

第八章 大比例尺地形图测绘方法

1

白纸地形图测绘

3

摄影测量与成图

2

数字地形图测绘

4

房地籍图测绘

大比例尺地形图测绘方法

地形图测绘包括地物和地貌的测绘。

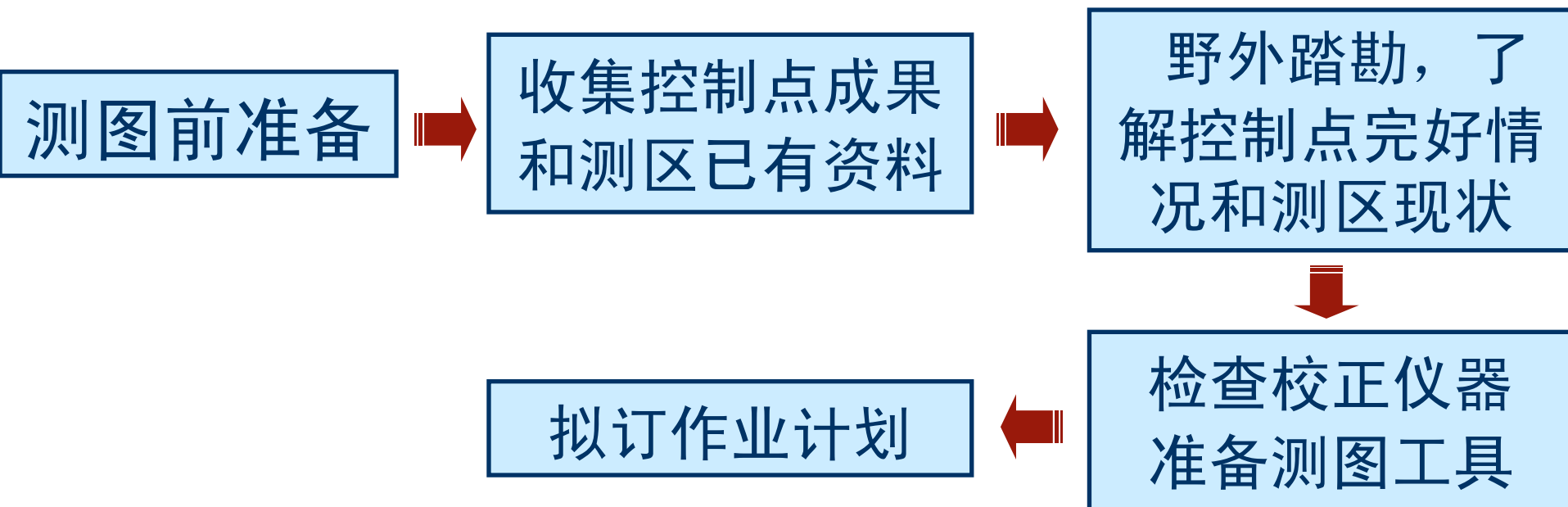
地形图测绘的实质：依据测量学原理和方法，采集地形特征点，并按一定比例、用规定的符号绘制在平面图上。

地形图测绘分为外业和内业两个阶段。

测定地物点的方法包括极坐标法、直角坐标法、角度交会法、距离交会法和距离角度交会法。通常用得最多的是极坐标法，其他方法多用于地物的辅助测量，如对隐蔽的或不宜观测碎部点的采集。

测定地貌点的方法包括极坐标法、直角坐标法及水准法

大比例尺地形图测绘方法



测图方式包括**白纸测图**和**数字测图**。随着测量仪器及相关成图软件的发展，数字测图已取代了白纸测图。

8.1 白纸地形图测绘

控制测量工作结束之后，可根据图根控制点，测定地形特征点的平面位置和高程，并按规定的比例尺和地物地貌符号展绘在白纸上制成地形图。

对于不同比例尺的地形图，每平方公里图根控制点数、地形特征点的间距或密度应满足不同要求，如下表所示。

图根控制点个数

测图比例尺	地形特征点间距	图根控制点数/图	图根控制点数/平方公里
1: 5000	100	20	5
1: 2000	50	15	15
1: 1000	30	12~13	50
1: 500	15	9~10	150

8.1 白纸地形图测绘

白纸测图主要分**测量**和**绘图**两部分。

测量方法包括平板仪测绘法、经纬仪测绘法、小平板仪与经纬仪联合测绘法、光电测绘法等，其中经纬仪测绘法与光电测绘法使用较为普遍。

绘图方法包括极坐标法、直角坐标法、角度交会法、边长交会法和边角交会法等。

8.1.1 测图前的准备工作

测图前，除了做好仪器的准备工作，还应做好图纸的准备工作。图纸的准备工作包括图纸的选择、绘制坐标方格网和展绘控制点。

1. 图纸选择

为保证测图质量，地形图测绘应选择质地较好的图纸。普通的绘图纸容易变形，为了减少图纸伸缩或不平，可将图纸粘在铝板或胶合木板上。

聚酯薄膜为一面打毛的半透明图纸，其厚度为0.07~0.1 mm，伸缩率很小，且坚韧耐湿，玷污后可洗，在图纸上着墨后，可直接复晒蓝图，符合测图要求。但聚酯薄膜纸易燃，有折痕后不能消除，在测图、使用、保管时应引起注意。聚酯薄膜分为光面和毛面，**绘图时应选择毛面**。

8.1.1 测图前的准备工作

2. 绘制坐标格网

为了准确地将图根控制点展绘到地形图上，首先要在白纸图上精确地绘制直角坐标方格网，每个方格的大小一般为 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 。

绘制方格网方法

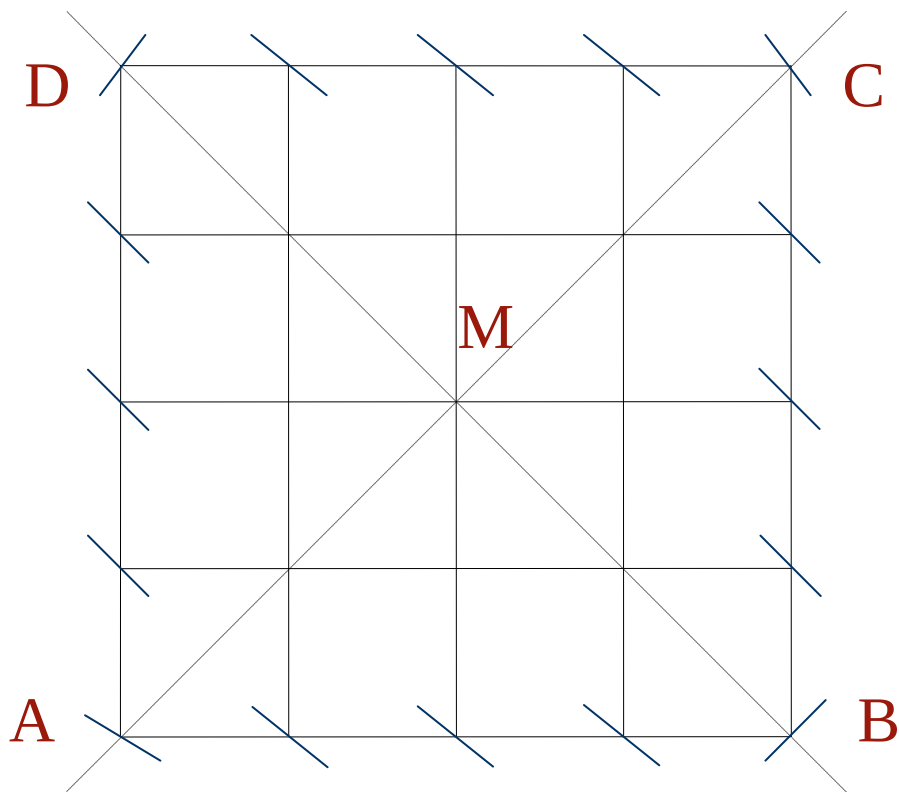
使用坐标格网尺

用长直尺按对角线法绘制

用AutoCAD绘图

8.1.1 测图前的准备工作

对角线绘制坐标格网法：



8.1.1 测图前的准备工作

坐标格网绘好以后，应立即进行检查：

- (1) 首先检查各方格的角点是否在同一条直线上，偏离不应大于0.2mm；
- (2) 用比例尺检查10cm小方格的边长，其值与理论值相差不应超过0.2mm；
- (3) 小方格的对角线长度应为14.14cm，容许误差为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

若误差超过容许值则应重绘坐标格网。

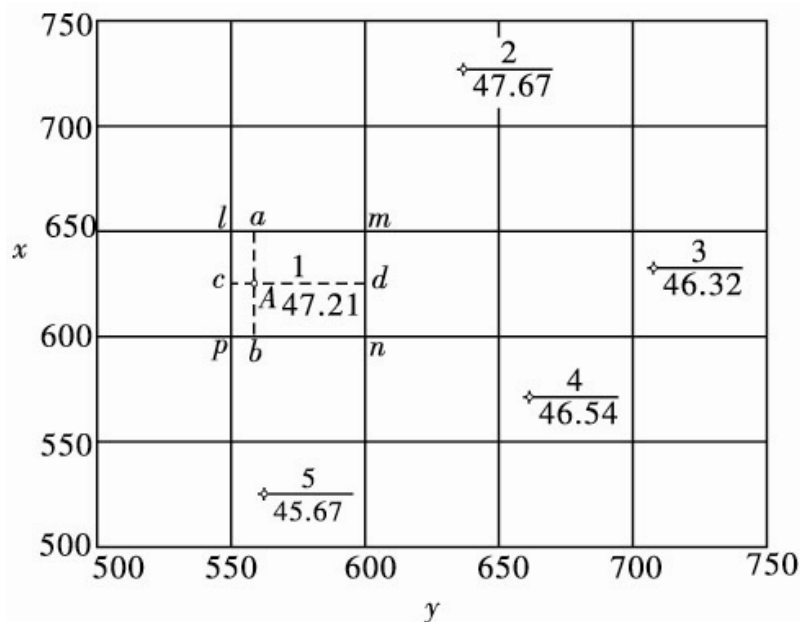
8.1.1 测图前的准备工作

3. 展绘控制点

展绘控制点，简称**展点**。

展绘控制点时，首先要根据图根控制点的坐标，确定该点所在的小方格。

例如，图根控制点1的坐标为 $x=625.22\text{m}$ ； $y=562.18\text{m}$ ，由坐标值确定其位置在 $plmn$ 方格内。然后按 y 坐标值分别从 l 、 p 点按比例尺向右量出 12.18m ，得到 a 、 b 点。同理得到 c 、 d 两点。连接 ab 和 cd ，其交点即为控制点在图纸的位置。

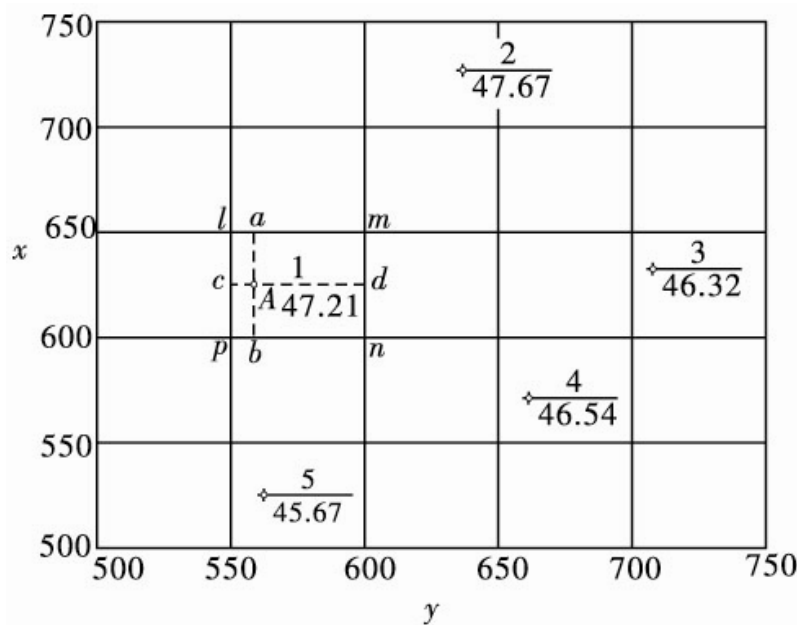


展绘控制点

8.1.1 测图前的准备工作

图根控制点展绘在图纸上后，在点的右侧以**分数**的形式注明点号和高程，如图中的1、2、3、4、5点。

最后用比例尺在图纸上量取相邻控制点间的距离。与由两点坐标求算的实地水平距离相比较，作为已展绘的控制点的检核依据，其最大误差在图纸上应不超过0.3 mm，否则应重新展绘。



