

陕北气象灾害与生态环境治理

杜继稳^①, 王小宁^①, 雷向杰^①, 鲁渊平^①, 袁君健^②

(^①陕西省气象台, 西安 710015; ^②陕西省计划委员会, 西安 710004)

摘要:通过分析陕北气象灾害与生态环境治理之间的关系发现, 陕北干旱、暴雨、冰雹和大风沙尘暴灾害是在天气气候条件同生态环境因素共同作用下产生的; 森林、草原、植被能够有效地抵御或减轻气象灾害造成的损失。

关键词:气象灾害; 生态环境; 关系; 陕北

中图分类号: P429 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2001)01-0071-07

众所周知, 自然灾害繁多, 主要有气象灾害、洪水灾害、地震灾害、地质灾害、海洋灾害、农林牧生物灾害、森林火灾与草原火灾等。在这七种自然灾害中, 气象灾害占主要成分, 而且起主导作用, 常常诱发或引起一连串的次生灾害与衍生灾害, 形成灾害链。如旱灾易引发火灾、蝗灾、风沙; 暴雨易导致洪涝、滑坡和泥石流、水土流失等^[5]。在陕北, 气象灾害按其发生频率和灾害程度主要有干旱、暴雨、冰雹、大风与沙尘暴等, 这些灾害因陕北特殊的地理环境和气候背景, 有其独特的分布规律和表现特征^[1]。而且不少观测事实和研究结果表明, 生态环境的不同影响局地环流和区域气候, 直接对减轻和抵抗气象灾害产生作用。本文试图分析上述四种气象灾害的分布规律和表现特征, 探讨生态环境的治理对气象灾害的影响。

1 气象灾害

1.1 干旱

在陕北的自然灾害中, 干旱居群灾之首。根据文献 [3] 给出的陕北干旱统计分析发现, 在 1470~1989 年期间, 对于范围较大、降水长时间偏少或不雨的大旱, 榆林共发生 55 次, 占总年数的 10.6%; 延安 50 次, 占总年数 9.6%。对于普通干旱, 榆林共发生 164 次, 占总年数 31.5%; 延安 154 次, 占总年数 29.6%。我们利用文献 [4] 给出的 1949 年以来的陕西干旱灾害年鉴, 按照相同的标准延续 90 年代后期的资料可以看出, 整个陕北几乎年年有旱, 而且北部高于南部, 在 50 a 中陕北北部只有 3 a 没有旱, 旱年占 94%, 陕北南部有 5 a 没有旱, 旱年占 90%。陕北干旱呈现逐年加剧的趋势, 前述的不旱年份均出现在 1971 年之前, 进入 80 年代, 特别是进入 90 年代后, 干旱加剧。陕北干旱以春、夏旱或春夏秋连旱为主; 但进入 70 年代后春、夏、秋、冬四季连旱频繁发生, 在 50 年代未发生四季连旱, 60 年代出现 2 次, 70

收稿日期: 2000—09—28

基金项目: 陕西生态办“陕北生态环境的最佳治理方案研究”项目资助 (1999-003)

作者简介: 杜继稳 (1953—), 男, 正研级高级工程师, 主要从事天气气候和计算机应用技术研究。

年代 4 次, 80 年代 6 次, 90 年代 7 次。除了季节连旱外, 连年旱也呈加剧的趋势, 如陕北北部 1964 年秋季开始的干旱持续到 1966 年夏季, 1979 年秋季开始的干旱一直延续到 1983 年夏, 1993 年春季开始的大旱一直持续到 1996 年春, 相隔一年后的 1998 年秋季开始的大旱至今还未结束。

