



输电线路限距 及弧垂测量

王守礼著

水利电力出版社



輸電線路設計

反饋控制

王中良

電力出版社

內 容 提 要

本書主要說明輸電綫路限距及弧垂的測量方法；輸電綫路附近危險樹木高度的測量；各種測量儀器的使用方法以及對測量結果的判斷等問題。

本書寫得仔細，淺顯易懂，不僅能幫助輸電綫路運行、維護人員更熟練地掌握限距及弧垂的測量方法；同時對工人同志學習技術也有很大的幫助。

輸電綫路限距及弧垂測量

王 守 胤 著

*

1939D557

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可証出字第105號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 2 印張 * 46千字

1959年3月北京第1版

1959年3月北京第1次印刷(0001—4,070冊)

統一書號：15143·1533 定價(第9類)0.23元

序

輸電綫路在运行过程中，导綫对地或建筑物安全距离由于綫路附近有新建的铁路、公路、电力綫、电訊綫以及房屋建筑等，使原設計的安全距离改变；此外由于檢修时改变了杆塔高度或导綫位置以及杆塔傾斜等原因都会使弧垂及安全距离发生变化。当安全距离不够时会造成人身或設備损坏事故，当弧垂过小时会使导綫受过大的应力而断綫，故必須經常地进行檢查和測量。

輸電綫路的断綫及因安全距离不够而造成的事故是很多的，对整个国民經济造成的損失也是很大的。因为輸電綫路发生事故以后，大量的电力就不能送給工业企业，以致影响它們的正常生产。那么怎样才能保証輸電綫路的安全运行呢？关于保証綫路安全运行的方法是很多的。但主要的方法就是要設法使弧垂和安全距离保持在規程的要求和設計的規定范围以內。因此必須經常的作好正确的測量和檢查，并在測量以后做出完整的記錄，把不合要求的立即加以处理。这就能在一定程度上防止輸電綫路的事故。

本書的內容主要是說明輸電綫路限距及弧垂的測量方法；輸電綫路附近危險树高的測量；各种測量儀器的使用方法以及对測量結果的判断等。目的在于帮助輸電綫路运行維護及施工人員更熟練地來掌握限距及弧垂的測量方法。

作者初次編写这本小冊子，錯誤和不完善的地方无疑是存在的，我誠懇的希望讀者提出批評和指正。

本書承王汇川工程師及技術員秦褒賢同志耐心校核，特此對他們表示謝意。

作者

目 录

第一章 概述	3
第一节 限距及弧垂的定义	3
第二节 限距及弧垂测量的一般概念	4
第二章 测量限距及弧垂的仪器	5
第一节 经纬仪	5
第二节 裘彼尔斯测限仪器	9
第三节 柯兹洛夫限距测量仪	10
第四节 杜特庚氏高度计	10
第五节 袖珍测高器	11
第六节 简易测高器	13
第七节 携带型测高器	17
第三章 输电线路限距的测量	19
第一节 导线对地距离的测量	19
第二节 交叉线路导线间垂直距离的测量	25
第三节 水平限距的测量	27
第四节 由于温度改变对跨越距离之影响	27
第五节 限距测量的注意事项	28
第六节 限距测量及跨越距离检查报告表	29
第四章 输电线路弧垂的测量	31
第一节 导线悬挂点在同一高度时的测量法	31
第二节 导线悬挂点不在同一高度时的测量法	34
第三节 紧线及弧垂观测注意事项	44
第四节 观测弧垂用之横板	45
第五节 弧垂测量报告表	46
第五章 杆塔高度及线路两侧危险树高的测量	47
第六章 架空避雷线保护角的测量	53
第七章 测量结果的判断	56
第一节 限距测量结果的判断	56
第二节 弧垂测量结果的判断	58
第八章 高度测量的应用图表	60

