

云量定量测算

韩 通

王广玉

(甘肃省会宁县气象局, 730700)

(甘肃林业学校, 天水 741020)

提 要

现行云量观测各种误差较大。本文提出视天空(即天空视野)为半球形,把无法器测的云量转换成可以器测的云块视高度角和视宽度角的测量,利用数学方法定量计算云量,以减小观测误差,提高观测精度。

关键词: 云量 器测 视天空

1 现行云量定义及观测中的问题

1.1 云量定义

云量是指云遮蔽天空视野的成数,即观测者所看到的视云量。也就是说,云量是以观测点为投影点,把云块投影到天空视野上后,所占天空视野的成数。由此可知,云量决定于观测投影点、天空视野的形状、云块等3个客观因子。对于确定的测站——观测点来说,天空视野亦应该是一个常定因子,而且应该是一个可计算云块投影面积比例的固定客体。但天空视野是什么样子,云量定义中并没有指出,这给客观、定量地计算与测定云量造成了困难。

1.2 平面不能作为天空视野

从客观上讲,天空背景是一个个与地球同心的平行球面。对于地球表面上某一点的观测者来说,能看到的只是这个球面上的很小一部分,在视野无遮挡的情况下,近似可看作圆平面。那么,将天空视野视为一个与地球表面相离的圆平面是不能定量计算云量的。因为这个圆平面的半径及它距投影点的距离无法确定。因此,这个平面不是一个常定平面,也就无法计算云块在它上面投影面积的比例。

1.3 气象学中天空视形状不能做为天空视野

从字面意义上看,天空视野即天空视形状。根据气象学的研究认为^[1],天空视形状是一个垂直方向短、水平方向长的扁球形的,且天空视扁度与天空照度的大小有关。因此,天空视形状也不是一个常定因子,也就不能做为天空视野来计算云量。

2 云量定量测算方法

2.1 半球形天空视野的表面积

为了计算云量,需确定天空视野。首先假设观测者置身于一个无背景的空间,则视野应为一个以观测者为球心的球体。

地球表面的曲率很小,不计地表起伏时,在人眼视力范围内,地球表面近似于平面。因此,我们可把天空视野视为半球形,如图1所示,球心为观测点,设球半径为 R ,则天空视野的表面积为:

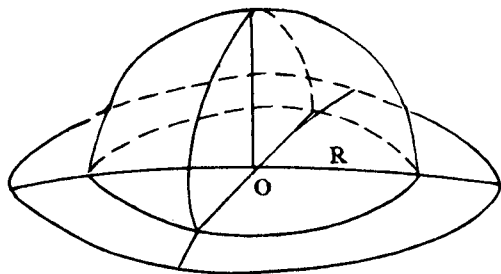


图1 半球形天空视野图
 O 为观测点 R 为假定半径

$$S = 2\pi R^2 \quad (1)$$

2.2 云块在天空视野上的投影面积

设天空中有大小不等的几个云块,其中每个云块都是规则的,有处处相等的视宽度角和视高度角。如图2所示,第*i*块云在天空视野上的投影面积为

$$S_i = R^2 \varphi_i (\sin \theta_{i1} - \sin \theta_{i2}) \quad (2)$$

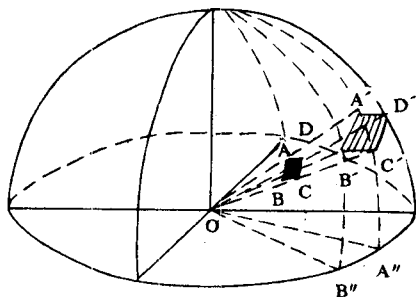


图2 云块在半球形天空视野的投影

$$\alpha_i = \angle A'OD' = \angle B'OC' \quad \theta_{i1} = \angle A'OA''$$

$$\theta_{i2} = \angle B'OB'' \quad ABCD \text{ 为云块}$$

$$A'B'C'D' \text{ 为云块投影}$$

全部 *n* 块云在天空视野上的投影面积和为

$$S_{\bar{z}} = \sum_{i=1}^n S_i = R^2 \sum_{i=1}^n \varphi_i (\sin \theta_{i1} - \sin \theta_{i2}) \quad (3)$$

其中: φ_i 为第 *i* 块云的视宽度角, θ_{i1} 和 θ_{i2} 分别为第 *i* 块云的上、下边缘高度角(角度的单位为弧度)。

2.3 台站可视天空在天空视野上的投影面积

半球形天空视野是指台站四周无任何遮挡的理想情况。事实上对绝大多数台站来说,晴天时可视天空视野并非半球形,而是或多或少都要受到一些地面遮挡物的影响,可视天空往往为一个不规则形的球缺^[2]。根据台站四周地面遮挡差异,可划分为遮挡高度角基本相同的 *m* 部分,则遮挡部分在天空视野上的投影总面积为

$$S_{\text{遮}} = R^2 \sum_{i=1}^m \beta_i \sin \alpha_i \quad (4)$$

如图3所示。其中 α_i 和 β_i 分别为第 *i* 部分遮挡高度角和遮挡宽度角。

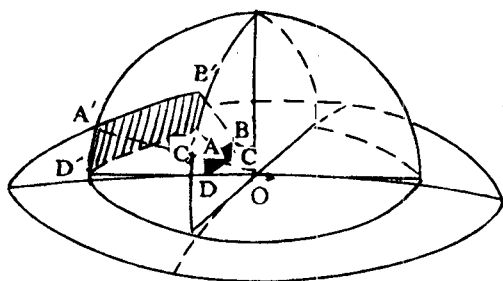


图3 地形遮挡物在半球形天空视野上的投影

$$\alpha_i = \angle A'OD' = \angle B'OC'$$

$$\beta_i = \angle A'OB' = \angle D'OC'$$

这样,晴天时可视天空在天空视野上投影面积为

$$S_{\text{晴}} = S - S_{\text{遮}} = R^2 (2\pi - \sum_{i=1}^m \beta_i \sin \alpha_i) \quad (5)$$

