

再生资源遥感研究

——“三北”防护林地区平泉遥感
综合调查的方法与实践

徐冠华 徐吉炎 主编

科学出版社



再生资源遥感研究

——“三北”防护林地区平泉遥感综合调查的方法与实践

徐冠华 徐吉炎 主编



科学出版社

1988

8910231

内 容 简 介

本书汇集了国家“七五”科技攻关课题“三北”防护林(平泉公共实验区)遥感综合调查的研究成果。全书分八部分,分别论述了再生资源遥感综合调查的技术问题,包括:遥感信息源的评价;遥感图像处理;土地利用现状;土地资源评价;森林及其动态变化;森林立地条件;草地资源调查;以及遥感系列制图及建立资源信息系统等。

本书可供农林生产部门,地理、生物学科研单位,国土资源规划部门的科研工作者及有关大专院校师生参考。

再生资源遥感研究 ——“三北”防护林地区平泉 遥感综合调查的方法与实践

徐冠华 徐吉炎 主编
责任编辑 姚岁寒 彭胜潮
科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

怀柔黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1988年11月第一版 开本: 787×1092 1/16

1988年11月第一次印刷 印张: 20 1/2 插页: 12

印数: 9001-1.788 字数: 464, 000

ISBN7-03-001026-4/P·187

定价: 15.00元

序

再生资源的研究,对于当前人口、资源与环境问题的解决是一个关键的环节。对此,我国政府给予高度重视与大力支持。就科学技术上的复杂性而论,再生资源的调查,无论是地面勘测还是遥感调查,都是高难度的工作。

我国“七五”科学技术规划,专门列了“三北”防护林区遥感工程项目。对我国北方地区,从东部湿润森林草原到西部干旱荒漠戈壁的各种类型地区的土地潜力与利用状况,进行全面的遥感分析与地面调查,以便为解决森林立地条件、草与载畜量、人口承载能力等提供比较确切的科学图件和数据。任务是极其艰巨的,意义也是十分深远的。

林业部、中国科学院和高等院校的数百名科学工作者,在“三北”防护林管理局和地方政府的大力支持下,首先在河北省平泉县进行公共实验区的试点和干部培训工作,制订了规范,论证了技术路线,摸索出一些切实可行,比较先进的调查方法,取得了一批难能可贵的成果。这些,对于提高“三北”地区面上调查的效率和保证精度起到了示范的作用;对于今后“三北”地区的生态保护、资源开发和经济繁荣,将产生显著的社会经济效益。

在“三北”防护林地区的遥感工程实验过程中,采用了我国当前可能得到的多平台、多波段、多时相的遥感信息源;试验了许多先进的图像处理分析和系列制图的方法,并建成了微型计算机地理信息系统,以利于对生态环境变化的监测与再生资源的管理、预测与评价。这些工作所取得的新的进展,基本上反映了国内外遥感技术发展的先进水平;而且,其中绝大部分,对其他地区再生资源的调查具有普遍推广意义。

以任务带学科,在大量实践的基础上编成《再生资源遥感研究》一书,是国家“七五”期间重点科技项目——遥感技术开发——绽开的一朵报春花。这是“三北”课题组全体同志团结奋斗、协作攻关的精神财富,也是对我国遥感科学和建设事业的出色奉献。对于为本书的出版谨表示由衷的祝贺。

陈述彭

1988年10月

再生资源遥感研究

主编：徐冠华，徐吉炎

编委(以姓氏笔划为序)：

王一谋	王长耀	巴逢辰	刘兴汉	申元村	孙贞寿	朱启疆
励惠国	李澍荪	李志清	金瑾乐	周心铁	罗修岳	姜宏
赵宪文	凌铁奎	夏景新	常兴武	常小国	虞献平	雍世鹏
谭征祥	谭曦光					

绪 言

“三北”防护林地区位于我国北部，“三北”即我国西北、华北和东北的简称。“三北”防护林地区实际包括西北、华北大部和东北西部，总面积394.5万平方公里，约占全国陆地面积的41%。

合理地开发“三北”地区的经济，积极地改善其生态环境，一直是国家极为关心的问题。1978年，国务院决定建设“三北”防护林体系，这对本区的经济发展、国土整治和生态环境的改善具有重要意义。当前，国家经济管理部门迫切需要了解“三北”地区防护林体系建设的现状和已采取的经济政策和技术措施所取得的效果，以便为今后制定和完善“三北”防护林工程建设规划提供可靠的依据。

“三北”防护林遥感综合调查是国家“七五”重点科技攻关课题，其目标是根据国家经济管理部门的上述要求，在“三北”的重点造林区应用遥感技术调查防护林（重点是成林）的类型、分布、面积和保存率；草场的数量、质量和分布；土地资源的类型、分布、数量、质量和利用现状，在这个基础上，建立“三北”防护林区资源与环境信息系统，实现对防护林的动态监测，并对防护林的生态效益和经济效益以及不同地区造林适宜性作出分析评价，为“三北”地区综合治理提供连续可靠的数据、分析资料和图件。

