高空风观测

高空风观测是指近地面层以上大气风场的探测通常用气球法测风，通常将飞升气球作为随气流移动的质点，用地面设备（经纬仪或雷达）跟踪气球的飞升轨迹，读取其时间间隔的仰角、方位角、斜距，确定其空间位置的坐标值，可求出气球所经过高度上的平均风向风速。高空风观测是[气象飞机探测](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%94%E8%B1%A1%E9%A3%9E%E6%9C%BA%E6%8E%A2%E6%B5%8B/12599321)、[气象火箭探测](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%94%E8%B1%A1%E7%81%AB%E7%AE%AD%E6%8E%A2%E6%B5%8B/3538759)、大气遥感探测的内容之一。

观测方法

1、根据气流对测风仪器的动力作用（压力的方向和大小）来测定各高度上的风向、风速．这类方法广泛用于测定地面风，测量高空风时，就需要使用升空装置将测风仪器（风杯、风标、风压管等）带到各个高度上，但在观测高度、观测时间上受到限制。

2、根据随气流飘动的物体在空中运动的轨迹，从而测定出风向、风速。这类方法称轨迹法，在高空观测中广泛采用，用来测风的飘浮物体，要求其惯性很小，没有相对于空气的水平运动的对象才能作为气流水平方向运动轨迹的[示踪物](https://baike.baidu.com/item/%E7%A4%BA%E8%B8%AA%E7%89%A9" \t "_blank)。示踪物在水平方向运动的方向和速度就是风向、风速需要指出的是，这样求出的风向、风速是某一时段或某一气层厚度内气流方向和速度的平均值。

高空风测量中使用的示踪物一般是灌满[氢气](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A2%E6%B0%94)的气球，即气球法测风。气球法测风是把气球看作随气流移动的质点，用仪器测量气球相对于观测点的角坐标、斜距或高度，确定它的空间位置和轨迹；根据气球在某时段内位置的变化，就可以简易地算出它的水平位移，从而求出相应大气层中的平均水平风向、风速。在气球的上升过程中，可测得它所经各高度上的风向、风速。1809年英国J.沃利斯和T.福雷斯特首创测风气球观测高空风。气球法测风常用[光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227" \t "_blank)、[无线电经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E7%BA%BF%E7%94%B5%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/5006301)、一次雷达和二次雷达，以及[导航](https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%BC%E8%88%AA)系统等。

1、根据气流对测风仪器的动力作用（压力的方向和大小）来测定各高度上的风向、风速．这类方法广泛用于测定地面风，测量高空风时，就需要使用升空装置将测风仪器（风杯、风标、风压管等）带到各个高度上，但在观测高度、观测时间上受到限制。

2、根据随气流飘动的物体在空中运动的轨迹，从而测定出风向、风速。这类方法称轨迹法，在高空观测中广泛采用，用来测风的飘浮物体，要求其惯性很小，没有相对于空气的水平运动的对象才能作为气流水平方向运动轨迹的[示踪物](https://baike.baidu.com/item/%E7%A4%BA%E8%B8%AA%E7%89%A9" \t "_blank)。示踪物在水平方向运动的方向和速度就是风向、风速需要指出的是，这样求出的风向、风速是某一时段或某一气层厚度内气流方向和速度的平均值。

高空风测量中使用的示踪物一般是灌满[氢气](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%A2%E6%B0%94)的气球，即气球法测风。气球法测风是把气球看作随气流移动的质点，用仪器测量气球相对于观测点的角坐标、斜距或高度，确定它的空间位置和轨迹；根据气球在某时段内位置的变化，就可以简易地算出它的水平位移，从而求出相应大气层中的平均水平风向、风速。在气球的上升过程中，可测得它所经各高度上的风向、风速。1809年英国J.沃利斯和T.福雷斯特首创测风气球观测高空风。气球法测风常用[光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227)、[无线电经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E7%BA%BF%E7%94%B5%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/5006301)、一次雷达和二次雷达，以及[导航](https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%BC%E8%88%AA)系统等。

