

56式月地运行仪

說明書



国营南京科学仪器厂

序

这本說明書中：“發展过程”一節，是在我們紫金山天文台行政秘書刘思祥同志等的协助与指導下整理出來的，深为感激。二、三、四三節，是在我們紫金山天文台鄒儀新先生和李華、賀天健、刘宝琳等許多同志的帮助和指導下寫出來的，甚为感謝。但是由於我自己知道的太少，当然錯誤还是少不了的，所以希望大家在使用的時候，發現毛病請及時指出，幫助我把它改進得比較好些。

張俊德 於南京紫金山天文台

一九五四年十月

五六式月地运行儀說明書

目 錄

一、發展过程·····	(1)
二、構造介紹和使用須知·····	(6)
三、月地运行的鳥瞰·····	(9)
1. 地球的公轉·····	(10)
2. 地球的自轉·····	(10)
3. 月亮对地球的公轉·····	(10)
4. 月亮的自轉·····	(10)
5. 黃白道交點的移動·····	(10)
6. 太陽的自轉·····	(10)
四、普通天象的具体說明·····	(10)
1. 同一地方的晝夜晨昏——我們的一天·····	(10)
2. 同一時刻的晝夜晨昏·····	(12)
3. 黃道——太陽的視軌道·····	(12)
4. 我們的一年——回歸年·····	(13)
5. 月亮的圓缺变化——月相·····	(13)
6. 月亮出沒時刻及方向的变化·····	(15)
7. 日食和月食·····	(17)
8. 黃白道交角·····	(19)
9. 黃白道交點移動的周期及方向·····	(19)
10. 朔望月与恆星月的區別·····	(21)
11. 朔望月与交點月的區別·····	(23)
12. 回歸年与交點年的區別·····	(24)

13. 月亮的緯天平動.....	(25)
14. 月亮的軌道不是圓的.....	(25)
15. 月亮的自轉.....	(25)
16. 地球是斜着身兒公轉的——黃赤交角.....	(25)
17. 四季是怎样划分的.....	(25)
18. 為什麼冬季日短夜長，夏季日長夜短，南半球又相反.....	(26)
19. 為什麼會有四季寒暑变化.....	(26)
20. 我國的二十四節气.....	(28)
21. 地球的軌道不是圓的.....	(28)
22. 夏曆為什麼三年閏一月，五年閏兩月.....	(32)
五、關於輪子構造的介紹.....	(33)
六、存在的缺點.....	(36)
七、附註.....	(36)

(一) 發展过程

这个小小的教学模型，从萌芽到现在已经十二年了。这十二年的发展过程，对我国宪法九十五条：“中华人民共和国保障公民进行科学研究、文学艺术创作和其他文化活动的自由。国家对于从事科学、教育、文学、艺术和其他文化事业的公民的创造性的工作，给以鼓励和帮助”是一个有力的见证。它生动地说明了：我们的国家是怎样的重视科学，重视教育，重视每一个公民的劳动果实。同时这个模型在新旧社会的不同的遭遇，也生动地说明了小学教师在新社会里，政治地位已得到空前的提高，受到国家和人民的无比关怀与爱护。轻视小学教师的旧社会已经永远一去不复返了。

1944年夏天，我自初中毕业，因为家贫无法升学，就在家鄉陝西郿縣一个農村小学里当教师。当我给学生讲到晝夜、四季、日月食的成因时，因为没实验模型，费了很大的力气，学生也弄不明白，简直难住了我。我想当教师的责任就是教好学生，现在教学上既然存在着这么一个困难，就一定要克服它。后来由于一本参考书中两个圖画的启示（一个是以蠟燭代替太陽，以蘋果代替地球，当地球斜着身兒繞着太陽旋轉了一週后，就清楚地說明了四季变化；另一个是蘋果旁边加了一个小枇杷，用它代替月亮，当它繞着地球旋轉時，就可以清楚的表明月光圓缺及日月食的生成原因），我就下定決心，一定要把圖画变成教学模型。