“三北”地区辽阔，自然条件极为复杂，为保证“三北”防护林遥感综合调查的顺利进行，特选择河北省承德地区平泉县作为公共实验区，以研究解决“三北”全区遥感综合调查技术方案和技术规程等关键问题。

平泉遥感实验于1986年6月份全面展开。参加实验的37个单位近百名科研工作者，于当年秋季完成了平泉县野外遥感综合调查。两年来，在外业、内业工作基础上，编写出版了“三北”防护林遥感综合调查技术规程，并编制出版了平泉县专题系列图件。1988年秋季，平泉资源与环境信息系统经过专家评审后也已投入了运行。本书汇集了各专题的研究论文，是平泉遥感实验的研究成果总结。

平泉遥感实验在遥感技术应用方面取得了重要进展。它以新一代卫星影像为基本信息源，完成了具有较高精度的、多学科多专业的遥感综合调查，建立了资源与环境信息系统，实现了资源的动态监测与预测分析。它具有以下主要特点。

1. 在图像处理和综合评价的基础上应用新一代遥感影像

平泉遥感实验应用的新一代遥感图像的计算机-光学处理技术和各类遥感影像的技术经济综合评价技术所取得的进展，促进了航天遥感从实验性研究到大面积实际应用的新的飞跃。

(1) 平泉遥感实验实现了对多种类型的航天遥感平台和不同高度的航空遥感平台获取的同一时期的多种影像的全面评价。这些影像包括美国陆地卫星MSS和TM影像、法国SPOT卫星HRV影像、我国国土卫星影像以及比例尺分别为1:13万、1:7.5万和1:3万

的彩红外航空像片。所用资料匹配的合理性和丰富程度,在国内外遥感实验中是空前的,它为各种遥感影像在“三北”防护林遥感综合调查中应用潜力的综合评价创造了必要的条件。

(2) 平泉遥感实验全面开展了对新一代遥感影像的计算机-光学处理技术的研究。根据再生资源遥感调查的特点和土地利用及农、林、牧等多项专业调查的需要,提出了有关影像比例尺、最佳时相和波段组合方案以及具有特色的计算机-光学信息提取技术,为在大面积遥感调查中以应用光学处理的遥感影像为主过渡到以应用计算机-光学处理的遥感影像为主打下了基础。

(3) 平泉遥感实验应用了新型的遥感影像评价技术。它的主要特色是:

- 评价的原则兼顾了技术和经济两个方面,不仅考虑了各种影像在技术上的优越性,也分析了应用这些影像在经济上的合理性;

- 评价的方法强调了对各种影像逐个解译和逐个评价,摒弃了以某一种影像为主,同时参照其它资料进行综合解译再评价的方法,避免了关于参照资料在评价中作用的争论;

- 评价以通过建立地面解译标志判读的比例尺为1:3万彩红外像片为基准,发展了定量和半定量统计方法评价目视解译效果。

这种对多种遥感影像进行图像处理和系统评价的研究是一项新的尝试,它得出了下述主要结论:

(1) “三北”遥感综合调查应以比例尺为1:10万的陆地卫星TM影像和可获得的具有相当精度的其它遥感影像为主要信息来源。

(2) “三北”遥感综合调查中要根据专业需要对卫星影像进行计算机-光学图像处理,以保证判读和制图精度。

(3) “三北”遥感综合调查应以遥感影像的目视解译为主,在典型县开展计算机识别的研究。

这些结论对于“三北”遥感综合调查有着重要实际意义。可以认为,应用新一代卫星影像和对影像进行必要的计算机-光学处理是区分80年代后期和前期大面积遥感综合调查技术水平的重要分水岭之一。

2. 形成了较为完整的再生资源遥感综合调查方案

“三北”地区地域辽阔,自然条件复杂,社会经济条件悬殊,参加“三北”遥感综合调查的单位和专业众多,制定统一的遥感综合调查规范至关重要。根据平泉遥感实验结果,广泛吸取各类型区调查经验制定的“三北”遥感综合调查技术规程,在科学性和实用性两个方面都取得了进展。

(1) 建立了全区遥感综合调查分类系统。它的主要特点是:

- 分类系统面向整个“三北”地区。各专题加强了高级分类体系的拟定,专题图划分高级类型和低级类型,高级类型着眼于整个“三北”地区制图的需要,具有指导全区制图的性质。

- 注意和国内原有的专题分类系统的协调。对于已有较成熟分类系统的专题,一般以原有的分类系统为基础,一级、二级分类基本上不作改动,以保证系统的科学性和完

整性,三级分类则考虑地区特点。对于国内尚未有统一的分类系统的专题,则根据“三北”地区特点,建立新的分类系统。

•体现了遥感综合调查的特点。分类系统立足于遥感调查,以影像特征为主导因素。实践表明,新一代航天遥感影像进行一、二级分类较为可靠;三级分类中,划分的类型则需要考虑影像特征的可鉴别性。

