

普通高等教育“十三五”规划教材

Engineering Drawing

工程制图

◎ 刘 军 王 琳 主 编
◎ 吕海霆 张铭真 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

工 程 制 图

主 编 刘 军 王 琳
副主编 吕海霆 张铭真
参 编 秦 楠 黄潇苹 宋丕伟
主 审 赵永成



机械工业出版社

本书参考了教育部工程图学教学指导委员会提出的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”和“普通高等学校计算机图形学基础课程教学基本要求”，全面贯彻最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准，适当简化了画法几何部分的内容，增加了计算机绘图、第三角画法、国外制图标准等内容。

本书内容翔实，图例清晰，努力体现应用型本科教学的特色。主要内容有：绪论、制图的基本知识和基本技能、投影基础、立体的投影、组合体、图样画法、标准件与常用件、第三角画法和国外制图标准、零件图、装配图、计算机绘图基础。

《工程制图》及其配套的《工程制图习题集》适用于高等院校相关专业48~96学时工程制图课程的教学，也可供高职高专院校、函授大学、电视大学相应专业的学生及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/刘军,王琳主编. -北京:机械工业出版社, 2015.9
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-111-50954-7

I. ①工… II. ①刘… ②王… III. ①工程制图-高等学校-教材
IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第214321号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:舒恬 责任编辑:舒恬 冯钊 版式设计:霍永明
责任校对:张晓蓉 封面设计:张静 责任印制:李洋
北京振兴源印务有限公司印刷
2015年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm · 18印张 · 441千字
标准书号:ISBN 978-7-111-50954-7
定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010) 88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

本书参考了教育部工程图学教学指导委员会提出的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”和“普通高等学校计算机图形学基础课程教学基本要求”，全面贯彻最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准，总结并吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见。本书具有如下特点：

1) 总体上重视基本概念、基本理论和基本技能，继承了课程的传统内容和结构，以维护学科的系统性、完整性和科学性。

2) 在注重学科知识的系统性、表达的规范性和准确性的同时，充分考虑应用型本科院校学生接受知识的特点，遵循学生的认知规律，按照教学活动的实际过程，对教材内容进行了拆分与整合，使其衔接自然，方便整个教学活动的顺利进行。

3) 较系统地介绍了第三角画法和国外制图标准，使学生掌握其他国家的制图标准，便于读懂国外图样，并能够准确地实现第一角画法和第三角画法的转换，以适应经济全球化背景下国内外企业对人才的需要。

4) 计算机绘图基础独立成章，以 AutoCAD 2012 和 SolidWorks 2012 为平台，重点介绍计算机绘图的基础知识，突出应用，便于教师根据实际情况组织教学。

5) 与本书配套使用的《工程制图习题集》，由机械工业出版社同时出版，可供选用。

本书编写工作由大连科技学院的刘军、王琳、吕海霆、张铭真、秦楠、黄潇苹、宋丕伟合作完成。具体分工为：刘军编写绪论、第 9 章及附录 A，王琳编写第 5、6、7、8 章，吕海霆编写第 10 章、附录 C、附录 D，张铭真编写第 1、2、3、4 章，秦楠、黄潇苹、宋丕伟分别编写附录 B、附录 E、附录 F，并制作课件和习题答案。

本书由大连交通大学的赵永成教授主审，审阅人提出了许多宝贵意见和指导性建议，在此表示衷心感谢。

在编写过程中，参考了相关教材、习题集等文献资料，在此谨向有关作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

