

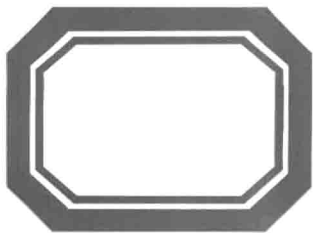
数字摄影测量 4D生产综合实习教程

主编 段延松



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



高等学校摄影测量与遥感系列教材

数字摄影测量 4D生产综合实习教程

主 编 段延松

副主编 王 玥 季 铮



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字摄影测量 4D 生产综合实习教程/段延松主编. —武汉:武汉大学出版社, 2014. 8

高等学校摄影测量与遥感系列教材

ISBN 978-7-307-13507-9

I. 数… II. 段… III. 数字摄影测量—高等学校—教材 IV. P231.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 120888 号

责任编辑:鲍 玲 责任校对:鄢春梅 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北恒泰印务有限公司

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 12.25 字数: 304 千字

版次: 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-13507-9 定价: 25.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

摄影测量有着较悠久的历史,19 世纪中叶,摄影技术一经问世,便应用于测量。它从模拟摄影测量开始,经过解析摄影测量阶段,现在已经进入数字摄影测量时期。摄影测量是一种测量技术,技术的重点是在于实践与应用,这种实践与应用主要表现为生产实习。4D 生产综合实习是有一定独立性的实践性教学环节,它与摄影测量学、数字摄影测量学等课程教学有着紧密联系。同时,摄影测量 4D 生产综合实习是一门综合性很强的实习课程,它是对学生所学摄影测量及相关专业知识的综合应用,使学生系统全面地掌握并应用摄影测量基础知识,锻炼实践操作技能。摄影测量 4D 生产综合实习将课堂理论与实践相结合,培养学生分析问题和解决问题的实际动手能力,为以后参加测绘工作做铺垫。

编写本书的目的在于提供一本摄影测量生产实习的指导书,因此,此书的重点放在具体操作方面。同时,作为一本入门教材,本书内容通俗易懂,对作业操作过程的描述带有具体操作的图形界面图,是很好的指导参考书。

本书每章都是从基础知识入手,先简要介绍所涉及的基础理论知识,然后提出了本章实习要求和内容,最后详细介绍了具体操作步骤。全书分 9 章,第 1 章主要介绍摄影测量生产设备,第 2 章主要介绍数据分析与准备,第 3 章主要介绍航空影像的定向方法与具体操作,这是生产环节中一个重要的基础步骤。第 4 章到第 7 章分别介绍了 DEM、DOM、DLG、DRG 的生产作业方法,第 8 章讲述了卫星影像的基本处理方法,第 9 章讲述了生产作业过程的质量控制和成果检查方法。

本书主要由段延松完成,王玥和季铮参加了部分内容的编写以及对全书进行审稿和修正。感谢武汉大学遥感学院刘继琳、叶晓新、王茜、李振涛、伍大洲、李爱善、季顺平等老师对 4D 生产综合实习教学总结的经验,此外特别感谢王博博士、赵宗哲博士,以及武汉适普软件有限公司为本书提供的大力帮助。本书是湖北省高等学校教学研究项目“打造全方位、多层次的摄影测量方向精品实践教学平台(编号 JG2010023)”的成果之一,这里对项目组成员一并表示感谢。

本书可作为摄影测量与遥感、GIS 专业本科生的实习教材,高职高专学校测绘类专业摄影测量课程的实习教材,也可作为专业工程技术人员的参考书。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在诸多不足与不妥之处,敬请读者指出。

编 者

2014 年 3 月于武汉大学

目 录

第1章 绪论	1
1.1 课程意义和目的	1
1.2 测量仪器	1
1.2.1 专业硬件设备	2
1.2.2 数字摄影测量软件	5
1.3 成果整理与记录	9
第2章 数据分析与准备	11
2.1 基础知识	11
2.1.1 航空摄影	11
2.1.2 外业调绘	12
2.2 数据分析	13
2.2.1 实习目的与要求	13
2.2.2 实习内容	13
2.2.3 实习指导	13
2.3 数据准备	14
2.3.1 实习目的与要求	15
2.3.2 实习内容	15
2.3.3 实习指导	15
第3章 航空影像定向实习	21
3.1 基础知识	21
3.1.1 摄影机的内方位元素	21
3.1.2 摄影机的外方位元素	22
3.1.3 空中三角测量	23
3.1.4 核线影像	25
3.2 内定向	25
3.2.1 实习目的与要求	26
3.2.2 实习内容	26
3.2.3 实习指导	26
3.3 单模型相对定向	30
3.3.1 实习目的与要求	30

