



建筑业施工工种我是大能手系列

我是大能手

测量放线工



白会人 主编

WOSHI DANENGSHOU
CELIANG FANGXIANGONG



化学工业出版社



建筑业施工工种我是大能手系列

我是大能手

测量放线工

WOSHI DANENGSHOU
CELIANG FANGXIANGONG

白会人 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据现行相关国家标准、行业规范,并结合建筑行业测量工人的实际需要进行编写,主要内容包括测量仪器及应用、基本的测量工作、观测误差基本知识、地形测量、建筑施工测量、建筑物变形观测、建筑施工测量工作的管理等内容。全书采用表格形式,并配有大量图片,一目了然,便于查找。

本书可供建筑施工现场的测量放线工程技术人员、管理人员以及进城务工的农民工等使用。

图书在版编目(CIP)数据

我是大能手·测量放线工/白会人主编. —北京:化学工业出版社, 2015.5
(建筑业施工工种我是大能手系列)
ISBN 978-7-122-23486-5

I. ①我… II. ①白… III. ①建筑测量 IV. ①TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第064306号

责任编辑:彭明兰

装帧设计:孙远博

责任校对:边涛

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张8 字数214千字

2015年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00元

版权所有 违者必究

前言

PREFACE

改革开放以来，随着人口流动政策的逐渐松动，我国农村人口开始大规模自发地向城镇流动。农民工是建筑工地一线施工的绝对主力，为国家的城市化建设，奋战在大大小小的工地上，几乎承担了建筑业一线的各种工种。这些人员工作热情很高，但整体文化水平较低，迫切需要适合他们阅读的建筑专业图书充实和提高自己。因此我们组织编写了本书，力求通过简洁明了的语言和图片，使广大的农民工朋友们快速地掌握操作技能。

工程建设中，测量放线是第一道也是必需的工序，测量质量的好坏直接关系到设计意图能否实现和整个工程质量的好坏。在测量过程中，测量放线工要求能正确使用常用的测量仪器和工具，对建筑工程施工各阶段进行各种测量的专业人员。测量放线工作贯穿建筑施工中的每一个重要阶段。本书本着“理论够用、突出技能、实用性强”的原则，尽量用图表及工序流程的形式，详细介绍施工工地常用的测量仪器的基本构造和使用方法、测量的基础理论知识、现场施工测量技术和方法，力求文字简洁、图文并茂、融知识性和可读性于一体。

本书由白会人主编，由张黎黎、马可佳、刘艳君、夏欣、齐丽娜、李春娜、邵亚凤、于涛、潘岩、黄晋、孙丽娜、姜媛共同参与编写完成。

本书在编写过程中参考了有关文献和一些相关经验性文件，并且得到了许多专家和相关单位的关心与大力支持，在此表示衷心感谢。

随着科技的发展，建筑技术也在不断地进步，本书难免出现疏漏及不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2015.3

目 录

CONTENTS

1

测量仪器及应用

1.1 水准仪	1
1.1.1 光学水准仪	1
1.1.2 水准尺	5
1.1.3 自动安平水准仪	6
1.1.4 精密水准仪	9
1.1.5 电子水准仪	10
1.2 经纬仪	11
1.2.1 光学经纬仪	11
1.2.2 激光准直经纬仪	15
1.2.3 电子经纬仪	19
1.3 光电测距仪	19
1.4 测量仪器的检验和校正	22
1.4.1 水准仪的检验和校正	22
1.4.2 经纬仪的检验与校正	25
1.4.3 光电测距仪的检定	35

2

基本的测量工作

2.1 水准测量	37
2.1.1 水准测量的方法	37
2.1.2 水准测量的成果整理	44

2.1.3 水准测量的误差分析及注意事项	48
2.2 角度测量	52
2.2.1 水平角测量	53
2.2.2 竖直角测量	58
2.2.3 水平角测量误差分析	60
2.3 光电测距	64
2.3.1 光电测距的基本方法	64
2.3.2 光电测距精度分析	66
2.3.3 光电测距精度注意事项	67

3

观测误差基本知识

3.1 测量误差的来源及分类	68
3.1.1 测量误差的来源	68
3.1.2 测量误差的分类	69
3.2 偶然误差的特性	70
3.3 衡量精度的指标	71
3.4 误差传播定律	73
3.5 算术平均值及其误差	77

