

全国高等美术学院校建筑与环境艺术设计专业规划教材

画法几何与阴影透视

从绘图到设计

中央美术学院 主编
钟 予 编著

中国建筑工业出版社

PDG

责任编辑:唐 旭 李东禧

封面设计:锐扬图书工作室

全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业规划教材

经销单位:各地新华书店、建筑书店

网络销售:本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

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

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类:高校教材 (V)



ISBN 978-7-112-10402-4



9 787112 104024 >

(17326)定价:26.00 元

全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业规划教材

画法几何与阴影透视

从绘图到设计

中央美术学院 主编

钟 予 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与阴影透视 从绘图到设计/中央美术学院主编;
钟予编著. —北京:中国建筑工业出版社, 2008

全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业规划教材

ISBN 978-7-112-10402-4

I. 画… II. ①中…②钟… III. ①画法几何-高等学校-教材
②建筑制图-透视投影-高等学校-教材 IV. 0185.2 TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 152688 号

责任编辑:唐旭 李东禧

责任设计:董建平

责任校对:刘钰 关健

全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业规划教材

画法几何与阴影透视

从绘图到设计

中央美术学院 主编

钟予 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本:880×1230毫米 1/16 印张:8 字数:260千字

2008年11月第一版 2008年11月第一次印刷

定价:26.00元

ISBN 978-7-112-10402-4
(17326)

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)



全国高等美术院校
建筑与环境艺术设计专业规划教材

总主编单位：

中央美术学院
中国美术学院
西安美术学院
鲁迅美术学院
天津美术学院
四川美术学院
广州美术学院
湖北美术学院
清华大学美术学院
上海大学美术学院
中国建筑工业出版社

总主编：

吕品晶 张惠珍

编委会委员：

马克辛 王海松 吴昊 苏丹 邵建 赵健
黄耘 傅伟 彭军 詹旭军 唐旭 李东禧
(以上所有排名不分先后)

《画法几何与阴影透视——从绘图到设计》

本卷主编单位：中央美术学院

钟予 编著

总序

缘起

《全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业实验教学丛书》已经出版十余册，它们是以不同学校教师为依托的、以实验课程教学内容为基础的教学总结，带有各自鲜明的教学特点，适宜于师生们了解目前国内美术院校建筑与环境艺术设计专业教学的现状，促进教师对富有成效的特色教学进行理论梳理，以利于取长补短，共同进步。目前，这套实验教学丛书还在继续扩展，期望覆盖更多富有各校教学特色的各类课程。同时对那些再版多次的实验丛书，经过原作者的精心整理，逐步提炼出课程的核心内容、原理、方法和价值观编著出版，这成为我们组织编写《全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业规划教材》的基本出发点。

组织

针对美术院校的规划教材，既要对学科的课程内容有所规划，更要对美术院校相应专业办学的价值取向做出规划，建立符合美术院校教学规律、适应时代要求的教材观。规划教材应该是教学经验和基本原理的有机结合，以学生既有的知识与经验为基础，更加贴近学生的真实生活，同时，也要富含、承载与传递科学概念、方法等教育和文化价值。十所美术院校与中国建筑工业出版社在经过多年的合作之后，走到一起，通过组织每年的各种教学研讨会，共同为美术院校建筑与环境艺术设计专业的教材建设做出规划，各个院校的学科带头人人们聚在一起，讨论教材的总体构想、教学重点、编写方向和编撰体例，逐渐廓清了规划教材的学术面貌，具有丰富教学经验的一线教师们将成为规划教材的编撰主体。

内容

与《全国高等美术院校建筑与环境艺术设计专业实验教学丛书》以特色教学为主有所不同的是，本规划教材将更多关注美术院校背景下的基础、技术和理论的普适性教学。作为美术院校的规划教材，不仅应该把学科最基本、最重要的科学事实、概念、

原理、方法、价值观等反映到教材中，还应该反映美术学院的办学定位、培养目标和教学、生源特点。美术院校教学与社会现实关系密切，特别强调对生活现实的体验和直觉感知，因此，规划教材需要从生活现实中获得灵感和鲜活的素材，需要与实际保持紧密而又生动具体的关系。规划教材内容除了反映基本的专业教学需求外，期待根据美院情况，增加与社会现实紧密相关的应用知识，减少枯燥冗余的知识堆砌。

