



全球变化热门话题丛书

主编 秦大河

干旱

GLOBAL CHANGE



宋连春 邓振镛 董安祥等 编著



气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

干旱/宋连春等编著. - 北京:气象出版社, 2003.3

(全球变化热门话题/秦大河主编)

ISBN 7-5029-3551-7/P·1257

I. 干… II. 宋… III. 干旱-普及读物…

IV. P426.616-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 016504 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

责任编辑:黄丽荣 终审:周诗健

封面设计:新视窗工作室 责任技编:刘祥玉 责任校对:悟 石

*

北京京科印刷有限公司印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

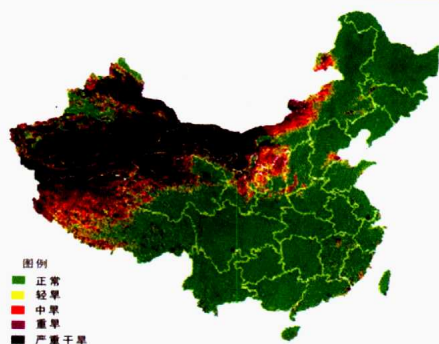
开本:889×1194 1/32 印张:5.5 字数:143 千字

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

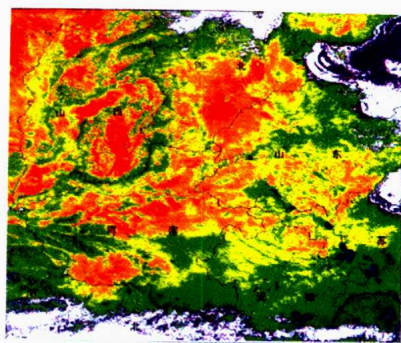
印数:1—5000 定价:16.00 元

干旱监测

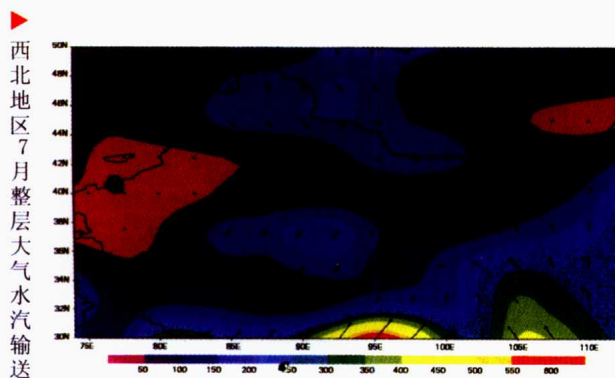
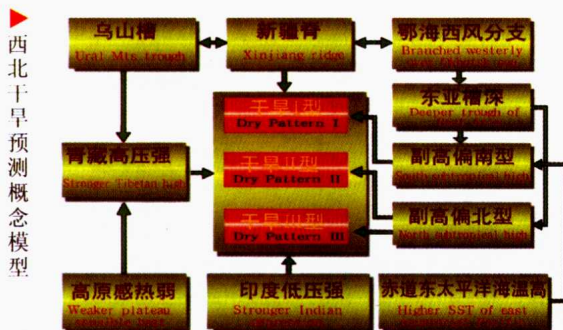
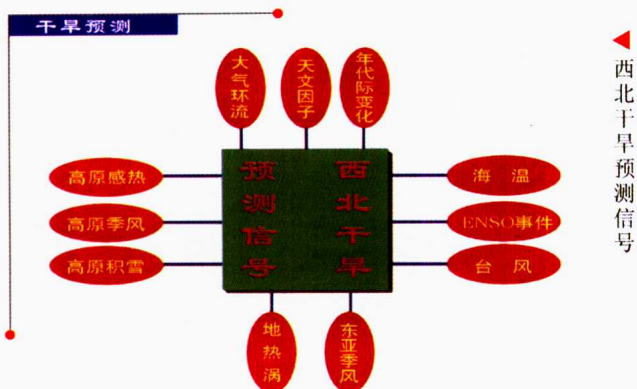
1997年8月上旬全国干旱气象卫星监测



