

(12)

72-77

一种实用的航测数字化测图系统 DIGIP

朱庆 王长进 张尚达
(测量工程系) (铁道部第三勘测设计院)

P231.5

【摘要】 在摄影测量积极向数字化、自动化方向发展的过程中, 大有迈向更有力量的微机系统的趋势。本文将介绍一种适用于大比例尺测图的航测数字化测图系统 DIGIP。该系统包括以联机立体坐标量测仪为主体的数据采集子系统和以微型计算机为核心的制图编辑子系统。

【关键词】 数字化测图, 选择性采样, 制图编辑

前 言

在摄影测量积极向数字化、自动化方向发展的过程中, 针对我国实际情况进行的常规测绘技术向相应方向过渡的技术改造已基本成熟, 并在生产实践中发挥着越来越重要的作用。随着微型计算机处理性能的惊人增强, 数字化测图迈向更有力量的微机系统的趋势愈加明显^[1]。我们研制 DIGIP 系统旨在利用既有技术设备建立一个实用的高效力低成本的数据采集和数字化测图工作站。

DIGIP 系统的设计思想是: 通过对地形要素进行分类编码, 利用联机立体坐标量测仪以独特的人机交互方式选择性地采集和编辑地形信息, 在微型计算机上应用先进的 DTM 理论进行多快好省的数据处理, 并在先进的 AUTO CAD 绘图程序包支持下进行高效率的制图编辑, 最后由矢量绘图机输出全要素地形图。

DIGIP 系统的硬件环境如图 1 所示。

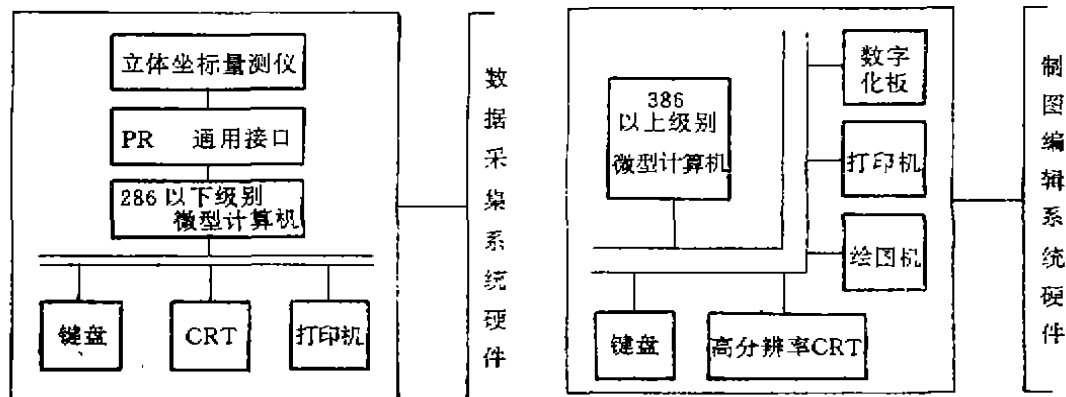


图 1 DIGIP 系统硬件配置图

由于数据采集系统的硬件配置和常规的联机空中三角测量所采用的类似, 本文不再赘述。下面将着重介绍各部分软件的功能和特点。

本文于 1991 年 9 月 2 日收到。

DIGIP 系统的软件主要包括如下三部分：

- (1) 分类与编码系统；
- (2) 数据采集程序包；
- (3) 制图编辑程序包。

1 分类与编码系统

该子系统的根本任务是使得所获取的原始数据规格化，以便在计算机上进行处理。

制图信息处理的基础区分为空间几何信息和各种地形要素的性质及相关属性（又称属性信息）。以数字的形式表示为同代码相关连的坐标或坐标串。顾及计算机绘图的特点和 DIGIP 系统未来的发展，该子系统将各种地形要素统分为如下七大类：