第1章 制图的基本知识和基本技能 5

1.1 制图的基本规定 5

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008) 5

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993) 7

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993) 9

1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002) 10

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—2012) 11

1.2 绘图工具、仪器及其使用方法 18

1.2.1 常用的绘图工具 18

1.2.2 其他绘图工具 20

1.2.3 手工绘图机 20

1.3 几何作图 21

1.3.1 等分圆周及作正多边形 21

1.3.2 斜度和锥度 22

1.3.3 椭圆 23

1.3.4 圆弧连接 24

1.4 平面图形的绘制 26

1.4.1 平面图形的构形分析及绘图步骤 26

1.4.2 绘图的一般方法和步骤 27

第2章 投影基础 29

2.1 投影法的基本知识 29

2.1.1 概述 29

2.1.2 投影法的分类 29

2.1.3 平行投影的普遍性质 30

2.1.4 工程中常用的四种投影图 30

2.2 点的投影 32

2.2.1 点在两面投影体系中的投影 32

2.2.2 点在三面投影体系中的投影 33

2.2.3 两点间的相对位置 34

2.3 直线的投影 36

2.3.1 直线的投影特性 36

2.3.2 各种位置直线的投影特性 37

2.3.3 一般位置直线的实长及其对投影面的倾角 39

2.3.4 直线上点的投影 41

2.3.5 两直线的相对位置关系 42

2.4 平面的投影 46

2.4.1 平面的表示法 46

2.4.2 各种位置平面的投影特性 47

2.4.3 平面上的直线和点 49

2.4.4 直线、平面的相对位置 50

2.5 投影变换 53

2.5.1 投影变换的基本概念 53

2.5.2 点的投影变换 53

2.5.3 直线的投影变换 54

2.5.4 平面的投影变换 56

2.5.5 投影变换应用举例 58

第3章 立体的投影 60

3.1 基本几何体的投影 61

3.1.1 平面立体的投影 61

3.1.2 曲面立体的投影 65

3.2 立体表面的截交线 70

3.2.1 截交线的定义与性质 70

3.2.2 平面与平面立体的截交线 71

3.2.3 平面与曲面立体的截交线 73

3.3 相贯线 80

3.3.1 相贯线的定义与分类 80

3.3.2 相贯线的求法 80

3.3.3 相贯线的变化趋势与特殊情况 85

第4章 组合体 87

4.1 三视图的形成与投影规律 87

4.1.1 三视图的形成 87

4.1.2 三视图的投影规律 88

4.2 组合体的构成 88

4.2.1 组合体的构成方式 88

4.2.2 组合体的连接关系 89

4.3 组合体的视图表达 90

4.3.1 组合体的画法 90

4.3.2 组合体的尺寸标注	94	6.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的画法	159
4.4 组合体的轴测图表达	98	6.6 齿轮	160
4.4.1 轴测图的基本知识	98	6.6.1 标准直齿圆柱齿轮	161
4.4.2 正等轴测图	99	6.6.2 齿轮啮合	163
4.4.3 斜二测轴测图	103	第7章 第三角画法和国外制图标准 ...	165
4.5 组合体的读图方法	105	7.1 第三角画法	165
4.5.1 读图应注意的问题	105	7.1.1 第三角画法概述	165
4.5.2 读图的基本方法	107	7.1.2 第三角画法读图	165
第5章 图样画法	117	7.1.3 第三角画法与第一角画法的 转换	165
5.1 视图	117	7.2 国外制图标准	166
5.1.1 基本视图	117	7.2.1 国外制图标准代号及名称	166
5.1.2 向视图	118	7.2.2 图纸幅面及格式	167
5.1.3 局部视图	118	7.2.3 比例	167
5.1.4 斜视图	119	7.2.4 图线	167
5.2 剖视图	120	7.2.5 剖面符号	168
5.2.1 剖视图的概念和画法	120	7.2.6 国外制图标准中图样画法的基本 规定	168
5.2.2 剖视图的种类	122	7.2.7 尺寸标注	171
5.2.3 剖视图的剖切方法	126	7.2.8 表面粗糙度的标注	172
5.3 断面图	130	7.2.9 螺纹的画法	173
5.3.1 断面图的概念	130	7.2.10 齿轮的画法	175
5.3.2 断面图的种类	131	第8章 零件图	176
5.4 其他表达方法	133	8.1 零件图的作用与内容	176
5.4.1 局部放大图	133	8.2 零件的视图选择与尺寸标注	176
5.4.2 简化画法	134	8.2.1 零件图的视图选择原则	176
5.5 表达方法的综合应用	139	8.2.2 典型零件的视图选择	178
第6章 标准件与常用件	142	8.2.3 零件图上的尺寸标注	180
6.1 螺纹与螺纹紧固件	142	8.3 零件的工艺结构	185
6.1.1 螺纹的形成、结构和要素	142	8.3.1 铸造零件的工艺结构	185
6.1.2 螺纹的规定画法、分类和标注	145	8.3.2 机械加工零件的工艺结构	186
6.1.3 常用螺纹紧固件及画法	147	8.4 零件图的技术要求	189
6.1.4 螺纹紧固件的连接	149	8.4.1 零件的表面结构	189
6.2 键连接	152	8.4.2 公差与配合	194
6.2.1 键的种类和标记	152	8.4.3 几何公差	197
6.2.2 键连接的画法	153	8.5 零件图的阅读	199
6.3 销连接	154	8.5.1 读零件图的方法和步骤	199
6.3.1 销的种类和标记	154	8.5.2 读零件图举例	201
6.3.2 销连接的画法	155	第9章 装配图	204
6.4 滚动轴承	156	9.1 装配图的作用与内容	204
6.4.1 滚动轴承的种类和代号	156	9.2 装配图的表达	204
6.4.2 滚动轴承的画法	157	9.2.1 规定画法	204
6.5 弹簧	158		
6.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及 尺寸关系	158		

