

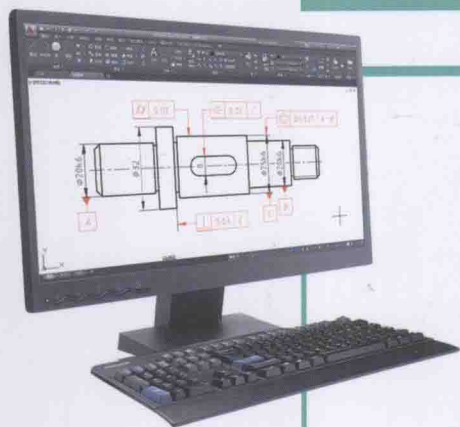


“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

计算机绘图

教程

JISUANJIHUITU
JIAOCHENG



主编 许国玉 罗阿妮 常艳艳

AutoCAD 2016
Creo 3.0 (Pro/E升级版)



HEUP 哈尔滨工程大学出版社



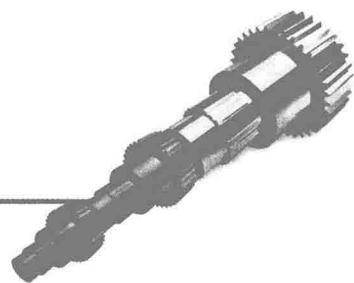
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

计算机绘图 教程

JISUANJIHUITU
JIAOCHENG

主编 许国玉 罗阿妮 常艳艳
主审 李广军 张生坦

AutoCAD 2016
Creo 3.0 (Pro/E升级版)



 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,采用最新国家标准简明、系统地介绍了 AutoCAD 2016 工程制图和 Creo 3.0(Pro/E 升级版)三维建模及工程图。全书共分 3 篇(12 章)和 3 个附录,主要内容包括 AutoCAD 基本知识、绘制平面图形、绘制零件图和装配图、AutoCAD 与常用软件数据转换、打印到图纸和打印到文件;Creo 3.0 基本知识、零件建模、装配建模、动画制作和由三维模型投影绘制工程图样;附录包括 AutoCAD 2016 常用命令、AutoCAD 2016 快捷键和 Creo 3.0 快捷键;每章附有大量的工程实例、上机指导和练习。

本书结构清晰、内容丰富、语言简练,全书循序渐进、通俗易懂,具有很好的指导性、操作性和实用性,兼有普及与提高的双重功能。

本书特别适用于作为工科院校计算机绘图课程教材或 CAD 培训教材,还可供计算机绘图的初学者自学使用,对于有一定 AutoCAD、Creo 或 Pro/E 软件使用经验的读者可作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图教程/许国玉,罗阿妮,常艳艳主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2016. 1
ISBN 978-7-5661-1216-3

I. ①计… II. ①许… ②罗… ③常… III. ①AutoCAD 软件-教材
②计算机制图-应用软件-教材 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 014894 号

选题策划:张林峰
责任编辑:刘凯元
封面设计:恒润设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 20
字 数 510 千字
版 次 2016 年 1 月第 1 版
印 次 2016 年 1 月第 1 次印刷
定 价 42.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

计算机绘图已被广泛应用于机械等工程领域,工程技术人员的工作内容和工作方式发生了巨变。AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的当今世界最为流行的计算机辅助绘图和设计软件之一,其二维计算机绘图优势突出;Creo(Pro/E 升级版)是美国 PTC 公司推出的世界上应用最广泛的 CAD/CAE/CAM 三维软件之一,其三维参数化建模功能强大、完善。因此,AutoCAD 和 Creo(Pro/E 升级版)都是工程技术人员应掌握的软件。

本书编者长期从事 AutoCAD 和 Creo(Pro/E 升级版)教学及应用、CAD 等级考试和竞赛工作;跟踪国家标准和工程图学课程的技术发展;分别于 2005 年和 2011 年相继编写了《计算机绘图教程》,在总结 2011 版《计算机绘图教程》(AutoCAD 2010 和 Pro/E 5.0)编写经验和计算机绘图教学及应用经验的基础上编写了本书。因此,作为计算机绘图简明实用教程,本书具有如下特点:

(1) 本书以机械图样为主线,注重现代工程实用,全部采用最新国家标准,图例规范,内容丰富实用,叙述通俗易懂、由浅入深、循序渐进,便于教师教学和学习者学习。

(2) 本书共分 3 篇(12 章)和 3 个附录,其中“第 1 篇 计算机绘图基础”简要介绍计算机绘图相关国家标准规定;“第 2 篇 AutoCAD 工程制图”将实例与命令有机结合介绍 AutoCAD 2016 常用功能、使用方法及技巧、数据转换、打印到图纸和打印到文件;“第 3 篇 Creo(Pro/E 升级版)三维建模及工程图”以实例简要介绍 Creo 3.0 零件建模、装配建模、动画制作和由三维模型投影绘制工程图样的方法及技巧;在每章后附有上机指导和练习,有助于教师教学和学习者巩固所学知识;在附录中有 AutoCAD 2016 常用命令、AutoCAD 2016 快捷键和 Creo 3.0 快捷键,以便学习者更全面地了解 AutoCAD 2016 和 Creo 3.0 的功能并提高绘图和建模效率。

(3) 本着少而精的原则,全书版面清晰、结构紧凑且技术知识含量高。

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,特别适用于作为工科院校计算机绘图课程教材或 CAD 培训教材,还可供计算机绘图的初学者自学使用,对于熟悉 AutoCAD 和 Creo(或 Pro/E)的读者可作为参考书。

本书由许国玉、罗阿妮和常艳艳主编,李广军和张生坦主审,参编人员还有兰朝凤、张梦、吴艳红、吕金丽、韩旭东和张勇,戴富美教授审阅全书并对提高本书质量起到了重要作用,全书由许国玉负责统稿整理。

本书编者得到了国内图学界知名专家们的指导,还参考了一些国内优秀书籍,在此深表谢意。

AutoCAD 2016 和 Creo 3.0 是目前最新版本软件,本书如有疏漏和不足之处,恳请广大读者和专家指正。

电子邮箱:xuguoyu@hrbeu.edu.cn

编者

2015 年 12 月

目 录

第1篇 计算机绘图基础

第1章 计算机绘图的基本知识	3
1.1 计算机绘图与计算机辅助设计	3
1.2 常用计算机绘图软件简介	3
1.3 学习计算机绘图的方法	5
第2章 计算机绘图相关国家标准规定	6
2.1 图纸幅面和格式	6
2.2 比例	9
2.3 字体	9
2.4 图线	10
2.5 尺寸注法	11
2.6 螺纹紧固件的画法和标注	15
2.7 极限与配合注法	17
2.8 几何公差标注	17
2.9 表面结构的表示法	18

第2篇 AutoCAD 工程制图

第3章 AutoCAD 2016 基本知识和绘图环境	23
3.1 AutoCAD 主要功能、安装和启动	23
3.2 AutoCAD 工作界面	24
3.3 AutoCAD 图形文件的基本设置和管理	30
3.4 AutoCAD 鼠标操作	35
3.5 AutoCAD 命令和坐标输入	36
3.6 精确定位绘图工具	40
3.7 图层、线型、线宽和颜色	47
3.8 AutoCAD 显示控制	53
上机指导和练习	57

第4章 二维绘图和图形编辑	59
4.1 常用二维绘图命令	59
4.2 图形编辑方法	69
4.3 绘制二维图形综合实例	85
上机指导和练习	98
第5章 文字和尺寸标注	101
5.1 文字标注	101
5.2 尺寸标注	110
上机指导和练习	133
第6章 图块、设计中心和工具选项板	135
6.1 图块	135
6.2 设计中心和工具选项板	146
上机指导和练习	148
第7章 AutoCAD 绘制工程图样	150
7.1 AutoCAD 制图准备	150
7.2 绘制零件图	156
7.3 绘制装配图	162
7.4 绘制正等轴测图	169
上机指导和练习	171
第8章 数据转换和打印输出	175
8.1 常用规定格式文件和数据转换	175
8.2 AutoCAD 与常用软件数据转换	177
8.3 AutoCAD 打印到图纸和打印到文件	183
上机指导和练习	188

