

水旱灾害学

欧阳惠 编著

气象出版社

水旱灾害学

欧阳惠 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书综合分析了干旱、洪涝、渍害等危害的机理,以及水动力危害的规律和相应的防治方法,也介绍了森林调节水分的机理,水旱防护林的布局、选择、配置的理论依据,并且阐述了防洪抢险、水旱灾害的预测、监测(卫星遥感)及减轻水旱灾害的调控方法和对策。

本书可供生态环境工作者,水利、林业、农业、气象科技人员及有关大专院校师生阅读,也可作为进行各类开发的决策者以及抗旱防汛的领导和部队指战员工作时参考。

图书在版编目(CIP)数据

水旱灾害学/欧阳惠编著. —北京:气象出版社,2001.3
ISBN 7-5029-3084-1

I. 水… II. 欧… III. ①水灾—研究 ②干旱—研究
IV. P426.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 08075 号

水旱灾害学

欧阳惠 编著

责任编辑:张淑萍 终审:周诗健

封面设计:民文 责任技编:张淑萍 责任校对:赵小红

* * *

气象出版社 出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:14.25 字数:370 千字

2001 年 3 月第一版 2001 年 3 月第一次印刷

印数:1~2000 定价:30.00 元

ISBN 7-5029-3084-1/P·1082

前 言

我国地处欧亚大陆东南部,濒临太平洋,大部分是大陆气流和海洋气流交绥的地区,这两种气流汇合形成了我国主要雨带,二者的强弱、消长造成降水时空分布不均,常形成干旱、洪涝等灾害,随着我国经济建设的飞速发展,我们防御水旱灾害的能力正在逐年加强,但许多经济建设活动又加剧了水旱灾害的发生及其危害,造成的经济损失也越来越大。水旱灾害的预防和治理也引起了人们的重视。很多学者从农业、水利、水文、气象、林业以及其他方面撰写了有关的专著,但水旱灾害的形成是人类活动和各种自然因素综合的结果,因此预防和治理也应从系统集成的角度进行分析、阐述,本书除本人一些体会外,吸收了大量各方面的研究成果,介绍了形成的机理及其危害,各种人类活动对水旱灾害的影响,也阐述了水旱灾害预测、监测、减轻和治理的方法和途径。

水是一种资源,本书介绍了合理利用水资源的方法,并同时从中了解这就是减少水旱灾害的一项重要措施。

本书第九章第三节由徐永胜先生撰写,陈历舒先生修改,欧阳惠进行了校阅。卢立典先生对全书其他章节进行了校阅和文字的修改。许多关心本书的同志也对本书提出过宝贵的意见。在此一并致谢。

本书引用了大量国内外文献,牵涉的学科、内容很多,难免挂一漏万,在此也对所引用论著的作者表示敬意。

为了及时出版,使它能在国民经济建设中发挥作用,有些内容没有仔细推敲,定然有许多舛错,请读者批评指正。

作者

2001年3月

147 24/04

目 录

绪论	(1)
第一章 水分循环和植物与水的关系	(7)
§ 1.1 水分循环和全球水分平衡	(8)
§ 1.2 全球各纬度带的水分平衡和水分储存	(11)
§ 1.3 我国的水分平衡	(13)
§ 1.4 植物对水分的吸收和运转	(20)
§ 1.5 植物对水分的消耗	(26)
参考文献	(33)
第二章 作物土壤水分平衡及干旱	(35)
§ 2.1 土壤的水分平衡	(35)
§ 2.2 降水与大气湿度对作物的影响	(43)
§ 2.3 土壤蒸发及对蒸散的影响	(47)
§ 2.4 农作物干旱	(55)
§ 2.5 我国干旱类型和我国各区干旱特点	(63)
参考文献	(72)
第三章 干旱的防御	(73)
§ 3.1 作物抗旱的机制	(73)
§ 3.2 渠系灌溉	(77)
§ 3.3 提高作物水分利用率的几项措施	(80)
§ 3.4 抗旱耕作方法	(82)
§ 3.5 地面覆盖	(86)
§ 3.6 节水灌溉	(89)
参考文献	(95)
第四章 洪涝和渍害对农林作物的影响	(96)

