

# 我国沙尘暴发生成因及其防御策略

路 明

P44 A

(中华人民共和国农业部,北京 100026)

**摘要:**沙尘暴主要是春季发生的危害我国及东亚地区的灾害性天气现象。沙尘暴中的主要成分沙尘是直径  $d < 100 \mu\text{m}$  的微细颗粒。这些颗粒主要来自于那些经过传统方法翻耕、土壤表面缺少覆盖物的农田或退化的草原。防御沙尘暴的主要措施是在裸露的农田上实行作物残茬覆盖,或种植作物实行绿色覆盖;在退化的草原上种植牧草;辅助于造林,建立防风屏障。推广免耕法是世界各国治理沙尘暴的有效方法。中国农业大学在河北省丰宁县坝上作了春小麦免耕试验,取得了理想的效果。该研究的主要目的是通过理论与实践的结合,使我国防治沙尘暴的工作走上科学、正确的道路。

**关键词:**沙尘暴;发生成因;防御策略

## Formation Causes and Control of Sandstorm in China

LU Ming

(Ministry of Agriculture the People's Republic of China, Beijing 100026)

**Abstract:** Sandstorm is the main weather that is harmful to the East Asian region including China. Among the components of sandstorm, the particles with diameter of smaller than  $100 \mu\text{m}$  are the most harmful, which mainly come from farmland or grassland. Crop residual straw mulching and green crop mulching in exposed field, or planting forages in the deteriorated grassland are the major measures to control sandstorm. Construction of a barricade to wind via planting trees is an applicable method as well. Free tillage technique is also a worldwide practical method to control sandstorm. The expected effects on the free tillage experiments of the spring wheat field carried out by China Agricultural University was achieved in Fengning County, Hebei Province. The main aim of the study is to make the work of sandstorm control go ahead scientifically in China.

**Key words:** Sandstorm; Formation causes; Control measures

## 1 我国近年来沙尘暴的发生及危害

气象学把沙尘天气分为浮尘、扬沙和沙尘暴等3种状况。浮尘是指尘土、细沙均匀浮游在空中,水平能见度小于10 000m的现象。浮尘多为远处尘沙经上层气流传播而来,或有沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的细粒浮游空中而成;扬沙是指地面尘沙被风吹起,空气相当混浊,水平能见度在1 000~10 000m的现象;沙尘暴是指在大风、干旱的气候条件下,风挟带大量沙尘,而使空气混浊、天色昏黄的现象。出现沙尘暴时,水平能见度小于1 000m。气象专家还把风速>20m/s、能见度<200m者定为强沙

尘暴。把风速>25m/s、能见度<50m定为特强沙尘暴。

### 1.1 沙尘暴的形成

沙尘暴主要由3种因素构成。第一,产生大风的条件因素;第二,产生对流层低层强烈垂直不稳定的因素;第三,当地地理环境存在着丰富的沙尘源。我国有两大沙尘暴多发地区。第1个多发区在西北地区,主要集中在3片,即塔里木盆地周边地区,吐鲁番-哈密盆地经河西走廊、宁夏平原至陕北一线和内蒙古阿拉善高原、河套平原及鄂尔多斯高原<sup>[1]</sup>。近几十年来,西北地区强沙尘暴呈急剧上升趋势,20世纪50年代5次,60年代8次,70年代13

收稿日期:2002-01-29

作者简介:路 明(1939-),男,辽宁大连人,研究员,农业部原副部长,中国农业大学农业部保护性耕作研究中心博士生导师。Tel:010-65523522; Fax:010-65523504; E-mail:luming@cndca.org.cn

次,80年代14次,90年代23次<sup>[2]</sup>。第2个多发区在华北,直接影响首都北京的安全。袭击北京的沙尘暴有3个来源,一是从北京正西方向,来自鄂尔多斯高原的沙尘暴,沿永定河冲进北京;二是从北京西北-正北方向由内蒙古锡林格勒草原和浑克达善沙地,经河北省坝上直奔北京。2000年4月6日特大沙尘暴就是沿此途径而来;三是由北京西南方向由河北中部波及到北京。侵袭北京的沙尘暴近几年也有加剧的趋势,仅2000年沙尘暴袭击北京达7次之多。

我国沙尘暴日益严重,主要是土地不合理开发和不合理耕作所致。随着人口的增加以及有关方面管理的不到位,西北、华北地区土地大量开垦,草原过度放牧,人为破坏自然植被,形成了大量裸露、疏松土地,为沙尘暴的发生提供了大量的沙尘源,一遇大风便形成影响社会、危害人民健康的沙尘暴。

