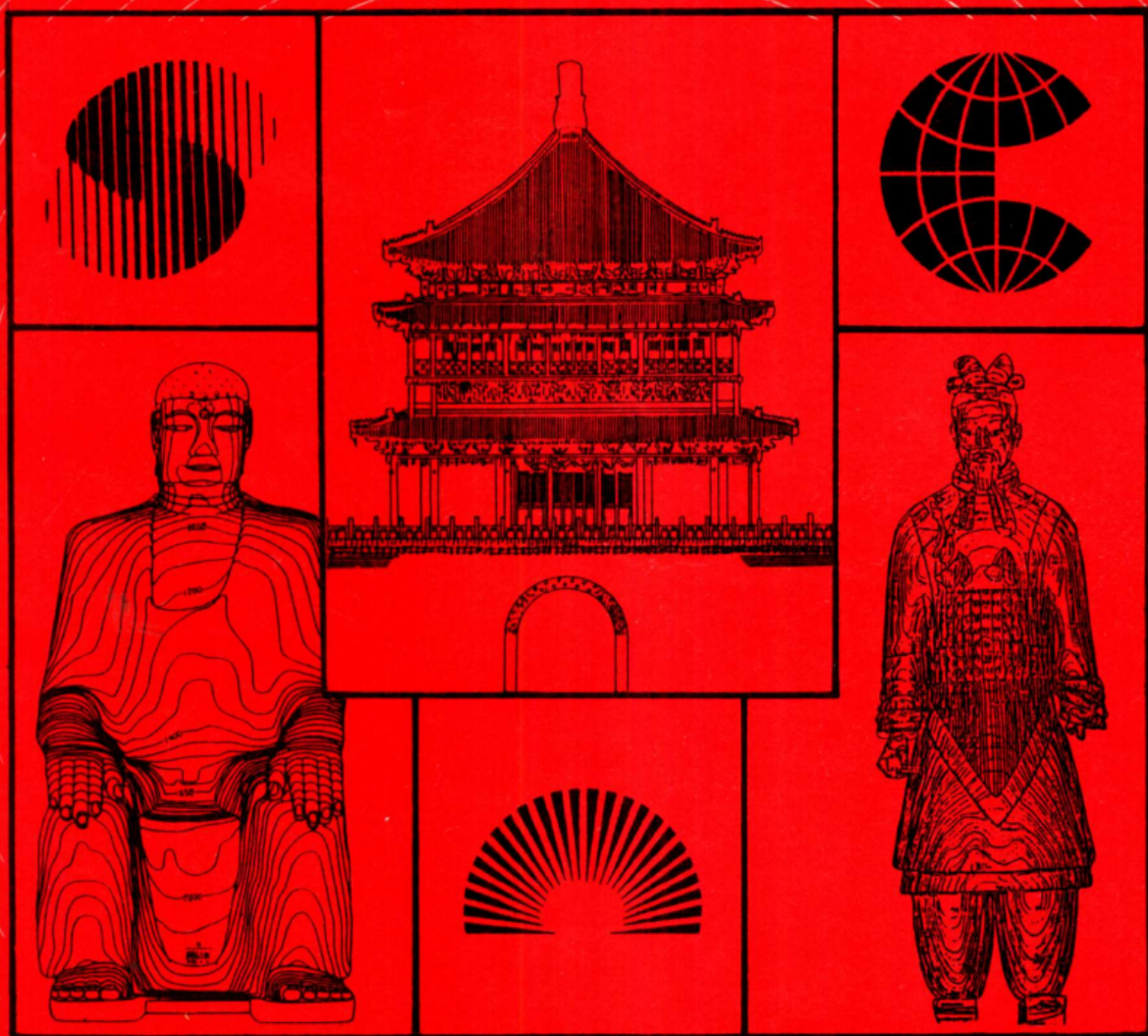


普通高等教育地质矿产类规划教材

工程与近景摄影测量

王文颖 主编



地质出版社



数据加载失败，请稍后重试！

普通高等教育地质矿产类规划教材

工程与近景摄影测量

王文颖 赵培洲 编
吴正春

地质出版社

·北京·

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本书包括对地面工程的地面立体摄影测量和非地形的近景摄影测量,系统地阐述了工程与近景摄影测量的基本理论,并结合三十多年的实践与教学,适当地列举了一些实际应用的例子,以便使读者参照本书所述内容,在理论上可以达到应知应会;在实践上能解决有关的技术问题。

本书可以作为地质、煤炭、冶金、水电、水土保持、交通、建筑、考古、船舶及宇宙器制造等专业的教材;也可供地学科学考察、变形观测试验、大气污染和医学等有关的科学研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程与近景摄影测量/王文颖主编.-北京:地质出版社,1994.11

ISBN 7-116-01626-0

I. 工… II. 王… III. ①工程测量②近景摄影测量 IV. P234.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 13392 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:李源明

地质出版社印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所发行

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:14 字数:330 000

1994年11月北京第一版·1994年11月北京第一次印刷

印数:1-3000册 定价:8.00元

ISBN 7-116-01626-0

P·1316

前 言

用摄影方法对地面工程进行立体摄影测量而获取立体像对后,接着再对立体像对作室内处理,以得到地面工程被摄影的重叠部位的有关数据,这无疑是认识和研究地面工程的有效手段之一。