## 气球法测风分类

### 光学经纬仪测风

有单经纬仪测风和双经纬仪测风两种。单经纬仪只能测定气球的角坐标（方位、仰角）。气球高度一是根据气球升速（决定于气球净举力、气球大圆周长和地面空气密度）和升空历经的时间来确定。但由于大气湍流、铅直气流速度和空气密度随高度变化等因素对气球升速的影响，这种方法确定的高度误差大，测风精度低，一般只在数千米高度以下使用。二是根据[无线电探空仪](https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E7%BA%BF%E7%94%B5%E6%8E%A2%E7%A9%BA%E4%BB%AA" \t "_blank)测得的气压、温度和湿度资料，通过计算推得高度。这种方法测风精度较高。用双经纬仪测风，是根据位于选定基线两端的两个经纬仪同步观测获得的角坐标值，通过几何图解或计算，得出各高度上的平均风向、风速。

[光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227)测风一般只适用于能见度好的少云晴天，夜间必须在气球上挂灯笼或其他可见光源，阴雨天气则只能在可见气球的高度内测风。

### 无线电经纬仪测风

它是利用无线电定向原理，跟踪气球携带的探空发射机信号，测得角坐标数据。气球所在的高度则由[无线电探空仪](https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E7%BA%BF%E7%94%B5%E6%8E%A2%E7%A9%BA%E4%BB%AA/725517)测量的温、压、湿值算出。因此[无线电经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E7%BA%BF%E7%94%B5%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/5006301)测风适用于全天候，但当气球低于无线电经纬仪最低工作仰角时，测风精度迅速降低。

### 雷达测风

一次雷达测风是雷达跟踪气球携带的无源反射靶，接收反射靶的反射信号来实现定位并计算风向、风速。二次雷达测风是跟踪气球携带的工作于应答状态的探空发射机信号来实现定位的。此法可以获取角坐标和斜距数据，从而计算出高空风，无需依赖无线电探空仪探测的温、压、湿数据计算气球高度。二次雷达测风当气球低于雷达最低工作仰角时，要放弃仰角数据。此外，[气象多普勒雷达](https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%94%E8%B1%A1%E5%A4%9A%E6%99%AE%E5%8B%92%E9%9B%B7%E8%BE%BE/2131911)更可测量云中流场的细微结构。

### 导航测风

利用导航系统来测定风。气球携带微型导航接收机，检出导航信号，并调制探空发射机将信号转发到地面而被接收，根据这些信号，可确定气球的轨迹，并计算出各相应高度上的风速和风向。船舶和飞机等活动观测平台通常使用导航测风。

光学经纬仪

光学经纬仪是水平度盘和竖直度盘均用光学[玻璃](https://baike.baidu.com/item/%E7%8E%BB%E7%92%83/287)制成的经纬仪。是用于测量学(surveying)中测量地平和垂直角度的一种仪器。它包括一架望远镜，目镜上的十字线用于对准目标。望远镜可沿水平轴和垂直轴转动。这些轴穿过两个圆形标尺。它有一个水平尺，当支在可调整的三角架上时，处于水平状态，能指示显示结果。

**中文名**

光学经纬仪

**外文名**

optical theodolite

**主要功能**

测量纵、横轴线

**主要应用**

平面控制网的测量

**级    别**

DJ1、DJ2、DJ6

**学    科**

测量学

## 目录

1. 1 [概念](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#1)
2. 2 [主要功能](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#2)
3. 3 [经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#3)
4. ▪ [概念](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#3_1)
5. ▪ [原理](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#3_2)
6. ▪ [主要参数](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#3_3)
7. 4 [分类](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#4)
8. ▪ [游标经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#4_1)
9. ▪ [光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#4_2)
10. ▪ [电子经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#4_3)
11. 5 [DJ6光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227#5)

## 概念

[编辑](javascript:;)

光学经纬仪是用于角度测量的仪器。我国生产的经纬仪用“DJ”表示，“D”为“大地测量”的“大”字的汉语拼音的首字母，“J”为“经纬仪”的“经”字的汉语拼音的首字母，紧跟其后的阿拉伯数字代表仪器的精度。经纬仪的精度用水平方向一测回中误差表示。例如：DJ6表示其一测回方向中误差为“6”的经纬仪型号，其他型号可为此类推。

