

沙尘暴对西部发展的危害研究*

□彭珂珊

一、我国沙尘暴概况

沙尘暴是沙暴和尘暴两者兼有的总称，是指强风把地表大量沙尘卷入空中，使空气特别混浊，水平能见度低于1km的天气现象。这是沙漠化的主要过程之一，也是沙漠及其边缘等特殊地面条件下产生的一种灾害性天气。300年以来，我国已有5次沙尘暴频发期，上一次频发期是1820—1890年发生的。近半个世纪我国西部沙尘暴的变化特点是：20世纪50年代沙尘暴发生日数多，60年代发生日数最少，70年代略有增加，80年代又处于逐渐减少的趋势，90年代有明显增加，21世纪初则上升到一个新阶段，为百年之罕见。2000—2001年我国西部连续出现了30次沙尘暴天气，出现之早，发生频率之高，影响范围之大，为国内外少有，不仅影响到北方的14个省（市区），而且波及南至台湾、东至日本，造成机场关闭、道路阻断、人员伤亡等。

国家沙尘暴监测预警服务业务系统的分析统计结果表明：从2001年元月1日到2001年5月20日止，我国北方共出现18次沙尘天气过程，其中强沙尘暴过程41天，占总日数的51%；从我国北方来看，平均每2天就有1次明显的沙尘天气，2001

年出现沙尘天气之早是历史之空罕见，2000年12月31日从新疆、内蒙古东西部发生，跨过世纪之交，在2001年1月1日影响到我国北方大部分地区，北京出现扬沙、浮尘天气。从区域分布来看，2001年春沙尘暴主要发生在西北地区，内蒙古中部受到17次沙尘天气影响，扬沙日数达到20—30天^①。其中2001年2月28日—3月6日，内蒙古6天之内遭受3次沙尘暴侵袭，2月28日，3月2日—3日出现两次沙尘天气，3月6日又出现扬尘天气，较前两次范围更大，沙尘密度和沙尘暴区域也更大，内蒙古锡林郭勒盟西部风速在17—28m/s，能见度只有100—300m。由于全球气候增暖，地表蒸发加大，土地利用不合理的格局不可能在短期内得到根本性的调整，沙尘暴只会加剧，短期内难以减轻。

二、西部沙尘暴的成因

中国西部属于全球四大沙尘暴区之一的中亚沙尘区，为全球现代沙尘的高活动区之一^②。在地质时期和历史时期，这里一直是沙尘暴的主要成灾地区和“雨土”释放源地^③。近几十年来，由于人为破坏，宏观政策失误，造成沙暴灾害频繁发生。沙尘暴形成原因较多，但主要有以下几点：

1. 气候干燥多风。沙尘暴是沙化的产物，沙尘暴频发期均对应于干旱期，在公元1060—1270年、1640—1720年、1810—1920年三段干旱期，同期也是沙尘暴高发期。近几年来，我国西部冬季温差增大，强冷空气活动频繁，大风频发，为沙化土地扩展提供了动力条件，冬春季温度增幅大，使大气层结处于不稳定状态，遇冷压冷风过境，极易形成大风天气。特强沙尘暴的风头象一道黑墙，一般自西向东（或自西北向东南）迅速推进，气象要素变化十分剧烈。沙尘暴一到，顿时狂风大作，沙尘飞扬，气压猛升，温度剧降。1993年5月5日14—20时，甘肃河西走廊酒泉、张掖等地自西北向东南相继出现了特大沙尘暴，从山丹向东演变成黑霾，沙尘暴风力高达9级，瞬间最大风速达12级（见表1），平均风速达23.2m/s。

2. 沙源面广。丰富的沙源是沙尘暴产生的基础。我国是亚洲沙质荒漠广泛发育的地区，沙漠和沙地广布于荒漠、半荒漠及草原地区，总面积达171万km²，占国土面积17.85%，90%以上分布在西北地区，形成一条西起柴达木盆地，东至松嫩平原西部，东西长4500km，南北宽600km的沙漠带。其中分布于南疆的塔克拉玛干沙漠面积33.76万km²，是我国最

