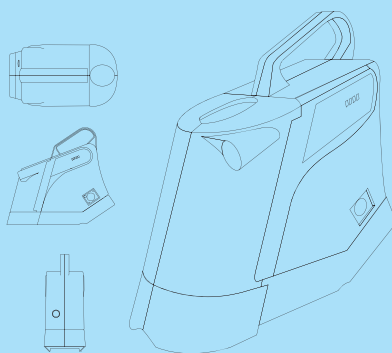


高等院校产品设计专业系列教材

产品设计制图 规范与表达

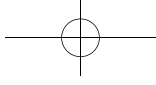
潘弢 赵振基
编著



Design

清华大学出版社
北京

Standards and Practices for Product
Design Drawing and Representation



内容简介

本书以图文结合的形式,从产品设计制图的基础知识开始,由浅入深,详细讲解了产品设计制图中涉及的基本规范、表达方式与视图分析等理论知识,并结合具体案例进行阐述,旨在帮助读者快速掌握产品设计制图的核心要点。全书共分为10章,内容包括产品设计制图概述、产品设计制图基本规范、投影理论、立体的投影、组合体图样绘制、制图的常用表达方法、产品零件图和常用零件、产品装配图、轴测图,以及产品设计的制图表达与案例分析。

本书可作为高等院校产品设计、工业设计等专业的教材,也可作为产品设计师、工业设计师及设计爱好者的参考手册。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

产品设计制图规范与表达 / 潘弢, 赵振基编著.

北京:清华大学出版社, 2025. 2. -- (高等院校产品设计专业系列教材).

ISBN 978-7-302-67950-9

I. TB472

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025MR5347 号

责任编辑:李磊

装帧设计:陈侃

版式设计:恒复文化

责任校对:成凤进

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <https://www.tup.com.cn>, <https://www.wqxuetang.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-83470000 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市龙大印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.25 字 数:370千字

版 次:2025年4月第1版 印 次:2025年4月第1次印刷

定 价:69.80元

产品编号:099129-01

编委会

主 编

兰玉琪

副主编

高雨辰

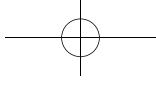
高 思

编 委

邓碧波 白 薇 张 莹 王逸钢 曹祥哲 黄悦欣
杨 旻 潘 弢 张 峰 张贺泉 王 样 陈 香
汪海溟 刘松洋 侯巍巍 王 婧 殷增豪 李鸿琳
丁 豪 霍 冉 连彦珠 李珂蕤 廖倩铭 周添翼
湛禹西

专家委员

天津美术学院院长	邱志杰	教授
清华大学美术学院副院长	赵 超	教授
南京艺术学院院长	张凌浩	教授
广州美术学院工业设计学院院长	陈 江	教授
鲁迅美术学院工业设计学院院长	薛文凯	教授
西安美术学院设计艺术学院院长	张 浩	教授
中国美术学院工业设计研究院院长	王 昀	教授
中央美术学院城市设计学院副院长	郝凝辉	教授
天津理工大学艺术设计学院院长	钟 蕾	教授
湖南大学设计与艺术学院副院长	谭 浩	教授



序

设计，时时事事处处都伴随着我们。我们身边的每一件物品都被有意或无意地设计过或设计着，离开设计的生活是不可想象的。

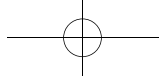
2012年，中华人民共和国教育部修订的本科教学目录中新增了“艺术学-设计学类-产品设计”专业。该专业虽然设立时间较晚，但发展趋势非常迅猛。

从2012年的“普通高等学校本科专业目录新旧专业对照表”中，我们不难发现产品设计专业与传统的工业设计专业有着非常密切的关系，新目录中的“产品设计”对应旧目录中的“艺术设计(部分)”“工业设计(部分)”，从中也可以看出艺术学下开设的“产品设计专业”与工学下开设的“工业设计专业”之间的渊源。

因此，我们在学习产品设计前就不得不重点回溯工业设计。工业设计起源于欧洲，有超过百年的发展历史，随着人类社会的不断发展，工业设计也发生了翻天覆地的变化：设计对象从实体的物慢慢过渡到虚拟的物和事，设计方法越来越丰富，设计的边界越来越模糊和虚化。可见，从语源学的视角且在不同的语境下厘清设计、工业设计、产品设计等相关概念，并结合对围绕着我们的“被设计”的事、物和现象的观察，无疑可以帮助我们更深刻地理解工业设计的内涵。工业设计的综合性、交叉性和边缘性决定了其外延是广泛的，从艺术、文化、经济和技术等不同的视角对工业设计进行解读或许可以更全面地还原工业设计的本质，有利于人们进一步理解它。从时代性和地域性的视角对工业设计的历史进行解读并不仅仅是为了再现其发展的历程，更是为了探索工业设计发展的动力，并以此推动工业设计的进一步发展。人类基于经济、文化、技术、社会等宏观环境的创新，对产品的物理环境与空间环境的探索，对功能、结构、材料、形态、色彩、材质等产品固有属性及产品物质属性的思考，以及对人类自身的关注，都是工业设计不断发展的重要基础与动力。

工业设计百年的发展历程为人类社会的进步做出了哪些贡献？工业发达国家的发展历程表明，工业设计带来的创新，不但为社会积累了极大的财富，也为人类创造了更加美好的生活，更为经济的可持续发展提供了源源不断的动力。在这一发展进程中，工业设计教育也发挥着至关重要的作用。

随着我国经济结构的调整与转型，从“中国制造”走向“中国智造”已是大势所趋，这种巨变将需要大量具有创新设计和实践应用能力的工业设计人才。党的二十大报告为我国坚定推进教育高质量发展指出了明确的方向。艺术设计专业的教育工作应该深入贯彻落实党的二十大精神，不断创新、开拓进取，积极探索新时代基于数字化环境的教学和实践模式，实现艺术设



计的可持续发展，培养具备全球视野、能够独立思考和具有实践探索能力的高素质人才。

未来，工业设计及教育，以及产品设计及教育在我国的经济、文化建设中将发挥越来越重要的作用。因此，如何构建具有创新驱动能力的产品设计人才培养体系，成为我国高校产品设计教育相关专业面临的重大挑战。党的二十大精神及相关要求，对于本系列教材的编写工作有着重要的指导意义，也进一步激励我们为促进世界文化多样性的发展做出积极的贡献。

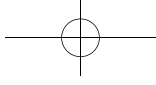
由于产品设计与工业设计之间的渊源，且产品设计专业开设的时间相对较晚，那么针对产品设计专业编写的系列教材，在工业设计与艺术设计专业知识体系的基础上，应当展现产品设计的新理念、新潮流、新趋势。

本系列教材的出版适逢我院产品设计专业荣获“国家级一流专业建设单位”称号，我们从全新的视角诠释产品设计的本质与内涵，同时结合院校自身的资源优势，充分发挥院校专业人才培养的特色，并在此基础上建立符合时代发展要求的人才培养体系。我们也充分认识到，随着我国经济的转型及文化的发展，对产品设计人才的需求将不断增加，而产品设计人才的培养在服务国家经济、文化建设方面必将起到非常重要的作用。

结合国家级一流专业建设目标，通过教材建设促进学科、专业体系健全发展，是高等院校专业建设的重点工作内容之一，本系列教材的出版目的也在于此。本系列教材有两大特色：第一，强化人文、科学素养，注重中国传统文化的传承，吸收世界多元文化，注重启发学生的创意思维能力，以培养具有国际化视野的创新与应用型设计人才为目标；第二，坚持“科学与艺术相融合、创新与应用相结合”，以学、研、产、用一体化的教学改革为依托，积极探索国家级一流专业的教学体系、教学模式与教学方法。教材中的内容强调产品设计的创新性与应用性，增强学生的创新实践能力与服务社会能力，进一步凸显了艺术院校背景下的专业办学特色。

相信此系列教材对产品设计专业的在校学生、教师，以及产品设计工作者等均有学习与借鉴作用。

天津美术学院国家级一流专业(产品设计)建设单位负责人、教授



前言

党的二十大报告为我国坚定推进教育高质量发展指出了明确的方向。在此背景下，本教材编写组以“加快推进教育现代化，建设教育强国，办好人民满意的教育”为目标，以“强化现代化建设人才支撑”为动力，以“为实现中华民族伟大复兴贡献教育力量”为指引，进行了满足新时代新需求的创新性教材编写尝试。

“产品设计制图规范与表达”是产品设计、工业设计专业不可或缺的一门必修课程。该课程侧重讲授产品设计制图的表现方法与技巧，旨在使学生全面理解并掌握产品设计制图的基本规范，从而为后续的产品完整设计流程打下坚实的制图基础。

随着产品设计学科的发展和科学技术的进步，特别是计算机辅助设计技术得到广泛应用，设计图的绘制过程已实现高效化与便捷化。但我们必须清醒地认识到，无论采用手工绘制还是计算机辅助制图的方式，都必须严格遵循制图规范的要求，因此掌握制图规范是产品设计师必备的核心技能之一。

本书采用图文并茂和分解步骤的方式，详细阐释了产品设计制图规范与表达技巧，旨在确保学生在学习过程中的每个阶段都能深入理解、精准把握并严格遵循产品设计制图的各项规范。这不仅有助于学生在当前课程中的学习，更为其后续学习产品设计专业的核心课程奠定了坚实的基础，起到了良好的铺垫作用。

本书特色

突出专业特点 本书根据产品设计专业的特点，融合作者多年积累的教学实践经验，精心编纂而成。书中内容既包含产品设计制图的理论知识，又充分展现了实践操作的可行性、技术应用的先进性和规范执行的严谨性。

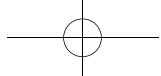
思维训练 本书从投影理论入手，围绕产品设计制图过程中三维空间形态向二维平面图形、二维平面图形向三维空间实体转化的思维方法，进行分析、归纳、总结和训练，旨在提升读者的产品设计制图的思维能力。

