

高等教育土建类专业规划教材·应用技术型

LISHI JIANZHU CEHUI

# 历史建筑测绘

主 编 吴 涛 王雨晴



重庆大学出版社  
<http://www.cqup.com.cn>





LISHI JIANZHU CEHUI

# 历史建筑测绘

主 编 吴 涛 王雨晴  
参 编 丁海燕 马玉琳  
王 琼 范 莉

重庆大学出版社

## 内容提要

本书为“高等教育土建类专业规划教材·应用技术型”之一。全书共11章,主要内容包括绪论、测量基本知识及应用、测绘前的准备、历史建筑的草图绘制、单体建筑测量、总平面测绘、历史建筑测量中的误差、计算机辅助制图、测绘报告、历史建筑的价值与年代鉴定基础等。此外,为了丰富教材的内容,完善历史建筑测绘的成果等方面内容的要求,方便历史建筑的相关名词和构件的查找,在本教材的最后还附上了大量附录资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

历史建筑测绘/吴涛,王雨晴主编. —重庆:重庆大学出版社,2017.1

高等教育土建类专业规划教材·应用技术型

ISBN 978-7-5689-0155-0

I. ①历… II. ①吴…②王… III. ①历史建筑—建筑测量—中国—高等学校—教材 IV. ①TU198②TU-092.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第229976号

高等教育土建类专业规划教材·应用技术型

### 历史建筑测绘

主 编 吴 涛 王雨晴

责任编辑:王 婷 钟祖才 版式设计:王 婷

责任校对:邬小梅 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (营销中心)

全国新华书店经销

重庆共创印务有限公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:8.5 字数:207千

2017年1月第1版 2017年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-0155-0 定价:23.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 前言

我国有着悠久的历史文化和传统,其中建筑更是有着独特的风格和技艺,在世界文明历史长河中自成一派,很多建筑物就算是今日看来也让人不禁叹为观止。长久以来,世界上对中国古建筑的研究都不曾停止过,要学习和研究中国历史建筑,对其进行测绘就必定是不可或缺的部分,也是各项研究开始之前的基础。

历史建筑测绘是对历史建筑(群)进行全面、真实、深度的调查记录,是保护、发掘、整理和利用建筑遗产的基础环节,同时又为建筑历史与理论研究、建筑史教学提供翔实的基础资料,为继承发扬传统建筑文化、探索有中国特色的现代建筑创作提供借鉴。

很多高校都设立建筑学专业,对中国历史建筑的学习都是其中一项必修课程,是建筑学教学的重要环节,尤其中国历史建筑更是有自成一派的风格和体系,更加值得学习和研究,但关于历史建筑测绘的相关教材较少。本教材是特别针对应用型大学的建筑学专业所专门编制的,内容较其他教材更加简洁,其中测绘的方法性和操作性更强,更易被学生所理解,进而更加容易运用到实践中去。

《历史建筑测绘学》一书,是高校教材编写组教师团队在担任历史建筑测绘教学实践和社会实践的整理总结。本教材基于已有相关书籍的经验和成果,总结教学过程中的经验和方法,按照理论讲解—工具认识—方法传授—实际操作—绘制图纸—得出成果的测绘过程,确定本书内容顺序,侧重工具的使用和实践操作,强调测绘的具体过程,从而使之更加适用于应用型大学的教学特点和环节,让使用者更加直接地理解历史建筑测绘的方法,掌握其操作方式,以便与实践有更高的契合度。书中系统全面而具体地叙述了历史建筑测绘的所有必备环节、程序、方法和内容,是一本历史建筑测绘工作的指导书。本书采用图文对照的方式,书中还包含历史建筑的价值和年代鉴定这个如何认识历史建筑的重要历史学术问题,也是对于历史建筑认识的深化和提高,它们也都是宝贵的历史建筑资料,可供建筑历史研究和文物保存工作参考。

除了高校课程以外,在对传统建筑的保护工作方面,当前的保护工作普遍存在前期调查与测绘深度不够、记录建筑信息不够完整等问题,亟待一套规范的测绘标准来保证测绘成果的有效价值。本教材的编写参照了住建部和国家文物局关于历史建筑测绘相关规范的要求,对测绘工作的内容、深度、成果规范化等作出明确要求,保证测绘成果的真实、有效。

本教材是多人努力的成果,主要编写成员包括:吴涛、王雨晴、马玉琳、王琼、范莉、丁海燕等老师,同时要感谢重庆大学城市科技学院建筑学院各位老师对教材的内容、教学要求等方面的建议和完善。

