

地球仪使用法

馬 巨 賢



科学普及出版社

地球仪使用法

馬 巨 賢

科学普及出版社

1957年·北京

目 次

前言.....	1
第一节 地球仪的种类和一般规格.....	2
第二节 怎样利用地球仪说明地球的形狀.....	5
第三节 怎样利用地球仪量算距离和面积.....	7
第四节 怎样利用地球仪测定經緯度.....	11
第五节 怎样利用地球仪测定方位.....	13
第六节 怎样利用地球仪测定太陽的赤緯度数.....	15
第七节 怎样利用地球仪証明地球的自轉.....	17
第八节 怎样利用地球仪演示四季的形成.....	18
第九节 怎样利用地球仪测定晝夜長短和日出日沒時刻.....	21
第十节 怎样利用地球仪测定極晝、極夜的日数 和起迄日期.....	23
第十一节 怎样利用地球仪测定白夜的日数和起迄日期.....	24
第十二节 怎样利用地球仪测定二十四节气的日期.....	27
第十三节 怎样利用地球仪测定地方时和标准时.....	28

前 言

地球仪是地理科学研究者常用的仪器，是地理教师常用的教具，也是一般群众用来解决一些有关地理学问题的工具。它有以下几种作用：（一）正确地表示地球上各个大陆、海洋、岛屿和国家的位置、方向和面积；（二）明确地球的形体以及地轴、两极、极圈、回归线、赤道、经度和纬度的概念；（三）说明地球的公转和自转，昼夜和四季，地方时和标准时的形成原因；（四）计算地球仪上已注明的任何地点的地理坐标，一定地区的面积，或任何两地之间的距离；（五）测定位于一定纬度的任何一个地方的昼夜时数以及日出和日落的时刻；（六）计算位于两极圈内任何一个纬度地方的极昼和极夜的日数以及起迄日期；（七）计算温带高纬地区任何一个地方的发生白夜的日数和起迄日期；（八）测定二十四节气的日期；（九）计算位于各个经度的地方的地方时和标准时，说明国际换日线形成的原因；（十）测定全年中任何一个日期的太阳赤纬度的近似值；（十一）作其他的地理数学上的演示。

当然地球仪也有一些缺点，如：（一）比例尺过小，不能将地球表面上的事物作较详细的记载；（二）对高程和倾斜度不能作较详细的表示；（三）有一定的体积，旅行携带不便。但是毫无疑问地，它具有大比例尺平面图、小比例尺地图和地理模型所没有的特点。

要使这一种有用的工具能够为广大的群众所利用，就有详细介绍它的用法的必要，这本小册子就是为了这个目的而编写的。为使读者能够很便利地利用它来解决问题，明了它的用法

的所以然，本書除了敘述具體的操作過程以外，還適當地將一些有關數理地理學上的基本概念加以說明。讀者只要按照本書所介紹的內容來實習，就會很快地掌握這種有用的工具。

第一節 地球儀的種類和一般規格

地球儀的種類很多，大小和式樣都不完全一致，這是隨着使用的目的來決定的。

地球儀的大小不一，但一般都不很大，因為地球儀的製造成本比較高，過大了不容易移動，用起來也不方便，所以地球儀的直徑普通是從 15 到 75 厘米，這中間以直徑 15、20、25 和 30 厘米的四種，在我國使用最廣；直徑 15 厘米的一種，很適合家庭用。

球面表示的內容也有不同。有的用五彩印刷表示行政區，顯著地標出交通綫和都市，這一種地球儀很適合學校、家庭和一般機關採用。有的用分層設色法表示地形的高低，着重地標出山脈、河湖、冰川和平原等等的自然形態，這一種地球儀適合地理科學研究者當作研究的儀器來用。

地球儀的構造的形式，有這樣九種：全經標尺式、半經標尺式、簡式、搖籃示極式、簡型示極式、鑲架活動式、鑲架懸掛式、簡式懸掛式和架立式（圖 1）。搖籃示極式和簡型示極式因為沒有軸柱，可以自由轉動，也可以捧在手里來觀察；全經標尺式、半經標尺式、鑲架活動式、架立式和鑲架懸掛式都有軸柱和標尺，可以用來進行一些和緯度有關的測算（如測定任何一地的緯度、任何一日的太陽赤緯度數、日出和日沒時刻、白夜、極晝和極夜日數等等）；簡式有架座和軸柱，沒有標尺，可以用來演示四季的形成等現象；鑲架懸掛式和簡式懸掛式沒有架座，在室外沒有桌子的情況下，可以提在手中或是



