

任务 1 认识与使用数字测图的硬件

数字测图系统的硬件主要有全站仪、GNSS 接收机、计算机（PDA）、绘图仪、扫描仪以及其他输入输出设备。全站仪或 GNSS 接收机采集的野外数据通过通讯接口传输到计算机，通过软件处理后形成数字图或专用图以及其他专用数据存储在计算机中，以便输出和管理。如图 2-1 所示。

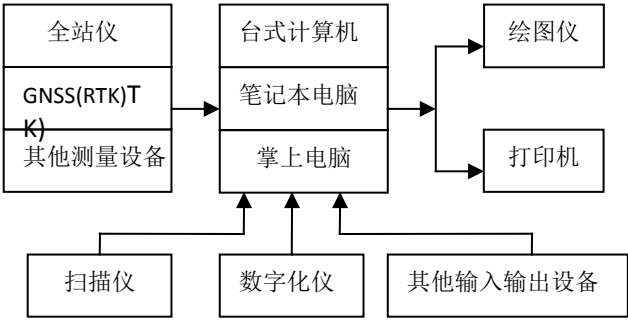


图 2-1 数字测图硬件系统示意图

本节只对数字测图硬件系统里的全站仪、GNSS (RTK)、扫描、和数字化仪和绘图仪作介绍，对于计算机硬件不作介绍。

1.1 全站仪的认识与使用

全站仪是一种可以同时进行角度测量和距离测量，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，分离成经纬仪和测距仪两部分，称为积木式全站仪，如图 2-1 所示。后来为将光电测距仪的光波发射接收装置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，如图 2-2 所示。整体式全站仪的优点是电子经纬仪和光电测距仪使用共同的光学望远镜，方向和距离测量只需瞄准一次，操作简便，从 20 世纪 90 年代起，已经取代了积木式全站仪。全站仪具有多功能、高效率的特性，它改变了测量工作的作业习惯和方式，拓展了测量技术的一些概念和手段，出现后迅速成为数字测图野外数据采集的主要仪器设备之一。



图 2-2 积木式全站仪



图 2-3 整体式全站仪

1.1.1 全站仪的结构

全站仪由电源部分、测角部分、测距部分、中央处理单元、存储单元和输入输出设备组成。电源部分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，测定到目标点的斜距，可归算为平距和高差；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，包括运算功能更为完善的各种软件；存储单元可以存储外业采集的数据，也可以将已知点坐标提前输入到存储单元；输入输出设备包括键盘、显示屏和通讯接口，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、状态、观测数据和运算结果；通讯接口使全站仪能与 U 盘、SD 卡、计算机交互通讯、传输数据。

1.1.2 全站仪特性

同电子经纬仪、光学经纬仪相比，全站仪增加了许多特殊部件，因此而使得全站仪具有比其它测角、测距仪器更多的功能，使用也更方便。这些特殊部件构成了全站仪在结构方面独树一帜的特点。

(1) 同轴望远镜

全站仪的望远镜实现了视准轴、测距光波的发射、接收光轴同轴化。同轴化的基本原理是：在望远物镜与调焦透镜间设置分光棱镜系统，通过该系统实现望远镜的多功能，既可瞄准

目标，使之成像于十字丝分划板，进行角度测量。同时其测距部分的外光路系统又能使测距部分的光敏二极管发射的调制红外光在经物镜射向反光棱镜后，经同一路径反射回来，再经分光棱镜作用使回光被光电二极管接收；为测距需要在仪器内部另设一内光路系统，通过分光棱镜系统中的光导纤维将由光敏二极管发射的调制红外光传也送给光电二极管接收进行而由内、外光路调制光的相位差间接计算光的传播时间，计算实测距离。同轴性使得望远镜一次瞄准即可实现同时测定水平角、垂直角和斜距等全部基本测量要素的测定功能。加之全站仪强大、便捷的数据处理功能，使全站仪使用极其方便。