## 1.2 对2000年4月6日华北沙尘暴的案例分析

2000年4月6日华北地区发生了一次规模空前的沙尘暴,造成首都机场关闭,沙尘波及到朝鲜半岛和日本。这次沙尘暴惊动了中南海,引起党和国家领导人的高度重视。随后,中央领导率有关部门人员沿沙尘暴线路作了考察,并作出环京津74个县的治沙计划。如何治理环京津的沙尘暴是一个值得认真研究的问题。通过对2000年4月6日沙尘暴的极轨气象卫星资料(图版),可以从中确定这次沙尘暴的重点地区,分析沙尘暴的起因和沙尘组成,确定治理对策。

通过分析,我们可以作出以下3个判断:

(1) 来自内蒙古草原的大风和沙尘是这次沙尘暴的起因。在内蒙古境内沙尘颜色呈黄色,沙尘前沿颜色比较淡,后面的沙尘显浓黄色,呈起伏状。经分析,沙尘来自于沙漠、退化草地以及裸露农田。沙尘暴前沿,是可以漂浮的悬浮颗粒,其量不是太大;后面颜色较浓,且具有波浪起伏的沙尘,可能是跃移运动的、颗粒中等的沙粒。

(2) 当风沙进入河北省境内时,在北京西北至正北方向有一片褐色沙尘暴发生区,大致在河北省康保-围场之间。褐色尘埃团出现后,并且随风向北京方向移动,在进入北京后褐色尘埃团还有所加强。我们分析,这可能是张家口、承德两市坝上地区农田中的细小颗粒,它们能被风挟带起来,悬浮在天空,并输送得很远。原因是坝上土壤母质是由“坝上玄武岩”组成,这种岩石的成分主要是硅酸铁、硅酸镁和硅酸铝,岩石呈褐色。“坝上玄武岩”是特定的

地质名词,专指坝上地区。这里过去是牧区,随着人口的增长,大量开荒,使坝上由牧区变为农区。这里形成的褐色沙尘暴尘埃团,证明了沙尘暴中的悬浮颗粒来自于农田。把防治沙尘暴的工作重点放在农田和退化草原是我们对客观规律的认识。

(3) 当风沙越过北京后,褐色尘埃团逐步成为沙尘暴的先锋,跨过渤海湾,直达朝鲜半岛。

中国科学院大气物理研究所张仁健等也对2000年4月6日北京特大沙尘暴进行了采样分析。他们的研究结论印证了我们的上述观点。2000年4月6日和4月7日连续取样分析,取样点位于北京三环外四环内,大气研究所气象观测塔小院内,采样点高8m。采用国产苏州BCJ-1尘埃粒子计数器测量气溶胶粒子数浓度。收集样品进行质子激发X荧光分析,得到了Mg、Al、Si、P、S、Cl、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Se、Br、Pb等20种元素的浓度。大气研究所把直径<2μm定为细粒子,把直径>2μm定为粗粒子。4月6日沙尘暴当天采样粗粒子元素浓度占93%,沙尘暴过后粗粒子占85%。其中,粒径>16μm的大粒元素占66%以上。大粒子元素主要是Mg、Al、Si、Ca、Fe等。据此,大气研究所认为,此次沙尘暴的尘源主要是远方的沙尘所致。与卫星云图的判断相一致<sup>[6]</sup>。

## 2 世界典型地区的沙尘暴发生及其治理

### 2.1 美国

19世纪初美国大量用铧式犁开荒,数千万公顷干旱半干旱草原开垦成农田,耕翻后多次耙压碎土、裸露休闲,获得了几十年的好收成,粮食大量出口,为美国带来丰厚的经济利益。到了20世纪30年代,连续数年在美国西部刮起举世震惊的“黑风暴”,大风在没有遮拦的农田裸地上横扫,成千上万吨表土被风刮走。1934年5月一场典型的沙尘暴从美国西部刮起,连续3天,横扫2/3国土,把3亿多吨土壤卷进大西洋。仅这一年美国毁坏300多万亩耕地,冬小麦减产510万吨,16万农民倾家荡产、逃离西部,留下的人们生活极其困难,不少人死于沙尘暴引起的肺炎。

“黑风暴”惊醒了人们,推动了各种保水保土耕种方法的研究。经过半个世纪,开发出免耕法,与退耕种草,植树造林建立防风屏障等措施相结合,有效地扼制沙尘暴的再度猖獗。一是60%使用铧式犁,

