

北京平原地区裸露土地的时空分布

陈效述¹, 谭文垦¹, 刘大平², 郭玉泉¹, 潘卫锋¹

(1. 北京大学环境学院, 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871;

2. 北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

摘 要: 利用 2000 年冬季和 2001 年夏季两个时相的卫星遥感 TM 影像数据, 结合详细的野外实地考察与验证, 估计了北京平原地区主要裸露土地类型的空间分布和面积。结果表明, 冬季裸地的总面积是夏季的 5.5 倍。在各类裸地中, 以裸露农田的面积最大, 成为导致北京冬、春季节沙尘污染最重要的本地沙源。此外, 沙荒地、建筑工地和其他裸地是引起局部地区沙尘污染的本地沙源。为了控制北京地区的沙尘污染, 需要建立城市森林体系和调整耕作方式。

关键词: 裸露土地; 沙源; 遥感; 北京

中图分类号: P425.55; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)03-0018-03

Spatial and Temporal Distribution of Bare Land in the Plain Areas of Beijing

CHEN Xiao-qiu¹, TAN Wen-ken¹, LIU Da-ping², GUO Yu-quan¹, PAN Wei-feng¹

(1. MOE Laboratory for Earth Surface Processes and College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2. Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: On the basis of the Landsat TM Images of the winter 2000 and summer 2001, and detailed field investigation and validation, the spatial distribution and the area of main bare land types in the plain areas of Beijing were estimated. The results show that the total area of bare land in winter was about 5.5 times of that in summer. Among all kinds of bare land types, the area of bare farmland is the largest. Therefore, the bare farmland becomes the most important local sand source that induces the sandy dust pollution during winter and spring in Beijing. In addition, sandy badlands, construction building sites, and other bare land are local sand sources that cause the sandy dust pollution of partial areas. In order to control the sandy dust pollution in Beijing, an urban forest system should be established and the cultivated manner should be adjusted.

Key words: bare land; sand sources; remote sensing; Beijing

1 引言

北京市位于暖温带半湿润和半干旱地区的交接地带, 近年来, 由于降水量的减少, 使土壤和低层大气的湿度降低, 再加上春季大风出现频率高等因素, 导致干旱日趋严重, 春季沙尘暴天气频繁发生, 造成严重的大气污染。2000 年 3 月至 5 月中旬, 北京地区先后发生了 13 次沙尘天气, 2001 年和 2002 年春季的沙尘天气频率仍然较高。以往的研究表明, 北京地区风沙的沙源有境外的, 也有本地的^[1]。其中, 高空的浮尘主要来源于境外^[2], 低层比较粗的沙砾主要来源于本地^[3,4]。根据北京近 50 年的沙尘天气观测资料分析, 71% 为扬沙, 浮尘和沙尘暴分别占 20% 和 9%, 扬沙为就地起沙^[5]。由此可见, 本地沙源对于北京市沙尘天气的形成, 具有举足轻重的作用。

由于受到观测手段和资料的限制, 北京地区本地沙源方面的研究成果尚不多见。为了对本地沙源特征有个比较科学的认识, 作到心中有数, 有必要详细调查北京平原地区裸露土地的分布现状, 并进行分县(区)各类裸露土地的面积估算。这一工作将为有关部门进行 2008 年绿色奥运行动的《生态环境规划》和城市生态环境工程设计, 提供科学的数据, 对于各县(区)政府主管部门因地制宜地实施裸露土地的分阶段治理行动, 也将具有重要的参考价值。

2 资料与方法

2.1 区域概况

北京市位于华北平原的西北隅, 地势西北高, 东南低。西部山地属于太行山脉, 与黄土高原相连; 北部山地属于燕山

收稿日期: 2003-04-25

基金项目: 北京市环境保护局资助项目。

作者简介: 陈效述(1958-), 博士, 副教授, 主要从事自然地理综合研究。

山脉,与内蒙古高原相连;东南面向华北平原,距渤海约150 km。全市的土地面积约16 807.8 km²,其中山地面积约占61.3%,平原面积约占38.7%。境内主要河流有永定河、潮白河、温榆河、拒马河、河等,均属于海河水系,其中,永定河纵贯西南部,是北京市最大的河流。在气候上,北京具有明显的大陆性季风气候特征,冬季寒冷干燥,盛行西北风;春季干旱少雨,多风沙;夏季炎热多雨,盛行东南风;秋季天高气爽,冷暖适宜。多年平均气温的分布与地势正好相反,大致呈由东南向西北递减。平原地区年均温在10~20之间,随着海拔高度的升高,气温下降,到海拔2 000 m以上的东灵山、海坨山山顶,年均温在2左右。多年平均降水量(1955~1980年)在470~660 mm,北京气象台的观测平均值为644.2 mm。多雨中心位于北部山地和西部山地的迎风坡,即大致沿平谷、密云、怀柔、昌平、房山山前一线,位于背风坡的延庆是年降水量最少的地区,东南部通县和大兴的降水量略少于山前地带。进入20世纪80年代以来,北京地区的降水量呈减少的趋势,在1981~1985年期间,年平均降水量为420~650 mm,北京气象台的观测平均值为527.5 mm;在1986~1990年期间,北京气象台的观测平均值减少为498.7 mm,其中1989年为377.4 mm,是这期间的最低值。

