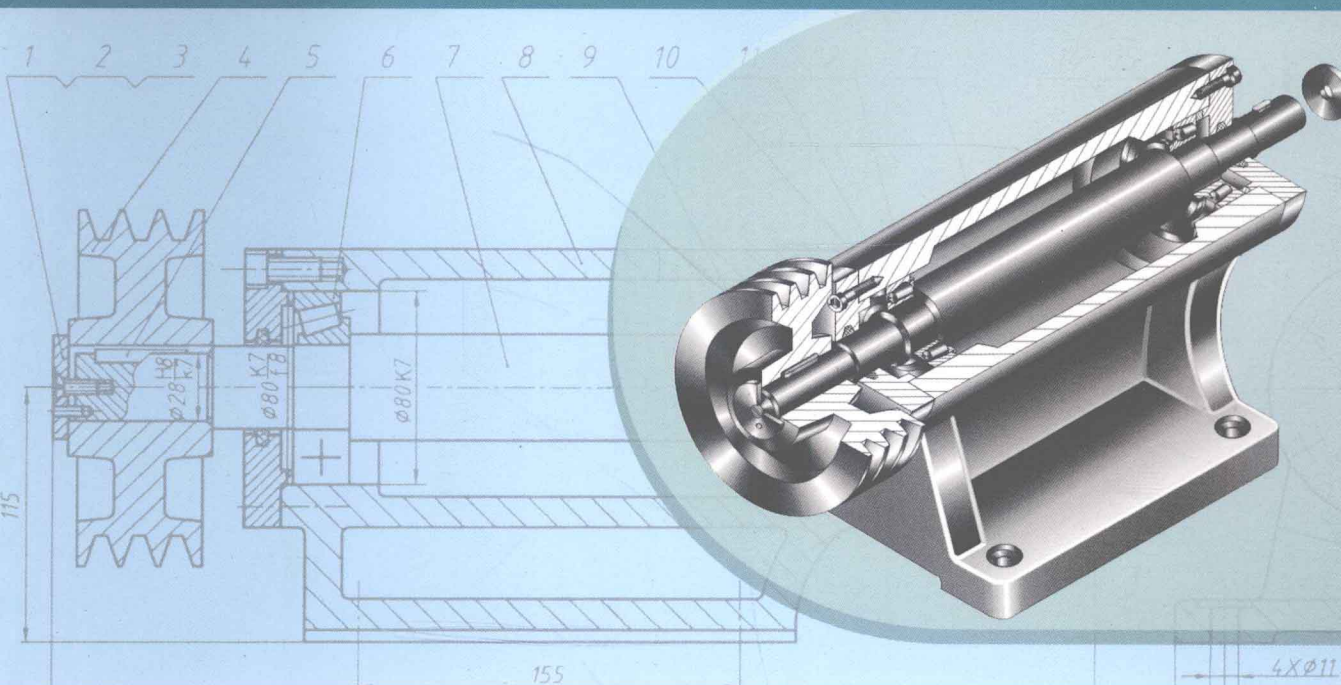


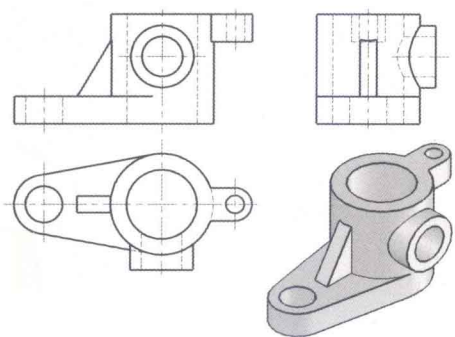


普通高等教育“十二五”规划教材



工程制图 (含习题集)

(第二版)



主 编 郭红利
副主编 张元莹



科学出版社

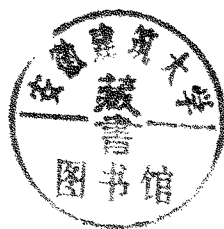
普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图(含习题集)

(第二版)