干旱灾害事件是在不利的气候背景下, 人类社会生活对水的需求与供水之间的平衡关系破坏后, 对工农(牧)业生产和城乡生活产生了不利影响的结果。在这种供需关系中, 影响供水和需水的因子, 一是生态环境因子, 包括地表植被、地面水资源和地下水资源、蒸发、径流等; 二是天气气候因子; 包括降水和空中水资源、气温、风等, 以上是自然因子; 三是社会因子, 包括农业土地利用、耕作制度、种植结构、城市建设、人口增长、工业布局, 以及水利工程供水能力等人类社会经济活动因子。就陕北来说, 第一, 森林覆盖率低, 只是南部有子午岭、崂山、乔山林区, 大部为黄土丘陵沟壑区、地表反射率大, 气温日较差大, 蒸发快。根据文献 [6] 给出的数据, 陕北年径流量为 42.75 亿 m^3 。由于陕北由上覆黄土层的孔隙、裂隙水和下覆碎屑岩裂隙、孔隙水组成, 因而地下水短缺, 只有 30.31 亿 m^3 。考虑到地表水同地下水在一定条件下可以互相转化, 因而陕北实际拥有水资源 53.69 亿 m^3 , 这仅是关中渭河流域的 35%, 是汉水流域的 16%。第二, 陕北属半干旱地区, 年降水大约在 400~550 mm 之间, 但年际变化大, 如榆林, 丰水年最高达 692.6 mm, 早年最低只有 159.1 mm; 延安丰水年最高达 871.0 mm, 早年最低仅有 330.0 mm。年内降水主要集中在夏、秋季, 而且多对流性降水, 局地强, 历时短, 这宝贵的降水资源因生态环境差而易被水土流失。第三, 陕北人口快速增长, 由解放初的 100 余万发展增加到目前的近 500 万, 再加上城镇建设、工业发展和乡镇企业的掘起, 对水的需求愈来愈大。虽然 1949 年以来人民政府在陕北进行了大量的水利工程建设, 但远远不能满足对水的需求。综合上述讨论, 陕北的抗旱能力非常脆弱, 一旦降水稀少, 出现大气干旱, 将立即作用于农业和社会经济生活的各个方面, 造成旱灾。旱灾不同于地质灾害和水灾, 它是一个缓慢的过程, 并且有较强的滞后效应, 因而造成的危害就更大。据 1949~1990 年平均受旱、成灾面积统计, 陕西受旱面积为 85.77 万 hm^2 , 受旱率达 16.7%, 成灾面积为 51.11 万 hm^2 , 成灾率达 9.9%, 其中成灾面积在全国排在第 6 位, 仅次于山东、河南、黑龙江、河北、四川, 成灾率排在第 3 位, 仅次于宁夏和甘肃。通过对 1949~1990 年、1971~1990 年和 1981~1990 年干旱灾害的统计, 发现受旱率和成灾率均呈明显增长的趋势^[2]。

1.2 暴雨

暴雨具有双重性, 它一方面带来水的资源, 但同时又在局地造成灾害。在久旱缺水的时候, 一场暴雨主要是喜雨, 但在连阴雨期间下暴雨或大范围的暴雨又会带来灾害; 在生态条件好的地区, 一场暴雨不会带来灾害或造成的灾害较小, 但在生态条件差的地区, 一场强降水可在局地造成严重灾害。陕北是典型的半干旱地区, 靠雨养农业, 向来雨水贵如油。但陕北又是典型的以梁、峁、沟壑等地貌为主的黄土高原地区, 林草覆盖率低, 地表裸露。因此, 在陕北, 暴雨既带来水解决旱的问题, 但同时又在暴雨中心区造成严重洪灾, 并次生出滑坡、水土流失灾害。

在 1470~1989 年期间^[3], 榆林共发生大涝 31 次, 占总年数 6.0%, 延安 28 次, 占总年数 5.4%; 榆林共发生涝年 84 次, 占总年数 16.2%, 延安 90 次, 占总年数 17.3%。据史料