2.4 云量计算公式

根据观测云量时,应把本站无云时可视天空作为 10 成来估计云量的原则^[2],可得出云量的计算公式为

$$\begin{aligned} N &= 10 \times S_{\bar{z}} / S_{\text{晴}} \\ &= 10 \times \sum_{i=1}^n \varphi_i (\sin \theta_{i1} - \sin \theta_{i2}) / \\ &\quad (2\pi - \sum_{i=1}^m \beta_i \sin \alpha_i) \end{aligned} \quad (6)$$

即

$$N = K \sum_{i=1}^n \varphi_i (\sin \theta_{i1} - \sin \theta_{i2}) \quad (7)$$

其中: $K = 10 / (2\pi - \sum_{i=1}^m \beta_i \sin \alpha_i)$ 为可视天空系数,对于固定台站来说,为已知常数。 φ_i 为第 *i* 块云的视宽度角。 θ_{i1} 和 θ_{i2} 分别为第 *i* 块云的上、下边缘高度角。当云块投影在高于台站水平相切平面的固定遮挡物部分时,云量前记“+”号;当云块投影在低于台站水平相切平面的天空视野半球上,或地面上时,云量前记“-”号。

2.5 适当修改云量定义

由上述可见,将天空视野视为以观测者为球心的半球面来计算云量是可行的。因此,我们认为可将云量定义为:云量是将云块投影到以观测者为球心的球面上时,所占晴天

时半球形天空视野的成数。

这样,就解决了云量观测误差的理论问题,同时能与目前云量的目测估计方法基本衔接,也可以运用简单的仪器进行器测,向云量器测化逐步过渡。

2.6 存在的问题和公式运用

2.6.1 在公式(7)推导中,为了方便,我们假定每一个云块都是规则形的,但实际上云块不可能是规则形。因此,观测时,云块视高度角与视宽度角应取其平均值。

2.6.2 公式中运用了逐块求和的方法求取云量。但实际工作中,如果对每一块云都进行高度角与宽度角的观测,再进行求和计算云量,显然既不可能,也不可取。因此,在实际应用公式的过程中通过总结,可以采取下列方法简化观测和计算:①投影面积大小基本相等的云块只测其中一块;②将同一高度角上的不同云块的视宽度角相加后视为一块云;③进行云块的割补取舍,化零为整。

3 实验对比观测及修正公式

为了检查这种定量测算云量的方法是否可行,我们用经纬仪做为测量仪器,进行了多次实验对比观测。通过实验对比观测证明:运用这种方法观测云量,各种误差值较目测估计法均有明显减小,观测时间虽有延长,但也能在规定时间内完成,且随着观测熟练程度

的提高,也会逐渐缩短。

由于天空中云块是零乱的、变换无常的,用逐块求和的方法观测云量,程序不够规范,易发生疏漏。为了便于规范观测程序,减少疏漏和进行完全器测,我们用积分法导出云量公式,再改写成求和形式,可得出云量修正公式为

$$N = K \sum_{i=1}^n \varphi_i (\sin \theta_i - \sin \theta_{i-1}) \quad (8)$$

其中: $K = 10 / (2\pi - \sum_{i=1}^m \beta_i (\sin \theta_i - \sin \theta_{i-1}))$ 为可视天空系数; θ_i 为高度角; β_i 为 θ_i 上的遮挡物宽度角之和; φ_i 为 θ_i 上的云块宽度角之和; n 为根据观测精度的要求,所确定的高度角的测定次数, m 为遮挡物最大高度角上所对应的高度角测定次数。

如果制作一个简单的测量仪,编制一段程序,只输入观测数据,效果将会更好。因此,这是一种简单可行的云量观测、计算方法。当然,这也只是由目测到器测的一种初步尝试,尤其是实验对比观测,还有待于各类型台站的推广。

参考文献

- 1 郭平生等. 天空视形状. 气象学. 北京: 农业出版社, 1979: 233—234.
- 2 韩通. 云天观测水平的提高. 甘肃气象, 1992, (1): 39.

Cloudiness Measuring and Calculating Quantitatively

Han Tong

(Huining County Meteorological Bureau, Gansu Province 730700)

Wang Guangyu

(Gansu Province Forestry School, Tianshui 741020)

Abstract

At present, cloudiness observations are of bigger errors. But if the sight of the sky is regarded as hemispheric, the height angle and the width angle of the cloud mass are measured by instruments, and then the cloudiness is calculated by mathematical methods. Then the errors could be decreased, and the precision is greatly increased.

Key Words: cloudiness measuring by instruments the sight of the sky