主 编 郭红利

副主编 张元莹



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在第一版基础上结合轻化工类、电类等专业的特点,采用最新的有关制图国家标准修订而成的。教学参考学时为 48~72 学时。

全书共分 10 章,内容包括制图的基本知识与技能、投影基础、轴测图、组合体、机件图样的画法、标准件和常用件、零件图、装配图、其他工程图样简介和计算机绘图基础。本书内容经过悉心的组织与精选,力求文字简练、通俗易懂,注重其对各非机械类专业的适用性。

本书可作为高等学校工科非机械类各专业本科生的教材,也可作为高职高专、电大、函授和其他类型学校有关专业的教学用书,同时还可供相应的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图:含习题集/郭红利主编. —2 版. —北京:科学出版社,2011. 12
(普通高等教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-032809-0

I. ①工… II. ①郭… 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(2011)第 234259 号

责任编辑:余 江 / 责任校对:包志虹
责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 12 月第 二 版 印张:17 3/4

2011 年 12 月第七次印刷 字数:421 000

定价:54.00 元(含习题集)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书是根据教育部最新修订的高等学校工科本科“工程制图基础课程教学基本要求”，在第一版的基础上，采用最新的有关《技术制图》和《机械制图》国家标准，结合轻化工类、电类等专业的特点修订而成。

本书主要有以下特点：

(1) 编写时充分考虑了国家关于改革本科教学培养模式的指导思想，经过悉心组织与精选，遵循“以应用为目的，以必须、够用为度”的原则、以“注重实践，培养能力”为精神，突出空间分析、形体分析、归纳和总结形体的投影规律，有助于提高读者空间构思与图示表达能力。

(2) 教材内容和结构体系在第一版的基础上进行了一定的调整，对画法几何内容进行删减，降低要求，增强组合体画图、读图能力的培养，基础理论以应用为目的，以突出培养学生画图能力和看图能力为主线，以够用为度，突出应用。

(3) 计算机绘图部分，考虑到版本的通用性，依旧采用 AutoCAD2007 版，紧密结合工程图样，重点讲解利用 AutoCAD 2007 绘制工程图样的方法和步骤。

(4) 为适应非机械类各专业的教学需要，教学内容具有一定的伸缩性，在其他工程图样章节依旧保留了焊接图、电气制图和化工制图等内容，以满足不同专业的需要。

(5) 按照最新的《技术制图》和《机械制图》国家标准进行修订，特别是针对零件图技术要求部分的极限与配合、表面结构、几何公差等进行了重新修订。

本书可作为高等学校工科非机械类各专业教材，也可作为高职高专、电大、函授和其他类型学校有关专业的教学用书，同时还可供相应的工程技术人员参考。

本书由郭红利任主编，张元莹任副主编，参加第二版修编工作的有陕西科技大学郭红利、周明贵、张元莹和张春侠。另外在本书的编写过程中，得到了很多工程图学老师的大力支持，在此表示真诚的感谢。

由于编写水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月

目 录

前言

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识与技能	2
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	2
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689—2008)	2
1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)	5
1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)	5
1.1.4 图线 (GB/T4457.4—2002)	6
1.1.5 尺寸标注方法 (GB/T4458.4—2003)	8
1.2 绘图工具及其使用	11
1.3 几何作图	13
1.3.1 等分已知线段	13
1.3.2 等分圆周及正多边形画法	13
1.3.3 斜度和锥度	14
1.3.4 圆弧连接	15
1.3.5 椭圆的近似画法	16
1.4 平面图形的画法	18
1.4.1 尺寸分析	18
1.4.2 线段分析	18
1.4.3 画图步骤	18
1.5 绘图的方法和步骤	20
1.5.1 仪器绘图的方法和步骤	20
1.5.2 徒手绘图的一般方法	20
第 2 章 投影基础	23
2.1 投影法	23
2.1.1 投影法	23
2.1.2 投影法的分类	23
2.1.3 正投影的基本特性	24
2.2 点、直线和平面的投影	25
2.2.1 点的投影	25
2.2.2 直线的投影	27
2.2.3 平面的投影	31
2.3 物体的三视图	34

