

数字化测图技术及其在水利水电工程中的应用

乔世雄

(中国水利水电第四工程局勘测设计研究院,青海 西宁 810007)

摘要:简述数字化测图技术的基本原理和图形的生成过程,介绍数据采集的三种方法:野外数据采集、摄影测量数据采集和数字化仪数据采集,成功地将数字化测图技术应用于李家峡工程中,工程实践表明,该技术可避免手工平板测图的繁琐工序,能大大提高成图质量和生产效益。

关键词:地形测量;数字化测图;李家峡水电站

中图分类号: P231.5

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2001)06-0056-03

1 数字化测图的基本原理

数字化测图系指采用常规测量方式、摄影测量方式或数字化仪方式,将采集的数据用自动化成图软件以数字形式表示地图住处的测图工作,它是以传统的白纸测图原理为基础,采用数据库技术和图形及数字处理方法,实现地图住处的获取、变换、传输、识别、存储、处理、显示、编辑、修改和绘图。数字化地图易于与各类专题GIS(地理信息系统)进行数据交换,便于进行工程计算(如土石方量、坡度)和工程设计(如线路设计、纵横断面设计等),因此,数字化测图技术在水利水电工程中具有广泛的应用前景。

1.1 数据采集及编码

a. 数据采集.数字化测图时,采集的数据要求按一定的格式贮存于计算机内,以建立数字地面模型,为此数据采集与过去的常规方法有所不同,主要采集地物、地貌的三维坐标,根据数字化测图的要求,数据采集一般有下列方法:①野外数据采集,有经纬仪视距法和电子经纬仪加测距仪记录器法两种;②摄影测量数据采集,有离散点测量法和网格法两种;③数字化仪数据采集。

b. 数据编码.数据编码是对绘图所必须的每一个碎部点用一组规定的代码来表示此点的类别及属性,使其能适合于计算机识别、操作和运算。由于目前我国还没有大比例尺数字成图的数据编码统一标准,一般均由软件设计人员各自规定自己的编码系统,但目前采用较多的编码形式为:地形码+信息 I +信息 II,其中地形码是对地形点类别的控制信息;信息 I 是对同类地物顺序的控制信息;信息 II 是对

具体地物连线的顺序等控制信息。

1.2 图形的生成与输出

a. 内业数据处理.内业数据处理是大比例尺地面数字测量的主要内容之一,它的目的是把外业采集的数据进行分类、整理、计算,对于控制测量数据能自动完成平差工作,计算出每个控制点的坐标及其精度和可靠性指标,对于碎部测量数据,则自动生成图形编辑软件所要求的绘图文件。

b. 等高线处理.等高线处理主要解决如何由离散高程点(含有效高程的地物点)建立合适的高程模型网来自动内插等值点(等高线通过的点),然后对离散点有选择地进行注记以及对曲线进行注记等,同时还要解决等高线遇地物线自动断开以及光滑输出的问题。

c. 图形编辑.图形编辑是保证大比例尺地面数字测图输出正确图形的重要一环,它的功能主要有:对图块(或图形)的增加、删除、修改、旋转、平移、复制、缩放、文字(含数字、字体和汉字)注记和以点、直线、圆、圆弧、光滑曲线、平行线、晕线(阴影线)、填充等基本图形的绘制,此外,还有对各种大比例尺地形图或符号(点状、线状、面状)的自动生成和绘制功能,通过屏幕对屏幕上的实测点进行图形连线及图块点坐标的计算功能。

d. 数字化测图的输出.大比例尺数字地图的输出是地面数字测图的最后一环,图形输出设备主要有图形显示器、数控绘图仪、打印机等,在数字化地图输出时,可以很容易地实现按地物地形类别分层、分幅或局部输出、放大或缩小输出、多幅合并输出等,达到一测多用、一图多用的目的,数字化图除可

直接在输出设备上输出图形之外,更重要的是它可作为地理信息系统(GIS)和各种专题信息系统的基础资料,例如用于自然资源管理、地理专家系统、城市土地信息系统、地质遥测与勘探、城市规划、土木建筑工程计算及设计等。

2 数字化测图技术在水利水电工程中的应用

2.1 人员与硬件设备配置

数字化测图主要以作业组为单位,每组4人,每个组配有2名以上能操作计算机且熟悉外业的人员,保证外业3人作业,内业1人操作,保证计算机、仪器设备和人员不脱节。

根据实际生产需要,每个作业组配备一台计算机、一台全站仪及电子手簿(PC-E500),数字化成图设有专门的微机室,配有HP Designjet 700绘图仪、ROLAND DPX 3500台式绘图仪及EPSON系列打印机等。