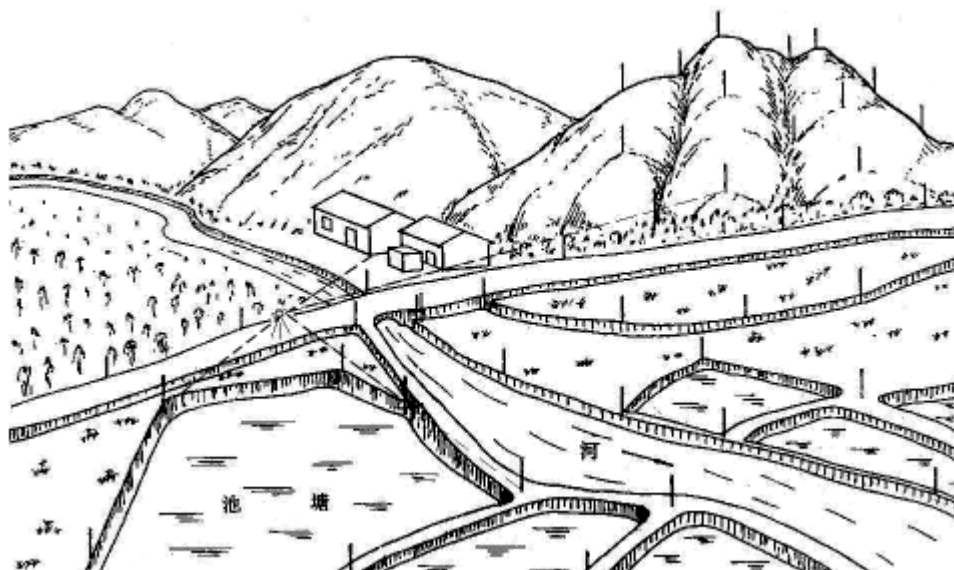
展绘控制点

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

1. 碎部点的选择

碎部点为地物、地貌的特征点。

地形测绘的质量和速度在很大程度上取决于碎部点的正确、合理选择。



碎部点的位置及立尺点分布

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

(1) 地物碎步点的选择

地物碎部点主要是地物轮廓线的转折点，如房屋角点、道路边线转折点以及河岸线的转折点等。

主要碎部点应独立测定，一些次要碎部点可以用量距、交会等几何作图方法绘出。

以居民地测绘为例，碎部点选择要求如下：

- ① 居民地的各类建筑物、构筑物及主要附属设施应准确测绘实地外围轮廓，如实反映建筑结构特征。
- ② 建筑物和围墙轮廓凸凹在图上小于0.4mm、简单房屋小于0.6mm时，可用直线连接。

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

③ 房屋的轮廓应以墙基外角为准，并按建筑材料和性质分类，注记层数。1:500及1:1000比例尺测图，房屋应逐个表示，临时性房屋可舍去；1:2000比例尺房屋测量可适当取舍，图上宽度小于0.1mm的小巷可按线表示。

④ 1:500比例尺测图，房屋内部天井宜区分表示；1:1000比例尺测图，图上0.6mm以下的天井可不表示。

⑤ 城墙两侧轮廓应按比例尺表示，城楼、城门均应实测；围墙、栅栏、栏杆等可根据其永久性、规整性、重要性等综合考虑取舍。

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

(2) 地貌碎部点选择

地貌碎部点是地面坡度及方向的变化点。地貌碎部点应选最能反应地貌特征的山顶、鞍部、山脊线、山谷线、山坡、山脚等坡度变化及方向变化处。

地貌碎部点的选择要求如下：

① 自然形态的地貌宜用等高线表示，崩塌残蚀地貌及坡、坎和其他特殊地貌应用相应符号表示，梯田、坡顶及坡脚宽度在图上大于2mm时，应实测坡脚。

② 各种天然形成和人工修筑的坡，其坡度在 70° 以上时表示为陡坡，在 70° 以下时表示为斜坡。

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

③ 地形图上应正确反映出植被类别特征和范围分布。

对耕地、园地应实测范围，配置相应的符号表示。

④ 对各种名称、说明注记和数字注记要准确注出。图上所有居民地、道路（街、巷）名称、山峰、沟谷、河流等自然地理名称，以及主要单位等名称应进行调查核实后注记。

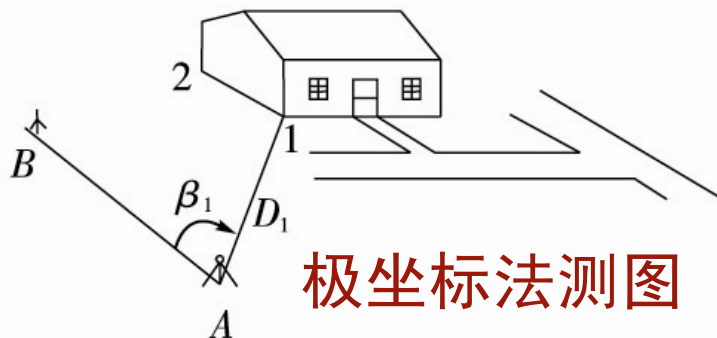
8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

2. 碎部点平面位置测量的主要方法

(1) 经纬仪测绘法

经纬仪测绘法的实质是按极坐标法测点绘图。

测量原理：观测时先将经纬仪安置在测站A上，绘图板安置于测站旁，用经纬仪测定碎部点1的方向与已知方向B之间的夹角 β_1 ，测站A至碎部点1的水平距离 D_1 和碎部点的高程 H_1 。然后根据测定数据用量角器和比例尺把碎部点的位置展绘在图纸上，并在点的右侧注明其高程，然后对照实地描绘地形。



8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

具体操作步骤如下：

① 安置仪器

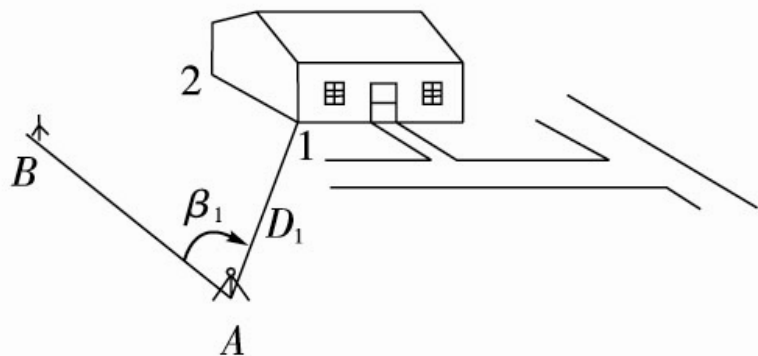
安置仪器于测站点（控制点）上，即图中的A点，量取仪器高 i ，并记录下来。

② 定向

后视另一控制点B，置水平度盘读数为 $0^{\circ} 00' 00''$ 。

③ 立尺

立尺员依次将标尺立在地物和地貌碎部点上。立标尺前，立尺员应弄清实测范围和实地情况，选定立尺点，并与观测员、绘图员共同商定跑尺路线。



极坐标法测图

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

④ 观测

转动照准部，瞄准房角点1的标尺，读取视距间隔 l （包括上、下丝读数）、中丝读数 v 、竖盘读数 L 及水平角 β 。

⑤ 记录

将每点测得的视距间隔 l 、中丝读数 v 、竖盘读数 L 、水平角 β 依次填入手簿(如下表)。对于有特殊作用的碎部点,如房角、山头、鞍部等,应在备注中加以说明。

测站点: A 定向点: B $H_A=55.323\text{ m}$ $i_A=1.51\text{ m}$ $x=0''$

[illegible]

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

⑥ 计算

先由竖盘读数 L 计算竖直角 α ，然后按视距测量公式计算出到碎部点的水平距离 D 和高程 H 。

水平距离计算公式

$$D = kl \cos^2 \alpha$$

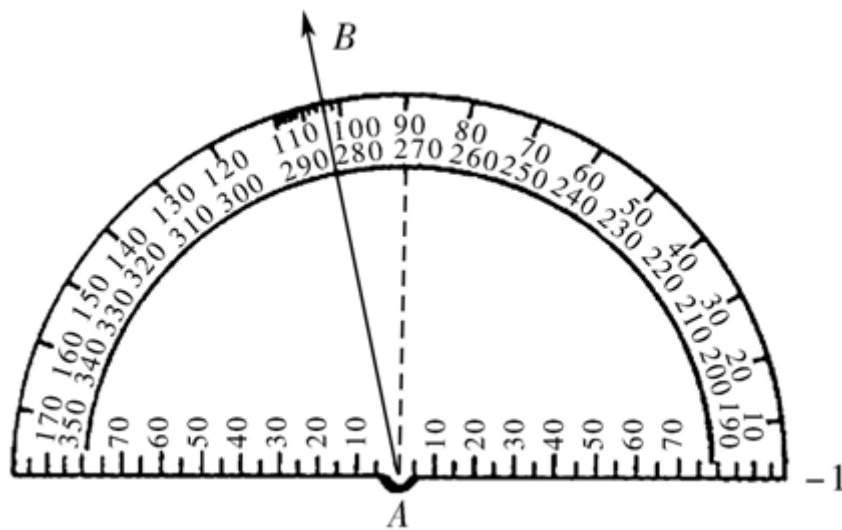
高程计算公式

$$H = H_A + \frac{1}{2} kl \sin 2\alpha + i_A - v$$

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

⑦ 展绘碎部点

地形展点工具：地形测量专用量角器。



地形测量用量角器

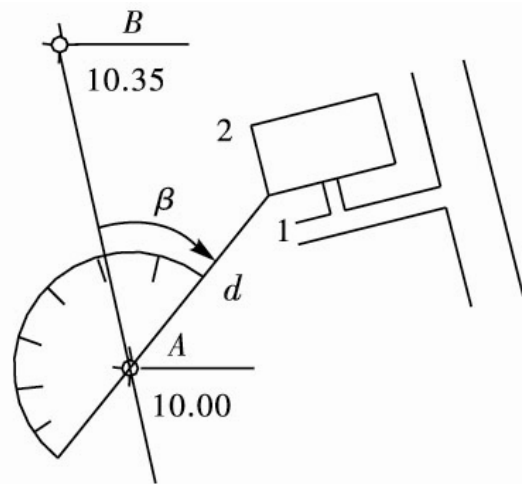
8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

展绘步骤:

展绘前，用细针将量角器的圆心插在图纸上已展绘的测站点A处。转动量角器，将量角器上等于 β 角值的刻划线对准图上起始方向线（零方向线）AB。此时量角器的零方向便是碎部点1的方向，然后用测图比例尺M按求算的水平距离d在该方向上标点定出点1的置，并在点的右侧注明其高程。

其中： $d(\text{mm}) = D(\text{m}) \times M$

同理，测出其余各碎部点的平面位置与高程，绘于图上，并随测随绘等高线和地物。



地形测量时量角器的使用

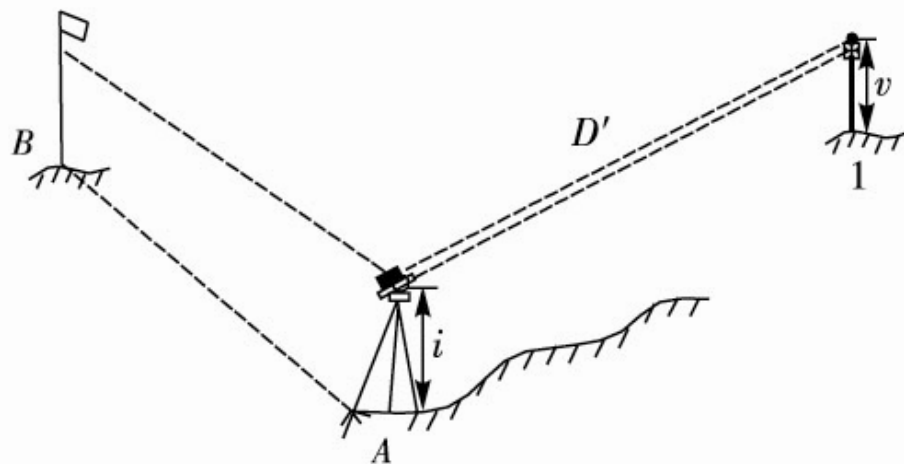
8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

