

文章编号:1007-7588(2006)02-0104-05

# 张北生态退耕遥感监测与评价

张 俊<sup>1,2</sup>, 周成虎<sup>2</sup>, 张永民<sup>3</sup>, 黄满湘<sup>2</sup>

(1. 中国医学科学院中国协和医科大学药用植物研究所, 北京 100094;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 河南财经学院资源与环境学系, 郑州 450002)

**摘 要:**张北地处坝上高原农牧交错带,多年来不合理的土地开垦活动,导致本区的土壤沙化程度十分严重,加上自身的自然环境特征,构成了京津地区沙尘暴的主要沙源和运沙通道,鉴于此,我国政府将该地纳入京津风沙源治理和退耕还林工程的重点工程区。本文通过利用高精度的遥感卫星影像对该区前3年的生态退耕情况进行了动态检测,表明目前张北县的生态退耕工作主要是还草,还草的结构主要以人工草地和改良草地为主体;还林的比例相对还草较低,目前的还林结构主要是未成林造林地。指出张北县的生态退耕是具有初步成效的,但是,生态环境的治理是以改善当地经济条件,提高人民的生活水平的为前提的,因此合理利用当地有利的自然地理条件,调整生产结构是生态退耕工作得以顺利实施的保证。

**关键词:**张北县;遥感监测;退耕还林还草;土地利用与土地覆被

## 1 前言

坝上高原地处河北省最北部,面积17 687km<sup>2</sup>,位于内蒙古高原-燕山山脉-华北平原的过渡带,是季风气候与大陆气候、干旱与半干旱地区、华北温带阔叶林与草原、农区与牧区的过渡带。经历了50年代以来大面积开垦草原后,目前已逐步演变成以农为主,农牧混合的农业生产结构<sup>[1]</sup>。

该区地表组成物质的质地松散、内聚力较差、气候干旱且多大风,大风期与干旱期相一致,加之多年来大面积垦荒种植,尤其是建国以来的1952年、1960年、1975年3次大规模拓荒耕种活动,不合理的土地利用,超载放牧以及无节制地砍伐林木,造成土地裸露面积增大,草场退化、土地沙化严重。据调查,50年代初期坝上地区有天然草场86.7×10<sup>4</sup>hm<sup>2</sup>,到1996年草场面积仅有51.8×10<sup>4</sup>hm<sup>2</sup>,比50年代初减少40%,万亩以上连片的草场已经很少;现有草场的盖度,由50年代的90%下降到40%以下;草的高度由50cm降低至20cm,干草产量由3 750kg~4 500kg/hm<sup>2</sup>降为600kg~900kg/hm<sup>2</sup>,其中优质牧草比例下降40%<sup>[2]</sup>。根据陈志清、朱震达的研究结果:河北坝上地区从1978年到1996年18年间,土地沙化面积增加了近一倍,面积总数高达

2 199.11km<sup>2</sup>,年均增加122.17km<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。

近两年春天,我国北方地区发生了多次沙尘暴、扬沙、浮尘天气现象,坝上地处京津及华北平原的上风口,与北京的最近距离仅100km余,而海拔却高出1 500m,河北坝上地区既是沙源,又是内蒙古浑善达克沙地风沙南侵的通道<sup>[2]</sup>。肆虐的沙尘制约了坝上地区的经济发展,加剧了自然灾害发生,严重威胁了京津地区的生态环境。因而,该区被列为京津风沙源治理和退耕还林工程的重点工程区,从2000年开始该区作为试点开始进行生态退耕还林还草。

本文主要利用高分辨率的SPOT影像,以位于坝上地区西部的张北县为例,通过退耕前期1999年和试点3年后的2003年的耕地面积变化的遥感检测,对张北县的生态退耕做以初步分析,来反映生态退耕工程目前的进展情况。张北县目前水土流失面积2 885km<sup>2</sup>,沙化土地2 040km<sup>2</sup>,同样面临十分严重的生态环境问题。

## 2 研究区概况

张北县位于河北省西北部,地处内蒙古高原南缘的坝上地区。东经114°10'~115°21',北纬40°57'~41°34'之间。县境东西最大距离110km,南北最宽距离68.2km,总面积4 231.6km<sup>2</sup>。南以长城为界与

