

陕西交通职业技术学院高等职业教育教学改革研究项目

项目编号:

道桥专业《野外测量实习》课程 标 准 化 教 案

项目负责人: 张松雷

项目组成员:

陕西交通职业技术学院公路工程系

2014 年 6 月

目 录

2.1 任务一	1
2.2 任务二	9
2.3 任务三	20
2.4 任务四	37
2.5 任务五	45
2.6 任务六	66
2.7 任务七	71
2.8 任务八	77
2.9 任务九	85
2.10 任务十	92
2.11 任务十一	101
3.1 工作任务单一	111
3.2 工作任务单二	116
3.3 工作任务单三	124
3.4 工作任务单四	175
3.5 工作任务单五	179
3.6 工作任务单六	185
3.7 工作任务单七	195
3.8 工作任务单八	200
3.9 工作任务单九	205
3.10 工作任务单十	215

3.11 工作任务单十一	227
------------------------	-----

工作任务一：踏勘选点，建石立标

一、任务描述

结合现场实际条件，选定路线导线，导线点数不小于 12 个。

二、学习目标

1、能力目标

能够正确进行野外踏勘，收集相关资料

能够进行野外控制点的选择和埋设

2、知识目标

掌握野外踏勘的内容和要求

掌握控制點選点的要求

掌握控制点点位埋设的要求

3、素质目标

培养吃苦耐劳精神

培养大局观念，统筹兼顾的理念

三、建议学时：6 学时

四、学习资讯

导线等级及分类，导线布设形式，导线点在本次实习中的重要性，学生任务单等

五、教学组织

1. 方法描述

首先结合地形图，让学生熟悉所要测校区的基本情况，高一级控制点的位置，通过下达任务书，给出导线布设的要求以及基本工具，学生进行小组讨论，自己选择点位布设控制点。

项目教学、任务驱动、小组讨论、

授课地点：教室下达任务书，现场选点

2. 实施步骤

教学实施步骤图如下：

项目	教学活动	教学内容	教学方法及手段	学生活动	教学条件	参考学时	成果
踏勘选点，建石立标	任务导入	布置任务，下发任务单	讲授法、案例教学、讨论	参与互动	工作任务单、教材、基地地形图。	1.0学时	导线路线草图和点之记。
		导线布设类型					
	分析决策	根据任务查阅必备知识，查漏补缺	分析讨论、问题启发	小组成员自行完成		0.5学时	
		分析任务难点					
	任务实	现场选点	小组分析	小组合作完		4.0	

	施		讨论，现场引导	成		学时	
	评价考核	小组提交成果，汇报；	现场查找问题桩位	提交成果。		0.5学时	
		教师对问题桩位提出整改意见					
		桩点修整					

六、考核评价

完成小组自评表、组内成员互评表、教师评价表。

七、总结反思

通过教学效果的情况，总结完善教学过程中任务的典型性，教学组织的科学性。

八、知识准备

一

(1) 踏勘选点与埋石

结合测区实际条件，选定路线导线，要求总长不小于1.5公里，导线点数不少于12个（实训要求）。

导线应满足以下要求：

- 1) 导线点应选在地势较高、视野开阔的地点，便于施测周围地形；
- 2) 相邻两导线点间要互相通视，便于测量水平角；
- 3) 导线应沿着平坦、土质坚实的地面设置，以便于丈量距离；
- 4) 导线边长要选得大致相等，相邻边长不应悬殊过大；
- 5) 导线点位置须能安置仪器，便于保存。
- 6) 导线点应尽量靠近路线位置，距路中心的位置宜大于50m且小于100m。
- 7) 在桥梁和隧道处，应考虑桥隧控制网的要求，在桥梁或隧道两侧应分别布设至少两个平面控制点。

导线点位置选好后要在地面上标定下来，一般方法是打一木桩并在桩顶中心钉一小铁钉。为了便于测量和使用管理，导线点要统一编号并编制导线点一览表，并绘制导线路线草图和点之记。

二

(一) 踏勘选点

各小组在指定测区进行踏勘，了解测区地形条件和地物分布情况，根据测区范围及测图要求确定布网方案。选点时应在相邻两点都各站一人，相互通视后方可确定点位。

选点时应注意以下几点：

1. 相邻点间通视好，地势较平坦，便于测角和量边；
2. 点位应选在土地坚实，便于保存标志和安置仪器处；

3. 视野开阔，便于进行地形、地物的碎部测量；
4. 相邻导线边的长度应大致相等；
5. 控制点应有足够的密度，分布较均匀，便于控制整个测区；
6. 各小组间的控制点应合理分布，避免互相遮挡视线。

点位选定之后，应立即做好点的标记，若在土质地面上可打木桩，并在桩顶钉小钉或划“十”字作为点的标志；若在水泥等较硬的地面上可用油漆画“十”字标记。在点标记旁边的固定地物上用油漆标明导线点的位置并编写组别与点号。导线点应分等级统一编号，以便于测量资料的管理。为了使所测角既是内角也是左角闭合导线点可按逆时针方向编号。

三

7.1 控制测量及其等级

在任何测量工作中不可避免地存在着测量误差。随着测量范围的扩大，测量误差在测量数据传递过程中会形成累积，会影响测量成果的准确性。为了控制和减弱测量误差的累积与传播，满足测图和工程施工的精度需要，就必须遵循“从整体到局部”、“先控制后碎部”的原则。

控制测量是指在整个测区范围内，选定若干个具有控制作用的点(称为控制点)，假设用直线连接相邻的控制点，组成一定的几何图形(称为控制网)，使用测量仪器和工具，进行外业测量获得相应的外业资料，对外业观测资料和已知数据进行内业计算，确定控制点的平面位置和高程的工作，以其统一整个测区的测量工作。

控制测量分为平面控制测量和高程控制测量，平面控制测量是测定控制点的平面位置(x 、 y)，高程控制测量是测定控制点的高程(H)。

7.1.1 平面控制测量

平面控制测量按照控制点之间组成几何图形的不同，又分为三角控制测量(三角测量)和导线控制测量(导线测量)。平面控制网常规的布设方法有三角网、三边网、边角网和导线网。20世纪80年代末，全球定位系统(GPS)开始用于建立平面控制网，目前已成为平面控制测量的主要方法。

1. 国家平面控制网

在全国范围内由国家专门的测量机构布设的平面控制网，称为国家平面控制网。国家平面控制网用于全国各种测绘和工程建设以及施工的基本控制，为空间科学技术和军事提供精确的点位坐标、距离和方位资料；并为确定地球的形状和大小、地震预报等提供重要的研究资料。

国家平面控制网采用逐级控制、分级布设的原则，分为一、二、三、四等。主要由三角测量法布设，在西部困难地区采用导线测量法。一等三角锁沿经线和纬线布设成纵横交叉的三角锁系，锁长200km左右，一等三角锁是国家平面控制网的主干。二等三角测量有布设于一等三角锁环内，是国家平面控制网的全面基础。二等基本锁的平均边长为15~20公里，二等补充网的平均边长为13公里。一等锁的两端和二等网的中间，都要测定起算边长、天文经纬度和方位角。所以国家一、二等网合称为天文大地网。三、四等网是一、二等网进一步加密，以满足测图和各项工程建设的需要。如图7-1所示。

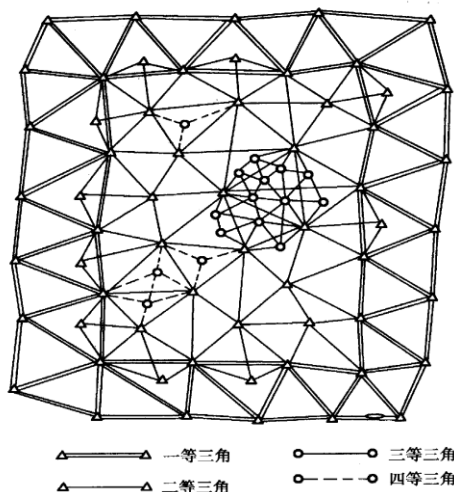


图 7-1 三角网的布设

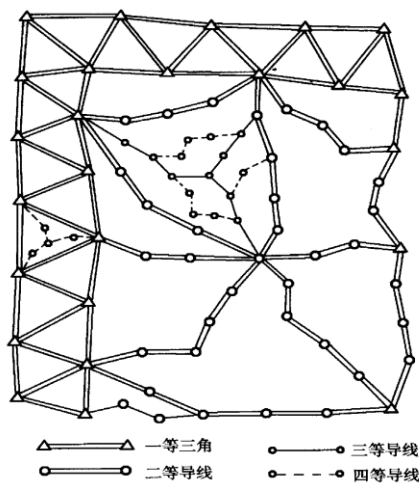


图 7-2 导线网的布设

在某些局部地区，如果采用三角测量困难时，也可用同等级的导线测量代替。如图7-2所示，其中一、二等导线测量，又称为精密导线测量。

20世纪80年代末，卫星全球定位系统（GPS）开始用于建立平面控制网。应用GPS卫星定位技术建立的控制网称为GPS控制网，根据我国2001年颁布的《全球定位系统（GPS）测量规范》GB/T 18314—2001）的要求，GPS相对定位的精度，划分为AA、A、B、C、D、E六级。GPS定位技术以其精度高、速度快、费用省、操作简便等优点，可以作为全球高精度坐标框架或全国高精度坐标框架，为全球性地球动力学、空间科学、地区性板块移动和地壳形变规律等方面的科研工作服务，也可用于、地形测量、地籍测量、房产测绘、路线勘测、海洋测绘和智能交通系统等，为我国的经济和社会持续发展提供基础测绘保障。