第一章 概 述

第一节 限距及弧垂的定义

1. 限距 限距是架着的导线或架空避雷线与大地之间的最小垂直距离或与位于导线下面的建筑物之间的垂直距离(图1及图2), 又导线与电杆本体之间的距离, 导线与架空避雷线之间的距离等。

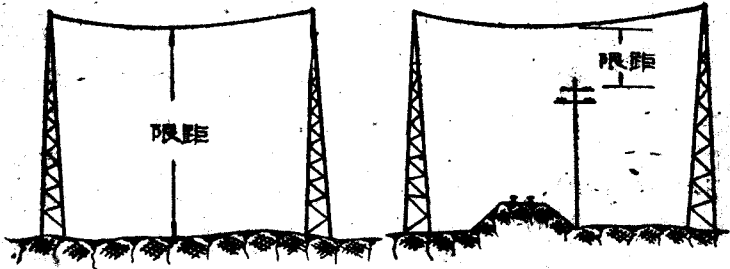


图1 导线距大地的限距 图2 电力线与通讯线互相交叉的限距

2. 弧垂 导线的支架点在同样高度时(图3), 其连接两支架点的水平线, 与导线最低点的垂直距离, 称为送电线的弧垂 f 。导线的支架点不在同样高度时(图4), 其弧垂可分为两个, 等于导线的两个不同的支架点至导线最低点的两个垂直距离。

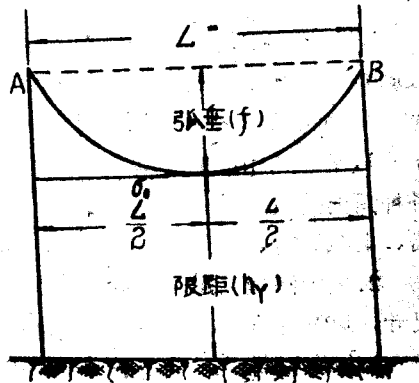


图3 当导线悬挂点高度相等时, 档距中线路的主要特征

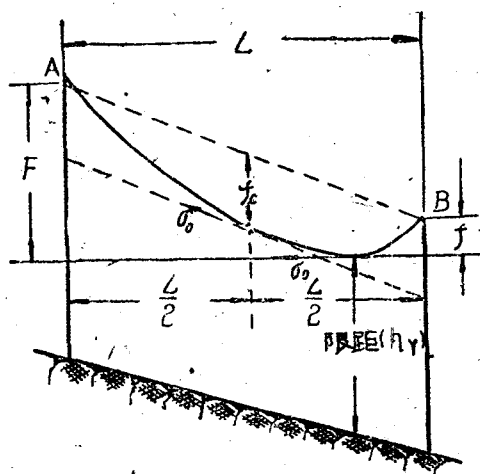


图4 当导线悬挂点高度不等时，档距中线路的主要特征

在此种情况下，对导线较高悬挂点的弧垂 F 和对导线较低悬挂点的弧垂 f 是有区别的。

当导线悬挂点不在同一水平时，为了观测弧垂方便起见，可斜向观测（如图4）。此时观测所得之弧垂为 f_c 。 f_c 为斜向观测时导线中点的弧垂。

第二节 限距及弧垂测量的一般概念

架设输电线路时，一般都遵守设计所要求的各种限距及导线弧垂。但在运行过程中，所要求的限距可能受到破坏；其最常发生这种情形的原因有下列几点：

1. 未经过相应的协议，便在输电线路导线下面或附近进行各种新的建设或改建原有的建筑物，其中包括各种建筑物、道路、电讯线路、电灯线路、路基及其他等等；
2. 进行修理工作时移动了输电线路的杆塔或改变了杆塔的尺寸，以及变更了绝缘子串的长度；
3. 杆塔歪斜了，导线松了和失于调整；
4. 运行日久，导线拉长；
5. 由于相邻各档内荷重不均匀，导线在悬垂线夹内滑动。