记载统计，陕西自公元元年以来的 2000 a 间，共发生 500 a 次洪水灾害，频率为 25%，其中自 1 世纪初到 14 世纪末，发生 227 a 次，频率为 16.2%；15 世纪初到 19 世纪末，发生 205 a 次，频率为 41.0%；20 世纪初以来，共有 68 a 发生过洪水灾害，频率为 70.0%，可见洪水灾害呈明显增多的发展趋势。我们利用陕北气象站实测降水资料，分析了陕北 1961~1999 年暴雨、大暴雨时空分布发现，陕北暴雨有两个高发中心，一是陕北北部的神木、府谷县一带；二是陕北中南部的延安、宜川一带。暴雨发生率均达到 0.82 d/a，暴雨发生率最低的是陕西北部的定边、靖边、横山一带，仅有 0.25 到 0.36 d/a。大暴雨呈现三个高发中心，一是陕北北部的神木、榆林一带，二是子洲、绥德一带，三是富县、洛川区域，如图 1 所示。陕北暴雨自 70 年代以来，虽然年总雨量呈减少趋势，暴雨发生次数的变率较大，但并不呈现明显的减少或增多趋势。陕北大暴雨略有不同，呈现两个多发时段，一是 70 年代到 80 年代前期，二是 90 年代，但总体上呈减少的趋势。

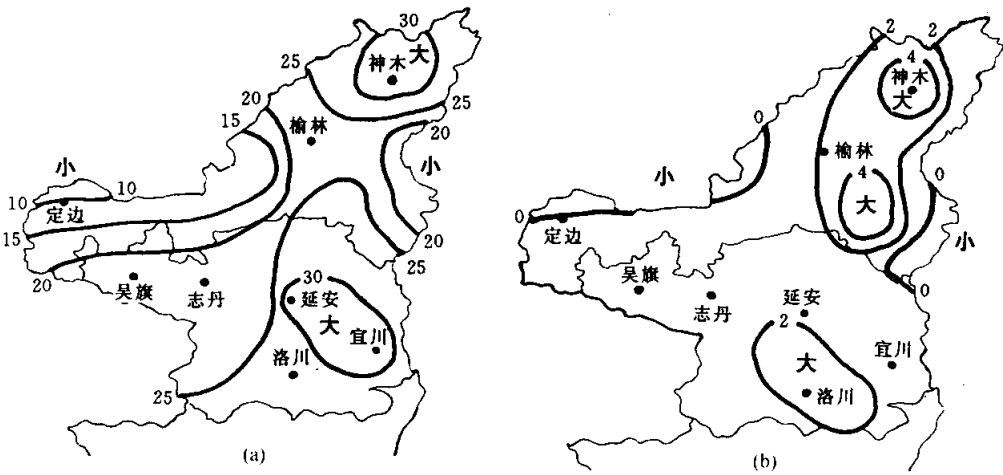


图 1 陕北 1961~1999 年暴雨 (a) 大暴雨 (b) 日数分布图

我们从暴雨天气系统的角度上，可将陕北暴雨分为三类：一是局地性暴雨，二是区域性暴雨，三是连续性暴雨（即在一次降雨过程中有多个暴雨日）。表 1 是依据陕北 27 个气象站 1961 年以来的实测值统计结果，发现局地性、短历时、高强度暴雨在陕北占主要成份，占暴雨总次数 72%，年发生频率为 5.1；区域性暴雨占 28%，年发生频率为 2.0。水文工作者从灾害性洪水的角度上，将暴雨洪水灾害分成三类^[3]，同上述从暴雨天气系统的角度上分类结果是完全一致的。第一、局部暴雨洪水灾害。是由小面积高强度的暴雨形成的，往往造成山洪或塬洪暴发，在局部河段形成凶猛的洪水波，峰型尖瘦，历时短；易引发滑坡、塌岸、泥石流或水石流灾害；冲毁山庄农田、堤坝及交通、通讯等设施，吞没人、畜和财产，灾害影响一般为几十到几百平方公里。第二、大面积暴雨洪水灾害。是由大面积暴雨形成的较大区域或较大河流上的洪水，峰高量大，来势凶猛多为单峰。除了造成局部暴雨洪水灾情外，易造成溃决，洪水泛滥，成灾面积大，灾害损失重，特别严重的还会造成沿河城镇的灭顶之灾。第三、大面积长历时暴雨洪水灾害。是由大面积的霖雨性暴雨形成的流域性的或多条河流的洪