*本文为国家重点基础研究发展规划项目（G200001—86—05）和2001年5—6月野外考察工作中的一部分内容。

表1 甘肃河西地区沙尘暴风速统计表(1993年5月5日)

地点	风速(m/s)	地点	风速(m/s)	地点	风速(m/s)	地点	风速(m/s)
玉门镇	23	肃南	19	金昌	34	永登	19
酒泉	22	临泽	21	民勤	25	景泰	21
金塔	19	张掖	17	蔡旗	25	白银	29
鼎新	20	山丹	23	武威	22	靖远	19
托勒	28	民乐	23	古浪	25	会宁	28
高台	21	永昌	28	乌勒岭	23	总平均	23.2

大也是世界著名的大沙漠；北疆的古尔班通古特沙漠面积 4.88 万 km²，在全国位居第二；我国中东部沙区也是沙漠分布最多的地区，自东北向西南分布有呼伦贝尔、嘎亥俄立苏、科尔沁、浑善达克、库布齐、毛乌素、乌兰布

和、腾格里、巴丹吉林、甘肃河西走廊绿洲外缘沙漠、柴达木等 11 处沙漠和沙地，面积达 26.9 万 km²（见表 2），上述沙漠区受干旱气候和外表营力的影响，地表物质以物理风化为主，质地轻粗松散，沙源丰富，丰富的沙源

表2 中国八大沙漠和四大沙地情况表

沙漠(地)名称	塔克拉玛干	古尔班通古特	库姆塔格	柴达木	巴丹吉林	腾格里	乌兰布和	库布齐	浑善达克	科尔沁	毛乌素	呼伦贝尔
沙漠(地)位于地址	新疆塔里木盆地	新疆准噶尔盆地	新疆东南部	青海柴达木盆地	内蒙古高原西部	内蒙古西部	内蒙古河套平原西部	内蒙古鄂尔多斯高原北部	内蒙古锡林郭勒	西辽河中下游	内蒙古阿尔巴斯高原	内蒙古东北部呼伦贝尔草原
沙漠(地)面积(万 km ²)	33.76	4.88	1.95	3.49	4.43	4.27	1.15	1.86	4.23	5.06	3.21	1.0

为沙尘暴形成创造了条件。

3. 地表植被破坏严重。历史上西部生态环境优越，森林密布。但由于人们肆意毁坏，许多沙漠绿洲和天然植被滥垦、过牧、樵采等破坏行为，自然资源被盲目和无限开采和不合理利用。①开垦。垦荒既是对森林、草原植被的破坏，又是对地表土层的破坏，造成地下粉层出露，产生风沙活动和流沙堆积。50—70 年片面强调“以粮为纲”，甚至提出“牧民不吃亏心粮”，导致有组织大面积开垦，内蒙鄂尔多斯开垦了 66.7 万 hm²，却造成了 120 万 hm² 草原沙化。内蒙、甘肃、新疆等省（区）1986—1996 年开垦 194 万 hm²，竟有 98.6 万 hm² 撂荒。近代形成的沙漠化土地中，因农垦所致占 25%。由于生产上采取传统的倒山种田，广种薄收，大面积毁林开荒、滥垦滥种，逐步形成沙漠化土地。②过牧。草场的生物资源和牧草的再生能力是有限的，过多的牲畜集

中在有限的草场上放牧，就会影响草场的正常生长而引起退化。人们为了增加收入，盲目发展畜牧业，滥牧现象严重。河西地区草场理论值为 460 万个羊单位，现在实际已达 700 万只，超载率达 52%^④。草场长期处于超载，这种现象造成畜草矛盾突出，适口性好的草地逐渐减少，草地受到破坏，致使地表裸露，经牲畜践踏而引起表面沙化。③滥采。乱砍、滥伐、滥樵、滥采而破坏了植被，因人们无组织和无计划的乱砍，使西部整片的胡杨变成片片死去的怪树桩，内蒙额济纳地区 1999 年统计，胡杨林已从 1949 年的 4.67 万 hm² 下降到 1999 年的 2 万 hm²。

