

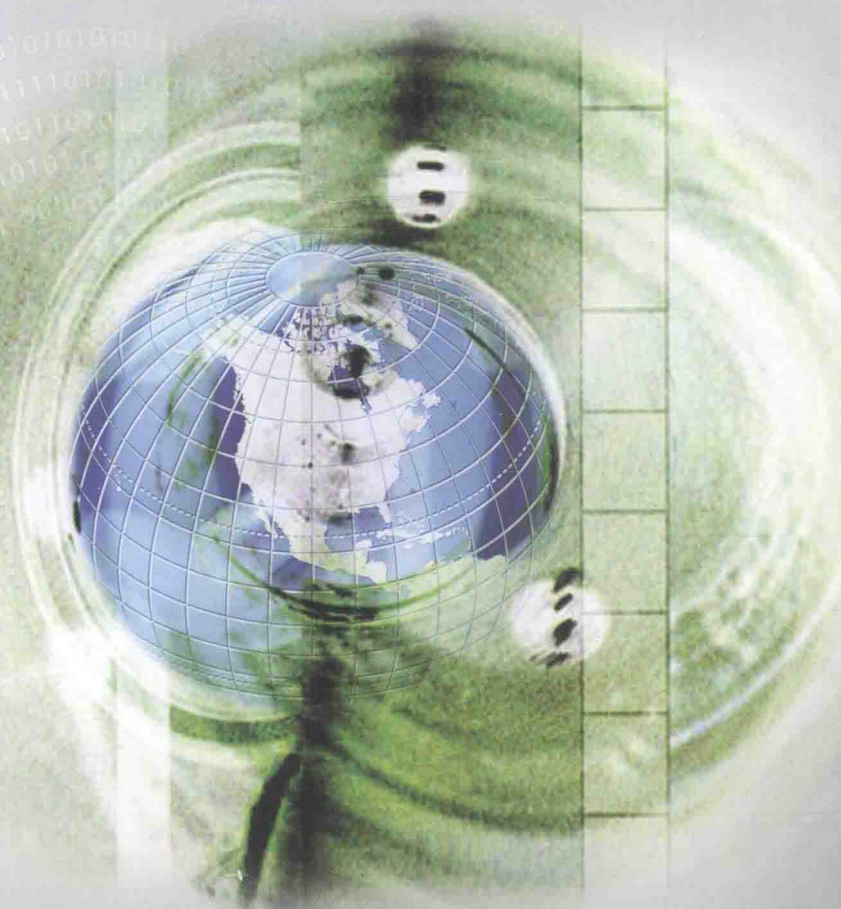


Solar-Terrestrial Hydrology with Study of
Floods and Droughts

日地水文学与水旱灾害 研究

王涌泉 著

黄河水利出版社



黄河水利委员会治黄著作出版资金资助出版图书

日地水文学与水旱灾害研究

王涌泉 著



黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是作者日地水文学研究成果的系统总结,以实例印证了太阳活动与水旱灾害之间的关系。全书共分为八章,内容主要包括中国暴雨洪水特性及其在世界的地位、日地水文物理基础、太阳活动与流域水旱灾害的关系、大洪水预测及验证等,分析了长江、黄河大暴雨洪水,闽、浙、赣、台大暴雨洪水,1962年长历时特大暴雨洪水,1992年7月4日武夷山短历时特大暴雨洪水等与太阳活动的关系。

本书可供水利、气象等专业的科研人员以及各院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

日地水文学与水旱灾害研究/王涌泉著. —郑州:黄河水利出版社,2012.12

黄河水利委员会治黄著作出版资金资助出版图书

ISBN 978-7-5509-0347-0

I. ①日… II. ①王… III. ①水文学-中国 ②水灾-灾害防治-中国 ③干旱-灾害防治-中国 IV. ①P33 ②P426.616

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第215206号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17.75

插页:2

字数:410千字

印数:1—2000

版次:2012年12月第1版

印次:2012年12月第1次印刷

序 一

以基础科学、高科技和应用技术紧密结合,促成对国民经济发展直接相关的新交叉学科的发展,是当代科学进步的一个显著标志,以研究地球水文变化的日地物理成因和规律为主要内容,并用于水旱灾害预测的日地水文学是其中之一。

自1925年竺可桢先生发表中国历史水旱灾害和太阳活动关系的重要论文开始,70多年来中国科学界一直坚持进行日地气象和水文研究,探索其基本关系和物理机制,研究异常事件,已经积累许多成果。气象方面前几年出版了文集。

王涌泉教授自20世纪50年代后期为完成三门峡水库淤积和回水发展长期预报国家科研任务,在竺先生指导下进入这一领域,由黄河、长江走向世界各国河流。深入开拓,努力应用,长期坚持,数十年如一日。这次趁应邀在台湾大学讲学之便,汇编出版此文集,值得庆贺。

中国是世界上水旱灾害最严重的国家之一,最大洪水流量达到和超过 $100\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的河流约100条,17世纪中叶曾出现持续四年特大干旱,防洪抗旱是国家大事。中国又是最早观测记录太阳活动,探索水旱灾害出现规律的国家。这项研究理应受到社会关注和支持。

1978年以后,人类从空间观测太阳辐射和太阳活动的时代到来,结合地球物理的有关观测,现已进入日地整体行为研究的新阶段。从此为日地水文物理基础的研究提供了新条件。虽然问题还很多,但可以预期,21世纪这门新兴学科定会更快前进。

海峡两岸自然科学交流近几年逐渐展开,已经有了较好的开端。这对祖国统一和中国科学未来发展都是有益贡献。这个文集也收入台湾学者的著作,更令人欣喜。希望学术交流不断扩大,继续向前推进。谨向促成这次活动 and 出版的各有关部门与负责人士表示诚挚谢意。

