

美国历史时期沙尘暴的治理 及其对中国的借鉴意义

王石英, 蔡强国, 吴淑安

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:近年来我国发生的沙尘暴和 20 世纪 30 年代美国、60 年代前苏联的黑风暴极其相似, 因此借鉴国外尤其是防治成功国家的经验, 对当前我国沙尘暴的治理具有促进作用。该文根据美国农业部和美国国家图书馆等在网上发布的资料, 详细评述了 30 年代美国沙尘暴发生的过程、机制及其终结, 历史时期和现今美国主要的防治措施, 在此基础上简要分析了美国和我国在沙尘暴治理上的异同, 并根据我国实际情况, 就美国的防治思路 and 措施在我国的应用提出了相应的建议。借助美国的经验, 中国治沙措施应与当地的经济发 展相结合, 以及土壤侵蚀的综合治理及与植被恢复措施相结合。此外, 中国治沙已有近半个世纪的经验, 应当从中遴选出并推广适宜于当地的防治措施。

关键词: 沙尘暴防治; 借鉴; 美国; 中国

中图分类号: S424 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7588(2004)01-0120-09

针对近年华北和北京地区频繁发生的沙尘暴, 国内已展开大量的研究, 内容主要涉及两个方面: 一是研究沙尘暴源区下垫面的性质、时空变化及其与沙尘暴发生的天气过程的相互关系, 沙尘暴形成背景、机制、演变及发展趋势, 沙尘暴监测和预警预报; 二是为达到防灾减灾和治理的目的, 研究沙尘暴灾害的整治原理与技术和防治体系。但对国外沙尘暴防治研究的成功范例较少有文献报道。事实上, 国外的治沙经验和防治措施值得我们借鉴^[1]。本文评述了美国沙尘暴的发生及其治理, 并就我国现阶段沙尘暴的防治在借鉴上提出了一些建议。

1 美国历史时期的沙尘暴及其防治

美国的文献中提到沙尘暴时多称 Dust storm (而 Sand storm 通常指火星上的剧烈大气活动), 剧烈的黑风暴和风暴墙则称为 Black blizzard 或者 Haboob。

20 世纪 30 年代北美爆发的沙尘暴, 发生在南起美国得克萨斯, 穿越美国中部大草原, 直至加拿大中部的广阔区域。美国主要集中在称为“Dust Bowl”^[2]的地方, 地跨得克萨斯、俄克拉何马、堪萨斯、新墨西哥和科罗拉多州的交接处。美国土壤保持局公布其面积在最大时有 $0.4 \times 10^8 \text{ hm}^2$, 美国农业史则笼统地提到 30 年代面积为 $0.13 \times 10^8 \text{ hm}^2$ (图 1)。

1.1 20 世纪 30 年代美国沙尘暴爆发状况

20 世纪 30 年代在美国大平原上频发的沙尘暴, 是那个时代给人印象最深刻的事件之一 (图 2)^[3]。第一场沙尘暴始于 1933 年 11 月 11 日, 从美国的得克萨斯到加拿大的城镇都受到了美国中西部的“黑风暴”的袭击^[4]。这次沙尘暴吹走了 5cm 以上的表土, 土壤沉积到了华盛顿特区和东海岸^[5]。1934 年 5 月 10 日在西南部爆发了当年最严重的一场沙尘暴。1935 年 4 月 14 日, 堪萨斯爆发的沙尘暴从白天刮到晚上并延续到次日, 以致很多人以为世界末日到了, 成为 30 年代最著名的一场沙尘暴。

收稿日期: 2003-01-21; 修订日期: 2003-03-11

基金项目: 科技部首都圈(环北京)防治治沙应急技术开发与示范项目“典型区域水土资源优化配置和可持续高效利用研究”(编号: FS2000-007)。

作者简介: 王石英(1970-), 四川仁寿人, 博士生, 主要从事土壤侵蚀、环境治理和地理信息系统应用方面的研究。

同月,科罗拉多 Springfield 西南的沙尘暴淹没了群山。10 月 4 日,堪萨斯再次大规模爆发沙尘暴。1936 年 4 月和 5 月是当年沙尘暴集中发生的时间,得克萨斯、俄克拉何马、堪萨斯、科罗拉多、北达科他等地都发生了规模不等的沙尘暴。例如 6 月科罗拉多州丹佛东部草原上沙尘暴伴随北风在 4 900m 高度与南风切变后,盛行西风把部分尘埃带到了东部大西洋海岸。1937 年 5 月,沙尘暴肆虐堪萨斯,救灾的红十字会会员们被迫戴上防尘面罩。同年黑风暴还出现在科罗拉多和俄克拉荷马。

