



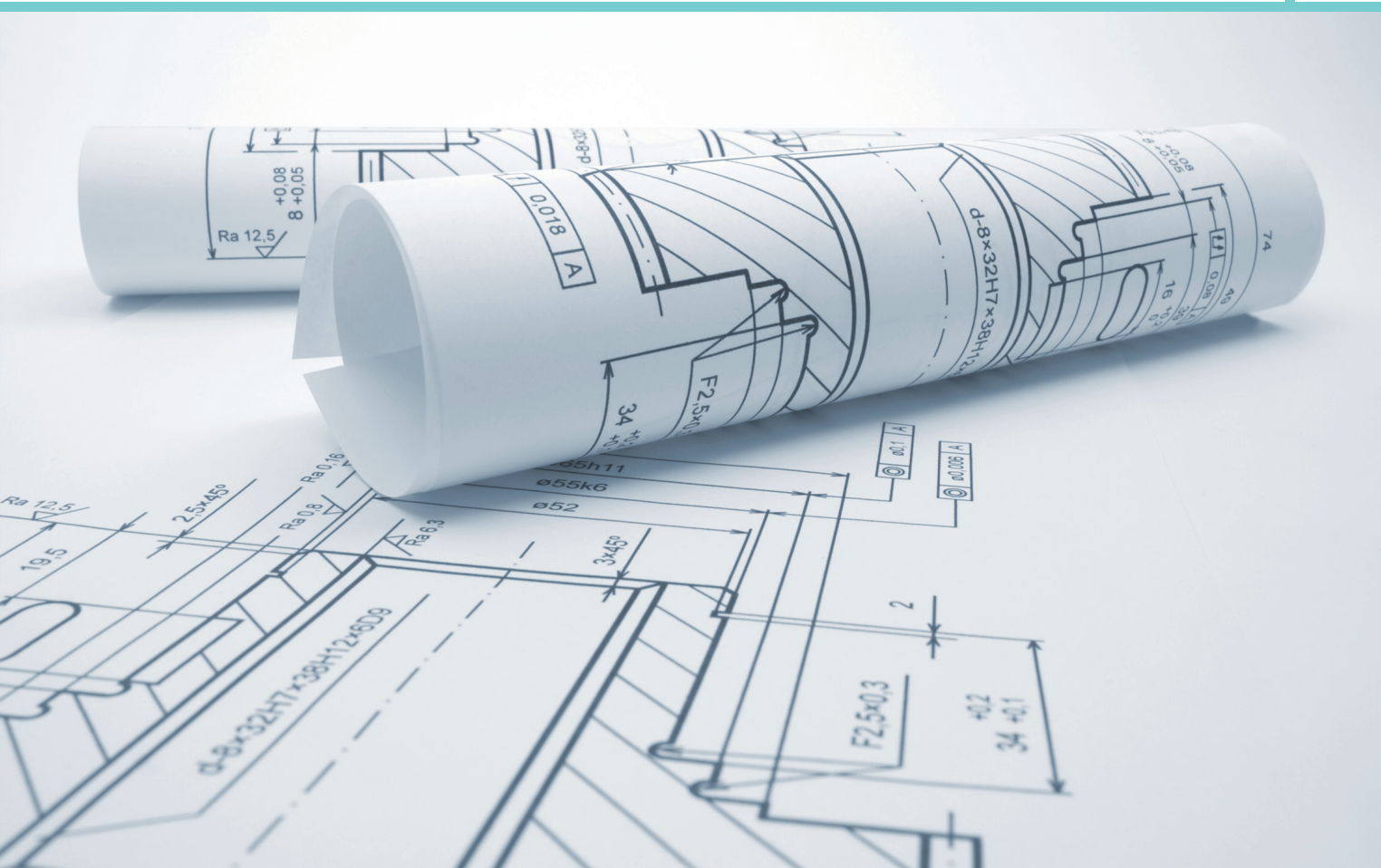
高等院校土木建筑类精品系列教材
“互联网+课程思政”新形态一体化精品教材

建筑工程制图与识图

JIANZHU GONGCHENG ZHITU YU SHITU

主 编 林春水 杨满丰 张 妍

副主编 刘 瞳 朱 红



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

近年来，随着我国建筑工程图学教学改革的不断深入和发展，教学内容和教学方法也不断推陈出新。本书是依据建筑制图国家标准和相关行业标准，结合编者建筑工程制图与识图的教学实践经验编写而成的。本书将培养学生建筑工程制图与识图的基本能力作为切入点，综合理论知识，突出实践应用，并配合内容设置了大量插图及可视化模型。本书内容共分为三章，分别是第一章工程图学与工程制图，第二章建筑制图与识图基础，第三章建筑施工图的绘制与读识。

建筑工程制图与识图
JIANZHU GONGCHENG ZHITU YU SHITU

主 编：林春水 杨满丰 张 妍	地 址：上海市番禺路 951 号
出版发行：上海交通大学出版社	电 话：6407 1208
邮政编码：200030	
印 制：北京华创印务有限公司	经 销：全国新华书店
开 本：889 mm × 1194 mm 1/16	印 张：12.5
字 数：310 千字	
版 次：	印 次：
书 号：	
定 价：59.80 元	

版权所有 侵权必究
告读者：如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话：010-6020 6144



前言

FOREWORD

建筑制图与识图是一门兼具理论性和实践性的课程。在建筑学、土木类、环境艺术设计、景观规划设计等专业的本、专科课程中，建筑制图与识图是一门非常重要的专业基础课，是这些领域展开研究的主要途径和方法之一。课程研究解决空间几何问题以及绘制和识读建筑工程图样的理论和方法，是学习相关专业后续课程和从事规划设计、工程技术专业相关工作不可缺少的基础。本书以培养建筑工程制图与识图的基本能力和应用能力为切入点，综合理论知识，突出实践应用，希望本书能够成为相关专业学生 and 行业人士进行制图和识图学习与培训的理想教材。

根据本套教材的总体框架要求以及学科特点，编者将本书内容分成三个章节进行具体阐述。第一章在工程图学史视角下，阐述建筑制图的起源与发展。第二章从基本绘图工具开始，展开建筑制图基础研究，其中的重点与难点是画法几何部分。这一部分的学习目标是培养空间思维能力，通过对画法几何中投影法的学习提升二维空间与三维空间的思维转换能力，进而培养空间构型能力。第三章引入大量工程案例中的施工图纸、施工照片、分析模型，详细且直观地展开建筑工程施工图的基本知识、表示方法及图示特点。同时，本书按照最新修订的房屋建筑制图国家标准及相关行业标准、技术制图标准、设计规范、标准图集等，编撰相关内容和图例，确保教材内容与现行规范的同步。

建筑制图与识图的课程特点决定了教师在教学中必须注重图形信息的传递。为方便教学互动，帮助学生理解内容，书中对投影法、建筑图成图原理等内容设计了大量插图及可视化模型，尽可能直观地表示三维与二维空间转换的投影原理。本书在编写过程中参考了大量规范、标准文件、文献资料，在此向各位作者表示衷心的感谢。

此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com。

编者

2021 年 12 月

课程计划

章名	章节内容	课时分配	
第一章 工程图学与工程制图	第一节 工程图学与工程制图概述	2	8
	第二节 中西方工程图学的历史与发展	4	
	第三节 现代计算机技术与工程制图	2	
第二章 建筑制图与识图基础	第一节 建筑制图基础知识与技能	8	42
	第二节 画法几何	20	
	第三节 建筑形体的表达方法	14	
第三章 建筑施工图的绘制与读识	第一节 建筑施工图	4	40
	第二节 建筑总平面图	4	
	第三节 建筑平面图	8	
	第四节 建筑立面图	8	
	第五节 建筑剖面图	8	
	第六节 建筑详图及大样图	8	



目录

CONTENTS

第一章 工程图学与工程制图	001
第一节 工程图学与工程制图概述	002
第二节 中西方工程图学的历史与发展	003
第三节 现代计算机技术与工程制图	036
第二章 建筑制图与识图基础	043
第一节 建筑制图基础知识与技能	044
第二节 画法几何	062
第三节 建筑形体的表达方法	113
第三章 建筑施工图的绘制与读识	131
第一节 建筑施工图	133
第二节 建筑总平面图	146
第三节 建筑平面图	152
第四节 建筑立面图	165
第五节 建筑剖面图	172
第六节 建筑详图及大样图	175
参考文献	193



工程图学与工程制图

◎ 本章概述

对于建筑学、景观规划以及环境设计类专业的学生来说，工程图学的产生与发展是必须了解的知识，工程制图中的建筑制图是必须掌握的技能。本章的第一节讲述了工程图学、工程制图以及建筑制图这三者的定义以及相互之间的关系；第二节讲述了国内外工程图学的历史进程；第三节介绍了中国现代计算机制图技术与建筑制图，并且简单概括了 CAD 和 BIM 技术的产生与发展。

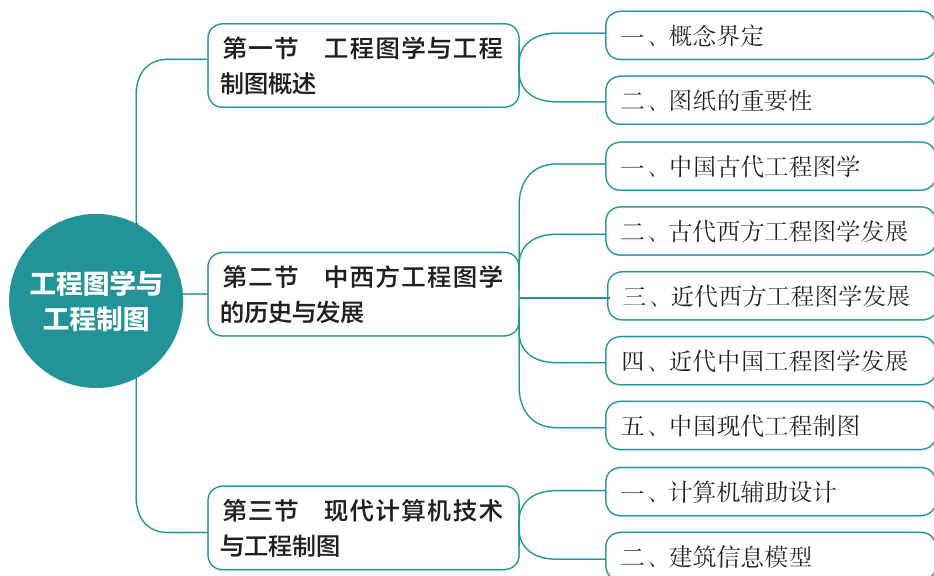
◎ 学习目标

使学生对工程图学的产生与发展有一个初步的了解，对工程图学、工程制图以及建筑制图的关系有清晰的认识，为接下来的建筑制图基础知识的学习提供一个完整的知识背景。

◎ 思政目标

在工程图学基础理论知识中融入中国传统建筑营造技艺，培养学生的责任意识和爱国情怀，引导学生树立正确的人生观和价值观，强化实现民族复兴的理想和责任。

◎ 思维导图



第一节 工程图学与工程制图概述

教育学家的研究表明，人类获取信息最直观的方式是通过视觉，它约占获取信息量的 85%。视觉思维，即从“我看见”到“我明白”，是人类在进化过程中逐渐形成的思维能力。基于这种思维方式，可见的东西对人类来说变得十分重要。图，作为信息传递的介质，它对任何一个领域的发展都有很大的影响。在古老的历史长河中，图首先是作为一种图腾和记录工具出现的，文字发明后，图依然是文化传递和情感表达的主要载体。文字将具体的事物抽象为概念化的形象，并记录下来，而图纸则可更直观、更有效地表达设计意图。