近二十多年来,由地面工程摄影测量和计算机技术相结合而发展起来的近景摄影测量,它的特点是:一、摄影竖距短,通常认为被摄目标至摄影机的距离不大于 300m 为宜;二、工作对象侧重于非地形摄影测量;三、在作业中既使用专门为摄影测量目的而设计的量测摄影机,也可以在计算机数据处理系统的支持下,使用非量测摄影机。

编者着重把地面工程摄影测量与近景摄影测量合在一起,淡化两者的定义,这在摄影测量已进入数字化的今天,是有利于建立信息数据库和扩大有关仪器设备的使用范围,同时还可使专业人员拓宽知识范围,多方面地掌握与之相关的实际技能的目的。

本书在编写过程中,注意吸收了工程与近景摄影测量的应用实例和有关数字化的新资料,力争在理论上保持系统性,新颖性,并在技术领域中保持其实用性。

本书是在王文颖、赵培洲所写的《工程与近景摄影测量》讲义的基础上修改而成的。王文颖负责改编方案的制定工作以及第一、二、三、四、六章和第五章中工程摄影测量部分的编写工作;赵培洲负责第七章和第五章中近景摄影测量部分、第二章的部分编写工作;吴正春负责第八、九、十章的编写工作。全书最后由王文颖负责定稿。

在编写过程中,承中国地质大学(武汉)程新文副教授审阅了初稿,提出了宝贵意见,并把他所研究撰写的《非地形摄影测量精度估算及其摄影姿态探讨》一文供编者参考;同时教材初稿还得到地质矿产部测量学课程教学研究委员会会议与会代表吴蕴珉、怀兴宽、赵以泽、刘若瑟、林文介、田青文、金其坤等专家同仁的评审;西安地质学院的高庆华为本书清绘了大部分插图;付鸿照提供了封面设计方案稿图;刘宝生、刘丽萍和高瑞玲校对了部分公式和抄写了大部分书稿,编者在此一并表示感谢。

编 者

于西安

1994. 2

目 录

第一章 绪 论

- 第一节 工程与近景摄影测量的发展简史与趋势..... 1
- 第二节 工程摄影测量的基本特点和应用范围..... 3

第二章 工程摄影测量基础知识

- 第一节 立体观察与立体量测..... 7
- 第二节 坐标系统和定向元素..... 9
- 第三节 工程摄影测量常用的三种比例尺 12
- 第四节 工程摄影测量常用的几何相似关系和旋转矩阵 14

第三章 基本理论和公式

- 第一节 单张像片解析 20
- 第二节 立体像对的定向 23
- 第三节 基本摄影方式及公式 25
- 第四节 其它摄影方式 29

第四章 主要误差分析

- 第一节 内方位元素误差 39
- 第二节 外方位元素误差 45
- 第三节 量测值 B 、 x 、 z 和 P 对摄影坐标的影响误差..... 51
- 第四节 近景摄影测量几何特性的误差讨论 52

第五章 主要仪器设备

- 第一节 摄影仪器 56
- 第二节 摄影机的作业检校 69
- 第三节 立体坐标量测仪 75
- 第四节 1318 立体自动测图仪 84
- 第五节 全能立体摄影测量仪器..... 100
- 第六节 数字化仪器..... 110

第六章 摄影与像片控制点联测

- 第一节 制定作业方案..... 115
- 第二节 摄影基线与摄影竖距..... 117
- 第三节 像片控制点的布设与联测..... 123
- 第四节 摄影站、摄影及外业成果 125

第七章 内业数据处理

- 第一节 概述..... 131
- 第二节 常用的解析法基本公式..... 132
- 第三节 直接线性变换方程..... 134

第四节	时间基线视差法	137
第五节	1318 立体自动测图仪上测绘地形图	139
第六节	用于工程摄影测量的另外两种仪器	141
第八章 工程与近景摄影测量的应用		
第一节	珠穆朗玛峰地区和喀喇昆仑山冰川的工程摄影测量	144
第二节	地质小构造近景摄影测量	147
第三节	数字地面模型及其在工程地质中的应用	151
第四节	用工程摄影测量方法确定冰川的运动	156
第五节	工程摄影测量在土壤侵蚀研究中的应用	162
第六节	工程摄影测量在公路勘测设计中的应用	166
第七节	西安半坡博物馆遗址图的测制	168
第八节	陕西彬县大佛寺石窟的近景摄影测量	171
第九节	西安钟楼的摄影测量	175
第十节	秦兵马俑的近景摄影测量	180
第九章 非常规图像的摄影测量		
第一节	全景摄影测量	184
第二节	X 射线摄影测量	189
第三节	双介质摄影测量	191
第四节	鱼眼全景像片的摄影测量	197
第十章 实时摄影测量		
第一节	概述	204
第二节	实时摄影测量的数据获取系统	206
第三节	实时摄影测量的数据影像处理系统	210
第四节	实时摄影测量的应用	213
参考文献		217

第一章 绪 论

第一节 工程与近景摄影测量的发展简史与趋势

很久以前,在水中映影的现象就被具有高级思维的动物所感受。传说中的“猴子捞月亮”可能就是例证。大约在新石器时代,人类已能用手工制作出能检查自己容体的实物——磨光的石镜;而用照相技术记录人物的图像的事实却只有一百多年的历史。