§ 4.1 洪涝和判定标准·····	(96)
§ 4.2 洪涝灾害·····	(99)
§ 4.3 渍害·····	(111)
§ 4.4 森林的渍涝灾害·····	(121)
参考文献·····	(134)
第五章 森林和水旱灾害·····	(135)
§ 5.1 森林调节水分的机理·····	(135)
§ 5.2 森林水文效益的计量·····	(148)
§ 5.3 水旱防护林的选择·····	(164)
§ 5.4 水旱防护林的布局·····	(175)
§ 5.5 防护林的配置·····	(181)
参考文献·····	(191)
第六章 水的动力危害及水利建设·····	(193)
§ 6.1 我国古代减轻水旱灾害的工程措施·····	(193)
§ 6.2 水对土壤的动力作用及危害·····	(195)
§ 6.3 泥沙的形成和河床的演变·····	(204)
§ 6.4 河、湖、地下水的水文特征·····	(214)
§ 6.5 调蓄工程·····	(224)
§ 6.6 河道整治·····	(240)
§ 6.7 水土保持·····	(256)
§ 6.8 南水北调·····	(260)
参考文献·····	(262)
第七章 防汛与抢险·····	(263)
§ 7.1 防汛准备·····	(263)
§ 7.2 防汛组织·····	(266)
§ 7.3 防汛非工程措施·····	(270)
§ 7.4 险情与抢险·····	(272)
§ 7.5 防洪抢险技术·····	(280)
参考文献·····	(305)

第八章 水旱灾害的气象水文特征及其预测	(306)
§ 8.1 旱涝与能量	(306)
§ 8.2 水旱气候的形成	(311)
§ 8.3 中国水旱灾害的气象水文特征	(317)
§ 8.4 旱涝预测方法	(330)
§ 8.5 冰凌预报	(341)
参考文献.....	(344)
第九章 水旱灾害的调控和对策	(344)
§ 9.1 几种用水、水电站调度模型.....	(344)
§ 9.2 森林对云水资源的影响	(354)
§ 9.3 人工降雨的原理和方法	(360)
§ 9.4 旱涝灾害的调控技术	(375)
§ 9.5 关于我国防治水旱灾害的几点认识	(399)
参考文献.....	(406)
第十章 遥感及“3S”技术在干旱、洪涝监测中的应用	(408)
§ 10.1 卫星遥感监测水旱灾害概况.....	(409)
§ 10.2 洪涝监测.....	(412)
§ 10.3 卫星遥感干旱的动态监测.....	(427)
§ 10.4 “3S”技术在水旱灾害监测中的应用	(437)
§ 10.5 微波遥感和侧视雷达.....	(443)
参考文献.....	(447)

绪 论

人类的历史,就是认识自然、改造自然的历史,人类社会在和自然的斗争中得到了进步和发展,也从中加深了对水旱灾害的认识。随着人类社会的前进,人类防御水旱灾害的能力越来越强,但是许多人类经济活动也加剧了水旱灾害的发生,使发生后的危害程度和经济损失越来越大。尤其近年来,我国湖南、湖北、江西、安徽、江苏、山东、河北等省连续多年发生洪涝灾害,并且日趋严重,不但给人民的生命财产带来很大的损失,而且妨碍了社会经济的持续稳定发展,干扰了人们正常的经济、政治活动,延缓了四个现代化的进程。大气降水偏多是产生洪涝的前提和直接原因之一。很多人在思考,我们能否减轻洪涝的危害呢?我们过去的经济活动有哪些违背自然规律之处?