4. 水资源短缺。我国沙化地区可利用地表水资平均每人 2497.2 万 m²，而 667 m² 耕地只有 618.3 m³，与全国人均占有、亩均占有少 4%—65%，水资源贫乏成为限制农业生

产发展与自然资源开发的主要因素。在西部地区，河流的水源是经济建设和生命系统的命脉。如西北水资源总量 2254 亿 m³，只占全国的 8%，由于历史原因，许多山川的森林急剧减少，雪线上移，高山涵养水源下降，造成雨季洪水泛滥，冬季无水供给，河流干枯现象突出，塔里木河是沿河绿洲及罗布泊湖的水源，由于沿河开荒面积已超过 13 万 hm²，再加上在下游干流修建了库容 1.8 亿 m³ 的大西海水库，使下游 340km 河道断流，罗布泊湖干涸^⑤。河流上游的过度用水，使下游无水，造成河流两岸森林大片死亡。甘肃河西祁连山在近 20 年水流急剧减少，致使祁连山供水的石羊河、黑河、疏勒河 3 大灌溉河流水量大减，时有断流。50 年代石羊河给民勤县提供 5.46 亿 m³ 的水，80 年代仅能提供 2 亿 m³，到 90 年代末只有 1 亿 m³，为补不足，

人们普遍超采地下水，使大面积人工林和天然林，死亡达 9800hm^2 ，由于水分平衡失调，林地已出现不同程度的退化。

三、西部沙尘暴的危害程度

沙尘暴是天气恶劣的突出表现，其根本原因是水土资源的不合理利用，导致大量土地沙化，严重影响西部地区资源开发、环境保护和可持续发展。一旦沙尘暴天气形成之后，会以排山倒海之势滚滚向前移动，携带砂粒的强劲气流所经之处，通过沙埋、风蚀沙割、狂风袭击、降温霜冻和污染大气等作用方式，使大片的农田或受沙埋，或受风蚀刮走沃土，或者农作物受霜冻之害而颗粒无收，它能加剧土地沙化，发展速度加快，导致生态环境破坏，人民的生存条件恶化，加重贫困程度，并对交通和供电线路产生重要影响，给人民的生命财产造成严重损失（见表3）。由于近几年强沙尘暴频率有逐年增加的趋势，加之工业建设和土地资源超载局面难以改善，沙尘暴造成的危害越来越大，构成严重的压力。阿拉善百年前水草丰美，曾是大清皇家的牧场，阿拉善 27万 km^2 土地只有17万人，然而由于生态环境的破坏，自然承载力逐年下降，从1960年至1990年的30年间，全盟牧畜总头数由200万头降至130万头，大面积草场无草可供采食，盘羊、野驴、野骆驼等珍贵野生动物纷纷消失绝迹，一批又一批农牧民不得不背井离乡举家搬迁，在阿拉善盟17万人总人口中

失去家园的生态难民多达2万余人^⑨。以致 1km^2 已不能养活1个人，进一步激化区内人口、资源、环境与社会经济发展间的矛盾^⑩。（见表3）

四、西部沙尘暴防治基本战略

沙尘暴是目前制约我国西部经济振兴和生态环境改善的巨大障碍，

1. 实施综合治理。防治沙尘暴灾害，其主要手段就是保护国土资源，防止土壤风蚀沙化，必须从西部的自然条件、区域生态特征及其现有经济水平的客观条件出发，按照客观规律办事，战胜沙尘暴。首先是在林业建设上，建议国家在沙区实施退牧还林还草工程，这是防治沙尘暴的必然选择，大力实施封沙育草育林，采用在沙丘低地造林，直接在流沙上栽植固沙植物，并在人工沙障防护下栽