使用

艺术的思维方式重视感性或所谓“逆向思维”，强调审美情感的自然流露和想象力的充分发挥，对于建筑教育而言，这种思维方式有助于学生摆脱过分的工程技术理性的约束，在设计上呈现更大的灵活性和更加丰富的想象，以至于在创作中可以更加充分地体现复杂的人文需要，并且在维护实用价值的同时最大程度地扩展美学追求；辩证地运用教材进行教学，要强调概念理解和实际应用，把握知识的积累与创新思维能力培养的互动关系，生动有趣、联系实际的教材对于学生在既有知识经验基础上顺利地理解和掌握课程内容将发挥重要作用。

教材的使命永远是手段，而不是目的。使用教材不是为照本宣科提供方便，更不是为了堆砌浩瀚无边的零散、琐碎的知识，使用教材的目的应该始终是让学生理解和掌握最基本的科学概念，建立专业的观念意识。

教材的使用与其说是为了追求优质的教学效果，不如说是为了保证基本的教学质量。广义而言，任何具有价值的现实存在都可以被视为教材，但是，真正的教材永远只会存在于教师心智之中。

吕品晶 张惠珍

2008年10月



目 录

总序

001 第1章 导言

- 001 1.1 从观察到设计
- 001 1.1.1 怎样观察
- 002 1.1.2 怎样想象
- 003 1.1.3 怎样表现
- 005 1.2 从理想到营造
- 005 1.2.1 从图纸到营造
- 006 1.2.2 从想象到营造

009 第2章 空间形体构想

- 009 2.1 投影
- 009 2.1.1 空间形体表达的发展
- 011 2.1.2 投影的基本知识
- 013 2.1.3 视图
- 015 2.1.4 投影的基本规律
- 020 2.2 基本形体的构想
- 020 2.2.1 关于基本形体的认识
- 022 2.2.2 基本形体的演变
- 025 2.2.3 基本形体的组合
- 029 2.3 曲面的生成
- 029 2.3.1 旋转曲面
- 030 2.3.2 平移曲面
- 032 2.3.3 螺旋曲面
- 033 2.3.4 高斯分析法

034 第3章 建筑绘图

- 034 3.1 多视点二维视图
- 035 3.1.1 在投影之外：正视图的阅读
- 042 3.1.2 简化与抽象：正视图的绘制
- 050 3.2 轴测图

050	3.2.1	从军事图纸开始：轴测图的基本知识
054	3.2.2	理性的回归：轴测图的绘制
060	3.3	透视图
060	3.3.1	透视的基本知识
064	3.3.2	透视的画法
071	3.3.3	透视图角的选择
077	3.4	阴影
077	3.4.1	光与影的基本知识
079	3.4.2	平行投影中的阴影
086	3.4.3	透视投影中的阴影

092 第4章 几何构成研究

092	4.1	以数字建成的房子
092	4.1.1	古代世界的神庙
094	4.1.2	人文主义的建筑学
099	4.1.3	现代的黄金分割模数
102	4.2	自然与几何结构
103	4.2.1	自然规则的结晶
106	4.2.2	苹果里的五角星
109	4.2.3	生命的曲线

119 参考文献

120 后记



第1章 导言

在中国古代,几何被称为“形学”。而“几何”二字,原本只是一个虚词,意为“多少”(如“对酒当歌,人生几何?”)。从名称的由来看,这一学科研究的应是形体的量化及其规律。

作为研究形体空间关系的数学分支,几何学从诞生之日起就与人类测绘大地、改造居住环境的建筑实践有十分密切的关系。古代埃及人为兴建尼罗河水利工程,曾经进行过测地工作,相关的知识则成为几何学的基础。在18、19世纪,由于工程、力学和大地测量等方面的需要,产生了画法几何、射影几何和微分几何。20世纪以来,人们对自然结构的观察与理解不断深入,微分几何也有了进一步的发展。随着几何之树的枝叶日益繁茂,它又反过来将自身的累累硕果回馈给了设计学科和工程实践,其中包括从设计辅助工具到创新思维的诸多方面。

并且,从根本上讲,建筑师从来就是关注形体与测量的人。而作为联系居住梦想与营造现实的学科,建筑学所研究的始终不外乎是形体、空间,以及它们的尺度。与此同时,人们对高效的建筑结构的迫切要求,以及对优美的空间造型的热切期待,令建筑学与几何结构所固有的紧密联系远远超过了它与其他艺术与设计学科的关系。

1.1 从观察到设计

在建筑产生的过程中,绘图的现象无处不在。因为,将有关居住环境的梦想变为现实从来就不是一个人的事:建筑师必须不断地向自然借鉴,与自己商讨(反复斟酌),和他人交流(以去自己之所短,取他人之所长),以便使最初的设想最终完善起来。开始时是创作灵感与激情的依稀闪现,然后是大脑

对那一思想的逐渐理智化的调整和检验,乃至最后是实在的设计图跃然纸上。建筑师们都知道,是激情和草图共同织就了设计创作的这一不二轨迹。

接下来的问题是:绘图在设计的过程中是如何被应用的呢?它们发挥着怎样的作用?

