

编号: (79)001

内 部

出国参观考察报告

日本航测、制图、制印、遥感与
测绘资料缩微技术

56.176
177-1

科学技术文献出版社

出国参观考察报告
日本航测、制图、制印、遥感与
测绘资料缩微技术

(内部发行)

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 3.25印张 84.8千字

科技新书目：129—17

统一书号：15176·382 定价：0.50元

1979年8月出版 印数：9,700册

目 录

一、日本测绘工作概况	(1)
1. 日本测绘机构及其主要任务	(1)
2. 日本测绘业务情况	(3)
3. 日本测绘工作的基本特点和今后发展趋势	(3)
二、日本航空摄影测量的现状	(4)
1. 航测工作的特点	(4)
2. 日本航测作业水平	(5)
3. 日本航测成图方法	(5)
4. GPM-1自动正射投影系统和 Topomat 自动测图系统简介	(8)
三、日本正射影象地图的现状和特征	(12)
1. 概况	(12)
2. 日本生产正射影象地图主要特征	(13)
3. 成图工艺	(13)
4. 几点看法	(15)
四、日本地图制印技术的现状及特点	(15)
1. 制印设备齐全, 自动化程度高	(16)
2. 制印材料优良, 品种规格多	(21)
3. 制印工艺先进, 各工厂普遍采用	(24)
4. 地图品种多, 制印质量高	(25)
五、日本地图品种和特点	(25)
1. 日本地图的基本种类	(25)
2. 专题地图	(27)
3. 日本国家地图集的编制	(30)
六、日本遥感技术巡礼及在制图中的应用	(31)
1. 日本遥感技术的研究和应用部门	(31)
2. 日本几家公司的图象处理设备	(32)
3. 日本遥感技术在制图中的应用	(38)
4. 日本遥感技术的主要特点	(39)
附录: 日本陆地卫星地面接收站	(40)
七、日本测绘资料的数据存储及缩微技术	(45)
1. 概况	(45)
2. 存储方式及检索复制	(47)
3. 汉字识别及存储技术	(51)

日本航测、制图、制印、遥感 与测绘资料缩微技术

国家测绘总局正射影象地图考察组

前 言

一九七八年八月中旬至九月中旬,国家测绘总局正射影象地图考察组潘新若、张清浦、李伯衡、何坚若、刘铁毅等一行五人,对日本的航测、制图、制印、遥感以及测绘资料的缩微储存等方面进行了技术考察,现将了解的情况介绍于后,仅供参考借鉴。由于考察的内容多、时间短,加上我们技术水平所限,不妥之处,请批评指正。

一、日本测绘工作概况

日本是一个工业发达的资本主义国家,但国土面积小,只有37万多平方公里,山地和丘陵占85%,平原仅占15%,全国总面积的67%为森林地区,所以日本政府十分重视土地の利用和开发。1960年以后,随着日本的经济技术高速度发展,测绘工作发展较快,目前无论在地图品种和地图印刷质量方面都处于领先地位。

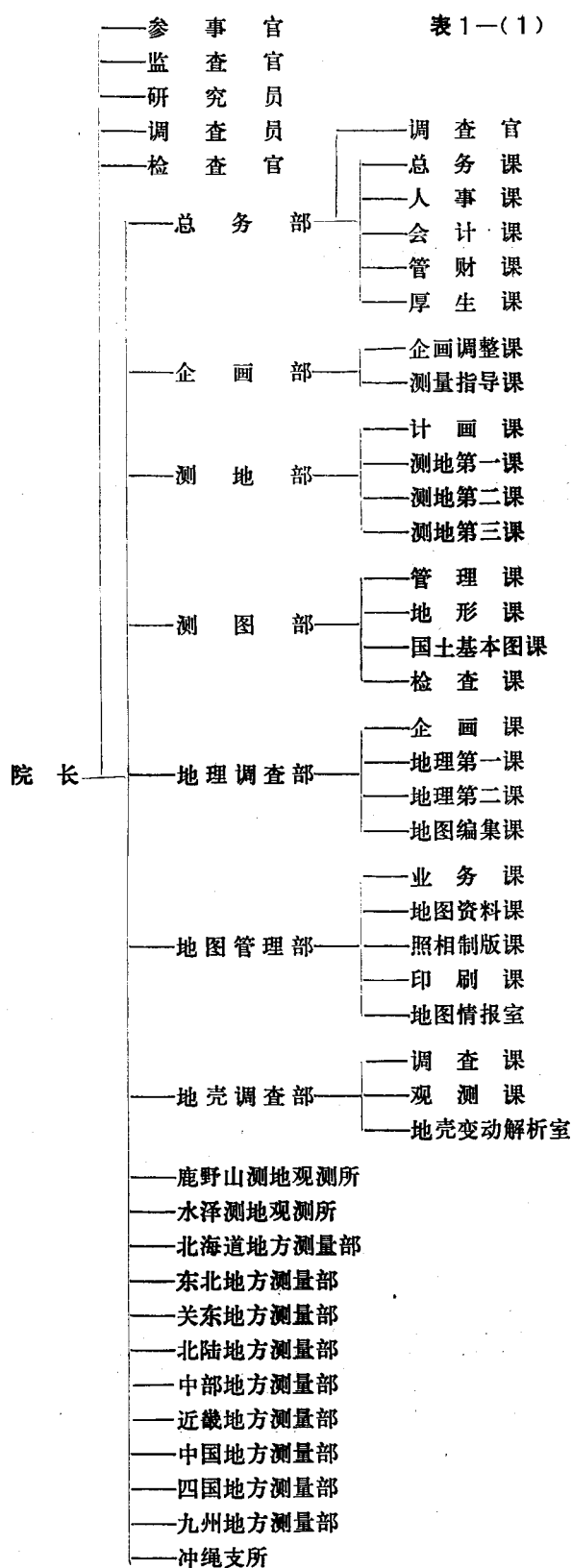
1. 日本测绘机构及其主要任务

日本测绘机构大体分为三种结构:

(1) 建设省国土地理院。早在1888年日本政府创设了陆军参谋本部陆地测量部,统管全国基本测量和制图工作。第二次世界大战后,陆地测量部解体,由内务省地理调查所接管,1948年改属建设省,称为建设省地理调查所,1960年改称建设省国土地理院,成为管理全国测绘业务的政府机构,同时又是全国测绘科研、生产中心。

国土地理院现有948人,其中行政干部283人,占总人数的29.8%,技术干部665人,为70.2%。下设总务、企画、测地、测图、地理调查、地图管理和地壳调查等七个部。在该院领导下,设有十个地方测量部(北海道、东北、关东、北陆、中部、近畿、中国、四国、九州和冲绳支部)和两个测地观测所(鹿野山和水泽),详见表(1—(1))。1979年2月,国土地理院将迁至筑波科学城(位于东京东北60公里的茨城县境内)。新址的国土地理院院部是一幢六层大楼,建筑面积为2.3万平方米,房间宽敞,全部采用现代化设备。在大楼的六楼安装有中央控制机,与资料库在一起,并与各层楼的电子计算机相连,组成一个小型的电子计算机网络。该院附设各种实验室和试验场,计有图象技术精密机械试验场、遥感实验室、地理调查实验室、激光测距检定室、天文观测室、地磁观测室、重力测定室、地壳活动观测室、测地观测室和菱形基线场。

国土地理院的主要任务是进行国家基本测量,编制1:200,000—1:1,000,000小比例尺地图、国家大地图集和测制1:25,000比例尺基本地形图,为国家提供国土开发和保护等基础资



料。全日本的地震测量亦由该院负责。与此同时,对发展测绘技术包括测绘仪器的精密化、测绘作业的高效化以及地图制作的迅速化等进行研究。

国土地院正在进行的研究项目如下:

测地部和地壳调查部的研究项目
(略) 测图部的研究项目:

——大、中比例尺地形图、影像地图的测绘技术、精度、图式等的调查研究;

——根据资源卫星资料对国土信息进行收集分析的技术;

——遥感信息的几何改正及最恰当的应用方式;

——航摄仪的检定及检查基准的制定;

——南极地形图的制作;

——根据树木的活力度及水域的透明度进行地区环境的监视;

地理调查部的研究项目:

——地区开发的地理研究和地图表示;

——城市机能图的制作;

——地图编集及制图自动化;

——基本图及其他各种地图的图式、表示方法及其编集、制图、配色;

——国家地图集的制作;

——航空相片的判读技术及判读内容在地图上的表示;

——土地利用图的制作;

——山地崩坏中地形与崩坏的关系;

——与沿岸海域基础相关联的海洋测量调查手段;

——地下水坝应具备的条件;

地图管理部的研究项目:

——用静电成象装置复印地图;

——彩色地图的复印;

——彩色航空相片;

- 照相制版的省力化;
- 彩色影像地图的复制;
- 国土情报的利用和分析;
- 地图信息的自动读取;
- 测量成果的管理、提供系统;

(2) 经济建设部门和公共团体的测绘单位: 有农林省、林野厅、建设省、国铁、农政局、电力会社等均有自己的测绘队伍, 规模较小, 主要测制本部门的专业用图。

(3) 民间测量公司。目前日本有3000多家民间测量公司, 测绘人员达3—4万人, 是一支庞大的测绘队伍。由于民间测量公司的设备齐全, 人员众多, 技术力量强, 所以全国测绘业务的90%是由民间完成的, 政府仅完成10%。

民间测量公司的任务是进行1:500, 1:1000, 1:2500, 1:5000和1:10000各种比例尺测图和编制各种专题图。业务上受政府监督, 每年与国土地理院签订合同, 按照国家统一规范细则进行作业, 国土地理院届时派出检查人员或委托测量技术中心到公司去验收测绘成果成图。

日本全国有五所测量专科学校, 培养中等测绘专业人员, 但没有高等测绘院校。中技校的学生经过一年培养后, 分配到生产单位工作, 经过三年的实际工作锻炼, 表现好的可送到建设大学测量部学习三年, 经过国家考试可取得测量士补或测量士(相当于我国测量工程师——编者)的技术称号。

2. 日本测绘业务情况

日本的测绘工作开展较早, 1909年已完成了全国一等三角测量。1949年日本政府颁布了测量法, 1947—1967年间完成了一等三角测量的重测工作, 1968年开始第二次重测。全国重力测量是在1952年开始的, 到现在为止, 全国已布设了各级重力点, 并与国外进行了联测。1969年开始人工大地测量。

日本经纬度原点: 东京都港区麻布台2—2—1

经度: 东经 $139^{\circ}44'40''5020$

纬度: 北纬 $35^{\circ}39'17''5148$

原点方位角: $159^{\circ}25'28''442$

水准原点: 东京都千代永田町1—1

东京湾平均海面上24.4140m

日本的国家基本图为1:25,000和1:5,000, 1:2,500比例尺地形图(按国际分幅)。全国1:50,000比例尺地形图于1924年完成。1946年美国在日本进行了1:40,000比例尺航空摄影, 开始测制1:25,000基本图, 1952年全国1:25,000测图工作全面开展, 预期在今年年底完成, 此项测图任务主要由国土地理院承担。全国1:8,000摄影比例尺的彩色航空摄影于1974年开始, 预计在1978年10月份完成, 主要用来编制1:2,500比例尺的各种专题图。

日本地形图更新周期: 大中城市3年, 农业区5年, 山地10年, 更新的主要手段是采用重新航空摄影的方法。

在地图制印方面: 1948年发行全国1:500,000地图, 1954年发行6色版1:200,000地图, 1957年完成第二次1:500,000地图以及1:1,000,000地图。1965年开始发行专题图。国家大地图集的编纂工作从1971年开始进行, 于1975年3月完成。地图集的质量达到国际水平。

3. 日本测绘工作的基本特点和今后发展趋势

日本对测绘工作比较重视, 依靠国内电子工业和印刷业的发达, 测绘技术发展较快, 主

要有以下六个基本特点:

(1) 仪器设备齐全, 自动化程度较高。日本的航摄—航测仪器全部从瑞士、西德、东德进口, 这些仪器精度高, 操作方便。制作正射象片的仪器采用断面扫描, 有半自动的和全自动的。制印设备基本上是日本自己生产的, 能自动对焦, 自动控制曝光时间, 自动冲洗, 电子分色扫描, 自动套印。由于作业流程的自动化程度较高, 所以制作地图的质量也比较好。

(2) 制印材料品种多, 工艺先进, 制印地图的水平高。如干片摄影取代了湿版摄影, 聚酯片取代了玻璃版, 多色重氮感光片取代了铬胶翻版, ps版取代了蛋白版和树胶版, 接触网目片取代了玻璃网目版等。印刷的地图, 线条精细, 设色美观, 套色精确, 制印速度快, 质量高, 可以印刷各种线划图、影象地图和各种专题图。

(3) 地图品种多, 服务面广。日本地图基本上可分为六类。①小比例尺地图。有1:200,000、1:500,000、1:1,000,000日本版和国际版以及1:3,000,000日本全图。②线划图。有1:1,000、1:2,500、1:5,000、1:10,000、1:25,000和1:50,000各种比例尺的单色和多色的线划图。③影象地图。有黑白和彩色的各种比例尺的影象地图。根据需要影象地图又可以制作各种影象专题图。④专题图。种类繁多, 有土地利用图、土地条件图、湖沼图、沿海海域地形图等, 达二十多种。⑤1:250,000彩色立体地图。这种合成塑料纸的彩色立体地图, 正确表示出日本地形起伏特征, 给人们以直觉的立体感。⑥各种地图集。主要有国家大地图集、县图、城市图和各种教学图。由于地图品种较多, 可以满足经济建设各方面的需要。

(4) 成图速度快、周期短。由于采用了比较先进的仪器设备和工艺流程, 成图周期大为缩短, 一般可以当年或半年内出图。

(5) 重视引进先进的测绘技术。日本是一个技术进口的国家, 在测绘方面也是如此, 通过参加各种国际测绘会议和国外考察, 及时引进新技术。如遥感技术, 1973年开始引进美国的遥感设备, 现在日本已有四家公司能制造, 并在应用航空遥感技术编制各种专题图方面进入世界先进行列。

今后日本测绘技术的发展趋势, 根据我们考察和分析, 大体上分为以下五个方面: (1) 遥感数据、图象处理的理论和应用。(2) 编制各种专题图的新技术。(3) 制图自动化。

(4) 测绘资料成果的管理和提供的自动化系统。(5) 地图制印新材料和新技术。

二、日本航空摄影测量的现状

日本的航测工作主要是采用国外的仪器和技术。目前, 为了满足经济建设的需要, 除了测制国家基本图外, 还大力开展大比例尺测图和各种专题图。

1. 航测工作的特点

(1) 航摄、航测仪器均从国外进口, 日本自己不生产。在进口仪器中, 航摄机采用瑞士的RC-5、RC-8、RC-10, 西德的RMK。加密仪器有东德的Stecometer、西德的PSK、瑞士的STK-1和PUG-4。精密立体测图仪器有瑞士的A₇、A₈、A₁₀、B_{3s}, 东德的Topo-cart-B, C₈。正射投影仪器有瑞士的PPO-8, 东德的Orthophot、Topomat, 西德的GZ-1、加拿大的GPM-1。

(2) 重视航摄原始资料的质量。不论航摄胶片或象片、彩色片或黑白片, 全部采用自动冲洗设备和电子印象机处理。航摄胶片: 黑白片采用日本富士胶片, 彩色片大部分采用美

国Kodak胶片，部分是富士胶片。由于航摄影片的化学和物理性能较好，经过自动冲洗后，底片的反差适中，色调一致，其不均匀的变形在0.01%以内。

（3）地形图的品种多。有单色和多色的1:1,000—1:25,000的地形图，黑白和彩色的影象地图，此外，还有城市规划、地质、森林、铁路、环境保护以至近景摄影等专业用图、供工农业建设各个方面使用。

（4）成图的精度要求不高。根据日本测量规范的规定，地形图的基本等高距间隔较宽，见表2—（1），和我国相应成图比例尺的等高距相比，放宽了2—4倍，因此，日本地形图的高程精度要求是比较低的。

2. 日本航测作业水平

日本航测作业水平与我国相比，大致相等。除航测仪器都是从瑞士、西德等国家进口外，作业方法也是采用布设地面标志，小比例尺摄影放大测图，内业加密采用航带法和航线法区域网平差，在精密立体测图仪上测图。日本的数控绘图机品种较多，但由于软件没有认真研究，自动测图至今没有实现。日本的航测内业作业率，据国土地理院介绍：完成一幅1:25,000比例尺图幅，需要30—40工天。

3. 日本航测成图方法

按作业工序分别简述如下：

（1）航空摄影

国土地理院和民间三大航测公司（亚细亚、国际航业、太平洋）都有航摄飞机，这些飞机均由小型的民用飞机改装而成，其型号是美国的双发动机空中霸王号和单发动机超级航摄飞机，它们的技术性能：续航能力为7—7.5小时，时速300公里，最大升高度前者为8000m，后者为7000m，跑道长度500m。据说飞机性能比较稳定。机上没有领航设备。航空摄影是根据事先在航图上设计的航线进行目视导航，摄影员活动地方较窄，工作条件较差。

在大比例尺测图中，象片比例尺往往小于成图比例尺，按照日本测量规范规定：两者之间的关系见表2—（1）所示。

1:25,000、1:5,000、1:2,500比例尺地形图为国家基本图，按国际分幅。

1:500、1:1,000地形图和1:2,500、1:5,000专题图的图幅为70×90cm。

航空摄影的技术要求：

——航线上的摄影高度不应超过测区内设计航高（相对测区内平均海拔高程）的15%。

——航线上的航高差不大于航高的±5%，在制作1:500地图时，航高差允许到±10%以内。

——象片倾斜角在3°以内，航偏角不大于10°。

——象片的纵向重叠不得小于53%，测区内重叠在68—77%的象片数不得超过总数的1/4。象片的旁向重叠不得小于10%。

——经摄影处理后，航摄影底片不均匀变形应在0.01%以内。相对湿度变化1%，底片不

表 2—（1）

航摄比例尺	1:3千~1:4千	1:6千~1:8千	1:1万~1:1.25万	1:2万~1:2.5万	1:3万	1:4万	1:4万
成图比例尺	1:500	1:1千	1:2.5千	1:5千	1:1万	1:2.5万	1:5万
基本等高距	1 m	1 m	2 m	5 m	10m	10m	20m

