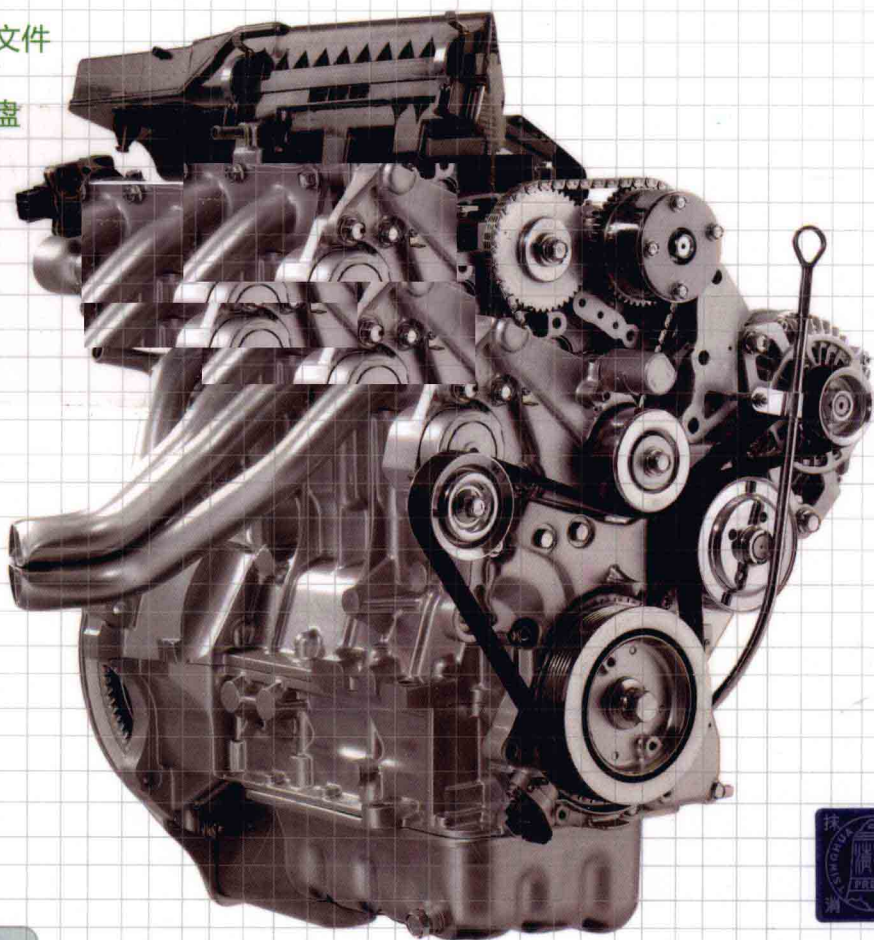




AutoCAD 2010

机械设计基础教程

- 结合图学、机械制图和 AutoCAD 的制图教材
- 手工画图和电脑画图相对比, 能提高学习效率和兴趣
- 图例生动, 浅显易懂
- 提供重点范例的视频教学文件
- 提供习题解答网站下载
- 提供内容丰富的教师用光盘
- 提供网站问题咨询服务



光盘内容

- ◆ 视频演示文件
- ◆ 范例文件



CAD/CAM/CAE 基础与实践

AutoCAD 2010 机械设计基础教程

二代龙震工作室 编 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

这是一本兼顾理论与实务,且内容完整的 AutoCAD 专业权威图书,随书附赠的光盘内容为本书所有范例源文件和相关的视频文件,使读者在学习与工作中更加得心应手。

由于本工作室已经拥有完整、丰富的 CAD/CAM/CAE 系统著作和教学经验,因此带领读者学习 AutoCAD 的方式将是快速而有效的。

本书适合机械等相关行业的所有设计和制图人员使用,同时也是机械专业或相关专业学生的最佳学习教材。它能让学子们真正掌握这套以 3D 理念来设计的大型 CAD 软件。

本书中文简体字版授权清华大学出版社出版发行,专有版权归清华大学出版社所有。未经本书原作者和出版者许可,任何单位与个人均不得以任何形式或任何手段复制和传播本书的部分和全部内容。

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。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 2010 机械设计基础教程/二代龙震工作室编著. —北京:清华大学出版社,2010.3
(CAD/CAM/CAE 基础与实践)
ISBN 978-7-302-22067-1

I. A II. 二… III. 机械设计:计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD 2010—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 026217 号

责任编辑:张彦青 杨作梅

装帧设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

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 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:26.75 字 数:643 千字

附 DVD1 张

版 次:2010 年 3 月第 1 版

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:46.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:034330-01