第3篇 Creo(Pro/E 升级版)三维建模及工程图

第9章 Creo 3.0 基本知识	191
9.1 Creo 主要功能、安装和启动	191
9.2 Creo 工作界面和设置	192
9.3 Creo 图形文件管理	199
9.4 Creo 鼠标操作	205
9.5 Creo 显示控制	206
9.6 Creo 草绘工具	211

上机指导和练习	220
第 10 章 Creo 零件建模	222
10.1 零件建模界面	222
10.2 创建基础特征	224
10.3 创建工程特征	231
10.4 创建基准特征	237
10.5 编辑特征	243
10.6 创建修饰螺纹和螺旋扫描特征	245
10.7 创建曲面特征	253
10.8 创建钣金件	258
上机指导和练习	260
第 11 章 Creo 装配建模	262
11.1 装配建模界面	262
11.2 添加装配单元和装配约束	263
11.3 爆炸图和分解动画	265
11.4 装配建模综合实例	269
上机指导和练习	275
第 12 章 Creo 工程图	276
12.1 工程图的绘图界面	276
12.2 设置符合国家标准的绘图环境	277
12.3 创建视图	282
12.4 创建剖视图和断面图	286
12.5 编辑工程视图	292
12.6 工程图尺寸标注	293
12.7 工程图文字标注	295
12.8 工程图表面结构和几何公差标注	296
12.9 创建表格	300
上机指导和练习	302
附录 A AutoCAD 2016 常用命令	306
附录 B AutoCAD 2016 快捷键	309
附录 C Creo 3.0 快捷键	311
参考文献	312

计算机绘图基础

本篇包括：

第 1 章 计算机绘图的基本知识

第 2 章 计算机绘图相关国家标准规定

第 1 章 计算机绘图的基本知识

作为现代设计和绘图工作的一个重要手段,计算机绘图与手工绘图相比,能缩短设计和绘图周期、减少人力和物力、提高设计质量、便于用户内部管理和对外交流。

本章简要介绍计算机绘图与计算机辅助设计的概念、常用计算机绘图软件的应用以及学习计算机绘图的方法。

1.1 计算机绘图与计算机辅助设计

计算机绘图与计算机辅助设计既有联系又有区别,计算机绘图是计算机辅助设计的重要组成部分。目前,二维计算机绘图与三维建模关系越来越密切相关,进而计算机绘图与计算机辅助设计关系更加紧密。

1.1.1 计算机绘图

计算机绘图(Computer Aided Drawing)是利用计算机软件 and 硬件来绘制并可输出图形的一种方法和技术,它是在图学、应用数学及计算机科学三者有机结合的基础上迅速发展的技术。计算机绘图是把数字化的图形信息通过计算机存储、处理,并通过输出设备将图形显示或打印出来的过程。随着计算机硬件和软件功能的不断提高与完善,计算机绘图已被广泛应用于各个领域。

1.1.2 计算机辅助设计

计算机辅助设计(Computer Aided Design)是使用计算机软件 and 硬件来辅助人们对产品或工程进行设计的方法和技术,主要涉及图形处理技术、工程分析技术、数据管理与数据转换技术、图文档处理技术和软件设计等基础技术,它是一种多学科综合应用的技术。通常,CAD 产品设计的过程是从概念设计、零部件三维建模及分析到工程图。计算机辅助设计包括设计、绘图、工程分析、优化、信息提取和文档制作等设计活动。

1.2 常用计算机绘图软件简介

常用工程图样有机械、电气、建筑和土木工程图样。目前,许多软件都可以满足计算机绘图的需要,下面简单介绍常用的计算机绘图软件。

1.2.1 AutoCAD

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的国际工程设计领域中应用最为广泛的通用计算机辅助设计和绘图软件。从 1982 年 AutoCAD 1.0 版本,经过 1.3,1.4,2.0,2.1,2.5,2.6,9.0,R10,R11,R12,R13,R14,2000,2002,2004,2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011,2012,2013,2014,2015 和 2016 的版本更新,AutoCAD 从一个简单的绘图软件发展成为包括三维建

