

论水旱灾害的发生与日食效应的关系

赵 得 秀

(一)

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。我国对水旱灾害的记载有极为久远的记录。殷墟甲骨文中即有雨旱的卜辞。周书：“天有四殃，水旱饥荒，其至无时”。在历代史书上亦都有大水、大旱的记载，散存于各地的碑、碣、洪痕刻字亦极为丰富，长江上游自宋绍兴二十三年（公元1153年）即有洪痕刻字。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、冬都可能有旱灾，亦都可能遭遇水灾或雪暴。如1911年（清宣统三年）河南中部许昌、淮阳、西华、临颖、商水一带春淫雨九十余日，致使麦淹死，水围城。又如1493年（明孝宗弘治六年）冬天至1494年二、三月东起江苏阜宁，西至河南许昌、济源，北到河南原武，南抵安徽合肥，连续降雪四、五个月，积雪深达丈余。白茫茫一片，村落莫辨，房倒屋塌，群众多冻饿而死，在我国大江大河的水灾更为严重，1662年（康熙元年）黄河中、下游汛期连续降雨二个多月，“平地水涌”，“城中井溢”，渭河临潼“绝渡半月”，黄河下游大决，“黄淮水势异涨，南北湖、河内外交攻……一望无洋，无可收拾”。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。成灾面积亦广。从十六世纪至十九世纪在华北及长江中下游有几次较大的旱灾如：明崇祯十三年（1640年）、清乾隆五十年（1785年）清道光十五年（1835年）与清光绪三年（1877年）。明崇祯十三年旱灾，前后持续达五年之久，光绪三年的旱灾遍及全国十七省二百七十八个州县，前后持续三年。素有东南谷库之称的太湖流域从十六世纪至十九世纪由于特大旱年而形成太湖干涸的即有七次之多。

自然灾害的为灾，亦主要关系到社会制度，在旧社会自然灾害对剥削阶级来说，到是实行土地兼并，放高利贷的大好机会，对灾民的救济安置不过是官样文章而已，不可能不灾上加灾，而解放以后，虽然亦遭受几次较大范围的水旱灾害，但由于党的正确领导及广大干部群众的努力，仍然保存了群众的生产元气，很快恢复了生产，彻底扭转了在旧社会一遇灾荒群众就大规模流徙、死亡的现象，这在旧社会是无法作到的。

(二)

灾害性天气之所以发生，这是与大气环流的反常变化有直接的关系。大气环流有反

常的变化, 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变化? 这是需要探索的。

众所周知, 大气环流是太阳辐射、地球自转、地表性质、大气本身尺度、连续性、流动性等基本因子支配的。但其中最基本的因子是太阳辐射能的分布不均。太阳辐射能是大气环流运行的能源源泉, 外界其它的能源如月光及地热与太阳辐射相比是微不足道的, 由于各纬度上受太阳辐射的强弱不同, 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, 大气环流的运行是纬向分布的后果, 赤道与两极的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)有没有什么变化? 太阳辐射是不是一个相对稳定的能源? 从几十年太阳辐射观测资料以及从人造地球卫星的观测记录来看, 太阳常数的变化是微乎其微的, “水手”6号及“星云”9号近半年的记录, 太阳常数仅有无规则的微小波动, 其变动范围仅有0.2—0.3%。从几亿年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。

由于大气环流的运动得知, 大气环流的运动与热力机的工作原理相同, 大气环流就是两部巨大的热力机, 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与35°S之间是热量净得区, 由35°S向南极和由40°N向北极是热量净失区), 空气为工作物。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度差有关。两热源的温差愈大, 则热量可利用变为功的价值愈大。以公式表之:

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

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, 就能够造成天气的反常变化。

外界有没有因素可以影响赤道与两极温度呢? 有的, 即日食, 日食就能以影响赤道与两极的温度。

从天文学知道, 每年至少有两次日食, 最多五次日食, 日食从初亏到复圆要经历二个小时以上, 最长的可达三个半小时。从1960—1981年中的19个完整年的日食地面月影图面积的统计中(见表1)可以看出, 每年日食月球在地球的投影面积最多可达3.07亿平方公里, 最少亦有0.76亿平方公里以上, 平均为1.76亿平方公里(而西太平洋副热带高压面积仅有5—6千万平方公里), 约为地球总面积5.1亿平方公里的35%, 粗略估计每次日全食(月影面积按1亿平方公里计算)可使地球局部地区损失热量达 $a \times 10^{19}$ 卡(a 为大于1的数)。这一热量相当于数百颗1亿吨炸药的原子弹, 亦相当于20万亿立方米降水量所需的能量。

从日食区域的实际观测资料来看, 如1981年7月31日在黑龙江漠河(53°2

日食地面月影图面积统计表

表 1

(1960—1982)

单位: 亿平方公里表

年 份	月	日	食类	面 积	小 计	年 份	月	日	食类	面 积	小 计
1960	3	27	偏	0.4	0.76	1972	1	16	环	0.72	1.65
	9	20	"	0.36			7	10	全	0.93	
1961	2	15	全	—	—	1973	1	4	环	1.11	3.07
	8	11	环	—			6	30	全	1.02	
							12	24	环	0.94	
	2	5	全	1.14	2.32	1974	6	20	全	0.65	1.13
1962	7	31	环	1.18			12	13	偏	0.48	
1963	1	25	"	1.24	2.33	1975	5	11	"	0.53	—
	7	20	"	1.09			11	3	"	—	
1964	1	14	偏	0.36	1.23	1976	4	29	环	1.27	2.32
	6	10	"	0.35							
	7	9	"	0.21							
	12	3	"	0.31			10	23	全	1.05	
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	"	1.11			10	2	"	0.39	
1967	5	9	偏	0.51	1.01	1979	2	26	全	0.69	1.32
	11	2	"	0.50			8	22	环	0.63	
1968	3	28	"	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	"	1.06			7	31	全	1.29	
1970	3	7	全	—	—	1982	1	25	偏	0.37	1.18
				—			6	21	"	0.24	
							7	20	"	0.28	
8	31	环	—	12	15		"	0.29			
1971	2	25	偏	0.43	—	19年(完整年) 共计33.43					
	7	22	"	0.10		平均每年1.76亿平方公里					
	8	20	"	—							

122°21'E)食分为0.97,从初亏到复圆的160分钟到达地面能量的损失为59.2卡/厘米
1918年6月8日在美国格尔登得尔日食,从初亏到复圆后十分钟(总计135分钟)地面的全辐射仅为正常值的35%,即全食带地面辐射损失在65%以上。其它气象要素如温度气压亦有大幅度的变化,温度变化一般在3°—10℃,气压变化1952年2月25日以色列观察到的为450 μb。

在一年中赤道地区最多可以发生两次中心食,如1843年(道光二十三年)与1980年,在极区一年中可以在南极与北极各发生两次偏食,如1964年1月14日与6月10日在南极地区发生日偏食,7月9日与12月4日在北极发生日偏食,偏食面积一般为0.2—0.3亿平方公里,虽较中心食面积小,然其有两次正对极区(如1969年1月14与7月9日,见图1、2。70°以内的极圈范围(0.15亿平方公里)均包括在内,其位置重要,可直接影响热源与冷源温度。

从天文学知道,在每一个18年当中,两极地区的日偏食可达13次至15次,中心食可达6次。按年计算极区偏食及赤道中心食可达9—11年。(见表2)