（2）双轴自动补偿

全站仪作业时若全站仪纵轴倾斜，会引起角度观测的误差，盘左、盘右观测值取中不能使之抵消。而全站仪特有的双轴（或单轴）倾斜自动[补偿系统](#)，可对纵轴的倾斜进行监测，并在度盘读数中对因纵轴倾斜造成的测角误差自动加以改正（某些全站仪纵轴最大倾斜可允许至 $\pm 6'$ ）。也可通过将由竖轴倾斜引起的角度误差，由微处理器自动按竖轴倾斜改正计算式计算，并加入度盘读数中加以改正，使度盘显示读数为正确值，即所谓纵轴倾斜自动补偿。

（3）程序化

程序化是指在内存中存储了一些常用的测量作业程序，如对边测量、悬高测量、后方交会、面积测量、偏心测量等。操作者按照仪器的设定进行观测，即可现场给出结果，提高了工作效率。

（4）智能化

随着电子技术的发展，现今不断推出了一系列的智能型全站仪，是一种集自动目标跟踪与识别、自动照准、自动测角与测距、自动记录于一体的测量平台。测量机器人内置了程序设计软件，用户可以根据自己需要开发相应的应用程序，从而极大的提高了作业效率。

1.1.3 全站仪的基本功能

（1）角度测量

全站仪测角是由仪器内集成的电子经纬仪完成的。电子经纬仪测角采用的是光电扫描度盘自动计数，自动处理数据，自动显示、存储和输出数据。在全站仪内部还设置安装了一个微处理器，由它来控制电子测角、测距，以及各项固定参数如温度、气压等信息的输入、输出，还由它进行观测误差的改正、有关数据的实时处理等。

电子经纬仪的度盘主要有编码度盘、光栅度盘和动态度盘三种形式，对应的测角系统主

要有三类：绝对式编码度盘测角、增量式光栅度盘测角和动态式测角。绝对式编码度盘测角是电子经纬仪中采用最早、较为普遍的电子测角方法；增量式光栅度盘测角比较容易实现，出现后被广泛采用；动态式测角通过角度测微技术来提高测角分辨率，测角精度可达 $\pm 0.5''$ 。

（2）距离测量

全站仪测距是由仪器内集成的光电测距仪完成的。光电测距仪是通过测量光波在待测距离上往返传播的时间 t ，依据光波的传播速度计算待测距离。



图 2-4 光电测距原理

如图 2-44，欲测定 A、B 两点间的距离 D，安置仪器于 A 点，安置反射棱镜（简称反光镜）于 B 点。仪器发出的光束由 A 到达 B，经反光镜反射后又返回到仪器。通过测定光波在 A、B 两点间往返传播的时间，可以计算待测距离 D。

$$D = \frac{1}{2} Ct \quad (2-1)$$

式中：C 为光在大气中传播的速度

根据测量光波在待测距离上往返依次传播时间的方法不同，光电测距仪又分为相位式测距仪和脉冲式测距仪。

（1）脉冲式光电测距仪

由测距仪的发射系统发出光脉冲，经被测目标反射后，再由测距仪的接收系统接收，测出这一光脉冲往返所需时间间隔 t 的钟脉冲的个数以求得距离 D。脉冲式测距仪的主要优点是功率大、测程远，但测距的绝对精度比较低，一般只能达到米级。高精度的光电测距仪目前都采用相位法测距。

（2）相位式光电测距仪

为了进一步提高光电测距的精度，必须采用间接测时手段——相位测时法，即把距离

和时间的关系改化为距离和相位的关系，通过调制光波（调制信号）在待测距离上往返传播，使同一瞬间发射光与接收光产生相位移（相位差） $\Delta\phi$ ，如图4-5所示。根据相位差间接计算出传播时间，从而计算距离。

