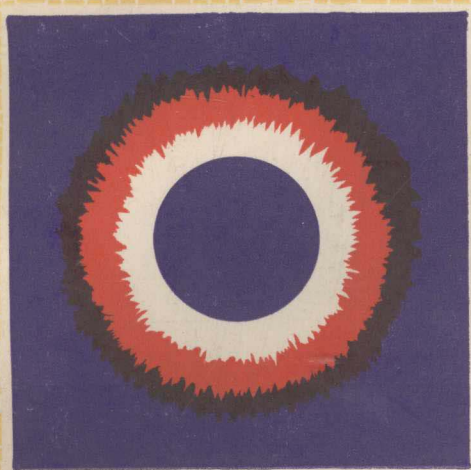




论日食与 水旱灾害 的关系

赵得秀 赵文桐 编著

西北工业大学出版社

号 000 字登薄(夹)

论日食与水旱灾害的关系

赵得秀 赵文桐 编著

西北工业大学出版社

1992年11月 西安

(陕)新登字009号

【内容简介】本书是从日食这一天文因素来探讨水旱灾害发生的原因及其规律，是当前国内外在这一领域中的一个新论点。本书从我国近500年水旱史料中找出水旱与日食沙罗周期的关系；同地区旱涝与同地域日食的关系；相同日食与相同地区的旱涝关系。并以日食相似年方法在1981—1989年的旱涝趋势预测中取得较为满意的成果，是长期、超长期天气趋势预测的一种新方法。从耗散结构理论初步探讨了其机制。

本书可作为水文、水利、气象、地理等专业工作者的参考。

西北工业大学出版社出版发行
(西安市友谊西路127号 邮编 710072)
全国各地新华书店经销
西北工业大学出版社印刷厂印装
ISBN 7-5612-0441-8/P·1

开本 787×1092 毫米 1/16 7.75 印张 178 千字
1992年11月第1版 1992年11月第1次印刷
印数: 1—1000册 定价: 5.60元

前 言

水旱灾害是世间一种主要的自然灾害，其受害程度（致灾的面积、群众的伤亡）是巨大的。研究其形成的原因，探讨其规律，预测预报今后若干年或长系列的旱涝趋势，是关系到我国国民经济发展的一个重要课题。

水旱灾害的发生是由于大气环流发生异常变化造成的结果。大气环流是制约长期天气变化的主导因素。因此，研究水旱灾害的规律及趋势亦是长期或超长期天气预报研究的范畴。长期天气预报作为气象学的一个分支是 19 世纪末期即 1883 年泰色伦·德·包特 (Teisserenc de Bort) 提出大气活动中心的概念后而逐步形成的，到现在已有百余年的历史。在基础理论及方法的研究上都有丰富的成果，形成不同的研究体系。由于不少结果不能作出物理上的解释，亦有些结果互相矛盾，因此，长期天气预报仍然是一门年青而不很成熟的科学。

日食——这个天文因素，是国内外尚未接触到的一个新因素。本书试从日食对水旱灾害的影响来探讨其发生的原因及规律，提出日食相似年方法作为长期或超长期天气趋势预报的一种新方法。

大气环流本身是一种耗散结构，需要外界不断供应能量才能继续维持其运行。大气环流本身又是一种“热力机”，靠源与汇的温度差来运行。本书从“热力机”及有效位能方面进一步阐述，并从耗散结构理论初步探讨其机制。

本书第八章由赵文桐撰写，第四章由赵得秀、赵文桐共同撰写，其余各章由赵得秀撰写。全书由赵文桐认真审校和订正。

由于本书内容是一种新的探索，虽经作者审校，内容不妥之处仍会存在，欢迎读者提出宝贵意见和批评指正。

编著者

1991.6

目 录

第一章 我国的水旱灾害	1
第二章 日食是形成水旱灾害的主要原因——日食效应	7
第三章 日食的种类及发生的条件	22
第一节 日食的种类	22
第二节 日食发生的条件	23
第三节 日食的界限和日食过程	26
第四节 一年内可发生日食的次数	28
第四章 大气热机与有效位能	31
第一节 大气热机	31
第二节 有效位能	34
第五章 超长期旱涝趋势预报的日食效应相似年方法	37
第一节 日食周期	37
第二节 灾害性天气与日食沙罗周期	39
第三节 日食效应相似年方法	54
第四节 日食效应相似年长历史序列的检验	56
第五节 用统计检验方法对相似年径流进行相关分析	62
第六节 国外较大河流流量日食效应相似年方法检验	66
第六章 日食发生的区域对我国旱涝的影响	69
第一节 黄河中游及长江中下游大旱大涝见食情况	69
第二节 日食月影区辐射损失中心	72
第三节 黄河中游大旱、大涝日食辐射损失中心点的分布	73
第四节 长江中、下游大旱、大涝日食辐射损失中心点分布	76
第七章 日食效应相似年方法旱涝趋势展望(预报)的检验	79
第一节 日食效应相似年方法形成过程	79
第二节 检验所依据的资料	79
第三节 旱涝等级	80
第四节 相似年的选择标准	80
第五节 预报与实况的对比	81
第六节 超长期天气预报质量及其效果的评定	88

