

# 关于夏天中伏天数的探究

路峻岭, 顾晨, 秦联华, 任乃敬

(清华大学 物理系, 北京 100084)

摘要: 通过给出夏至节气后各日日序的方法, 得到了判断夏天中伏天数的一般规律. 据此可知, 从长期看来, 夏天中伏为 20 天的年份占 71.37%, 中伏为 10 天的年份占 28.63%.

关键词: 节气; 干支; 回归年; 日序; 轨道角动量守恒

中图分类号: P 183.3; P 193

文献标识码: A

文章编号: 1000-0712(2018)06-0041-04

【DOI】10.16854/j.cnki.1000-0712.170500

夏季伏天, 赤日炎炎, 是一年中最为炎热的时期. 我们的先人在制订历法时, 设置了初伏、中伏、末伏 (即伏天) 来表征这一段时间, 其中, 初伏 10 天, 末伏 10 天, 中伏可能是 10 天, 也可能是 20 天. 确定中伏天数的因素是什么? 中伏天数是 10 天和是 20 天的各占多少百分比? 下文拟对此予以回答.

## 1 地球绕日运行的天文图像<sup>[1 2 3 6]</sup>

地球上的寒暑取决于太阳的照射程度, 受太阳照射较多的地区天气炎热, 反之天气寒冷.

欲搞清楚地球上某地区 (北半球) 的炎热规律, 需要从头说起.

在万有引力的作用下, 地球绕日运行, 运行轨道是一个椭圆, 如图 1 所示. 椭圆的半长轴  $a = 149\,597\,870\text{ km}$ , 半短轴  $b = 149\,576\,980\text{ km}$ , 偏心率  $e = 0.016\,7$ , 太阳位于它的偏北的一个焦点上. 地球绕日运行的椭圆在天文学中称为黄道, 地球赤道平面与黄道平面的夹角为  $23^{\circ}26'21''.448$  (公元 2000 年), 由此知地球的自转轴 (地轴) 与黄道平面的夹角为  $66^{\circ}33'38''.552$ , 即它是倾斜的, 图 1 中表示地球的圆中的竖直线段表示由北极露出的地轴, 它总是指向北方. 当地球运行至春分点时, 阳光直射赤道, 南北两个半球所受的照射相等. 随着时间的推移, 地球向夏至点方向运行, 阳光的直射点由赤道向北移动, 北半球受到的阳光照射越来越强, 气候也越来越热; 相反, 南半球受到的阳光照射越来越弱, 气候越来越冷. 当地球运行至夏至点时, 阳光的直射点到达

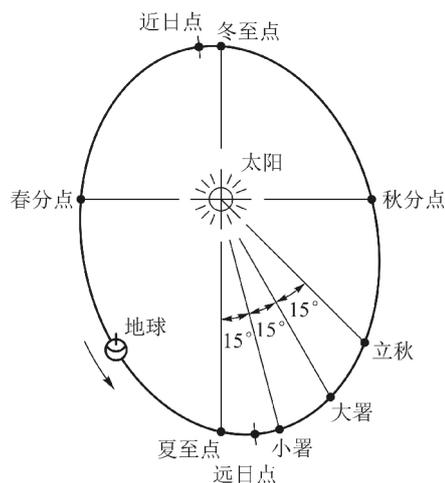


图 1 地球绕日运行图

北回归线, 北半球受到的阳光照射达到极大值, 但由于地球反应的滞后, 北半球的气候尚未达到最炎热的极值. 在之后的一段时间里, 阳光照射依然较强, 北半球的气候的炎热程度逐渐达到它的极大值, 然后才慢慢变凉爽. 我们的先人, 在制定节气时把此时期的节气定名为小暑、大暑, 同时还设置了伏天来表示这段一年中最炎热的时期. 我们注意到, 由于地球的绕日运行是在有心力场中的运动, 轨道角动量守恒, 故地球在夏至点及其以后附近运行时, 它是在远日点附近, 它的运行速度较慢. 顺便说明的是, 北半球炎炎夏日之时, 正是地球处在其运行轨道的远日点附近, 地球离太阳较远, 难道这对地球上的寒热

收稿日期: 2017-09-05; 修回日期: 2017-12-05

基金项目: 教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”(20160204)项目资助

作者简介: 路峻岭 (1946—), 男, 河南南阳人, 清华大学物理系教授, 主要从事大学物理教学和传感器敏感元件物理学的研究工作.