案例丰富 本书借助丰富的案例，帮助读者熟练掌握产品设计制图的原理，并应用于实际的绘制中。全书秉持规范与实例并重、理论与实践深度融合的编写理念，旨在全方位培养读者的制图能力。

本书内容

本书共分为10章，具体内容如下。

第1章 产品设计制图概述，介绍产品设计制图的作用、制图要求，以及设计制图的三种表达方式。



第2章 产品设计制图基本规范，介绍了图纸幅面、标题栏、字体、比例、图线、尺寸标注的类别和使用方法，以及如何按照制图规范的要求标注图样。

第3章 投影理论，重点介绍投影法的基本知识、正投影法的特点、常用的投影图，以及三视图的投影规律和绘制方法。

第4章 立体的投影，本章在第3章的基础上，进行更加深入的知识介绍，讲解了基本体的投影及其表面上的点，以及立体表面交线的绘制方法。

第5章 组合体图样绘制，着重介绍组合体图样绘制步骤和方法，并结合图文案例对组合体图样进行分析，以达成对该绘制方法的熟练运用。

第6章 制图的常用表达方法，介绍了产品设计制图常用的绘制方法和产品不同部位的表现形式，并结合案例对产品设计制图中的剖面图和简化画法进行讲解。

第7章 产品零件图和常用零件，主要介绍零件视图选择的要求和原则、尺寸标注、常见工艺结构、技术要求和尺寸测量，还介绍了设计制图中常见零件的绘制方法。

第8章 产品装配图，介绍产品装配图的作用和内容，以及装配图的画法、尺寸标注、零件序号和明细栏的规范要求，同时深入剖析常见的装配结构特点及其在设计中的应用。

第9章 轴测图，介绍轴测图的形成原理和分类，以及正等轴测图的绘制方法，详细讲解了平面立体的正等轴测图和曲面立体的正等轴测图的绘制技巧。

第10章 产品设计的制图表达与案例分析，通过对实际案例的讲解，介绍绘制产品设计图的方法，使学生能够熟练掌握产品设计图纸集的基本制图流程。

为便于学生学习和教师开展教学工作，本书提供立体化教学资源，包括PPT教学课件、教学大纲、教案等，读者可扫描右侧二维码获取。



教学资源

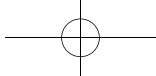
本书由潘毅、赵振基编著。天津美术学院兰玉琪教授审阅本书，并对书中内容提出了许多宝贵的意见和建议。本书在编写过程中，得到学院各位领导及同事的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了众多相关教材和文献资料，在此对这些教材和文献的作者致以诚挚的谢意。

鉴于编者水平所限，书中难免存在疏漏之处，诚挚地邀请读者提出宝贵意见，以便我们不断改进和完善。

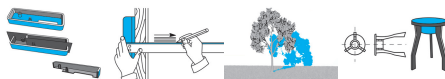
编 者
2025.1

V

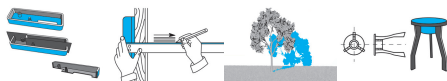
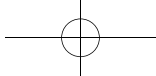


目录

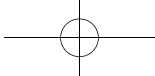
CONTENTS



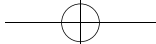
第1章 产品设计制图概述	1	第3章 投影理论	37
1.1 产品设计制图的作用	2	3.1 投影法的基本概念	38
1.2 产品设计专业的制图要求	7	3.1.1 投影法的概念	38
1.3 产品设计制图的表达方式	8	3.1.2 投影法的种类	39
1.3.1 尺规绘图	8	3.1.3 正投影法的特点	40
1.3.2 徒手绘图	15	3.2 常用的投影图	43
1.3.3 计算机辅助设计软件绘图	17	3.2.1 正投影图	43
第2章 产品设计制图基本规范	21	3.2.2 轴测投影图	44
2.1 图纸制图内容解析	22	3.2.3 透视投影图	45
2.2 图纸幅面和标题栏的要求	24	3.2.4 标高投影图	45
2.2.1 图纸幅面	24	3.3 三视图	46
2.2.2 图纸标题栏	24	3.3.1 三面投影体系的形成	47
2.3 字体的要求和示例	25	3.3.2 三视图及投影规律	47
2.3.1 字体的基本要求	25	3.3.3 三视图的画法	48
2.3.2 字体的示例	25	第4章 立体的投影	49
2.4 绘图的比例和首选比例	26	4.1 基本体的投影及其表面上的点	50
2.5 图线名称及线形	27	4.1.1 平面立体	50
2.5.1 图线线形的表达方式及应用规定	27	4.1.2 曲面立体	54
2.5.2 绘制图线在产品设计制图中的应用	28	4.2 立体表面的交线	66
2.6 尺寸标注	29	4.2.1 截交线	67
2.6.1 尺寸标注的基本原则	29	4.2.2 相贯线	85
2.6.2 尺寸的组成	29	第5章 组合体图样绘制	95
2.6.3 常用的尺寸标注法	30	5.1 组合体概述	96
2.6.4 尺寸标注专业术语	33	5.1.1 组合体的组合形式	96
2.6.5 常见的错误标注示例	34	5.1.2 组合体的形态分析	98
2.7 生活用品钟表设计制图	35		



5.2 绘制组合体视图的方法	98	6.2.5 剖视图的规范	133
5.2.1 组合体三视图的绘制	98	6.2.6 剖视图的种类	134
5.2.2 组合体三视图绘制案例	101	6.3 剖面图	137
5.3 组合体的尺寸标注	102	6.3.1 移出剖面图	138
5.3.1 组合体尺寸标注的基本要求	102	6.3.2 重合剖面图	139
5.3.2 组合体的尺寸分析	103	6.3.3 剖面图的画法	139
5.3.3 组合体尺寸标注的步骤	106	6.4 简化画法	140
5.4 组合体视图的解读	111	6.4.1 较长物体的简化画法示例	141
5.4.1 特征视图	111	6.4.2 相同结构的简化画法示例	141
5.4.2 图线和封闭线框的含义	112	6.4.3 对称结构的简化画法示例	142
5.4.3 读组合体视图的方法和步骤	113	6.4.4 相似圆弧代替	142
5.4.4 根据组合体的两个视图补绘 第三个视图	117	6.4.5 特殊的剖切视图	142
		6.4.6 面与面相贯部分的图形	143
第6章 制图的常用表达方法	125	第7章 产品零件图和常用零件	145
6.1 视图	126	7.1 从一张零件图说起	146
6.1.1 基本视图的画法	126	7.1.1 零件图的作用	147
6.1.2 向视图的画法	127	7.1.2 零件图的内容	147
6.1.3 斜视图的画法	128	7.2 视图选择的要求和原则	147
6.1.4 局部视图的画法	128	7.2.1 零件的视图选择要求	147
6.1.5 局部放大图的画法	129	7.2.2 视图选择的一般原则	148
6.1.6 剖析视图的画法	130	7.3 零件图的尺寸标注	149
6.2 剖视图	130	7.3.1 尺寸标注的要求	150
6.2.1 剖视图的作用	130	7.3.2 尺寸标注的原则	150
6.2.2 剖视图的基本概念	131	7.4 零件的常见工艺结构介绍	153
6.2.3 剖视图的画法及剖面符号	131	7.4.1 零件的铸造工艺结构	154
6.2.4 剖视图的标注	133	7.4.2 零件的机械加工工艺结构	155



7.5	零件图的技术要求和尺寸测量	157	8.5.1	装配面与配合面的结构	184
7.5.1	零件表面粗糙度的画法示例	157	8.5.2	螺纹连接的合理结构	186
7.5.2	极限与配合的画法示例	160	8.5.3	定位销的合理结构	188
7.5.3	形状和位置公差画法示例	161	8.5.4	滚动轴承的固定、间隙调整及密封装置的结构	188
7.5.4	常用测量工具和使用方法	162	8.5.5	防松的结构	192
7.6	常用零件的画法范例	165	8.5.6	防漏的结构	194
7.6.1	标准螺纹的画法	165	第9章	轴测图	195
7.6.2	螺纹紧固件及其连接的画法	167	9.1	轴测图的概念	196
7.6.3	键和销的画法	168	9.1.1	轴测图的形成原理	196
7.6.4	滚动轴承的画法	171	9.1.2	轴测图的分类	197
7.6.5	齿轮的画法	171	9.2	正等轴测图	197
7.6.6	弹簧的画法	173	9.2.1	正等轴测图的原理	197
7.7	保温杯的设计零件图	175	9.2.2	平面立体的正等轴测图	197
第8章	产品装配图	179	9.2.3	曲面立体的正等轴测图	199
8.1	从一张产品装配图说起	180	第10章	产品设计的制图表达与案例分析	203
8.1.1	装配图的作用	180	10.1	时尚音箱产品的设计图纸集	204
8.1.2	装配图的内容	181	10.2	怀旧婴儿床产品的设计图纸集	207
8.2	装配图的画法	181	10.3	电动自行车动力单元盒图纸集	218
8.3	装配图的尺寸标注	182			
8.4	装配图的零件序号和明细栏	183			
8.5	装配结构	184			



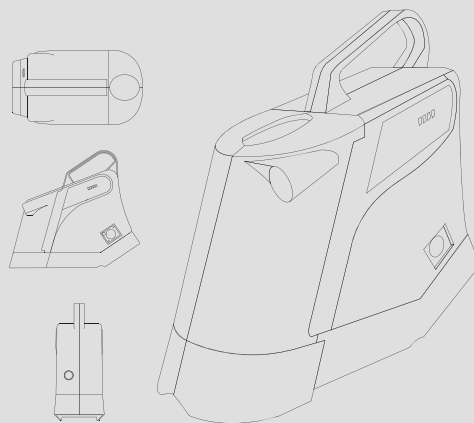
第1章

产品设计制图概述

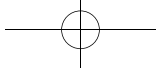
主要内容：本章阐述了产品设计制图的作用，制图要求，以及设计制图的表达方式。

教学目标：深入理解和掌握产品设计制图的3种表达方式。

学习要点：掌握制图工具的使用方法，以及计算机辅助设计绘图系统的基本功能。



Product Design



产品设计制图是产品设计师不可或缺的专业技能，其绘制的技术图样贯穿于产品从市场调研、方案确定、设计实施、生产制造、质量检测、安装调试直至使用维修的全过程，是不可或缺的技术参考依据。