周光召

1997年5月

序 二

科学的发展使分科越来越细,而重大问题的研究解决则常常需要多种学科的联合。在新的探索中,有时又会产生新的学科。

大洪水,异常干旱和强烈台风暴雨,偏离平均水文状况愈远,造成的灾害愈大,影响社会经济和国人生活愈深。但这种异常情况,从物理根源上追寻,不能没有原因。水和雨有关,而雨量大小、落区和时序又与大气环流、天气变化及海洋状况有关,再进一步检查,又必然牵涉太阳辐射、日地物理和能量传输等问题。所以进行研究需要多种学科交叉渗透。

水文异常只有在较长时间内才能显示出来,而长时间的各种记录参差不齐、标准不一,很难使用。可是,不熟悉历史,不研究历史重大事件,不设法建立具有严格科学意义的长期序列,难以做出高水准的研究成果,自然科学家受专业限制和工作习惯影响,大多不愿意或不善于研究历史。而历史学家通常则不熟悉自然科学。所以前进中必须克服这些困难。

王先生在竺可桢先生指导下,从20世纪50年代末开始从事这一难题的艰苦探索,取得许多成果。他现在担任中国地球物理学会天灾预测专业委员会副主任,负责在暴雨、洪水、干旱诸方面联络全国同仁共同努力。在国际上作出独具特色的贡献,影响欧美当代的同类研究。能发扬中华民族先人科学传统,很令人高兴。

我从1992年开始结识王涌泉教授,他代表中国科学院1987年日蚀联合观测研究组向我赠送出版的文集。我对大陆基础科学工作成就表示祝贺和敬意。这次经过教育部门批准,他应台湾大学邀请前来讲学,然后又出版《日地水文学与灾害预测》文集,其中包括在王教授帮助下台湾提出的三篇论文。他研究这一重大问题,开辟新的学术途径,能坚持近40个春秋,锲而不舍,令人敬佩。现在又能为海峡两岸共同推进一门新学科的发展尽心尽力,更叫人欣慰。

吴大猷

1997年2月

旱涝长期预测及日地水文学进展

(代前言)

王涌泉

旱涝问题关系国计民生,其长期预测是举世关注的重大科学课题,一般认为很难做到,甚至不可能做到。但是中国自古以来,一直注意旱涝灾害变化,观测太阳活动,探索日地水文关系。20世纪20年代后期至30年代初期,中国广大地区曾出现严重旱涝灾害。当时担任中央研究院气象研究所所长的竺可桢院士,首先开展了太阳活动和全国各省水旱灾害关系的研究。1931年,长江流域和淮河流域发生大暴雨,造成大洪水灾害,世界各国甚至到今天还有许多人认为,历时仅仅几天十几天的大雨量,不能说会有长期的规律和背景。但是竺可桢研究以后发现,江淮大暴雨大洪水确有太阳黑子活动22年的周期。1958年,黄河三门峡至花园口区间发生大暴雨,下游出现大洪水。作者研究发现,黄河径流、洪水、泥沙的长期变化和太阳活动及北半球大气环流的长期变化都确有密切关系。

作者后来进一步研究了全国的主要河流,大约30多条。后来又研究了全世界所有曾经出现过 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 以上洪水的河流,大约140条。作者发现,大洪水和特枯水的出现都不是偶然的。地球上水文的异常变化,包括特别偏多和特别偏少,都有日地物理原因。从20世纪50年代中期到60年代中期,长江、淮河流域的大洪水和黄河流域的特丰水,证实了可以应用竺可桢和作者发现的日地水文规律进行旱涝长期预测。从1967年开始的预测预报中一再得到证实,因而逐渐获得国家和社会的广泛支持。1972年北方大旱和1975年淮河大水进一步显示日地水文这一门新兴边缘学科的科学性和可信性。1978年在讨论全国科学发展问题时,作者以《边缘二十年》为题,在《光明日报》基础科学专刊发表文章,第一次提出日地水文学。

以后经过10年检验,特别是经过20世纪80年代初长江、黄河大洪水及以后北方长期干旱的验证,1989年中国《自然科学年鉴》特载专栏,发表了作者的《日地水文研究三十年》总结性长篇论文。1993年,受国际水文科学协会(IAHS)邀请,又发表《Solar activity and maximum floods in the world》论述全球最大洪水日地关系的论文,先在日本发表,后来在英国出版。此文发表后,在西欧和北美引起反响。最近澳大利亚也出现类似研究。现在中国南起珠江,北至松花江,每一条大河都开展了日地水文学和预测研究。台湾省也开始进行。我们为旱涝长期预测这一科学难题的解决,经过近70年的努力,已经初步有了一些贡献。1996年末至1997年初,作者应台湾大学邀请,经海峡两岸主管部门批准,在台湾开设《日地水文学与暴雨洪水预测》讲座,现以此文向有关学术界、工程界和广大社会加以介绍,请予指正,仅供参考。

一、中国旱涝灾害的特点

中国是世界上旱涝灾害比较严重的国家。大约每十年时间,总会有一些地区、一些河流出现比较严重的旱涝灾害。以20世纪而论,世纪之初,西南、西北出现大洪水。10年代,珠江、岷江、海河出现大洪水。20年代,黄河中游出现大旱灾。30年代初中期,长江、淮河、松花江、黄河、汉江先后出现大水灾;华东部分地区出现大旱灾。40年代初,中原大旱。50年代,长江、淮河出现大水灾,黄河出现大洪水。60年代,海河出现大水灾。70年代初期,华北、西北出现大旱;70年代中期,中原出现大水灾。80年代初,长江、黄河先后多次出现大洪水。90年代,先是长江下游太湖流域和淮河流域出现大水灾,以后珠江、闽江、台湾又出现大洪水。同期,华北、西北又出现大旱。这还是不完全统计。世界上很少有哪些国家像中国这样频繁地出现旱涝灾害。