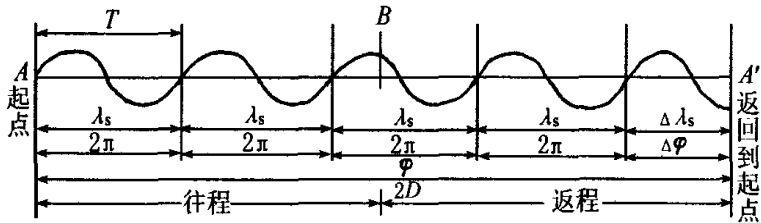


图 2-5 相位式光电测距原理

全站仪的主要功能就是角度测量和距离测量，在数字化测图中常用的数据采集测量点位坐标的功能是由全站仪内置程序根据距离测量和角度测量的结果转换出来的。

1.1.4 全站仪的使用和维护

全站仪是一种高精度的测量仪器，为了保证全站仪的正常工作，延长使用寿命，在全站仪的使用中应注意以下事项：

（1）仪器的使用 and 保管由专人负责。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。装箱时各部位要放置妥帖，合上箱盖时应无障碍。

（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）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）将三脚架的三个脚联起来，以防滑倒。

（4）当测站之间距离较远，搬站时应将仪器卸下，装箱以后背着走。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。

（5）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。

（6）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。

（7）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，彻底晾干后再装箱内。

(8) 仪器运输时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。

(9) 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。

(10) 仪器长期不使用时，应将仪器上的电池卸下分开存放。电池应每月充电一次。

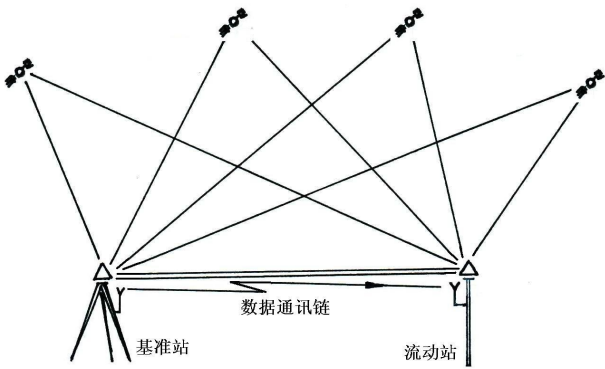
1.2 GNSS-RTK 的认识与使用

1.2.1 GNSS-RTK 测量原理

RTK (Real-Time-Kinematic) 测量技术是以载波相位观测量为根据的实时差分 GNSS 测量技术。我们知道，GNSS 的测量模式有很多，如静态、快速静态、动态相对定位等。但是，这些测量模式如果不与数据传输系统相结合，定位结果均需通过观测数据的测后处理获得。由于观测数据在测后处理，所以上述各种测量模式，不仅无法实时地给出观测站的定位结果而且也无法对基准站和用户站观测数据的质量进行实时的检核，因而难以避免在数据后处理中发现不合格的测量成果，需要返工重测。

RTK 技术的基本思想是：在基准站上设置 GNSS 接收机，对所有可见 GNSS 卫星进行连续地观测，并将其观测数据通过无线电传输设备，实时地发送给用户观测站。在用户站上 GNSS 接收机在接收 GNSS 卫星信号的同时，通过无线电接收设备，接收基准站传输的观测数据，然后根据相对定位原理，实时地解算整周模糊度未知数并计算显示用户站的三维坐标及其精度。通过实时计算的定位结果，便可监测基准站与用户站观测成果的质量和解算结果的收敛情况，实时地判定解算结果是否成功，从而减少冗余观测测量，缩短观测时间。

RTK 技术按实现手段可分为两种：一种以通过无线电技术接收单基站广播改正数的常规 RTK 技术；另一种是基于 Internet 技术、无线通讯技术接收多个



(3 个或 3 个以上) GNSS 基准站播发改正数的网络 RTK 技术。下面分别对两种方法进行介绍。

图 2-6 RTK 工作示意图

1.2.2 常规 RTK 测量系统

常规 RTK 技术在 20 世纪 90 年代初一经问世，就极大的拓展了 GNSS 使用空间，使 GNSS

从只能做控制测量的局面中摆脱出来，开始广泛的运用于工程测量。

RTK 测量系统主要由 GNSS 接收机、数据传输系统和 RTK 测量软件系统三部分组成。按照仪器架设位置来划分，常规 RTK 测量系统分为基准站和流动站两部分。下面以南方灵锐 S86 GNSS 接收机来介绍 RTK 测量系统。