土壤不翻耕,秸秆覆盖田面;二是使用茬地播种机“铁茬”播种,随种子播种深施化肥;三是采用除草剂与浅锄相结合清除杂草。美国农业部农业研究中心(USDA-ARS)1979年报告,与传统耕作对比,免耕、

秸秆覆盖处理,土壤贮水量增加,径流量减少,蒸发量减少,增强了土壤抗风蚀能力,提高了作物产量(表1)。

表1 美国内布拉斯加不同耕作法土壤贮水、径流、蒸发量测定<sup>1)</sup>

Table 1 Soil evaporation, runoff, soil water holding capacity of different tillage methods in Nebraska, American

秸秆覆盖量 Amount of straw mulching(t/ha)	耕作方法 Tillage method	土壤贮水量 Soil water holding capacity(mm)	径流量 Runoff (mm)	蒸发量 Amount of evaporation(mm)	蒸发损失 Evaporation loss (%)
4.5	常规翻耕 Conventional tillage	29	10	282	88
4.5	深松 Deep tillage	54	5	262	82
17.9	免耕 Free tillage	139	0	182	57
0	圆盘耙 Disc harrow	7	60	254	79
0	水平沟耕作 Level ditched farming	34	34	287	89

<sup>1)</sup> 测定期 1979年4月10日到9月27日,该期间降水321mm

The investigation was conducted from April 10, 1979 to September 27, 1979, during which the rainfall was 321mm

从1988年开始,美国根据地面秸秆残茬覆盖程度,把土壤耕作分为3类:播后地面覆盖率<15%,深松或翻耕加表土耕作,称为传统耕作模式;播后地面覆盖率在15%~30%,多次表土作业,称为少耕;播后地面覆盖率>30%,免耕或播前一次表土作业,称为免耕或保护性耕作<sup>[3]</sup>。

## 2.2 澳大利亚

澳大利亚干旱面积625万km<sup>2</sup>,占国土面积

81%。从20世纪初以来几十年翻耕作业,土壤风蚀、水蚀严重,土层变浅。科学家曾预测,如不采取措施,100年后澳大利亚耕地面积将减少50%。20世纪70年代以来澳政府在全国建立了保护性耕作试验站,通过大量研究和实践,取得了较好的防御沙尘暴效果。该国大量试验证明,秸秆覆盖是一项防御风蚀、保持水土的有效耕作方法。残茬覆盖能减少水土流失90%,减少风蚀70%~80%(表2)<sup>[3]</sup>。

表2 残茬覆盖对减少风速的作用<sup>1)</sup>(风速单位:g/m·s)

Table 2 Effects of residual shoots mulching for slowing down wind speed

土地类型 Soil type	传统耕作风速(无覆盖) Wind speed under conventional tillage (No mulching)	秸秆覆盖风速(30%覆盖) Wind speed under straw mulching (30 percent mulching)	覆盖减少风速 Decrease of wind speed by mulching(%)
农区壤土 Farmland loam	10.9	2.15	80
农区沙土 Farmland sandy soil	60.9	15.3	74
干旱草原沙土 Arid grassland sandy soil	154.4	37.3	75

<sup>1)</sup> John. Ley, 澳大利亚新南威尔士州土壤保持局, 1991  
Soil Conservation Department of New South Wales, Australia

## 2.3 加拿大

加拿大气候寒冷,夏季土壤休闲长,土壤翻耕后,裸露休闲18~21个月,由于缺乏覆盖物导致土壤水分蒸发,增加了土壤盐碱度和土壤风蚀、水蚀作用,曾在相当一段时间发生不同程度的沙尘暴现象。20世纪50年代,加拿大开始研究保护性耕作。集中解决了免耕播种机、除草剂等关键技术,现在已全部淘汰铧式犁,实行残茬覆盖,免耕播种。其研究结

果表明,免耕法有利于减少土壤侵蚀,保蓄水分,改善土壤结构,增加作物产量<sup>[3]</sup>。

## 2.4 前苏联

前苏联的西伯利亚旱区分布在北纬50°~53°,包括草原带与半荒漠带。约有耕地9700万公顷,年降雨量350~450mm,风蚀是农业的主要威胁之一,风蚀面积达7000万公顷,沙尘暴是该地区的主要灾难。20世纪50年代前苏联试验了无壁犁耕作

法,又叫马尔采夫耕作法。包括留高茬(20cm),无壁犁深松(35~40cm),茬地播种机播种。该法能保留雨雪,减轻风蚀、水蚀,提高作物产量,在前苏联得到了大面积推广应用<sup>[3]</sup>。