模在内的功能更加强大和更加完善的 CAD 系统,一直广泛用于机械、建筑、航空航天、造船、化工、轻工、汽车、电子、冶金、地质、气象和纺织等领域。

1.2.2 CAXA 电子图板

CAXA 电子图板是北京北航海尔软件有限公司开发的国产软件,具有符合国家标准的规定,以及易学、易用和绘图效率高等优点。CAXA 电子图板提供了丰富的图库(包括机械和电子的标准图形符号等),在绘制装配图等方面具有明显的优势。

1.2.3 中望机械设计软件

中望机械设计软件以 GB、ISO、ANSI、DIN 和 JIS 等标准为设计依据,汇集机械行业专用功能、图库、图幅、图层和 BOM 表等智能化管理,使整个设计流程更加流畅、准确。

1.2.4 T-Arch

T-Arch 是北京天正工程软件有限公司开发的国产系列软件(T-Arch 天正建筑软件、T-WT 天正给排水软件、T-Elec 天正电气软件和 T-Hvac 天正暖通软件)之一,主要用于绘制建筑图。

1.2.5 Visio

Visio 是 Microsoft Office 中一个功能较强大、操作极其方便的图形处理工具软件,其技术版的主要功能是创建各种流程图、计划图、工程图和网络结构图等,还能进行一些基本的图形处理。

1.2.6 Creo(Pro/E 升级版)

Pro/ENGINEER(简称 Pro/E)是美国 PTC 公司推出的三维参数化软件,经过了二十几年不断更新版本,其软件不断强大,一直是世界上应用最广泛的三维参数化主流软件之一。

PTC Creo Parametric(简称 Creo)是美国 PTC 公司推出的由 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 升级的 CAD/CAE/CAM 三维参数化软件系统,整合了 PTC 公司的 Pro/ENGINEER 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术。经过 Creo 1.0、Creo 2.0 和 Creo 3.0 的版本更新,Creo 3.0 软件功能更加强大、完善,界面更加友好,可实现零件建模、装配建模、工程图输出、动态模拟与工程仿真和数控加工,实现了产品零部件从概念设计到制造全过程设计自动化,广泛用于航空航天、机械、汽车、电气和计算机等行业的设计制造。

1.2.7 SolidWorks

SolidWorks 是法国达索系统(Dassault Systemes)旗下子公司的三维机械设计自动化软件,可实现设计、绘图、装配和工程仿真,其软件具有功能强大和易学易用的优势,其中工程图模块可以快速地生成符合国家标准的零件图和装配图。

1.2.8 Inventor

Inventor 是美国 Autodesk 公司推出的三维参数化特征设计软件,可实现零件建模、钣金建模、装配建模、焊接、绘图和工程仿真,其软件易学易用、功能较强大,与 AutoCAD 和 3ds MAX 等软件具有兼容性好的特点。

1.2.9 CATIA

CATIA 是法国达索系统(Dassault Systemes)推出的 CAD/CAE/CAM 一体化的三维

软件之一。其软件曲面设计功能强大而具有明显优势,广泛用于航空航天、汽车、造船和机械等产品设计与制造领域。

1.2.10 UG NX

UG NX 是 Siemens PLM Software 公司旗下的当前世界上最先进的、面向制造行业的 CAD/CAE/CAM 一体化的三维软件之一,其软件提供了强大的实体建模技术和高效能的曲面建构能力,能够完成最复杂的造型设计,可高效实现设计、绘图、装配、工程仿真和数控加工。因此,UG NX 在工业界成为广泛应用的高级 CAD/CAE/CAM 系统。