关于这些问题,建筑大师柯布西耶^①的设计图为我们提供了难得的范例,充分展现了绘图的表现可能性与潜在影响力。柯布西耶在日常生活中一直坚持着速写的习惯,平时总是用速写来临摹自然,记录现实(即业已存在的建筑),探索未来(亦即不时涌现的建筑激情)。如此,在进行建筑设计时,他就总能得心应手,并通过精确、完美的制图表现来说服自己和他人接受自己的设计建议。

1.1.1 怎样观察

柯布西耶那些备受推崇的速写本尺寸不大,只有手掌大小;每本有近百张,现存70余本;一般是1~2个月画完一本。在这些数量巨大的速写本中,柯布西耶将看似琐碎的日常见闻记录下来。在记录视觉资料的同时,他实际上也广泛探索了不同绘图方式的潜在表现力。

与他的那些精美的立体主义绘画相比,柯布西耶的速写可谓是极端缺乏构图,并充斥着变形的透视和错误的比例——这从某种角度表明,绘图者的意图完全不在图画本身。那么,柯布西耶在速写时

① 勒·柯布西耶(Lé Corbusier, 1887—1965), 20世纪影响最为深远的建筑师之一。他在建筑设计的许多方面都是一位先行者,对现代建筑设计产生了非常广泛的影响,因此与格罗皮乌斯、密斯、赖特并称为现代建筑的四大大师。“二战”前,他激烈抨击因循守旧的复古主义建筑风格,歌颂现代工业的成就,鼓吹以工业的方法大规模地建造房屋,提倡“住房是居住的机器”。战后,他的建筑设计风格发生了显著的变化,将视线从工业技术转向了乡土建筑经验,开始追求粗糙苍老的原始趣味。

集中关注的是什么呢？

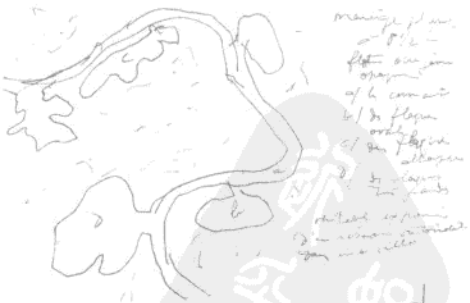
如同柯布西耶一再在自己的论著中所表白的那样，他一生追寻的是宇宙运行的潜在秩序。可以激发他探索热情的不是树叶或植物本身，而是树木的精神、海湾的和谐、浪花的法则，等等。因此，他的视觉笔记绝非简单的现象记录，而是充满了分析性的线条——这些都是建筑师思考与探索过程的反映。通过对现实造型现象的观察与分析，建筑师检验并强化了自己对宇宙规律的认识。

例如,柯布西耶晚年对自然曲线的内在联系与控制法则产生了浓厚的兴趣,于是探索性地观察了许多曲线形式:从无机到有机,从川流到人造物(图1-1~图1-3)。



● 图 1-1 牛与牛犊(1950)

在速写中,牛的外形轮廓被反复加强了。画者仿佛以铅笔探索着动物的脊柱,特别表现出对其结构转折点的兴趣,似乎正在琢磨其中受力的细微变化,以及结构的应对措施。一句话,他考察的是最为常见的有机结构如何经济、有效、和谐地遵循并反射出宇宙间最普遍的力学法则,并与之共鸣。



● 图 1-2 河流鸟瞰(1951)

当飞机飞越哥伦比亚上空时,机舱里的柯布西耶被大地上河流的形态与湿地系统吸引了,并马上将其与汽车系统对照起来。文字笔记大意为:湿地平原/上午8:30/不透明的黄褐色水体/a. 水流/b. 椭圆形水池/c. 伸长的水池/d. 非常大的水池/城市中汽车系统的真实表达



