

土木建筑工人
技术等级培训教材

测量放线工

(高级工)

本培训教材编委会 组织编写



中国建筑工业出版社

土木建筑工人技术等级培训教材

测量放线工

(高级工)

本培训教材编委会 组织编写

江苏省建筑设计院 马 遇 编
江苏省建筑工程局 孙秉仁

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

土木建筑工人技术等级培训教材

测 量 放 线 工

(高 级 工)

本培训教材编委会 组织编写

中国建筑工程出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

河北省蔚县印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 8⁵/₁₆ 字数: 194千字

1992年9月第一版 1992年9月第一次印刷

印数: 1—7,000册 定价: 3.65元

ISBN7—112—01746—7/TU·1325

(6778)

本书是建设部教育司审定的“土木建筑工人技术等级培训教材”之一,是根据《土木建筑工人技术等级标准》中的高级测量放线工“应知”、“应会”的要求编写的。内容包括精密水准仪的用法,四等水准测量,变形观测,工程定位和校测方法,地形图测绘,普通水准仪和经纬仪的一般维修,场地方格网和控制网的测设,工程测量与测量误差的基本理论,施工管理和全面质量管理知识等。此外还介绍了施工测量的新技术与新设备。

本教材是建设部指定的高级测量放线工的岗位培训教材,也可供土木建筑有关专业技术人员、工程测量人员参考。

* * *

本书1~4、10~14部分由马遇编写;5~9部分由孙秉仁编写。

出 版 说 明

为贯彻落实1991年建设部教育工作会议精神，认真搞好建设系统职工的培训工作，尽快提高建设系统职工队伍的技术素质，我司在注意吸收国内外先进培训经验的基础上，组织编写了本套“土木建筑工人技术等级培训教材”。

该套教材覆盖了土木建筑十一个主要工种。每个工种的教材按初级工、中级工和高级工三等级编写，并附有一本《土木建筑工人技术等级培训计划与培训大纲》与之配套，全套教材共计34种。

本套教材在编写时以《土木建筑工人技术等级标准》(JGJ42-88)为依据，针对目前建设系统职工技术素质的实际情况和职工培训的实际需要，力求做到应知应会相结合。全套教材突出实用性，即侧重于全面提高职工的操作技能，并较详细地介绍了成熟的、并已推广应用的新材料、新技术、新工艺、新机具，同时兼顾了各地区的特点。初、中、高三个等级的教材内容既不重复，又相互衔接，逐步深化。培训计划与培训大纲在编写时力求做到实用、具体，并列出了考核项目。供各地参照执行。

本套教材及培训计划与培训大纲已通过全国各省市有关方面专家的审定，现由中国建筑工业出版社出版，可供建设系统土木建筑工人培训、自学及技术比赛用。在使用过程中如发现问题，请及时函告我们，以便修正。

建设部教育司

1992. 2

“土木建筑工人技术等级培训 教材”编委会

主任委员：杨筱悌 朱象清

委员（以姓氏笔画为序）：王华生 孙宜宜

杜同昌 周汉生 胡仁山 赵福庆 龚佳龙

戴兆镛 瞿学义

目 录

一、精密水准仪的基本性能、构造和用法	1
(一) 精密水准仪的基本性能.....	1
(二) 精密水准仪的构造特点.....	2
(三) 精密水准仪的类型.....	5
(四) 精密水准标尺的特点.....	9
(五) 精密水准仪的使用方法与操作程序.....	10
(六) 精密水准仪的使用要点.....	15
(七) 精密水准仪的检验.....	15
复习思考题.....	20
二、四等水准测量	22
(一) 高程控制网及其等级分类.....	22
(二) 四等水准的技术要求.....	22
(三) 四等水准观测的技术要求.....	24
(四) 四等水准测量的观测方法.....	25
(五) 四等水准测量的成果整理.....	27
(六) 质量通病的防治措施.....	31
(七) 安全使用等注意事项.....	32
复习思考题.....	33
三、采用精密水准仪、经纬仪进行沉降、位移等变形观测	34
(一) 建筑物变形观测的意义、目的和内容.....	34
(二) 变形观测的方法与要求.....	35
(三) 采用精密水准仪进行变形观测的方法与要点.....	37
(四) 采用经纬仪进行变形观测的方法与要点.....	45
复习思考题.....	49
四、工程测量的基本理论知识	50