### 3 沙尘暴发生的动力学原理

#### 3.1 沙尘暴发生的过程

沙尘暴的发生步骤可分为地表细颗粒物的分离、输送和沉积3个过程。分离是土壤运动的开始。当风力达到使土壤颗粒运动时,土壤颗粒即分离发生。分离的土壤颗粒在风力作用下,或在空中、或沿着土壤表面输送移动。当风速降低时,飘移或滚动颗粒就会沉积。引起土壤颗粒在风流中开始移动的风速值叫临界风速值。临界风速值取决于土壤覆盖物和土壤的可侵蚀性。有植物或残茬覆盖时土壤临界风速比光秃表面高。板结地面比疏松地面土壤临界风速值高。已知农田没有固定的临界风速值,它取决于土壤耕作和作物状况<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 土壤颗粒移动类型

在大风袭击下,土壤颗粒的移动有3种类型,即:跃移、悬浮和滚动。

(1)跃移。在干旱的田间状况下,土壤表面1m高处,风速5m/s就能吹起土壤沙尘。土壤里的中等粒子被驱动时,在短时间内进入风中,在离地面30cm以内高度运动,随后由于重力作用又落于地面,碰撞其它土壤颗粒并加入到新的土壤颗粒运动

中来。这种输送方式叫跃移。由于跃移是发动其它类型输送的原因,控制措施很重要。跃移颗粒的直径通常是100~500μm(0.1~0.5mm),跃移颗粒经常伤害植物,是造成植物损害的主要因素<sup>[8~10]</sup>。

(2)悬浮。由于跃移和直接风力作用,直径d<100μm(0.1mm)的土壤颗粒将被大风刮起来,悬浮到空中随风输送,有时会被输送到很远。这种输送方式叫悬浮。悬浮颗粒是影响空气质量的最主要的成分。根据气象部门采样,在沙尘暴天气中悬浮颗粒直径在0.25~16μm之间,平均直径2.2μm<sup>[6,7]</sup>。与跃移不同,刮到大气中的悬浮颗粒的数量一般由土壤表面微粒多少来决定,而不单受风能大小制约<sup>[8~10]</sup>。

(3)滚动。直径在500~1000μm(0.5~1.0mm)的大颗粒,多为沙粒,由于太重,不能离开地面进入风中,而只能在土壤表面滚动。这种移动方式,使沙粒在当地沉积,掩埋植物<sup>[8~10]</sup>。

沙尘暴中的悬浮颗粒主要来自农田。根据我们土壤采样分析证实了这一点(表3)。从河北省丰宁坝上农田采集的土样中,直径d<50μm的颗粒占46.83%。在内蒙古克什克腾旗浑善达克沙地采集的样品中,直径d<50μm的颗粒占3.01%。这与地理学家对我国沙地颗粒的观察分析相一致,地理学家伍光和等指出我国沙地颗粒运动中,跃移沙粒约占75%,滚动沙粒占25%,悬浮颗粒仅占1%~5%<sup>[5]</sup>。

表3 沙尘暴沿线农田、沙地土样颗粒组成<sup>1)</sup>

Table 3 The particle components of farmland soil and sandy soil samples along the sandstorm line

土壤类型 Soil type	采集地点 Sample site	粒径 Diameter of particles (μm)					
		1000~250	250~50	50~10	10~5	5~1	<1
砂粉土 Sand powder soil	河北丰宁坝上农田 Fengning farmland of Hebei	12.45	40.72	27.06	8.32	2.08	9.37
粗砂土 Thick sandy soil	内蒙古克什克腾旗浑善达克沙地 Hui Shadake sand land, Ke county of Inner Mongolia	71.58	25.41	2.01	0	0	1.00

1) 中国农业大学水利学院土壤室测定(2002年1月4日)

Measured by Soil Laboratory of Water Conservancy and Civil Engineering of China Agricultural University (Jan. 4, 2001)

### 4 沙尘暴的测量与预测

#### 4.1 风洞试验

采用便携式田间风洞试验设备可以估计土壤随风移动的速率,研究土壤颗粒在风蚀条件下的分离和移动。可以对不同土壤、不同作物管理措施的风蚀情况进行对比研究,测量不同管理方法和土壤类

