

文章编号 :1006-7639(2004)-02-0069-07

全球变暖对甘肃省经济、社会 and 生态环境的影响及其对策

宋连春,张 强,孙国武,赵建华,郑泳宜

(中国气象局兰州干旱气象研究所,甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,甘肃 兰州 730020)

摘 要 根据相关资料,分析了全球变暖的事实以及在全球变暖的大背景下对甘肃省生态环境和社会、经济的影响,并提出了应对气候变化、实现可持续发展的对策。这些对策对甘肃省而言,归纳起来主要是两个问题:一是用好水、管好水、节约用水,开发利用祁连山空中云水资源,实施人工增雨(雪);二是沙的问题。关键是遏制沙漠化进程,使用“区域气候—生态模式”,根据各地的地形、地貌、气候、水文、土壤等生态环境,定量计算各地林、草种植的品种、布局、走向、承载力,以提出恢复植被的最优方案。

关键词 全球变暖 生态环境 社会经济

中图分类号 X24

文献标识码 A

引 言

近百年来全球和中国的气候正经历一次以变暖为主要特征的显著变化,它对世界和我国的生态系统和社会经济产生并将继续产生重大的影响。

全球变暖问题已成为各国政府和科学界共同关心的重大问题,也是我国政府和科技界十分关心的重大问题。

1 气候变暖的事实

1860 年以来的气象观测记录分析表明,全球平均温度升高了 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。最近 100a 是过去 1 000a 中最暖的,最近 10a 是过去 100a 中最暖的。降水分布也发生了变化,大陆地区尤其是中高纬地区降水出现增加趋势,非洲等一些地区降水持续减少。与此同时,冰雪、生物等气候系统各成员也发生了重要变化,北半球中高纬度河湖结冰期缩短约 2 周,北极海冰最近几十年减薄 40%,范围减少 10%~15% (春、夏) 冰川大范围退缩,比 20 世纪 60 年代末总面积减少 10%。极区永久冻土带消融、变暖和退化;厄尔尼诺现象近 20~30a 更频繁、持久和强烈。北半球作物生长期近 40a 中每 10a 延长约 1~4d,动植物

活动区北移,作物乳熟期、开花期、迁移期和病虫害爆发期更长。

1.1 在全球变暖的大背景下,我国近百年的气候发生明显变化

1.1.1 近百年我国气候变化的趋势与全球气候变化的总趋势基本一致,平均气温上升了 $0.4 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$,略低于全球平均的 0.6°C 。

1.1.2 从地域分布看,我国气候变暖最明显的地区在西北、华北、东北地区,其中西北(陕、甘、宁、新)变暖的强度高于全国平均值,长江以南地区变暖趋势不显著。

1.1.3 从季节分布看,我国冬季增温最为明显,从 1985 年以来,我国已连续出现了 16 个全国大范围的暖冬,1998 年冬季最暖,2001 年次之。

随着全球变暖趋势的进一步加剧,天气和气候灾害的发生也逐年增加,干旱、洪涝、风暴、热浪、暴雨、沙尘暴、龙卷风等更加频繁发生,对人类社会构成极大威胁。据统计,20 世纪 90 年代全世界发生的重大气象灾害比 50 年代多 5 倍;20 世纪 60 年代,气象灾害平均每年造成的经济损失约为 40 亿美元,而 80 年代和 90 年代,气象灾害平均每年造成的经济损失达到 290 亿美元。

收稿日期 2004-04-13 改回日期 2004-05-08

作者简介 宋连春(1965-),男,江苏南京人,高级工程师,1986 年在南京大学获硕士学位,现为南京气象学院博士研究生,主要从事干旱气候研究,Email: songlc65@sina.com.