2. 城市与工程平面控制网

（1）城市平面控制网

为满足大比例尺测图、城市规划、地籍管理、市政工程建设和管理需要，在城市地区布设的平面控制网称为城市平面控制网。城市平面控制网是在国家控制网的控制下进行布设，城市平面控制网的建立方法有三角测量、导线测量、GPS测量。按城市范围大小布设不同等级的平面控制网，三角网依次分为二、三、四等三角网，一、二级及图根小三角网，导线网依次分为三、四等，一、二、三级和图根导线网。

（2）工程平面控制网

为满足工程建设需要而建立的平面控制网称为工程平面控制网。工程平面控制网一般是建立小区域平面控制网。

在小于 10km^2 的范围内建立的控制网，称为小区域控制网。在这个范围内，水准面可视为水平面，不需要将测量成果归算到高斯平面上，而是采用直角坐标系，直接在平面上计算坐标。在建立小区域平面控制网时，应尽量与已建立的国家或城市控制网联测，将国家或城市高级控制点的坐标作为小区域控制网的起算和校核数据。如果测区内或测区周围无高级控制点，或者不便于联测时，也可建立独立平面控制网。

3. 图根平面控制网

用于地形图测绘的控制网称为图根控制网。组成图根控制网的控制点，称为图根控制点。图根控制测量主要测定图根控制点位置。图根控制网可直接利用测区已有高级控制点进行布设，高级控制点为一级图

根点。若测区面积较大，利用一级图根点加密的图根点，称为二级图根点。如果测区附近没有高级控制点或联测比较困难，可以建立独立坐标系。

包括高级控制点在内，图根点的密度与测图比例尺和地形的复杂程度有关，《公路勘测规范》（JTG C10-2007）的规定，平坦开阔地区图根点的密度一般不宜低于表7-1的规定。

图根点密度 表 7-1

测图比例尺	1: 5000	1: 2000	1: 1000	1: 500
图根点密度 (点/km ²)	7	14	45	145

4. 公路工程平面控制网

公路工程平面控制网一般分两级布设。首级控制一般采用GPS控制网，控制点加密采用导线测量的方法，导线测量等级依次为二等、三等、四等和一、二级导线；各级公路及桥梁、隧道平面控制测量的选用见表7-2，各级平面控制测量精度必须满足表7-3的规定。

公路工程平面控制测量等级选用 表 7-2

高架桥、路线控制测量	多跨桥梁总长 L (m)	单跨桥梁 L _k (m)	隧道贯通长度 L _G (m)	测量等级
—	L ≥ 3000	L _k ≥ 500	L _G ≥ 6000	二等
—	2000 ≤ L < 3000	300 ≤ L _k < 500	300 ≤ L _G < 6000	三等
高架桥	1000 ≤ L < 2000	150 ≤ L _k < 300	1000 ≤ L _G < 3000	四等
高速、一级公路	L < 1000	L _k < 150	L _G < 1000	一级
二、三、四级公路	—	—	—	二级

各级平面控制测量精度要求 表 7-3

测量等级	最弱相邻点边长相对中误差	测量等级	最弱相邻点边长相对中误差
二等	1/100000	一级	1/20000
三等	1/70000	二级	1/10000
四等	1/35000		

7.2.1 导线的布设形式

按照测区的条件和需要，导线可以布置成下列几种形式：

1. 附和导线

从一个已知控制点出发，经过了若干个导线点以后，附和到另一个已知控制点上，这样的导线称为附和导线。控制点上可以有一条边或几条边是已知坐标方位角的边，也可以没有已知坐标方位角的边。

如图 7-5 所示。导线从一已知控制点 A(或 1)和已知方向 BA 出发，经过了 2、3、4 等若干个导线点，最后附和到另一个已知控制点 C(或 n)上，形成一条连续的折线。

附和导线形式具有对观测成果的检核作用，通常用于带状地区进行首级控制测量，广泛地应用于公路、铁路和水利等工程的勘测与施工中。

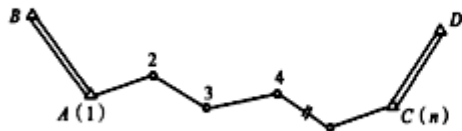


图 7-5 附和导线

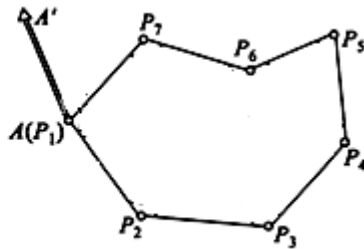


图 7-6 闭合导线

2. 闭合导线

从一个已知控制点出发，经过了若干导线点以后，又回到原已知控制点，这样的导线称为闭合导线。

如图 7-6 所示，导线从已知控制点按 A(或 P_1) 和已知方向 $A' A$ 出发，经过了导线点 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 、 P_6 、 P_7 ，最后又回到起点 A(或称为 P_1)，形成一个闭合的多边形。闭合导线通常用于面积较宽阔的独立地区作为首级控制。

3. 支导线

从一个已知控制点出发，经过若干个导线点后，既不回到原起始点，也不附和到另一个已知控制点上，这样的导线称为支导线。

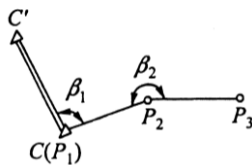


图 7-7 支导线

在支导线中导线点 P_2 和 P_3 为支导线点。由于支导线缺乏已知条件，无法进行检核，故要求边数一般不得超过 4 条，它仅适用于地形测量的图根控制补点使用。

7.2.2 导线测量的技术指标

在公路工程测量中，根据测区范围和精度要求，导线测量可分为三等、四等、一级、二级和图根导线。各级导线测量的技术要求见表 7-5、表 7-6 和表 7-7。

导线测量的技术要求

表 7-5

等级	附（闭） 合导线长度 (km)	边数	每边测 距中误差 (mm)	测角 中误差 (")	导线全长 相对闭合差	方位角 闭合差 (")
三等	18	≤ 9	$\leq \pm 14$	$\leq \pm 1.8$	$\leq 1/52\,000$	$\leq \pm 3.6\sqrt{n}$
四等	12	≤ 12	$\leq \pm 10$	$\leq \pm 2.5$	$\leq 1/35\,000$	$\leq \pm 5\sqrt{n}$
一级	6	≤ 12	$\leq \pm 14$	$\leq \pm 5.0$	$\leq 1/17\,000$	$\leq \pm 10\sqrt{n}$

二级	3.6	≤ 12	$\leq \pm 11$	$\leq \pm 8.0$	$\leq 1/11\ 000$	$\leq \pm 16\sqrt{n}$
----	-----	-----------	---------------	----------------	------------------	-----------------------

相邻控制点间平均边长参照值

表 7-6

测量等级	平均边长 (km)	测量等级	平均边长 (km)
二等	3.0	一级	0.5
三等	2.0	二级	0.3
四等	1.0		

图根导线测量的主要技术要求

表 7-7

边长测定方法	测图比例尺	导线全长 (m)	平均边长 (m)	测回数	测角中误差 (")	导线最大相对闭合差	方位角闭合差 (")
光电测距	1:500	≤ 750	≤ 75	≥ 1	$\leq \pm 20$	$\leq 1/4\ 000$	$\leq \pm 40\sqrt{n}$
	1:1000	≤ 1500	≤ 150				
	1:2000	≤ 3000	≤ 300				
钢尺量距	1:500	≤ 500	≤ 50	≥ 1	$\leq \pm 20$	$\leq 1/2000$	$\leq 40\sqrt{n}$
	1:1000	≤ 1000	≤ 85				
	1:2000	≤ 2000	≤ 180				

7.2.3 导线测量的外业工作

1. 踏勘选点及建立标志

在选点时,首先收集整理测区已有的地形图和控制点的成果资料,一般是先在中比例尺(1:10000-1:100000)的地形图上进行控制网设计。根据测区内现有的国家控制点或测区附近其他工程部门建立的可资利用的控制点,在地形图确定控制网点位置及其联测方案。在布网方案确定以后,可对控制网进行精度估算,必要时需对初定控制点进行调整。然后到野外进行踏勘、核对、修改和落实点位。如需测定起始边,起始边位置应优先考虑。如果测区没有以前的地形资料,则需要到现场详细踏勘,根据已知控制点的分布、地形条件以及测图和施工需要等具体情况,合理地拟定导线点的位置,并建立标志。

控制点位置的选定应满足相应工程施工的基本要求。对于公路工程应满足交通部行业标准《公路勘测规范》(JTG C10-2007)的规定。公路平面控制网应满足以下要求:

- (1) 相邻导线点间要通视,对于钢尺量距导线,相邻导线点间要求地势较平坦,以便于丈量边长。
- (2) 导线点应选在土质坚硬、稳定的地方,以便于保存点的标志和安置仪器。
- (3) 导线点应选在地势较高,视野开阔的地方,以便于进行控制点加密、扩展、寻找,同时应便于测角、测距、及地形图测绘和公路放样。
- (4) 导线各边的长度应按表 7-6 的规定尽量接近于平均边长,且不同导线各边长不应相差过大,导