恩格斯曾作过论述:“美索不达米亚、希腊、小亚细亚以及其他各地居民,为了想得到耕地,把森林都砍完了,但是他们想不到,这些地方今天竟因此成为荒芜不毛之地,因为他们使这些地方失去了森林,也失去了积聚和贮存水分的中心。阿尔卑斯山的意大利人要十分细心地保护北坡上的松林,而把南坡上的森林都砍光了,他们没有预料到,这样一来,他们把他们区域里的高山畜牧业的基础给摧毁了;他们更没有预料到他们这样做,竟使山泉在一年中的大部分时间内枯竭了,而在雨季又使更加凶猛的洪水倾泻到平原上。”

干旱是世界上许多国家面临的危害,例如从南非到东非萨赫勒地区 22 个国家,从 1968 年以来一直经受着干旱的威胁(除 1974 年),致使成千上万人的死亡,美国、澳大利亚也遭受到严重干旱。我国是一个季风影响很大的国家,季风的迟早,推进的远

近,势力强弱都不一样,从而造成了降水时空变化大,旱涝灾害具有发生次数频繁,持续时间长,范围广,危害大等特点。不仅少雨的北方干旱频生,而且多雨的南方也时有出现。我国干旱一年四季都可能发生,给工农业生产和人民生活带来不同危害。

人类为了获得更多的物质财富,不断进行着开发和建设,我国是一个人口众多的发展中国家,经济建设速度较快,为了持续稳定发展,减轻和杜绝各种水旱灾害,很好地利用各种水资源,兴建了各种水利建设;为了防止水土流失,运用生物和工程措施进行水土保持;还开展了旱涝天气、气候、水文预报及分析等,内容已经有相关学科的专著。本书重点介绍兴办这些建设应遵循的原则及发生灾害时的挽救措施和进行系统集成的基础,同时人类的各种活动,如各种农业的开发,森林经营,水利工程及各种基本建设等都将对生态环境产生影响,也会加快水旱灾害的产生和减弱或消亡。

造成水旱灾害的因素可分为气候因素、下垫面因素和人为因素三类。这三类因素的任一类,都可能成为造成某种水旱灾害的主导因素。

一、气候因素

1. 地理位置、季风气候与水旱灾害的关系

我国所处的纬度、地理位置和地形条件决定了我国气候受东亚季风和高原季风控制,我国北方冬春少雨,旱灾频生;东南沿海夏秋常遭台风袭击,时常发生台风海啸和台风暴雨。我国东部濒临太平洋,距水汽源地近,受东亚季风影响强,降雨丰沛、气候湿润,故易生洪涝;西北地区位居欧亚大陆腹地,距水汽源地远,大陆度强,年降水量很少,蒸发强烈,气候干旱,故易遭干旱。

2. 降水与水旱灾害的发生

降水的多少是产生水旱灾害的基本因素。作物生长季节,长期少雨或无雨会形成干旱,雨量太多则会造成洪、涝、渍。某些地区某些年份的降水总量并非过多或不足,但年内,甚至季内分配不

平均,也可能造成某一时期的洪涝渍灾害,而另一个时期又可能出现干旱。

3. 蒸发与水旱灾害的关系

气温高,相对湿度低,风速大,则土壤蒸发强烈,土壤含水量降低很快,促使旱情迅速发展。而在低温,少风,空气相对湿度大,蒸发量较小,土壤排水较差的地区,则易引起土壤沼泽化,造成渍害。

二、下垫面因素

1. 地貌与水旱灾害的关系

高山、高原对气流的抬升作用,常使山地迎风坡形成多雨区和暴雨中心,而在背风坡及其附近地区,往往易发生干旱。地貌对水汽运行的影响,造成降水在空间分布上的不均,是水旱灾害地区性差异的重要原因之一。

在山、丘岗不同部位的农田,土壤水分及灌溉条件都会有很大的差异。

2. 植被对水旱灾害的影响

植被能阻止降雨和径流对土壤的冲刷,而且能减缓径流的剧烈变化,还能涵养一定数量的水分,从而减轻了洪水的危害。也能提供降水量较少时的水分供应。植被减轻水旱灾害的作用随植被的种类,如森林的类型、结构、布局、配置等而异。

