

图 3.1 方格网的绘制

在展绘图根控制点时，首先应根据控制点的坐标确定控制点所在的方格；然后用卡规根据测图比例尺，在比例尺（复式比例尺或三棱尺）上分别量取该方格西南角点到控制点的纵、横向坐标增量；再分别以方格的西南角点及东南角点为起点，以量取的纵向坐标增量为半径，在方格的东、西两条边线上截点，以方格的西南角点及西北角点为起点，以量取的横向坐标增量为半径，在方格的南、北两条边线上截点，并在对应的截点间连线，两条连线的交点即为所展控制点的位置。控制点展绘完毕应进行检查，用比例尺量出相邻控制点之间的距离，与所测量的实地距离相比较，差值应不大于 0.3 mm；如果超限，应重新展点。在控制点右侧按图式标明图根控制点的名称及高程，如图 3.2 所示。

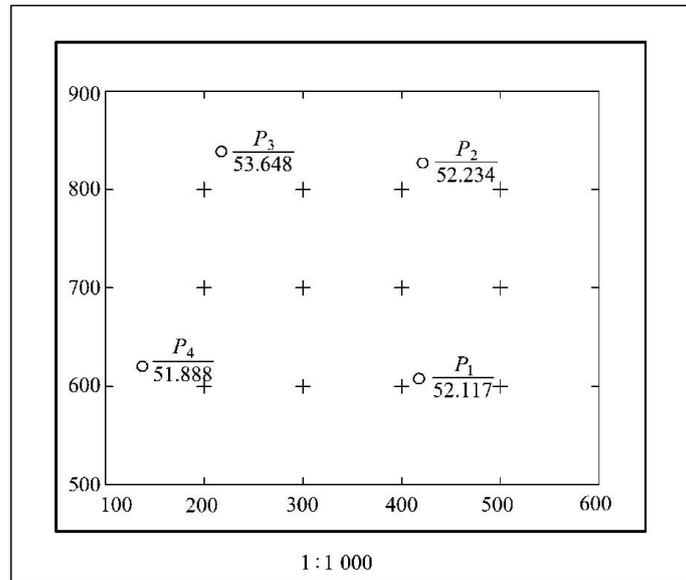


图 3.2 控制点展绘

方格网的绘制及导线点的展绘完成后，将浸泡后的大张白图纸裱糊在图板上，注意用卷成筒状的湿毛巾在裱糊在图板上的图纸面上擀，挤出图纸与图板间的空气，固定后晾干，之后即可将展有控制点的聚酯薄膜用胶带纸固定在白纸面上。

#### (4) 碎部测量。

用经纬仪测绘法测图时，应对各地形、地物点做出详细记录，以便个人内业勾绘成图。

坚持在野外边测边绘，随测随整饰。

碎部测量时的注意事项如下：

- ① 地形点的密度：必须将地形、地物特征点测出，并保证图上有 1.5 ~ 2 cm 的点间隔。
- ② 仪器高：用水准尺或小钢尺由桩顶量至仪器横轴，精确至 cm。
- ③ 视线最大长度：1:500 时为 100 m；1:1 000 时为 150 m。
- ④ 测站零方向的归零：每测 20 ~ 30 点应归零一次，归零限差为  $\pm 2'$ ，超限时应废弃归零

前所测的那批点。

⑤ 地形地物点的测量要求：水平角、竖直角均用盘左观测，并读记到分；竖盘指标差应预先测定，当指标差大于  $1'$ ，并无法校正时，要对竖直角加以改正。

⑥ 用计算器计算碎部点的平距和高程。

⑦ 用分度器、比例尺展绘地形、地物点，并在点上注记高程。高程以  $m$  为单位，取至分米。高程值注记应平行于东西方向的格网线，字高为  $2\text{ mm}$ 。高程的小数点即为碎部点的点位。

⑧ 地形图的等高距为  $1\text{ m}$ 。每组的外业图在野外可绘出计曲线和少数重要的首曲线。

⑨ 加密控制点的设置：当控制点不敷应用时，可设置加密控制点。当用视距支导线时，要求连续设置的支导线点不得多于  $2$  个，并用正切法展点。

#### (5) 测图质量检查。

各组野外测图基本结束后，应将整饰好的外业图与实地详细核对，进行自检，发现问题时，及时查找原因并纠正。最后由指导教师抽检若干地形、地物点，确认质量合格后，方可转入内业。

#### (6) 地形图的勾绘与整饰。

每人应在个人的图纸上展绘出方格网的控制点，并依据各控制点，按小组外业记录用分度器独立展点，严禁用外业图或他人图转刺。展点后参照小组外业图及实地地形勾绘整饰出本组所测绘的地形图。展点时发现点位或高程明显有误的点，应查找原因，改正或废弃。勾绘整饰后的地形图要求准确、详细、整洁、美观。