沙尘暴最直接的损失是流失了大量的表土。风暴平息之后,人们开始打扫院子里的尘土,从屋子里清除成筐的沙尘。风蚀使地表损失了 20cm~23cm 土壤,与有覆盖的肥沃的壤土相比,团粒结构变坏。而美国西部土壤容许侵蚀量是 1mm/年(每年为 $27\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$),同时草场土壤的形成速度估计是小于 0.1mm/年^[6]。1935 年在野外侵蚀调查时估计,约 $0.2\times 10^9\text{hm}^2$ 的土地在黑风暴中失去生产能力^[7]。所以,从 1932 年到 1940 年小麦的收成都很少。美国和加拿大提到当年频繁爆发沙尘暴的景象,不约而同地称之为“肮脏的 30 年代”。

1.2 20 世纪 30 年代美国沙尘暴爆发原因

美国大草原干旱区域专业委员会报告称,受第一次世界大战刺激,农业生产相当繁荣,20 年代小麦生产上升了 300%^[8],大草原出现了土地过度种植和过度放牧(图 3)。但粮食需要量在 1918 年停战以后急剧减少,20 年代后期出现生产过剩和农产品价格陡落,到 1931 年生产已严重过剩。经济危机是沙尘暴的潜在原因,由于佃农和地主之间往往只存在一年的契约关系,而佃农只投机于一两次收成,没有比较负责的长期计划,不注重养护土地;当农民破产以后,农业再生产比较困难,用于维护土地的费用相应降低,开垦后的大草原土地只能撂荒。联邦政府在土地政策上也有失误,那就是企图在半干旱的大草原上建立一个只适合于湿润区的农业系统(图 4)。

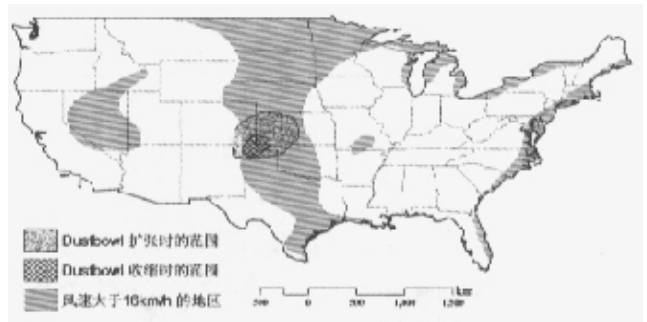


图 1 美国的大沙地分布示意

Fig.1 Location of dustbowl in America

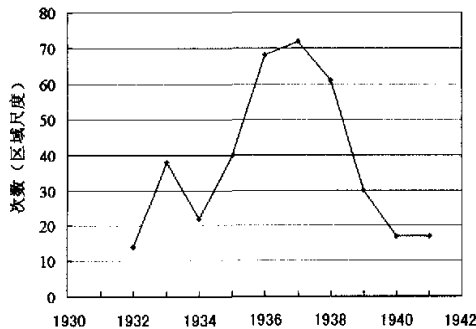


图 2 美国沙尘暴频率(区域尺度)

Fig.2 Frequency of dust storms in America

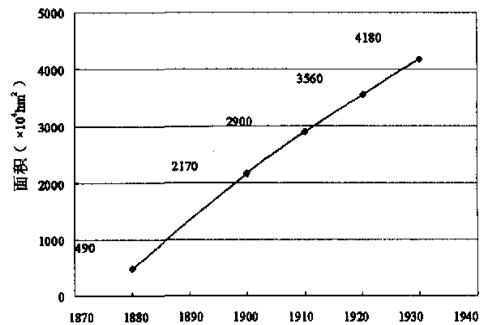


图 3 美国早期土地开垦状况

Fig.3 Reclamation of American farm land in early days

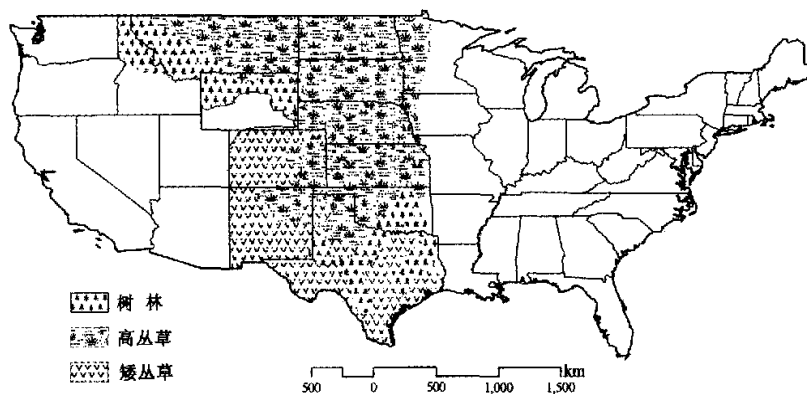


图4 美国中西部原始植被

Fig.4 Original vegetation in mid-western America before reclamation

1925 到 1930 年的“大开垦年代”中,农民把原始植被破坏掉,在大草原上开垦了数百万公顷的土地,使农业生产不可能呈现持续和繁荣^[8]。当经济大萧条波及本以低迷的美国农村的时候,后果就是灾难性的^[9]。

