

天文學與農曆

(林棟樑 物理-69)

自古以來，世界各地的人類對日月圓缺與氣候變化的關係都有濃厚的興趣。各地的曆法也陸續出籠。比如我們熟悉的農曆，Julian Calendar，猶太人的 Hebrew Calendar，Muslim 也有他們的月曆。現在全世界比較流行的 Gregorian Calendar（我們稱為陽曆），則是在 1583 年由教皇 Gregory XIII 統一頒發。

陽曆是根據地球圍繞太陽公轉軌道一圈所制定的曆法，不理會月亮運行周期。相對於陽曆，Muslim 的是陰曆，只管月亮運行周期，不理會太陽運行；Muslim 陰曆一個月為 29 天或 30 天，一年有 12 個月。相對於陽曆與陰曆，農曆則是綜合的陰陽曆(Lunisolar Calendar)，太陽及月亮運行周期統統考慮進去。

一講到太陽及月亮運行周期，就必然扯上天文學(Astronomy)。天文學涵蓋宇宙，太廣闊了，但與老百姓生活息息相關的，卻只有二個天空中最大的天體：日與月。天文學家對日月的觀測可以溯至 5-6 千年前。當時人類在地上生活，都認為地是不動的，地，想當然耳，是宇宙的中心，因為所有天體看起來都在繞地而轉。連古代聰明人 - 希臘的亞里士多德(Aristotle) 及埃及的天文學家托勒密(Claudius Ptolemy)都認為地是宇宙的中心(所謂「地心說」)，各種宗教自然而然也認

為地是宇宙的中心，殆無疑義。這種「地心說」，直到 1543 年被一位波蘭天主教徒兼天文學家，哥白尼(Copernicus)提出地繞太陽轉，太陽是宇宙的中心的「日心說」所顛覆，它震撼了 1500 年來由托勒密主導的「地心說」的宇宙觀，因此也與天主教起衝突。後來在 1609 年，德國天文學家刻卜勒(Kepler) 根據觀察歸納出有關行星繞太陽運行的定律，「日心說」的可信度愈來愈高。後來義大利的天文學家伽利略(Galileo)，在 1610 年用他自製的望遠鏡看到木星的 4 個月亮是在繞木星轉，證明不是所有天體都繞地球轉，強有力地反駁了地是宇宙中心的說法，另外他還著書發表觀測結果，支持鼓吹哥白尼的「日心說」。為此，他在 62 歲高齡還遭羅馬天主教廷審判，除了書被禁外，還被判在家拘禁到 72 歲(1642 年)過世。(註：1882 年教廷解除書禁，1992 年教廷宣稱伽利略沒有做錯任何事，還他清白)。

綜合過去的學說與觀測，英國的偉大物理學家牛頓(Newton) 在 1687 年發表他的萬有引力定律，完美地解釋了所有天體運行道理。這包含精準地預測月亮繞地球以及地球繞太陽的軌道位置以及週期。當然，前人也由觀測知道這些週期，只是現在從物理學萬有引力原理可以把這些軌道位置以及週期精準計算出來。這些數據就是制定農曆需要的數據。

制定農曆的步驟:

❖ Step 1: 月有朔望；農曆以朔(New Moon)訂為每個月的初一。從初一到下個月的初一，有時 29 天，有時 30 天。

- 朔，就是太陽-月球-地球成一直線→ New Moon (如右 圖 1 所示，晚上看不到月亮)：天文物理學能精準算出三個球體成一直線是發生在那年那月那日，幾時幾分幾秒。

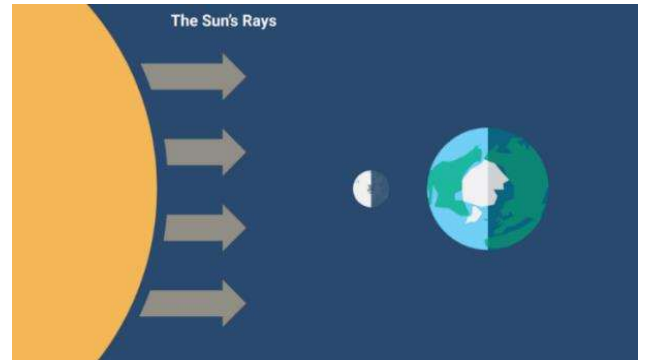


圖 1：朔就是 New Moon

❖ Step 2: 冬至一定在農曆十一月。

❖ Step 3: 黃道(Ecliptic; 如右邊圖 2 所示)