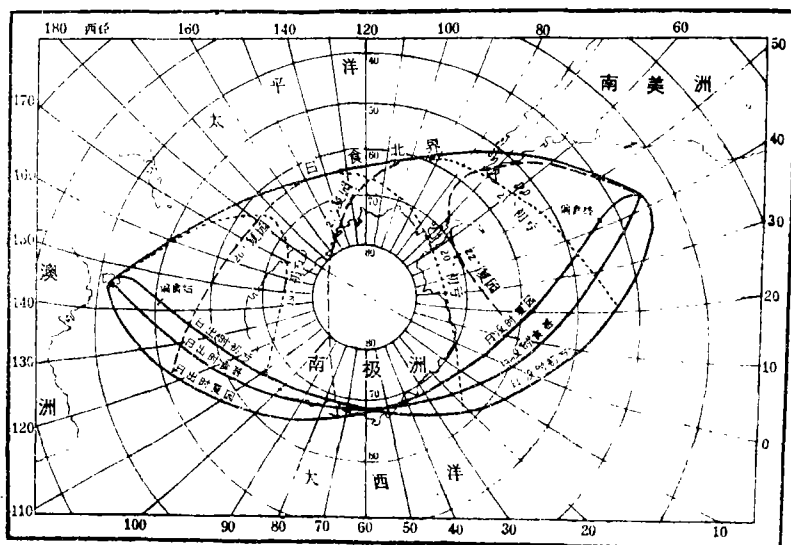


图1 1964年1月14日日偏食月影图

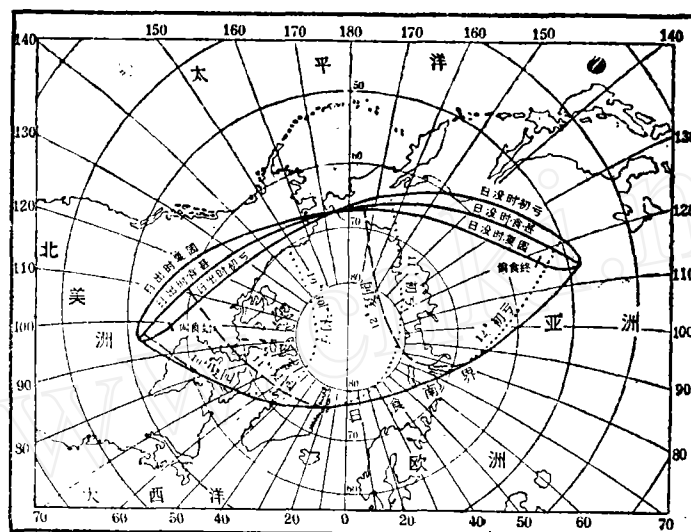


图2 1964年7月9日日偏食地面月影图

表 2

极地偏食及赤道中心食统计表

起止年份	南 极 偏 食 次 数	北 极 偏 食 次 数	合 计	年 数	赤道中心 食 次 数	年 数
1911—1928	7	8	15	7	7	4
1929—1946	7	8	15	6	6	3
1947—1964	6	7	13	7	6	3
1965—1982	6	8	14	7	6	3
1983—2000	7	7	14	7	6	3

这说明在极地日偏食与赤道中心食是非常频繁的。这样频繁的日偏食与赤道中心食无异会对极地与赤道气温产生影响,降低极地与赤道温度。由热力学知道:热力机的效率可采取提高热源温度,或降低冷源温度来达到。在普通的热机是采取提高热源的温度来提高热机效率。因为降低低温热源的温度,需改变冷机来冷却排气的空气温度,这样需消耗外功,是很不经济的。在地球上大气环流这两部热力机,由外界提高赤道温度不大可能,但由外界降低两极的温度或降低赤道的温度,以增加或减低大气环流这两部热力机的效率完全可由日食的发生来实现。外界对大气热力机作功,大气环流热力机获得了减少了作功能力,可以使大气环流发生反常的变化。由此可见:日食是决定大气环流发生反常变化的原因,兹称之为日食效应。

(三)

大气热力机是属于热力学的范畴,热力学是研究热现象的宏观理论。大气热机在北半球有三个环流:哈德来环流、弗雷尔环流与环流极。这三个环流中独立的热源仍然为赤道区热源与极区冷源,仍然是一个热机。

就南北半球两部热机而论,它们具有同一的热源—热赤道。假定赤道热源温度为 T_1 ,供应两部热机的热量为 Q_1 ,北极温度为 T_2 ,得到的热量为 Q_2 ,南极温度为 T_3 ,得到的热量为 Q_3 ,由卡诺定理知,

$$-\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} = 0 \quad (1)$$

$$\text{即} \quad \sum \frac{Q}{T} = 0 \quad (2)$$

由(1)式可知,北极区由于日食影响温度下降,北半球环流效率增加,则南半球环流效率低,北半球增加的绝对值与南半球减少的绝对值是相同的,反之,则反是。赤道温度降低,这两部热机效率减低,其值与其影响的位置与面积而定。大气环流这两部热力机是相互影响的。