大学物理

<http://dxwli.bnu.edu.cn>

就没有影响吗?研究表明<sup>[1]</sup>,地球处于远日点和处于近日点时所获得的太阳能之比为 93.5 : 100,两者相差不大;而在夏至日,北半球和南半球所获得的太阳能之比为 100 : 42.9.可见,在地球的运行中,由于地轴的倾斜使阳光对两半球照射程度不同,是影响地球上一个地区(北半球)气候寒热的主要因素.

## 2 廿四节气和日的干支表示

我们的先人,为了能够有规律地反映出季节与气候的变化,结合农作物生长发育和农事活动,为能够准确掌握农时,在制定历法时制订出廿四节气.据历史文献记载<sup>[5]</sup>,远在 2400 年前的春秋时期,先人们就知道夏至、冬至、春分、秋分等节气,以后逐渐完善,到秦汉之际就形成了完整的廿四节气.

廿四节气始于春分.以地球运行至春分点时地球中心在椭圆轨道上的位置为春分,以此刻地球中心和太阳中心之间的连线为基线.以后,随着地球的运行,地球中心和太阳中心之间的连线(矢径)与基线之间的夹角(黄经)每改变 15°,即把地球中心在椭圆轨道上的位置点设置为一个节气.实际上,节气是历法学家在地球绕日运行的椭圆轨道上标志的站点,如同火车运行的车站一般.在历书上标明的是地球运行经过各节气点的时刻.廿四节气的名称为:春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒、大寒、立春、雨水、惊蛰.相应的黄经依次为:0°、15°、30°、45°、60°、75°、90°、105°、120°、135°、150°、165°、180°、195°、210°、225°、240°、255°、270°、285°、300°、315°、330°、345°.在本文中我们更关心的是夏至,见图 1,它的黄经为 90°,此时太阳直射北回归线,北半球接受到的太阳照射最为强烈.涉及伏天的节气还有小暑、大暑和立秋.

另一个概念是日序的干支表示<sup>[7]</sup>.干支是“天干”和“地支”的合称.“天干”指甲乙丙丁戊己庚辛壬癸十个字,“地支”指子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥十二个字.由天干和地支依次搭配成六十对干支对:甲子、乙丑……癸亥,称为“六十干支”或“六十花甲子”.用“六十干支”纪时,周而复始循环不已.用以纪日就是甲子日、乙丑日等等.中国过去流行的历法多用干支纪年、纪月、纪日.其中干支纪日起始得最早,史学家们确认<sup>[7]</sup>:我国至迟自春秋时期鲁隐公三年(公元前 772 年)2 月己巳日起就用干支纪日,直至清朝末年,几千年来连续不断,用于正史记录.民国以后,正史记录虽然改用公元纪年、纪

月、纪日,但干支纪年、纪月、纪日至今也没有废弃.例如,有的专业历书、民俗历书,还都标出日的干支.有时,只计及干支纪日中的天干,如所谓庚日就是包括所有天干为“庚”的日子,庚子日、庚寅日、庚辰日、庚午日、庚申日、庚戌日都是庚日.需要说明的是,干支纪日只是一种确定日序的规则,人世间的某一日是什么干支,与一个地区的寒暑变化没有必然的联系.

## 3 关于中伏天数的探究

目前,在我国实行的历法为公历和农历并存<sup>[1,2]</sup>.公历为太阳历,它是地球绕日运行周期回归年(365 日 5 小时 48 分 46 秒)为基本单位年,以地球上的一昼夜(24 小时)为基本单位日.由于历年的日数必须是整数,故取其为 365 日,是为平年.而其多余的 5 小时多也必须考虑,所以采用置闰的方法进行调整,每 4 年置 1 闰,闰年增加 1 日,1 年 366 日,称为闰年,使得长期运行下去其历年与回归年一致.太阳历的特点是它每年的同一月日,基本上对应地球运行在椭圆轨道上的同一位置,一年的季节寒暑与历书的导示十分一致.农历是一种阴阳历,它仍是以回归年为基本单位年,以一昼夜为基本单位日,但以朔望月为基本单位月(29 日 12 小时 44 分 3 秒).1 个历年的日数必须是整数,12 个月为 1 年,1 年 354 或 355 日.积 3 年就会与回归年相差约 1 个月,为消除这一差别也采用置闰的方法进行调整,每 19 年设置 7 个闰年,闰年增加 1 个月,1 年 384 日或 385 日.这使得长期运行下去其历年与回归年一致.阴阳历的特点是月相可以方便地提示本日在当月的序次,为广大人民群众所乐于接受.为了大家对节令了解、利用的需要,农历中往往标出廿四节气、伏天、九九等,一些专业历书还把每日的干支也标示出来.