•保持了各专题分类系统的一致。首先,统一各专题图件间类型分类的宏观控制思想,依据我国自然环境和生态特征的区域差异,划分生物-气候生态类型;其次,对各专题分类内容的内涵上进行协调,避免分类的重叠,增强了分类系统的科学性和内涵性。

(2) 确定合理的面积量测和制图比例尺

遥感图像评价的结果表明,应用经过计算机-光学处理的新一代卫星影像,完成比例尺为1:10万的专题图件在技术上是可行的。但是,在“三北”全区编制和出版这样的图件,却受到课题经费的限制,不可能实现。鉴于这种情况,确定量测面积和制图比例尺的指导思想是充分利用新一代卫星影像制图精度高的优势,应用较大比例尺影像,获得国家重点要求的“三北”地区各类土地面积的较为准确的数据;同时,编制较小比例尺图件,供中央和省两级规划和决策使用,以节省较大比例尺成图所需要的庞大开支。根据这个指导思想,方案除规定在典型县提交1:10万专题系列图件以外,在其它造林重点县,均应用经过计算机-光学处理的比例尺为1:10万的卫星影像,勾绘图斑、编制草图、量测面积,按县统计;但仅编制以省为单元的比例尺为1:50万和“三北”全区1:150万专题系列图件。平泉实验表明,这个方案兼顾了技术、经济两方面的要求,是可行的。

(3) 开展了森林及其它再生资源动态变化及其生态效益的动态监测

平泉遥感实验表明,在“三北”遥感综合调查中,在完成典型县1:10万遥感综合调查的基础上,开展资源变化及生态效益的遥感监测是可行的。本书中,有关森林资源动态、防护林水土保持作用、封育育林效果及林地更新状况的评价等方面遥感研究的论文提供了初步的结果。但是应该指出,这些研究需要较多的历史资料、非遥感资料及地面观测资料配合,不可能在“三北”地区全面展开。现方案规定在“三北”全区选择15个左右典型县,开展遥感动态监测,为“三北”全区资源变化及生态效益提供长期、稳定资料,将是对“三北”地区防护林体系建设的又一贡献。

平泉遥感实验中,以航天遥感图像首次编制了森林动态图、土地资源评价图,提出了比例尺为1:10万和1:50万的立地条件类型图的模式和成图技术流程。同时,前述应用遥感手段进行生态效益研究,也有重要的实际应用价值。

3. 建立了实验区资源与环境信息系统

建立平泉实验区资源与环境信息系统的目的是使平泉遥感综合调查的成果落实到数据库和空间信息系统,并通过遥感图像处理系统更新这些数据;在此基础上,进行多种数据的科学管理、综合分析和预测。在“三北”全区和典型县资源管理中推广这种模式,将使“三北”遥感综合调查突破以往资源调查的模式,置于全新的水平之上。

平泉实验区资源与环境信息系统是自行设计、独立开发的系统,它具有以下特点。

(1) 系统以微机为主体;配有彩色高分辨率显示器、数字化器、绘图机、磁带机等外部设备,小型灵活、价格低廉、易于移植,有很强的竞争能力。

(2) 功能全面。系统由地学信息管理子系统、遥感图像处理子系统和森林资源统计管理与分析子系统构成。地学信息管理子系统的主要功能与目前国际上著名的PC-ARC/INFO系统相当,而在为最终用户提供的各种功能上较PC-ARC/INFO系统更为灵活方便;遥感图像处理子系统具有切合资源管理需要的一般图像处理系统的功能;森林资源统计管理与分析子系统则可以实现森林资源的分析与预测。这样,系统所包含的实用功能模块完全可以满足资源信息获取、处理和分析各个环节的需要。

(3) 结构合理。系统包含了矢量与栅格两种数据结构,对地图信息、专题属性信息、空间图形信息和图像信息进行系统管理。系统结合了两两种数据结构的优点,节省存储空间,保证输入数据的精度与可靠性。同时,系统建立了空间数据管理与关系数据库ORACLE的连接,扩大了空间图形信息与专题属性数据联系的灵活性与系统查询操作的能力。系统在总体上把地学信息管理系统与遥感图像处理系统结合成一个通用资源与环境信息系统,具有通用性。

(4) 操作运算灵活。主要表现在以下方面:

- 多种功能。如窗口设置、放大缩小、背景地图编辑、地图合并、多边形迭合、图形属性信息更新等,为用户分析应用带来很大的灵活性。

- 人机图形交互处理方式,并提供一个友好的用户界面,来选择显示、更新的对象与形式等,使用灵活,形象直观。

- 实现了在高分辨率图形显示器上与用户界面的汉字显示。

- 两种数据结构,相互转换,灵活运用。

- 易于扩充。系统同时提供了系统应用与系统开发两层次的用户界面。用户可以根据需要,直接利用系统各功能模块或利用系统提供的函数库,进一步开发系统功能,完成应用分析及管理任务。这样为用户进一步开拓系统的应用潜力提供了可能。