特别是西部地区具有的独特自然环境，丰富的自然资源，重要的国防地位，特殊的民族区域，在我国的生态、资源、环境，国民经济和社会发展等方面具有极为重要的地位和作用，使得其沙尘暴的防治对全国具有极为重要的现实意义。国家西部大开发战略的实施，为西部开展沙尘暴防治及工程建设提供了前所未有的历史机遇。因此应从以下几个方面入手，解决好沙尘暴这一困扰西部国民经济与社会发展的重大问题。

植固沙植物和飞播植物固沙措施，有效防治沙化扩展。飞播造林是一种造林面积广、速度快、成本低的现代高技术，每公顷投入600元就能很好地完成治理和恢复植被，随着飞播技术的日趋成熟，应加大飞播造林的力度^⑪。发展薪炭林，增加生物燃料的供应量，建立完善的防护林体系，以灌木为主，实行灌、乔、草结合，带、片、网相结合，防护、饲料、薪炭、经济等多种林相结合，增加地表覆盖度，削弱风力，减少沙源，减弱和避免风力对沙质地表的作用。第二是草业建

表3 我国西部沙尘暴灾害的典型案例(1949—2000年)

时间	地域范围	沙尘暴灾害情况
1949年	新疆哈密	3月18日晨8h,哈密城风云突变,狂风四起,飞沙走石,天昏地暗,至夜12日稍息,死3人。
1952年	甘肃河西23县	4月9日酒泉、敦煌、临泽、张掖、山丹、永昌、武威、环县等23个县发生强沙尘暴,仅永昌县沙埋农田400多hm ² 。据张掖气象站记载,4月9日15h至10日晨发生强沙尘暴,天空变黑,飞沙走石,能见度0级,风力9级,15h32min后风力渐减,天空变为黄色,17h后风力仍有6级,能见度仍很低。
1961年	新疆吐鲁番	5月31日—6月1日大风,风力12级以上,盆地内兰新铁路多处被沙埋,造成91次列车脱轨的严重事故,10多节车厢翻倒路边,其中一节被抛起摔坏,刮断电杆几百根,交通中断36h,下马崖等地有40多孔坎儿井被沙埋,死伤20多人。
1979年	新疆中部地区	4月10日兰新线哈密至乌鲁木齐,风力达12级以上。兰新线运输中断37h47min;南疆线中断167h。房屋损坏2.1万m ² ,门窗玻璃损坏7800m ² ,小学生死3人。波及部队仓库,毁1698.4万元物资,死2名战士。4月10日~11日吐鲁番刮12级大风18h,受灾作物3万hm ² ,折树5758株,沙埋坎儿井108道,大小渠道402条,吹失麦草62.5t,化肥2.5t,倒房屋16间,16户着火,死10人,伤40人,通讯中断,总计损失143.9万元。
1983年	新疆吐鲁番、托克逊、岳普湖、英吉沙、焉耆等地	4月25日~28日先后受8级以上大风危害。据不完全统计,2.4万多hm ² 农作物被损失,毁坏树木5.1万株,填平渠道9.2km,死亡牲畜843头(只),倒塌或火灾烧毁房屋242间,4人死亡。在4月26日风暴中,吐鲁番地区4800多hm ² 农作物受灾,1400hm ² 葡萄受损,刮倒树木近万株,供电、通讯线杆数百根被刮倒。90道坎儿井堵塞,倒房108间,9处起火,18户受灾,死7人,死牲畜155头(只);铁路运输设施受到不同程度破坏,运行中的69次客车和沿线车站门窗玻璃被风沙击碎600多块。
1983年	内蒙古中、西部地区,陕西榆林地区	4月27日~29日大风,风力一般8~9级,瞬时最大风速在38m/s,为历年所罕见,在伊盟伴有沙尘暴天气,能见度小于200m。据不完全统计,在这次灾害中内蒙古死33人,伤46人,死牲畜9.8万头(只);牧区部分草场棚圈被沙压埋;鄂托克旗流沙埋没水井78眼,压塌棚圈15处。榆林地区死25人,死亡、丢失牲畜6.2万头(只)。
1986年	甘肃安西、敦煌	5月18日~20日沙暴持续17h,能见度0级。据气象站介绍,能见度之低,持续时间之长,为1938年有气象记载以来的第一次。在风沙灾害中,1.49万hm ² 农作物全受害,其中毁灭性灾害2020hm ² ,重灾1200hm ² 。蔬菜全毁140hm ² ,掉果23.5万株,毁果树嫁接苗1.64万株,摧树2.5万株,死亡、失踪大家畜14头,羊659只,决塘坝2座,沙埋水渠29.4km,毁电线24.5km,引起火灾3次,刮倒房屋57间,畜圈105个,围墙384m,吹走煤炭1800多t,芒硝1.5t,造成总经济损失1200多万元。