另外一个因素是干旱。大草原的干旱出现规律是,极端干旱大致每 20 年一遇,轻度干旱每 3 年~4 年一遇。当时联邦土壤保持局报告说,长期干旱、高温和狂风使半干旱的 Dust Bowl 成了一个真正的沙漠,生长季节里,土壤干旱深达 0.9m。当黑风暴开始肆虐的时候,Dust Bowl 中 1/3 的土地约 $0.13 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 土地没有草被覆盖,直接暴露在风中。

30 年代,美国人口还在不断增长。从 1900 年到 1930 年,美国人口从 $7\,600 \times 10^4$ 增加到 1.23×10^8 。同时城市化过程加快,1920 年城市人口超过了乡村,1930 年农村人口只占 44%。1935 到 1937 年,34% 的农民又离开了 Dust Bowl。城市化对土地利用的影响是,大量农民离开土地之后,农场主开始使用大功率机械,引进了拖拉机,以前所未有的速度开垦草原。拖拉机的数量在 1930 年代里翻了一倍,到 1945 年又翻了一倍。农场开始形成规模经营并在 1945 年以后迅速扩大。一个标志性的事件是 1929 年电影大亨 Hickman Price 在得克萨斯州购地 $1.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$,成立了美国历史上第一个工厂型农场。

1.3 20 世纪 30 年代美国沙尘暴的防治

1934 年 5 月 10 日的那场沙尘暴在历史上产生了深远的影响^[10]。这次沙尘暴在 5 月 12 日到达了华盛顿特区和东海岸,弥漫在白宫和首都的林荫道上,甚至沉积在总统的办公桌上。政府的注意力因此开始聚集在西部:商业部开始设立土壤侵蚀管理局(Soil Erosion Service),Dalhart 风蚀治理项目启动,政府拨款 5.25×10^8 美元用于牧民应急饲养贷款和拯救濒临死亡的牲口,安排农民修建水塘和水库、营造防风林等工作,为下一季庄稼提供种子贷款,并补贴那些开挖了成行的抗风蚀沟垄的农民^[11]。

为防止经济萧条和环境等问题,罗斯福开始实施新政^[12],其中一个重要目标就是防止未来发生黑风暴。相关法案也及时作了修改,主要内容是补贴农民土壤保持和土地建设费以代替缩减生产面积的补贴,但补贴不针对佃农,目的是促使他们转向城镇。补贴的资金来源于常规税收,但对从事土壤保持的农户免税。这些措施是 1938 年农业修正法案中改革措施的一部分,以价格扶持和缩减播种面积作为农业政策的基础,这种框架一直沿袭到今天。

同时,美国成立了一些专门机构和派出了一些临时性的调查委员会,如 1933 年成立了一个应急

机构——土壤侵蚀管理局,建立了许多永久性小流域示范区,面积从 $1 \times 10^4 \text{ hm}^2 \sim 4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 不等。1935 年美国农业部(USDA)成立土壤保持局(Soil Conservation Service, SCS),作为一个常设机构代替了土壤侵蚀管理局,负责对整个 Dust Bowl 进行监控。SCS 为了最大程度减少风蚀危害,先后与民间保护组织(Civilian Conservation Corps)等 6 家机构进行了合作。民间土壤保持团体的成员被分配在小流域示范区中,以检验土壤治理和保护措施的成效。这些机构会集了大量的农艺工程师、林务官、农学家、生态学家、土壤学家和经济学家等专家,并形成了一个共识:每英亩的土地都必须得到合理利用,其方式应与土地及其属主双方的需要相协调。这个表述已经与现在可持续发展的概念非常近似。

美国 30 年代采取的具体的沙尘暴防治措施现在看来仍然比较全面和到位。联邦政府收录的一份《大草原的未来》中说,应该大力调整农业的耕作方式以适应于半干旱的气候条件,采取的主要措施是:恢复草被、沿等高线耕种、修筑梯田、带状种植、植树造林。但是,美国 30 年代的沙尘暴的治理上没有任何机构的作用可以与 SCS 相比拟,它的成就非常突出而且无可替代。1935 年 12 月,SCS 使用减灾基金雇用了 3.20×10^4 多劳动力从事侵蚀治理示范项目,采取的措施包括: ①栽植乔木或灌木,辅以种草或其他改良措施,使撂荒的牧场或陡坡地成为永久性的林地、野生动植物栖息地或牧场;