（1）基准站

RTK 系统基准站是由基准站 GNSS 接收机、无线电数据链电台及发射天线和直流电源组成。其作用是求出 GNSS 实时相位差分改正值，然后将改正值及时的通过数据传输电台传递给流动站以精化其 GNSS 观测值，得到经过差分改正后流动站较准确的实时位置。下面以广州南方测绘仪器有限公司生产的灵锐 S86 GNSS 接收机为例说明。RTK 测量系统基准站如下图 2-7、2-8 所示。



图 2-7 灵锐 S86 基准站示意图

图 2-8 基准站接收机

GNSS RTK 定位的数据处理过程是基准站和流动站之间的单基线处理过程，基准站和流动站的观测数据质量好坏、无线电的信号传输质量好坏对定位结果的影响很大。由于流动站作业点只能由工作任务决定，因此基准站位置的有利选择和无线电数据链的稳定性非常重要。

（2）流动站

流动站是由流动站接收机和手簿构成。下面仍以广州南方测绘仪器有限公司生产的灵锐 S86 GNSS 接收机为例说明。南方 RTK 流动站如下图 2 所示。流动站在接收相同的卫星信号的同时，也接收从基准站电台发射的实时相位差分改正值，用配备的 PSION 电子手簿进行实时解算，如图 2-9、2-10 所示。



图 2-9 流动站接收机和手簿



图 2-10 PSION 手簿

1.2.3 网络 RTK 测量系统

20 世纪 90 年代中期，人们提出了网络 RTK 技术。随着网络 RTK 技术的问世，使一个地区的所有测绘工作成为一个有机的整体，结束常规 RTK 作业单打独斗的局面。网络 RTK 大大扩展 RTK 的作业范围，使 GNSS 的应用更广泛，精度和可靠性将进一步提高，使从前许多 GNSS 无法完成的任务得以完成。

（1）网络 RTK 的概述

网络 RTK 即在一定区域内，建立 3 个或 3 个以上连续运行基准站，对该地区构成网络

覆盖；用这些光缆将这些基准站与控制中心相连，把各自的卫星观测数据发送到控制中心统一进行处理，以获得各站的高精度坐标和区域内各点的差分改正数据；并通过 Internet 或移动通讯的 GPRS、CDMA 方式实时的发送到流动站用户接收机，从而得到理想的定位结果。差分改正数据的计算有多种方法：一是美国天宝公司的虚拟参考站（VRS）技术，二是瑞士徕卡公司近几年提出的区域改正参数（FKP）技术。其中由于 VRS 技术较为成熟，在国内应用较多，本节将重点讲述 VRS 技术的网络 RTK 的使用。

网络 RTK 技术使得 GNSS 测量的应用更加广泛，精度和可靠性得到了进一步的提升，最重要的是建立 GNSS 网络的成本反而降低了很多。由于 VRS 技术的种种先进性，一经问世就受到了世界各国的广泛关注，并得到积极的实施，我国深圳市第一个建成了 VRS 技术卫星定位服务，北京、成都、东莞、河北省等都已建成了 VRS 定位系统，为当地的经济发展、城市信息化和数字化发挥了重要作用。

(2) 基于 VRS 的网络 RTK 系统组成

① VRS 系统构成

VRS 系统集成 GNSS、Internet、移动通讯和计算机网络管理技术于一身。VRS 的系统构成由 GNSS 固定基准站（3 个以上）子系统、数据传输子系统、GNSS 网络监控中心子系统、数据发播子系统和用户子系统五部分构成。VRS 网络组成与数据流程如下图 2-11 所示。