- 应用分析。目前系统提供了两种数据结构下多种应用功能。如森林动态分析、立地条件和立地质量分析、多要素综合分析、趋势面分析,区位开发条件分析等。

4. 开展了遥感应用前沿技术的应用研究

平泉遥感实验在遥感应用的前沿技术研究方面取得了新的进展,主要包括:

(1) 专家系统在遥感图像判读和分析中的应用

专家系统是一个模仿人类专家技能的计算机系统,它由两个基本部分:知识库和推理机组成,具有运用逻辑推理规则从已知信息中推出结论的能力。平泉遥感实验中,发展了两种基于规则的遥感图像判读的专家系统。其中一种是基于贝叶斯方法,采取混和式控制策略和不确定性推理规则;另一种是基于Shafer提出的综合信息方法,用Lisp语言建立的专家系统。两种方法的共同目的是利用专家知识综合分析图像光谱数据和地形图及原有各种专题图数据,以提高判读精度。同时,在平泉遥感试验中,还建立了用Lisp语言实现的森林资源动态变化分析专家系统,以对森林资源变化的面积和位置作出判断。

(2) 数学模型在资源数据分析与预测中的应用

平泉遥感实验中,进行了建立多种数学模型的研究,包括土地资源评价的数学模型、造林立地条件和立地质量评价的数学模型、森林蓄积量估测的数学模型以及森林资

源变化监测与预测的数学模型等。实践表明,各种数学模型对于有效地利用资源与环境信息系统的多层次数据,实现资源分析、预测和管理的定量化和自动化具有重要意义。

(3) 计算机图形学在资源与环境信息系统中的应用

在建立平泉资源与环境信息系统过程中,对计算机图形学有关领域的应用研究取得了进展。有关论文对空间数据管理系统、图形数据库、图形信息表示及其处理算法、多层次数据综合分析方法都进行了论述,它们具有理论意义及应用价值。

(4) 超小比例尺彩色红外航空像片在资源调查中的应用研究

平泉遥感实验中拍摄了三种比例尺的彩色红外航空像片,包括1:13万的超小比例尺像片。实验中,对于这种照片的处理、放大、判读、量测技术进行了探讨。研究表明,它具有高的空间分辨率、光谱分辨率和较低的成本,在森林和其它再生资源调查中有广泛的应用价值,是一个十分有前途的信息来源。

平泉公共实验区遥感综合调查主持单位是中国林业科学研究院资源信息研究所和中国科学院沈阳应用生态研究所。协作单位有:中国科学院地理研究所,中国科学院遥感应用研究所,中国科学院长春地理研究所,中国科学院北京植物研究所,中国科学院兰州沙漠研究所,中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所,中国科学院航空遥感中心,中国科技大学六系,南京大学大地海洋科学系,内蒙古大学生物系,北京大学遥感技术应用研究所,北京大学计算机科学技术系,北京师范大学地理系,华东师范大学地理系,东北师范大学地理系,北京林业大学林业系,内蒙古林学院林学系,华南农业大学林学系,内蒙古农牧学院农学系,北京农业大学遥感中心,中国农业科学院草原研究所,中国农业科学院土肥研究所,林业部调查规划设计院,吉林省林业调查规划院,河北省林业规划设计院,黑龙江省第二森林调查大队,内蒙古林业勘察设计院,新疆林业勘察设计院,陕西省林业勘察设计院,黑龙江省农科院农业遥感中心,山西省农业遥感应用研究所,国家测绘局测绘研究所,内蒙古测绘局,承德地区林业局,平泉县林业局等30余个单位。

论文形成过程中,无论是外业还是内业,课题的科研人员都表现了对工作的高度责任心和团结协作、互相尊重的精神及讲求效率的作风。课题得到了国家科委新技术局、中国科学院资源环境局和林业部科技司、“三北”防护林体系建设局的支持、指导和帮助。陈述彭先生从实施方案的制定、技术规程的形成、专题系列图的编制直到本书的编辑出版,一直给以关怀,提出了很多指导性意见,对课题的顺利完成发挥了重要作用。本书的编辑出版过程中,又承卫政、张圣凯及《环境遥感》编辑部其他同志的协助。对此,全体课题组人员深为感谢!限于业务水平和经验,文中会有不少不妥之处,请读者批评指正。

徐冠华

1988年10月

目 录

序.....	(i)
绪言.....	(iii)
“三北”防护林地区及平泉公共实验区自然环境与社会经济概况.....	
.....申元村 唐成田 王喜鹏	(1)

遥感图像处理

多种遥感资料的综合应用评价.....	徐吉炎 游先祥 刘振国等 (8)
陆地卫星TM遥感图像的处理及应用评价.....	徐吉炎 许 骏 刘振国等 (21)
SPOT图像的特征及其与TM图像的复合处理.....	
.....徐吉炎 许 骏 刘振国等	(32)
遥感图像判读的专家系统及其应用.....	徐冠华 鞠洪波 李志清 (38)