3.3.2	实习内容	31
3.3.3	实习指导	31
3.4	单模型绝对定向	37
3.4.1	实习目的与要求	38
3.4.2	实习内容	38
3.4.3	实习指导	38
3.5	空中三角测量	40
3.5.1	实习目的与要求	41
3.5.2	实习内容	41
3.5.3	实习指导	41
3.6	核线影像生成	51
3.6.1	实习目的与要求	52
3.6.2	实习内容	52
3.6.3	实习指导	52
第4章	数字高程模型 (DEM) 生产实习	53
4.1	基础知识	53
4.2	影像匹配生产 DEM	55
4.2.1	实习目的与要求	55
4.2.2	实习内容	56
4.2.3	实习指导	56
4.3	特征点线生产 DEM	69
4.3.1	实习目的与要求	69
4.3.2	实习内容	69
4.3.3	实习指导	69
4.4	DEM 拼接检查	74
4.4.1	实习目的与要求	75
4.4.2	实习内容	75
4.4.3	实习指导	75
4.5	DEM 精度评定	76
4.5.1	实习目的与要求	77
4.5.2	实习内容	77
4.5.3	实习指导	77
第5章	数字正射影像 (DOM) 生产实习	79
5.1	基础知识	79
5.1.1	正射影像的概念	79
5.1.2	正射影像的制作原理	79
5.1.3	正射影像的制作技术	80

5.2 正射影像制作	85
5.2.1 实习目的与要求	86
5.2.2 实习内容	86
5.2.3 实习指导	86
5.3 正射影像拼接与裁切	89
5.3.1 实习目的与要求	89
5.3.2 实习内容	90
5.3.3 实习指导	90
5.4 正射影像编辑	91
5.4.1 实习目的与要求	92
5.4.2 实习内容	92
5.4.3 实习指导	92
5.5 正射影像图制作	96
5.5.1 实习目的与要求	96
5.5.2 实习内容	97
5.5.3 实习指导	97
5.6 正射影像精度评定	102
5.6.1 实习目的与要求	103
5.6.2 实习内容	103
5.6.3 实习指导	103
第6章 数字线划地图 (DLG) 生产实习	107
6.1 基础知识	107
6.1.1 DLG 数据组织	107
6.1.2 DLG 数据的采集	108
6.1.3 DLG 数据入库与出版	110
6.2 地物和地貌数据采集	112
6.2.1 实习目的与要求	113
6.2.2 实习内容	113
6.2.3 实习指导	113
6.3 数字线划地图的入库	127
6.3.1 实习目的与要求	127
6.3.2 实习内容	128
6.3.3 实习指导	128
6.4 数字线划地图的出版	130
6.4.1 实习目的与要求	130
6.4.2 实习内容	130
6.4.3 实习指导	130

第7章 数字栅格地图 (DRG) 生产实习	135
7.1 基础知识	135
7.2 DRG 地理信息恢复	137
7.2.1 实习目的与要求	137
7.2.2 实习内容	137
7.2.3 实习指导	137
7.3 DRG 数字矢量化	140
7.3.1 实习目的与要求	140
7.3.2 实习内容	140
7.3.3 实习指导	140
第8章 卫星影像处理实习	142
8.1 基础知识	142
8.1.1 卫星影像成像模型	142
8.1.2 卫星影像配准融合	144
8.2 卫星影像的定向与纠正	146
8.2.1 实习目的与要求	146
8.2.2 实习内容	147
8.2.3 实习指导	147
8.3 卫星影像的配准与融合	152
8.3.1 实习目的与要求	152
8.3.2 实习内容	153
8.3.3 实习指导	153
第9章 质量控制与成果检查	157
9.1 基础知识	157
9.1.1 4D 数字测绘产品的质量控制内容	157
9.1.2 4D 数字测绘产品的质量控制措施	158
9.2 航片定向成果分析	158
9.2.1 实习目的与要求	159
9.2.2 实习内容	159
9.2.3 实习指导	159
9.3 DEM 成果分析	160
9.3.1 实习目的与要求	161
9.3.2 实习内容	161
9.3.3 实习指导	161
9.4 正射影像成果分析	161
9.4.1 实习目的与要求	162
9.4.2 实习内容	162

9.4.3 实习指导	162
9.5 DLG 数字线划图成果分析	162
9.5.1 实习目的与要求	163
9.5.2 实习内容	163
9.5.3 实习指导	163
 附录1 4D 生产综合实习教案	 165
附录2 4D 生产综合实习教学日历	167
附录3 4D 生产实习报告实例	171
 参考文献.....	 183