2.3.1	视图的基本概念	34
2.3.2	三视图的形成	35
2.3.3	三视图的投影规律	35
2.3.4	三视图的作图方法	37
2.4	立体的投影	39
2.4.1	平面立体的投影	39
2.4.2	回转体的投影	42
2.5	平面与回转体表面相交	47
2.5.1	截交线的一般性质	48
2.5.2	截交线的作图方法	48
2.6	两回转体相交	56
2.6.1	相贯线的几何性质	56
2.6.2	用表面取点法求相贯线	57
2.6.3	用辅助平面法求相贯线	58
2.6.4	相贯线的特殊情况	60
2.6.5	相贯线的简化画法	61
第3章	轴测图	62
3.1	轴测图的基本知识	62
3.1.1	轴测图的形成	62
3.1.2	轴间角和轴向伸缩系数	62
3.1.3	轴测图的分类	62
3.1.4	轴测图的基本性质	63
3.2	正等轴测图	63
3.2.1	正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	63
3.2.2	平面立体正等轴测图的画法	63
3.2.3	回转体正等轴测图的画法	64
3.2.4	组合体正等轴测图的画法	66
3.3	斜二等轴测图	67
3.3.1	斜二等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	67
3.3.2	斜二等轴测图的画法	67
第4章	组合体	69
4.1	组合体的组合方式及表面连接关系	69
4.1.1	组合体的组合方式	69
4.1.2	组合体各形体表面的连接关系及画法	70
4.2	组合体的画图	71
4.2.1	形体分析	71
4.2.2	视图选择	72
4.2.3	画图步骤	72
4.3	组合体的读图	75

4.3.1	读图的基本要领	75
4.3.2	读图的基本方法	79
4.3.3	已知组合体两个视图求作第三视图	82
4.4	组合体的尺寸标注	87
4.4.1	基本体及常见形体的尺寸标注	87
4.4.2	组合体的尺寸标注	89
第5章	机件图样的画法	95
5.1	视图	95
5.1.1	基本视图	95
5.1.2	向视图	97
5.1.3	局部视图	98
5.1.4	斜视图	99
5.2	剖视图	100
5.2.1	剖视图的基本概念	100
5.2.2	剖视图的种类	103
5.2.3	剖切面的种类	106
5.3	断面图	110
5.3.1	断面图的种类	110
5.3.2	移出断面	111
5.3.3	重合断面	112
5.4	局部放大图、规定画法和其他简化画法	113
5.4.1	局部放大图	113
5.4.2	规定画法和简化画法	114
5.5	综合表达举例	117
5.6	第三角画法简介	118
第6章	标准件和常用件	120
6.1	螺纹的表示法	121
6.1.1	螺纹的形成	121
6.1.2	螺纹的要素	121
6.1.3	螺纹的结构	123
6.1.4	螺纹的规定画法	124
6.1.5	常用螺纹的种类和标注	125
6.2	螺纹紧固件	127
6.2.1	常用螺纹紧固件的种类和标记	127
6.2.2	常用螺纹紧固件的连接画法	129
6.3	键连接和销连接	132
6.3.1	键连接	132
6.3.2	销连接	133
6.4	滚动轴承	134