均匀变形和不规则变形应在0.001%以内。

航摄影片的自动冲洗是在温度达37℃左右的条件下进行的，先做试片，与标准密度片作比较，确定显影时间，一筒航摄影胶卷从显影、定影、水洗、烘干，需时25分钟，由于采用定温定时自动冲洗，得到的底片反差适中，影象清晰，变形小，有效地保证了原始资料的质量。此外，还使用电子印象机(美国Log Electronic Color Contact Printer MK-II、IV)和彩色放大机(英国Dichromat DEVERE108A/F；意大利Dnrst Color Laborator184)晒印象片，可以得到高质量的象片资料。

(2) 地面标志

航摄前在地面上布设标志，可以避免控制点点位辨认差错，提高成图精度，还可以使内业加密工作和象片连测工作同时进行，缩短成图周期。在日本已广泛使用地面标志。标志的形状见图2—(1)。

标志尺寸见表2—(2)。

从表2—(2)可知：标志的影象在象片上约为0.12mm，标心为0.04—0.05mm。

地面标志是采用塑料板涂上白色油漆。

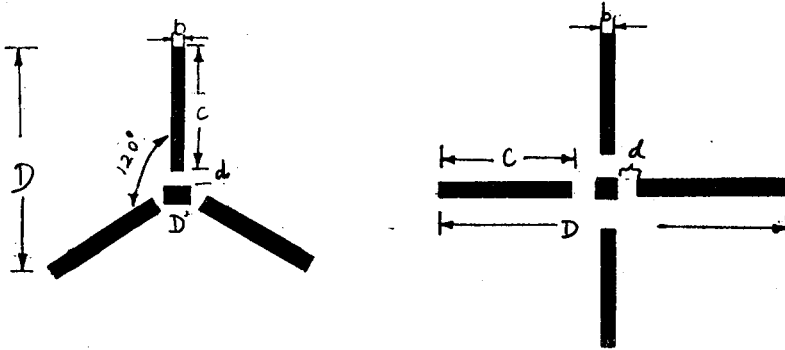


图 2—(1)

表 2—(2)

摄影 比例尺	D (cm)	c (cm)	b (cm)	d (cm)	D (cm)
1:4 千	50	20	5	0	20
1:5 千	60	20	6	0	25
1:6 千	75	25	7	0	30
1:7 千	90	30	9	5	40
1:8 千	100	35	10	5	40
1:9 千	110	35	11	10	45
1:1 万	120	40	12	15	50
1:1.2万	145	45	14	20	
1:1.5万	185	55	19	25	
1:2 万	245	80	25	30	
1:2.5万	305	110	31	30	
1:3 万	365	150	37	30	

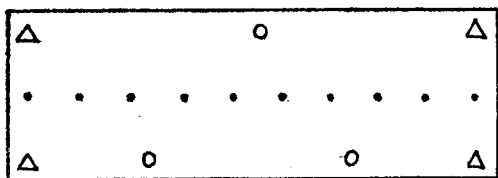


图 2—(2)

地面标志可直接敷设在大地点上。

(3) 外业布点

日本的大地点较密(三等点平均边长 4km, 四等点 2 km)。所以一般是采用单航线或航线法区域网平差加密控制点。

①单航线布点。如航线上的模型数不超过10个时, 则在航线两端上下各布设一个平高控制点。如航线较长, 控制点的数量按下式计算

$$N = n/2 + 2 \quad (n \text{ 为模型数})$$

布点见图 2—(2) 示。

②航线法区域网平差布点: 以 5 条航线每条航线上15个模型作为一个区域, 每条航线两端上下各布设一个平高控制点, 同时在区域的上下航线的中央各布设一个平高控制点(见图 2—(3))。此外, 区域内均匀布设高程控制点, 共数目约为航线数的 3 倍 (~15个点)。

(4) 解析法空中三角测量

①日本地形图的精度要求见表 2—(3) :

②单航线解析空中三角测量采用的公式和加密方法与我国基本一致。航线法区域网平差详见日本“写真测量” Vol 13 № 4 1974年刊登的“采用小型电子计算机作区域计算的实例”, “区域和区域三角测量”, 这里不做叙述, 就以下两个问题作简要介绍:

——系统误差

a, 航摄底片变形问题: 据国土地理院、亚细亚航测公司和富士胶片厂介绍: 日本富士厂生产的航摄胶片是采用涤纶片基, 片子质量已达到美国kodak的水平, 同时摄影处理是采用了自动冲洗, 底片变形较小。

在作业中, 底片变形是逐片进行的, 首先按一次项公式进行计算, 如残差小于 10μ , 则认可, 如残差在 $10-30\mu$ 以内, 表示底片有不均匀伸缩, 则采用二次项公式进行改正。

表 2—(3)

项 目	成图比例尺	
	标准	偏差
	1:500	1:1,000 以下
地物点平面位置	±0.5mm以内	±0.7mm以内
注记点高程	等高线间距的1/4以内	等高线间距的1/3以内
等高线	等高线间距的 1/2 以 内	

b. 航摄机镜头的畸变差改正曲线由厂家给出, 日本没有鉴定设备, 一般隔三年送仪器生产工厂鉴定一次, 畸变差改正采用下列公式:

$$d = al + bl^2 + cl^3$$

式中 $l = \sqrt{x^2 + y^2}$

在给定畸变曲线上读取若干个特征点代入上式, 就可以得出a、b、c各项系数, 然后对各象点进行改正。

——加密中各项限差规定:

- a. 本图上相邻框标连线的距离与对应边之差应小于0.03mm。
- b. 相对定向时, 定向点上残余上下视差应在0.02mm以内。
- c. 各种连接误差见表 2—(4):

表 2—(4)

