

# 高空气象经纬仪观测小球的方法与技巧

刘清芳, 乔玉新\*, 刘 兵

塔城地区气象局, 新疆 塔城

收稿日期: 2021年12月10日; 录用日期: 2022年1月7日; 发布日期: 2022年1月14日

---

## 摘 要

气象观测数据是气象服务和科学研究的基础, 按时取准取全第一手高空气象资料一直是气象人努力的方向, 本文对高空探测工作中使用经纬仪观测小球时施放前的准备工作、注意事项及施放气球颜色的正确选取进行了分析说明, 为获得及时准确的观测数据、提高气象观测质量提供技术指导。

## 关键词

观测, 经纬仪, 小球, 小球颜色

---

# Methods and Techniques of Observation of Small Balls by High Altitude Meteorological Theodolite

Qingfang Liu, Yuxin Qiao\*, Bing Liu

Tacheng Meteorological Bureau, Tacheng Xinjiang

Received: Dec. 10<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jan. 7<sup>th</sup>, 2022; published: Jan. 14<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

Meteorological observation data is the basis of meteorological services and scientific research, and it has always been the direction of meteorologists' efforts to obtain the full and first-hand meteorological data on time. In this paper, the preparation work, precautions and the correct selection of the color of the balloon when the theodolite is used to observe the ball are analyzed and explained, to provide technical guidance for obtaining timely and accurate observation data and improving the quality of meteorological observation.

---

\*通讯作者。

## Keywords

Observation, Theodolite, A Ball, Small Ball Color

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高空气象探测系统获取的完整、高质量的观测数据是天气预测预报不可缺少的重要气象资料，在日常及灾害性天气预测预报工作中发挥着重要作用。

经纬仪观测小球曾经是探空历史上获取高空风资料的主要手段，随着现代化的发展，测风雷达观测逐渐替代了经纬仪观测，但经纬仪观测小球并没有完全退出历史舞台，当高空气象观测实施过程中测风雷达发生故障、低空雷达测风数据缺测、检查雷达进行对比观测、地方政府或者有关部门需要一些专门地点指定时段近地层风资料时，仍旧需要经纬仪测风(经纬仪测风是指利用经纬仪观测随气流而移动的气球在空气中飞行的轨迹，进行高空风观测的方法)。

经纬仪一直是高空风资料观测的重要设备，虽然已经从光学型改进至电子型，但仍然需要观测员人工操作经纬仪跟踪气球，而且对观测时效、观测资料的完整性要求非常严格，每迟一分钟、每少观测一分钟就可能造成资料缺测，因此熟练掌握经纬仪使用方法是每个观测员必备的一项技能，但目前实际存在的情况是，受高空观测现代化、自动化的影响，经纬仪平时已使用较少，加之人工观测经验丰富的老观测员逐渐退休和退出观测一线，年轻一代观测员普遍缺乏相关知识和技能，遇到需要进行小球测风时往往处理不当，影响记录的准确性和完整性。

## 2. ZXG01F 型电子式光学测风经纬仪使用前的准备

### 2.1. 使用注意事项

ZXG01F 型电子式光学测风经纬仪是应用于高空风观测的便携式仪器，结构紧凑、精密，架设和操作都要做到轻、缓、稳，特别是经纬仪的轴系，它是测量精度的保证，使用中要防止磕碰和撞击，避免轴系变形。自箱内取经纬仪时，应一手抓住提把，另一手扶住基座部分，轻拿轻放，不要单手抓经纬仪，特别注意不要提拿物镜。由于小物镜与大物镜间隔有光栅盘等电子部件，操作中注意不要提拿小物镜，以防损坏，而且在扳动大物镜时不要撞击到俯仰两侧的限位。经纬仪安装时，应一手抓住提把，另一手安装，以防止仪器跌落。

### 2.2. 经纬仪的固定和调整

为保证数据测量精度，须按下述观测步骤及方法使用经纬仪(观测前) [1]。

1) 将经纬仪固定在台站专用水泥平台上，拧紧中心螺旋。

2) 水平调整：

经纬仪水平调整的水准度直接影响其测角的准确度，必须仔细调整。a) 首先用目视法，调整经纬仪的三个水平调整螺旋，使经纬仪基本处于水平位置。b) 转动经纬仪方位角，使水准器与任意两个水平调整旋钮的连线平行，相向转动水平调整旋钮，使水准器中气泡居中。c) 将经纬仪方位角转动 90°，使水

准器与 1 和 2 两个水平调整旋钮的连线正交, 转动另一个水平调整旋钮, 使水准器中气泡居中。d) 缓慢转动经纬仪方位角一周, 观察水准器气泡是否有移动不居中现象, 如能保持居中, 则经纬仪的水平已调好。如有不居中, 超过最小刻度的 0.5 个小格, 可能是调整得不够细致, 须重复上述步骤仔细调整, 直到调好为止。

3) 将经纬仪望远镜对准固定目标物或对准磁北方向(注意: 这一步一定在开机前进行)。

4) 开机:

对准固定目标物, 按住开机键, 听到“滴”声表示开机。

5) 方位角、俯仰角自检:

开机后, 扳动大物镜, 使仰角从大于零度的位置降到负角位置再回到大于零度的位置, 直至听到一声“滴”为止; 然后来回微动一下方位角, 同样要听到一声“滴”提示, 自检完毕。

