

文章编号: 1007-6301 (1999) 04-322-08

基于遥感的呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化 及其对地区农业持续发展影响的研究

王秀兰

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 随着人口的增长, 人类活动对土地利用/土地覆盖变化的影响越来越大, “人口-资源-环境”问题越来越突出, 因此, 土地利用/土地覆盖变化的研究尤为重要。本文利用 1986 年和 1996 年两期陆地卫星 TM 数据, 分析探讨了呼伦贝尔盟近十年来农牧业土地利用数量变化及其区域差异, 并通过计算耕地重心, 分析了近十年来呼伦贝尔盟耕地的空间变化规律, 在此基础上进一步探讨了呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化对地区农业持续发展的影响。结果表明: 十年来, 呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化很大, 耕地面积大幅度增加, 草地与未利用地面积减少; 农牧业土地利用变化空间差异非常明显, 导致十年来呼伦贝尔盟耕地重心向西北方向移动 33.15 km, 耕地生态环境发生了显著变化; 呼伦贝尔盟耕地面积大幅度增加, 对合理开发利用耕地资源, 促进地区农业持续发展起到了积极的作用。

关键词: 农牧业土地利用; 呼伦贝尔盟; 持续发展

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A

面对当前日益加重的“人口-资源-环境”问题, 土地利用/土地覆盖变化的研究越来越受到普遍关注, 成为全球变化计划中的重要组成部分, IGBP-DIS 计划、HDP-DIS 计划、IGBP-LUCC 计划、IGBP-START 计划都提出了全球性监测和典型区监测的项目和相关计划。土地利用变化之所以受到如此关注, 其中一个主要原因就是土地利用/土地覆盖变化在可持续发展研究中占有重要地位。尤其对于中国这样一个农业大国, 要解决十几亿人口的吃饭问题, 使农业生产持续发展, 土地利用变化研究显得更为重要。

随着人口的增长, 中国耕地数量总体呈下降趋势。《中国耕地》^[2]一书中, 利用统计数据, 得出从 1949~1993 年, 全国耕地面积减少 $277.9 \times 10^4 \text{ ha}$ 的结论。这对于中国这样一个人口大国来说, 是极为不利的。但由于统计数据的局限性, 使得所得结论缺乏可信度。而遥感技术的兴起, 填补了这一不足。遥感技术由于其宏观、快速、精确等特点, 使我们对各种用地数量分布及动态变化研究成为可能。

遥感技术应用于土地利用调查在国内外都卓有成效。“八五”期间, 由中国科学院组织的中科院重大应用项目“中国资源环境遥感宏观调查与动态分析”^[3], 利用 90 年代初陆地卫

收稿日期: 1999-06; **修订日期:** 1999-10

作者简介: 王秀兰 (1968-), 女, 1998 年于中国科学院遥感应用研究所获博士学位, 主要从事土地利用/土地覆盖变化与区域持续发展方面的研究工作, 现在中国科学院大气物理研究所从事博士后研究工作。

星 TM 影像作为信息源, 得出从 80 年代初到 90 年代初, 中国耕地面积净减 $237.5 \times 10^4 \text{ha}$ 的结论。可见, 中国耕地资源锐减的势头不容忽视。但近年来, 北方省区由于开垦后备宜农荒地资源, 耕地数量呈上升趋势。《中国资源环境遥感宏观调查与动态研究》^[31]项目得出, 从 1980~1990 年, 内蒙、辽宁、吉林、黑龙江、新疆五省(区)耕地面积净增 $637.9 \times 10^4 \text{ha}$ 。这种变化趋势, 无疑对稳定耕地数量, 促进地区农业持续发展有积极的作用。

为了快速、准确地查清北方地区土地利用变化及后备耕地资源情况, 1997 年, 由农业部农业区划办公室主持, 利用 1986 年、1996 年陆地卫星 TM 影像数据, 进行了“北方四省(区)土地资源开发利用调查与评价”项目, 笔者有幸参加了内蒙古地区遥感调查的部分工作。本文就是在此基础上完成的。

1 研究区概况

呼伦贝尔盟地处祖国北部边疆, 土地总面积 $25.43 \times 10^4 \text{km}^2$, 占内蒙古自治区土地总面积的 22%, 是内蒙古自治区自然面貌保留最好、生产潜力最大的地区。呼伦贝尔盟由大兴安岭山地, 呼伦贝尔高原及大兴安岭东麓漫岗、平原组成, 自然条件区域差异明显。