6.4.1	滚动轴承的种类	134
6.4.2	滚动轴承的代号	135
6.4.3	滚动轴承的画法	135
6.5	齿轮	136
6.5.1	齿轮的作用和分类	136
6.5.2	圆柱齿轮各部分的名称及几何尺寸计算	136
6.5.3	直齿圆柱齿轮的规定画法	138
6.6	弹簧	140
6.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸计算	140
6.6.2	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	141
第7章	零件图	143
7.1	零件图的作用和内容	143
7.1.1	零件图的作用	143
7.1.2	零件图的内容	143
7.2	一般零件的视图选择与尺寸标注	144
7.2.1	零件图的视图选择	144
7.2.2	零件图的尺寸标注	146
7.2.3	典型零件表达方案选择和尺寸标注举例	148
7.3	零件常见的工艺结构	152
7.3.1	铸造工艺结构	153
7.3.2	机械加工工艺结构	153
7.4	零件图的技术要求	155
7.4.1	表面结构	155
7.4.2	极限与配合	156
7.4.3	几何公差简介	164
7.4.4	零件的常用材料及热处理	165
7.5	读零件图	165
7.5.1	读零件图的要求	166
7.5.2	读零件图的方法和步骤	166
第8章	装配图	170
8.1	装配图的作用和内容	170
8.1.1	装配图的作用	170
8.1.2	装配图的内容	170
8.2	装配图的表达方法	172
8.2.1	装配图的规定画法	172
8.2.2	装配图的特殊表达方法	173
8.3	装配图的尺寸标注、技术要求及零件序号和明细栏	174
8.3.1	装配图的尺寸标注	174
8.3.2	装配图的技术要求	175

8.3.3 零件序号及明细栏	175
8.4 装配工艺结构的合理性简介	176
8.5 由零件图拼画装配图	177
8.5.1 分析部件	177
8.5.2 确定表达方案	178
8.5.3 拼画装配图的步骤	179
8.6 看装配图和拆画零件图	185
8.6.1 看装配图	185
8.6.2 由装配图拆画零件图	187
第9章 其他工程图样简介	192
9.1 焊接图	192
9.1.1 焊缝的表示方法	192
9.1.2 焊缝的标注	195
9.2 电气制图	198
9.2.1 电气制图的有关制图标准	198
9.2.2 常见的电气图	204
9.3 化工设备图	215
9.3.1 化工设备图的表达方法	215
9.3.2 化工设备图的尺寸注法	220
9.3.3 化工设备图的表格和技术要求	223
9.3.4 化工设备图的绘制	225
9.3.5 化工设备图的阅读	225
第10章 计算机绘图基础	227
10.1 用户界面与文件操作	227
10.1.1 用户界面	227
10.1.2 常用的文件操作	229
10.2 图形的绘制与编辑	230
10.2.1 命令输入的方法	230
10.2.2 绘图坐标系统	230
10.2.3 绘制平面图形	230
10.2.4 编辑平面图形	232
10.3 AutoCAD 绘图辅助功能	236
10.3.1 图形显示控制	236
10.3.2 图形要点捕捉	236
10.3.3 其他辅助功能	237
10.4 用 AutoCAD 绘制零件图	237
10.4.1 绘图环境的设置	238
10.4.2 图形绘制	239
10.4.3 尺寸标注	242

10.4.4 公差标注	246
10.4.5 表面结构的标注	248
10.4.6 技术要求的书写	251
10.4.7 零件图作图举例	251
10.5 用 AutoCAD 绘制装配图简介	253
参考文献	255
附录	256

绪 论

1. 本课程的性质和任务

工程制图是研究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。在现代工业生产和科学技术中,无论是制造各种机械设备、电气设备、仪器仪表或加工各种通信电子元、器件,还是建筑房屋和进行水利工程施工等,都离不开工程图样,它是表达设计意图、进行技术交流和指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件,常被喻为工程技术界的“技术语言”。作为一名工程技术人员,不懂得和不掌握这种语言,就无法从事工程技术工作。

本课程研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,培养学生的形象思维能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。通过本课程的学习,使学生掌握绘制和阅读工程图样的基本技能,为学习后续课程打下坚实的基础。

本课程的主要任务:

- (1) 掌握正投影法的基本理论,并能利用投影法在平面上表示空间几何形体。
- (2) 培养空间分析和构思表达能力,提高学生自学和分析问题、解决问题的能力。
- (3) 培养绘制和阅读简单机械图样的能力,并研究如何在图样上标注尺寸;掌握用仪器绘图的技能。
- (4) 掌握《技术制图》与《机械制图》等国家标准的有关规定,学会查阅和应用国家标准。
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。

2. 本课程的特点和学习方法

本课程既有理论,又注重实践,各部分内容既紧密联系,又各有特点。根据本课程的学习要求及各部分内容的特点,这里简要介绍一下学习方法:

(1) 课堂上认真听课,课后及时看书复习。注意画图与读图相结合,物体与图样相结合,要细观察、多想象、勤画图,深入理解三维与二维视图之间的转换规律,不断地“由物画图、由图想物”,将画图与读图练习贯穿于学习的全过程,始终突出一个“练”字,逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力。

(2) 准备一套合乎要求的制图工具,并认真、按时、独立的完成作业,是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的基本保证。要求按照正确的制图方法和步骤画图,不断提高作图技能。

(3) 学习中应有意识地锻炼和培养自学能力和创新能力,逐步提高独立分析和解决看图、画图等问题的能力。

(4) 严格遵守《机械制图》国家标准,并具备查阅有关标准和资料的能力。

第 1 章 制图的基本知识与技能

图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具，同时也是指导工业生产的重要技术文件。为了便于生产、管理和交流，《技术制图》国家标准对图样画法、尺寸标注等方面做出了统一的规定，是绘制和阅读工程图样的准则和依据。本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的一些基本规定，以及几何图形的作图方法、徒手作图的基本技能等。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

《技术制图》是基础技术标准，是各种专业技术图样的通则性规定。《机械制图》是机械专业制图标准。为了准确无误地交流技术思想，绘制和阅读工程图样时必须严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定。

国家标准简称“国标”，其代号为汉语拼音字母“GB”，“T”表示推荐性标准，字母后的数字为标准的编号，分隔号后的数字为该标准颁布的年代，如“GB/T14689—2008”。

本节主要介绍图纸幅面和格式、比例、图线、字体以及尺寸注法的相关规定。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T14689—2008）

1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管，绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时允许采用国家标准所规定的加长幅面（尺寸由基本幅面的短边成倍数增加后得出）。

表 1-1 基本幅面及周边尺寸

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

2. 图框格式

图框格式分为不留装订边（见图 1-1）和留装订边（见图 1-2）两种，但同一产品图样只能采用同一种格式，尺寸按表 1-1 的规定。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