型的土壤可侵蚀性<sup>[11]</sup>。

#### 4.2 BSNE 风尘采样器测定

通过一系列的BSNE采样测定每次风暴对田间土壤的损失,可估计跃移和悬浮沙尘的水平和垂直运动和分布,评价其它风蚀控制系统的作用效果。

采集的土样也可用来分析N素、有机质的损失,分析沙尘粒子大小分布<sup>[11]</sup>。

#### 4.3 气象观测

在田间可设立小型气象观测点,测定风速、收集尘埃。同时,要与气象观察、卫星观察相结合分析每次沙尘暴的路径和成因,从宏观上把握沙尘暴的规律。

#### 4.4 环保观测

研究沙尘暴现象时还应和环保部门配合,全国已建立了完整的空气质量监测体系,悬浮颗粒在环境保护术语中表述为“可吸入颗粒物”,如果我们充分利用好这些资料,对沙尘的漂移、分布及其对人类的影响将会进一步加深认识。

#### 4.5 风蚀预测

$$E = f(C, I, K, V, L)$$

E—每年土壤损失量 t/ha·a

C—气候因素:风能和土壤湿度

I—土壤侵蚀程度

K—土壤不平度

V—植被覆盖度

L—地块长度

土壤最大风蚀量(kg/km<sup>2</sup>·a)是在完全无保护条件下(裸露、平的、已耕的、干旱的、无硬壳)的土壤风蚀的度量。一般情况下,土壤可侵蚀性随土壤中沙含量增加而增加,随土壤粘土含量增加而降低<sup>[9~10]</sup>。

挟带沙尘的风暴,遇到障碍物时,风速降低,沙、尘将会沉积。沙粒一般沉积在障碍物的迎风面。悬浮颗粒也会像尘埃一样沉降下来,覆盖在广阔的大地上。我国古代黄土悬浮颗粒沉积的地方,形成细质的黄土,当沉积量达到一定厚度时,就形成黄土高原,我们把它称“风成黄土”。这种自然现象,现在还在进行中。

### 5 对我国多次沙尘暴的反思

我国沙尘暴日益严重的现实,引起了社会各界的重视。北京申办2008年奥运会成功,治理沙尘暴的任务已迫在眉睫。沙尘暴是人类不合理的土地开发,为大风提供了丰富的沙尘源,导致严重风蚀的结果。我国传统耕作方法有很大的弊病,对土壤多次耕翻耙耱,造成一个疏松的耕层,土壤得不到保护,这是我国水土流失和严重风蚀的根源。怎样才能合理开发土地?农业工作者的责任是找到一条既保护生态环境又能产生经济效益的好办法。我国应在改革耕作制度上入手,对传统耕作方法给予彻底地否

定。大力推广免耕法,担当起治理沙尘暴的历史重任。

目前,我国在沙尘暴治理中有两个误区,一是认为防御沙尘暴就是治理沙漠。这个误区主要是没有弄清楚沙尘暴的成因、动力学原理,以及沙粒大小、运动方式。认为沙尘暴就是沙漠里的沙粒给人类造成危害,没有认识到沙尘暴的主要危害成分是直径d<100μm微细颗粒,而这些微细颗粒主要来自农田和退化草原;二是认为治沙就是造林。国家三北防护林建设,环京津防沙、治沙项目,都只重视植树造林。两个认识误区,导致防御沙尘暴工作不能非常有针对性,没有做到对症下药。林带只是防御沙尘暴的一个措施,即设立风障。防御沙尘暴最主要的措施是地面覆盖。沙尘暴重点发生区多处于干旱、半干旱地区,不是森林地带,造林效果一般不好。树木成活率低,生长不良,保留下来的也多是小老头树。由于不能按客观规律办事,国家投资收不到良好效益,同时还会延误治理时机。我们必须走出误区,按客观规律办事,把中国治理沙尘暴事业引向正确的道路。

### 6 2001年河北丰宁免耕试验结果

河北省丰宁县位于北京正北,是治理北京沙尘暴的重点地区之一。2001年由农业部资助,中国农业大学在丰宁县鱼儿山镇南岗村进行了1100亩的免耕试验,取得了显著的效果。通过实验,不但看到了免耕治理的积极作用,而且还发现免耕种植具有较大的增产、节本效益。具体表现在以下4个方面:

(1)降低种地成本。免耕播种减去了传统耕作的翻耕、耙地和整地等3个环节,每亩节约费用18~20元。

(2)保墒蓄水、苗全苗壮。免耕播种土壤翻动较小,有利于保蓄土壤水分。经田间测定,免耕播种地块10cm深处,土壤含水率16.8%。传统播种地块10cm深处,土壤含水率为14.2%。免耕播种小麦出苗率每米155株,传统播种每米99株。免耕播种比传统播种提前出苗7~15d,苗全苗壮。

(3)小麦增产。免耕种植小麦每666.7m<sup>2</sup>产量为334.13kg,比传统耕作方式种植小麦每666.7m<sup>2</sup>产量为229.68kg,增产104.45kg,增产率达45.48%(表4)。