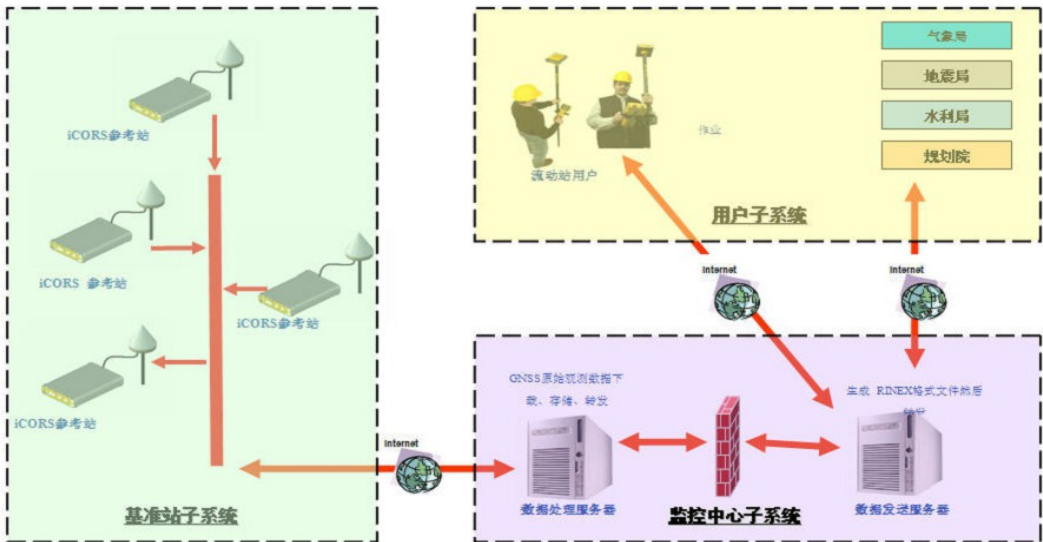


图 2-11 VRS 网络组成与数据流程

② VRS 的工作原理

一个 VRS 网络由 3 个以上的固定基准站组成，站与站之间的距离可达 70km，固定基准站负责实时采集 GNSS 卫星观测数据并传送给 GNSS 网络监控中心。由于这些固定基准站有长

时间的观测数据，点位精度很高。固定基准站与监控中心之间可以通过光缆、ISDN 或普通电话线相连，将数据实时的传递到控制中心。监控中心是整个系统的核心，除了接收来自基准站的所有数据，也接收从流动站发来的概略坐标，然后根据用户位置，自动的选择最佳的一组固定站数据，整体改正 GNSS 轨道误差、电离层、对流层和大气折射引起的误差，将经过改正后高精度的 RTCM 差分信号通过无线网络（TD-SCDMA、CDMA、GPRS）发送给用户。这个差分信号的效果相当于在移动站旁边，生成一个虚拟的参考基站，从而解决了 RTK 作业距离上的限制问题，并保证了用户的精度。可以看出，VRS 系统实际上是一种多基站技术，它在处理上联合了多个固定基准站的联合数据。

1.2.4 RTK 技术的优缺点

（1）RTK 技术的优点

①作业效率高

在一般的地形地势下，高质量的 RTK 设站一次即可测完 5km 半径的测区，大大减少了传统测量所需的控制点数量和测量仪器的“搬站”次数，仅需一人操作，每个测量点只需要停留 1~2 秒，就可以完成作业。在公路路线测量中，每小组（3~4 人）每天可完成中线测量 6~8km，在中线放样的同时完成中桩抄平工作。若用其进行地形测量，每小组每天可以完成 0.8~1.5km² 的地形图测绘，其精度和效率是常规测量所无法比拟的。