1945年春，我在郿縣終南小学当教师时，就照着那兩幅圖画，作了一个地球运行儀和一个月球运行儀。第一次作的很簡單，月球和地球都是用泥作的，太陽是用庙里敬神的油灯代替的（因为学校是在一个庙里），但是它却大大地帮助了我的教学工作。在第一次試作中，学生对我的启示也起了很大的作用：如地球运行儀上的橫臂由十字架

变为一个可以旋轉的直桿，就是受了学生王秉联的啓示而改進的。

1947年元月，我當時工作的学校——鄆縣辛鑿小学開了一个成績展覽會，在这个会上，第三次改進后的地球运行儀和月球运行儀大大受到当地羣众的欢迎，就是晚上也有人去学校看日月食的生成原因。因之當時就有人建議把它推廣，使得大家都可以用。我覺得这个意見很好（当然还有个人目的在內），就寫信給伪鄆縣政府要求幫助推廣。直到这年秋天，还是由於我一个老師曹文卿先生的講情，伪政府才勉强的答应在一个校長联席會議上討論一下。開会那天我抱著很大的熱情，一早就去縣上参加这个会，但是直到天快黑，会快結束時才叫我進了會場。初到会場，我还抱著極大的希望，当我說到是为了教好学生而作这个模型的動机時，就有一个名叫閻光成的校長站了起來，用着十分惡劣的态度問道：‘張先生，我看你好像对天文很有研究的样子，那麼請你解答一个問題吧：’“月球在冬天和夏天出沒的方向為什麼不一样呢？”“我只有初中畢業的文化水平，當時的科学知識确实不可能一時回答出來，所以只好摸頭考慮。他們見我没有答出來，便乘机諷刺起來。有的說初中畢業知道什麼！有的說小学教師还想怎麼樣！什麼也沒有討論，会就散了。这个事实有力地說明了舊社会是怎麼样的对待科学教育事業；怎麼样的摧殘青年；怎麼样的輕視献身於教育事業的小学教師。這時我并没有倒下去，向困难低头，向环境屈服，相反的教訓了我，使我提高了对舊社会的認識，并給我以向舊社会反抗和斗争的力量。回家不到两个月工夫，我在地球运行儀上增加了月球，变成了現在月地运行儀的雛型。經過这次改進已能說明閻光成所提出的問題，但是直到解放前夕，这个模型还只有一架在我家里放着。1949年春，解放战争的形势已十分明顯，国民党反動統治搖搖欲墜。我知道共產党不久就会到我的家鄉，我相信共產党会給我的模型帶來光明，所以一直不放鬆对它的改進。

难忘的1949年5月，共產党果然到了我家鄉，我和这个模型都被解放了。解放后短短的兩三个月內，鉄的事实教育了我，共產党是代表着全国人民利益的党，它的每一措施都是为了劳动人民的幸福生

話，我知道國民黨所有的宣傳都是假的。1949年7月底，我參加了中共鄧縣縣委宣傳部所舉辦的小學教師暑期座談會，學習了社會發展史，目前形勢和我們的任務，中國革命與中國共產黨等文件。雖然我只是初步的了解了革命理論和黨的政策，但是在我的思想上却起了很大的變化，真有說不出的高興和愉快。座談會中，我光榮的參加了中國新民主主義青年團。以後在黨團的教導下，為人民服務的觀點一天天的明確起來，知道作為一個青年團員，在祖國的建設事業中，應該貢獻出自己的一切。因此1950年6月寫信給西北羣眾日報，說我有兩個模型可以幫助教學，現在願意把它獻給人民的教育事業。我當時還有些個人名利打算，但是在黨和政府的教育下，很快的就得到了扭轉。那封信發出後不到一月，就收到了陝西省人民政府文教廳叫我去西安的信。到西安市以後，文教廳一方面叫我在西安師範附屬小學工作，一方面請西北大學張中會教授協助我改進模型；同時又把這件事情報告給西北軍政委員會文化廳。當我到部裏去了後，成柏仁部長對我說：“現在你大膽的作吧！花錢多少都由部裏支出。”