(2) 光电测距仪测绘法

光电测距仪测绘法与经纬仪测绘法基本相同，不同之处在于用光电测距仪代替经纬仪来测量水平距离。

先在测站A上安置测距仪，量出仪器高 i ，后视另一控制点B进行定向，使水平度盘读数为 $0^{\circ} 00' 00''$ 。

立尺员将测距仪的单棱镜装在专用测杆上，并读出棱镜的中心到测杆底的高度 v ，为计算方便，调整测杆高，使 $v=i$ 。



光电测距仪测绘法测图

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

观测时，瞄准棱镜的标志中心，读出水平度盘读数 β ，测出斜距 D' ，竖直角 L ，并做记录。

$$\begin{cases} D_0 = D' \cos L \\ H = H_A + D' \sin L + i - v \end{cases}$$

其中 D_0 为平距和碎部点高程 H 。

3. 碎部点测绘过程中的注意事项

(1) 在读取竖盘读数时，要注意检查竖盘指标水准管气泡是否居中及竖盘自动安平装置的开关是否打开；

为方便绘图员工作，观测员在观测时，应先读取水平角，再读取水准尺上、中、下三丝读数和竖盘读数；

读数时，水平角估读至 $5'$ ，竖盘读数估读至 $1'$ 即可；

8.1.2 测量碎部点平面位置的基本方法

每观测20~30个碎部点后，应重新瞄准起始方向，检查其变化情况。

经纬仪测绘法起始方向水平度盘读数偏差不得超过3′

(2) 立尺员在跑点前，应先与观测员和绘图员商定跑尺路线。立尺时，应保证标尺竖直。随时观察立尺点周围情况，弄清碎部点之间的关系，地形复杂时还需绘出草图，以协助绘图员做好绘图工作。

(3) 绘图员要注意图面正确整洁，注记清晰，并做到随测点，随展绘，随检查。

8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

在外业工作中，当碎部点展绘在图上之后，就可对照实地随时描绘地物和等高线。如果测区较大，由多幅图拼接而成，还应对各图幅衔接处进行拼接检查，最后进行图的清绘与整饰。

1. 地物绘制

地物要按地形图图式规定的符号来表示。

房屋轮廓需用直线连接起来，而道路、河流的弯曲部分则是逐点连成光滑的曲线。

对不能按比例描绘的地物，用相应的非比例符号表示。

2. 等高线勾绘

等高线可以人工勾绘，也可以由计算机自动绘制。

当采用人工勾绘时，有图解法和目估法。

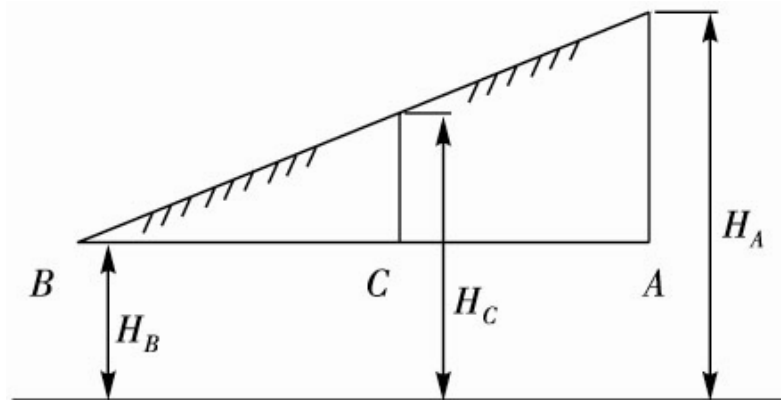
8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

图解法原理：

如图所示， A 、 B 为地面上两个相邻立尺地貌点，两点间地面为同一坡向，测定两点高程分别为 H_A 和 H_B ，等高距为 h ，若 $|H_A - H_B| > h$ ，则在 A 、 B 之间至少有1条等高线通过。

利用以下公式可以内插得到 AB 连线上的这条等高线通过的点位 C 。

$$AC = \frac{AB \times (H_A - H_C)}{(H_A - H_B)}$$



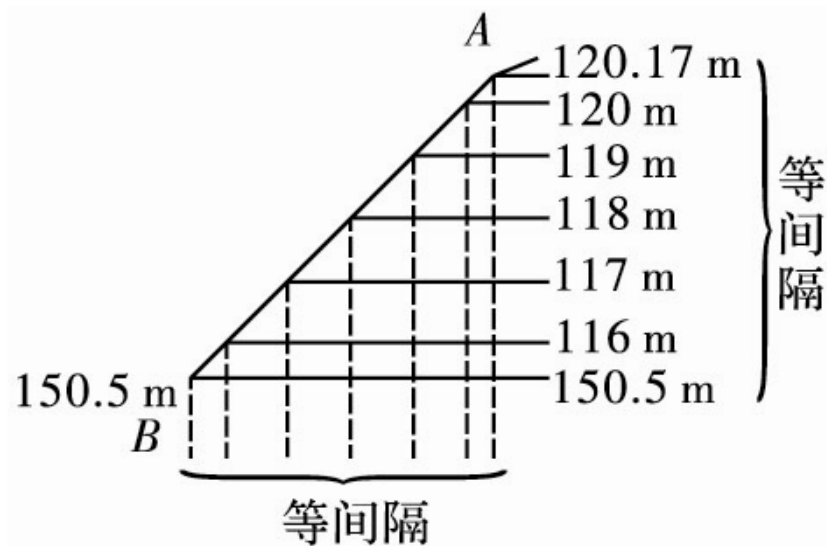
图解法原理

8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

目估法原理：在已测的碎部点间，按比例内插等高线。

如图所示，认为A、B两碎部点是特征点，即是坡度变化处，两碎部点间是平缓的，则可以估算出两碎部点间应内插的等高线数和位置。

应注明等高线所代表的高程注记，方向指向山头。等高线的密度要适中，能详细地表示地貌的变化情况，又不能使等高线过密而影响地形图的清晰。



目估法插等高线

8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

3. 地形图的拼接

地形图拼接时由于分幅测量和绘图误差的存在，在相邻连接处，地物轮廓线和等高线很难完全吻合。

为了整个测区地形图的统一，必须对相邻的地形图进行拼接。规范规定每幅图的图边测出图廓以外与相邻图幅有一条重叠带（一般2~3cm），以便于拼接检查。

图的接边误差不应大于规定的碎部点平面、高程中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍。图的拼接误差小于限差时可以平均配赋（即在两幅图上各改正一半），改正时应保持地物、地貌相互位置和走向的正确性。

拼接误差超限时，应到实地检查后再改正。

8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

4. 地形图的检查

为了确保地形图质量，除施测过程中加强检查外，地形图测完后，必须对成图质量作全面检查。

地形图的检查包括图面检查、外业检查和设站检查。

(1) 图面检查

检查图面上各种符号、注记是否正确，包括地物轮廓线有无矛盾、等高线是否清楚、等高线与地形点的高程是否相符、有无矛盾可疑的地方、图边拼接有无问题、名称注记是否弄错或遗漏。

如发现错误或疑点，应到野外进行实地检查修改。

8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

(2) 外业检查

根据图面检查的情况，有计划地确定巡视路线，进行实地对照查看。野外巡视中发现的问题，应当场在图上进行修正或补充。

(3) 设站检查

根据图面检查和外业检查发现的问题，到野外设站检查，除对发现问题进行修正和补测外，还要对本测站所测地形进行检查，看所测地形图是否符合要求，如果发现点位的误差超限，应按正确的观测结果修正。

8.1.3 地形图的绘制、拼接、整饰、检查与验收

5. 地形图的整饰与验收

地形图经过拼接、检查和修正后，还应进行清绘和整饰，使图面更加清晰、美观。

地形图整饰的次序是**先图框内后图框外**，**先注记后符号**，**先地物后地貌**。图上的注记、地物符号以及高程等均应按规定的地形图图式进行描绘和书写。最后，在图框外应按图式要求写出图名、图号、接图表、比例尺、坐标系统及高程系统、施测单位、测绘者及测绘日期等。

经过以上步骤得到的地形图，要上报当地测绘成果主管部门。在当地测绘成果主管部门组织的成果验收通过之后，图纸进行备案，该地形图方可在工程中使用。

第8章 大比例尺地形图测绘方法

1

白纸地形图测绘

3

摄影测量与成图

2

数字地形图测绘

4

房地籍图测绘

8.2 数字地形图测绘

随着计算机和现代测量仪器（如全站仪和GPS）的广泛应用，数字化测图软件功能的不断增强，数字测图在工程实践中得到快速普及。

数字测图（Digital Surveying and Mapping，简称DSM）系统，指以计算机为核心，外连输入输出设备，在硬、软件的支持下，对地形数据进行采集、输入、成图、绘图、输出和管理的测量系统。

数字测图使得大比例尺测图走向了自动化、数字化，实现了高精度，与传统人工测图相比具有很大的优势。

8.2.1 数字化测图的基本思想

数字化测图以自动采集及存储地形特征点空间坐标及属性为数据源，在计算机硬件、软件的支持下，通过对存储的地形特征点进行处理，得到相关比例数字地图或各种专题地图。

广义的数字化测图主要包括：地面数字测图、地图数字化成图、航测数字测图、计算机地图制图。

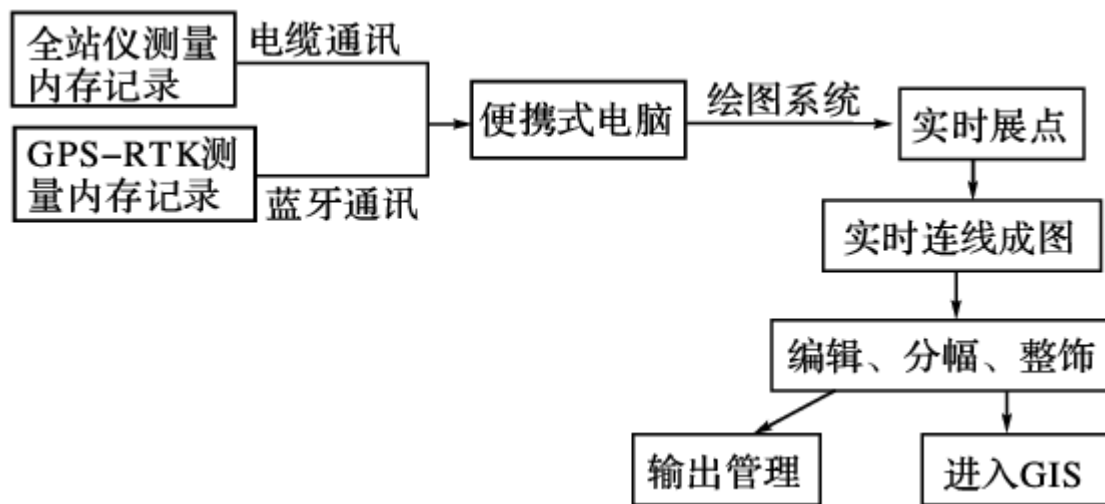
针对使用的测量设备及数字化测图流程的不同，数字化测图包括**野外采集法**、**已有纸质地图转换为数字化图**、以及**航测法**。

8.2.1 数字化测图的基本思想

1. 野外采集法

根据成图方式的不同，野外采集法又分为电子平板法和草图法。

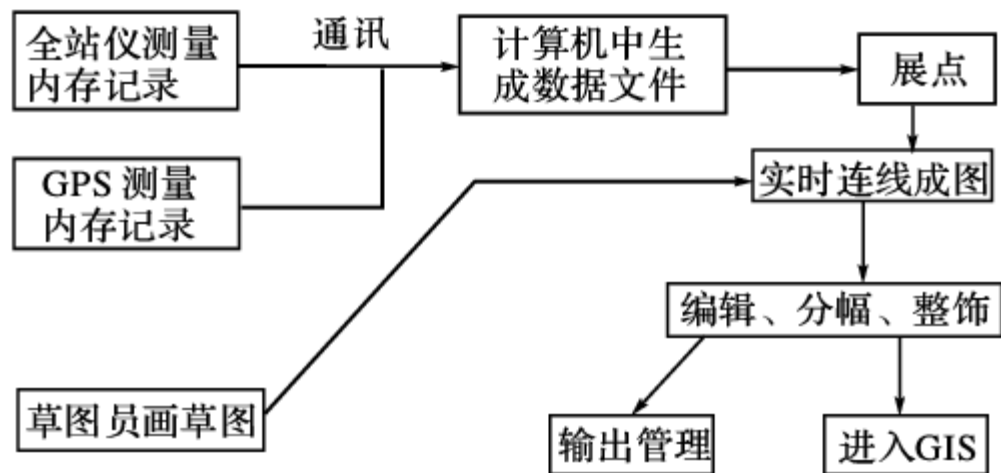
电子平板法：与传统的小平板经纬仪测图模式作业流程相似（如下图所示），为现测现绘。