大兴安岭山地寒冷、湿润, 土壤为针叶林土、棕色针叶林土与灰色森林土。由于温度太低, 基本无农业开发。岭南丘陵漫岗, 年降水 500 mm 左右, 温和湿润, 土壤为暗棕壤, 较肥沃, 除宜林外, 也适合农作物生长。大兴安岭东西两侧, 森林外围为杂类草甸及草甸草原, 土壤为黑土和黑钙土, 土层深厚, 有机质含量高, 气候温和半湿润, 宜农, 宜牧, 宜林。呼伦贝尔高原年降水 200~350 mm, 为天然草原区, 土壤为栗钙土。由于水分条件的制约, 粮食作为产量不稳定。

由于自然条件的区域差异性, 决定了本区土地利用方向的多样性和土地利用结构的区域差异性。本区呈现出农、林、牧多种土地利用方式。

2 研究方法数据来源

本项工作以耕地为重点, 采用陆地卫星 TM 影像作为主要信息源, 同时结合同步统计数据, 进行呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化研究, 其目的是探讨土地利用变化对地区农业持续发展的影响。所用遥感信息资料为全国农业资源区划办公室提供的陆地卫星 TM 1:25 万比例尺假彩色图像, 其波段组合为 4、3、2 波段标准合成, 拍摄时间为 1986 年和 1996 年。按项目的要求, 以县为单位, 查清各县耕地、林地、草地、园地、水面、未利用地及城镇等一级地类的面积及 10 年间的变化。由于本文以农牧业用地作为研究对象, 故在上面的基础上将土地利用类型作了简化, 分为耕地、草地、未利用地及其它用地几种。

3 呼伦贝尔盟近十年农牧业土地利用变化分析

3.1 呼伦贝尔盟近十年农牧业土地利用数量变化及原因分析

根据 1986 年及 1996 年两期调查结果, 10 年间呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化趋势为: 耕地面积大幅度增加, 草地与未利用地面积减少(见图 1)。

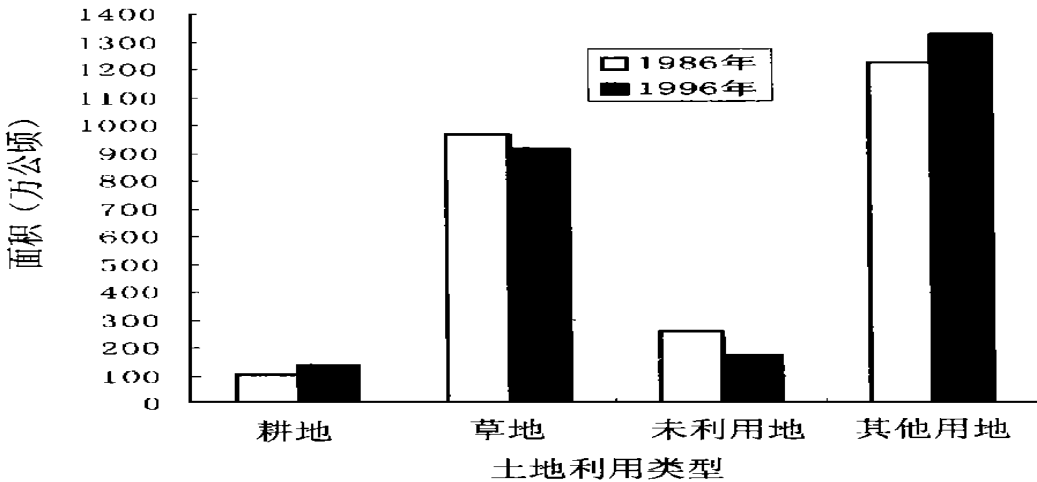


图 1 呼伦贝尔盟近十年农牧业土地利用变化示意图

Fig. 1 The agricultural land use change in Hulunbeier Distract in the past ten years

由图 1 可知, 十年间呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化很大, 耕地面积增加 $36.13 \times 10^4 \text{ha}$, 增加了 34.8%, 垦殖指数由原来的 4.07% 提高到 5.49%, 提高了 1.42 个百分点。草地面积减少 5.2%, 未利用地减少 34.4%。同时我们也可以看出, 十年间耕地面积变化最大, 就其来源有以下几个方面: 开垦荒地; 开垦草地; 开垦林地, 复垦。各种来源耕地面积见表 1。