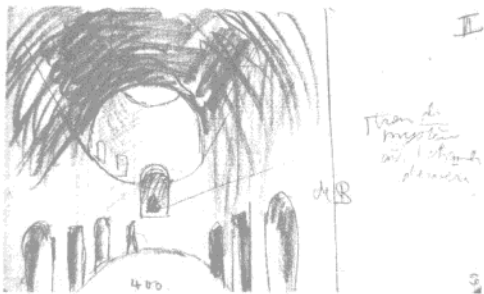
● 图 1-3 金字塔建筑群(1952)

柯布西耶记录下金字塔与狮身人面像这两个已成功深入人心的纪念造型是如何与天空发生关联的。两者的造型原则全然不同,前者是简洁的柏拉图形体,后者则是对有机造型的模仿。然而在速写中,由于采用了相似的表现技法,两者间仿佛存在一种内在张力,从而紧密地联系在一起。

1.1.2 怎样想象

柯布西耶的观察笔记当场强化了观察者对特定场景的感受与记忆。但更加重大的意义是：它们储存了大量的造型灵感，从而为设计师日后的创作提供了宝贵素材。据他同事的回忆，柯布西耶在进行方案构思时，常常随身携带好几个速写本，并不时翻阅它们。

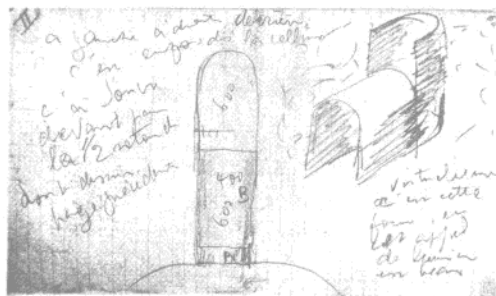
例如,关于朗香教堂(Ronchamp Chapel, 1950—1955)那神秘莫测的造型,人们曾经有过种种猜测。但从柯布西耶的大量速写本中,我们就能够发现若干端倪(图1-4~图1-6)。它们足以表明,教



● 图 1-4 乡间别墅(意大利, 1911)

在一栋废弃的乡村别墅里，年轻的建筑师被光线戏剧性的表演打动了。他马上记录下场景的种种细节：前景中水平延伸的简拱顶笼罩在浓重的阴影中；幽暗狭长的矩形大厅的尽头是垂直伸展的筒状天井，其间有来自天国的柔和、变幻无穷的光。

堂不同寻常的造型并不是设计师一时心血来潮的结果,而是源于他长时间来就“形式—功能”关系所作的探索。



● 图 1-5 乡间别墅(意大利, 1911)

建筑师还记录下这两个简洁而又巧妙对比的筒状体量的组合形式与尺寸

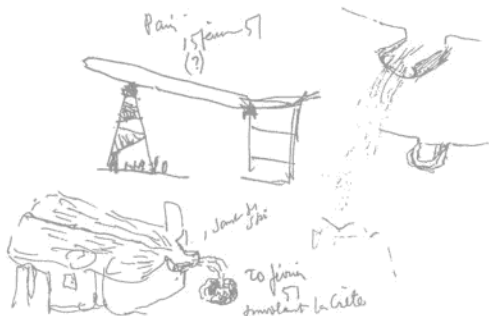


● 图 1-6 乡村教堂(北非, 1935)

在苍茫的背景中,教堂拥有几乎与大地融为一体的厚重造型与材质;陡然升起的采光天井以及十字架图案一起打破了这片水平延伸着的沉寂

除了对日常见闻的记录,洋洋大观的速写集也包含部分的设计草图。在这里,柯布西耶继续运用观察笔记的表现风格:他不在意绘图的类型,也无意完善图面的美学效果,甚至不在乎是否区分了现实存在与设计想象的界限。比如,朗香教堂的几张概念构思图,就仅仅旨在通过简练的线条和渲染处理来推动更加深入、详细的设计发展(图 1-7、图 1-8)。

朗香教堂的设计是柯布西耶一生中第一和唯一的单体教堂设计。不难想象,建筑师在这里一定会有许多想要展现的理念。从落款的日期看,这几张草图出现非常早,应该是设计师首次将盘旋于头脑中的设计构思加以整理和组织之后表达出来。这一事实说明,建筑设计可能来源于想象,但有效的想象必然来源于观察。这三者之间可能有一个漫长的孕育期。



● 图 1-7 朗香教堂草图(1951)

画面左下角是朗香教堂鸟瞰。此时,设计师考虑的应是屋顶的排水问题。雨水沿着屋顶的斜坡汇聚到建筑物的西侧,经过一个造型夸张的落水口,洒落到距离西墙不远的池子里。草图中似乎还有机翼、滑雪板和水坝等形象。画面中,现实与设计不存在明显的界限



