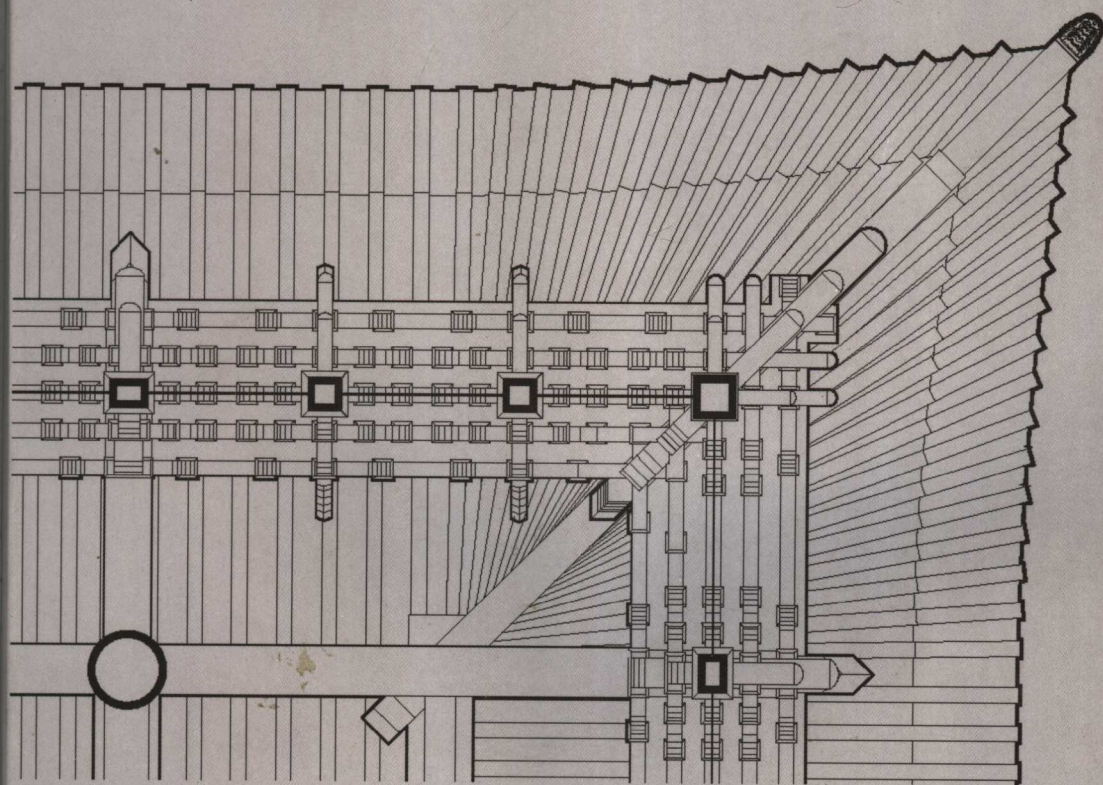




普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材

古建筑测绘

天津大学 王其亨 主 编
吴 葱 编 著
白成军



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

古建筑测绘/王其亨主编; 吴葱, 白成军编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2006
普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
ISBN 7-112-08545-4

I. 古... II. ①王...②吴...③白... III. 古
建筑-建筑测量-高等学校-教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 104173 号

本教材内容包括建筑测绘简史, 建筑遗产测绘记录相关问题和古建筑测绘的基本理论、测量学基本知识及其应用、测绘准备工作、单体建筑测绘 (包括徒手草图、测量、摄影等外业及测稿整理、仪器草图、计算机制图等内业工作), 以及古建筑总图测绘和古建筑变形测量等内容。本书还简要介绍了测绘新技术在古建筑测绘中的应用, 如数字近景摄影测量、全球定位系统 (GPS)、三维激光扫描和地理信息系统 (GIS) 等。书中还附录了大量范图和经典作品以及相关的文物保护法规等内容, 一定程度弥补了建筑教育中文物保护内容的不足。

本书在力求理论严密、完整的同时, 也注重实用性, 可作为现场工作手册使用。尽可能兼顾严谨精确的方法和简易实用的方法, 以适应不同教学课时和教学条件。另外, 正误辨析的讲解方式, 还能使初学者印象深刻, 少走弯路。

本教材适用于建筑学、城市规划、风景园林等专业本科生教学, 也可用于文物保护工程技术人员的培训及古建筑爱好者自学参考。

* * *

责任编辑: 王玉容 陈 桦
责任设计: 董建平
责任校对: 张树梅 张 虹

普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
古建筑测绘

天津大学 王其亨 主编
吴 葱 白成军 编著

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京二二〇七工厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15 $\frac{1}{4}$ 插页: 16 字数: 480 千字
2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷
印数: 1—3000 册 定价: 36.00 元 (含光盘)

ISBN 7-112-08545-4

(15209)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

传统建筑教育中，古建筑测绘一直占有重要位置。文艺复兴大师阿尔伯蒂就鼓吹，测绘经典建筑就是向古代大师学习。巴黎美术学院中则专设“罗马大奖”，资助那些表现优异的学生到罗马考察、测绘古迹遗址，这一传统在欧美国家一直延续到20世纪初。我国的建筑教育也承袭了古建筑测绘的传统，只不过测绘对象是我们自己民族的瑰宝。1952年院系调整以后，几所高校的建筑系几乎同时开设了古建筑测绘实习，结合教学，测绘记录了大量古代建筑文化的优秀遗产，为建筑教育、建筑史研究和建筑遗产保护做出了重要贡献。至今在许多院校中仍是重要的必修课程，且发展前景良好。虽然直接从古代建筑中学习形式语汇的作用已经削弱，但在认识体验建筑，基本技能训练等方面，特别是在拉近学生与民族文化遗产距离，培养感情，增强保护和传承文化遗产的意识，克服文化虚无主义等方面未失任何价值。在党和政府及社会各界越来越重视文化遗产保护的今天，其现实意义反而更加巨大。