勾绘、整饰的具体要求如下：

① 地形点字高 2 mm，字头朝图廓上方，并平行于东西方向格网线，计曲线高程注记字高为 3 mm。字头朝向高处，但避免在图内倒置，并尽量集中注记。

② 等高线的粗细：首曲线为 0.1 ~ 0.2 mm，计曲线 0.3 ~ 0.4 mm。

③ 图式符号：按照国家标准局批准的地形图图式（符号）或其他类似的图式符号资料执行。

④ 图内注记或说明：高程系统、坐标系统的说明，其他必要事宜的说明。

⑤ 宜用下列铅笔：格网线——中华 4H；注字及首曲线——2H；图框、计曲线——中华 HB。

## 2. 地形图测绘（经纬仪测绘法）

各小组在完成图根控制测量全部工作以后，就可进入碎部测量阶段。

### （1）任务安排。

① 各小组对所借出的仪器及工具进行必要的检验与校正。

② 在测站上各小组可根据实际情况，安排观测员 1 人，绘图员 1 人，记录计算 1 人，跑尺 1 ~ 2 人。

③ 根据测站周围的地形情况，全组人员集体商定跑尺路线，可由近及远，再由远及近，按顺时针方向行进。做到合理有序，防止漏测，保证工作效率，并方便绘图。

④ 提出对一些无法观测到的碎部点处理的方案。

### （2）仪器的安置。

① 在图根控制点  $A$  (见图 3.3) 上安置 (对中、整平) 经纬仪, 量取仪器高  $i$ , 做好记录。

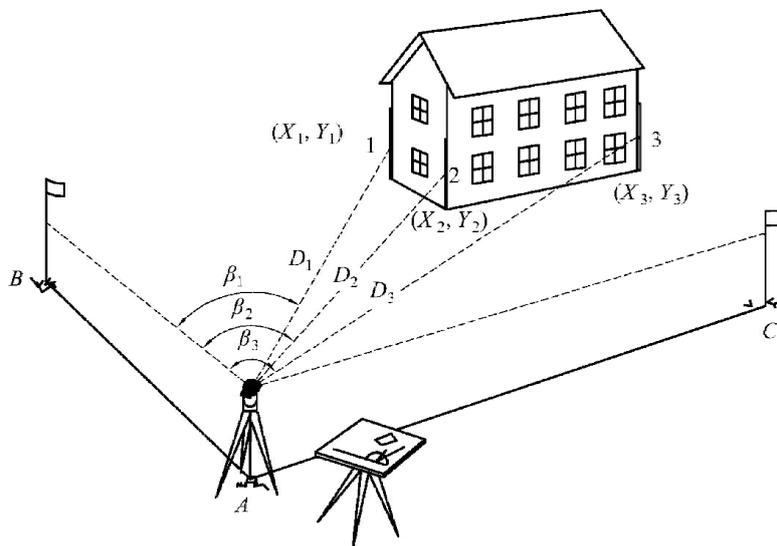


图 3.3 经纬仪测绘法

② 经纬仪置于盘左位置, 用望远镜照准控制点  $B$ , 如图 3.3 所示, 水平度盘读数配置为  $0^{\circ}00'00''$ , 即以  $AB$  方向作为水平角的始方向 (零方向)。

③ 将图板固定在三脚架上, 架设 in 测站旁边, 目估定向, 以便对照实地绘图。在图上绘出  $AB$  方向线, 将小针穿过半圆仪 (大量角器) 的圆心小孔, 扎入图上已展出的  $A$  点。

④ 望远镜盘左位置瞄准控制点  $C$ , 读出水平度盘读数, 该方向值即为  $\angle BAC$ 。用半圆仪在量取图上  $\angle BAC$ , 对两个角度进行对比, 进行测站检查。

### (3) 跑尺和观测。

① 跑尺员按事先商定的跑尺路线依次在碎部点上立尺。注意尺身应竖直, 零点朝下。

② 经纬仪盘左位置瞄准各碎部点上的标尺, 读取水平度盘读数  $\beta$ ; 使中丝读数处在  $i$  值附近, 读取下丝读数  $b$ 、上丝读数  $a$ ; 再将中丝读数对准  $i$  值, 转动竖盘指标水准管微倾螺旋, 使竖盘指标水准管气泡居中, 读取竖盘读数  $L$ , 做好记录。

③ 绘图员按所测的水平角度值 $\beta$ ，将半圆仪（大量角器）上与 $\beta$ 值相应的分划线位置对齐图上的 $AB$ 方向线，则半圆仪（大量角器）的直径边缘就指向碎部点方向。在该方向上根据所测距离按比例刺出碎部点，并在点的右侧标注高程。高程注记至 $dm$ ，字头朝北。所有地物、地貌应在现场绘制完成。