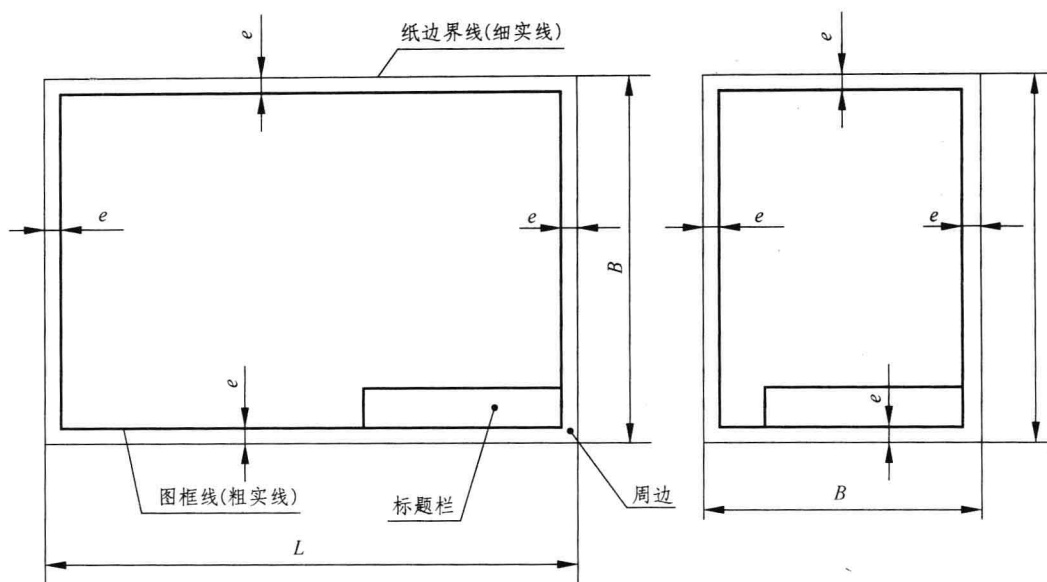


图 1-1 不留装订边的图幅格式

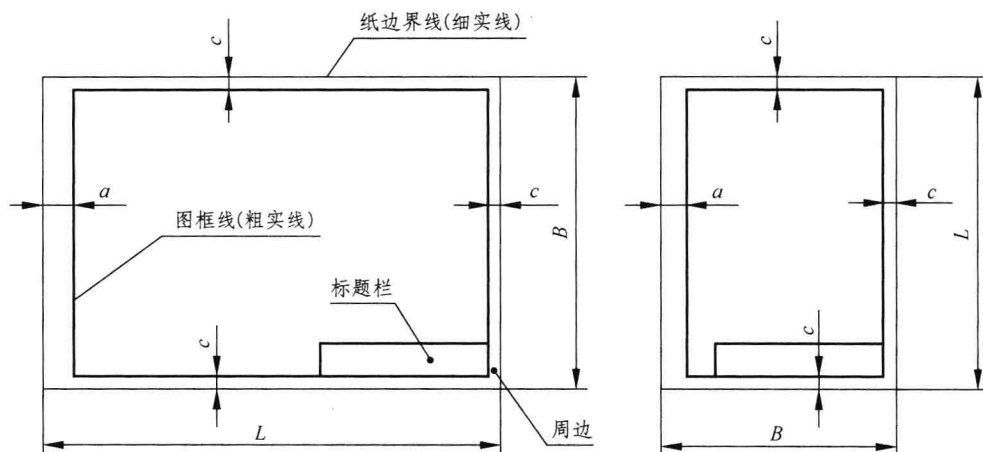


图 1-2 留装订边的图幅格式

3. 标题栏的方位与格式

(1) 每张图纸都必须具有一个标题栏，通常位于图纸右下角（见图 1-1 和图 1-2）。标题栏的格式和尺寸应按国家标准 GB/T10609.1—2008 的规定绘制，如图 1-3 所示。在制图作业中建议采用图 1-4 的格式。

(2) 标题栏中文字的书写方向即为读图的方向。标题栏的线型、字体（签字除外）等填写格式应符合标准。

(3) 对预先印制的图纸，考虑布图方便，允许将图纸逆时针旋转 90° ，此时，标题栏位于图框右上角，标题栏字体与看图方向不一致，可在图纸下方画上方向符号，明确看图方向，如图 1-5 所示。