但是，作为建筑教育中的实践环节，这门课程因各种原因一直没有正规的教材。为弥补这一缺憾，天津大学建筑学院组织编写了本书，希望能对本课程教学的规范、良性发展起到一定的积极作用。但由于作者水平有限，时间仓促，错漏之处在所难免，敬祈读者批评指正。

本书的重要资源，来自天津大学建筑学院50多年来组织古建筑测绘的丰富教学经验，这里首先向开创了本课程的卢绳、冯建逵、童鹤龄、胡德君等先生表示诚挚敬意和衷心感谢，也向历代、历届参加古建筑测绘的所有师生员工表示谢意。另外，本课程的发展与天津大学建筑工程学院土木系测量教研室大力协助也是密不可分的，感谢郭传镇、岳树信等先生长久以来的支持。

本教材是本课程教学组集体智慧的产物，主要成员包括：王其亨教授、王蔚教授、吴葱副教授、张威副教授及曹鹏、丁垚、白成军老师等。20世纪90年代以来，教学组在王其亨教授的主持下对课程进行了改革，被纳入本教材的现行教学模式、教学要求、教学组织及测绘规程等核心内容都是在改革中逐步规范化、系统化的，凝结着王教授的才智、经验和心血。

本书由王其亨主编并统稿，

吴葱负责第一、三、四、五、六、七、十章；

白成军负责第二、八、九章。

其他教师在书稿讨论修订、教学经验交流、测绘方法总结、实例素材的积累和甄选方面都做了大量工作，无法一一列举。

感谢张备、王晶、朱蕾、唐栩、闫凯、白晨、吴琛等同学在游戏制作方面的贡献。

感谢清华大学、北京大学、天津大学、东南大学、同济大学五校相关院系组织了2004年“历史建筑五校联展”，为本书提供更加多元化的素材和范例。感谢清华大学王贵祥教授提供了应县木塔的部分测绘资料。感谢岳树信教授和熊春宝教授在变形测量方面提供的技术资料。感谢温玉清博士在中国现代时期古建筑测绘方面提供的研究成果。感谢张凤梧、张宇、邓宇宁、梁哲、郭华瞻等同学在部分插图绘制方面提供的帮助。感谢畅源、刘思达、从振、李峥、阴帅可等同学，他们的测绘成果为本书的重要范围提供了基础资料。还要感谢所有本书引用的测绘图作者和他们的指导教师，他们的姓名因故未能一一列举，感激之余也请见谅。

编者
2006年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 古建筑测绘的概念、意义和目的.....	1
第二节 建筑测绘简要回顾和发展动态.....	4
第二章 基本测量知识及其应用	27
第一节 地面点位的确定	27
第二节 测量的基本原则和基本工作	29
第三节 常用测绘仪器	34
第四节 点位测定	39
第五节 测量误差	44
第六节 测量新技术简介	46
第三章 古建筑测绘基本知识	51
第一节 古建筑测绘的工作深度和分级	51
第二节 常用测绘工具和仪器	57
第三节 一般工作流程	58
第四节 古建筑测绘的教学组织	60
第四章 测绘前的准备	64
第五章 勾画草图	67
第一节 勾画草图的基本方法和要求	67
第二节 各类草图画法要点	72
第六章 单体建筑测量	86
第一节 测量的基本原则和方法	86
第二节 各阶段测量工作要点	95
第三节 古建筑测绘中的摄影.....	120
第七章 测稿整理与仪器草图绘制	122
第一节 整理测稿.....	122
第二节 绘制仪器草图.....	127
第八章 总平面图测绘	134
第一节 控制测量.....	134
第二节 总平面图测绘的常用方法.....	135
第三节 总平面图测绘流程.....	138
第九章 古建筑变形测量	146
第一节 古建筑变形测量概述.....	146
第二节 古建筑变形测量的内容.....	148

目 录

第三节 古建筑变形测量实例简介·····	154
第十章 计算机辅助制图 ·····	157
第一节 概述·····	157
第二节 图层设置·····	158
第三节 作图步骤和技巧·····	161
附录一 与文化遗产记录相关的法规摘录 ·····	170
附录二 测绘各阶段范图 ·····	175
附录三 各类古建筑测绘图示范 ·····	177
附录四 常见及典型错误速查表 ·····	223
附录五 总图制图常用图例 ·····	228
索引 ·····	230
参考文献 ·····	238

第一章 绪 论

第一节 古建筑测绘的概念、意义和目的

一、古建筑测绘的概念

如果按字面意思简单笼统地描述古建筑测绘，可理解为测量建筑物的形状、大小和空间位置，并在此基础上绘制相应的平、立、剖面图纸。这也是传统古建筑测绘概念和实践的主要内容。但是，随着文化遗产保护理论和实践的发展以及测绘技术的革命性变革，这种简单理解已无法完全满足实践的要求，也不符合未来发展的趋势。

应当看到，古建筑测绘是测绘学在文化遗产保护领域中建筑遗产记录、监测以及保护工程实施等方面的直接应用。测绘学是研究地球上各种与地理空间分布有关的几何、物理和人文信息的采集、测量、处理、管理、更新和利用的科学与技术。研究内容包括地球坐标系统的建立、大地测量、地图编制、工程测量、海洋测量和测量误差处理等。