4

地形测量

4.1 地形图的基本知识	80
4.1.1 地形图的比例尺	80
4.1.2 地形图分幅、编号	83
4.1.3 地形图图外注记	85
4.1.4 地形图图式	86
4.1.5 地形图的应用	92
4.2 地形图的测绘	99
4.2.1 测图仪器简介	99
4.2.2 碎部点的选择	102

4.2.3	碎部点点位测定的几种方法	104
4.2.4	碎部测量的方法	105
4.3	电子全站仪数字化测图	112
4.4	数字化测量成图	115

5

建筑施工测量

5.1	测设的基本工作与方法	119
5.1.1	测设的基本工作	119
5.1.2	测设的基本方法	124
5.2	建筑施工场地的控制测量	130
5.2.1	施工控制网	130
5.2.2	平面施工控制网	133
5.2.3	建筑方格网	148
5.2.4	高程施工控制网	153
5.2.5	全球定位系统测量	160
5.3	民用建筑施工测量	169
5.3.1	测设前的准备工作	169
5.3.2	建筑物的定位和放线	169
5.3.3	基础施工测量	183
5.3.4	墙体施工测量	183
5.4	高层建筑的施工测量	183
5.4.1	高层建筑施工控制测量	183
5.4.2	高层建筑基础施工测量	184
5.4.3	高层建筑主体结构施工测量	186
5.5	工业建筑定位放线测量	188
5.5.1	厂房控制网的建立	188
5.5.2	厂房基础施工测量	205
5.5.3	厂房预制构件安装测量	206
5.5.4	特殊结构形式施工放样	210

6

建筑物变形观测

6.1 沉降观测	214
6.1.1 建筑物沉降观测	214
6.1.2 沉降观测水准点的测设	216
6.1.3 沉降观测常见问题及处理	218
6.2 倾斜观测	220
6.3 水平位移观测	225
6.4 建筑物的挠度和裂缝的观测	228
6.5 日照和风振变形测量	231

7

建筑施工测量工作的管理

7.1 施工测量技术质量管理	234
7.2 建筑施工测量技术资料管理	239
7.3 建筑工程施工测量安全管理	242

参考文献	246
------------	-----



1.1 水准仪

1.1.1 光学水准仪

我国生产的 S3 型微倾水准仪，是工程中常用的类型，如图 1-1 所示。“S”是水准仪的代号，“3”是相应的精度等级，表示每公里高差中误差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

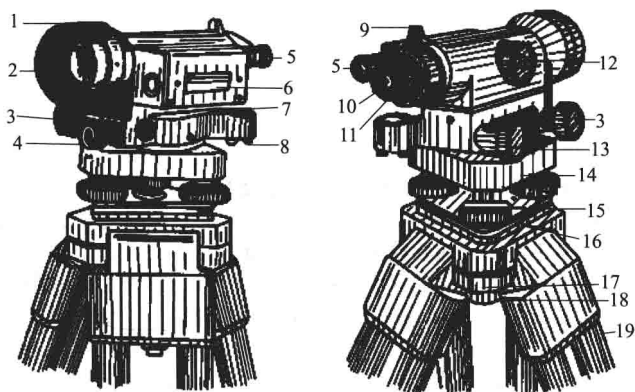


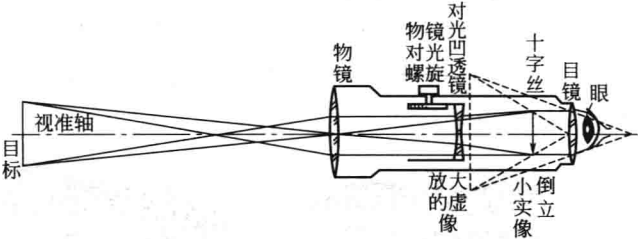
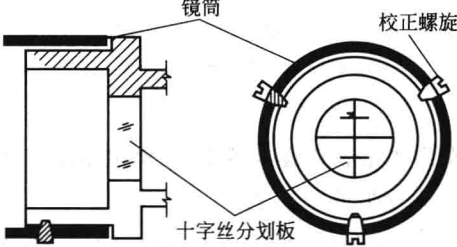
图 1-1 光学水准仪