第1章 绪 论

摄影测量有着较悠久的历史，它从模拟摄影测量开始，经过解析摄影测量阶段，现在已经进入数字摄影测量时期。当代的数字摄影测量是传统摄影测量与计算机视觉相结合的产物，它研究的重点是从数字影像自动提取所摄对象的空间信息。基于数字摄影测量理论建立的数字摄影测量工作站和数字摄影测量系统正在取代传统摄影测量所使用的模拟测图仪与解析测图仪。

国际摄影测量与遥感协会 ISPRS (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing) 1988 年给摄影测量与遥感的定义是：摄影测量与遥感是从非接触成像和其他传感器系统通过记录、量测、分析与表达等处理，获取地球及其环境和其他物体可靠信息的工艺、科学与技术 (Photogrammetry and Remote Sensing is the art, science and technology of obtaining reliable information from noncontact imaging and other sensor systems about the Earth and its environment, and other physical objects and processes through recording, measuring, analyzing and representation)。其中，摄影测量侧重于提取几何信息，遥感侧重于提取物理信息。也就是说，摄影测量是从非接触成像系统，通过记录、量测、分析与表达等处理、获取地球及其环境和其他物体的几何属性等可靠信息的工艺、科学与技术。

数字摄影测量 4D 生产综合实习是一门具有一定独立性的实践性教学课程，它明显区别于摄影测量学、数字摄影测量学等传统课程。同时，数字摄影测量 4D 生产综合实习是一门综合性很强的实习课程，它是对四年本科所学的摄影测量及相关专业理论知识的综合应用，使学生能够系统全面地学习并应用已学摄影测量知识，锻炼实践技能。通过 4D 生产综合实习将课堂理论与实践相结合，深入掌握摄影测量学的基本概念和原理，加强摄影测量学的基本技能训练，培养学生分析问题和解决问题的实际动手能力。通过实际使用数字摄影测量工作站，了解数字摄影测量的内定向、相对定向、绝对定向、DEM、DOM、测图生产过程及方法，为以后从事有关数字摄影测量方面的工作打下坚实的基础。

1.1 课程意义和目的

数字摄影测量 4D 生产综合实习目的是运用所学的基础理论知识与课间实习已掌握的基本技能，利用现有仪器设备及资料进行综合训练。该实习不仅要求掌握 4D 产品生产的基本原理与方法，而且强调摄影测量的专业技能（立体观测），制作出符合生产要求的 4D 产品。

1.2 测量仪器

数字摄影测量的主要仪器是数字摄影测量系统。数字摄影测量系统的研制由来已久，早在 20 世纪 60 年代，第一台解析测图仪 AP-1 问世不久，美国就开始研制全数字化测图系统

DAMC。其后出现了多套数字摄影测量系统，但基本上都属于体现数字摄影测量工作站（Digital Photogrammetric Workstation, DPW）概念的试验系统。直到1988年，京都国际摄影测量与遥感协会第16届大会上才展出了商用数字摄影测量工作站DSP-1。尽管DSP-1是作为商品推出的，但实际上并没有成功地应用于生产。直到1992年8月，在美国华盛顿第17届国际摄影测量与遥感大会上，有多套较为成熟的产品展示，这表明了数字摄影测量工作站正在由试验阶段步入摄影测量的生产阶段。1996年7月，在维也纳第18届国际摄影测量与遥感大会上，展出了十几套数字摄影测量工作站，这表明数字摄影测量工作站已进入了使用阶段。

现在，数字摄影测量发展迅速，数字摄影测量工作站得到了越来越广泛的应用，其品种也越来越多，Heipke教授为数字摄影测量工作站的现状作了一个很好的回顾与分析。根据系统的功能、自动化的程度与价格，目前国际市场上的数字摄影测量工作站可分为四类：第一类是自动化功能较强的多用途数字摄影测量工作站，由Automatic、LH System、Z/I Imaging、Erdas、Inpho与Supresoft等公司提供的产品即属于此类产品；第二类是较少自动化的数字摄影测量工作站，包括DVP Geomatics, ISM, KLT Associates, R-Well及3D Mapper, Espa Systems, Topol Software/Atlas与Racures等公司提供的产品；第三类是遥感系统，由ER Mapper, Matra, MircoImages, PCI Geomatics与Research Systems等公司提供，大部分没有立体观测能力，主要用于产生正射影像；第四类是用于自动矢量数据获取的专用系统，目前还没有成功用于生产。