本章将详细介绍产品设计制图的作用、制图规范标准、绘图工具的操作使用，以及计算机辅助设计绘图系统的基本技能和相关知识，旨在帮助读者对产品设计制图的基本图样建立起初步的认识。

1.1 产品设计制图的作用

产品设计制图是促进科技发展与信息交流的重要工具，它遵循国家《技术制图》标准，该标准广泛适用于机械、土木、建筑、电气、地理等诸多行业领域，如图1-1～图1-5所示。在产品设计中，制图占据着举足轻重的地位，是设计理念的主要表达形式。设计图纸不仅是设计师将创意转化为具体视觉形象的最终展现，更是其针对产品项目在质量把控、进度安排、成本控制等多方面进行科学预判与合理规划的重要依据。

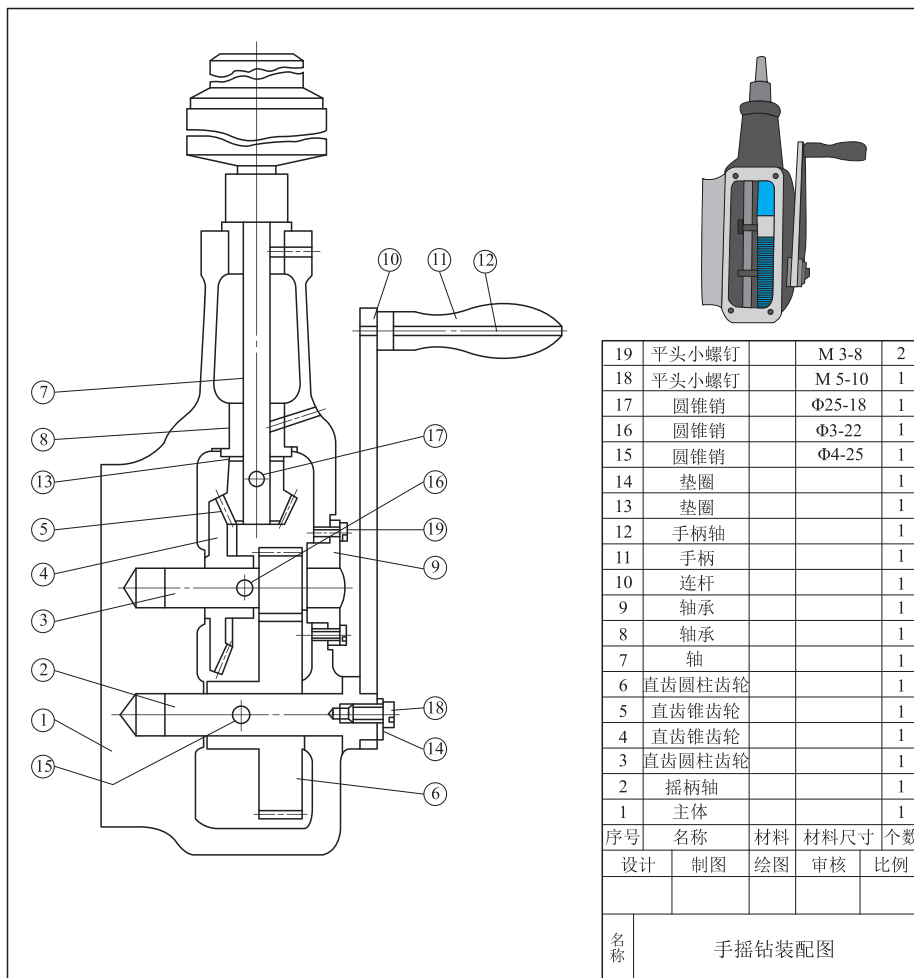


图1-1

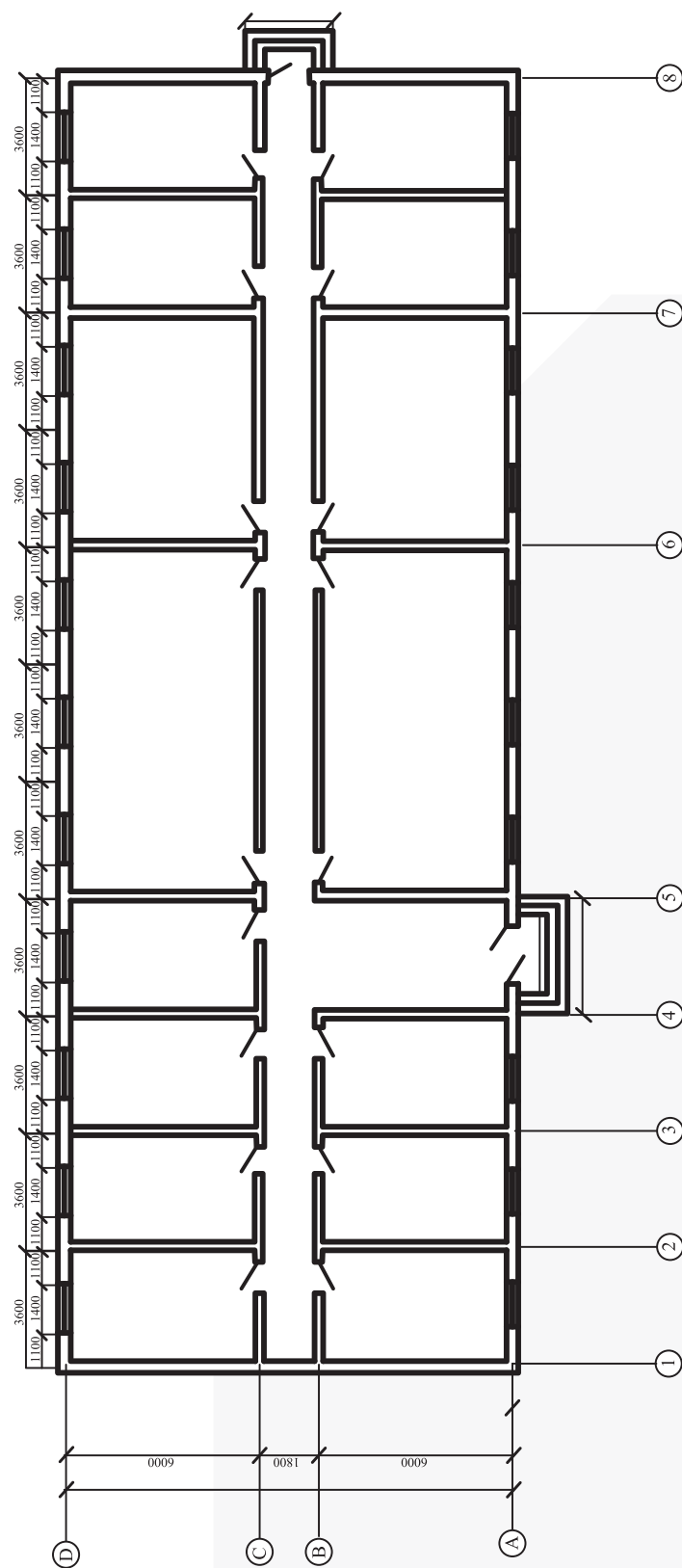


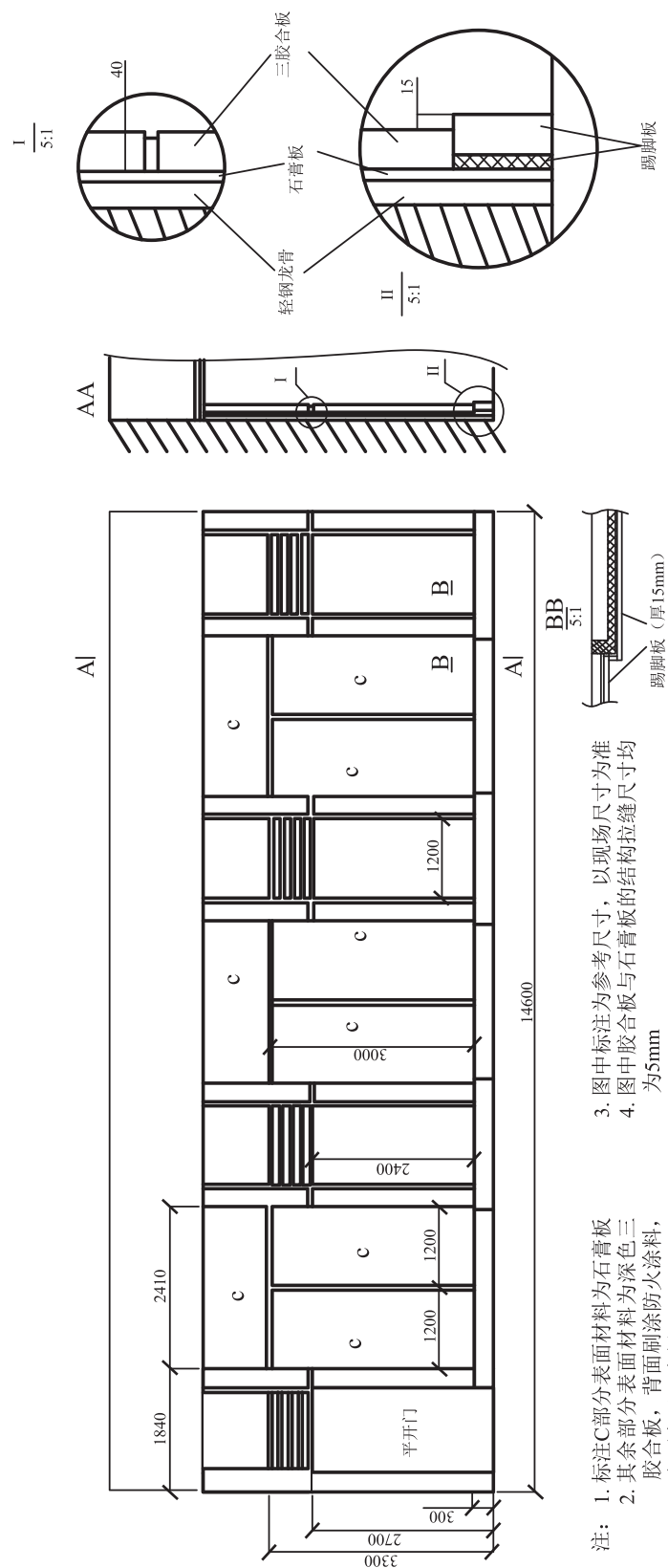
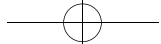
图1-2