水, 雨期可长达数天甚至数十天, 雨区面积大, 且有一个或几个暴雨中心, 造成洪水持续时间
长, 峰型肥胖, 多呈复式峰。除了可造成局部暴雨洪水和大面积暴雨洪水的灾情外, 还有
洪灾时间长, 洪灾和涝灾并发, 多种山灾伴生的特点。

显然, 由于陕北的地表特征, 不
具备涵蓄和截流雨水功能, 不能调节
径流, 减小流速。因此, 这样的生态
环境条件同强降水相互作用, 必然导
致以下结果: ①洪水暴涨暴落, 峰高
量大, 来势汹涌。如“98.8”洛河暴
雨洪水灾害, 吴旗水文站从起涨到第一个洪峰, 历时 20.5 h, 流量增大到 7 040 m³/s, 水位
上涨 10.76 m; 又如“77.7”延河大面积暴雨洪水灾害, 延河水位上涨率延安站 5.34 m/h, 涨
峰坡只有 2~3 h, 峰顶持续时间 10~12 min, 出现 7 200 m³/s 的特大洪峰。②造成严重水土
流失和泥石流。如“98.8”洛河暴雨, 吴旗站最大含沙量达 832 kg/m³; “77.7”延河暴雨过
程中^[8], 绥德县韭圆沟打坝造田, 梯田修得很好, 但由于忽视了植树造林, 在裸露的地表上,
雨水汇流很快, 冲毁了水坝和坝地, 但同县的暖红沟和陈家沟由于采取轮流封沟造林措施, 使
森林覆盖率分别达到 32%和 41%, 结果水土流失不大, 坝地安然无恙。

1.3 冰雹

冰雹是陕北主要气象灾害天气之一, 它经常伴随局地性强风暴, 来势凶猛, 历时甚短, 破
坏性极大, 往往在极短的时间内给人民的生命财产造成严重的危害。图 2 是陕北 1951~1999
年平均冰雹日数分布图。从总体上看, 陕北年平均降雹日数都在 1 d 以上。若以年平均降雹日
数≥2 d 为多雹区, 则有三个多雹分布区: 一个是府谷, 年平均降雹日数 2.7 d; 第二个是甘
泉到延安一带, 达 2.3 d; 第三个是宜君到黄龙一带, 年平均降雹日数达 2.7 d; 另外子长站
年均降雹达 2.3 d。从全省来看陕北冰雹日数明显大于关中和陕南, 具有山地多于平原、海拔
高的多于海拔低的地区的普遍规律, 而且年际变化大, 最多年份达 9 d。陕北冰雹多发生于 7
~9 月, 特别是盛夏; 日变化呈午后单峰型, 13 时
至 20 时是降雹最集中的时段。应当指出, 上述分
析反映的是陕北冰雹分布的总体趋势, 这是因为
它依据的是现有气象站的当地实测资料, 由于降
雹系统属中、小尺度天气系统, 局地性强, 加上
雹日的多少还取决于测站的地形、地势, 所以现
有气象测站网所监测到的雹日很难完整地代表山
区和高原的降雹。

冰雹是一种强对流天气, 它的发生发展一是
要求在对流层中有较强的大气层结不稳定; 要有
适当水汽含量或在低空有湿舌, 还要有辐合区, 这
种辐合区可以是动力的, 也可以是热力作用造成
的, 它一方面为冰雹的形成提供了水汽条件, 另
一方面加大了整层空气的对流性不稳定, 同时又