1.2.11 SolidEdge

SolidEdge 是 Siemens PLM Software 公司旗下 CAD/CAE/CAM 一体化的三维软件之一,可实现设计、绘图、装配、工程仿真、钣金设计、产品制造信息管理、产品数据管理等功能,且可从二维视图转换为三维实体,其软件利用同步建模技术来加快设计和修改速度,并提高重用率。因此,SolidEdge 已经成功应用于机械、电子、航空、汽车、仪器仪表、模具和造船等行业。

综上所述,上述计算机绘图软件各有优势,用户应根据学习和工作需求选择适合自己的计算机绘图软件。本书主要介绍 AutoCAD 2016 和 Creo 3.0 软件,二者优势互补,可高质、有效地实现零件建模、装配建模、爆炸图、动画、工程图、工程分析和计算机辅助制造。

1.3 学习计算机绘图的方法

学习计算机绘图是实践性很强的过程,需要理论与实践紧密结合。为培养计算机绘图的技能,学习计算机绘图中应注意以下几方面:

- (1) 熟悉计算机绘图所需要的 Windows 等操作系统,以及常用硬件的基本操作要领;
- (2) 熟悉和遵守计算机绘图相关国家标准规定,掌握机械制图的知识要点;
- (3) 经常上机实践,并及时按各章图例和各章后的“上机指导和练习”操作;
- (4) 不断总结、积累经验,从而提高计算机绘图及建模的质量和效率。

第 2 章 计算机绘图相关国家标准规定

工程图样是工程界交流的语言,工程图样必须符合 GB/T 14665—2012《机械工程 CAD 制图规则》和 GB/T 18229—2000《CAD 工程制图规则》等国家标准的相关规定;关于三维建模及工程图,要遵循 GB/T 26099.1—2010《机械产品三维建模通用规则 第 1 部分:通用要求》、GB/T 26099.2—2010《机械产品三维建模通用规则 第 2 部分:零件建模》、GB/T 26099.3—2010《机械产品三维建模通用规则 第 3 部分:装配建模》、GB/T 26099.4—2010《机械产品三维建模通用规则 第 4 部分:模型投影工程图》和 GB/T 4458.3—2013《机械制图 轴测图》等国家标准的有关规定。本章将重点介绍有关计算机绘图的图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法、螺纹紧固件的画法及标注、极限与配合注法、表面结构的表示法和几何公差标注等国家标准知识。

2.1 图纸幅面和格式

绘制 CAD 工程图样时,其图纸应符合 GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》和 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》等有关规定。

2.1.1 图纸幅面

图纸的基本幅面和图框尺寸见表 2-1,其幅面代号中的数字可理解为将 A0 幅面($B \times L = 1\text{ m}^2$)对折的次数。例如,A1 表示将 A0 幅面长边对折一次所得的幅面,依此类推。

表 2-1 图纸幅面和图框尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

2.1.2 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种,图纸可横放(X 型)或竖放(Y 型),如图 2-1 所示。一般 A3 幅面横放,A4 幅面竖放。

2.1.3 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏格式和尺寸应符合 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定,如图 2-2 所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角,在如图 2-1 所示

情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

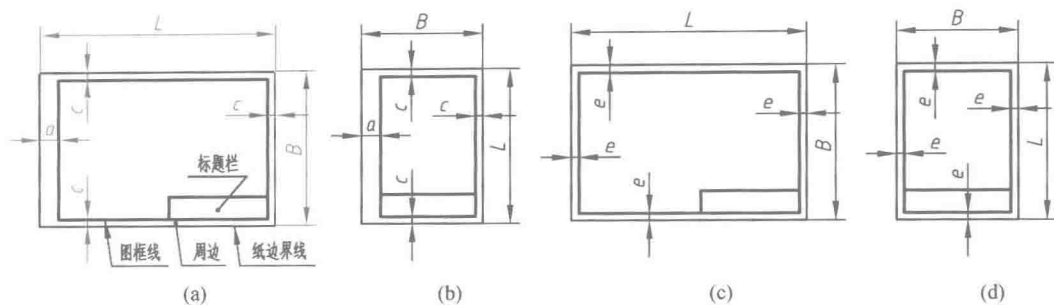


图 2-1 图框格式

(a)有装订边(X型);(b)有装订边(Y型);(c)无装订边(X型);(d)无装订边(Y型)

