

GE HA
E YE
YONG
QI XIANG

各行各业用气象 合理开发利用

水资源

宋乃公



气象出版社

各行各业用气象

——合理开发利用水资源

宋乃公

气象出版社

各行各业用气象
——合理开发利用水资源

宋乃公

责任编辑 陈云峰

* * *

气象出版社

(北京西郊白石桥路48号)

北京市昌平环球科技印刷厂印刷

开本: 787×960 1/32 字数: 76千字 印张: 4.5

1990年2月第一版

1990年2月第一次印刷

印数: 1—2000册 定价: 1.80元

ISBN 7-5029-3178-4 / P·0118

出版前言

气象科学与国民经济各部门、国防建设和人民生活息息相关。随着四化建设的蓬勃发展,发挥气象对生产、技术的指导作用,提高经济效益正成为十分迫切的问题。正如赵紫阳同志在党的十三次全国代表大会上所作的报告中指出的:科技工作的首要任务是振兴国民经济。为了将气象科技成果尽快转化为现实生产力,本社决定组织编写出版一套《应用气象》丛书。

本丛书将分期分批出版,第一批有水利、健康、牧业、建筑、能源、商业、交通等共十九个选题。这是一套技术性科普读物,紧扣人们在生产和生活中的实际需要及发生的各种各样与气象有关的实际问题,力求透析其关系,指导如何利用气象来趋利避害。

本丛书力求采用最新资料,介绍最新科技成果,希望能为发展生产力,振兴国民经济作出贡献。本丛书由于分行业来介绍与气象的关系及其应

用,所以它是各行各业领导干部、科技人员和搞气象服务的科技人员的必读书之一;也可作为有关院校师生的参考读物;同时也适合广大气象爱好者阅读。

气象出版社

序 言

科学技术是生产力。积极推广普遍适用的科技成果，缩短科研成果运用于生产的周期，是提高经济效益的一个决定性因素，是使我国经济走向新的成长阶段的一个主要支柱。

大气科学是一门应用性很强的学科。把大气科学技术和研究成果推广应用于国民经济各部门和各行业，明显提高了这些部门和行业的经济活动效益。多年来的实践说明，气象科学技术和科研成果与经济活动结合得越紧密，效益越明显。天地广阔，大有作为。党的十一届三中全会以来，气象部门广大气象人员，努力适应社会主义现代化建设的需要，针对经济部门和生产单位在经济和生产活动中存在的气象问题，应用气象科学技术和科研成果，进行有针对性的气象服务，取得了很大成绩，也积累了不少经验。进一步做好这项工作，是气象工作为实现党的十三大提出的历史性任务的一个重要方面。

为了总结交流应用气象工作成果、经验和方法，进一步推动这方面工作的发展，气象出版社组

织编辑了这套《应用气象丛书》。我相信这套丛书会受到社会各有关方面的欢迎，同时，对气象部门以及从事应用气象学研究的人员也是重要的参考资料。

我希望这套丛书的出版，能促进我国气象服务工作进一步向深广细活方向发展，不断提高气象服务的经济效益和社会效益，为建设有中国特色的社会主义作出更大的贡献。

郭龍蒙

一九八七年十一月

目 录

一、水文气象系统.....	(1)
水分循环与水文气象系统.....	(1)
水分循环的异常和治水.....	(5)
二、水资源与干旱.....	(10)
水是宝贵的资源.....	(10)
降水是水资源的根本来源.....	(14)
水资源评价.....	(17)
水资源评价中蒸发的计算.....	(21)
用高空气象资料计算蒸发量.....	(26)
干旱.....	(29)
干旱化与沙漠化.....	(33)
卫星遥感技术在水文、水资源工作中的应用	(36)
三、水利工程的规划.....	(41)
水利工程规划与降水特征.....	(41)
风浪对水利工程的影响.....	(47)
黄河小浪底水库与中游暴雨.....	(50)
长江三峡水利枢纽的防洪作用.....	(54)
水库与远距离调水工程对气候环境的影响...	(58)

四、水利工程的设计与施工	(63)
设计洪水与防洪标准	(63)
频率分析与皮Ⅱ型曲线	(67)
极限降水与可能最大暴雨	(71)
暴雨的成因分析和特性分析	(75)
施工气候与施工天气预报	(79)
五、水文气象与防汛	(83)
汛期与防汛	(83)
水文预报	(87)
防汛天气预报	(91)
超短时预报	(98)
暴雨洪水的监测、预报和警报系统	(104)
六、水库的控制运用	(109)
水库的面积、库容和特征水位	(109)
水库调度的现状和问题	(112)
分期确定防洪限制水位	(116)
汛期的天气学划分	(119)
天气预报在水库控制运用中的作用和效益 ..	(123)
七、水文气象的回顾与展望	(128)

一、水文气象系统

水分循环与水文气象系统

水是生命之源。

人类生活一天到晚离不开水。饮用水，清洗用水，农田灌溉用水，工业上，像化工厂、造纸厂、纺织厂、电厂……都在大量地使用和消耗着水，人类活动是一个庞大的用水系统，输入的都是清洁的水，输出的却是污水。