木结构设计图

注：1. 定位轴线的编号顺序，纵向用英文字母，水平方向用数字。

2. 标高尺寸单位为米, 其余为毫米。

3. 此建筑为一层砖混结构。

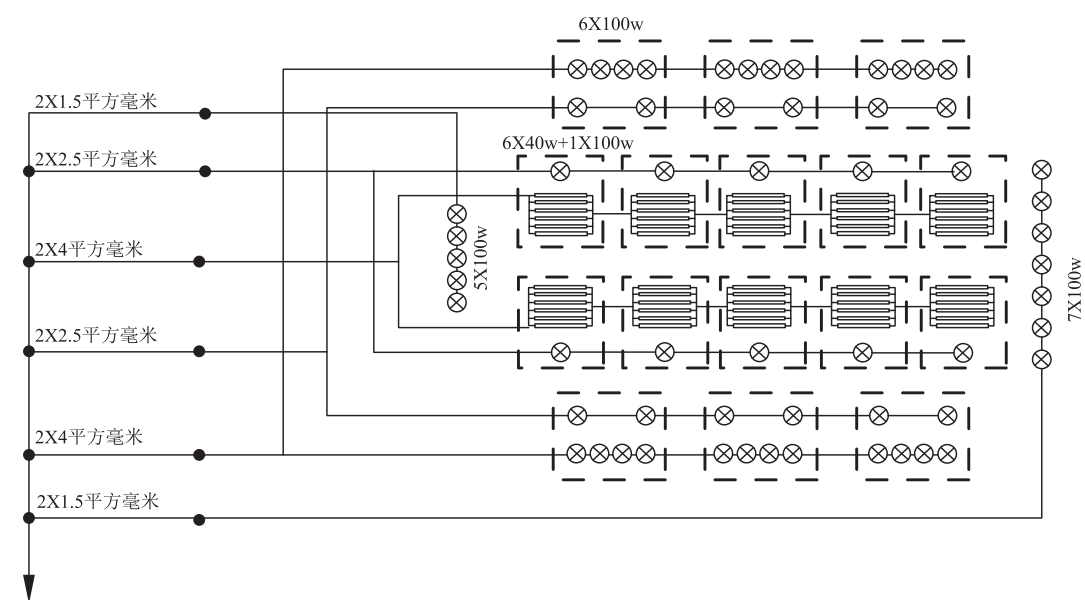


3. 图中标注为参考尺寸, 以现场尺寸为准
4. 图中胶合板与石膏板的结构拉缝尺寸均
为5mm

注: 1. 标注C部分表面材料为石膏板
2. 其余部分表面材料为深色三
胶合板, 背面涂刷防火涂料,
表面高于石膏板40mm

会议室立面图

图1-3



会议室照明布线图

图1-4

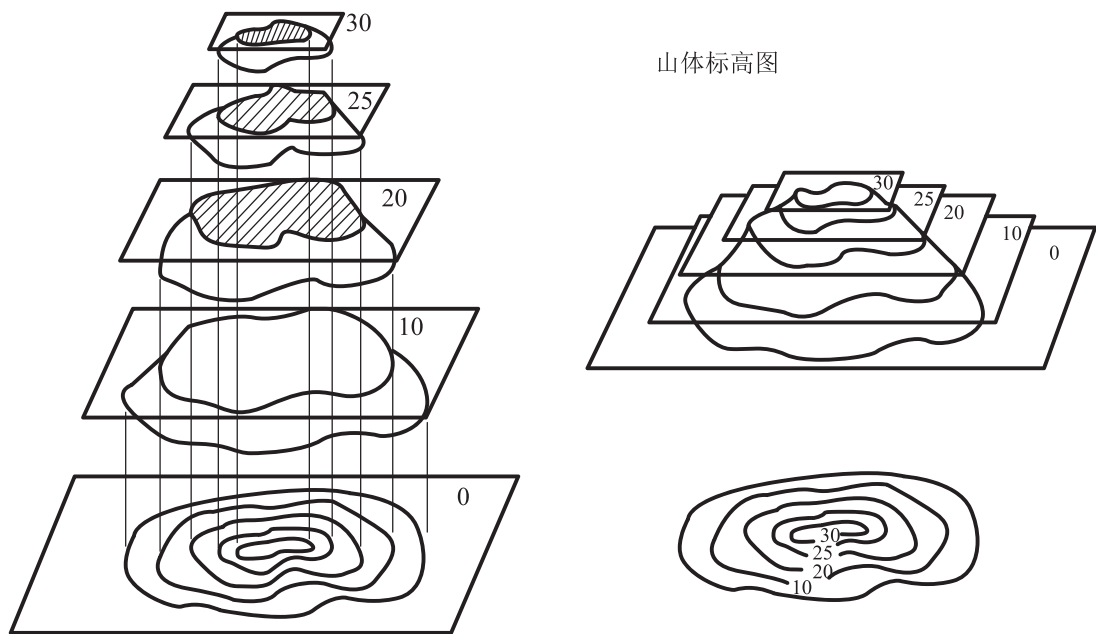
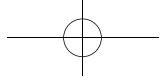


图1-5

产品设计制图与土建制图、船舶制图、电器制图等行业制图一样，均遵循各自行业特定的制图标准，这些标准虽各有其专业性和具体性，但都需与《技术制图》这一国家基础标准保持一致。随着科学技术的飞速发展，制图领域的国家标准也在不断修订和完善。因此，对于从事产品设计制图的专业人员而言，及时学习并掌握最新的国家标准显得尤为重要，这样才可确保制图工作的规范性和准确性。



产品设计图纸不仅是产品制造的直接依据，更是对制造过程进行科学、合理指导的关键。因此，设计师需以高度的责任心对待每一份设计图纸，确保其质量上乘。

产品设计制图，与设计草图、效果图、产品模型等手段并列，都是展现设计构思的有效方式，也是将设计理念转化为实际产品制造的基本途径，如图1-6~图1-8所示。尤为重要的是，符合规范的产品设计制图会成为设计师与产品生产加工技术人员之间沟通的桥梁与“语言”，它促进了双方对设计意图与制造要求的准确理解。

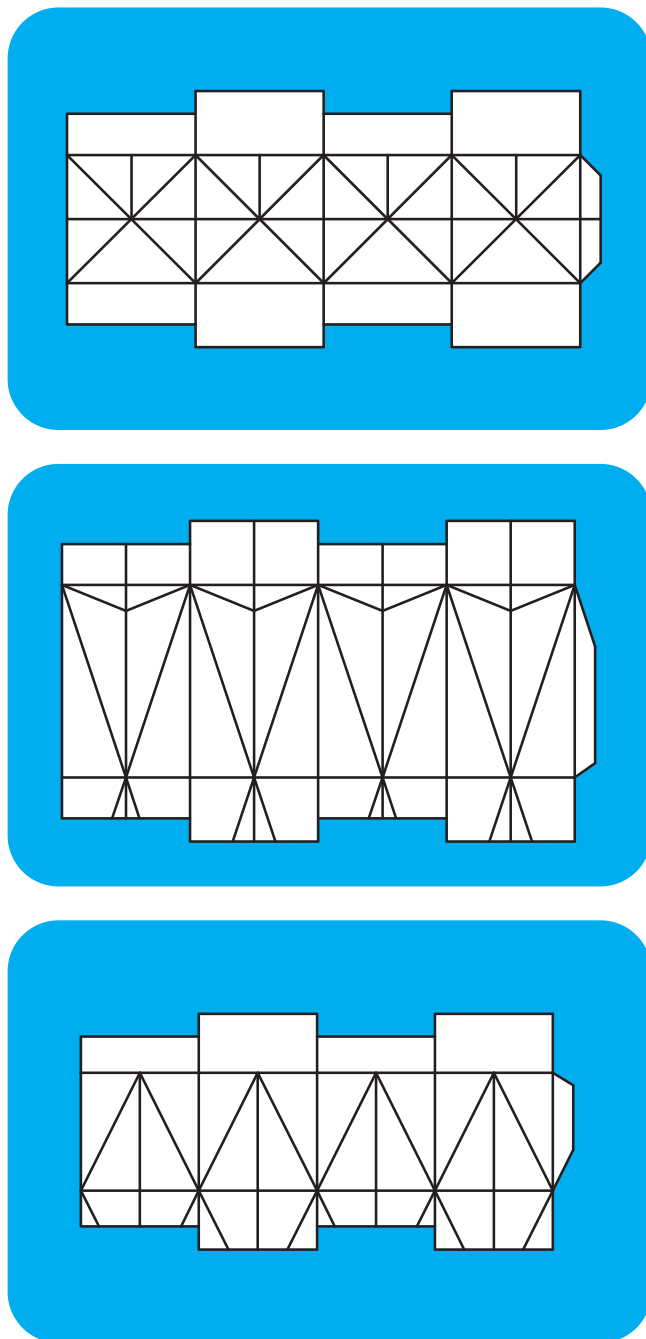


图1-6



图1-7

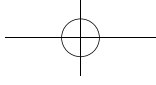


图1-8

产品设计制图作为一门工具性学科，其遵循的参考规范源自国家标准中关于机械制图的规定。通过学习制图，我们能够直观地在图纸上把握产品的结构布局、功能特性、材料选用、尺寸规格，以及技术要求等全方位信息，并清晰准确地传达这些信息，从而对产品形成初步而全面的认识。培养识图与绘图能力的最终目标，是实现空间形体与平面图形之间的灵活转换，使学习者能够胜任中等复杂程度的平面图形绘制工作。