1839年,达古赫(Daguerre)研制出了第一张照片,从此,摄影技术进入了人类的生活。

1858年,法国人加斯帕尔·费利克斯·图纳琼(K. F. Tunachung)用气球拍摄了巴黎城郊外库布莱镇附近的照片。

1859年,地面摄影测量用于建筑物测量。

1889年,德国的S·芬斯特沃德(S. Finsterward)开始用地面立体摄影测量量测冰川。

1901年,德国的C·普费里希(C. Pulfrich)发明了立体坐标量测仪,发展了地面立体摄影测量。

1903年,莱特兄弟(Wilbur. Wright和Orville. Wright)发明了叫做“飞行者”1号的飞机(现陈列在华盛顿史密森博物馆的航空和航天馆内)。

1909年W·莱特(W. Wright)在意大利利用飞机拍出了航空像片。

1914年至1918年间的的第一次世界大战中,使用了航空照相侦察技术。

1918年以来,航空摄影首先应用于地形测绘,继而在森林调查、地质勘查等资源调查方面,陆续采用航空像片作为专业性判读。

1921年,德国蔡司厂根据奥地利人奥勒尔(Orel)的设计图纸,制造出了第一台立体自动测图仪。

1924年,曼乃斯(Manes)研制成功了彩色胶片。

1937年,戈达尔特(Godalt)第一次拍摄出了彩色航空像片,并开始了多波段摄影。

1937年至1945年的第二次世界大战期间,德国人在地面上使用了红外遥感装置。

乃至50年代,人造地球卫星发射成功,开始了人类从宇宙空间观测地球的新纪元。

1960年,美国地理学家伊瑞林·普鲁特(Erely. Puritt)建议用遥感(Remote Sensing)这个词汇取代航空摄影测量。因为航空摄影测量只是利用航摄飞机上所摄的立体像对进行三维空间图形的测量,那时的航摄飞机的飞行高度只有10,000m左右,比卫星的高度低得多,所以它不能反映遥感技术的内容。继而1962年在美国密执安大学召开的首届“环境遥感讨论会”上,正式采用了遥感这一术语。

1966年,美国地质调查局(Geological Survey)设立了地球资源观测系统(EROS),并发射了地球资源观测系统卫星,开展了从宇宙空间对地球资源进行调查的工作。

综上所述,摄影测量以往是利用所摄立体像对进行三维空间图形的测量,它主要用于测制各种比例尺的地形图。随着摄影测量技术用于非地形测量的范围日益扩大,非地形摄影测量已

形成为摄影测量的重要分支。

所谓非地形摄影测量,是研究对各类目标进行摄影,以确定其形状、大小和几何位置的理论和技術。其内容可以包括:近景摄影测量;解析地面立体摄影测量;水下(双介质)摄影测量、X光摄影测量;电子显微摄影测量,以及全息摄影测量等。

实时摄影测量(详见第十章)以惊人的速度发展,已形成摄影测量又一新的分支,从而使近景摄影测量有可能从解析数字测量向自动化方向发展的趋向,这意味着近景摄影测量已临近第二次飞跃的前景。

那么,同行们将如何迎接这一新的挑战呢?

当前,近景摄影测量有如下的发展动向:

1. 改进近景摄影测量方法的精度和可靠性;
2. 改进用于量测和非量测摄影机的脱机与联机数据改化系统;
3. 使用、发展和完善近景摄影测量的软件系统、特别是微机软件和非常规摄影测量软件;
4. 发展和改进水下摄影测量系统;
5. 发展和改进数字摄影测量和机器人视觉;
6. 研究获取成果更加快速的途径和方法;
7. 改善量测和非量测像片在各种解析测图仪上的应用;
8. 加强摄影测量工作者与其它学科工程技术人员横向联系、拓宽服务范围。

如上所述,地面摄影测量、航空摄影测量、遥感及近景摄影测量的发展及其相互间的关系,可以用图 1-1 所示框图来说明。

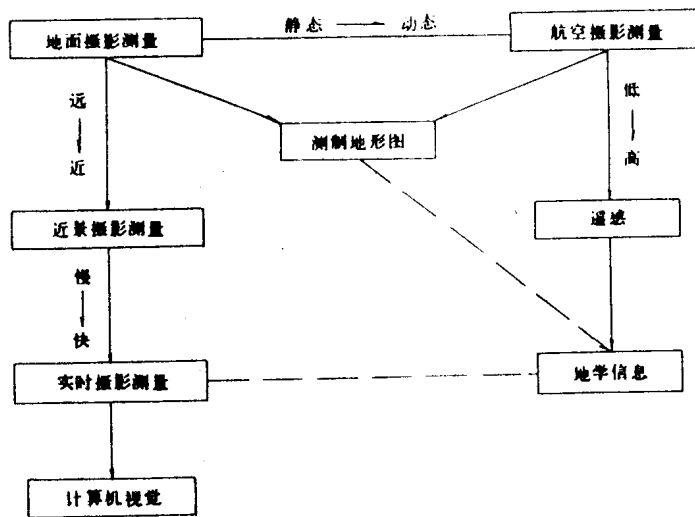


图 1-1

上述四种测绘技术的发展,可能有下列的趋势:

(1)在电子计算机技术作为媒介的作用下,这四种测绘技术在各自的发展中趋于联合,构成信息数据库(Data Base);