第八章 日食形成旱涝的耗散结构机制 100

第一节 大气运动的耗散结构理论 100

第二节 日食激发大气的定常涡旋理论 106

第三节 由日食预报旱涝 111

后记 113

主要参考文献 114

55	.....	类林内食日	章一第
65	.....	科条内主食食日	章二第
85	.....	野食食日时别界内食日	章三第
85	.....	煤内内食日主食内平一	章四第
1E	.....	消立效育已册燕户大	章四第
1E	.....	脉燕户大	章一第
4E	.....	消立效育	章二第
7E	.....	去衣平册册立效食日的册册册册册旱册册册	章五第
7E	.....	限固食日	章一第
9E	.....	限固安好食日已户天卦害天	章二第
4E	.....	去衣平册册立效食日	章三第
8E	.....	经金内内内史册册平册册立效食日	章四第
5E	.....	册长关册册册册平册册册册册册册册册	章五第
8E	.....	经金去衣平册册立效食日量册册册大册册册	章六第
9E	.....	册册册册旱册册册册册册册册册册册册册	章六第
9E	.....	册册册册册大旱大册册册册册册册册册	章一第
5E	.....	心中央册册册册册册册册册	章二第
3E	.....	册册册册册中央册册册册册册册册册	章三第
8E	.....	册册册册册中央册册册册册册册册册	章四第
7E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章五第
9E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章一第
9E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章二第
8E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章三第
8E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章四第
1E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章五第
8E	.....	经金内(册册)册册册册旱去衣平册册立效食日	章六第

第一章 我国的水旱灾害

我国的水旱灾害是比较频繁的，自公元前 206 年（汉高祖刘邦元年）至 1949 年的 2 155 年中，全国发生的有记载的较大的水灾 1029 次，较大的旱灾 1 056 次，平均每年就有一次水、旱灾害。

根据 1950 年至 1987 年（中缺 1967—1969 年）共 35 年的水旱灾害状况统计分析，平均每年因洪涝干旱而发生的受灾面积达 4.23 亿亩，成灾 1.8 亿亩。其中旱灾 3.05 亿亩，成灾 1.15 亿亩，水灾 1.18 亿亩，成灾 0.65 亿亩，全国最大受灾面积为 1960 年的 7.24 亿亩，占全国总耕地面积的 51.7%，及 1961 年的 7.01 亿亩。占全国耕地面积的 50%。全国最小灾害面积的 1952 年仍有 1.05 亿亩受灾，成灾 0.48 亿亩，其中旱灾 0.38 亿亩，水灾 0.36 亿亩（详见表 1-1）。

表 1-1 我国水旱灾害面积最大最小及平均情况

项 目	单 位	总 灾 害		水 灾		旱 灾	
		受 灾	成 灾	受 灾	成 灾	受 灾	成 灾
35 年平均灾害面积	亿亩	4.23	1.80	1.18	0.65	3.05	1.15
占总灾害比重	%	100	100	27.9	36.1	72.1	63.9
成 灾 率	%		42.6		55.1		37.7
最大灾害面积	亿亩	7.24	3.60	2.42	1.69	6.03	2.80
相应年份	年	1960	1961	1954	1954	1978	1961
最小灾害面积	亿亩	1.05	0.48	0.38	0.14	0.36	0.08
相应年份	年	1952	1970	1966	1966	1950	1954
最大最小比值		6.9	7.5	6.4	12	16.8	35.0

注：资料来源为：《中国统计年鉴》、《水利统计年鉴》等，当两者有出入时，以水利统计年鉴为准。

水旱灾害对国民经济的影响（特别是对农业生产的影响）是非常巨大的。据统计从 1950 年至 1979 年粮食生产受各种气候灾害的影响总损失量为 6 124.5 亿斤，占 30 年粮食总产 4.8%。我国对水旱灾害的记载有着久远的记录，殷墟甲骨文中即有雨旱的卜辞，距今有 3 000 多年。甲骨文中关于求雨、求年的卜辞所占数量最大，今略引数例，如：

𠄎 贞，今三月，帝令多雨。《前》

辛未卜，翌壬帝其雨，辛未卜，翌壬帝不雨。《乙》 107

求雨于上甲，𠄎。《乙》 2508

求年於河，受黍年。《林》 2.19.8.

雨水过多又会造成涝灾，为害农作物，故甲骨文中“宁雨”（即祈求止雨）和贞（是询问）“𠄎”（即盼望天晴）的卜辞：

贞，夜宁雨。《铁》66.1

贞，今甲午咎。《通》389

丙子卜，雨亡咎丁丑咎。允咎。《甲》476。

商盘庚以后的国都在今安阳殷墟，靠近洹水（今安阳河），甲骨文中有洹水是否闹水灾的卜辞。如：

洹其盗。《前》

其有大水。《续》

在《诗经》云汉篇记载了周宣王时期（公元前827—728年）一次连续几年的旱灾。水倬彼云汉，昭回于天。王曰：於乎！何辜今之人，天降丧乱，饥馑荐臻？靡神不举，靡爱斯牲；圭璧既卒，宁莫我听。