加 密 方 法	项 目	平 面 位 置 和 高 程 误 差
单 航 线	相 邻 模 型 连 接 点	均在摄影高度的0.05%以内
	控 制 点	均在摄影高度的0.04%以内 (最大不超过0.08%)
	相 邻 航 线 连 接 点	均在摄影高度的0.08%以内
区 域 网	同一区域内模型或航线连接点	均在摄影高度的0.04%以内 (最大不超过0.08%)
平 差	相 邻 区 域 连 接 点	均在摄影高度的0.09%以内

(5) 测图

在精密立体测图仪上进行。有的采用直接刻图, 有的用铅笔勾绘曲线, 也有根据特殊需要, 将测图仪与座标记录仪相连, 断面定点扫描, 制成数字格网地图。

4. GPM-1 自动正射投影系统和Topomat自动测图系统简介

(1) GPM—1

①概况

GPM是加拿大Gestalt公司70年代产品, 是目前世界上有使用价值的全自动测图仪器, 到1976年全世界只有7台, 加拿大有3台, 其余4台分别在美国、英国、阿尔及利亚和日本。

日本的亚细亚航测公司于1975年3月进口了1台, 年底投产, 到目前使用了三年, 尚未发现大问题, 据他们介绍: 这台仪器的作业效率, 每天工作两班, 每年可生产4000个模型的正射象片。GPM目前有I型和II型, 日本的1台是旧式的I型仪器, 因此只能做正射象片, 不能测绘等高线。

GPM-1的主要特点:

- a. 自动化程度高。相对定向和大地定向, 只需人在荧光屏上对准几个定向点, 操作只需4—6分钟, 其余工作自动进行, 制作一个模型需时40—60分钟。
- b. 晒出的正射象片清晰均匀, 在扫描过程中不留接边痕迹。
- c. 适用于制作各种比例尺正射象片。当 $f = 88\text{mm}$ 时, 地面坡度 35° , $f = 305\text{mm}$ 时可达 65° , 适应范围较大。

②仪器的结构：（图2—（4））

GPM-1 由以下六个部分组成

- a. 控制台及显示装置
- b. 电子计算机和电子相关器
- c. 左右象片扫描系统
- d. 正射象片印象机
- e. XY记录仪
- f. 电传打字机

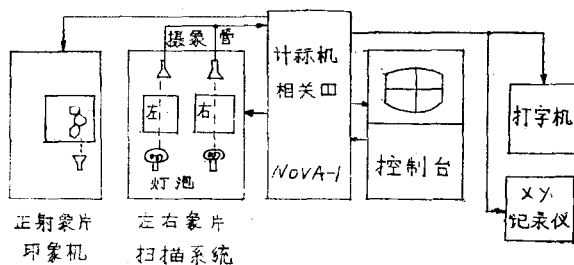


图2—（4）

a. 控制台及显示装置。控制台是指整个机器工作，在控制台上有一个9吋的电视屏幕，起着监视象片的作用，屏幕上显出的影象是象片影象的20倍（最大可达25倍），因此这个屏幕显示范围只是象片的局部视场。电视可分别显示左、右象片，或者以每秒三次速度交替显示左右象片。左右影象重合的程度是通过屏幕上扫描十字线来检查的。

b. 电子计算机和相关器。电子计算机是内存10k的NOVA-1小型计算机，它和电子相关器、步进电机的电驱动和电源同装在一个约1.6m高的框子中，它能存储各种数据和程序，并进行运算，对各部件工作进行指挥。

c. 左右象片扫描系统。它包括有两个用步进电机拖动的象片车架和车架上的重锤，这样一来，步进电机克服了高速运动中车架的惯性影响，重锤消除机械上的隙动差来获得两张象片高精度的位置。车架下面是两个亮度不变的灯泡作为光源。光线通过象片盘上的底片，所形成的影象，由上面两个摄像管对影象进行扫描产生的视频讯号，送到相关器进行相关，以确定象对的同名点。一次扫描的面积为 $5 \times 7 \text{ mm}$ ，在这个面积内有3000个像素，在计算机里参加运算。

d. 正射象片印象机是安装在暗室里，由计算机得到改正的视频讯号，通过阴极射线管变成每边为2mm的正六边形，这个六边形的正射图象聚焦在底片上，随着阴极射线管的XY运动，这些六边形自动拼接在一起，得到一张正射象片。

由于电子型式的纠正不同于光学纠正，它不存在光学纠正时那种由于感光胶片与缝隙间存在的动态误差。也由于一张正射象片是由很多的小六边形组成的，而每个六边形又包含3000个改正像素，所以得到的正射象片，色调均匀，影象清晰，精度较高，看不出有拼接痕迹。

GPM-1的阴极射线管的解象力是400线/吋。处理一个六边形面积约需时间为150毫秒，由此可以估计出它的Y方向扫描速度为23mm/秒。

e. XY记录仪和电传打字机。XY记录仪在控制台右方，它指示扫描区域在象片上的位置。电传打字机可以用来进行“人机对话”，也可以打出定向模型的各种数据和定向后同名点之间的残差，供作业员参考。

③作业过程

a. 在控制台上向计算机输入航摄机焦距、比例尺、定向点近似座标、控制点数据，物镜畸变和地球曲率等数据。

b. 将航摄底片分别放到扫描系统的左右象片盘内。

c. 进行内定向，即量测象片四角框标。扫描器自动把框标显示在荧光屏上。作业员操作旋扭。使框标和十字线交点重合，就能把框标和象主点座标记入计算机内。

d. 相对定向和大地定向。根据定向点的近似座标数据，计算机驱动象片盘到每个定向点

上, 荧光屏交替显示左右象片, 这时只要在控制台上搬动按钮, 使影象上下、左右移动, 等影象重合后, 按下按钮, 左右象片定向点的X、Y、Px、Py自动输入计算机内, 由于计算机里予先存有控制点数据, 所以相对定向和大地定向几乎是同时进行, 整个过程只需4—6分钟。

e. 晒印正射象片。在印象机里装上感光底片, 下达指令, 驱使象片向Y方向移动, 来回地晒印正射象片。

④GPM-1制作正射象片的精度见表2—(5)