- 1—准星；2—物镜；3—微动螺旋；4—制动螺旋；5—符合水准器观测镜；
6—水准管；7—水准盒；8—校正螺丝；9—照门；10—目镜；11—目镜对光螺旋；
12—物镜对光螺旋；13—微倾螺旋；14—基座；15—脚螺旋；16—连接板；
17—架头；18—连接螺旋；19—三脚架

(1) 光学水准仪的基本构造 光学水准仪主要由望远镜、水准器和基座三部分组成，见表 1-1。

(2) 光学水准仪的使用方法 光学水准仪的使用方法见表 1-2。

表 1-1 光学水准仪的基本构造

结构	构造内容
望远镜	望远镜由物镜、目镜和十字丝三个主要部分组成。它的主要作用是能使我们看清远处的目标并提供一条照准读数用的视线。图 1-2 是内对光式倒像望远镜的构造原理图。目标经过物镜和对光凹透镜的作用,在镜筒内造成倒立的、缩小的实像,通过调节对光凹透镜,可以使成像清晰地反映到十字丝平面上。目镜的作用是放大,人眼经过目镜去观察,可以看到目标的小实像和十字丝一起放大的虚像。十字丝的作用是提供照准目标的标准。  图 1-2 望远镜的结构原理 为了提高望远镜成像的质量,物镜、对光透镜和目镜都是由多块透镜组合而成的。物镜与对光透镜组合后的等效焦距与目镜等效焦距之比,称为望远镜放大率。也就是人眼通过目镜所看到的像的大小与不通过目镜直接看到目标的大小之比。它是鉴别望远镜质量的主要指标之一,反映了望远镜的分辨能力。一般水准仪望远镜放大率为 15~30 倍,高精度的仪器达 45 倍。十字丝是在玻璃板上画线后,装在十字丝环上,通过校正螺旋固定在望远镜筒上。十字丝的构造和形式如图 1-3 所示。十字丝中央交点和物镜光心的连线称为视准轴(也称视线),视准轴是瞄准的依据。十字丝的上下两条短线称为视距丝,主要用于测量视距。  图 1-3 十字丝的构造和形式

续表

结构	构造内容
望远镜	为了控制望远镜的左右转动以使视准轴对准目标,水准仪一般都装有一套制动螺旋和微动螺旋。当拧紧制动螺旋时,望远镜就不能转动;此时如果转动微动螺旋,则由于微动弹簧作用使望远镜做微小转动,便于精确照准目标。当制动螺旋松开时,微动螺旋就失去作用了。有些仪器是靠摩擦制动的,不设制动螺旋而只设微动螺旋
水准器	水准器是用来标志视线是否水平、竖轴是否铅垂的装置。水准器有以下两种。 ①水准盒。水准盒顶面内壁是一个球面,球面中心刻有一个圆圈,其圆心称为水准盒零点。水准盒内装酒精和乙醚混合液,密封后留有气泡。水准盒零点的法线称为水准盒轴线。当气泡居中时,水准盒轴就处于铅垂位置,如图 1-4 所示。气泡移动 2mm,水准盒轴相应倾斜的角度,称为水准盒分划值。水准盒球面半径越大,分划值越小,水准盒灵敏度越高。水准盒是概略定平的装置。S3 型水准盒分划值为 $20'$。 该图是一个横截面的示意图，展示了水准盒的构造。最外层是“仪器外壳”，内部是一个“水准盒”。水准盒的顶面是一个球面，中心有一个小圆，标注为“10”，代表零点。水准盒内填充了液体，并留有气泡。从水准盒底部引出的是“水准轴”。在仪器外壳的底部，有一个“校正螺丝”，通过它来调整水准盒轴线的铅垂位置。图中还显示了水准盒与外壳之间的密封结构。 图 1-4 水准盒 用校正螺丝将水准盒轴安装成与仪器竖轴相互平行,则当调节脚螺旋使水准盒气泡居中时,竖轴就处于铅垂位置,也就是说水准仪概略水平了。 ②水准管。水准管是把玻璃管的纵向内壁磨成圆弧,管内装酒精和乙醚的混合液,密封做成,如图 1-5 所示。水准管圆弧中点称为水准管的零点;过零点与内壁圆弧相切的直线称为水准管轴。水准管气泡居中时,水准管轴处于水平位置。气泡移动 2mm,水准管轴倾斜的角度 τ 称为水准管分划值。