气候变暖也使我国各地天气、气候出现异常,气象灾害频繁发生,对国计民生、社会经济带来极大影响和严重损失。1991 年的江淮大水,1998 年长江和松花江、嫩江大水,1994 年的高温少雨,1997、1999 和 2000 年的北方大旱,2003 年的淮河大水至今还记忆犹新。2001 年,我国在经历了 1999 年和 2000 年的连续大旱之后,北方地区又一次遭遇了罕见的大旱,一些地区水库、河渠出现干涸或断流,地下水位下降,造成人畜饮水困难,使农业生产受到严重影响,北方连遭沙尘天气袭击,仅 3~5 月中旬,就先后出现范围不同、强度不等的沙尘天气达 18 次之多,总日数达到 41d,给农牧业生产和群众生活带来了较大的影响。黄河上游水量连续 13a 枯水,今年更为严重,这些都无不与气候变暖引起的天气、气候异常密切相关^[1~2]。

1.2 在全球变暖的大背景下,甘肃省气候发生的变化

甘肃是我国西北地区的一个内陆省份,地形地貌复杂,自然环境恶劣,境内绝大部分区域为干旱、半干旱地区,是生态脆弱区,也是气候敏感区。由于受西风带环流、高原季风和东亚季风的共同影响,各地气候差异明显,气候变率很大,天气、气候复杂多变,气象灾害种类多,发生频繁。因此,甘肃对气候变化的响应更加敏感。根据气象观测资料的分析结果表明,从 1961~2000 年,甘肃省平均降水量下降接近 20%,特别是进入 20 世纪 90 年代以来,干旱频繁发生。近 50a 来,全省共发生严重干旱 13 次,而 90 年代就出现了 6 次(1991、1994、1995、1997、1999 和 2000 年)。近 100a(1901~2000 年),20 世纪 20 年代和 90 年代是甘肃省曾发生的两个最为严重的干旱时段,而 90 年代的干旱,其持续时间,严重程度,出现范围都超过了 20 年代。

与此同时,甘肃省年平均气温自 1985 年开始逐渐升高,进入 20 世纪 90 年代,多数年份偏高 0.4℃ 以上,特别是 1997 年以来,年平均气温偏高都在 1.0℃ 以上,明显高于全国和全球平均值。1998 年最高,达 1.6℃,其中兰州市偏高 2.1℃,为 1932 年建站以来的最高值。冬季增温最为明显,百年平均偏高 1.0℃,1998~1999 年的冬季是历史上有气象观测记录以来最暖的冬季,全省大部分地方气温偏高都在 2.0℃ 以上,其中兰州、武威、西峰等地超过了 3.0℃。

据统计,1971~2000 年甘肃省河西地区平均降

水量仅有 160mm,平均蒸发量潜力高达 2 203mm;河东地区平均降水量 488mm,平均蒸发潜力也高达 1 421mm。

此外,随之而来的沙尘暴天气也呈上升趋势,据统计,1952~2000 年甘肃省共出现强和特强沙尘暴天气 47 次,其中 20 世纪 50 年代 5 次,60 年代 5 次,70 年代 6 次,80 年代 10 次,90 年代 21 次。显然,进入 90 年代以来,甘肃省强沙尘暴发生更加频繁,仅 1995~2000 年就发生了 17 次。

2 未来气候变化的可能趋势

全球气候变暖是否还将一直持续下去?未来气候究竟如何变化?我们知道,引起气候变化的原因有多种,概括起来主要有自然的气候波动与人类活动对气候变化的影响两方面。自然气候波动主要由太阳活动等自然变化引起;人类活动是指人类燃烧化石燃料以及毁林引起的大气中 CO_2 等温室气体浓度的增加、土地利用造成的陆地表面植被覆盖的变化等。由于人类活动对气候的影响以及气候变化对国家经济,尤其是发展中国家经济的潜在影响越来越受到关注,世界气象组织(WMO)与联合国环境规划署(UNEP)合作,于 1988 年成立了政府间气候变化专门委员会(IPCC),它的任务就是科学评估气候变化对环境和社会经济的影响,确定适当的应对策略。在 2001 年 9 月发布的第三次评估报告中指出,21 世纪,全球平均气温将继续上升,预测达到 2.5℃,可能的范围为 1.4~5.8℃。这一预测的变暖速度较 20 世纪观测到的变化要大得多。估计海平面高度在 1990~2100 年期间将上升 9~88cm,一些岛国或低洼地区将沉入海底。这将会使低岛、海港、部分农田、淡水资源、旅游地和发达的沿海地区受到威胁,从而产生重要的社会、经济影响。预计在 21 世纪低纬度地区降水量会减少,中高纬地区则可能降水增加,干旱和洪涝将更为普遍^[3]。