冬小麦主产区气象卫星干旱监测
(1997年10月20日)



1G-1大型称重式蒸渗计监测农田蒸散





▲ 干旱对谷子的危害

▼▶ 干旱对玉米的危害



2001年夏旱对甘肃省庆阳市作物的危害

抗旱减灾



▲ 高炮作业

▼ 节水灌溉技术



▲ 火箭作业



▼ 飞机人工增雨

小麦-玉米套种沟盖地膜带田



目 录

第一章 干旱地理分布	(1)
全球范围	(1)
热带干旱与半干旱气候区.....	(2)
副热带干旱与半干旱气候区.....	(5)
温带干旱与半干旱气候区.....	(6)
中国范围	(7)
中国干旱、半干旱气候区的划分	(7)
干旱、半干旱气候区的降水特征	(7)
第二章 干旱的历史变化	(9)
解放前干旱史实	(9)
最早的干旱记载.....	(9)
近二千年干旱	(10)
近五百年干旱	(11)
近五十年干旱史实	(15)
1949~1990 年干旱灾害	(15)
1991~2001 年干旱灾害	(18)
重大干旱事件	(19)
1637~1642 年崇祯十年至十五年特大旱灾	(20)
1876~1878 年清光绪二年至四年大旱	(21)
1929 年特大旱灾	(21)
二千年大旱	(23)

第三章 干旱监测	(28)
卫星遥感	(29)
用热惯量方法监测土壤干旱	(29)
植被供水指数法监测干旱灾害	(30)
距平植被指数法监测干旱灾害	(31)
“3S”技术	(32)
地理信息系统	(32)
全球定位系统	(32)
定西干旱气象与生态环境试验基地	(33)
基地在全国干旱监测中的地位和作用	(33)
基地干旱监测设备及条件	(34)
今后的发展方向	(35)
第四章 干旱指标	(36)
大气干旱指标	(37)
用史料评定旱涝等级	(37)
用降水资料确定旱涝等级	(38)
农业干旱指标	(40)
土壤湿度	(40)
土壤有效水分贮存量	(41)
水分供求差	(41)
帕默尔干旱指数	(41)
牧业干旱指标	(42)
草地干旱指标	(42)
黑灾指标	(42)
水文干旱指标	(43)
粮食减产率指标	(43)

第五章 干旱气候变化	(44)
三种时间尺度气候变化	(44)
千年尺度气候变化	(44)
百年尺度气候变化	(46)
年代际尺度气候变化	(47)
干旱的周期性	(48)
干旱的空间分布	(49)
季节干旱的空间分布	(49)
春旱	(49)
夏旱	(50)
秋旱与冬旱	(52)
季节连旱	(52)
第六章 全球气候变化与干旱	(54)
全球气候变化的基本事实	(54)
中国气候变化的基本事实	(55)
未来气候变化情景展望	(56)
未来气候变化的可能影响	(57)
对水资源的影响	(57)
对生态环境变化的影响	(58)
第七章 干旱形成原因	(59)
冷暖与干湿	(59)
地理位置、地形	(61)
西北干旱区的形成	(61)
不同地形对降水的影响	(62)
下垫面	(64)
地面反照率	(64)
沙漠化	(65)

青藏高原	(66)
大气环流	(68)
中国西北地区	(68)
中国东部	(69)
人类活动	(70)
第八章 干旱短期气候预测技术	(74)
干旱短期气候预测的发展过程	(75)
简单的经验统计分析	(75)
数理统计方法的广泛应用	(75)
物理统计方法的深入发展	(76)
物理统计与动力数值方法相结合的新阶段	(77)
干旱短期气候预测技术	(77)
实现了动力与统计相结合	(78)
增强了物理基础	(78)
提高了综合决策能力	(79)
增强了业务预测能力	(80)
提高了客观化、可视化、自动化的现代水平	(80)
西北地区干旱监测预测服务综合业务系统	(81)
系统特点	(81)
系统结构	(82)
干旱监测子系统	(82)
干旱预测子系统	(83)
第九章 干旱短期气候预测展望	(88)
干旱预测几个问题	(88)
统计学方法的基本假设	(88)
动力学与统计学相融合	(89)
集成预报	(90)

