

大地測量經驗小叢書

第一集

天文方位角的  
簡便測算法

測繪出版社

大地測量學與測量學

第一冊

# 天文方位角的 間接測量法

謝 明 著

大地測量經驗小叢書

第一集

天文方位角的簡便測算法

---

編 者 測 繪 出 版 社

出 版 者 測 繪 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第081號

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 廠

北京安定門外六鋪炕40號

---

印數(京) 1—3000冊

1959年4月北京第1版

開本 31"×43"1/32

1959年4月第1次印刷

字數 50000

印張 2<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

定價(8) 0.21元

統一書號: T15039·291

## 編 者 的 話

在局部地区的地形图中，往往需要测定天文方位角作为测量的起算数据。汇编本書的目的，即在提供测定天文方位角的簡易測算方法，介紹适用的經驗和新的方法，以供工程上和勘探工作中从事測繪的同志，在要求精度不高的情况下采用和参考。

書中首先有系統地介紹了天文方位角的簡便測算方法和具体的实例，以及应用的表式。接着載有測定方位的新方法和学习苏联先进經驗的体会，最后介紹了最为簡便的图解方法。

# 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 天文方位角的简便测算法.....    | 1  |
| 方位角简单测定法介绍.....     | 25 |
| 同时测定方位与纬度的新方法.....  | 31 |
| 关于近似天文位置和方向的测定..... | 43 |
| 以克拉索夫斯基法测定地面        |    |
| 目标方位角的一些体会.....     | 56 |
| 用图解法测定天文方位角.....    | 62 |

# 天文方位角的簡便測算法

長江流域规划办公室測量处

为供应局部的地形測图需要，往往是独立地測出其地点的方位角作为計算图根点的起算数据，但在地形队的配备受到限制的情况下，在測定方位角的同时，又須測定緯度和表差，是比較困难的。这里介紹一种苏联先进方法，既不需要精密的仪器設備，又使計算工作簡便。根据一年来在四川各地实际作业的經驗証明，这个方法在一定精度的要求下，对及时提供成果起到了一定的作用。

在測定表差时必须須先知道概略的緯度，測定緯度时又必須用到概略的表差。为了解决这一問題，可先由較精密的地图上用比例量取，参与初步計算，采用逐次接近法互相改进，以求得較精密緯度及表差的結果。

## 一、測量天体的天頂距以定測站的緯度

根据天文学的理論証明，欲使觀測緯度的精度为最高，必須觀測在子午圈上或极近子午圈的天体（如图1.所示，即当天体的地平經度为 $0^\circ$ 或 $180^\circ$ 时），才能滿足这个条件，而选用測量北极星(v. a. Mih)的天頂距来决定測站的緯度便是較好的方法。

### 1. 觀測前的准备

將仪器整置于測站，按整置經緯仪的办法使之置平，并

校正垂直度盤的指标差，使減至最小。

將仪器对向北极星，調整焦距使星的呈象及十字絲清晰，并將照明設備調整适宜。

## 2. 观测的进行

可用“耳目法”或“呼記法”进行观测，观测前須讀定温度和气压，观测完畢也須进行讀定。

如采用耳目法时，可由天文观测員一人操作，將北极星移至望远鏡十字絲中心附近，默数天文表（如21半，22半……），轉动垂直度盤微动螺旋，于盤左在星影通过水平絲之瞬間，估讀天文表及垂直度盤讀数，一一記入手簿中，完成半測回观测，縱轉望远鏡，于盤右仍照前半測回方法进行操作。

如用呼記法进行观测，除观测員外，还須用助手一人，观测員只須注意星影通过水平絲的一瞬間，呼“好”，助手估讀表面时的秒数記入手簿，然后再記入观测員的报讀的垂直度盤讀数。

但在实际观测进行时，可采用盤左及盤右各連續照准星四次，讀取相应的錶面时及度盤讀数而完成一測回观测的操作，这样可免除多次縱轉望远鏡和找寻星的麻煩。

在一晚方位角的观测过程中，应在測前、中途、測后进行多次緯度观测，因为北极星运行緩慢，短時間內星的地平經度和高度变化极微，容易发生观测中的某些錯誤。

还須注意，每次照准星时，天頂水准汽泡必須調整至中央位置。

## 3. 緯度計算公式、計算步驟及若干符号的說明

$$\text{公式: } \varphi = 90^\circ - z'' \cos t + \frac{1}{2k''} (\rho'')^2 \cot z \cdot \sin^2 t.$$

