

农牧交错带土地沙化遥感监测

邝生爱,田淑芳,程 博
(中国地质大学,北京 100083)

摘要:以内蒙古多伦县为研究对象,作间隔5a的两次遥感调查,对内蒙古东南部农牧业交错带的土地沙化进行监测。建立了土地沙化分类体系,把土地沙化与土地利用紧密联系,依据植被指数概念,采用了一组比值组合,有效地将土地沙化类别分层分离。通过第一次遥感调查,了解到多伦县由于过度耕种和过度放牧,致使土地沙化十分严重。经第二次调查对比分析,退耕还林、退牧还草的治沙效果显著,土地沙化发展趋势得到遏制,遥感监测为地方政府的防沙治沙起了重要作用。

关键词:农牧交错带;土地沙化;遥感监测

中图分类号:TP 79;X4 文献标识码:A 文章编号:1001-070X(2002)02-0010-05

0 引言

2000年春季,十几次沙尘暴肆虐了我国西北、内蒙、华北和北京市,其规模和危害程度是近百年所罕见的。据有关报导,与历年对比,此次沙尘暴的发生、发展有加剧之势,特别是内蒙古东南部的浑善达克大沙地南侵对北京的威胁,成了这场沙尘暴的重要特征。

农牧交错带,是指农业与牧业交错共存的地带,从宏观看是农业向牧业的过渡带。内蒙浑善达克沙地南缘,就是一条近东西向、狭长的农牧交错带。它含有张北县、太仆寺旗、正蓝旗、多伦县和赤峰市等十几个旗县市。这一带地处内蒙高原、干旱少雨、生态脆弱、耕种过度放牧、致使土地沙化严重,还是京、津、唐大城市的生态屏障和水源地。我们选择了该地带的内蒙古多伦县,作为土地沙化遥感监测的对象,周期为5a,于1995年和2000年进行两次遥感调查。第一次的土地沙化遥感监测成果已被当地政府使用,并取得成效,第二次调查刚刚完成,它检验政府对土地沙化防治的效果,从而达到有效快治。

1 自然地理与社会经济概况

多伦县位于内蒙古自治区锡林郭勒盟东南部,地理坐标为:东经115°51'116°54',北纬41°46'

42°36'。南部与河北省的丰宁、沽源两县交界(图1)。县境处于内蒙古波状高原的南缘。地貌属低山丘陵间河谷盆地,海拔高程在1150m-1800m之间。多伦地区属中温带温凉亚带大陆性季风气候。年平均气温1.6℃,年平均降水量为385.5mm,夏季雨量集中,年蒸发量为1748.0mm。据气候要素分析,水热同季,为一季农牧业提供了良好的气候条件。1999年,全县总人口103316人,2000年国民生产总值40605万元,以农牧业为主,财政年收入2037万元,属国家级贫困县。

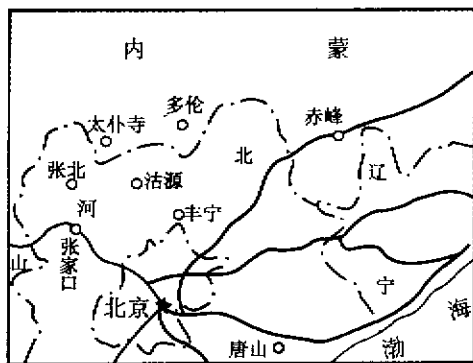


图1 多伦县地理位置示意图

2 工作流程

监测任务是进行两次(1995年和2000年)15万土地沙化及土地利用现状遥感调查,然后对比分析。从理论上讲,陆地卫星TM数据地面分辨率不

能满足 15 万比例尺的要求 ,实际应用也是极限状态 因研究区的地块相对较大 ,陆地卫星 TM 数据又有较好的多波段特性 ,如果在使用中注意精度要求 ,这种数据还是可用的。