线点的数量要足够，以便控制整个测区。

(5) 所选的导线点，必须满足观测视线超越(或旁离)障碍物 1.3m 以上。

(6) 路线平面控制点的宜沿路线前进方向布设，路线平面控制点距路线中心线的位置应大于 50m 宜小于 300m。

(7) 在桥梁和隧道处，应考虑桥隧布设控制网的要求；在大型构造物的两端应分别布设至少一对平面控制点。平面控制网的布设形式不同，对选点的具体要求亦不尽相同。

控制点位置确定以后，要在地面上标定下来，一般方法是在地面上打下一大木桩，桩顶钉一小铁钉作为导线点的标志，对于需要长期保存的控制点，应埋设水泥混凝土桩或石桩，桩顶刻凿十字或嵌入锯有十字的钢筋作点的标志。控制点应按顺序统一编号，为便于日后寻找使用，还应对每个控制点绘制“点之记”，即量测出控制点与其附近明显构造物之间的距离，绘出草图，注明方向和尺寸，并进行简单的文字描述。如表 7-8 所示。

导线点点之记 表 7-8

导 线 点	草 图	相 关 位 置	
P ₃		李 庄	7.23 m
		化肥厂	8.15 m
		独立树	6.14 m

工作任务二：导线水平角观测

一、任务描述

使用全站仪对导线每个转折角进行两个测回的水平角观测，规范化记录数据，对结果进行计算和检核。

二、学习目标

1、能力目标

能够正确对全站仪进行对中整平，使用仪器测量导线转折角

能够正确在水平角记录手簿上记录测量数据

能按照《工程测量规范》GB 50026-2007 限差要求进行水平角计算检核

2、知识目标

掌握全站仪的正确操作方法

掌握水平角观测的步骤

掌握角度原始数据的规范化记录

3、素质目标

培养团结协作完成任务的精神

培养严谨的作业精神，养成良好的质量意识，标准意识

三、建议学时：12 学时

四、学习资讯

全站仪说明书，全站仪测角步骤及注意事项，导线布设草图，学生任务单等

五、教学组织

1. 方法描述

首先教师现场规范化操作仪器，记录数据。教师下达任务单，学生按照任务要求进行水平角测量并记录计算数据。

项目教学、任务驱动、小组讨论、

授课地点：教室下达任务书，现场水平角观测

2. 实施步骤

教学实施步骤图如下：

项目	教学活动	教学内容	教学方法及手段	学生活动	教学条件	参考学时	成果
导线水平角观测	任务导入	布置任务，下发任务单	讲授法、现场演示	参与互动	全站仪说明书，工作任务单，水平角记录手簿	2.0 学时	导线路线草图和点之记。
		全站仪测角步骤					
		数据记录及计算					
	分析决	根据任务查阅必备	分析讨	小组成员自		0.5	

	策	知识，查漏补缺	论、问题 启发	行完成		学时	
		分析任务难点					
		小组分工					
	任务实施	现场水平角测量	小组分析 讨论，现场引导	小组合作完成		9.0 学时	
	评价考核	小组提交角度原始记录	手簿原始 记录复查	提交原始记录		0.5 学时	
		教师对数据进行检核					
		问题角度复测					

六、考核评价

完成小组自评表、组内成员互评表、教师评价表。

七、总结反思

通过教学效果的情况，总结完善教学过程中任务的典型性，教学组织的科学性。

八、知识准备

一

5.1.1 全站仪的外部结构

图 5-1 所示为 DTM-352 全站仪的外形及外部构件名称。

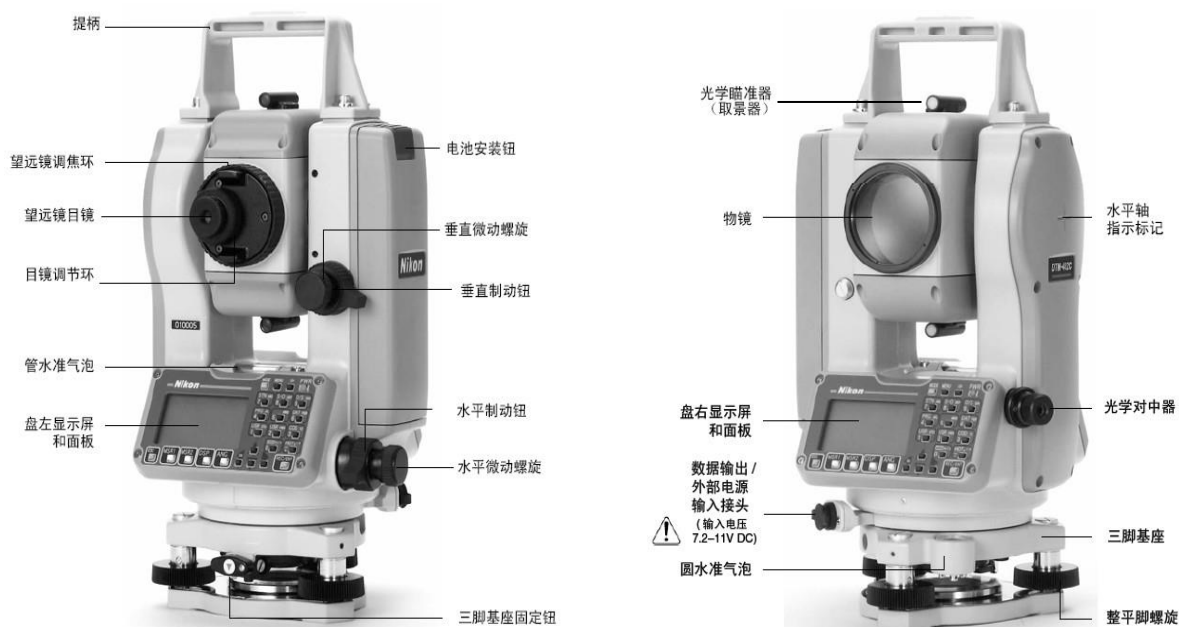


图 5-1 DTM-352 全站仪

全站仪按结构一般分为分体式(组合式或积木式)和整体式两类。分体式全站仪的特点是光电测距仪和电子经纬仪既可以组合在一起使用，也可以分开使用。整体式全站仪的特点是光电测距仪和电子经纬仪共用一个望远镜，并安装在同一个外壳内，成为一个完整的整体，使用更为方便。现在，人们一般所讲的全站仪通常是指整体式的全站仪。

5.1.2 全站仪组成部分

电子全站仪是一种可以同时进行角度（水平角、竖直角）测量和距离（斜距、平距、高差）测量、由机械、光学、电子元件组合而成的测量仪器。由于只要一次安置，仪器便可以完成在该测站上所有的测量工作，故被称为“全站仪”。开始时，是将电子经纬仪与光电测距仪装置在一起，并可以拆卸，分离成经纬仪和电子测距仪两个独立的部分，称为积木式全站仪。后来又改进为将光电测距仪的光波发射接收系统的光轴和经纬仪的视准轴组合为同轴的整体式全站仪，并且配置了电子计算机的中央处理单元（CPU）、储存单元和输入输出设备（I/O），能根据外业观测数据（角度、距离），实时计算并显示出所需要的测量成果：点与点之间的方位角、平距、高差或点的三维坐标等。通过输入输出设备，可以与计算机交互通讯，使测量数据直接进入计算机，进行计算、编辑和绘图。测量作业所需要的已知数据也可以从计算机输入全站仪。这样，不仅使测量的外业工作高效化，而且可以实现整个测量作业的高度自动化。

电子全站仪各部分的组合框图如图 5-2 所示。各部分的作用如下：电源部分有可充电式电池，供给其他各部分电源，包括望远镜十字丝和显示屏的照明；测角部分相当于电子经纬仪，可以测定水平角、竖直角和设置方位角；测距部分相当于光电测距仪，一般用红外光源，测定至目标点（设置反光棱镜或反光片）的斜距，并可归算为平距及高差；中央处理单元接受输入指令，分配各种观测作业，进行测量数据的运算，如多测回取平距值、观测值的各种改正、极坐标法或交会法的坐标计算以及包括运算功能更为完备的各种软件；输入输出部分包括键盘、显示屏和接口；从键盘可以输入操作指令、数据和设置参数，显示屏可以显示出仪器当前的工作方式（Mode）、状态、观测数据和运算结果；接口使全站仪能与磁卡、磁盘、微机交互通讯，传输数据。