1986年	新疆和田地区	5月18日~19日出现强沙尘暴天气,使小麦减产2.5万t,棉花减产6万~7.5万kg,玉米、果树、葡萄、瓜菜受灾严重。风暴中死亡10人,失踪9人,丢失、死亡牲畜4128头(只),倒房屋218间,棚圈125个,刮倒电杆736根,直接经济损失为5000万元以上。
1993	新疆吐鲁番、哈密、甘肃河西地区,宁夏中卫,内蒙古西部	5月5日14~19时出现黑风暴天气,死85人,伤264人,失踪264人。在死亡和失踪中,少年儿童居多。表土层风蚀达10~30cm,农作物受灾面积37.3万hm ² 。死亡与丢失牲畜12万头。沙埋水渠1000多km。刮倒电杆6012根。兰新线中断37h。毁房4412间。降尘量每km ² 高达161~256t。直接经济损失5.6亿。此次特强沙尘暴的影响范围达110万km ² ,占全国总面积的11.5%,涉及西北四省区18个地(市)的72个县(旗),人口1200万人。这次强沙尘暴通过沙埋,吹刮对西北地区的植被生态环境造成严重破坏,大大加快了该地区土地荒漠化进程。
1995年	宁夏、内蒙古西部、新疆阿克苏等地	5月16日,宁夏、内蒙古西部地区遭受强沙尘暴袭击,沙尘暴所经之处黄沙滚滚,天昏地暗,阵风达10~11级,能见度在10m以下,宁夏有1333.3万hm ² 农作物受灾,5000多座塑料大棚受损,人员也有伤亡,内蒙古阿盟有0.2万hm ² 小麦、玉米被打死,0.27万hm ² 农作物被流沙掩埋,阿左旗丢失牲畜10多万头(只),死亡6000多头(只)。5月17~18日,新疆阿克苏、巴州、喀什有11个县遭受沙尘暴,最大风力10级,山口风力达12级,4万hm ² 棉花、小麦受害。
1996年	甘肃河西走廊	5月29日,在甘肃河西走廊出现一次强沙尘暴天气,这次强沙尘暴于5月29日19h37min首次出现在河西走廊最西端的敦煌市,在酒泉地区持续时间长达22.5h,风向转为西风,瞬间最大风力达11级,能见度5m,沙尘暴前锋于30日10h08min在金昌出现,持续时间15h,10min最大风速18m/s,在民勤县持续9h,10min风速达17m/s,最大风速27m/s,能见度不足80m,在安西县大风刮倒房屋72间,畜棚106间,在敦煌市造成5人死亡,民勤县种植籽瓜1.4万hm ² ,受害80%的达0.67万hm ² 。
1998年	西北12个地州	4月17~19日,遭受沙尘暴袭击,3.07万hm ² 农作物受灾,11.09万头牲畜死亡,156万人受灾,直接经济损失8亿元。
1999年	宁甘东南部、陕北、内蒙古中西部	元月24日,宁夏、甘肃东南部、陕北、内蒙古中西部、山西中部等地出现了沙尘暴或扬尘等恶劣天气,为历年最早,4月至5月中旬,西北地区、华北北部等地又先后出现沙尘暴天气,一些地区出现大风降温过程,部分地区的畜牧业、林果业和瓜果遭受的直接经济损失约亿元。
2000年	西北地区5个省区	据中国荒漠化监测中心提供的数据,2000年3月26日,受冷锋云系影响,我国甘肃中部、宁夏北部、内蒙古自治区西部的部分地区出现了大范围的扬沙天气,部分地区有沙尘暴发生。此次沙尘暴与扬尘影响范围约为174161km ² ,受影响人约2498.31万,耕地约为523万hm ² ,牧草地约404万hm ² 。受此次沙尘暴影响,北京发生浮降尘现象,并造成华北地区大范围的环境污染,使农牧业、工交运输等受到不同程度的影响,直接经济损失约0.5~1.0亿元人民币。4月6日,北京遭受到近10年来最大的一次沙尘天气,黄沙蔽日。4月25日,沙尘天气再袭北京,黄土弥漫,行人呼吸困难,这已是北京遭受的第8次沙尘天气,截止到5月中旬,我国西北、华北地区竟连续发生了12次扬沙、沙尘暴天气,影响到我国内蒙古自治区、陕西、甘肃、宁夏、山西、河北、北京、天津、吉林、山东、河南、湖北、江苏、安徽等省,总面积占国土面积的1/4。