● 图 1-8 朗香教堂草图(1951)

图中表现的大致是:入口的体量穿插处理;采光洞的细节;南、北立面和东、西向的室内立面;从室内到室外并置的四幅透视。草图表现出典型的柯布西耶式的速写风格:粗野而扭曲

柯布西耶的速写集充满了此类戏剧性的景象。由于他对世界存在的敏感观察、独到感受和个性表达,这些极具想象力的传奇性小册子已成为许多设计师视觉笔记的范本和设计灵感的源泉。

1.1.3 怎样表现

绘图能够帮助设计师及时记录下头脑中突然涌现的灵感,并有效组织视觉认知与思考。由此看来,绘图应该是一种私密、个性化的行为。也正因为这样,对大多数人来说,柯布西耶的速写集既是充满

激情的预言，又是难以参悟的天书；即便是潜心研究它们多年的狂热爱好者，也常常感到他们是闯入了一个神秘的梦境，其间充斥着似是而非的记忆碎片。对此，一种解释是：建筑师本人从未想过会有人对他的私人日记感兴趣，也从未觉得这些记录有什么不同寻常之处。

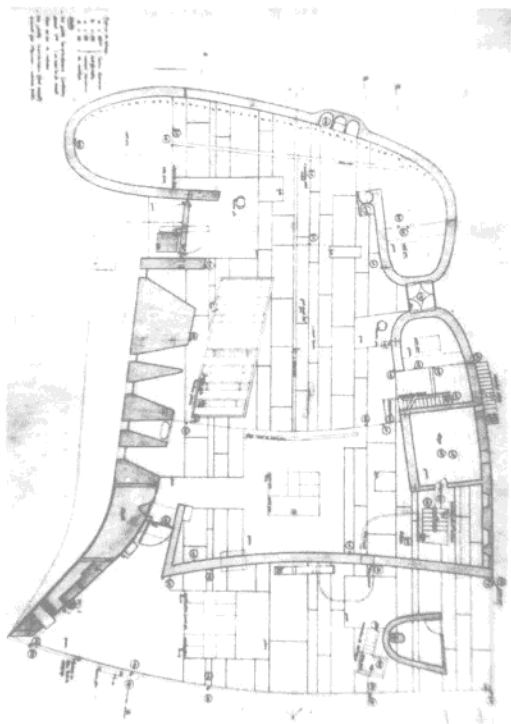
私下可以如此随性记录，但在面对大众演示时，这种个性化和内向的表达形式显然就不适宜了。演示的目的是向他人展示自己设计的优点，它的本身就是一种交流，其本质是共享和外向的。那么，如何才能使各自独立的设计师准确地交流思想(图1-9)，并有效地向业主、承建商等合作伙伴展示设计成果呢？



● 图 1-9 朗香教堂草图(1951)

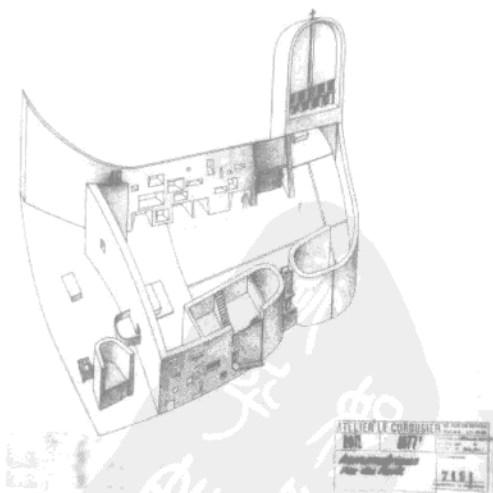
图中，平面的分区与组合、空间的形式与边界等已大致定位。在与同行讨论的非正式场合，本图的绘图符号与表现手法等已经比较大众化，足以表达设计师的立场

柯布西耶显然知道如何做。在演示阶段，他会选择完全不同的表现形式：通常是大幅的尺规制图，力图将所有的设计考量周全、大众化地表现出来(图1-10、图1-11)，从而有理有据地说服业主接受自己的设计建议。



● 图 1-10 朗香教堂平面图(1953)

这是为施工人员绘制的平面图。与供内部交流的草图相比，本图有更加周全的细节描绘，并附有大量说明文字



● 图 1-11 朗香教堂轴测图(柯布西耶, 1953)