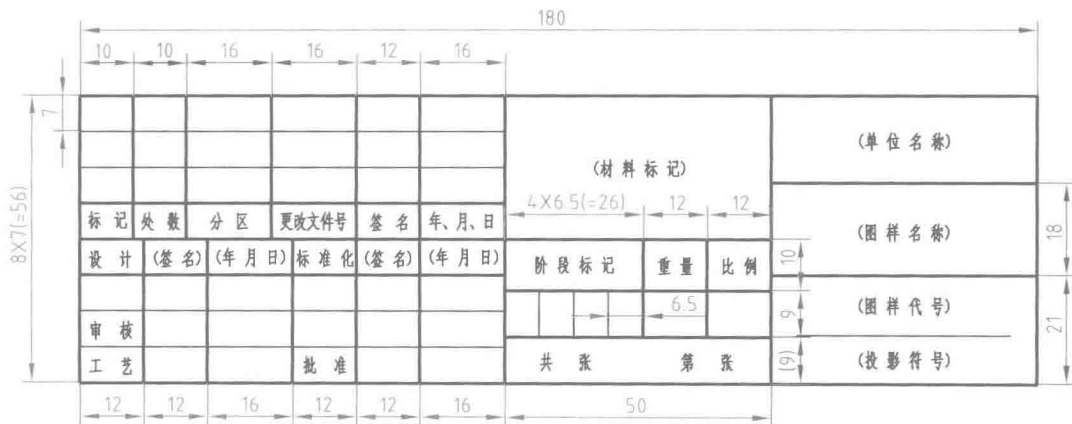


图 2-2 标题栏格式

在机械 CAD 工程制图中,根据需要设置如下附加符号:

(1) 对中符号:为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,在图纸各边长的中点处分别画出对中符号,如图 2-3 所示。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm。对中符号处于标题栏范围时,伸入标题栏部分省略不画。

(2) 方向符号:允许标题栏与看图方向不一致,为了明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸下边对中符号处画出一个方向符号,表明其方向为看图方向,如图 2-3 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形。

(3) 投影符号:投影符号一般放置在标题栏中名称及代号区的下方,如图 2-2 所示。采用第一角画法时,省略标注其投影识别符号,必要时可画出其投影识别符号,如图 2-4(a) 所示;采用第三角画法时,必须在标题栏中画出第三角画法的投影识别符号,如图 2-4(b) 所示。投影符号中的粗实线线宽不小于 0.5 mm。

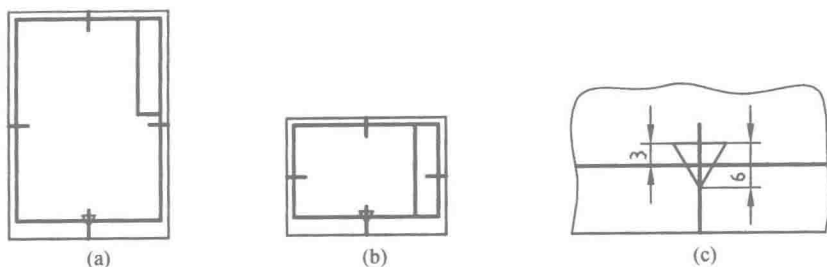


图 2-3 对中符号和方向符号

(a) 标题栏的方位(X 型); (b) 标题栏的方位(Y 型); (c) 方向符号的尺寸和位置

说明 3 个互相垂直的投影面将空间分成如图 2-5 所示 8 个分角, 参见 GB/T 14692—2008《技术制图 投影法》; GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》规定技术图样应采用正投影法绘制, 并优先采用第一角画法。