电子平板法

8.2.1 数字化测图的基本思想

草图法：作业模式为测记法，即先现场手工草绘出地形草图，再到室内结合观测数据完成地形图绘制，其基本作业流程如下图所示：



草图法

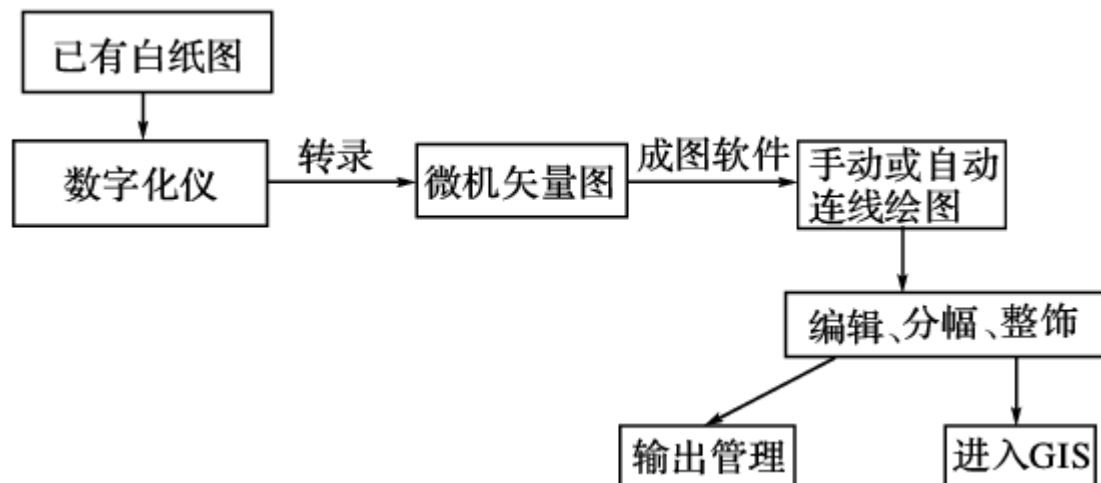
8.2.1 数字化测图的基本思想

2. 已有纸质地图转换为数字化图

(1) 数字化仪法

利用图形数字化仪将图纸特征点坐标转换为数字坐标，然后在计算机上借助成图软件，得到数字化图。

由于采点转换等误差，成图精度低于原始图，数字化仪法流程如下图所示。

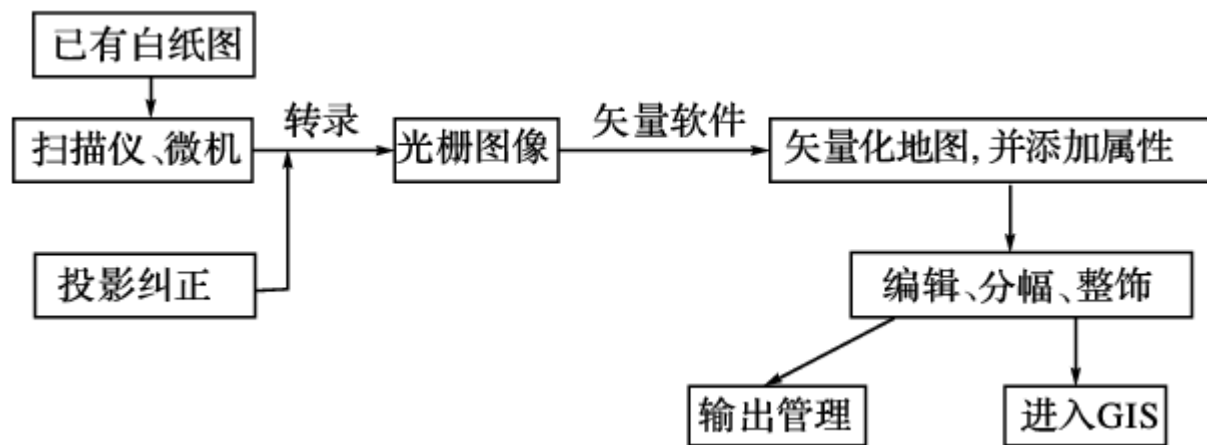


数字化仪法

8.2.1 数字化测图的基本思想

(2) 扫描矢量化法

借助图像扫描，仪器沿x方向扫描，沿y方向走纸，图在扫描仪上走一遍，即完成图的扫描栅格化，然后借助人机交互方式或矢量软件将栅格数据转换成矢量数据，经过编辑最终得到数字化图。流程如图下所示。



扫描矢量化法

8.2.1 数字化测图的基本思想

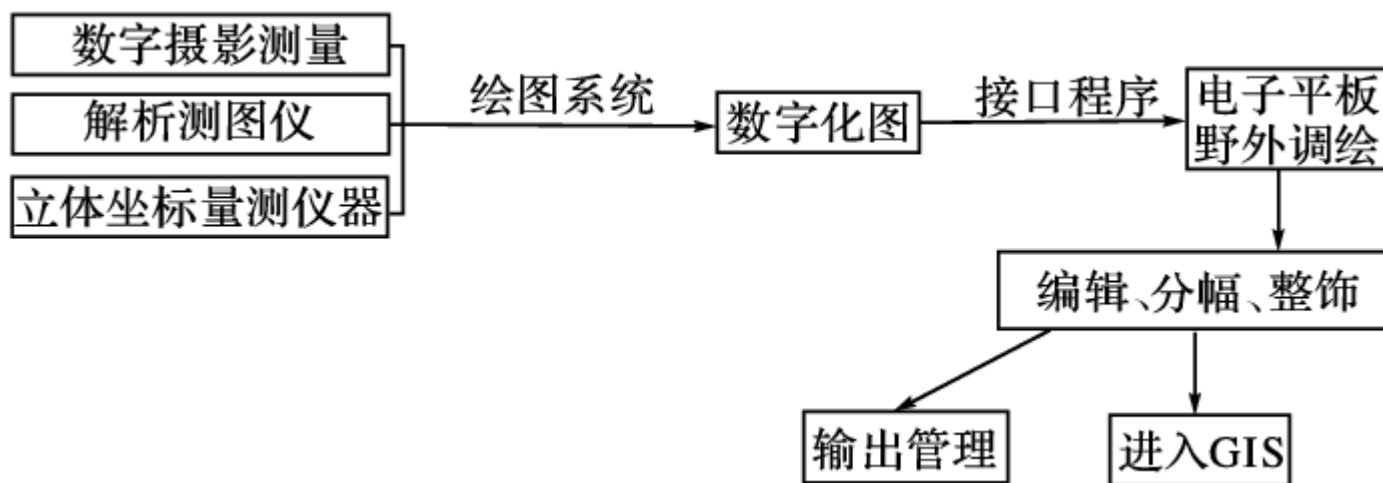
3. 航测法（数字摄影测量）

航测法适应于大范围中小比例尺的成图工作，它是利用数字像片媒体，通过数字摄影测量技术，把像片转换成数字地形图。



8.2.1 数字化测图的基本思想

随着计算机影像处理技术和数字影像成像技术的发展，航测法得到的数字地形图已达到大比例尺地形图的精度。航测法的基本流程如下图所示。

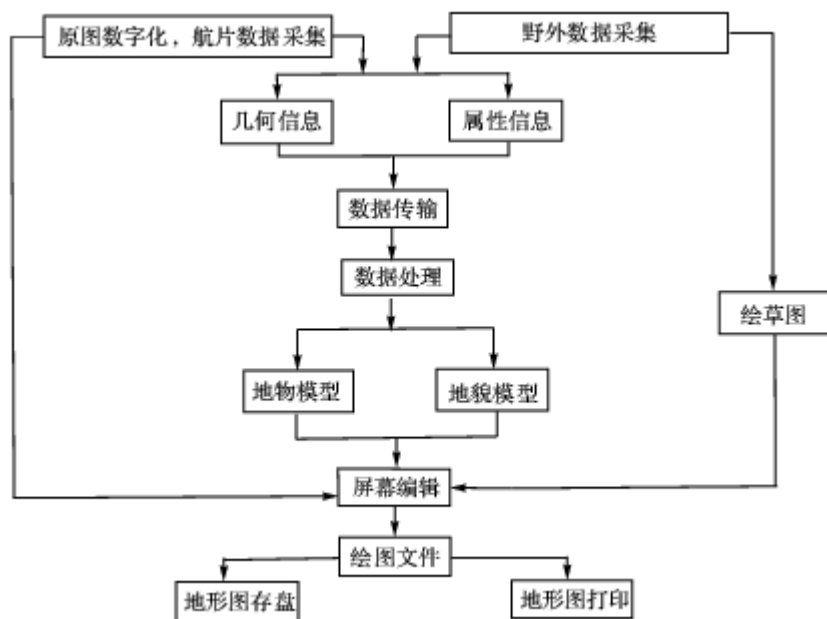


航测法

8.2.1 数字化测图的基本思想

由前面总结可知：数字测图系统由**数据输入**、**数据处理**和**数据输出**三部分组成。

工作流程一般是：地形特征点采集及建库→数据处理与图形编辑→成果与图形输出。



数字化测图的基本思想

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

1. 观测方法

野外数据采集包括控制测量数据采集和碎部点测量数据采集两个阶段。

控制测量：采用导线测量方法，将观测结果（点号、方向值、竖直角、距离、仪器高、目标高等）自动或手工记入电子手簿，可由电子手簿解算出控制点坐标和高程。

碎部点测量根据设备不同，主要包括以下几种：

- (1) 全站仪方式；
- (2) 测距仪配合电子经纬仪方式；
- (3) 测距仪配合光学经纬仪方式；
- (4) GPS RTK方式。

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

2. 数据采集和图形编绘

(1) 草图法数据采集

① 全站仪采点

草图绘制者对测站周围的地物、地貌大概浏览一遍，同时按一定比例绘制一份含有主要地物、地貌的草图，以便观测时在草图上标明碎部点的点号。

观测者在测站点上安置全站仪，量取仪器高。选择一已知点进行定向，然后准确照准另一已知点上竖立的棱镜，输入点号和棱镜高，按相应观测键，观测其坐标和高程，与相应已知数据进行比较检查，满足精度要求后进行碎部点观测。

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

观测地物、地貌碎部点时应准确照准竖立的棱镜，输入点号、棱镜高和地物代码，按相应的观测记录键，将观测数据记录在全站仪内。

观测一定数量的碎部点后应进行定向检查，以保证观测成果的精度。

传统白纸测图或现代电子平板测图的图形在野外实时可见，便于发现错误，而草图法数据实时记录，但图形不可见，所以必须检核，以防出错而外业返工。

检核可采用以下方法：

a. 测量后视点坐标，与已知坐标核对是否相符，不相符，则说明测站后视数据有错误；或者测站瞄准的后视点点位有错误；

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

b. 开始测量之前，找一固定目标（如楼角、远处电线杆等），记下水平角值，分若干时间段重新瞄准该目标，核对水平角值是否与记录值相符，不相符，则说明前段数据方位有错误；记录下本时段号，重新定向，进行观测。