本书由王雨晴老师主编并统稿,负责第4、6、9章;

吴涛教授主编,并负责第1、10章;

王琼老师负责第5、8章;

马玉琳老师副主编,并负责第2章;

丁海燕老师负责第3章;

范莉老师负责第7章。

感谢重庆大学城市科技学院建筑学院吴腾跃、张智奕、彭思嘉等同学在插图绘制和资料整理方面的贡献。

编者

2016年8月

# 目 录

1	绪论	1
1.1	引入	1
1.2	历史建筑测绘的概念、类型和范围	2
2	测量基本知识及应用	8
2.1	常用测绘仪器和工具	8
2.2	测量的基本原则和方法	12
2.3	测量新技术简介	13
3	测绘前的准备	16
3.1	物质方面的准备	16
3.2	知识技能方面的准备	17
3.3	思想和心理方面的准备	18
4	历史建筑的草图绘制	20
4.1	草图绘制的目的和重要性	20
4.2	各类草图的绘制方法	22
5	单体建筑测量	28
5.1	单体建筑测量的基本原则和方法	28
5.2	各阶段测量工作要点	34
5.3	单体建筑平面的测量	35
5.4	单体建筑剖面的测量	43

5.5	单体建筑立面的测量	48
6	总平面测绘	51
6.1	总平面测量的基本原则和方法	51
6.2	整理测稿	53
7	历史建筑测量中的误差	57
7.1	误差的概念	57
7.2	历史建筑测绘中造成误差的原因	58
7.3	历史建筑测绘中误差的分类	58
7.4	历史建筑测绘误差的类型	59
7.5	减少历史建筑测绘误差的方法	60
8	计算机辅助制图	63
8.1	概述	63
8.2	图层设置	65
8.3	作图步骤和技巧	67
9	测绘报告	77
9.1	测绘对象的基本情况记录	77
9.2	建筑现状介绍	77
9.3	测绘工作记录	78
9.4	测绘图纸内容	78
10	历史建筑的价值与年代鉴定基础	80
10.1	对历史建筑测绘中的文物价值的认识	80
10.2	历史建筑的价值与年代鉴定	83
11	保护性建筑测绘成果要求及范例	90
11.1	测绘工作内容要求	90
11.2	测绘图纸成果要求	91
11.3	历史建筑成果标准范例	93
附录		102
附录1	建筑学专业学生历史建筑测绘课程	102
附录2	历史建筑测绘分组表	103
附录3	保护性建筑测绘技术要点	103
附录4	中国历史建筑相关名词	110
参考文献		129

# 1

## 绪 论

### 1.1 引 入

什么是“建筑”？从历史的角度出发，可以这么理解：建筑是人造的人类生活空间；建筑是为保障人类生息、躲避灾害之用而创造的空间；建筑是为满足人类物质生活与精神生活需要而创造的空间；建筑包括内部空间与外部空间，但外部空间不都是建筑，或为构筑物。

历史建筑，是指具有一定历史、科学和艺术价值，反映城市历史风貌和地方特色的建（构）筑物。建筑是凝固的历史，它们承载着历史的变迁，见证和经历了人类大事件，从建筑中我们可以读到人类社会的昨天。历史建筑根据评估其文物价值的大小由各级政府核定公布为国家、省市及县级文物保护单位。

历史建筑由古代建筑、近代建筑和现代建筑构成。根据第三次全国文物普查工作开展的考古学对中国通史新的断代，中国古代建筑史始于公元前 200 万 ~ 300 万年，到公元 1840 年止，其中又可分为原始社会的建筑、奴隶社会的建筑和封建社会的建筑。近代建筑史为 1840—1949 年，这个时期的中国建筑处于承上启下、中西交汇、新旧接替的过渡时期，这是中国建筑发展史上一个急剧变化的阶段。现代建筑史为 1949—1980 年，在此期间中国现代建筑经历了一条曲折而坎坷的路，以其独有的特征，形成了它与国际现代建筑运动的特定关系。

我国是历史悠久的文明古国，在漫长的岁月中，中华民族创造了门类丰富、底蕴深厚、风格独具、弥足珍贵的历史建筑。这些各个时代的历史建筑是我国重要的文化遗产，它们蕴含着中华民族特有的精神价值、思维方式、想象力，传递了丰富的历史信息，体现着中华民族的生命力和创造力，是各民族智慧的结晶，也是全人类文明的瑰宝。保护建筑文化遗产，保持民