9.2.2 特殊画法	206	10.2.4 SolidWorks 2012 装配体	256
9.2.3 简化画法	208	10.2.5 由三维模型生成二维工程图	259
9.3 装配图的尺寸标注	209	附录	261
9.3.1 装配图尺寸标注的原则	209	附录 A 标准结构	261
9.3.2 应用举例	210	A.1 55° 管螺纹 (摘自 GB/T 7306.1—2000、 GB/T 7306.2—2000、GB/T 7307— 2001)	261
9.4 装配图中的零部件序号、明细栏及 技术要求	210	A.2 普通螺纹 (摘自 GB/T 193— 2003)	262
9.4.1 零部件序号	210	A.3 梯形螺纹 (摘自 GB/T 5796.2— 2005)	263
9.4.2 明细栏	211	A.4 倒角与倒圆 (摘自 GB/T 6403.4— 2008)	264
9.4.3 技术要求	212	A.5 砂轮越程槽 (根据 GB/T 6403.5— 2008)	264
9.5 装配图的画法	212	附录 B 标准件	264
9.5.1 画装配图的一般步骤	212	B.1 螺栓	264
9.5.2 应用举例	213	B.2 双头螺柱	265
9.6 装配图的阅读	219	B.3 螺钉	266
9.6.1 阅读装配图的方法和步骤	219	B.4 垫圈	268
9.6.2 应用举例	219	B.5 螺母	269
9.7 由装配图画零件图	222	B.6 销	270
9.7.1 由装配图画零件图的一般步骤	222	B.7 键	271
9.7.2 应用举例	223	附录 C 极限与配合	272
第 10 章 计算机绘图基础	225	C.1 推荐选用的配合	272
10.1 AutoCAD 2012	225	C.2 轴、孔极限偏差	273
10.1.1 AutoCAD 2012 基本操作	225	附录 D 常用表面粗糙度及选用	275
10.1.2 AutoCAD 2012 绘图环境设置	228	附录 E 计算机绘图标准 (GB/T 18229— 2000)	276
10.1.3 AutoCAD 2012 图形绘制与 编辑	230	附录 F 常用材料及热处理名词解释	276
10.1.4 AutoCAD 2012 尺寸标注与 文字标注	240	参考文献	278
10.1.5 综合练习	241		
10.2 SolidWorks 2012 绘图基础	245		
10.2.1 SolidWorks 2012 基本操作	245		
10.2.2 SolidWorks 2012 草图绘制	248		
10.2.3 SolidWorks 2012 零件建模	249		

绪 论

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，是表达工业产品形状和大小的重要技术资料，是工程技术界的通用语言。绘制工程图样是设计过程中必不可少的一个步骤。随着计算机图形学的发展，计算机辅助设计绘图技术为工程技术人员提供了现代化的设计绘图手段。

1. 工业产品的设计过程与表达方式

工业产品设计这一学科有许多分支，如汽车制造设计、飞机制造设计、机械设计等。随着科学技术的飞速发展，工业产品功能要求的日益增多，复杂性增加，寿命期缩短，更新换代速度加快，这就要求工业产品的设计过程要紧扣时代脉搏。一般情况下，工业产品的设计过程如图 0-1 所示。图中的“绘制工程图或三维建模（工业产品表达）”是整个设计过程中的重要一环。

工业产品表达方式分为二维表达和三维表达。采用二维工程图的设计过程是先构思产品的三维形状，再用二维工程图表达；三维表达是先对产品构思进行三维建模，之后再三维模型转化为二维工程图。现在某些高端行业已经不需要二维工程图，而是直接根据三维模型用数控机床无图化加工。但无论是三维建模还是二维工程图都越来越依靠各种先进的 CAD（Computer Aided Design）技术。

CAD 技术是使用计算机系统来辅助一项产品或工程设计的建模、修改、分析和优化的过程和技术。从很远的未来看，三维是 CAD 技术发展的一大方向，三维 CAD 可能会完全取代二维 CAD，但在未来相当长的一段时间不会完全被取代。主要是因为三维 CAD 现有的水平不能完全满足一些企业的需求或个性化需求、企业和操作者的固有思维模式和操作习惯，而且由于人与人之间的差异、企业与企业之间的差异，为了便于交流和协作，二维 CAD 还将作为辅助工具保留。

工业产品，特别是机械产品的设计正朝着计算机辅助设计、智能化设计和满足异地协同设计制造需求的方向迈进。智能化设计方法主要是利用三维图形软件和虚拟现实技术进行设计，直观性较好；异地协同设计以智能化设计和发达的网络为基础，可以满足用户对产品的功能需求。

2. 计算机绘图技术概述

计算机绘图技术是生产实践中对产品设计绘图速度和质量要求不断提高的产物。计算机绘图是计算机图形学的重要内容之一，它将传统的工程制图技术与计算机有机地结合起来，使得工程图学这一传统的学科进入了近代计算机应用技术的行列。它是 CAD 的基础，是相

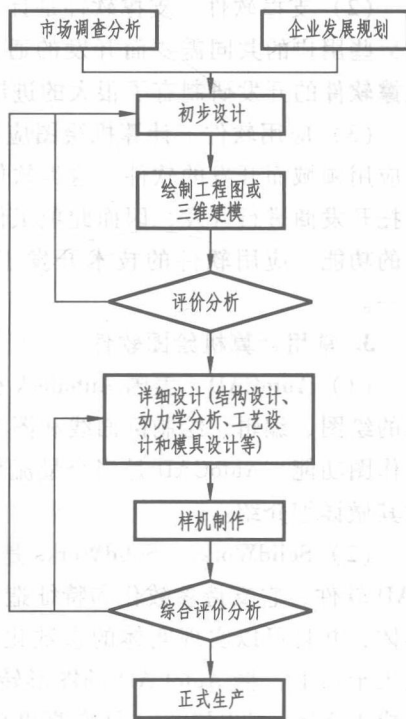


图 0-1 工业产品的设计过程

对于手工绘图而言的一种高效率、高质量的绘图技术。一个完整的计算机绘图系统包括硬件系统和软件系统。

计算机绘图系统的硬件主要由主机、输入设备（键盘、鼠标、扫描仪等）、输出设备（显示器、绘图仪、打印机等）、信息存储设备（主要指外存，如硬盘、软盘、光盘等），以及网络设备、多媒体设备等组成。