- 第一类：控制点及独立地物。其图示符号均为不依绘图比例尺变化而改变的“点状”符号；
- 第二类：房屋建筑；
- 第三类：道路及附属设施；
- 第四类：管线与恒栅；
- 第五类：水系与附属建筑；
- 第六类：植被与权属界线；
- 第七类：地貌与土质。

表示地物类别和数量特征的编码〈特征码〉采用“六位实数型”：LMM.BBF。其中，第一位“L”代表要素的类别；第二、三位“MM”表示要素的名称；第四、五位“BB”为同类要素不同的编号；最后一位“F”是辅助说明信息。例如下列特征码：

201.03 代表了房屋建筑类的第 03 幢普通房屋；

509.012 代表了水系及附属建筑类的第 01 条堤坝的右边坡角线（F=1 指左坡角线）。

在该系统的特征码中不包含任何有关绘图动作的具体信息如点与点间的连接关系、线型等。关于要素图示符号的绘制完全依据《TB 1419—81 北京 1983》标准编制了与代码相对应的功能子程序。这不仅有利于减轻采样工作的负担，更重要的是扩大了数据应用的范围。关于要素几何上的附加说明如路宽、坎高等则通过信息块表达。特别的，对线状要素由于信息块总是在数据链表的开头，故又称表头信息。如有这样一个表头信息：

702.01, -3.0, 0.0, 9999.0

其中，第一个数是代码，表示第 01 号陡坎；

第二个数说明陡坎的高度为 3.0 m，并且高程是向左跌落（相对于连续点的延伸方向而言）；

第四个数字指示这个数据块为信息块。

另外，该子系统还包括第一类要素的图示符号库，并针对摄影测量和计算机处理的特点规定了原始信息的记录格式、外业调绘和采样作业规范等。

2 数据采集程序包

该程序包支持在联机立体坐标量测仪上进行人机交互式的要素提取和几何定位，获得制

图所需要的高散信息。由于在量测仪上观测立体像点，通过通用接口传到计算机的几何量是像点坐标 (x, y) 和纵横视差 (p, q) ；而特征码及调绘信息要由键盘输入；因此，除如下一些基本功能外：

- ① 录入控制点信息；
- ② 为消减由于像片变形产生的误差而进行仿射变换；
- ③ 解析法相对定向和绝对定向；
- ④ 实时解算大地坐标。

该程序包还大大增强了如下两方面的功能以保证数据采集的质量和效率。

(1) 利用联机系统的优势，实现实时数据通讯和图形显示并进行必要的检算。使得作业人员可以直观地看到作业情况。同时使得在尽可能接近误差源的地方检查各种误差、重复、遗漏和相互一致性等成为可能。

(2) 增强了各种数据编辑功能和人机对话的能力。使得各种错误能被及时校正并按后续自动绘图阶段的需要加以安排。

另外，值得注意的是，由于 DIGIP 系统特殊的处理方法，要求在地形特征线的控制下，数据点呈随机分布。这样有利于采用尽可能少的数据点达到预期目的。因此，每个数据点位置的选取对充分反映地形具有重要意义。所以在要素提取和几何定位过程中就要顾及未来对这些数据的处理并应考虑到最细微之处。比如为了充分反映地物形态特征，采样点应如何分布？地形特征线如山脊线，山谷线等又该作何取舍才能准确表达地貌形态？因而在数据采集过程中作业员仍然是起主导作用的因素。

3 制图编辑程序包

该程序包的核心任务是完成将各种信息联接成标准的 DTM 形式并向数字地图模型乃至图形的转换。主要包括如下五部分功能软件。

- (1) 数据预处理软件；
- (2) 建立三角形 DTM 软件；
- (3) 自动绘制地形图符号软件；
- (4) 自动引绘等高线软件；
- (5) 交互式图形编辑软件。