②定位精度高，没有误差积累

只要满足 RTK 的基本工作条件，在一定的作业半径范围内（一般为 5km），RTK 的平面精度和高程精度都能达到厘米级，且不存在误差积累。

③全天候作业

RTK 技术不要求两点间满足光学通视，只需要满足“电磁波通视和对空通视的要求”，因此和传统测量相比，RTK 技术作业受限因素少，几乎可以全天候作业。

④ RTK 作业自动化、集成化程度高

RTK 可胜任各种测绘外业。流动站配备高效手持操作手簿，内置专业软件可自动实现多种测绘功能，减少人为误差，保证了作业精度。

（2）RTK 技术的缺点

虽然 GNSS 技术有着常规仪器所不能比拟的优点，但经过多年的工程实践证明，GNSS RTK 技术存在以下几方面不足。

①受卫星状况限制

GNSS 系统的总体设计方案是在 1973 年完成的，受当时的技术限制，总体设计方案自

身存在很多不足。随着时间的推移和用户要求的日益提高，GNSS 卫星的空间组成和卫星信号强度都不能满足当前的需要，当卫星系统位置对美国是最佳的时候，世界上有些国家在某一确定的时间段仍然不能很好地被卫星所覆盖。例如在中、低纬度地区每天总有两次盲区，每次 20~30 分钟，盲区时卫星几何图形结构强度低，RTK 测量很难得到固定解。同时由于信号强度较弱，对空遮挡比较严重的地方，GNSS 无法正常应用。

②受电离层影响

白天中午，受电离层干扰大，共用卫星数少，因而初始化时间长甚至不能初始化，也就无法进行测量。根据我们的实际经验，每天中午 12 点~13 点，RTK 测量很难得到固定解。

③受数据链电台传输距离影响

数据链电台信号在传输过程中易受外界环境影响，如高大山体、建筑物和各种高频信号源的干扰，在传输过程中衰减严重，严重影响外业精度和作业半径。另外，当 RTK 作业半径超过一定距离时，测量结果误差超限，所以 RTK 的实际作业有效半径比其标称半径要小，工程实践和专门研究都证明了这一点。

④受对空通视环境影响

在山区、林区、城镇密楼区等地作业时，GNSS 卫星信号被阻挡机会较多，信号强度低卫星空间结构差，容易造成失锁，重新初始化困难甚至无法完成初始化，影响正常作业。

⑤不能达到 100%的可靠度

RTK 确定整周模糊度的可靠性为 95~99%，在稳定性方面不及全站仪，这是由于 RTK 较容易受卫星状况、天气状况、数据链传输状况影响的缘故。

1.3 数字化仪与扫描仪

白纸图数字化数据内业输入设备主要包括数字化仪、扫描仪和键盘、鼠标输入等，下面我们主要介绍数字化仪和扫描仪。

1.3.1 数字化仪

数字化仪是数字测图硬件系统中一种图形数据采集设备，主要用来获取矢量数据，用它从地图上获取空间位置数据。数字化仪工作的实质是把白纸图上的位置点信息转换成数字化的平面坐标点信息，并输入给计算机。

其硬件主要有感应板，定位器（检测器）及电子处理器三部分。



图 2-12 数字化仪

图形感应板是一个长方形面板，里面印刷着等距离的平行网线路。工作时，扫描脉冲依次加到网格阵列 X，Y 方向的各条线上。

定位器又称坐标输入控制器或检测器，它实质上是一个检测线圈。当定位器在感应板上移动时，定标器线圈发射出的信号被图形感应板上栅格阵列接收，从而发生电磁耦合，也就是说，当定位器十字中心点对准要输入的图形的某点，并按下按钮时，扫描脉冲扫过检测线圈，检测线圈就感应到扫描脉冲，并经逻辑电路确定该点的坐标。当连续移动定标器时，根据移动轨迹产生一连串的坐标数据，并输入给计算机。有些数字化仪的图形感应板的边缘有一块称为“菜单”的区域，上面有许多常用图形符号或功能，可通过用户自定义。

数字化仪的主要性能指标如下：

①最大有效幅面：指能够有效地进行数字化操作的最大面积。通常有 A0，A1，A2，A3 等幅面。

②最高分辨率：指数字化仪与计算机的接口大多采用标准 RS232C 串行接口，数据传送速度（波特率）采用可变方式，通常最低的速率为 150 或 300；最高速率为 9600 或 19200。其中数据位、停止位和奇偶校验等都可以设置，以便满足不同传送速率的要求。这里所说的波特率是每秒传送信息位的数量，即每秒离散事件或信号事件的个数，当每个信号事件用二进制表示时，波特率即为比特数/秒。