数字摄影测量工作站的自动化功能可分为：①半自动（semi-automatic）模式，它是在人、机交互状态下进行工作；②自动（automatic）模式，它需要作业员事先定义、输入各种参数，以确保其完成操作的质量；③全自动（full-automatic）模式，它完全独立于作业员的干预。目前，数字摄影测量工作站所具有的全自动模式功能还不多，一般还处在半自动与自动模式。而自动工作模式所需要的质量控制参数的输入，是取决于作业员的经验的，对此不能掉以轻心。因此，在运行数字摄影测量工作站的自动工作模式时，所需要输入参数的多少、对作业员所需经验的多少，应该是衡量数字摄影测量工作站是否稳健（robust）的一个重要指标。一个好的自动化系统应该具备的条件是：所需参数少，系统对参数不敏感。目前，不少数字摄影测量工作站实质上是一台用于处理数字影像的解析测图仪，基本上多是人工操作。从发展的角度而言，这一类数字摄影测量工作站不能属于真正意义上的数字摄影测量的范畴。因为数字摄影测量与解析摄影测量之间的本质差别，不仅仅在于是否能处理数字影像，最重要的是应该考察其是否将数字摄影测量与计算机科学中的数字图像处理、模式识别、计算机视觉等密切地结合在一起，将摄影测量的基本操作不断地实现半自动化、自动化，这是数字摄影测量的本质所在。例如，影像的定向、空中三角测量、DEM的采集、正射影像的生成，以及地物测绘的半自动化与自动化，使它们变得越来越容易操作。对于操作人员而言，这些基本操作似乎是一个“黑匣子”，他们并不一定需要摄影测量专业理论的培训（Ir Chung, 1993），只有这样，数字摄影测量才能获得前所未有的广泛应用。

数字摄影测量系统通常包括专业硬件设备和摄影测量软件。

1.2.1 专业硬件设备

1.2.1.1 立体显示与观测设备

立体显示是摄影测量与虚拟显示的一个实现基础，在测绘领域具有十分重要的地位。根

据人眼视差的特点，让左右眼分别看到不同的图像，这便是立体显示的基本原理。实现方法主要有补色法、光分法和时分法等，对应的设备包括双色眼镜、主动立体显示、被动同步的立体投影设备。由于测图生产的需要，本书只介绍与4D生产实习有关的双色眼镜、主动立体观测设备及立体显示设备。

双色眼镜是最常用的一种立体观测设备，如图1-1所示。这种模式下，在屏幕上显示的图像将先由驱动程序进行颜色过滤。渲染给左眼的场景会被过滤掉红色光，渲染给右眼的场景将被过滤掉青色光（红色光的补色光，绿光加蓝光）。然后观看者使用一副双色眼镜，这样左眼只能看见左眼的图像，右眼只能看见右眼的图像，物体正确的色彩将由大脑合成。这是成本最低的方案，但一般只适合于观看全身的场景，对于其他真彩色显示场景，由于丢失了颜色的信息可能会造成观看者的不适。

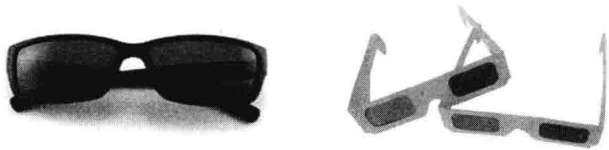


图 1-1 双色眼镜

主动立体显示设备最常见的是闪闭式立体眼镜以及对应的信号发射器，如图1-2所示。闪闭式立体又称为时分立体或画面交换立体，这个模式以一定速度轮换地传送左右眼图像，显示端上轮流显示左右两眼的图像，观看者需戴一副液晶眼镜，当左眼图像出现时，左眼的液晶体透光，右眼的液晶体不透光；相反，当右眼图像出现时，只有右眼的液晶体透光，左右两眼只能看见各自所需的图像。

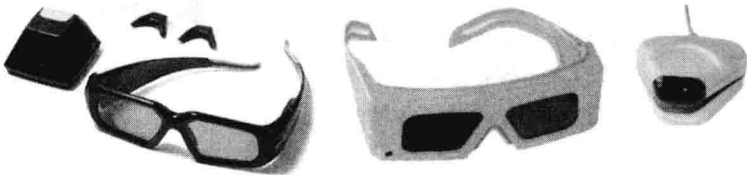


图 1-2 闪闭式立体眼镜及信号发射器

这种模式需要立体显示卡的配合使用。立体显示卡是具有双头输出的显卡，如图1-3所示。立体显示卡的驱动程序将同时渲染左右眼的图像，并通过特殊的硬件输出和同步（如采用偏振分光眼镜进行同步投影）左右两张图像。闪闭式立体需要显示卡的驱动程序交替地渲染左右眼的图像，例如，第一帧为左眼的图像，那么下一帧就为右眼的图像，再下一帧渲染左眼的图像，依次交替渲染。之后，观测者将使用一副快门眼镜。快门眼镜通过有线或无线的方式与显卡和显示器同步，当显示器上显示左眼图像时，眼镜打开左镜片快门的同时关闭右镜片的快门，当显示器上显示右眼图像时，眼镜打开右镜片快门的同时关闭左镜片的快门。看不见的那只眼的图像将由大脑根据视觉暂存效应保留为刚才画面的影像，只要在此范围内的任何人戴上立体眼镜都能观看到立体影像。这种方法将降低图像的一半的亮度，并