这些为交流而绘的图纸呈现出迥异的风格,力图充分表现各种造型信息与构造细节。它们构图严谨,包括整个系列的平、立、剖面与轴测图,通常都是按比例、以尺规绘制。此外,它们的内涵也更加丰富,往往是由多重概念融合成的复合形式。但在速写与草图中,表现内容往往只是被概括、抽象出来的某个简单规则或场景片段,因而具有单一的观察主题和简洁的表现形式。

总的来说,绘图是一个既个性又传统,既私密又共享的行为,贯穿了从观察到设计的全过程。一方面,速写或草图能够记录形象或景象,组织视觉认知与思考,激发对形式的发现与再创造,是解决设计问题的必备工具;另一方面,图形也是交流的媒介,是促成设计成熟并保证其顺利实现的必要手段。

正是由于其切实而广泛的应用价值,绘图已成为设计师的基本职业技能之一。

1.2 从理想到营造

在不同阶段的设计图中,我们看到了图形化语言是如何帮助建筑师们一步一步地认清自己的愿望,并将它付诸实施。然而,几何学这个古老的数学分支还有更多的宝藏——它不但有助于实现客观的设计理念,还可以孕育和激发出新的设计理想。

那么,几何学是如何对建筑营造的过程、结果,乃至理想产生影响的呢?

1.2.1 从图纸到营造

在古代,设计表达得很粗糙,交流起来有困难。在建筑营造完成之前,人们很难准确预知建筑落成后的实际效果。所以,即使是耗时数载而建成的宫殿与皇城,其造型、布局等设计也是相对简单的(图1-12)。

随着人类营造经验的积累,更为了有效地控制



● 图 1-12 轺车、门吏、对饮(汉代画像砖)

本幅画像砖为 36cm×86cm。画面中,左为一轺车,下为一骑前导,中为重檐门楼,门下站立一人应是门吏,右为重檐庭堂,檐上有两仙鹤,内有两人相对而饮,中有一酒樽。对于这个建筑院落而言,虽然有重重叠叠的重檐门阙与楼阁,但整体的空间布局、造型与细节构造等都还是相对简单的

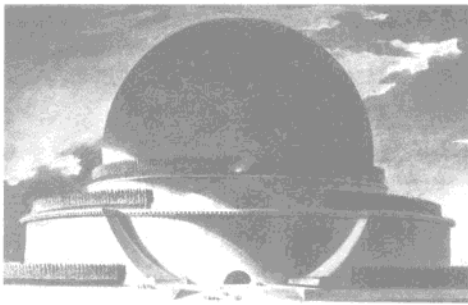
构想的实施效果,一个专门研究在平面上图示、图解空间规律和方法的知识体系日渐成熟,并被命名为画法几何(Descriptive Geometry)。至此,人们终于能够建立二维图纸与三维形体的“对等”关系了。除了图示空间,画法几何更重要的贡献是提供了图解立体问题的科学方法。据此,人们可以在图纸上“计算”较为复杂的立体构成的结果,甚至展现建成后它们在人们的眼睛中所呈现的样貌,亦即透视(Perspective)。这些算法令我们对想象空间的预言越来越接近真实,从而令设计图成为一种“亚”实物。

表现方法的完善,特别是预知能力的提升必然会催生出更为复杂的造型游戏。伴随而来的,当然是更加细致入微的细节刻画,以及更加大胆的造型表演(图1-13、图1-14)。



● 图 1-13 伯尼尼的西班牙台阶(罗马, 1725)

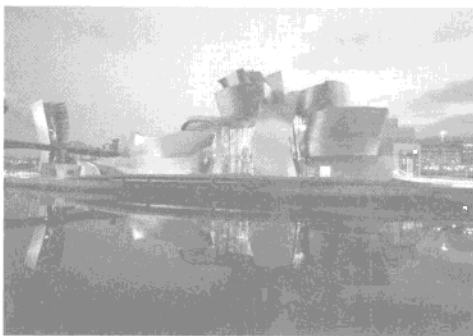
广场为巴洛克大师伯尼尼的杰作,以流畅优美的曲线形大台阶而著称。建筑充分反映出时代趣味:从造型到装饰都极尽变化之能事。这也是设计师对建筑控制力增强后的必然结果



● 图 1-14 牛顿纪念堂方案(布雷, 1784)