② 现场草图绘制

野外数据采集，不仅要获取地面点的三维解析坐标，还要记录地物图形之间的关系。

草图法是一种十分实用、快速的测图方法。但缺点是不直观，容易出错，当草图有错误时，可能还需要到实地查错。

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

③ 草图绘制的注意事项

- a. 草图图纸应有固定的格式，不应随便画在几张纸上；
- b. 草图图纸应包含日期、测站、后视零方向、观测员、绘图员的信息；

当遇到搬站时，尽量更换草图纸；不方便时，应记录本草图纸内哪些点隶属哪个测站，数据一定要标示清楚。

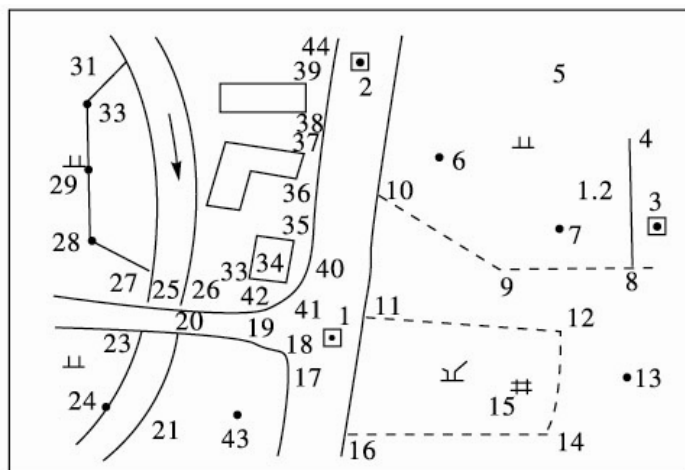
c. 草图绘制。不要试图在一张纸上绘太多的内容，地物密集或复杂地物宜单独绘制一张草图，既清楚又简单。

d. 核对点名。绘图员与观测员每隔一定间隔时间（如每测20点），应互相核对点号，当发现点号不对应时，可以有效地将错误控制在最近时间间隔内，以便及时更正，防止内业出错。

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

e. 草图配合实际测量数据，结合外业测量的速度，可以分批在计算机上处理，最后把建立的数据文件或图形进行合并及拼接。绘制草图时必须把所有观测地形点的属性和各种测量数据在图上表示出来，以供内业处理时用。

在野外测量时，能观测到的碎部点要尽量观测，确实不能观测到的碎部点可以利用皮尺或钢尺量距，将距离标注在草图上或利用电子手簿的量算功能生成坐标。



8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

(2) 电子平板法数据采集

电子平板法一般采用全站仪数据采集模式。在完成了图纸比例设定、通讯参数设置后，设置测站，输入如测站点号、后视点号和仪器高等信息。

然后启动“碎部测量”功能(如右图)，弹出命令行，即可按选定尺子（或棱镜）的模式实施电子平板测量。

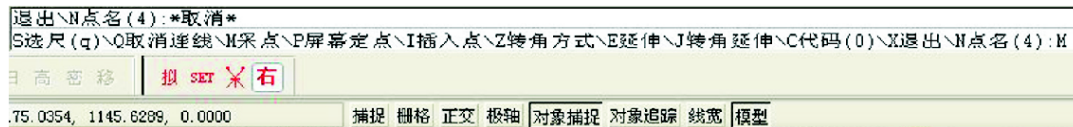
具体说明如下页所示。



碎部测量对话框包含以下信息：

- 观测值**
 - 水平角: 1.1806
 - 垂直角: 9.5507
 - 斜距: 9.498
- 测站信息**
 - 测站高: 10
 - 仪器高: 1.5
 - ☐ 偏心测量
 - ☐ 左偏 ☐ 右偏 平距: 0
- 属性信息**
 - 上一点名:
 - 当前点名: 3
 - 代码: 0
 - 尺号: 1
- 测点设置**
 - ☒ 高程点建模 ☒ 标注点名
 - ☒ 自动移屏 ☒ 注记高程
 - ☐ 公共点标示 视标高: 1.5
- 底部按钮: 展点 (Z), 重测 (R), 取消 (C)

数据采集对话框



基于电子平板的碎部测量

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

- ① 测量碎部点的点号，在输入第一个点号后，其后的点号不必再人工输入，每测完一个点，点号自动累加1。
- ② 连接，指与当前点相连接的点的点号。自动默认与上一点连接，与其它点连接时输入该点的点号，连接线型也可事先定义。
- ③ 测量时同类编码只需输入一次，其后的编码程序自动默认，碎部点编码变换时输入新的编码。
- ④ 水平角、垂直角、斜距，由全站仪观测并自动记录。
- ⑤ 觇标高，观测点棱镜高度。输入一次后，其它观测点的棱镜高由程序自动默认。观测点棱镜高度改变时，重新输入。

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

3. 测点数据编码

采集的碎部点包括三类信息：位置信息、属性信息和连接信息。

- ① 碎部点的位置用 (x, y, z) 三维坐标表示，并标明点号；
- ② 属性信息用地形编码表示；
- ③ 连接信息用连接点点号和连接线型表示。

绘图软件在绘制地形图时，会根据碎部点的属性来判断碎部点是哪一类特征点及采用地形图图式中的什么符号来表示。

8.2.2 数字化测图野外数据采集方法

地形编码设计的原则：符合国标图式分类、符合地形图绘图规则、简练、便于操作记忆、符合测量的习惯、便于计算机处理。

地形编码的方法很多，如拼音编码、变长编码、3位、4位、5位数字编码等。

《数字地形图测量规范》制定了关于地物地貌编码信息的标准代码，下表为居民地的3位编码信息。

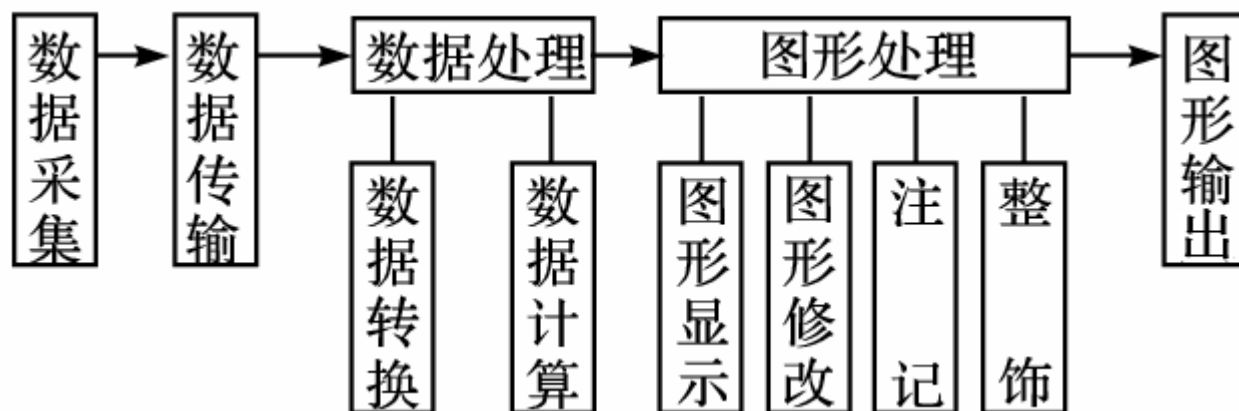
居民地编码信息

编码	编码	编码	编码
2	房屋	202	一般房屋（砖）
200	一般房屋	203	棚屋
201	一般房屋（混凝土）	...	

8.2.3 数据内业编辑

对于草图法，数据采集完成后，应进行内业处理。

内业处理主要包括数据传输、数据处理、图形处理和图形输出。其作业流程用框图表示，如下图所示。



作业流程框图

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

SV300是威远图公司（WELTOP）开发的一套专业测绘软件，具有较强的外业采集和内业数据处理、绘图和管理功能。

SV300系统以Auto CAD R14为平台，既有Microsoft Windows的交互式图形用户界面，同时又有Auto CAD强大的编辑制图功能，其功能包括地形图成图全部范围要求，从手工连线成图，到自动连线成图，野外电子平板，查询计算，配合各专业模块成专题图，系统采用全中文化菜单，界面友好丰富，操作简单易学。

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

SV300草图法数字测图的主要内容和方法：

1. 建立数据文件

外业观测数据通过内业转换得到的直角坐标格式数据可按文本方式保存。

由于SV300系统中测量坐标与屏幕坐标是对应的，而Auto CAD的坐标系（数学坐标系）与测量坐标系的 x 、 y 轴正好相反，所以输入点的空间测量坐标值时，要先输入 y ，后输入 x 值。

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

SV300数据文件结构如下：

序号 点号 标识符 y x h

或 序号, 点号, 标识符, y , x , h

其中，序号可以自动生成，点号可按个人习惯的方式编制，如按测站索引方式编制等，标识符可取常数，例如：

1, a1, 0, 302 143.67, 4 305 423.22, 15.432

2, b12, 0, 302 268.92, 4 305 476.10, 22.79

2. 地物绘制

在建立文件后，首先要设定当前工作的比例尺，保证地物符号的正确展绘。

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

利用“数据下载”得到SV坐标文件，可在图形上展出点位、点名、代码、高程等，以便连线成图时使用。

将前面建立的观测点，依据绘图员勾绘的草图，对照真实测点分布，直接连线成图。

 地形地物







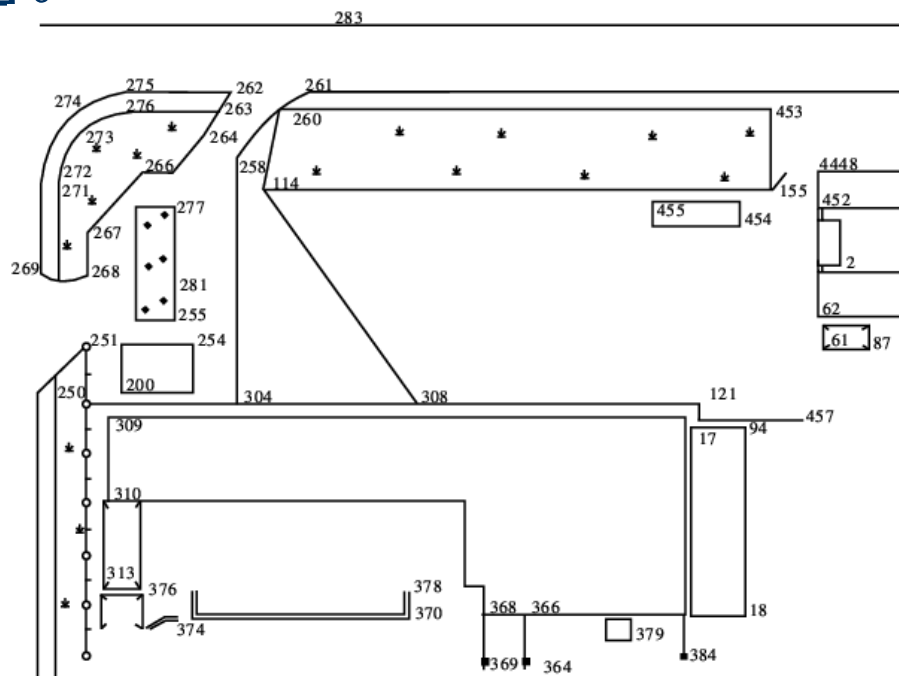


	代码	地物名
1	115	导线点
2	2111	多点房 (砖)

	属性名	属性值
1	层数	

	Pt	X	Y	H
1	1001	991.170	1058.728	0
2	1002	997.155	1071.063	0
3	1003	990.403	1073.882	0
4	1004	984.418	1059.547	0