## 主要功能

[编辑](javascript:;)

光学经纬仪的主要功能是测量纵、横轴线（中心线）、垂直度以及水平角度和竖直角度的控制测量等。光学经纬仪主要应用于机电工程建（构）筑物建立[平面控制网](https://baike.baidu.com/item/%E5%B9%B3%E9%9D%A2%E6%8E%A7%E5%88%B6%E7%BD%91/5212711)的测量以及厂房（车间）柱安装铅垂度的控制测量，用于测量纵向、横向中心线，建立安装[测量控制网](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E9%87%8F%E6%8E%A7%E5%88%B6%E7%BD%91/4953138)并在安装全过程进行测量控制。

## 经纬仪

[编辑](javascript:;)

### 概念

测量水平角和垂直角的仪器。英国人西森(Sisson)约于1730年首先研制，成型后，用于英国大地测量。1904年，德国开始生产玻璃度盘经纬仪。1920年，瑞士H.威特(H.Wild)等人制成世界上第一台Th1型光学经纬仪。随着电子技术的发展，60年代出现装有电子扫描度盘，在读数窗能自动显示水平度盘和垂直度盘读数的数字[电子经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191)。经纬仪主要部件有望远镜、度盘、水准器、读数设备和基座等。

### 原理

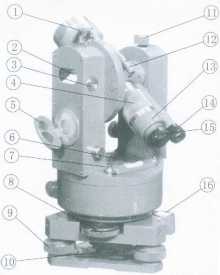
经纬仪是根据测角原理设计的。为了测定在O点的水平角AOB，必须在通过空间两方向线交点O的铅垂线上，水平地放置一个带有角度分划的水平度盘。竖直面OAA1与水平度盘的交线得到读数a，竖直面OBB1与水平度盘的交线得到读数b。b减a即为水平角A1O1B1值β。为了测定垂直角，竖放一个垂直度盘，在垂直度盘上读取视线OA的读数，即可读得目标方向的垂直角值δ。

### 主要参数

经纬仪按精度指标划分为若干等级。精度指标以野外一测回的水平方向中误差表示。中国1982年颁发的经纬仪系列标准(GB3161-82)将经纬仪分为DJ07、DJ1、DJ2、DJ6和DJ30五个等级。以DJ2、DJ6为例，一测回水平方向中误差分别为2″和6″；望远镜放大倍数分别不小于28倍和25倍；照准部水准器角值分别为20″/2mm和30″/2mm；垂直度盘指标补偿范围为±2′；水平度盘刻划直径不小于90mm；垂直度盘刻划直径不小于70mm；水平读数最小值分别为1″和60″。

## 分类

[编辑](javascript:;)

[](https://baike.baidu.com/pic/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227/0/969cbf444bcd2b98b3b7dc31?fr=lemma&ct=single)图1

按物理特性划分，经纬仪经历了机械型、光学机械型和集光、机、电及[微电子技术](https://baike.baidu.com/item/%E5%BE%AE%E7%94%B5%E5%AD%90%E6%8A%80%E6%9C%AF/3683308)于一体的智能型三个发展阶段，各阶段的标志性产品分别为**游标经纬仪**、**光学经纬仪**和**电子经纬仪**，目前主要使用的是光学经纬仪和电子经纬仪。光学经纬仪利用集合光学的放大、反射、折射等原理进行度盘读数；电子经纬仪利用的物理光学、电子学和光电转换等原理显示度盘读数，电子经纬仪是现代高科技高度集成的产品。如图1所示

按测角精度划分光学经纬仪有**DJ1、DJ2、DJ6**等级别，DJ6为“大地”、“经纬仪”的首字母汉语拼音缩写，1、2、6分别为该经纬仪一测回方向观测中误差(以秒为单位)。[1]