收稿日期:2004-10-12;修订日期:2005-12-15

基金项目:杰出青年基金项目(编号:AEB129);国土资源部合作项目:典型县级耕地资源分布与生态退耕遥感检测。

作者简介:张俊(1973~),女,新疆人,博士,从事遥感与地理信息系统在地学中的应用研究。

E-mail:zhangjun@lreis.ac.cn

万方数据

张家口市、万全县相邻,北与康保县、沽源县接壤,东南邻崇礼县,西连尚义县。辖 4 镇,17 乡,县人民政府驻地张北镇,位于张家口市南偏东 45km 处。

张北县海拔 1 310m ~ 2 128m,地势东南高西北低,山岭沿南部坝头呈弧形分布,桦皮岭为坝头群峰之首,海拔 2 129m;中部、西部为丘陵地;北部为高原平地,安固里淖为县境最低点,海拔 1 300m。

张北县属东亚暖温带亚干旱大陆性季风型气候,表现为高寒、干旱、多风,无霜期短,昼夜温差大,年平均气温 2.6℃。张北县年均降雨量 300mm ~ 350mm,降水南北部相差较大,北部少于 400mm,而南部坝头可达 500mm 左右。冬春季多大风天气,全年大风日数多,年内 6 级以上大风日数为 50 天 ~ 70 天,以偏西风为多,土壤风蚀严重。无霜期 90 天 ~ 110 天。传统农作物有春小麦、莜麦、亚麻、杂豆、马铃薯、甜菜、蔬菜等。

张北县境内有河流 25 条,除盘长河外,均为内陆季节河,总长 793km,河网密度为 0.1893km/km<sup>2</sup>。径流总量 7 563 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。境内有淖泊 51 个,水面 10 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,蓄水量 4 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。

本区土壤属于干草原栗钙土带,共分栗钙土、草甸土、盐土 3 个土类。分暗栗钙土、栗钙土、草甸栗钙土、盐化草甸栗钙土、草甸土、盐化草甸土、内陆盐土等 7 个亚类。

### 3 研究方法

#### 3.1 数据源

资料的完备程度以及资料的好坏是整个工作是否能够顺利展开以及最终成果准确与否的前提条件。通过广泛收集与整理,本项研究所用到的数据主要有:

(1)多源、多时相的遥感数据:覆盖张北县的 2003 年 7 月 ~ 8 月的 SPOT5 2.5m 全色和 2002 年 8 月 ~ 9 月的 10m 多光谱数据;1999 年 8 月 ~ 9 月 SPOT2/4 10m 全色波段数据、1999 年 9 月的 TM/ETM + 多光谱数据。

(2)均匀分布于张北县 28 幅由河北测绘局制作的张北县 1:1 万航空 DOM 影像图:DOM 数据分辨率高,不仅能满足本项目对参考影像的质量要求,而且可以作为后续影像质量及相关数据质量评价的标准。

(3)覆盖整个张北县的 1:5 万 DEM 数据。

(4)由地方所提供的 1999 年 1:1 万土地利用图数据。

万方数据

(5)研究区的背景文字资料。

#### 3.2 数据处理

本文所用的技术处理方法主要包括遥感资料的处理以及生态退耕信息的提取两方面,具体的技术流程包括以下几个方面(图 1):

(1)由于本项目中其它参考数据均为 1954 北京坐标系,使用 1:1 万航空 DOM 前,由总参测绘局将其从 1980 西安坐标系转换为北京 54 坐标系;

(2)在遥感软件 PCI 下对地方提供的 1999 年 1:1 万土地利用图进行逐行、逐点精纠正;

(3)在 PCI 的 9.0 版本系统下对所有遥感影像进行正射校正,并且利用 HIS 变化对校正后影像做融合处理,将两期影像的空间分辨率分别提高到 2.5m 和 10m;

(4)在 ERDAS 下通过叠加张北县 1999 年 1:1 万土地利用图作为定性的参考信息,利用标准假彩色波段组合,按照国土资源部《全国土地分类系统》(过渡期间适应)的分类标准,对 2003 年张北县的融合影像进行目视判读,得到 2003 年张北县全要素土地利用图以及相关属性数据;

(5)利用 Arc/info8.3 提取解译完成后张北县 2003 年土地利用图中的耕地分布信息,将其叠加到 1999 年融合影像上,以此为当前图层,勾绘 1999 年的耕地分布及耕地变更图。这样做一方面,可以完全避免公共边的重复性勾绘工作;另一方面,也避免了传统上将两期数据叠加所产生的公共边上的不重叠现象。同时,通过合理的编码体系,可以一次性完成耕地分布以及耕地变更信息的解译工作。通过利用这种方法,明显的提高了工作效率,准确程度更高。