④ 每观测 $20\sim 30$ 个碎部点后，应重新瞄准起始方向检查其变化情况，起始方向读数偏差不得超过 $4'$ 。当一个测站的工作结束后，还应进行检查，在确认地物、地貌无测错或测漏时才可迁站。当仪器在下一站安置好后，还应对前一站所测的个别点进行观测，以检查前一站的观测是否有误。

碎部测量时的注意事项如下：

- a. 地形点的密度：必须将地形、地物特征点测出，并保证图上有 $1.5\sim 2\text{ cm}$ 的点间隔。
- b. 仪器高：用水准尺或小钢尺由桩顶量至仪器横轴，精确至 $\text{cm}$ 。
- c. 视线最大长度： $1:500$ 时为 $100\text{ m}$ ； $1:1\ 000$ 时为 $150\text{ m}$ 。
- d. 地形地物点的测量要求：水平角、竖直角均用盘左观测，并读记到分（ $'$ ）。竖盘指标差应预先测定，当指标差大于 $1'$ 且无法校正时，要对竖直角加以改正。
- e. 用计算器计算碎部点的平距和高程。
- f. 用分度器、比例尺展绘地形、地物点，并在点上注记高程。高程以 $\text{m}$ 为单位，精确至 $\text{cm}$ 。高程值注记应平行于东西方向的格网线，字高为 $2\text{ mm}$ 。高程的小数点即为碎部点的点位。
- g. 地形图的等高距为 $1\text{ m}$ 。每组的外业图在野外可绘出计曲线和少数重要的首曲线。

(4) 地物、地貌的测绘。

绘图时应对照实地，边测边绘。

#### ① 地形图的拼接。

由于对测区进行了分幅测图，因此在测图工作完成以后，需要进行相邻图幅的拼接工作。

拼接时，可将相邻两幅图纸上的相同坐标的格网线对齐，观察格网线两侧不同图纸同一地物或等高线的衔接状况。由于测量和绘图误差的存在，格网线两侧不同图纸同一地物或等高线会出现交错现象，如果误差满足限差要求，则可对误差进行平均分配，纠正接边差，修正接边两侧的地物及等高线；否则，应进行测量检查纠正。

#### ② 地形图的整饰。

地形图拼接及检查完成后，用铅笔进行整饰。整饰应按照“先注记，后符号；先地物，后地貌；先图内，后图外”的原则进行。注记的字型、字号应严格按照《地形图图式》的要求选择。各类符号应使用绘图模板按《地形图图式》规定的尺寸规范绘制，注记及符号应坐南朝北。不要让线条随意穿过已绘制的内容。按照整饰原则后绘制的地物和等高线在遇到已绘出的符号及地物时，应自动断开。

每位学生应在个人的图纸上展绘出方格网的控制点，并依据各控制点，按小组外业记录用分度器独立展点，严禁用外业图或他人图转刺。展点后，参照小组外业图及实地地形勾绘整饰出本组所测绘的地形图。展点时，发现点位或高程明显有误的点，应查找原因，改正或废弃。勾绘整饰后的地形图要求准确、详细、整洁、美观。

#### ③ 地形图的检查。

地形图经过整饰后还需进行外业检查和内业检查。

a. 外业检查。将图纸带到测区与实地对照进行检查，检查图上地物、地貌的取舍是否正确，有无遗漏，使用的图式和注记是否正确，发现问题应及时纠正；在图纸上随机地选择一些测点，将仪器带到实地，实测检查，重点放在图边区域的测点。检查中发现的错误和遗漏，应进行纠正和补漏。最后由指导教师抽检若干地形、地物点、确认质量合格时，方可转入内业。

b. 内业检查。检查观测及绘图资料是否齐全、各项观测记录及计算是否满足要求、图纸整饰是否达到要求、接边情况是否正常、等高线勾绘有无问题。

#### ④ 成图。

经过拼接、整饰与检查的图纸，可在肥皂水中漂洗，清除图面的污尘后，即可直接着墨，进行清绘后晒印成图。

勾绘、整饰的具体要求如下：

a. 地形点字高 2 mm，字头朝图廓上方，并平行于东西方向格网线，计曲线高程注记字高为 3 mm。字头朝向高处，但避免在图内倒置，并尽量集中注记。

b. 等高线的粗细：首曲线为 0.1 ~ 0.2 mm，计曲线为 0.3 ~ 0.4 mm。

c. 图式符号：按照国家标准局批准的地形图图式（符号）或其他类似的图式符号资料执行。

d. 图内注记或说明：高程系统、坐标系统的说明，其他必要事宜的说明。

e. 宜用下列铅笔：格网线——中华 4H；注字及首曲线——2H；图框、计曲线——中华

HB。

### 3.3.2 全站仪测绘法测图

采用草图法进行数字化测图，主要作业过程分为三个步骤：数据采集、数据处理及地形图的数据输出。在本次实习中利用全站仪进行外业数据采集，在内业计算机上采用南方 CASS 软件进行数据处理成图。其技术要求主要有：