### 游标经纬仪

水平度盘、坚直度盘以及游标盘都由金属制成，利用游标尺读取度盘上不满一整分划的读数。在水平度盘和游标盘上，都设有制动和微动螺旋，使两个圆盘都能转动，以便用复测法(见水平角测量)观测水平角，因此游标经纬仪属于复测经纬仪。

### 光学经纬仪

水平度盘和坚直度盘均用[光学玻璃](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%8E%BB%E7%92%83/1254574)制成。读数设备由比较复杂的光学系统组成。通过读数系统，把两个度盘的分划影象或度盘对径分划影象呈现在同一[读数显微镜](https://baike.baidu.com/item/%E8%AF%BB%E6%95%B0%E6%98%BE%E5%BE%AE%E9%95%9C/2548256)内。其测角设备的测微方式有显微带尺光学测微器，单玻璃平板光学测微器和符合读数光学测微器等。光学经纬仪的读数显微镜就在望远镜的目镜旁边，便于观测者读数。近年光学经纬仪的光学系统和机械结构有很大改进，例如采用正象望远镜;快调焦、慢调焦机构；同轴制动微动机构；度盘读数数字化;用带有分划尺的读数显微镜；两个度盘影象呈现不同颜色;粗、精配置度盘机构以及竖盘指标自动归零装置等。

### 电子经纬仪

测角设备采用了编码度盘、光栅度盘、电栅度盘或记时测角度盘，实现了电子数字化自动测角。

(1)编码度盘是刻有编码的圆形玻璃度盘。编码图形是由一组排列在度盘上具有相邻的透明区和不透明区的同心圆所组成。在每一圈码道的一边安放光源，另一边装有[硅光电池](https://baike.baidu.com/item/%E7%A1%85%E5%85%89%E7%94%B5%E6%B1%A0)或光电二极管。光源发射的光线，在透明区光线可通过，被[光电二极管](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E7%94%B5%E4%BA%8C%E6%9E%81%E7%AE%A1)接收，有电流产生为“1”；在不透明区光线被遮住，无电流产生为“0”。于是，观测角度就能够通过所有码道上的读数头测量，以二进制形式输入微处理机处理后用十进制数字输出。由于采用编码图形形式不同，分为二进制码、循环码(格雷码)和矩阵码。二进制码和循环码的码道数等于输出二进制的位数，位数越高，码道的圈数就越多，码道上排列的光电二极管就越多，但这将受到电子经纬仪外形尺寸的限制。为了克服这一缺点，采用测微装置来提高测角系统的分辨率。

(2) 光栅度盘是在玻璃度盘表面上刻制许多均匀分布的透明和不透明的等宽度间隔的栅线的圆分度元件。电子经纬仪上用的光栅度盘的栅线都是辐射状的直线。当两块光栅度盘面对面叠合，并使它们的栅线有微小交角时，就可以看到明暗相间的粗条纹，称为莫尔条纹。当光栅相对于固定光栅转动时，莫尔条纹沿着角平分线由里向外移动，莫尔条纹通过某参考点的数目和速度与光栅线通过该点的数目和速度相应。因此，测量莫尔条纹移过的条纹数目即可知道光栅的移动距离(转角)。光栅度盘实际上是一个[增量编码器](https://baike.baidu.com/item/%E5%A2%9E%E9%87%8F%E7%BC%96%E7%A0%81%E5%99%A8/7281771)，它也采用测微装置来提高测角系统的分辨率。

(3)电栅度盘是一种用于测量角度位移的传感器，利用两个平面绕组的互感随角度位移而变化的原理制造的。它不需要光学系统，结构简单。它具有纯正弦交流工作状态，可以应用成熟的测相技术进行高倍数电子细分。

(4)计时测角度盘是通过测量两个“时间”标志的间隔来测量角度。在计时测角装置内，有一个恒速旋转系统和一个测量转角α所需时间t的测时系统。恒速旋转系统由石英振荡器分频控制的[同步电机](https://baike.baidu.com/item/%E5%90%8C%E6%AD%A5%E7%94%B5%E6%9C%BA/6468631)驱动，测时系统也用石英振荡器分频获得时间基准。[2]