表2—(5)

项 目	1	2			3
象片比例尺	1/15,000	1/19,000	1/38,000	1/50,000	1/8000
检查点数目	123	25	25	25	47
地形条件	丘陵地	平地	丘陵地	山 地	丘陵地
精度 (按象片比例尺)	$\Delta X = 26''$ $\Delta Y = 33''$ $\Delta L = 42''$	$\Delta L = 40''$	$\Delta L = 40''$	$\Delta L = 40''$	$\Delta L = 46''$ $\Delta L = 18''$
试 验 地 点	NRC Sudburg 试验场 (加)	加 拿 大			日 本
比 较	大 地 测 量	一 级 立 体 测 图 仪			空中 三角测量 大地测量

⑤象片比例尺和地面坡度的规定见表2—(6)。

表2—(6)

航摄机焦距	最大象片 比 例 尺	最 大 地 面 坡 度	航摄机焦距	最大象片 比 例 尺	最 大 地 面 坡 度
88mm	1:25,000	0.70* (35°)	210	1:9,000	1.43(55°)
152	1:12,000	1.00 (45°)	305	1:6,000	2.14(65°)

* 为基线航高比

⑥存在问题

- 结构复杂、维修困难。
- 迁到水域、隐蔽地、陡坡、影象不清之处, 仪器失去相关, 停止工作, 需要人工帮助。
- 遇到独立树、高大建筑物等人工地物, 正射象片产生局部位移。
- 当象片旋角 $K > 5^\circ$, 可能出现漏洞, $K > 14^\circ$ 就不能制作正射象片。

(2) Topomat

①概况。Topomat系统是东德耶拿蔡司厂最新产品。日本太平洋航测公司今年4月份进口这套设备, 现在还缺少座标记录仪Coordinometer F, 该公司主要用来制作正射象片, 目前还不能自动测绘等高线。

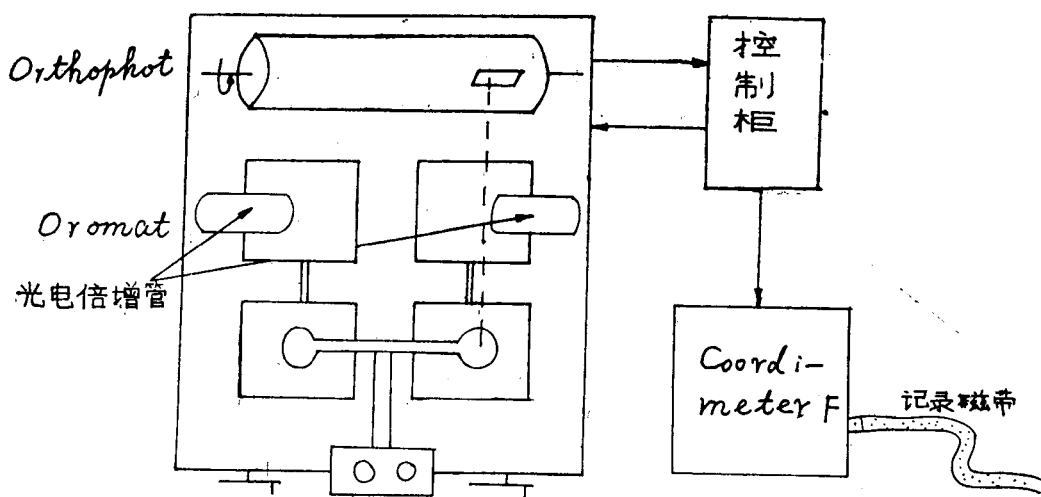


图 2—(5)

仪器是由三个部分组成：主机是Topocart C,中间部分是 Oromat相关装置，仪器背后的是Orthophot。

②仪器的结构和作用（见图 2—(5)）。

主机Topocart-C是在Topocart-B的基础上作了某些改进，如提高了仪器精度，操作更方便，扩大了使用范围外，为了配合Oromat自动扫描断面，在其上面增加了两个象片盘，这样一共有四个象片盘，前面两个供定向观察使用，后面两个是控制断面扫描，为取得象片影像相关讯号而设置的。光路由主机前面的右象片通过一系列棱镜进入 Orthophot，上下两个象片盘是连动的，后一对象片盘的K角是由前面象片盘上读取并安置。

在光路中可以插入滤光片进行配光，所以能够制作彩色正射象片。

中间部分是供相关用的两个象片盘，图 2—(6)是阴极射线管产生一个32条线的矩形光栅。经过透镜缩小15倍后变成 $4 \times 4\text{mm}$ 的矩形光栅，投影到底片上。把象片盘上面的光电倍增管暗盒移开，用特制的放大镜可以看得很清楚。

Oromat相关的大致过程是：一个扫描发生器使左右车架下面的两个阴极射线管产生如图 2—(6)那样的光栅，光栅的光能通过车架上面左右两张底片，由于底片的黑度变化被车架上面两只光电倍增管所接收，成为视频讯号，送到带通电路并把它们数字化，经过相关控制电路区分出X视差、X坡度和Y坡度三个讯号，X视差讯号用以控制代替脚轮的Z马达，以达到消除两张象片的X视差，同时这三个讯号又控制着两个阴极射线管的偏转线圈，来改变扫描光栅的形状（即光栅在X方向的伸缩和扫描线间的疏密），以达到改善由于X坡度和Y坡度的影响（见图 2—(7)）。

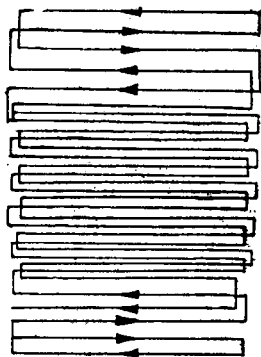


图 2—(6)

这样在作业过程中，象片的同名点始终保持在圆光点的测标位置上（测标与地表面相切），代替了人眼观察。在Topomat上作业时，须经过象普通测图仪上那样，用人工进行象对的相对定向、大地定向后，把脚轮Z脱开，然后打开开关，象片盘就自动沿Y方向切地面运动，当测标走到模型的