(一) 工程测量的概念	50
(二) 总平面图设计对地形图的要求	51
(三) 建筑工程施工控制网	52
(四) 放样方法的选择	57
(五) 变形观测	62
复习思考题	65
五、小区控制网与图根导线测量	66
(一) 小区控制网	66
(二) 图根导线测量	69
(三) 查找导线测量错误的方法	87
复习思考题	90
六、测量误差的基本知识	91
(一) 误差的来源、分类与性质	91
(二) 测量精度评定的标准	96
(三) 等精度观测值	100
(四) 权与带权平均值及中误差	102
复习思考题	105
七、大比例尺地形图测绘	106
(一) 视距测量	106
(二) 大平板仪和小平板仪的构造与使用	123
(三) 大比例尺地形图的测绘	132
复习思考题	142
八、工程定位放线	144
(一) 工程定位前的准备工作	144
(二) 直角坐标法定位	145
(三) 极坐标法定位	147
(四) 角度交会法定位	150
(五) 根据道路中心线定位	152
复习思考题	154

九、复杂、大型或特殊工程的测量放线	155
(一) 矩形控制网定位	155
(二) 工业厂房柱列轴线测设	157
(三) 圆弧形平面曲线建筑物定位	158
(四) 螺旋形曲线建筑物定位	169
(五) 椭圆形平面曲线建筑物定位	172
(六) 双曲线形平面曲线建筑物定位	186
(七) 抛物线形平面曲线建筑物定位	191
(八) 锯齿形建筑物定位	195
(九) 正三角形平面图建筑物定位	196
复习思考题	198
十、施工测量的新技术与新设备	199
(一) 电子经纬仪的型号、等级和性能	199
(二) 电子速测仪的型号、等级和性能	201
(三) 新型的适用于施工测量的测角、测距仪器	203
(四) 电子经纬仪和全站型仪器的使用要点	205
(五) 我国研制的电子仪器、电子手簿和综合测绘系统	206
(六) NA2000数字编码水准仪简介	209
(七) 工程测量先进技术的发展趋势	221
(八) 施工测量新技术的推广要点	213
复习思考题	214
十一、普通水准仪、经纬仪的一般维修	215
(一) 光学测量仪器维修的基本知识	215
(二) 检修的设备、工具和材料	220
(三) 普通水准仪、经纬仪的一般检修方法	224
(四) 普通水准仪常见故障的修理	227
(五) 普通经纬仪常见故障的修理	232
复习思考题	239
十二、施工管理知识和测量放线工作的全面质量管理	240

(一) 施工管理知识·····	240
(二) 测量放线班组的施工组织与管理·····	245
(三) 全面质量管理的基本理论和方法·····	246
(四) 建筑施工企业的全面质量管理·····	249
复习思考题·····	254
十三、预防和处理施工测量放线中质量和安全事故的方法·····	256
(一) 预防施工测量放线质量事故的方法·····	256
(二) 预防施工测量放线安全事故的方法·····	257
(三) 处理施工测量放线质量事故的方法·····	258
(四) 处理施工测量放线安全事故的方法·····	259
复习思考题·····	259
十四、向初级工、中级工传授的技能及本工种操作技术上的	
疑难问题·····	260
(一) 向初级工传授的主要技能·····	260
(二) 向中级工传授的主要技能·····	261
(三) 高级工需解决的疑难问题·····	263
复习思考题·····	264
附录 高级测量放线工技术标准·····	265
参考文献·····	267

一、精密水准仪的基本性能、构造和用法

(一) 精密水准仪的基本性能

水准测量的基本原理是借助水准仪的管状水准器（或补偿器），使望远镜的视准轴水平，以提供水平视线，根据水平视线，对竖立在不同地点的水准标尺上的读数，求得不同地点的高差。保证提供精确的水平视线和进行高精度的读数，是提高水准测量精度的基本条件。