必须指出，用数字化采集数据是一现艰苦工作，它需要操作人员用定标器跟踪图上的区域边界、道路、等高线等要素，将各种位置信息送给计算机。因此，在进行数字化时应注意

分要素标描，必要时给予编号，以免遗漏信息，注意标出各要素的特征点，减少输入过程中形态的失真，如注意标出等线拐点等。数字化地图的质量优劣同操作者的经验及对输图负责程度有关。由于数字化仪几何精度低，数字化的速度慢，作业劳动强度较大，目前在生产实际中的应用越来越少。

1.3.2 扫描仪

扫描仪数字测图是系统中又一种重要的输入设备，主要用来获取栅格数据，即将各种图件转换成栅格数据结构的数字化图像数据，再输入给计算机，通过专用的图形图像软件进行矢量化处理，将栅格数据转化为矢量数据，可供 CAD、GIS 等使用。

扫描仪是机电一体化的产品，它的硬件主要有光学成像部分，机械传动部分和转换电路部分，其核心是完成光电转换的电耦合器件 CCD(Charge Coupled Device)。扫描仪将自身携带的光源照射到图件上，以反射光或透射光的形式，将光信号传给 CCD 器件，并将它转换成电信号，然后进行模/数(A/D)转换，把形成的数字图像信号传给计算机。

1、扫描仪的主要性能指标

(1) 分辨率

是指单位长度上的取样点数，通常以图像采样点/英寸来表示，记作 DPI(Dots Per Inch)或 PPI(Pixel Per Inch)。从物理上讲分辨率是图像扫描仪 CCD 器件的排列密度。例如 300DPI 表示该扫描仪每英寸 300 个 CCD 器件，有些扫描仪用内插算法来进一步提高分辨率，为了区分起见，未经插值时的分辨率称物理分辨率或光学分辨率。一般来说扫描仪的光学分辨率低于实际标出分辨率，严格地说只有光学分辨率才真正代表一台扫描仪的物理精度。

(2) 彩色位数

对于黑白二值扫描仪，每个象素用一位来表示，低于阈值的电压为 0，反之为 1。而在灰度扫描仪中，每个象素有多个灰度层次，因此需要用多个二进制位来表示。如 4 位精度的模/数转换器可以输出 16 种灰度值为 0000(黑)到 1111(白)。对彩色扫描仪而言用彩色位数来表示图像扫描仪对色彩的分辨率，从物理上讲，彩色位数是扫描仪 A/D 转换器的位数。

由于彩色图象显示和电视接收机一样，都基于三基色原理而得到各种彩色。因此，彩色图像需要存放红，绿，蓝(R, G, B)3 种原色，上面所说的 A/D 转换器也应选择 3 的倍数，如 3*6 位，3*8 位，3*10 位，3*12 位。目前，图像扫描仪及其软件常采用 3*8 位，称 24 彩色位。显然，色彩位越大，扫描的彩色图象质量越高，所需数据量也就越大。

(3) 扫描仪的硬件接口

由于扫描仪同计算机之间连结时所传送的图像数据量很大，用传统的串行口和并行口

进行数据通信速度太慢，不宜选用，通常采用如下几种通信接口：

① SCSI 接口，这种接口其传送速率高，但必须另装 SCSI 卡，再进行系统配置。

② EPP(Enhanced Parallel Port)接口，这是一种新型并行通讯传输接口，它采用双向，半双工方向进行数据传输，可认为是计算机高速并行口，最高速率达 2Mb/s，数据传输速率与 SCSI 接口相当。

其它的标准接口如 USB(Universal Serial Bus)，传输速率为 12Mb/s。

扫描仪输出栅格结构的图像数据的格式已经标准化，常用格式有 TIF 格式，BMP 格式等。其应用软件与图像软件有关，如 Photoshop，Photostyler 等。

2、扫描仪的分类

目前市场上扫描仪种类很多，并有很多不同的分类方法，按转换部件类型分有以 CCD 为核心的平板式，手持式及以光电倍增管为核心的滚动式扫描仪，按扫描图像幅面大小可分为幅面手持扫描仪，中等幅面的台式扫描仪及大幅面工程扫描仪，按扫描图稿的介质分有反射式(纸介质)扫描仪和透射式(胶片)扫描仪及反射透射式多用途扫描仪，按颜色分有黑白扫描仪和彩色扫描仪，而按用途分又有通用型扫描仪(扫描图稿)和专用型扫描仪(如条形码读入器，卡片读入器)等。