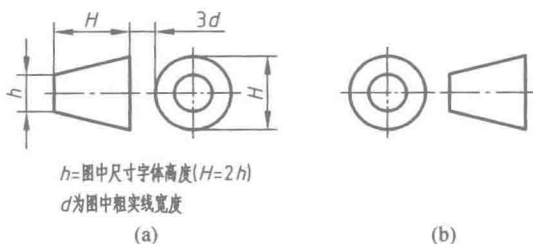


图 2-4 两种画法的投影识别符号

(a) 第一角画法; (b) 第三角画法

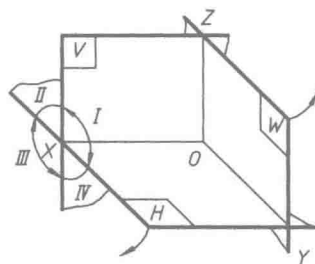


图 2-5 空间 8 个分角

2.1.4 明细栏

GB/T 10609.2—2009《技术制图 明细栏》规定了装配图明细栏的格式和尺寸, 明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方, 按自下而上的顺序填写, 如图 2-6 所示。

190							
8	40	44	8	38	10	12	(20)
7							
14							
序号	代号	名称	数量	材料	单件质量	总计质量	备注
(标题栏)							

图 2-6 装配图的明细栏格式

2.2 比 例

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,工程图样的比例大小应按 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》规定选择优先采用的比例,见表 2-2。

表 2-2 工程图样优先采用的比例

种类	优先采用的比例
原值比例	1:1
放大比例	2:1 5:1 $1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 $1:1 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$

注: n 为正整数。

同一物体的各个视图,一般采用相同的比例绘制,其比例值标注在标题栏内。当某个视图为局部放大图时,在局部视图上方标注其局部放大图的比例。例如, $\frac{1}{2:1}$, $\frac{B-B}{2:1}$ 和 2:1。图形尺寸均按实物实际大小标注。

2.3 字 体

机械 CAD 图中所用字体应符合 GB/T 14665—2012《机械工程 CAD 制图规则》规定。字体号数(即字体高度,用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。

2.3.1 数字

一般应以正体输出。

2.3.2 字母

除表示变量外,一般应以正体输出。

2.3.3 汉字

汉字在输出时一般采用正体,并采用国家正式公布和推行的简化字。

2.3.4 字体高度与图纸幅面之间的选用关系

GB/T 14665—2012《机械工程 CAD 制图规则》和 GB/T 18229—2000《CAD 工程制图规则》规定,计算机绘制机械图样时,应按图纸幅面大小选用文字高度,见表 2-3。

表 2-3 文字高度

字 体	A0	A1	A2	A3	A4
汉字、字母和数字	5		3.5		

说明 用作指数、分数、极限偏差和注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

2.4 图 线

GB/T 14665—2012《机械工程 CAD 制图规则》规定机械工程的 CAD 制图应遵守 GB/T 17450 和 GB/T 4457.4 中的规定。

2.4.1 线宽

汉字图线宽度(d)的系列:0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

为了便于机械工程的 CAD 制图,将 GB/T 4457.4 中的规定的线型分为 5 组,见表 2-4。机械图样中粗线与细线的宽度之比为 2:1,粗线的宽度常用 0.5 mm 和 0.7 mm。

表 2-4 图线宽度组别

组别	1	2	3	4	5	一般用途
线宽	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	粗实线、粗点画线、粗虚线
/mm	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、双点画线

2.4.2 线型和应用

机械制图中常用的线型和应用,见表 2-5。

表 2-5 机械制图中常用的线型和应用

图线名称	线 型	应 用
粗实线		可见轮廓线、可见棱边、剖切符号
细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、牙底线
虚线		不可见轮廓线、不可见棱边
点画线		对称线、中心线
双点画线		假想投影轮廓线、中断线
波浪线		断裂的边界线

注: d 为虚线、点画线或双点画线的线宽。

2.4.3 图线画法

绘制图形时,应注意如下几点:

(1) 在同一张图样中,同类图线的宽度应一致。在虚线、点画线和双点画线中,长画和短画的长度及间隔应各自大小相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的间隙不小于粗线线宽的两倍。