一、概念界定

工程图学是研究工程技术领域中有关图的理论及其应用的科学。包括理论图学、应用图学、计算机图学、制图标准化、制图技术、图学教育以及图学史等内容。

工程制图是一门研究图示法和图解法，以及根据工程技术规定和知识来绘制和阅读图样的科学，是一切工程技术的基础。工程制图包括机械工程制图、建筑工程制图、土木工程制图、水利工程制图、化学工程制图、船舶工程制图等。工程制图是一个统称，建筑制图是工程制图分类中的一种，应用于建筑行业。

在建筑工程中，无论是建造厂房、住宅、学校、桥梁、道路、商场还是其他建筑，都需根据设计完善的图纸进行施工。这是因为，建筑物的形状、大小、结构、设备、装修等，只用语言或文字是无法描述清楚的，而图纸可以借助一系列图样和必要的文字说明，将建筑物的艺术造型、外表形状、内部布置、结构构造、各种设备、施工要求以及周围地理环境等，准确而详尽地表达出来，作为施工的根据。

二、图纸的重要性

如果说建筑理念是一个精神空间，那么真实的建筑则是物质空间，图纸作为传递两者之间信息的媒介，连接两个空间。建筑学作为一门集艺术审美和工程技术于一体的综合性学科，不同时代背景下的建筑图都有差异。卡尔·马克思在《资本论》里说过：“蜜蜂建筑蜂房的本领使人间的许多建筑师感到惭愧。但是，最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜂蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了。劳动过程结束时得到的结果，在这个过程开始时就已经在劳动者的想象中存在着，即已经观念地存在着。”这说明，建筑设计是一项创造性的活动，每栋建筑的产生都离不开图纸，图纸作为一种交流工具，是头脑中的思维、想法通过图形手段的记录和表达。

从建筑二维图绘到建筑三维图绘，设计师用语言和各种视觉的媒介来描述建筑，各种各样的图构成了描述空间的主体。在建筑创作的过程中，通过图像分析和思考将思维转化为实体，通过图像化的表达，建筑师呈现出自己的设计理念与意图，并传达给大众，以图的方式与他人进行交流，图

纸承担了极为重要的任务。

在建筑工程中，所有从事工程技术的人员，都必须掌握制图和读图技能。不会读图，就无法理解别人的设计意图，更无法根据图纸进行房屋的施工建造。因此，工程图一直被称为工程界的共同语言，工程图还是工程界的一种国际性技术交流的语言。各国的工程图纸都是根据相同的投影理论绘制出来的，掌握了一国的制图技术，就不难看懂其他国家的图纸，各国的工程界经常以工程图为媒介进行各种交流活动。总之，凡是从事建筑工程设计、施工、管理及相关行业的工程技术人员都离不开图纸。

第二节 中西方工程图学的历史与发展

有史以来，人类就试图用图形来表达和交流思想，从远古洞穴中的石刻可以看出，在没有语言、文字以前，图形是一种有效的交流思想的工具。考古发现，早在公元前 2600 年就出现了可以成为工程图样的图，那是一幅刻在泥板上的神庙地图。“图”在推动人类社会的文明进步和现代科学技术的发展上起了重要作用。

一、中国古代工程图学

中国图学，无论是机械制图，还是建筑制图，都有着悠久的历史。中国古代大量的工程图学史料为我们今天研究中国的科技史提供了重要线索。自先秦至明清，中国工程图学绵亘数千载，这在中国乃至世界都是罕见的。“建筑”一词，古称“营造”，亦云“匠作”，作为历史文化的载体，大于鼎彝，早于文献，寿比金石。作为建筑设计和施工的根据，建筑图将建筑物的艺术造型、外表形状、内部结构、施工设备、地理环境以及其他要求准确而详尽地表达了出来。因而，建筑图是建筑工程不可缺少的重要技术资料，从古到今都是如此。

（一）先秦时期

1. 建筑制图记载

《周礼》“图学成就”中记录了中国古代建筑工程制图最早记载于《尚书》，其中的《洛诰》一文详实地记录了武王克商之后在洛河流域相宅、兴建都城的情况。而后成王时期的“复营洛邑”是中国建筑史上一次规模浩大的建筑工程。这不仅是我国古代史籍关于大规模都市设计的最早记录，也是我国古代建筑制图的最早记载，说明了图在建筑工程中的重要作用。

先秦城邑、都市之制，即如今所说的城市规划，有着悠久的历史传统。《周礼》中关于城邑设计建设的《考工记·匠人》，其中有“匠人建国”“匠人营国”“匠人为沟洫”三章内容。《周礼》首先论“建国”，其次论“营国”，再次论“为沟洫”，这样的论解，反映了当时城邑设计建设的技术路线和城邑规划的传统。“匠人建国”记述了以水平法测地平、找水平、定方位，通过测日影确定方向的测量方法。而“匠人营国”一章则专述周代城邑建设制度，所谓“国”，即指“城”，“营国”

就是城邑的规划设计和施工。先秦时期工程技术用图的文字资料有很多，但图样很少见，仅有少数青铜器上所绘的建筑图可供参考。

河南辉县赵固村出土的青铜器战国铜鉴，其中内刻画的建筑形象反映了战国时期建筑制图的水平。该青铜器上的建筑图是一座台榭，整座台榭以夯土台及都柱、辅柱为骨干，上建两层楼房。从夯土台四周的底层回廊算起，外观为三层。顶层建筑应是堂，中间四柱较高是堂的内柱；内柱两侧各有相对较矮的二柱，构成堂外环绕的回廊；堂下为木构楼层，画有梁的断面。回廊外侧挑出一个平台，四周有围栏环绕。中层四周也有回廊，上出腰檐，下出平台及栏杆。底层在夯土台四壁上有壁柱，外绕回廊。回廊无腰檐，檐柱上承二层回廊的楼板、平台和栏杆。辉县赵固村战国墓出土的青铜器上的建筑图（摹本）如图 1-2-1 所示。



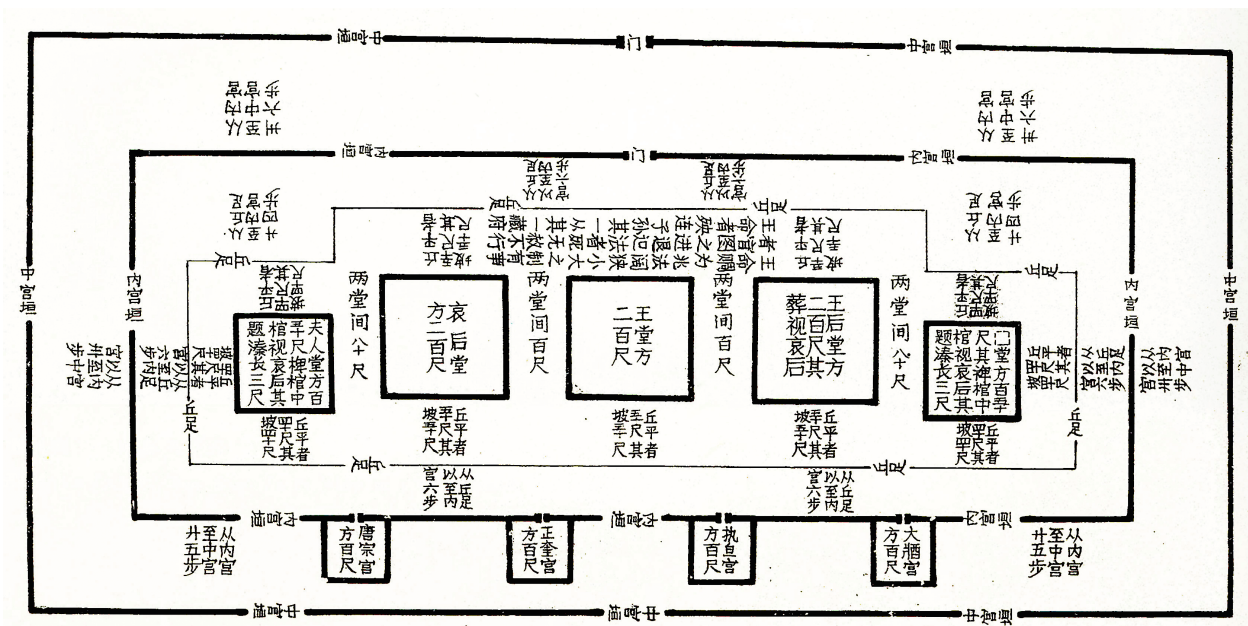
图 1-2-1 辉县赵固村战国墓出土的青铜器上的建筑图（摹本）

2. 建筑制图成就

这一时期具有工程意义的图样是战国时期中山王陵墓出土的兆域图，兆域图背面中部有一对铺首，正面是用金银镶嵌的陵墓平面示意图，如图 1-2-2 所示，图中标明了宫垣和坟茔的所在地点，建筑各部分名称、大小、位置。为表示各建筑物几何要素的大小和位置的距离，兆域图中的各主要部分标注了尺寸，并已具备定形尺寸和定位尺寸的概念。兆域图尺寸标注以当时中山国的尺度为单位，标明各建筑间的距离时，兼用尺和步。标注尺寸的规律是，凡人工构筑物，如建筑和坟丘的长度都用尺计，因为诸堂都建在人工筑成的坟丘上，所以堂与堂间的距离也是用尺计，而坟丘与内宫垣间的距离和内宫垣与中宫垣的距离，因为是在原野上度量，所以以步计。

兆域图成功地应用了类似现代正投影的方法，采取水平剖视的方法绘制，并按 1:500 的比例尺画出，是用来指导施工的建筑平面图，是名副其实的工程图样。尽管兆域图上只标出了建筑物的位置和尺寸，但以图中大小建筑的位置安排与二墓范围的尺寸标高相对照，还是可以看出这时的建筑群组布置已有明确的中轴线设计思想，并已掌握用建筑物的体量、标高和对称的布置形式来突出主体的方法。图上的“堂”“宫”“丘足”的基准线以及图形线条之间，几乎是对称的，除中山王的诏书外，所有的标注也是对称排列的，这也反映出此时对单体建筑和建筑群组的设计都已有一套较成熟的方法，达到了较高的水平。据兆域图绘制的原规划设计总体鸟瞰图如图 1-2-3 所示。

兆域图的出土为我们了解战国时期建筑群以及城市图的情况和制图技术水平提供了重要的实物资料，且图面绘制的线型被分为粗实线和细实线，这是工程制图使用不同线型的先导。



注：图中文字已译为现代汉字。

图 1-2-2 战国时期中山王陵墓出土的错金银铜板（摹本）

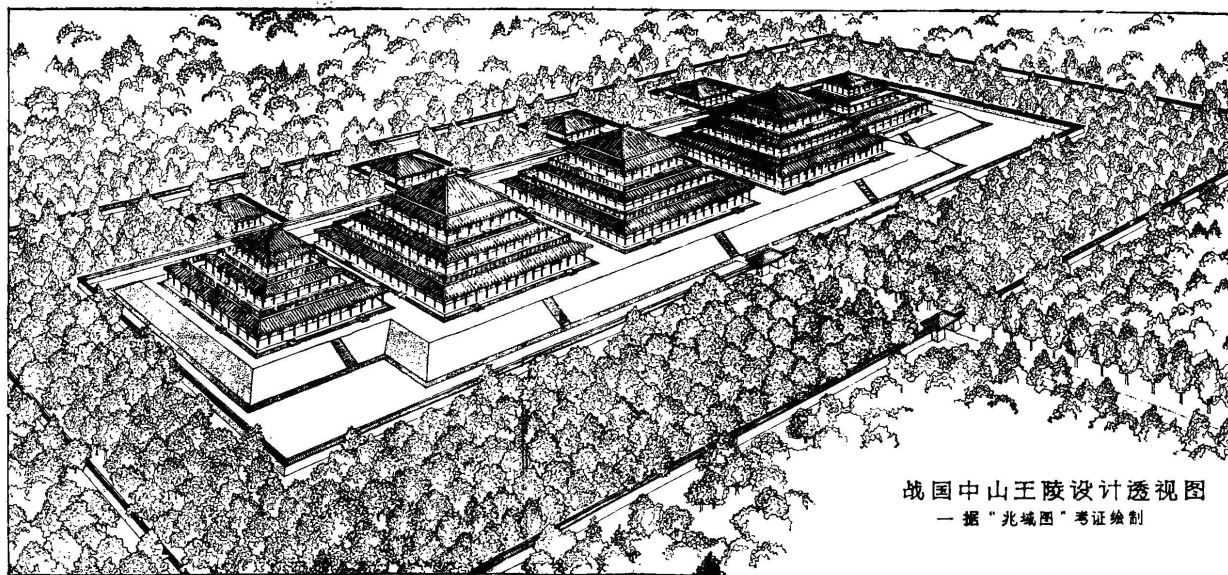


图 1-2-3 据兆域图绘制的原规划设计总体鸟瞰图

(二) 秦代

1. 建筑用图记载

秦代的各项工程，无论是建筑工程还是机械工程，都宏伟雄健，造型优美，结构严谨巧妙，工艺精湛细密，令人叹为观止。规划宏伟的秦都，布局设计独具匠心的秦始皇陵，为考察秦代工程技术和图学发展水平提供了极其宝贵的实物资料。