1.2 产品设计专业的制图要求

结合产品设计专业的特点，在学习产品设计制图的过程中，学生应逐步积累制图规范与表



达技巧，最终需满足以下要求：

- (1) 深入理解并掌握正投影的基本理论、应用方法，及其在实际操作中的运用；
- (2) 熟悉并掌握工程图的基本规范，包括图形的恰当表达方式及图线的正确使用；
- (3) 能够确保在图样上标注的尺寸既正确又完整，同时保持清晰度和合理性；
- (4) 具备正确解读中等复杂程度零件图和装配图的能力；
- (5) 熟练运用绘图工具及计算机图形软件，绘制出中等复杂程度的机械图样；
- (6) 对轴测投影的基础知识有所了解，并掌握正等轴测图的绘制方法。

1.3 产品设计制图的表达方式

产品设计师通过绘制设计图纸，能够将自己的创意与构思以二维或三维的形式清晰地展现出来，让观察者一目了然地领略到设计师的创意理念与设计构思，从而更直观地体验到设计效果。产品设计制图并非随心所欲的创作，而是依托于科学的体系和基本内容，它以画法几何理论为基石，遵循严谨的制图理论、规律及逻辑方法，旨在将三维实体精准地转化为平面图形进行表达。

具体而言，产品设计制图是一个在平面图纸上，利用规范的图线、精确的空间尺寸标注，以及必要的文字说明，将构思中的或测绘得到的工业产品造型体或零部件形象准确无误地呈现出来的过程。在这一过程中，设计师可以采用三种主要的绘图方式：尺规绘图，以精确的测量和绘图工具实现图形的细致描绘；徒手绘图，凭借设计师的手绘技巧快速捕捉并表达设计灵感；以及计算机辅助设计绘图，利用先进的软件技术高效、精准地完成复杂设计图的绘制。

1.3.1 尺规绘图

尺规绘图作为产品制图领域的一种经典方法，以其高效与精确的特点，尤其擅长于绘制形状复杂或尺寸庞大的零件图。尽管随着计算机辅助设计技术的蓬勃发展，尺规绘图在实际工作中的应用已逐渐减少，但我们依然有必要深入理解其原理。学习尺规绘图不仅能够培养设计师细心严谨的工作态度，还能通过绘图工具的使用，使其深刻地认识和掌握制图的流程。

1. 尺规绘图的工具

尺规绘图主要依赖于圆规、分规、比例尺、曲线板，以及铅笔等一系列画线工具，并借助图板、丁字尺和三角板等绘图仪器，遵循一系列手工绘图步骤来精确绘制产品图样。接下来，我们将逐一介绍这些常用的手工绘图工具及仪器的使用方法。

1) 绘图板、三角板和丁字尺

在制图工作开始之前，需要先利用绘图板来承托并固定图纸，如图1-9所示。绘图板通常采用木质材料制成，要求边框平直、面板平整，以确保绘图的准确性。制图时，使用胶带将图纸牢牢地固定在绘图板上，以便于后续的绘制工作。

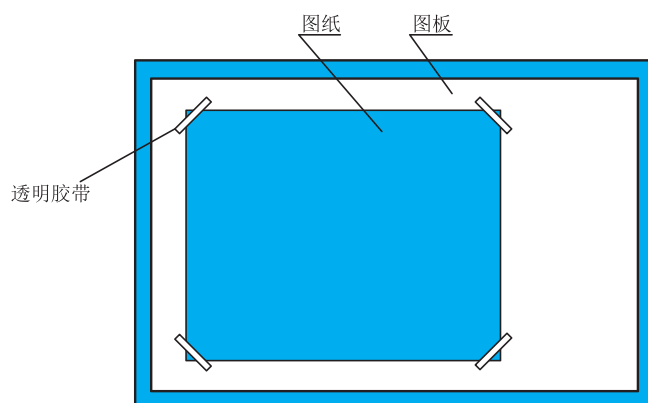


图1-9

一副三角板包含两块，其中一块是 45° 角的等腰直角三角形，另一块则是拥有 30° 和 60° 角的直角三角形。三角板通常与丁字尺协同使用，能够方便地画出竖直线及 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等各种角度的斜线。此外，借助三角板，还可以绘制出已知直线的平行线和垂直线，如图1-10所示。

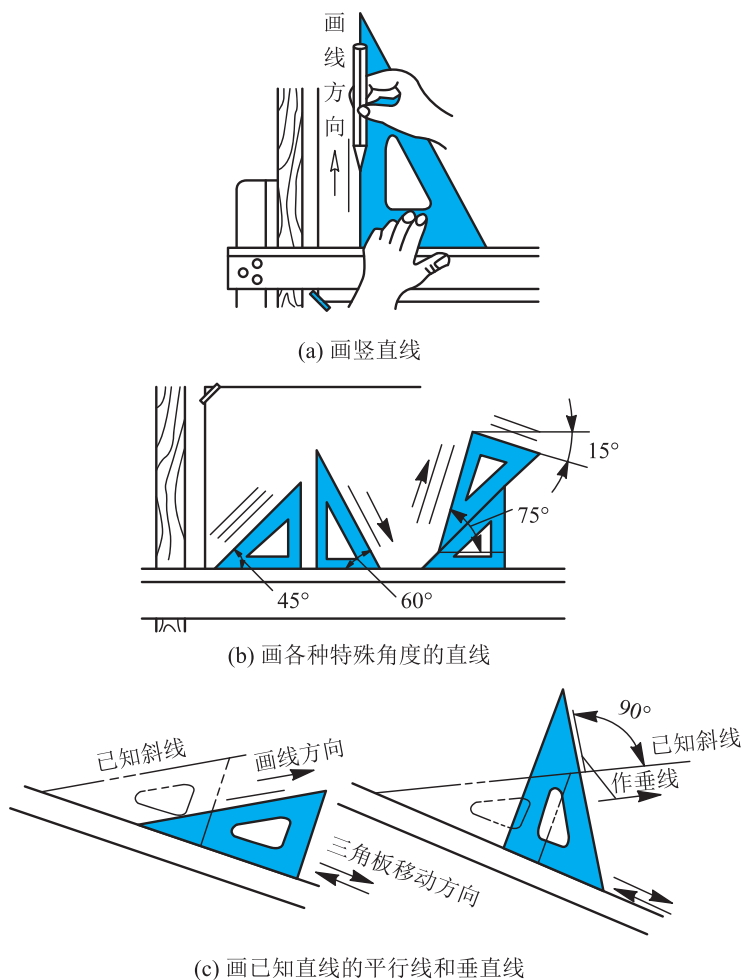
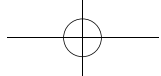


图1-10



丁字尺由尺身和尺头两部分构成，与三角板相似。它通常与图板搭配使用，主要功能是绘制水平线。其标准使用方法如下：左手紧握尺头，确保尺头的内侧边缘紧密贴合图板的左边框，并沿着图板上下滑动；沿着尺身上的刻度线边缘，从左至右平稳地绘制出水平线，具体操作过程如图1-11和图1-12所示。

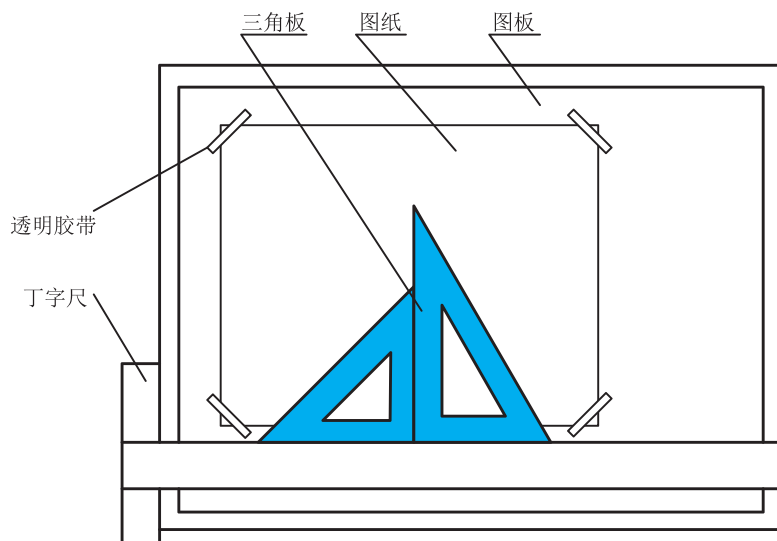


图1-11

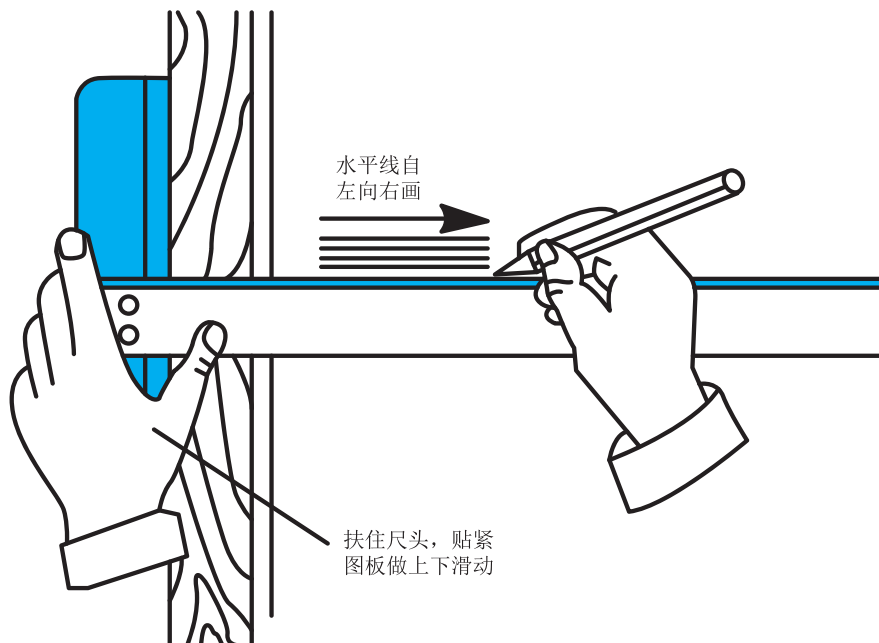
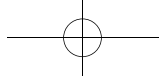