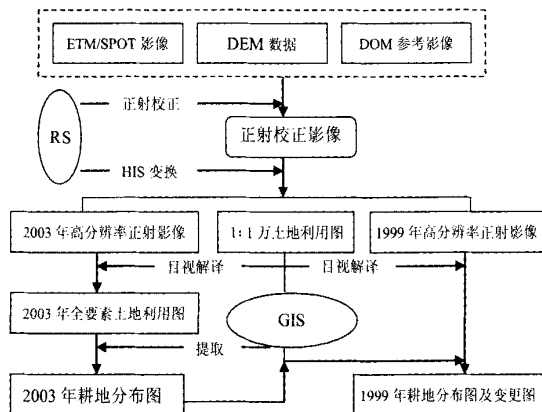


图 1 数据处理技术流程

Fig.1 The technical flow chart for data manipulation

4 结果与讨论

4.1 张北县土地利用现状

农用地在张北县土地利用与土地覆被类型中占据着主导地位,所占面积比例高达 92.34%;而未利用地和建设用地各占 4.86%和 2.81%。

从农用地的组成结构来看,目前农用地的组成,耕地占 45.3%、草地占 35.98%、林地占 10.97%,而其它类型的农用地,例如各种园地、养殖水面等较为缺乏。从另一侧面反映出,张北县较为传统的农用地特征,经济结构较为单一,各种经济类作物和水产养殖业都较缺乏。

耕地目前的组成结构,96.59%为旱地,在平原区、丘陵区以及山区 3 种地形上均有较广泛分布。这种趋势在很大程度上可能与国家 75 期间将张北作为国家级旱农试区<sup>[4]</sup>有关;另外,张北县现有水浇地 50.48km<sup>2</sup>、菜地 15.02km<sup>2</sup>,水浇地多分布于土壤条件较好,水资源丰富的平原区及其河流两岸;而菜地主要集中于大的城镇周围水土条件较好的地带。

牧草地主要以天然草地为主体,占 72.5%,而人工草地和天然草地组成比例大致相当;研究区有各种林地,但是有林地、未成林造林的和疏林地是林地的主体构成部分,各占林地面积的 70.59%、23.64%和 5.71%,而灌木林、苗圃所占比例较低,不足 0.1%。

建设用地主要以农村居民点为主,面积高达 75.56%,城镇建设用地面积仅占 10%左右,另外,公路用地占 8.8%。

湖泊水面、沙地和滩涂为未利用地的主体构成,面积各占未利用地的 32.87%、28.15%和 17.06%,占有土地利用类型的 1.6%、1.37%和 0.83%,反映出张北县多水、多沙的另一特征。

从以上主要土地利用构成类型可以看出,张北县主要以耕地多、草地多、林地多、水多和沙地多为主要特色,反应出张北县以传统的农牧业为主体,整体经济结构较为单一;加上气候干旱、大风等原因,平原区沙化较为严重的特点。

4.2 张北地区耕地面积变化以及生态退耕特征

在实施京津风沙源治理和退耕还林工程前期,张北县 1999 年耕地总面积为 2 143.125km<sup>2</sup>,其中,旱地面积 2 078.79km<sup>2</sup>,占耕地面积的 97%,水浇地和菜地面积仅占 2.31%和 0.69%,表现出典型的半干旱区传统农用的特点。

工程实施经过 3 年以后,到 2003 年,张北县耕

万万数据

地总面积减少了 219.34km<sup>2</sup>,其中由其它土地类型转入导致耕地增加的面积为 18.2km<sup>2</sup>,净减少面积为 237.54km<sup>2</sup>,并且所有减少的耕地类型均为旱地,属生态退耕的面积为 235.73km<sup>2</sup>,占耕地减少面积的 99%以上,而由旱地转化为其它土地类型的面积为 1.81km<sup>2</sup>。

在生态退耕的面积中,还林的面积占 32.37%,从还林的林地组成结构来看,目前,还林绝大多数为未成林造林地,占还林面积的 86.41%,其次是有林地占 12.45%,疏林地和苗圃所占比例较低,只占 1%以下,在整个还林过程中没有见到灌木林地,可能部分原因在于由于人工配置用于牧业的灌木地在分类系统中被划分为人工草地所致(表 1)。

表 1 张北县耕地分布及其变化

Table 1 Distribution of the arable land and the changed arable land in Zhangbei (km<sup>2</sup>, %)