步驟: a. 从測量天体天頂距的記錄內, 將四次盤左(右)觀測的表面時和天頂距各取平均數記入相應欄內。

b. 用五位對數表按“測量北极星天頂距定緯度的計算”進行計算。

表中:  $z_i'$  是盤左(右)四次觀測天頂距的平均值, 抄自觀測手簿。

蒙氣差, 这里是未加溫度和气压改正的常差, 以  $z_i'$  为引数由天文年历附表查取, 符号为正。如果加入溫度与气压的改正时, 必須应用下式, 由“蒙氣差及其訂正表”予以計算改正, 即:  $\rho = \rho_0(1 + A + B)$ , 当天頂距在  $45^\circ$  以上时, 上式又应写为  $\rho = \rho_0(1 + \alpha A + B)$ , 式中  $A$  是关于气温的变差乘数,  $B$  是关于气压的变差乘数,  $\alpha$  是对气温变差乘数的改正。

$\rho''$  为星的极距(目前約为  $0^\circ 58'$ ), 即  $90^\circ - \delta$  以角秒表示。

天文年历中載有“从北极星高度求緯度表”一种, 其用法是先將所觀測北极星的高度( $h'$ )經過蒙氣差改正后, 以觀測恒星时为引数由第 I 表中查取关于觀測時間的改正, 再以恒星时和高度为引数, 于 II 表中查取关于高度的改正, 最后以觀測日期与恒星时为引数查取关于日期的改正数, 將以上三項改正数与北极星的真地平緯度取代数和即得測站緯度。其表的計算式为:

$$\varphi = h - \Delta_0 \cos(\theta - \alpha_0) + \frac{\Delta_{20}}{2\rho''} \sin^2(\theta - \alpha_0) \operatorname{tg} \alpha - \frac{15}{\rho''} \Delta_0 \sin(\theta - \alpha_0) \Delta \alpha + \cos(\theta - \alpha_0) \Delta \delta_0 = \text{H} + \text{I} + \text{II} + \text{III}.$$

以上兩種計算方法均舉例于附表，以供參考。

## 二、測量天体的天頂距以定所用時表的表差

這一方法在其理論中證明，欲使測定表差的誤差為最小，必須觀測在卯酉圈上的天體如圖2和圖3所示，即星的方位角為 $A = 90^\circ$ （或 $270^\circ$ ），這時即使所用的緯度值極為粗略，對表差所產生的影響也極小。不過如果只按一個星測定表差，那是不恰當的，因為這里面包含有起因於系統儀器誤差的天頂距誤差，為了消除此項誤差，必須觀測兩星，一在東方一在西方，兩星的天頂距相同，距子午圈等遠。

當相同的天頂距時，天頂距誤差也應相同，但在天頂距近似相等的情況下，這種誤差也可以認為相同，因而實際上組成星對時可以允許天頂距相差在 $5^\circ$ 左右。

按照蘇聯的先進經驗，所測星的方位角 $A$ 如果離開卯酉 $\pm 30^\circ$ — $\pm 40^\circ$ 的範圍也是可以的。又因在觀測時，卯酉圈附近的星，它的運行方向近於垂直，天頂距的變化較快，這樣就使得估讀星影通過蛛絲時刻的精度也相應提高，給予有利的觀測條件。

### 1. 觀測前的準備

（一）同觀測緯度一樣先將儀器置平。照准北极星，並將水平度盤定向約為 $0^\circ$ 。

（二）從星圖上選取卯酉圈方向的恆星，作為每一東西星對的觀測。

### 2. 觀測的進行

與緯度觀測的操作相同，在儀器的盤左與盤右對東西星各進行四次觀測，並記下表面時與垂直度盤讀數。必須要求

在东西方向进行相等星数的观测，同时还須設法使东西星的天頂距大致相等（比如：可用望遠鏡随时对东西星的天頂距变化予以观察，等到天頂距大致相等时即分別观测）。

同样的在观测开始及結束时要各讀溫度和气压各一次。

### 3. 表差計算公式、步驟及符号說明

(一) 根据下式之一决定星的时角  $t$ ：

$$\operatorname{tg}^2 \frac{1}{2} t = \frac{\sin(s - \delta) \sin(s - \varphi)}{\cos s \cdot \cos(s - z)};$$