秦都的宏观设计是建立在整体规划基础之上逐步完成的，避免了由于随意堆砌造成杂乱无章的

局面。《三辅黄图》载：“咸阳故城，自秦孝公至始皇帝、胡亥并都此城。始皇兼天下，都咸阳，因北陵营殿，端门四达，以则紫宫，象帝居，渭水贯都，以象天汉，横桥南渡，以法牵牛。”这反映了秦都象天法地的设计思想。但秦都设计的图纸资料，由于文献不足，无从考证，已很难设想其工程制图的水平。

2. 建筑制图成就

“写放”是当时工程技术的一项重要原则和方法，这也是有关秦代建筑工程用图的唯一记载，是秦代众多工程中必须遵循的技术方法。“写放”二字的意思是先绘制图样，在图样的基础上修改、创作，然后按图样进行制作。“写放”是工程设计有力的辅助工具，既可提高设计质量，又可缩短研制的工期，绝不是简单的临摹抄写。这也是古代工程技术施工用图的最早记载。“写放其宫室”的“写放”二字，无疑表示了秦代工师绘制六国宫殿图样，然后按照图样放样在咸阳北原之上建造的全部过程，这是秦代大规模工程技术施工必须遵守的技术原则。

如果这“写放”的六国宫室结构简单，形体朴实，那么“写放”在工程上是易于进行的。但从图 1-2-4 所示的考古工作者绘制的秦咸阳宫第一号遗址复原剖面图中可以看出，其重叠的高台宫室、飞阁复道、廊腰缦回，檐牙高啄，气势不凡。而当时的六国宫室，不会与此相差太多。

秦都雄伟的建筑群，如果没有严格的工程图样制度，没有按图放样施工的科学技术，就不可能有“表南山之巅以为阙”“骊山北构而西折，直走咸阳”的设计思想。秦都的布局和建设是有独创性的，当时在建筑工程方面已有“写放”形式的技术语言了。

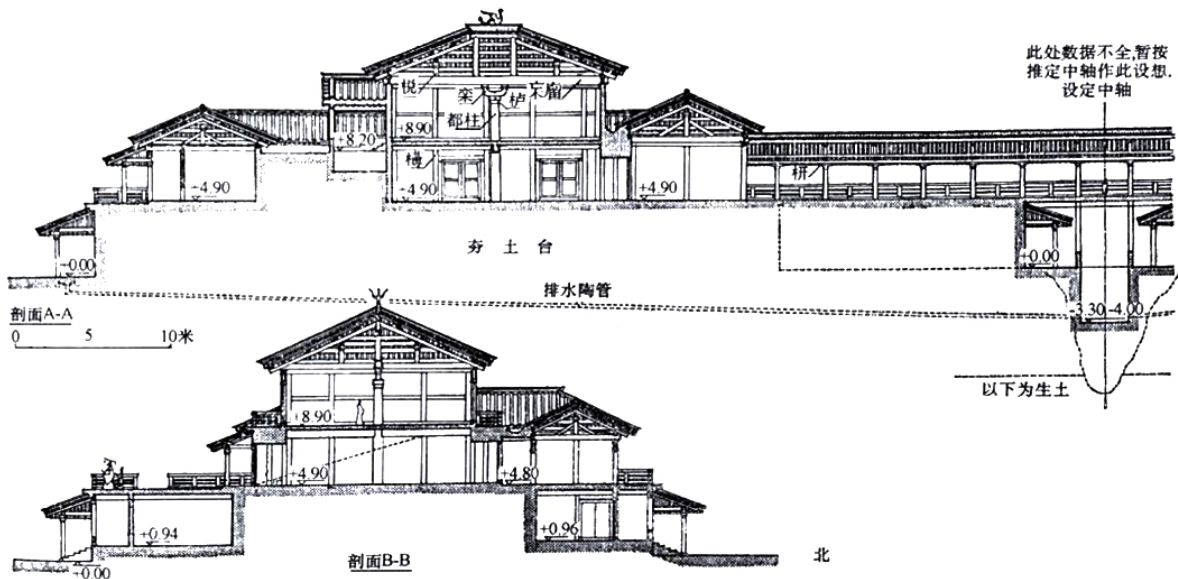


图 1-2-4 秦咸阳宫第一号遗址复原剖面图

(三) 汉代

1. 建筑用图记载

有关汉代人在大规模的工程建设中应用图样的记载可见《汉书》。据《汉书·郊祀志》载：“上欲治明堂奉高旁，未晓其制度。济南人公玉带上黄帝时明堂图。明堂中有一殿，四面无壁，以茅盖。通水，水圜宫垣。为复道，上有楼，从西南入，名曰昆仑，天子从之入，以拜祀上帝焉。于是

上令奉高作明堂汶上，如带图。”这里记载了西汉元封元年至元封二年（即公元前110年至公元前109年）汉武帝兴建明堂的情况，可以看出“黄帝明堂图”是一幅设计完善、内容复杂的图样，表现了建筑物的形状、大小、结构等，是很富有时代色彩的新式明堂。

2. 建筑制图成就

在汉代壁画中，采用正投影的方法绘制的建筑图有很多。1971年秋，考古工作者在内蒙古和林格尔发现一座汉代壁画墓，墓中的壁画内容丰富，构图完整，画幅巨大。壁画中所表现的汉代建筑，如城市、庄园等建筑组群，以及生产作坊，几乎应有尽有，有的建筑物上还标示了名称，这对研究汉代的建筑制度、建筑用途以及建筑制图的水平是十分重要的。在壁画墓中室西壁，进入后室的角道券门顶上画有大幅壁画，观察如图1-2-5所示的和林格尔东汉墓壁画中“渭水桥”的结构图可以发现，木桩朱栏之下明显地标出了“渭水桥”三个字，在桥上正中车骑之间还有“长安令”三个字，进一步明确了这座桥是汉代长安的渭水桥。和林格尔壁画的“渭水桥”的桥梁结构，运用了正投影的画法，俨如一幅建筑立面图。

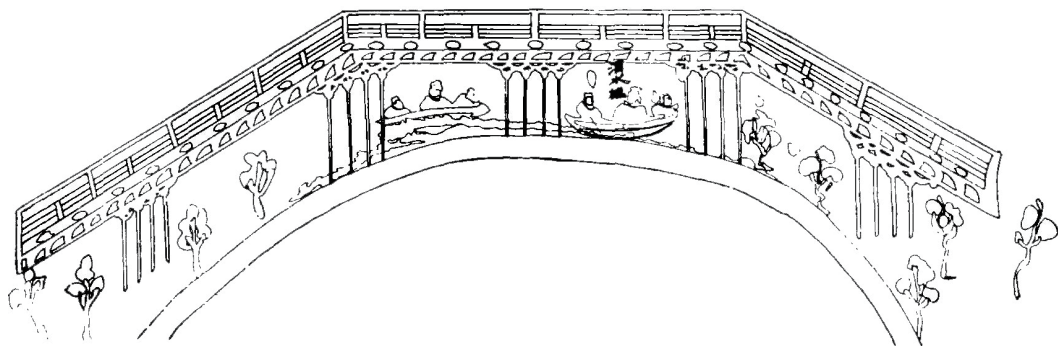


图 1-2-5 和林格尔东汉墓壁画中“渭水桥”的结构图

3. 汉代工程图学发展过程中的重要人物

两汉工程图学在前代的基础上有很大的发展，其代表人物是张衡（公元78年—139年）。张衡为我们留下了许多玄妙至绝的科技发明，而且还总结了两汉深刻的图学思想。汉代工程图学的成就和张衡的图学实践是其图学思想的客观基础，汉代壁画中所反映的建筑图样已达到相当高的制图水平。

张衡提出了“图者，心之谋，书之谋也”的观点。“图者，心之谋”意指图是人们审察计议、认识客观事物的产物，也是人们认识世界的工具。人的认识主要依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律、人与自然的关系。人类在长期的生产活动中为了制造工具、建造房屋，需要准确地表达物体的形状大小，因此创造出用一定的投影方法来表达物体的各种图样。图的出现是人们认识世界的结果，视觉形象是记录和交流思想的重要手段。“图者，书之谋”是说在文字信息中，图能起到“咨难”的作用，即“咨难为谋”。任何事物皆可用文字和概念来定义，但难免挂一漏万，若有图样形象，就会使人一目了然。图样源于生产实践，同时也在实践中为生产服务，成为建筑中表达和交流设计思想的重要技术语言。

（四）隋唐时期

隋唐两代的封建政治制度进一步发展，社会经济文化空前繁荣。隋唐之际是中国封建社会的鼎

盛时期，也是古代工程图学发展的重要阶段。

1. 建筑制图成就

1) 宫苑图

图样是任何工程技术设计表达都必不可少的工具。这些图样不仅是按一定的绘图技术要求绘制，而且包括工程设计内容的直观说明及其整体形象的效果图。特别是在建筑设计与施工中，设计者仅提供建筑的一个图样是不够的，因此，除正式施工图外，还必须绘制各种具有艺术表现力的图纸，以便更形象地说明建筑设计的环境、建筑设计的空间等内容，这些具有艺术表现力的图纸，通常被称为建筑画。创作于隋至唐初的宫苑图，就如同今天所说的建筑画。

宫苑图在内容和形式上的特点是“宫苑”“所附”山水，如故宫博物院所存的《宫苑图》卷（见图 1-2-6）、《京畿瑞雪图》和《九成宫图》大都如是。隋唐之际，宫苑图的大量出现与当时经济的发展、建筑业的繁荣是分不开的。宫苑图受到建筑设计师和帝王的重视，对古代建筑图与建筑设计的发展都起到了积极的作用。隋唐之际的宫苑图是中国古代绘画发展史上的重要标志，它对推动中国工程图学的进步起到了积极的作用，并对古代建筑设计及其建筑图的完备产生了巨大的影响，把宫苑图纳入建筑设计是中国古代建筑制图形成与发展的关键。



图 1-2-6 《宫苑图》卷（局部）/ 北京故宫博物院藏

2) 壁画中的建筑图

敦煌莫高窟在工程图学方面的储藏，包纳甚广，除建筑制图、机械制图之外，还包括天文图、地图等，代表着我国在相当长一段历史时期内的工程图学成就，其独具的博大气势映射出中国文化的辉煌。这一历史时期在中国科学技术发展史上是极为重要的，敦煌壁画中的工程图样反映了当时的工程技术，以及建筑业对制图理论和制图技术的应用情况。

以院落布局的群体组合方式是中国古代建筑的特色之一，但唐以前的组群实物现在都不复存在了，宋辽以后的实例也多被后代改动，较完整的组群实例只有明清才有保存，而敦煌壁画中的建筑图所反映的是唐宋以前的建筑群体组合，具有一定的研究价值。