干旱气候预测理论及方法	(90)
干旱气候预测理论探讨	(90)
干旱气候预测方法探讨	(92)
干旱短期气候预测的展望	(95)
加强动力数值预报方法的研究	(95)
改进提高物理统计预测方法	(95)
第十章 干旱与水资源	(99)
黄河	(100)
内陆河	(102)
塔里木河	(104)
疏勒河	(104)
黑河	(105)
石羊河	(107)
内陆湖泊	(107)
艾丁湖	(107)
青海湖	(108)
冰川积雪	(109)
地下水	(110)
第十一章 干旱对生态环境的影响	(112)
干旱气候与生态环境	(112)
干旱与荒漠化	(115)
干旱与沙漠化	(118)
干旱与沙尘暴	(121)
干旱与绿洲	(125)
干旱与城市污染	(128)
第十二章 干旱对经济社会发展的影响	(132)
干旱与种植业	(132)

干旱与畜牧业·····	(135)
干旱与林业·····	(136)
干旱与旅游·····	(137)
干旱与人类社会活动·····	(140)
第十三章 干旱与可持续发展·····	(143)
干旱灾害与可持续发展·····	(143)
干旱气候资源与可持续发展·····	(145)
第十四章 干旱与防灾减灾·····	(147)
改善生态环境·····	(147)
优化农业结构·····	(148)
提高水资源的利用率·····	(149)
开发土壤水库·····	(149)
实施集水节灌农业·····	(152)
推广旱作地膜带田·····	(153)
大力开发空中水资源·····	(155)
主要参考文献·····	(157)
后记·····	(161)

第一章

干旱地理分布

全球范围

地球绕地轴自转、绕太阳公转,由于地轴倾斜,这两种运动的结果在地球上产生昼夜交替、季节变化和自然地带性差异等现象。在地球的地面性质差异之间,最显著的是海陆差别,它形成了地球上三类极不相同的气候,即大陆型气候、海洋型气候和季风气候。

大陆型气候在大陆内部形成。其主要特点是冬夏温度差异大、降水少,气候干旱。内陆沙漠地带是大陆型气候的一种极端表现。它又称为干旱气候和半干旱气候。海洋型气候主要在洋面上及海洋影响大的部分大陆地区。其特点是冬夏温度变化不大,气候潮湿,又称为湿润气候和半湿润气候。季风气候主要在某些海陆毗连的地区出现,它是海陆温差冬夏不同引起的,主要特点是冬季为大陆型气候,夏季属海洋型气候,是海洋和大陆交互影响的地区。

干湿气候区的划分,由气候干燥度来决定,气候干燥度是指长有植物地区的最大可能

蒸发量与降水量之比。干燥度 1.50~3.49 为半干旱气候区,干燥度 ≥ 3.5 为干旱气候区。

地球上广大副热带反气旋中心具有大范围下沉气流,由于气流下沉绝热增温与压缩逆温效应使气团干燥度增大。位于海洋上副热带反气旋东侧的大陆西部沿海岸地区,海洋上盛行冷洋流,大气层结稳定,进一步增强了反气旋边缘(东侧)抑制降水的效应。因此,干旱气候出现副热带大陆西缘的海岸附近。如北非、南非、北美、南美的副热带西海岸。

在副热带内陆地区,如北半球即使近地面层有强烈的加热空气效应,但由于对流层中层的下沉运动占优势,使降水过程受到抑制,增强了气团的干燥度,构成了在地球上副热带大陆上连片出现的干旱气候。从北非西海岸一直延伸到亚洲内部的干旱带就是明显的例证。在北美、南美和澳洲的内陆地区也存在这类干旱气候。