②修建梯田和排水沟; ③在上述水流通路旁种草; ④利用灌木、石块或水泥修筑淤地坝; ⑤修建水库; ⑥修建渠沟,使沟道的无序水流能用于低廉的灌溉; ⑦规划土地,进行沿等高线耕作和带状耕作; ⑧重新布设防护篱; ⑨重新建设被侵蚀土地的草被,使之得到保护或成为永久性的牧场。其中,1935 年下半年 SCS 在俄克拉何马靠近 Muskogee 的 Pecan Creek 小流域开展的水土保持示范工程堪称典范之作。工作是与 268 个农场中的 203 个协调后进行的,其中 70% 的人是佃农,大多数跟地主之间只有一年的协议,农闲季节他们有迁移到一个新农场的习惯。项目启动后,采用作物轮作,沿等高线耕作和带状耕作,修建梯田,种草保护沟道,封育沟道和封育撂荒的高侵蚀陡坡地等措施。这些措施实施后,坡耕地的单产提高了。同时,SCS 与所有参加项目的农民签订了 5 年的合同,要求在 5 年中必须维护水保设施、进行水土保持,这些合同也征得了地主的同意,因此很大程度上改变了土地的租赁方式。新的契约关系以 5 年为基础,许多每年不断迁移的佃农们,现在至少有了一个较长时间稳定在一块土地上的机会。事实上,在水土保持带来丰产后,家庭每年的移动实际上停止了,其他地区的佃户也想努力争得项目区内的土地租赁。很明显,地主和佃户都看到了在保护土地和改良生产后的新型农业带来的不断增加的经济上的利益和安全性。

到 1937 年,政府认为水保措施已不能由政府部门独立承担,而应该由农民们自己,沙尘暴治理思路的又一次发生转变。这是因为罗斯福新政虽收到了很多方面的成效,但其根本点是加强政府对经济的干预,这与美国的自由主义经济的立国方式是有重大区别的。1935 年得克萨斯州首家立法对 Panhandle 沙化土地跨越的 9 个县设立保护区,授权行政部门强迫农民采取措施制止风蚀。划定水土保持区相继成为许多州的立法内容,并通过立法规范水土保持。随着时间的推移,这种方式越来越显示出它的作用和深远意义。到 1962 年,96% 的农田和牧场(超过 $64 \times 10^8 \text{ hm}^2$)居于水土保持的立法条列的管理之中,有 $2.8 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的土地标绘在土地调查图上,大约有 $4\,000 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的土地采用了保持性的耕作制度, $2\,700 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的土地上采用了留茬, $1\,200 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的林地得到了保护,野生动植物保护面积超过了 $162 \times 10^4 \text{ hm}^2$, $40 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的水道旁植上了草,修建了 $40 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的水塘,修筑了 $260 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的梯田,对 $930 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的排水设施进行了改良,土地改良面积超过 $240 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

1935 年, Dust Bowl 的面积为 $0.4 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 。30 年代末大平原降水量接近正常年份,到 1940 年缩减到 $890 \times 10^4 \text{ hm}^2$,最后消失于 1940 年代末^[3]。第二次世界大战爆发再次刺激农业生产,由于价格上涨,1941 年国会担保农民在玉米、小麦、大米、棉花和土豆上 85% 的平价。尽管在二战中有 500×10^4 人陆续离开了农场,但技术进步弥补了这方面的不足。20 世纪 30 年代美国的萧条农业就此终结。

2 美国最近时期爆发的沙尘暴

美国后期的沙尘暴在成因机制和规模上与前期有了较重大的区别,20世纪末美国的沙尘暴频率明显减少,主要由于局部狂风天气所引起,影响的范围小,持续时间短,有的甚至是异地沙尘飘洋过海在当地产生的尘霾。但是,30年代以后,美国仍然存在沙尘暴。

20世纪50年代中期和70年代的沙尘暴是Dust Bowl复活的例证^[3]。美国农业史也提到,1950年春天干旱重返大草原,农民们记起了过去的经历,又开始采取美国农业部的应急耕作法。

1983年10月2日,尘暴墙(Haboob)袭击了Lubbock^[13]。集沙器数据表明,Mojave沙漠的沙尘暴尘降在1984年和1985年出现较高值。放置在Las Vegas等城市附近的集沙器的数据还表明,修建穿越沙漠的住房和其他人工设施直接造成了沙尘暴数量的增加。

1996年春季,新墨西哥州White Sands爆发沙尘暴^[14]。同年遭受沙尘暴的还有俄克拉何马和堪萨斯等州。1998年4月15日,由中亚产生的沙尘暴越过太平洋抵达北美,5月5日,得克萨斯Lubbock出现沙尘暴天气^[15]。1999年4月上半月,是美国中南部沙尘暴频繁爆发,8日强沙尘暴产生于科罗拉多和堪萨斯,9日一场沙尘暴产生于新墨西哥州White Sands沙地,14日另一场强沙尘暴产生于西得克萨斯和西南墨西哥州^[16]。