依据卫星遥感技术和《土地利用现状调查规程》要求 ,采用遥感图像处理和地理信息系统手段 ,结合常规方法 ,拟定如下工作流程(图 2)。

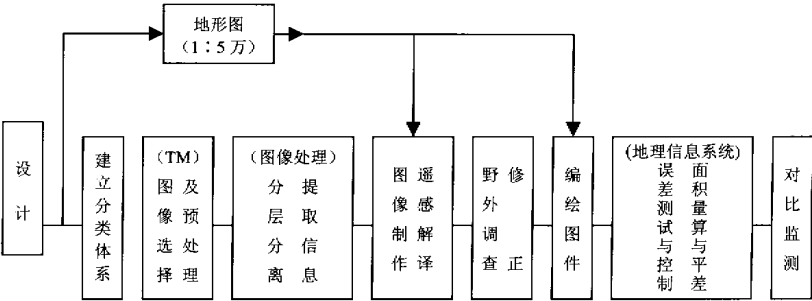


图 2 工作流程

3 土地沙化及土地利用分类体系

依据《规程》分类标准 ,结合多伦地区土地利用和遥感技术特点 ,建立了农牧交错带的土地沙化及土地利用分类体系。该地区土地沙化与土地利用是密切相关的 ,如果只作沙化调查而没有土地利用信息支持 ,这种调查是不完全的。而多伦县历来就没有一个完整准确的土地利用信息 ,因此两种调查必须同时进行 ,并且把土地沙化的分类纳入到土地利

用分类体系中更为合理。
《规程》中对土地利用作了两级划分 :一级有 8 大类 ,二级有 30 多个中类 ,如果实际情况需要 ,可增加三级类(小类)。多伦地区的沙地和天然牧草地都有很多变化 ,这些变化对于认识土地沙化及产生的原因十分重要。因此 ,增加了第三级类(表 1) ,将沙地第三级划分为现代沙地、活化沙地和绿化沙地等 3 个小类 ,将天然牧草地第三级划分为好的天然牧草地和退化天然牧草地 2 个小类。

表 1 多伦地区土地利用分类体系(部分)

一级类		二级类		三级类		含 义
编号	名 称	编号	名 称	编号	名 称	
4	牧草地	41	天然牧草地	411	好的天然牧草地	以天然草本植物为主 ,未经改良用于放牧或割草的草地 ,包括以牧为主的疏林、灌木草地
				412	退化天然牧草地	由于气候干旱或人为因素退化了的天然牧草地 ,牧草稀疏 ,土地裸露 ,用于放牧或割草的草地
8	未利用土地	84	沙 地	841	现代沙地	全裸露沙地
				842	活化沙地	原覆盖植被的沙地又被激化成沙地
				843	绿化沙地	沙地重新覆盖部分植被 ,向绿化方向转化 ,但还是沙地

4 遥感调查

4.1 TM 图像的时相及波段选择

多伦县境地跨 3 景 TM 图像 ,由于植被的类型、长势和覆盖度在一定程度上反映了土地利用类型。为有利于遥感图像识别 ,选择植被长势差异最大时相是十分重要。依据实际情况 ,确定 6 月底至 7

月初为最佳时相 ,于是 1995 年选择了 7 月 5 日的图像 ,2000 年由于可选余地很小 ,只好用 8 月 4 日的图像。

4.2 分层分离土地沙化信息及专题图

上述分类体系具有分层递归性 ,即三级类递归二级类 ,二级类递归一级类。这种特性提示 ,是否可以用分层分离的方法 ,即先分离出高层次的大地类 ,而后分离低层次的小地类。

由 TM 图像的地物波谱特性可知,对于水体、干土壤、沙土和植被等大地物类别,任选 3 个波段作假彩色合成就能将它们区分开来。经试验比较,以 TM4 TM3 TM2 假彩色合成为最好,其水体为深色调(如黑色),沙地为浅色调(如白色),植被为红色调(如大红、浅红)。但是这种方法很难将低层次的小地类分离出来。

前面已经提到,植被的种类、长势和覆盖度在一定程度上反映了土地利用的类别。那么将植被的这些细小差异分离出来,进行增强,就有可能把低层的小地类区分开。在 TM1、TM2、TM3、TM4、TM5、TM7 各波段上,植被的波谱都存在着小的差异(图 3),而求