下沉气流及抑制降水的机制并非仅仅限制在副热带。例如,干旱气团控制地区也出现在赤道非洲、亚洲、美洲的温带内陆。从中亚到中国的新疆、甘肃、青海、内蒙古的大片干旱气候区处于亚洲温带内陆地区的干旱带。主要原因是它们位于远海内陆山脉的背海风一侧,海风不易到达,又有气流下沉效应,气旋越过山脉后,也会遇到截断与削弱。图 1.1 为世界干旱气候分布图。

热带干旱与半干旱气候区

热带干旱与半干旱气候出现在副热带高压带及信风带的大陆中心和大陆西岸,平均位置约在纬度 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间,因干旱程度和气候特征不同,可分热带干旱气候型、热带西海岸多雾干旱气候型和热带半干旱气候型。

热带干旱气候 典型的热带干旱气候区有非洲撒哈拉沙漠、卡拉哈里沙漠,西亚、南亚的阿拉伯大沙漠、塔尔沙漠、澳大利亚西部和中部沙漠,南美的阿塔卡马沙漠等。这里的气候特点是:降水量少而

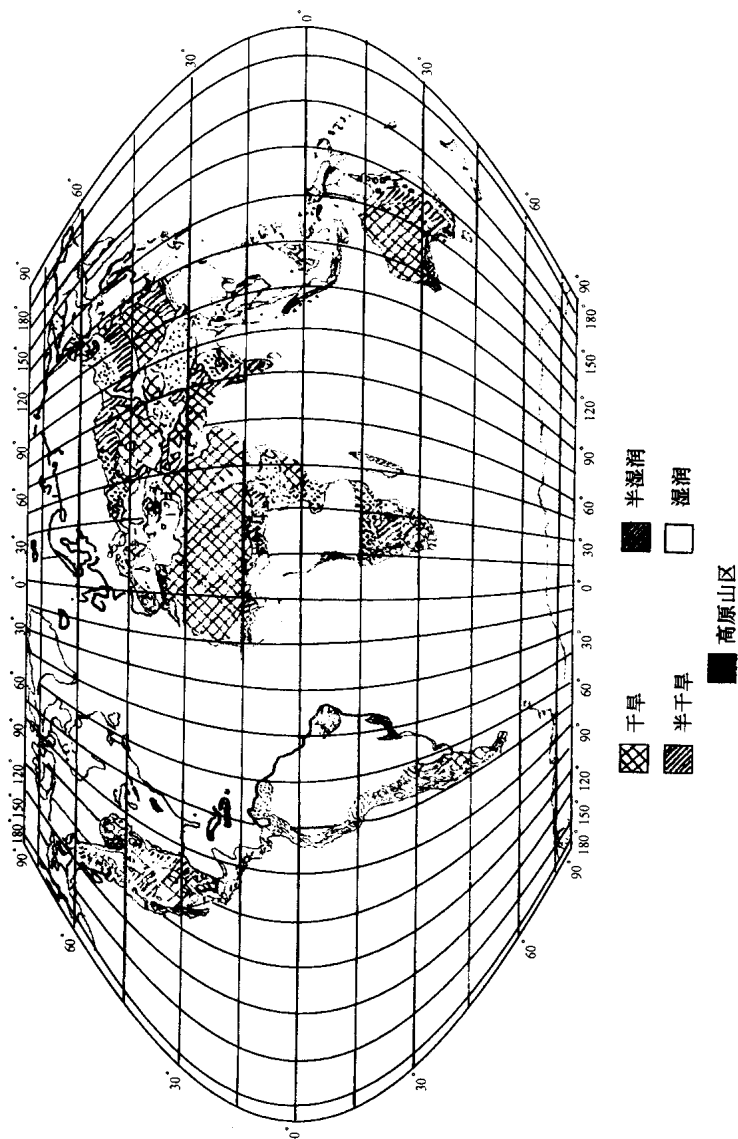


图 1.1 世界干旱气候分布

变率大;云量少,日照强烈;气温高,日较差大;蒸发强,相对湿度小。智利的伊基克曾经连续4年无雨,而某年一次阵雨竟降了635 mm。这里的所谓多年平均降水量并没有多大的实际意义。在撒哈拉沙漠的12月和1月平均云量为1/10;6~10月平均云量为1/30。在撒哈拉沙漠的比及一米哈,1978年12月25日白天最高气温达37.2℃,而夜间最低气温却降到-0.6℃,气温日较差达37.8℃,是真正的“早穿皮袄午穿纱”的气候。在热带干旱气候区蒸发力非常强,可能蒸散量约为其降水量的20倍乃至百倍以上。