2001年得克萨斯Lubbock于3月15日、3月31日、4月6日均爆发了沙尘暴天气。

3 美国现阶段沙尘暴的防治

3.1 应急治理

应急治理^[17]用于沙尘暴爆发的年份或地区,包括征收治理税、征收应急耕作税等立法和采用应急治理措施。例如只要总数不超过 100×10^4 美元,州政府都有权征收治理税,或者是对没有采取防护措施的土地征收不超过每英亩3美元的治理税。应急措施为重视预防,向土壤中增施 $3.7 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \sim 4.9 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的干草、 $37 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \sim 49 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的有机肥等,凿沟增加地表糙度,控制拖拉机速度耕作深度和犁刀的宽度,在发生风蚀的上风向开始治理,种植和翻耕的方向与主风向垂直并留茬等方面。这些措施都有相应的依据,例如凿沟宽5cm,深7cm~15cm,间距6m~13.5m,一般是10m,这种措施可使每公顷减少土壤风蚀480L。

3.2 常规治理

(1)施放添加物改善土壤结构,包括有机肥、软泥、重油、沥青、塑胶型工业废弃物(如淡胶)等。在水源充足的地方,在雨季到来之前则辅以灌溉。

(2)在耕作方式上一般按一定间距翻耕成行的与风向垂直的大土块,在干燥的耕地中翻挖横断面呈浑圆的土垄,高度不超过40cm。其他耕作措施概括如下: ①免耕或带状耕种^[19]:未翻耕的面积小于25%,使用除草剂清除杂草; ②垄耕:在垄上种植,垄间留茬,使用除草剂; ③覆盖耕种:种植之前先翻耕; ④少耕:风蚀季节耕种时保留15%~30%的残茬; ⑤防护性耕种:保留耕地表面的覆盖物; ⑥沿等高线耕种:在坡度小于8度的坡地实施; ⑦汇流的渠、沟等两旁种草和进行沟道治理; ⑧建设防风林。

(3)带状耕作是在周期为2年的休耕和种植轮作中,条带布设成需要的宽度,一厢休耕,相邻两厢种植;在3年的轮作中,两厢种植,第三厢休耕。更好的布局是在每两厢的边缘建立防护林带。尽管防护林存在自身水分的消耗,但可减少蒸腾达20%,因此在灌溉区采取两排高的树外面再种植两排低的树,一定时期后砍伐一半,并在第一年耙地时切断防护林的横向根系,阻止对农作物的竞争。

(4)干旱地区确保合理的作物留茬,以增加地表糙度。

(5)作物采取轮作或间作。谷物之后是豆类,随后是条带状农作物或翻耕,然后再是谷物,同时向

土壤增加残余物。随着无机肥的使用,间作在干旱地区的应用更广泛,有几套耕作系统,其中重要之一的是“绿洲型农业”,有两到三层植物用作遮盖层,下面是果树,地表层是农作物层。

(6)美国农业部使用的主要防沙植物有胡枝子、三叶草、苜蓿、野豌豆、大豆、豌豆、野葛、扁豆、芦苇、本地草类、豆类、本地作物、野生作物等^[13]。

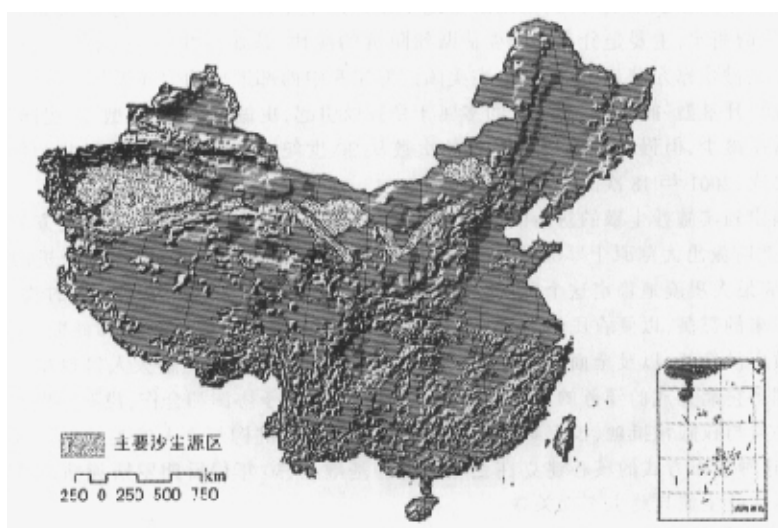
(7)在地表出现风沙活动的地方,主要采取工程固沙,用高粱属植物或粟的秸秆作防风篱、防护网格。也有在雨季植草或在重点防护地区上风向营造防护林的生物固沙。

从美国历史时期和现今防治的具体措施来看,和中国的防治方法区别不大,主要差异是在耕作机械及其操作控制方面。

4 美国沙尘暴防治措施对中国的意义

中美的强沙尘暴有相同的沙尘墙外形和结构,有共同的强对流和飚线特征,都受到雷暴云内下曳气流的重要影响。但我国西北强沙尘暴的特点是水汽条件差,它因冷锋前暖区中干飚线的触发而爆发,又得到冷锋后强冷空气的不断补充而加强,对流性降水微弱^[20]。