$$\text{式中 } s = -\frac{1}{2}(\varphi + \delta + z)$$

$$\text{或 } \sin^2 \frac{t}{2} = k \cdot \sin \frac{1}{2}(z + z_m) \sin \frac{1}{2}(z - z_m);$$

$$\text{式中 } k = \frac{1}{\cos \varphi \cdot \cos \delta}.$$

这一公式，除直接計算外，若应用天文測量計算用表 №27 进行計算，更为方便，表中每隔  $1''$  列出  $\lg \sin^2 \frac{t}{2}$  之值，以时角为引数查取。

(二) 由下式决定表差  $u$ 。

$$u = a + t + T'.$$

在“測量天体天頂距定表差計算”表內： $\varphi$  为緯度，由緯度計算表抄取， $a$ ， $\delta$  为星的赤經、赤緯，按星自图天文年历用內插法查取， $t$  为星的时角，但須注意以下規定，即西星为  $0^\circ < \frac{1}{2}t < 90^\circ$ ，东星为  $90^\circ < \frac{1}{2}t < 180^\circ$ 。举例于附表。

### 三、方位角測量

採用“北极星任意時角法”進行方位角觀測是最好的方法，因為這種方法具有不受時間限制的優點，每晚可用度盤不同的位置觀測多組，用以消除度盤誤差。

#### 1. 觀測前的準備

將儀器置平，使水平軸垂直於垂直軸，再裝上跨水準器，利用反復操作調整水準軸平行於水平軸。如果所用儀器無跨水準器，則後一項校正可以省去。

#### 2. 觀測的進行

每半個測回應包括下列各項操作：

(一) 觀測地面目標（即後視點的燈光），讀取水平度盤讀數。

(二) 觀測北极星，在望遠鏡絲綫照准星的瞬間估讀表面時，以及估讀跨水準左右兩端的分格（估至0.1格），隨即將跨水準兩端換置 $180^\circ$ ，最後讀取水平度盤讀數。

(三) 第二次照准星，操作與（二）條同。

(四) 第二次觀測地面目標，與（一）條同。

然後縱轉望遠鏡，以同樣程序觀測下半測回。必須注意，在每半測回觀測完畢，記簿員必須隨即按所測方位角等級的要求進行以下的檢查是否合乎細則的規定：

- ①兩次照准地面目標水平度盤讀數之差。
- ②對地面目標兩倍照准差（ $2C$ ）的變動範圍。
- ③水準器零點的变化。

#### 3. 計算步驟

(一) 用下式求出北极星的地平經度

$$\text{公式: } \operatorname{tg} A = \frac{-\cot \delta \cdot \sec \varphi \cdot \sin t}{1 - \cot \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \cot t}$$

这一公式可用五位对数计算，在“方位角计算”表中， $a, \delta, \varphi, t$ ，均为已知或由计算得来，为了计算方便，在表中列有  $\cot \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \cot t = a$  并编制成为  $\lg \frac{1}{1-a}$  用表一种（有

些表为  $\lg \frac{1}{1-n}$ ），便于以  $a$  为引数查取，此表载在“天文测量计算用表”或其他实用天文学附表内，使计算工作大为简化。但在查取上表时，要注意  $\lg a$  有正负两部分。

(二) 照准北极星时水平度盘读数由于跨水准器改正的计算

$$\text{公式: } B = \bar{B} + i\beta'' \cdot \cot z$$

$z$  为星的天顶距，可于观测首末进行 2—3 次读取，取平均数。

$\bar{B}$  为未加跨水准器改正的水平度盘读数。

$\beta''$  为跨水准器的半分格值。

$i$  的求法是这样得来的：如果气泡零分划在左端，那么

$i = (\text{左} + \text{右}) \text{平均数} - (\text{左} + \text{右}) \text{和}$ ；如果零划在右端，则