土地利用研究

土地利用现状遥感研究.....	虞献平 郑晓时 胡孟春等 (47)
航天遥感信息在土地利用现状调查制图中的应用.....	李澍荪 王成道 (57)
利用超小比例尺彩色红外航空像片建立航天遥感影像解译标志的研究.....	
.....虞献平	(66)
利用RMS系统进行机助系列制图实验.....	王长耀 (76)

土地资源研究

土地资源评价的遥感研究.....	罗修岳 唐成田 李 刚 (83)
遥感图像在土地资源调查中的应用分析.....	申元村 刘兴汉 孙伯达等 (101)
应用微机地理信息系统进行土地质量评价的尝试.....	李 刚 秦 伟 (106)

森林资源研究

森林资源现状遥感研究.....	朱宝坤 谭曦光 曹发骥等 (116)
森林资源动态遥感研究.....	刘培君 赵尧文 谭征祥 (121)
遥感图像森林解译特性的分析研究.....	谭曦光 朱启疆 (126)
遥感图像中森林植被信息及其彩色显示优化子集选取方法试验研究.....	
.....朱启疆 刘金英 谭曦光	(134)
1:20万TM影像森林目视解译性能的研究.....	凌铁奎 (140)
森林面积求算技术的研究.....	凌铁奎 孙伯达 谭曦光 (145)
用遥感资料估测森林蓄积量方法的研究.....	赵尧文 曹发骥 袁凯先等 (149)

用定量方法进行县级林业区划.....	赵宪文 马春辉 (154)
应用遥感技术对封山育林效果及林地更新状况的评价.....	
.....	林仁材 王绍庆 李怀仓 (159)
防护林水土保持作用的遥感研究.....	游先祥 谭征祥 康跃虎等 (167)

立地条件分析

立地类型分类及其应用研究.....	苏文贵 常兴武 巴逢辰等 (175)
森林立地主导因子的选择及遥感图像判读方法研究.....	
.....	常兴武 刘振国 苏文贵等 (185)
森林立地类型遥感制图的研究.....	张秀茵 常兴武 苏文贵等 (197)
土壤立地条件与造林树种的选择.....	巴逢辰 白志东 陈诚明等 (201)
森林立地质量评价及其应用.....	常兴武 郭自勤 李广安等 (208)
利用微机绘制森林立地类型图及立地质量评价图的试验研究.....	
.....	刘振国 常兴武 徐吉炎 (219)

草地资源研究

草地资源遥感调查与制图研究.....	夏景新 雍世鹏 武凤山等 (227)
草地资源评价与合理利用研究.....	雍世鹏 武凤山 夏景新等 (234)
利用TM数字图像进行草地资源调查的方法研究.....	
.....	陈 萍 刘富洲 俞和权等 (240)

遥感制图

论遥感系列地图.....	金瑾乐 励惠国 王一谋等 (248)
以TM图像为主要信息源编制专题系列图的研究.....	
.....	王--谋 金瑾乐 励惠国等 (256)

资源信息系统

平泉实验区资源与环境信息系统研究.....	周心铁 姜 宏 孙贞寿等 (262)
空间数据库管理系统.....	周心铁 陆钟辉 许卓群等 (268)
地图图形信息的表示及其处理算法.....	孙文惠 许卓群 陆钟辉等 (274)
地理信息系统中多层次数据综合分析的多边形离散复合方法.....	
.....	周心铁 傅乐元 (279)
图形数据库GGIB的研制.....	王明杰 孙贞寿 (285)
平泉实验区数字地形模型及其系统管理研究.....	傅乐元 周心铁 (290)
IBM-PC通用图像处理软件系统.....	孙贞寿 李文嫔 尹 东等 (296)
平泉实验区森林资源档案管理系统研究.....	侯作春 刘 杰 (300)
平泉实验区森林资源预测系统研究.....	唐守正 姜 宏 田永林等 (304)
附录: 植物拉丁文与中文名称对照表.....	(308)

“三北”防护林地区及平泉公共实验区

自然环境与社会经济概况

申元村 唐成田 王喜鹏

我国疆域辽阔,热量具有从赤道带至寒温带的殊异变化,湿润状况则具有从东南部湿润向西北部干旱的变化特征。热量和湿润状况的分异及区域上的配合,把我国区分出众多的地域类型。