分别介绍如下。

3.1 数据预处理软件

首先从数据库中提取成图范围内的所有数据并对其进行规格化处理。如象去掉重复无用的数据；将同一地物的数据安排在相邻的存储单元；对矩形要素的所有线段进行调校，使近似直角的图形成为真正的直角。

其次，提取对地貌形态有重要影响的特征线信息如山脊线、山谷线、断裂线等。还有那些不允许有等高线穿过的“空白区”边界线如房屋、水域等。通过建立为稀疏矩阵的线性链表索引进行快速查找，大大节省了计算机内存并有利于加快数据处理的速度。

特别值得一提的是，利用后面将要介绍的交互式图形编辑软件可以进行非常直观的数据

编辑。在数据预处理阶段，可以先绘制“草图”，将许多离散点根据其特征属性联成基本轮廓，从而便能对照调绘资料进行检校，校正的结果被自动写入数据库。比如，若发现“草图”中有联结关系错误或者几何辅助说明参数错误时，可以通过键盘输入移动光标到达出错附近，程序便能自动从屏幕上取数并在数据库中搜索找到对应的数据。这时即可以对话方式对这些数据进行增加、删除、修改等操作。

经过预处理便得到组织好了的正确无误的制图数据。

3.2 建立三角形 DTM 软件

由于不规则三角形格网能很好地顾及地貌特征点线，因此可以建立高逼真度的数字地面模型，从而可以进行高精度的地形分析和大比例尺测图。同时，也由于可以很方便地处理地形特征线信息，因而可以大大压缩每个封闭范围（地形基本面）内的数据点数而不会影响应用效果。有助于很大程度地减轻数据采集的工作量和简化处理方法。前述的数据采集方法即是根据这一特点设计的。

建立不规则三角形 DTM 有两个问题必须解决。首先，数据的自动组织问题。由于每个数据点都有三个空间坐标数据和一个特征码。有的还有几何上的附加说明信息。DIGIP 系统通过建立链表索引快速查找数据，实现了在微机上的有效处理。其次，如何选取恰当的数据点联结成三角网并顾及特征线的问题。为了有利于直接使用特征线信息进行地形分析并准确表达地貌形态，总是将特征线段作为三角形的边来处理。DIGIP 系统采用的建网方法有利于快速生成顾及各种地性线和空白区边界线的随机三角形 DTM^[2]。

3.3 自动绘制地形图符号软件

该软件的任务是将 DTM 所包含的地面信息根据测图比例尺、图示规范等具体要求转换成地图信息。即建立地物要素的数字模型。该软件保证每一地理要素都有相应的“符号”或绘图功能程序与之相联系。例如，第一类地物要素即可根据代码直接在符号库中调用相应的要素符号。当然，大量的要素符号还要通过专门程序进行复杂计算之后方可绘成。象根据道路中心线和路宽自动绘制路的两侧边线；房屋晕线的自动填充等等。为了便于编辑图形和输出专题图，该系统还将各类要素符号分别存放在不同的绘图层。

3.4 自动引绘等高线软件

该软件主要完成在三角形 DTM 上按一定等高距内插等高点并进行曲线光滑处理和注记曲线高程。在内插等高点的过程中，遇到陡坎还自动进行高程跌落处理，以逼真地表达地形断裂特征。等高线遇到空白区边界线也自动终止。该系统采用适当的张力样条函数进行曲线光滑处理也取得了令人满意的效果。

3.5 制图编辑软件

为了便于显示和编辑图形，DIGIP 系统采用比较普及的 AUTO CAD 绘图程序包作为支撑软件。并利用最新开发成果研制了专用的制图编辑软件。在绘图过程中，不仅减少了传统方法要先形成绘图命令文件(.SCR)的中间环节，大大节约了存储空间，提高了绘图速度，而且还能够边处理边显示。对图形的操作也突破了常规方法只能改变图形文件而不能同时修