中国幅员辽阔,旱涝分布有自己的特点:一种分布是中部涝南北旱,一种分布是南北涝中部旱。还有旱涝地区稍小的南旱北涝、南涝北旱、东涝西旱、东旱西涝,以及各种局部旱涝分布。但大体上都有一两个中心灾情最严重的地区。中国的严重旱涝灾害,特别是它的中心地区还常有呈带状分布的特点,这就是沿西北、华北,有时包括东北南部和华东北部的东西向干旱带。自台湾开始,经过闽浙赣地区,包括长江中游、淮河上中游、海河南部支流部分地区,最后以至黄河中游陕晋蒙北部的东南西北向洪涝带,自海南、广西开始,经过长江上游和部分中游地区,沿淮河上游、黄河三门峡至花园口区间,至海河上中游、滦河以及东北部分河流的西南东北向洪涝带。这三大旱涝带是中国防洪抗旱的重点。

20世纪并不是中国旱涝灾害最严重的时期,现代气象和水文观测记录由于时间较短,还没有观测到最严重的情况。黄河流域已经整理编印了近两千年大水大旱年表,长江流域也整理编印了近一千年旱涝年表。清代档案中保存的近几百年黄河、长江、海河、淮河、珠江等江河洪涝史料均已整理出版。全国近五百年旱涝分布图也已出版。根据上述各种史料记载和洪水枯水调查研究分析,现已确知,1637~1641年的连年特大旱灾是跨西北、华北、中原、华东、西南等几大区的近五百年中最严重的旱灾。1870年长江上游出现的特大洪水,1843年黄河中游出现的特大洪水,1662年跨黄河、淮河以及长江、海河部分流域的特大洪水,则是这些地区近几百年最严重的洪水灾害。

中国旱涝灾害的时间、空间分布特点和量级变化的极值是我们应该知道的,由于全国人口众多,而且在江河沿岸和广大平原居住地最为密集,所以任何时候对防治旱涝灾害都不能掉以轻心。

二、中国古代对太阳活动的观测及其与大洪水出现关系的探索

中华民族自远古以来就重视治水,4 000年前大禹治水的业绩和精神,一直持续不断地激励和教育着全国人民,尤其是当政者。中华民族同时具有自远古以来就重视天文观测,并且特别重视观测太阳的变化,研究它和中国旱涝关系的科学传统。古人看来,和月亮时有圆缺不同,天空中这一永远明亮的天体,虽然早晚较大,中午较小,却始终为圆形。经过长时间观察、检查、验证(早晚日出日落时直接观察,太阳明亮耀眼不可直视时,反射

到水盆中观察),古人终于发现,日面上有时出现暗黑色斑块,有时又没有,原来太阳也是有变化的,后来就将其命名为黑子。这是早于欧洲 1 600 多年的人类最伟大的科学发现之一。这是就史书有正式文字记载有确切时间说的,其实中国人对黑子的发现还早得多。

20 世纪 70 年代,河南郑州大河村遗址和浙江余姚河姆渡遗址相继出土了太阳彩陶和太阳牙雕,分别距今五千多年和六千多年,它们证明至少在那时,先民已经知道太阳上有黑子。太阳彩陶有两种绘法,一种在光芒四射的日面上绘有黑子,一种不绘,说明当时已经了解这是一种变化现象。太阳牙雕一方面有用以穿绳悬挂的六个凿透的圆孔;另一方面又有三个不凿穿的圆形浅坑,两个是两只鸟的眼睛,一个是太阳黑子。这就更进一步证明,先民当时已经能够判定黑子只是日面上的一种现象,并非太阳有了穿孔。没有长期的观察和分析判断是不可能获得这种认识的,除这两件出土遗存实物外,中国古文字“日”字从光芒四射的“”中绘有黑子,逐步演变为“”和今日文字“日”,也同样是证明。

中国古代哲人认为人生存于天地之间,应该谋求天、地、人的和谐适应。这既是一种美好的人生哲学,也是一种科学的宇宙观。这种宇宙观是符合实际的,到今天也是正确的。地球上的各种生命现象,包括人类的诞生、生存和繁衍,都和他所在的天地环境有密切关系,不可脱离。古人由于受生存手段和生产工具的限制,对抗洪水灾害的能力很低,洪水是第一大威胁。为防避洪水灾害造成的损失,即使不完全,任何一条有用的预测知识也不会轻易放弃。但是,预测所依据的自然规律并不容易得到,它要经过长期观察、检验、预测、证实,没有若干代有心人持续不断的努力,不能求得真正符合实际的结果。这种智慧和执著是我们应该继承的优秀传统。

据现存历史文献得知,《续汉书·五行志》在中平四年(公元 187 年)记录了“三月丙申,黑气大如瓜,在日中。”(经考证,该年三月无丙申,可能为庚申,为 3 月 29 日)在其后注译中说:“《春秋感精符》曰:日黑则水淫溢。”意即,在太阳黑子活动强烈,日面上有大黑子时,中国黄河流域和中原一带常出现大暴雨大洪水,造成决溢泛滥。《春秋感精符》一书为古微书的一种,现在北京图书馆和浙江宁波天一阁图书馆尚有存。在古代它属于纬书。纬书和经书命运不同,因为内中除记述自然现象外,还有时记录天人感应和朝廷盛衰的事,从而在封建社会遭到某些帝王的禁毁。“日黑则水淫溢”这一条日地水文规律性认识,在它的形成和应用中估计应有多次记录,可惜现在难以找寻了。