由於各方面的鼓舞和幫助，1950年下半年，我挤出時間，學了些有關的天文常識。1950年寒假，我知道完成任務的時間到了，沒有回家，一個人關在房子不分黑明的繪圖設計，不到一個星期，初步的圖樣設計出來了。在設計中，由於張中會教授的幫助，使得模型可以表示地球的遠日點與近日點。這年春節之前，當我把圖樣及原始樣品拿到西北文化廳後，科學普及處王永焱處長，對我作了很大鼓舞與支持。他說：“這個模型，除了可以幫助教學外，還可以向一般人破除迷信。如果作出來，對人民是有一定貢獻的。但是我們應該認識到，作為一個青年團員來說，在祖國的建設事業中，這只是一個開始。現在你直接向工廠接頭，誰家能作就叫誰家作，至於用錢多少，你不必操心。”1951年2月12日，決定這個模型由西安一鳴鐵工廠試造。試造當中，由於工廠的設備和技術都很差（車床是用人力搖動的，只粗略的知道周三徑一計算圓周的方法），為了勝利的完成任務，我一方面多次給工人同志說明這個工作的價值與意義，一方面經常去廠裏幫助

工作。在試造中間，張中會教授還親自到廠里去了一次，並建議我增加了黃道圈。正由於西北文化部的大力支持，張中會教授的熱心指導，工人同志的熱情工作，和黨團組織對我的不斷教導，1951年“五一”節前夕，第一架月地運行儀，就在人民的新中國出現了。它可以表示地球的公轉與自轉、月球的公轉與自轉、黃赤交角、黃白交角等有關月球地球繞日運行的現象。

1951年6月1日，西北文化部為此特在羣眾日報上發了一個新聞。接着許多學校的學生先後去西安師範附屬小學看這個模型，大家都認為不錯，如西安師範五一級同學說：“學了半年的自然地理，還不大明白，看了這個模型，一個鐘點，清楚了許多。”同年8月，在北京召開的初等教育和師範教育會議期間，中央人民政府教育部，舉办的教具展覽會上，這個模型受到許多人的讚揚。因之教育工會全國委員會，派葉維民部長，去西安市特作了一次調查。10月間，我光榮的列席了中國人民政治協商會一屆三次會議，會上，我和我們偉大的領袖毛主席親切地握了手。當時心一直在跳，我想：要不是毛主席和中國共產黨領導中國人民推翻了反動統治，建立了人民的新中國，我所設計的簡單模型，那里會得到大家的幫助和支持而獲得成功呢？初中畢業的小學教師，那里會來北京和人民的領袖握手呢？我一度產生的居功思想這時開始得到了批判。緊接着，月地運行儀就向前邁了一步：第一，太陽可以自轉了；第二，在地球上增加了光標，說明太陽光的直射與斜射也不困難了；同時，可以說明風的生成與水的變化等問題的風雨實驗器在年底又作了出來。

1952年夏天，中央人民政府教育部為了使我能更好的工作，就調我到中國科學院紫金山天文台來。到南京後，黨給我很好的學習條件，使我有機會提高自己的文化水平。同時，在各方面的幫助下，我把這個模型又作了一些改進。到1955年止這個模型已由南京科學儀器廠生產了五千多架，先後售給全國各地的學校及文化館使用。