我国气象科学家综合自然和人为因素,对我国尤其是西部地区未来 50~100a 气候变化做了科学评估,预测表明,我国西北地区气温有明显变暖趋势。到 2050 年,气温可能增加约 1.9℃~2.3℃。降水的变化比较复杂,变率可能加大。随着这种变化的发生,我国西部冰川面积到 2050 年将减少 27.2%,意味着西部高山冰储量将大幅减少,冰川融水对河川径流季节调节能力将大大减弱,山地灾害将出现新的增强趋势,造成的经济损失将远远大于 20

世纪 90 年代的平均水平 如果不采取措施,到 2030 年我国沙漠化土地面积将从现在的 39.7 万 km^2 增加到 50.1 万 km^2 ^[1,2,4]。

3 全球变暖对甘肃省生态环境、经济和社会的影响

全球变暖,除了导致天气、气候持续异常以外,将对社会经济各方面特别是农业、水资源以及人类居住环境等产生巨大影响。

3.1 干旱频繁,降水变率大,使农业生产的不稳定性增加

甘肃省河东雨养农业区,农作物丰歉直接受气候影响。从 1949 年以来的粮食丰歉情况看,大歉年基本上从前一年秋季到当年夏季降水都是偏少的,而大丰年则基本上都是全省降水偏多的。例如 1995 年和 2000 年都是由于严重的春旱连春末夏初旱,造成夏粮严重歉收 2000 年 7 月份降水偏少,气温特高,出现严重伏旱,影响了大、小秋作物的正常生长。

雨季降水相对变率大,达 $26\% \sim 42\%$,与我国东部变率最大的华北平原($30\% \sim 44\%$)基本一致,使夏、秋粮产量丰、歉年相差 50% 以上。

3.2 气温升高,有利农业发展

对于甘肃河西地区,气温升高,溶雪增大,光照充足,极有利于发展特色农业,创立农作物的品牌品种。

对于甘肃河东地区,平均气温每增加 1°C , $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温将向北推移半个纬度(50km)。在种植制度上会有两方面的变化,一是作物品种的熟性由早熟向中晚熟发展,单产增加;二是多熟制向北推移,复种指数有所提高。但是在旱作区由于水分条件的限制,使种植制度的上述两种变化受到较大制约。

进入 20 世纪 90 年代后,复种面积大大增加,采取带状种植、间作套种等种植技术,一年两熟,两年三熟的地区有所扩大。由于冬季气候变暖,冬小麦越冬期遭受冻害的情况趋于减少,增大了冬小麦越冬的安全性。冬、春小麦交界区冬季气温明显增高,与 20 世纪 70 年代相比,1 月份的平均气温约升高 $1 \sim 2^\circ\text{C}$,特别是极端最低气温约升高 $2 \sim 3^\circ\text{C}$,为冬小麦种植界线的北移西扩创造了有利条件。

3.3 冬季气温升高,使农、林病虫害加重,农田蒸发加快

冬季气温偏高,使越冬病虫卵蛹死亡率降低,病

虫群数量上升,如后期条件适宜,易造成病虫害,增大了病虫害防治难度。同时冬温高也增加了冬季农田土壤水分的无效蒸发,更易造成后期干旱。从作物品质上讲,气温升高缩短了全生育期长度,也就是缩短了养分的积累时间,降低了品质。

3.4 气候变暖,使畜牧业的发展受到制约

气候变暖,与过度放牧共同作用,加剧了很多天然草场的退化,使产草量减少,载畜能力下降。以甘肃省 9 个纯牧业县之一的天祝县为例,全县草场退化面积占全县草场总面积的 26.7% 。由于草原草场海拔高度低于草甸草场,受增温和降水减少影响更大,草原草场产草量减少程度大于草甸草场。气候干旱和草场退化为虫鼠害的发生与蔓延创造了条件。

而且,春旱年份天然草场牧草的正常返青和人工牧草的播种,出苗将受到影响,从而导致青草期的缩短。资料分析表明,凡是发生春旱的年份,牧草返青期比正常年推迟 $10 \sim 15\text{d}$,而且春旱越严重,返青期越迟。夏季是牧草产量形成的关键时期,如有夏旱发生,往往导致牧草产量降低,品质变劣,适口性差。