古建筑测绘从技术上可归入测绘学科分支中的工程测量，是对古建筑的相关几何、物理和人文信息及其随时间变化的信息适时进行采集、测量、处理、显示、管理、更新和利用的技术和活动，是建立建筑遗产记录档案工作的重要组成部分。其成果主要用于建筑遗产的研究评估、管理维护、保护规划与设计、保护工程实施、周边环境的建设控制以及教育、展示和宣传等诸多方面。

然而，测量技术只是手段，并非古建筑测绘的全部。作为对历史建筑的记录，古建筑测绘又不同于一般的工程测量。它包含着对建筑遗产在科学与人文、技术与艺术方面的体验、认知、理解乃至探究、甄别、发现和评价，包含着对建筑实体、空间及其精神意蕴的理解、再现和表达。它不是完全被动的描摹，而是融会着价值判断和信息取舍，因此，仅仅掌握测量技术实际是无法完全胜任这项工作的。它更要求测绘者具有一定的建筑学综合素养，熟悉测绘对象的相关形式特征、语汇和历史、结构及构造知识；反过来，它又能使参与者得到各方面的综合训练，在认知、技能和综合修养上得到提升。意大利文艺复兴时期的建筑大师阿尔伯蒂认为，古代珍贵的建筑遗存就如同优秀的大师，亲身测绘则大有裨益。因此，测绘既是记录建筑遗产的活动，也可以成为引领建筑学子踏入门径的教育手段。

与传统做法相比，当前的古建筑测绘除计算机辅助成图等方面的进步之外，正在发生着更深刻的变革，尤其是计算机技术和信息技术使其内涵更加丰富。比

如,除常规的测量和制图外,还包括建立测绘数据和信息的数据库、地理信息管理系统等内容;由于3S技术^①、数字摄影测量、三维激光扫描技术等测量技术以及计算机技术、信息技术和网络通信的发展和运用(详见第二章),使古建筑测绘成果形式更为丰富多样,凸显出综合性、跨专业的特点,学科边界更为模糊;测绘工作中更应注重系统性、动态性、多样性和规范化(详见第三章)。应当看到,在本课程的教学过程中,学生所能接触的工作仅仅是其中的一部分而已。

二、古建筑测绘的社会意义

1. 保护、发掘、整理和利用古代建筑遗产的基础环节

文化遗产的保护工作大致包括调查、研究评估、确定级别、建立记录档案、制定保护规划、日常管理维护、实施保护工程和控制周边环境等内容和程序。其中很多工作,包括建立记录档案,在我国《文物保护法》及配套法规中都有明文规定,属于法定要求。可以看出,作为建立记录档案的核心内容之一,测绘可获得古建筑的具体数据和相关信息,本身是保护工作的最基本环节,是开展其他工作的前提条件。如果没有测绘记录,研究评估、规划设计和保护工程实施都是不可想像的,而科学有效地管理也无从谈起。可以说,测绘是文化遗产保护基础工作的重中之重,没有科学记录档案的建筑遗产就不可能得到真正保护。

我国幅员辽阔,历史悠久,建筑文化遗产的总体资源十分丰富;然而与此形成鲜明对照的是,由于建筑遗产保护专业人员严重匮乏,对全部建筑遗产实物遗存来说,相应的基础工作(如获得测绘数据及图纸、建立记录档案的工作)还相对薄弱。文物保护单位建档工作即使在最高级别的全国重点文物保护单位中开展得也不够理想。因此,目前亟须大力加强古建筑测绘工作,并逐步系统化、规范化。古建筑测绘工作任重道远,大有可为。

2. 为建筑历史与理论研究、建筑史教学提供翔实的基础资料

从20世纪30年代梁思成、刘敦桢先生主持下的中国营造学社开创中国建筑史学以来,坚持古代文献和实地调查测绘相结合,曾长期作为基本路线,并由此奠定了中国建筑史研究的坚实基础。今天,在建筑史教科书中习见的诸多经典建筑的实测图,更凝聚了数代建筑史家、文物保护工作者以至青年学生的劳动成果。

另一方面,如果没有相关测绘成果,或者仅有不准确、规范性差的测绘图,也会给研究带来困扰。著名古建筑专家陈明达先生一生致力于中国古代木结构技术研究,成就卓著,但他只完成了战国至北宋部分,南宋以后的相关研究则由于缺乏精确的实测资料而未能完成^②。而傅熹年院士在研究古代城市规划、建筑组团的设计方法时,也因为“我国目前尚无按统一要求精测的古代建筑图纸和数据”,

^① 3S技术指:全球定位系统(GPS)、遥感(RS)和地理信息系统(GIS)。

^② 陈明达.中国古代木结构建筑技术(战国至北宋).北京:文物出版社,1990.2页。

不得不声明允许他引用的数据有一定误差^①。感慨于大量实测资料未能得到规范系统整理,他呼吁相关部门“及时订立一套严格的规范化的测绘要求,尽可能取得完整准确精密的图纸”^②。实测资料对相关研究工作的重要影响,由此可见一斑。

3. 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

保护、继承和发扬民族优秀的传统建筑文化,探索既符合时代要求又有中国特色的现代建筑创作,应当是每位中国建筑师的 responsibility。多元包容、丰富多样的艺术形式,大规模建筑组群的外部空间设计,建筑组群与环境整体的结合,功能、结构和艺术的统一,独特的结构体系等,是中国古代建筑的显著特色,至今并未失去借鉴价值,值得深入挖掘、研究和弘扬。这些精髓可以通过测绘成果及相关研究揭示出来,而若克服浮躁心理,直接参与测绘实践,亲身体验,深入研究,则更有收获。中国古代有严谨的设计程序和科学的设计方法,也有发达的辩证思维。中国人是创造了大量世界文化遗产的民族,没有必要等待外人构建某种理论体系,然后亦步亦趋地学习;只要立足自身,借鉴传统,吸收所有文化的积极因素,完全可以在世界上构筑中国自己的全新建筑理论。