1953年8月，由於中國教育工會全國委員會的邀請，我同中國教師代表團出席了維也納世界教師代表大會。會後又在莫斯科停留了凡

天。这次出國，時間虽短，但是对我的教育却是很大的：提高了認識又擴大的眼界。回國后，集中了各地20多人的意見（1952—1953年，收到20多人關於改進模型的意見），把这个模型作了一次大的改進。由於党的不断教育：工作中，我返復多次的征求了各方面的意見；主動的爭取了天文台、科学儀器厂及工業局各方面專家的直接指導。所以通过这次改進，已能說明此類模型所應說明的現象。因為是1954年試造出來的，所以當時曾經把它叫作“五四式月地运行儀”。今年，科学儀器厂為了滿足各地的需要，決定把它生產一批。生產過程中。由於工人同志的努力，在結構方面又作了很多的改進。因為是今年生產的，所以我們把它命名為“56式月地运行儀”。这个56式月地运行儀，从萌芽到現在，已十二年了，中間經過的改進当然不至十二次。虽然如此，这个模型還存在着不少的缺點，首先控制黃白道交點移動的橡皮帶子和輪，还不能令人十分滿意，由於設計人的水平有限，又考慮到成本不能太高，所以这样的缺點还待大家幫助克服。

月地运行儀的發展過程給我很多的教育，首先我認識到：党对我的不断關懷与教養，是我作好这一工作的主要關鍵。我所以能作出這一點工作，應該歸功於党，歸功於毛主席，歸功於人民政府。

第二：我深深地認識到：羣眾的智慧是偉大無比的，任何人只要能虛心的听取羣眾意見集中羣眾智慧，他的工作就能順利前進。否則，稍許迷信個人，那麼他馬上就會遇到困難甚至失敗。月地运行儀的每一改進，都是依靠了羣眾的智慧。例如，“黃白道交點可於18.6年的時間中依順時針方向移動一週”就是由於受了河南洛陽林業學校教師陳北海同志的啓示才設計出來的；“月相盤”就是由於看了華南師範黃家元同志的圖樣才增加上去的；“月亮的軌道”是吸取了中央電影局科学教育制片厂徐幸之同志的意見而增加的；黃道、赤道、白道的顏色，是照着南京大學數天系同志們的意見而改進的；機械部分多半是科学儀器厂許多同志寶貴的意見結晶……。

第三，我深刻的認識到：在我們的國家里，只要自己的工作方向是正確的，不管多麼小的一點成績，都會得到党和國家應有的重視。

第四，我还認識到：“坚强的毅力”是作好一件工作的重要因素。这个月地运行儀，就是由於十二年來不断改進才作起來的，並非憑的什麼“聰明才智”。

第五，我还認識到：“只有虛心的學習才能很好的工作”，光憑熱情还是不行的。在這一工作中，我就飽嘗了知識缺乏的苦頭。

最后，我認識到：不論怎样平凡的工作中，只要对自己的工作熱情認真，在党的領導下努力鑽研，虛心學習，不怕困难，就会在祖國社会主义建設中，發一份光，放一份熱。

1956年春重寫

(二) 構造介紹和使用須知

構造介紹：

(1) 太陽：它的中心与地球中心等高，約25天自轉一週。

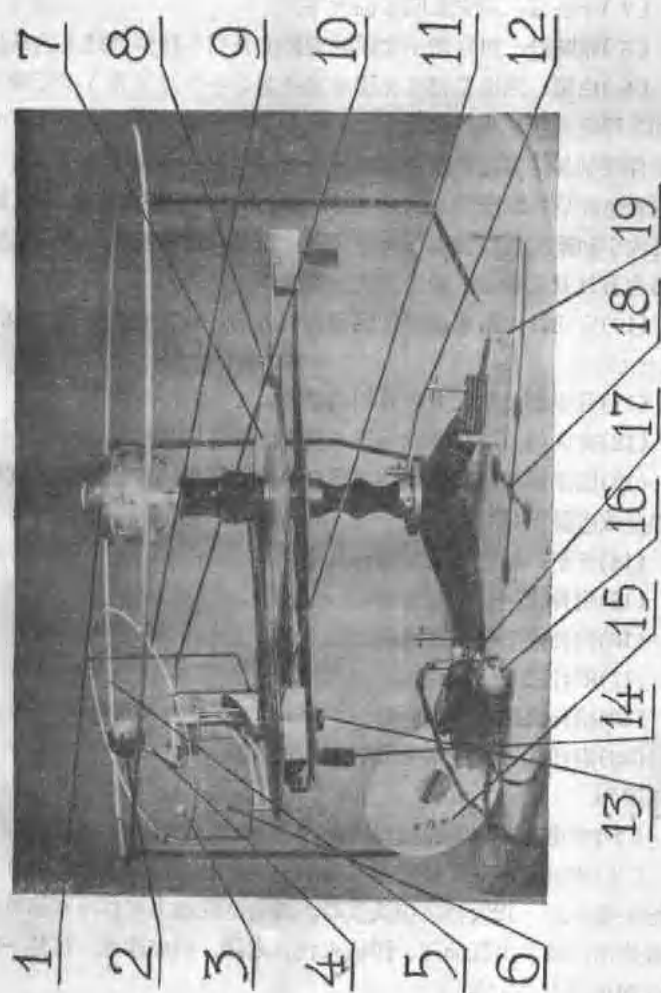
(2) 地球：它的上边是北下边是南，中間的紅線是赤道，赤道兩边線是南北回歸線，三个小白樁叫做“光標”，是为了容易解釋太陽光的直射与斜射和表示某一观测地而裝置的，所以都垂直於地面，在一回歸年內地球可以自轉365.42次(以平太陽日計)，比实际約多四小時。