纪念堂入口在球体底部, 位于高高的台阶之上。台阶上积聚了好几群如蚂蚁般渺小的人物形象, 越发衬托出建筑的宏伟壮丽。这个设计的目的是要激发出一种对宇宙的无限感叹。即使当时这个宏伟的设想因为技术原因无法完成, 这张精致的效果图已成功地将建筑的崇高气势和永恒的纪念主题表达得淋漓尽致, 仿佛已将这个梦境带入了现实之中。图面的阴影透视如此动人且真实, 以致方案能否实现似乎都无关紧要了。

20 世纪进入尾声, 又一座被誉称为和悉尼歌剧院一样的“未来建筑”提前降临人世, 这就是美国建筑师盖里^①所设计的西班牙海港城市毕尔巴鄂的古根海姆博物馆(图 1-15)。



● 图 1-15 古根海姆博物馆(盖里, 1993—1997)

建筑由 26 个相似的花瓣似的水泥盒子组成, 其大小、形状等都有些微妙的变化。逐渐变化的形状呼应了大自然的一个基本要素: 协调但却决不雷同。电脑辅助设计将设计构想转化为最经济的结构, 使之足以与推崇结构合理性的现代建筑相匹敌: 曲线的造型只增加了同类建筑 10%~15% 的造价。

首先, 这栋“扭曲”的建筑的建成有赖于当代计算机辅助表达技术的发展。该项技术主要是通过数字建模的方式, 让设计师有可能更加准确而快捷地虚拟现实, 游刃有余地去主导一些过去难以设想,

却综合了诸多要素的建筑造型。

其次, 古根海姆博物馆的建成足以表明: 时代的美学观念正悄然变化。这种变化与几何学的发展不无关系。从古希腊开始, 人们所推崇的就是简单数字中所隐含的宇宙法则。此后上千年中, 比例一度成为古典主义建筑确定平面与立面的基本法则(图 1-16)。而 19 世纪以来, 微分几何则开始以另一种全新的方式来解读自然规律及其造型^②。如今, 新理想已日渐清晰: 建筑也能够以其无穷多样性而更接近自然——梦想中的建筑由此拥有了完全不同的外貌。



● 图 1-16 德国柏林老国立美术馆(辛克尔, 1824)

该美术馆堪称新古典主义的典范, 造型朴素、比例庄严, 是理性和平等的启蒙思想在建筑上最为严整而富有生气的阐述之一。

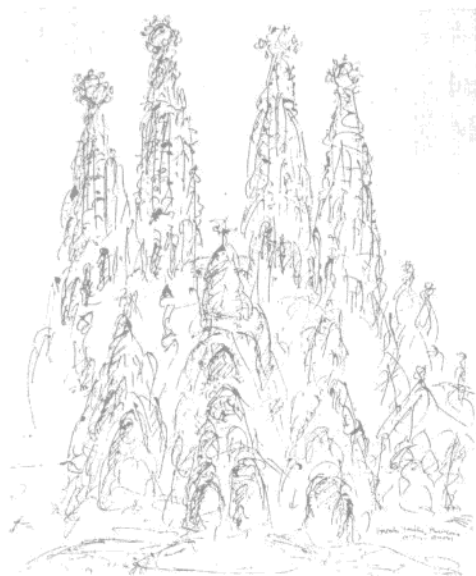
1.2.2 从想象到营造

图解方法的更重要意义在于其过程本身就是培养空间想象能力的传统途径之一。但是, 空间想象是一个视觉思考和设计的过程, 而非单纯的逻辑计算过程。所以, 即使今日的电脑已经能够为图解空间提供更简便、精确的工具, 然而, 除非能够真正了解这些知识背后的内在逻辑与认知规律, 否则熟练的技术对于建筑设计的创新也可能于事无补。

① 弗兰克·盖里(Frank Gehry, 1929—), 当代著名解构主义建筑师, 以设计具有奇特不规则曲线造型、雕塑般外观的建筑而著称, 代表作作为西班牙毕尔巴鄂的古根海姆博物馆(Guggenheim Museum, Bilbao, Spain, 1997)。

② 19 世纪, 数学家们发现, 自然界并非从柏拉图到塞尚所理解的那样, 是普遍、统一的简单几何形体; 海岸、树干、羊齿植物等自然形式都呈现出有规则的逐渐变化, 自成一种相似、混沌的秩序。