美国治理沙尘暴时,由于北美是大陆,非常清楚沙尘来源于大草原开垦的耕地上,特别是集中在 Dust Bowl 附近。根据卫星影像和地面气象资料,基本认为我国首都地区沙尘暴源区包括河北山西北部、内蒙和蒙古退化草原区,以及西部荒漠,从土地利用类型上有退化草原、沙地、翻耕地和未经覆盖处理的建筑用地,主要集中在阿拉善高原和河西走廊源区、浑善达克源区、塔里木盆地边缘绿洲农业源区和长城-宁陕蒙农牧交错区^[21, 22](图 5)。但也存在着境外沙源和境内沙源、远程沙源和就地起沙以及混合类型的不同看法^[23, 24]。不同源地的沙尘启动及输送机制,以及这些地表对大气粉尘的贡献量是有差异的,起沙的确切机制不明,为华北地区近期有针对性的防治增加了难度。



- 1 河西走廊及阿拉善高原区 2 内蒙古中部农牧交错带及草原区
3 塔克拉玛干沙漠周边区 4 蒙陕宁长城沿线旱农作业区

图 5 中国沙尘暴的主要源地

Fig.5 Sources of dust storms in China

我国沙尘暴普遍认为是近年干旱和人类不合理利用土地的综合作用的结果,美国也是起因于干旱的年代到来的时候开垦了草原。但追究人类活动的原因,却发现两者有较大的差异。20 世纪 30 年代的沙尘暴不是由于美国人口压力带来的,而主要是受国际市场需求的刺激开垦草原所致。理论上,通过市场价格调节就可以减小沙尘暴的发生,后来美国也基本上是通过国家干预市场和立法来治理的。我国的土地开垦和草场退化基本上是人口增长与地区经济发展的需求两方面的原因。至今没有文献比较降低人口数量或平衡区域经济与市场调节两种方式的难度,但美国在 40 年代初,随着降水趋于正常,30 年代的沙尘暴相继结束,而我国局部治理成效显著但总体生态环境趋于恶化^[21,22,25]。

美国防治沙尘暴还涉及到土地的权属的调整。美国允许牧场主有条件使用联邦的土地,即放牧时必须保证一定程度的地表覆盖。1934 年,土地管理局认为应调控大草原的利用方式,联邦政府开始保留和管理一部分草地。30 年代中,政府收回了数百万英亩的退化牧场和位于边际效益以下的土地,把它们合并成国有牧场,仍由牧场主有条件地使用^[26]。大草原西南部种植棉花、玉米和其它作物数百万公顷土地,经调整成为生产奶和牛肉的牧场,新增的牧场面积已超过棉花种植面积。农民开始在牧场上施用粘土和肥料,这是他们以前种植棉花和其他经济作物时没有使用的。新的草种、混播草地和豆科作物等保障了西南部农民冬季畜牧业的饲料来源。此外还在农场实施了草被恢复等水土保持,以及培育和使用适合于当地条件的草种。我国耕地和草地的使用权是按照以户为单位进行划分的,长期稳定的土地使用权有利于水土保持,但土地使用者采取水保措施的效率取决于沙尘暴对生活和经济水平的影响程度和社会干预程度。当沙尘源区和沉积区相分离的时候,治理措施较难推广。由于中国社会结构源于农业社会的传统,很难仿效美国变更土地所有权的治理方式。

美国 30 年代的沙尘暴经过治理和降水恢复正常后,基本上消失了。但后来美国在干旱和农产品市场价格低落两个因素叠加的时候,西部的耕地上还是产生了沙尘暴。只不过规模和影响范围都远不能和 30 年代的相比,主要是分布在得克萨斯州附近的沙地,是地方性的,有的甚至是过境性质的。例如中亚地区的沙尘暴东移越过太平洋,在美国西海岸和中西部形成的尘霾天气。从形成机制上说,比较 30 年代的“开垦型”的沙尘暴,最近的多属于是狂风引起,更偏重于“自然型”。建国以来,我国沙尘暴的次数有所减少,但强和特强级沙尘暴的次数从 20 世纪末有所增加。以华北为例,90 年代 23 次,2000 年 12 次,2001 年 18 次。

美国在制定和实施沙尘暴的防治措施的时候,明显的一个特点是尊重农民和地方的利益。例如 1934 年,联邦政府派出大草原干旱区域委员会去调查西南部的环境状况,当年这个机构向政府提交报告,建议政府最大程度地稳定这个区域的经济状况,让每个家庭有更高和更可靠的收入,减低不可避免的干旱带来的震荡,以便农民继续努力于水土保持、逐步减小对政府捐赠和津贴的依赖、恢复对当地和联邦政府的信任,以及全面考虑大草原在一定区域上所能支撑的最大人口数量。在每个机构和团体充分理解它能完成的任务的前提下,政府计划的重点在于协调和合作,没有必要也不能使州和地方机构的利益与权限相抵触,没有必要也不能损害当地政府机构与个人的主动性。今天仍然可以清楚地看出,这种运作方式的核心建立在土地私有的基础上,30 年代后期罗斯福新政措施逐渐淡出大草原经济运作的主流与此也不无关联。