3.5 降水时空分布不均和土地干旱,使地质灾害增多

甘肃省降水受东南和西南夏季风的影响,全年降水主要集中在夏季 $6 \sim 9$ 月,占全年降水总量的 70% 以上,夏季短时降雨强度较大,加之土地干旱,土质疏松,极易产生洪涝灾害和伴随的地质灾害,如泥石流、塌方、滑坡等。

3.6 气候向暖干发展直接影响水资源状况

甘肃省干旱气候显著,水资源缺乏。由于 20 世纪 90 年代干旱趋于严重,更加剧了水资源的紧缺。1998 年底甘肃人均水资源量为 $1\,187\text{m}^3/\text{人}$,为全国人均水资源量 $2\,275\text{m}^3/\text{人}$ 的 52% 。

甘肃地表水资源贫乏,平均年河流径流量 286.207 亿 m^3 为全国倒数第 4 位。从产水模数上看,甘肃省仅为 $4.05 \times 104\text{m}^3/\text{km}^2$,只占贵州省的 5.5% ,不到陕西省的一半。

近 50a 来,甘肃河东气候在向暖干变化的过程中,黄河流域诸水系、嘉陵江水系 20 世纪 60 年代径流量最大,此后径流量一直减小,而 90 年代减小更为明显。以泾河为例,60 年代年平均径流量为 11.58 亿 m^3 ,90 年代为 5.86 亿 m^3 ,比 60 年代减少了 49.4% 。河西内陆河径流量主要来自祁连山区的降

水,由于高温融雪对径流量的补充增加,径流量的减少不明显,且近 40a 来黑河、疏勒河径流量呈增加的趋势。

3.7 气候暖干,使生态环境进一步恶化

生态环境是由地质、地貌、气候、水文、土壤、植被、动物以及微生物共同组成的环境综合体。气候与生态环境关系密切,不同的气候条件会形成不同的生态环境,在某种意义上,气候是支配生态环境的主要因素,水是维持生态环境的重要条件。

气候变暖变干,使甘肃省原本脆弱的生态环境雪上加霜,进一步恶化,河西地区更为严重。甘肃是我国沙漠面积分布较广、受风沙危害最严重的地方之一,全省共有沙漠化土地面积 14.3 万 km^2 ,主要分布在河西的武威、张掖、酒泉、嘉峪关、金昌等市的 20 个县,每年沙漠前移 3~5m,部分严重地区可达 8~10m。

与此同时,也是由于气候暖干和人类的过度利用,使河西地区三大内陆河水系之一的居延海干涸。居延海在历史上曾拥有 2 600 km^2 的水域面积,1961 年西居延海干涸;东居延海面积逐渐缩小,1989 年仅有 41 km^2 ,1998 年进一步缩小到 23 km^2 ,1999 年完全干涸。

总之,气候暖干和人类活动对甘肃省生态环境的影响是多方面的,如森林锐减,草场退化,沙漠化加剧,甘肃省河西地区成为我国沙尘暴源地之一,地下水位下降,河水短缺,湖泊干涸,雪线上升,绿洲缩小等等。

4 甘肃省应对气候变化和实现可持续发展的对策

对气候变暖的适应和可持续发展这两个以往独立的问题必须联系起来考虑。一方面,对气候变暖的适应,无论是趋利,或者避害,都应遵循可持续发展的原则;另一方面,可持续发展的概念是以过去和现在的气候背景、环境状况为依据提出的,需要对考虑未来气候变暖影响的适应,只有能够适应气候变暖的可持续发展才是真正的可持续发展^[1~6]。

有鉴如此,针对甘肃省实际情况,提出以下对策建议:

4.1 调整产业结构,发展特色经济

结合生态建设应对气候变化,调整产业结构,发展特色经济,消除人为破坏生态环境的社会和经济根源,是解决甘肃省“三农”问题和保护生态环境的

根本切入点。为此,要调整作物种植结构,根据气候特点,发展特色农业、灌溉农业、生态农业、旅游农业,创立具有气候特色的棉花、马铃薯、糖料、瓜果、花卉、药材等优质农产品品牌。尤其河西地区,年雨量虽然不足 200mm,但祁连山就有大小冰川 2 859 条,总面积 1 972 km^2 ,储量 $954 \times 10^8 \text{m}^3$,融雪水补给河川流量有 $72.6 \times 10^8 \text{m}^3$,通过石羊河、黑河、疏勒河三大水系,灌溉农田。此外,土地资源丰富,在全省可开垦为耕地的 65 万 hm^2 中,大部分在河西地区。所以河西地区光热水土资源组合配置比较合理,适合复种作物生长。用好光热水土资源,发展适合气候特色的名优特色农业,发展绿洲经济和沙产业。

4.2 加强水资源合理开发利用和管理

水是甘肃省可持续发展的命脉,又是优势气候(光、热)资源和能源转化为优势产业的纽带。西北地区是世界上与北非、中东、西亚连片的中纬度干旱地区,也是我国水资源最为贫乏的地区。从气候变化趋势来看,西北地区与全球中纬度气候变化趋势相同,朝暖干方向发展,甘肃省也不例外。对甘肃省而言,加强水资源的合理开发利用和管理,变被动抗旱为主动抗旱,显得更为重要。实践证明,增加水资源为主的人工增雨(雪)是行之有效的主动抗旱措施。

要解决甘肃省水资源不足问题,必须管好用好当地的水资源。

4.2.1 充分合理利用大气降水。依据当地降水规律发展生物、化学技术,更有效地直接利用大气降水和土壤水,因地制宜推广雨水集流工程,建设各种微型水利工程。

4.2.2 增强水资源调蓄能力。甘肃省降水年季变化大,建设必要的中小水库等水利工程,对于调节季节性或年际间的降水余缺、充分利用当地水资源具有重要的作用。

4.2.3 大力推广高效旱作农业技术,种植耐旱作物,巧妙利用降雨天气,提高每立方米水所生产的农业产量。

4.2.4 加强水资源勘察评价和开发。开发水资源必须从地表水和地下水资源的合理综合开发上着眼,而且必须立足于减少及避免诱发不良的环境效应。

4.2.5 建立统一的水资源管理机构。以水资源优化配置为目标,加强流域和区域的水资源统一规划

和管理。

4.2.6 制定水的应急预案,以便发生极端事件时启动。

4.3 节水为本,使甘肃省成为第一个节水型社会

甘肃省水资源严重短缺的事实,早已被统计分析结果所证实,干旱缺水已成为制约甘肃省经济和社会发展的主要因素。未来的暖干气候变化趋势和频繁发生的极端干旱事件,将使缺水形势更严重。据测算,到 2010 年,全省缺水 8.69~13 亿 m^3 , 占全省总用水量的 10%。据 1999 年统计,全省用水总量为 121.48 亿 m^3 , 其中农业用水 97.21 亿 m^3 , 占 80%; 工业用水 16.79 亿 m^3 , 占 14%; 生活用水 7.48 亿 m^3 , 占 6%。为此,应有以下措施。

4.3.1 节约农业用水。农业用水在甘肃省,占 80%。随着农业的进一步开发,用水量将增加。据有关的研究结果表明,兰州、金昌、武威、张掖、酒泉等地平均灌溉每公顷毛灌为 7 890~10 860 m^3/a , 静灌 4 965~5 910 m^3/a 。毛灌比静灌平均每公顷多用水 3 915 m^3/a 。甘肃省有水浇地 98.53 万 hm^2 , 若毛灌全部改为静灌,则每年可节水 38 亿多 m^3 , 远大于甘肃省未来 10a 的缺水量。

4.3.2 节约工业用水。甘肃省与全国一样,工业用水存在的主要问题是 增长速度较快和用水效率较低,以及工业污水排放量大,污染严重。必须采取措施,使甘肃省用水量、用水效率达到全国平均水平,即在工业增加值年均增长 10% 的情况下,用水量增长控制在 1.2% 以下;重复利用率达到 60%;万元工业增加值用水量从目前 340 m^3 降到 170 m^3 。到 2010 年,全国工业用水量控制在 1 290 亿 m^3 , 比 1999 增长 11%; 甘肃省用水应控制在 19 亿 m^3 , 比 1999 年增长 11%, 约 2 亿 m^3 。