(4)减少沙尘飞扬。春天小麦播种期间,翻耕地块若遇上大风时,常有龙卷风携带沙尘窜起200~300m高,而免耕地块则没有这种现象。

表4 免耕种植与传统种植春小麦产量对比

Table 4 Comparisons of yield of spring wheat between no tillage and traditional tillage

处理 Treatment	亩穗数 Ear No./667m <sup>2</sup> (20 thousands)	每穗粒数 Grain No./ear	千粒重 1000-grain weight (g)	亩产 Yield / 667m <sup>2</sup> (kg)
免耕种植 No tillage	32.85	24.52	41.46	334.13
传统种植 Conventional tillage	29.01	29.01	35.77	229.68

## 7 我国沙尘暴的防御对策

裸露、疏松、干燥的土地暴露在大风天气中,风蚀和沙尘就会发生。这是由于传统耕作、过度放牧和破坏植被造成的<sup>[14]</sup>。风蚀中粗粒子在距土壤表面高度1~2m范围移动。但是,许多细小颗粒悬浮于风中,顺风位移到几百公里以外,形成大的尘埃团并引起空气质量问题。悬浮颗粒对空气和土壤质量破坏很大。扬尘使能见度降低、污染空气、损坏财物、危害人们的身心健康。这些细小粒子是土壤中最肥沃的部分,有机质和氮元素含量是原土壤的两倍。减少和控制农田风蚀主要是利用生长的作物和作物残茬保护农田<sup>[9~12]</sup>。

防御沙尘暴有两个原则,一是减少直接作用于土粒的风力;二是改善土壤表面状况,提高土壤抵御风蚀能力或限制土壤颗粒运动。据此原理,防御沙尘暴的措施主要有以下几点<sup>[12]</sup>:

(1)推广免耕法。免耕法是最大限度地减少土壤翻耕,将作物残茬留于地表的一种耕作体系,是一种改良的、集约的、防御水蚀和风蚀的耕作方法。免耕法耕作体系取消了许多传统的耕作作业,如耕翻、耙耱、平地等。

作物残留物覆盖能有效地减少大风引起地沙尘颗粒运动。一方面它可以吸收一部分风力,减少风对土壤的作用力;另一方面,由于把作物的残茬留在土壤表面,把根茬留在土壤内部,它们都能保护土壤颗粒,不被风力移动<sup>[12]</sup>。

土壤化学改良,用土壤稳定剂,形成不易风蚀的团聚体,限制土壤颗粒移动,也有一定的效果<sup>[13~14]</sup>。

(2)种植牧草。土壤置于天然植被下是控制风蚀最好的办法。在裸露的沙地和退化的天然草原,种植牧草是防治沙尘暴的有效方法。可采取飞播种草,围栏封育,草原补种牧草等方法。为了减少牲畜对种草沙地和草原的破坏,解决草原退化问题,要大力提高草原生态系统的生产力。建立人工饲草饲料基地,实行草原划区围栏放牧,改善水利条

件,增施化肥等,建立起集约化的草原生产体系,满足牲畜对饲草饲料的需求。草原生态系统的次级生产也要优化结构,提高转化效率。只有当人类充分依靠科技,建立起高效的草原畜牧生态系统时,草原退化沙化的被动局面才能改变。

(3)扩大冬小麦面积。冬小麦是防治春季沙尘暴的生态作物,北方地区应给予高度重视。首先,不应过多减少冬小麦种植面积;同时,要积极推行冬麦北移计划,在春季风沙严重的地区,利用冬小麦的保护土壤作用,既增加粮食产量,又保护自然生态。