(3) 月亮：它的中心平均高度与地球中心等高，以朔望月計，一年可繞地12.36次，較实际約差0.01次。

(4) 地軸：它与黃道面約成 $96^{\circ}38'$ 的交角。且永远朝着一定的方向傾斜。

(6) 月軸：它与黃道面近於垂直(实际为 $88^{\circ}28'$)。

(5) 黃道：黃道是太陽的視軌道。事实上地球是繞太陽旋轉的，但是我們住在地球上的人看起來好像是太陽在繞着地球旋轉。把太陽一年在天球上所經過的地方連接起來便成为一个大圓，定名为“黃道”。因为地球公轉的軌道就在黃道面上，所以还有人以为黃道就是地球公轉的軌道，这是錯誤的，按此，地球应在黃道的中心，此儀因条件限制無法表達实情就以太陽为中心的圓圈代替黃道，在儀器上它与



陽、地球的中心等高。

(7) 季節盤：用它表明季節次序。

(8) 指時針：用它指示太陽的黃經度及同一時刻地球上的季節。

(9) 白道：白道是把月亮繞地球一週（一個恆星月）在天球上經過的途徑所連接起來的大圓（此大圓與月亮公轉軌道面相合）。此儀因條件限制無法表達實情就以同月亮軌道平行的圓圈作為“白道”，它與黃道面成約22度的交角（實際本是5.09度，此儀由於日、月、地三者之大小和距離無法按實際比例來做，如果只這點按比例做，那麼每月都會有日月食發生，所以誇大為22度）。

(10) 定向針：用它調整地軸傾斜的方向，或代表某一恆星的方向。

(11) 月相盤：用它表明月相的位置。

(12) 變向柄：用它調動儀器與觀察者的方向。

(13) 固定螺絲：用它控制定向針，使其經常與季節盤上冬至夏至兩點所成直線保持平行。

(14) 手柄：用它推動地球和月亮。

(15) 附件之一——變壓器。

(16) 附件之二——赤道面。

(17) 附件之三——地球。

(18) 附件之四——方向架。

(19) 附件之五——陽光直射斜射比較器。

使用須知：

(1) 使用時一定要在暗室或夜間。

(2) 使用時，先要接好變壓器（是指有電的地方），以220伏特的接頭接電源，12伏特之接頭儀器。沒有電的地方可以用八節乾電池串聯使用，或者用煤油燈、洋蠟來代替太陽，但應注意：火焰一定得經常和地球中心等高。