(1) 平面坐标系统：采用城市独立坐标系，由实训指导教师统一选定。

(2) 高程系统：采用国家高程基准或测区独立高程系统。

(3) 测图比例尺为 1:500，基本等高距为 0.5 m。

(4) 地形图图幅尺寸为 50 cm×50 cm。

(5) 地形图编号采用图廓西南角坐标，以公里为单位，小数点号取 2 位，X 在前，Y 在后，中间用短线连接。

(6) 图根控制点相对于起算点的平面点位中误差不超过图上 0.1mm；高程中误差不得大于测图基本等高距的 1/10。

(7) 图上地物点相对于邻近图根点的点位中误差应不超过图上±0.5mm；

(8) 高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差不得超过±0.15m。

#### 1. 踏勘、选点

指导老师带领学生在实训区域确定已知点，根据一份小比例尺图，选出一条闭合导线，现场选出导线点，并均匀分布在实训区域内，共计 6 个点。导线点的选择应注意是否相互通视，架设仪器是否安全方便。

在实训区域内进行踏勘、设计、选点，布设成附和导线或闭合导线。控制点的选择应注意：

- (1) 通视范围大，无盲区；
- (2) 受干扰程度小，选取在路边，不能妨碍路边交通；
- (3) 选取地物牢固的地方，以免因地面沉降给测量带来测量误差。

## 2. 控制测量

利用全站仪测出闭合导线上图根点之间的相对距离和外角，计算出闭合导线图根控制点的坐标。全站仪测角、测边：

在已知导线点上架设全站仪，对中整平后量取仪器高，开机。同时将棱镜架设在待测点上，对中整平。

在全站仪中创建一个文件 TM01，用来保存测量数据。

在当前文件下，按照提示输入测站点点号和给定的坐标、仪器高、目标高(取至毫米位)，设置 EDM，并瞄准后视点，进行后视置零定向。

定向完后，仪器照准目标点棱镜，盘左盘右观测并保存，将屏幕显示结果记录在导线坐标记录表上。

控制测量内业计算的目的是计算各导线点的平面坐标  $x$ 、 $y$ 。计算之前，应先全面检查控制测量外业记录、数据是否齐全，有无记错、算错，成果是否符合精度要求，起算数据是否准确。

## 3. 碎步测量

- (1) 碎步测量技术要求。

碎步测量在观测精度上的要求没有控制测量的那么严格，在测量时也没有控制测量那么

多要求和限制，一般情况下所得的数据精度完全符合碎步点的要求。

本次实习中，采用草图法进行碎部测量。一组中测站 1~2 人，镜站 1~2 人，领尺员（绘草图人员）2 人。根据地形情况，镜站可用单人或多人，其中领尺员负责画草图和室内成图。

根据之前控制测量得到的图根控制点，由图根控制点根据后视测量的原理测量相关地物的平面坐标。在控制点上架全站仪，经过对中、整平和精确对中、整平，照准地物以确定方向。画出草图，标出各点点号，用全站仪利用坐标测量方法测出多个地物点。

设站时，仪器对中误差不应大于 5mm。照准一图根点作为起始方向，观测另一图根点作为检核，算得检核点的坐标误差不应大于图上 0.2mm。检查另一测站高程，其较差不应大于 1/5 基本等高距。仪器高、镜高应量记至毫米。

采用绘草图的数字化成图系统，应在采集数据的现场实时绘制测站草图。

## （2）地形图测绘内容及取舍。

碎步点就是地物地貌的特征。对于地物，碎步点应选在地物轮廓线的方向变化处，连接这些特征点，便得到与实地相似的地物形状。对于地貌来说，碎步点应选在最能反映地貌特征的山脊线、山谷线等地性线上。

地形图上应表示出测量控制点、居民地和建（构）筑物及其他设施、交通及附属设施、管线及附属设施、水系及附属设施、境界、地貌和土质、植被等要素，并对各要素进行名称注记、说明注记及数字注记。

在测量的过程中，碎部点的取舍和测量至关重要。测点过密，会造成成图密集，不该要的要了；测点过少，没有把握地形的基本要素。因此对于碎部点的确定，应注意以下几点：