鉴于山前平原地区裸露土地的空间分布对北京市沙尘污染的影响更为直接,本次调查以山前平原作为研究的重点区域,包括位于西部山前的门头沟、房山部分地区,北部山前的昌平、怀柔、密云、顺义、平谷部分地区和延庆盆地,东南部平原的大兴和通县,以及城区和海淀、石景山、丰台、朝阳四个近郊区。

2.2 数据分析

为了准确、快速地揭示北京地区各类裸露土地的分布现状,并提出科学的诊断和治理方案,本研究以卫星遥感影像判读和野外实地考察相结合作为获取资料的主要手段。为了保证各类裸露土地分类与面积计算的一定精度,采用TM卫星影像作为数据源,其空间分辨率为30 m,即卫星影像上的每个点对应地面900 m²的面积。因此,面积小于900 m²的地物,无法从TM卫星影像上予以分辨。由于整个分析过程都是基于卫星影像的解译,所以卫星影像的选择十分关键。在选择的时候兼顾了影像本身的质量和季相差异。卫星遥感资料取自2000年12月10日和2001年8月31日两个时相,每个时相两景的Landsat-TM数据,分别代表北京市冬季和夏季的情况。应当指出,根据这两个时相的遥感数据进行的裸露土地分类,只能反映上述两个日期裸露土地的分布状况,不可理解为冬季和夏季的平均状况。利用北京地区1:50 000的地形图,经扫描数字化后与卫星影像配准,确定各县(区)的行政界限,同时利用坡度和阴影进行面积的高度改正,结合影像光谱特征,进行裸露土地的分类。野外实地考察以初步的裸露土地分类图作为参考,采用小地名和GPS结合的实地定位,进行影像实地验证和对比分析。修正并最终确定分类指标后,绘制全市及分县(区)的冬、夏季各类裸露土地的分布图,编制裸露土地管理信息系统,以方便检索、查询和更新等实际应用。遥感数据处理方面的工作在ERDAS

MAGNE8 4(WN 2000PRO)下进行,统计分析在EXCEL(2000版)下进行。

3 裸露土地类型及其分布

根据影像的光谱特征和对土地利用/覆盖状况的野外实地调查,同时考虑对北京地区大气扬沙污染的贡献,划分出以下几种主要裸露土地类型:

(1)裸露农田。指位于平原和宽阔山谷中的耕地分布区内,但没有农作物生长的土地覆盖单元,是平原地区面积最大的一种裸露土地类型。在北京市目前的耕作制度和经营模式的调控下,其空间分布的季节性差异非常明显。根据遥感判读和野外调查,冬季裸露农田集中分布在平原区的南部和东部、延庆盆地及北部山前地区,具有单片面积大且分布连续的特点。在生长季节期间,这些地方的土地利用类型分别是农田、菜地、牧草地等。夏季裸露农田呈零星分布,北部山前地区比南部平原地区略多一些,但总体数量明显少于冬季,主要有以下几种情况:6月中旬小麦收割后没有继续播种的裸露农田,其裸露时段较长,通常要到9月下旬才再次播种小麦,出苗则要到10月上旬;已经收割的玉米地,其中一部分将在9月下旬播种冬小麦;刚刚收割的牧草地,这种草地每3个月收割一次,因此,属于生长季节内阶段性的裸露农田;收获之后的西瓜、甘薯和花生地等,这些地方的土质多为沙性,裸露后可能成为风沙的来源。另外,也有不少地方的农田已经被征用,土地利用性质改变为建设用地,但地表覆盖状况仍为裸露农田,这些地方在没有完成建筑施工和绿化之前,将维持全年裸露农田的状态。研究表明,北京平原地区土壤表层质地类型主要为轻壤质和砂壤质,其中,物理性砂砾(直径>0.01 mm)的含量在70%以上。这种砂砾在风速达到4~5 m/s的时候,便可以飞扬起来,在速度15 m/s的风的吹扬下,可以达到78~775 m的高空,在空中悬浮的持续时间可达0.8~8.3 h^[6]。由此可见,裸露农田是造成北京冬、春季沙尘污染的最重要的本地沙源。