2.2 控制测量

由于水利水电工程大多位于高山峡谷地带,地势险要,施工区域面积相对较小,且有已布设好的高精度控制网,数字化测图时可选已有控制网作为图根控制点,在控制网无法覆盖或控制网点不易观测的测图区域,利用GPS全球卫星定位系统布设满足数字化测图要求的基本控制网,或利用红外测距布设一、二级红外测距导线点作为首级控制的加密,根据实际情况和需要亦可采用提高控制点的等级、限制图根控制的发展层次等手段来保证控制测量的精度。

2.3 野外数据采集及编辑处理

数字化测图首先要获得测区地面信息数据,野外采集数据通常采用以下3种方法:①利用全站仪内置式记录卡直接记录;②利用全站仪加电子手簿的测记法;③全站仪加便携式计算机(电子平板)的测绘法。

第一种方法也称无码操作法,主要适用于地物较少的地区以及山地地形测量,这种方法外业效率为最高,测点速度快,要求外业绘制草图的作业员与操作人员配合要默契,必须做到记录点号与草图点号一一对应,避免串号跳号,因为本方法全站仪不直接输入每一地物点相应的地物编码,而在内业数据处理时根据草图对个别地物点加入地物编码,所以,草图要尽量详细明了,点与点之间的连线关系要交待清楚,为内业数据编码、高程注记筛选提供方便,采用这种方法内业工作量最大。

第二种方法是常用的方法,操作较为简单,成本较低,内业外业工作量相对平衡,外业效率较高,使

用这种方法在外业采集数据时要求操作人员要熟悉地物编码(作业员也可以使用方便记忆的简码,但内业转换时,应将简码转换成数字成图软件的对应编码),同一地物使用同一编码,点号从小到大排列输入;要求跑点人员对同一地物按一定顺序立镜,这样,使同一地物能有一定的连续性,尽量避免造成同一地物交叉作业及同一地物的开口过多和连线混乱;要求绘草图的作业员记录、丈量未测边长及绘制相应的连接图和调注必要的注记信息,本方法数据由全站仪自动传向电子手簿,记录水平角、天顶距、斜距以及输入仪器高、点号、编码等信息,若需要高程,则需输入觇标高。

第三种方法多用于地物密集、地形变换复杂、沟坎较多的地区,这种方法与传统的大平板测绘相类似,现场可以处理好各种复杂的连线关系,较为直观,因为,基本编辑及注记均在外业完成,所以要求操作人员对电子平板系统的各主要功能的运用要熟练,此方法外业效率与前两种方法相比较低,但可大大减少内业的工作量,当全站仪与便携机接通后,采用极坐标测量,数据由全站仪自动传输至便携机,然后赋予每一个点地物编码,每测一个点均在屏幕上自动展绘一个点,操作人员即可进行必要的处理。

经过实际作业证明,第二种作业方法不仅外业操作简单,精度也可靠,而且设备投入费用低,内外业时间适中,能把外业的一些工作量由内业来完成,方便实用,作业中若有现实性较强的同比例尺图件作工作底图时,上述第一种方法(无码操作)也较适用。

2.4 内业数据处理及成图

采用第一种方法,内业采用与全站仪配套的读卡程序,将记录卡所记录的碎部点数据传输至计算机,并经转换,自动生成可供成图软件调用的相应的文件,当这些文件经成图软件调用后,主要以散点的形式存在,无任何地物编码,主要靠外业绘制的草图,按所记录的点号相对应的地物进行换码连线、注记、编辑和处理。

采用第二种方法,将电子手簿通过接口软件,通讯转换后,生成有碎部点坐标和编码的数据文件,经成图软件调用后,计算机主要以外业给定的连线信息和相应编码所对应的图示符号显示,展绘出一幅比较直观但不完整的地形图,内业根据草图的注记只进行局部的删、连线等一系列编辑和处理。