图1-12

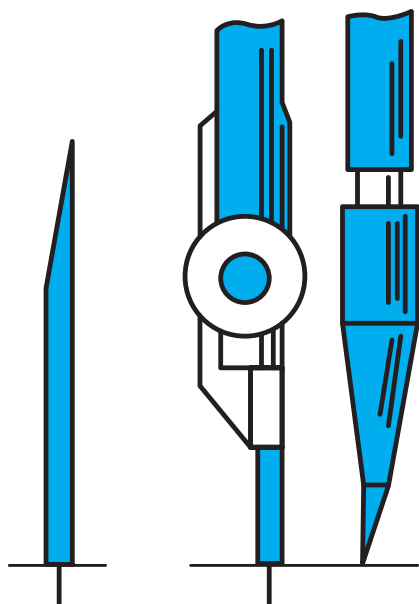
2) 圆规和分规

圆规是用来绘制标准圆形或圆弧的绘图工具。其设计特点在于两条腿的一端汇聚于一点，其中一条腿上装有钢针，钢针的两端形态各异，一端为台阶状、一端则为锥状，而另一条腿则配备有铅芯，如图1-13所示。在使用圆规绘图时，一般建议将台阶状的一端作为圆规的固定



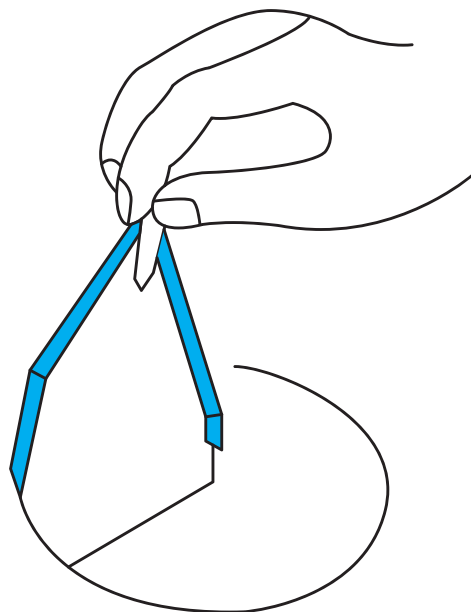
点，而锥状针尖则用于分规操作。此外，为了确保绘图的精确性，针脚（即钢针伸出部分）的长度应略长于铅芯，以便更好地控制绘图过程。

在绘图过程中，需确保钢针与铅芯均保持垂直于纸面的状态，这一点在绘制大直径圆形或圆弧时尤为重要，以确保图形的准确性和美观性，具体如图1-14所示。



钢针与铅芯的样式

图1-13



画较大圆时，应使圆规两脚垂直纸面

图1-14

分规的主要功能是量取线段长度、等分线段，以及截取特定长度的线段，它在绘图过程中起到了精确测量和划分的作用，其样式如图1-15所示。分规的锥状针尖设计使其能够轻松地在图纸上做出标记，便于绘图者进行后续的绘制和修改工作。

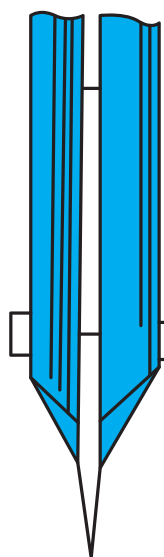
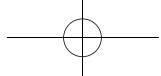


图1-15



分规的两腿末端都装有锥形钢针，在使用时，需要确保分规的两个针脚保持平齐，这样的操作能够让量取的尺寸更加精确无误，具体使用方法如图1-16所示。

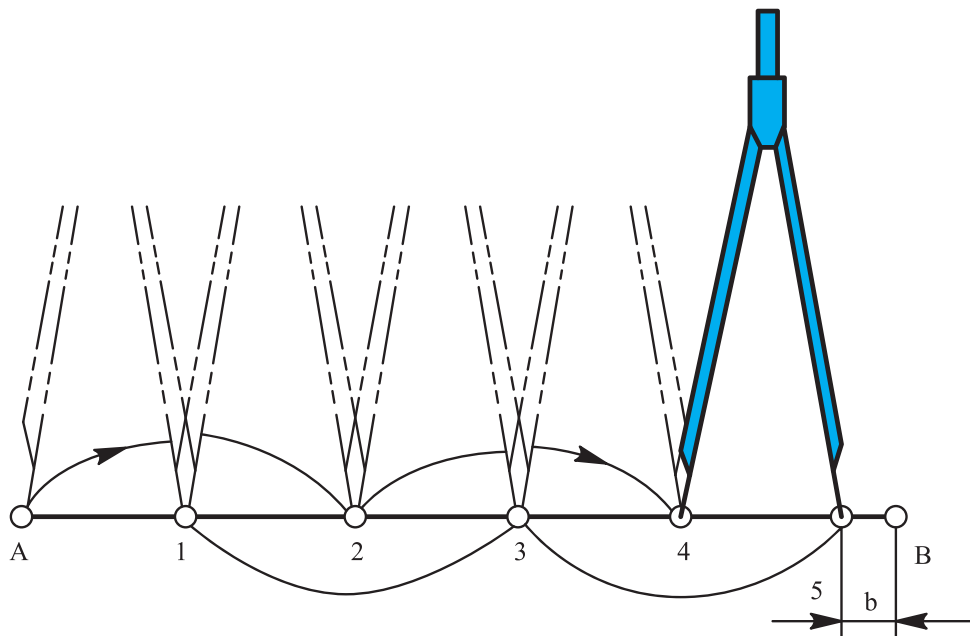


图1-16

3) 比例尺

在绘制不同比例的图样时，需要使用比例尺这一工具，如图1-17所示。比例尺上印有多种不同比例的刻度，这些刻度能够帮助我们根据需要进行尺寸的缩放，确保绘制的图样符合预定的比例要求。

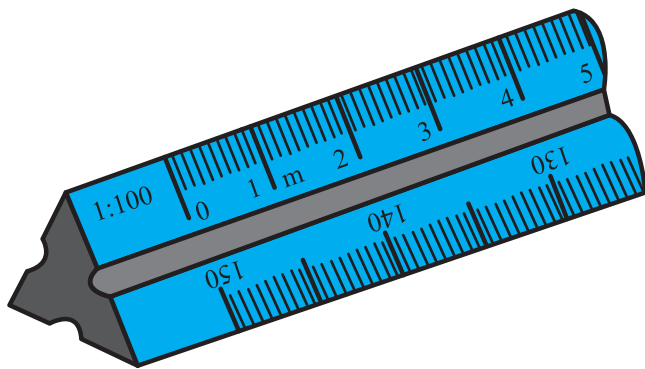
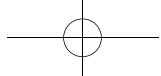


图1-17

4) 曲线板

绘制非规则圆弧或曲线时，需要借助曲线板来完成。绘图过程中，首先需轻轻地将各个沿曲线的点连接起来，作为绘制的基础，然后从第一个点出发，在曲线板上找到与所绘曲线相匹配的部分，最后沿着曲线板的轮廓，一段一段地绘制出曲线。需要注意的是，由于绘制曲线是分段进行的，因此每绘制一段时，应确保至少有三个点与曲线板上的相应部分重合，并且要与



前一段已绘制的曲线有一部分的重合, 以确保最终绘制的曲线是平滑且连续的。曲线板的样式及绘制过程, 如图1-18所示。

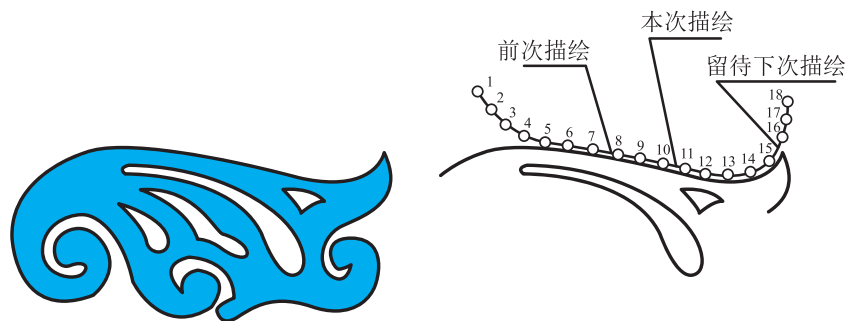


图1-18

5) 铅笔

绘制图样时, 使用的铅笔分为软铅芯和硬铅芯两类, 它们的软硬程度分别用B和H来表示。具体而言, B之前的数值越大, 代表铅芯越软; 而H之前的数值越大, 则代表铅芯越硬。在进行尺规绘图时, 需根据不同的图线要求来选择不同软硬程度的铅芯铅笔:

(1) B或2B铅芯, 因其质地较软、消耗较快, 常被用于绘制粗实线。为了方便使用和保证线条宽度, 通常将铅芯的端部削成宽度较大一些的扁形或铲形, 如图1-19(a)所示。