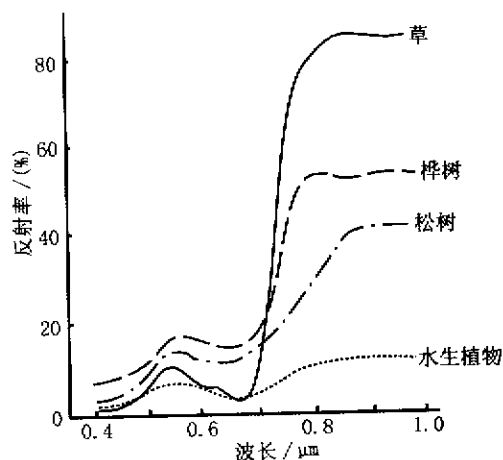


图 3 不同植物的光谱特性

波段之间的差值或比值是分离这些差异的一种有效方法,但差值法易受反射率绝对值大小波动的影响,含有干扰信息,而比值法这种影响则极少,且有消除地形阴影的作用,因此,比值法是可选用的。比值仅是一种方法,还没有赋予它明确的物理意义。当今人们使用“植被指数”的概念,在遥感界一般把比值植被指数(又称绿度)定义为近红外波段与可见光波段的反射率之比值,该指数能较好地反映植被的种类、覆盖度和生长状况的差异,因此比值法在这种条件下就具有植被指数的含义了。同理,类似植被指数的一些比值就应运而生,如 TM2/TM4、TM2/TM5、TM2/TM7、TM3/TM4、TM3/TM5 及 TM3/TM7 等等,于是“类植被指数”就使“植被指数”的内涵丰富和延拓了。我们对具有“植被指数”意义的比值法进行比较发现,在多伦多地区用 TM3/TM5、TM2/TM4 和 TM3/TM7 假彩色合成有很好的效果。该图像几乎能把土地利用中的三级类(小类别)全部分离开。例如:好的天然牧草地为蓝色或深蓝,退化天然牧草地为绿色或绿黄色,现代沙地为白色或浅白色,活化沙地为白色中带有黄绿色,绿化沙地为白色中带有粉红色

或紫红色,且这 3 种沙地在空间域的分布结构呈现出一定关系。

这组植被指数有如下特点:① 它们被定义为可见光波段与近红外波段反射率之比值,即“绿度”的倒数。随着植被长势、覆盖度和种类的不同,其值分布在 0-1 之间。长势和覆盖度越好的植被趋向于低端(0 值端),反之趋向于高端(1 值端),沙地、裸土地、裸岩等趋向于 1 附近,而水体的指数大于 1。这样随着指数的不同,不同地类的差异就分离开了。② 它们将植被的叶绿素、细胞构造和含水量这些控制叶面反射率的主要因素都分别加以利用。TM2/TM4 反映了植被叶绿素与细胞构造所引起反射率变化的关系, TM3/TM5、TM3/TM7 反映了植被叶绿素与含水量所引起反射率变化的关系。显然,同一种植被(在长势和覆盖度相同时)可以由反映其本质差别的 3 个比值来确定,这就构成了一个三维空间,在三维空间中识别不同植被当然优于二维和一维空间。③ TM3/TM5、TM2/TM4、TM3/TM7 假彩色合成图像反差大、色调饱和度好,能更好地反映多伦地区的地类差异和空间分布。

既然 TM4、TM3、TM2 和 TM3/TM5、TM2/TM4、TM3/TM7 两组假彩色合成图像能很好地区分各种地类,那么把它们硬拷贝成 15 万的图像完全可作为专题图像。

4.3 解译标志和解译方法体系的建立

(1) 解译标志体系的建立。采用多要素分主次和实地验证的方法来确立。多要素包括:专题遥感图像、地形地貌、形态、阴坡、阳坡等,而专题图像又使用双图像的色调和影纹结构等。分主次是因为有些地类除主要素外还要辅以次要素才能识别。多要素可增加识别的准确性;分主次可加快识别的速度,增加识别的可靠性,这样可避免在有限的遥感图像中区分异物同谱所带来的错误。

(2) 解译方法体系的建立。即遵循先宏观后微观、先整体后局部、先大类后小类(分层)、先易后难的解译顺序,用多要素分主次和逐步判别的人工解译方法。图斑大小依据《规程》标准和具体情况作适当调整;地类界线的确定与取舍遵从实际且合理归并。解译人员必须经过野外调查和室内训练才能参加解译(限于文章篇幅,野外调查和解译标志体系在此不多叙)。