## DJ6光学经纬仪

[编辑](javascript:;)

**DJ6光学经纬仪是一种广泛使用在地形测量、**[工程测量](https://baike.baidu.com/item/%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E6%B5%8B%E9%87%8F)及矿山测量中的光学经纬仪

右图2所示中个部分为以下名称:

1.指标水准器观察镜

2.竖盘指标水准器

3.指标水准器改正护盖

4.望远镜调焦圈

5.读数照明反光镜

6.照准部水准器

7.校正螺钉

8.换盘手轮

9.脚螺旋

10.防扭簧片

11.望远镜制动器

[](https://baike.baidu.com/pic/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227/0/4e0b3ea4f2f47bed9152ee57?fr=lemma&ct=single)图2

12.粗瞄准镜13.分划板改正护盖

14.读数显微镜目镜

15.望远镜目镜

16.圆水准器

17.磁针差榫(单配)

18.望远镜微动手轮

19.水平微动手轮

20.水平制动手轮

21.三角座

22.指标水准器微动手轮

23.光学对点器目镜

24.底座制紧螺钉

电子经纬仪

经纬仪是一种常规的测量仪器，电子经纬仪是集光、机、电、计算为一体的自动化、高精度的光学仪器，是在[光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227)的电子化智能化基础上，采用了电子细分、控制处理技术和滤波技术，实现测量读数的智能化。可广泛应用于国家和城市的三、四等三角控制测量，用于铁路、公路、桥梁、水利、矿山等方面的工程测量，也可用于建筑、大型设备的安装，应用于地籍测量、地形测量和多种工程测量。

**中文名**

电子经纬仪

**外文名**

electronic theodolite

**学    科**

测绘科学与技术

**分类应用**

工程测量

**应    用**

军事、建设等诸多行业

**相关学科**

光、机、电、计算机

## 目录

1. 1 [仪器简介](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191#1)
2. 2 [发展情况](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191#2)
3. 3 [结构](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191#3)
4. 4 [特点](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191#4)
5. 5 [技术改进](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191#5)

## 仪器简介

[编辑](javascript:;)

经纬仪是一种常规的测量仪器，广泛应用于军事、建设等诸多行业。电子经纬仪是集光、机、电、计算为一体的自动化、高精度的光学仪器，是在[光学经纬仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/6457227)的电子化智能化基础上，采用了电子细分、控制处理技术和滤波技术，实现测量读数的智能化。 电子经纬仪既可单独作为测角仪器完成导线测量等测量工作，又可与[激光测距仪](https://baike.baidu.com/item/%E6%BF%80%E5%85%89%E6%B5%8B%E8%B7%9D%E4%BB%AA/2844416)、电子手簿等组合成全站仪，与[陀螺仪](https://baike.baidu.com/item/%E9%99%80%E8%9E%BA%E4%BB%AA/84317)、[卫星定位仪](https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%AB%E6%98%9F%E5%AE%9A%E4%BD%8D%E4%BB%AA)、激光测距机等组成炮兵测地系统，实现边角连测、定位、定向筹各种测量。在采用点阵式双面双排液晶显示和标准的（[RS232](https://baike.baidu.com/item/RS232)、[RS485](https://baike.baidu.com/item/RS485)、[USB2.0](https://baike.baidu.com/item/USB2.0) 和最近发展起来的篮牙技术等）通讯接口后，既可直接读数，同时又可实现数据通讯。电子经纬仪能够实现数据的液晶显示，误差补偿，尤其是对仪器本身工艺上所产生误差进行补偿和校正，使电子经纬仪测量时，能够以较少的测量前期工作达到较高的精度，大大减轻了测量作业量。电子经纬仪对误差的修正和测量是通过按键设定和操作来实现的。[1] 

## 发展情况

[编辑](javascript:;)