横亘于我国北方,从东北西部至华北北部,经秦岭-昆仑山以北的广大地区,是我国自然环境独具特色的区域,习称“三北”地区。这里拥有光热、生物、能源及矿产等丰富资源,具有悠久的开发历史,但区域生态环境脆弱。长期以来,由于人类和自然环境的关系处理不当,造成环境质量日趋下降,自然灾害日益严重。据史料记载^[1],陕北渭河一带,人类农事活动有6000多年历史。千余年来,历代封建王朝在本区垦荒从未间断,尤其近100—200年来,移往本区的人口和垦荒数字急剧增长,使本区东部边缘半湿润地区的水土流失日趋严重。中部和西部的半干旱、干旱地区,荒漠化过程加剧,自然灾害日益频繁,风蚀沙化、盐渍化、草场退化的面积不断扩大。例如,毛乌素沙地的“沙漠化过程”,从唐代以来,延续达1000多年,纵横达100多公里,并由西北向东南逐渐推进。如以明代长城为界,长城以北的沙漠化发生于9—15世纪,长城沿线及东南近60公里宽的流沙带,则是明代中叶到解放前夕约300年左右的产物^[1]。又如,陕北黄土高原严重水土流失区,土壤侵蚀模数高出全球陆地侵蚀模数(平均为14吨/公里²)的1800—2000倍。黄河在进入本区的循化时,年输沙量仅0.39亿吨,而流出本区的潼关时,年输沙量高达14.60亿吨^[2],造成了黄河易淤、易决、易徙的特点。现在本区沙漠化土地面积为32.8万平方公里(不包括由于自然因素形成的沙质荒漠),其中历史时期形成的沙漠化面积为5万平方公里。此外,潜在沙漠化土地有15.8万平方公里,涉及到11个省(区)204个旗县,约3000余万人口,威胁着近1亿亩农田和草场。由此可见,“三北”地区是我国急待整治和急待建设的地区。

“三北”地区日益恶化的自然环境,向人们提出了合理利用自然资源和建立良性自然环境的要求。国家已于1978年设立“三北”防护林体系建设局,具体负责“三北”地区防护林的建设工作,并制定了因地制宜、因害设防,林、灌、草结合的防护林体系建设规划,要求将“三北”地区的林被(包括灌木林)率从3.8%提高到9.5%,畜牧业在农业生产中的比重从16.9%提高到30%以上。几年来,国家对“三北”防护林体系第一期工程进行了巨额投资。因此,国家经济管理部门迫切需要了解“三北”地区防护林体系工程的经济效益和生态效益,以及这些年来所采取的经济政策和技术措施的效果,以便为制定和修改“三北”防护林体系工程建设规划提供可靠依据。“三北”防护林遥感

*申元村和唐成田为本文的并列第一执笔人。

综合调查课题即是用遥感方法查清“三北”重点造林区防护林的类型、分布、面积和保存率；草地资源类型、数量、质量及其分布；土地资源类型、质量、数量、分布、利用现状以及造林潜力和防护林生态效益等。在上述调查研究基础上，建立“三北”防护林体系资源信息和生态效益监测系统，为“三北”地区的综合治理提供连续可靠的数据分析资料和图件。

为了指导全区的调查和培训队伍，本课题组首先集中了参加协作的36个单位近百名遥感科技人员，于1986年9—11月在河北省平泉县开展公共实验区遥感综合调查的研究工作。本文仅就“三北”地区的自然环境和平泉县自然经济条件加以论述。

一、“三北”地区自然环境的基本特征及社会经济概况

自然地理环境，是地表所有自然地理要素，包括气候、地貌、水文、植被、土壤、动物所组成的自然综合体；从资源的角度看，它们又共同组成了再生资源，是人类生产、生活、繁衍的基本条件。它们的相互作用和相互渗透，使本区具有复杂的自然环境和社会经济条件。

1. 地质构造和地貌基本格局

地表形态和地貌特征，是自然地理环境最直观、最基本的要素。其成因主要受制于地质构造。

本区地质构造主要有四种体系，即：①巨型纬向构造体系；②经向构造体系；③走向北东到北东东的华夏构造体系；④走向北西到北西西的褶皱式构造体系。与上述构造体系相联系，本区山脉的排列表现出下列组合形式：东西走向山脉，从北向南有天山—阴山—燕山；昆仑山—秦岭。南北走向山脉，主要有贺兰山、六盘山。东北走向的山脉主要有大兴安岭、吕梁山脉、太行山脉。西北走向山脉主要有阿尔泰山、祁连山等。上述山脉排列组合成网格，其间构成各种形状、不同大小、不同海拔高原、盆地和平原。主要有松嫩平原、辽河平原、内蒙古高原、鄂尔多斯高原、黄土高原、阿拉善台地、准噶尔盆地、塔里木盆地和柴达木盆地等。这些高原和盆地的地层基岩在外营力侵蚀、搬运、堆积的作用下，形成的深厚堆积，颗粒较粗，其中黄土高原是粉砂堆积而成，容易遭受风蚀、水蚀，是本区沙漠面积广阔以及黄土高原侵蚀地貌得以形成的物质基础。

2. 气候的基本特征及分异规律

受地理位置、距海远近和地形诸因素影响，本区气候具有三个显著的特征。一是季风气候明显，主要表现在冬夏两季风向的明显变化，冬季多北风和西北风，夏季多东南风，冬季降水量少，夏季为降水量集中的季节；二是大陆性气候强，不但冬夏两季气温相差悬殊，而且昼夜气温相差也较大；三是雨热同期，夏季多雨，气温也高，对农、牧业生产和“三北”防护林的建设极为有利。