改原始数据的限制,大大增强了交互式处理的能力。因此,基于微机的 DIGIP 系统向实用化方向迈进了一大步。

如图 2 所示为 DIGIP 系统绘制的全要素地形图局部。

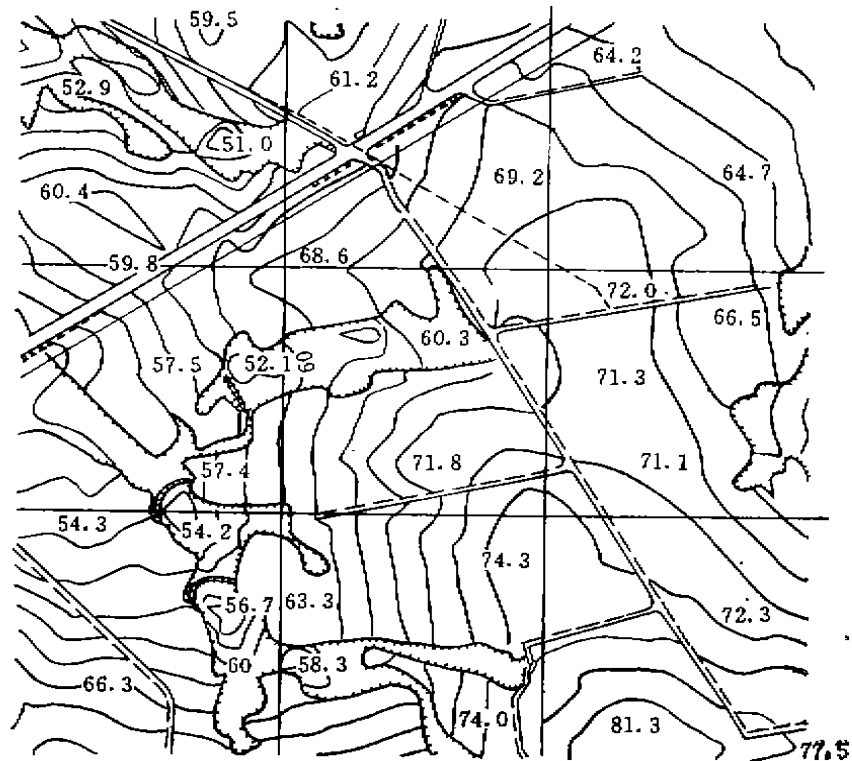


图 2 全要素地形图局部

4 结 论

- (1) 整个系统投资少,结构简单,操作方便。
- (2) 进行人机交互的选择性采样,实时解算和显示并能及时检校,保证了采样的质量和效率。
- (3) 编码系统功能完备,采用六位实数型特征码并进行功效分类,扩大了系统应用的潜力。
- (4) DIGIP 系统具有完善的图形符号库及应用软件,适用于大多数地面现象。
- (5) 应用先进的 DTM 理论,充分利用各种特征信息,逼真表达地形特征,有利于在微机上进行有效的处理。
- (6) 采用先进的对话式图形操作模式,趋于实用。

笔者衷心感谢马德言教授的关心和指导。

参 考 文 献

- [1] 朱 庆, 王长进. 对航测数字化测图实用技术的构思. 铁路航测, 1991, (2)
[2] 朱 庆. 一种先进的建立随机三角形 DTM 网络的理论. 地图, 1991, (1)

A Practical Photogrammetric Digitized Mapping System (DIGIP)

Zhu Qing

(Dept. of Surv. Eng.)

Wang Changjin Zhang Shangda

(The 3rd INST. of Surv. and Designing of Railway Ministry)

[Abstract] Striding towards the powerful microcomputer system is the major trend of developing the photogrammetry towards digitalization and automation. In this paper, a photogrammetric digitized mapping system, which is suitable for large scale mapping, is presented. This DIGIP system is composed of an on-line data-collecting subsystem and a microcomputer-based graphic editing subsystem.

[Keywords] digitized mapping, selective sampling, graphic editing