(4)建立风障。垂直风向的障碍物可以改变风向和风速,减少土壤颗粒远距离位移,增加沉积作用。地表风障包括林带、灌木丛、谷物、杂草以及对准风向的田间带状作物等。

**致谢:**国家气象局卫星中心董朝华先生及其同事为本文提供气象卫生资料;中国农业大学农业部保护性耕作研究中心高焕文教授,李洪文、王世学副教授为本文提供土样粒径分析资料和河北省丰宁县保护性耕作试验资料。在此一并表示感谢!

## References:

- [1] Qian Z A. Classification Standards and Examples and Statistical Features of Sandstorm in Northwestern China. China Sand and Dust Storm Research. Beijing: Meteorological Publishing House, 1997: 1~9. (in Chinese)  
钱正安,等.我国西北沙尘暴的分级标准和个例谱及其统计特征.中国沙尘暴研究,北京:气象出版社,1997: 1~9.
- [2] Zhao X C. Northwest area of China is Frequency Area of Sand Dust Storm. China Sand and Dust Storm Research. Beijing: Meteorological Publishing House, 1997: 27~30. (in Chinese)  
赵性存.西北地区是我国沙尘暴的多发地区.中国沙尘暴研究,北京:气象出版社,1997: 27~30.
- [3] Gao H W. The conception and basic principles of conservation tillage. Teaching Materials "Mechanized Conservation Tillage for Dryland Farming". 2001: 10~14. (in Chinese)  
高焕文.保护性耕作概念与基本原理.旱地机械化保护性耕作讲义,2001,10~14.
- [4] Keith Saxton, The wind erosion of farmland and dust control. 2001. (in Chinese)  
KeithF. Saxton.农田风蚀和沙尘发生与控制.中国北方机械化旱作高级研修班讲稿,2001.
- [5] Wu G H, et al. Sand and Dust Flown by the Wind. Natural Geography. Beijing: Higher Education Press, 2000: 221. (in Chinese)

- 伍光和,等.风沙作用自然地理学(第三版).北京:高等教育出版社,2000:221.
- [6] Zhang R J, et al. Physical and chemical analysis on 2000 spring extremely large dust storm in Beijing. Meteorological and Environmental Research, 2000, 5(3):259-266. (in Chinese)
- 张仁健,等.2000年春季北京特大沙尘暴物理化学特性的分析.气候与环境研究,2000,5(3):259-266.
- [7] Niu S J, et al. Observation and analysis of several dust storm problems in Helan Mountain Area. Transaction of Meteorology, 2001, 39(2):197-205. (in Chinese)
- 牛生杰,等.贺兰山地区沙尘暴若干问题的观测研究.气象学报,2001,39(2):197-205.
- [8] Chepil W S, et al. The physics of wind erosion and its control. Advances in Agronomy, 1963, 15:211-301.
- [9] Chandler D G, et al. Defining Wind Erodibility of Loessial Soils by Particle Sizing. Proc. of Soil. Sci. of Amer. 2001.
- [10] Fryrear D W. A field dust sampler. Journal of Soil and Water Conservation, 1996, 41:117-120.
- [11] Fryrear D W. Mechanics, measurement, and prediction of wind erosion. Challenges in Dryland Agriculture-A Global Perspective, 1988: 77-78.
- [12] Horning L L, et al. Surface residue and roughness for wind erosion protection. Trans ASAE, 1998, 4(4):1061-1065.
- [13] Lyles L. Wind erosion: Processes and effect on soil productivity. Transactions of the American Society of Agriculture Engineers, 1977, 20:880-884.
- [14] Saxton K, et al. Wind erosion and fugitive Dust on Agriculture Lands in the Pacific Northwest. Transaction of the ASAE, 2000, 43(3):623-630.

## 龙方雅信 CAT 英汉双向专业翻译平台 (简称龙方雅信 CAT)

### ·主要特点

龙方雅信 CAT 是中国农业科学院科技文献信息中心与北京雅信诚软件技术有限公司合作研发的成果。该系统采用先进的翻译记忆(TM)技术和独创的搜索引擎并具有自学功能,可自动存储用户翻译的内容和学习新的单词、语法和句型。

该系统有日常词汇、农业及其他数十个专业词库共 600 多万条英汉双向词汇,4 万余条语法规则和 10 多万句的常用和专业英汉对照例句库;可直接翻译文本、RTF 文件及 Word 文档;通过文档格式转换器翻译 HTML、FrameMaker 等网页格式文档。

### ·适用范围

1. 个人版:适用于任何从事英汉双向翻译的单位和个人;
2. 专业版:在个人版基础上增加了与 Word 无缝对接及项目分析功能,最适合长期具有翻译任务的单位和专职翻译使用;
3. 网络版:在专业版的基础上又增加了网络共享资源功能,适合于多人参与翻译的团体和公司使用。