隋唐之际，壁画为百姓所瞻仰，大都被绘制在寺庙里。慈恩寺大雁塔坐落在西安市南郊，建于唐高宗永徽三年（公元 652 年），其东依乐游原，南临曲江池，重楼复殿，台阁禅房，香客云集，盛极一时。据载，玄奘曾亲自参加了大雁塔的设计和建造工作。大雁塔的四面石门的门楣、门框上有各种极精美的线刻佛像和天王像，是研究唐代绘画和雕刻的重要文物，尤其西面门楣石上的《阴刻

殿堂图》，更是研究唐代建筑和工程制图的珍贵资料。门楣石上刻有佛殿中的柱、枋、斗棋、台基、椽檐屋瓦，两侧的回廊也都用极精确的线条画出。慈恩寺大雁塔门楣石刻上的建筑图样如图 1-2-7 所示。

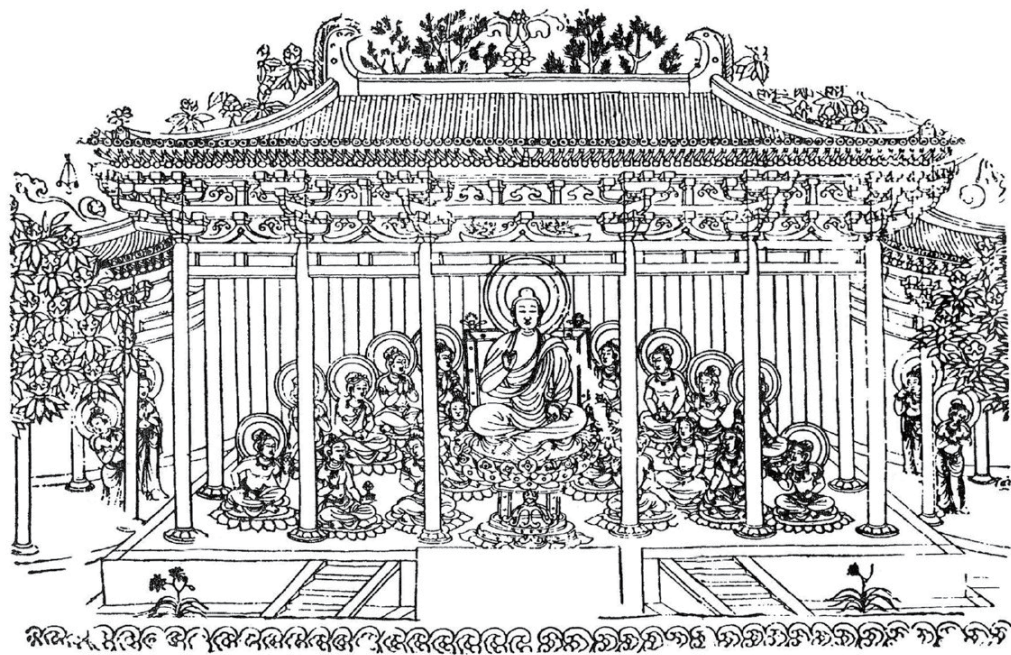


图 1-2-7 慈恩寺大雁塔门楣石刻上的建筑图样

唐代壁画墓中的建筑图反映了隋唐之际工程制图的发展水平，这些建筑图的绘制熟练地应用了制图的理论与技巧，是唐代建筑技术、建筑形体、建筑空间的生动写照。据柳宗元《梓人传》所载，当时建筑设计与施工水平已经规范化、制度化，当时掌握设计与施工的技术人员专门从事房屋的设计与现场施工的指挥工作，技术熟练，令行禁止。一般房屋设计图样都要在墙上画出，按图施工，即柳文所言“画宫于堵”，这种“画宫于堵”的传统，也成了壁画创作的重要蓝本。图 1-2-8 所示为唐李寿墓第一洞入口外上方门楼图，采用正投影的画法，准确地绘制了此建筑的各个细部与整体的关系，且比例准确，是不可多得的古代建筑立面图样。

2. 代表人物

《新唐书》与《旧唐书》所载阎氏兄弟——阎立德和阎立本，“以工艺知名”，在唐初或为将作大匠，或为工部尚书，或为少府监，乃至右相，“时论荣之”，善于建筑设计与机械设计，“时人称之”。立德、立本二人，不仅有“应务之才”，更“尤善图画，工于写真”，继父“善画”之业。

据《新唐书·艺文志》载，阎立德画《文成公主降蕃图》《玉华宫图》等。《历代名画记》卷九亦载，唐初，立德“为将作大匠，造翠微玉华宫，称旨，官至工部尚书”，有“《玉华宫图》传于代”。据《太平寰宇记》，玉



图 1-2-8 唐李寿墓第一洞入口外上方门楼图

华宫是唐太宗的避暑之处，其建筑“凭岩建宇，土无文绘，木不雕镂”，可谓别具一格，说明了阎立德建筑设计和建筑制图的才华。《新唐书》亦载阎立本画《秦府十八学士图》《凌烟阁功臣二十四人图》等。阎立本在唐初掌管土木营造工程，“累迁将作大匠”，其建筑图应所绘不少，但失其目录。张彦远所云“二阎，擅美匠”，指的是他们是“将作大匠”以及从事建筑工程设计工作。他们在建筑设计图中既要画宫观，又要画山水树石，这和我们今天的建筑设计一样，建筑图包括建筑师构思初期的草图、平面图、立面图和立体效果图，特别是表现建筑效果的立体图，配景是图中的重要组成部分，它可以使人们领悟到建筑设计师对建筑形成与空间的整个探索与创造思维的过程。山水树石在六朝时多附于人物，隋代属于宫观，至唐初二阎才走向成熟，这对中国建筑画的发展是极为重要的。

（五）宋代

宋代是我国古代工程制图发展的全盛时期，其机械制图、建筑制图、地图绘制等达到了前所未有的技术水平。宋代的科学技术专著较之前代，其最大的特点是具有大量的图样。这些图样绘制精细，自成体系，一改宋以前有关科技文献收书不收图的传统。这些科技著作特点是既有文字又有图样，或以文为主，图样次之；或无图样，但存图样名目，在附有图样的著作中，图样的数量很大，体例严谨。

1. 建筑用图记载

在各项工程方面，以宋代建筑工程制图为例。宋初建汴京宫殿，不少史籍中较为详细地记载了绘制洛阳宫殿图的情况。《宋史·地理志》中有：“东京，汴之开封也。梁为东都，后唐罢，晋复为东京；宋因周之旧为都。建隆三年，广皇城东北隅，命有司画洛阳宫殿，按图修之，皇居始壮丽矣。”这反映出宋代初年扩建宫殿的设计施工过程，先进行调查研究，测绘洛阳宫殿之制，画出图样，再按图营建。在岳珂的《程史》卷一里，还记载了汴京故城的修筑经过，栩栩如生地再现了当时在建筑汴京故城过程中的审查设计方案，修改图纸的情景和图纸存档的情况。宋王应麟（公元1223年—1296年）所撰《玉海》中也有不少关于建筑施工用图的记载。

从以上记载可知，宋代建筑施工中，工程制图已得到广泛的应用，将末代的宫廷建筑和历代的建筑施工相比，工程制图的作用显得更重要了。任何一项大的工程建筑，都是先进行调查研究，绘制图样，然后审查修改，按图施工，图样予以存档。这都符合现代工程技术的一般方法和原则，特别是宋代初年营建汴京宫殿后，大量的历史文献都记载了画洛阳宫殿图的情况，说明测绘洛阳宫殿图的工程规模之大，也正说明了工程制图对营建汴京宫殿所起到的重要作用。

2. 建筑制图成就

《营造法式》是北宋官订的建筑设计、施工的科学专著，性质类似于今天的建筑设计手册和建筑规范。它是中国古代文献中最完善的一部建筑技术专著，是研究宋代乃至中国古代建筑及其标准、工程图学的一部必不可少的历史文献。该书由宋代李诫所著，全书共36卷，其中有6卷是图样（包括平面图、轴测图、透视图），这是一部闻名世界的建筑图样的巨著，图中运用投影法表达了复杂的建筑结构，这在当时是极为先进的。《营造法式》中的图样数量如表1-2-1所示。

表 1-2-1 《营造法式》中的图样数量

名称	数量
总图图样	1
壕寨制度图样	4
石作制度图样	20
大木作制度图样	90
小木作制度图样	21
雕木作制度图样	5
彩画作制度图样	82
刷饰作制度图样	8
总数	231

《营造法式》在中国工程图学史乃至世界图学史上都是罕见的，它不仅在建筑制图的各个方面形成规范，而且在工程制图的技术标准层面也形成了一定的规范，它构建了中国古代建筑技术赖以发展的学术体系，并促进了我国古代工程制图的标准化和规范化，也是工程图学发展到一定阶段的产物。总的来看，《营造法式》的体例是首先释名，其次为诸作制度，再次为诸作功限，然后为诸作料例，最后为诸作图样，《营造法式》图样如图 1-2-9 和图 1-2-10 所示。全书纲举目张，条理井然，它的科学性和系统性是古代典籍中罕见的。《营造法式》是记载古代建筑制图的规范性文献，从书中所绘的全部图样来看，宋代建筑制图已经形成了一定的规范，并有一定的准则。

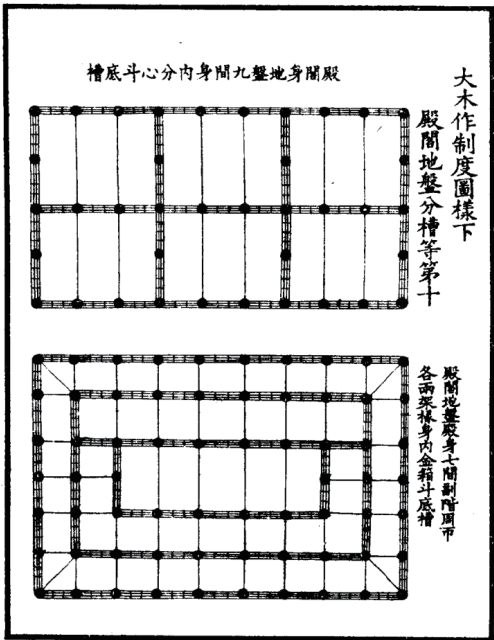


图 1-2-9 《营造法式》图样 1

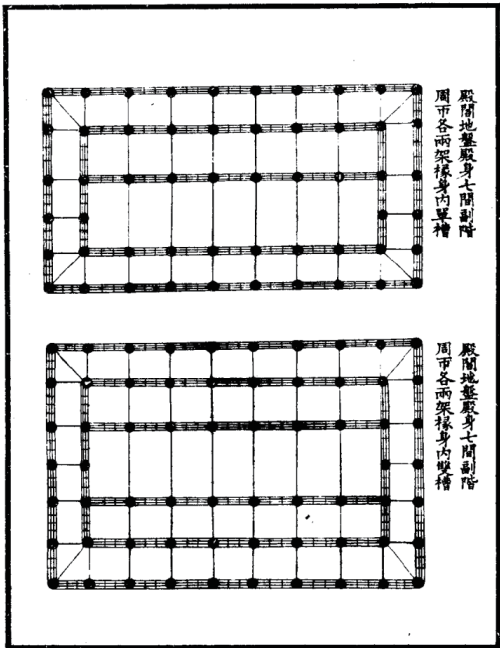


图 1-2-10 《营造法式》图样 2

《营造法式》中的图样代表了古代以木结构为主要特征的系列建筑施工图纸，即各种图样不仅反映出房屋、宫殿的各个部分的形状与外观，而且还标注了详细尺寸和所用材料以及相关部件的详细情况。图样上直接注有技术说明的有关内容，大部分的图样上还注有构件的名称，并附有文字说明，其中包括材质选择及有关原理。全书图样的幅面安排也较为紧凑，符合工程图样绘制的美学原则。工程制图是工程技术的“语言”，在二维平面上变换三维空间的形体是工程技术语言最基本的组成部分。中国古代建筑制图，其源甚古。到了宋代，工程制图专业术语日益完备，《营造法式》中有关制图的专业术语有图样、正样、侧样、杂样等。图样指用于施工的施工图的标准制度图样；正样是指建筑部件详图；侧样是指建筑立面图；杂样是指建筑部件详图。这些建筑制图的专业术语定义准确，实用性强，在今天的建筑技术工程中仍在使用，这都说明了其定名的科学性。