族文化的传承,是连结民族情感、增进民族团结和维护国家统一及社会稳定的重要文化基础,也是维护世界文化多样性和创造性,促进人类共同发展的前提。加强历史建筑的保护与利用,是建设社会主义先进文化,贯彻落实科学发展观和构建社会主义和谐社会的必然要求。

因此,开展历史建筑现状测绘成为建筑遗产保护利用的主要基础工作,是历史建筑保护设计、规划编制和科学研究的重要组成部分,也为研究建筑文脉延续和地域特色提供珍贵资料。

## 1.2 历史建筑测绘的概念、类型和范围

建筑测绘是建筑学专业的一门必修的课程,而建筑测绘最合适的对象是历史建筑。因为历史建筑是国家和民族的文化遗产,它们历经长久岁月的沧桑,遭受了自然和人为的破坏,急待保护,而准确的测绘图样(包括文字说明)是历史建筑保护工作的基础。同时,历史建筑又是国家和民族的历史传统,向历史学习,向传统学习,从历史传统中吸取具有现代价值的经验,是今天建筑创作的重要课题。况且历史建筑对于今天的人们来说是陌生的、难懂的,浮光掠影式的观览并不能真正认识历史建筑,只有通过实物测绘来认识它们才是踏实有效的学习途径。

历史建筑测绘既是一种手脑并用的专业实践活动,也是一个学习和研究的过程及成果。通过历史建筑测绘,会给予人们以文化熏陶和增加传统艺术的感染力。人们对于一切事物的认识,皆由感性开始,由现象入手,进而上升至理性,由表及里、由此及彼。大凡从事各种专业技术的人员,均会向历史获取知识的源泉,向先辈赐求通向智慧之门的钥匙,传承才能升华、传承才能创新、传承才能发展。

建筑专业调研考察历史建筑无疑是充实自我、提高自我必不可少的经历和途径。虽然通过历史建筑摄影或素描(速写),所获得的对于建筑对象的认识能够表达空间和形象,但不能准确地表示建筑对象的尺度、比例及内部的结构、构造关系,对于建筑对象的认识仅仅停留在初步定性的基础上,不能达到准确定量和定量的要求,如建筑保存、修缮、复原的依据。

所以,除摄像和素描的方法,还应该提倡测绘的方法,通过对实物近距离的一笔一画的绘图、一尺一寸的测量及入微的观察,才能获得对于建筑对象的准确的认识,并且成为科学的档案。

### 1.2.1 历史建筑测绘的概念

中国历史上的营造活动可以追溯到七千多年前的新石器时代。从那个时候起,中国古代人民就在漫长的岁月中创造了数不清的建筑工程和建筑物。虽然由于建筑物在使用过程中的自然损耗,加上战乱兵燹、火灾等人为因素和地震、洪水等自然灾害以及风雨侵蚀、虫蚁繁殖之类持久的自然破坏力的作用,绝大多数的古代建筑早已湮没无存,但是能够留存到今天的仍然是数以万计。尽管它们都有不同程度的损毁,但是依然伫立在中国的广阔地域上,使今天的我辈有幸目睹古人营造事业的卓然成果,从而可以推想历史的面貌与精神。

这些过去的营造活动留下来的成果在今天都可以被称为建筑遗产,它是人类文化遗产中很重要的一个类型,也是所占比重很大并装载有多样文化遗产(如雕刻、绘画、手工艺品、典籍

等)的一个类型。这些建筑遗产不仅属于我们这一代人,也属于我们的子子孙孙,它们是伟大民族的财产。我们这一代人的责任就是保护它们,维持它们健康的状态并传给后代。

建筑遗产的保护,其工作内容包括两个基本的方面:一是日常性的、长期的保养和维护,以保持健康的状态;二是经常性的、定期的维修、加固,以消除各种破坏因素及破坏结果。无论是日常的维护还是定期的修缮,都需要有科学记录档案作为基础。在我们国家,有科学记录档案是建筑遗产保护管理工作的基本要求之一。有了科学记录档案这个最基本、最可靠的依据,保护工作才能科学、有效地进行。

一套完备的建筑遗产的科学记录档案,由文字记录和图形、图像两个部分组成。它的获得是通过查阅文献资料、调查访问、测量与绘图、摄影摄像等多项实地勘察工作来综合完成的。这些工作的成果详尽记录建筑物各个方面的状况:

①文字记录包含文献典籍中的有关记载以及各种相关的档案、文件等资料。文字能够记录下建筑物自创建之日起到今天的历史变迁、它经历过的风风雨雨、历代历次的增修重建,还有与建筑物紧密共生的人物、历史、传说与故事。文字还能详细地描述建筑物的外观面貌,形体特征、艺术风格和结构做法以及细部的装饰与处理手法。

②摄影、摄像能够忠实记录建筑物的全部及各个组成部分的形象特征,尤其是色彩、造型和细部装饰。它的最大优点在于可以在一定程度上再现建筑物的整体风貌和环境气氛,传达出现场感。

③建筑物的真实尺度、各个结构构件和各组成部分的实际尺寸、整体与各组成部分及各组成部分之间的真实比例关系等一系列的客观、精准的数据,则需要由测量与绘图工作来提供,仅依据文字和照片(录像)是无法获取这些重要信息的。

“测绘”,就是“测”与“绘”,它由实地实物的尺寸数据的观测量取和根据测量数据与草图进行处理、整饰最终绘制出完备的测绘图纸两个部分的工作内容组成,分别对应室外作业和室内作业两个工作阶段。从测量学角度而言,它属于普通测量学的范畴。历史建筑测绘综合运用测量和制图技术来记录和说明古代建筑。测量需要具备基本的测量技能和掌握一定的历史建筑营造专业知识,绘图也同样需要具备历史建筑营造的专业知识和制图的技能。所以历史建筑测绘具有专业性和技术性两大特点。本书内容只是针对历史建筑测绘,有关测量和制图的专业书籍与教材已很齐备,读者可根据自身需要参阅,本书不再赘述。

对于建筑遗产保护工作来说,无论是日常的维修、还是损坏后的修复、乃至特殊情况下的易地重建(因为中国古代建筑的木构架结构体系具有构件预制、现场安装的基本特点),一套完备的测绘图纸都是最基础、最直接、最可靠的依据。同时,历史建筑测绘作为一种资料收集手段,也是建筑理论研究的必备环节和基础步骤,这种扎实有效的工作方法是理论研究工作不可缺少的。

### 1.2.2 历史建筑测绘的类型与范围

历史建筑测绘首先应该了解历史建筑类型,然后依据历史建筑测绘工作的精确度来划分历史建筑测绘的类型。

#### 1) 历史建筑类型

##### (1) 古代建筑分类

古代建筑主要包括城垣城楼、宫殿府邸、宅第民居、坛庙祠堂、衙署官邸、学堂书院、驿站

会馆、店铺作坊、牌坊影壁、亭台楼阁、寺观塔幢、苑囿园林、桥涵码头、堤坝渠堰、池塘井泉、其他历史建筑等(图 1.1 和图 1.2)。

### (2) 近现代重要史迹及代表性建筑

近现代重要史迹及代表性建筑主要包括重要历史事件和重要机构旧址、重要历史事件及人物活动纪念地、名人故/旧居、传统民居、宗教建筑、名人墓、烈士墓及纪念设施、工业建筑及附属物、金融商贸建筑、中华老字号、水利设施及附属物、文化教育建筑及附属物、医疗卫生建筑、军事建筑及设施、交通道路设施、典型风格建筑或构筑物、其他近现代重要史迹及代表性建筑等。