3. 土壤对水旱灾害的影响

砂土、砂壤土,易旱不易涝;粘土、粘壤土,易生渍涝;土层薄、结构差的土壤易旱,也易洪涝。相反结构好,土层深厚的土壤抗旱,抗涝能力强。

4. 地质条件对水旱灾害的影响

母岩破碎,不稳定的山体,易形成泥石流,阻塞河道,冲毁村镇,严重可造成毁灭性灾害。岩溶地区,常易发生淹浸,也易干旱缺水,旱灾频生。

5. 湖泊、溪河对水旱灾害的影响

湖泊、溪河的泥沙淤积状况及泄洪能力对洪涝和干旱的危害密切相关。河系中的沼泽、湖泊、能起滞洪作用的洼地、天然分洪道,可用以滞洪、分流减缓水灾。

三、人类活动对洪涝、干旱灾害的影响

当降水落在地面后,若生态系统调控能力减弱,洪涝、干旱就易发生。一切开发、建设和其他人类经济活动都应采取相应的保护措施,尽量避免系统变化过大,还应积极实施一系列提高生态系统稳定能力的办法。如:

1. 农业开发

我国农业开发速度很快,也取得了引人注目的成就,而且正向丘岗、山地转移。任何开发(包括森林的营造)都要破坏原有的植被,都要挖动土壤。因此任何开发都须进行相应的保护,否则整个系统就易失去稳定,有损生态系统自我调控能力,也就是说容易发生各种灾害。

作物品种的替换(如水稻高秆改矮秆)、耕作制度的改变(单季改双季)都将对流域内径流产生影响。

2. 森林

森林的保护,森林的经营,森林的布局,森林类型将对水旱灾害产生影响。河系形状、尾间状况对水旱灾害的发生也有影响。

3. 工矿、交通、基建(包括民房)、各种开发区的兴办

它们的规模、速度、位置……也对生态系统的稳定产生影响。这些失误之处也是容易产生洪涝、干旱等灾害的原因之一。例如:许多河道乱采滥挖,致使尾矿阻塞河道;许多地方将基建和其他废弃物倾注河道;有些人占河道修建房屋和其他建筑。这些都妨碍了河流的顺畅和行洪。

兴办开发区有很多带有盲目性,除应逐步清理外,所有开发区都应进行植被(尤其森林植被)的恢复,和水土保持措施。

工矿、交通及其他各种基本建设,除挡土墙、护坡……等工程

措施外,还要进行相应的生物措施。在泥石流、水土流失严重的地区,一般不宜进行大规模基本建设。

4. 水文地质条件的改变

由于灌溉不当、管理不善,使大量水分渗入地下,造成灌区地下水或毗邻地区地下水水位升高;蓄水工程对其周边地下水的顶托或侧渗补给,抬高附近的农田地下水位。二者都可引起次生沼泽化或次生盐碱化。在依靠地下水或天然泉水灌溉的灌区,由于过量开采地下水,可致使泉水枯竭,地下水位下降。沼泽地排水改良中,排水过量,地下水位下降过多,土壤得不到足够的潜水补给,有时也会形成干旱。

5. 地表水水文状况的改变

当规划设计不当,道路网、灌溉网等地面建筑截断或打乱了原来的排水系统;行洪河道和蓄洪区上不合理地修建一些建筑物,降低了河道排洪能力;不恰当的围湖造田,缩小湖泊容量,降低它们调蓄洪水的能力;排水沟上筑坝蓄水抗旱,雨季来临不拆除等。上述这些不当措施,都会引起或扩大洪、涝、渍等灾害。一些山区水库由于设计标准低,施工质量差,洪水期水库溃决(溃坝流量比入库洪水流量可大20~40倍)往往在下游造成“次生洪灾”。

6. 完善水利设施

完善水利设施,有力的抗灾措施,可以消除或减轻水旱灾害;但如工程不配套,管理不健全,抗灾措施不力,甚至以邻为壑,将更增加发生灾害的机会甚至扩大灾情。

四、其他

1. 凌汛:初春,当气温转暖,我国北方河流封冻的冰块开始融化,若径流增加,尤其由南向北流动的河流,流水经常带动冰块移动,形成凌汛,这对堤岸和其他的水工建筑造成危害,由于冰块阻塞河道,因而也带来洪涝灾的危险性。