(2) 当需要书写文字或进行标注时, 通常会选择HB或H铅芯。此时, 笔芯的端部应削成锥形, 以确保文字或标注的清晰度和准确性, 如图1-19(b)所示。

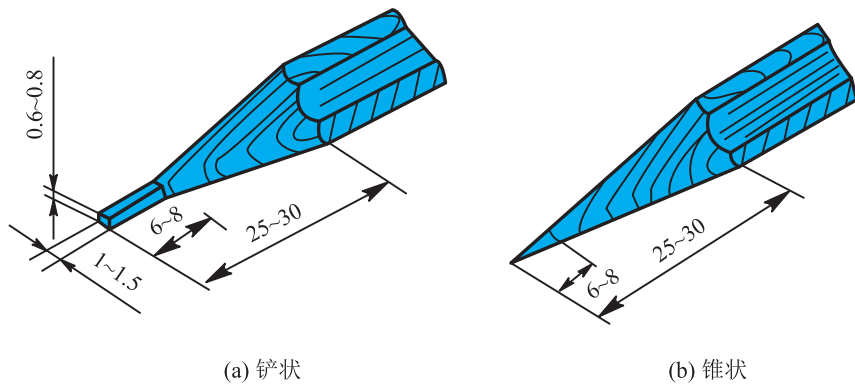


图1-19

(3) 对于需要绘制细实线的情况, H或2H铅芯因其质地较硬而更为适用。同样地, 为了保证细线的线宽与粗实线的线宽形成鲜明对比, 笔芯的端部也应削成锥形。在绘图过程中, 为了保持线宽的一致性, 还需要及时将铅芯削细。

此外, 使用尺规绘图时, 还要准备小刀、橡皮、擦图片、量角器、胶带纸, 以及修磨铅芯的细砂纸等, 如图1-20所示。

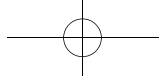


图1-20

2. 尺规绘图的步骤

运用尺规绘图，主要包含如下五个步骤。

1) 绘前准备

在绘制之前，需整理工作环境，削好绘图铅笔和圆规中的铅芯，准备并清洁所有必需的绘图工具和仪器，将它们放置在固定位置。同时，要认识和熟悉所绘图形的内容，根据构思好的图样大小和比例，选择适当的图幅，并将图纸固定在绘图板上的适当位置，以便于丁字尺和三角板的移动操作。

2) 美观布局

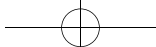
图样的布局应追求均衡与美观。首先，可在图纸上用细实线画出符合国家标准图幅、明细栏和标题栏等。接着，根据每个图样的外轮廓尺寸，合理布置图样，并画出各图样的基准线和轴线，以确保整体布局的合理性。

3) 绘制底图

绘制底图是绘制过程中的关键环节，应使用硬铅芯的铅笔（如H或HB铅笔）准确画出底图，图线应尽量保持浅淡。绘制顺序上，应先画图框、标题栏，再绘制主要轮廓线或中心线，然后逐步细化，如绘制槽、孔、倒角、圆角等细节部分，并画出尺寸线和尺寸界限。底图完成后，需仔细校核，进行必要的更改和完善，擦去多余图线。

4) 合理加深

在加深图线时，应使用稍软铅芯的铅笔（如B或2B铅笔），并确保图线符合制图标准。加深顺序上，应先描深图线中的圆和圆弧，当多个圆弧相连时，要保证相切处光滑，从第一个圆弧开始依次描深。接着，从图样的左上方开始，顺次向下描深所有水平线，再从左到右顺次描深所有垂直线、倾斜线。最后，描深所有的虚线、点画线和细实线。此外，图框、明细栏和标题栏等也应进行加深处理。



5) 最终检查

图样完成后,需进行最终检查。检查内容包括:所有图线是否线型正确、粗细分明、光滑流畅、深浅一致;图面布局是否适中、整洁美观;字体和数字是否符合国家标准。同时,还需绘制箭头、标注尺寸数值、书写注释文字及填写标题栏的内容。最后,全面检查所有绘制内容,确保无误。

1.3.2 徒手绘图

徒手绘图是一种仅凭铅笔和橡皮,不依赖绘图仪器或量具,依靠目测进行的图样绘制方式,也被称作草图绘制。相较于尺规绘图,这种方法更为便捷,能够迅速传达产品设计的初步图样。徒手绘图主要应用于设计的起始阶段,用以展现初步的方案与设想,同时也适用于计算机辅助绘图的底稿制作、零部件的测绘工作,以及技术交流等多个场合。

1. 徒手绘图的工具

尽管徒手绘图不使用专业的绘图工具和仪器,但其绘制过程仍需遵循一定的规范,确保图样工整、图线清晰、比例匀称、关系准确,并且字体需保持工整。

在进行草图绘制时,通常推荐使用中等硬度的铅笔笔芯(如HB或B),这样的笔芯既能保证绘制的流畅性,又易于修改。

此外,选择方格纸作为绘制草图的基础,可以显著提升绘制的质量与效率,如图1-21所示,方格纸为绘制者提供了一个直观的参考框架,有助于更好地把握图样的布局与比例。

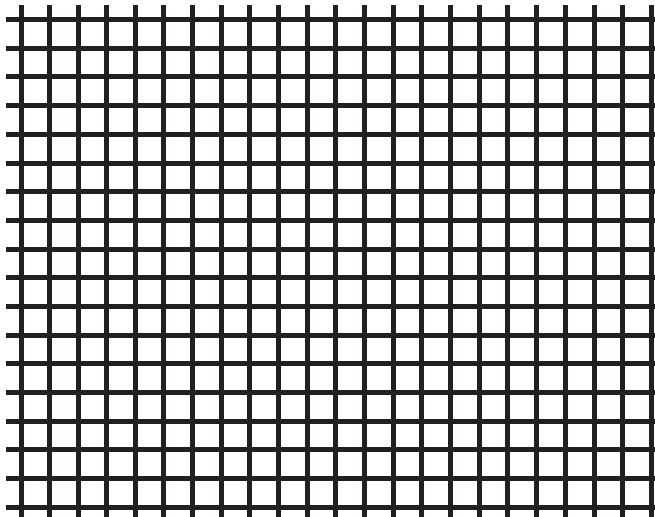
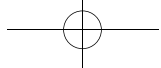


图1-21

2. 徒手绘图的步骤

徒手绘图的首要步骤是目测比例,即通过分析所绘产品的各个结构之间的相对比例关系,来大致确定每个部分的大小。在这个过程中,可以借助铅笔或手指等作为辅助工具,对所绘制的对象进行粗略的度量。完成图形的初步绘制后,接下来需要精确地绘制尺寸界限及尺寸线,以确保图样的准确性和可读性。



1) 徒手绘直线

在方格纸上徒手绘制直线时,需要手眼协调配合。眼睛应注视画线的终点,同时握笔的手要轻轻按压纸面,并随着线条的移动而平稳前行。在此过程中,重要的是保持手腕的稳定,避免拧动或转动,维持一个固定的姿势。绘制水平直线时,应从左向右进行;绘制垂直直线时,则应自上而下进行。为了绘制得更加准确和高效,应尽量利用好方格纸的线条作为参考,如图1-22所示。

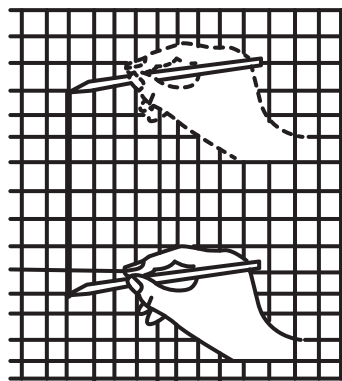
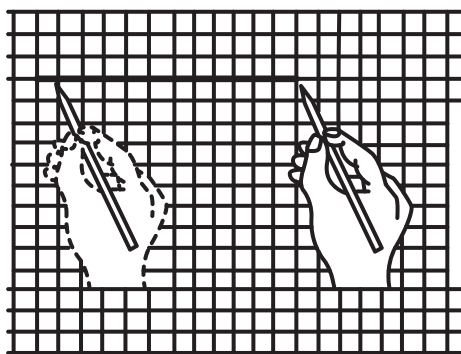


图1-22

如果需要徒手绘制 30° 、 45° 、 60° 等常见角度的斜线,可以借助直角三角形的性质,根据这些角度的近似正切值($3/5$ 对应 30° 、 1 对应 45° 、 $5/3$ 对应 60°)来确定斜边的长度。具体方法是,先绘制一个直角三角形,然后根据所需角度的正切值,在直角边上确定相应的长度,最后连接直角顶点与对边的点,即可得到所需角度的斜线,如图1-23所示。

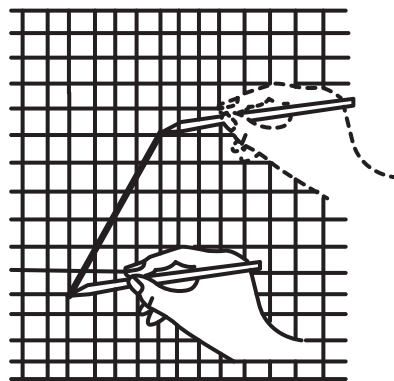
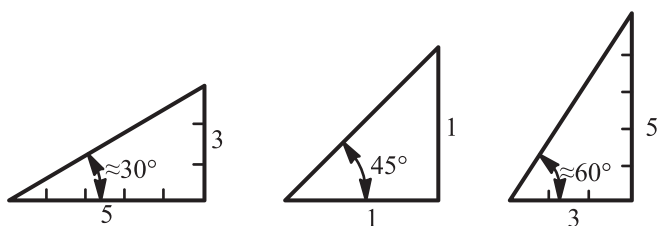


图1-23

2) 徒手绘圆

进行徒手绘圆时,首先通过目测确定圆心的位置,然后绘制两条相互垂直并交叉的中心线,其交点即为圆心所在。接着,依据所需的半径长度,通过目测在中心线的四个象限上分别标定出四个端点。最后,以流畅自然的笔触将这四个端点顺滑地连接起来,从而绘制出一个完整的圆形。具体绘制方式,如图1-24所示。