三、古建筑测绘的教学目的

古建筑测绘课程接续前此的建筑专业教育,尤其是中国建筑史的教学,承上启下,学生经过这一实践环节,可优化知识结构,提高专业技能,思想情感领域的综合素质也得到全面发展。

(1) 古代优秀建筑遗产蕴涵了古人的思想和智慧,学生直接与之接触和“对话”,认识、体验、发现它,用建筑师的图学语言描绘它,可刻骨铭心地深化感性认识。同时也为树立遗产保护意识、克服历史虚无主义,以及发展理论思维能力奠定了基础。

(2) 传统建筑复杂的形式与构造,是训练学生对形体和空间的理解和表达的极好教材,可有效提高学生对建筑的洞察力、尺度感及形式敏感度,提高空间认知、审美及图学语言的表达能力(包括计算机制图),为后续课程打下坚实基础。

(3) 作为综合性的实践环节,古建筑测绘要求学生能灵活运用建筑史、测量学、画法几何、建筑设计初步、计算机制图等已学课程获得的基本知识与技能,掌握建筑测绘方法,为学生提高动手能力、应变能力、知识技能的迁移能力和创造力提供了良机。

(4) 古建筑测绘可潜移默化地培养学生爱国主义、团队协作、严谨求实以及艰苦奋斗精神,成为生动的社会性德育课堂。

(5) 最后,学生参加古建筑测绘有机会参与文物保护工作,直接为社会做出

^① 傅熹年. 关于唐宋时期建筑物平面尺度用“分”还是用尺来表示的问题. 古建园林技术, 2004(3): 34~38页

^② 傅熹年. 中国古代城市规划、建筑群布局及建筑设计方法研究. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001. 208页。

贡献，是高校学生参与社会实践十分理想的方式。

为适应文化遗产保护社会需求变化以及建筑教育的深刻改革，本课程教学中还应注意以下问题：

(1) 与文物保护相关技术要求接轨。除巩固传统建筑教育中制图技巧和形式美训练的优势外，更应从技术上从严要求，提高质量，使测绘成果达到国家文物保护相关技术要求。“中看不中用”的测绘图是没有生命力的。

(2) 从认知和体验到探索 and 发现。大学生不仅要学习前人已经总结出来的科学理论，还应当学会探索发现，促进科学的发展。测绘实践是提高对古建筑感性认识、验证书本知识的机会，更应是探索发现之旅。每位同学都有机会发现以往研究中忽略的问题或者错误结论，他们也有责任通过测绘为建筑历史研究贡献自己的智慧。

(3) 从注重实际技能到重视理论提高。测绘实习作为中国建筑史课的直接延伸，不能仅满足于让学生完成测量、制图技能的训练，必须通过撰写调查报告、图解分析等手段把对建筑作品的感性认识上升到理性认识，从而提高自身的建筑学理论素养。

四、本教材特点和使用方法

(1) 我国的建筑遗产资源极为丰富，涵盖古代不同时期的各类木、石、砖、竹及混合结构建筑、石窟寺和近现代建筑等。虽然本教材更多针对典型的北方传统木构建筑的测绘，但各类建筑的测绘在理论、方法和技术上并无实质区别，在遇到不同类型建筑时完全可以举一反三，变通使用。

(2) 本教材力图兼顾理论性和实用性。基本内容包括古建筑测绘的历史沿革，建筑遗产记录档案相关问题，测量学的基本理论、方法和技术及其应用，测绘准备工作，单体建筑测绘外业（包括徒手草图、测量、摄影等）及内业（包括测稿整理、仪器草图、计算机制图等）工作，建筑总图测绘和建筑变形测量等。同时，本书汲取了编者几十年的技术经验和教学经验，实用性较强，可作为现场工作指导手册。本教材还尽可能兼顾严谨精确的方法和简易实用的方法，以适应不同的教学课时和教学条件。另外，正误辨析的讲解方式，还能使初学者印象深刻，少走弯路。

(3) 学习本教材之前必须先修中国建筑史课程，掌握一定的古建筑基本知识。有条件的还应当选修土建类测量学课程。

第二节 建筑测绘简要回顾和发展动态

一、中国古代的建筑测绘

4

日常生活中常听到“规矩”、“准绳”这两个词。其实，规、矩、准、绳正是

我国远古时期就已开始普及运用的四种测绘工具。例如，汉代许多图像资料中就有伏羲、女娲手执规、矩的形象（图 1-1）。按《史记》记载，传说大禹治水时，即是“左准绳”，“右规矩”^①。“绳”是测定直线的工具，“规”是画圆的工具；“准”则应当是一种测定水平的工具，从先秦大量文献记载可知，我国很早就掌握了水准测量；“矩”则是直角曲尺，用于画直线，定直角，也可进行测量距离，并能利用直角相似三角形原理进行间接测量。同时，我国古代数学与测量学从一开始就有着不可分割的联系。按《周髀算经》记载，勾股定理的发现就与测量工具——矩的使用直接相关。



图 1-1 武梁祠汉画像石中的规、矩形象

从远古的河姆渡建筑遗址中规整的木桩、榫卯和竖井，到河南偃师、小屯等商周遗址反映出来的精确定向、定水平的技术，可以看出当时的测量技术已经达到了很高水平。周代还专设有测量管理机构和人员，即《周礼·夏官》中记载的“量人”，主要从事工程测量和军事测量^②。公元前 3 世纪前，我国就有了某种形式的磁罗盘。文献中记载先秦时期有诸如“鲁作楚宫”、“晋作周室”、“秦写放六国宫室”等仿建工程，当时建筑测绘水平应当为此提供了良好的技术保障。战国到秦汉时期，许多大型土木工程如都江堰、灵渠、龙首渠的建设也体现了当时的工程测量水平。