4.3.3 节约生活用水。要从大处着想,小处着眼,一点一滴都要节约,形成节水的良好社会风气。随着人口增加(按 6‰ 自然增长率计算,2010 年甘肃省将比 2000 年增加 158 万人,达到 2 700 多万人)和人民生活质量的提高,人均用水量也将增加,而人均拥有的水资源又随着气候的变化和水的消耗而减少,甘肃省城市干旱化的潜伏危机会越来越严重。所以,一要利用价格杠杆,二要考虑甘肃省人口的承载力。

4.4 开发利用祁连山空中云水资源

气象卫星测得的多年夏季云量分布和空中水汽研究表明,西北地区平均中云量最大区出现在天山、

昆仑山和祁连山北坡,资料分析也表明,祁连山的空中水汽主要来自西风环流携带的大西洋及欧亚大陆蒸散的水汽,是我国西北的 3 个主要水汽来源之一。根据测算,祁连山区空中水汽特别是比较高层的水汽非常丰富。所以,祁连山区基本具备形成降水的空中水汽条件。而且,祁连山脉这样的系统性高大地形,容易截获过境的空中水汽,特别是能够有效截获在其它地区一般不易形成降水的高层空中水汽,并通过气流爬坡作用形成的上升运动进一步激发云和水汽上升凝结过程。所以,祁连山脉地形的动力作用利于形成降水。

从近年气候变化趋势看,祁连山区自上世纪 80 年代后期以来空中水汽有增多的趋势,这是非常有利的气候变化背景,应该充分利用这一有利形势,抓住大好时机,及时开展大规模祁连山区人工增雨(雪)作业,可以取得更好的人工增雨(雪)作业效果,使人工增雨(雪)作业达到更佳的经济效益。

祁连山内陆河地区特殊的环境组合,可以实施全年增雨(雪),冬季降雪可以以固体水资源存于山区,来年生长季消融,使内陆河增加,满足农业和生态的需求。

4.5 加强甘肃省气候、生态环境的动态监测和评估

加强对甘肃省生态环境的动态监测与评估,及时了解生态环境对气候的响应状态,是生态环境保护与建设的前提和基础性工作。应根据甘肃省天气气候特点,进一步完善地面监测和卫星遥感监测相结合的生态环境立体监测系统,在加强对气象灾害动态监测的同时,加强对生态环境(如农业生态、森林生态、草原生态、土壤资源和水资源等)及与其密切相关的气候系统(如气候变化、太阳辐射、大气降水、气温、土壤湿度、积雪、环境蠕变、森林火灾等)的动态监测与科学评估,为甘肃省生态环境保护和建设提供连续、立体、动态的监测信息。结合“短期气候预测业务系统”建设,开展甘肃省气候生态环境变化预测和治理效果的评价,定期和不定期发布干旱生态环境监测预警公报和环境蠕变预警报告,为政府的宏观决策提供科学依据,引导合理开发,科学建设。

4.6 科学造林,遏制沙漠化进程,扭转沙进人退的局面

甘肃省沙漠化的发生发展是在脆弱生态条件下人类不合理的社会经济活动所导致的沙化过程,在时空尺度上具有较大的可变性。预防和遏制沙漠化

的蔓延,保持生态系统相对水分平衡是保持生态系统良性循环的关键因素之一。为达此目的,必须结合甘肃省气候特点和水资源状况植树造林,下列造林方式是可行的:

(1)不灌溉或少灌溉造林。这要利用植物旱生特性和降水天气、土壤含水量等特点。

(2)利用径流水造林。这要抓住降雨过程,利用梯田、水平条田、水平阶、水平沟等整地类型。

(3)引洪落种造林。这要利用夏季暴雨洪水和植物种子成熟双重有利条件。

(4)保水造林。这要根据天气预报,借助保水剂、抗蒸腾剂的作用。

(5)灌溉造林。这要利用有利的天气形势,采用畦灌、沟灌、漫灌和喷灌、滴灌、渗灌等多种形式。

与此同时,保护现有的林地和草场,控制过量放牧,也是同等重要的措施。

4.7 依靠科技进步,促进和加快生态环境建设

首先,要根据不同气候水文条件和土地类型进行符合生态原理的科学规划,做到因地制宜,乔灌草合理配置,农林牧相结合,宜农则农、宜林则林、宜草则草。推广生态农业和生态示范区以及农业节水示范区的先进经验,要加强省重点实验室的科技成果应用,充分发挥科学技术支撑作用。