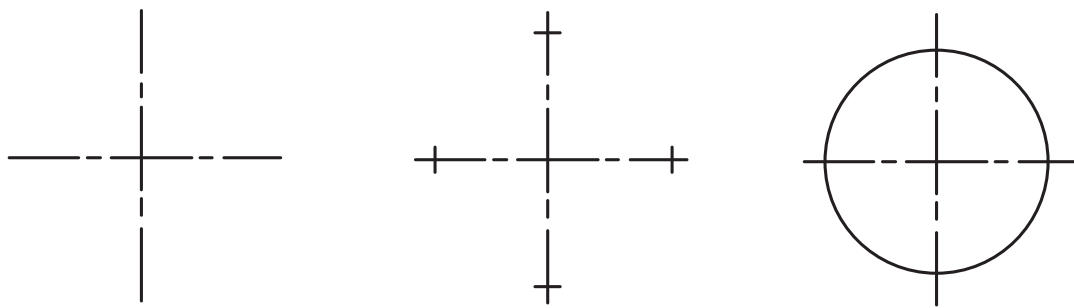
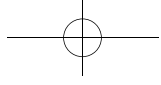


图1-24

在绘制较大直径的圆形时, 为了更加顺畅地完成图线的绘制, 可以在 45° 的两个方向上, 分别通过圆心绘制两条斜线。接着, 再次利用给定的半径, 在这两条斜线上通过目测确定四个额外的端点。最后, 按照顺序将这八个端点(包括之前在中心线上确定的四个端点和新在斜线上确定的四个端点)平滑且连续地连接起来, 从而绘制出一个完整的圆形。这一步骤的具体操作如图1-25所示。

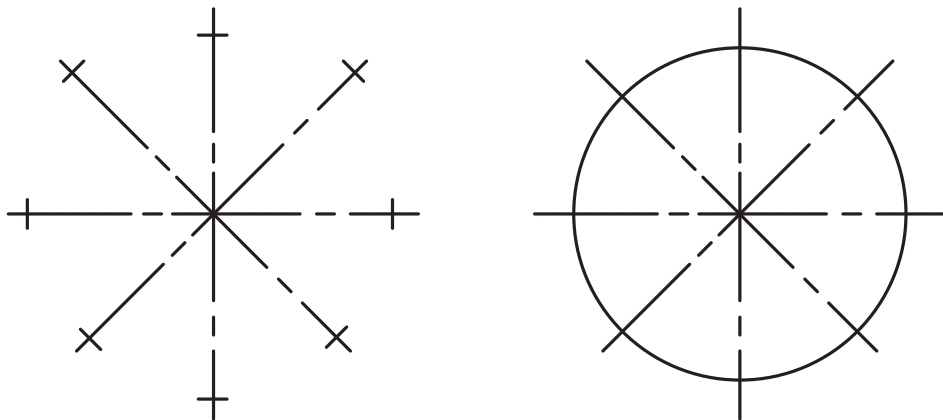


图1-25

1.3.3 计算机辅助设计软件绘图

进入数字时代, 计算机的应用极大地提升了制图的效率。随着产品设计领域的不断进步, 各行业对图纸的要求日益提高, 不仅精度要求逐渐提升, 而且复杂度也越来越高。计算机辅助设计(CAD)绘图技术的引入, 显著降低了设计人员的劳动强度, 同时确保了图面的整洁性。

以往, 使用手绘方式绘制产品图时, 设计师常常需要频繁更换手中不同粗细的墨笔、丁字尺、三角板、曲线板等工具, 一旦画错, 修改起来极为烦琐, 有时甚至需要从头开始, 导致图面显得脏乱不堪。而采用计算机辅助设计软件绘图, 设计师只需通过鼠标操作即可完成所有任务, 软件内置统一的线型库和字体库, 确保了图面的整洁与统一。

此外, 计算机辅助设计软件提供的“撤销”(UNDO)功能, 使得设计师可以轻松地将图片恢复到画错前的状态, 从而避免了因错误而导致的重复劳动。因此, 熟练掌握计算机辅助设计软件制图技能, 已成为现代产品设计师不可或缺的能力之一。

常用的产品设计制图软件, 包括AutoCAD、Pro/Engineer和Unigraphics NX等。



AutoCAD具备出色的跨平台兼容性，能够在多种操作系统支持的微型计算机和工作站上流畅运行。在平面绘图方面，AutoCAD展现了强大的功能，提供了正交、对象捕捉、捕获跟踪等便捷的绘图辅助工具，以及移动、复制、旋转、缩放、拉伸、修剪等一系列强大的图形编辑功能。此外，它还支持标注和书写文本，以及灵活的图层设置和管理功能，如图1-26所示。



Pro/Engineer软件是一款集CAD(计算机辅助设计) /CAM(计算机辅助制造) /CAE(计算机辅助工程) 于一体的三维软件, 它以参数化技术为核心, 是参数化设计的先驱, 也是基于特征的实体建模系统。参数化的核心理念在于, 任何复杂的几何模型都可以被视为由有限数量的构成特征组合而成, 而这些构成特征则可以通过有限的参数被完全约束。

18

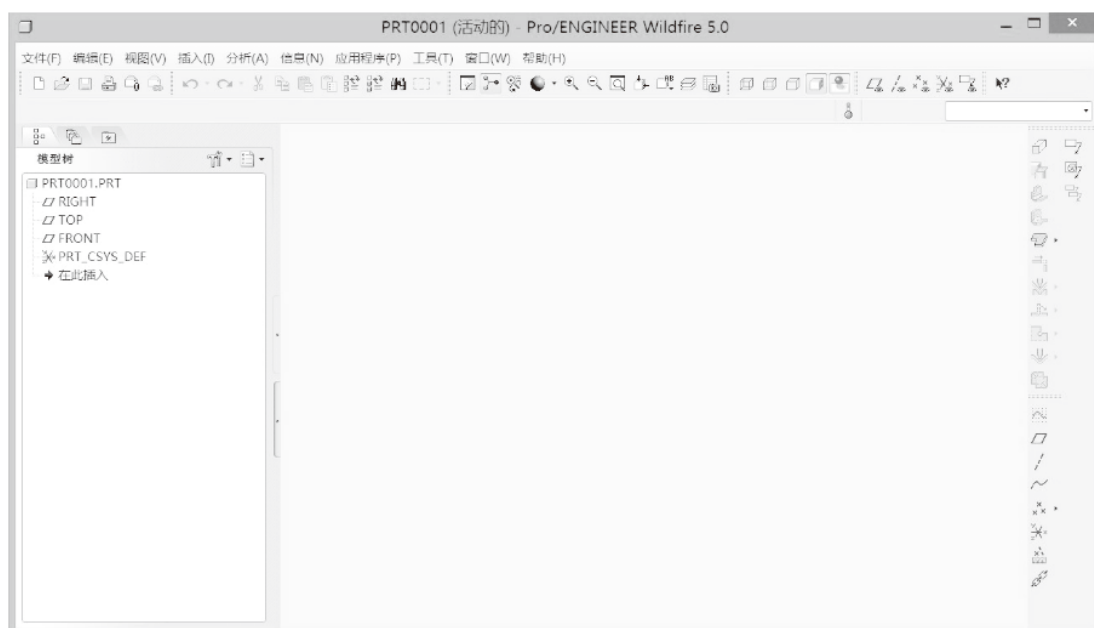


图1-27

3. Unigraphics NX

Unigraphics NX(简称UG) 软件是西门子公司研发的一款集CAD(计算机辅助设计) /CAM(计算机辅助制造) /CAE(计算机辅助工程) 功能于一体的三维软件。它针对产品开发的整个生命周期, 涵盖了从概念设计、工程图绘制、产品建模到分析及制造的全过程, 为产品设计师提供了一个高度灵活且综合的建模环境。

在产品的设计过程中, 设计师们通常会利用UG软件中的工程图模块、建模模块, 以及装配模块等功能组件来完成各项设计任务, 如图1-28所示。

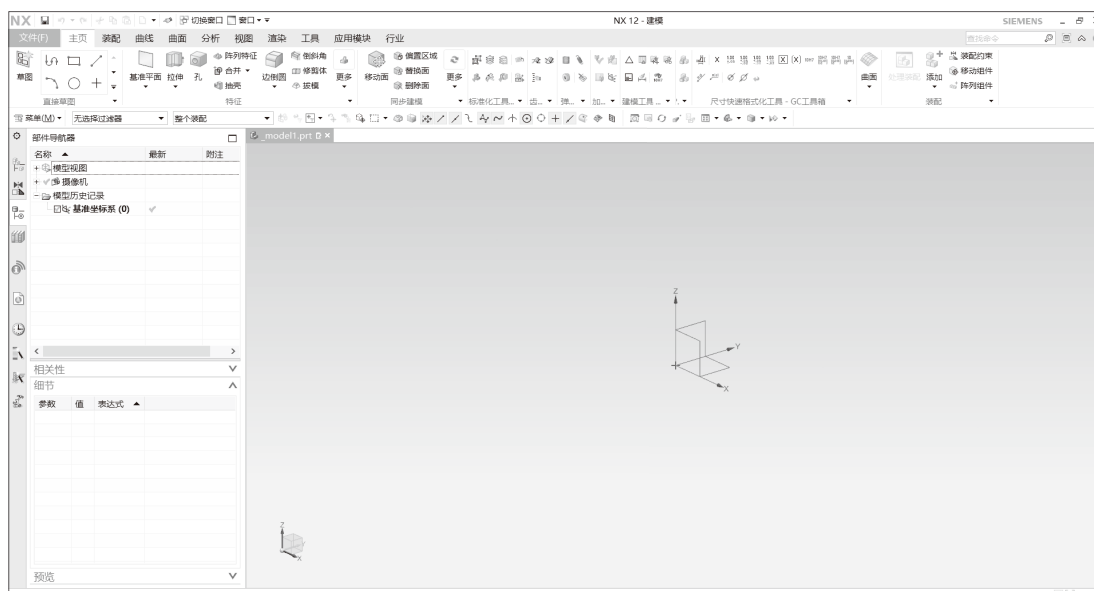


图1-28