图 1.1 不同地域的历史建筑类型

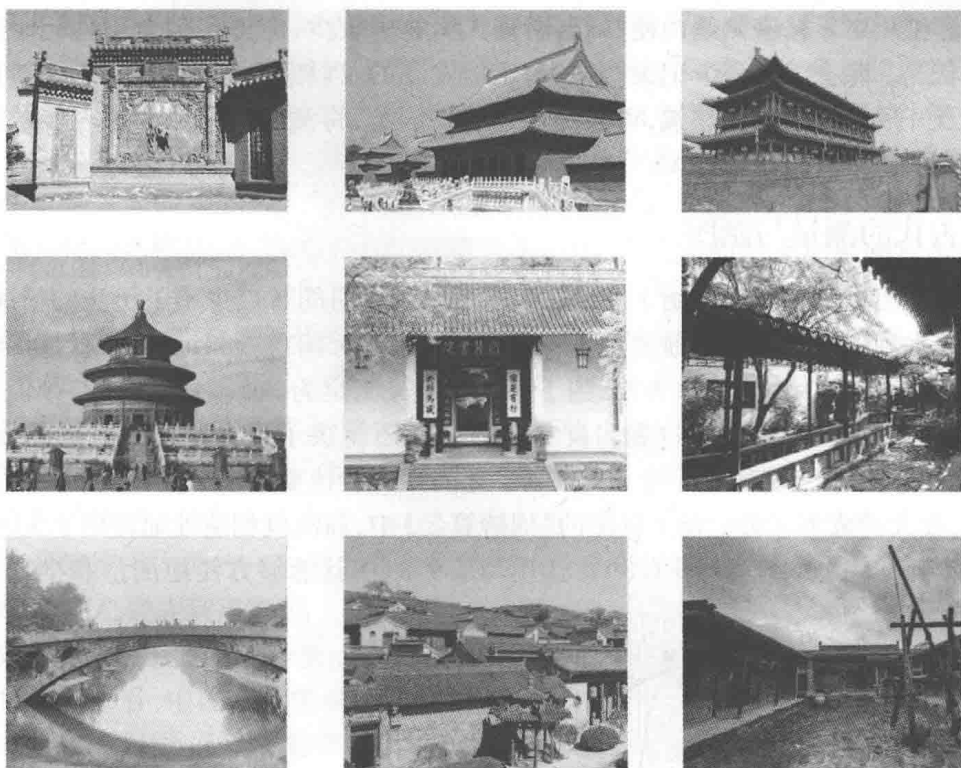


图 1.2 中国历史建筑的不同类型

## 2) 历史建筑测绘类型及范围

历史建筑测绘类型可以按保护工作需要分为现状测绘和复原测绘。现状测绘是将建筑残破或者残损部位在图中标注出来,复原测绘是将建筑原状而不是按现状情况完整复原测绘。

按照历史建筑测绘精确度的高低,又分为两种基本的测绘类型:

### (1) 精密测绘

精密测绘是为了建筑物的维修或迁建而进行的测绘。这种测绘对精度的要求非常高,只在建筑物由于主要构件发生严重变形,蛀蚀,劈裂,遭受某种自然、人为因素引发损坏而需要落架大修,以及遇到特殊原因必须迁移至它处重建的情况下才需要进行。测量时在建筑物内外要全面搭建脚手架(即“满堂架”),需要很多人力、物力,持续时间也比较长。建筑物的每一个构件都需要测量和勾画,即使是同种类型多次重复出现的构件也不例外,并且各个构件要分类编组,逐一编号和登记。

精密测绘的工作量很大,不能有丝毫的疏忽和遗漏,否则修复或迁建对象就无法恢复原状了。

### (2) 法式测绘

法式测绘就是通常为建立科学记录档案所进行的测绘,测量时一般不需搭建全面的脚手架。对于体量大的建筑物,可以在建筑一角或重点结构部位搭建局部的脚手架;当建筑物体量不大,使用梯子、高凳、直杆等辅助测量工具就能满足梁架、屋脊等部位的测量要求时,就无需搭设脚手架。对于在建筑物中的各个构件不需要逐一测量,只测量其中的重点构件和同类构件中的典型构件。

这种测绘相对于精密测绘简便易行,所需人力物力较少,能够比较全面地记录建筑物各个方面的状况。除去建立科学记录档案,对于新发现的、因相关背景资料缺乏而难以准确评估价值以及开展研究的古代建筑,可以先进行法式测绘,将测绘结果作为进一步的准确鉴定和深入研究的基础资料。

### 1.2.3 古代的测量与制图

在中国的历史上很早就开始了测量与制图。农业文明的辉煌少不了历法的精准制订,也少不了农田水利工程的兴修。前者有赖于古人对天象的长期观测和记录,春秋战国时编制的“四分历”,测定一年为 365 又  $\frac{1}{4}$  日,到了宋时一年又测定为 365.242 5 日,与今值相比误差只有 26 秒而已。同时,古人通过观测夜空中的星宿还解决了辨方定位的大问题,西汉时的“六壬盘”就有了 12 个明确的方位。而水利事业的兴旺发达要归功于数学发展的水平和工程测量技术,在大约成书于公元前 1 世纪的《周髀算经》中,商高就创造性地提出了关于方圆、勾股这些基本几何问题的理论(图 1.3)。运用勾股弦原理就能够方便地测量和推算出诸如山高、谷深、远近距离等数据。