三国时期的刘徽在注释《九章算术注》（263 年）时，丰富发展了被称为“重差”术的间接测量理论和计算方法，其中包括测量建筑物高度的方法。这些测量理论和方法直到 17 世纪初西方测量术传入我国时仍不失其先进性。西晋裴秀（224~271 年）提出了著名的“制图六体”，即六条地图制图原则，为古代的地图测绘奠定了科学技术，并对后世产生极大影响。与此相关，以假设大地水平为前提，以六体之一“比率”，即比例尺为原则，中国古代在地图、城市和建筑的规划设计等相关领域形成了“计里画方”的制图传统。

北魏迁都洛阳前，蒋少游（？—501 年）借出使南齐建康之机“摹写宫掖”，

① 《史记·夏本纪》。

② 《周礼·夏官》：“量人，下士二人，府一人，史四人，徒八人。”量人“掌建国之法，以分国为九州。营国城郭，营后宫，量市朝道巷门渠，造都邑亦如之。营军之垒舍，量其市朝州涂，军社之所里，国之地，与天下之涂数，皆书而藏之”。

并“图画而归”，这不啻为一次建筑测绘活动^①。在洛阳城规划时，蒋还曾到洛阳测绘魏晋宫室遗址。东魏孝静帝天平元年（534年）皇室迁邺都，邺城规划和设计程序也是先进行同类建筑的测绘，借鉴古制，经推敲研究做出新的设计。到隋代，宇文恺在论证礼制建筑明堂的形制时也曾测绘过南朝刘宋的太极殿遗址^②。后来“测绘一借鉴一设计”的做法常为惯例，直到清代“样式雷”^③皇家建筑图档中仍能看到为数众多的测绘图（图1-13、图1-14、图1-15）。

唐代李筌的军事著作《太白阴经》（759年）中记载了一种设计完备的古代水准仪，称“水平”^④。其后在唐代杜佑《通典》以及北宋的许洞《虎铃经》、曾公亮《武经总要》和李诫《营造法式》都有介绍。其中《武经总要》中还附插图加以详解（图1-2）。这套仪器除没有加装望远镜外，其工作原理和测量方法与今天的光学水准仪完全一致。这一水准测量技术沿用至后代，并得到改进，可以说，欧洲17、18世纪的水准测量水平与我国唐宋时期的水准测量技术相比，也只是程度大小不同的重复^⑤。

五代时期凿修的敦煌莫高窟第72窟壁画中，描绘了工匠摹绘塑像时进行测量的情景^⑥，成为反映古代测绘活动的宝贵图像资料（图1-3）。

宋代建筑专著《营造法式》除介绍水平外，还介绍瞭望筒、景表、真尺（水平尺）等测量工具（图1-4）及相关的建筑工程测设方法（测设是将设计的或具体的物体根据已知数据安置在现实空间中的相应位置），体现了当时定向和水准测量的先进水平。

金中都模仿宋都城汴京兴建。当时金国专派画工测绘汴京的宫室制度，“阔

① 《南齐书·魏虏传略》卷五七：“（北魏）……议迁都洛京。永明九年遣使李道固、蒋少游报使。少游有机巧，密令观京师宫殿格式。清河崔元祖启世祖曰：‘少游巨之外甥，持有公输之思，宋世陷虏，处以大匠之官，今为副使，必却模范宫阙；岂可令毡乡之鄙取象天宫，臣谓且留少游，令主使反命。’世祖以非和通意，不许。少游，乐安人；虏宫室制度皆从此出。”另《南史·崔祖思传》：“永明七年，魏使李道周及蒋少游至。崔元祖（祖思子）言：‘巨甥少游有班垂之巧，今来必令摹写宫掖，未可令反。’上不从，果图画而归”。

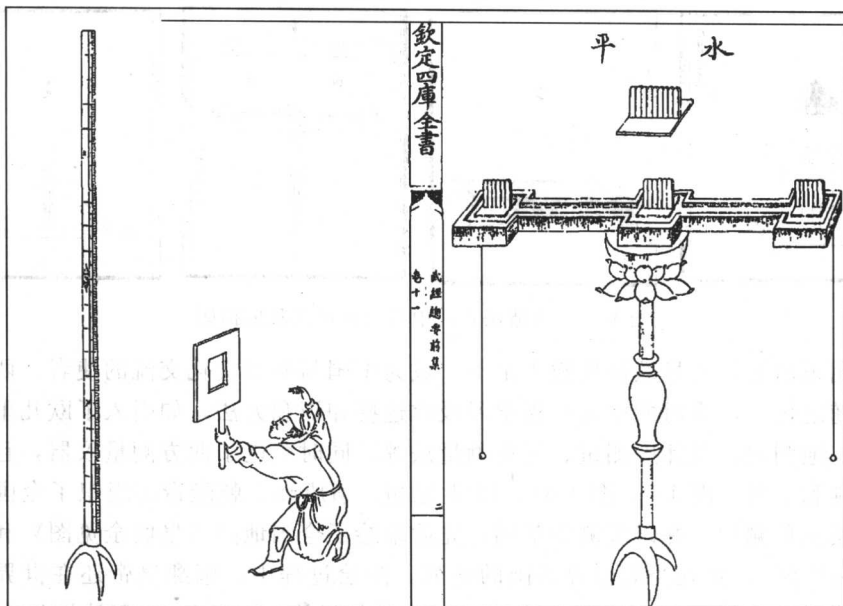
② 《隋书·列传第三十三》（卷六十八）引宇文恺《明堂议表》：“……梁武帝位之后，移宋时太极殿以为明堂。无室，十二间。……平陈之后，臣得目观，遂量步数，记其尺丈。犹见基内有焚烧残柱，毁斫之余，入地一丈，俨然如旧。柱下以樟木为跗，长丈余，阔四尺许，两两相并。瓦安数重。宫城处所，乃在郭内。虽湫隘卑陋，未合规摹，祖宗之灵，得崇严祀。周、齐二代，阙而不修，大殓之典，于焉靡托”。