采用第三种方法,内业只将便携机上相应的文件复制至计算机上,即可进行进一步的编辑,不必经过转换等一系列中间环节,所以内业工作量最少。

此外,由于水利水电工程所处的特殊地理环境,在一些悬崖、陡坡部位无法进行常规测绘时,采用陆

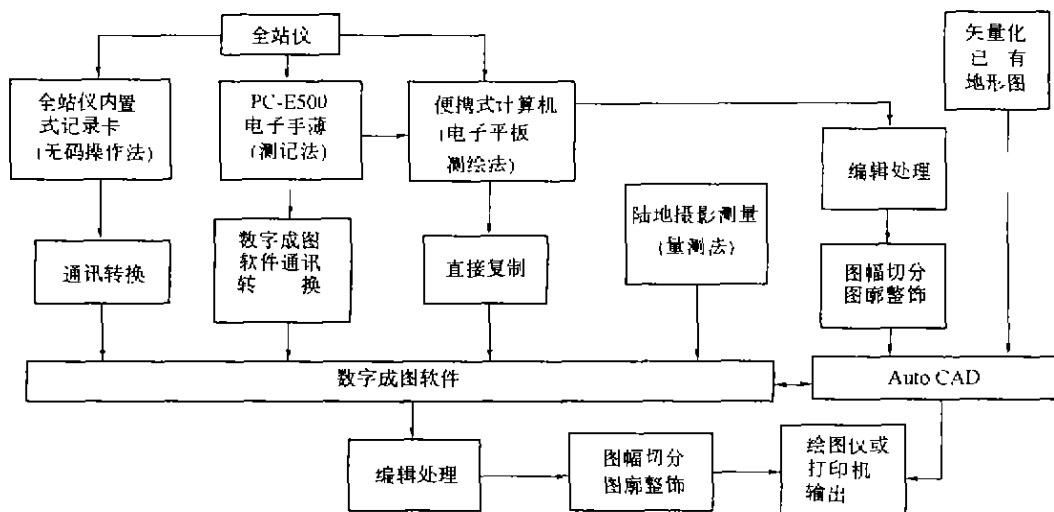


图1 数字化测绘工作流程

地摄影测量的方法,利用内业量测仪器的手段采集地形数据,来补充常规测绘无法测绘的空白区域;对一些没有因人为施工或自然活动改变地貌、地物、并已有非数字化地形图的区域,采用数字化仪采集地形数据或采用矢量化软件直接生成矢量化地形图。这些方法是对常规采集数据的有利补充,可大大提高工作效率,这些补充方法的数据采集、编码、处理、成图均在室内完成,且有陆摄照片、地图等作为参考,可很好地完成数据编码和编辑处理,最后,将数字化成图软件生成的地形图与矢量化地形图进行拼接处理,即可生成完整的数字化地形图。数字化测绘工作流程见图1。

不管采用何种方法,数字化成图,终将在室内将野外所采集的数据、点号、编码等信息,以数字的形式传输到微机,经特定的转换软件转换后生成可供成图软件调用的相应的文件,这些文件在成图软件的应用中,经过数据处理,利用软件的数据计算、图形编辑功能,在计算机上进行删线、连线、修改、注记、整饰等一系列编辑处理后,生成与地面相似的图形、符号,最后以数字的形式存盘、输出和管理。由此可见,数字化成图的过程就是从图形或地面信息到数字的转换,经过处理加工,再由数字到图形的转换过程。

2.5 数字化成图的精度

由于采用全站仪采集数据,并实行自动通讯,实行全数字成图,省去了中间若干人工干预的环节,大大减少了人为因素造成的偶然误差,图上的点位精度完全保持了外业测量的精度。我们对李家峡工程竣工地形图(1:500比例尺)进行了全面的检查,用Leica TC2002全站仪外业测点检查,其实测点位中误

差为 $\pm 0.032\text{m}$ 。根据《水利水电工程施工测量规范》中的有关施工场地地形图测量限差规定:地物点位中误差,平地、丘陵地为 0.75mm ;山地、高山地为 1.0mm ,针对李家峡工程竣工地形图,地物点位中误差应小于或等于 0.05m ,经检查统计,在限差范围内的点占89.5%以上,质量得到了充分的保证。

3 结 语

现代化的地形测量是一个全数字化的综合测绘系统,其主要特点是:可以更好地描述和显示地形图中各要素间的联系;可以任意变更与选择成图比例尺;可方便地进行存储、检索与更新;有利于地理信息库和信息管理系统的建立。大力应用和开发数字化测图技术是测绘单位科技进步的必由之路,也是提高自身实力 and 经济效益的重要手段。

(收稿日期:2000-06-20 编辑:张志琴)

《水资源保护》征订启事

《水资源保护》(季刊)是由环境水利研究会与河海大学共同主办的,以技术性为主,兼顾学术性和管理性的技术性期刊。本刊1985年创刊,是全国唯一的水资源保护方面的专业性期刊,国内外公开发行。

主要刊登内容:与水资源保护有关的科技政策、综述、研究探讨、工程技术及措施、成果推广及经验交流,专题讲座、国外动态、书刊评介、科技简讯、水资源管理、评价、监测、优化配置、节水技术、水环境污染控制以及水环境监测仪器等。主要读者对象:全国从事水资源保护工作的水利、环保及相关领域的工作者、有关工程技术、科研人员、管理干部以及大专院校的师生。《水资源保护》每期定价6元,全年30元(含包装、邮资费)。订阅方法:可向编辑部函索订单。地址:210098南京市西康路1号《水资源保护》。联系电话:(025)3786642 联系人:王海。