因此，必須經常地觀察各種限距的情況，使其合于正常的標準數值。綫路上的巡綫工以及技術人員，在巡視綫路時，以“眼力”來檢查所有限距，同時應注意可能使限距發生變更的原因，如果懷疑某些限距不合乎規定時，需要進行測量。如果使用卷尺、水平尺或相當長的木杆或木棍直接測量各種限距時，僅可以在斷開電源的綫路上進行，所以，檢查承力（耐張）、轉角、換位等杆塔跳綫方面的導綫限距工作，一般均是在斷開電源的綫路上直接登杆檢查。檢查導綫弧垂及跨越和交叉地方與各種建築物之間的限距（特別是高壓綫路互相交叉時和與電訊綫路或照明綫路交叉時），一般均不斷開綫路，而是在帶高壓電的導綫的危險距離以外，採用特種測角儀器——經緯儀和在某一距離以外測量限距用的專門儀器來測量限距和導綫弧垂。

經緯儀是測量儀器中一種準確的儀器，使用經緯儀不需用複雜的使用方法和特種計算就能測得限距，而其準確度又是比較高的。

限距的檢查（測量）工作，通常均不在限距最小的情況下進行，所以在所測得的限距數值上還要加上一個校正數，確定這校正數的方法是計算，或是使用專用的圖表。

第二章 測量限距及弧垂的儀器

第一節 經緯儀

經緯儀的用途很廣，既可測量水平角，又可測定垂直角。至于距離一項，也可用經緯儀的視距綫來測量。經緯儀因附有磁針，所以它可以當作羅盤儀用。又因望遠鏡下常附有水準管，所以它可代替水準儀來測定地面的高低。此外，关于天文及工

程測量方面也都需要它，由此可見，只要有經緯儀，就可以進行各種測量工作，因此經緯儀又叫做萬能測量儀。

普通經緯儀(圖5)之構造分為三大部分：

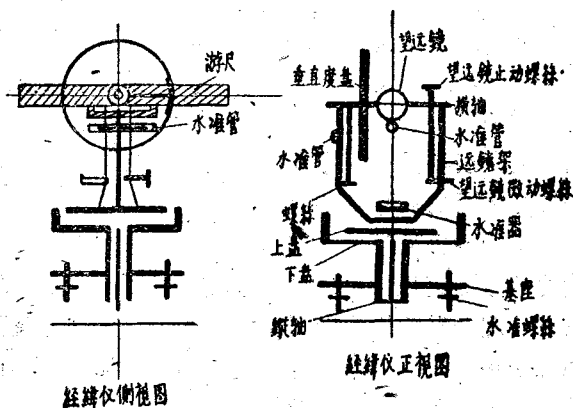


图5 經緯儀

1. 上盘——望遠鏡附在上盘。当轉动望遠鏡时，上盘随之而轉，并裝有游尺；

2. 下盘——有刻度；

3. 基座——固定于三足架上，基座上有三只螺絲，也有四只螺絲的，用以旋平度盤，上盘与下盘之間，有一上盘止动螺絲，它的旁边附一微动螺絲，当使用上盘微动螺絲时，必須將上盘止动螺絲旋紧，否則微动螺絲之轉动，即將失其效用。下盘与基座之間亦有一下盘止动螺絲，其旁亦附一微动螺絲，在望遠鏡架上橫軸的旁边也有一望遠鏡止动螺絲，其下有一微动螺絲。

其他附着于經緯儀上的物件，介紹于下：

1. 水准管——一种大的水准管附在望遠鏡的下面；另有兩

个小的水准管装在上盘上面，彼此互成直角；

2. 罗盘仪盒内附磁针；

3. 直立度盘——与望远镜相連，并与其同时动作，另有游尺一只，固定在鏡架的上面；

4. 錘球。

在图 6a 里可以看到刻有刻度分划的水平度盘 4，上盘 5，上盘止动螺絲 9 与微动螺絲 10，同时也可以看到水平度盘的止动螺絲 18 与微动螺絲 19，而这个水平度盘是可以轉动的。除此以外，在这种仪器上还有很多的补充設