三、影响中国旱涝变化的主要自然因素

有四项主要自然因素对中国旱涝变化有决定性影响,即横亘于北方的并非干燥带,东亚季风活动和水汽输送,西太平洋副热带高压和热带风暴活动以及青藏高原隆起后对中国地势地形、水系发育和降水的影响。这些要素在第三纪地质年代以来,逐渐具有现在的格局。它不可能在很短时间内消失,不用说几十年几百年,几千年几万年也大体不变。所以要研究中国旱涝变化和预测,首先要认清它们。

地球包括陆地和海洋,有一个巨大的干燥带,西起北非撒哈拉地区,向东经过阿拉伯半岛,西亚细亚,中亚细亚,到中国广大西北部地区,再经蒙古国到中国东北的西部。这就

是全球降水量最少的亚非干燥带。其年降水量一般小于 300 mm, 北非和东亚各有一个中心, 年降水量小于 100 mm。这个干燥带正好横亘于中国北方, 其上空恰为北半球中纬度的西风带。这里是最易盛行纬向型大气环流的地方。在干燥带的南侧降雨多以暴雨形式出现, 在秦岭、巴山和太行山、中条山、桐柏山等山脉附近常有大暴雨形成。而在干旱年份, 甚至一年都少雨。

但是东亚又是全世界季风活动最活跃的湿润区。这是因为一方面来自西太平洋的大量水汽每年夏秋季节要向大陆输送, 另一方面来自印度洋和孟加拉湾的水汽夏秋季节也要向大陆输送。此外, 还有来自南海的水汽也要送往大陆。所以, 从中国东部到南部, 甚至中部某些地区, 都是降水量大的高湿润区。这些区域年降水量显著大于北部和西北部地区。遇到纬向型环流居于主导地位, 经向交换较弱时, 湿润区北部会出现严重干旱, 遇到经向型环流居于主导地位, 南北交换增强时, 湿润区一直可以扩展到北方。原来干燥少雨的地方也可能多雨。

西太平洋地区每年夏秋季节副热带高压非常活跃, 同时控制大陆东部和海洋。它的强弱变化和进退与稳定, 对中国大陆的雨带形成、分布以及降雨量大小有密切影响。副热带高压中心常常干旱少雨, 南北边缘又大雨滂沱。旱涝预测特别是旱涝地区预测一定程度上要看对副热带高压的预测。西太平洋地区同时又是全世界热带风暴最频发的地区。中国则是濒临西太平洋最大的国家, 海岸线很长, 正好恰当海洋热带风暴活动最频繁的顶冲地位。可以说中国全部沿海地区都有遭遇台风和热带风暴侵袭的可能。台风常常伴随着大暴雨, 一些最大强度的降雨多是台风形成的。

青藏高原约占中国大陆面积的 $1/4$, 又恰好位于西南部。它 5 000 m 以上的高度和特定的位置与形状, 一方面便于导引西南气流沿其东侧继续北上, 以和东南方向来的暖湿气流相汇合。另一方面又恰能阻挡这些暖湿气流过分西伸, 从而在其东侧和冷空气南侧, 在高原到东部平原和丘陵之间的过渡地区形成大量降雨。而这个地区正是大江大河众多支流切割高原、水系发育最易汇流形成大洪水的地方。可是在异常年份, 当西南气流特别强盛, 南海也有强台风登陆和水汽汇入时, 最主要的雨区也可能略有西移, 秦岭以北黄河中游广大地区和秦岭以南汉江、嘉陵江流域同时出现大量降雨。

四、太阳活动和北半球大气环流变化

旱涝预测关键的主要问题有两个: 一是何时出现严重旱涝, 二是量级大小如何。何时出现当然包括地区的规定, 对黄河流域而言, 从 1919 年开始在河南陕县(今三门峡市)设立现代水文站施测流量以来, 很有意思的是, 1919 ~ 1932 年年径流量, 汛期 7 ~ 9 月三个月径流量、年最大洪水流量和年洪水的总和都偏小, 即这一时期是一个枯水期。而 1933 年突然(其实在研究发现它的原因以后, 就不再突然)发生了大洪水, 自那以后就变为虽然仍有小的波动, 明显地进入了一个丰水期。所以, 究竟是什么原因使黄河水量由枯变丰, 就成为解决上述两个关键问题的焦点。

据作者研究, 黄河水情的长期变化, 成因在于北半球大气环流的转变, 而环流的转变则是受太阳活动影响的。在发现这个以前, 中国还没有人有这样的认识。1932 年以前,

黄河陕县以上广大流域内一直没有大暴雨发生,主要是由于西太平洋、南海和印度洋、孟加拉湾都很少有大量水汽输送到秦岭以北,即经向水汽输送太弱。而经向环流减弱,则是同一时期纬向型大气环流长期在北半球处于主导地位的结果。黄河上中游位于青藏高原和秦岭以北,正当中纬度地带,纬向型环流盛行时干旱少雨,这是必然的。

北半球大气环流的转变又是什么原因呢?要回答这个问题,必须进行环流分型并研究它的长期变化。自19世纪90年代开始有北半球天气图以来,开始研究这个问题而且和太阳活动进行比较分析的是苏联学者吉尔斯。他把北半球分为大西洋欧洲区和太平洋北美洲区,分别统计环流型逐年逐日变化,绘制累积曲线比较以后得出结论,太阳活动衰减期,黑子相对数较小,北半球盛行纬向型环流,这时经向交换减少。太阳活动增强期,黑子相对数较大,北半球盛行经向型环流,这时输向中高纬度内陆的水汽增加。