表 1 陕北 1961~1999 年暴雨类型统计表

暴雨类型	局地暴雨	≥3 站区域 性暴雨	≥5 站区域 性暴雨	≥8 站区域 性暴雨
发生次数	198	78	37	13
百分率	72	28	13	5
年平均	5.08	2.00	0.92	0.33

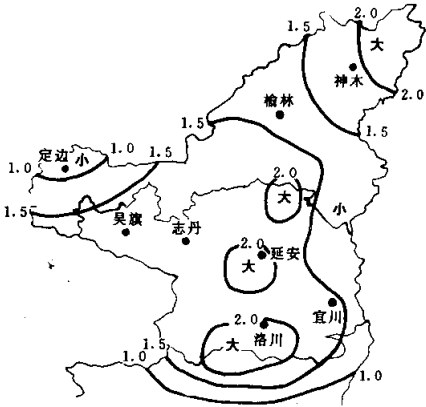


图 2 陕北 1951~1999 年平均冰雹日数分布图

为强对流的发展提供了动力条件。雨后晴天是陕北降雹的一种常见天气背景，就是因为雨后地面湿度大，大气中水汽含量高，陕北黄土高原地表裸露较林区或平原日射增温迅速，更易形成辐合对流的缘故。这是陕北多雹的一种可能解释。二是对流层风的垂直切变较大，以低空为偏南风，高空为强劲的偏西北风最为有利。三是要求 0°C 层和负 20°C 层的高度适合。四是必须有启动条件，促使不稳定能量得以迅猛释放，冰雹的大小不仅与上升气流的大小有关，而且与上升气流的强弱变化有关，上升气流愈不均匀，对冰雹的增长愈有利。陕北冰雹的三个高值区均出现在下垫面性质变化较大处，即府谷多雹区位于沙漠与黄土高原的交界处，东部不远为吕梁山，而甘泉和宜君多雹区则位于黄龙山林区边缘。显然，沙漠、荒滩与周围有植被的地面，林区与秃山裸峰之间，日射增温差异较大，正是这种下垫面性质的不同造成的冷热源水平和垂直分布的差异产生局地对流，在有利的天气尺度背景下作用于降雹。这是陕北三个多雹区的一种可能解释。

1.4 大风与沙尘暴

大风与沙尘暴亦是陕北主要气象灾害性天气。大风是在一定环流和天气形势下发生的，一年四季都可发生，而且在不同的季节造成不同的灾害。如在春、夏季大风可加剧土壤蒸发失墒，在秋季可使成熟的各类作物严重落粒而减产，在冬季可加重越冬作物冻害。特别是对于植被条件较差，属半干旱地区的陕北，频繁的大风，加速林区和农作物蒸发失水，土地蒸发失墒，导致或促使旱灾加重；同时在强烈的风蚀作用下，土地很快沙化，半固定沙丘在大风作用下而活化，风沙活动导致沙丘迁移和附近农田、水源、草场埋没。图 3 是陕北 1961 年至 1990 年年平均大风日数分布图，从图 3 中可以看出，陕北大风自北向南递减，主要大风带在陕北长城沿线，其中的横山、府谷、定边为大，横山年均达 37.7 次；大风频率最高值中心在绥德、佳县、吴堡、清涧一带，其中绥德年均达 40.8 次。