一圈 360 度, 每 15 度訂為一氣. ($360 \div 15 = 24$. 其中 12 個是「節」氣, 另 12 個是「中」氣, 合稱「節氣」, 如圖 3 所示. 註: 此處用的是「定氣法」)

- 每年的 24「節氣」：天文物理學能精準算出每一個節氣發生在那年那月那日，幾時幾分幾秒。

❖ Step 4: 置閏方法：農曆月份沒有含 1 個「中氣」者，訂為閏月；含 1 節 1 中，或 1 中者，訂為正規農曆月。

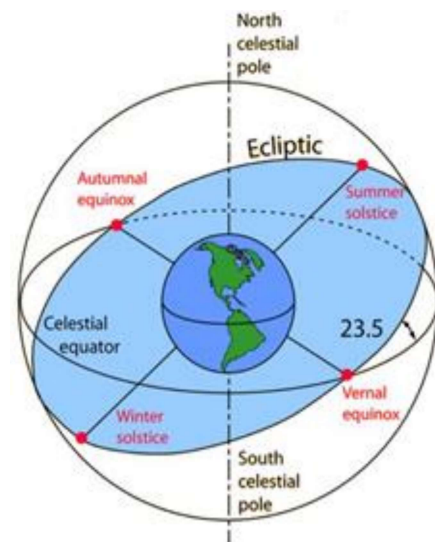


圖 2：黃道(Ecliptic)是由地球上的人看太陽運行的軌道. Ecliptic 上的 4 個位置分別為春分, 夏至, 秋分, 冬至. 黃道與赤道面交叉 23.5 度。

春分*	0	夏至*	90	秋分*	180	冬至*	270
清明	15	小暑	105	寒露	195	小寒	285
穀雨*	30	大暑*	120	霜降*	210	大寒*	300
立夏	45	立秋	135	立冬	225	立春	315
小滿*	60	處暑*	150	小雪*	240	雨水*	330
芒種	75	白露	165	大雪	255	驚蟄	345

圖3: 黃道有360度, 每15度為一個節氣 有*為中氣

Example: 制定2023年的農曆 (限於篇幅, 只illustrate一月到四月)

首先，我們需要新月 (new moon) 的時間 (圖 4) 以及 24 節氣的時間 (圖 5) (用的都是台灣時間)。這些是天文物理可以精準計算出來的。有興趣者，可參閱”Astronomical Algorithms”，2nd Ed., by J. Meeus，或是 NASA 的 Horizons website: [Horizons System \(nasa.gov\)](https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/) <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/>。資料非常豐富。

Lunation*	陽曆年 月 日	時 分	秒
1237	12/23/2022	18:18	00.3
1238	1/22/2023	4:54	23.1
1239	2/20/2023	15:06	56.9
1240	3/22/2023	1:24	15.8
1241	4/20/2023	12:13	39.2
1242	5/19/2023	23:54	22.3
1243	6/18/2023	12:38	15.3
1244	7/18/2023	2:32	55.3
1245	8/16/2023	17:39	16.6
1246	9/15/2023	9:40	59.8
1247	10/15/2023	1:56	21.8
1248	11/13/2023	17:28	32.2
1249	12/13/2023	7:33	9.4
*Brown Lunation Number; Ernest W Brown Lunar Theory 1923			

圖 4：2023 年新月 (New Moon) 的時間 (太陽，月亮，地球連成一線)

		年 月 日	時 分	黃道			年 月 日	時 分	黃道
1	小寒	2023-01-05	22:59	285°	13	小暑	2023-07-07	16:22	105°
2	大寒	2023-01-20	16:18	300°	14	大暑	2023-07-23	09:57	120°
3	立春	2023-02-04	10:41	315°	15	立秋	2023-08-08	02:29	135°
4	雨水	2023-02-19	06:28	330°	16	處暑	2023-08-23	17:14	150°
5	驚蟄	2023-03-06	04:21	345°	17	白露	2023-09-08	05:33	165°
6	春分	2023-03-21	05:24	0°	18	秋分	2023-09-23	14:41	180°
7	清明	2023-04-05	09:16	15°	19	寒露	2023-10-08	21:01	195°
8	穀雨	2023-04-20	16:18	30°	20	霜降	2023-10-24	00:11	210°
9	立夏	2023-05-06	02:09	45°	21	立冬	2023-11-08	00:32	225°
10	小滿	2023-05-21	15:09	60°	22	小雪	2023-11-22	22:04	240°
11	芒種	2023-06-06	06:16	75°	23	大雪	2023-12-07	17:30	255°
12	夏至	2023-06-21	23:09	90°	24	冬至	2023-12-22	11:31	270°