作 者 序

随着我国工业进入国际化(与国际接轨)的现状,面对天真、内心如白纸般的学子们,身为老师的我们,实在应以现阶段的企业需要为主,对现有的教材做调整,以使学子们能够适应他们未来要进入的就业环境。

就在这样的目标下,本书将以高职高专机电类专业“十一五”规划教材的内容为主轴,并融入以下两类务实主题。

1. 同步结合 CAD(计算机辅助制图)软件,来实现图学与机械制图。我们选择 AutoCAD 这套时下入门必学的 CAD 软件,来作为实现图学与机械制图的软件。但不是等理论讲完再学它,而是边讲边应用。因为 CAD 软件也是根据图学和制图惯例来设计的,以现代的观点来说,它们不是需要分两个阶段来学习的个体,而是应该视为一体对照来教学的。这样,大家才会知道为什么 CAD 软件可以成功地取代三角板、量角器、丁字尺等制图用具,同时了解即便 CAD 软件所提供的绘图功能可以快速地绘出精准的图形,但是也必须正确运用手工绘图所用的几何概念(即图学)。

2. 为让学子们具备国际化概念,本书将以国内教材大纲为主轴,并结合台湾地区和美国的同类教材内容。在机械制图方面,GB 标准一向是国人熟悉的标准,但是现在面对国际图面的企业越来越多,企业需要的是一位既可以对内也可以对外识图的人才;因此,本书会在内容上,融合偏日系的台湾地区和美国的同级教材,以让学子们更具国际观,使他们在遇到日本或欧美国际图面时,也能轻松识图。

本书是一本综合传统图学、机械制图与 CAD 软件的现代机械制图教材。我们根据传统的机械制图内容来编写,但是内容却融合了现代企业的需求,让学子们在未来就业时,在概念和基本能力上能跟上企业用人的需要。所以,本书在教学内容和表现手法上都称得上是创举。

本书的主题都是基础的,只要是高职高专以上程度者,不论是学校、培训班或是自学都可以使用,但主要适用于所有机械类相关专业的学子。下表用来介绍本书章节,并建议用书老师的上课吋数。

章	内 容	建 议	建议授课课时数	
			培 训 班	学 校
几何图学篇			60 小时	一学期
1	几何图学和计算机辅助绘图	高职高专必教		每周 3 小时



续表

续表

章	内 容	建 议	建议授课时数	
			培 训 班	学 校
2	AutoCAD 2010 入门	高职高专必教	60 小时	一学期 每周 3 小时
3	手工画图比不上的 CAD 功能	高职高专必教		
4	用 AutoCAD 实现基本图学	高职高专必教		
5	基本几何视图	高职高专必教		
机械制图篇				
6	认识机械制图标准	高职高专必教		
7	机械工程图	高职高专必教		
8	常用标准件与查表 (螺纹紧固件、键、销、弹簧、齿轮、轴承等)	高职高专必教		
9	机械专业的尺寸标注	高职高专必教		
10	实物测绘和徒手画	高职高专必教		

在上表中,本书分为两篇。前5章是第一篇,专门讲述图学和 AutoCAD 的基本操作。目的是让读者了解创建绘图构思所需要的几何概念,以及熟悉 AutoCAD 软件工具的操作。第二篇(第6~10章)就进入专业领域,开始讲解机械专业的制图标准和惯例,希望学子们能绘出符合专业要求的图样。

除此之外,本书还提供了教师光盘,此光盘的内容包含以下资源。

- 本书习题解答
- 本书教学幻灯片
- 本书的补充教材

注意:只要采用本书作为教材,用书老师就可以向出版社索取本书的教师光盘。请到 www.wenyuan.com.cn 查询相关细节。

各位亲爱的读友!这是个讲求服务质量与顾客至上的时代,也是我们一直勉力自持的重要信念。事实上,这个信念已经得到广大读者的认同,以及实际的支持、鼓励和回应。工作室全体人员在此除了感谢您之外,并将继续推出好书来报答各位!不论是龙震工作室,还是二代龙震工作室,我们开发的计算机书籍共同的特点在于:

- 个性化的服务,理论与专业的完美结合。书中摒弃一般图书只注重理论功能介绍,而忽视读者本身专业需要的缺点,既介绍了软件功能的使用技巧,又结合了读者专业的特点,同时也注重现实的需求。
- 以图例形式来完成对操作过程的解说,避免使用冗长文字来破坏思考,是龙震工作室所著书籍的一贯特色。
- 以全步骤式图例配合重点视频。全步骤式的图例和视频教学互相搭配,让学习更有效率。
- 网站技术支持。凡是购买二代龙震工作室图书的读者,都可以通过“龙震在线”来获得最快捷的支持和服务。同时,网站的内容和服务方式也会不断改进。

您可以像往常一样,通过以下工作室专属网站或电子邮件信箱来提出咨询。

龙震在线: <http://www.dragon2g.com>

E-mail: dragon.dragon2@msa.hinet.net

本书在出版过程中,得到了清华大学出版社张彦青老师的大力协助,在此深表感谢。我们还要对广大支持我们的读者,致以十二万分的敬意和谢意,您的支持使我们所著书籍得以持续,也让我们提供的长期免费服务得以坚持!再次感谢各位!