且要求显示器和眼镜快门的刷新速度都达到一定的频率，否则也会造成观看者的不适。

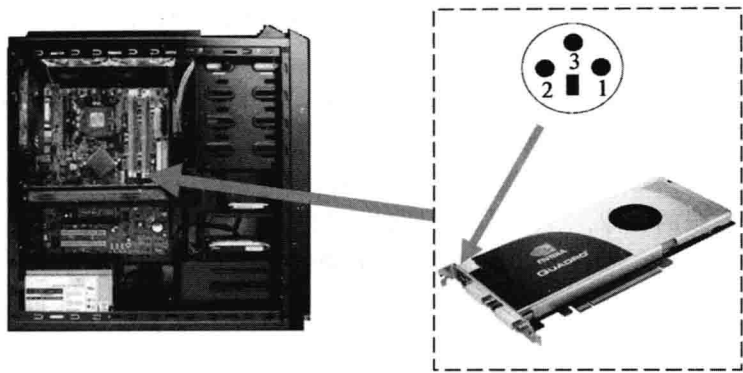


图 1-3 立体显示卡

1.2.1.2 手轮脚盘设备

手轮脚盘设备是数字摄影测量系统用于立体测图的主要工具，是在三维测图坐标系实现调整和操作的计算机仿真输入系统。如图 1-4 所示，手轮代表摄影测量坐标系的 X 轴、 Y 轴，脚盘代表 Z 轴，A、B 用于功能控制，进行确认或取消的功能操作。

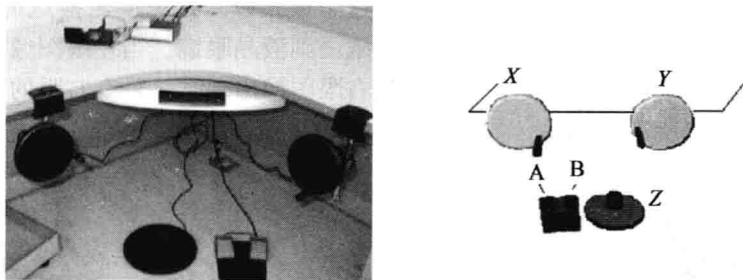


图 1-4 手轮脚盘

1.2.1.3 三维鼠标

三维鼠标是除手轮脚盘外另一重要的交互设备，主要用于 6 个自由度 VR 场景的模拟交互，可从不同的角度和方位对三维物体进行观察、浏览、操纵；可与立体眼镜结合使用，作为跟踪定位器，也可单独用于 CAD/CAM，(Pro/E、UG)。如图 1-5 所示，作为输入设备，此种三维鼠标类似于摇杆加上若干按键的组合，由于厂家给硬件配合了驱动和开发包，因此在视景仿真开发中使用者可以很容易地通过程序，将按键和球体的运动赋予三维场景或物体，实现三维场景的漫游和仿真物体的控制。

1.2.1.4 其他硬件设备

数字摄影测量工作站的其他硬件设备，如作为输入设备的影像数字化仪（扫描仪）主要用于将胶片或纸质影像数字化；作为输出设备的矢量绘图仪、栅格绘图仪以及批量出版的印刷设备等，主要用于数字产品的输出。

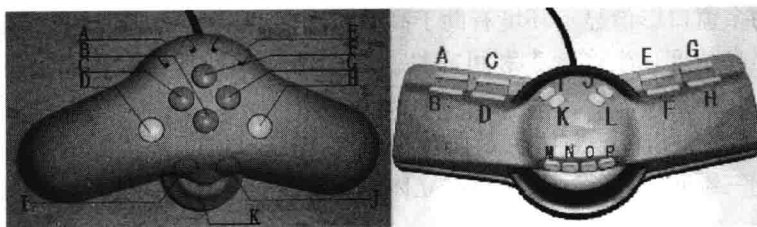


图 1-5 三维鼠标

1.2.2 数字摄影测量软件

数字摄影测量工作站的软件由数字影像处理软件、模式识别软件、解析摄影测量软件及辅助功能软件组成。

- (1) 数字影像处理软件主要包括：影像旋转、影像滤波、影像增强、特征提取等；
- (2) 模式识别软件主要包括：特征识别与定位（包括框标的识别与定位）、影像匹配（同名点、线与面的识别）、目标识别等；
- (3) 解析摄影测量软件主要包括：定向参数计算、空中三角测量解算、核线关系解算、坐标计算与变换、数值内插、数字微分纠正、投影变换等；
- (4) 辅助功能软件主要包括：数据输入输出、数据格式转换、注记、质量报告、图廓整饰、人机交互等。

