remains an open question in spite of the fact that lots of efforts have been made in this area. This paper describes the road feature , road model and the basic idea , analyses the methods for road extraction. The thought and the plans of further research on this subject are also presented.

Key words : High resolution ; Remote sensing image ; Road extraction ; Review

第一作者简介：叶发茂(1978 -) ,男 ,中国科学院遥感应用研究所博士研究生 ,主要研究方向为遥感图像处理与地理信息系统应用。

(责任编辑：肖继春)

=====

(上接第 5 页)

THE APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY
TO AGRICULTURAL THREE - DIMENSIONAL
POLLUTION MONITORING IN CHINA

QIN Zhi - hao^{1 2} , ZHANG Li - jian¹ , GAO Mao - fang^{1 2} , QIN Xiao - min² , QIU Jian - jun¹

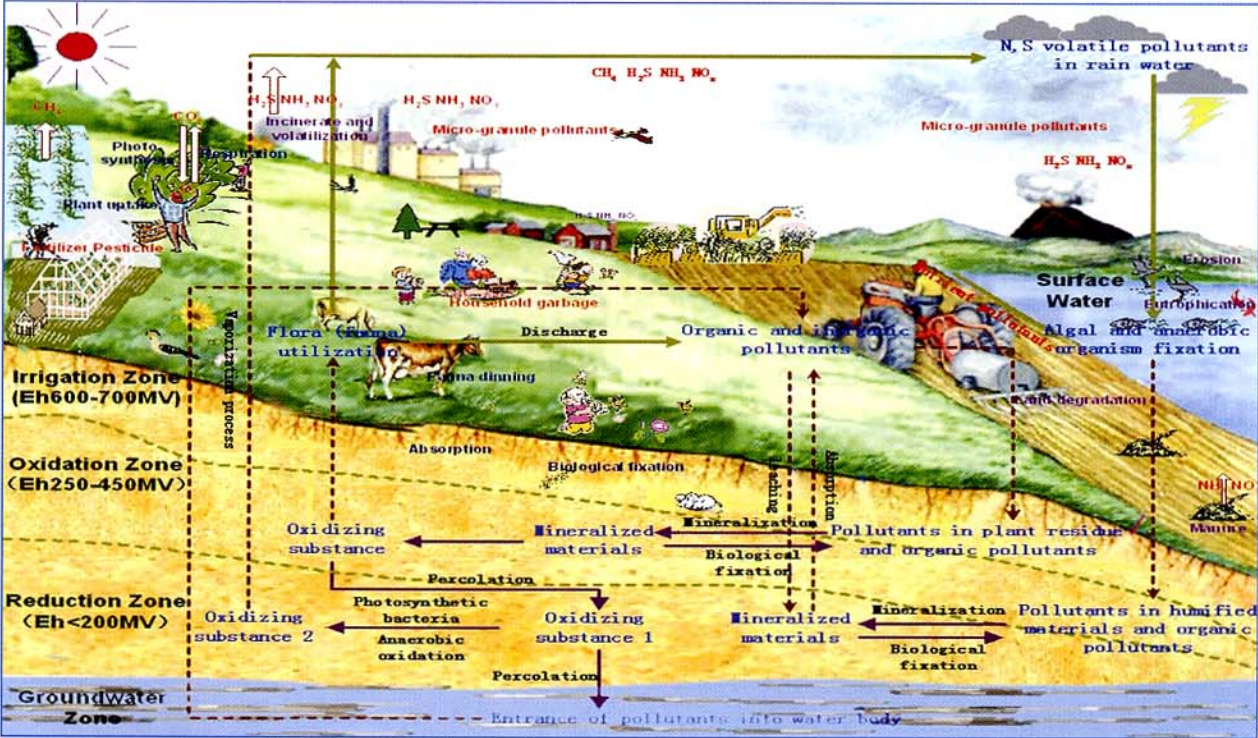
(1. Institute of Natural Resources and Regional Planning , Chinese Academy of Agricultural Sciences , Beijing 100081 , China ; 2. International Institute for Earth System Sciences , Nanjing University , Nanjing 210093 , China)

Abstract : This paper analyzes the situation of current agricultural pollution problem in China and examines the applicability of remote sensing technology to agricultural pollution monitoring on the regional scale. Specific emphasis is placed on the application of remote sensing to water pollution monitoring , soil contamination evaluation , variation of crop polluting and air pollution from agricultural activities. The integration of remote sensing with geographic information system techniques is also examined with the purpose of establishing agricultural pollution management systems for the spatial modeling of agricultural pollutants cycling among the spheres of farmland soil , water bodies and atmosphere and the controlling of the pollutant movement in these spheres. Therefore , remote sensing of agricultural pollution is a front academic investigation field both in remote sensing and in agricultural pollution. Nevertheless , not enough importance has yet been attached to this research field in China. It is hence very necessary to promote the academic investigation of this front field in that such investigation is not only the requirement of remote sensing science but also the demand of agricultural pollution control in China.