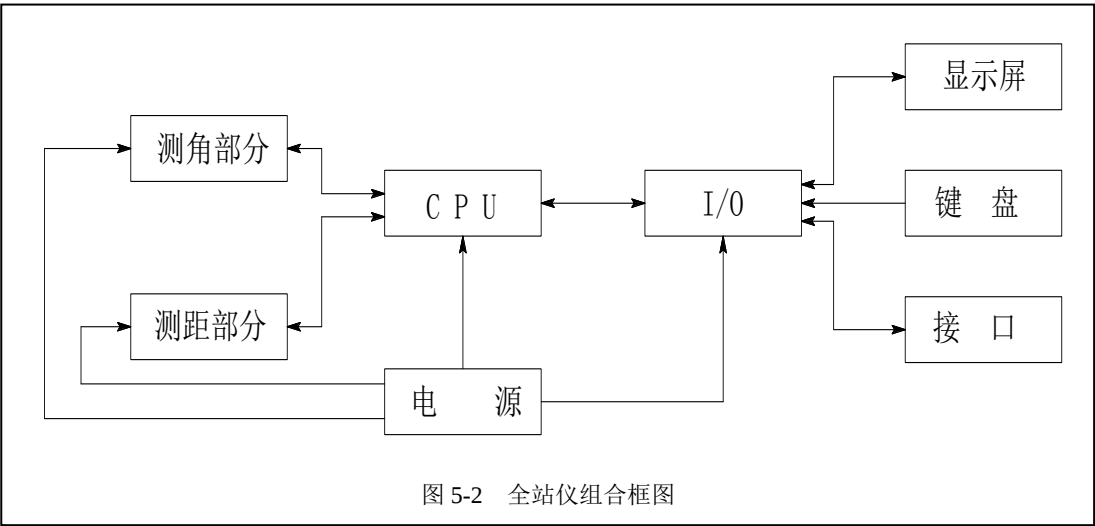


图 5-2 全站仪组合框图

5.1.3 全站仪键盘各键的功能

随着全站仪设计理念的不断提高，现在使用的全站仪在正反两侧均分别安装了液晶显示屏和功能键盘，即时显示水平距离、高差、角度增量等测量数据，又能进行正倒镜观测，操作十分方便。

图 5-3 所示为 DTM-352 全站仪显示面板及操作键。

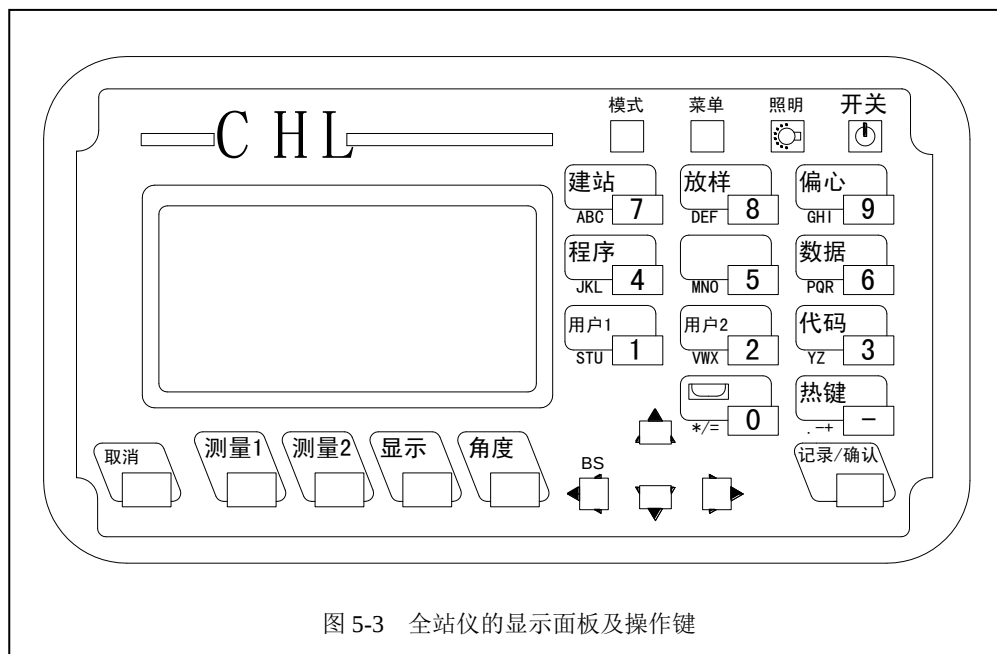


图 5-3 全站仪的显示面板及操作键

键盘共有 25 个键。位于显示屏右上方的为电源键、照明键、菜单键和模式键。位于右边的为 11 个数字键和符号键（包括正负号和小数点，按（模式）键可以实现数字和字母的转换。多数数字键都具有第二功能，可以在操作过程中切换。）位于右下角的为确认键，它还具有记录数据的功能。位于确认键左侧有四个导航键，它们可使光标上、下、左、右移动，（**BS**）键用于删除字符。在显示屏下方有四个功能键，可以进行测量、显示和角度设置。位于左下方为取消键，它用于退回到前一显示屏、数据置零等。

图 5-4 所示为显示屏显示信息。

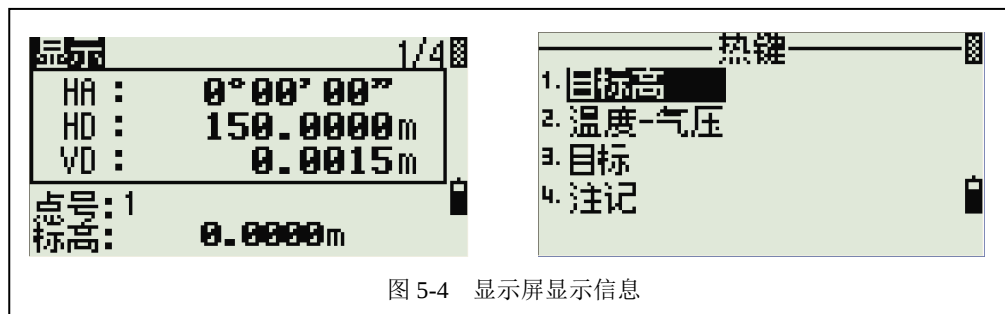


图 5-4 显示屏显示信息

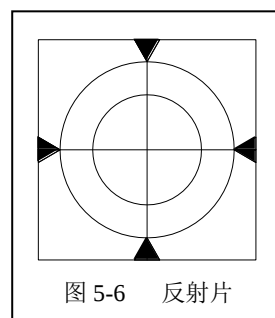
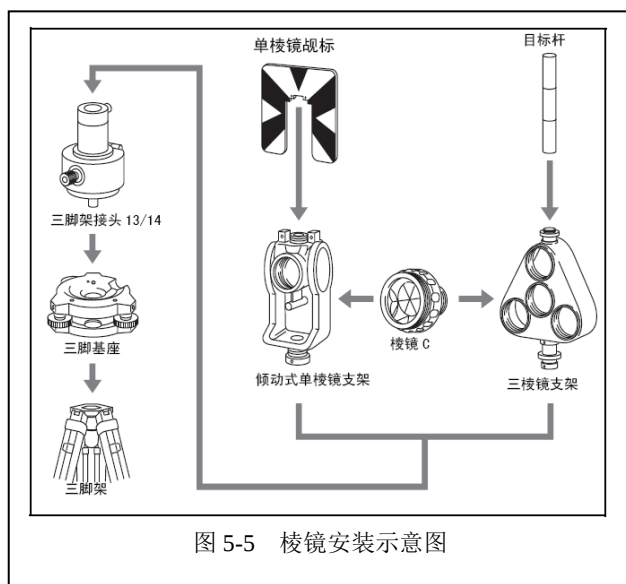
5.1.4 全站仪的

辅助设备

1. 反射物体

当全站仪工作过程中触及到距离测量，都要使用反射物体，如反射棱镜、反射片。远距离观测时反射棱镜的精度要远高于反射片，因此反射棱镜在工作中应用更为广泛。现在有很多仪器拥有了免棱镜功能，也就是说在短距离（小于 500 米）的情况下可以直接测量物体到仪器的距离。

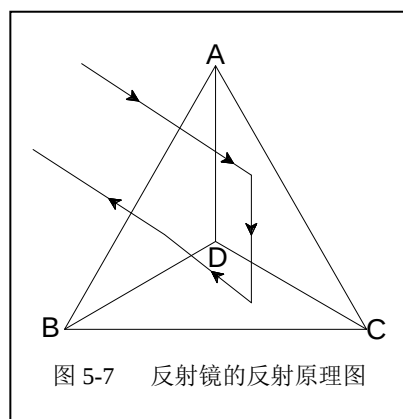
反射棱镜有单棱镜、三棱镜等不同的种类，如图 5-5 所示，棱镜数量不同，测程也不同，选用多棱镜可使测程达到较大的数值。反射棱镜一般都有一个固定的棱镜常数，将它和不同的全站仪进行配套使用时，必须在全站仪中对棱镜的棱镜常数进行设置。棱镜常数一旦设置，关机该常数仍被保存。



提示：当不确定棱镜常数时可用钢尺在平坦地面量取 10 m 距离，定出两个端点。在一个端点上安置全站仪，另一个端点上安置棱镜，用全站仪测量两点间的距离。如果距离正确则棱镜常数设置正确，否则需要改正棱镜常数。

图 5-6 为反射片，尺寸 $30\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ ，适用于距离 500 m 以内测量，尺寸 $60\text{ mm} \times 60\text{ mm}$ 适用于距离 700 m 以内测量。

构成反射棱镜的光学部分是直角光学玻璃锥体，如图 5-7 所示，其中 ABC 为反射面，是等边三角形，另外三个面为反射面，呈等腰直角三角形。反射面镀银，面与面之间互相垂直。这种结构的棱镜，无论光线从哪个方向射入透射面，棱镜都会将光线进行平行反射。因此，在测量中只要将棱镜的透射面大致垂直于测线方向，仪器便会得到回光信号，从而测量出仪器到棱镜的距离。