设上，要人工种草与封沙封丘育草相结合，迅速恢复草场植被，防止草原进一步沙化、退化和碱化，视草原不同情况，可采取翻耙压自然更新或在翻耙压后人工补播种草。并实行合理分区轮牧轮放，加强放牧管理和围栏建设，逐步实行草原打井灌溉，增施肥料，以提高牧草产量，使天然草场得到改善，覆盖率明显提高，防御风沙能力明显增强。第三是在农业措施上，必须坚持耕作制度改革，坚持用地养地相结合的原则，促进耕作制度与土壤肥力的不断发展，要大力推广以深松为基础，少耕为原则，垄作为主体的耕作方法和大搞以增肥改土为中心的农田基本建设。引进先进技术，以提高单产为中心。第四在工程措施上，主要是应用于路堤、路堑的边坡保护，其方法有：①粘土泥浆抹面；②压沙；③构筑积沙沟堤；④沙障。在与主害风相垂直的人工设置沙障是防止风蚀进一步发展的有效措施，沙障分土沙障、草沙障和柴草沙障，草沙障和柴草沙障简便易行，在风蚀严重的风蚀槽上以及流动沙丘的前方，为防止风流沙的活动和侵蚀农田，可就地取材利用秸秆、树枝人工设置柴草沙障，待风蚀和流沙得到控制趋于稳定后，马上造林种草。第五在水利措施上，主要是保护天然植被，利用好天然降水，搞好引水拉沙，提高土壤湿度，防止沙尘暴发生，由于工程建设具有长期性，应分阶段分步骤进行，具体应全面规划，分步实施，突出重点，先易后难，先行试点，稳步推进。

2. 加强沙尘暴科研。连续几年的沙尘暴危害已引起各界人士的重视，许多有识之士在分析总结国内外正反两方面经验后，要求人们在更高层次上，重新认识沙尘暴科研

工作。①搞好规划。在沙尘暴频发区进行各项措施的规划，必须在土地利用规划的基础上进行，按照当地实际确定农、林、牧、副、渔、草、路的比例，达到既发展生产，又促进生态平衡。目前应结合 50 多年防风蚀经验，很有必要对防治沙尘暴规划重新加以研究，对原有的防灾标准作必要的调整，并在此基础上，纳入经济建设计划之中，以适应频发的沙尘暴的防灾标准。②进行沙尘暴形成条件和机理的研究。沙尘暴天气的研究是一个复杂的课题，应加强研究沙尘暴天气形成和发展过程与机理，揭示沙尘暴生成背景与长距离输送的天气气候特征与条件，将传统的天气学方法和现代数值预报方法有效结合，探索新的沙尘暴中短期预报和治理方法，可从以下几个方面入手。③历史时期和近期沙尘暴记载的统计与整理；④沙尘暴发生的源地、移动路线和沉降范围；⑤沙尘暴典型案例和沙尘气候变化特征研究；⑥沙尘天气溶胶物理化学及辐射特征研究；⑦沙尘暴发生地退耕还林（草）生态建设与植被恢复研究；⑧沙尘暴遥感监测、预报、沙化逆转过程及整治研究；⑨人们的生命财产应急保护措施；⑩沙尘暴数的模拟与输送研究。沙尘暴已经成为我国风沙灾害的重要组成部分，强和特强沙尘暴灾害逐年加剧，以后对这方面研究应该加大与国外同行的合作，以解决我国防治工程建设规划与实施所出现的问题。⑪加强基础性研究。沙尘暴资料是一项非常重要的基础资料，它是防灾减灾的主要依据，并且是计划、统计、国土、水利、农业、林业、畜牧、工业、环保、交通、邮电、能源、保险等部门必不可少的资料，由于在实际工作中凭主观判断估计的数字现象普遍，因此，应加快研究和拟定出沙尘暴评价指标体系，开发和利用遥感技