1) 温度

本地区基本处于北纬34—50°之间，气温具有从南向北降低的特点，南部年平均气温

12—14℃, 北部在10℃以下。≥10℃年积温, 南部大于3200℃, 北部为1700—3200℃。然而, 由于本区季风特点突出, 年内气温变化很大, 夏季(7月份为代表)平均气温在20—28℃, 南北温差平均每向北移一纬度则降低0.2℃; 冬季(1月份为代表), 区内从南向北温度平均每一纬度降低1.5℃, 大兴安岭北部达-30℃, 内蒙古、河西走廊及新疆大部分地区在-10℃至-22℃之间, 塔里木盆地、黄土高原南部则高于-10℃。区内温度年较差和昼夜温差, 其值具有从南向北、从东向西增大的特点。黄土高原南部(西安一带)年较差26℃, 内蒙古高原北部以及准噶尔盆地、呼伦贝尔高原等地可达44℃以上。日较差, 黄土高原南部为10—12℃, 内蒙古北部、塔里木盆地、准噶尔盆地均在14℃以上。

2) 降水

降水与海洋气流影响有关。本区潮湿空气除来源于东部海洋外, 新疆北部的降水还受到北冰洋气流的影响。本区年降水量具有从东南向西北减少的规律, 等雨量线大致呈东北—西南走向。华北平原北部及黄土高原南部的降水量大于500毫米/年, 内蒙古高原西部(贺兰山以西)及河西走廊、准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地, 降水量一般小于150毫米/年; 内蒙古高原、鄂尔多斯高原及黄土高原北部, 降水量一般在150—500毫米/年之间^[3]。降水量年内分配不均, 夏季(6—8月)降水量往往占年降水量的60—70%, 而春季(3—5月)仅占10—15%。

3) 风向和风速

本区风向和风速除受气压形势支配外, 还受地形等因素影响。总的来说, 北部的风速大于南部。阴山山脉以北, 年平均风速在4—5米/秒以上, 阴山山脉以南, 年平均风速小于2米/秒, 在背风的山间盆地, 甚至在1米/秒以下。风向季节变化较大, 冬季(1月份为代表), 大陆高压中心位于本区北部的蒙古人民共和国及苏联贝加尔湖一带, 多北风和西北风, 常伴随寒潮和沙暴的发生; 夏季(7月份为代表)多东南风, 是降水的主要季节。风速的季节变化, 大致是由于气压梯度较大的原因。冬季风速较大, 夏季风速较小, 最大为春季。但不论哪个季节, 平均风速的形势变动很少, 与年平均风速的形势大致一致, 内蒙古北部总是高值, 南部和山间盆地则成低值。春季是本区风蚀最严重的季节。

4) 水分温度的组合及区域分异

根据本区温度和降水的区域差异, 依据中国气候区划的标准^[4], 首先可以按温度状况划分出中温带和暖温带。中温带指标为日平均温度≥10℃的年积温1700—3200℃。天数100—171天; 暖温带标准为≥10℃年积温3200—4800℃, 天数为171—218天。其次, 根据湿润程度, 可进一步将本区划分出半湿润、半干旱、干旱和超干旱类型¹⁾。表1是根据温度湿润状况的组合划分的气候区。

3. 植被、土壤的基本分异特征及自然地带的划分

植被和土壤, 既是自然地理环境的组成要素, 又是反映区域自然地理环境特征的显著

1) 在1959年中国气候区划中, 采用的公式为 $k = \frac{0.16 \sum t}{r}$ 。式中 k 为干燥指数, $\sum t$ 为日平均气温 ≥ 10℃期间的积温, r 为 ≥ 10℃期间的降水量, 0.16 为系数。该区划把 $k < 1.00$ 定为湿润(景观为森林), $k = 1.00—1.49$ 为半湿润(景观为森林草原), $k = 1.50—4.00$ 为半干旱(其中 $k = 1.50—2.00$ 为半干旱草原景观, $k = 2.00—3.99$ 为半干旱荒漠草原景观), $k \geq 4.00$ 为干旱(荒漠景观)。

表1 “三北”地区气候区划表

气候区	占全国面积的百分比(%)
I 暖温带半湿润地区	6.9
II 暖温带半干旱地区	2.5
III 暖温带干旱地区	8.3
IV 温带半湿润地区	4.4
V 温带半干旱地区	5.9
VI 温带干旱地区	13.1
合计	41.1

标志。由于受温度和水分湿润状况的制约,本区地带性植被和土壤具有明显的分异组合规律。从东向西,为半湿润状态,植被为森林草原。主要建群植被,乔木有山杨、白桦、黑桦、蒙古栎、辽东栎、色木、紫椴等;灌木有二色胡枝子、绒毛绣线菊、三裂绣线菊、毛榛、平榛以及草木植物萎陵菜、地榆、苔草等。土壤为黑钙土、黑垆土、暗棕壤、棕壤、褐土等。本区中部广大地区,主要为干草原,代表性植物主要有针茅、丛生禾草、根茎禾草等草原类型,土壤相应发育成栗钙土、棕钙土、灰钙土。西部地区,河西走廊西部,新疆以及柴达木盆地等地区,植被为耐旱的灌木、半灌木,如怪柳、膜果麻黄、沙拐枣、白刺以及猪毛菜、合头草、琵琶柴、盐爪爪、驼绒藜、沙蒿等。土壤在草原化荒漠下发育成灰漠土,在中温带下发育成灰棕荒漠土,在暖温带下发育成棕漠土。根据植被、土壤的上述分异与组合,可以将本区划分出8个自然地带:

- I 森林草原、草甸草原黑土与黑钙土地带;
- II 森林草原黑垆土与灰褐土地带;
- III 干草原栗钙土地带;
- IV 荒漠草原棕钙土地带;
- V 荒漠草原灰钙土地带;
- VI 草原化荒漠灰漠土地带;
- VII 干旱荒漠灰棕漠土地带;
- VIII 干旱荒漠棕漠土地带。

4. 社会经济概况

“三北”地区自然环境和再生资源的区域差异,是我们研究该区环境建设和资源合理利用的基础。掌握该区社会经济条件,是我们制定该区建设方略的必要前提。

根据1986年国家统计局资料^[8],本区人口共有1.27亿,占全国人口总数的12.05%,平均每平方公里约32.6人。但本区人口分布不均^[9],东部半湿润地区(农业区),人口密度约100人/公里²,中部草原区为10—50人/公里²,西部荒漠区小于0.1人/公里²。土地利用构成^[8]:耕地占6.5%,森林占3.8%,草场占40.6%,其余为沙漠、戈壁、湖泊、盐漠、城镇、工矿、交通等占地。但在农业产值构成上,种植业占62.4%,林业占3.4%,畜牧业占16.9%。这一方面说明土地利用构成和产值不协调,同时也说明本区生产力不发达,土地生产潜力低下。以农业为例,本区粮食平均亩产116.8公斤,农业

人均产值195.5元,年收入仅87.6元。由此可以认为,扭转该区自然环境恶化(沙漠化、盐渍化、土地退化和水土流失等)和再生自然资源减少的局面,是该县治理的主要方向,而搞好“三北”防护林体系建设,调整该县土地利用结构,是该县治理的关键。

二、平泉公共实验区的自然地理环境及社会经济概况

“三北”防护林遥感综合调查公共实验区——平泉县,位于河北省北部的承德地区。北与内蒙古自治区宁城县为邻,东与辽宁省凌源县接壤,西连承德县,南与宽城县相连。地理坐标为北纬 $40^{\circ}41'00''$ — $41^{\circ}22'45''$,东经 $118^{\circ}21'00''$ — $119^{\circ}14'39''$,全县土地总面积3298.31平方公里,是我国“三北”防护林第一期工程的重点县。截至1986年,森林覆被率由解放初期的3.9%提高到30.68%。以它作为“三北”防护林遥感综合调查的公共实验区,主要是该县具有自然环境类型多样、遥感资料丰富、防护林建设和生态效益成绩突出等特点。

1. 地质构造与地貌特征

平泉县在地质构造上,处于两个单元的交汇带上,即北部为阴山隆起带,南部为燕山台褶带。相对应的山脉,北部有七老图山和努鲁儿虎山,南部有红石砬子山、库龙山等。由于构造交错,断陷作用强烈,因而形成众多的河流和盆地。平泉县主要的河流有老哈河(西辽河水系)、瀑河、老牛河、青龙河(滦河水系)和大凌河(大凌河水系)。山岭与附近河谷相对高差一般在200米至1000米之间,因而地貌以中山和低山为主要特征,其中西北部地势较高,最高峰为七老图山的光头山(海拔1729米),向东南逐渐降低,最低处为本县南部永安乡的瀑河口(海拔335米)(图1)。

2. 气候的基本特征及分异

本县在中国气候区划中属暖温带半湿润季风气候区,以平泉县城为代表¹⁾,年平均气温 7.3°C ,1月份平均气温 -10.8°C ,7月份平均气温 22.9°C ,极端最高气温为 39.4°C ,极端最低气温为 -27.7°C , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温 3509.3°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 3193.7°C ,无霜期135天;年降水量561.9毫米。但地区分布不均匀,根据该县南北、东西差异,大致可分为5个不同类型的气候小区(表2,图1)。

从表2可知,该县南部和东部,气温较高,并由此导致蒸发量增加,而使该区表现为暖温和半湿润,常有春旱;北部则气温较低,蒸发量减弱,春旱较轻,但寒害较频;西北部因以中山为主,气温为全县最低,而蒸发也相应为全县最少,表现为温凉湿润气候类型;中部则具有从南而北、从东而西的过渡特征。

3. 植被、土壤和垂直自然地带的划分

该县在我国综合自然区划中,属于暖温带半湿润地区半旱生落叶阔叶林与森林草原褐色土地带。基带的植被类型,即低山的阳坡为半旱生、旱中生的灌丛杂草,主要建群植被

1) 平泉县农业区划办公室,平泉县农业资源调查和农业区划数字汇总表,1985年。