热带西海岸多雾干旱气候型 在热带大陆西岸,有冷流经过的海滨地带,如北美的加利福尼亚冷流、南美的秘鲁冷流、北非的加那利冷流和南非的本格拉冷流的沿岸地带,纬度在20°~30°附近,个别地区可伸至10°左右,出现一种热带多雾干旱气候。这里降水量极为稀少,如南美智利北部港埠城市安托法加斯塔年降水量只有0.4 mm。比热带内陆干旱区的降水量还要少。这主要是因为它们位于副热带高压的东部边缘,盛行着下沉气流,再加上冷流的影响,使空气下层气温降低,有明显的逆温现象,空气层结稳定,所以多雾而少雨。如非洲西南部的斯瓦科普蒙德一年中有150天以上的雾日。

这种热带多雾干旱气候多低层云,日照不强,相对湿度很大,再加上在海滨有海陆风的影响,沿岸夏季气温很凉,气温年较差大大减小,同样日较差也很小,如南美秘鲁的莫克瓜平均气温日较差只有5.5℃左右,相当于一般热带干旱气候区的1/3弱。

热带半干旱气候 在热带干旱气候区的外缘为热带半干旱气候。热带半干旱气候有一短暂雨季,年雨量在250~750 mm。它的雨季出现在正午太阳高度角大的季节如非洲乍得的恩贾梅纳。在5~10月,正午太阳高度角大时,因赤道低压北移,这里受到热带海洋气团和赤道低压槽中辐合上升气流的影响,因而有一短暂的雨季。在其余大半年时间内则受副热带高压下沉气流和东北信风带来的热带大陆气团的影响,干燥无雨。

副热带干旱与半干旱气候区

副热带干旱与半干旱气候区位于热带干旱气候向高纬度一侧,它是在副热带高压下沉气流和信风带背风海岸的作用下形成的。主要分布地区为南北纬 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 大陆西岸和内陆地区,出现在北非、近东、美国西南部和墨西哥北部,澳大利亚南部、阿根廷和非洲南部部分地区。

因干旱程度不同可分为副热带干旱气候与副热带半干旱气候。

副热带干旱气候 副热带干旱气候是热带干旱气候的延伸,亦具有少雨、少云、日照强、气温高、蒸发大等特点。但由于纬度位置稍高,与热带干旱气候相比有以下两点差异:

- 凉季气温较低,年较差比热带沙漠大。该区在盛夏期间烈日高照,又在热带大陆气团控制下,其酷热程度与热带沙漠相似。如美国西部干旱区亚利桑那州的尤马,曾经出现连续 80 天白昼最高气温在 38°C 以上,最热月平均气温达 33°C 。但 1 月份个别日子最低气温可降至 0°C 以下,1 月平均气温为 13°C ,气温年较差达 20°C 。
- 凉季有气旋雨。土壤蓄水量比热带沙漠大;在凉季温带气旋路径偏南时,有少量的气旋雨,在 8 月份当热带海洋气团侵入时,有少量的对流雨,所以土壤蓄水量比热带沙漠大。

副热带半干旱气候 它出现在副热带干旱气候区的外缘,其气候与副热带干旱气候相比,有以下两点差别:

- 夏季气温偏低,以南非的约翰内斯堡为例,高温的 12 月、1 月和 2 月的月平均气温为 19.8°C 左右,气温比较低。
- 冬季降水稍多,这是因为冬季温带气旋南移而形成。以北非利比亚的班加西为例,自 11 月开始,受到地中海锋面和温带气旋的影响,降水量增加。此后在 12 月和 1 月气旋活动频率增大,月平均降水量分别为 79 mm 和 94 mm。这时气温又较