术和地理信息系统，建立快速和科学资料收集和核实手段，达到科学、简便、实用的要求。⑫开展气候变化对沙尘暴演进的影响研究。研究气候条件与沙漠化、沙尘暴相互作用的机理，分析历史上气候变迁与沙漠化和沙尘暴对应关系，预测未来 15 年和 50 年中国西部气候变化情景，在此基础上评估气候变化对沙漠化和沙尘暴的进一步影响，为我国西部大开发提供未来气候变化，尤其在极端气候事件发生频繁和强度的可能影响程度的评估。⑬实施动态监测。沙尘暴监测是掌握其发展趋势的重要手段，通过现代遥感和自动化处理技术，进行信息管理，对不同类型沙尘暴进行监测；及时预报沙尘暴的动态变化，在现有气象观察预警系统的基础上，建立现代化的沙尘暴天气及北方灾害性天气的监测、预报、警报服务系统^⑭。利用气象卫星、雷达、自动气象站等高科技手段，定期进行沙尘暴发展、势态的评估，制定整治计划，进一步在沙漠化地区的资源环境和高效农业的研究与实践方面利用“3S”等高新技术，建立资源环境信息系统，形成一个实时的国家级沙尘暴监测、预警和对策服务系统。

3. 健全执法体系。保护沙区天然林草资源，停止破坏是防止沙尘暴最为重要的基础工作，要通过立法强制推行对沙区天然林草的保护，真正做到人人珍惜和爱护沙区天然林草资源。⑮加强法规体系建设。《草原法》、《森林法》作为防治沙尘暴频发的大法，但内容比较概略，有些规定比较原则，一些委任性规范性条款还需制定配套的专项法律和行政法规，地方上也需因地制宜制定更为具体实施办法、细则和规章，以逐步完善法规体系。全国人大应尽快颁布《防沙治沙法》，以适应经济发展形势之需要。⑯加强行政执法。《森林法》

和《草原法》等的颁布实施，只是法制建设的起点，真正做到依法治沙，依法管沙，依法用沙，必须坚持不懈进行法制建设。但由于管理薄弱，执法不力，沙区工程设施受到破坏，沙化有增无减，已严重影响国土安全，要自上而下建立行政执法体系。③修改不适合当前形势的法律条款。实践证明，《草原法》、《森林法》是两部好的法律，同样受到当时认识的局限性和条件的限制，两法律颁布不久，我国经济进入高速发展和经济体制转轨的时期，在执行中出现一些新问题，当前立法的重点抓紧修改《草原法》、《森林法》完善配套法规，同时，结合“十五”计划，加快《防沙治沙法》立法力度，在制定这部大法的时候，应将沙尘暴纳入《防沙治沙法》之中。