(四)

灾害性天气周期既与日食有关,那么灾害性周期应与日食周期相一致,发生日食是朔望日与交点月的关系。日食的周期为沙罗周期,即普通历年18年 $10\frac{1}{3}$ 日—18年 $11\frac{1}{3}$ 日(若在6585.3212日内有4个闰年,则等于18年 $11\frac{1}{3}$ 日,有五个闰年为10 $\frac{1}{3}$ 日)。从灾害性天气的周期来看,与沙罗周期有很好的密切关系。如

931年与1949年

1942年与1960年

1950年与1968年

这六年均相隔18年,其日食发生的时间相近,食类相似(见表3),灾害性天气极为相似。1931年1949年相差18年。1931年发生全国性大水灾,灾区达18省,以长江、淮河为最重。1949年长江、淮河及河北省均发生大水灾;1942年与1960年亦相差18年。1942年黄、淮、海流域及东北、四川一带均发生严重干旱、旱灾中心在河南中部一带。1960年旱灾仍在黄、淮流域;1950年与1968年均为淮河流域大水灾。从暴雨中心,迳流量及洪峰出现时间均极相似。

表 3

年	月	日	食 类	年	月	日	食 类
1931	4	18	北极偏食	1949	4	28	北极偏食
	9	12	"				
	10	11	南极偏食		10	21	南极偏食
1942	3	16	南极偏食	1960	3	27	南极偏食
	8	12	"				
	9	10	北极偏食		9	20	北极偏食
1950	3	18	南极日环食	1968	3	28	南极日偏食
	9	12	北极中心食		9	22	北极中心食

亦有些年,虽亦相隔18年,日食发生的时间接近,食类相同,而天气情况并不相似,如1945年与1963年。1945年华北及长江以南干旱,而1963年华北、淮河发生特大水灾,华南干旱。我们还可举出很多年亦不相似,这是什么原因?

分析一下沙罗周期:

$$19\text{食年}=6585.7806\text{日}$$

$$1\text{食年}=346.6200\text{日}$$

$$223\text{朔望月}=6585.3212\text{日}$$

$$1\text{朔望月}=29.53059\text{日}$$

$$242\text{交点月}=6585.3572\text{日}$$

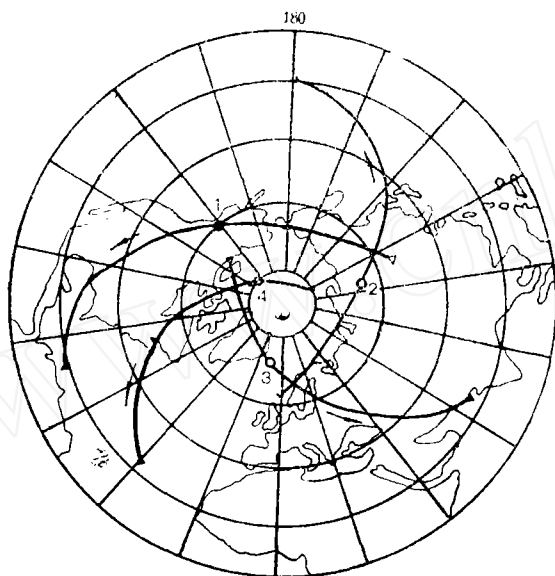
$$1\text{交点月}=27.21222\text{日}$$

可以看出223个朔望月并不是整日数,有0.3212日的尾数。如某一次日食恰好发生在某地正午,一个沙罗周期后,地球自西向东转6585.3212日,因为在0.32转中,相当于地球经度 115° ,如图3中1878年与1896年。这说明每一个沙罗周期后日食沿经度上有变化。