图样绘制技术是保证图样精度和质量的关键。首先是线性，中国古代的工程图样，《营造法式》是代表性的图谱之作的专著，图样的清绘是单线勾勒，界尺作线的。《营造法式》中制图线型的特点有二：一是在同一张图样中，图线的宽度基本相同；二是粗实线和细实线并用时，线型各自一致，重点突出。接着是比例，比例是工程制图的基本要素，是制图过程中必须严格遵守的数学规则。首先选定适当的作图比，然后画出房屋的侧视图，作图时要明确房屋瓦面的斜度，这样才能决定房屋侧梁柱高和卯眼的位置，这是非常正确的比例作图方法和步骤。《营造法式》里的建筑图成功地运用了画法几何学的投影方法，大量使用了正视图，即书中的“正样”；侧视图，即书中的“侧样”；水平视图及水平剖视图，即书中表示墙柱和柱础的“地盘分槽图”，图 1-2-11《营造法式》卷三十和图 1-2-12《营造法式》卷三十一均为“侧样”。其中“梁椽，飞子”图，是组合视图应用的实例。各种图样中的工程技术语言基本统一，表明视图的概念已经形成。

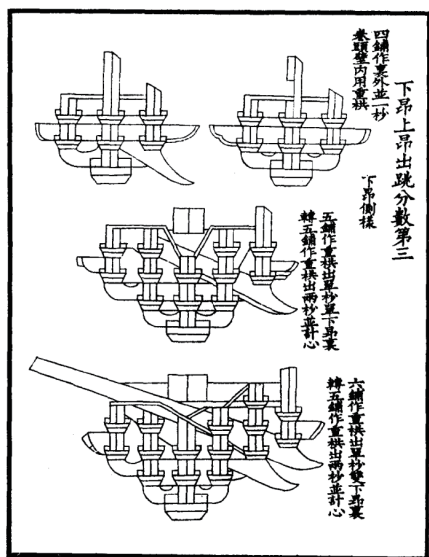


图 1-2-11 《营造法式》卷三十

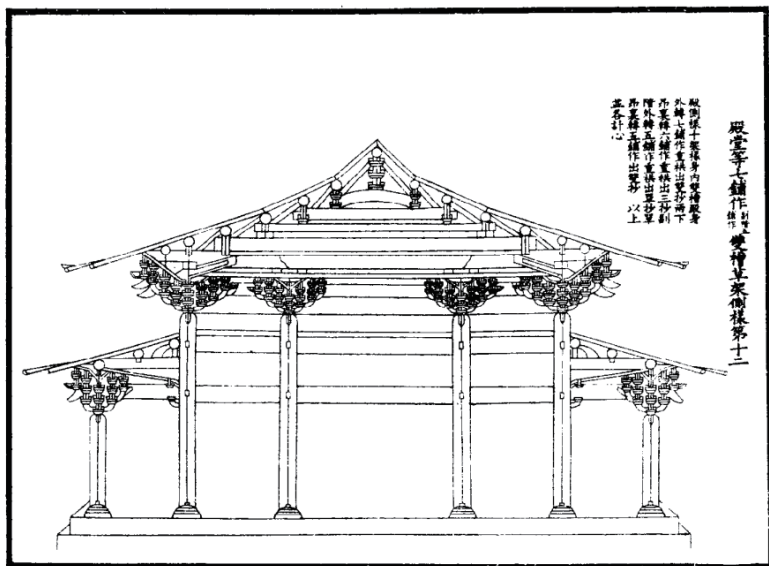


图 1-2-12 《营造法式》卷三十一

(六) 元代

元代工程图学在宋代的基础上有所发展，不乏卓有成就的图学专著，其中较为重要的是薛景石的《梓人遗制》和王祯的《农书》。从《梓人遗制》中绘制的各种建筑、机械图样、插图、示意图

以及有关图样应用的论述可以看出,元代建筑制图的学术体系相对于宋代的建筑制图而言更加完整了,制图的专业化又向前迈进了一大步,不仅为研究元代工程制图提供了实物例证,也为探讨元代图学思想提供了文献资料。

元代广泛采用了平行投影和透视投影的制图方法,相对从前的绘制方法更为简便,度量关系更为精确。有的图样为把建筑表现得更为清晰,还选取了有利于反映物体形状的轴测投影。《梓人遗制》中的图样大部分采用一器一图的制作方式,这是工程制图规范化的重要标志。《梓人遗制》中的图样如图 1-2-13 和 1-2-14 所示。

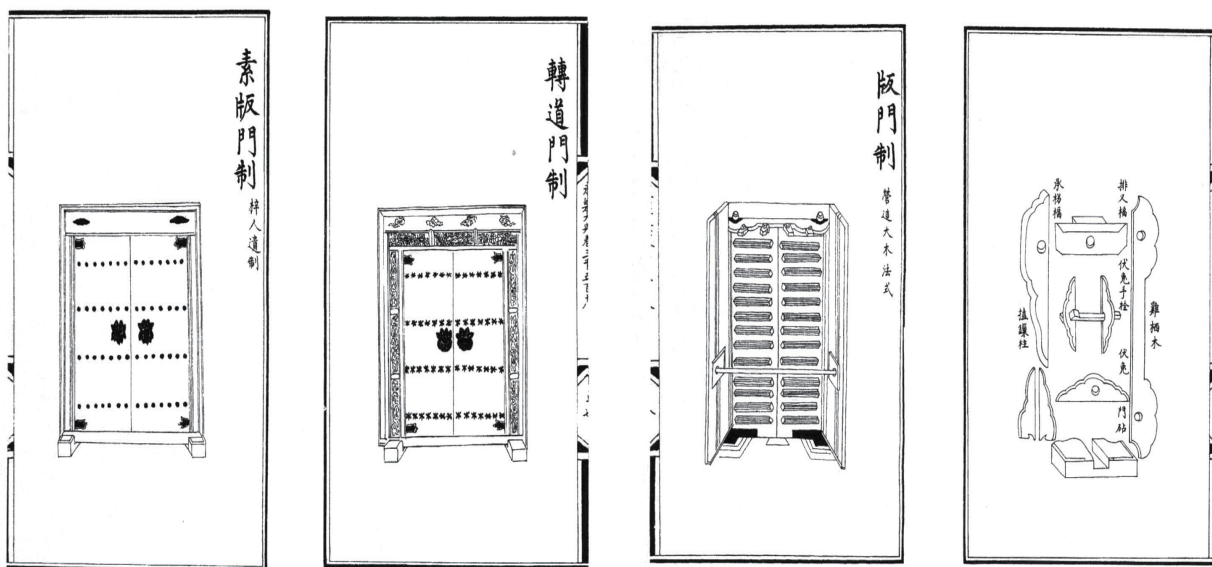


图 1-2-13 《梓人遗制》中的图样 1

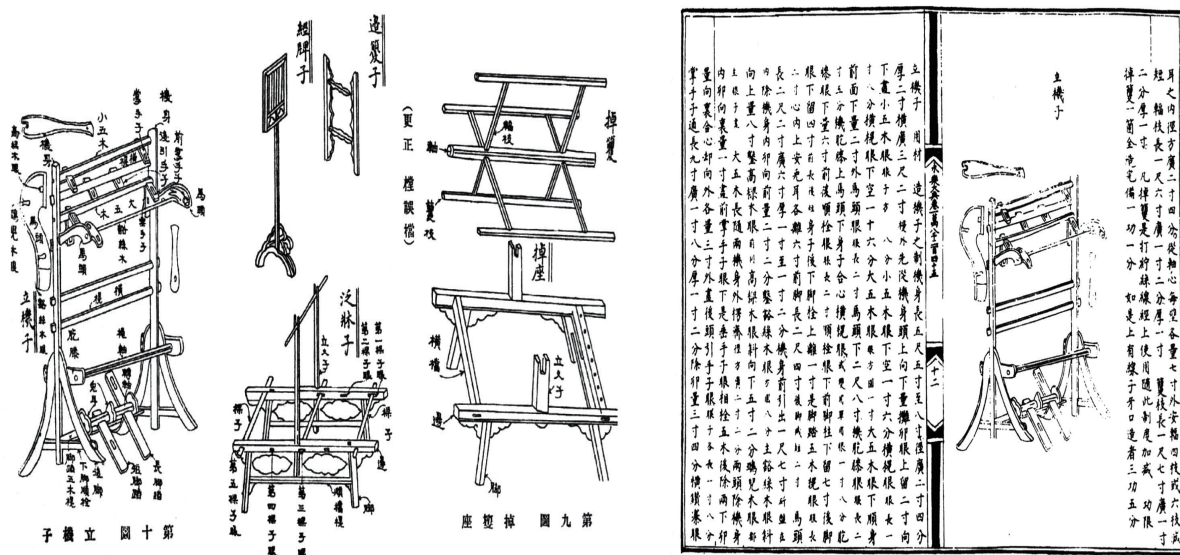


图 1-2-14 《梓人遗制》中的图样 2

(七) 明代

明代是中国历史上社会比较稳定、经济高度发达的朝代。明代中后期出现了资本主义萌芽，商品经济推动着对外交流、科学技术和文化的发展，工程图学水平也有了明显的提高，出现了《农政全书》《天工开物》等极具图学价值的科学技术巨著。

1. 建筑用图记载

明代社会经济的繁荣与生产创造的进步促进了建筑工程技术的发展。明初，明太祖朱元璋（公元 1328 年—1398 年）建都南京，据《明通鉴·太祖》所载：“元至正二十六年（公元 1366 年），群臣请建宫阙，太祖以国之所重，奠先庙社，命有司以次营建。己巳，典营缮者以宫室图来进。凡有雕琢奇丽者，即命去之。”其中“典营缮者以宫室图来进”，表现了中国古代城市建设，特别是都城建设时必须进行规划，保持按图施工的技术传统。可见，当时规划南京都城时，已绘有宫室阁样。“凡有雕琢奇丽者，即命去之”说明经审问的各种建筑图样较多，而且绘制的建筑细部详尽。

2. 建筑制图成就

1)《鲁班营造正式》

《鲁班营造正式》的内容以建筑木作为主，叙述江南民间建筑的大木、装修，家具的样式做法，并绘有水车、手推车等部分农业机械和交通工具的图样，是一部与人民生活联系较为密切的技术著作。《鲁班营造正式》无撰者，它是古代匠师集体创作的，此书总结了江南民间建筑经验，反映了明代经济、文化的情况。此书附有很多建筑图样和工具图样，与文字结合较为紧凑，其间杂以歌诀与诗文，把复杂的建筑技术写成歌诀与诗文，至今读来朗朗上口，极易记忆。

天一阁藏本中的《鲁班营造正式》秋千架之图，如图 1-2-15 所示，采用了正投影的方法，是住宅建筑的侧立面图。由图 1-2-15 可知，秋千架是省略山面梁架中柱，或中柱不落地的结构方式，原图绘制异常明显，并注有文字说明，绘制技术采用了粗略的正投影和等角画法。图 1-2-16 所示为《鲁班营造正式》小门式，其画法也很有特点。毕竟书中图样为民间匠师所为，其绘制技术远不及宋代《营造法式》精致，但亦见特色。