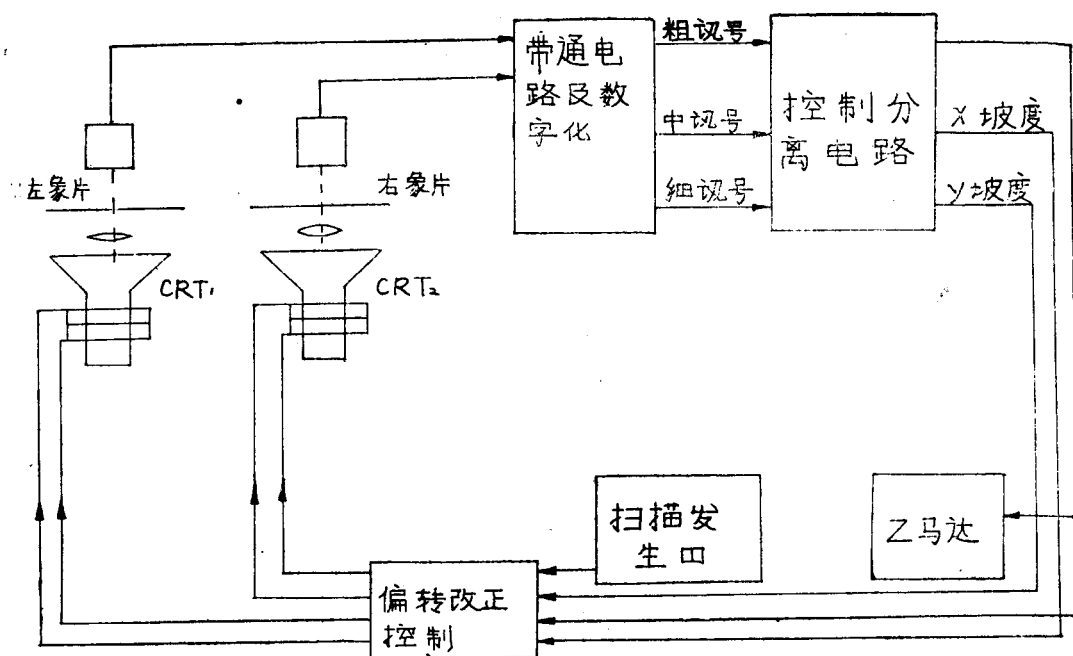


图 2—(7)

边缘，自动地在 X 方向跳过一个距离，又开始往 Y 相反方向移动。

在象片移动过程中，Orthophot 里面装着感光底片的滚筒也跟着转动，由右象片投射过来的局部光线通过窄缝，不断地对滚筒表面的感光底片进行曝光。直到整个模型工作完了为止。

窄缝的尺寸有 $8 \times 1\text{mm}$ ， $4 \times 1\text{mm}$ ， $2 \times 1\text{mm}$ 和 $1 \times 0.5\text{mm}$ 四种，窄缝不是矩形，而是两边成 45° 角的平行四边形，如图(2—(8))，这样可以提高影像拼接质量。

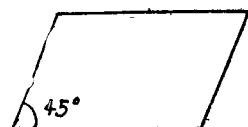


图 2—(8)

据介绍：在 Topomat 上制作正射象片的平面位置精度为 0.2mm 左右。正射象片的放大倍率为 $0.64-4\times$ 。模型上的扫描速度为 $0.5-16\text{mm/秒}$ 。地面坡度，不能超过 35° 。

象 GPM-1 一样，Topomat 工作时遇到水域或象片影像模糊地方，仪器也会失去相关，需要人工帮助。

这台仪器扫描一个象对需要 $1-1.5$ 小时，从精度、作业速度和自动程度都不及 GPM，但它仍然是一台很实用的仪器。

因为上述两台仪器都不是日本制造的，使用单位不愿作过多的介绍。

三、日本正射影像地图的现状和特征

1. 概况

日本从六十年代中期试验影像地图至今已有十五年的历史。1968 年亚细亚航测公司等十家测量公司联合买进三台西德的 GZ-1 正摄投影仪。全日本共有四台，其中一台在日本陆军自卫队，一台在协同测量公司，两台在正射象片中心。

日本对生产正射影像地图比较重视, 国土地理院把影像地图列为国家基本图生产。由于影像地图内容丰富, 细部特征明显易读, 有利于规划设计。为了协调正射象片的生产, 1970年8月正式成立正射象片中心, 该中心有一名负责人和四名作业员, 担任各测量公司提出的正射象片生产任务(不负责印图任务)。每台GZ-1每天生产4—6张正射象片, 每年可完成1000张象片(2000个立体模型)。除了正射象片中心外, 个别测量公司又进口Topomat、GPM-1等正射投影仪器, 进一步加强了影像地图的生产。

2. 日本生产正射影像地图主要特征

(1) 品种多。有黑白和彩色影像地图及专题影像地图, 包括土地利用图、水系图、植物条件图、土地所有区分图、地质图、倾斜分布图、区划图等。从1974年开始大面积彩色航空摄影, 比例尺为1:8,000—1:10,000, 影像清晰, 色彩美观, 所编制的彩色正射影像地图具有较高的水平。

(2) 比例尺齐全。生产七种比例尺影像地图, 包括1:1,000、1:2,000、1:2,500、1:5,000、1:10,000、1:25,000、1:50,000。比例尺根据不同地区和不同要素选择, 如人口密集地区生产1:1,000、1:2,500, 丘陵、山区、森林地区生产1:25,000、1:50,000。

(3) 正射投影仪器均从国外引进, 生产效率较高。平坦地区和起伏不大的丘陵地采用PPO-8或Orthophot制作正射象片, 山地多采用GZ-1、GPM-1、Topomat等仪器。充分利用国外先进技术。

(4) 图面突出影像要素, 线划符号尽量简明扼要, 保持图象的完整性, 减少制图工作量, 有利于加快成图速度。

(5) 采用内业判读和样片判读, 减少外业工作量, 1/3用于判读, 2/3用于野外检测。

(6) 制印水平较高。彩色影像地图的影像部分用三单色套印, 线划部分分3—4个色, 接触网屏照象一次挂网, 层次丰富。黑白影像地图均采用重氮晒印, 影像层次能基本上保持原有的特征。