2. 疾病:洪水会加快疾病的传播,而我国的洪涝正处在高温

时期,病菌繁殖迅速,所以洪涝期和灾后,应注意疾病的预防和治疗。

因此笔者撰写拙著,阐述水旱灾害的规律,及其危害特点,阐述一些主要人类经济活动对水旱灾害的影响,以及减轻其危害的一些措施,治理、预防和动态监测的方法 and 对策。

参考文献

- [1] 欧阳惠,湖南山地保护性开发层的初步研究,湖南南岭山区自然资源开发利用和国土整治研究,学术书刊出版社,1990。
- [2] 施成熙,农业水文学,农业出版社,1984。

第一章 水分循环和植物与水的关系

对地球表面一定地区水分收支的分析,可使用大体与财政收支相同的方法。它只要求在固定时期内(如历月或历年)对水量的加减。为了弄清为什么出现这样的水分得失,我们必须研究影响气态、液态、固态水的物理过程,即不仅仅研究在大气中的水,而且也要研究土壤中、岩石中的水,以及河湖、冰川中无遮蔽的水。

如果我们能不间断地跟踪水分子,在交替地包括水的汽态、液态或固态的可能有的巡回路线中,单个的水分子可以运行经过其中的任何一条路线,如图 1-1 和图 1-2 所示。

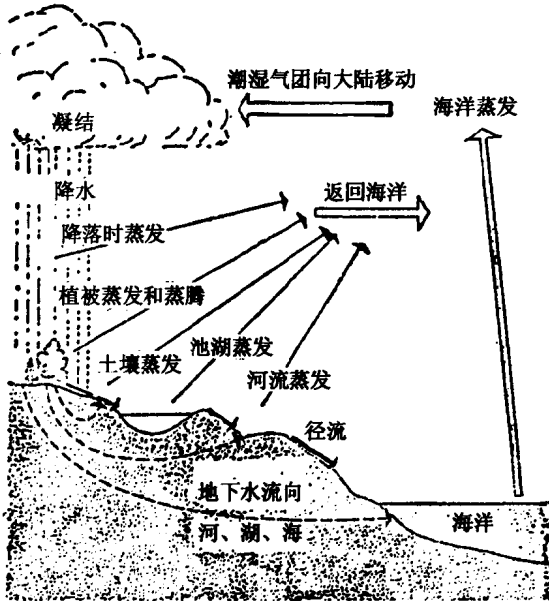


图 1-1 水分循环

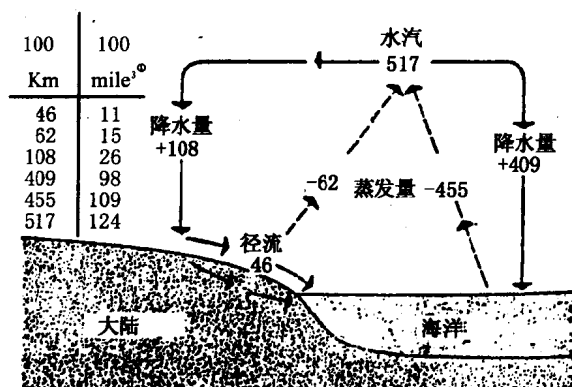


图 1-2 全球水分平衡

数字是全世界海洋和陆地区域年平均水分通量的收支

§ 1.1 水分循环和全球水分平衡

海洋、大气和陆地的水在运动,连续不断地变换地理位置和物理形态,称为水分循环。

通用的水分平衡方程为:

$$\Delta W = P - r - E_T \quad (1-1)$$

式中 P 为降水量; r 为径流量; E_T 为蒸散量(土壤蒸发与植物蒸腾之和,又称总蒸发量)。

(1-1)式包含着降水、蒸散和径流三个水分循环的基本要素,所以它可以反映小至一个田块,大至一个流域的水分平衡状况。

全球水分平衡的基本规律是分析和评价局部地区水分条件的重要依据,随着科学技术的发展,观测手段和方法不断完善,降水量、蒸散量和径流量资料日渐增多,全球水分平衡的轮廓已基本摸清,使得人们对水分的大规模的动态变化有了较准确的认识。