旱既大甚，蕴隆虫虫，不珍禋祀，自郊徂宫，上下奠瘗，靡神不宗，后稷不克，上帝不临；耗斁下土，宁丁我躬。

旱既大甚，则不可推；兢兢业业，如霆如雷。周余黎民，靡有孑遗，昊天上帝，则不我遗，胡不相畏，先祖于摧？

旱既大甚，则不可沮；赫赫炎炎，云我无所。大命近止，靡瞻靡顾；群公先正，则不我助，父母先祖，胡宁忍予？

旱既大甚，淅淅山川；旱魃为虐，如惓如焚，我心惮暑，忧心如熏；群公先正，则不我闻。昊天上帝，宁彼我遯？

旱既大甚，黽勉畏去；胡宁殄我以旱，僭不知其故。祈年孔凤，方社不莫；昊天上，则不我虞。敬恭明神，宜无悔怒。

旱既大甚，散无友纪；鞠哉庶正，疚哉冢宰！趣马师氏，膳夫左右，靡人不周，无不能止。瞻卬昊天，云如何里？

瞻卬昊天，有嘒其星；大夫君子，昭假无赢。大命近止，无棄尔成；何求为我，以戾庶正？瞻卬昊天，曷惠其宁？

诗中引用宣王的话描述了大旱造成的可怕局面，这首诗使我们看到了2000多年前久旱不雨造成的悲惨情景。用现代汉语译出如下：

那明亮刺眼的银河，	旱象已经十分严重，
它的光亮随着天体的旋转而闪烁。	热气炽烈灼人肤痛。
君王说：唉呀	祭祀一天也没有停止，
今天的人到底有什么罪过？	从郊外祭到了内宫。
上天降下了灾祸，	祭天祭地献满了祭品，
饥荒连年的日子不好过。	没有一个神灵不被尊奉。
我没有神灵不祭祀，	先祖后稷无能为力，
从没有吝惜祭祀的牲畜。	上帝也不来稍稍享用。
玉圭玉璧都用完了，	眼巴巴要晒坏了土地，
上天不听我的祈祷怎奈何？	怎不叫我忧虑满心中！

旱象已经十分严重，

谁也不能把它解除。

人人胆战心惊，

就象听到雷霆震怒使人危惧。

周族剩下的老人，

没有几个得以幸存。

苍天啊上帝，

就是不给我帮助。

叫我怎么能不害怕，

先祖的事业怕难保住！

旱象已经十分严重，

河不流水，山不长草，

旱神发疯似地胡作非为，

就像大火遍地燃烧。

我心里害怕炎炎暑热，

忧愁的心象烟火在熏燎。

在天的朝廷公卿之灵，

可谁也不把我们来慰问。

苍天上帝啊，

难道你要使我们陷入绝境？

旱象已经十分严重，

国家散乱没有纲纪。

公卿大夫毫无办法，

朝内宰相也痛苦着急。

连我的马夫、卫兵，

左右侍从、灶房厨师，

也人人倾囊救济，

都为救灾出了气力。

仰望茫茫苍天，

叫我怎么能摆脱这满怀愁绪！

旱象已经十分严重，

谁也不能把它阻住。

骄阳似火十分炎热，

使我没有一个荫蔽之处。

生命就要停止，

而无法瞻前顾后。

在天的朝廷公卿之灵，

可谁也不能把我们来帮助。

我们的先祖父母，

为什么对我们忍心不顾？

旱象已经十分严重，

我要努力把旱神驱除。

为什么竟用大旱把我们摧残？

我实在是找不到缘故。

每年很早就祈祷丰年，

祭祀四方土地之神也不算晚。

苍天啊上帝；

可谁也不把我保护。

我对神明一向恭恭敬敬，

不应该对我狠心发怒！

仰望茫茫苍天，

只见那星星亮晶晶。

公卿大夫们啊，

不要满足于祭祀的忠诚。

即使国运快要完结，

也不要放弃成功的信心。

我还有什么要求？

必须使各级官员信念坚定。

仰望苍天，

何时才能赐给安宁？

水旱灾害在历代史书上都有记载，如东汉建安十八年（公元213年）在洛阳附近：

五月大雨，八月雨不止，六七月大水。

我国散存于各地的碑、碣、洪痕刻字亦极为丰富，长江上游在四川忠县东云公社红星四队汪家院子后面石壁，宋绍兴二十三年（公元1153年）即有洪痕刻字：

“绍兴二十三年癸酉六月二十六日（7月19日）江水泛涨□□史二道士仲篋书刻以记岁月云耳”

明代以后各地方志及现存的明清故宫档案中记载更为详细。

旱灾与水灾可以发生在不同的季节，春、夏、秋、冬都可以有旱灾，也都可能遭遇水灾或雪暴。一般说，春天在北方雨水是比较稀少的，“春雨贵似油”，春天能下一场透雨，对小麦的丰收起决定性的作用。但也有另一种情况，春雨连绵不断而形成水灾。如1911年（清宣统三年），河南许昌、淮阳、西华、临颖、商水一带春天淫雨90余日，致使麦淹死，水围城。

淮阳县志：春淫雨90余日，大水围城。

临颖县志：春淫雨伤麦，自去冬大雪入春以来连月阴雨，一暴十寒，麦禾幽囚，及熟率糠秕霉坏。

雪深三尺为瑞雪，瑞雪兆丰年。但亦有下雪过大而造成灾害的。在1493年（明孝宗弘治六年）冬天至1494年二、三月却下了一场大的雪暴，由于连续降雪四五个月，积雪深达丈余，其范围，东起江苏阜宁，西至河南许昌，济源，北到河南开封、原武，南抵安徽合肥，白茫茫一片，村落莫辨，房倒屋塌，群众多冻饿而死。如：