全經标尺式



半經标尺式



筒式



箱籃示露式



筒型示極式



鏡架活动式



鏡架悬挂式



筒式悬挂式



架立式

圖 1

挂在树上来观察，适合在室外使用。

在地球仪上，一般是每隔經度 10 度或是 15 度引一条經綫，每隔緯度 10 度引一条緯綫。經度是标志在赤道上的，通常每隔 1 度用記号表示，每隔 5 度或是 10 度用阿拉伯字表示；緯度是标志在本初子午綫（通过格林尼治的經綫）和 180 度的經綫上的，每隔 1 度用記号表示，每隔 10 度用阿拉伯字表示。一般地球仪的軸柱是做成傾斜的，一律采用 66 度 30 分（精确的應該是 66 度 33 分）作为地軸的傾斜角度，地軸的兩端安置在金屬制成的全經标尺或半經标尺（簡式的安置在和架座相联的一段金屬弧上）的中間，标尺的兩側，在地軸兩端安置点之間，各划分为 180 度的刻度：正对地球仪上赤道的地方为 0 度，正对地球仪上的兩極点的地方（地球仪軸柱安置点）都是 90 度。标尺安置在架座上面。另外，在地球仪上的南北緯 23 度 30 分（精确的應該是 23 度 27 分）的地方划着南北回归綫，南北緯 66 度 30 分的地方划着南北極圈。和赤道圈成 23 度 30 分的交角的是黃道圈，在黃道圈的一側，注明日期，一般是每隔一月用文字标志，每隔 10 日或是 5 日用阿拉伯字表示，每一日用小格表示；另外的一側注明度数（黃經），一般是每隔 10 度或是 5 度用阿拉伯字表示，每 1 度用小格表示。在地球仪的北極附近，还裝有測定时刻用的圓形小金屬片，一半漆成黑色，一半保持原色，上面各刻着十二个小时的字样，可以繞着地軸轉动。

第二节 怎样利用地球仪 说明地球的形狀

我們居住和生活着的大地不是平的，而是一个球形體，這可以用下面兩個事實來證明。

第一，如果大地是平的，那麼在空曠的地方我們就應該看得很遠，用望遠鏡看，就應該看到好幾百公里以外的東西。但是，事實並不是這樣的，我們站在空曠的大平原上，從自己的周圍往外看，不管是向哪一方看，只能看到4公里以內的東西。為什麼看不到更遠的東西呢？因為球面把它們都遮住了。我們想看得遠些，只要登上高地，攀上樹梢，爬上山頭，或者乘飛機上升，那麼，我們向四周望去，眼界就都擴大了。假如我們上升到1,000公尺，我們周圍能看到的境界就可以擴大到113公里；上升到5,000公尺，就擴大到252公里。視野隨着上升而擴大，這就證明大地是球形的。

第二，在海邊，我們觀察由遠處開來的帆船，最先看到的是船桅，其次看到船身的上部，最後才看到整個的船身。如果大地是平的，那就不會有這樣的現象，只是船越遠看起來越小罷了。

在中小學的地理教學中，教師如果用地球儀來解釋這兩個現象，就會使教學的直觀性更加强了。現在把具體的方法介紹在下面：

1. 用馬糞紙剪成人眼的模樣當作觀察者，在它的表面用顏料畫好眼睛。另外將兩根寬約0.2厘米的薄木片疊合在一起，在它們的一端用小釘釘住，當作鉸鏈，使兩條木片可以繞着小釘轉動。在眼睛的後面塗上膠水，並把它粘在鉸鏈的軸端（小釘的頂部），這樣，兩條木片就代表觀察者的視線。使用的時

候，先將觀察者拿在手中，使它距地球儀表面約4—5厘米；同時又使兩條木片和地球儀相接觸，在兩條木片和地球儀表面相切的地方，各釘立一支大頭針，這兩支大頭針之間的距離就表示觀察者視野範圍的直徑。再將觀察者拿高一些，使它距地球