备：垂直度盘 20，望远镜水准管 21，两个水准管 22，带有磁針的罗盘 23，这些設備在简单經緯仪上是沒有的。

前面所講过的經緯仪，其水平度盘和上盘，垂直度盘和游标盘

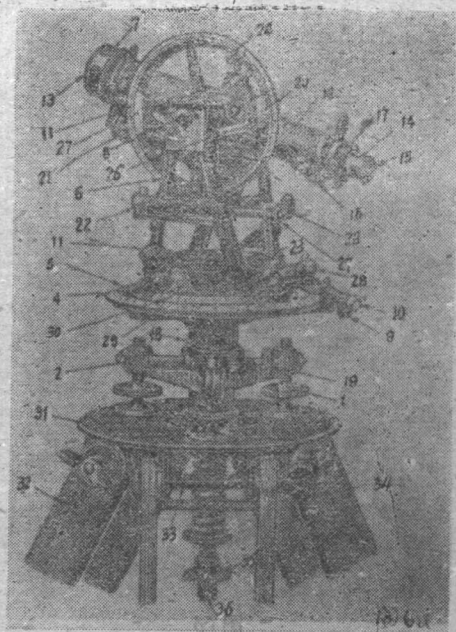


图 6a 表示复杂的复測經緯仪

1—脚螺絲；2—軸座；3—水平度盘軸承(图中未示出)；4—水平度盘；5—上盘；6—望远镜支架；7—望远镜；8—橫軸；9—上盘止动螺絲；10—上盘微动螺絲；11—放大鏡；12—物鏡筒；13—物鏡；14—目鏡筒；15—目鏡；16—齿輪螺絲；17—十字絲环；18—水平度盘止动螺絲；19—水平度盘微动螺絲；20—垂直度盘；21—望远镜水准管；22—水准管；23—罗盘；24—望远镜止动螺絲；25—望远镜微动螺絲；26—垂直度盘的游标盘；27—垂直度盘的游标盘微动螺絲；28—水准器；29—上盘照明片；30—游标指标；31—三脚架头；32—三脚架腿；33—三脚架腿螺絲；34—蝶形螺絲帽；35—連接螺絲；36—錘球挂鈎。

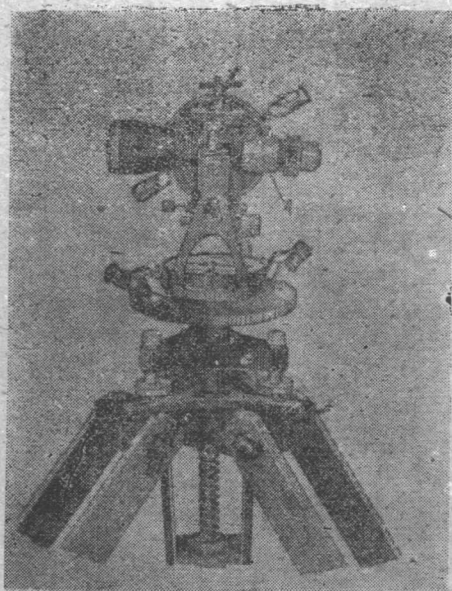


图 66

都是暴露的，因此在它們上面就容易落着灰尘、砂子、雨、雪等等。这些对仪器是极为有害的。

为了防止仪器受到外界的影响起见，尽量将仪器一切最重要的部分，用金属外套遮盖起来。

这样如图 66 中所示的“Геофизика”厂出品的经纬仪，在它的水平度盘、上盘、垂直度盘和游标盘上都盖着外套，但是为了读数起见，留下了盖有玻璃的

小窗。

此外，为了防止这种经纬仪的望远镜受到灰尘和潮气起见，望远镜便不用能够移动的目镜筒而用内对光式；为了保护十字环，也用一附加的环圈将其遮盖起来，甚至在脚螺絲上也都加上遮罩。