太和县志：九月既望大雪，到明年二月始霁，村落莫辨。

合肥：九月大雪，至次年三月乃止，积深丈余，中有五寸如血，山畜枕藉而死，各县多相同。

阜阳：九月二十五日大雪，道路不通，村落莫辨，河水坚合，禽绝飞，至次年二月始霁，岁大熟。

宿县：大雨雪，自九月至次年二月，民坏庐舍，以供焚燎。

怀远：大雪三月，饥冻死者甚众。

盱眙：大雨雪，自九月至次年正月。

涟水：安东冬大雪六十日，麋芻几绝，大寒凝海。

高邮县志：大雪六十日，民冻馁及屋庐压死者众。

虞城县志：冬大雪三月，民多冻馁死。

淮阳县志：冬大雪，深丈余。

祥符：夏河决黄陵岗，又冬大雪深丈余。

原武：冬大雪深丈余。

济源：冬大雪，深丈余。

许昌：六月大旱，秋八月大水，冬大雪，平地深三四尺，民多冻死。

新野：大雪弥四月。

大的雪暴在我国史籍及方志上亦有多次记载，如公元前1106年，武王伐纣，“兵抵洛邑，雨雪十余日，深丈余”。又如盱眙县志：1619年（明万历四十七年）、1653年（清顺治十年）大雪平地丈余。淮水冻合。

在我国大江、大河的水灾灾害更为深重，如1662年（康熙元年）黄河的大水灾。黄河中游连续降雨两个多月，如：

渭南：六月大雨六十日，平地水涌，漂没人无数。

吉县：七月大雨滂沱，连绵数月，民房城垛多有塌坏。

荣河：七月雨至九月初方止，城中井溢，平地泉涌，城垣庐舍塌坏甚多。

曹县：八月十九至二十五日淫雨如注。

特大暴雨，形成了特大洪水，泾河是黄河中游洪水的重要来源之一。“八月大雨五旬，…泾河水涨，漂没人畜，绝渡者10日。”极为异常，泾河洪水通常陡涨陡落，一二十小时即行过去，1933年8月特大洪水洪峰流量 $9\,200\text{m}^3/\text{s}$ 也仅绝渡1日。渭河临潼“绝渡半月”，下游在中牟黄练集，开封时和驿，曹县在香炉等处大决，“江南一带桃、宿、淮、杨所在漫溢。黄、淮水势异涨，南北湖、河内外交攻…淮扬竟成泽国，一望汪洋，无可收拾”的局面。

我国位于季风气候区，是一个多暴雨的国家，本世纪以来，我国先后多次发生特大洪水，造成严重的灾害。如：1931年长江、淮河发生特大洪水，长江汉口水位28.28m，自江陵至汉口段决口17处，沿江城市尽被水淹，武汉三镇水淹时间达百日之久，最大30天雨量（6月28日—7月27日）超过300mm雨区面积为 $76\times 10^4\text{km}^2$ ，60天江淮洪水总量（大通与中渡）为 $4\,174\times 10^8\text{m}^3$ 。长江宜昌流量为 $64\,600\text{m}^3/\text{s}$ 淮河中渡流量为 $16\,000\text{m}^3/\text{s}$ ，蚌埠上下淮北大堤100余km尽行溃决，与此同时，珠江、黄河中游亦发生大洪水，北江横石站洪峰流量为 $17\,200\text{m}^3/\text{s}$ ，仅次于1915年与1982年。黄河支流伊洛河发生百年来最大洪水，伊河龙门和洛河洛阳站洪峰流量分别达到 $10\,400\text{m}^3/\text{s}$ 和 $11\,100\text{m}^3/\text{s}$ 。该年洪水水灾范围极广，全国有16个省区，659个县市受灾，灾情最重的湘、鄂、皖、赣、苏、鲁、豫、浙等8省，受灾人口达6330万人，受灾农田1.73亿亩，死亡人口45.5万，各地直接经济损失在24.38亿元。

1963年8月上旬，海河流域发生了一场罕见的特大暴雨，暴雨主要发生在南运河、子牙河及大清河流域。暴雨中心獐么站7天的降雨量达2050mm，全区7天降水总量为 $600\times 10^8\text{m}^3$ ，为我国大陆最高记录。造成了海河流域特大洪水，海河南系子牙河、大清河、南运河三大水系洪水总量达 $330\times 10^8\text{m}^3$ ，滏阳河临洛关站流量达 $12\,300\text{m}^3/\text{s}$ ，衡水站8月12日最大流量达 $14\,500\text{m}^3/\text{s}$ ，被水围困的县城有33座，保定、邢台、邯郸三市市内水深2—3m，总计淹没农田6600万亩，减产粮食60亿斤，减产棉花250万担，倒塌房屋1450余万间，冲坏铁路75km，死亡人数5560人，直接经济损失约60亿元。

1975年8月在河南省西南部山区洪汝、沙颍及唐白河水量出现了历史罕见的特大洪水，林庄最大6h降雨达830.1mm，超过1942年7月18日美国德克萨斯州达尼斯的782.0mm的世界记录，林庄3天降雨（8月5日—7日）达到1605mm，雨量在1000mm以上的面积达 $1\,790\text{km}^2$ ，大于600mm的面积达 $10\,500\text{km}^2$ ，大于100mm的面积达 $176\,000\text{km}^2$ ，这次暴雨强度之大，雨势之猛，实属历史上所罕见。造成洪汝河上游特大洪水，致使板桥、石漫滩两座大型水库漫坝溃决失事，板桥垮坝流量为 $78\,800\text{m}^3/\text{s}$ ，石漫滩为 $30\,000\text{m}^3/\text{s}$ ，形成特大灾害，河道决口2180处，漫决总长810km，正阳关以上洪水总量为 $129\times 10^8\text{m}^3$ ，唐白河 $41\times 10^8\text{m}^3$ ，伊洛河 $12\times 10^8\text{m}^3$ ，致使遂平、西平、汝南、平玉、新蔡、漯河、项城、沈丘等县城进水，平地水深2—4m，冲坏京广铁路102km，河南有1700万亩农田被淹，其中1110万亩农田受到毁灭性灾害，1100万人受灾，死亡25000人。仅驻马店、许昌两地区直接损失达50亿元。