(2)沙荒地。指由细沙组成、局部地段生长有季节性枯草的土地覆盖单元。其空间分布的季节性差异显著,冬季集中分布在永定河下游河滩、潮白河下游河滩、昌平南口山前的洪积扇,以及延庆盆地古城河下游河滩等地,这里成为冬、春季北京本地的主要沙尘源。夏季沙荒地的分布范围明显小于冬季,这主要是由于水分条件较好,使得大部分沙荒地上覆盖了蒿类等草本植物。

(3)建筑工。指已经规划开发和正在建设中的房地产和市政基础设施用地,主要分布在城近郊区和远郊区(县)的县城周边地区。由于北京平原地区埋藏有大量的河流相沙、砾沉积,当基建施工挖到距地表8~10 m处时,就会将地下的沙源暴露出来。因此,建筑工地就成为风沙的来源之一,只要有3级以上的风,就会尘土飞扬,造成当地及附近地区的沙尘污染。此外,由于北京地区冬、春季降水稀少,风力较大,所以,在同样的施工条件下,建筑工地对于低层大气沙尘的贡献冬季明显大于夏季。

(4)其他裸地。包括自然和人工裸地两种,因光谱特征相似划归一类。自然裸地指没有植被覆盖的,由颗粒较粗的砾

石、卵石夹杂细沙组成的地面,主要分布在永定河、潮白河下游和南口山前一带,并且面积大于沙荒地,因此,也为北京平原地区沙尘污染的形成提供了沙源条件。人工裸地指机场、硬地面广场、道路等人工基础设施,这类裸地对于北京沙尘污染的形成没有什么影响。

4 裸露土地的面积估算

4.1 冬季

以 2000 年 12 月 10 日的卫星影像所反映的地表信息代表北京市冬季的土地覆盖状况,各类裸露土地类型面积估算的结果显示,裸露农田、沙荒地、建筑工地和其它裸地的总面积达到 25.5 万 hm^2 , 占全市总面积的 15.5%。其中,裸露农田 21.8 万 hm^2 , 占全市总面积的 13.2%; 其他裸地 2.68 万 hm^2 , 占全市总面积的 1.6%; 建筑工地 0.76 万 hm^2 , 占全市总面积的 0.46%; 沙荒地 0.3 万 hm^2 , 占全市总面积的 0.18% (表 1)。

从各类裸露土地类型的县(区)分布来看,裸露农田以平原区的大兴和顺义分布最广,其次为通县和延庆,面积都在 2.67 万 hm^2 以上,4 个县裸露农田的总面积占全市这一类型的 60%。此外,面积在 1.33 万 hm^2 以上的县(区)还有密云、昌平、房山和城近郊区。面积最小的是门头沟,只有 0.25 万 hm^2 。在北京目前的耕作制度下,冬季的农田植被以冬小麦为主,由于冬小麦处于休眠期,且植株相当低矮,因此,即使是有植被覆盖的农田,植被对于表土的防风保持作用也远小于生长季节。

表 1 北京市各县(区)裸露土地及其它土地
利用/覆盖类型的面积估算(冬季)

裸地类型	沙荒地 / hm^2	裸露农田 / 万 hm^2	建筑工地 / hm^2	其他裸地 / hm^2	总面积 / 万 hm^2
城近郊区	266.7	1.5	3666.7	7200	2.58
顺义	333.3	3.6	600	2533	3.91
昌平	266.7	1.7	600	2400	2.07
门头沟	0.0	0.2	200	600	0.33
房山	800.0	1.5	533.3	4200	2.05
大兴	666.7	4.0	466.7	3733	4.53
通县	200.0	2.7	66.7	2200	3.01
平谷	133.3	0.9	133.3	333	1.00
密云	133.3	1.8	266.7	1133	1.95
怀柔	66.7	1.1	266.7	867	1.22
延庆	133.3	2.7	200	1600	2.89
全市	3000.0	21.8	7600	26800	25.53