蔡司及维尔德等型式的经纬仪，它们的垂直度盘和水平度盘都是密封的，读取角度时，系由反光镜将光线反射入内，使垂直度盘及水平度盘明亮，以便观测者能从镜架左边的显微镜目镜看到两个度盘的读数。

第二节 裘彼尔斯测限仪器

裘彼尔斯测限仪器装設在三脚架上，它由三个鉄尺、光管和水平仪組成；三个鉄尺形成直角三角形。測量所必須得知的垂直距离(限距)时，按相似三角形方法进行。两个相似三角形之中的一个三角形，是由三个距离所組成：仪器設立地点至所測限距間的距离(底綫)，所求高度，朝向所測限距上点的光管視綫的长度。另一个三角形的組成部分是三个鉄尺：順着底綫的水平(橫)的鉄尺，与所測高度平行的垂直(縱)的鉄尺，与光管平行并硬性相連的可动斜尺(图 7)。

如果根据水平仪先将限距測量仪定好，然后按着一定的比例尺在水平的鉄尺上划出底綫(例如按 1 公尺 = 1 公分的比例划出底綫来)，并在这底綫的終点定好垂直的鉄尺，再将光管朝向所測限距(高度)的上点时，那么可动斜尺在垂直鉄尺上指出一个交点来，而且在这垂直鉄尺上从交点至底綫的高度在同一比例尺下也。就指明了所測点高于限距測量仪

的高度；为了求得所測点距地面的高度，需要在所測得的高度上加上限距測量仪水平視綫距被測点地面的高度，这一高度求得的方法，仍是用測量仪以水平瞄准方法观测在測量地方所設測尺的讀数而得到。

測量限距时，一般均是将測量仪設置在距所測限距 20 公尺的地方(底綫长 20 公尺)，該測量仪的准确度为 5 公分。

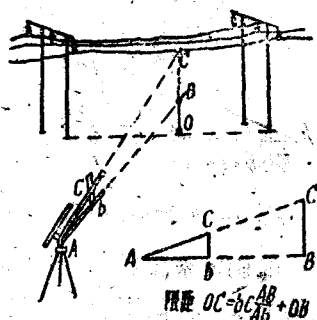


图 7 - 裘彼尔斯限距測量仪的測量示意图

第三节 柯兹洛夫限距测量仪

柯兹洛夫限距测量仪由支架和水平仪组合而成(图8);在支架上固定着瞄准管,这瞄准管可以在垂直面上转动,垂直面上有一个带刻度的弧形尺,尺本身则固定在瞄准管上。测量高度(限距)的方法,是借助于三角公式:直角三角形的高度 h 等于它的底边 b 乘以底边与斜边所形成的角的正切 $\tan\alpha$ 。

$$h = b \tan \alpha.$$

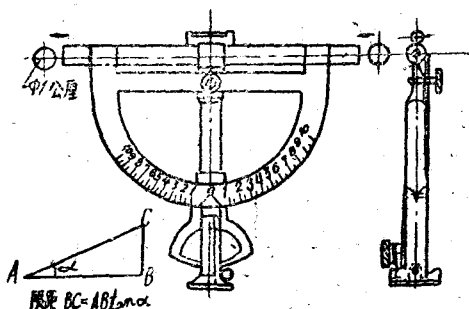


图8 测量限距用的柯兹洛夫测量仪

在测量仪的弧形尺上,标志着瞄准管转动时与水平位置所形成的角的正切。

高度(限距)的测量方法如下:将测量仪设置在离所测限距10~30公尺的地方,并用水平仪将它整定

好,准确地来测量这一距离——所谓底线,用瞄准管看所测高度的上点,阅读刻度上的读数(角的正切)与底线长度相乘便得出所求的高度。但是与使用裘彼尔斯测量仪一样,也需要加上仪器距地面的高度,该测量仪的准确度约为10公分。