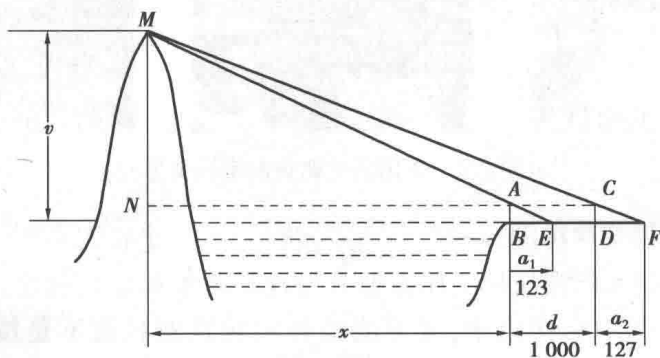


图 1.3 西晋数学家刘徽测算商高的方法

“今有望海岛,立两表齐高三丈,前后相去千步,令后表与前表参相直。从前表却行一百二十步,人目着地取望前岛峰,与表末参合。从后表却行一百二十七步,人目着地,亦与表末参合。问岛高及去表各几何”。

中国是世界上最早绘制地图的国家之一,关于地图的源头也许可以追溯到四千年前大禹所铸的刻有山川百物的九鼎。中国现存最古的地图是刻在甲骨上的《田猎图》,它的时间是公元前 16—11 世纪的商代。20 世纪 70 年代中期在河北平山县三汲村出土的中山王陵的《兆域图》(公元前 310 年)则是最早的建筑总平面图,这幅用金银丝镶嵌在一块 48 cm 高、94 cm 宽的铜板上的陵园总平面图,图面规整、线条匀称、注记文字规范。长沙马王堆三号汉墓出土的一幅绘在帛上的“地形图”(公元前 168 年),详细描画了河流、山脉和道路,图中用不同的符号区别表示不同级别的居民点,表示河流的线条沿水流方向由粗而细、用弯曲的闭合线表示山体的轮廓和走向,与今天概括地形所使用的等高线有着相同的性质和作用。同时出土的还有另一幅绘在帛上的彩色军事地图《驻军图》,这两件地图史上的珍品让今天的人们真切地了解了西汉时科学技术所达到的水平。

中国古代制图学理论是由公元 3 世纪时的西晋人裴秀总结提出的“制图六体”,即分率、准望、道里、高下、方邪、迂直。用现在的语言简要解释如下:分率就是比例尺,准望是方位,道

里是道路的实际距离,高下、方邪、迂直的意思是指两点之间的地形高低变化、行走路线的迂回曲折不能影响两点之间距离的确定,就是说图上两点之间的距离是以两点之间的水平投影距离为准的,不是人的实际行走距离。这种制图理论落实在制图方法上就是“计里划方”:在图上绘制一定尺寸的方格网,每一个方格的边长代表实际中的若干里,即“每方折地——里”。这样的网格就是今天的坐标网。“计里划方”法一直是中国古代制图方法的主流,时至今日我们仍在使用这样的网格法,只是由于卫星遥感技术的发展,网格的细化和精确程度已非昔日可比。

在科学技术发达、手工业水平很高的宋代,测量和制图技术又发展到一个新的阶段,测量工具的改进、雕版印刷术的普及、绘画艺术的发展起了主要的促进作用。当时刻印的许多书籍都附有版画插图作配合文字的说明,比如《营造法式》《宣和博古图》等,书中有大量精美的营造图、器物图。而自宋代起历代诸多界画大师描绘日常生活与劳作的画卷,换个角度看就是相当专业的营造图、机械图。

古人绘制建筑平面图的一个重要传统是将图中的建筑物以立面图形式来表现,这在西汉的《驻军图》中就已经表现出来。立面图的表现是有所不同的,重要建筑、主体建筑的立面具体、细致,而一般性建筑往往只作示意性的表示,其建筑立面其实是一种图例或符号。以现代制图学的眼光来看,中国古代的建筑平面图应该是平面图、立面图及轴测图的融合结果。若是范围广大的地形图、山河形势图之类,古人往往会拿出山水画的布局和笔法,以俯瞰万里的眼光和立场去描画山脉、河流、树木、渠堰、都邑和乡村,这类似于今天的鸟瞰图,但是又大不相同。它不受“空间”的限制,享有高度的自由,因为这就是古人眼中的自然世界与生活空间。

中国古代建筑中使用物作为单位衡量建筑空间。其后在对城市和建筑单体尺度度量中开始使用专门的单位。在城市规划中使用“里”“步”作为尺寸度量单位,在建筑单体中使用“尺”作为单位,而后营造尺作为专门的建筑度量单位的出现则明确标志着中国古代木构建筑模数制度中的模数单位制度的进一步发展,在此基础上,最终形成了建筑营造尺寸的模数单位。