### ·最佳效益

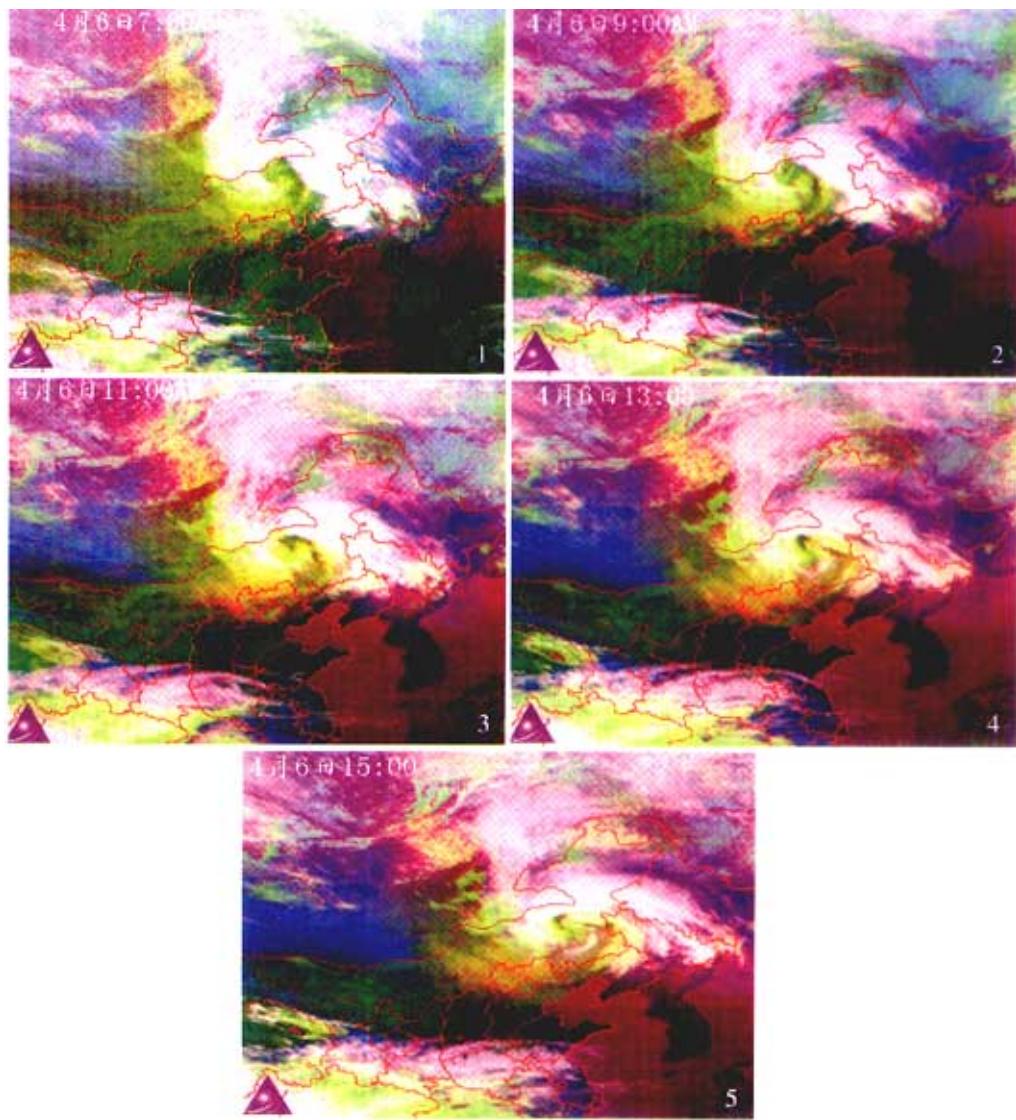
翻译质量≥人工翻译;翻译速度>2 倍笔译;劳动强度<1/3 笔译。

联系地址 北京中关村南大街 12 号信息楼 102 室(100081)

单 位 中国农业科学院科技文献信息中心 北京龙方信息科技有限公司

电 话 (010)68975482 68975483

E - mail Longf@mail.caas.net.cn



1. 从中蒙边境吹来两股沙尘暴，颜色呈浅黄色，前锋已到达北京北沿；2. 在北京西北—正北的河北省坝上地区爆发浓褐色沙尘团；3. 浅黄色沙尘暴覆盖北京，浓褐色的沙尘暴进入北京；4. 浓褐色的沙尘暴覆盖北京，浅黄色的沙尘暴到达天津；5. 浓褐色的沙尘暴移出北京，内蒙古的黄色沙尘继续侵袭北京、河北、天津和辽宁

1. Two light yellow sandstorms arising from the China-Mongolia border, and their fronts have already reached the northern edges of Beijing; 2. Balls of dark brown sand and dust burst out between the north west of Beijing and Bashang of Hebei; 3. Beijing enveloped by light yellow sandstorm. Dark brown sandstorm reached Beijing; 4. Beijing enveloped in the dark brown sandstorm. Light yellow sandstorm reached Tianjin; 5. Dark brown sandstorm departed from Beijing, yellow sand and dust from Inner Mongolia continually attack Beijing, Hebei, Tianjin and Liaoning