在美国 30 年代的治理的具体措施上,还有两个特点。一个是从一开始措施就比较全面,而且不单是针对风蚀的。从单一的危害事件中引出全面的治理和研究,并较注重人类和自然的相互影响及区域变化和全球变化的关系,突出环境事件对人类的综合影响,着重寻求自然对人类的福利^[27]。治理措施上由点到面,先建立治理小区再推广到全面的治理。从耕地到草地、林地、沟道和水渠,从风蚀到水蚀,SCS 都有一整套措施。另一个是,虽然这些措施和中国现在实施的措施并无本质的不同,但美国采用这些措施的基础是土地私有或是有严格的契约关系。

5 结语

美国 20 世纪 30 年代的沙尘暴源于国际市场对农作物的产量需求,在该需求刺激下开垦了中西部大草原,范围主要集中在西南部 Dust Bowl 地区附近。通过新政、立项和立法等方面美国从小流域到草场展开了广泛的治理,主要措施为土地利用调整、改变土地的租赁方式、全面实施水土保持和立法等,随着 30 年代末降水逐步趋向正常,美国 30 年代的沙尘暴在 40 年代结束。美国历史时期沙尘暴的治理仍然对我国当前的防治具有借鉴意义。美国的实施治理措施时注重地方和农民的利益,我国在治理沙源区的时候,和当地的经济发展结合起来更容易长久地贯彻防治措施。通过治理源于我国境内的风蚀、水蚀,建设森林、草原和调整土地利用结构的综合治理,对沙尘暴防治的效果更为显著。美国推重适合于当地的植物种类和防治方法,我国从建国以来一直致力于沙漠化的防治,总结了很多经验和措施,适合于当地的特征,现在只需要整理和推广。此外,我国沙尘暴的发生的历史较长,影响范围大,其防治相应具有长期性,贯彻防治措施和保障体系也应是长期性的。

参考文献 (References):

- [1] 王涛. 国外治沙经验值得借鉴[N]. 科学时报, 2000-05-18(3). [WANG Tao. Experiences for dust storms control in foreign counties [N]. Science Times, 2000-05-18(3).]
- [2] William Dickinson. Learning Lessons or Not from Untamed Nature[EB/OL]. <http://web.nwe.ufl.edu/~gulmer/laffey/nature.html>, 2001-07-23.
- [3] Donald Worster. Dust Bowl [EB/OL]. <http://www.tsba.utexas.edu/handbook/online/articles/view/DD/ydd1.html>, 2002-12-04.
- [4] Marc McCutcheon. The Writer's Guide to Everyday Life from Prohibition Through World War II [M] Cincinnati, OH: Writer's Digest Books, 1995. 126-227.
- [5] South Jersey Resource Conservation and Development Council, Inc. Conserving Soil [EB/OL]. <http://www.sjred.org/ce/CSpart2.htm>, 2002-02-15.
- [6] Thomas L. Thurow, Charles A. Taylor Jr.. Viewpoint: The Role of Drought in Range Management [EB/OL]. <http://www.ranchwest.com/taylor.html>, 1999-09-30.
- [7] Robert (Bob) Stephenson. Agricultural History [EB/OL]. <http://www.fhsu.edu/agriculture/AgHistoryChapter7Notes.htm>, 2002-10-26.
- [8] Morris Cooke. Report of the Great Plains Drought Area Committee[EB/OL]. <http://newdeal.feri.org/hopkins/hop27.htm>, 2002-12-28.
- [9] U.S. Senate Crisis and Activism: 1929-1940[EB/OL]. http://www.access.gpo.gov/congress/senate/sen_agriculture/ch4.html, 1999-07-22.
- [10] Kansas State Historical Society. Topics in KansasHistory: Agriculture[EB/OL]. <http://www.kshs.org/perspect/ks1930s.htm>, 2002-05-18.
- [11] USDA, Wind Erosion Research Unit. The Dust Bowl[EB/OL]. http://www.wera.ksu.edu/new_weru/multimedia/dustbowl/dustbowlpics.html, 2000-11-09.
- [12] Duane R. Chartier. Roosevelt's "New Deal"-Brief Notes[EB/OL]. http://www.newdeallegacy.org/history_newdeal.html, 1999-04-04.
- [13] David J. Smalley Wall of Dust (Habooh) Hits Lubbock[EB/OL]. <http://www.atmo.ttu.edu/dustwall.html>, 2001-08-31.
- [14] Thomas E. Gill and Richard E. Peterson Dust Storms-White Sands, NewMexico[EB/OL]. <http://www.atmo.ttu.edu/dust/whitesands.html>, 2000-02-09.
- [15] Thomas E. Gill. Visibility Reductions from Blowing Dust in Lubbock, Texas[EB/OL]. <http://www.atmo.ttu.edu/dust.html>, 2001-08-31.
- [16] Thomas E. Gill, Richard E. Peterson. April 14, 1999: Wind and Dust Storm in West Texas and Southeast New Mexico, USA[EB/OL]. <http://www.atmo.ttu.edu/dust/April141999DustStorm.html>, 2001-08-31.
- [17] Agriculture and Agri-Food Canada. Soil Conservation Notes Emergency Control of Wind Erosion[EB/OL]. <http://www.agr.ca/pfra/resource/scn1.htm>, 1999-06-18.
- [18] Eric Roose. Land Husbandry-Components and Strategy[EB/OL]. <http://www.fao.org/docrep/T1765E/t1765e00.htm>, 2002-04-18.
- [19] Agriculture and Agri-Food Canada. Prairie Soils: The Case for Conservation [EB/OL]. <http://www.agr.ca/pfra/pub/prsoils.htm>, 1998-02-04.
- [20] 钱正安, 焦彦军. 中、美和苏丹强沙尘暴的对比分析[J]. 甘肃气象, 1997, 15(1): 1-5. [QIAN Zheng-an, JIAO Yan-jun. Comparative analysis and discussion of severe dust storms in China, America and Sudan[J]. Gansu Meteorology, 1997, 15(1): 1-5.]