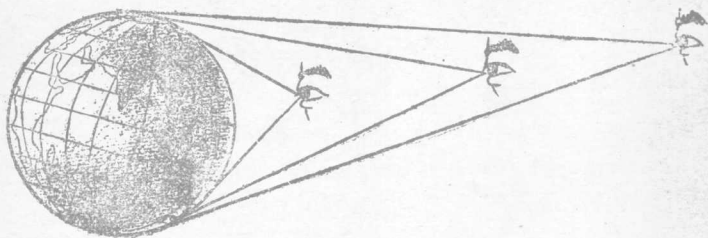


圖 2

儀表面約8—9厘米，同樣也使兩條木片和地球儀表面相切，在兩個切點各釘立一支大頭針(圖2)，這兩支大頭針之間的距離就表示觀察者上升到一定高度以後的視野範圍的直徑。很明顯地可以看出，後釘的兩支大頭針之間的距離比前釘的兩支大頭針之間的距離要大些，也就說明了觀察者上升到一定的高度以後，視野的範圍就擴大了一些。

2. 用寬約0.3厘米、長約30厘米的木片一條，通過它的中點把它用大頭針釘在地球儀的上面，並使它呈水平狀態。這

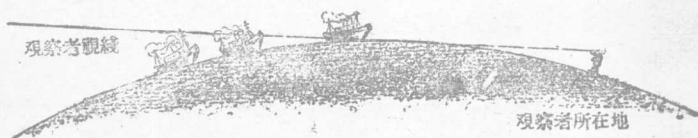


圖 3

條薄木片就表示站立在地球儀上釘大頭針地方的觀察者的視線。再用馬糞紙剪成高約2厘米的小帆船三個，在它們的正面

用顏料画好船身和船帆，并塗上膠水，然后从釘大头針处的附近开始，由近而远地依次把它們貼在薄木片的后面，并必須使每个小帆船的船底接触到地球儀的表面（圖3）。这样，我們就可以明显地看到，距大头針釘立处（觀察者站立的地方）最近的帆船的絕大部分是在薄木条表面的上面，距大头針釘立处越远的帆船在薄木条表面以上的部分越减小，在薄木条表面以下的部分越加大，也就說明了在海濱看来船，先見船帆，后見船身的道理。

第三节 怎样利用地球儀量算距离和面积

在旅行中或是在研究某一个有关地理学的问题的时候，我們常常有計算某两个地方之間的距离（如北京到莫斯科的距离）的必要。如果这两个地方之間的距离不太大（不超过320公里），我們就可以用大比例尺（比例大于1:200,000）的平面圖来进行量算；如果这两个地方相距遥远，或是各在一个大陆上的时候，就超出了大比例尺平面圖所能描繪的范围之外，不能用上法算出距离。小比例尺（比例小于1:1,000,000）地圖的描繪范围虽然可以包括全球，但是將球体表面的事物描繪在平面的圖紙上是必然要發生一些差誤的，根本不能用来进行量算工作。在这种情况下，地球儀就显出了它独有的优点，完全可以滿足我們的要求。

利用地球儀量算距离，有以下两个方法：

1. 先求出地球儀的直綫比例，再根据比例进行量算。

(1) 首先用紧密而無伸縮的細綫或是紙条圍繞地球儀上的赤道圈一周，計算出它的長度（單位为毫米），地球上赤道的实际長度是40,075,704公尺或是40,075,704,000毫米，那么：

$$\text{地球仪的直綫比例} = \frac{\text{地球仪上赤道圓周的長度(毫米)}}{40,075,704,000(\text{毫米})}$$

若地球仪上赤道圓周的長度是 1,336 毫米，依照上面的式子計算，地球仪的直綫比例是 1,336 : 40,075,704,000 或是 1:29,996,784。一般制造地球仪总是采用整数比例的，現在求出的不是整数，說明我們在量地球仪上的赤道圈的長度时，可能有点差誤，因此應該把求出的得数化成近似的整数，所以地球仪的直綫比例應該是 1:30,000,000，或是 1 厘米代表 300 公里。