计算机软件是指控制计算机运行，并使计算机发挥最大功效的各种程序、数据及文档的集合。可以将计算机绘图系统的软件分为三个层次，即系统软件、支撑软件和应用软件。

（1）系统软件 系统软件主要用于计算机的管理、维护、控制、运行，以及计算机程序的编译、装载和运行。系统软件包括操作系统和编译系统。操作系统的种类很多，在工作站上主要采用 UNIX、Windows 2000/NT/XP 等；在微型计算机上主要采用 UNIX 的变种 XENIX、ONIX、VENIX 以及 Windows 系列操作系统。编译系统的作用是将用高级语言编写的程序翻译成计算机能够直接执行的机器指令。国内外广泛应用的高级语言 FORTRAN、PASCAL、C/C++、Visual Basic、LISP 等均有相应的编译系统。

（2）支撑软件 支撑软件是计算机绘图软件系统中的核心，是为满足计算机绘图工作中一些用户的共同需要而开发的通用软件。近 30 多年来，由于计算机应用领域迅速扩大，支撑软件的开发研制有了很大的进展，推出了种类繁多的商品化支撑软件。

（3）应用软件 计算机绘图应用软件是在系统软件、支撑软件的基础上，针对某一专门应用领域而开发的软件。这类软件通常由用户结合当前绘图工作的需要，自行研究开发或委托开发商进行开发，因而此项工作又称为“二次开发”。能否充分发挥已有计算机绘图系统的功能，应用软件的技术开发工作是很重要的，也是计算机绘图从业人员的主要任务之一。

3. 常用计算机绘图软件

（1）AutoCAD 美国 Autodesk 公司为微型计算机开发的一个交互式绘图软件，具有较强的绘图、编辑、绘制剖面线和图案、标注尺寸以及方便用户二次开发的功能，具有部分三维作图功能。AutoCAD 是当今最流行的二维绘图软件，拥有广泛的用户。本书将在第 10 章对其做详细介绍。

（2）SolidWorks SolidWorks 是基于 Windows 平台、采用 Parasolid 图形核心的一套三维 CAD 软件，它支持参数化和特征造型技术，能够使用户方便、快捷地创建任何复杂形状的实体，并且可以实现实体的参数化驱动。SolidWorks 能够直接读取 DWG 格式的文件，在人工干预下，将 AutoCAD 的图形转换成 SolidWorks 三维实体模型；三维实体生成后，可转换成工程图。SolidWorks 具有高度的文件兼容性，可载入编辑及输出 IGES、Parasolid、STL、ACIS、STEP、TIFF、VDAFS、VRML 等文件格式。本书将在第 10 章对其做详细介绍。

（3）UG UG (Unigraphics) 软件起源于美国麦道飞机公司，于 1991 年 11 月并入世界上最大的软件公司——EDS 公司。它是 CAD/CAE/CAM 一体化软件，广泛应用于航天航空、汽车、通用机械及模具等领域。其功能强大，可以轻松实现各种复杂 3D 实体的造型构建。无论装配图还是零件图设计，都从三维实体造型开始，使图形直观、逼真。三维实体生成后，可自动转换成工程图（如三视图、轴侧图、剖视图等）。其三维 CAD 是参数化的，修改一个草图尺寸，就使零件相关的尺寸随之变化。一般认为 UG 是业界中比较代表性的数

控软件。

(4) Pro/E Pro/E (Pro/Engineer) 是美国 PTC (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 公司研制和开发的软件, 它开创了三维 CAD/CAM 参数化的先河。该软件具有基于特征、全参数、全相关和单一数据库的特点, 为三维实体造型提供了一个优良的平台, 其工业设计方案可以直接读取内部的零件和装配文件。当原始造型被修改后, 具有自动更新的功能, 可用于设计和加工复杂的零件。另外, 它还具有零件装配、机构仿真、有限元分析、逆向工程、同步工程等功能, 该软件也具有较好的二次开发环境和数据交换能力。

(5) CATIA CATIA 是法国达索 (Dassault) 飞机公司开发的产品。CATIA 是最早实现曲面造型的软件, 它开创了三维设计的新时代。它的出现, 首次实现了计算机完整描述产品零件的主要信息, 使 CAM 技术的开发有了现实的基础。CATIA 系统如今已经发展为集成化 CAD/CAE/CAM 系统, 它具有统一的用户界面、数据管理以及兼容的数据库和应用程序接口, 能方便地实现二维元素和三维元素之间的转换, 具有平面或空间机构运动学方面的模拟及分析功能。它的主要特点是三维建模能力强, 具有建立线框、表面和实体模型的能力, 它的曲面造型功能更为突出。

(6) CAXA CAXA (Computer Aided X Advanced, X 意味着扩充) 制造工程师是由我国北京北航海尔软件有限公司面向我国工业界推出的包括数控加工、工程制图、注塑模具设计、注塑工艺分析及数控机床通信等一系列 CAD/CAE/CAM 软件的总称。它基于微型计算机平台, 全中文界面, 便于轻松地学习和操作。