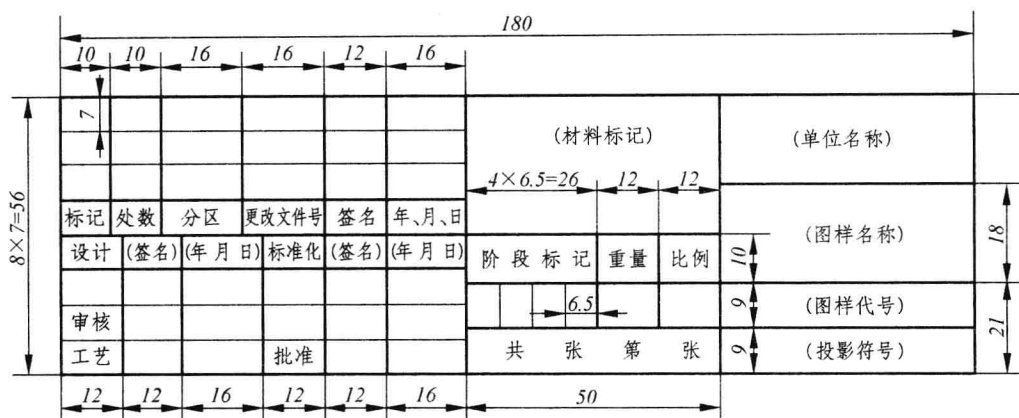


图 1-3 标题栏格式

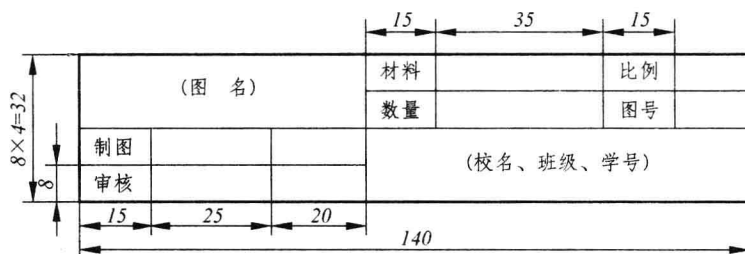


图 1-4 制图作业用标题栏格式

4. 附加符号

(1) 对中符号：为使图纸复制和微缩时定位方便，应在图纸各边的中点处用粗实线画出对中符号，长度从纸边界开始伸入图框内约 5mm。对中符号处在标题栏范围内时，伸入标题栏部分省略不画，如图 1-5 所示。

(2) 方向符号：当使用预先印制的图纸时，为了明确绘图和看图方向，要在对中符号处画出一个方向符号（见图 1-5）。方向符号用细实线画等边三角形“▽”，其大小和位置如图 1-6 所示。

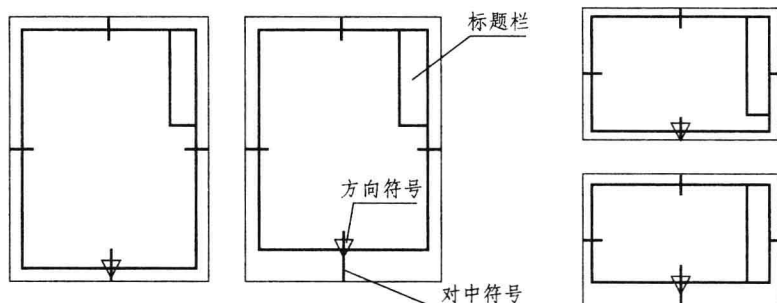


图 1-5 对中符号和方向符号

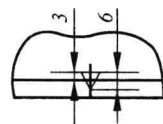


图 1-6 方向符号
大小和位置

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

- (1) 比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2) 绘制图样时，一般应由表 1-2 规定的系列值中选取适当的比例。不论采用何种比例，图样中所标注的尺寸均为物体的真实尺寸，如图 1-7 所示。
- (3) 绘制同一机件的各个视图时，应尽量采用相同的比例，并将其标注在标题栏的比例栏内。当图样中的个别视图采用了与标题栏中不相同的比例时，可在该视图上方另行标注其比例。

表 1-2 比例

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

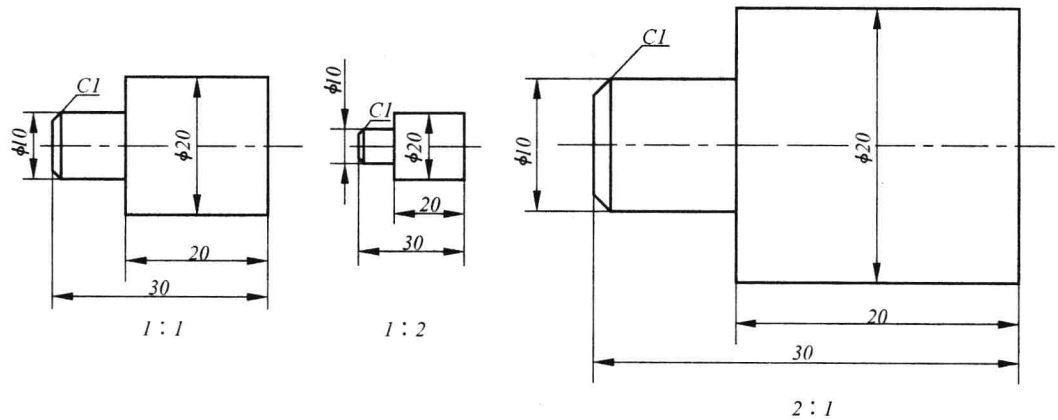


图 1-7 不同比例绘制的图形

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

- (1) 基本要求：字体是技术图样中的一个重要组成部分。书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- (2) 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。如需要更大的字，高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增，字体的高度为字体的号数。
- (3) 汉字应写成长仿宋体，采用国家正式公布推行的简化字，字高不小于 3.5mm，字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。书写要领为：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