作者仔细检查了吉尔斯的逐年逐月环流型统计资料,发现从1928年、1929年、1930年起,不同月份经向型环流日数逐渐增多。到1931年、1932年、1933年,经向型环流更明显在夏季超过纬向型环流。俄罗斯人在分型时并未着重针对东亚和中国,但这一结果却和中国旱涝长期变化非常契合。1931年,长江和淮河流域因多雨出现大水灾,1932年松花江流域又因多雨出现大水灾,都和环流变化相适应。黄河流域在南北先后转入丰水期以后,终于从1933年也进入丰水期。1933年正是太阳活动第17周的谷年,黄河水情变化可以用“强湿弱干,谷峰大水”来概括。峰年发生大洪水本来是古人的发现。但作者1959年研究这个问题获得这一认识时,尚未读到《续汉书·五行志》。当时是根据1959年黄河发生大洪水,经分析太阳活动恰为峰年而作此结论。

影响中国旱涝变化的虽然有四方面的自然地理因素。但是,由黄河的经验可知,太阳辐射、大气环流、地理环境这三项根本条件中,在几十年内地理环境基本未变的前提下,主要还是大气环流和太阳辐射发挥决定性作用。由于大气环流的能量来源于太阳,环流型的长期变化又和太阳黑子活动密切相关。因此,由太阳活动来预测大气环流,由环流来预测旱涝变化这一日地气象水文科学思想和理论就是合理的、符合实际的。当然,这里存在一个重大科学疑问,即太阳黑子活动能否代表太阳辐射变化。

五、太阳辐射的空间观测

自1837年C. Pouillet提出太阳常数以来,人们一直怀疑太阳辐射是否一定是一个常数。太阳是一颗周期性的变星。很难在理论上理解太阳辐射是不变的常数,且日面上的黑子、耀斑以及各种波段的射电流量和太阳风粒子却始终处于变化之中。但是由于一个世纪多以来在地面观测,看不出太阳辐射有什么变化,所以这一问题一直未得到解决。著名的太阳物理学家Abbot倾毕生精力研究太阳常数,他坚持太阳常数随太阳黑子变化而变化,终于因观测手段不理想和成果精确度不够高,无法作出结论。

从1978年11月开始,人类迎来了在空间观测太阳辐射的新时代,自那时以来已经在三颗卫星上安装了精密度大为提高的辐射仪。这三颗卫星为Nimbus-7/ERB、SMM/ACRIM和ERBS。到1993年1月24日,已经整理过的观测资料,包括1978年11月至1993年1月的Nimbus-7/ERB,1980年2月至1989年6月的SMM/ACRIM,1984年10月至

1992年10月的ERBS取得的全部太阳辐射结果。这一期间恰好和太阳黑子活动第21周及第22周相应。由观测结果得知,太阳辐射一直在变化之中,而且和太阳黑子活动周期变化基本上同步。三颗卫星的辐射仪测得太阳辐射量为 $1\,363 \sim 1\,375\text{ W/m}^2$, Nimbus-7/ERB测量值较大, SMM ACRIM居中, ERBS测量值较小,略有差别。但都呈同步同期性变化,这点是一致的。

1996年3月,作者在台北应台湾省水资源统一规划委员会等邀请作学术讲演时,尚未详谈上述结果。返回郑州黄河水利科学研究院以后不久,5月北爱尔兰 Armagh 天文台天文学家 C. J. Butler 博士来郑州访问,向作者提供了有关资料。国际学术交流的开展,使作者在本书中可以详细说明,借此机会也向 Butler 表示谢意。当然,我们希望这一工作还要继续进行下去,并且改进仪器,提高精度,及时整理公布观测成果,以求尽早完全解决这一重大问题。

20世纪90年代,太阳辐射空间观测成果的获得和确认,对太阳物理、日地空间物理和日地气象水文的进一步探索研究,都打开了新的篇章。地球表层由岩石圈、水圈、气圈、磁圈和生物圈组成。日地水文研究深切希望各圈层研究的联合和互相促进。由于磁圈的存在,大气运动的复杂性,太阳辐射对地球水文的影响,能量传递过程一定比较复杂,是非均一性的。到目前为止,日地能量传输过程研究偏重于空间和高层大气,在平流层下部和对流层上部仅有少量工作成果,希望今后在世界范围内,能够进一步组织起来,从高层大气到中低层大气及地面天气现象,作一番周密系统的持久观测和研究,1996年底至1997年初,一系列对气候异常事件的出现可能仅是一个开始,在太阳活动第23周这一单周谷年附近出现的日地异常事件,希望对推进这项工作有所助益。

六、长江、淮河大洪水预测

日地水文学(Solar-Terrestrial Hydrology)是研究地球水文异常变化的日地物理成因和规律的一门边缘学科,它介于日地物理学和水文学之间。20世纪初期,最早开辟这一学术领域的是竺可桢先生。他在1925年第一次分析了近两千年来中国各省水旱灾害变化和太阳黑子活动的关系,发现确实有一定的规律。1931年,长江、淮河流域出现大暴雨大洪水,他又把日地水文研究集中于洪水问题。