CAXA 电子图板全面采用国标设计, 拥有工程标注以及国标机械零件图库, 是一个高效、方便、智能化的通用二维绘图软件, 可帮助设计人员进行零件图、装配图、工艺图表及平面包装等设计。

CAXA 制造工程师是面向机械制造业的三维 CAD/CAM 软件, 具有生成 2~5 轴的加工代码的数控加工功能, 可用于加工复杂曲面的零件。其特点是易学易用、价格较低, 已在国内众多企业和研究院所得应用。

(7) 开目 CAD 开目 CAD 是华中理工大学机械学院开发的具有自主知识产权的基于微型计算机平台的 CAD 和图样管理软件。它面向工程实际, 模拟人的设计绘图思路, 操作简便, 机械绘图效率比 AutoCAD 高得多。开目 CAD 支持多种几何约束种类及多视图同时驱动, 具有局部参数化的功能, 能够处理设计中的过约束和欠约束的情况。开目 CAD 实现了 CAD、CAPP 和 CAM 的集成, 适合我国设计人员的习惯, 是我国 CAD 应用工程主推产品之一。

(8) 高华 CAD 高华 CAD 是由北京高华计算机有限公司推出的 CAD 产品。该公司是由清华大学和广东科龙 (容声) 集团联合创建的一个专门从事 CAD/CAM/PDM/MIS 集成系统的研究、开发、推广、应用、销售和服務的专业化高技术企业。高华 CAD 系列产品包括计算机辅助绘图支撑系统 GHDrafting、机械设计及绘图系统 GHMDS、工艺设计系统 GH-CAPP、三维几何造型系统 GHGEMS、产品数据管理系统 GHPDMS 及自动数控编程系统 GH-CAM。

4. 课程的性质、任务和内容

本课程是一门研究用投影法绘制和阅读工程图样、图解空间几何问题的理论和方法的技术基础课程, 是应用型工科院校各专业必修的一门重要的技术基础课程, 同时具有很强的实践性。本课程主要包括以下几个内容:

- 1) 画法几何。用正投影法图示空间几何形体和图解空间几何问题。
- 2) 制图基础。制图的基本知识和国家标准中常用的基本规定、制图的基本方法和基本技能。
- 3) 机械制图。培养阅读和绘制机械图样的基本能力。
- 4) 计算机绘图。使用 AutoCAD 软件绘图的基本方法、步骤和技能；三维建模 (Solid-Works) 的基本思想、基本方法。

5) 第三角画法与国外标准。第三角画法读图的基本方法、第三角画法与第一角画法的转换；制图国外标准中的常用基本规定。

通过本课程的学习，完成如下任务：

- 1) 掌握制图的基础理论和应用方法，培养和提高学生的空间思维与空间想象能力，初步达到工程技术人员的基本素质和能力。
- 2) 培养绘制和阅读工程图样的能力；培养利用绘图软件绘制工程图样的基本能力。
- 3) 使学生了解有关工程制图的国家标准、国际标准，并具有查阅有关标准及手册的能力。
- 4) 学习正确、熟练地使用绘图仪器、工具，掌握较强的绘图方法和技能。
- 5) 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

5. 课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论，又比较注重实践的技术基础课，本课程的各部分内容既紧密联系，又各有特点。应注意以下的学习方法：

- 1) 强化实践环节。本课程的实践性强，在掌握基本理论和基本技能的基础上，只有通过做作业、绘图和读图练习，才能真正地掌握运用所学理论分析和解决实际问题的正确方法和步骤。因此，学生在校学习期间，独立完成作业是至关重要的。
- 2) 有意识地培养自己的空间想象能力。工程图学是一门研究三维物体的形状与二维平面图形之间关系的学科，在学习过程中，看见三维模型，立刻想象二维表达；看见二维视图，立刻想象空间几何形状，从而培养并不断地提高空间想象力。
- 3) 树立严谨的工作作风。工程图样是产品在全生命周期内的重要技术文件，在生产中起着非常重要的作用。因此，在绘图时，每一条线都要严格要求，按照国家标准绘制，图样上的细小差错都将会带来严重的后果。

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

在工业生产中，图样是指导生产的主要依据，也是交流技术思想的重要工具。为了便于生产、管理和交流，必须对图样画法和尺寸标注等方面做统一规定。国家质量技术监督局制定并颁布了《技术制图》和《机械制图》的国家标准（简称“国标”，代号“GB”），对图样的各个方面做出了统一规定。本章主要介绍国标中的基本规定、常见绘图方式、几何作图方法和平面图形的尺寸标注方法等。

1.1 制图的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面，绘制图样时，应优先采用规定的图纸基本幅面尺寸。基本幅面代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4 五种，基本幅面尺寸间的关系如图 1-1 所示。

必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面，这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。如果将 A3 幅面加长 2 倍，将 A4 幅面加长 2 倍，其图纸的大小如图 1-2 所示。