二代龙震工作室

目 录

第一篇 几何图学篇

第 1 章 几何图学和计算机辅助绘图.....1

1.1 几何图学概论	2
1.2 CAD/CAM/CAE 概论	5
1.3 CAD 绘图取代手工绘图的项目	8
1.3.1 绘图板与丁字尺的取代	8
1.3.2 橡皮擦与擦线板的取代	9
1.3.3 基本几何图形的取代	10
1.3.4 三角板与量角器的取代	11
1.3.5 分规的取代	12
1.3.6 曲线板与可挠曲线规的取代	13
1.3.7 比例尺的取代	13
1.3.8 字规的取代	14
1.3.9 上墨调线粗细的取代	15
习题	17

第 2 章 AutoCAD 2010 入门.....19

2.1 AutoCAD 概论	20
2.1.1 本书采用的 AutoCAD 版本	20
2.1.2 AutoCAD 2010 版的主操作窗口	20
2.1.3 本书中用到的 AutoCAD 命令范围	28
2.2 AutoCAD 2010 版的基本操作	29
2.2.1 键盘按键定义说明	29
2.2.2 鼠标按钮功能	33
2.2.3 自动命令完成功能和最近输入功能	33
2.2.4 AutoCAD 的命令提示操作	34

2.2.5 AutoCAD 的选择方式	35
2.3 图面的缩放和平移	38
2.4 AutoCAD 2010 版的系统设置	39
2.4.1 十字光标的长短设置	39
2.4.2 调整绘图区的背景颜色	40
2.4.3 设置图形文件自动备份的时间以及修改备份的图形文件名	41
2.4.4 恢复因操作失误而不见了菜单	42
2.4.5 变更圆与圆弧的显示分辨率	43
2.4.6 为图形文件加密码	44
2.5 使用图框样板文件	44
2.5.1 调用图框样板文件	44
2.5.2 LTSCALE 和 DIMSCALE 命令	46
2.6 AutoCAD 的 2D 打印	47
2.6.1 安装打印机或绘图仪	47
2.6.2 创建打印样式表	48
2.6.3 正式打印出图	50
2.6.4 打印问题集	52
2.7 初学者在 CAD 绘图中的误区	53
习题	55

第 3 章 手工画图比不上的 CAD 功能.....59

3.1 捕捉的概念	60
3.1.1 实际操作	60
3.1.2 捕捉模式的两种应用	62
3.2 夹点的作用	64



3.3 图层的概念	65	4.3.5 已知三边长画三角形	110
3.3.1 图层的规划	65	4.3.6 从圆外一点画圆的切线	111
3.3.2 图层的设置操作	66	4.3.7 画两圆的内公切线	111
3.4 块的概念	68	4.3.8 过线外一点画切于直线的 圆弧	112
3.4.1 BLOCK 命令	68	4.3.9 画两已知圆间的内切弧	112
3.4.2 WBLOCK 命令	69	4.3.10 画一已知圆和一线间的 内切弧	113
3.4.3 INSERT	70	4.4 修圆角和倒角	114
3.4.4 实作范例	71	4.4.1 画两线间的切弧	114
3.4.5 范例分析	74	4.4.2 画两线间的倒角	115
3.4.6 查询规范的制作	75	4.5 定数等分和定距等分	116
3.4.7 动态块	76	4.5.1 任意等分一角(线段)	117
3.5 AutoCAD 的写字功能	78	4.5.2 任意等分一圆弧或曲线	118
3.5.1 原理	78	4.6 画多边形	118
3.5.2 STYLE 命令	79	4.6.1 内切圆的几何画法	119
3.5.3 AutoCAD 的写字命令	80	4.6.2 外接圆的几何画法	119
3.5.4 FIELD(插入字段命令)	84	4.6.3 边线的几何画法	120
3.6 AutoCAD 的表格功能	86	4.6.4 已知一边长画正三角形	121
3.6.1 TABLE 命令	86	4.6.5 求多边形的圆心	122
3.6.2 输入 Excel 表格	87	4.7 画椭圆	122
3.6.3 以表格来加载图形文件的 应用	88	4.7.1 中心点法画椭圆	123
3.6.4 运行表格数据的计算	88	4.7.2 中心点法画椭圆	124
3.6.5 将表格转成 Excel 电子表格格式	90	4.8 画双曲线	124
3.6.6 其他的表格编辑技巧	91	4.8.1 PEDIT 命令的应用	124
习题	95	4.8.2 已知双曲线的两焦点和 顶点来画双曲线	127
第 4 章 用 AutoCAD 实现基本图学	97	4.8.3 过一已知点来画等轴 双曲线	127
4.1 AutoCAD 的画图和编辑命令	98	4.9 画抛物线	128
4.2 画图最基本的动作——画线	98	4.9.1 已知抛物线的焦点和 准线画抛物线	128
4.2.1 LINE 和 PLINE 命令的 差别	101	4.9.2 已知抛物线的深度和 宽度画抛物线	128
4.2.2 画已知直线的平行线	102	4.10 画阿基米德螺线	129
4.3 画点和圆(弧)	104	4.11 画摆线	129
4.3.1 两等分线段或圆弧	106	4.11.1 画正摆线	130
4.3.2 ERASE、BREAK、TRIM 和 EXTEND 命令	107	4.11.2 画内摆线	130
4.3.3 两等分角	109	4.11.3 画外摆线	131
4.3.4 画三角形的内切圆	110		