沙荒地主要分布在房山和大兴,面积都在 0.07 万 hm^2 以上,两地沙荒地的合计面积占了全市沙荒地总面积的 49%。其余各县(区)的沙荒地面积均小于 0.03 万 hm^2 。门头沟未查出有沙荒地的分布。建筑工地面积最大的是城近郊区,达到 0.37 万 hm^2 , 主要分布在海淀区和朝阳区。其次是通县,面积为 0.07 万 hm^2 。这两个地区建筑工地的合计面积占了全市建筑工地总面积的 57%。此外,建筑工地面积较大的县(区)有顺义、昌平、房山和大兴。其他裸地的面积也以城近郊区为最,面积占了全市该类型总面积的 27%,主要是人工裸地。其次是房山、大兴、顺义、昌平和通县,面积合计占了

全市其他裸地总面积的 56%,以自然裸地为主。其它裸地面积最小的是平谷和门头沟,均不到 0.07 万 hm^2 。

基于以上的分析,北京市各县(区)冬季裸露土地面积按大小排序依次是:大兴、顺义、通县、延庆、城近郊区、昌平、房山、密云、怀柔、平谷和门头沟,对排序起主导作用的因素是裸露农田和其他裸地。

4.2 夏季

从表 2 的统计分类结果可以看出,2001 年 8 月 31 日裸露农田、沙荒地、建筑工地和其他裸地总面积为 4.66 万 hm^2 , 仅为冬季的 18.3%, 占全市总面积的 2.8%。其中,其他裸地 2.7 万 hm^2 , 与冬季差不多, 占全市总面积的 1.6%; 裸露农田 1 万 hm^2 , 减少异常明显, 仅为冬季的 4.6%, 占全市总面积的 0.6%; 建筑工地 0.75 万 hm^2 , 与冬季的差别也很小, 占全市总面积的 0.5%; 沙荒地 0.22 万 hm^2 , 占冬季的 73%, 占全市总面积的 0.1%。

从各类裸露土地类型的县(区)分布来看,沙荒地的面积很小,大于 0.07 万 hm^2 的县(区)只有房山, 占全市夏季沙荒地总面积的 30%。裸露农田面积较大(大于 0.07 万 hm^2) 的县(区)有顺义、通县、延庆、大兴和昌平, 面积合计占全市夏季裸露农田总面积的 77%。建筑工地的分布特征与冬季略同, 仍是城近郊区为最, 其次为顺义、通县和昌平。其它裸地的分布也与冬季基本相同, 即城近郊区最多, 然后是房山、大兴、顺义、昌平和通县。总之,北京市夏季沙荒地面积很小, 已经不构成引起大范围沙尘污染的主要本地沙源。值得注意的是,季节性变化不明显的其他裸地和建筑工地凸显了出来, 成为城近郊区和某些县(区)局地扬尘的主要原因。夏季裸露土地面积按大小排序依次是: 城近郊区、大兴、顺义、房山、通县、昌平、延庆、密云、怀柔、平谷和门头沟。

表 2 北京市各县(区)裸露土地及其它土地
利用/覆盖类型的面积估算(夏季)

裸地类型 / hm^2	沙荒地	裸露农田	建筑工地	其它裸地	总面积
城近郊区	267	466	3533	7133	11400
顺义	200	2400	667	2600	5867
昌平	133	1066	600	2467	4267
门头沟	0.0	67	200	600	867
房山	733	533	467	4067	5800
大兴	533	1267	400	3867	6067
通县	133	1533	600	2333	4600
平谷	0.0	400	133	333	867
密云	67	333	333	1066	1800
怀柔	67	467	400	800	1733
延庆	67	1467	200	1600	3333
全市	2200	10000	7533	26867	46600

表 3 北京市裸露土地类型面积的季节变化

土地类型 / 万 hm^2	沙荒地	裸露农田	建筑工地	其它裸地
冬季面积	0.3	21.8	0.76	2.68
夏季面积	0.22	1.0	0.75	2.69
冬季面积—夏季面积	0.08	20.8	0.007	- 0.007

构要比一般正常固结岩体松散得多。如前面所述, 大柳树软弱层带中的动水压力极大值高达 1.4 MPa , 这就决定了软弱层带渗透破坏的必然发生。

室内管涌试验土样破坏的部位往往处于土样与环刀的接触处, 这也预示着接触冲刷也可能是大柳树软弱层带渗透破坏的一种主要形式。

5 结 论

大柳树松动岩体中的软弱层带十分发育, 对软弱层带中的千枚岩、板岩而言, 其渗透性因其结构而呈现明显的各向异性, 即顺层面渗透性强, 而垂直层面则渗透性弱。对于颗粒较细的断层泥而言, 其各个方向均显示出很小的透水性, 但