$i = (\text{左} + \text{右}) \text{和} - (\text{左} + \text{右}) \text{平均数}$ 。

为了考虑到星在运转中的曲径，方位角计算必须采取盘左与盘右分别计算。

(三) 光行差改正，可用下式计算

$$\delta A = 0.''32 \cos \varphi \cdot \csc z$$

但就北极星而言，它的视方位角  $A$  甚小，且高度与纬度相差也不多，因此在光行差的改正方面不必每一计算都须加

入，只在最后結果計算中加入  $0.''32$  即可。

#### 四、平太阳时換算为恒星时的方法

如果記时表为平太阳表，那么一切觀測的表面时均須換算为恒星时，这一換算可采用下法进行：

例：求1956年7月14日某地（东經 $7^h 26^m 14.^s 8$ ）地方平时 $11^h 25^m 45.^s 2$ 之相应的地方恒星时。

查历（7月14日格林威治 $0^h$ 的恒星时） $19^h 27^m 20.^s 25$

平时化恒星时的改正数（ $7^h 26^m 14.^s 8$ ） $- 1 \quad 13.31$

某地 $0^h$ 之地方恒星时  $19 \quad 26 \quad 06.94$

某地平时  $11 \quad 25 \quad 45.2$

平化恒的改正数（ $11^h 25^m 45.^s 2$ ） $+ 1 \quad 52.65$

某地恒星时  $6^h 53^m 44.^s 79$

註：地方恒星时如超过 $24^h$ 应減去 $24^h$ 。

#### 五、附表的說明

一、測量天体天頂距的記錄（緯度与表差觀測同一記簿格式）。

二、測量北极星天頂距定緯度的計算。

三、从北极星高度求緯度的計算。

四、測量天体的天頂距定表差的計算，用 $\lg^2 \frac{t}{2}$ 的公式。

五、測量天体的天頂距定表差的計算，用 $\sin^2 \frac{t}{2}$ 的公式

六、北极星任意时角法方位角觀測手簿。

七、方位角計算‘威特 T<sub>2</sub> 經緯仪一般均无跨水准設備，

且在三等以下的方位角观测中，也可不用跨水准准备器，因此在计算例中未加入跨水准改正值）。

#### 八、方位角之最后结果。

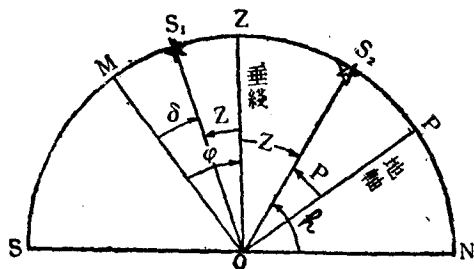


图 1. 天体在子午圈上 (当  $A=0^\circ$  或  $180^\circ$  时最有利)

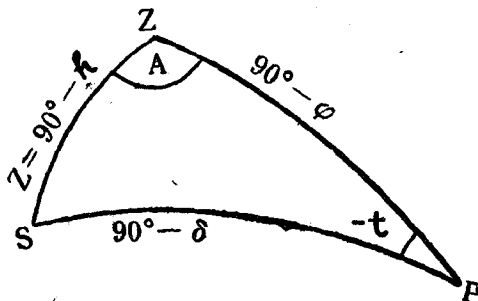


图 2. 天体在子午圈东 (当  $A=90^\circ$  时最有利)





# 測量天体天頂距的記錄

測站: (东)(西)星名: 溫度: 觀測者:  
 日期: 儀 器: 記錄者:  
 天气: (恆)(平)时表: 气压: 檢查者:

| 測<br>回 | 遠<br>鏡<br>位<br>置 | 表 面 時 |             | 天 頂 距 |   |   |    |    |            |
|--------|------------------|-------|-------------|-------|---|---|----|----|------------|
|        |                  | 讀 數   | 平 均 值       | 讀 數   |   |   |    |    | 平 均 值      |
|        |                  |       |             | 度     | 分 | I | II | 平均 |            |
|        | 左                | h m s | h m s       |       |   | " | "  | "  | • ' "      |
|        |                  |       | 17 43 (2.0) |       |   |   |    |    | 59 44 54   |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        | 右                |       | 17 42 13.6  |       |   |   |    |    | 300 15 (2  |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    | (59 44 58) |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |
|        |                  |       |             |       |   |   |    |    |            |