分布及变化	面积	占比
耕地组成结构		
未变化的耕地	1 905.58	88.92
退耕	235.73	11.00
耕地转其它	1.81	0.08
1999 年总耕地	2 143.13	—
耕地增加	18.20	—
还林类型		
旱地转有林地	9.50	12.45
旱地转疏林地	0.82	1.08
旱地转未成林造林地	65.93	86.41
旱地转苗圃	0.05	0.06
退耕还林	76.30	—
还草类型		
旱地转天然草地	25.24	15.83
旱地转改良草地	22.21	13.93
旱地转人工草地	111.98	70.24
退耕还草面积	159.43	—
耕地增加类型		
旱地转其它农用地	0.30	16.54
旱地转居民点及独立工矿用地	0.50	27.70
旱地转交通运输用地	0.02	1.18
旱地转为利用土地	0.92	50.76
旱地转其它土地	0.07	4.04
耕地转其它	1.81	—

生态退耕后还草的面积为  $159.43\text{km}^2$ , 占生态退耕面积的 67.63%, 从其所占比重可以看出, 还草为目前退耕初期工作的主体。生态退耕还草的草地 70.24% 为人工草地, 29.76% 为天然草地。之后 13.93% 的天然草地经人工改良成为改良草地。从人工草地和改良草地共占 84.17% 的比例可知, 目前退耕后的草地绝大多数得到了人工的管理, 有利于提高草地植被盖度, 增加畜牧养殖, 缓解过渡放牧对草地的破坏。

耕地另外有  $1.81\text{km}^2$  耕地转换为其它地类, 其中, 50.76% 的耕地发生了撂荒, 转化为未利用地; 居民及独立工矿用地侵占耕地的面积占 27.7%; 16.53% 改做其它农用地; 而这四年间, 县内在耕地上新修建的级别较高的交通运输用地较少, 仅占 1.2% 左右(表 1)。

然而, 令人痛惜的是, 伴随生态退耕的同时, 研究区内同样也存在  $18.2\text{km}^2$  的开垦活动, 并且开垦天然草地面积占到了 98.39%, 砍伐林地面积  $0.166\text{km}^2$ , 在湖泊水面和河流水面周围开地面积  $0.122\text{km}^2$ 。虽然新开土地面积相比退耕还林、还草面积要小的多, 不足 1999 年耕地面积的 1%, 然而, 退耕还林还草所付出的代价远远超出开垦的代价, 这是一种得不偿失的行为, 因而这种边退边开的行为必须严格禁止(表 1)。

生态退耕同时, 研究区内耕地的组成结构也发生了小面积的变化, 体现在水浇地和菜地的面积有所增加, 虽然增加的面积不足 1%, 但是对带动研究区农业经济结构的转型迈出了可喜的一步。特别是张北县气候冷凉, 昼夜温差大, 空气、水质、土壤无污染, 无工业污染源, 具备无公害蔬菜生产的独特自然条件。张北蔬菜于 2001 年获得了北京市场免检准入。近年来, 农民种菜得到了实惠, 每亩菜收入在 1500 元左右, 是种大田收入的几倍甚至十几倍, 目前坝上蔬菜生产已成为种植业结构调整的一大亮点, 蔬菜产业已成为农民增收的特色支柱产业。加上退耕还草, 发展人工草地, 贯彻“在种植业结构调整工作中, 坚持稳定粮食作物, 增加经济作物, 发展饲草饲料作物的总体思路”, 明显提高了农产品的商品率和农民的收入水平(张北农业信息网<sup>1)</sup>)。

#### 4.3 讨论

通过遥感检测可以看到目前张北县的生态退耕取得了部分成果, 但是生态环境的整治是一个长期性的系统工程, 科学的种植、科学的管理与科学的维

万方数据

护以及长期性的坚持, 是张北县环境治理以及整个生态工程所必须的技术手段; 另外, 当地的经济来源主要是农业, 而当地的农业的结构长期以来一直以传统的农业生产方式为主, 普遍存在广种薄收的现象, 导致当地经济结构较为单一, 人民的生活水平低下, 是典型的贫困县。这种落后的生产方式以及单一的经济结构在目前与生态退耕互相矛盾。因此, 改善落后的耕作方式、调整经济结构、提高人民生活水平是生态环境治理的前提条件。另一方面, 张北拥有优越的气候条件, 平原区湖、淖较多, 地质条件优越, 矿产资源丰富, 通过合理利用这些资源对改变当地落后的生产状况是十分可行的。

此外, 伴随生态退耕的同时, 在研究区内存在部分开垦草地和砍伐林地将其变为耕地的现象, 虽然规模较小, 但是退耕还林还草所付出的代价远远高于开垦的代价, 因而这种行为在今后因该避免, 并且应对屡教不改的行为给以严格的处罚。