2. 温度计和气压表

光在空气中的传播速度不是常数，而是随大气的温度和压力而变，不同的温度和压力对应不同的大气改正值，在全站仪中设置了大气改正值，则仪器会自动对观测结果实施大气改正。

气压测量一般使用空盒气压计，单位为毫米汞柱 (mmHg) 或百帕 (hPa)

温度测量一般使用通风干湿温度计，在测程较短或测距精度要求不高时，可使用普通温度计。

现在有些较高级的全站仪能自动感应温度计和气压，并进行改正。

5.3.3 全站仪的保养

1. 全站仪保管的注意事项:

- (1) 仪器的保管由专人负责，每天现场使用完毕带回办公室；不得放在现场工具箱内。
- (2) 仪器箱内应保持干燥，要防潮防水并及时更换干燥剂。仪器必须放置专门架上或固定位置。
- (3) 仪器长期不用时，应以一月左右定期取出通风防霉并通电驱潮，以保持仪器良好的工作状态。
- (4) 仪器放置要整齐，不得倒置。

2. 使用时应注意事项:

- (1) 开工前应检查仪器箱背带及提手是否牢固。
- (2) 开箱后提取仪器前，要看准仪器在箱内放置的方式和位置，装卸仪器时，必须握住提手，将仪器从仪器箱取出或装入仪器箱时，请握住仪器提手和底座，不可握住显示单元的下部。切不可拿仪器的镜筒，否则会影响内部固定部件，从而降低仪器的精度。应握住仪器的基座部分，或双手握住望远镜支架的下部。仪器用毕，先盖上物镜罩，并擦去表面的灰尘。装箱时各部位要放置妥帖，合上箱盖时应无阻碍。
- (3) 在太阳光照射下观测仪器，应给仪器打伞，并带上遮阳罩，以免影响观测精度。在杂乱环境下测量，仪器要有专人守护。当仪器架设在光滑的表面时，要用细绳（或细铅丝）将三脚架三个脚联起来，以防滑倒。
- (4) 当架设仪器在三脚架上时，尽可能用木制三脚架，因为使用金属三脚架可能会产生振动，从而影响测量精度。
- (5) 当测站之间距离较远，搬站时应将仪器卸下，装箱后背着走。行走前要检查仪器箱是否锁好，检查安全带是否系好。当测站之间距离较近，搬站时可将仪器连同三脚架一起靠在肩上，但仪器要尽量保持直立放置。
- (6) 仪器任何部分发生故障，不勉强使用，应立即检修，否则会加剧仪器的损坏程度。
- (7) 光学元件应保持清洁，如沾染灰沙必须用毛刷或柔软的擦镜纸擦掉。禁止用手指抚摸仪器的任何光学元件表面。清洁仪器透镜表面时，请先用干净的毛刷扫去灰尘，再用干净的无线棉布沾酒精由透镜中心向外一圈圈的轻轻擦拭。除去仪器箱上的灰尘时切不可作用任何稀释剂或汽油，而应用干净的布块沾中性洗涤剂擦洗。
- (8) 在潮湿环境中工作，作业结束，要用软布擦干仪器表面的水分及灰尘后装箱。回到办公室后立即开箱取出仪器放于干燥处，彻底凉干后再装箱内。
- (9) 冬天室内、室外温差较大时，仪器搬出室外或搬入室内，应隔一段时间后才能开箱。

3. 仪器转运时注意事项

(1) 首先把仪器装在仪器箱内,再把仪器箱装在专供转运用的木箱内,并在空隙处填以泡沫、海绵、刨花或其它防震物品。装好后将木箱或塑料箱盖子盖好。需要时应用绳子捆扎结实。

(2) 无专供转运的木箱或塑料箱的仪器不应托运,应由测量员亲自携带。在整个转运过程中,要做到人不离开仪器,如乘车,应将仪器放在松软物品上面,并用手扶着,在颠簸厉害的道路上行驶时,应将仪器抱在怀里。

(3) 注意轻拿轻放、放正、不挤不压,无论天气晴雨,均要事先做好防晒、防雨、防震等措施。

4. 电池的使用

全站仪的电池是全站仪最重要的部件之一,现在全站仪所配备的电池一般为 Ni-MH(镍氢电池)和 Ni-Cd(镍镉电池),电池的好坏、电量的多少决定了外业时间的长短。

(1) 建议在电源打开期间不要将电池取出,因为此时存储数据可能会丢失,因此请在电源关闭后再装入或取出电池。

(2) 可充电电池可以反复充电使用,但是如果在电池还存有剩余电量的状态下充电,则会缩短电池的工作时间,此时,电池的电压可通过刷新予以复原,从而改善作业时间,充足电的电池放电时间约需 8 小时。

(3) 不要连续进行充电或放电,否则会损坏电池和充电器,如有必要进行充电或放电,则应在停止充电约 30 分钟后再使用充电器。

(4) 不要在电池刚充电后就进行充电或放电,有时这样会造成电池损坏。

(5) 超过规定的充电时间会缩短电池的使用寿命,应尽量避免

(6) 电池剩余容量显示级别与当前的测量模式有关,在角度测量的模式下,电池剩余容量够用,并不能够保证电池在距离测量模式下也能用,因为距离测量模式耗电高于角度测量模式,当从角度模式转换为距离模式时,由于电池容量不足,不时会中止测距。

总之,只有在日常的工作中,注意全站仪的使用和维护,注意全站仪电池的充放电,才能延长全站仪的使用寿命,使全站仪的功效发挥到最大。

二

5.2.2 电子测角原理

全站仪测读角系统是利用光电扫描度盘,自动显示于读数屏幕,使观测时操作更简单,且避免了产生人为读数误差。目前,电子测角有三种度盘形式,即编码度盘、光栅度盘和格区式度盘。

5.3 全站仪的技术操作

电子全站仪的使用分为:观测前的准备工作、角度测量、距离(斜距、平距、高差)测量、三维坐标测量、导线测量、交会定点测量和放样测量等。角度测量和距离测量属于基本测量工作,导线测量等有仪器自带程序控制。应用这些程序,配合基本测量工作,就可以获得测量的成果。不同型号的全站仪的使用方法大体上相同的,但也有一些差别。

5.3.1 测量前的准备

1. 电池装入

进行测量之前，应将电池充足电。把电池底部定位导块插入仪器上的电池导孔内，把电池顶部按入仪器内。观测完毕须将电池从仪器上取下。

2. 安置仪器

对中、整平（圆水准气泡居中、管水准气泡居中）同一般经纬仪。

3. 开电源准备观测

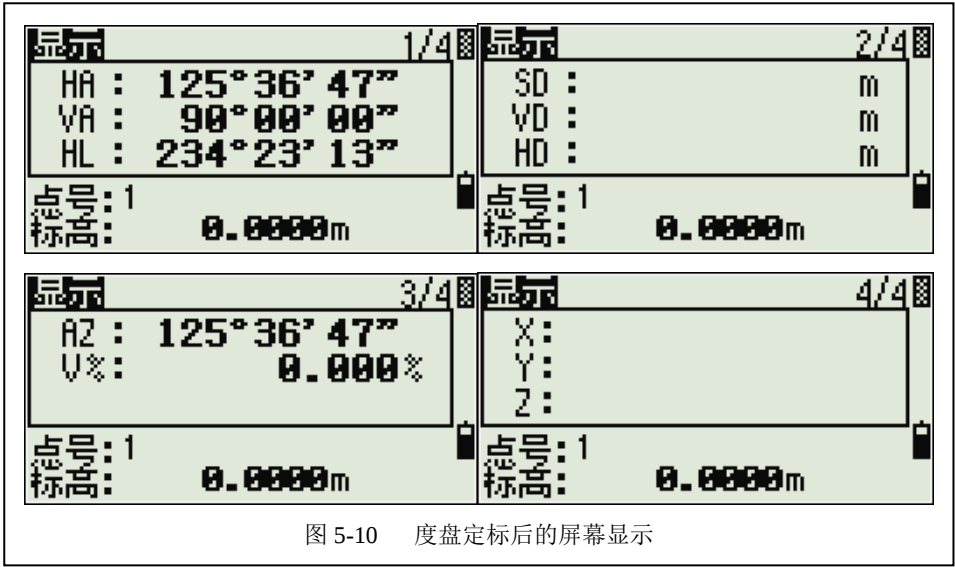
（1）仪器自检

按电源键开机，仪器进行自检，以保证能正常工作。自检完毕后，屏幕会显示温度和气压的设置选项，如图 5-9 所示。



（2）水平度盘和竖直度盘标定

松开水平制动螺旋和竖直制动螺旋，旋转照准部和旋转望远镜，会听到一声音响，完成水平度盘和竖直度盘定标。屏幕显示如图 5-10 所示：屏幕显示四页，通过上下导航键进行翻页。在屏幕最右侧可以看到电池显示（）和测量信号（）显示，在显示栏可以看到基本信息：**HA**（水平右角增量），**VA**（竖直角），**HL**（水平左角增量）；**SD**（斜距），**VD**（高差），**HD**（平距）；**AZ**（坐标方位角），**V%**（坡度百分比）；**xyz**（三维坐标）。最下面显示待测点点号和目标高度。