其次,由于242个交点月比223个朔望月长0.036日,所以经过一个沙罗周期后,月亮相对交点的位置比原来西移 $28'5$ 。如果投影在黄道上便得:

$$0^\circ.476 \times \cos(5^\circ 08') = 0^\circ.474$$

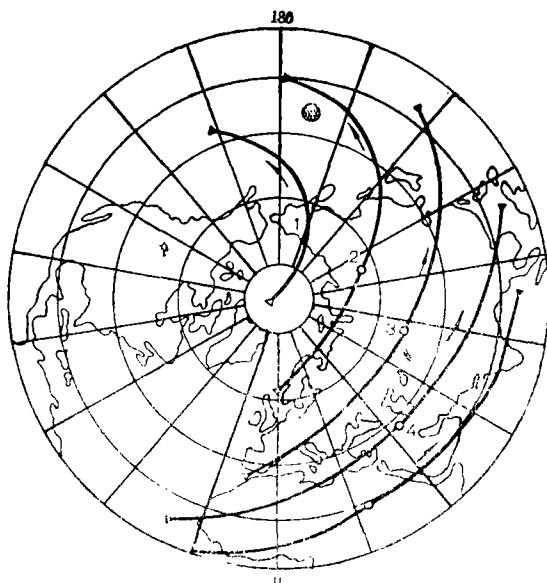
如果日食发生于升交点,则经过一个沙罗周期后太阳与月亮相合的位置向西移动,那么月亮的影子在地球上位置必然南移;日食发生于降交点,月亮影子在地球上的位置必然向北移动。这是说一次日食经过一个沙罗周期后,其纬度要向北移(对降交点)或南移(对升交点)。如图4所示



日 期

- 1 1878. 7. 23
- 2 1896. 8. 9
- 3 1914. 8. 21
- 4 1932. 8. 31

图3 日食沿经度的变化



日 期

- 1 1950. 9. 12
- 2 1896. 8. 9
- 3 1842. 7. 8
- 4 1788. 6. 4
- 5 1794. 5. 3

图4 日食沿纬度级进

由上可知,在一个沙罗周期后,月亮并没有严格回到原来位置上来,在经度上有变化,在纬度上有级进,相邻两沙罗周期中的地面月影图并不完全相同,因此,两相邻沙罗周期中的天气亦有不尽相同的变化。

如果地面月影图相似,日食在一年中发生的时间相近,是否具有相似的天气情况?

以我国近五百年较大的旱、涝灾害为例如1778年(靖乾隆四十三年)与1639年(明崇祯十二年),这两年食类相同,地面月影基本相似。1778年黄河(除山西中部、北部以外)海河、淮河、长江及华南地区发生大范围干旱。1639年在长江、淮河、黄河、海河亦为大面积干旱区。又如1662年(康熙元年)与1756年(乾隆廿一年)均为黄河大水年。

没有发生偏食或赤道中心食的年份为什么亦发生相当范围的灾害性天气?如1954年长江、淮河地区的大水灾及1963年华北地区的特大暴雨。

1954年1月5日、6月30日在南、北极区发生近极地区日全食;1963年在1月25日、7月20日亦在南、北极区发生近极地区日全食。因此,南北极区均为食分比较大的日偏食(见图5)。1954年在北半球6月30日发生日全食,1954年雨量最多的是在7月份;1963年7月21日在北半球发生日全食,而华北特大暴雨在8月份,因此1954年与1963年的灾害性天气亦与日食有关,近极地区日全食(在极区为偏食)亦导致大气环流的反常变化形成灾害性天气。