(2)在摄影测量的基础上,朝着“宏观更宏,微观更微”对各自技术有利的方向发展,例如近景摄影测量的实时摄影测量,就可能发展成为制作机器人的眼睛的重要依据。

我们在掌握和使用上述四种技术过程中,既要注意它们之间的综合利用,又要留意每项专

业技术在应用中的发展、提高,以至创建更有效的新技术。本书取名为《工程与近景摄影测量》,就是注意了以上的综合利用和发展趋势。

工程摄影测量是利用摄影技术为工程建设提供情报和数据。从广义上说,它包括了地面摄影测量、航空摄影测量、遥感、近景摄影测量及低空(气球)摄影等测量技术在工程研究和建设中的应用。目前,在摄影测量教学中,有些部门(如西安地质学院测量工程系),把航空摄影测量和遥感列为两门专业课程,而把工程与近景摄影测量又单列为一门新课程。在工程与近景摄影测量教学过程中,我们一方面将使用于工程测绘的地面摄影测量和侧重于非地形的近景摄影测量结合起来,扩大仪器设备的应用范围,另一方面也顾及到各摄影测绘技术之间的相互渗透的发展优势,力争使教材的内容更新更实用。

工程与近景摄影测量已初步进入了数字摄影阶段,也就是说摄影测量在约一个世纪内,经历着模拟——解析——数字化的三个发展阶段,现在已进入数字化阶段,这个发展过程及其名称的变化反映了测绘专家们为寻求一个相适应的专业名称所作的不断的探索。

为了尽量使专业名称符合摄影测量的客观实际,由此而引起了人们对测绘的原含意提出了新的看法(挑战)。目前,对测绘所下的定义居于优势的看法如下:

“测绘是获取、处理和提供地球表面及其外层空间的几何、物理信息、以及与地理分布有关的资源、环境和社会基础信息的技术。”

我国在1949年前就有了航空摄影测量机构,隶属于军事系统。1949年后,航空摄影测量和航空地质调查发展很快。60年代以后,随着山区的调查和开发,地面立体摄影测量在我国得到了应用和发展。70年代以前,我国在地面和航空立体摄影测量配合测图方面有相当的进展,同当时先进国家的技术和理论水平相距不大。

60年代后期至70年代,我国测绘科学、尤其是发展迅速的摄影测量,同先进国家的差距拉大了。然而80年代以来,我们的摄影测量伴随着国际摄影测量的发展新形势,在摄影测量基础理论和近景摄影测量方面,作出了举世公认的贡献。我们可以期望,我国将在摄影测量的计算机视觉和人工智能研究以及地学信息等新领域中取得新成就。

第二节 工程摄影测量的基本特点和 应用范围

一、工程摄影测量的基本特点

伸出你的大姆指沿视线方向改变大姆指到眼睛的距离、用一只眼睛看这种改变是不明显的;但若用两只眼睛同时观察,就很容易发现大姆指到眼睛的距离在改变。这是由于用一只眼睛看物体,在事前不知道它的大小和周围环境的情况下,是判断不出物体的远近的,因为物体远近通过视网膜传送到大脑皮层的像几乎是一样的。而用两只眼睛就不同了,两眼间有一定的距离(称为眼基距,通常是60mm左右),当空间物体位于不同位置时,分别通过左眼和右眼的网膜,传送到大脑皮层的像就不一样了,从而便可判断出物体的远近。对于具有长、宽、高的物体,就有空间立体感觉,这和和普通地形测量里,从两个测站上测定地物位置的前方交会很相似。人们便把两只眼睛有立体感觉的这种本领,叫做“立体交会”或“立体效应”。

用两架性能基本相同的摄影机,几乎同时对一客观实体在地面上进行摄影测量,同人用双

眼立体交会观察某一实体的习惯很相似,所获得的像对容易判读。

在地形测量中,采用经纬仪(或照准仪)和水准仪在实地测是地物点的角度、距离和高低,而工程摄影测量则是在室内进行立体量测像片对上的坐标值,从而算出地物点的角度、距离和高低的,这样便把繁重艰辛的外业工作,在很大程度上转变成为室内作业。

工程摄影测量和航空摄影测量相比,其内业测图工作要简单很多。这是因为工程摄影测量的摄影机是安装在固定站上摄影的,摄影人员可以严格地把摄影机的光轴安放在“理想”的位置上;而航空摄影测量因为是在颠簸飞行的飞机上进行,它的几何关系要复杂得多。另外,工程摄影测量所摄得像片及其上的控制测点和刺点,通常是随摄影程序一起进行的,具有像片记录的实际几何性、永久保存以及便于检查等特点。因此,其他测量的某些不足,正好被工程摄影测量所克服。

工程摄影测量就是把摄影经纬仪安置在地面固定的测站上,向测区摄取立体像对,然后利用立体测量的仪器测量数据或进行地形图绘制。由于摄影机是安置在地面固定测站上摄影的,因而可借普通测量的方法把摄影站的位置测出。在严格地把摄影机的光轴安置成“理想”的位置的条件下。工程摄影测量实际上就相当于航空摄影过程理想位置。目前航空摄影还不能做到理想摄影。