续表

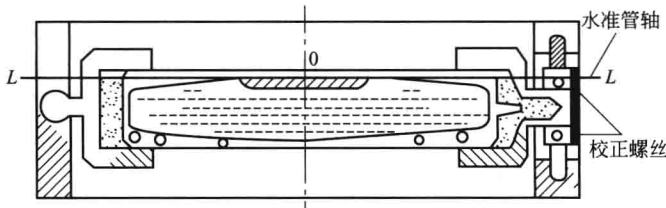
结构	构造内容
水准器	 图 1-5 水准管 用校正螺丝把水准管轴安装成与视准轴互相平行,当水准管气泡居中时,水准管轴处于水平位置。根据水准测量的要求:视准轴与水准管轴平行是水准测量应具备的最重要条件
基座	基座主要由轴座、脚螺旋和连接板组成。仪器上部通过竖轴插入轴座内,由基座承托,整个仪器用连接螺旋与三角架连接

表 1-2 光学水准仪的使用方法

操作步骤	操作方法
安置、整平	水准仪的安置主要是整平水准盒,使仪器概略水平。具体做法是:选好安置位置,将仪器安在三角架上,先踩实两脚架尖,摆动另一只脚架使水准盒气泡概略居中,然后用脚螺旋使气泡居中
对光、照准	先将望远镜对准明亮背景,转动目镜对光螺旋使十字丝清晰,然后松开制动螺旋,转动望远镜,利用镜筒上准星和照门照准目标后,旋紧制动螺旋,再转动物镜对光螺旋,使尺像清晰,此时应达到眼睛上下晃动,十字丝交点总是指在物像的一个固定位置,即无视差现象。如果尺与十字丝有错动现象,就是有视差,说明物像没有呈现在十字丝面上,影响读数的准确性。消除视差的方法是:先转动目镜对光螺旋,使十字丝清晰,然后瞄准目标,转动物镜对光螺旋,使目标像十分清晰,直到消除视差
精密整平	转动微倾螺旋使符合水准气泡居中,即气泡两端的像符合,规律是:左侧的像移动方向与微倾螺旋转动方向一致。转动微倾螺旋要稳重,避免气泡上下错动不停

续表

操作步骤	操作方法
读数	以十字丝中横丝为准,读出指示数值。读数时要注意尺上注字由小到大的顺序,依次读出米、分米、厘米,估读出毫米。如果不是正像水准仪,则望远镜中为倒像,则读数从镜内看应为从上到下。应当注意的是,读数前一定要检查符合气泡是否居中,以保证视线在水平时读数。符合气泡不居中的情况下不能读数

1.1.2 水准尺

水准尺的构造见表 1-3。

表 1-3 水准尺的构造

种类	构造内容
普通水准尺	水准尺是由干燥的优质木材、玻璃钢或铝合金等材料制成的。水准尺分为双面尺和塔尺两种,如图 1-6 所示。塔尺一般用于等外水准测量,长度有 2m 和 5m 两种,可以伸缩,尺面划分为 1cm 和 0.5cm 两种,每分米处注有数字,每米处也注有数字或以红黑点表示数,尺底为零,如图 1-6(b)所示。 如图 1-6(a)所示,双面水准尺为不能伸缩和折叠的板尺,且两根尺为一对,多用于三、四等水准测量,长度为 3m,尺的两面均有刻画,尺的正面为黑色注记,反面为红色注记,因此又被称为红黑面尺。黑面的底部均从零开始,而红面的底部一般是一根为 4.687m,另一根为 4.787m。 尺垫由一个三角形的铸铁制成,上部中央有一突起的半球体,如图 1-7 所示。为保证在水准测量过程中转点的高程不变,可将水准尺放于半球体的顶端
精密水准尺	尺的长度受外界温度、湿度影响很小,尺面平直,刻划精密,最大误差每米不大于$\pm 0.1\text{mm}$,并附有足够精度的圆水准器。精密水准尺一般均为线条式分划,在木制尺身中间的凹槽内装有厚 1mm、宽 26mm 的钢瓦带尺,尺底一端固定,另一端用弹簧拉紧,以保持钢瓦带尺的平直和不受木质尺身伸缩的变化而变化。钢瓦带尺上有左右两排分划,右边为基本分划,左边为辅助分划,彼此相差一个常数 K,相当于双面尺,用于测量校核