4.12 画渐开线	131	5.1.7 平面的正交	177
4.12.1 画多边形的渐开线	131	5.1.8 平面上的直线和点	178
4.12.2 画圆的渐开线	132	5.1.9 平面上的边视图与 正垂视图	179
4.13 画螺旋线	132	5.1.10 两直线间的夹角	181
4.13.1 画圆柱螺旋线	132	5.2 基本的投影视图	182
4.13.2 画圆锥螺旋线	133	5.2.1 基本视图的形成	183
4.14 其他的绘图和编辑命令	133	5.2.2 第一角法和第三角法 投影法	183
4.14.1 RECTANG 命令	134	5.2.3 和投影有关的图线	185
4.14.2 SPLINE 命令	135	5.3 等轴测视图	186
4.14.3 BHATCH 命令	136	5.3.1 立体图的种类	188
4.14.4 COPY 与 MOVE 命令	138	5.3.2 等轴测图的定义	188
4.14.5 ROTATE 与 SCALE 命令	139	5.3.3 两等轴测图	189
4.14.6 ARRAY 命令	140	5.3.4 不等轴测图	190
4.14.7 MIRROR 命令	142	5.4 斜视图	190
4.14.8 STRETCH 和 LENGTHEN 命令	143	5.4.1 斜投影和斜视图的定义	191
4.14.9 JOIN 命令	145	5.4.2 等斜图	191
4.15 AutoCAD 的几何约束工具	147	5.4.3 选择物体正面的原则	193
4.16 AutoCAD 的尺寸约束工具	153	5.4.4 半斜图	194
4.17 AutoCAD 的测量工具	156	5.5 透视图	195
4.17.1 LIST 命令	157	5.5.1 透视投影和透视图	195
4.17.2 ID 命令	157	5.5.2 透视投影名词定义	195
4.17.3 MEASUREGEOM 命令里的 距离测量	158	5.5.3 透视投影基本概念	196
4.17.4 MEASUREGEOM 命令里的 半径和角度测量	158	5.5.4 透视投影视点位置的选择	198
4.17.5 AREA 命令	159	5.6 剖视图	199
习题	160	5.6.1 剖面的功用和定义	199
第 5 章 基本几何视图	169	5.6.2 剖切面和剖面的区别	200
5.1 点、线、面间的关系	170	5.6.3 剖面线的画法	201
5.1.1 投影的原理和分类	170	5.6.4 剖视图的种类	202
5.1.2 象限空间的认识	170	5.6.5 剖切面的种类	204
5.1.3 点的正交	171	5.7 断面图	206
5.1.4 直线的正交	172	5.8 局部放大图	208
5.1.5 直线的正垂视图与端 视图	172	5.9 3D CAD 软件里的视图转换	209
5.1.6 两条直线的相交、平行与 垂直	175	5.9.1 机械 CAD 软件的分级	209
		5.9.2 3D CAD 软件中的 几何视图切换	210
		5.9.3 3D CAD 软件中的 工程视图切换	212