当然,工程摄影测量和其他测图方法相比,也有一些不足之处:如野外工作量远较航空摄影测量为多;作业工序较普通的地形测量为繁;受地物遮蔽影响比其它方法为重等。

二、工程摄影测量的应用范围

工程摄影测量的外方位元素(用来确定曝光瞬间光束的空间位置)借野外测量或安置以后也都是已知的,因而它的室内测图工作也较航空摄影测量要简化得多。此外它具有经济、外业周期较普通测量短、人员组织精悍等特点。在陡峻的山区和不易抵达的高山冰雪地区及边界地区,为获取数据信息和施测比例尺大于1:25 000的地形图,它所具备的科学性、经济性和反映陡峻地物的逼真度等优点,也已被多年的实践所证实。

工程摄影测量和航测配合测图,不仅可以提高测图质量,而且还可以降低费用。

工程摄影测量在地学工程方面有着很大的应用途径,诸如水坝测量、测定工程建筑物的变形、研究土壤的下滑(即滑坡)和土壤的崩塌等。

工程摄影测量在军事上、科学研究上和其他国民经济部门也有很多的用途。例如:

在军事上,可利用工程摄影测量的方法来测定弹道、炮弹的轨迹和飞行速度,也可用来测定海浪的高度、长度以及海浪移动的速度,而借海浪等速度的变化来研究军舰和船只的性能。在边防上的用途是显而易见的。

在科学研究方面,采用工程摄影测量来摄取泥石流、冰崩、雪崩等的形成过程及堆积量;测量冰川运动速度,还可以测量气象火箭的轨迹。目前它是研究河冰、天然气等动态现象的手段之一。

在地质勘查方面,利用工程摄影测量可把矿藏的形状同露头岩层的倾斜角、裂缝及走向等更客观、更精确地表示在地图上。在不易攀登的地段,它是作地质剖面的有效手段之一。

我国已用工程摄影测量方法绘制出了珠穆朗玛峰地区的精密地形图。随着我国的经济建设和改革的客观需要,工程摄影测量将得到更广泛的应用和发展。

三、近景摄影测量的基本特点和应用范围

自 1972 年以来,出现了非地形摄影测量这一术语。非地形摄影测量的主要工作对象是不包括地形测量以外的很多领域的,而近景摄影测量在非地形摄影测量中占有重要的比重。有的学者提议,目标至摄影机的距离不大于 300m 者即为近景摄影测量。从这个角度上说,近景摄影测量是地面立体摄影测量摄影竖距 Y 的缩短。近来,有些学者指出,近景摄影测量的摄影竖距 Y 应为 0~200m。

近景摄影测量已广泛用于科学技术的各个领域,如:建筑、地质、采矿、机械结构、考古、生物、飞机汽车船舶制造以及粒子加速器等。其目的是提供静态目标的平面图、等值线图或三维空间坐标,还可以提供动态目标的运动轨迹以及工程所需的各类参数。

近景摄影测量与其它测量相比有以下优点:

1. 可量测不能直接量测或不能接触的物体,如科学实验中的烟云、水波、物体的热变形等;
2. 测定物体的运动轨迹和变形,如高层建筑物受外力的摆动变形,桥梁上通过车辆时的负荷变形等;
3. 在瞬息间能收集到大量的信息,且反映客观,并能将信息直接输入电子计算机进行处理或建立数学模型;
4. 准确地记录物体现有形状与不易测量的复杂外形的物体,并根据已恢复影像的空间模型进行复制,如考古发掘、古文物浮雕、汽车、飞机外形设计研究等。

鉴于上述优点,近景摄影测量技术在某些领域中已取代了传统的测量方法。由于它在建筑、工业和生物医学方面发展最快,因而又形成了建筑摄影测量、工业摄影测量以及生物医学摄影测量。

近景摄影测量中的许多计算理论问题,与航空摄影测量及地面立体摄影测量解析中的问题相仿,因此,在摄影测量中,为了测绘地形图和加密运算所发展的一些解算技术,可以直接引用在近景摄影测量中。但在近景摄影测量中也有其自身的特点,主要是在摄影安排、控制布局、短边精密三角测量以及多站摄影技术等方面。在近景摄影测量中,常常要绘制 1:50, 1:20 甚至 1:1 特大比例尺的图件,为了提高精度,除采用正直、等偏、倾斜摄影外,还可采用多站摄影技术,即由不同角度对被测目标摄影,提供整个物体表面的多重立体覆盖。这样,就可获取极高的内部精度,当考虑到系统误差的补偿时,其相对精度可达到 1:10 000~1:100 000。

近景摄影测量的发展同摄影测量一样,也经历了模拟、解析和数字三个阶段。1966~1976 年,模拟法近景摄影测量在各领域的应用、及与边缘学科相结合,开创了近景摄影测量新局面,产生了第一次飞跃。1976~1986 年,解析法方兴未艾,进入 80 年代,数字近景摄影测量(或称实时摄影测量)RTP(Real-Time Photogrammetry)面临着第二次飞跃的前景。

这里值得一提的是:专为近景摄影测量设计、制造的量测摄影机 UMK 10/1318 的问世,以及 1971 年解析数据转换技术中著名的直接线性变换 DLT(Direct Linear Transformation)的发表,是近景像片解析处理得以迅速发展的基础。

近十年来,我国近景摄影测量发展较快,据统计全国已有九十多个单位相继从事这方面的研究工作,并有小批量生产的报导。很多古建筑摄影测量方面的产品,得到了文物保护部门的好评。在动物躯体的模拟法测量方面,如金丝猴头骨测定、奶牛外形测定、人面测定等均取得相