由于其在整个软弱层带中的含量很少, 且多不连续, 故起不到很好的阻水作用。次生张裂带物质则由于其结构松散、颗粒大小混杂, 在各个方向的透水性均较强, 也是软弱层带中最容易产生渗透变形的部分。在未来正常高水位时, 软弱层带因饱水而发生软化、泥化现象, 其力学性质将明显降低, 与主渗流方向相一致的软弱层带, 因其透水性强而容易产生机械冲刷、溶蚀等渗透破坏; 与主渗流方向垂直的软弱层带则可能形成局部的高水头, 也可能形成管涌等渗透破坏。由前面的论述可知, 大柳树软弱层带主要为管涌类型土, 且其发生管涌的临界坡降较小, 因此发生管涌的可能性是很大的, 所以一定要采取相应的措施加以处理。

参考文献:

- [1] 韩文峰, 等. 黄河黑山峡大柳树松动岩体工程地质研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1993
- [2] 甘肃省黄河黑山峡工程领导小组办公室. 黄河黑山峡河段小观音和大柳树坝址工程地质简介[Z]. 2001. 5
- [3] 水利部天津水利水电勘测设计研究院勘察院. 黄河大柳树水利枢纽坝址水文地质勘察报告[R]. 2000. 5
- [4] 成都理工学院. 黄河黑山峡大柳树坝址区渗流分析报告[R]. 2002
- [5] 张倬元, 王士天, 王兰生. 工程地质分析原理[M]. 北京: 地质出版社, 1990
- [6] 仵彦卿, 张倬元. 岩体水力学导论[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1995
- [7] 苑莲菊, 等. 工程渗流力学及应用[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2001
- [8] 崔冠英, 潘品蒸. 水利工程地质[M]. 北京: 水利电力出版社, 1985
- [9] 张蔚榛. 地下水与土壤水动力学[M]. 北京: 水利电力出版社, 1996

(上接第 20 页)

从各类裸露土地面积的季节变化来看, 建筑工地和其他裸地的面积在冬、夏季之间差别很小, 属于比较稳定的土地利用/覆盖类型。裸露农田的季节性变化非常大, 冬季裸露农田的绝大部分在夏季转化成农田。此外, 沙荒地的季节性变化也比较明显, 表现为沙荒地面积冬季略多于夏季(表 3)。

5 分析与讨论

根据遥感和实地考察, 北京平原地区确实存在着导致大气沙尘含量升高的源地, 主要可以分为裸露农田、沙荒地、建筑工地和其它裸地四大类。如果综合考虑裸露土地性质和面积对于扬尘的潜在影响, 裸露农田是造成北京冬、春季节沙尘污染的最重要的本地沙源; 沙荒地对于局地扬尘天气形成的影响会非常显著, 成为北京冬、春季节的主要本地沙源; 季节性变化不明显的建筑工地和其他裸地是城近郊区和某些县(区)局部扬尘的重要原因。

针对北京平原地区沙源的分布特征和不同沙源的性质差异, 我们认为, 应建立北京城市森林体系, 包括正在规划中

的北京市第二道绿化隔离地区; 沿永定河、潮白河下游河道两侧的沙荒地防护林带和农田保护林带; 在南口山前、永定河三家店以下山前、密云古北口以下的密云水库山前等风口地区的防风林带; 城近郊区的大片绿地建设。此外, 应加强农田耕作制度的指导与管理, 实行留茬少耕或免耕秸秆全程覆盖, 尽可能加大冬、春季的耕地覆盖面积, 减少季节性的裸露农田面积, 为了增加这些地块春季的地面覆盖, 应发展更多的越年生生长作物, 如黑麦、燕麦等, 也可以发展种植一些早春的作物和牧草。

遥感技术作为获取空间信息的有效手段, 在目前技术水平下, 研究的深度仍然受到遥感信息空间分辨率和时间分辨率的双重影响。本研究仅对北京地区本地沙源的空间分布和季节变化作了初步的估计, 进一步的工作需要依靠更高分辨率的卫星遥感数据, 从植被、土壤、大气、水体和土地利用等方面, 对北京地区的生态环境开展连续性的长期监测。

参考文献:

- [1] 李令军, 高庆生. 2000 年北京沙尘暴源地解析[J]. 环境科学研究, 2001, 14(2): 1- 3
- [2] 邱新法, 等. 我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 316- 321
- [3] 宋锦熙. 北京地区沙物质的重矿物成分、结构特征与风沙的沙物质来源[J]. 中国沙漠, 1987, 7(1): 24- 31
- [4] 王涛, 等. 中国北方沙尘暴现状及对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 322- 327
- [5] 陈广庭. 近 50 年北京的沙尘天气及治理[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 402- 407
- [6] 景爱. 警报: 北京沙尘暴[M]. 北京: 人民出版社, 2001