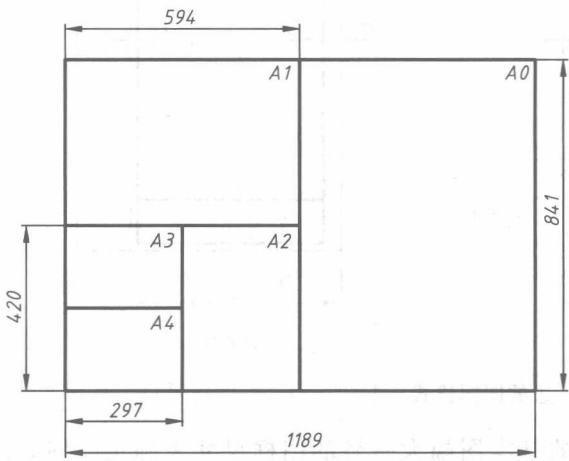


图 1-1 基本幅面尺寸间的关系

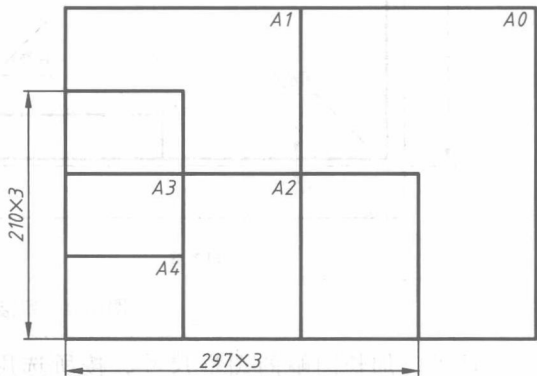


图 1-2 加长图纸的幅面

每张图样均需有粗实线绘制的图框，图框限定了绘图的区域。其格式分为不留装订边和留装订边两种，同一产品的图样只能采用同一种格式。

(1) 不留装订边的图纸 其图框格式如图 1-3 所示，图框尺寸见表 1-1。

表 1-1 图框尺寸 (单位: 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				

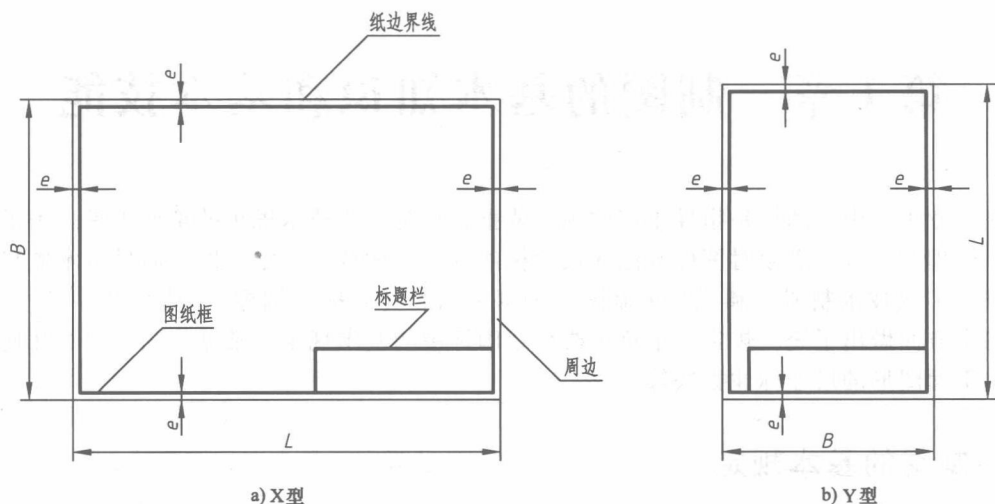


图 1-3 不留装订边的图框格式

(2) 留装订边的图纸 其图框格式如图 1-4 所示, 图框尺寸见表 1-1。

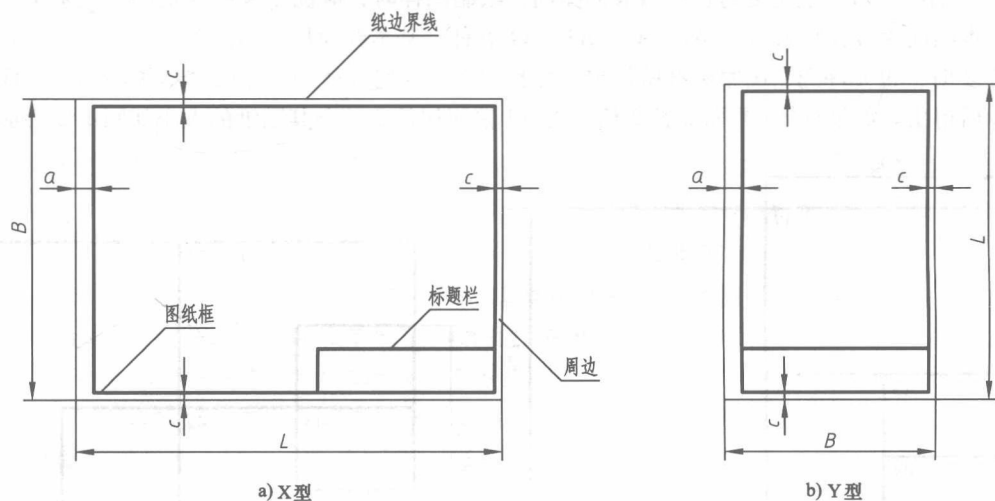


图 1-4 留装订边的图框格式

此外, 加长图幅的图框尺寸, 按所选用的基本图幅大一号的图框尺寸来确定。例如, A2 × 3 的图框尺寸, 按 A1 的图框尺寸确定。

每张图样都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸遵照 GB/T 10609.1—2008 的规定。标题栏的位置一般应位于图纸的右下角。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 则构成 X 型图纸, 如图 1-3a 和图 1-4a 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-3b 和图 1-4b 所示。在此情况下, 看图的方向与看标题栏的方向一致, 即标题栏中的文字方向为看图方向。