③ 清代皇家建筑如都城、宫苑、坛庙、陵寝、衙署等，向例由专门机构“样式房”的专职匠师即“样式匠”设计，康熙朝以来，曾有雷氏世家先后共八代效力皇家建筑设计，并长期主持样式房事务，被世人美誉为“样式雷”。

④ （唐）李筌《太白阴经》卷四《战具·水攻具篇第三十七》：“水平槽长二尺四寸，两头中间凿为三池，池横阔一寸八分，纵阔一寸深一寸三分，池间相去一尺四寸，中间有通水渠，阔三分深一寸三分，池各置浮木，木阔狭微小，於池空三分，上建立齿，高八分，阔一寸七分，厚一分。槽下为转脚，高下与眼等，以水注之，三地浮木齐起，眇目视之，三齿齐平，以为天下准。或十步，或一里，乃至十数里，目力所及，随置照板度竿，亦以白绳计其尺寸，则高下丈尺分寸可知也。照板形如方扇，长四尺，下二尺，黑上二尺，白阔三尺，柄长一尺，大可握度，竿长二丈，刻作二百寸二千分，每寸内刻小分，其分随向远近高下立竿，以照板映之，眇目视之，三浮木齿及照板黑映齐平，则召主板人，以度竿上分寸为高下，递相往来，尺寸相乘，则水源高下，可以分寸度也”。

⑤ 冯立升. 中国古代的水准测量技术. 自然科学史研究, 1990, 9 (2): 190~196 页

⑥ 马德编著. 敦煌工匠史料. 兰州: 甘肃人民出版社出版, 1997. 25 页。



(原书插图中水平槽池内浮木方向有误, 改正图参见图 1-4)

图 1-2 《武经总要》插图: 水平

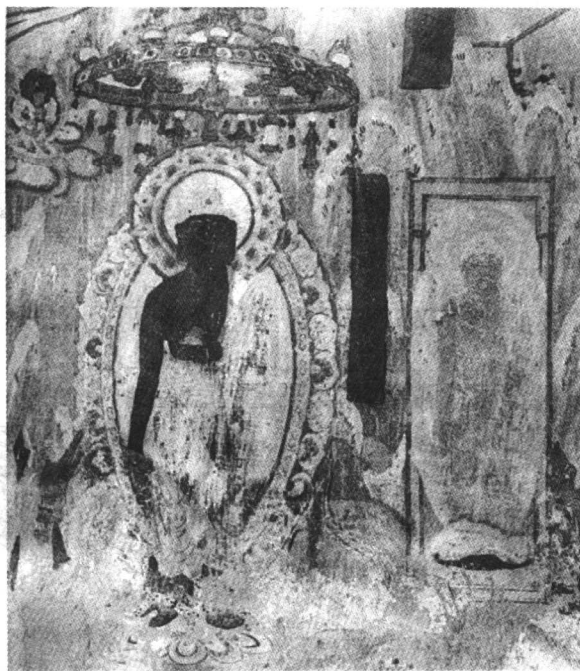


图 1-3 敦煌莫高窟第 72 窟壁画, 画大佛, 五代狭修短, 尺以授之”, 参考这些测绘图纸, 中都才得以建成^①。

① 清代朱彝尊《日下旧闻考》引无名氏《金图考》记载: “亮欲都燕, 遣画工写京师宫室制度, 阔狭修短, 尺以授之。左丞相张浩辈按图修之”。

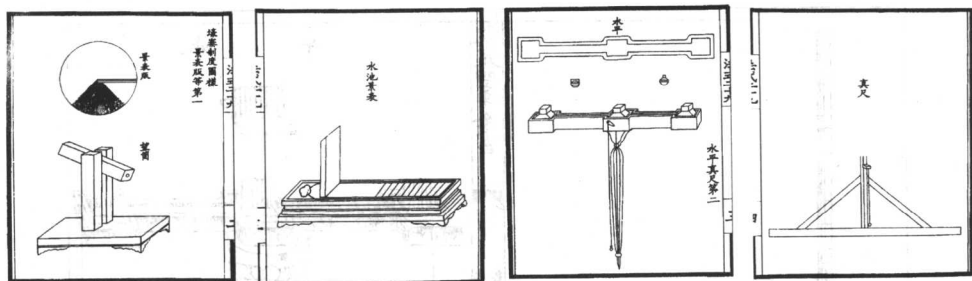


图 1-4 《营造法式》中有关测量工具的插图

明末清初，大量欧洲传教士来华，成为中国与西方文化交流的使者。西方测量学随之传来，当时的中国积极学习吸收这些知识和方法，如引入了欧几里得几何学、地圆说、经纬度测量、三角测量法等，同时引进了西方测量仪器，且能加以仿制和革新（图 1-5、图 1-6）。18 世纪初，清康熙、乾隆帝还组织了全国性的大规模三角测量，并以实测为基础，先后编绘了全国地图《皇舆全览图》和《乾隆内府舆图》，走在当时世界各国的前列。测绘过程中，康熙皇帝还在世界上首次采用以子午线上每度的弧长来确定长度的标准^①，早于 1791 年法国以类似方