在旱灾与水灾危害的程度上，旱灾对生产力的破坏较水灾为大、为重，而连续几年的旱灾，致灾更大、更重。成灾的面积亦广。明代以前在各代史籍五行志的记载上比较简略，明清以后，故宫现存档案资料较多，记载比较详细。从16至19世纪，在华北有三次较大的旱灾，见下表。

光绪三年的旱灾，遍及全国17个省278州县，最严重的为华北五省，旱灾中心在山西

南部，陕西渭河以北，河南北部、西部，河北南部。光绪二年部分地区旱象已成，待到光绪三年，发生了大面积的麦季歉收，据各省巡抚奏报：山西“二麦收约六分有余者有7县，收约五分有余者87县……”。河南全省“麦歉收，约收五分有余”。河北、山东亦大体相似，而陕西蒲城麦季“收不及分”，灾情已向严重方向发展。

年 份	华北五省受旱州县数
1640年(明崇祯十三年)	183
1785年(乾隆五十年)	155
1877年(光绪三年)	217

在夏、秋季，长时期干旱，麦后能得到透雨的，仅个别几个县，根据各省巡抚的雨水汇报，河南6个月仅有一县得雨深透，山西仅有三县（河曲、交平、岚县）。陕西没有一县。其它得雨的地区，由于“地上干燥”，“旋沃，旋干”，正如群众所说的：雨洒塵，饿死人”。是一种典型的旱灾降雨情况。更严重的是，有些地区滴雨未降。山西闻西县“春二月微雨至年终无雨”。河南浍池县：“春不雨至次年三月”。陕西华州“光绪三年春至六月不雨，八月仍无雨……”。致使“秋无禾”，“麦失种”，“地未耕”，一季歉收，两季失收，群众陷入了绝境，灾情已发展到不可收拾的地步，在旱灾中心地区，饿死的人竟达人口总数的80%，边缘地区亦有四分之一。这次旱灾死亡群众七八百万人。以山西省为最重，群众死亡过半。亦是近代最大的一次灾难。

陕西蒲城：“……至四年夏饿毙者三分之二”。

山西风台（晋城）：“……有阎村同尽者，有全家俱毙者，统计西南乡户口约损十之八，东北乡户口约损十之七”。

山西平陆、芮城：“…唯我平与芮，统计民共十四五万零口，留者不过三四万零口，死者十之八九”。

山西汾西（临汾）道殣枕藉，六畜无遗，人相食，村落为墟。12万人止余2万，霍州21万人止余6万，安邑26万人亦止余6万。

山西辽州（昔阳县）：光绪三年编查户口为74928户，188362人，现比未荒前减少，23000户，减少198000人，遗尸遍野，饿骨盈城，……或一村尽绝……

河南嵩县：“……连年亢旱，……死者十之四五”。

素有江南谷库之称的太湖流域，从16世纪至19世纪由于特大旱年而形成太湖干涸的即有七次之多。如：

明嘉靖二十三年(1544年)至二十四年：太湖涸，民多饿死。

自然灾害的危害，一看各地抵御灾害的工程措施；二看社会制度。在建国以前，各地抵御灾害的工程数量少，抗灾能力弱，且在封建旧社会所谓：“运皇粮、发帑银”仅属官样文章，杯水车薪，难挽危局。如《山西米粮》中所述：“……众百姓盼官粮望穿两眼……十户庄只盼的饿死大半……”。不可能不灾上加灾。建国以后，虽亦遭遇到几次大的水旱灾害袭击，但由于党和政府的领导及广大干群努力，保存了群众的生产元气，很快恢复了生产，扭转了在旧社会一遇灾荒群众就要大规模流徙、死亡的现象，这在旧社会是无法作到的。

第二章 日食是形成水旱灾害的主要原因——日食效应

灾害性天气之所以发生，是与大气环流的异常变化有直接关系的。当大气环流有异常变化时，冷暖空气的交锋就出乎常规，就会出现一定范围，一定程度的旱涝现象。

大气环流为什么会有变化？什么因素促使大气环流发生变化？这是需要探讨的。

众所周知，大气环流是受太阳辐射、地球自转和地表性质以及大气本身尺度、连续性、流动性等等基本因子支配的，但其中最基本的因子是太阳辐射的分布不均。假设大气里没有各种旋涡，也没有大型紊流热量变换作用，而只从辐射平衡来看，鲍耳 (Baur) 计算出各纬度上辐射平衡的平均温度数值。计算值和实际观测得到的温度分布大不相同：在低纬度辐射平衡温度高于实际观测所得到的温度，在高纬度低于实际观测到的温度 (见表 2-1)。