1931年7月3~12日和18~26日,沿长江中下游和淮河流域发生了大暴雨,湖北、安徽、河南、江苏降雨最多。江汉平原和淮南山地为暴雨中心,月降雨量达 $700 \sim 1\,000\text{ mm}$ 。江苏泰县 947.0 mm ,河南潢川 783.3 mm ,湖北监利 782.0 mm ,江苏盱眙 712.7 mm 。河南息县、信阳,安徽安庆,江苏南京、镇江、南通、吴兴、高邮、海安等地降水量均超过 600 mm ,多为常年同期的3~6倍。暴雨中心未设测站处有的雨量可能更大。

在大雨侵袭下,长江最大30 d和60 d洪量,在宜昌为 $1\,064\text{ 亿 m}^3$ 、 $1\,814\text{ 亿 m}^3$,汉口为 $1\,922\text{ 亿 m}^3$ 、 $3\,302\text{ 亿 m}^3$ 。8月19日,汉口最高水位达 28.28 m ,为1865年有记录以来至1931年的最高水位。如按未溃堤分洪(实际已决口)估算,汉口最大洪水流量达 $79\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 。这一年苏、皖、赣、鄂、湘、豫、浙、鲁八省遭受水灾,灾区面积 32 万 km^2 ,受灾人口约1亿人,2.55亿亩($1\text{ 亩} = 1/15\text{ hm}^2$)耕地受淹,死亡9万多人。

竺可桢 1931 年 9 月发表专文指出,1909 年、1887 年江淮地区也有大雨量,恰为太阳黑子活动 11 年周期的 2 倍。这一发现不仅在中国,而且在世界上也是具有开创性的。因为一般气象界和水文学界不认为暴雨洪水有长期的周期规律。实际上,竺可桢先生的观点是正确的。在 1931 年以后,历经多次检验,预测都得到证实。

1954 年 7 月,江淮流域出现 8 次暴雨,最大日雨量安徽吴店 423 mm、湖北螺山 339 mm。最大 3 d 雨量安徽黄山 458 mm、湖北城陵矶 444 mm。8 月 14 日,汉口最大流量为 $76\,100\text{ m}^3/\text{s}$,大通最大流量为 $92\,600\text{ m}^3/\text{s}$ 。湘、鄂、赣、皖、苏五省 123 个县(市)受灾,淹没农田 4 755 万亩,受灾人口 1 888 万人,死亡 3 万余人。

1975 年 8 月,淮河出现大暴雨大洪水,河南林庄为暴雨中心,其强度接近世界最高记录,极为惊人。最大 3 h、6 h、12 h、24 h 雨量分别达到 494.6 mm、830.1 mm、954.4 mm、1 060.3 mm,3 d 雨量达 1 600 mm。结果淮河产生特大洪水,板桥、石漫滩两个库容超过 1 亿 m^3 的大型水库溃坝,又加重了洪水灾害。河南、安徽、江苏都出现严重水灾。1996 年,长江中游又出现大洪水,暴雨集中于湘西一带,洞庭湖水系湘、资、沅、澧四水出现大洪水或特大洪水。长江干流又出现大洪水,汉口出现高水位。从上述 1954 年、1957 年、1996 年三次记录来看,竺可桢发现的 22 年周期性大洪水,每一次均得到证实。

为进一步研究江淮周期性大洪水,作者又研究了 1887 年以前的历史洪水情况,结果发现 1709 年、1733 年、1755 年、1776 年、1796 年、1823 年、1844 年、1866 年也都有大洪水出现,其平均周期确为 22 年。周期性大洪水并不一定是最大洪水,其后也仍有可能出现更大洪水。两个典型事例是 1860 年和 1870 年,宜昌至枝城最大流量都达到近 $110\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。

七、黄河大洪水预测

黄河是在中国 and 全世界都居第一位的洪水灾害最严重的河流,决溢改道的频繁世所罕见。下游 25万 km^2 的广大平原,都是黄河洪水泛滥和泥沙沉积的结果。

1961 年冬在北京召开太阳活动和中国旱涝关系学术讨论会,作者在《太阳黑子—历史水旱—大河径流及河床演变的初步研究》一文中,首次公布了太阳活动和北半球大气环流长期变化对黄河径流、污水、泥沙有密切影响的发现,以及太阳活动谷峰年份常出现大洪水的规律。当时尚未进行正式预测,但曾提出 1964 年黄河水量将要转丰,可能出现较大洪水的分析。1964 年,龙门果然出现大洪水,洪峰流量 $17\,300\text{ m}^3/\text{s}$,兰州、潼关、花园口三站年径流量分别增至 446.7 亿 m^3 、699.3 亿 m^3 、861.1 亿 m^3 ,均为多年未见的大流量。

1966~1967 年正当“文化大革命”时期,开展工作很难。但作者根据天文预报,1967 年为 20 周年峰年或峰前一年,而 1967 年 1~3 月黑子相对数均已超过 110,活动很强。再分析 1966 年黄河中游泾河、北洛河已出现大洪水,研究后认为确属黄河干流将出现大洪水的先兆。因此,经详加论证后正式上报黄河防汛总指挥部和中央防汛总指挥部,并建议召开商会结合中短期预报进行讨论。以后,这一讨论在北京进行,中短期天气预报认为黄河北干流即将出现大暴雨。8 月 10 日,龙门洪峰流量高达 $21\,000\text{ m}^3/\text{s}$,超过 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$

的洪水接连出现 5 次。

1975 年已临近谷年,黑子相对数已降为 15.5。当年淮河已出现大洪水。1975 年 12 月至 1976 年 2 月日面极为宁静,接连三个月黑子相对数小于 10,因而分析后预计黄河中游可能再次出现大洪水。后来,吴堡(在龙门之上)果然出现 $24\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 有实测以来的最大洪水。1977 年为谷年后一年,太阳活动仍弱,潼关又出现 $15\,400\text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水。至此,峰谷年份多出现大洪水的规律均得到证实。