经过 3 年退耕还林还草试点工作的遥感调查形成以还草和人工草地为主的局面, 可能与张北县是内蒙天然优良牧场的南缘部分, 坝上的长处和优势是草。从长远发展的观点来看, 退耕种草是解决张北农业比例失调、调整农业结构、逐步向以牧业为主方向过渡的一条行之有效的途径, 而发展人工草场是发展坝上畜牧业, 促进农、林、牧全面发展的重要途径; 一方面, 可以有有效的保护土壤, 另一方面又可以提高当地居民的经济状况等因素有关。

## 5 结论与讨论

通过对张北县生态退耕遥感检测的结果可以看出, 经过实施 3 年的生态退耕后, 张北县的退耕工作具有如下特征:

(1) 从农用地的所占比例以及耕地的分布状况, 可以看出张北县表现出以农为主, 农牧混合的农业生产结构;

(2) 生态退耕后目前张北县的草地和林地有明显增加, 耕地、草地和林地的组成比到达 45:35:11; 耕地结构在退耕的同时出现转型的趋势, 表现在研究区内菜地、水浇地的面积略有增加;

(3) 目前的生态退耕以还草占主导, 其面积占生态退耕面积的一半以上; 退耕还草的草地组成结构以人工草地为主, 而还林以未成林造林地为主;

(4) 在生态退耕的同时, 研究区内存在小规模

1) <http://www.zjkb.heagri.gov.cn/default3.aspx?id=409>

的开垦天然草地和砍伐林地的现象。

(5) 提出虽然目前的生态退耕取得了一定的成效,但是生态环境的治理是一个长期的系统工程,并且与当地居民的生活水平是密切相关的,改善生产结构,提高当地人民收入势在必行。

#### 参考文献 (References):

- [1] 海春兴, 马礼, 王学萌, 等. 农牧交错带典型地段土地沙化主要因素分析——以河北坝上张北县为例[J]. 地理研究, 2002, 21(5): 543 ~ 550. [ HAI Chun-xing, MA Li, WANG Xue-meng, et al. Main factors analysis about soil desertification in typical section of interlock area of farming and pasturing: the case of Zhangbei County, Bashang Area of Hebei Province [J]. *Geographical Research*, 2002, 21(5): 543 ~ 550.]
- [2] 刘建婷, 李海山, 李素川. 河北坝上生态林业工程生物多样性问题的探讨[J]. 防护林科技, 2004, (2): 64 ~ 66. [LIU Jian-ting, LI Hai-shan, LI Su-chuan. Analysis ecology diversity of the project of the ecological woodland, Bashang Area of Hebei Province[J]. *Protection Forest Science and Technology*, 2004, (2): 64 ~ 66.]
- [3] Chen Zhi-qing, Zhu Zhen-da. Development of land desertification in Bashang area in the past 20 years[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2001, 11 (4): 433 ~ 437.
- [4] 谷茂, 赵平, 左万英. 张北试区降水规律与防沙尘暴对策[J]. 深圳职业技术学院学报, 2002, (1): 1 ~ 6. [GU Mao, ZHAO Ping, ZUO Wan-ying. Laws of the precipitation in Zhangbei and the Countermeasures for sandstorm [J]. *Acta Shenzhen Polytechnic*, 2002, (1): 1 ~ 6.]

## Monitoring and Evaluating of Converting Arable Land into Forestland and Grassland through Remote Sensing Technology: A Case Study in Zhangbei County of Hebei Province

ZHANG Jun<sup>1,2</sup>, ZHOU Cheng-hu<sup>2</sup>, ZHANG Yong-min<sup>3</sup>, HUANG Man-xiang<sup>2</sup>

(1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100094, China;

2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. Henan Institute of Forest Inventory and Planning, Zhengzhou 450045, China)

**Abstract:** Zhangbei County is located in the interleaving zone between farmland and animal husbandry areas in the north of Hebei province. Because of improper land use, land degradation and desertification in the area have been aggravating and become the major source of sandstorm, which frequently happened in Beijing and Tianjing Area. Therefore, Zhangbei has been identified by national government as the key area for conducting the project of converting arable land into grassland and forestland in order to protect Beijing and Tianjing from scourge of sandstorm. This paper makes an investigation into the land use change in the past three years in the area through based on higher resolution remote sensing images. The results show that converting arable land into grassland is dominant in the process with features of artificial rangeland and improvement of original grassland. The rate of converting arable land into forestland is relatively lower compared with grassland. It is concluded that the effects of converting arable land into grassland and forestland is preliminary in the area and suggested that in the process of ecological restoration, more attention should be given to the improvement of local economy and living standards while properly utilizing land resources and adjusting the structure of agricultural production.

**Key words:** Zhangbei County; Remote sensing, Monitoring and evaluation; Land conversion