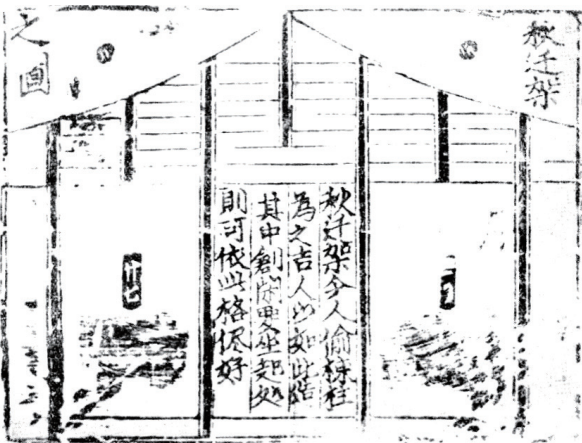


图 1-2-15 《鲁班营造正式》秋千架之图

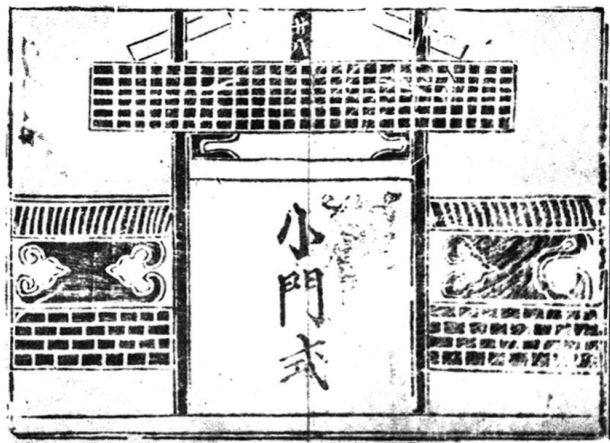


图 1-2-16 《鲁班营造正式》小门式

2)《园冶》

我国造园艺术具有悠久的历史 and 辉煌的成就。系统论述造园指导思想、园址选择,科学分析建筑布局,如屋宇、门窗、栏杆、墙垣的构造和形式,并用大量工程图样说明屋宇、装折、栏杆、门窗等,要以明末著名园林理论家计成所撰写的《园冶》一书最为称著。计成,字无否,吴江人。他以其卓越的造园艺术奔走四方,自食其力,有大量的造园实践经验。计成的造园与建筑的各种理论及其形式,直至今日,仍被世界建筑学家重视,是中国古代园林艺术的成就之一。

《园冶》不仅是我国古代关于造园理论的专著,也是明代工程图学遗产中很有价值的著作之一。《园冶》的图样见于“屋宇”“装折”“栏杆”“门窗”“墙垣”“铺地”之中。书中各种图式、图样等共246幅,其数量之多,在古代有图谱之作的科学技术著作之中也是屈指可数的。计成在“屋宇”篇中论述了建筑施工用图的作用,他说:“凡瓦作止能式屋列图,式地图者鲜矣。夫地图者,主匠之合见也。假如一宅基,欲造几进,先以地图式之。其进几间,用几柱着地,然后式之,列图如屋。欲造巧妙,先以斯法,以便为也。”计成这里所说的“地图”是指房屋建筑在营造以前绘制的平面图,如同现代建筑设计图中的平面图。他认为画设计图十分重要,不仅能“以便为也”,更能“欲造巧妙”。一幅好的设计图,必须能反映屋主和建筑师统一思想和意见。《园冶》房屋列架图如图1-2-17至图1-2-19所示,《园冶》房屋平面图如图1-2-20所示。

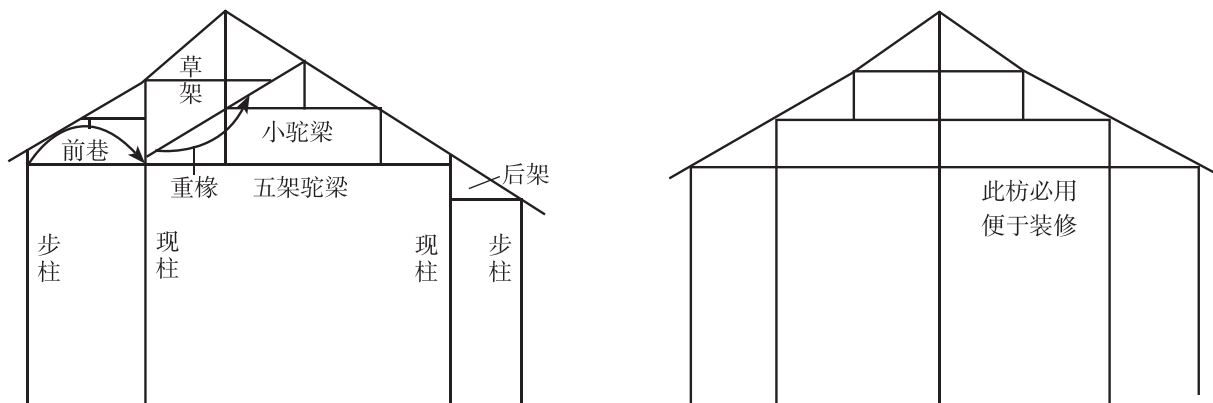


图 1-2-17 《园冶》房屋列架图 1

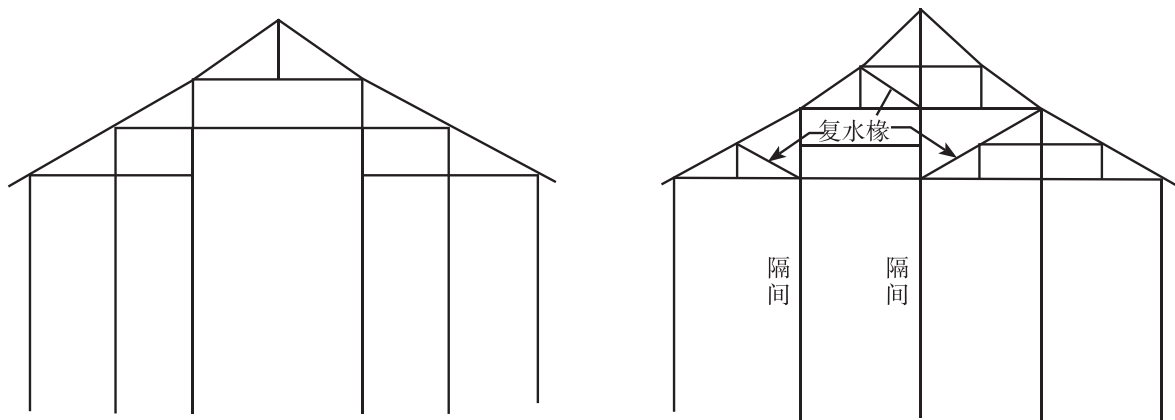


图 1-2-18 《园冶》房屋列架图 2

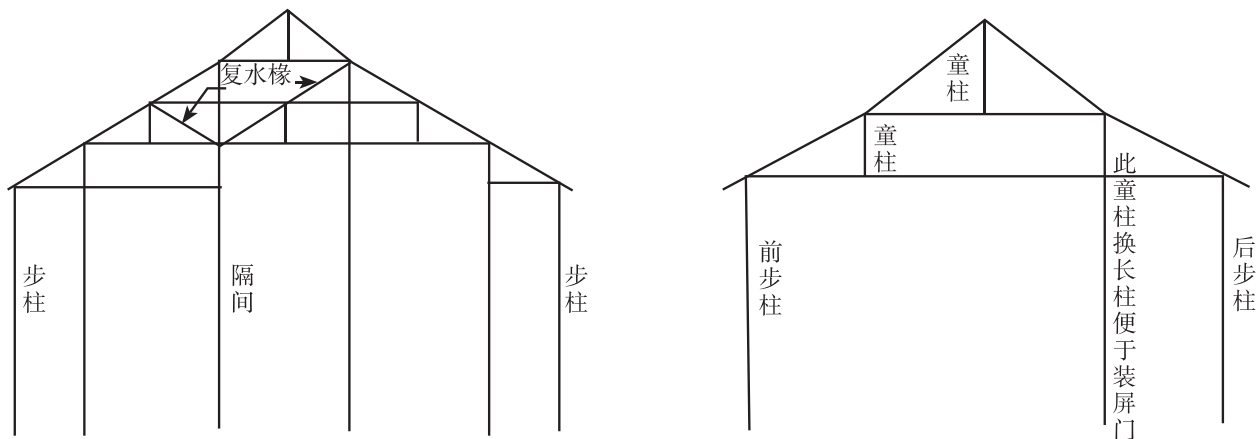


图 1-2-19 《园冶》房屋列架图 3

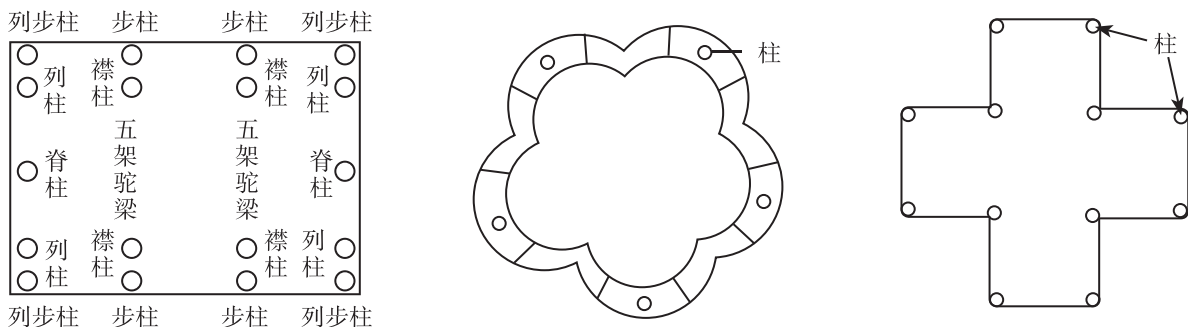


图 1-2-20 《园冶》房屋平面图

3)《朱氏舜水谈绮》

朱舜水不仅是学术大师，还娴习工程技术。各种建筑的图样图式在《朱氏舜水谈绮》卷中的编撰方法是先文字说明，后列各种图样，目录载各建筑名称。文字部分包括每个建筑各部件名称、建筑高度、材质、尺寸、施工方法。文字说明中多有“本样”“定样”“取样”“造样”等概念，说明这些建筑的施工是严格按照技术要求进行的。《朱氏舜水谈绮》共有 26 种建筑的图样，每类建筑图包括建筑总图、立面图、侧面图以及平面图。建筑的总图采用了正投影画法，特别是主立面与建筑侧面绘制在一起，使建筑图面更加清晰、简洁，以达到节约幅面的效果。这些图中的线全部都是细实线，细部绘制精致，如斗棋的绘制，非常认真。除建筑的主立面图、侧面图外，还包括内部立面图以及建筑平面图，部分建筑细部注有尺寸、技术说明等。朱舜水所绘建筑图样的工程技术语言完整、统一，各类图样大都按定比例绘成，虽有小疵，但整体上具备建筑图的图解和图示作用，为明代建筑制图之最。《朱氏舜水谈绮》建筑图样如图 1-2-21 至图 1-2-24 所示。