水准仪有望远镜、管状水准器、竖轴和基座等主要部件，水准仪的精度主要是由水准器的格值、望远镜的放大倍率，以及对标尺最小读数的精确程度所决定的。

精密水准仪是能精密确定水平视线并能进行精确照准和读数的一种高级水准仪。

普通水准仪（ S_3 型）是借助分划值为 $20''/2\text{mm}$ 的管状水准器，将放大倍率为28倍的望远镜的视准轴整置水平，在普通区格式标尺上估读毫米分划，进行普通水准测量（每千米往返测高差偶然中误差不大于 $\pm 3\text{mm}$ ）的仪器。

精密水准仪（ S_1 或 $S_{0.5}$ 型）的水准器有较高的灵敏度，分划值为 $8\sim 10''/2\text{mm}$ ，望远镜的放大倍率一般为40倍，装有光学测微器，其最小格值不大于 0.1mm 。在因钢水准标尺上可读至 $0.05\sim 0.1\text{mm}$ ，每千米往返测高差偶然中误差不大于 $\pm 0.5\sim 1\text{mm}$ 。

精密水准仪主要用于高精度的国家一、二等水准测量和精密工程测量中，例如建筑物的沉降观测、大型桥梁工程的施工测量和大型机械安装中的水平基准测量等。

(二) 精密水准仪的构造特点

1. 用较高灵敏度的水准器，建立精确的水平视线

表1-1列出了我国水准仪系列的技术参数，水准器灵敏度提高，表现在水准管分划值小，仪器置平的精度就相应提高。

我国水准仪系列的技术参数（部分型号） 表 1-1

技 术 参 数 项 目	水准仪系列型号	
	S ₀₅	S ₁
每千米往返平均高差中误差	≤ 0.5mm/km	≤ 1mm/km
望远镜放大倍率	≥ 40倍	≥ 40倍
望远镜有效孔径 (mm)	≥ 60	≥ 50
管状水准器格值	10"/2mm	10"/2mm
测微器有效量测范围 (mm)	5	5
测微器最小分格值 (mm)	0.05	0.05

水准器的灵敏度愈高，在作业时要使水准器气泡迅速置平也就愈困难。为了使水准器气泡较容易地精确置中，精密水准仪设计有使水准轴和视准轴同时产生微量变化的微倾螺旋，同时在实际作业时还规定：只有在符合水准气泡两端影象的分离量小于1cm时（此时仪器的竖轴基本上在铅垂位置），才允许使用微倾螺旋来精确整平视准轴。这点在规范上有明确规定。为了深入了解这条规定的原因，下面简单介绍一下微倾螺旋的构造。

图1-1所示是瑞士威特N₃型精密水准仪微倾螺旋装置及其作用示意图。它是一种杠杆结构，当转动微倾螺旋时，通过着力点A可以带动支臂绕支点B转动，使其对望远镜的作用点C产生微量升降，从而使望远镜绕转轴D作微量倾斜。由于

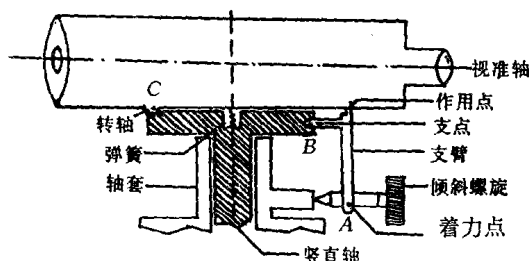


图 1-1 N₃微倾螺旋装置

望远镜与水准器是紧密相联的，于是微倾螺旋就可以使水准轴和视准轴同时产生微小的变化，从而迅速、精确地将视准轴整平，使高灵敏度的水准器，在实际作业中进行应用。

由图1-1可见，仪器的转轴并不在望远镜的中心，而是靠近物镜的一端。当用圆水准器整平仪器时，因精度所限，竖轴不能精确处于铅垂位置。若当偏离铅垂位置较大时，使用微倾螺旋来精确整平视准轴，就会引起视准轴高度的变化，若微倾螺旋的转动量愈大，则引起视准轴高度的变化也就愈大。如果在前后视精确整平视准轴时，微倾螺旋的转动量不等，就会在测得的高差中带来这种误差的影响。因此在规范中作出的上述规定，目的就是针对仪器的构造特点，限制这种误差的影响，确保观测精度。