沙尘暴是风沙天气中的一种，它是由于强风将地面大量沙尘吹起，使空气混浊，水平能见度小于 1 km 的一种天气现象。据统计分析发现，一年四季中，春季（3~5 月）沙尘暴最多，占全年 68.7%；冬季（12~2 月）、夏季（6~8 月）较少，总共占全年沙尘暴的 27.2%；秋季（9~11 月）最少，仅占全年 4.1%。春季沙尘暴又以 4 月份最多，占全年沙尘暴的 48.4%；秋季又以 9 月最少，仅与 0.5%。陕北沙尘暴天气又以地处毛乌素沙漠东南部的长城沿线最多，榆林、定边、靖边、横山等地平均年沙尘暴天数高于 10 d，其中定边达 29 d。图 4 是陕北 1951~1999 年沙尘暴日数和大风的日数年际变化图。显然，比较陕北北部、中部和南部沙尘暴年际变化曲线，中部和南部沙尘暴日数较北部小得多，这说明沙尘暴天气主要发生在陕北北部长城沿线。分析图 4-a，沙尘暴天气主要发生在 50 年代至 80 年代前期，从 1985 年开始，沙尘暴天气明显减少。再看大风，不论陕北北部、中部，还是南部，大风日数都比

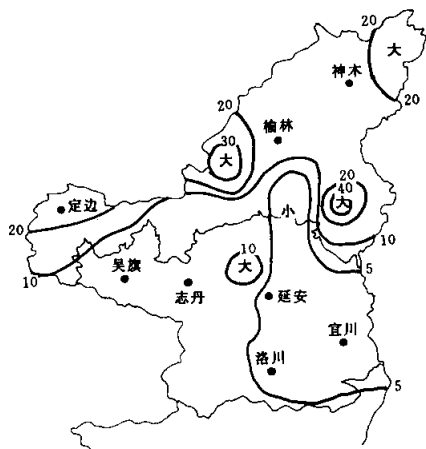


图 3 陕北 1961~1990 年平均大风日数

为强对流的发展提供了动力条件。雨后晴天是陕北降雹的一种常见天气背景，就是因为雨后地面湿度大，大气中水汽含量高，陕北黄土高原地表裸露较林区或平原日射增温迅速，更易形成辐合对流的缘故。这是陕北多雹的一种可能解释。二是对流层风的垂直切变较大，以低空为偏南风，高空为强劲的偏西北风最为有利。三是要求 0°C 层和负 20°C 层的高度适合。四是必须有启动条件，促使不稳定能量得以迅猛释放，冰雹的大小不仅与上升气流的大小有关，而且与上升气流的强弱变化有关，上升气流愈不均匀，对冰雹的增长愈有利。陕北冰雹的三个高值区均出现在下垫面性质变化较大处，即府谷多雹区位于沙漠与黄土高原的交界处，东部不远为吕梁山，而甘泉和宜君多雹区则位于黄龙山林区边缘。显然，沙漠、荒滩与周围有植被的地面，林区与秃山裸峰之间，日射增温差异较大，正是这种下垫面性质的不同造成的冷热源水平和垂直分布的差异产生局地对流，在有利的天气尺度背景下作用于降雹。这是陕北三个多雹区的一种可能解释。

较高,并且具有相同的变化趋势,这说明大风受共同的天气背景影响是一致的。比较图 4-a 大风和沙尘暴年际变化曲线,50 年代至 80 年代初,二者频率大致相同,但从 80 年代中期开始,沙尘暴出现日数明显低于大风发生次数,这说明陕北长城沿线的沙区治理工作已取得明显成效,这里的生态环境已有改善。

沙尘暴天气的发生必须同时满足以下条件:第一,前期干旱少雨,地表质地疏松,有大量可供风吹卷到空中的沙尘。第二,大气低层层结不稳定,有时甚至呈现绝对不稳定的状态,在有触发机制的条件下,这易于对流,将地面沙尘卷向空中。第三,据分析,沙粒开始移动的临界风速在 2m 高度上达 5 m/s 或 4.5 m/s,因此,必须有足够大而持续的风力,方可把地面沙尘吹卷到空中。第四,除了上述三个条件外,人类超越自然资源的负荷限度,过度开垦、砍伐、放牧等,破坏生态系统的相对平衡状态,造成植被稀少,生态环境脆弱,不具备削弱风速以及防沙、固沙和阻沙的能力。正是这四个条件的相互作用,造成了沙尘暴灾害,也是陕北长城沿线以及在春季沙尘暴天气频繁的理论解释。其中的生态环境条件起着制约作用,它既是沙尘暴灾害的原因,又是沙尘暴灾害的结果。