[微电子技术](https://baike.baidu.com/item/%E5%BE%AE%E7%94%B5%E5%AD%90%E6%8A%80%E6%9C%AF/3683308)和计算机技术的迅速发展，给传统的测绘技术和[测绘仪器](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E7%BB%98%E4%BB%AA%E5%99%A8)带来了很大的冲击，使测绘仪器的发展产生了革命性的变化，电子经纬仪也是其中之一。 在国外电子经纬仪的研究和试制大约要追溯到六十年代末和七十年代初，美国K&E公司试制了第一台数字经纬仪，其后又有一些经纬仪生产厂家也试制出电子经纬仪样机。但是，由于当时技术条件等原因的限制，电子经纬仪的性能与传统的光学经纬仪相比并没有太多的改进，如无计算能力等。而且体积又比较庞大，耗电多，成本高，价格十分昂贵，超出光学经纬仪几倍甚至几十倍的价格。 但是，电子经纬仪的出现和推广正如其它电子产品一样，具有强大的生命力。

进入八九十年代以后，随着微电子技术和计算机技术的日趋完善，以及元器件集成度的大大提高，情况发生了很大的变化。从整机来看，电子经纬仪的体积和重量与光学经纬仪相差不多，用电量减少，成本大幅度下降，价格降低。目前在日本一台电子经纬仪的价格还略低于光学经纬仪。但电子经纬仪的性能及功能却大大增强。由于电子经纬仪采用了电子细分或光电细分技术以及码盘技术，缩小了电子度盘的尺寸，简化了生产工艺，提高了测量精度。电子经纬仪只需通过简单的按键操作，就可自动地进行所需的测量和计算，并将数据清晰地显示出来。通过机内的传感器系统可自动地修正和补偿各轴系误差，提高测量精度。同时还配有测距联用接口和联用功能，以及数据输出接口，可与红外测距机联用，构成组合式电子速测仪，一次观测就可获得所要的距离角度以及归算结果等测定值。而且测量值可通过数据输出接口自动地记录到电子手薄上，既简化了作业又减少了读数误差和记录误差，从而实现了野外测量到室内数据处理过程的自动化，减轻了体力劳动，缩短了测量时间，深受使用者欢迎。 在我国，总体情况来看，电子经纬仪在我国的发展还处于初期，许多单位和科研机构已经研制和生产经纬仪，采用了当前电子经纬仪中使用的先进技术，研制的各类电子经纬仪精度也大有发展，但是由于种种原因，总体上还是比西方国家，特别是日本、瑞士等经纬仪强国还有很大差距。主要在于精度和自动化程度上仍有待于加强。[1]

## 结构

[编辑](javascript:;)

光学经纬仪和电子经纬仪测量的原理和结构上有所不同。如图《光学经纬仪和电子经纬仪》所示，光学经纬仪有以下部件组成：1、望远镜，2、照准部，3、度盘,4、测微器系统，5、轴系,6、水准器，7、基座及脚螺旋，8、光学对点器

几大部分组成； 电子经纬仪有以下部件组成：1、望远镜，2、照准部，3、光栅盘或光学码盘,4、测微器系统，5、轴系,6、水准器，7、基座及脚螺旋，8、光学对点器，9、读数面板几大部分组成。

[](https://baike.baidu.com/pic/%E7%94%B5%E5%AD%90%E7%BB%8F%E7%BA%AC%E4%BB%AA/1758191/0/3b87e950352ac65cbf24f50bf0f2b21193138aa1?fr=lemma&ct=single)光学经纬仪和电子经纬仪

## 特点

[编辑](javascript:;)

电子经纬仪型号众多，有相同的特点如下：

1、仪器横轴和竖轴采用相同的合金钢制造的密珠式轴系，轴与轴套之间是螺旋形排列的滚珠，采用轻压过盈配合。其间隙为零，它的误差仅仅是加工形状误差，因此这样轴系具有精度高，温度影响小，低温转动灵活，抗震性能好，不易卡死，寿命长等特点，从而保证仪器的可靠性和稳定性。