2. 装有光学测微器，用来精确地在水准标尺上进行读数，以提高读数精度

仪器所提供的精确的水平视线，一般不可能正好对准水准标尺上的分划线，光学测微器可以精确地测量小于分划线间隔值的尾数，以改变普通水准仪估读毫米位的读数所造成的精度较低的状况。

精密水准仪上的平行玻璃板测微装置，如图1-2所示。它是由平行玻璃板、测微分划尺、传动杆和测微螺旋等构件组

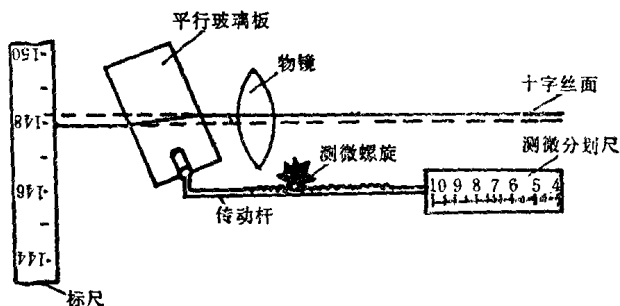


图 1-2 精密水准仪的平行玻璃板测微装置

成，这种测微结构是通过测微螺旋、导轨、齿条，推动平行玻璃板框架而工作的。平行玻璃板通过传动杆与测微分划尺相连。

测微分划尺上有100个分格，它与10mm相对应，即每分格为0.1mm，可估读至0.01mm。每10格有较长的分划线并注记数字，每两条长分划线间的格值为1mm。当平行玻璃板与水平视线正交时，在测微分划尺上的读数为5mm。当转动测微螺旋时，传动杆就推动平行玻璃板框架绕其旋转轴俯仰倾斜，并同时带动测微分划尺作相应的移动。当平行玻璃板绕其旋转轴俯仰倾斜时，视线（仪器的视准轴）就会向上或向下作平行移动。若逆转测微螺旋，使平行玻璃板前俯，测微分划尺移至10mm处，则水平视线向下平移5mm；反之，顺转测微螺旋，使平行玻璃板后仰，测微分划尺移至0mm处，则水平视线向上平移5mm。

如图1-2所示，当平行玻璃板与水平视线正交时，在水准标尺上的读数应为 a ， a 在两条相邻分划148与149之间，此时在测微分划尺上的读数为5mm，而不是0。逆转测微螺旋，则平行玻璃板向前俯，使水平视线向下平移，与就近148分划重合，此时测微分划尺上的读数为6.54mm，而水平视线

的平移量应为 $6.54\text{mm} - 5\text{mm}$ 。最后读数 a 为：

$$\begin{aligned} a &= 148\text{cm} + 6.54\text{mm} - 5\text{mm} \\ &= 148.654\text{cm} - 5\text{mm} \end{aligned}$$

从上式可知，在每次读数中应减去常数值 5mm ，但因在水准测量中计算高差时，会自动抵消这个常数，所以在水准测量作业时，在进行读数、记录、计算的过程中，都可以不考虑这个常数。值得注意的是：若仅进行单向读数时，就必须减去这个常数。

3. 具有良好性能的望远镜，将十字丝横丝制成楔形，便于精确照准

为了使水准标尺的呈象有足够的亮度，物镜的有效孔径应在 50mm 以上。为了提高照准精度，将望远镜的放大倍率，设计到40倍以上。

4. 水准仪具有坚固的结构，视准轴与水准轴间的关系相对稳定，受外界条件的影响较小

水准仪中望远镜筒和水准器套均用因瓦合金铸件制成。

(三) 精密水准仪的类型

精密水准仪的类型较多，下面介绍我国目前在精密水准测量中应用较普遍的三种型号。

1. N_3 精密水准仪

该产品原用瑞士WILD商标，1991年下半年起改用LEICA商标。 N_3 有新、老两种产品。每千米往返高差的中误差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。新、老两种 N_3 水准仪，其主要技术参数如表1-2所示。新产品在外观上有明显的变化。图1-3所示为老产品的外型图。