圖 5：2023 年 24 節氣發生的時間。(Note -- 2022 冬至：2022-12-22 5:48am)

再來就是用如下 2023 年一月到四月的陽曆表，按 4 個步驟進行制曆（圖 6）：

- 1) 用圖 4 的數據，在圖 6 加入朔月”初一”，(顏色為藍色)。
- 2) 用圖 5 的數據，在圖 6 加入節氣(顏色為紅色)。

再來就是要 填上月份(綠色)。這個比較複雜，解說如下：

- 3) Examine 兩個初一之間的紅框框，是否含 1 節 1 中，或 1 中的月份。是的話，為正規農曆月，否則這個月就是閏月。
- 4) 找出「冬至」紅框框的日子。冬至一定在農曆 11 月。下一個初一，就是農曆 12 月。如果這個月有 29 天，就是 12 月小，如果有 30 天，就是 12 月大。現在，這個月有 1 節 1 中，所以不是閏月。再下來的是正月小，因為它有 29 天，也有 1 節 1 中。再下來的是二月大，因為它有 30 天，也有 1 節 1 中。再下來的是閏二月小，因為它有 29 天，但只有 1 節(清明)，沒有「中氣」，所以為閏月。因為它的前一個農曆月為二月，所以這個閏月稱為「閏二月」。

加入朔月
陽曆
加入節氣
填上月份

禮拜日	禮拜一	禮拜二	禮拜三	禮拜四	禮拜五	禮拜六
2022 12月18日	19	20	21	冬至 22	十二月大 初一 23	24
25	26	27	28	29	30	31
2023 1月1日	2	3	4	小寒 5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	大寒 20	21
正月小 初一 22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	2月1日	2	3	立春 4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
雨水 19	二月大 初一 20	21	22	23	24	25
26	27	28	3月1日	2	3	4
5	驚蟄 6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	春分 21	閏二月小 初一 22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	4月1日
2	3	4	中氣 清明 5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	三月 初一 穀雨 20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

圖6:

2023年一月到四月的mini萬年曆: 陽曆及農曆.

十九年七閏:

早在春秋戰國時代，中國曆法便採用十九年七個閏月的安排；古希臘雅典的天文學家也觀察到 19 個回歸年的週期幾乎剛好等於 235 個朔望月。原因就在於一年大約為 $T_1=365.24218$ 日，而一個農曆月平均大約為 $T_2=29.53059$ 日。一年內有幾個農曆月？答案是： $T_1/T_2=12.36827$ 個月，12.36827 不是一個整數。二年內有 24.73653 個農曆月，也不是整數。如此類推，到 19 年時，就有 234.99713 個農曆月，雖然還不是一個整數，但幾幾乎是 235 個農曆月。如果每年規定要有 12 個農曆月，19 年就只有 228 個農曆月，沒達到 235 個農曆月，這不足的 7 個農曆月就要用 7 個閏月補上去。所以為甚麼 19 年要加入 7 個閏月，讓農曆不會跟太陽的週期脫節，保證冬至與春節都會落在寒冷的冬天。至於如何補法（置閏法），古代的曆書，看朝代，有不同的方法。本文上面所描述的定氣置閏法是現代採用的方法。

生肖:

古代就開始用天干地支來記載年(e. g.,「辛亥」革命發生在辛亥年,「庚子」賠款發生在庚子年)。天干有 10 個(甲乙丙丁等等),地支有 12 個(子丑寅卯等等)。10 與 12 的最小公倍數是 60。所以天干地支 60 一甲子循環。12 地支對應動物代表是 12 生肖。所以子丑寅卯各別是鼠牛虎兔 etc. 比如,丁亥年出生的,其地支是「亥」,生肖為「豬」。但是天干地支年不是以農曆大年初一做為歲首,而且以「立春」(大約在陽曆 2 月 4 日左右)做為歲首。For example, 2023 年的 1 月 30 日,我們翻一翻萬年曆,就可以查到這一天還是在「壬寅年」:地支的寅=虎。過幾天,2023 年的 2 月 4 日是「立春」,天干地支年才變成「癸卯年」;地支的卯=兔。歷史的演變雖然這樣,近代人已經習慣用陽曆,農曆幾乎成為一種「考古學」,一般人就只記得農曆過年而已,生肖也因此馬馬虎虎用農曆大年初一的「春節」為準,而不是以天干地支年的「立春」為準。

(2023-02 於 New Jersey)