(2) 再用細綫或是紙条量出地球仪上任何兩個地方之間的距离为多少厘米，將量出的数字乘上 300，就可以知道這兩個地方之間的实际距离是多少公里了。例如量出地球仪上北京和广州兩個地方之間的距离为 5.6 厘米，那么，北京和广州兩個地方之間的实际距离就等于 5.6 乘 300，也就是 1,680 公里。

2. 先量出任何兩個地方在地球仪上的距离，再利用地球仪上赤道圈的刻度量出这段距离等于多少弧度，將量出的弧度数目乘上 111.1 公里，得数就是這兩個地方之間的实际距离。因为赤道圓周的实际長度为 40,075,704 公里，分为 360 个弧度，每度的弧長等于 111.1 公里。例如用細綫或紙条量出地球仪上北京到拉薩的長度，將这長度移到地球仪的赤道圈上，約相当于 22 个弧度，22 和 111.1 的乘积等于 2,444.2：因此北京到拉薩的实际距离为 2,444.2 公里。

利用以上兩個方法，虽然不能得到十分精确的数值，但是近似值是可以求出的。从这里还可以知道，有个地方在我們的正西方向，要飞到那里去，并不是一直往西飞，才是最合算的。例如苏联的油庫巴庫，差不多和北京同緯度，也就是在北京的正西方，可是在地球仪上从北京到巴庫的最短綫，要往北方弯

一下，也就是要先往西北飞，再往西南飞。

和量算距离一样，量算范围较大地区（10,000 平方公里以上）的面积，也是不能利用各种地图，而必须利用地球仪来解决问题的。方法也有两个：

1. 方格法 若是地球仪的直线比例已经求出，面积的比例就等于 1 与比例后项的平方之比。如地球仪的直线比例为 1:30,000,000，也就是 1 厘米代表 300 公里，那么，地球仪的面积比例就等于 $1:30,000,000^2$ ，或是 $1:900,000,000,000,000$ ，也就是 1 平方厘米代表 90,000 平方公里。确定了地球仪的面积比例以后，再用厘米纸（在透明的纸上，用间距为 1 厘米的许多平行直线，纵横相交地划成许多 1 厘米见方的小方格）平贴在地球仪上进行测定的区域的上面。先将周界以内完整方格的数目记下来，假定为 37 个完整小方格，再将不足一个完整小方格的地方估计它约合一全格的几分之几，一一相加，假定加起来有 16.5 个完整小方格，那么全区的面积就等于：
 $(37 + 16.5) \times 90,000 = 4,815,000$ 平方公里。在地球仪上范围不大和不很凸起的地区，利用方格法来量算面积是很方便的。

2. 梯形法 若是在地球仪上量算范围较大（一洲或是一国），厘米纸不能平贴在上面的地区的面积时，可以使用梯形法，就是利用地球仪上的经纬网格形成的梯形的面积来计算。在两条相邻的纬线之间的一切梯形的面积是相等的，在不同的纬线之间，梯形的面积也不相同。地球仪上的纬线一般是相隔 10 度，经线有相隔 10 度和 15 度的。第 10 页上的表就是地球仪上各个纬度带之间，经线相距 10 度和 15 度两种梯形的面积。

如果在纬线相距 10 度和经线相距 15 度的地球仪上，要量算非洲的面积，先观察地球仪上的非洲，在各个纬度带内各占有

單位（平方公里）

緯 度 帶	經度相距 10° 的梯形	經度相距 15° 的梯形
在 0° 至 10° 之間	1,225,000	1,837,000
在 10° 至 20° 之間	1,189,000	1,783,000
在 20° 至 30° 之間	1,117,000	1,675,000
在 30° 至 40° 之間	1,012,000	1,517,000
在 40° 至 50° 之間	875,000	1,313,000
在 50° 至 60° 之間	712,000	1,067,000
在 60° 至 70° 之間	525,000	788,000
在 70° 至 80° 之間	322,000	483,000
在 80° 至 90° 之間	109,000	163,000