表 1 呼伦贝尔盟近十年新增耕地来源统计表

Tab. 1 The granary of the increased arable land in Hulunbeier Distract in the past ten years

	开垦草地	开垦荒地	开垦林地	复垦	合计
面积/ $\times 10^4 \text{ha}$	28.79	5.02	0.00	23.26	36.13
百分比/%	79.7	13.9	0.00	6.4	100.00

由表 1 可知, 新增耕地 79.7% 来源于开垦草地, 十年间全盟共开垦草地 $28.79 \times 10^4 \text{ha}$, 占 1986 年草地面积的 2.98%。

3.2 呼伦贝尔盟近十年农牧业土地利用空间变化分析

3.2.1 农业土地利用变化区域差异分析

由于呼伦贝尔盟内部自然条件区域差异明显, 使得农牧业土地利用变化区域差异亦十分明显。耕地面积变化最大的为新巴尔虎左旗, 十年间增加了 29.3 倍, 其次为鄂温克族自治旗, 10 年间增加了 9.1 倍。本文以县为单位, 研究农业用地的动态变化及区域变化差异。为此, 我们引入“土地利用动态度”^[41]及“土地利用相对变化率”的概念, 分别描述呼伦贝尔盟综合土地利用动态变化的区域差异及各种用地变化的区域差异。

具体算法为:

土地利用动态度:

单一研究区的综合土地利用动态度可表示为:

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{t} \times 100\%$$

式中 LU_i 为监测起始时间第 i 类土地利用类型面积; ΔU_{i-j} 为监测时段内第 i 类土地利用类型转为非 i 类土地利用类型面积的绝对值; t 为监测时段长度。当 t 的时段设定为年时, LC 的值就是该研究区土地利用年变化率。

通过计算各旗县土地利用综合动态度可知, 呼伦贝尔盟综合土地利用动态变化区域差异显著, 其中变化最大的为海拉尔市, 年变化率达 1.14%; 其次为扎兰屯市和莫力达瓦旗, 年变化率分别为 1.08% 和 1.0%; 变化最小的为新巴尔虎右旗, 年变化率只有 0.3%。

土地利用相对变化率

某地区某一特定土地利用类型相对变化率可表示为:

$$R_{id} = (K_2/K_1) / (C_2/C_1)$$

式中 K_1 、 K_2 分别代表某区域(县或旗)某一特定土地利用类型研究期初(1986 年)及研究期末(1996 年)的面积; C_1 、 C_2 分别代表全区域(全盟)某一特定土地利用类型研究期初(1986 年)及研究期末(1996 年)的面积; 如果某区域某种土地利用类型的相对变化率 $R_{id} > 1$, 则表示该区域这种土地利用类型变化较全区域大。相对变化率是一种表示土地利用变化区域差异的很好的方法, 从中我们可以看出农牧业用地的空间变化规律。

根据上述公式所得的计算结果可以看出, 呼伦贝尔盟近十年农牧业土地利用变化地区差异非常明显, 就耕地而言, 相对变化最大的地区为新巴尔虎左旗, 相对变化率高达 22.46, 其次为鄂温克族自治县, 相对变化率为 7.51, 相对变化率最小的为阿荣旗和扎兰屯市, 只有 0.8。各旗县草地面积都有所减少, 但区域差异不太明显, 变化最小的为额尔古纳右旗, 其次为扎兰屯市、海拉尔市。

从 TM 影像上, 我们也可以看出三种用地的空间变化规律:

(1) 新增耕地主要以开垦牧区草地和农区草地为主, 其次为林区的荒草地, 开垦的用地类型以黑钙土草甸草原为主, 此外为黑土岗地及河谷“甸子地”(低湿草甸, 沼泽化草甸)。新开垦的耕地主要分布在河谷两侧、丘间宽谷及高原黑钙土草原地区。

(2) 由于耕地增加的主要来源为开垦草地, 因此, 草地减少的地区也就是耕地增加的地区, 草地变化规律与耕地变化规律基本一致, 以开垦黑钙土草甸草原为主, 其次是黑土岗地及河谷“甸子地”(低湿草甸, 沼泽化草甸)。

3.2.2 呼伦贝尔盟近十年耕地重心变化分析

由上面的分析可知, 十年来呼伦贝尔盟耕地变化较大, 而且区域差异明显。为了定量分析呼伦贝尔盟近十年耕地的空间变化, 我们引入“重心”的概念。本文采用人口地理学中常用的人口重心的计算方法来计算耕地重心及变化^[5]。具体方法为:

把一个大区域分为若干小区, 然后在大比例尺地图上根据居民点的分布及地形特点确定每个小区耕地的地理坐标, 然后再乘以该小区耕地的数量, 最后把乘积累加后除以全区域耕地总面积。重心坐标一般以地图经纬度表示, 第 t 年耕地重心坐标(经纬度)可表示为:

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} \times X_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}}$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{ti} \times Y_i)}{\sum_{i=1}^n C_{ti}}$$

式中 X_t 、 Y_t 表示第 t 年耕地重心的经纬度坐标; C_{ti} 表示第 i 旗 (县) 的耕地面积; X_i 、 Y_i 表示第 i 县所在地的经纬度坐标。

利用上述公式, 计算得呼伦贝尔盟近十年耕地重心变化情况如下:

表 2 呼伦贝尔盟近十年耕地重心变化情况

Tab. 2 The change of the arable land gravity center in Hulunbeier D istract in the past ten years

	1986 年		1996 年	
	经度 (E)	纬度 (N)	经度 (E)	纬度 (N)
耕地重心	122.759 2	48.712 4	122.400 7	48.888 3

由表 2 可知, 呼伦贝尔盟近十年来耕地重心变化很大, 向西北方向移动了 33.50 km (北移 0.175 9°; 西移 0.362 8°)。这一现象表明: 原来的草原区逐步变为耕作区, 耕地的生态环境发生了明显的变化。

4 呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化对地区农业持续发展的影响

农业是发生在生物- 自然- 社会- 政治- 经济- 技术这三重环境内各种过程的综合体, 因此, 农业的持续性应包括生态的持续性、经济持续性和社会的持续性三个方面。呼伦贝尔盟农牧业用地十年来变化很大, 其对农业生产的影响有肯定的一面, 也有否定的一面。本文从经济效益、生态效益和社会效益三个方面出发, 分析其对地区农业持续发展的影响。

4.1 耕地面积大幅度增加, 经济效益、社会效益显著

4.1.1 耕地面积扩大, 增加了粮食产量和农业产值

呼伦贝尔盟林、牧及工矿、城镇人口比重大, 粮食供应一向靠本盟农区和外地调入。1986 年全盟人均占有粮食 333 kg, 其中 10 个林、牧、工矿旗市粮食产量仅 17.4×10^4 t, 人均占有粮食仅 120 kg。80 年代初, 每年向这 10 个旗、市调入粮食 5×10^4 t。1996 年该 10 旗市境内耕地由 1986 年的 31.74×10^4 ha 增加到 72.14×10^4 ha, 粮食产量由 1986 年的 17.4×10^4 t 增加到 1996 年的 75.4×10^4 t, 人均占有粮食 497 kg, 基本实现自给。农业、半农半牧旗市粮食产量提高更加显著 (见表 3)。呼伦贝尔盟十年间粮食产量增加, 除改造中、低产田和提高科技贡献外, 耕地面积大幅度增加是其基础条件。

表 3 呼伦贝尔盟耕地面积变化及经济效益比较

Tab. 3 The comparison of the arable land use change and the effects

	呼伦贝尔盟全盟				林、牧、工矿、城镇 10 旗			农业、半农半牧 3 旗		
	耕地面积	粮食产量	人均粮食	农业产值	耕地面积	粮食产量	人均粮食	耕地面积	粮食产量	人均粮食
	/×10 ⁴ ha	/×10 ⁴ t	/kg	/万元	/×10 ⁴ ha	/×10 ⁴ t	/kg	/×10 ⁴ ha	/×10 ⁴ t	/kg
1986 年	103.85	79.98	332.8	15432	31.71	17.4	120	72.14	62.58	666
1996 年	139.98	214.37	794.6	360 685	61.34	82.29	497.6	78.64	132.08	1 264.8

4.1.2 开垦荒地抵偿农区被占耕地, 减缓了人均耕地逐年下降的趋势, 对合理保护耕地起

到了积极的作用。

众所周知, 在城镇、郊区和工矿地区, 建筑占地逐年增加, 加之人口增加, 人均耕地逐年下降。由上表可知, 呼伦贝尔盟近十年开垦荒地后, 农业、半农半牧旗市人均耕地基本保持稳定, 而林、牧、工矿 10 旗、市人均耕地增加到原来的 1.68 倍, 使得全盟耕地有所增加 (见表 4), 这无疑对稳定耕地面积有积极的作用。