4.4 成图与量算

(1) 成图。将解译的地类图斑按一定精度要求编绘到 15 万地形图上,再叠合县、乡行政界线,形成以图斑符号表达的土地沙化及土地利用图。

(2)量算。将上述成图数据输入计算机,用 MapGIS 系统进行编辑,建立图形数据库,按《规程》要求进行误差控制和面积量算,得到了多伦县、乡各地类的数据。

4.5 成果

(1)遥感图像(15 万)——波段合成分别为 TM4、TM3、TM2 和 TM3/TM5、TM2/TM4、TM3/TM7。

(2)土地沙化及土地利用遥感解译图(15 万)。

(3)各地类统计数据、土地利用结构及土地利用存在问题等信息。

这些成果,首次为多伦县获得了 5 a 来土地沙化及土地利用现状和变化趋势信息,定性、定量地了解土地沙化治理效果和政策措施的可行性。

5 两次遥感调查对比监测

5.1 沙化现状

通过两次遥感调查结果可见,多伦县无论从统计数据还是沙地空间分布和实际造成的危害上,土地沙化都已十分严重。

(1)沙地面积。1995 年为 130 万亩、占总面积的 22%,2000 年为 117 万亩、占总面积的 20%。

(2)沙地空间分布。TM4 TM3 TM2 彩色合成图像清晰显示,在多伦县的中、北部存在 3 条近东西向的大沙带,其长约 5080 km,宽约 210 km。北部沙带已与浑善达克沙地相连,1995 年时,3 条沙带有扩张

之势,局部地段已相互连接。

(3)沙地危害。土地沙化直接威胁着当地人们的生活和生产,不少村庄已沙丘上房、沙堆进屋,形成沙进人退的局面,就连县城也处在沙带包围之中。不少耕地和牧草地退化、产量低下,沙地的扩张破坏了当地生态,原来草丰水美、林木繁茂的地段也逐年衰败,致使水土流失、水源减少,曾经是京津唐地区生态屏障和水源地的农牧交错带,已经成为沙尘暴的起源地。

5.2 沙化原因

干旱少雨和浑善达克沙地南侵是土地沙化的自然因素,而近几十年来过度耕种、过度放牧和不良生产、生活习惯是人文因素,两者相互作用形成恶性循环,加速了土地沙化,但其中人文因素是主要的。

土地利用数据(表 2)和方式指出:①多伦县以耕地、牧草地和未利用土地为主,其中旱地、退化牧草地和沙地占了绝大多数,成为农业、牧业和环境的基础。1995 年耕地为 187 万亩、占总面积 32%、人均耕地达 18 亩之多;天然牧草地为 211 万亩、占总面积 36%、人均草地 21 亩;沙地为 130 万亩、占总面积 22%、人均沙地 13 亩,牲畜(以羊为主)达 53 万头、人均 5.3 头。这说明,土地利用结构简单、土地质量低下、耕地过量、载畜量过多、农牧业和环境依赖的土地基础遭到破坏。②在管理体制上基本为一家一户个体自由生产,经营方式上依赖自然、粗

表 2 多伦县沙地及部分地类数据

1 级	2 级	3 级	1995 年 合计面积/亩 ^①	2000 年合计面积/亩	2000 年 - 1995 年面积/亩
耕地			1 875 551 (32.7%)	1 480 473 (25.3%)	- 395 078 (- 6.8%)
	旱地		1 807 931 (30.9%)	1 412 592 (24.1%)	- 395 339 (- 6.8%)
牧草地			2 113 333 * (36.1%)	2 436 391 (41.7%)	+ 323 058 (+ 5.5%)
	天然牧草地		2 113 333 * * (36.1%)	2 416 687 (41.0%)	+ 303 354 (+ 5.1%)
		好的天然牧草地	455 815 (7.8%)	345 099 (5.9%)	- 110 716 (- 1.9%)
		退化天然牧草地	1 657 518 (28.3%)	2 071 588 (35.4%)	+ 414 070 (+ 7.1%)
未利用土地	沙地		1 583 161 * (27.1%)	1 597 090 (27.3%)	+ 13 929 (+ 0.2%)
			1 303 069 * * (22.3%)	1 172 652 (20.1%)	- 130 417 (- 2.2%)
		现代沙地	789 342 (13.5%)	421 543 (7.3%)	- 367 799 (- 6.3%)
		活化沙地	358 899 (6.1%)	480 361 (8.2%)	+ 121 462 (+ 2.1%)
		绿化沙地	154 828 (2.6%)	270 747 (4.4%)	115 919 (+ 2.0%)
全县			5 848 738	5 847 483	