多少个完整的梯形和多少个不完整的梯形，得出下面的結果：

在北緯 30 度到 40 度之間	1.1 个梯形
在北緯 20 度到 30 度之間	3.3 个梯形
在北緯 10 度到 20 度之間	3.8 个梯形
在北緯 0 度到 10 度之間	3.3 个梯形
在南緯 0 度到 10 度之間	1.9 个梯形
在南緯 10 度到 20 度之間	1.8 个梯形
在南緯 20 度到 30 度之間	1.2 个梯形
在南緯 30 度到 40 度之間	0.3 个梯形

在赤道南北，数字相同的緯度之間的梯形的面积也是相關的。因此，可以把上面的材料化为：

在南北半球緯度 30 度到 40 度之間	1.4 个梯形
在南北半球緯度 20 度到 30 度之間	4.5 个梯形
在南北半球緯度 10 度到 20 度之間	5.6 个梯形
在南北半球緯度 0 度到 10 度之間	5.2 个梯形

利用前面的表，算出各緯度帶以內所占梯形的面积之和：

在緯度 0 度到 10 度之間 $1,837,000 \times 5.2 = 9,552,400$ 平方公里
在緯度 10 度到 20 度之間 $1,783,000 \times 5.6 = 9,984,800$ 平方公里
在緯度 20 度到 30 度之間 $1,675,000 \times 4.5 = 7,537,500$ 平方公里
在緯度 30 度到 40 度之間 $1,517,000 \times 1.4 = 2,123,800$ 平方公里

整个非洲的面积等于 29,198,500 平方公里,將它化为近似的整数,就是 29,200,000 平方公里。

第四节 怎样利用地球仪测定經緯度

在大比例尺的平面圖上,常常沒有描繪出經緯綫;在小比例尺的一般地圖上,網格不是長方形,所以利用地圖來測定一定地点的經緯度,一般比較麻煩。地球仪虽然由于比例尺較小,不能十分詳細地描繪出所有的地点,但是,对于地球仪上已經注明了的重要都市和其他地理事物來說,利用地球仪來測定它們的經緯度是比較方便的,方法也有兩種:

1. 如果要求不十分精确,可以利用裝在地球仪上的全經(或半經)标尺和赤道圈上的刻度來測定。例如我們要測定北京的經緯度,首先在地球仪上找出北京的位置,用大头針一枚垂直地釘立在它的上面,使針尖正对着球心,不能歪斜;再轉动地球仪,使大头針和全經或半經标尺相接触,从标尺的刻度上,我們就可以讀出北京的緯度概数为北緯 40 度;再沿着标尺向地球仪的赤道圈上看,从赤道圈上的和标尺相交之处,我們就可以讀出北京的經度概数为东經 116 度 30 分左右。这样,北京的大致的地理座标就求出来了(北京的实际地理座标是北緯 $39^{\circ}54'$, 东經 $116^{\circ}28'$)。

2. 如果要求稍为精确(就是要求出經緯多少度多少分),可以利用比例法來測定。首先用兩脚規或刻有毫米的尺量出下面的距离:(1)由測定点到靠近赤道那邊的緯綫間的距离;(2)

測定点所在地的兩旁的兩條緯綫間的距離。然后用百分比法算出測定点比靠近赤道的那條緯綫大多少緯度，把求出來的數字加到靠近赤道的那條緯綫的緯度上，就得出測定点的緯度。用同樣的方法測定經度：（1）量出測定点到靠近本初子午綫（0

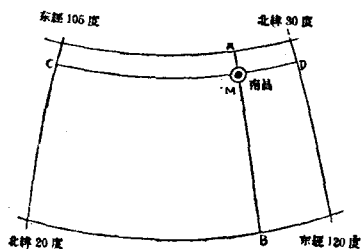


圖 4

度的經綫)的那條經綫間的距離；（2）量出測定点所在地的兩旁的兩條經綫間的距離。然后用百分比法算出測定点比接近本初子午綫的那條經綫大多少經度，把求出來的數字加到靠近本初子午綫的那條經綫的經度上，就