幸运的是，自然界存在着水分循环过程，它源源不断地维持了人类的淡水供应，满足人类对新鲜水的不停需求。

水从海洋这一巨大的水库里蒸发到大气中，海洋上蒸发的水要比落到它上面的降水多。要维持平衡，陆地上的降水量则比蒸发量大，其超过的量作为径流又流回到海洋里去。水分循环过程的一个粗

略模型可以用图1来简单表示。

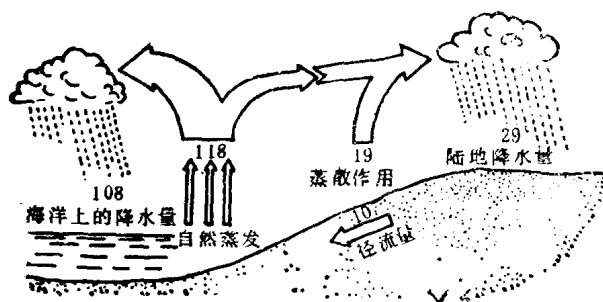


图1 全球水的循环

以每日 10^{16} 加仑为单位计算(1加仑 = 3.785升)

水分循环的实际过程非常复杂，海洋有自己的洋流等水圈内部的水循环；大气圈里有随着大气环流进行的大气内部水循环；大气圈与陆地之间，大气圈与洋面之间，也有着蒸发的水汽又形成降水，降落的水分又形成蒸发的直接循环；岩石圈上也存在着地表水与地上水之间的转换与循环；生物体内也有着生物水的循环……。

水分循环把地球上所有的水，无论是大气、海洋、地壳还是生物圈中的水都纳入了一个综合的自然系统中。水圈内所有的水都参与水的循环。像人体中，从饮水到水排出体外只要几小时。而大气中的水，从蒸发进入大气，到形成降水离开大气，平均来说，完成一次循环要八天左右。而世界大洋中

的水，如果都要蒸发进入大气，完成一次水分循环的过程，那么整个海洋要二、三千年才能循环一次。

水分循环系统是一个水的自然净化系统。水不断地从任何潮湿的表面蒸发，或者从植物表面蒸腾，当水蒸散进入大气时，大部分杂质留了下来，雨水到了地面经过沙石的过滤和沉淀，成为洁净的水源。在这个净化过程中，海洋有着巨大的作用。太阳、海洋和大气象一个巨大的蒸馏装置，时刻不停地运转着。

由于水分循环的存在使得水成为我们地球上最活跃的物质，它处于永恒的运动状态，它永远散失，又永远恢复。它以气、液、固三态出现，在整个生物圈中，它无处不在。

水分循环系统是一个开放的能量系统。它有着能量的输入和输出，有着系统内部的能量的转换和输送。进入到地球上的太阳能约有23%消耗于海洋表面和陆地表面的蒸发上，当水汽凝结时，这些能量又重新释放出来。对于整个地球——大气系统来说，由于纬度不同和海陆分布不同，不同地区所接受到的太阳辐射能的多少有着很大差异。就全年平均情况看，大约从北纬40°到南纬30°是一个广大的过剩辐射区域，而两个极地周围的高纬度地区是辐射亏损区。海陆之间，在不同的季节有着不同的亏损和盈余。只有当热从盈余的地区向亏空的地区输

送，才能达到全球的能量平衡。而这种能量输送，主要靠地分循环过程来完成。水在海洋中能够形成洋流，水又能够以气液相变的形式来大量地储存和输送能量。根据计算，在低纬度地区洋流的经向输送作用比较强，而在副热带高压靠极地一侧的潜热向极地输送很强，在这里大气向极地的热量输送达到最大。这种能量输送保持了全球的能量平衡，它使得辐射的亏空区不致于太冷，辐射的过剩区不致于太热，为生物提供了一种适宜的生活环境。

在水分循环这个开放的自然系统中，长期以来，达到了能量与物质的转换和输送的动态平衡，以整个系统的平均活动的均衡性，保持了地球上生物生存的环境条件的长期稳定。

水分循环系统是一个水文气象系统，它的蒸发、水汽输送、凝结、云雾和降水过程是气象学所研究的范围。而降水到达地面以后，入渗、产流、汇流、形成河川径流，则是河流文学的研究对象。此外，还有湖泊和水库文学，沼泽文学，冰川文学和海洋文学（海洋学）等。这些学科的研究范围几乎包括了所有下垫面上的水文现象。文学与气象学分别研究了水分循环系统的两个不同的组成部分，它们之间是互相依附，密不可分的。大气环流的研究离不开下垫面的作用，而水文模型中的要素都少不了气象因子，一个水文循环系统的完整