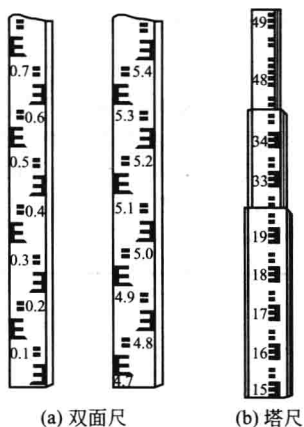


图 1-6 水准尺

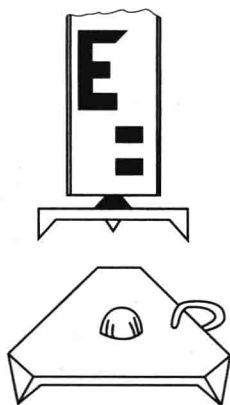


图 1-7 尺垫

1.1.3 自动安平水准仪

(1) 自动安平水准仪原理 如图 1-8 所示为我国北京测绘仪器厂生产的 DSZ3-ZD 型自动安平水准仪，其自动安平的原理及应用见表 1-4。

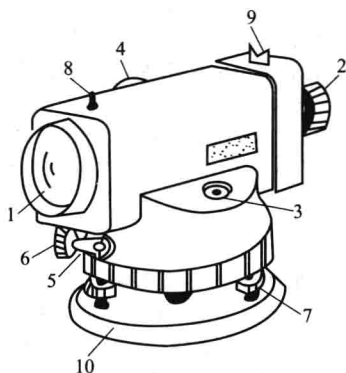
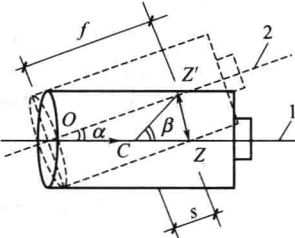
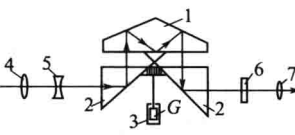


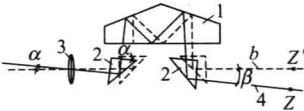
图 1-8 DSZ3-ZD 型自动安平水准仪

1—物镜；2—目镜；3—圆水准器；4—调焦螺旋；5—固定扳手；
6—微动螺旋；7—脚螺旋；8—准星；9—照门；10—底板

表 1-4 DSZ3-ZD 型自动安平水准仪的工作原理及应用

项目	图 示	内 容
安平原理	 图 1-9 自动安平水准仪的安平原理 1—水平视线;2—倾斜视线	如图 1-9 所示, OZ 为水平视线, Z 为十字丝交点。如果仪器尚未精确整平, 望远镜有一微小倾角 α (如图中虚线所示), 十字丝偏移到 Z' 位置, 由图中几何关系可知十字丝中心的偏移量为 $ZZ' \approx f\alpha \quad (1-1)$ 式中 f——望远镜物镜的焦距。 如在 OZ 间适当位置 C 安装一补偿器, 借由图中的几何关系可得 $ZZ' \approx s\beta \quad (1-2)$ 所以 $f\alpha = s\beta \quad (1-3)$ $\frac{\beta}{\alpha} \approx \frac{f}{s} = n \quad (1-4)$ 当仪器满足这一条件时, 经补偿器补偿, 能将水平视线沿箭头指示的途径通过十字丝的中心 Z, 从而可读得正确的尺读数
补偿器	 图 1-10 DSZ3-ZD 型自动安平水准仪的补偿器 1—屋脊形棱镜;2—直角棱镜; 3—空气阻尼器;4—物镜; 5—调焦透镜;6—十字丝分划板; 7—目镜	国产 DSZ3-ZD 型自动安平水准仪的补偿器, 如图 1-10 所示。 其补偿器安装在调焦透镜与十字丝分划板之间 (相当于图 1-9 的 C 点处)。它主要是由屋脊形棱镜 1、两块直角棱镜 2 和空气阻尼器 3 组成。其中屋脊形棱镜固定在望远镜的镜筒上, 在屋脊棱镜架上用交叉金属丝悬挂两个直角棱镜, 其下有重物 G。当望远镜偏转一个 α 角时, 两直角棱镜由于重物 G 的作用, 也在相反方向偏转一个 α 角。重物 G 置于空气阻尼器中, 即可使棱镜的摆动尽快停止, 而达到静止状态