但有时为了利用预先印制的图纸, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用。此时, 为了明确绘图与看图时的图纸方向, 应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号, 如图 1-5 所示。方向符号是一个用细实线绘制的等边三角

形，其尺寸及所在位置如图 1-6 所示。

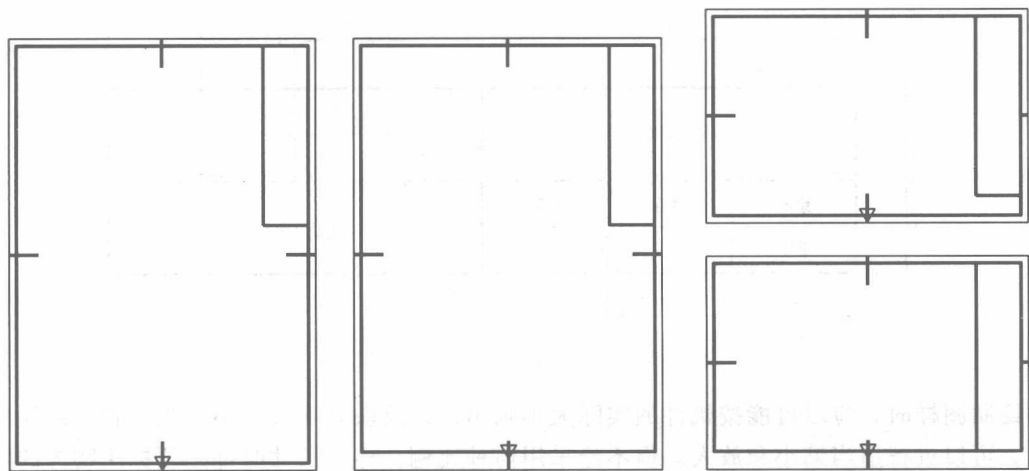


图 1-5 标题栏的方位及对中符号

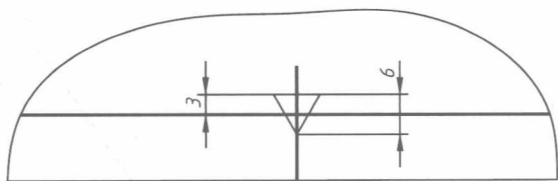


图 1-6 方向符号的尺寸及位置

标题栏具体格式及尺寸如图 1-7 所示。为了学习方便，在学校的制图作业中，建议采用图 1-8 所示的格式。

注意：标题栏的尺寸是有规定的，而且不随图纸大小和绘图比例的大小而变化。

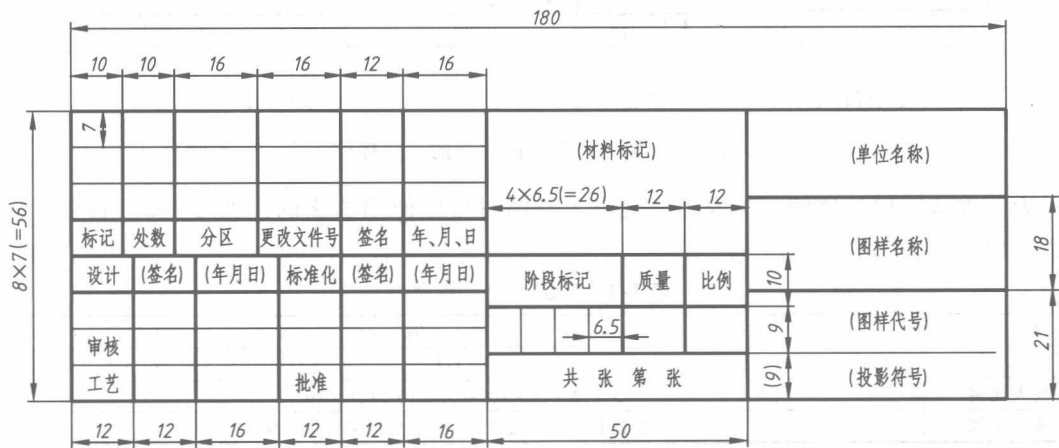


图 1-7 标题栏的格式及尺寸

1.1.2 比例（GB/T 14690—1993）

图样上所画图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称作比例。比例分为三类：原值比例、放大比例和缩小比例。