中国古建筑多采用古典的模数制。北宋时,在政府颁布的建筑预算定额——《营造法式》中规定,把“材”作为造屋的尺度标准,即将木架建筑的用料尺寸分成八等,按屋宇的大小,主次量屋用“材”,“材”一经选定,木构架部件的尺寸都整套按规定而来。以后历朝的木架建筑都沿用于以“材”为模数的办法,直到清代。(清朝则以“斗口”为标准)

材分模数制度中将断面高度定为基本模数单位,并在模数单位的基础上确定高宽比为3:2,从而构成模数制中“材、份、槩”的三级数量关系。

规定“材分八等”,并将上、下拱间的距离称为槩,材的高度为15分,宽度为10分,加上槩为,谓之足材,高21分。(1材+1槩=1足材,共高21分;分足材高的1/15,材宽的1/10)。

# 2

## 测量基本知识及应用

### 2.1 常用测绘仪器和工具

#### 2.1.1 常用测绘仪器的性能与应用

##### 1) 水准仪

水准仪主要由望远镜、水准器和基座 3 个主要部分组成,是为水准测量提供水平视线和对水准标尺进行读数的一种仪器(图 2.1)。仪器测量时应整平,使圆气泡居中,每次读数时 U 形气泡还需对准,以保证望远镜的视准轴水平,然后瞄准前后两个水准尺,读前后视读数。水准仪的主要功能是测量两点间的高差  $h$ ,它不能直接测量待定点的高程  $H$ ,但可由控制点的已知高程来测算待测点的高程;另外,利用视距测量原理,它还可以测量两点间的水平距离  $D$ ,但精度不高。



图 2.1 水准仪

常见的水准仪分为微倾式水准仪、自动安平水准仪、激光水准仪和电子水准仪(又称数字水准仪)。微倾式水准仪是借助微倾螺旋获得水平视线;自动安平水准仪不需要精平,只要仪器粗平,就可以保证视准轴水平;激光水准仪是在水准仪的望远镜上加装一支气体激光器而成。用激光水准仪测高程时,激光束在水准尺上显示出一个明亮、清晰的光斑,可直接读数,迅速且正确,极为方便;电子水准仪在望远镜中设行阵探测器,仪器采用数字图像识别

处理系统,并配有条码水准标尺,会自动记录并存储测量数据,可全面实现水准测量内外业一体化,是现代科技最新发展的产品。

## 2) 经纬仪

经纬仪由照准部、水平度盘和基座 3 部分组成,是对水平角  $\beta$  和竖直角  $\alpha$  进行测量的一种仪器(图 2.2)。常见的经纬仪分为游标经纬仪(目前国内已淘汰)、光学经纬仪和电子经纬仪。角度测量前,除应整平外,还需要对中,水平度盘归零,也就是使测站点标志和仪器的竖轴在同一铅垂线上。

光学经纬仪利用集合光学的放大、反射、折射等原理进行度盘读数;电子经纬仪是利用物理光学、电子学和光电转换等原理显示度盘读数,并进行数据自动归算及存储装置的经纬仪。



图 2.2 经纬仪

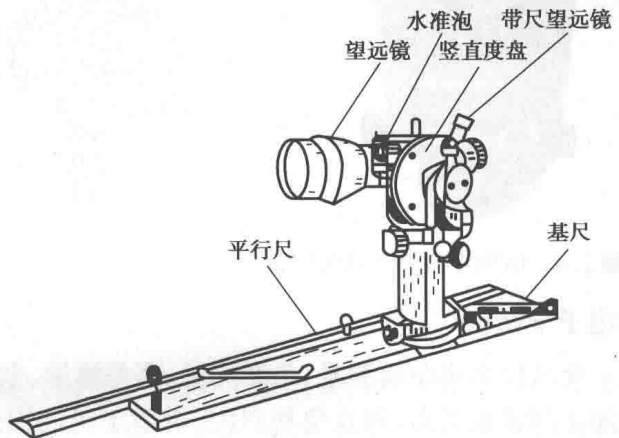


图 2.3 大平板仪

## 3) 大平板仪

大平板仪由基座、图板、照准仪、对点器、独立水准器、定向罗盘和复式比例尺等附件组成,可用于角度测量、视距测量,在精度要求不高的情况下配合其他仪器可以进行导线测量(图 2.3)。

图板一般为边长 60 cm 的正方形木板,利用三个螺旋器和基座连接后架设在三脚架上。大平板仪在一个测站上的安置过程,包括对中、整平和定向三项工作。这三项工作是相互影响的。整平是将圆水准器放置在图板上,使图板成水平位置;对中是对点器使图板上的控制点和地面对应点重合;定向是通过定向罗盘旋转图板,使图板上的直线方向和相应的地面线方向重合或互相平行。