让我们再看看被誉为“鬼才”的建筑艺术家高迪^①的作品，看他如何将各种古朴的建筑材料以朴实、有效的方式组合在一起，共同构成童话般的梦境——这时，有谁不会为设计师的想象力所折服呢（图1-17）？我们不妨设想一下：这些不可思议的空间与结构究竟是如何从一闪而过的思想火花，经过在头脑中逐渐沉淀、发酵，继而破茧而出，演变为在阳光下发出灿烂光芒的实体！我们还应思考一番当代设计学科的经典设问：如果高迪或柯布西耶当年拥有现代的计算机资源，他们又会创造出怎样的建筑物呢？



● 图1-17 神圣家族大教堂(高迪, 巴塞罗那)

高迪提倡“创作就是回归自然”，“只有疯子才会去创造自然界没有的东西”。他摒弃了彻头彻尾的直线设计，认为直线是人为的，只有曲线才是自然的。本图是美国现代建筑大师格雷夫斯(Michael Graves, 1934—)在进行大陆旅行(Grand Tour)时所绘制的旅行笔记。神圣家族大教堂已成为每一个到达巴塞罗那的游人必然会朝拜的建筑圣地。

或许出乎许多人的意料之外，对于已经拥有这些资源的当代美国建筑师盖里而言，手绘草图依然是整个设计的基石。盖里设计过程中一个核心的特征是：借助草图完成设计理念的直接表达（图1-18）。

盖里设计小组的草图一律由复杂的曲线形式构成，对于其后的计算机修正与优化过程而言，这不仅仅是一个短暂的开场：在设计过程中，设计者还必须持续不断地根据草图回归“纯净与活力”。这些曲线一旦在计算机中建模完成并准确地付诸实施，必将有助于预期情感体验的实现。



● 图1-18 斯塔特中心设计草图(盖里, 2001)

草图由复杂的曲线形式构成，所蕴含的感性特质仿佛与多变的自然形式有某种相似性。

进行了以上回顾以后，我们不难作出如下结论。

无论以往或当今的建筑大师，尽管他们的建筑理想和风格迥异，尽管他们自认为或被尊称为鬼才或天才，但他们的伟大之处，归根结底不来源于他

① 安东尼奥·高迪 (Antoni Gaudí, 1852—1926)，西班牙著名艺术家与建筑大师。高迪终生未娶，除了工作，没有任何别的爱好和需求。高迪一生的创作几乎都集中在巴塞罗那，他利用自己的想象力使它脱胎换骨，成为一座梦幻之城。神圣家族教堂是他最伟大的作品，他把一生中的43年都贡献在那里，最后也安葬在他未完成的神圣家族教堂的地下室中。

们的个人理想或风格，而在于他们能将自己的理想和风格变为钢筋混凝土般坚硬的建筑物，建成一种能够让一代人或许多代人度过他们生命中很大一部分时间的宝贵空间。

好的建筑物被誉为艺术品，但又不是一般的艺术品（比如，不是一尊雕塑，不是一幅油画），它是需要由成百、成千，甚至上万人——从“高贵”的设计师到作坊里的普通工匠和工地上的建筑工人，从承包商到业主——或精心设想，或苦心经营，或辛勤劳动的结晶。相应的，建筑师也不是一个独来独往的艺术家，不能闭门造车，甚至不能满足于一小伙人的“通力合作”，而必须是一个需要和上述众

多的合作者实现理解和被理解、沟通和交流的十分世俗的人。一句话，建筑师需要习得一门足以实现上述理解、沟通和交流的“公共语言”。从前面的简单案例中我们也可以看到：从柯布西耶到盖里，都在提倡和推行这样的公共语言。

而几何就是这一公共语言的语法。在人类的建筑史上，在当今的设计实践中，它都发挥过不可忽视的影响。

作为一本以美术院校建筑学专业学生为使用对象的实用几何教材，本书将概括地介绍各种必要的几何知识和技能，以为专业的其他课程服务，为同学们日后的学习和业务工作服务。

思考题

1. 设计与几何之间存在怎样的联系？
2. 观察两种植物叶片，分析比较它们叶片形态与叶脉结构的联系，并用图解语言作观察笔记。
3. 选择一个小型文具或手工工具，观察并分析各组成部分之间的比例构成关系。

参考文献

- [1] 诺曼·克罗. 建筑师与设计视觉笔记 [M]. 吴宇江译. 北京：中国建筑工业出版社，1999.
- [2] 保罗·拉索. 图解思考：建筑表现技法 [M]. 邱贤丰等译. 北京：中国建筑工业出版社，2002.
- [3] 托马斯·韦尔斯·沙勒. 建筑画的艺术：创作与技法 [M]. 舒楠等译. 北京：中国建筑工业出版社，1998.