5.9.4 一段真心话	214
-------------------	-----

习题	216
----------	-----

第二篇 机械制图篇

第6章 认识机械制图标准.....231

6.1 概述	232
6.2 国家制图标准	232
6.3 现代机械制图的基本 概念	239
6.4 专业软件资源的使用	240
习题	243

第7章 机械工程学图概论.....245

7.1 工程图的定义	246
7.2 绘制机械工程学图的程序	246
7.3 机械工程学图的种类	246
7.3.1 零件图	246
7.3.2 表格图	250
7.3.3 外形图	250
7.3.4 装配图	251
7.3.5 标准零件和零件表	254
7.4 工程图变更、补充时的处理	255
7.5 工程图的晒蓝	256
7.6 工程图的存储	256
习题	259

第8章 常用标准零部件与查表.....261

8.1 概述	262
8.1.1 准备事项	262
8.1.2 查表的方式	262
8.1.3 GB/T 和 GB 标准的区别	262
8.2 螺纹	263
8.2.1 螺纹原理	263
8.2.2 有关螺纹的名词	263
8.2.3 螺纹类型	265
8.2.4 普通螺纹标记	267
8.2.5 管螺纹标记	268
8.3 螺纹紧固件	269

8.3.1 螺栓紧固件的标记	269
8.3.2 螺纹紧固件连接	269
8.4 螺柱和螺钉	271
8.5 垫圈	272
8.6 挡圈	274
8.7 键和键槽	274
8.8 销	279
8.9 铆钉	282
8.10 弹簧	285
8.10.1 弹簧的作用	285
8.10.2 弹簧的种类	285
8.10.3 和弹簧有关的名词	287
8.10.4 弹簧的绘图	287
8.11 齿轮	294
8.11.1 齿轮的种类	294
8.11.2 齿轮的术语	295
8.11.3 直齿轮的模数	296
8.11.4 标准直齿轮各基本尺寸的 计算公式	297
8.11.5 单个圆柱齿轮的画法	297
8.11.6 圆柱齿轮啮合的画法	299
8.11.7 齿条的画法	299
8.11.8 锥齿轮的画法	300
8.11.9 蜗轮和蜗杆	301
8.12 轴承	303
8.12.1 滑动轴承	304
8.12.2 滚动轴承	306
8.12.3 线性轴承	308
8.13 凸轮	308
8.13.1 有关凸轮的名词	310
8.13.2 凸轮的运动曲线图	310
8.13.3 凸轮从动件的位移 线图	312
习题	316

第9章 机械专业的尺寸标注	319
9.1 概述	320
9.2 尺寸标注定义	320
9.2.1 尺寸线和尺寸界线	320
9.2.2 箭头	322
9.2.3 数值	323
9.2.4 引线 and 注释	324
9.3 尺寸标注样式设置	326
9.4 尺寸标注的画图惯例和标准	332
9.5 尺寸标注法	332
9.5.1 长度标注	332
9.5.2 角度标注	334
9.5.3 半径和直径标注	334
9.5.4 球面	337
9.5.5 弧长	338
9.5.6 曲线	339
9.5.7 方形	340
9.5.8 倒角	341
9.5.9 锥度	341
9.5.10 斜度	342
9.5.11 板厚	342
9.5.12 坑座	343
9.5.13 详图标注	343
9.5.14 其他标注	343
9.6 尺寸放置原则	345
9.6.1 尺寸排列的标注原则	346
9.6.2 尺寸基准的标注原则	346
9.6.3 相同形态的标注原则	347
9.6.4 对称形态的标注原则	348
9.6.5 尺寸重复的标注原则	348
9.6.6 尺寸多余的标注原则	348
9.7 尺寸标注的顺序	349
9.8 尺寸标注时的注意事项	349
9.9 其他尺寸标注命令	350
9.9.1 QDIM(快速尺寸标注命令)	350
9.9.2 DIMORDINATE (坐标尺寸标注命令)	351
9.9.3 DIMEDIT (尺寸标注编辑命令)	352
9.9.4 DIMITEDIT (尺寸文字编辑命令)	353
9.9.5 DIMREASSOCIATE (创建图体标注关联性 命令)	353
9.9.6 -DIMSTYLE - Apply (更新尺寸标注)	354
9.10 形位公差	354
9.10.1 形状公差	355
9.10.2 方向公差	355
9.10.3 位置公差	355
9.10.4 跳动公差	355
9.10.5 注意事项	357
9.10.6 形位公差标注	357
9.11 表面粗糙度	364
9.11.1 名词定义	364
9.11.2 表面粗糙度评定参数	365
9.11.3 取样长度和评定长度	366
9.11.4 表面粗糙度符号	366
9.11.5 表面粗糙度的标注 位置	370
9.11.6 表面粗糙度的标注 方向	371
9.11.7 表面粗糙度标注的 省略	372
9.11.8 分段不同加工的 表面粗糙度标注	373
9.11.9 表面处理表面粗糙度的 标注	373
9.11.10 使用代表字的表面粗糙度 标注	374
9.11.11 表面粗糙度标注时应该 避免的情况	374
9.11.12 常用机件的表面粗糙度 标注	374
9.11.13 代用的表面粗糙度	375
9.12 机械专业 CAD 软件里的尺寸 标注专业功能	376
9.12.1 一般尺寸标注	376