模型必然是水文学和气象学密切结合的产物，对水分循环系统的自然规律的观测和研究，诞生了水文学和气象学这一对地球科学中的孪生姊妹。

水分循环的异常和治水

虽然从长期的平均状况看，存在着海陆之间的水分循环过程，但是这一过程并不是每天平均分配的。有时水分循环过程很强，有时又很弱，有时是海洋向陆地的水汽正输送，有时又是反向的负输送。陆地上的河流有时汹涌奔腾，有时又会干涸断流。

对于不同的地点来说也有很大差异，即使是同一纬度上的不同地点，或者是同一国家的不同地区也会很不相同。

象我们国家年降水量最高纪录可以达到8千多毫米（台湾火烧寮），而年降水量最少地区仅5.9毫米（新疆托克逊）。象北京地区年雨量最高可以达到1406毫米（1959年），年雨量最少时仅为242毫米（1869年）。北京密云县枣树林1972年7月27日一天就降水478毫米，是少雨年份1869年全年降水量的两倍。

暴雨天气过程是一个剧烈的水分循环过程，1975年8月上旬，淮河上游的洪汝河和沙颍河流域特

大暴雨过程中，林庄站一天降水量达1005.4毫米，而这一地区的年平均降水量为700—800毫米，还没有这一天的降水量多。这次暴雨是7503号台风登陆引起的，这次台风登陆从8月3号到8月9号先后引起台湾、浙江、福建、广东、湖南、湖北、江西、河南、河北等近十个省区出现暴雨天气。整个降水过程的总降水量达到一千多亿吨。在淮河上游的正阳关以上产流量达129亿吨。这么多的水突然一下子集中于这一小小的地区，当然使河道无法容纳，到处漫决。两座大型水库垮坝失事，几个滞洪区容纳不了，而先后溃溢，洪水到处窜流，造成极惨重的灾害。

根据“75.8”暴雨会战组的研究计算，这次暴雨的水汽主要来自我国东海及其以东的洋面上。

1982年7月29日到8月2日黄河三门峡到花园口区间，出现了一次有实测记录以来的最大暴雨。由于环流配置和地形影响，使得南、北、西三个方面的水汽净收支很小，主要是东风气流的辐合输入，台风北侧与副高之间几百公里宽，几公里厚的东风水汽输送带把海洋上的水汽带进三花间，形成暴雨，降雨落下之后，汇集在黄河之中又奔流入海。黄河是地上径流，东风带是天上径流，暴雨是两者的转化机制。

与此相反，当一个地方长时间无降水或降水甚

少，则由于地面的水分不断地通过蒸发和蒸散进入大气，当地的水分就会随着气流被带走，久而久之，形成当地水分的大量亏损，就会严重影响作物生长和人民生活，形成干旱。

暴雨洪水是一个突发性的剧烈事件，几小时内就会翻江倒海，平地一片汪洋。而干旱却是一个缓慢的积累过程，“数月未雨，颗粒无收”、“赤野千里”。在暴雨洪水面前，人们还来不及喘息的时候，生命就毁于旦夕，而干旱的灾害，却是一步一步把人推向濒于死亡的边缘。

自古以来，为了满足生活和农业灌溉的需要，人们都沿河而居，黄河是中华民族摇篮，尼罗河，底格里斯河、幼发拉底斯河、印度恒河都是古代文明的诞生地。但是到了多雨的日子，降到地面上的水来不及蒸发和渗漏，大部分成为径流泻入河流，河流来水太多，就会向两岸泛滥，造成灾害。

中国是季风性气候，降雨量大幅度波动是季风性气候的特征之一。据不完全统计，从公元前206年至公元1949年的2155年间，我国较大的水旱灾害共发生过2085次。几乎每年一次水灾或旱灾，如1876至1878年，山西、山东、河北、河南、安徽、江西、湖南、湖北、福建等十多个省连续3年遭受水旱和风雹灾害，估计受灾人数达6600万人，死亡数百万人。又如1931年，全国发生大水灾，有16个省市

受灾，特别重的有5个省，这一年再加上别的自然灾害，受灾人数达一亿人。

人类离不开水，又时时受到水灾的威胁，因而，人类就得不断地进行兴利除害的治水斗争。

相传4000多年前，黄河流域发生了一次特大洪水，禹用疏通河道的办法，战胜了洪水。从此，大禹治水的功绩被人们千古传诵。两千多年前修成的都江堰，一直沿用至今，使经常发生水旱灾害的成都平原变成了“天府之国”，李冰父子被人尊为神明，永世纪念。

历史上，许多统治者都把江河治理作为一项安国定邦的重大措施。中华民族在和水旱灾害的斗争中，创造了自己的历史和文化，发展了水利事业。

治水就是要治理水分循环的异常现象，就是要局部地改变水分循环的系统的结构与功能使之向符合人类利益的方面转化。为了达到这个目的，人们采用了种种工程措施和技术手段。水利科学包括水利自然科学和水利技术科学。水利自然科学所研究的对象是属于水分循环这个水文气象系统的范围内的，它主要是研究水分循环过程中，与人类关系最密切的陆地上的水分循环过程。

水利工作是水利自然科学的应用，水分循环系统的研究是它的理论基础，无论是防患于未然，还