1979~1980 年为太阳活动 21 周峰年,活动强烈,相对数大于 20 周很显著。1979 年 9 月以后,连续四个月活动特别强。而 1981~1982 年又是行星会合时期。经详细分析三百年来六次类似的太阳活动增强期的第一个峰期、五百年中三次类似行星会合时期,几乎每一次黄河都发生大洪水。因此,正式向国家提出预报,并在《人民黄河》上发表专文。1981 年黄河上游果然出现大洪水,兰州洪峰流量为 1904 年以来最大。1982 年,黄河下游又出现大洪水,花园口洪峰流量为 $15\,300\text{ m}^3/\text{s}$ (陆浑水库削减洪峰约 $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$),也是 1958 年以后的最大洪水。

1989~1992 年为太阳活动 22 周双峰峰年,1992 年黄河中游潼关以上会出现较大洪水。1994 年中游大支流无定河和北洛河又出现大洪水。1996 年接近谷年,今后是否有大洪水出现尚待检验。

八、北方大旱预测

中国的西北、华北和东北部分地区位于中纬度地带,为东亚季风活动水汽输送的北部边界附近,总降水量小,且多年间变化幅度很大。这一带上空盛行西风,又极为干燥。所以非常容易出现干旱。

通常所说的大旱是指面积大、持续久、雨水连年显著偏小的干旱。这种干旱不仅仅是一两季度出现的干旱,也不是一小片面积出现的干旱,它们影响较小。前已述及,每当北半球亚欧大陆盛行纬向型大气环流时,从西太平洋、南海和印度洋及孟加拉湾来的水汽,一般很难到达中纬度地带,特别是秦岭以北和黄河以北。如果一连多年纬向型环流均居于统治地位,中国北方大旱即将形成。

1960 年和 1961 年位于太阳活动 19 周峰后开始衰减之时,这时纬向环流即趋于盛行。所以那两年北方干旱,及至太阳活动第 20 周衰减时,最典型的为 1972 年。1972 年夏秋季节河北、山西、陕西、内蒙古、宁夏、甘肃,还有辽宁西部都会出现干旱。其中以山西、陕西最重,月、季、年降水量都显著减少。同时,新疆、中亚以及北非也出现严重干旱,其中又以北非为最重。

这种情况在 20 世纪 80 年代、90 年代都曾再次出现,而毫无例外。1984~1986 年、1993~1996 年上半年都在中国北方出现持续大旱。因此,从这几十年的预测经验看,这种日地关系应用于干旱预测是可以的。以后应该继续深入研究在干旱区内如何预测不同轻重程度干旱的分布、起讫时间和干旱中心。对于干旱中心来说,更需要研究雨量减小极值的预测方法。

九、日地水文学的进展

日地水文学要继续向前发展,要在以下几个方面把握科学进步的契机,踏实地进行工作。

第一,整理分析各种观测手段获得的记录,现代的、历史的、古代的,最好通过细微的工作,对每一条河流、每一个地区都能建立一个长期水文序列。这个序列不要因为观测手段和记录方法不同而缺乏可比性。历史时期有文字描述记录的要利用。古代缺乏文字记录时,也要设法用树木年轮、沉积物和洪水痕迹,以及某些现代科技方法复原的材料进行反复考证。在这里边则又要以异常水文事件为主,作详细分析。有了分析和物理基础,就能找出预测方法。

第二,要做各种对比性研究,如以台湾省为例,应该研究台风暴雨,但还应研究梅雨,同时也不能忽视干旱。台风暴雨本身也有很大不同,需要比较。台风暴雨和梅雨期降水,成因不同,后果不同,干旱自然更不相同。先分别研究,然后一一进行对比。要在对比中探索出它们之间的差别。没有这种区别,不可能建立有效的预测方法。

第三,要参与预测。有些人只做研究,从来不做预测,要提倡预测和研究相互结合。在中国物理学会、中国气象学会、中国水利学会、中国地震学会的共同支持下,除原有的一整套行政预测会商(中国气象局和水利部授权机构)外,我们又建立了一种科学的预测体制,互相配合。水利部和中国气象局统一发布预测。但任何一个预测科学工作者都有权利向预测专业委员会提出自己的预测,只不过他不能向公众随意发表公布。不做预测的研究者少了预测的实际经验,非常不利于自己的研究。

第四,要学习自己不熟悉的其他有关科学,如天文学、太阳物理学、日地空间物理学、气象学、气候学、海洋学、气候变迁、自然地理学、历史地理学、古文献学等。只有自己懂得了多种学科,才可能自己开展或参与开展日地水文的各有关学科合作。许多学科的发展都有一个如何吸取其他学科成就的问题。日地水文学如果不学习相邻学科就不会发展。

第五,要随时注意从太阳活动预报知道自己身边的有关变化。太阳地球物理数据(S. G. D.)月数、年报都可以给大家提供已经出现过的变化,而太阳活动预报中心(中国设在北京海淀区中关村北京天文台)则随时提供未来一段时间的预报。此外,地磁、极光、天气图、邻近地区和国家的异常灾害都应当留心。要警惕异常变化和善于抓住先兆,这是做好预测的条件之一。

当代空间观测已为太阳辐射打下一个很好的基础,但还应该继续进行下去。并且逐步包含能量传输的各个方面都应有实测成果。针对地球表面水文变化做的各项研究,要和这些观测结合。观测—整理分析—研究—预测—验证,五个环节合起来才是一个整体。