(3) 推動手柄時，請永遠順着“反時針”方向，否則會使儀器上的天體產生與實際相反的运动，而引起不必要的誤會。

(4)要看地球所在某位置的季節，切勿看地球底座之所在，請看對面的指時針。

(5)使用時，先要給磨擦人的部分（如月亮的斜形軌道等）加些油（最好用機油）。

(8)使用時，先要檢查一下定向針與季節盤上冬至夏至之連線是否平行。否則請鬆開固定螺絲校正一下。但應特別注意，固定螺絲切勿輕意扭動，否則滑絲後儀器就要受損失。

(7)月、地、日三者之空間之大小與距離相差很大（如太陽直徑為地球直徑之109倍，地日平均距離為月地平均距離之400倍）儀器模型不便按其**實際比例製造**。但對於它們的運轉方向和周期，我們則尽可能的造得接近實際（如地球自轉在一年中和實際只多約4小時），至於太陽的分層自轉則不便按其**實情表示**，只表示太陽有自轉就是了。因此借著這個儀器僅能具體的說明某些天象的概念，並非表達一切空間實情。在普通天象的具體說明中，3、10、11、12、13等問題不宜於對文化程度在初中以下的觀眾講解，希望講解者能靈活掌握。至於次序排列，大部分是按觀眾的接受難易而定，並非按天文學上的系統而排的。

(8)普通天象的具體說明中的插圖，有許多是為了節省篇幅而用一個圖同時表現幾種現象，但這並不等於所表現幾種現象就互有密切關係，如圖1、3、4、8、9、18等就是這樣，請千萬莫要誤會。

(9)為了降低成本，控制黃白道交角之機構採用帶輪，由於帶輪在轉動過快之時容易滑動，所以當說明黃白道交點移動的周期及方向時請以極慢的速度推動手柄。為了保持帶子彈性少變起見，使用後，最好把它鬆下來。

(10)為了減少誤會起見，附件三——活動的地球，除了說明19節時裝上去外，平常最好另放。

(三)月地運行的鳥瞰

請講解者推動手柄，叫觀眾依次注意下列六種運動同時在儀器上

進行着：

(1) 地球帶着月亮依反時針方向繞着太陽轉動，這便是“地球的公轉”。地心的軌道，是在一個平面上，這個平面叫做“黃道平面”，在儀器上即黃道圈上邊所組成的平面。

(2) 地球還繞着自己的軸迅速的旋轉着，方向也是反時針的，這便是“地球的自轉”。自轉的赤道平面，和上述的黃道平面是不一致的（後邊還要詳細說明）。

(3) 月亮繞着地球轉動，也是反時針方向，名為“月亮對地球的公轉”。月心所走的軌道平面即白道平面，與赤道、黃道平面都不平行。

(4) “月亮慢慢的自轉”，也是反時針方向（後邊還要詳細說明）。

(5) 黃道面和白道面的交點也慢慢的移動着，它的方向是順時針的（後邊也要詳說）。

(6) “太陽也在自轉”它的方向是反時針的。

這種不在同一平面，却一致順着反時針方向（只黃白道交點移動例外）不斷的公轉而又自轉着的有趣地運動，除了大小和實際不同，就很像月地運行的概況了。由這些運動產生了很多和我們有密切關係的天象，以下便是其中可由這個儀器給觀眾說明的一部分。

(四) 普通天象的具體說明

(1) 同一地方的晝夜晨昏——我們的一天——開始時請觀眾注視地球，便會看到它背着太陽的半面是黑暗的。如圖1所示，當任一光標剛從黑暗轉向光明時，就是該地的“早晨”開始了。如圖3所示，請解者用手以反時針方向轉動地球下邊的大齒輪，地球就會慢慢的自轉，如圖2當光標正對太陽便是該地的“正午”。如圖3當光標將要離開太陽光轉入黑暗時，就是該地的“傍晚”。其中所走的時間便是“白天”。當它再依反時針方向轉至圖1的位置以前時，光標所在的地