## 4) 电磁波测距仪

电磁波测距仪(electromagnetic distance measuring instrument)是采用电磁波为载波的测量距离的仪器。徕卡公司生产的 DI1000 红外相位式测距仪(图 2.4),不带望远镜,发射光轴和接受光轴是分立的,仪器通过专用连接装置安装到徕卡公司生产的光学经纬仪或电子经纬仪上。测距时,当经纬仪的望远镜瞄准棱镜下的照准牌时,测距仪的发射光轴就瞄准了棱镜,使用仪器的附加键盘将经纬仪测量出的天顶距输入测距仪中,即可计算出水平距离和高差。

测绘中常用手持式激光测距仪测距(图 2.5)。手持式激光测距仪是利用激光对目标的距离进行准确测定的仪器。激光测距仪在工作时向目标射出一束很细的激光测距仪光,由光电元件接收目标反射的激光束,计时器测定激光束从发射到接收的时间,计算出从观测者到



目标的距离。下面以徕卡 DISTO 系列产品为例,作仪器介绍如下:徕卡 DISTO 手持式激光测距仪无需反射装置,可以取代小钢尺,快速准确地测量两点间的长度或距离,如柱距、柱高、檐口高等。同时,利用内置计算程序可以间接测量不易到达的两点之间的距离。不同型号的测距仪其测程也不尽相同(测程从 0.2 ~ 200 m),测距精度可达毫米级。



图 2.4 DI1000 红外相式测距仪



图 2.5 手持式激光测距仪

### 5) 电子全站仪

电子全站仪是集距离测量、角度测量、高差测量、坐标测量于一体的测量设备。全站仪的基本功能是测量水平角、竖直角和斜距,借助于机内固化的软件,可以组成多种测量功能,如可以计算并显示平距、高差及镜站点的三维坐标,进行偏心测量、悬高测量、对边测量、面积计算等。全站仪由电子经纬仪、光电测距仪和数据记录装置组成(图 2.6)。全站仪在测站上一经观测,必要的观测数据如斜距、天顶距(竖直角)、水平角等均能自动显示,而且几乎是在同一瞬间得到平距、高差、点的坐标和高程。如果通过传输接口将全站仪野外采集的数据终端与计算机、绘图机连接起来,配以数据处理软件和绘图软件,即可实现测图的自动化。

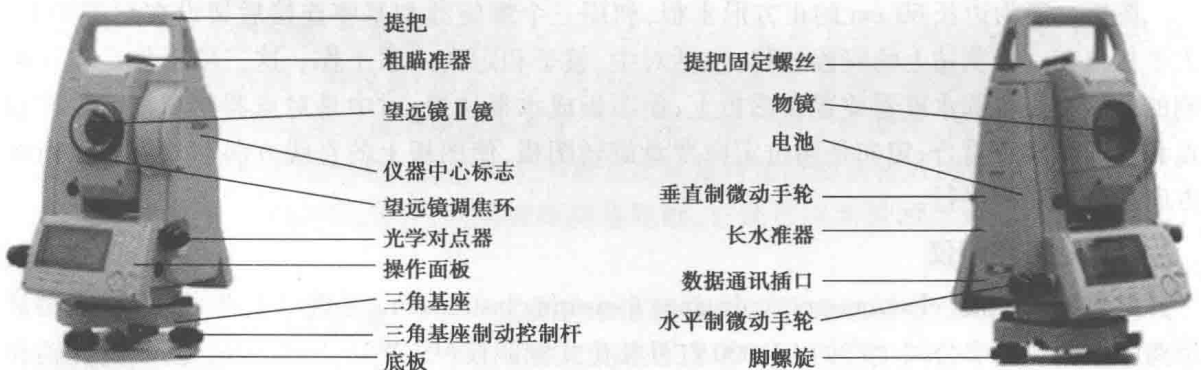


图 2.6 电子全站仪

测绘中经常用到无接触式全站仪,即测量过程中无需反射棱镜。仪器内置有红外光和可见激光 2 种测距信号,当使用激光信号测距时直接照准目标测距。无棱镜测距的范围为 1.5 ~ 80 m,加长测程的仪器可以达 600 m,测距精度一般可达  $\pm(3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$  (注:  $\text{ppm} = 10^{-6}$ )。该功能对测量天花板、壁角、塔楼、隧道断面等棱镜不便于到达的地方很有用。