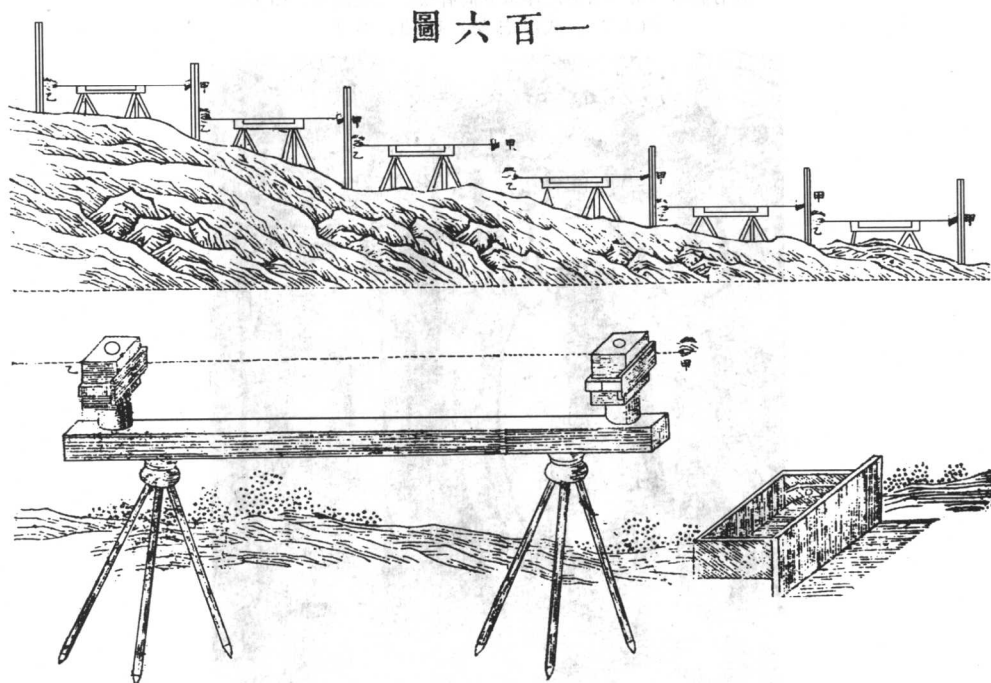


图 1-5 《灵台仪象志》一书中记载的西方水准测量仪器和方法
(采自《古今图书集成·历象汇编·历法典》九十五卷仪象部汇考十三)

^① 康熙以前，长度单位规定很不一致，为实施全国测量须先规定统一的尺度标准，康熙帝亲自裁定经线长度 1 度以 200 里计，确定每尺为经度百分一秒。

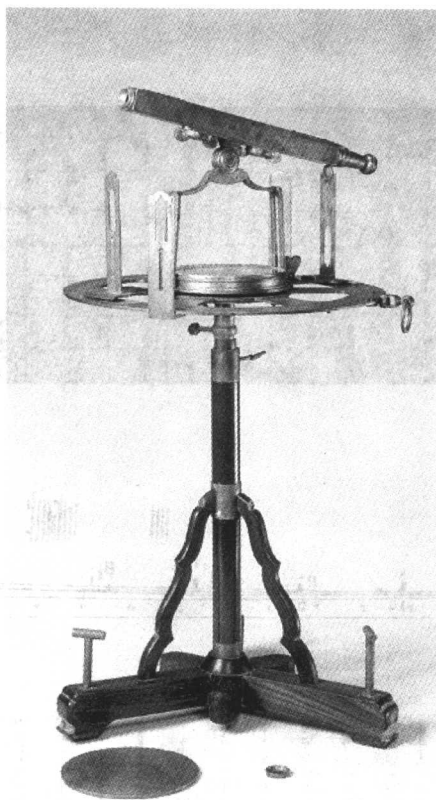


图 1-6 清代宫廷所藏的全圆仪
(采自《清宫西洋仪器》)

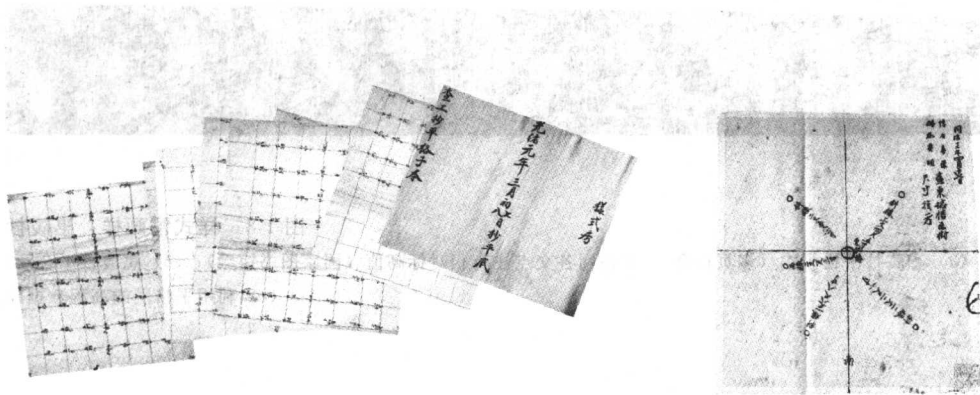
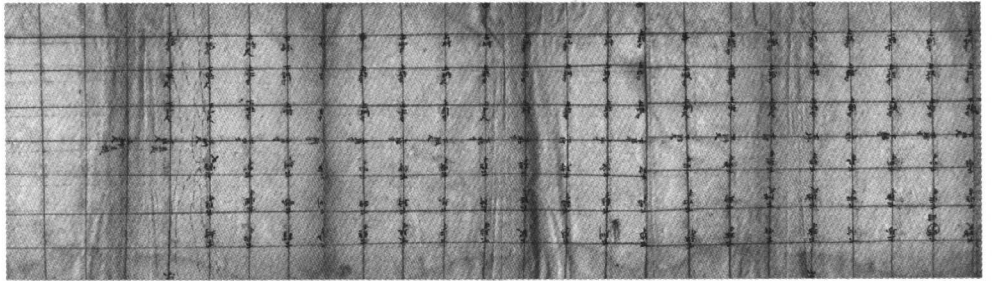
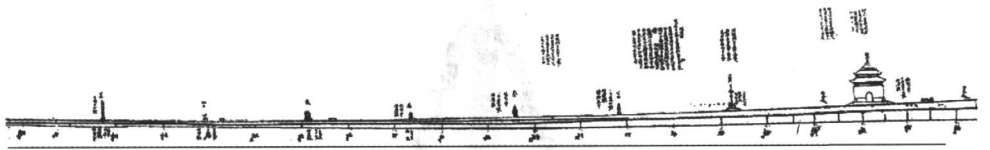