表 2-1 辐射平衡温度和实际温度在不同纬度上的分布

纬度 (北纬)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
辐射平衡温度 (°C)	39	36	32	22	8	-6	-20	-32	-41	-44
实际温度 (°C)	26	27	25	20	14	6	-1	-9	-18	-22
温度差 (°C)	-13	-9	-7	-2	+6	+12	+19	+23	+23	+22

赤道与极地的实际温度差为 48—49°C，这种差异促使着大气产生环流运动，大气环流是纬度温度分布的后果。其它能源 (如月光及地热) 与太阳辐射能相比是微不足道的 (从地球内部放出的热量是太阳常数的 10^{-4} — 10^{-5} ，满月的月光是太阳常数的 10^{-5})。由于各纬度上受太阳辐射强弱不同，赤道温度高，两极温度低，由于温度的差异，而形成大气环流的运行。大气环流是纬向温度分布的后果，赤道与两极温度差是大气环流运动的基本动力。

太阳辐射强度 (即太阳常数) 有没有变化？太阳辐射是一个相对稳定的能源么？

太阳在日地距离处的每平方厘米的太阳光束强度 (即太阳常数) 约为太阳表面辐射强度的五万分之一。地球仅接收太阳放出的辐射能量的四十多亿分之一，数量是相当微小的。太阳常数不可能有很大的改变，否则我们必须设想太阳的温度有很大的变化，这是观测不到的事实。

从几十年太阳辐射观测资料来看，阿兰 (Allen, 1958) 根据 1920 至 1955 年以精确的辐射强度计观测的年平均值成果认为：“太阳常数”可以认为是一个真正的常数。

太阳表面活动在辐射方面引起的瞬间变化 (例如太阳耀斑引起的辐射增强) 至少比太阳常数小 4 个数量级，是完全可以忽略的。

人造地球卫星的出现，把太阳辐射观测推进到一个新的历史阶段，从美国 1969 年发射的行星际探测器“水手”6 号及 1975 年发射的“星云”6 号，由 150 到 180 天的观测记录看，太阳常数仅有不规则的微小波动，其变动范围仅有 0.2—0.3% (图 2-1、2-2) 与太阳黑子

的日变化是不同步的。太阳黑子对太阳常数的影响在地球大气层外界亦是观测不到的。太阳常数的变化亦是微乎其微的。

从几亿年来地球生命发展的历史看亦规定了太阳输出能量的变化限度。因此，可以认为：大气环流的能源条件是相对稳定的，是一个常量。

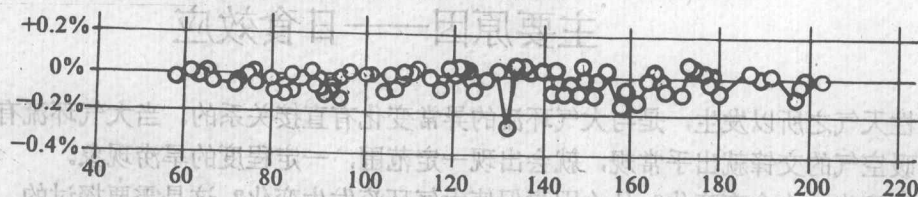


图 2-1 1969 年从水手 6 号观测的太阳常数的瞬间变化[采自 Plamondon(1969)]

地球轨道要素的变化是否会影响太阳辐射的接收而引起灾害性天气变化呢？从米兰科维奇效应得知，地球轨道要素由于受太阳系中其它八大行星对地球轨道的摄动与太阳与月亮的引力影响而有长期的周期变化，经计算地球偏心率可以从 0 变到 0.053（目前为 0.0167），其平均周期为 9 万年；轨道倾角从 22.08° 可以变化到 24.43° （目前为 $23^\circ 27'$ ），平均周期为 41 000 年；岁差变化的平均周期为 21 000 年。按照 Brouwer 与 Van Woerkom (1950) 的推导及 Sharaf 与 Budrikova (1976) 的补充修正，Vernekar (1976) 以 1950 年为准计算了 1950 年 115 000 年及以后 25 000 年其日照偏离现代的最大值发生在 106 000 年以前，其最大值可达 6%，这可能形成长期的气候波动。然米兰科维奇效应的每年变化比较缓慢，对年际天气变化的影响是微不足道的，不可能形成灾害性天气。

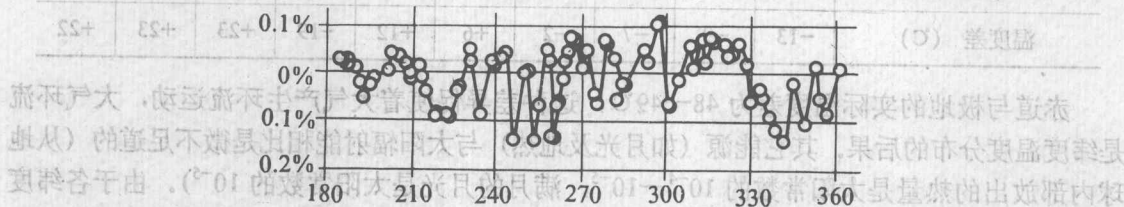


图 2-2 从星云 6 号观测的太阳常数瞬间变化[采自 Hickey(1975)]