目前，国际国内主流的数字摄影测量软件系统有：

1.2.2.1 ImageStation SSK 摄影测量系统（Intergraph 公司）

ImageStation SSK (Stereo Soft Kit) 是美国 Intergraph 公司推出的数字摄影测量系统，它把解析测图仪、正射投影仪、遥感图像处理系统集成成为一体，与 GIS（地理信息系统）以及 DTM（数字地形模型）在工程 CAD 中的应用紧密结合在一起，形成强大的具备航测内业所有工序处理能力的以 Windows 操作系统为基础的数字摄影测量系统。Intergraph 是目前世界上最大的摄影测量及制图软件的提供商之一，提供完整的摄影测量解决方案，其 ImageStation 系列软件已推出 20 年以上，具有深厚的理论基础。ImageStation SSK 不仅能处理传统的航摄数据和数字航摄相机的数据，还具备强大的卫星数据处理能力，包括 IKONOS、SPOTS、IRS、QuickBird、Landsat 等商业卫星。同时，它也具备近景摄影测量功能，是涵盖摄影测量全领域的完全解决方案。

ImageStation SSK 包含项目管理模块（ImageStation Photogrammetric Manager, ISPM）、数字量测模块（ImageStation Digital Mensuration, ISDM）、立体显示模块（ImageStation Stereo Display, ISSD）、数据采集模块（ImageStation Feature Collection, ISFC）、DTM 采集模块（ImageStation DTM Collection, ISDC）、基础纠正模块（ImageStation Base Rectifier, ISBR）、遥感图像处理模块（ISRASC）、空中三角测量模块（ImageStation Automatic Triangulation, ISAT）、自动 DTM 提取模块（ImageStation Automatic Evaluation, ISAE）、正射影像处理模块（ImageStation Ortho Pro, ISOP）。其中一些模块简介如下：

项目管理模块（ISPM）：项目管理模块（ISPM）提供航测生产流程所需的管理工具。该模块提供工程编辑、数据导入与输出、标准数据报告、工程归档等。

数字量测模块 (ISDM): ISDM 生成的影像点坐标可以直接用于 Z/I 或第三方的空三计算软件。灵活的多窗口影像显示环境有助于高效量测多度重叠区的连接点。自动相关和在线完整性检查能提高精度、生产效率和可靠性。影像增强和处理功能极大地帮助操作者进行量测。

立体显示模块 (ISSD): 立体显示模块提供在 MicroStation 环境中的立体像对的显示和操作, 如高精度三维测标跟踪, 矢量数据立体叠加显示, 立体漫游, 影像对比度和亮度的调整等。

DTM 采集模块 (ISDC): DTM 采集模块以交互方式在立体模型上采集数字地形模型数据、高程点、断裂线及其他地形信息。它也可以来编辑已有的 DTM 数据。用户通过它可以动态实时地看到三角网或等高线的变化。ISDC 使用特征表来定义地形特征。它也是 ISAE 的输入和接受部分。

基础纠正模块 (ISBR): 基础纠正模块是基于交互式 and 批处理的正射纠正软件, 能处理航空和卫星数据, 适合不同规模生产单位的需要。ISBR 产生的正射影像可用于影像地图生产。它的操作界面简单易用, 效率极高。

遥感图像处理模块 (ISRASC): 是适用于制图, 航测成图, 地理信息系统及市政工程的图像处理软件。它能显示和处理二值、灰度和彩色影像。在整个生产流程中 IRASC 可随时对影像进行处理及增强。

自动 DTM 提取模块 (ISAE): 自动 DTM 提取能根据航空或卫星立体影像自动生成高程模型。它利用影像金字塔数据结构和处理算法, 并自动进行实时核线重采样。它生成的 DTM 模型可由 ISDC 进行编辑修改及用于 ISOP 等软件生成正射影像。

自动空三模块 (ISAT): 自动进行连接点生成和空三计算。它在做影像匹配时, 利用内置的光束法自动产生多度重叠的连接点。ISAT 允许利用图形选择像片/模型/测区, 项目大小不受限制, 支持 GPS/惯导处理 (例如, Applanix POSEO)、相机检校、自检校参数自动设置及分析、空三结果的图形分析等。ISAT 能支持从内定向、连接点自动提取到空三计算及分析的全部流程。

正射影像处理模块 (ISOP): 是集成正射纠正功能的具备正射影像产品生产的全功能软件, 包括正射生产任务计划, 正射纠正, 匀光处理, 真正正射纠正, 色调均衡, 自动生成拼接线, 镶嵌, 裁剪和质量评估。它能将不同原始数据的坐标系转换为统一的成图坐标系。它将复杂的正射生产环节集成为一个简单高效的工作流程。