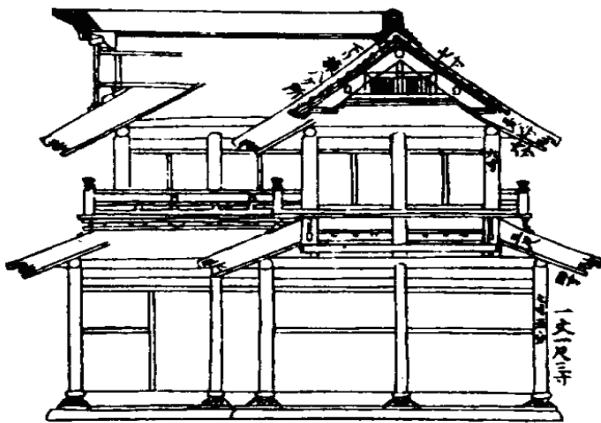


图 1-2-21 《朱氏舜水谈绮》建筑图样 1

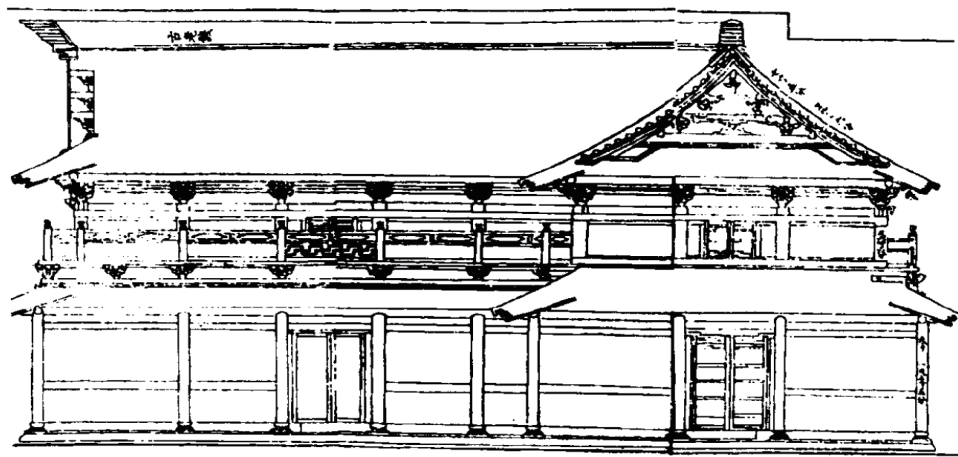


图 1-2-22 《朱氏舜水谈绮》建筑图样 2

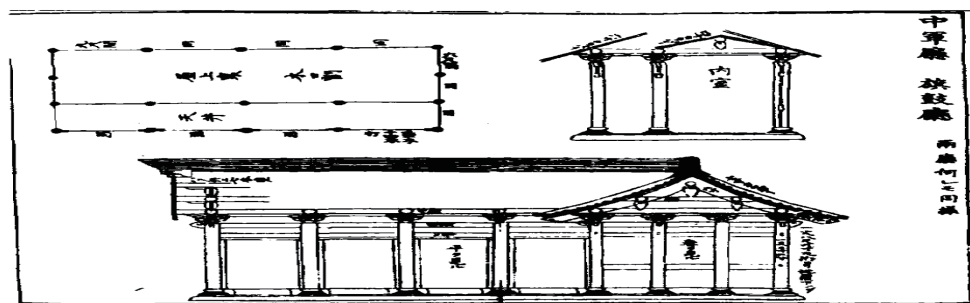


图 1-2-23 《朱氏舜水谈绮》建筑图样 3

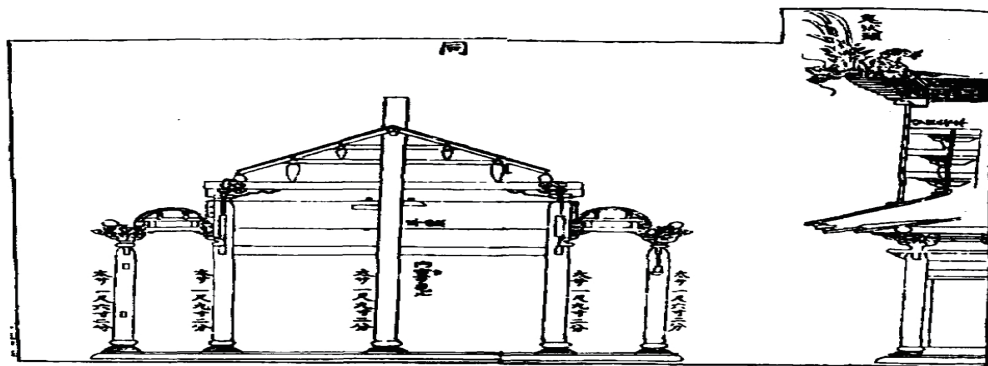


图 1-2-24 《朱氏舜水谈绮》建筑图样 4

(八) 清代

明清交替时期是我国历史上一个剧烈动荡的时期，科学技术的发展是比较缓慢的，但也取得了不小的成就。清代建筑专业世家“样式雷”绘制的大量建筑图为北京皇家宫殿、园林和陵寝的建设提供了技术支持。这些建筑图样包括轴测图、透视图、总平面图、部分平面图、节点放大图、平面与透视结合图、剖视图和建筑装饰图案等。这些图样品种繁多，与今天的工程图样如出一辙，采用比例作图。“样式雷”绘制图样如图 1-2-25 所示。

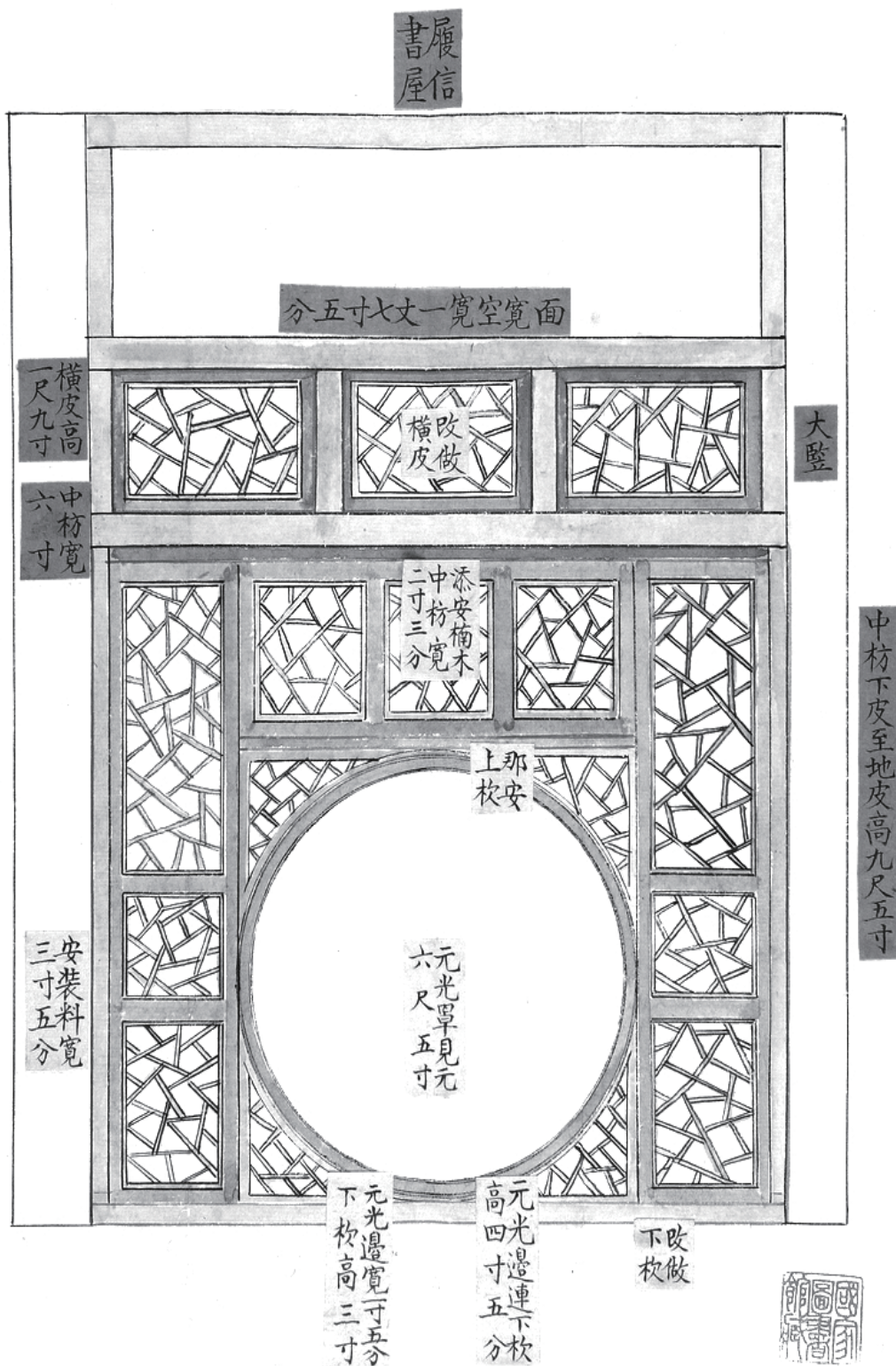


图 1-2-25 “样式雷”绘制图样

“样式雷”所绘图样由绘图工具绘制，规整细致，且建筑物设计富有变化。“样式雷”按实际需要和图纸的大小，选择适当比例，将图形缩小。图样的名称若依比例分类，则有一分样、五分样、寸样、二寸样等，如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 清代“样式雷”作图比例

图样分类	图样画法	比例
一分样	建筑物的长度 1 丈，在图样上的尺寸为 1 分	M=1 : 1000
五分样	建筑物的长度 1 丈，在图样上的尺寸为 5 分	M=1 : 200
寸样	建筑物的长度 1 丈，在图样上的尺寸为 1 寸	M=1 : 100
二寸样	建筑物的长度 1 丈，在图样上的尺寸为 2 寸	M=1 : 50

清代的建筑制图成就表明，这一时期的工程图学也取得了很大的成就，但在工程制图理论的研究方面，由于不能应用数学方法使图学理论完善化，因此，我国当时对工程制图理论的研究已经明显落后于西方。从科学发展的内在因素来讲，这种落后是带有根本性质的。雍正元年鸦片战争长达一百多年的时间里，中国社会不但没有发生像欧洲那样有利于科学发展的任何变革，相反，实行的各种政策和措施严重阻碍中国科学技术迅速跟上世界潮流。在这样的历史条件下，中国工程图学在明清之后，历经中衰，再也没有隋唐、两宋时的光辉成就，再也没有登上近代工程图学的高峰。

二、古代西方工程图学发展

《建筑十书》如图 1-2-26 所示，大约撰写于古罗马奥古斯都时代，即公元前 32 年至公元前 22 年，前后经历了十年的岁月。当时罗马的统治者屋大维是一个十分强悍的帝王，运用一切手段确保罗马传统能够取胜。他重建神殿，恢复道德和行为准则，树立新的工作风气，倡导献身职责的精神。在这样一个充满理想和激情的时代，罗马帝国进行了大规模的建筑工程和市政工程建设，开发了建筑材料，创造了新的建筑型制和结构，改革了施工技术，培养出了具有很高技艺的工匠和建筑师，而且通过《建筑十书》初步建立了建筑科学理论。《建筑十书》是现存的一部最完备的西方古典建筑全书。十卷书包括建筑科学的基本理论、建筑教育、城市规划原理、市政设施、建筑构图基本理论、西方古典建筑型制、各种建筑物的设计原理、建筑环境控制、建筑材料、建筑构造做法、施工工艺、施工机械和设备、建筑经济等内容。

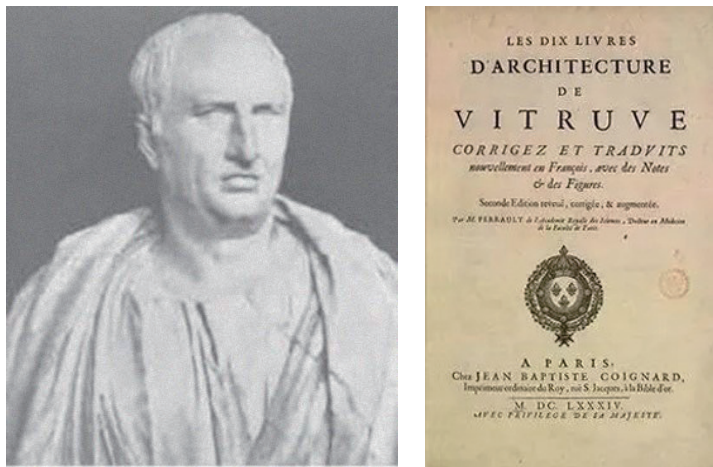


图 1-2-26 作者维特鲁威与《建筑十书》

《建筑十书》，顾名思义，关注的重点是建筑，维特鲁威在书中主要介绍了神庙、广场、大会堂、剧场、浴室、体育场、住宅、筑港工程及元老院等不同的建筑类型。它们各有不同的建造方法，因为各个单体建筑功能不同，所以其形式、规则等均不同。在《建筑十书》这本著作中，大部分的图样都采用了水平投影和正面投影，以及等角投影的画法，尽管这几种画法间没有投影的联系，但这些投影画法是希腊以来，即罗马帝国初期制图技术的反映，表现了当时投影画法的水平，《建筑十书》中的图样如图 1-2-27 至图 1-2-32 所示。维特鲁威特别强调工程技术人员要具备各门学科知识和种种技艺，其中包括按设计图样施工的能力。他强调图样的重要性，工程技术人员要有制图知识，能依靠制图知识将所要设计的建筑绘在图上，这样就可以更加便捷而精准地呈现出建筑的外貌效果。