9.12.2 公差标注	377	10.1.5 测量的操作方法	391
9.12.3 表面粗糙度符号	378	10.2 徒手绘制	399
习题	379	10.2.1 徒手绘制和计算机绘图间 的关系	400
第 10 章 实物测绘和徒手画	385	10.2.2 徒手绘制的基本技巧	401
10.1 实物测绘	386	10.2.3 描形法/印形法/取形法	403
10.1.1 实物测绘的意义	386	习题	406
10.1.2 草图的概念	386	附录 A 如何使用本书范例光盘和 服务	409
10.1.3 实物测绘的顺序	387		
10.1.4 认识测量工具	387		



第一篇

几何图学篇

1

几何图学和计算机辅助绘图

本章学习目标是：

- 了解几何图学的几何概念在机械制图中的影响。
- 了解 CAD(计算机辅助绘图)软件在“制图革命”中所扮演的角色。
- 了解几何图学和 CAD 工具命令间的关系。

学完本章后，大家会惊异地发现：原来 CAD 的基本功能都是按图学的理论来设计的。这会让学子们对原本枯燥无味的图学产生兴趣，从而在学习绘图的初始阶段，就具备了完整且正确的几何概念。

具备基础的几何概念会影响到未来的立体建模能力，影响不可谓不大！然而，CAD 不只是取代手工绘图而已，它还有很多手工做不到的功能，以及计算机本身的优势。因此，在 20 世纪 80 年代个人计算机的功能突飞猛进后，就很顺利地被工程界所接受，从而引发了“制图界的宁静革命”！

因此，将图学和 CAD 分开讲是不合适的，只有将它们放在一起讲，才能够很快地将概念集成地融进学子们的脑海中，并印象深刻！



1.1 几何图学概论

几何学有悠久的历史。最古老的**欧氏**(欧几里德参见图 1-1(a))几何基于一组公设和定义,人们在公设的基础上运用基本的逻辑推理构建出一系列的主题。可以说,欧几里德的《几何原本》是公理化系统的第一个范例,对西方数学思想的发展影响深远。

一千年后,笛卡儿在《方法论》的附录《几何》中,将坐标引入几何,带来了革命性进步。从此之后,几何问题就能以代数的形式来表达了。实际上,几何问题的代数化在中国数学史上是一种很重要的方法。笛卡儿的发明创造,是否有东方数学的影响在里面,由于欠缺东西方数学交流史,尚不得而知。

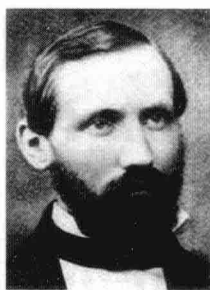
由于欧几里得几何学的第五公设,定义并不清楚,引起了历代数学家的争论。最终,由**罗巴切夫斯基**和**黎曼**(参见图 1-1(b)、(c))创建了两**种非欧几何**。从此,说起“几何”,一般指的就是**欧氏几何**和**非欧氏几何**,两者的差别只在**第五公设**(Fifth Postulate)的定义。



(a) 欧几里德



(b) 罗巴切夫斯基



(c) 黎曼

图 1-1 欧几里德、罗巴切夫斯基与黎曼

信息补充站 几何学的五大公设

- **第一公设**(First Postulate): 由任意一点到另外任意一点,可以画出直线。
- **第二公设**(Second Postulate): 直线可以无限延长。
- **第三公设**(Third Postulate): 以任意点为中心,以任意距离为半径可画出一圆。
- **第四公设**(Forth Postulate): 凡直角都彼此相等。
- **第五公设**(Fifth Postulate): 同平面内一条直线和另外两条直线相交,若在直线同侧的两个内角之和小于 180° ,那么这两条直线经无限延长后,在一侧一定相交。因此,第五公设又称为“**平行公设**”。它可以导出命题(Proposition): 通过一个不在直线上的点,而且仅有一条不与该直线相交的直线。

长期以来,数学家们发现第五公设和前四个公设比较起来,显得文字叙述冗长,而且不是那么显而易见。有些数学家还注意到欧几里得在《几何原本》一书中,直到第二十九个命题中才用到,而且以后再也没有使用过。也就是说,在《几何原本》中可以不依靠第五公设而推出前二十八个命题。

因此,一些数学家提出,第五公设能不能不作为**公设**(Postulate),而作为**定理**(Theorem)?