历书规定<sup>[4]</sup>:夏至后第三个庚日为初伏第一天,第四个庚日为中伏第一天,立秋后第一个庚日为末伏第一天.初伏 10 天,末伏 10 天,中伏可能是 10 天,也可能是 20 天.若节气当日就是庚日,当日就算第一个庚日.

一年中,伏天的起始根自夏至日,夏至日在每年的 6 月 21 日或 22 日<sup>[4]</sup>.我们以夏至日的零时零分零秒为原点,以日为单位作时间数轴,并以夏至日为第 0 日日作日序,后面依次为第 1 日,第 2 日等等,并把每日的天干表示出来,称为夏至日及其后续日的天干列表,图 2 列出其开头的部分.从图 2 列表中可

大学物理

<http://dxwli.bnu.edu.cn>

以方便地知道,对应夏至日是某一个天干的年份,则其各个庚日的日序已自确定,其结果如图 4 所示.

根据图 4 就可以知道,对应夏至日是某一个天干日时,该年份初伏和中伏首日的日序.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
日序	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙
	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙
	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁
	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊
	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己
	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚
	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛
	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬
	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸
癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸	甲	

图 2 从夏至日的天干推列其后续日的天干列表

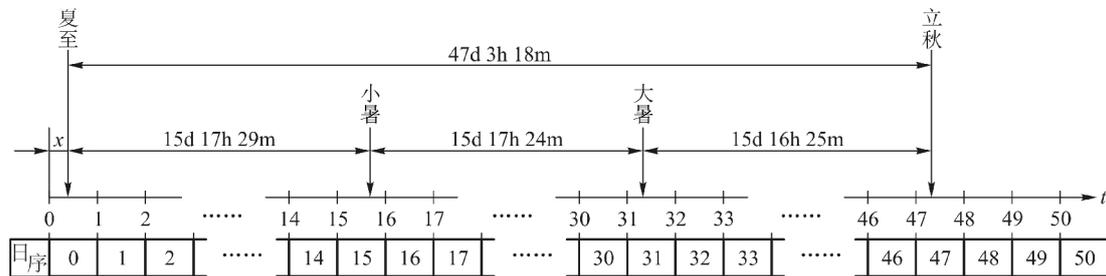


图 3 夏至、小暑、大暑及立秋等节气之间的时间间隔

日序表	夏至日天干	夏至日日序	第一庚日序	第二庚日序	第三庚日序	初伏首日	中伏首日	第四庚日序	第五庚日序	第六庚日序	早立秋日序	晚立秋日序	中伏天数
夏至日天干	甲	0	6	16	26	36	46	56	47	48	20		
	乙	0	5	15	25	35	45	55	47	48	20		
	丙	0	4	14	24	34	44	54	47	48	20		
	丁	0	3	13	23	33	43	53	47	48	20		
	戊	0	2	12	22	32	42	52	47	48	20		
	己	0	1	11	21	31	41	51	47	48	20		
	庚	0	0	10	20	30	40	50	47	48	20		
	辛	0	9	19	29	39	49	59	47	48	10		
	壬	0	8	18	28	38	48	58	47	48	10		
	癸	0	7	17	27	37	47	57	47	48	10或20		

图 4 各庚日及立秋日的日序列表

由于末伏的首日决定于立秋节气的日序,而立秋节气在哪一天决定于地球运行于这些节气之间的时间间隔. 如上文所述,夏至等节气点在轨道的

远日点附近,地球运行的速度较慢. 对最近十几年的节气时刻的计算表明<sup>[4]</sup>,夏至至小暑的时间间隔为 15 天 17 小时 29 分,简记为 15 d 17 h 29 m (下