(4) 字母和数字分为 A 型 (笔画宽 $h/14$) 和 B 型 (笔画宽 $h/10$) 两种, 可写成直体或斜体两种形式。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准成 75° 。同一张图纸只允许用一种类型的字体。书写字体的范例如下所示。

汉字示例:

横 平 竖 直 注 意 起 落 结 构 均 匀 填 满
方 格 机 械 制 图 轴 旋 转 技 术 要 求 键

字母示例:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

数字示例:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

综合应用示例:

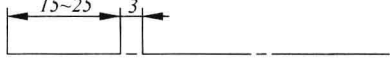
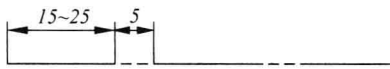
$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 10JS5(± 0.003) M24-6h 5%
 $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{6.3}{\nabla}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ R8

1.1.4 图线 (GB/T4457.4—2002)

1. 图线的型式及其应用

绘制图样时应采用表 1-3 中规定的各种图线。国标推荐的图线宽度系列为: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。机械图样中粗线和细线的宽度比率为 2:1, 粗线的宽度通常按图形的大小和复杂程度选用, 一般情况下选用 0.5mm 或 0.7mm。

表 1-3 图线的型式及应用举例

名 称	图线型式	线型宽度		图线主要应用举例
粗实线		0.3	0.7	可见的轮廓线
细实线		0.25	0.35	1. 尺寸线和尺寸界线 2. 剖面线和重合断面的轮廓 3. 引出线
细虚线		0.25	0.35	不可见轮廓线
细点画线		0.25	0.35	1. 中心线 2. 对称中心线
细双点画线		0.25	0.35	1. 相邻零件的轮廓线 2. 移动件的限位线
波浪线		0.25	0.35	1. 断裂处的边界线 2. 视图与剖视图的分界线
双折线		0.25	0.35	断裂处的边界线

注：表中所注的线段长度和间隔尺寸仅供参考。

2. 图线画法及注意事项

(1) 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应大致相同，如图 1-8 所示。

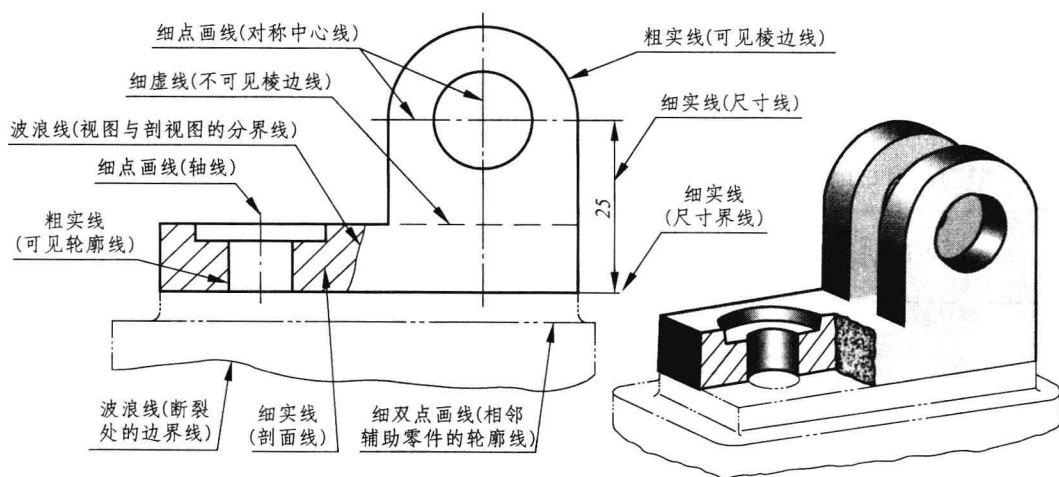


图 1-8 图线及其应用