横标为日期(元月 1 日 = 1)在 300—330 天中的缓慢升起与降低

是由于卫星渐渐改变状态而引起，这些数据尚未作最后校正。

火山爆发的火山灰是否会影响太阳辐射呢？

从过去欧洲、美洲、印度、埃及对 1883、1902、1912 年大的火山爆发所进行的观测，火山灰对直接辐射可减低 20—22%，其影响可持续 2—3 年之久。但由于火山灰的存在，增加了散射辐射，直接辐射的损失可大大得到补偿。对太阳辐射的影响，亦是微乎其微的。

由大气环流的运动可知，大气环流的运动与热力机的工作原理相同，赤道为高温热源，两极为低温热源（根据实际观测，地球的 40°N — 35°S 之间是热量净得区由 35°S 向南和由 40°N 向北是热量净失区），空气为工作介质。由热力学知道，热机的工作效率与高温热源与低温热源的温差有关。两热源的温差愈大，则热量可利用变为功的价值愈大，以公式表示之：

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

式中 η ——热机效率; T_1 ——高温热源温度; T_2 ——低温热源温度。

大气环流的工作原理既与热力机的工作原理相同,大气环流的变化应与赤道与两极的温度变化有关。凡是能影响赤道与两极温度的,就能影响大气环流,就能够造成天气的异常变化。

外界有没有其它因素可以影响赤道与两极的温度呢? 有的, 即日食, 日食就能影响赤道与两极区的温度。

从天文学知道, 每年至少有2次日食(如1987年3月22日在南半球一带及9月22日横穿我国中部的日环食), 1年最多有5次日食(如1935年1月5日、7月30日的南极区偏食及2月3日、6月30日、北极区偏食、12月25日北极区中心食), 日食从初亏到复圆要经历2h以上, 最长的可达3.5h, 从1960—1982年的日食地面月影图面积的统计中(见表2-2)可以看出, 每年日食月球在地球的投影面积最多可达 $3.07 \times 10^8 \text{ km}^2$, 最少亦有 $0.76 \times 10^8 \text{ km}^2$ 以上, 平均为 $1.71 \times 10^8 \text{ km}^2$ (西太平洋副热带高压的面积仅有 $5-6 \times 10^7 \text{ km}^2$)约为地球表面积 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$ 的33.5%。

表2-2 日食地面月影图面积统计表
(1960—1982) 单位: $\times 10^8 \text{ km}^2$

年份	月	日	食类	面积	小计	年份	月	日	食类	面积	小计
1960	3	27	偏	0.40	0.76	1972	1	16	环	0.72	1.65
	9	20	偏	0.36			7	10	全	0.93	
1961	2	15	全	0.73	1.43	1973	1	4	环	1.11	3.07
	8	11	环	0.70			6	30	全	1.02	
1962	2	5	全	1.14	2.32	1974	12	24	环	0.94	1.13
	7	31	环	1.18			6	20	全	0.65	
1963	1	25	环	1.24	2.33	1975	12	13	偏	0.48	1.18
	7	20	环	1.09			5	11	偏	0.53	
1964	1	14	偏	0.36	1.23	1976	11	3	偏	0.65	2.32
	6	10	偏	0.35			4	29	环	1.27	
	7	9	偏	0.21			10	23	全	1.05	
	12	3	偏	0.31							
1965	5	30	全	1.11	2.25	1977	4	18	环	0.99	1.99
	11	23	环	1.14			10	12	全	1.00	
1966	5	20	全	1.09	2.20	1978	4	7	偏	0.42	0.81
	11	12	全	1.11			10	2	偏	0.39	
1967	5	9	偏	0.51	1.01	1979	2	26	全	0.69	1.32
	11	2	偏	0.50			8	22	环	0.63	
1968	3	28	偏	0.53	1.15	1980	2	16	全	1.10	2.24
	9	22	全	0.62			8	10	环	1.14	
1969	3	18	环	1.06	2.12	1981	2	4	环	1.06	2.35
	9	11	环	1.06			7	31	全	1.29	
1970	3	7	全	1.21	2.36	1982	1	25	偏	0.37	1.18
	8	31	环	1.15			6	21	偏	0.24	
	2	25	偏	0.43			12	15	偏	0.28	
1971	7	22	偏	0.10	0.87	23年(完整年)共计 39.47					
	8	20	偏	0.34		平均每年 1.71					

一次日食的总辐射损失可表示为下式:

$$\begin{aligned}
 Q &= \iint_S q(x, y, z) dS \\
 &= \iint_{D_1} q_1(x, y, z) dS + \iint_{D_2} q_2(x, y, z) dS \\
 &= \iint_{D_1} q(x, y, \varphi(x, y)) \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} dx dy \\
 &\quad + \iint_{D_2} q(x, y, \varphi(x, y)) \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} dx dy
 \end{aligned}$$

其中 D_1 为大陆上月影区域; D_2 为海洋上月影区域; S 为地球表面上的月影区域。

一次中心食日食的月影区面积按 $1 \times 10^8 \text{ km}^2$, 粗略估计每次日食可使地球月影区损失热量达 10^{20} J , 这一热量相当于数百颗亿吨级炸药原子弹的能量, 亦相当于 $20 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 降水量所需要的能量, 以杜尔开嘉所引用的例子: 一个气旋降水约有 $400 \times 10^8 \text{ m}^3$, 假使每一立方米空气内含有 10 g 水分, 为具备上述这些降水, 假定凝结高度平均为 1000 m , 垂直温度梯度 $\gamma = 0.6^\circ \text{C} / 100 \text{ m}$, 就需要有 $40 \times 10^{14} \text{ m}^3$ 空气上升到凝结高度, 大约消耗 $21 \times 10^{16} \text{ J}$ 的能量, 即每 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 降水消耗的能量为 $5 \times 10^{14} \text{ J}$ 。