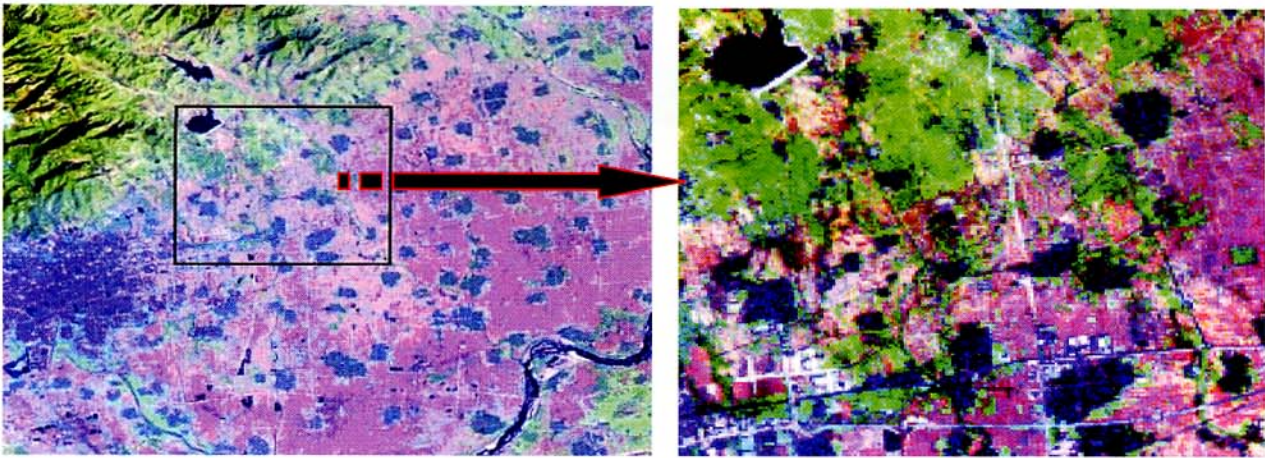
Key words : Agricultural three - dimensional pollution ; Remote sensing technology ; GIS ; Monitoring

第一作者简介：覃志豪(1962 -) ,男 ,博士 ,南京大学教授和博士生导师 ,中国农业科学院学科带头人 ,主要从事热红外遥感和农业遥感研究。

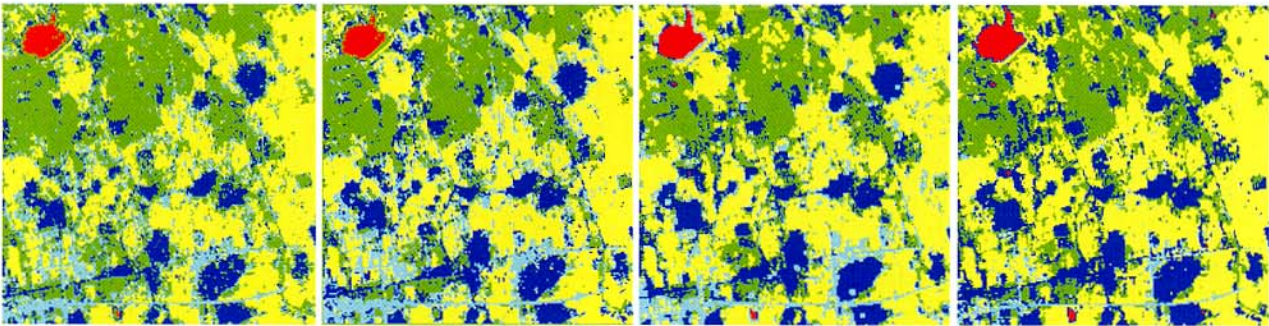
(责任编辑：刁淑娟)



彩片1 农业立体污染概念框图



彩片2 研究区位置和TM7、TM4、TM1假彩色合成图像



水体 植被 耕地 村庄 道路

彩片3 几种分类结果

(从左至右依次为最大似然多光谱分类；轴以绝对变差函数纹理的最大似然分类；神经网络多光谱分类；轴以绝对变差函数纹理的神经网络分类)
万方数据
(彩片2、3见李小涛一文)