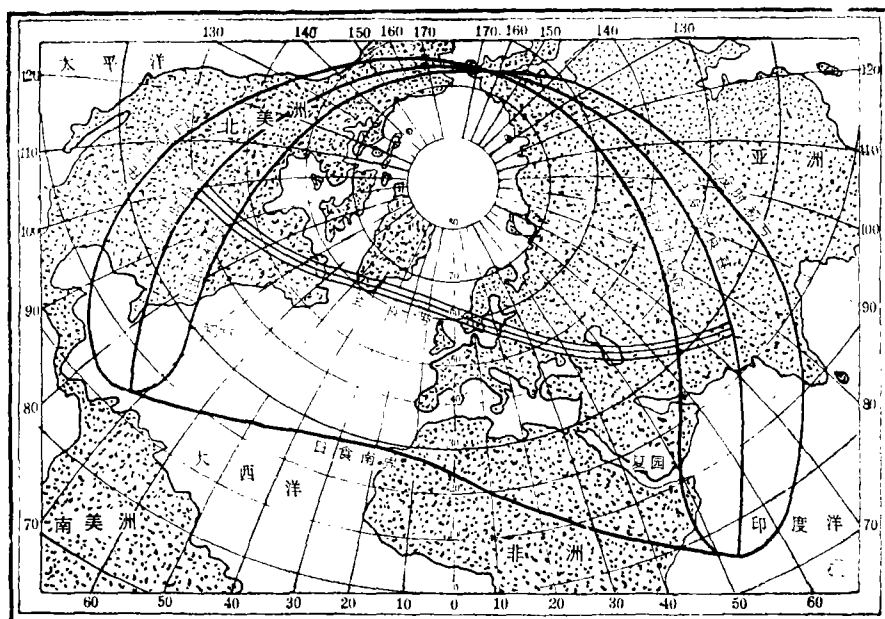


图 5 地面月影图(1954年6月30日日全食)

为什么春夏秋冬都可能有灾害性天气?分析一下日食的周期就可以看出沙罗周期不是历年的整倍数,有 $10\frac{3}{4}$ 天的尾数,因此每次沙罗周期后,日食不仅在经度、纬度上有

变化,而且在发生的时间上亦往后推迟 $10\frac{1}{3}$ 天(或 $11\frac{1}{3}$ 天);经过逐次循环,在一年的各个月份都可能极区偏食、近极地区中心食及赤道地区中心食发生,因此,灾害性天气在各月份都可能发生。

结 论

一、大气环流发生反常变化,造成一定范围的灾害性天气,是由于两极地区发生日偏食、近极地区发生日全(环)食,或赤道地区发生日全(环)食,降低了大气环流热力机的冷源或热源温度,提高或减低了大气环流热机效率而形成。外界对大气热力机做功(或作负功),大气热力机获得了作功能力(或减少了作功能力)。兹称之为日食效应。

二、日食发生的时间相近,食类相同,地面月影图近似,则有相似的天气情况,其受灾地区亦大体相似。

三、南北两半球环流是互为影响的,南极发生偏食,南半球环流加强,北半球环流将相应减弱,反之,则反是。

主要参考书目

(一)

- 1、水利水电科学研究院水利史研究室:华北五省旱情分析(草稿)
- 2、水利水电科学研究院水利史研究室,长江中下游五省(16—19世纪)旱情分析(草稿)
- 3、河南省水利厅印:河南省历代涝情年表。河南省历代旱情年表。
- 4、王涌泉:康熙元年(1662年)黄河发大洪水的气候与水情分析(历史地理第二集)
- 5、郑肇经、汪家伦:太湖流域历代水旱灾害研究。

(二)

- 1、H. H. Lamb: Climate: Present, past and Future Vol. 1
- 2、G. W. 帕尔特里奇、C. M. R. 普拉特著吕仁达、黄润恒、林海译:气象学和气候学中的辐射过程。
- 4、Oran R. White: The Solar Output and Its Variation.
- 5、季国良、陈有虞:日食过程中的太阳辐射观测及其分量的变化(1981、12)
- 6、刘世楷著:从天象与降水相关概推未来廿五年间中国水旱趋势(北京师范大学学报)1962、1
- 7、Herbert H. Kinball: Influence of the Solar Eclipse of June 8, 1918 Upon Radiation and other Meteorological Elements (Monthly Weather Review January, 1919)
- 11、R. C. 安德森、D. R. 基发与O. E. 梅也:1970年3月7日日食过程中大气压力与温度的变化(赵得秀译、郑宜梁校)1981、7、
- 12、Opplzer Th. v, Canon der Finsternisse.

(三)

- 1、A. A. 米哈伊洛夫著赵得山节译:食论第一章第四节(草稿)
- 2、中央气象科学研究院等编:中国近五百年旱涝分布图