如: 太平洋航业公司, 仅1978年计划协助中东国家生产1:50,000影像地图600幅, 图幅尺寸45×50厘米, 由绿川地图印刷公司六色印刷, 175线接触网屏挂网。

国际航业公司编制影像地图的种类有1:5,000森林影像地图、1:1,000地籍影像地图、1:1000北海道地区影像地图, 等高线用白色表示。

日本影像地图的生产由各测量公司完成, 即可以在国内测图、又可以技术输出。为了适应工程规划的要求, 有的公司专门生产1:1,000—1:5,000电力接线图, 道路平面图、铁路路线图等专题影像地图。

3. 成图工艺

正射影像地图已正式列为国家地图品种之一, 凡编制正射影像地图的公司, 基本上采用统一的规范和成图工艺, 见图3—(1)。

现对成图工艺中的主要特征说明如下:

(1) 航空摄影机优良、分解力高, 是保证影像地图清晰易读的关键。在日本主要采用RC-10、RMK航空摄影机。象片航向重叠60%图幅一般采用长方形(70×90厘米)。航空胶片均使用自动显影机冲洗, 图象密度均匀且标准, 有利于镶嵌工作。

(2) 一般采用航带法或航线法区域网平差加密控制点, 制作正射象片, 并测绘等高线, 切片镶嵌, 不采用光学镶嵌。切片镶嵌有两种方法: 象纸镶嵌和软片镶嵌。象纸多采用涂塑

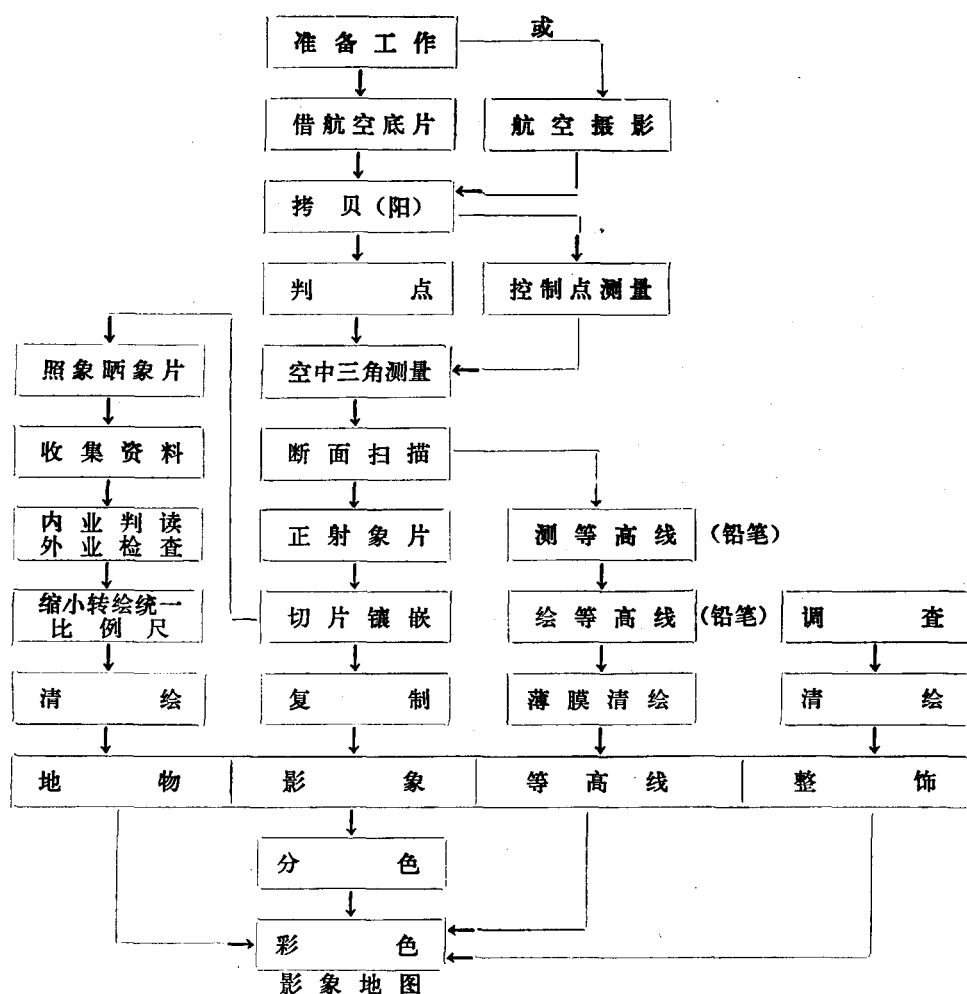


图 3-1

象纸，变形较小，有利于保证成图精度。

象纸镶嵌把平面控制点展在很平的木板上（木板上裱白纸），把木板平放在镶嵌台上，经正射纠正后的象片镶嵌对点比较方便。正确对点后用重物压平，在象片重叠部分用快刀切开，刀子微微倾斜，平贴镶嵌透明薄膜，将象片初步固定，而后放在镶嵌热压机上热压固定，镶嵌热压机是从英国进口的（ADEMCO LAMINATING AND DRY MOUNTING PRESS），宽为1米，热压温度80℃，点位精度一般为0.2毫米。

透明软片镶嵌：在正射纠正时直接得到透明正片，镶嵌时直接用软片对点，沿两张软片的重叠部分整齐切开，镶嵌线用透明聚酯胶带贴牢，聚酯胶带很薄，透明性好，对挂网和拷贝没有影响。

日本各测量公司生产的影像地图不采用光学镶嵌，而采用明室切片镶嵌，作业方便。

（3）地物调绘——把镶嵌好的正射象片平面图复照、晒成象纸，根据判读样片进行内业判读，经外业检查后，蒙绘聚酯薄膜清绘，得到地物版。

国土地理院地理调查部地理第一课负责地理判读，1/3工作量是内业判读，2/3工作量是野外调查，比例尺为1:8,000—1:10,000的彩色航空象片直接等大判读，用油性铅笔划在象