1.2.2.2 InPho 摄影测量系统 (Trimble 公司)

InPho 摄影测量系统由世界著名的测绘学家 Fritz Ackermann 教授于 20 世纪 80 年代在德国斯图加特创立, 并于 2007 年加盟 Trimble 导航有限公司。历经 30 年的生产实践、创新发展, InPho 已成为世界领先的数字摄影测量及数字地表/地形建模的系统供应商。InPho 支持各种扫描框幅式相机、数字 CCD 相机、自定义相机、推扫式相机以及卫星传感器获取的影像数据的处理。其主要功能已覆盖摄影测量生产的各个流程, 如定向处理 (空中三角测量)、DEM、DOM 等的 4D 产品生产以及地理信息建库处理, 等等。InPho 以其模块化的产品体系使得它极为方便地整合到其他工作流程中, 为全球各种用户提供便捷、高效、精确的软件解决方案及一流的技术支持, 其代理经销商和合作伙伴遍布全球。

InPho 系列产品包括系统核心 Applications Master, 定向模块 MATCH-AT、inBLOCK, 地形地物提取模块 Summit Evolution、MATCH-TDSM, 影像正射纠正及镶嵌模块 OrthoMaster、

OrthoVista, 以及地理建模模块 DTMaster、SCOP++。各模块既可以相互结合进行实践应用, 又可以独立实现各自功能, 并能够非常容易地整合到任何一个第三方工作流程中, 其各模块简介如下:

MATCH-AT 是基于先进而独特的影像处理算法为用户提供高精度、高效率、高稳定性的航空三角摄影测量软件。对于各种航空框幅式相机、数字框幅式 CCD 相机、推扫式 ADS 系列相机甚至无人机承载的数码相机等获取的影像均可实现完全自动化的高效空三处理。对于沙漠、水域等纹理较差的区域都可实现自动、有效的连接点匹配。

inBLOCK 是测区平差及相机校正软件。结合先进的数学建模和平差技术, 通过友好的用户界面, 极方便地实现交互式图形分析。支持多种传感器的灵活平差, 包括胶片、数字框幅式相机、GPS 和 IMU, 同一测区内支持多相机及特定相机的自校准。

MATCH-TDSM 自动进行地形和地表提取, 从航空或卫星影像中提取高精度的数字地形模型 (DTM) 和数字地表模型 (DSM), 为整个目标测区生成无缝模型。自动选择最适影像进行智能多影像匹配, 生成的 DSM 可以媲美 LIDAR 点云数据, 尤其适于城市建模的应用。

DTMaster 是数字地形模型或数字地表模型的快速而精确的数据编辑软件, 拥有极好的平面或立体显示效果。DTMaster 为 DTM 项目的高效检查、编辑、滤波分类等提供最优技术, 可以非常容易地处理 5 千万个点, 并可以方便地支持和转换各种数字地形/地表数据格式。

OrthoMaster 是 InPho 的一款为数字航片或卫片进行严格正射纠正的专业软件。OrthoMaster 的处理过程高度自动化, 既可以处理单景影像, 也可同时处理测区内的所有影像; 既支持基于 DTM 进行严格正射纠正, 也可以基于平面模型进行纠正, 与 OrthoVista 结合后可以生成正射镶嵌图。

OrthoVista 是全球领先的生产镶嵌匀色影像的专业软件。它主要是利用先进的影像处理技术, 对任意来源的正射影像进行自动调整、合并, 从而生成一幅无缝的、颜色平衡的镶嵌图。全自动的拼接线查找算法可以探测人工建筑物, 因而拼接线甚至是在城区依然可以有效地绕开建筑物, 并可自动调整拼接线周边羽化区域。另外, OrthoVista 可同时处理上万张影像。

SCOP++ 被设计用以高效管理 DTM 工程, 数据源可以是 LIDAR、摄影测量或其他来源的 DTM 或 DSM。SCOP++ 可提供非常卓越的数字地形模型的内插、滤波、管理、应用和显示质量的功能。其所有模块均被设计来处理成千上万个 DTM 点, 方便管理大型 DTM 项目并提供独特的混合式 DTM 数据结构。

InPho 的数字立体测图部分集成了 DAT/EM 的 Summit Evolution。Summit Evolution 是一款界面友好的数字摄影测量立体处理工作站, 可以方便地从航空框幅式和推扫式影像以及近距离、卫星、IFSAR、激光雷达亮度图及正射影像中采集 3D 要素, 并可将收集的三维要素直接导入 ArcGIS, AutoCAD 或 MicroStation 中。