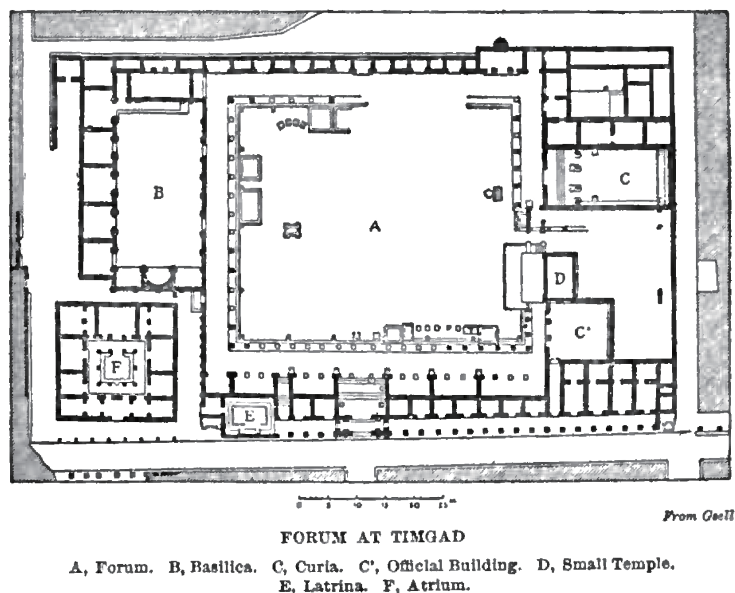


图 1-2-27 提姆加德古罗马遗址的广场平面图

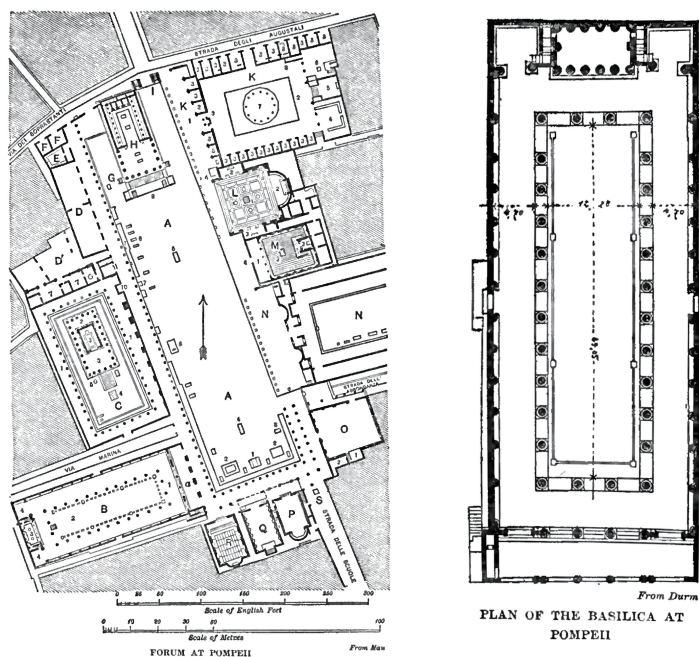


图 1-2-28 庞贝广场庞贝大教堂的平面图

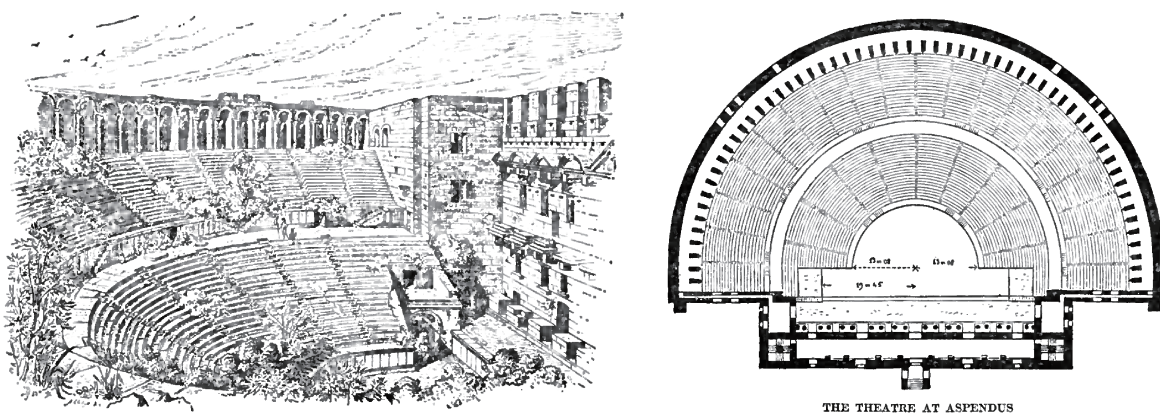


图 1-2-29 阿斯潘多斯剧院的设计图

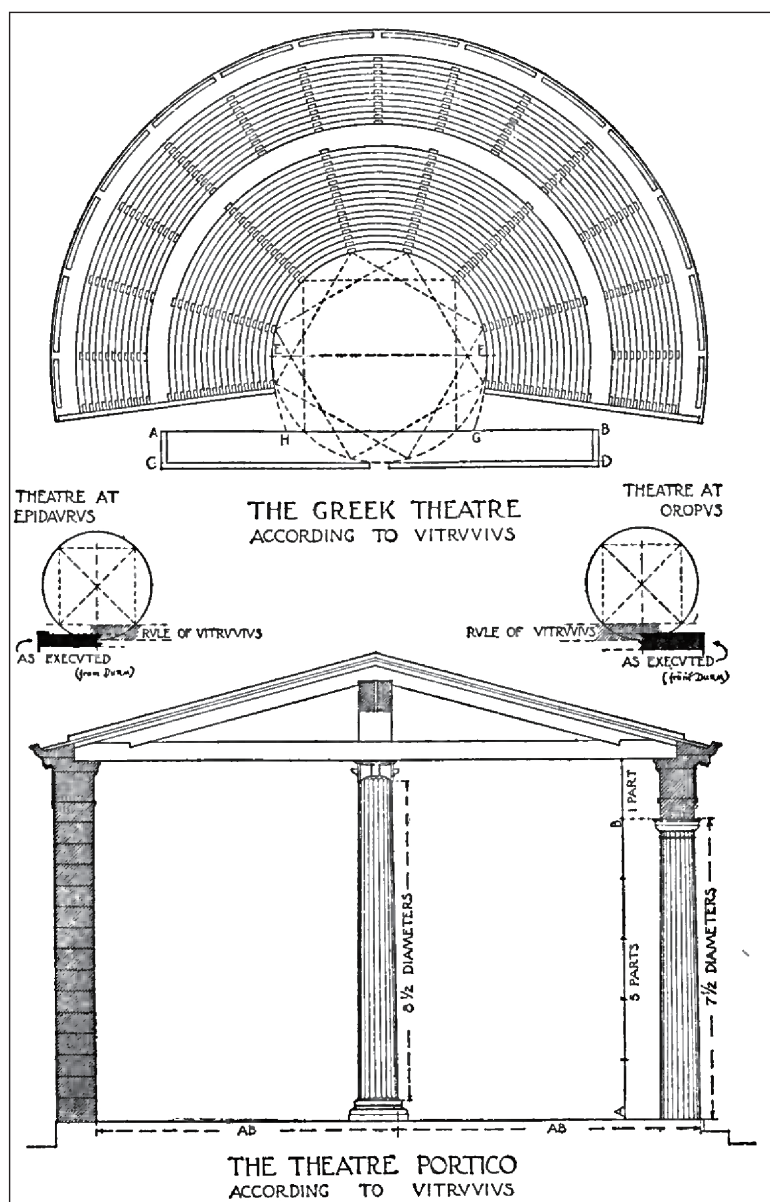
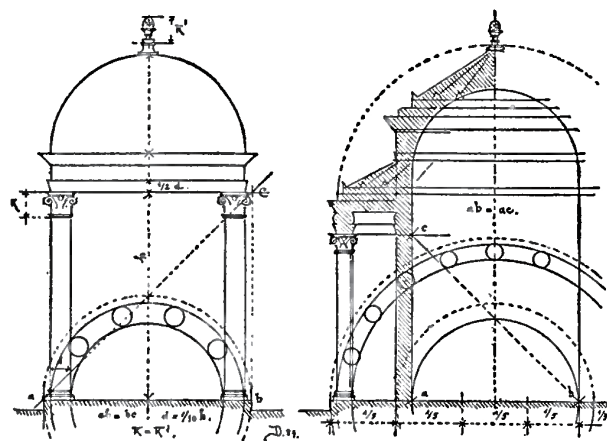
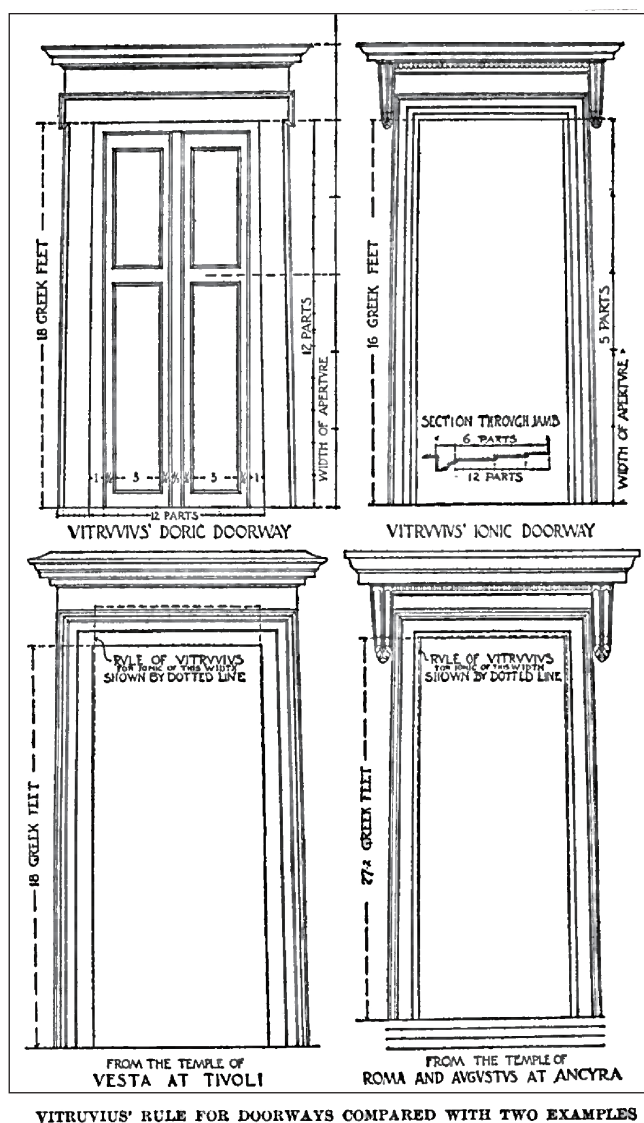


图 1-2-30 剧院门廊的平面图



THE CIRCULAR TEMPLE ACCORDING TO VITRUVIUS
From Durm

图 1-2-31 圆形神庙的平面图



VITRUVIUS' RULE FOR DOORWAYS COMPARED WITH TWO EXAMPLES

图 1-2-32 寺庙正门的平面图