2、光栅条数少(水平盘的光栅条数仅 6480 条)，因此降低结构的技术要求，从而增大仪器的稳定性，提高仪器抗振能力。

3、具有自动修正功能，能修正仪器指标差、视准轴误差值和横轴误差，从而提高仪器精度。

4、电路板小，采用信号自动平衡数字电路，实现电调自动化，增强仪器可靠性。

5、耗电小，工作电流低。

6、采用激光对中，对中醒目、清晰，使用方便。

7、有全站仪操作功能。

8、角度有三种表示形式：60 进制，400 进制，6000 制密位。特别是密位制可供部队使用。

## 技术改进

[编辑](javascript:;)

1、将指标水准器改为竖盘指标自动补偿器，提高了竖直角的观测速度与准确性；

2、轴系也有很大的改进，使轴系变得轻便灵活，同时稳定可靠；

3、望远镜也由[倒像望远镜](https://baike.baidu.com/item/%E5%80%92%E5%83%8F%E6%9C%9B%E8%BF%9C%E9%95%9C/15643640)改成了[正像望远镜](https://baike.baidu.com/item/%E6%AD%A3%E5%83%8F%E6%9C%9B%E8%BF%9C%E9%95%9C/15655804)；

4、使用光栅盘或光学码盘，用光电转换元件接收信号，经数据处理后实现水平角和

竖直角读数自动显示和记录。[1]

**决定电子经纬仪精度的因素**

由于加工工艺等方面的原因，电子经纬仪精度主要由下面的因素决定:

1、成像误差：望远镜成像质量包括望远镜鉴别率和像差，望远镜调焦时视轴变动误差；

2、轴系误差：其中包括轴的制造准确度、轴与轴之间的间隙、竖轴与横轴的垂直度、视准轴与横轴的垂直度、竖轴不铅垂、照准部旋转正确性等；

3、偏心差：偏心差包括照准部偏心差、水平度盘偏心差、竖直度偏心差；

4、竖盘指标自动补偿器的补偿准确度；

5、码盘或光栅盘的准确度和测微光栅的分划误差；

6、仪器基座的稳定性；

7、电器元件的可靠性；

8、相位的正交性。

高空风

近地面层以上大气层中的风。

**中文名**

高空风

**外文名**

upper wind

**相关术语**

高空风观测

**学科分支**

天气学

## 目录

1. 1 [描述](https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%A3%8E/5002844?fr=aladdin#1)
2. 2 [探测](https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%A3%8E/5002844?fr=aladdin#2)
3. 3 [误差来源](https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%A3%8E/5002844?fr=aladdin#3)

## 描述

高空风是指地面上空各高度的空气水平运动。空气水平运动的大小即风速，通常用“m/s”表示；空气水平运动的来向称为风向，以正北为0°，顺时针方向增大的角度，用“°”表示。

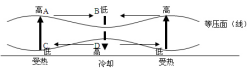
[](https://baike.baidu.com/pic/%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%A3%8E/5002844/0/ca1349540923dd54260dbf25d409b3de9c824804?fr=lemma&ct=single)高空风最终与等压线平行

图1 高空风最终与等压线平行

## 探测

测量近地层以上大气的物理、化学特性的方法和技术，称为高空气象探测。高空气象探测以测定大气各高度上的温度、湿度、气压、风向、风速为主，其他还有一些特殊项目，如大气成分、臭氧、辐射、大气电等。高空风探测是高空气象探测的主要内容之一。

高空风也可采用像地面风一样的方法通过将测风仪器安装在空基平台上进行探测。但通常是利用示踪物随空气运动的轨迹来进行探测，或者利用多普勒效应进行遥感探测。气球探风是把气球看作是气流移动的质点，用仪器测量气球相对于观测点的空间坐标位置，确定气球的空间位置与运动的轨迹；根据气球在某段时间内位置的变化，计算出它的水平位移，从而计算出相应大气层中的平均风向和风速。[1]

测量近地面直至30千米高空的风向风速。通常将飞升气球作为随气流移动的质点，用地面设备（经纬仪或雷达）跟踪气球的飞升轨迹，读取其时间间隔的仰角、方位角、斜距，确定其空间位置的坐标值，可求出气球所经过高度上的平均风向风速。根据地面测风设备不同，分为如下几种：