5.3.2 全站仪的操作与使用

不同厂家生产的全站仪，同一厂家生产的不同等级的全站仪，其外观、功能、键盘设计、操作方法和步骤等都会有所区别，但原理基本相同。

1. 距离测量

距离测量的基本操作方法和步骤与光电测距仪类似，先选择测量模式（精测、粗测、跟踪），然后瞄准反射棱镜，按相应的测量键，几秒后即显示出距离值，如图（5-11）所示。

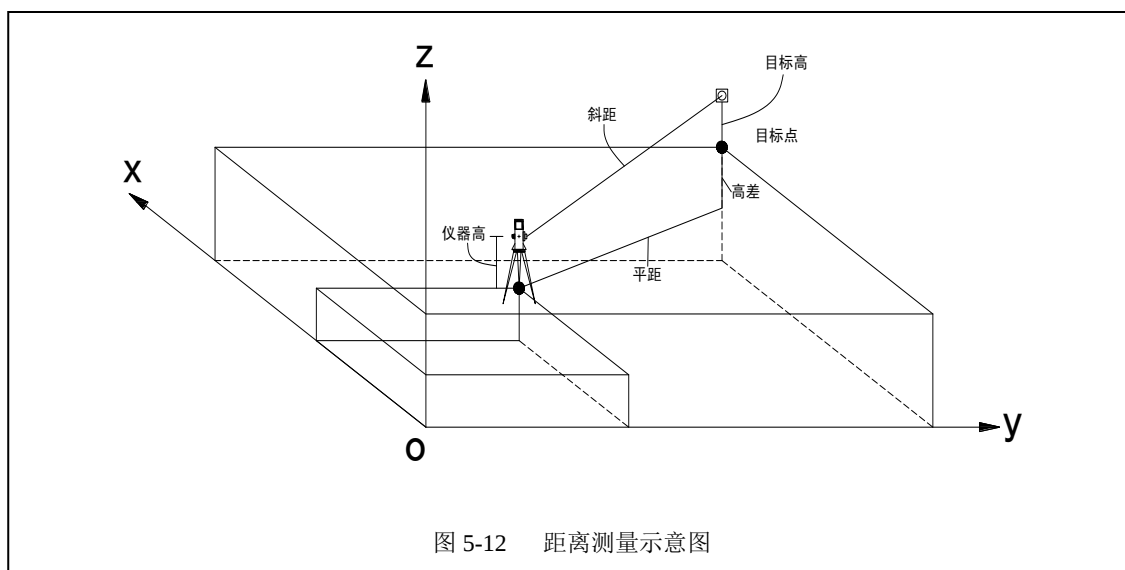
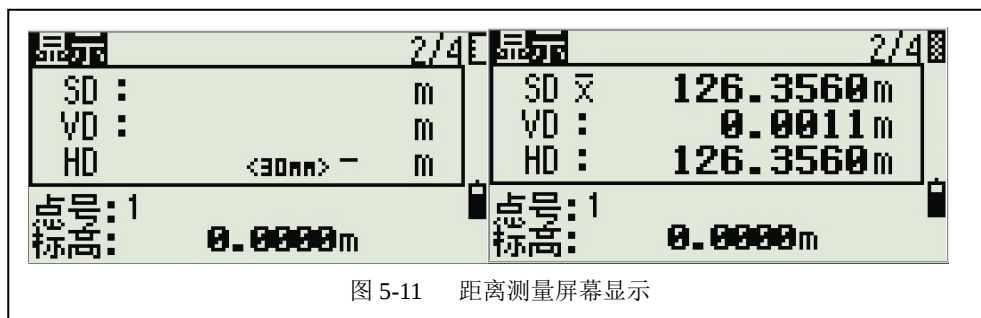
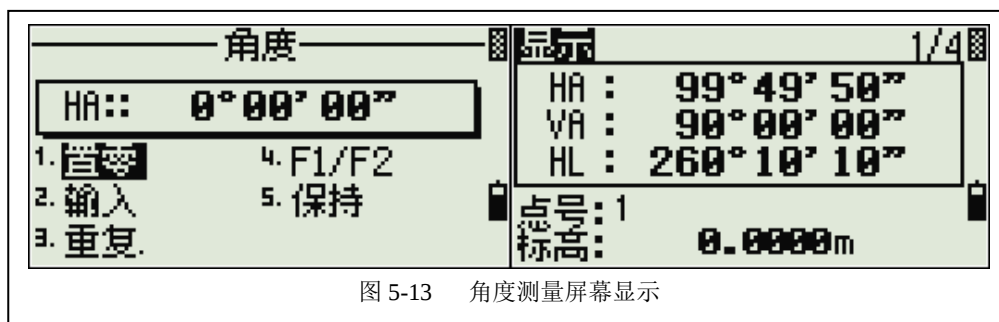
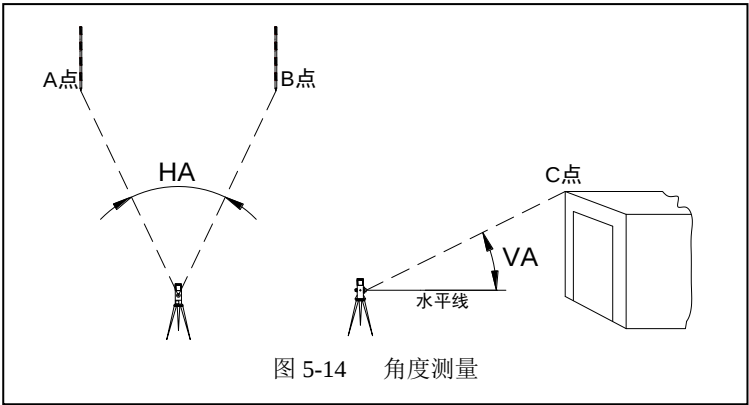


图 5-12 距离测量示意图

2. 角度测量

角度测量的基本操作方法和步骤与经纬仪类似。目前的全站仪都具有水平度盘自动置零后任意角度设置功能，使测角更加方便。当瞄准某一目标，并进行水平度盘置零或角度设置后，转动照准部瞄准另一目标后，屏幕所显示的水平角值即为它们的水平夹角或该目标的方位角，如图 5-13 所示。





提示：角度测量不一定需要棱镜。

三

（2）角度测量

导线的转折角有左角和右角之分，以导线为界，按编号顺序方向前进，在前进方向左侧的角称为左角；在前进方向右侧的角称为右角。在闭合导线中，一般均测其内角，闭合导线若按逆时针方向编号，其内角均为左角；反之均为右角。在附合导线中，可测其左角亦可测其右角（在公路测量中一般测右角），但全线要统一。角度测量采用测绘法，每个角测两个测回。

1）测绘法的观测步骤

①安置仪器，竖立观测目标。

②盘左观测（上半测回）：盘左瞄准左边 A，读取 $a_{左}$ ，顺时针旋转瞄准右边 B，读取 $b_{左}$ 。则上半测回角值： $\beta_{左} = b_{左} - a_{左}$ 。

③盘右观测（下半测回）：倒镜成盘右，逆时针瞄准右边 B，读取 $b_{右}$ ，逆时针旋转瞄准左边 A，读取 $a_{右}$ 。则下半测回角值： $\beta_{右} = b_{右} - a_{右}$ 。

④记录与计算。： $\beta = (\beta_{左} + \beta_{右}) / 2$ 要求 $\beta_{左} - \beta_{右} \leq \pm 40''$

水平角观测记录手簿

表 3-2

测站	盘位	目标	水平度盘读数 (° ' ")	半测回角值 (° ' ")	一测回角值 (° ' ")	各测回平均值 (° ' ")
O	左	A	0 06 24	111 39 54	111 39 51	111 39 52
		B	111 46' 18			
	右	A	180 06 48	111 39 48		

		B	291 46 36			
O	左	A	90 06 18	111 39 48	111 39 54	
		B	201 46 06			
	右	A	270 06 30	111 40 00		
		B	21 46 30			

工作任务三：导线边长测量

一、任务描述

使用全站仪对导线每条边边长进行测量，采用往返测两次求平均值的方法，满足限差要求，规范数据记录。

二、学习目标

1、能力目标

能利用全站仪进行距离测量

能正确读记并进行气象参数设置

能规范记录边长数据，正确计算

能按照《工程测量规范》GB 50026-2007 限差要求进行距离测量计算检核

2、知识目标

掌握全站仪测量边长的步骤

掌握边长原始数据的规范化记录

3、素质目标

培养团结协作完成任务的精神

培养严谨的作业精神，养成良好的质量意识，标准意识

三、建议学时：12 学时

四、学习资讯

全站仪说明书，全站仪测边长步骤及注意事项，导线布设草图，学生任务单等

五、教学组织

1. 方法描述

首先教师现场规范化操作仪器，记录数据。教师下达任务单，学生按照任务要求进行导线边长测量并记录计算数据。

项目教学、任务驱动、小组讨论、

授课地点：教室下达任务书，现场测量导线边长

2. 实施步骤

教学实施步骤图如下：

项目	教学活动	教学内容	教学方法及手段	学生活动	教学条件	参考学时	成果
导线边长测量	任务导入	布置任务，下发任务单	讲授法、现场演示	参与互动	全站仪说明书，工作任务单，距离记录手簿	2.0 学时	距离记录手簿
		全站仪距离测量步骤					
		数据记录及计算					
	分析决	根据任务查阅必备	分析讨	小组成员自		0.5	