续表

项目	图 示	内 容
原理应用	 图 1-11 补偿器安平水准仪的原理 1—屋脊形棱镜；2—直角棱镜； 3—调焦透镜；4—水平视线	如图 1-11 所示,当镜管微倾一个 α 角时,两直角棱镜受重物 G 的作用,在相反方向也偏转一个 α 角(如图 1-11 中虚线所示)。视线经两直角棱镜及屋脊棱镜的反射,仍水平并投射到十字丝的中心 Z' 上,因此仍能读得正确的尺读数。如直角棱镜随仪器微倾而偏转(如图 1-11 中实线所示),视线将偏转一个 β 角,通过十字丝中心 Z 的视线,则必然沿倾斜视线(如图 1-11 中实线所示),向上倾斜一个 α 角,读尺读数,所以不能得到正确的结果。 由图 1-11 可见,视线偏转 α 角,直角棱镜若也偏转 α 角,光线在经棱镜反射之后,偏转 β 角将为 4α,由公式(1-3)可得 $n = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{4\alpha}{\alpha} = 4 \quad (1-5)$ 式中 n——补偿器的放大倍数。 由公式(1-4)可求 $s = \frac{f}{n} = \frac{f}{4} \quad (1-6)$ 由此可确定安置补偿器 C 的位置

(2) 自动安平水准仪应用 用自动安平水准仪作水准测量,与使用微倾式水准仪的方法基本相同,仪器置于测站点后,使用脚螺旋和圆水准器粗略整平仪器,即可照准测点的立尺,由于补偿器的作用,仪器仍可提供一条水平视线,使用十字丝横丝截读水准尺的尺读数即可如法进行水准测量。

为了检查补偿器的工作是否正常,即可轻微调整脚螺旋,如果尺读数仍无变化,则说明补偿器工作正常,否则,要对仪器进行检修。

由于自动安平水准仪的金属丝较脆弱，因此使用自动安平水准仪更要倍加爱护，严防仪器受剧烈震动，更不能使仪器有人为的损坏。

1.1.4 精密水准仪

(1) 精密水准仪构造 精密水准尺一般与 DS₁ 型精密水准仪配套使用，其构造如图 1-12 所示。该尺全长 3m，注字长 6m，在木质尺身中间的槽内装有膨胀系数极小的钢瓦合金带，因此称为钢瓦尺。带的下端固定，上端用弹簧拉紧，以保证带的平直且不受尺身长度变化的影响。钢瓦合金带分左右两排分划，每排最小分划均为 10mm，彼此错开 5mm，把两排的分划合在一起使用，便成为左右交替形式的分划，其分划值为 5mm。合金带右边从 0~5 注记米数，左边注记分米数，大三角形标志对准分米分划，小三角形标志对准 5cm 分划，注记的数字为实际长度的 2 倍，



图 1-12 精密水准仪

即水准尺的实际长度等于尺面读数的 1/2，因而用此水准尺进行测量作业时，必须将观测高差除以 2，才是实际高差。

(2) 精密水准仪使用 精密水准仪使用时应注意以下几点。

① 定期校验。水准仪、水准尺要定期检校，以此减少仪器本身存在的误差。

② 精度要求。为了有效减少与距离有关的误差影响仪器安置位置应符合所测工程对象的精度要求，例如视线长度、前后视距差、累计视距差和仪器高都应符合观测等级精度的要求。

③ 外界条件。选择合适观测的外界条件，先要考虑强光、光折射、逆光、风力、地表蒸气、雨天和温度等外界因素的影响，以减少观测误差。

④ 稳定性。仪器应安稳精平，水准尺应利用水准管气泡保持竖直，立尺点（尺垫、观测站点、沉降观测点）要有良好的稳定性，防止点位变化。