① 1mile=1609.344m,下同。

由表 1-1 可以看出,全球平均每年从海洋上蒸发到空气中的水汽总量为 505000km^3 ,降到海洋上的总降水量为 458000km^3 ,总入水量比总蒸发量少 47000km^3 ,这个数量恰好与从陆地注入海洋的总径流量相等。每年从陆地上蒸发到空气中的水汽总量为 72000km^3 ,从空中降到陆地的总降水量为 119000km^3 ,总降水量比总蒸发量多 47000km^3 ,这也同陆地注入海洋的总径流量相等。海洋和陆地各自保持着水分平衡。

表 1-1 全球及其分区的水分平衡

区 域	面积(10^6km^2)	水分平衡要素	年总量(km^3)
外流区	119	降水量	110000
		径流量	47000
		蒸发量	63000
内陆区	30	降水量	9000
		蒸发量	9000
海洋区	361	降水量	458000
		径流量	47000
		蒸发量	505000
全 球	510	降水量	577000
		蒸发量	577000

前苏联学者布德科在前人研究的基础上,于 1971 年计算出各大洲和各大洋水分平衡的分量值,如表 1-2 所示。

表 1-2 陆地和海洋的水分平衡

要 素 区 域	降水量	蒸发量	径流量	流动情况
大 西 洋	890	1240	230	- 120
印 度 洋	1170	1320	80	- 70
太 平 洋	1330	1320	70	- 80
全 球 海 洋	1140	1260	120	
非 洲	690	430	260	
亚 洲	600	310	290	
大 洋 洲	470	420	50	
欧 洲	640	390	250	
北 美	660	320	340	
南 美	1630	700	930	
陆 地 外 流 区	924	529	395	
陆 地 内 流 区	300	300	0	
陆地年平均总计	730	420	310	

由表 1-2 可以看出,全球海洋的年平均蒸发量为 1260mm,年平均降水量为 1140mm,注入海洋的年平均径流量为 120mm 水层。全球陆地的年平均蒸发量为 420mm,年平均降水量为 730mm,年平均径流量 310mm。在各个大洲和海洋上水分平衡的分量值是不相同的。在大陆上,由于南美洲大陆的大部分位于赤道气候区内,沙漠只占总面积的很小一部分,使得那里的水分循环就特别活跃,降水量、蒸发量和径流量均为各大洲之冠。降水和径流的最小值出现在大洋洲,蒸发的最小值出现在亚洲。在海洋上,太平洋上的降水量最多,蒸发也比较多。

根据海洋和陆地的蒸发资料便可以确定地球上各个纬度带的水分平衡(图 1-3)。从图 1-3 可以看出,水分平衡各分量随纬度的变化是密切相关的。在副热带高压带蒸发量大大地超过了降水量,成为大气中水汽的重要来源。剩余的水汽借信风和盛行西南风(北半球)分别向南、向北作经向输送,使得降水和径流的纬度分布有两个高峰:一个在赤道低压带,那里气流

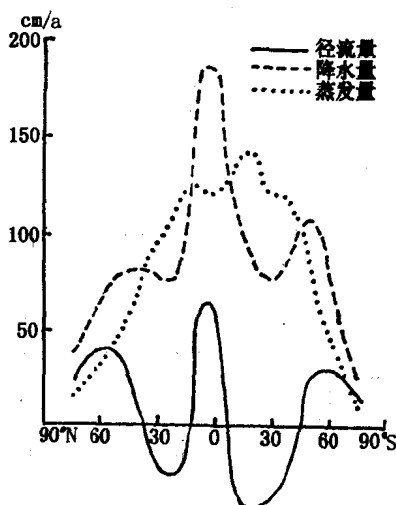


图 1-3 水分平衡各分量随纬度的变化

辐合上升,产生大量的对流雨,径流也相应出现高峰;另一个在中纬度西风带,那里处于冷、暖气团交绥的锋带上,气旋活动频繁,因之降水量较多,径流也较大,是仅次于赤道带的第二个丰水带。在两个高峰之间的副热带高压带,盛行下沉气流,因此即使在海洋表面,水分蒸发量虽然很多,但降水量、径流量却比较少。

一般来说,人们常常以降水与蒸发之比来判断一个地区的湿