当丰富的经验。并且,近景像片的解析处理有一定的深度,尤其在直接线性变换(DLT)和联合平差方面的理论研究成果较为明显。有许多计算程序已投入生产,其中某些程序具有粗差自动定位,系统误差补偿、联合平差、验后方差估计以及提供平差结果和有关观测值精度、可靠性指标等多种功能。在应用方面,据报导有:烟囱烟体外形及扩散的测定、油轮和油罐容积的测定、飞机、汽车外形测定、水轮机叶片外形测定、地质构造测定、黄河模型测量、舰船模型测量、航迹测量、卫星地面站天线校准测量、体育运动空间分析、足迹测定、码头护舷变形测量、高层建筑物变形测量、隧道模型变形测量、作案现场与交通事故现场的摄影测量记录等。

另外,在低空摄影测量、电子显微摄影测量、水下摄影测量、X光摄影测量等方面亦有不少研究成果。实时摄影测量目前的状况就是应用装有电荷耦合器件 CCD (Charge-Coupled Device)——传感器的摄影机对一种动态过程(或现象),实时地进行数据获取、量测、处理和分折,它可用于工业质量控制及机器人视觉系统。

本《工程与近景摄影测量》教材,有意模糊除航空摄影测量和遥感以外的摄影测量之间的界限以及在非地形测量和地形测量内容上的界线,而称之为工程摄影测量。这是由于在理论上和所采用的摄影测量仪器上,通常对地形测量和非地形测量都是适用的。本教材也不拟深究近景摄影测量所定义的竖距 Y 究竟应是多少米,因为这是一个相对的定义、且将随着客观事物的发展而演变,故在教材内容的叙述中,工程摄影测量主要是在地面上采用量测相机进行与地学工程有关的摄影测量。而近景摄影测量则是在地面上或低空中采用量测摄影机或非量测摄影机进行以非地形摄影测量为主的摄影测量。

回顾历史,自一百多年前开始有摄影测量以来,摄影测量作为有效地收集客观信息并能重映的科学技术手段得到了飞速的发展,其发展特点是速度愈来愈快,形式越来越多样化,而空间的几何关系却很少变化。这就要求学习、重视本学科的基础和关注其发展趋势,以使自己成为能驾驭工程与近景摄影测量的专门人才。

第二章 工程摄影测量基础知识

第一节 立体观察与立体量测

一、立体观察

从第一章第二节里,我们已经知道了立体观察的基本定义,而日常生活中,人们用双眼去观察自然界物体,同一物体在左右两眼中分别构成两个影像,经视觉凝合成单一的影像,从而感觉到被观察物体的立体形状,即产生前后远近的立体感觉。

视差是人眼观看物体的感觉。人眼睛观看物体能有所感觉是因为人眼睛是一个由细胞组成的特殊摄影机。人的眼球基本生理构造如图 2-1。

眼球的透明晶状体相当于摄影机的物镜、视网膜则相当于摄影感光片。

视网膜由血管、视细胞杆体和锥体、神经纤维和神经细胞等组成。视网膜内面正对眼球后极处,称为黄斑部。黄斑部正中央稍凹陷,称为正中凹(网膜窝),感光最灵敏、视力最佳。由物体发出的光通过晶状体,投射在视网膜上,引起神经兴奋、兴奋传导至大脑枕页的视中枢,成为视觉。

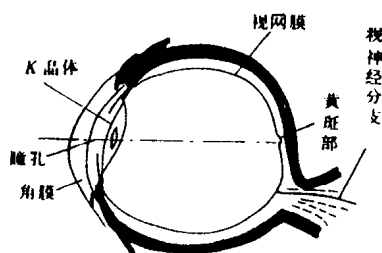


图 2-1

视觉分单眼视觉和双眼视觉。

单眼视觉只能感觉到物体存在于平面之中,而不能感觉到物体的空间立体感。

这里需要介绍立体感觉的基本形成过程。

如图 2-2a,当双眼注视某点 A 时, A 点在左右眼睛的网膜窝上同时构像为 a_1, a_2 , 而比 A 点远的 M 点的影像则不能落于网膜窝。在左眼产生 $m_1 a_1$, 在右眼产生 $m_2 a_2$, 则两个弧度产生一个生理视差, 即左、右眼中影像点与网膜窝之间圆弧之差, 以 η 表示:

$$\eta = m_1 a_1 - m_2 a_2$$

$\eta < 0$ 表示双眼对 M 点的交会角小于对 A 点的交会角, 则 M 点比 A 点远。 $\eta > 0$ 表示双眼交会 N 点的交会角大于 A 点的交会角, 则 N 点比 A 点近。若 $\eta = 0$ 则表示 K 点与 A 点等远。所以生理视差是产生立体感觉的基础。

人们用双眼观察空间有远近的两点时,便在双眼内产生生理视差。因此当采用人为办法使之在眼网膜上产生了生理视差时,便可获得立体感觉,如图 2-2b。设在两眼前面放一对玻璃片 P_1, P_2 , 通过玻璃观看物体,同时把左右两眼所看到的物体形像,分别记录在左右两块玻璃片上,如用摄影的方法则当后面的物体拿掉时,观察玻璃片的影像,便在观察者的眼内网膜上构成的像及形成的生理视差,与直接观察物体一样,也就是说,所感觉到的立体模型与实物一样。