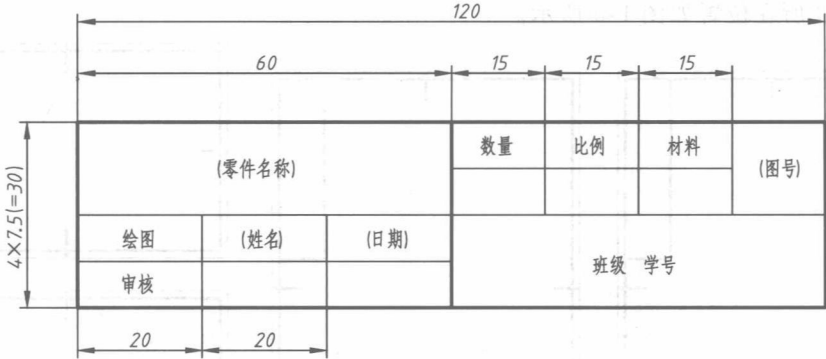


图 1-8 教学用标题栏的格式及尺寸

绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小画出，以反映其真实大小。当不宜采用原值比例时，可以进行适当缩小和放大。但不论采用何种比例，标注尺寸时都必须标注物体的实际尺寸，同一机件不同比例的尺寸标注如图 1-9 所示。

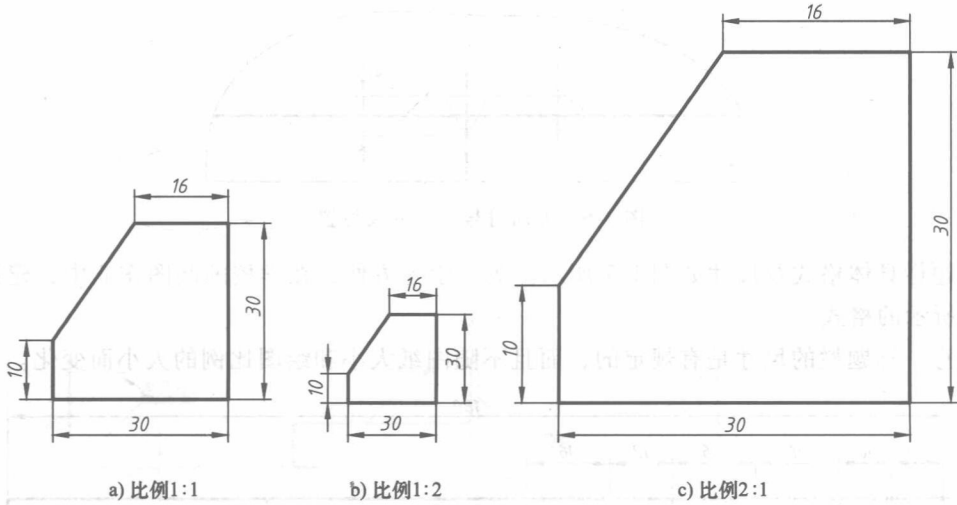


图 1-9 同一机件不同比例的尺寸标注

为了规范图样的比例，国家标准规定了绘图时可以使用的比例，见表 1-2。必要时，也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 比例（第一系列）

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	5:1, 2.5:1, $5 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, $1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, $1:2 \times 10^n$, $1:5 \times 10^n$, $1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

表 1-3 比例（第二系列）

种 类	比 例
放大比例	4:1, 2.5:1, $4 \times 10^n:1$, $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 1:6, $1:1.5 \times 10^n$, $1:2.5 \times 10^n$, $1:3 \times 10^n$, $1:4 \times 10^n$, $1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图时应尽量采用相同的比例。当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

国家标准《技术制图》字体 GB/T 14691—1993 中,规定了汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸。其基本要求如下:

书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如果需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。其中,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。绘图时,一般用 B 型斜体字。图 1-10、图 1-11 所示的是图样上常见字体的书写示例。

10号字

字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

图 1-10 长仿宋体字示例

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T
U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w
x y z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ϕ
I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-11 字母与数字书写示例

综合应用规定：用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体，如图 1-12 所示。

$10^2 \quad \phi 30^{+0.010}_{-0.015} \quad \frac{3}{4} \quad Td$

图 1-12 综合应用规定书写示例

1.1.4 图线（GB/T 17450—1998，GB/T 4457.4—2002）

绘制技术图样时，应遵循国标《技术制图图线》的规定。GB/T 17450—1998 为基础，GB 4457.4—2002 为补充。所有线型的图线宽度 b 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)：

0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

基本图线适用于各种技术图样。机械制图中常用图线的名称、形式、宽度及应用说明见表 1-4。

表 1-4 图线的名称、形式、宽度及其应用

图线名称	图线形式	图线宽度	图线应用
细实线		约 $b/2$	1. 过渡线
			2. 尺寸线
			3. 尺寸界线
			4. 指引线和基准线
			5. 剖面线
			6. 重合断面的轮廓线
			7. 短中心线
			8. 螺纹牙底线
			9. 尺寸线的起止线
			10. 表示平面的对角线
			11. 零件形成前的弯折线
			12. 范围线及分界线
			13. 重复要素表示线
			14. 锥形结构的基面位置线
			15. 叠片结构位置线
			16. 辅助线
			17. 不连续同一表面连线
			18. 规律分布的相同要素连线
			19. 投影线
细点画线		约 $b/2$	1. 轴线
			2. 对称中心线
			3. 分度圆(分度线)
			4. 孔系分布的中心线
			5. 剖切线
粗点画线		b	限定范围表示线