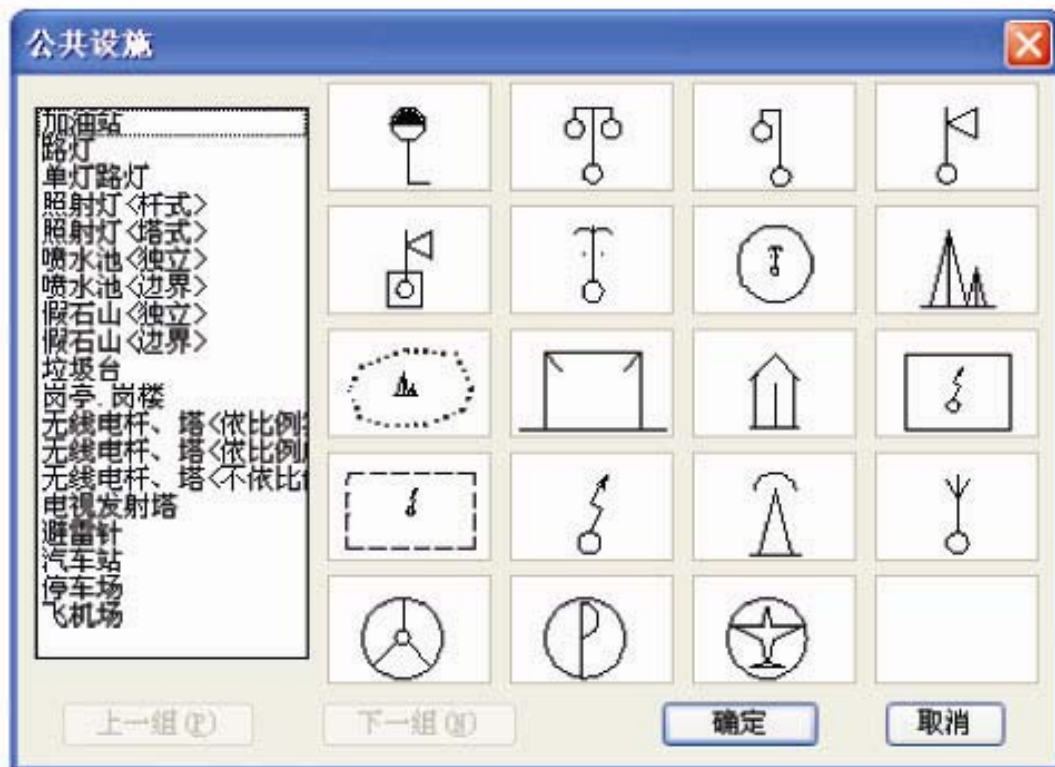
测点坐标库查询



展点绘地物

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

根据屏幕右侧地物菜单列提示及借助相关编辑工具，可以完成各种地物符号及特殊地貌符号的绘制。



公共设施地物符号库

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

3. 地貌生成

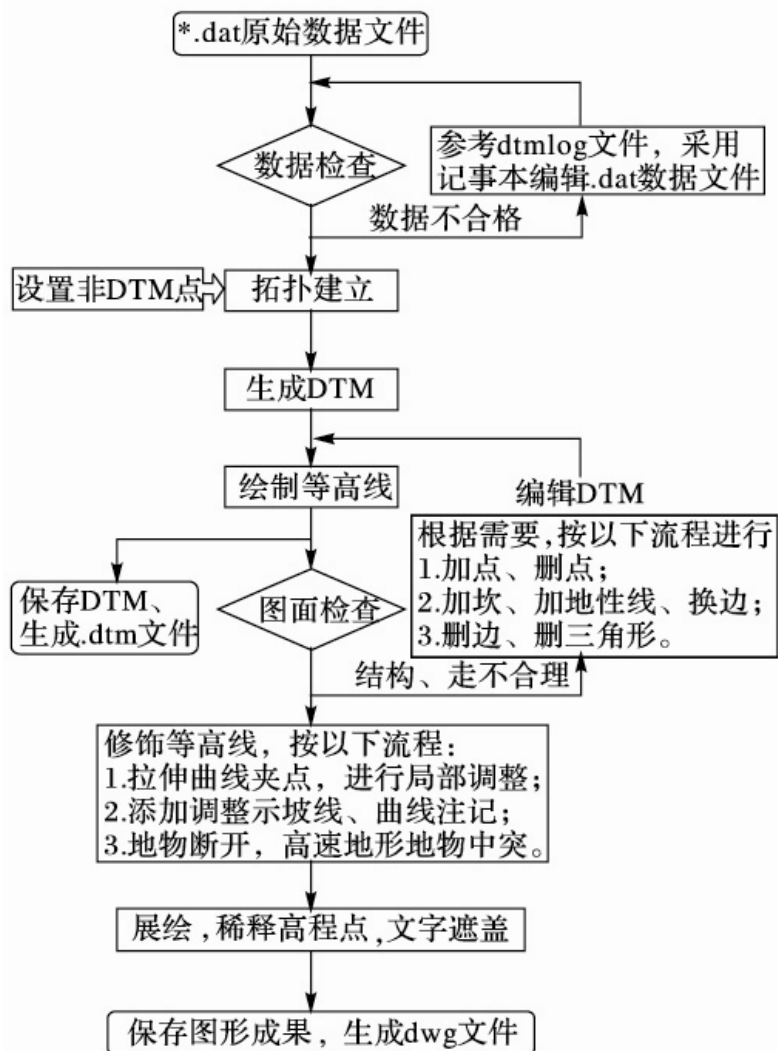
地貌的主要表达方式是等高线，计算机自动生成等高线的方法有很多，可根据不同情况选用。

在一定区域范围内，规则格网点或三角形点的平面坐标 (x, y) 与其他地形属性的集合称为DTM（Digital Terrestrial Model）。其中由DTM建立的不规则三角网TIN（Triangulated Irregular Network）是数字测图中等高线绘制采用的主要方法。TIN三角网构筑方法很多，其中由狄洛尼三角网产生的TIN使用最广。

8.2.4 基于SV300的数字地形图生成

依据外业原始数据文件建立DTM，按右图流程可以自动勾绘等高线，并利用断开工具自动或手动进行地物断开。根据需要，再展绘地形特征点高程，并注记相关信息，包括图廓生成、图名输入、测图系统，测量比例尺、测量单位等

由数字测图软件得到的地形图，可按需要输出图纸，也可直接提供数据给各种专业的地理信息管理系统。



等高线生成流程

第8章 大比例尺地形图测绘方法

1

白纸地形图测绘

3

摄影测量与成图

2

数字地形图测绘

4

房地籍图测绘

8.3 摄影测量与成图

摄影测量是通过对所拍摄像片或数字影像进行判读与量测，获取目标位置等信息的一门学科。

由于影像信息较地形图更加真实，内容更加丰富，并能保证测量的精确性，因而得到了广泛应用。

摄影测量有许多种类：

按**摄影方式**可分为地面摄影测量、航空摄影测量、航天摄影测量、近景摄影测量等；

按**数据处理方法**可分为模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量。

8.3 摄影测量与成图

航空摄影测量是目前测绘大面积地形图最主要、最有效的方法，具有外业工作少、成图快、精度均匀、成本低、不受气候和季节的限制等优点。

<http://dalian.edushi.com/>



航空摄影测量

8.3.1 航空摄影测量与像片

航空摄影测量简称航测，它是从飞机上摄取的地表像片为依据进行量测和判读，确定出地面上被摄物体的大小、形状和空间位置，并获得被摄地区的地形图（线划地形图、影像地形图）或数字地面模型。

1. 航空摄影测量的实施

(1) 空中摄影

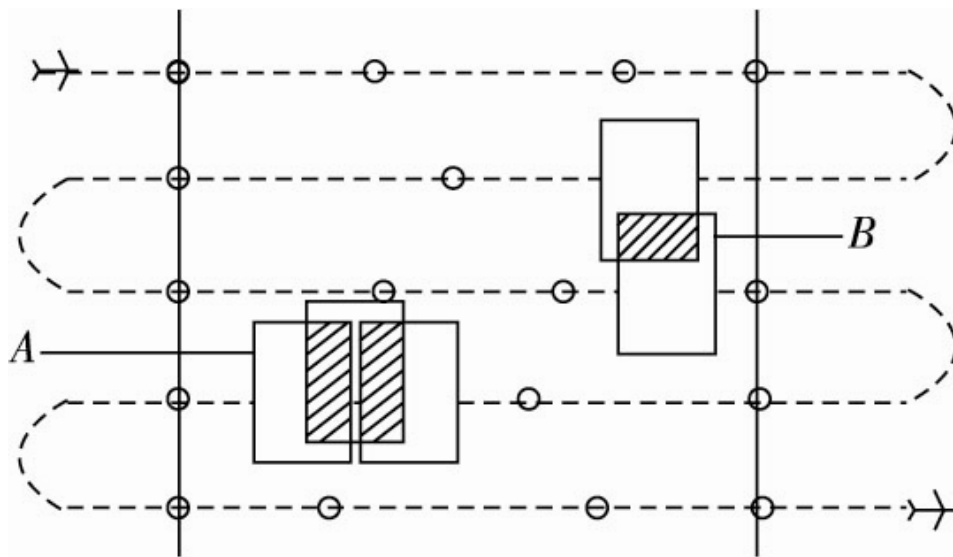
为了获取航空像片，在进行航空摄影前，应制定详细的计划，包括确定摄影区域、摄影时航高、摄影倾斜程度、所拍摄像片的种类等。

8.3.1 航空摄影测量与像片

在测区进行航摄时，飞机通常按 **S 形** 路线飞行。为利用像片进行立体观察和量测，相邻像片影像应有重叠区域。

重叠包括航向重叠和旁向重叠，航向重叠一般要求重叠度为60%~65%或更大，旁向重叠一般应达30%~40%。

拍摄像片可以垂直摄影方式，也可以倾斜摄影方式进行



航摄航线图

8.3.1 航空摄影测量与像片

(2) 地面控制测量

把像片制成地形图是以地面控制点为基础的，因此，必须保证有足够数量的地面控制点。这些地面控制点可在已有的大地控制点的基础上进行加密，其步骤分为野外控制测量和室内控制加密。

携带仪器和航空像片到野外，根据已知大地控制点，用控制测量的方法，测定像片控制点的平面坐标和高程，并对照实地将所测点的位置精确地刺到像片上，该工作称为像片联测。

8.3.1 航空摄影测量与像片

2. 航空像片

航空像片一般为正方形，常用尺寸有 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 和 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ 两种像幅。

胶片或底片可以处理成全色黑白片、彩色片、红外黑白片、红外假彩色片等。量测用的像片大多为黑白片。

(1) 航摄像片比例尺

航摄像片上某两点间的距离和地面上相应两点间水平距离之比，称为航摄像片比例尺，用 $1/M$ 表示。

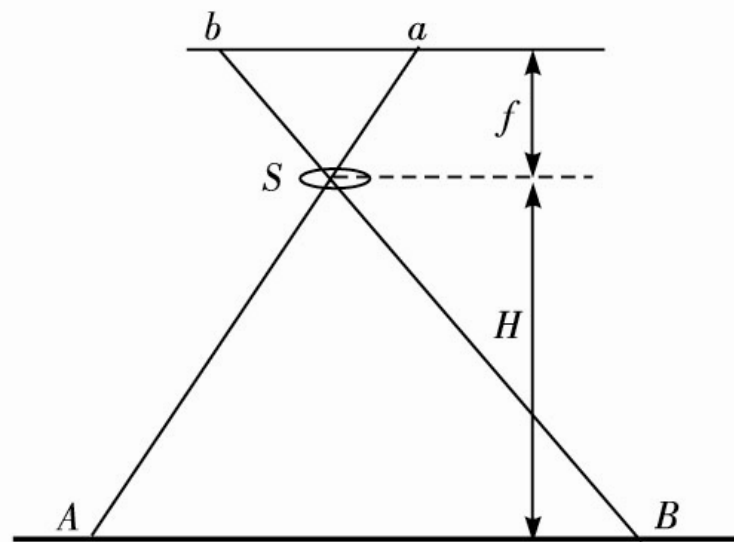
8.3.1 航空摄影测量与像片

如图所示，当像片和地面水平时，同一张像片上的比例尺是一个常数。

$$1/M = f/H$$

式中， f 为航摄仪的焦距， H 为航高(指相对航高)。

航摄像片的比例尺按成图比例而定，一般来说，将像片放大4倍就可制成所需比例尺的地形图。



航摄像片比例尺

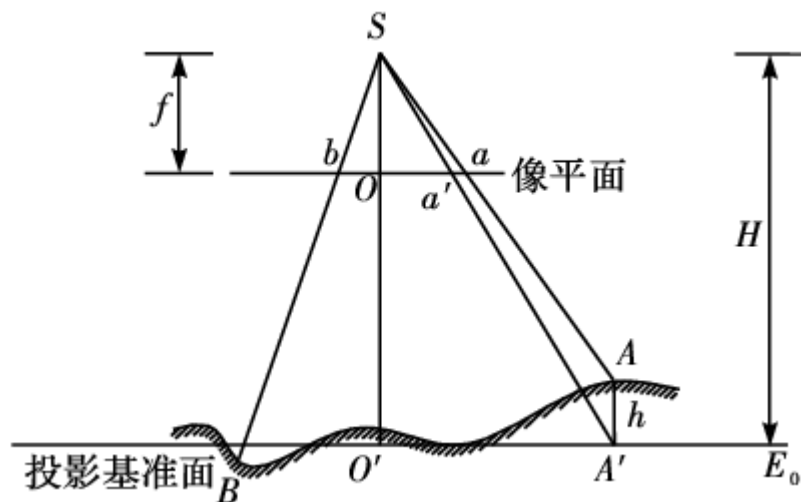
8.3.1 航空摄影测量与像片

对一架航摄仪来说，焦距 f 是固定值，因此，要使各像片比例尺一致，必须保持同一航高。

考虑飞机受气流波动等影响，在平静的大气条件下，同一航线的航高差别应保持 $\pm 20\text{m}$ 以内，在不利情况下，一般不允许超过 $\pm 50\text{m}$ 。