	策	知识，查漏补缺	论、问题 启发	行完成		学时	
		分析任务难点					
		小组分工					
	任务实施	现场距离测量	小组分析 讨论，现场引导	小组合作完成		9.0 学时	
	评价考核	小组提交距离测量 原始记录	手簿原始 记录复查	提交原始记录		0.5 学时	
		教师对数据进行检核					
		问题边长复测					

六、考核评价

完成小组自评表、组内成员互评表、教师评价表。

七、总结反思

通过教学效果的情况，总结完善教学过程中任务的典型性，教学组织的科学性。

八、知识准备

一

（3）距离测量

导线边采用普通钢尺丈量导线边长或用测距仪（全站仪）进行导线边长测量。测量实训要求距离测量进行往返测，相对误差满足要求。记录计算格式如表 3-3 所示。

距离测量记录手簿

表 3-3

导线边	往测距离	返测距离	距离平均值	相对误差 K
D ₁ D ₂	185.239	185.248	185.244	1/20582
D ₂ D ₃	102.945	102.941	102.943	1/25735

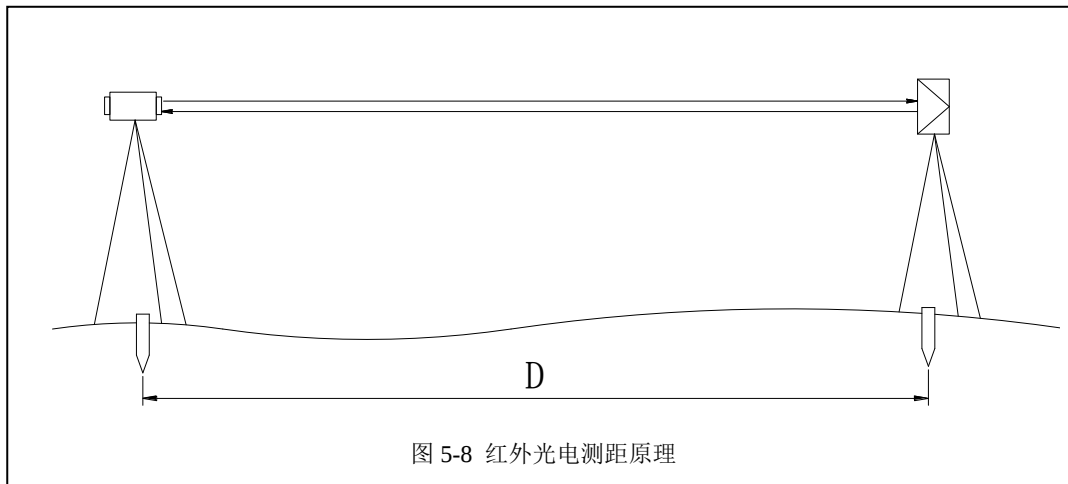
二

5.2 全站仪的测量原理

5.2.1 红外测距原理

目前使用的全站仪均采用相位法测距。

如图 5-8 所示，设欲测定 A，B 两点间距离 D，在 A 点安置仪器，在 B 点安置反射棱镜，由仪器反射调制光，经过距离 D 到达反射镜，再由反射棱镜返回到仪器接受系统，如果能测出速度为 C 的调制光在距离 D 上往、返传播的时间 t，则距离 D 即可按式（5-1）求得。



$$D = \frac{1}{2} c \cdot t \quad (5-1)$$

式中： D ——待测距离；

c ——调制光在大气中的传播速度；

t ——调制光在往、返距离上的传播时间。

三

距离测量是测量的三项基本工作之一。测量学中的所测定的距离是指地面上两点之间的水平距离，所谓水平距离是指地面上两点垂直投影到水平面上的距离。常用的距离测量方法有钢尺量距、视距测距和电磁波测距等。钢尺量距是用可卷曲的钢质软尺或皮尺沿地面水平丈量，属于直接量距；视距测量是利用经纬仪或水准仪望远镜中十字丝的上、下丝在视距标尺上的距离按几何光学原理进行测距；电磁波测距是用仪器的电磁波放射及接收，按其传播速度及时间测定距离，属于电子物理测距；后两者属于间接测距。

钢尺量距的工作简单，但易受地形条件限制，一般适用于平坦地区的测距；视距测量能克服地形条件限制，且操作方便快捷，但其测距精度低于直接丈量，一般适合于低精度的近距离测量；电磁波测距仪与前两种测距方法比较，操作轻便，测距精度高，测程远，但仪器较昂贵，一般用于高精度的距离测量，各种测距方法可用于不同的测距等级要求。

4.1 卷尺量距

4.1.1 丈量工具

卷尺量距的工具主要包括钢卷尺、皮尺以及丈量时的辅助工具。

1. 钢卷尺（钢尺）

钢尺是钢制的卷尺，常用钢尺宽 10~15mm，厚 0.4mm，长度主要有 20m、30m 及 50m 三种，卷放在

圆形盒内或金属架上。钢尺的基本分划为厘米，在每米及每分米处有数字注记，一般钢尺在起点处 1 分米内刻有毫米分划；有的钢尺，整个尺长内都刻有毫米分划。由于尺的零点位置的不同，有端点尺和刻线尺的区别，端点尺是以尺的最外端作为尺的零点。刻线尺是以尺前端的一刻线作为尺的零点，如图 4-1 所示。

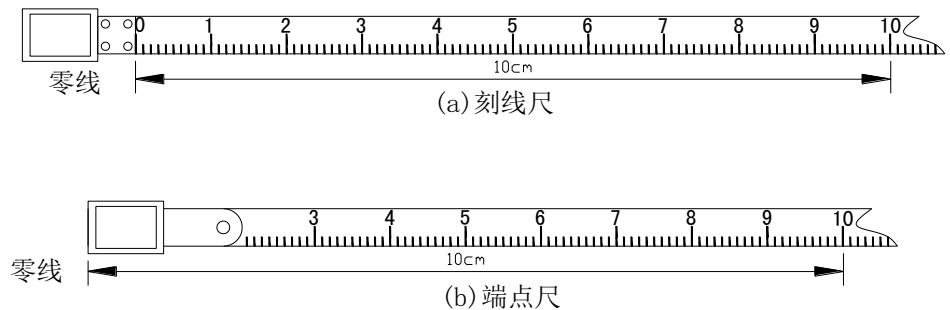


图 4-1 刻线尺和端点尺

2. 皮卷尺（皮尺）

皮尺是用麻线或加入金属丝织成的带状尺，主要有 20m、30m 及 50m 三种，基本分划为厘米，尺面每 10cm 和整数注有数字。皮尺量距精度较钢尺低，适用于碎部测量、施工放样等精度要求较低的距离丈量。

3. 辅助工具

钢尺量距中辅助的工具还有标杆、测钎、垂球、弹簧秤和温度计等。标杆长 3m，杆上涂以 20cm 间隔的红、白漆，用于直线定线；测钎是用直径 5mm 左右的粗铁丝磨尖制成，长约 30cm，用来标志所量尺段的起、止点；垂球用于不平坦地面量距时将尺的端点垂直投影到地面；弹簧秤和温度计用于钢尺精密量距时的拉力控制和地表温度测定。

4.1.2 直线定线

当两个地面点之间的距离较长或地势起伏较大时，为使量距工作方便起见，可分成几段进行丈量。这种把多根标杆标定在已知直线上的工作称为直线定线。直线定线分目测定线法和经纬仪定线法。

1. 两点间目测定线

如图 4-2 所示，设 A、B 两点互相通视，需在 AB 方向线上标出“1”点。步骤如下：在 A、B 两点上竖立标杆，甲站在 A 点标杆后约 1m 处，指挥乙左右移动标杆，直到甲从 A 点沿标杆的同一侧看到 A、1、B 三支标杆共线为止。

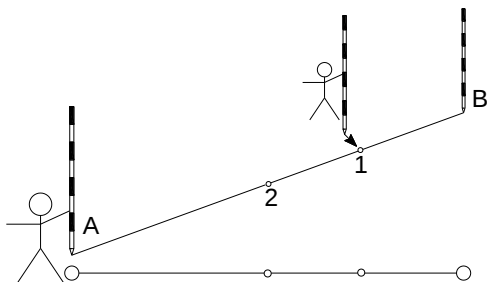


图 4-2 两点间目测定线

若两点间标定若干个点，一般应由远及近进行定线，以免待定点受到已定点的影响。

2. 经纬仪定线

(1) 在两点间定线

A、*B* 两点互相通视，在 *A* 点安置仪器，对中整平后，望远镜纵丝切准 *B* 点，制动照准部，望远镜上下转动，指挥待定点处的持杆者左右移动标杆，直到标杆的像为纵丝平分。

(2) 延长直线

如图 4-3，需将直线 *AB* 延长至 *C* 点，方法如下：在 *B* 点安置仪器，对中整平后，盘左位置以纵丝切准 *A* 点，制动照准部，旋松望远镜制动螺旋，倒转望远镜，以纵丝定出 *C'* 点；盘右位置瞄准 *A* 点，同法定出 *C''* 点。取 *C' C''* 的中心，即为精确位于 *AB* 延长线上的 *C* 点。以上办法称为经纬仪正倒镜分中法。