1.2.2.3 LPS 摄影测量系统 (Leica 公司)

LPS (Leica Photogrammetry Suite) 是美国 Leica 公司研发的数字摄影测量系统, 具有简单易用的用户界面, 强大而完备的数据处理功能, 深受全球摄影测量和遥感用户的喜爱。LPS 为广泛的地理影像应用提供了高精度、高效能的数据生产工具, 是面向海量数据生产的优秀解决方案。LPS 对航天航空数字摄影测量传感器 (如 SPOTS、QuickBird、DMC、Leica RC30、ADS、A3 系列等) 的全面支持、影像自动匹配、空中三角测量、地面模型的自动提取、亚像素级点定位等的功能, 在帮助我们提高数据精度的同时, 也大大地提高了数据生产

的效率。LPS 采用模块化的软件设计,支持丰富多样的扩展模块,为用户提供了多种方便实用的功能选择,可根据用户需求灵活配置,具有功能强大、使用方便的优点。

LPS 也可以满足数字摄影测量人员的全部要求,从原始图像分析到视线分析。这些任务可以使用多种图像格式、地面控制点、定向和 GPS 数据、矢量数据和处理过的图像完成。LPS 系列产品包括核心模块 LPS Core、LPS Stereo 立体观测模块、LPS ATE 数字地面模型自动提取模块、LPS eATE 并行分布式数字地面模型自动提取模块、LPS Terrain Editor (TE) 数字地面模型编辑模块、LPS ORIMA 空三加密模块、LPS PRO600 数字测图模块、Stereo Analyst for ERDAS IMAGINE/ArcGIS 立体分析模块和 Image Equalizer 影像匀光器模块。其各模块简介如下:

核心模块 LPS Core 提供了功能强大且操作简单的数字摄影测量工具,包括强大的定向和正射纠正工具,其他数字摄影测量所必需的工具,以及影像处理方面的功能。LPS Core 包含 ERDAS IMAGINE Advantage 高级版的所有功能,能够完成包括卫片、航片及无人机图像在内的各种影像处理。

LPS Stereo 立体观测模块以多种方式对影像进行三维立体观测,能够在立体模式下提取地理空间内容,进行子像元定位,连续漫游和缩放,快速图像显示。图像显示包括立体、分窗、单片和三维显示等形式。

LPS ATE 数字地面模型自动提取模块能够利用尖端技术从两幅或多幅影像自动进行快速、高精度的 DTM 提取。

LPS eATE 并行分布式数字地面模型自动提取模块采用全新的地形提取算法,可做逐点灰度匹配,提取高密度的点云输出地面,利用多线程并行和分布式计算,输出包括 RGB 编码的 LAS 在内的多种数据格式,通过集成点分类获得经严密过滤的裸地形图。

LPS Terrain Editor (TE) 数字地面模型编辑模块是编辑 DTM 全面有力的工具。它能迅速更新地图,包括立体模式下点、线、面地形编辑。地形编辑支持多种 DTM 格式,包括 ERDAS Terrain Format, SOCET SET TINs, SOCET SET GRIDs, TerraModel TINs 和 Raster DEMs 等 DTM 格式。

LPS ORIMA 空三加密模块是区域网空中三角量测与分析的软件模块,能够处理大量的影像坐标、地面控制点和 GPS 坐标。ORIMA 能够实现以生产为核心的框幅式和 Leica ADS40/80 影像的空中三角测量,支持 GPS/IMU 校正和自检校。

LPS PRO600 数字测图模块实现交互式特征采集,必须集成在 Bentley 公司的 MicroStation 环境下。为用户提供了灵活、易学的以 CAD 为基础的,用于立体影像大比例尺数字成图的工具,包括标记、符号、颜色、线宽、用户定义的线型和格式等。

Stereo Analyst for ERDAS IMAGINE/ArcGIS 立体分析模块是 LPS 系统中三维数据采集的另外一个选择。在 ERDAS IMAGINE 或 ArcGIS 平台上进行真正三维特征采集和编辑,也是完全基于 GIS 的摄影测量立体量测产品。

Image Equalizer 影像匀光器是 LPS 修正和增强影像质量非常有用的工具。可以对航空影像和不均衡的卫星影像进行匀光处理;均衡和完善单幅或多幅影像的色度;去除局部高亮点 (hot-spots), 晕映和变形;支持交互式或批处理工作方式。

1.2.2.4 VirtuoZo 摄影测量系统 (Supresoft 适普公司)

VirtuoZo 数字摄影测量工作站是根据 ISPRS 名誉会员、中国科学院资深院士、武汉大学 (原武汉测绘科技大学) 教授王之卓于 1978 年提出的 “Fully Digital Automatic Mapping