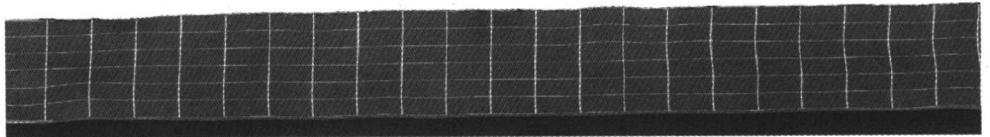
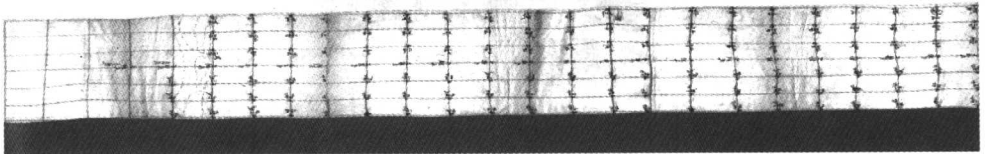
图 1-7 样式雷画样中的抄平格子本和碎部数据
(国家图书馆藏)



(a)

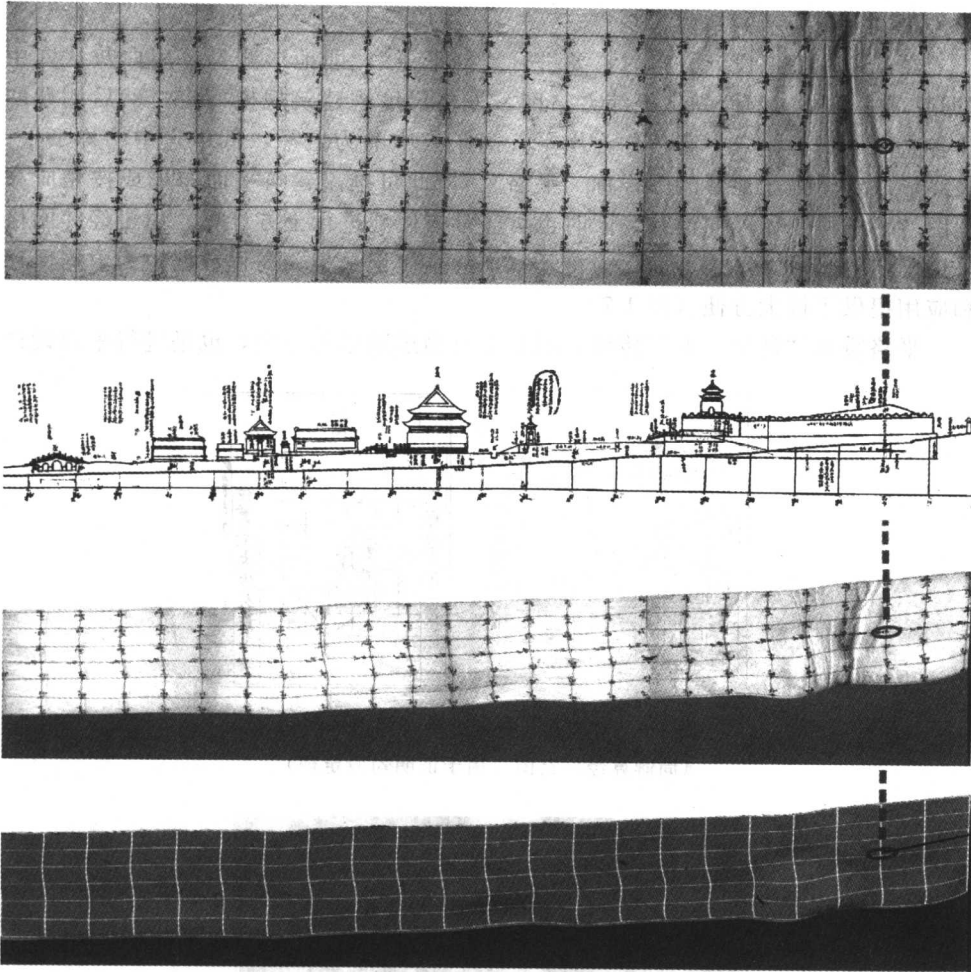


(b)



(c)

图 1-8 样式雷画样：惠陵抄
(a) 惠陵抄平格子本（多页拼合），平格网各交点注有相对标高值（国家图书馆藏）；(b) 惠陵抄平合溜；
(c) 利用平格网的高程数据建



平格子本、抄平合溜地势立样

地势跨空垫土中一路立样（相当于中轴线上的总剖面图），粗实线表示中路原始地平（国家图书馆藏）；立的计算机三维地形模型