但当地面有起伏或像片对地面有倾斜时，像片上各部分比例尺就不一致了，像点在像片上的位移就会产生误差，这个误差称**投影差**。

因此要进行影像纠正。



航摄投影差

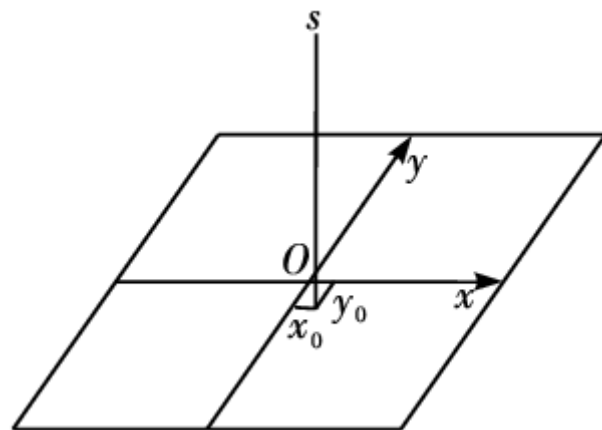
8.3.1 航空摄影测量与像片

(2) 航空像片的方位元素

当利用航空像片通过计算来精确获得地面点或目标物的空间坐标时，需要确定摄影瞬间摄影中心的位置和投影姿态。对其进行描述所用的参数，称为**像片的方位元素**。

方位元素包括内方位元素和外方位元素。

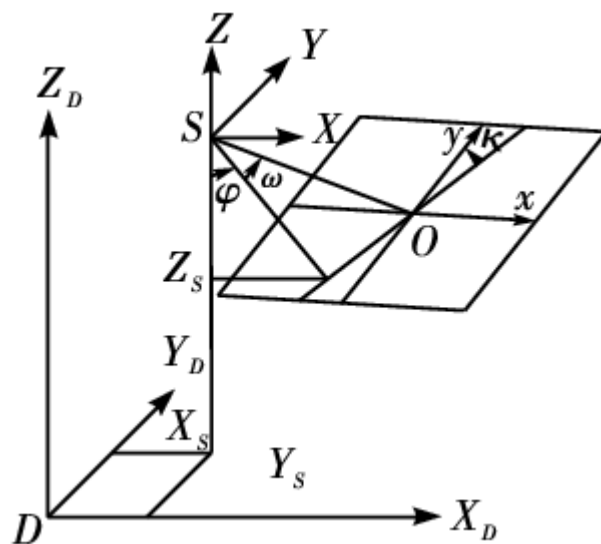
内方位元素用来描述摄影中心与像片之间的相对位置，包括摄影中心 s 到像片的焦距 f ，及像主点在像平面坐标系中的坐标 x_0 和 y_0 ，如右图所示。



影像内方位元素

8.3.1 航空摄影测量与像片

外方位元素用来描述摄影瞬间，摄影中心的位置和摄影姿态，包括摄影中心在选定坐标系中的坐标 (X_s, Y_s, Z_s) ， (X_s, Y_s, Z_s) 称为三个直线元素，还包括摄影机主轴从铅垂位置沿两个坐标轴的2个旋转角 (ϕ, ω) 、像片本身沿着主光轴的1个旋转角元素 k ，共三个角元素，如下图所示。



影像外方位元素

8.3.1 航空摄影测量与像片

3. 航空像片的纠正、判读和调绘

(1) 航空像片的纠正

航空像片的信息较地形图丰富，但航空像片属于中心投影，其影像不仅含有地面起伏引起的像点位移，也有因像片倾斜引起的像点位移，因而不能作为平面图直接进行量测使用。

将普通像片转化成正射投影像片的过程，称**像片纠正**。

像片经纠正后，可以当平面图使用，还可以在正射像片上套绘等高线，进而准确地获取地貌信息。

8.3.1 航空摄影测量与像片

(2) 航空像片的判读

航空像片判读是指根据物体成像的规律和特征对像片影像进行识别、分析和解译，以判断被摄物体性质和形态。

像片判读既可以直接用人眼或用立体观察方法进行，也可先将像片进行光学处理和数字处理，以利于判读。

像片判读的内容包括物体的形状、大小、色调、阴影、纹理图案结构和相关特征等的分析。

8.3.1 航空摄影测量与像片

(3) 航空像片的调绘

为了保证成图数据的可靠性和完整性，需要进行像片调绘，它是指将像片上的内容及未显示的内容，按绘制地形图的要求到实地识别、判读和调查的过程，其内容包括：

- ① 地物、地貌的综合及取舍；
- ② 地理名称的调查与注记；
- ③ 新增或未显示地物的现场补测。

8.3.1 航空摄影测量与像片

4. 航摄像片与地形图的区别

(1) 投影方面的差别

地形图是正射投影，比例尺是一个常数且各处均相同。

航摄像片是中心投影，只有当地面绝对平坦，并且摄像时像片又能严格水平时，像片上各处的比例尺才一致。

投影差是指由于地面起伏引起像点在像片上的位移而产生的误差。投影差的大小与地面点选择的基准面高差成正比，高差越大投影差也越大。在基准面上的地面点，投影差为零。由此可见，投影差可随选择的基准面高度不同而改变。

8.3.1 航空摄影测量与像片

(2) 表示方法和表示内容不同

在**表示方法**上，地形图是按成图比例尺所规定的地形图符号来表示地物和地貌的，而像片则是反映实地的影像，它是由影像的大小、形状、色调来反映地物和地貌的。

在**表示内容**上，地形图常用注记符号对地物符号和地貌符号作补充说明，如村名、房屋类型、道路等级、河流的深度和流向、地面的高程等，而这些在像片上是表示不出来的。

8.3.2 航空摄影测量内业成图方法

1. 综合法

在室内利用航摄像片确定地物点的平面位置，在室外确定其名称和类别，等高线在野外用常规方法测绘。该方法综合了航测和地形图测绘两种方法，因此称综合法。

这种方法适用于平坦地区作业。

2. 微分法

在野外控制测量和调绘工作完成后，在室内用立体坐标量测仪测定等高线，再通过分带投影转绘的方法确定地物的平面位置。因为立体坐标量测仪的解析公式建立在微小变量的基础上，因此称为微分法。

这种方法采用的仪器设备比较简单，适用于丘陵地区。

8.3.2 航空摄影测量内业成图方法

3. 全能法

在完成野外控制测量和像片调绘后，利用具有重叠的航测像片，在全能型的立体坐标量测仪上建立地形的光学模型，并对该光学模型进行观测测量，测绘地物和地貌，着墨、整饰后得到地形图的方法称为全能法。

这种方法适用于山区或高山区，成图质量较高，但仪器的价格比较昂贵。

4. 计算机成图法

利用计算机软件和计算机外部设备可以在计算机上直接对航测像片进行测量，得到航测区域的数字地形图。

这种方法适用于任何区域的航测成图。

8.3.3 影像的立体观测与量测

人们看物体时具有立体感，是指物体具有远近的感觉。这是由于物体远近不同时，看同一物体时的两眼视线形成的交角不同，引起视网膜上的生理视差，并在大脑中形成感应与判断。

进行立体观测应满足下列条件：

- ① 由两个摄站点，对同一物体进行摄影，形成像对。
- ② 两眼分别观看像对的两张像片或影像。
- ③ 两条同名像点形成的视线与眼基线 O_1O_2 构成一个平面，即两个同名像点形成的视线对对相交。

当人们观看具有重叠影像的像对时所看到的立体影像，称为**立体模型**。

立体量测是指对立体模型进行量测。

8.3.4 数字摄影测量成图简介

数字摄影测量不仅可以代替人工进行大量的计算，而且已经完全可以代替人眼来识别立体像对的同名像点。

1. 基本思想

数字摄影测量是以数字影像为基础，通过计算机分析和处理，获取数字图形和数字影像信息的摄影测量技术。

数字摄影测量技术以立体数字影像为基础，由计算机进行影像处理和影像匹配，自动识别两个像对同名像点及坐标，运用解析摄影测量的方法确定所摄物体的三维标，并输出数字高程模型和正射数字影像或图解线划等高线图和带等高线的正射影像图等。

8.3.4 数字摄影测量成图简介

影像匹配又称影像相关，影像相关是实现立体观察和量测自动化及测图自动化的关键技术。

影像匹配技术是指影像自动化立体观测时，确定构成立体像对的左右像片上影像相似程度的算法，它以相关函数和相关系数来度量像对上的两个像点是否为同名像点。当相关函数和相关系数为最大值时即判断为同名点；反之则不是。

依据产生信号的不同，影像相关的类型可分为：

① 电子相关

采用电子线路构成的相关器，将两个影像视频信号比较来实现影像相关。

8.3.4 数字摄影测量成图简介

② 光学相关

基于光的干涉和衍射原理，用光学系统解求影像相关的过程。

③ 数字相关

利用计算机对数字影像进行数值计算的方法（如相关函数）实现影像相关。

我国适普软件公司研制的VirtuoZo NT全数字摄影测量系统，能完成从自动空中三角测量到测绘各种比例尺数字地形图、数字高程模型、数字正射影像图和数字栅格地形的生产。

8.3.4 数字摄影测量成图简介

2. 设备需求

数字摄影测量系统由两部分组成：一部分与摄影测量处理有关；另一部分是模式识别与视觉。

- ① 影像数字化器—扫描仪；
- ② 数字摄影测量系统软件；
- ③ 专用的图像卡和立体眼镜等专用的硬件设备。

3. 数字摄影测量产品组成

- (1) 附有内、外方位元数的原始正射影像图DOM；
- (2) 数字表面模型DSM；

DSM可以用于“变化检测”，如在森林地区，可用于检测森林的生长情况；在城区可用于检查城市的发展情况。

8.3.4 数字摄影测量成图简介

- (3) 数字地面模型DEM;
- (4) 正射影像图制作的数字线划图DLG;
- (5) 由正射影像加DEM所产生的自然环境的三维景观。



数字城市三维景观

第8章 大比例尺地形图测绘方法

1

白纸地形图测绘

3

摄影测量与成图

2

数字地形图测绘

4

房地籍图测绘

8.4 房地籍图测绘

地籍：土地及其附属物的权属信息。

它是对土地的历史及现状的详细描述，且由国家政府机构和法律机构予以认可。它不仅是对个人基本权利的认可和保护，也是国家政府机构及企业进行土地开发、利用、管理和制定土地政策、经济政策、环保政策等的重要依据和基础。

地籍测量是指对权属土地及附属物的边界及界址点，利用各种测量技术进行精确测定，并用各种形式记录。

房产测绘是指结合产权管理的需要，对房屋及房屋用地的位置、权界、特征、属性及数量水平等的调查测绘。

8.4.2 地籍房产调查

1. 地籍调查

地籍调查是指按照国家法律，采用科学方法，对土地及附属物的位置、质量、利用情况等基本状况所进行的调查与记录。

由于土地权属及附属物权属会随时间不断变动，因此，将地籍调查分为初始地籍调查和变更地籍调查。

(1) 初始地籍调查

初始地籍调查指对调查区域内所有土地在登记记录前的全面调查。

初始地籍调查涉及许多部门，主要包括土地权利的调查、地籍测量、土地利用现状及土地等级的调查。

8.4.2 地籍房产调查

① 土地权属的调查

土地权属指与土地相关的权利范畴的确定。

土地权属内容包括土地所有权，土地使用权、土地租赁权、土地抵押权、土地继承权等。

土地权属调查内容包括查清界址点、界址线及其位置。

土地权属调查时应填写地籍调查表，并附宗地草图。宗地草图内容包括宗地号、门牌号、界址点、界址线、界址线长、相邻宗地状况等。

② 地籍测量

地籍测量包括界址点、界址线的测量、各类土地地籍图的测绘、各类房地产地籍图的测绘等。

8.4.2 地籍房产调查

③ 土地利用现状和土地等级的调查

土地利用现状调查的外业工作内容包括将地类界线、权属界线、线状地物等调绘到底图上或航摄像片上。

内业工作包括外业调绘成果的内业转绘，并绘制土地利用现状图。

(2) 变更地籍调查

变更地籍调查指为了了解土地最新状况而进行的经常性的调查，因而是动态的。

地籍调查不仅应如实和全面地反映（测量）土地状况，保持地籍各种记录与数据的完整性、一致性和对应性，也应严格遵循有关国家法律，并与相关政府机构的资料保持一致性和统一性。