表 4 呼伦贝尔盟耕地、人均耕地面积变化表

Tab. 4 The change of the arable land and that of every person owned in Hulunbeier District

	全盟总耕地 /×10 ⁴ ha	全盟总人口 /万人	全盟人均耕地 /ha	林牧工矿十旗市人 均耕地/ha	农业三旗人均耕地 /ha
1986 年	103.85	240.36	0.43	0.22	0.756
1996 年	139.98	269.79	0.52	0.37	0.753

4.1.3 大兴安岭次生林区开荒种地, 有利于改变林区土地利用结构 and 经济结构单一的局面

通过土地利用动态遥感调查证实, 呼伦贝尔盟近 10 年间林区新增耕地主要为开垦河谷甸子地及其它荒地, 并未毁林。林区合理开垦荒地, 发展一定规模的种植业, 从近期看, 可以帮助企业度过经济难关, 不仅保证了职工的经济收入, 而且给林场积累了资金, 有力地支持了育林、造林、培育后备森林资源。因此, 从长远看, 林、农结合, 以农补林、养林, 不失为值得探寻的促进林区经济发展的一条途径。

4.2 林牧区开荒与资源环境保护评价

林牧区垦荒有两个问题为人们所关注: 是否直接破坏森林、草地资源, 是否会引起环境问题。

4.2.1 林区开荒不会破坏林地

通过土地利用动态遥感调查证实, 近 10 年间林区新增耕地主要为开垦河谷、甸子地及其它荒地, 并未毁林。原因很简单: 林区森林依法受到保护; 伐林垦荒投入高, 成本昂贵, 为垦荒单位所不取。

4.2.2 开垦草地得失评估

开垦荒地势必会对草地生态环境造成一定的影响, 但就其利弊, 应做客观评价。

(1) 开垦的草地占草地面积比例较小, 牧区垦荒限于利用程度较低的草地。

10 年间呼伦贝尔盟共开垦草地 28.79×10^4 ha, 占 1986 年全盟草地面积的 2.98%。这些草地绝大部分位于牧区边缘, 原来以打草场为主, 放牧利用程度低。此类草地开垦后, 对当前牧业生产和畜牧业发展影响不大。开垦除种植粮、油作物, 供给牧区和城镇人口需求外, 还可种植精饲料、青贮饲料及饲料甜菜等多种饲料, 这对于发展奶牛饲养和肉畜强化育肥都是有效的。

(2) 虽然呼伦贝尔盟草地资源丰富, 饲草质量好, 发展草原畜牧业具有很强的优势。但目前仍处于靠天养畜, 粗放、掠夺式经营, 草场产出很低, 资源浪费较大。据 1995 年统计资料表明, 呼伦贝尔盟平均每公顷草地年生产畜产品 2.93kg 肉、0.375kg 毛、21.75kg 奶, 每百亩草产值仅为 438 元, 远远低于畜牧业发达国家。所以, 在牧区边缘适当开垦一些“甸子地”发展种植业, 同时发展饲草、饲料基地, 不但不会影响生态环境, 还可以增加收入, 为牧业发展积累资金。

(3) 部分地区开垦典型草原, 对环境危害相当严重

遥感调查发现, 有部分地区开垦了典型草原, 结果造成“开垦- 沙化- 弃耕- 异地开垦”的局面。这种短期行为不但不会增加经济效益, 而且对环境危害相当严重, 应及时制止。

4.2.3 开垦荒地与环境危害评估

基于呼伦贝尔盟的自然条件和粗放经营方式, 可能引发的环境灾害不外乎耕地的水土流失和风蚀沙化。

(1) 坡耕地水土流失问题评估

呼伦贝尔盟坡耕地水土流失主要发展在大兴安岭山地丘陵区各旗(市), 其中以阿荣旗、扎兰屯市耕地水土流失较严重, 而大杨树垦区、海拉尔垦区各耕地多分布于适合大型机具作业的河谷平原、山丘间盆地及谷地, 那里坡耕地比重小, 发生水土流失的可能性较小。新增耕地中可能发生水土流失的坡耕地, 主要是农区一些农户对原有坡耕地向上扩垦的那部分耕地。因此, 要严格制止开垦坡耕地。