求出測定点的經度。例如要在 1:40,000,000 的直綫比例尺的地球儀上（緯綫相距緯度 10 度，經綫相距經度 15 度）測出南昌的經緯度。首先在地球儀上找出南昌所在的梯形，它的南界是北緯 20 度的緯綫，西界是東經 105 度的經綫。圖 4 就是表示這個梯形的經緯綫。南昌的位置，嚴格地說，應該是那個圓圈的中心點，以 M 代表這個中心點，引南昌的經綫（通過 M 的 AB 點綫）和緯綫（通過 M 的 CD 點綫），用刻有毫米的尺量算時，精度可以達到 0.3 毫米。量得 BM 弧長為 23 毫米，又量出緯度 10 度間的緯綫弧 AB 長 26.3 毫米，用百分比法算出 BM 弧在緯綫上占多少緯度，也就是南昌比地球儀上接近赤道的那條緯綫（北緯 20 度）大了多少：

$$\left. \begin{array}{l} 26.3 - 10^\circ \\ 23 - X \end{array} \right\} X = \frac{23 \times 10^\circ}{26.3} = 8.7^\circ (8^\circ 42')$$

南昌的緯度就等於： $20^\circ + 8^\circ 42' = 28^\circ 42'$ （北緯）

用同樣方法可以測定它的經度：先量得 CM 弧長為 24 毫米，

再量得 CD 弧長 33 毫米，用百分法求出 CM 的弧度：

$$\left. \begin{array}{l} 33-15^\circ \\ 24-X \end{array} \right\} X = \frac{24 \times 15^\circ}{33} = 10.9^\circ (10^\circ 54')$$

南昌的經度就等于： $105^\circ + 10^\circ 54' = 115^\circ 54'$ （东經）

南昌的地理座标應該是：北緯 28 度 42 分，东經 115 度 54 分。应用这个方法測定經緯度，和測定点的实际地理座标（南昌为：北緯 28 度 42 分，东經 115 度 51 分）之間的差誤可以不超过經度或是緯度 10 分。除了作較精密的科学研究以外，在一般性的应用上，这种測定某地經緯度的方法是可以合乎要求的。

如果在分省圖上，也用上述的方法来求經緯度，可以得到更精确的数值。

第五节 怎样利用地球仪測定方位

我們在学习时事、政治或研究某一个科学問題的时候，常常需要明确某地是位于本地（或一定地点）的什么方位，例如莫斯科是位于北京的什么方位或某飞机正在本地的什么方位以外若干公里等。要比較精确地解决这样的問題，我們常常使用球面三角学的方法来計算，但这不是一般群众都能够做到的。利用了地球仪，大家都可以很容易地解决这个问题。具体的步驟就是先在地球仪上确定本地的子午綫，再在地球仪上确定本地对某一地方的方向綫，最后量出子午綫和方向綫之間的夾角并附上方位。

例如我們要測定莫斯科是位于北京的什么方位，进行的步驟就是：（1）在地球仪上找出北京的所在，并用大头針一枚釘立在它的上面；（2）轉动地球仪，使大头針接触至經（或半經）标尺，并在地球仪上的北京和北極間的任意一点，也用大头針一

枚，紧靠着标尺，钉立在它上面；（3）用细线一根，将两枚大头针从根部联系起来，这根细线就表示通过北京的子午线的方向；（4）再在地球仪上找出莫斯科的位置，也用大头针一枚钉立在它的上面，又用细线一根，将钉立在北京和莫斯科两地的大头针从根部联系起来，这根细线就表示北京对莫斯科的方向线；（5）用量角器在地球仪上量出方向线和子午线所成的夹角，或用两脚规将夹角移画在平面的纸上，再用量角器来量取



圖 5

角度（圖 5）；（6）因为北京和莫斯科同位于东半球，而莫斯科的经度数值小于北京，量出的度数是 44 度 15 分，所以莫斯科是位于北京的“北 44°15' 西”。用球面三角学的方法计算的结果，莫斯科是位于北京的“北 44°20' 西”。用地球仪来测定所产生的误差只有 5'，在要求不十分精密的情况下，这个结果是可以令人满意的了。

因为量角时是以正北为起点，所以量出的角度若大于 90 度，便表示测定的地点是位于本地的象限

方位的南方；如果测定地点的经度数值小于本地的经度，两地同位于东半球。子午线和方向线的夹角为 105 度，就表示测定地点是位于本地之南偏西；从 180 度中减去 105 度，得数为 75