能不能依靠前四个公设来证明第五公设？这就是几何发展史上最著名的，争论了长达两千多年的关于“**平行线理论**”的讨论(数学断言顺序是**公理**→**公设**→**命题**→**定理**。所以，公设是命题、定理的逻辑源头；命题、定理部分则是公设逻辑推论的必然结果。不同的公设有不同的逻辑推论结果，也就会得到不同的理论系统)。

注：

(1) **公理**(Axioms)是在任何数学学科里都适用，不需要证明的基本原理。**公设**(Postulate)则是在几何学里，不需要证明的基本原理，也就是现代几何学里的公理。

(2) 可以判断是正确的或错误的句子叫做“**命题**”(Proposition)。正确的命题称为真命题，错误的命题则称为假命题。有些命题可以从公理或其他真命题出发，用逻辑推理的方法判断它们是正确的，并且可以进一步作为判断其他命题真假的依据，这样的真命题就叫做“**定理**”(Theorem)。例如，运用公理“两角及其夹边分别对应相等的两个三角形全等”，可以得到定理：“两角及其一角的对边分别对应相等的两个三角形全等。”

由于证明第五公设的问题始终得不到解决，人们逐渐怀疑证明的路子走的对不对？第五公设到底能不能证明？

到了19世纪20年代，俄国喀山大学教授罗巴切夫斯基在证明第五公设的过程中，走了另一条路子。他提出了一个和欧氏平行公理相矛盾的命题，用它来代替第五公设，然后与欧氏几何的前四个公设结合成一个公理系统，展开一系列的推理。他认为如果这个系统为基础的推理中出现矛盾，就等于证明了第五公设。我们知道，这其实就是数学中的反证法。

但是，在他极为细致深入的推理过程中，得出了一个又一个在直觉上匪夷所思，但在逻辑上毫无矛盾的命题。最后，罗巴切夫斯基得出两个重要的结论：

(1) 第五公设不能被证明。

(2) 在新的公理体系中展开的一连串推理，得到了一系列在逻辑上无矛盾的新的定理，并形成了新的理论。这个理论像欧氏几何一样是完善的、严密的几何学。

这种几何学被称为罗巴切夫斯基几何，简称“**罗氏几何**”。这是第一个被提出的**非欧几何学**。

几何学的现代化则归功于**克莱因**和**希尔伯特**(参见图1-2)等人。克莱因在普吕克的影响下，应用群论的观点将几何变换视为特定不变量约束下的变换群，而希尔伯特为几何奠定了真正的科学公理化基础。**几何学公理化**的影响是极其深远的，它对整个数学的严密化具有极其重要的先导作用。它对数理逻辑学家的启发也是相当深刻的。简单地说，“**几何就是使用图形来表达一个通过精密数学计算后的结果**”。

几何最早的有记录的开端可以追溯到古埃及数学、古印度数学和古巴比伦数学，其年代大约始于公元前3000年。早期的几何学是关于长度、角度、面积和体积的经验原理，被广泛用于测绘、建筑、天文和各种工艺的实际制作中。在它们之中，有令人惊讶的复杂的原理，以至于现代的数学家很难不用微积分来推导它们。例如，埃及和巴比伦人都在毕达哥拉斯之前1500年，就知道毕达哥拉斯定理(勾股定理)；埃及人有正确的方形棱锥台(截头金字塔形)体积公式；而巴比伦早已拥有三角函数表。中国文明和其对应时期的文明发达程度应该是相当的，因此它可能也有同样发达的数学，但是没有那个时代的历史遗迹可以让



我们确认这一点。可能是因为中国很早就使用无法永久保存的纸，而不是用陶土或者石刻来记录他们的成就。



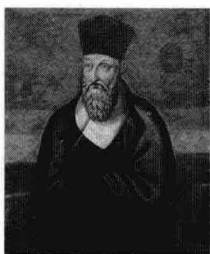
克莱因



希尔伯特

图 1-2 克莱因和希尔伯特

“几何”(Geometric)这个词最早来自希腊语“γεωμετρία”，由“γέα”(土地)和“μετρεῖν”(测量)两个词合成而来，指土地的测量，即“测地术”。后来拉丁语化为“Geometria”。中文中的“几何”一词，最早则是在明代利玛窦和徐光启合译《几何原本》(参见图 1-3)时，由徐光启所创。当时并未给出所依根据，后人一般认为“几何”可能是拉丁化的希腊语“Geo”的音译，另一方面由于《几何原本》中也有利用几何方式来阐述数论的内容，所以也有可能是 Magnitude(大小、数值)的意思，所以一般认为几何是 Geometria 的音、意并译。