目 录

序 一	周光召
序 二	吴大猷
旱涝长期预测及日地水文学进展	王涌泉
第一章 中国暴雨洪水特性及其在世界的地位	(1)
第一节 中国暴雨及洪水特性	(1)
第二节 成因与灾害及最大洪水比流量	(7)
第二章 日地水文物理基础	(14)
第一节 中国古代太阳活动观测及日地水文认识	(14)
第二节 1749 年以来地面望远镜光学和射电观测	(17)
第三节 1978 年以来太阳辐射空间观测及此前日地关系研究的若干争论 与解决	(23)
第四节 太阳活动和北半球大气环流与中国河流水文长期变化的关系	(28)
第三章 长江、黄河大暴雨洪水	(31)
第一节 长江大暴雨洪水概况	(31)
第二节 1931 年、1954 年、1870 年长江大暴雨洪水	(34)
第三节 黄河大暴雨洪水概况	(43)
第四节 1933 年、1958 年、1843 年、1761 年黄河大暴雨洪水	(47)
第五节 长江、黄河大洪水与太阳活动的关系	(51)
第四章 闽、浙、赣、台大暴雨洪水	(52)
第一节 1955 年 6 月浙、赣大暴雨洪水	(52)
第二节 1968 年 6 月闽、赣大暴雨洪水	(53)
第三节 1992 年 7 月闽、浙、赣大暴雨洪水	(53)
第四节 1959 年 8 月台湾大暴雨洪水	(56)
第五节 1963 年 9 月台湾大暴雨洪水	(56)
第六节 1996 年 7 月 30 日至 8 月 1 日大暴雨洪水	(59)
第七节 闽、浙、赣、台大暴雨洪水与太阳活动关系	(61)
第五章 1662 年(清康熙元年)长历时特大暴雨洪水	(63)
第一节 1662 年洪水的发现及其意义	(63)
第二节 雨情分析	(64)
第三节 水情分析	(68)
第四节 灾情分析	(70)
第五节 天气成因	(71)

第六节	日地物理和气候变迁背景	(73)
第七节	雨量和洪水泥沙估算	(75)
第八节	研究方法和结论	(80)
第六章	1992 年 7 月 4 日武夷山短历时特大暴雨洪水	(83)
第一节	暴雨中心地区地理概况与降水特点	(83)
第二节	“92·7”崩山暴雨	(84)
第三节	崩山雨量观测与记录	(89)
第四节	天气分析	(93)
第五节	水情与灾情	(97)
第六节	结 论	(100)
第七章	太阳活动与流域水旱灾害关系的研究	(103)
第一节	太阳活动峰谷期中国主要河流水文异常 ^①	(103)
第二节	太阳活动与二重衰减期北方大旱	(117)
第三节	太阳活动和东亚大洪水	(122)
第四节	太阳活动和南亚大洪水	(130)
第五节	太阳活动和欧洲及非洲大洪水	(134)
第六节	太阳活动和北美大洪水*	(138)
第七节	太阳活动和南美大洪水*	(146)
第八节	太阳活动和大洋洲大洪水	(150)
第九节	应用日地水文学理论预测中国五次水旱大灾	(151)
第八章	大洪水预测及验证	(157)
第一节	可预测性	(157)
第二节	长江、淮河大洪水预测	(158)
第三节	黄河大洪水预测	(159)
第四节	珠江、松花江大洪水预测	(160)
第五节	1980~1982 年大洪水的预报与证实	(161)
第六节	1998 年长江大洪水预测	(165)
附 录		(179)
附录一	太阳黑子—历史水旱—大河径流及河床演变初步研究	(179)
附录二	应用日地气象水文学研究 1980~1982 年黄河可能出现的大水问题 ——在 1980 年黄河防汛会议上的发言	(227)
附录三	1998 年长江大洪水日地水文学预测	(231)
附录四	1855 年黄河大改道与百年灾害链	(246)
后 记		(251)
参考文献		(260)

Contents

Preface one	Guang Zhaozhou
Preface two	Da Youwu
Progress in long term forecast of droughts and floods and solar-terrestrial hydrology (in lieu of a preface)	Yong Quanwang
Chapter 1 Characteristics of storm flood in China	(1)
Section 1 Characteristics of storm floods in China	(1)
Section 2 Causes, disasters and maximum flood discharge per basin area	(7)
Chapter 2 Physical basis of solar-terrestrial hydrology	(14)
Section 1 Solar activity observation and the understanding of solar-terrestrial hydrology in ancient China	(14)
Section 2 The ground telescope optical and radio observation Since 1749	(17)
Section 3 The solar radiation space observation Since 1978 and the issues about solar-terrestrial relationship study and their resolving before 1978	(23)
Section 4 Relationship between the solar activity , the atmospheric circulation in the northern hemisphere and the long-term changes in hydrological regimes in the rivers in China	(28)
Chapter 3 Storm floods in the Yangtze River and the Yellow River basin	(31)
Section 1 Introduction to the heavy rainstorm floods in the Yangtze River basin	(31)
Section 2 The heavy rainstorm floods in 1931, 1954 and 1870	(34)
Section 3 Introduction to the heavy rainstorm floods in the Yellow River basin	(43)
Section 4 The heavy rainstorm floods in the Yellow River basin in 1933, 1958, 1843 and 1761	(47)
Section 5 The relationship between the heavy rainstorm floods in the Yangtze River and the Yellow River basins and the solar activity	(51)
Chapter 4 Heavy rainstorm floods in Fujian, Zhejiang, Jiangxi, Taiwan provinces	(52)
Section 1 Heavy rainstorm floods in Zhejiang and Jiangxi provinces in June 1955	(52)
Section 2 Heavy rainstorm floods in Fujian and Taiwan provinces in June 1968	(53)