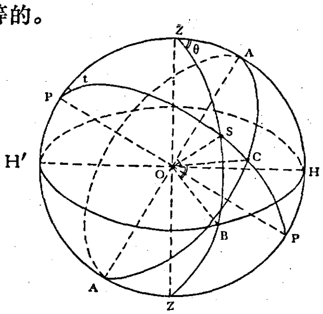
用“时角法”能测定南北线吗？

王　永　远

（山西省气象学校）

本刊1981年第10期刊登了“时角法测南北线”以后，收到一些来稿，指出该文中把时角与方位角等同起来，属于基本概念之误。现将王永远和汪毓才同志的文章刊登于下，借以澄清这一问题。——**编者**

《气象》1981年第10期刊登的“时角法测南北线”一文，提出了一种“以太阳在当地天空任意时刻的位置测定南北线”的方法。我们认为，此法是不可靠的。问题的焦点是：经纬仪方位盘需要转动的角度θ是否与当时太阳的时角 t 相等？从以下的证明中可以看出，它们一般说来是不相等的。



附图

附图中O为天球的中心（即观测者的位置），Z、Z′分别为天顶和天底，HBH′为地平圈，P、P′分别为北天极和南天极，ACA′为天赤道。S为某时刻太阳在天球上的位置。从天文学可知，∠ZPS为时角t(它与∠AOC相等)，∠SOC为太阳的赤纬δ，∠SOB为太阳的高度角h，∠POH′为观测者所在地的纬度φ。如果我们这样来定义方位角：在地平圈内正南方位角为0°，正东为$-90°$，正西为90°，则∠HOB为当时太阳的方位角θ（它与∠AZS相等）。

从图中容易看出，要使经纬仪的物镜正对正南方位，经纬仪的方位盘应转过的角度就是θ。而“时角法”则认为经纬仪物镜应转的角度是时角t。那么θ与t之间到底是什么关系呢？

由球面三角知识可知，在球面三角形ZPS中，$\widehat{PZ}=90°-\varphi$，$\widehat{ZS}=90°-h$，$\widehat{PS}=90°-\delta$，$\angle ZPS=t$，$\angle PZS=180°-\theta$，应用球面三角形的正弦定理：

$$\frac{\sin(90°-\delta)}{\sin(180°-\theta)}=\frac{\sin(90°-h)}{\sin t}$$

化简

$$\sin\theta=\frac{\cos\delta\cdot\sin t}{\cos h}$$

从天文学知识可知，任一时刻的太阳高度角h满足于：

$$\sin h=\sin\varphi\cdot\sin\delta+\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t \qquad (2)$$

由（2）式可得：

$$\cos h=\sqrt{1-(\sin\varphi\cdot\sin\delta+\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t)^2} \qquad (3)$$

将（3）式代入（1）式得：

$$\sin\theta=\frac{\cos\delta\cdot\sin t}{\sqrt{1-(\sin\varphi\cdot\sin\delta+\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t)^2}} \qquad (4)$$

从（4）式可知，对于任意地点、时刻来说，太阳的方位角θ与时角t之间不是简单的相等的关系，其间关系比较复杂。θ不仅与t有关，而且还与φ、δ有关；一般来说，θ与t是不相等的。所以，在“时角法测南北线”一文中所提出的按照“方位角±时角(t)”的方法推算出当地真太阳时12时太阳所在的方位即正南方向，是错误的。

当然，也不是说时时处处θ与t都不相等。在某些特殊地点，θ与t可以时时相等；在某些特殊时刻，θ与t可以处处相等。

由（4）式可知，要使θ与t在任何时刻都相等，只有

$$\frac{\cos\delta}{\sqrt{1-(\sin\varphi\cdot\sin\delta+\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t)^2}}=1$$

显然，此式只有在$\varphi=90°$时成立，即在北极这个特殊地点θ与t是时时相等的。这点是容易理解的，因为在北极地平圈与天赤道是重合的，自然θ与t也重合。可是在北极用不着测定南北线。

另由（4）式可知，对于正午(t＝0)这个特殊时刻而言，只有

$$\sqrt{1-(\sin\varphi\cdot\sin\delta+\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t)^2}$$

$=|\sin(\varphi-\delta)|\neq0$ 即 $\varphi\neq\delta$，才有$\theta=t=0$。也就是说，在$\varphi\neq\delta$的任意地点，正午经纬仪物镜所指太阳的方位就是正南方，此法就是日中线法。而在$\varphi=\delta$的地方，（4）式无意义；因为$\varphi=\delta$的纬度上正午太阳处于天顶，指不出它的方位角，而θ就无从确定。

在赤道($\varphi=0$)上，(4)式化简为：

$$\sin\theta=\frac{\cos\delta\sin t}{\sqrt{1-(\cos\delta\cos t)^2}}$$

当$\delta=0$（即春、秋分）且$t\neq0$时，

$$\sin\theta=\sin t/|\sin t|=\pm1$$

在整个上午($t<0$)$\sin\theta=-1$，即θ都为$-90°$；在整个下午($t>0$)$\sin\theta=1$，即θ都为90°。因为这天太阳直射赤道，太阳从正东经过天顶（t＝0）向正西方移动。由此可见，θ和t不仅不相等，而且差别很大，接近正午时可差到90°。

通过以上讨论，可以得出结论，一般来说，物镜应转过的角度θ是和t不相等的，也就是说，不能用“时角法”测定南北线。但是，是否可以根据（4）式计算出θ，再根据θ调整方位盘定出南北线呢？从理论上说是可行的，但因为计算时要做多个多位小数的乘除运算，实用上并不方便。