该仪器的微倾螺旋上有分划盘，其转动范围约为七周，

几种精密水准仪的技术参数

表 1-2

技术参数	仪 器 类 型			
	N _s	N _s (新)	Ni004	DS ₁
望远镜放大倍率(倍)	42	11~40	44	40
物镜有效孔径(mm)	56	52	56	50
管状水准器格值	10"/2mm	10"/2mm	10"/2mm	10"/2mm
测微器有效移动范围(mm)	10	10	5	5
测微器分划尺最小格值(mm)	0.1	0.1	0.05	0.05
每千米往返测高差中误差(mm)	±0.2	±0.2	±0.4	±1.0

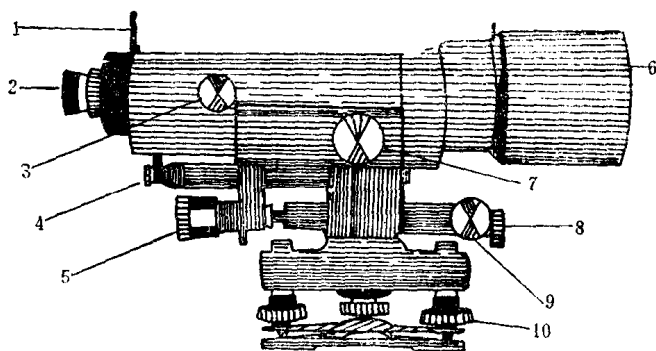


图 1-3 N_s精密水准仪

- 1—瞄准器；2—望远镜目镜；3—望远镜调焦螺旋；4—水准器反光板；
5—微倾螺旋；6—楔形保护玻璃；7—平行玻璃板测微手轮；8—制动螺
旋；9—微动螺旋；10—安平螺旋

可借助于固定指标进行读数，由微倾螺旋所转动的格数，可以确定视线倾角的微小变化量。这种装置在进行跨越障碍物的精密水准测量时，具有重要作用。

转动测微螺旋，可使水平视线在1cm范围内平移，测微分划尺的最小格值为0.1mm。在望远镜目镜的左边上下有两个小目镜，分别为符合气泡观察目镜和测微器读数目镜。所

见影象如图1-4所示。

读数方法是：转动微倾螺旋，使符合气泡观察目镜中的水准气泡两端符合，则视线精确水平，此时可转动测微螺旋，使望远镜目镜中看到的楔形丝夹准水准标尺上的148(cm)分划线，再在测微器目镜中读出测微器读数654，故水平视线在水准标尺上的全部读数为148.654cm。

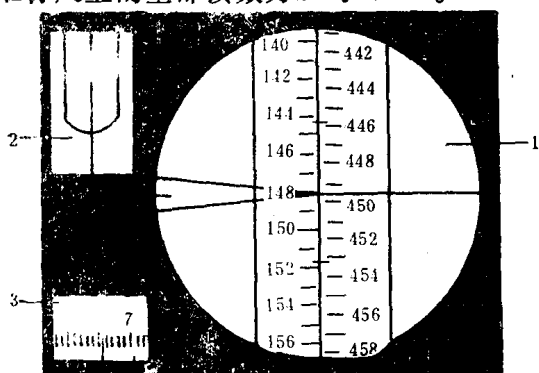


图 1-4 N₃精密水准仪目镜视场

1—望远镜标尺读数；2—符合气泡居中；3—测微器目镜读数

2. 蔡司Ni004精密水准仪

该产品为原东德蔡司产品型号，其主要技术参数如表1-2所示，其外型与老N₃产品相似。

这种仪器的主要特点是对热影响的感应较小，即当外界温度变化时，水准轴与视准轴之间的交角，即*i*角的变化很小，是因为望远镜、管状水准器和平行玻璃板的倾斜设备等部件，都装在一个附有绝热层的金属套筒内，这样就保证了水准仪上这些部件的温度迅速达到平衡。

该仪器的望远镜目镜视场内有两组楔形丝，如图1-5所示。左边一组楔形丝的交角较大，在视距较近时使用，右边一组楔形丝的交角较小，在视距较远时使用。测微器的分划