4. 增加资金投入。为了使防治沙尘暴适应国民经济发展要求，切实把西部生态环境建设好，中央和地方财政安排国家预算内拨款基本建设投资用于防治沙尘暴的比例要适当增加，在国家财政收入逐年增长的同时，相应增加资金的投入力度，解决增加投入问题，除了国家投入增加外，实行国家、集体、个人多元化、多层次、多渠道投资，群众投劳也是一种办法，也可采用租赁、承包、股份、合作、荒沙拍卖使用权、独资、合资等形式，吸收各方面的资金，形成国有资本、集体资本、私营资本、国外资本和混合资本共同参与的多极投入机制，并通过政策上的倾斜与扶持，保证投资者的利益。西部沙尘暴防治，需要全面规划，统筹安排，综合平衡，充分协调，否则不仅不能达到工程的预期效益，而且会产生严重的后果。根据保护天然林工程、退耕还林（草）工程、封山禁牧、舍饲养羊、禁止滥采发菜野生固植物和加快西部自然保护区建设

等的要求，应该合理用好现有资金，扩大治理绿化范围，彻底解决沙化速度大于治理速度的矛盾。建立健全生态效益补偿机制，总结典型经验，先行试点，条件成熟，逐步推开，为实行山川秀美奠定坚实的基础，使有效的投入发挥出最佳的效益。

5. 提高思想认识。提高思想认识不是权宜之计，而是防治沙尘暴工作的一项重要而经常性的基本任务，沙尘暴多发期要不失时机地做好这方面的工作，平时也要居安思危，克服麻痹思想。①以可持续发展的观点为指导，正确处理近期利益和长远利益、经济利益和生态利益的矛盾，以维护国家的长治久安、民族振兴，保持社会经济可持续发展的战略高度来认识防治沙风暴的重要性，引起各级领导和群众的重视。②利用各种宣传手段和新闻媒体，在广大群众中大力宣传沙尘暴的严重危害，以期政府把它放在同经济发展的同等重要位置，使之与西部大开发有机结合起来，并纳入经济发展战略中去考虑，要吸收西方发达国家发展经济先期那种先破坏后治理的教训。③强化政府行为，协调好农、林、牧、水、沙之间的关系，坚决杜绝滥垦、滥伐、滥牧、滥采的违法行为，保护好沙区现有植被，合理利用土地资源和水资源，发展沙区经济，加快脱贫致富步伐，遏止住荒漠化加剧的局面。④根据气候生态区域提出植树造林、退耕还林还草、控制超载放牧、草场退化、兴修水利等生态环境建设与保护方案，开发气候—生态综合评估模型，分析生态环境建设对治理沙尘暴的作用和效益。⑤提高农民素质。建议把沙尘暴作为主要国情写入中小学课本，从少年儿童时期就对沙尘暴有一定

的了解。⑥制定优惠政策，积极创造条件，推广节柴改灶，逐步实行以煤代柴，有效保护沙区植被。⑦改善沙尘暴频发区基础设施，促进工农业生产发展。⑧妥善安排好灾民生活，尽量做到灾民有吃、有穿、有住、伤病者得到及时救济和治疗，使生活与社会安定。

注释

①王学健. 我国沙尘暴可能进入频发期 [N]. 科学时报, 2001年5月27日

②王武功. 沙尘暴研究进展 [J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 349-356

③ Pyke. Aeolian dust and dust deposit [M]. London: Academic press Inc. Ltd, 1987, 113-126

④史培军、严平、高尚玉. 我国沙尘暴灾害及其研究进展与展望 [J]. 自然灾害学报, 2000, 9(3): 71-77

⑤吕文. 三北地区沙漠化成因及其防治对策 [J]. 防护林科技, 2001(1): 28-31

⑥刘树坤. 我国西部大开发中的灾害与生态环境问题 [J]. 水利水电科技进展, 2000, 20(5): 2-5

⑦沈孝辉. 追溯沙尘暴之源… [J]. 森林与人类, 2000(12): 4-11

⑧董玉祥. 我国西部大开发中沙漠化灾害防治研究 [J]. 灾害学, 2000(4): 19-23

⑨刘运河、唐德富. 水土保持 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1988, 464-505

⑩张强、赵雪、赵哈林. 中国沙区草地 [M]. 北京: 气象出版社, 1998, 1-33

(作者单位: 中国科学院水利部水土保持研究所)