第四节 杜特庚氏高度计

为了大约地来检查限距,最简单的仪器是杜特庚氏高度计。这种高度计是带两个瞄准器的尺和水平仪,其中一个瞄准器是水平(横)的;另一个与前者成 45° 角。在测量某一点的高度时,必须要在测量该高度的地方设置一个标尺,标尺的高度为2~3

公尺。然后离开这个地方而停在相距 a 距离的地方,但这地方应当是很合适的,也就是说,如果在这里把带瞄准器的尺和水平仪按水平方向放好之后, 45° 角的瞄准器正好看到所测高度的上点(图9); 此后,不离开该地用水平的瞄准器看水平尺上与仪器同一个水平的点, 这点距地面的高度为 b 。

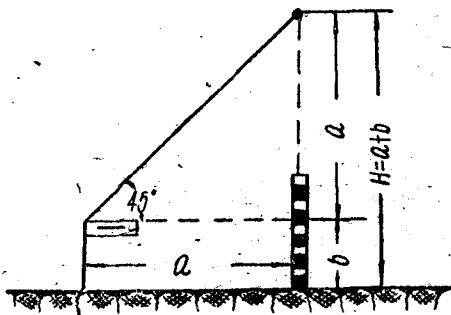


图9 用杜特庚测量仪测量高度的示意图

所求得的高度, 等于仪器设置地点至标尺设置地点的距离与按水平方向瞄准时在标尺上所得读数的和:

$$H = a + b$$

杜特庚式测量仪的准确度约为 $\pm 10 \sim 20$ 公分。

如果必须在交叉地方测量导线间的限距或导线的弛度数值, 则先测出两导线的相应两点的高度, 然后再计算两高度之间的差数。

第五节 袖珍测高器

为了测量架空输电线路的各种间距, 在苏联从1952年起就广泛地采用了构造简单而且具有足够准确度的袖珍测高器。

测高器为一底部开口的三角形盒子(图10)。它由两块金属薄板用铆钉与两个同样材料的金属板条联接而成。在开口的底部插入尺寸为 74×12 公厘的玻璃, 在玻璃上划有两条彼此间距离约为65公厘的水平分度线。在其侧面板上刻有凹槽作为镶玻

璃的承座，并預先在底部外緣切成鉄爪折轉过来将玻璃固定住。測高器的鈍頂上鑽有两个直徑各为 2 公厘的孔，作为瞄准用的。

測高器重 150 克，精确度約 2 %。

測高器系根据相似三角形的原理做成的，从相似三角形(图11)得出：

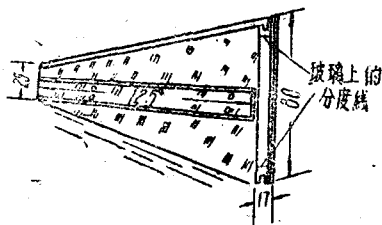


图 10 袖珍測高器

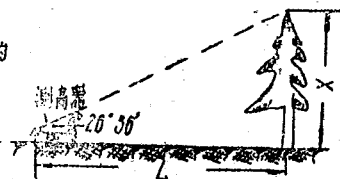


图 11

$$x = \frac{bc}{ac} L = kL,$$

式中 k 为測高器的常数(取 $k = \frac{1}{2}$ ，因为角 $bac = 26^\circ 36'$ ， $\tan 26^\circ 36' = \frac{1}{2}$)。取系数 $k = \frac{1}{2}$ 是因为考虑到輸电綫路沿綫的寬度約为 40~50 公尺，这对綫路的工作条件來說也最为适宜，如果将此系数縮減到 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{4}$ 时，在某些情况下，就会使測量工作遭到困难。例如：当測定林区小路旁边的树木的高度时，就必须带着測高器到树林里去才行，相反，如将此系数加大，则会降低測量精确度。

如果把測高器做成二等边三角形而不是直角三角形。由于下部瞄准非水平的誤差，会使測高器的精确度降低。

測高器的精确度可按下法进行調整：先用油漆在玻璃上划一永久分度綫，然后在距离此綫 65 公厘的地方另划一临时分度綫(用普通墨水，以便容易擦掉)，将玻璃装到測高器上以后，即进行測量已知的高度(最好測量几个已知高度如 5、10、15、20