（1）经纬仪测风

有单经纬仪测风和双经纬仪测风两种。单经纬仪只能测出气球的仰角和方位角，气球高度由升速和施放时间推算。气球升速是根据当时空气密度、球皮等附加物重量计算出气球净带力，按照净举力灌充氢气来确定。但由于大气湍流和空气密度随高度变化，以及氢气泄漏等因素的影响，气球升速不均匀导致高度误差大，测风精度低。在配合探空仪观测时，气象站用探空仪测得的温度，气压、湿度资料计算出气球高度。双经纬仪测风是在已知基线长度的两端，架设两架经纬仪同步观测，分别读出气球的仰角、方位角，利用三角法或矢量法计算气球高度和风向风速。经纬仪测风只适用于能见度好的少云天气，夜间必需配挂可见光源，阴雨天气只能在可见气球高度内测风。

（2）无线电经纬仪测风

无线电经纬仪测风系统无线电经纬仪测风系统利用无线电定向原理，跟踪气球携带的探空仪发射机信号，测得角坐标数据，气球高度则由探空资料计算得出。因此无线电经纬仪适用于全天候，但当气球低于其最低工作仰角时，测风精度将迅速降低。

[](https://baike.baidu.com/pic/%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%A3%8E/5002844/0/0df3d7ca7bcb0a46e25b90746e63f6246b60af05?fr=lemma&ct=single)

图2 无线电经纬仪测风系统

（3）雷达测风

是利用雷达测定飞升的气球位置。它不仅测定气球的角坐标，而且能测定气球与雷达的距离，即斜距。由仰角、方位角、斜距计算高空风。雷达测风法又可分为一次雷达测风法和二次雷达测风法。前者是利用气球上悬挂的金属反射体反射雷达发射的脉冲信号，测定气球角坐标和斜距；后者利用气球悬挂的发射回答器，当发射回答器受雷达发射的脉冲激励后产生回答信号，由回答信号测定气球角坐标和斜距。显然，在相同的发射功率下，二次雷达比一次雷达探测距离更远，可测更高的高空风。但随着技术的发展，发射功率已不是大的技术障碍时，着眼于提高测风精度和经济效应等方面，一次雷达测风也有其独特优势。

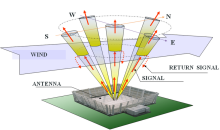
[](https://baike.baidu.com/pic/%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%A3%8E/5002844/0/d788d43f8794a4c2e355fc660bf41bd5ad6e390c?fr=lemma&ct=single)

图3 无线电低空测风雷达

（4）导航测风

利用导航系统来测定风。气球携带微型导航接收机，检出导航信号，并调制探空发射机将信号转发到地面而被接收，根据这些信号，可确定气球的轨迹,并计算出各相应高度上的风速和风向。如图所示,任意甲、乙两个导航台的导航信号在空间某点被接收时存在时间差，对应不同的等时间差，构成空间一组双曲线族（实线）；同理甲、丙两个导航台的导航信号，在空间任意点接收到的等时间差，也在空间形成另一组双曲线族（虚线）。气球在空间某点测得甲、乙两台的时间差，可以确定它位于一根相对应的双曲线l1上。同时测得甲、丙两台的时间差后，也可以找到位于另一根相对应的双曲线l2。l1和l2两根双曲线的交点P，便是气球的地理位置。根据各时段气球理地位置的水平位移即可计算出高空的风速和风向。至于气球的高度则由气球上的无线电探空仪测定。船舶和飞机等活动观测平台通常使用导航测风。

（5）卫星测风

从20世纪60年代开始,气象卫星探测的高空风场(见[卫星测风](https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%AB%E6%98%9F%E6%B5%8B%E9%A3%8E))，为观测站稀少地区提供了资料。

## 误差来源

高空风探测误差来源于两部分：一是对气球运动的不完全跟踪引起的误差；二是气球的运动与实际大气运动之间的差异造成的误差。气球相对于大气的运动由气流尾流导致产生涡流，这种误差在日常业务观测中并不重要。不完全跟踪引起的误差是高空风探测误差的主要来源。由于定位跟踪设备的不同，所引起的探测误差也是不同的。