8.4.2 地籍房产调查

2. 房产调查

房产调查分为房产用地调查和房屋调查，具体内容包括房屋权主名，产权性质，产别产权来源，房屋用途、房屋结构、房屋数量、建成年代，房屋层次，房屋层数，占地面积，用地分类，房屋面积，房产区号，街道号，宗地号，栋号，门牌号，权号，户号等。

房产调查时还要测绘各类房产图，包括房产分幅图、房产分宗图和房产分户图。

8.4.3 地籍房产测量

1. 地籍测量

地籍测量是对相关地籍数量指标的测绘工作，是地籍调查的一部分。地籍测量必须准确和精确，并具时效性。

(1) 地籍控制测量

地籍控制测量程序包括设计、选点、埋石、外业测量、外业成果计算和整理。

地籍控制点作为测量界址点、地籍图的依据，其精度及分布与地形测量有所区别，必须满足地籍精度要求。

(2) 界址点的测量

界址点是土地权属范围界线上的点，也是土地面积计算的主要依据。

8.4.3 地籍房产测量

界址点的测量可以采用下面几种方法：

① 解析法

解析法即在实地利用全站仪、测距仪等工具直接测定界址点的位置。

② 图解法

在图上用距离交会等方法进行坐标的量算。由于精度低，适合农村地区等，要求精度不高的界址点类的测量。

③ 航空摄影测量方法

当需要大规模测量界址点，且界址点空中通视良好时，可采用航空摄影测量加密界址点的方法。

8.4.3 地籍房产测量

④ 利用GPS RTK技术测量界地点

利用GPS实时动态相对定位技术可以快速、高精度测定界址点位置，尤其适合于农村等较开阔地区。

(3) 地籍图的测绘

地籍图是将地籍调查中各种地籍要素和地物要素反映到图上的表达形式。它应与地籍数据档案保持一致。

地籍图的测绘与普通地形图的测绘相似，包括选择比例尺和投影方式、对测区区域进行分幅和编号、选择测图方法、外业控制测量、外业碎部测量及绘图、或外业调绘及内业转绘绘图等程序。

8.4.3 地籍房产测量

地籍图的测绘方法有：

- ① 利用经纬仪或全站仪实地测绘；
- ② 利用航空摄影测量方法测绘；
- ③ 利用GPS RTK技术测绘地籍图。

(4) 编绘地籍图

可利用大比例尺地形图或影像平面图快速编绘地籍图。

首先，要选择精度符合要求的地形图或影像平面图作为底图，其比例尺应尽可能与要绘制的地籍图比例尺相同，并进行外业调绘和补测。

然后，在室内将调绘结果转绘到复制的二底图上，经整理、整饰后，制作成工作底图，再将工作底图用聚酯薄膜进行透绘，经过舍弃、整饰和清绘后，最终制成地籍图。

8.4.3 地籍房产测量

(5) 地籍图的基本内容

① 地籍要素

包括行政界线、地籍区界、地籍子区界、界址点、界址线、地籍号、地籍子区号、宗地号、地类号、街道编号、房屋栋号、门牌号等。地籍要素的种类和等级繁多，绘制和注明时，应按照国家有关的规定和规范进行。

② 地物要素

如房屋、道路、桥梁、河流、地下管线、电力线、分界线、植被覆盖、地理名称等。

③ 数学要素

如图廓线和坐标格网线及坐标注记、图的比例尺等。

8.4.3 地籍房产测量

(6) 地籍图与地形图的差异

地籍图与地形图相比，其内容以各类界址点、界址线、土地类别、土地面积、宗地号、门牌号等地籍要素为主，许多地物要素可以舍弃。此外，地籍图一般不测绘等高线

地籍图具有法律效力，应与各类文字和数据记录档案保持一致，并保持现势性。

地籍图的测绘以地籍调查为基础，因而不像地形图测绘那样，通常只是依自然状态予以测绘。

8.4.3 地籍房产测量

2. 房产测量

(1) 房产测图

按房地产管理的需要，测绘的房地产图分为房地产分幅图、房地产分丘图、房屋分层分户图等。

① 分幅图内容

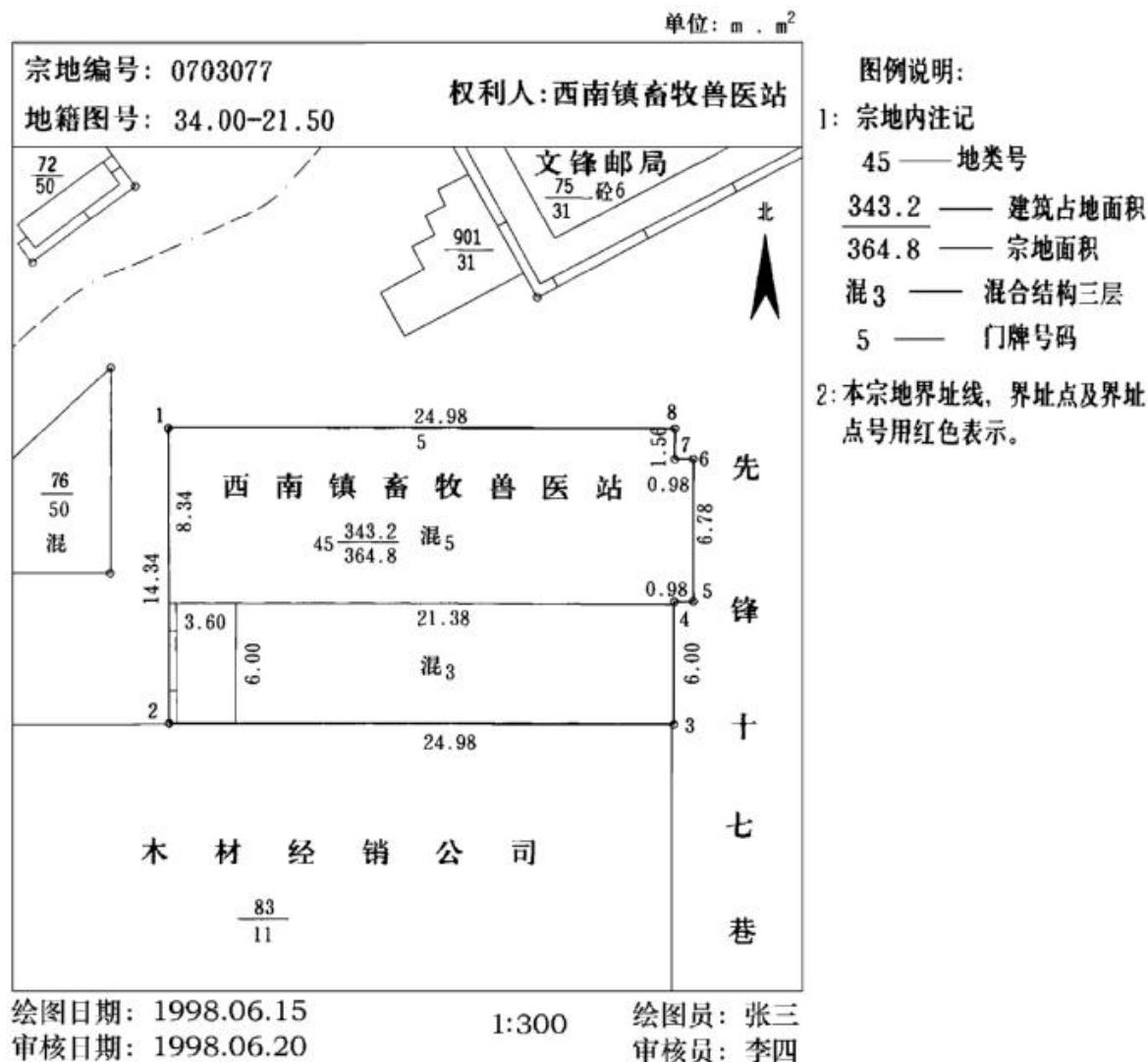
分幅图内容包括控制点、行政地界、丘界、房屋、屋附属设施、房屋维护物等房地产要素及编号，以及与房地产有关的地形要素和地理要素。

② 分丘图

丘是指土地权属调查的单元，又称宗地，它是由界址点构成的封闭地块，原则上由一个土地使用者使用。

8.4.3 地籍房产测量

分丘图内容除表示分幅图的内容外，还应表示房屋权界线、界址点、界址点点号、通廊、阳台、房屋建成年份、丘界长度、房屋边长、建筑面积、墙体归属等各项房地产要素。



房产分丘图

8.4.3 地籍房产测量

③ 分户图

包括本户房屋所在地的地名及门牌号、图幅号、丘号、栋号、所在楼层、户号、房屋权界线、楼梯、走道等公用部分，毗邻墙体的归属、房屋边长、房屋建筑面积及分摊共有共用面积。

测量采用方法以全站仪辅以钢尺、手持测距仪等进行，按数字法成图，测量时严格遵守《房产测量规范》要求

8.4.3 地籍房产测量

房地产面积测算包括房屋面积的量算和房屋用地面积的量算。

房屋面积的量算包括房屋建筑面积的测算和共有共用面积的测算和分摊。

房屋用地面积的量算包括房屋占地面积测算和丘面积的量算。

房屋建筑面积是指房屋外墙勒脚以上的外围水平面积，但还应包括阳台、走廊、室外楼梯等附属设施建筑面积。

8.4.3 地籍房产测量

房屋面积的量算方法主要是解析法和图解法。

解析法根据实地测量的数据如边长、角度、坐标等，按相应解析公式计算。也可以根据房屋的几何形状，将其分解成若干简单的几何形状，并按相关面积计算公式求算并累加。

图解法是根据已有的房地产图，采用不同的面积量测工具求算面积，如求积仪法、扫描数字化量算法等。

实验四 全站仪坐标测量

一、目的与要求

1. 熟悉全站仪的结构和功能菜单；
2. 掌握全站仪的坐标测量方法；
3. 掌握数字地形图测量的基本流程。

二、设备与计划

1. 全站仪一台；
2. 棱镜一个。

三、实验内容

1. 每个小组根据II馆门前周围马路的形状及高程选择出测区范围内的地物和地貌碎部点，绘出草图一张。

实验四 全站仪坐标测量

2. 每个小组独立在各自控制点上，瞄准II馆前井盖旁的L22点（坐标为：5220.577，31804.401，14.357）作为后视点，完成仪器的测站配置后，借助棱镜，完成各个碎部点的测量工作。

3. 用纸将数据记录下来，课后整理成标准格式，供下次实验课上机使用。

四、注意事项

1. 由于全站仪为精密仪器，每位同学应爱护仪器，按课本讲解顺序进行操作；

2. 不要把棱镜置于离仪器很近的地方（要大于5米）；

3. 操作过程中，仪器的螺旋和按键要有轻重感。

实验五 数字化机助成图

一、实验目的

1. 掌握数字成图的基本原理和方法；
2. 掌握南方CASS成图软件的结构和基本操作要领。

二、实验设备

每组一台计算机，配有CASS数字成图软件，（操作方法参看《测量实验及实习指导教程》77页）

三、实验地点

测量实验室机房（楼梯右侧第一间）。

四、实验步骤

1. 按照指导书的格式，利用实验四每小组采集的地物特征点的测量数据，建立满足CASS成图需要的数据文件；

实验五 数字化机助成图

2. 利用CASS成图软件，把数据文件中各点坐标导入计算机，建立各点间线、面的几何关系，形成一张1:500比例尺的*.dwg文件；
3. 对图纸进行适当的整饰，如加上图框等；
4. 课后打印一张A4图纸，下次上课时提交。

四、注意事项

1. 上机之前准备好标准数据文件；
2. 先熟悉软件的工作环境和菜单功能，不要急于作图；
3. 每组一台电脑，每个同学都要参与实践；
4. 严禁使用机房的服务器。