2 生态环境治理

上述的干旱、暴雨、冰雹、大风及沙尘暴等气象灾害,均是大气环流反映在地气边界层的大气现象。为了有效地抵御和减轻气象灾害所造成的损失,应从以下几方面入手:第一、加强对这些气象灾害发生、发展和消亡规律及其预报方法的研究,为政府和公众提供准确的预报和服务。第二、加大水利设施建设,调控洪水,扩大浇灌,抵御洪涝和干旱;实行人工消雹和局部人工影响天气,避免和减轻冰雹、干旱灾害。第三、基于对大气—地表—土壤耦合系统中,发生在大气、地表和土壤层的物理过程存在相互作用的认识,在地表边界层中采取有效的防治措施,这就是生态环境治理。主要措施就是封山育林育草,退耕还林还草,植树种草。地球和大气间通过边界层进行能量和物质的交换,而森林草原作为边界层中影响交换的因素,既受到环境的强烈影响,同时又影响环境并在一定范围和程度内改变环境^[9]。因此,森林草原植被的生态效益在地—气—生物小循环中发挥着重要的调节作用。

森林草原植被的生态效应主要有^[7,10,11]: 1) 气候效应。主要包括: ①年平均气温森林草

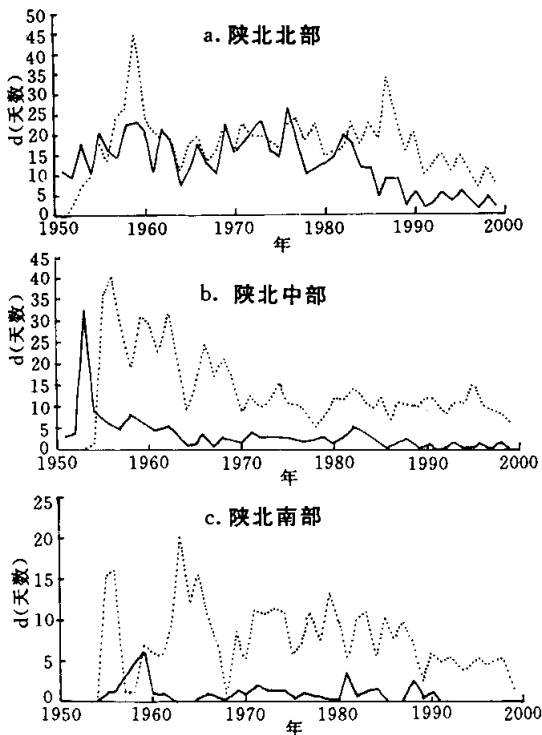


图 4 陕北 1951~1999 年沙尘暴日数 (实线) 和大风日数 (虚线) 年际变化图

原区内比区外低, 年平均最高气温森林草原区内比区外低, 年平均最低气温则相反比森林草原区外高; ②缩小年极端气温的变幅, 降低夏季高温酷暑, 减轻冬季严寒冰冻; ③森林草原造成更趋于温和湿润的小生态气候环境, 减轻和避免高温干热和低温霜冻的危害, 而且通过森林草原与区外空气的局部环流, 也使周围的农业生态环境趋于湿润温和, 相对湿度保持较高, 有利于农作物生长发育; ④森林草原区内降雨量和雨日数较区外大, 蒸发较区外少, 也有利于加大同区外相邻区域内的降雨量, 这是由于地表物理属性的非均一性在合适的大尺度天气背景下可激发出 β -中尺度 (20~200 km) 环流, 影响温、湿、风、降水的分布; ⑤森林或防护林带具有防风效能, 截阻气流, 减小风速, 而且在春季和冬季, 林带背风面有保温作用, 使气温、地面温度、土温都要比迎风面高, 在夏季, 林网和林带内起降温作用, 气温和地面温度比迎风面低, 相对湿度比迎风面高, 蒸发量比迎风面少。2) 水利效应。主要包括: ①森林草原可截留雨量, 涵蓄水源。其中林冠层、灌草层、枯枝落叶层和土壤层四个水文层次截留或涵蓄的降雨量占过程降雨量的一半左右。②调节径流, 减小流速、削低洪峰。径流量随降雨量的增大而增加、且林区内径流量增加的量比林外径流量增加的量要小, 常绿阔叶林增加的径流量比杉木林小; 另外森林比林外调节水量的能力强, 常绿阔叶林比杉木林强。③降雨量是中山区域大于低山区域, 低山区域大于丘陵台地区域; 蒸散量则相反, 是低山区域大于中山区域, 林外大于林内; 径流量 (深度) 是林外大于林内, 中山区域大于低山区域和丘陵台地区域; 盈余下渗土壤的水量是林内大于林外, 而且中山区域和常绿阔叶林盈余的水量最多。可见中山区域是水资源生态效益最大的水源林区域。3) 工程效应。主要包括: ①由于林冠和林下灌木草本层对雨水的截留作用, 防止和减轻了雨滴对土粒的直接打击以及雨水对地表细微物质的冲洗, 保护土壤免遭侵蚀破坏。②森林草原起着防沙、固沙和阻沙的作用, 保护土壤, 免遭和减少水土流失。

总之, 森林草原植被在地一气一生物小循环中发挥的调节作用, 使它在抵御和减轻气象灾害中扮演着非常重要的角色, 这也说明封山育林 (草)、退耕还林 (草)、植树种草作为陕北生态环境治理的主要措施, 科学可靠, 势在必行。

参考文献:

- [1] 张养才, 何维勋, 李世奎. 中国农业气象灾害概论[M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [2] 张海仑, 骆承政, 张世法, 等. 中国水旱灾害[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.
- [3] 陕西省减灾协会. 陕西省重大自然灾害综合研究与防御对策[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1993.
- [4] 李士高. 陕西省干旱灾害年鉴[M]. 西安: 西安地图出版社, 1999.
- [5] 马宗晋, 张业成, 等. 灾害学导论[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [6] 陕西省计划委员会. 陕西国土资源[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1986.
- [7] 罗哲贤, 屠其璞. 人类活动与气候变化[M]. 北京: 气象出版社, 1993.
- [8] 张家诚, 王立. 气候变化四问[M]. 北京: 气象出版社, 1990.
- [9] 朝仓正. 气候异常与环境破坏(周力译)[M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [10] 邓世宗, 苏扬. 试论广西森林水资源的生态效益. 见: 广西森林水文及流域治理论文集[C]. 北京: 气象出版社, 1994, 14—21.
- [11] 邓世宗, 苏扬, 龙超云. 森林的生态效益与防御和减轻涝、干旱的战略对策. 见: 广西森林水文及流域治理论文集[C]. 北京: 气象出版社, 1994, 52—58.

Meteorological Disasters and Ecological Management in the North shaanxi

DU Ji-wen¹, WANG Xiao-ning¹, LEI Xian-gjie¹, LU Yuan-ping¹, YUAN Jun-jian²

(1. *Shaanxi Meteorological Observatory, Xi'an 710015, China.*

2. *Shaanxi Planning Commission, Xi'An 710004, Chian*)

Abstract: The relation between the meteorological disasters and ecological management in the north Shaanxi was analyzed. It is showed that the disasters of drought, rainstorm, hail, gale and dust devil are originated under the joint influence of weather climate and ecological environment factors, and that the forest, grassland and vegetative cover could effectively resist or reduce the loss of meteorological disasters.

Key words: meteorological disaster; ecological environment; relation; the north Shaanxi