注意: 俯仰过零检测时, 不要用力过猛, 防止撞击到俯仰两侧的极限位置(不要超出 $-5^{\circ}\sim 185^{\circ}$ 范围)。

6) 方位定向调整:

定向就是使物镜对准地理正北时, 方位角应为零度。望远镜对准某已知固定目标物开机后, 按角度键播报方位角度值。根据实际情况加减角度, 直到此值与已知固定目标物值相符后, 按下定向键结束定向。(经纬仪方位定向采用方法有北极星法、固定目标物法、磁针法)。

7) 焦距调整:

瞄准 200 米以外的一个目标物(越远越好), 慢慢地转动目镜筒上的焦距调整螺旋, 直到物像和十字线最清楚为止[2]。

8) 选择参考目标物:

根据观测规范要求, 在观测前选择一参考目标, 记下仰角、方位角(本次观测结束后要重新验证目标物角度)。

### 3. 气球颜色的选取

为了探测到尽量高的空间风向风速资料, 必须根据天空实际状况, 选择合理颜色的球皮, 颜色选择不正确, 测风可探测高度有时会相差很多。小球共有白、红、黑三种颜色, 小球测风几十年方法一直没变[3], 对于小球颜色选取作了如下规定, 见“小球颜色选取表”。球皮颜色的选取既来自于实际工作经验总结, 也有理论依据。对于较少使用经纬仪观测的新一代探空员来说, 有时不一定完全记得清表中内容, 但如果能了解球皮颜色选择的原理, 就不容易选错。

#### 3.1. 白色球的特点

白色球施放过程中受阳光照射会显得更白, 在蓝天背景的衬托下显示比较清晰, 可以探测到较高高度, 甚至可以看到小球球炸, 因此在条件合适的情况下尽量优先选择白色球。

如果天空白云较多或者天空比较浑浊, 白色球就失去了优势, 观测会丢失目标, 此时不适宜用白球。天空有白云但云量很少(如表 1 中所示 1~2 成), 虽然小球进入白云背景天空时观测可能会丢失目标, 但由于经纬仪镜筒有一定的视角观测范围, 只要镜筒内可以看到白云的边界, 即使球进了云, 我们仍可以等待球从云中飞出后继续观测以获取更多风资料。且高中云云量较少时往往云层也不厚, 而阳光照射在球上和照射在云里, 其亮度是有差别的, 我们经常可以透过云层看到小球。

可能有人会认为, 蓝天时用红球施放, 红蓝对比应该更明显, 再说天空如果有白云, 红球进入白云为背景的空间还不容易丢球, 那么为何不选择红球? 其实红蓝对比比较明显是对的, 但小球升空后球会膨胀, 在蓝天的背景下变得很薄的红球不再是红球, 而是发黑, 呈紫黑色, 镜筒中球影会变得模糊不清, 观测高度反而不高。

**Table 1.** Ball color picker**表 1.** 小球颜色选取表

球色	天空状况	型号
白色	晴天无云, 或高、中云 1~2 成, 垂直能见度很好, 天空蓝色	30#
红色	多高、中云, 或有轻度烟、雾现象	30#
黑色	多低云, 阴天或明暗交界	30#

### 3.2. 红色球的特点

多高中云时小球观测大部分只能观测到云底, 球入云后目标丢失, 虽然球有时还会从云缝中出现, 但在云比较多的情况下后续观测经常难以为继。由于高中云一般为白色和淡黑色, 选取红球是最合适的。轻度烟、雾现象时, 在阳光照射下天空不再是蓝色, 而是呈白茫茫或者灰沉沉的浑浊一片, 也是选取红球最合适。至于重度烟雾, 观测是不能进行的。

### 3.3. 黑色球的特点

黑色球使用很少。多低云、阴天时能获取的观测数据资料一般也很少, 由于天色暗, 需要较大的对比度, 虽然红色球“容易”与黑云、白云分开, 但黑色球和白云对比度更大, 较近的距离深色黑球也很容易从淡淡的黑云背景中分辨出来, 而这种观测终止原因都是入云消失, 不会因看不清而停止观测。明暗交界指的是傍晚天将黑未黑的时候, 此时天空已不再是蓝色, 可能呈白色或者红黄色, 因此以选择黑色为妥。

以上说的选择球皮颜色指的是白天或者在经纬仪中可以看到球影的时段所需要进行的工作, 如果是晚上, 小球观测因为经纬仪观测的是小球下面挂的灯笼, 因此对球皮颜色没有要求。

在实际工作中天空的情况是复杂的, 球皮颜色的选取也不能太过机械, 比如高空虽有 6 成高云, 但集中在半边, 而我们根据雷达测风记录、地面风向、天气情况判断小球进入云区的可能性很小, 就可以选择白色。

## 4. 结论

只要我们在观测前作好了经纬仪的各项准备工作, 懂得了选取球皮颜色的原理, 运用平时总结积累的理论知识和实操技能, 面对各种情况进行灵活处理, 就一定能提高观测速度和准确度, 从而获取最理想的探测数据和更丰富的高空气象资料。

## 参考文献

- [1] 敖振浪. L 波段探空雷达[M]. 北京: 气象出版社, 2017.
- [2] 李勇, 赵大庆. L 波段雷达故障维修手册[M]. 北京: 气象出版社, 2013.
- [3] 中央气象局. 高空气象观测手册[M]. 北京: 气象出版社, 1976.