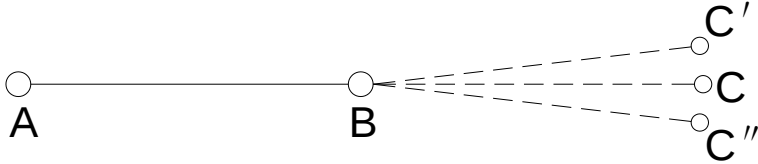


图 4-3 正倒镜分中法延长直线

4.1.3 丈量方法

量距的基本要求是“平、直、准”

1. 平坦地区的距离丈量

如图 4-4 所示，按 *AB* 间目测定线标定的直线方向逐段量距，依次量出各整尺段，最后量出不足整尺段的余长。此时 *AB* 的水平距离为：

$$D_{AB} = n \times \text{尺段长} + \text{余长} \tag{4-1}$$

式中：*n*——整尺段数。

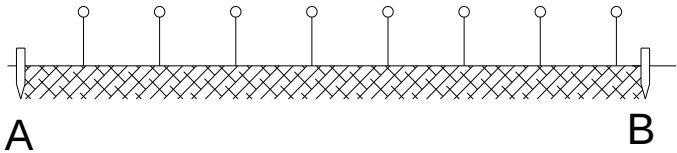


图 4-4 平坦地面量距

2. 倾斜地面的距离丈量

如图 4-5 所示，当地面坡度较小时，可将钢尺抬平直接量取两点间的平距，从点 *A* 开始，将尺的零端对准 *A* 点，将尺的另一端抬平，使尺位于 *AB* 方向线上，然后用垂球将尺的末端投影到地面，再插上测钎，依次量出整尺段数和最后的余长，按式（4-1）计算 *AB* 的距离。当地面坡度较大，钢尺抬平有困难时，也可沿地面丈量倾斜距离 *S*，用水准仪测定两点间的高差 *h*，按以下两式计算水平距离 *D*：

$$D = \sqrt{S^2 - h^2} \tag{4-2}$$

或

$$D = S + \Delta D_h \quad (4-3)$$

式中： $\Delta D_h = -\frac{h^2}{2S}$ ，称为量距的倾斜改正（高差改正）。

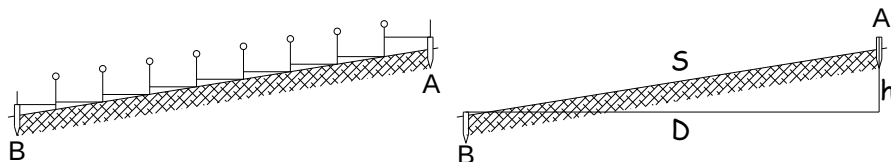


图 4-5 倾斜地面量距

为防止错误和提高丈量精度，量距需要进行往返丈量，即由 A 量至 B 为往测，由 B 量至 A 为返测。

往返测量的精度用相对误差 K 来衡量，其计算公式如下：

$$K = \frac{|D_{\text{往}} - D_{\text{返}}|}{\frac{1}{2}(D_{\text{往}} + D_{\text{返}})} = \frac{1}{M} \quad (4-4)$$

式中： K ——相对误差，用分子为 1 的分数表示；

M ——比例尺分母， M 越大，说明量距的精度越高。

4.1.4 丈量误差与注意事项

1. 量距误差来源

测量误差一般都是来自于测量仪器、观测者和外界环境三方面。

(1) 钢尺本身

新买的钢尺必须经过严格检定后才可以使⤵用，使用过程中也应定期检定。尺长检定一般只能达到 $\pm 0.5\text{mm}$ 的精度，检定后仍有残余误差（如尺长误差），在精密量距成果整理时应根据尺长方程进行相应的尺长改正。

(2) 操作误差

1) 拉力误差

钢尺具有弹性，会因受拉而伸长。量距时，如果拉力不等于标准拉力（100N），钢尺的长度就会产生变化。精密量距时，用弹簧秤控制标准拉力，一般量距时拉力要均匀，不要或大或小。

2) 温度误差

由于用温度计测量温度，测定的是空气的温度，而不是钢尺本身的温度，在夏季阳光曝晒下，此两者温度之差可达 5°C 。因此，量距宜在阴天进行，并要测定钢尺本身的温度。

3) 定线误差

由于标定的尺段点不完全落在所要测量的直线上，导致丈量的距离是折线而非直线距离。

① 垂曲反曲误差

钢尺悬空丈量时，中间下垂，称为垂曲。故在钢尺检定时，应按悬空与水平两种情况分别检定，得出相应的尺长方程式，按实际情况采用相应的尺长方程式进行成果整理，这项误差可以不计。

在凹凸不平的地面量距时，凸起部分将使钢尺产生上凸现象，称为反曲。设在尺段中部凸起 $0.5m$ ，由此而产生的距离误差，这是不能允许的。应将钢尺拉平丈量。

② 对点读数误差

由于观测者感官分辨率有限，丈量组成员之间配合不协调等原因导致对点、投点和读数都会产生误差，在丈量距离时尽量做到认真观测，配合协调。

(3) 外界环境影响

包括测区地形、风力、阴雨等因素的影响。因外界环境的影响将会在测距过程中产生误差。因此应选择天气晴好、无风等时段进行距离丈量。

2. 钢尺的维护

- (1) 量距工作结束后，应用软布擦去尺上的泥和水，涂上机油，以防生锈。
- (2) 钢尺易折断，如果卷曲，不可硬拉。
- (3) 量距应避免人流和车辆高峰，严禁被车辆碾过而折断。
- (4) 严禁沿地面拖拉钢尺，以免磨损刻划。
- (5) 钢尺使用过程中不应拉到头，如对于 $30m$ 钢尺，每尺段丈量 $25m$ 左右即可，以免钢尺从其圆形盒或金属架上脱落。

工作任务四：导线点高差测量

一、任务描述

使用水准仪进行四等水准测量，每个导线点间按照四等水准的测设要求施测，数据记录规范准确。

二、学习目标

1、能力目标

能使用水准仪进行四等水准施测

能正确读记并进行气象参数设置

能规范记录边长数据，正确计算

能按照《工程测量规范》GB 50026-2007 限差要求进行距离测量计算检核

2、知识目标

掌握全站仪测量边长的步骤

掌握边长原始数据的规范化记录

3、素质目标

培养团结协作完成任务的精神

培养严谨的作业精神，养成良好的质量意识，标准意识

三、建议学时：12 学时

四、学习资讯

全站仪说明书，全站仪测边长步骤及注意事项，导线布设草图，学生任务单等

五、教学组织

1. 方法描述

首先教师现场规范化操作仪器，记录数据。教师下达任务单，学生按照任务要求进行导线边长测量并记录计算数据。

项目教学、任务驱动、小组讨论、

授课地点：教室下达任务书，现场测量导线边长

2. 实施步骤

教学实施步骤图如下：

项目	教学活动	教学内容	教学方法及手段	学生活动	教学条件	参考学时	成果
导线边长测量	任务导入	布置任务，下发任务单	讲授法、现场演示	参与互动	全站仪说明书，工作任务单，距离记录手簿	2.0 学时	距离记录手簿
		全站仪距离测量步骤					
		数据记录及计算					
	分析决策	根据任务查阅必备知识，查漏补缺	分析讨论、问题	小组成员自行完成		0.5 学时	

		分析任务难点	启发			
		小组分工				
	任务实施	现场距离测量	小组分析讨论，现场引导	小组合作完成		9.0学时
	评价考核	小组提交距离测量原始记录	手簿原始记录复查	提交原始记录		0.5学时
		教师对数据进行检核				
		问题边长复测				

六、考核评价

完成小组自评表、组内成员互评表、教师评价表。

七、总结反思

通过教学效果的情况，总结完善教学过程中任务的典型性，教学组织的科学性。

八、知识准备

学习小组自我评价表

班级：

组别：

考核项目	好(80~100 分)	中(60~80 分)	差(0~60 分)	备注
1.小组预习情况				10
2.对工作任务及学习任务的理解程度				10
3.对基本概念、基本知识的理解程度				10
4.查阅相关技术规范的能力				10
5.工作任务单完成情况				10
6.完成整体学习任务的质量				10
7.听取学习小组他人意见的程度				10
8.自己的团队协作精神和沟通表达能力				10
9.小组汇报及答辩情况				10
10.汇报的通俗性和可接受性				10
小 计				100
总体评价（成功之处、不足之处、需要改进之处）				
组内成员签名：				

组内成员互评表

班级组别：

组员姓名	积极参与完成小组任务					与团队成员合作					查找资料与他人分享					帮助他人					评价总分
	极不满意	不满意	一般	满意	非常满意	极不满意	不满意	一般	满意	非常满意	极不满意	不满意	一般	满意	非常满意	极不满意	不满意	一般	满意	非常满意	
	0	12	24	32	40	0	6	12	16	20	0	6	12	16	20	0	6	12	16	20	

教师评价表

被评价组班级组别：

考核项目	好(80~100 分)	中(60~80 分)	差(0~60 分)	备注
1.对工作任务及学习任务的理解程度				10
2.对基本概念、基本知识的理解程度				10
3.查阅相关技术规范的能力				10
4.工作任务单完成质量				10
5.汇报的通俗性和可接受性				10
6.小组汇报及答辩情况				10
7.反映内容的全面性				10
8.团队协作配合精神和沟通情况				10
9.个体回答问题情况				10
10.完成学习任务的质量				10
小 计				100
总体评价（成功之处、不足之处、需要改进之处）				
教师签名：				