公尺)，并量出地面上的距离(各应为10、20、30、40公尺)；如果测量的誤差在0.3~0.5公尺范围内，便可以在临时分度綫的位置上划上永久分度綫。否則，即应向所要求的方向移动。

第六节 簡易測高器

簡易測高器的构造(如图12)，它的制造方法如下所述：

將量角板固定在直尺B上。量角板是用三合板、胶板或其他适宜的材料制成。其中心为C，在量角板的中間刻有零度分划綫，从零度綫向兩端按半度刻成由 0° 到 90° 的刻度。在做測高器时必须注意到量角板上經過零度的半徑應該准确地垂直于直尺B的上面边綫，錘球悬挂在量角板中心点C上，这个簡單的仪器固定在穿过木桩(或鉄桩)b的螺栓上。擰紧螺帽1。則直尺与木桩K紧密地固定在一起，打开螺帽則直尺可繞螺栓旋轉。

直尺B有两种型式：一种是由长方形木板条制成，板条一端装有窺視孔；另一端装有玻璃片，其上刻有十字发綫；还有一种是由鉄管制成，鉄管一端留有窺視小孔；另一端装有可以放大的玻璃鏡。

主柱b用木桩或鉄管制成，下部联接桩头，如系由鉄管制成者，还可以分成两段，下段划有刻度、上段焊有指針，用以測量綫路的轉角。

使用时將測高器放置在距目标一定距离的地方，用直尺B上的窺視孔瞄准目标，而在悬垂綫处讀取讀数，这就是由0起始的垂直角。

簡易測高器系根据平面几何学中两角的对应边互相垂直，則两角相等的原理做成的。

如图13所示，在 $\triangle cbd$ 及 $\triangle aBc$ 中， α 与 β 两角之对应边互

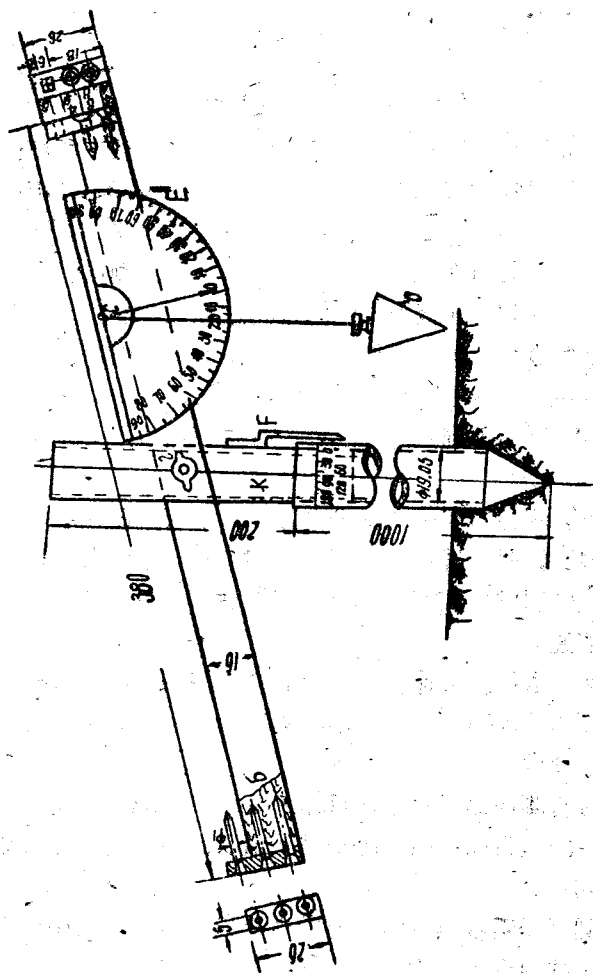


图 12 简易测高架简图