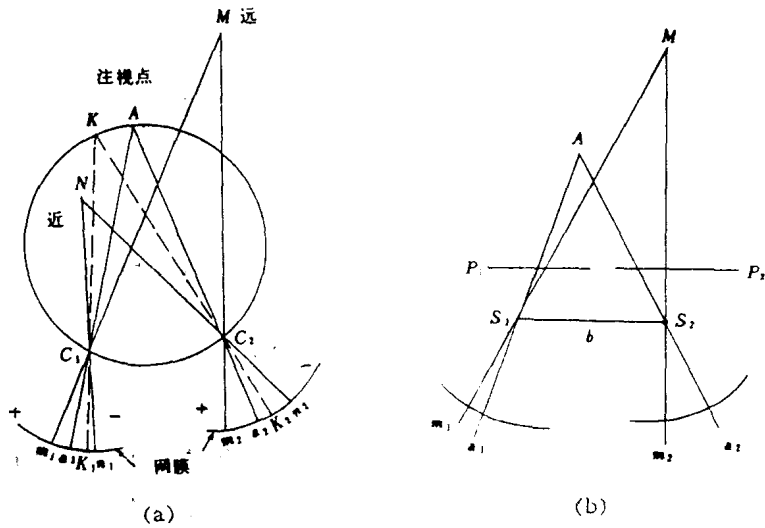


图 2-2

根据以上所述立体观察特性,在进行象对立体观察时,必须满足下列条件,才能得到立体效果。

- (1) 安放左右相邻两张具有一定重叠度的像片,左像片放在左边、右像片放在右边、使左、右像片坐标轴大致平行。
- (2) 眼基线平行于摄影基线在像片上的投影。
- (3) 每眼分别各视一张像片、左眼看左像、右眼看右像、双眼凝视同名点。

二、几何模型与光学模型

利用立体像对分别安放在双像立体测量的仪器里,经光源投影后建立起与实物相似的光学立体模型叫做几何模型。依靠人的双眼观察立体像对所感觉到的光学立体模型,则称为光学模型。

投影建立的几何模型和依靠双眼观察到的光学模型都是光学影像,而不是实体,只能通过观察,才能感觉到。

几何模型与实物相似,可以用解析几何中的相似关系进行数学处理;而光学模型是受人眼观察位置和仪器条件的影响,发生变态,与实物是不相似的。

图 2-3 所示,只有在仪器投影交会在承影面 I 上的 a 点处,几何模型与光学模型相重合而无变态;除 a 点以外不在承影面上交会的点,其在几何模型与光学模型上的相应点(如 m 和 m₀)均不重合而产生变态。

量测时,照准 a 点,同时在 a 点上量测,则不受模型变态的影响。当承影面升到 m₀ 点处,则 m 点与 m₀ 点重合,此时照准 m₀ 点,同时也量测 m₀ 点,则量测同样不受

模型变态影响。

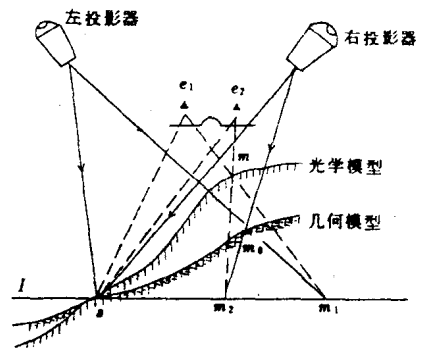


图 2-3

三、立体量测

像片量测可以直接量测和立体量测,直接量测可采用直尺或单像坐标仪进行。立体量测是在立体观察下,利用测标与立体模型相切的方法进行。

立体量测的基本方法是利用两个单独的测标分别安置在立体像对的同名点上,进行立体观察记录读数。图 2-4(a)和图 2-4(b)是像对进行立体量测的示意图。

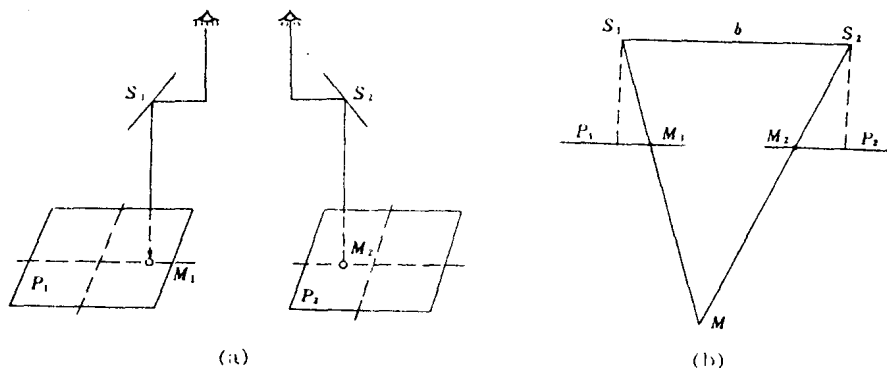


图 2-4

如图 2-4(a), P_1 和 P_2 为具有立体重叠的像对,将其安置在反光立体镜下,用两个相同的标记(测标) M_1 和 M_2 分别放在每张像片上,使测标的连线与眼基线平行。为了进行立体观察,两个测标须作如下运动:

- (1) 与眼基线平行方向的共同移动,即总滑床的 X 移动;
- (2) 与眼基线垂直方向的共同移动,即 Y 方向移动;
- (3) 两测标在基线方向相对移动,即左右视差 P 的移动;
- (4) 两测标在基线垂直方向的相对移动,即上下视差的 q 移动。

这些运动的配合可使测标 M_1 和 M_2 分别与像对中任一对同名点重合,此时在立体镜下观察,就可看到立体测标(即 M_1 和 M_2 立体凝合为一个印象)与立体模型点相切,同时记录读数。

第二节 坐标系统和定向元素

工程摄影测量是在地面固定的两上摄影站上用摄影机先后摄取同一地区的两张像片,这样的两张像片通常称为立体像对。然后根据像对在摄影时所处的空间位置以及像点坐标来确定相应地面点的坐标。因此,首先得明确所采用的各种坐标系统以及确定像对在摄影时空间位置的方位元素。

一、坐标系统

1. 像片坐标系

为确定像点坐标,在像片上采用平面直角坐标系 $O-XZ$ (图 2-5)。像片面是与摄影物镜主光轴相垂直的,主光轴与像片面的交点称为像主点。即以像片的上下框标(3、4 框标)连线作为 Z 轴,左右框标(1、2 框标)作为 X 轴, X 轴和 Z 轴的交点为坐标原点即像主点,像片上任一像

点可由坐标值 x, z 来确定。

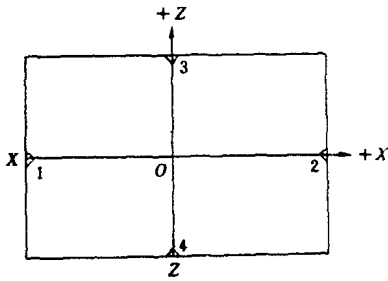


图 2-5

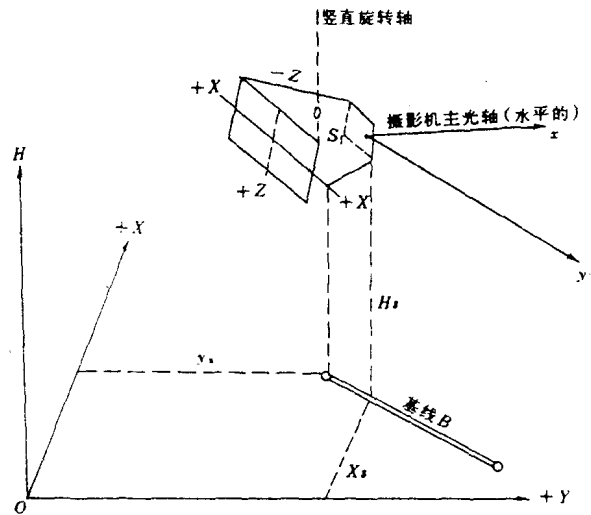


图 2-6

2. 摄影测量坐标系

摄影测量坐标系简称摄影坐标系,是物空间选定的一种右手空间直角坐标系,用以表示模型点的坐标。这种坐标系是以摄影站(或投影中心) S 为坐标原点,坐标轴根据需要选定,在工程摄影测量采用 $S-XYZ$ (图 2-6)即以左像片投影中心 S_1 为坐标原点,摄影主光轴作为 Y 轴,在同一水平面上与 Y 轴相垂直的方向作为 X 轴,过 S_1 的铅垂方向作为 Z 轴。这样,对每一个像对均有各自的摄影测量坐标系,最后都将纳入到统一的大地坐标系中。

3. 大地坐标系

这种坐标系可以是国家坐标系,或假定坐标系。一般情况下,它与摄影测量坐标系不一致,因为从不同的摄影基线上所拍摄的像对,其摄影测量坐标系是不同的。

物点的大地坐标是根据摄影测量坐标,经坐标轴的平移和旋转换算而求得的。

如果只要求出物点间的相对位置,则只要测定它们的摄影测量坐标就够了,用不着换算成大地坐标。在建筑摄影测量中,常常就是这样做的。

4. 专用的近景摄影测量坐标系

近景摄影测量的摄影方式比在地面上作工程摄影测量要灵活得多,有时它可以采用离开地面的低空摄影;还可以采取非量测摄影机作业,这样近景摄影测量有时需要建立专用的五个坐标系,如图 2-7 所示。图中 G 是物空间坐标系的原点。

(1) X, Y, Z 表示地物点 C 在原物方空

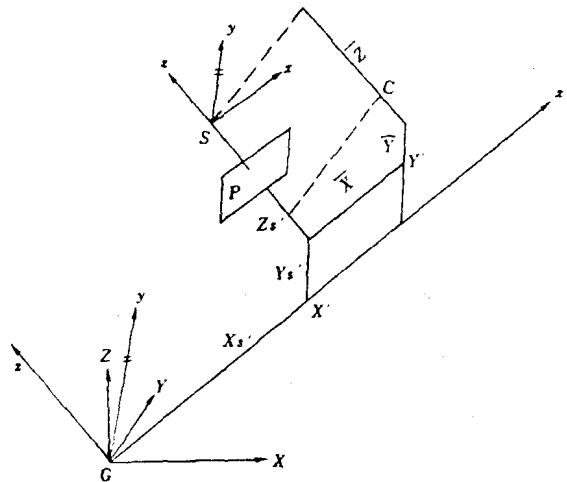


图 2-7