1.4 绘图仪

绘图仪是一种常见的图形输出设备，主要可绘制各种管理图表和统计图、大比例尺地形图、建筑设计图、电路布线图、各种机械图与计算机辅助设计图等。

1.4.1 绘图仪的主要性能指标

1. 绘图速度

由于绘图仪是一种慢速设备，它的速度和计算机速度相差很大，因此不可能在主机发送数据的同时，完成绘图任务。为此，必须设计绘图缓冲存储器，把主机发来的数据存在缓冲中，由绘图仪“慢慢去画”。

当然，不同类型绘图仪其绘图速度差别也很大。如通常的笔式绘图仪走笔的速度其数量级约为 1m/s。喷墨绘图仪速度比笔式绘图仪快，如用喷墨绘图仪绘出一张 A 图约为 3 到 5 分钟，而笔式绘图仪却要用 2 分钟。当然同样是笔式绘图仪和喷墨绘图仪的速度也因型号不同而不同。



图 2-13 彩色喷墨绘图仪

2. 分辨率

不同类型绘图仪对该指标含义具有一定的差异，对笔式绘图仪往往用机械分辨率和软件分辨率来描述。机械分辨率是指机械装置可移动的最小距离，如 Calcomp3036 的机械分辨率为 0.0125mm。软件分辨率也称可寻址分辨率，是指图形数据增加一个最小单位时绘图点移动的最小距离，如为 0.025，0.05mm 或 0.1mm。

对喷墨绘图仪而言，分辨率可用每英寸像素点即 DPI 表示，如 HP Design jet650C 喷墨绘图仪的分辨率黑白为 600DPI，彩色为 300DPI。

3. 精度

重复精度，是指重复跟踪指定图形时，两次外滑的距离，显然距离越小，精度越高。距离精度也称零位精度，指从零位向 X、Y 方向移动最大距离后，再移到零位时的偏移量。通常，在不具体指定某精度时，指最大精度数值。例如 Calcomp3036 笔式绘图仪的距离精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

1.4.2 按绘图方式对绘图仪的分类

1. 笔式绘图仪

是用户中拥有数量很多的一种绘图仪。通常分滚筒式和平板式绘图仪。滚筒式绘图仪通常有滚动传动部分，绘图笔传动部分，脉冲电机驱动部分及操作控制等部分组成。画图时，图纸在一个方向滚动(如 X 方向)，绘图笔在另一方面(如 Y 方向)移动。所画的直线或曲线，实际上有许多阶梯状折线组成，由于这线折线的距离很小(例如 0.1~0.6mm)，所以看上去

是一条光滑的直线或曲线。

平板绘图仪用静电吸附或磁力压条等方式固定纸张，通常控制横架和笔架分别向 X 和 Y 方向移动来完成画图任务，这种绘图仪所用机械部件较前者少，因此，其绘图精度高于滚动式绘图仪。

笔式绘图仪，价格低，消耗品成本低，适用于矢量数据结构图形的输出，其最大的缺点是速度慢。

2. 无笔式绘图仪

从物理上讲，它不存在绘图笔，但从逻辑上讲，它又具有模拟绘图笔的逻辑笔。无笔式绘图仪将计算机传来的矢量数据转换成栅格数据，然后用逻辑笔进行绘制，并采用一遍走纸画图的方式，避免了笔式绘图往返走纸造成的偏差，且使绘图的速度得到了很大提高。目前广泛使用的彩色喷墨绘图仪就是无笔式绘图仪的一种。

喷墨绘图仪的关键部件是喷墨头，喷墨头中的墨水通过加热汽化，或压电陶瓷产生的压力，把墨水喷出喷嘴，印到图纸上形成图像。目前既有单喷头的黑白喷墨绘图仪，还有双喷头，四喷头的彩色喷墨仪。这种绘图仪随着技术发展的成熟，价格不断下降，加上速度快，绘图质量高等优点，正在替代笔式绘图仪。