利玛窦



徐光启



合译的《几何原本》

图 1-3 利玛窦和徐光启及其合译的《几何原本》

20 世纪中叶以来，传统图学理论的研究已将画法几何与各种传统几何学(如平面几何、立体几何、非欧几何、罗氏几何、黎曼几何、解析几何、射影几何、仿射几何、代数几何、微分几何、计算几何和拓扑学等)互相渗透和融合，形成了各种画法几何学，如解析画法几何、画法微分几何、运动画法几何、多维画法几何、非欧画法几何等传统图学理论。

而和我们学习主题有关的是：

(1) **平面几何(2D Geometric)**。就是指欧几里得几何，也就是本书第 3 章的内容。

(2) **立体几何(3D Geometric)**。数学上，立体几何就是三维的欧几里得几何，一般作为平面几何的后续课程(详见本工作室已出版的 **SolidWorks 或 Pro/ENGINEER** 方面的系

列书)。

(3) **工程图学(Engineering Graphics)**。一门以图形为研究对象,用图形来表达专业设计思维的学科,也就是**本书第二篇**的内容。在工程技术界中由于“形”信息的重要性,工程技术人员均将工程图学作为其基本素质及基本技能之一来看待。如果看不懂“图”,那么在企业中就等于人没有了空气和水。

(4) **计算机图形学(Computer Graphics, CG)**。利用计算机处理图形信息的一门学科,包括图形信息的表示、输入/输出显示、图形的几何变换、图形间的运算,以及人机交互绘图等方面的技术。计算机图形学既是一门科学,包括一些数学基础和理论;又是一门技术,包括一些技巧和方法。掌握此学科的理论和技术,就可以设计出相关 CAD/CAM/CAE 这类的软件(下一节说明)。AutoCAD 就是体现计算机图形学的典型软件。但是对我们来说,我们并非设计者,而是应用者。

1.2 CAD/CAM/CAE 概论

在 20 世纪 60 年代时,当所谓的“计算机”(Computer)名词问世时,设计计算机最初的目的是要用来对付科学家们最头痛的庞大数字运算和资料储存。换句话说,其实在那个时代,计算机是给专业的科学家使用的,普通人是难以窥知计算机全貌的。

因此,可想而知:CAD 一定也是在那个时代最需要被用在计算机上的,因为科学家或专业工程师们非常需要将运算后的结果转化成图形或直接在计算机上设计或绘制工程图。所以,CAD 的概念最早就是由大计算机上转移下来的。

在那个年代里,可以使用 CAD 的人简直数得出来。可是,您也不要羡慕这群天之骄子,因为当时计算机才刚开始发展,体积大而且运行速度慢,所以他们也用得很辛苦。即便如此,运用计算机的可行性已在当时被肯定了。因为就算计算机运行的速度较慢,也远比人工作业来得快且正确。因而,在 1970—1985 年这段时间正是 CAD 开始发展的重要时期。

而对 CAD 的发展来说,20 世纪 50 年代中期所开始的程序化设计(就是如 FORTRAN 这类,现在通称的高级计算机程序语言)的诞生,使得软件设计师得以利用程序语言来设计更好用的软件,应该也是 CAD 的源头。AutoCAD 就是用 C 语言编写的,而我们也可以在 AutoCAD 中使用像 AutoLISP、Visual LISP、Visual Basic Application(VBA)或是 AutoC(ARX)等语言来补充 AutoCAD 的功能。这些都是拜高级语言的发展和进化所赐。

1958 年美国 Calcomp 公司发明了滚筒式绘图仪,而 GerBer 公司则研制出第一台平板式绘图仪。

1960 年初,美国的麻省理工学院史凯屈佩特教授,依 1955 年林肯实验室的 SAGE 系统所开发出的全世界第一支光笔(见图 1-4)为基础,提出了所谓“计算机图形”的研究计划。这个计划就是将一阴极射线管接至一台名为“**旋风 1 号**”(Whirlwind I)的计算机上,再利用一手持的光笔来输入资料,使计算机透过在光笔上的感应物来感应出其在屏幕上的当前位置,并取其坐标值以将之存于内存中。

您看!以前有多困难,这个阴极射线管就是我们通称的计算机显示屏幕。那支光笔现在可能是更先进的鼠标、数字化仪或触笔。那计算机呢?如图 1-5 所示。