从日食区域的实际观测资料来看亦可以得到证实。如

1981年7月31日在黑龙江漠河 ($53^\circ 29' \text{ N}$, $122^\circ 21' \text{ E}$), 食分为0.97, 从10时17分(地方时)初亏, 11时28分食甚到12时48分复圆, 历时160min, 直接辐射较正常值减少 $370.74 \text{ J} / \text{cm}^2$, 减弱52.5%, 散射辐射较正常值减少 $97.19 \text{ J} / \text{cm}^2$, 减弱47.8%, 总辐射较正常值减少 $388.75 \text{ J} / \text{cm}^2$, 减弱53%, 为多年平均年总辐射的 $1 / 1155$, 到达地面的净能量(即辐射平衡)减少 $248.68 \text{ J} / \text{cm}^2$, 减弱53.6%, 其它地面长波辐射、大气逆辐射、有效辐射减弱较少, 各为12.2%、6.3%、12.1%。(见表2-3及图2-3、2-4)

表2-3 7月31日日食过程中辐射平衡各分量的总减弱 (单位 J / cm^2)

辐射分量 数 量 项目	S	D	Q	U	G	F	B
正常情况	705.52	203.11	733.45	502.11	357.42	123.69	463.72
日食过程中	334.78	105.92	344.69	440.96	334.74	108.74	215.04
总减弱	数值	370.74	97.19	388.76	61.15	22.68	14.95
	百分率 (%)	52.5	47.8	53	12.2	6.3	12.1

表中 S ——直接辐射;

Q ——总辐射;

G ——大气逆辐射;

B ——辐射平衡(地表净辐射)。

D ——散射辐射;

U ——地面长波辐射;

F ——有效辐射;

1987年9月23日的日环食, 是我国在1941年以来及2010年以前70年中最后一次横穿我国的日食, 这次日环食环食带位置适中(见图2-5), 由新疆经甘肃、内蒙、宁夏、陕

西、山西、河南、河北、山东、安徽、江苏等省，东到上海，从长江口入海。主食带沿途经过乌鲁木齐、太原、安阳、徐州、南通、上海等城市，环食带扫过城市之多，带内交通之便，为历次发生在我国日食所少见；这次日食见食时间长，见食面广。见食时间以乌鲁木齐为最短，约 154min，台北最长，约 189min，平均 171min。在主食带内食分均在 0.96 以上，我国最北城市漠河、海南岛的海口其食分还有 0.47—0.54；这次日环食，横扫地面上的月影区面积（为本影和半影区）有 $1.04 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球总面积的 19.6%，环食带长达 $1.3 \times 10^4 \text{ km}$ ，环食带平均宽度 180km，其面积有 $234 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

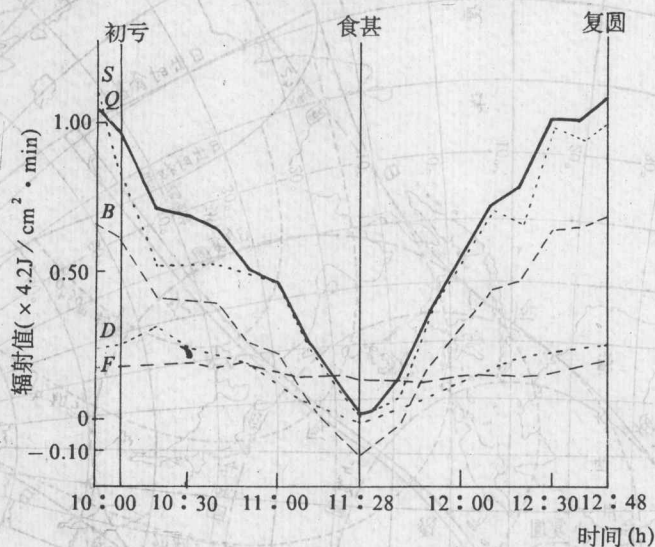


图 2-3 日食过程中辐射平衡各分量的变化曲线

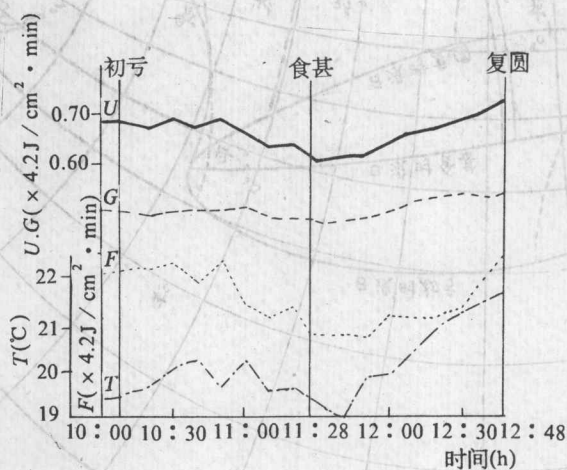


图 2-4 日食过程中长波辐射变化曲线

在国家科委、中国科学院、国家自然科学基金委及有关部门的领导、支持、资助下，组织了大规模、多学科、多台站的统一联合观测。在这次联测中，参加单位之多，观测项目之全，动员人力、物力之多，在我国日食观测史上是空前的。它集中了全国射电、光学、电离