- [21] 王涛, 陈广庭, 钱正安, 等. 中国北方沙尘暴现状及对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 322 ~ 327. [WANG Tao, CHEN Guang-ting, QIAN Zheng-an, et. al. Situation of dust storms and its strategy in North China[J]. *Journal of Desert Research*, 2001, 21(4): 322 ~ 327.]
- [22] 钱正安, 宋敏红, 李万元. 近 50 年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 106 ~ 111. [QIAN Zheng-an, SONG Min-hong, LI Wan-yuan. Analyses on distributive variation and forecast of sand - dust storms in resent 50 years in North China[J]. *Journal of Desert Research*, 2002, 22(2): 106 ~ 111.]
- [23] 邱新法, 曾燕, 缪启龙. 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 ~ 322. [QIU Xin-fa, ZENG Yan, MIU Qi-long. Temporal and spatial rules, sources and pathways of dust storms in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(3): 316 ~ 322.]
- [24] 陈广庭. 近 50 年北京的沙尘天气及治理对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 402 ~ 407. [CHEN Guang-ting. History of strong dust storms in Beijing and ecological environmental change in nearby regions[J]. *Journal of Desert Research*, 2001, 21(4): 402 ~ 407.]
- [25] 叶笃正, 孔纪范, 刘纪远, 等. 关于我国华北沙尘天气的成因与治理对策[J]. 地理学报, 2000, 55(5): 513 ~ 521. [YE Du-zheng, CHOU Ji-fan, LIU Ji-yuan, et al. Causes of sand-stormy weather in Northern China and control measures[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55(5): 513 ~ 521.]
- [26] Univ. of Oklahoma Department of Geography. Conservation, Natural Resources, and Population[EB/OL]. <http://geography.ou.edu/courses/1103bw/conservation.htm>, 2001 - 06 - 11.
- [27] 葛全胜, 彭贵棠, 陈媛. 美国全球变化研究计划[J]. 地理科学进展, 1997, 16(1): 57 ~ 61. [GE Quan-sheng, PENG Cui-tang, CHEN Yuan. U.S. global change research plan[J]. *Progress in Geography*, 1997, 16(1): 57 ~ 61.]

Historical Dust Storms in U.S. and Their Controls for References to China Today

WANG Shi-ying, CAI Qiang-guo, WU Shu-an

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Resent dust storms occurred in China are very similar to the dust storms or the black blizzards in America in 1930s and in Soviet Unions in 1960s. So by introduction the experience of their control methods in the processes of combating the dust storms, especially the ones of the country with successful management, it will provide much beneficial references to prevent and control the same natural disasters in China today. According to the published materials on internet by America State Library and US Department of Agriculture, this paper summarizes the causes, evolving processes, termination and control measures of the dust storms both in 1930s and recent years in U.S.. This paper also briefly compares the dust storms between America and China, and based on these, the US references to China is presented. Learning from the experience of the historical dust storms control in U.S., China should integrate the control measures to the local economical policies so that these measures can be implemented for a long time. Dust storm is one of the soil erosion disasters, its management should be integrative with the control measures for local water erosion, vegetation recovering and relocation of land use, etc. Besides, China has combated desertification for nearly a half century, so native control measures should be selected and popularized for the same target.

Key words: Control measures of dust storms; Reference; USA; China