① 亩 = 0.066 7hm²; * 为 1 级地类总面积; * * 为 2 级地类总面积
放经营,生产技术上为旧式生产工具,生产的品种单一、无深加工。这种原始状态的农牧业与脊薄土地和干旱气候的自然条件相结合,其生产效益十分低

下。为满足日益增多的人口和经济发展的需要,只有增加对土地资源和草场生物量的需求,所以滥垦过牧,土地粗化沙化。

5.3 对比

从表 2 数据看出 :5 a 来 ,多伦的耕地减少约 40 万亩、天然牧草地增加 32 万亩、沙地减少 13 万亩、水域增加约 4 万亩、林地略有增加。说明退耕退牧还草、治沙、兴修水利的成果显著。沙地总量不仅显著减少 ,而且其中活化沙地和绿化沙地的增加量基本持平 ,土地向好、坏方向的转化达到动态平衡 ,多伦的土地沙化得到了控制 ,这是很了不起的成绩。

2000 年的遥感图像显示 ,多伦县中部两条沙带之间的沙地已大面积转化为天然牧草地 ,周围也有很多沙地正在绿化 ;县城南沙带中段 ,人工造林大面积见效 ,滦河上游的西山湾水库已建成蓄水、规模宏大十分醒目。当然 ,北部一些地段的沙地还有扩张之势、一些林地已干旱枯萎等等。

6 建议

多伦县已根据第一次土地沙化遥感监测成果 ,采取了退耕退牧、还林还草、飞播封育、生态移民、兴修水利、试验高效农牧业等政策措施 ,取得了成效。第二次土地沙化遥感监测成果提供了新的土地沙化现状和动态信息 ,多伦县除了应用新成果修订规划

目标、仍把沙化作为首要环境问题外 ,在下列方面是值得注意的。

(1)集约化经营和调整产业结构是防治沙化的根本出路。经济总要发展 ,人民生活水平总要提高 ,原始的农牧业不能满足需求 ,而且很易破坏环境。那么用少量适宜土地、优良品种、现代科技 种植、放牧和高效农牧产品 ,走集约化经营之路。调整产业结构 ,改变单一农牧业。利用多伦地区生态多样性和依托大北京的优势 ,发展旅游业、生态农牧渔业、农牧产品的深加工和玛瑙工艺业等 ,这些产业既能高效又很少危害环境 ,这样才能逐步走上可持续发展的道路。

(2)政府与民间并行防治沙化。应采取更深层次的政策性和技术性措施 ,鼓励民间自己投资自己受益 ,这样既发挥了民间积极性 ,还提高了人们爱护环境的自觉性。

参考文献

[1] 朱震达 ,等 .中国土地沙质荒漠化[M].北京 :科学出版社 ,1994.
[2] 陈述彭 ,等 .遥感大辞典[M].北京 :科学出版社 ,1990.
[3] 孙天纵 .城市遥感[M].上海科学技术文献出版社 ,1995.
[4] 全国农业区划委员会 .土地利用现状调查技术规程[S].北京 :测绘出版社 ,1984.

REMOTE SENSING MONITORING OF LAND DESERTIFICATION
IN THE AGRICULTURE AND GRAZIERY MIXED AREA

KUANG Sheng - ai , TIAN Shu - fang , CHENG Bo
(China University of Geosciences , Beijing 100083 , China)

Abstract: Land desertification investigation of the agriculture and graziery mixed area in Duolun region of Inner Mongolia was carried out twice within five years by means of TM image monitoring. The classification system of land desertification combining land desertification with land use can effectively delaminate and separate various sorts of land desertification by adopting a set of ratio combinations according to the vegetation indices. The first survey revealed that land desertification became increasingly serious due to excessive cultivation and grazing in Duolun County , and the second survey shows that the land desertification management has been effective and the trend of deterioration has been restrained. Remote sensing monitoring has been playing an active part in preventing and controlling desertification of that area.

Key words: Agriculture and graziery mixed area ; Land desertification ; Remote sensing monitoring

第一作者简介 : 邝生爱(1937 -) ,男 ,中国地质大学教授 ,长期从事遥感图像处理及地理信息系统的教学应用教学和科研工作。

(责任编辑 : 肖继春)