同) ,小暑至大暑的时间间隔为 15 d 17 h 24 m ,大暑至立秋的时间间隔为 15 d 16 h 25 m ,夏至至立秋的时间间隔为 47 d 3 h 18 m ,见图 3. 所以 ,在时间数轴上 ,立秋时刻为 47 d 3 h 18 m + x. 这样 ,立秋日的日序还要受到夏至在夏至日的交节时刻  $x$  的影响. 若夏至在 20 时 42 分之前 ,称为早立秋 ,则立秋日的日序为 47; 若夏至在 20 时 43 分之后 ,称为晚立秋 ,则立秋日的日序为 48. 此结果亦列入图 4 的列表中. 由图 4 的列表可以看出 ,若夏至日为甲乙丙丁戊己庚日时 ,它们的第五个庚日的日序都小于 47 ,也就是说 ,它们的第五个庚日都先于立秋日出现 ,它们对应年份的末伏首日必须选下一个(第六个)庚日 ,这些年份的中伏必定是 20 天. 若夏至日为辛壬日时 ,它们的第五个庚日或者是立秋日的当日 ,或者是立秋日的后一日 ,因此 ,它们的第五个庚日就是末伏的首日 ,相应年份的中伏必定是 10 天. 若夏至日为癸日时 ,情况比较复杂 ,如果该年是早立秋(实际上是夏至节气的时刻较早) ,立秋日的日序为 47 ,而癸日夏至后面的第五个庚日的日序为 47 ,立秋当日即是末伏首日 ,该年份的中伏为 10 天; 如果该年是晚立秋 ,立秋日的日序为 48 ,而癸日夏至后面的第五个庚日的日序为 47 ,这样只能取第六个庚日为末伏首日 ,该年份的中伏即为 20 天.

由于一天中 20 时 43 分至 23 时 59 分的时间段 ,约占全天的 13.7% ,所以夏至为癸日时 ,有 13.7% 的比例的年份 ,中伏为 20 天. 若夏至日落入天干十字中每一个字的概率是均等的 ,皆为 10% ,

且夏至时刻落入夏至日一天中每一分钟的概率也是均等的 ,则从长期看来 ,中伏为 20 天的年份占 71.37% ,中伏为 10 天的年份占 28.63%.

#### 4 结论

一年中 ,夏至节气决定该年份夏天中伏的天数. 若夏至日为甲乙丙丁戊己庚日 ,或夏至日是癸日 ,且夏至的交节时刻较晚(20 时 43 分之后) ,则该年份中伏的日数为 20 天; 若夏至日为辛壬日 ,或夏至日是癸日 ,且夏至的交节时刻较早(20 时 42 分之前) ,则该年份中伏的日数为 10 天. 中伏为 20 天的年份占 71.37% ,为 10 天的占 28.63% .

#### 参考文献:

- [1] 彭清玲 ,方明亮 ,苏佩颜.地球概论[M].重庆:西南师范大学出版社 ,1993: 100-207.
- [2] 余明.地球概论[M].北京:科学出版社 ,2010: 37-40 ,170.
- [3] 董艳英. 敲开太阳系的大门[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社 2001: 1-10.
- [4] 李海燕. 阴阳干支万年历[M].3 版. 石家庄:河北人民出版社 2005: 2-473 ,816.
- [5] 冯秀藻 ,欧阳海. 廿四节气[M]. 北京: 农业出版社 , 1982: 10-24.
- [6] 刘步林. 数学在天文学中的运用[M]. 北京: 科学出版社 ,1979: 32-36
- [7] 戴兴华. 中国纪年纪月纪日法[M]. 北京: 气象出版社 , 2013: 109.

### A study on the number of days of Zhongfu in the summer

LU Jun-ling , GU Chen , QIN Lian-hua , REN Nai-jing

( Department of Physics , Tsinghua University , Beijing 100084 , China)

**Abstract:** We present a general method to determine the period of Zhongfu ( second of the three ten-day periods of the hot season , sometimes lasting twenty days instead of ten) by accounting the daily order after the summer solstice. Therefore , in the long term , the 20-days of Zhongfu accounts for 71.37%. And the 10-days Zhongfu accounts for 28.63%.

**Key words:** solar term; heavenly stems; tropical year; daily order; conservation of orbital angular momentum

大学物理

<http://dxwli.bnu.edu.cn>