其次,建立科技支撑体系。要依据气候和植被地带性分布规律和水资源的承载力,研究符合甘肃省生态规律,适应气候暖干的乔灌草植被和农业植被建设的适宜类型、适宜规模与合理布局。应用中国气象局兰州干旱气象研究所近年研制的“区域气候—生态模式”,通过大型计算机,可以根据各地的地形、地貌、气候、水文、土壤、植被等生态环境,定量计算该地林草的品种、布局、间距、走向、承载力,以便提出最优方案。

第三,甘肃省生态环境建设要走免灌植被之路。干旱缺水是西北地区的气候特征,水源不足必然限

制通过灌溉复原植被的规模。在已推行的靠灌溉造林、复原植被的基础上,必须充分认识恢复荒漠植被在干旱区生态环境建设中的特殊意义。灌溉只能在有限空间建立点状植被,解决关键地区的生态问题,广大范围必须恢复并建立免灌的荒漠植被才能稳定环境。因此,应加强荒漠植被自然规律的研究,完善配套的植被复原技术措施,以指导免灌植被的建立和护理。

4.8 提倡有序人类活动^[7]

为防止生态环境恶化,使人与自然和谐相处,必须规范人类有序活动,特别对于甘肃省,生态环境非常脆弱,一旦人类活动超过了自然界的承载力(这种状况随着人口的增长和生产的发展而加剧),必将引起严重的后果。如河西走廊以北居延海的干涸,民勤地下水位下降,沙化严重等^[8],除了气候原因外,人类的无序活动、过渡掠夺所产生的负面影响是不可低估的。

参考文献:

- [1] 丁一汇,王守荣.中国西部地区气候与生态环境概论[M].北京:气象出版社,2001.44-74,194-203.
- [2] 王绍武.现代气候研究进展[M].北京:气象出版社,2001.80-90,329-368.
- [3] IPCC. Climate Change 2001 :The Scientific Basis, Summary of Working Group I Report[R]. In :Houghton J T, Ding Yihui, D. Griggs. eds London :Cambridge University Press, 98.
- [4] 秦大河.中国西部环境演变评估:综合卷,中国西部环境演变评估综合报告[R].北京:科学出版社,2002.1-80.
- [5] 王澄海.气候变化与荒漠化[M].北京:气象出版社,2003.169-2000.
- [6] 李栋梁,刘德祥.甘肃气候[M].北京:气象出版社,2000.68-111.
- [7] 叶笃正,符淙斌,董文杰,等.全球变化对科学领域的若干研究进展[J].大气科学,2003,27(4):435-450.
- [8] 杨兴国,张存杰,叶谦,等.甘肃省环境蠕变的若干事实[J].干旱气象,2004,22(1):65-68.

The Effects of Global Warming on Economy,Society and Ecological Environment
in Gansu Province and the Countermeasures

SONG Lian – chun,ZHANG Qiang,SUN Guo – wu,ZHAO Jian – hua,ZHENG Yong – yi

(Institute of Arid Meteorology, CMA ;Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, Lanzhou 730020, China)

Abstract :The fact of global warming and the effects on ecological environment,society and economy in Gansu province in the back-ground of global warming are analyzed with the interrelated materials in this paper . The countermeasures against climate change and sustainable development are shown too. And those, to Gansu province, can be summed up as two primary problems.First is water problem. Water problem is primarily to utilize reasonably, manage efficiently, save water, exploit and utilize water resources by pre-cipitation enhancement over the Mountain Qilian. Second is sand problem. The problem is crucially to hold back the process of deser-tification. As this paper ’s view , this holding back can be realized by the optimum project for recovering vegetation which would be abstracted by quantitatively calculating the categories distribution,run and carrying capacity of local forest and grass planted by using Regional Climate – Ecology Mode according to ecological environments including terrain,physiognomy,climate hydrology,soil and so on.

Key words :global warming ;ecological environment ;society – economy