方沒入黑暗，就是該地的“黑夜”。“我們的一天”就是地球這樣繞着太陽依反時針方向（就是从西向东）自轉一週的時間。

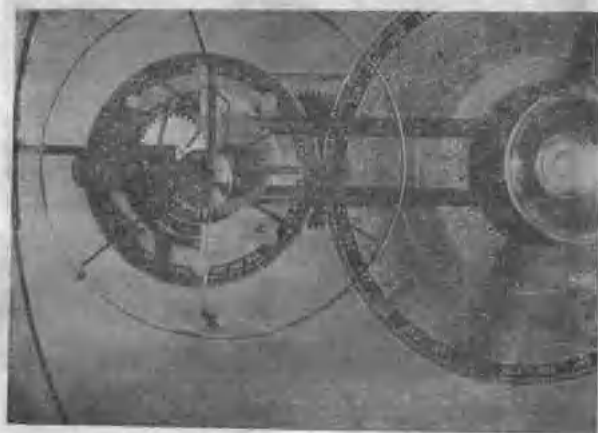


圖1. ①光標所在地區是早晨

②下弦月早晨中天

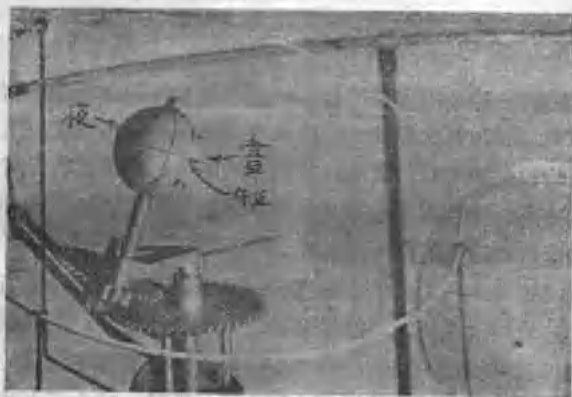


圖2. 光標所在地區是正午



圖3. ①光标所在地區是傍晚。

②上弦月傍晚中天。

③使地球慢慢自轉的方法。

(2) 同一時刻的晝夜晨昏——当地球不停的自轉時，請觀眾注視着地球明暗面和其交界處；同時注視南北極的明暗情況。便會發現不論什麼時候：總有對着太陽过着白天的地方；同時也有背着太陽过着黑夜的處所；並且有些地方是黃昏或早晨；而南北極除春分秋分前后外，却度着長時間的白天或黑夜。

(3) 黃道——太陽的視軌道——請觀眾从地球后边去看太陽如圖13、18，看到太陽的中心好像在儀器上黃色的圈上，然后請講解者一面斷續推動手柄，一面斷續以“變向柄”調動儀器使太陽、地球、觀眾三者常保持開始時的情況（即太陽、地球、觀眾三者成一直線或近似直線）当地球公轉了一週時，觀眾會看到太陽的中心，好像在黃

色的圈上慢慢地移動了一週，這就是太陽的“視軌道”，我們把它叫“黃道”。

(4) 我們的一年——回歸年——平常我們所說的一年，就是從地球上向太陽看去，太陽從黃道上的春分點（儀器上節氣盤與黃道相對的地方，春分點也相對應）出發又回到春分點（即指針從春分回到春分）所經歷的時間—— 365.2422 天（即約 $365 \frac{1}{4}$ 天）。

(5) 月亮的圓缺變化——月相——表演這個現象時：首先必須要使觀眾的眼睛經過地球旁邊看月亮，否則就等於我們站在地球以外看月亮，那就看不到圓缺變化了（如果人在太陽那里看月亮，月亮經常都是圓的）。所以在表演中間應經常利用變向柄轉動儀器的方向；第二應很好的利用月相盤幫助你辨別月相（如那個方向是朔，上弦等）；第三還必須選擇太陽離開黃白道交點較遠的情況下（如圖4）進行表演，否則在望的時候會有月食發生，你就不能順利表演。



圖4. 太陽不在交點上而在白道面以北

2. 朔

初開始請講解者推動手柄使月亮走在地球和太陽的中間（如圖4即月亮在朔的方向），月亮既不能自己發光，只能把太陽的光反射過