(2) 岭东、西各垦区耕地风蚀沙化风险评估

引起风蚀沙化的因素, 从自然方面考察, 有风力作用、土壤质地及结构、水分状况、地面覆盖率和地形结构。人为因素主要为防护设施和耕作方式。综合上述影响因素, 呼伦贝尔盟不同地区耕地, 土壤受风蚀或出现沙化的风险性也不同。

大兴安岭岭东嫩江西岸洪积台地地区, 土壤质地粘重(黑土), 结构良好; 河谷“甸子地”土壤水分良好, 所以这里的耕地一般无风蚀沙化之虞。

大兴安岭东西两侧山前丘陵及呼伦贝尔高原东缘, 为黑钙土地区。开垦后沙化危险性的, 与土壤质地及风力有关。位于丘陵山区河流谷地的耕地, 由于其风力较小, 再加上河谷之中有一定的背风条件, 风蚀沙化的风险度较低。而分布于高平原的耕地, 由于风力较大, 风蚀沙化的风险度较高。

5 结论及建议

(1) 十年来, 呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化很大, 耕地面积增加了 34.8%, 草地面积减少 5.2%。新增耕地的主要来源为开垦草地和荒地, 分别占 79.7% 和 13.9%。

(2) 呼伦贝尔盟农牧业土地利用变化地区差异比较明显, 尤其是耕地, 西部变化十分显著, 土地利用变化的结果导致耕地重心向西北方向移动。

(3) 呼伦贝尔盟耕地面积大幅度增加, 社会效益、经济效益显著, 一方面增加了粮食产量和农业产值, 另一方面也减缓了人均耕地逐年下降的趋势, 对合理开发利用耕地资源, 促进地区农业持续发展起到了积极的作用。但开垦荒地对本区生态环境也有一定的不良影响。由于本区垦荒追求短期效益, 重开发利用, 轻保护建设, 使得一些风力较大、土壤条件较差的地区极易出现风蚀沙化现象。再加上一些地区违法垦荒, 使得环境危害也相当严重。因此, 必须采取合理措施, 制止这一现象, 使得土地开发利用有利于地区农业持续发展。

参考文献:

- [1] Land use and land cover change science/research plan IGBP Report No. 35 HDP Report No. 7 page 8, page 60~ 63
- [2] 毕于运 著 中国耕地[M]. 中国农业科技出版社, 1995
- [3] 刘纪远 主编 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 中国科学技术出版社, 1996
- [4] 陈述彭 等主编 遥感信息机理研究[M]. 科学出版社, 1998
- [5] 祝卓 人口地理学[M]. 中国人民大学出版社, 1991. 79~ 80
- [6] 内蒙古农村牧区社会经济调查队 内蒙古农牧业经济五十年(1947~ 1996) [M].
- [7] 辉煌的五十年(1947~ 1996) [M]. 中国统计出版社, 1997.
- [8] 刘纪远 应用空间遥感技术开展国家资源环境宏观调查与动态分析[A]. 见: 徐冠华 等主编 遥感在中国[C]. 北京: 测绘出版社, 1996
- [9] 石蕴宗 等 内蒙古自治区地理[M]. 内蒙古人民出版社, 1984
- [10] 蔡运龙 持续农业与中国态势, 可持续发展之路[M]. 北京大学出版社, 1988
- [11] 吴传钧, 郭焕成 中国土地利用[M]. 北京: 科学出版社, 1994

A Research on the Change of Agricultural Land Use and Impact on Rural Sustainable Agricultural Development in Hulunbeier District Based on the Remote Sensed Data

WANG Xiu-lan

(Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract: By the remote sensed data (TM 1 250000) in 1986 and 1996, the agricultural land use change and the regional differences in Hulunbeier District were discussed and analyzed. Further, the spatial change law of the arable land use in Hulunbeier District was analyzed by calculating the change of the gravity center of the arable land in the past ten years. On the basis of the results, the impact of land use change on rural agricultural sustainable development was discussed in the respect of economic effects, ecological effects and social effects. The result indicates:

(1) The agricultural land use changed rapidly in the past ten years. The arable land increased and the grassland decreased.

(2) The spatial change of the agricultural land use is also very notable; the gravity center of arable land moved 33.15km towards northwest.

(3) The arable land use change in the past ten years is very useful to reasonable land use and rural agricultural sustainable development of Hulunbeier District.

Key words: Agriculture land use change; Hulunbeier District; Sustainable development