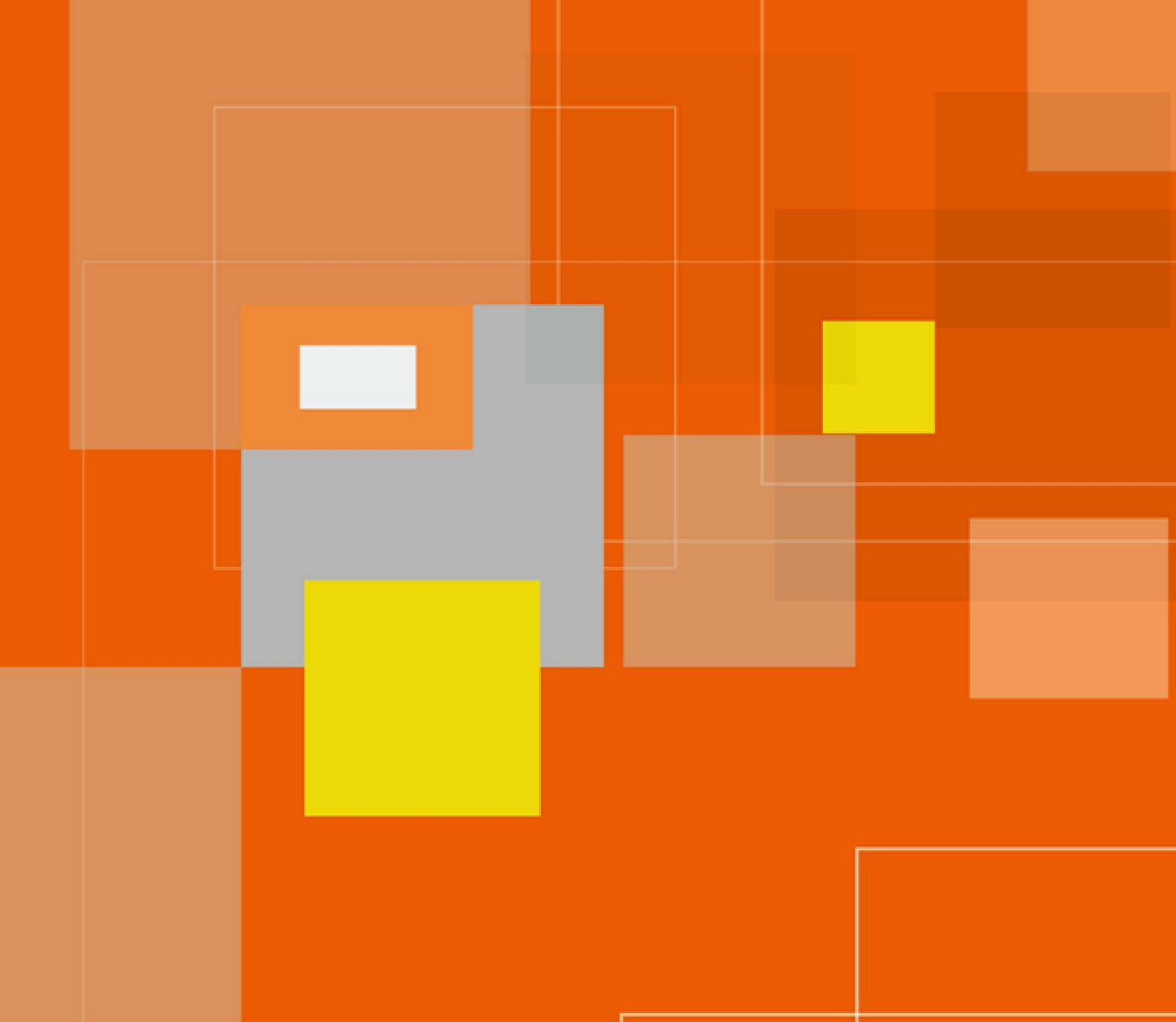




工程制图

● 主 编 徐秀娟

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

工程制图

主 编 徐秀娟
副主编 郑宏勤 严朝宁
参 编 吴呼玲 张 蕾
主 审 高 葛

内 容 简 介

本书从培养高水平人才目标定位出发,根据近机械类制图课的基本要求,采用最新的国家标准和行业标准编写而成。

内容主要有:制图的基本知识和技能、投影基础、组合体、机件的表达方法、标准件及常用件、机械图、化工设备图、化工工艺图、计算机绘图等9章,另有附录。同时还编写了《工程制图习题集》与本教材配套使用。

本书可作为高等院校近机械类机械制图教学用书,也可作为精细化工、石油化工、化工工艺、制药、分析、食品等各专业制图课程的教学用书,同时可供有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 徐秀娟主编. —北京:北京理工大学出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-5682-6255-2

I. ①工… II. ①徐… 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(2018)第 200500 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)
(010)82562903(教材售后服务热线)
(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京新华印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 18.5

插 页 / 1

字 数 / 434 千字

版 次 / 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 68.00 元

责任编辑 / 孟雯雯

文案编辑 / 孟雯雯

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

本教材根据教育部制定的《高等院校工程制图课程教学基本要求》，以满足机械类、近机械类及化工类各专业对制图的教学需要为原则，结合编者多年教学实践经验及课程改革成果而编写。

本书有以下特点：

(1) 采用了最新的《技术制图》《机械制图》国家标准及行业标准。

(2) 内容设置以职业岗位能力培养为目标，以机械制图为基础内容，以化工设备图及化工工艺图为重点内容，计算机绘图可根据课时及要求选择使用。不仅适用于机械行业，而且适用于精细化工、石油化工、化工工艺、制药、分析、食品等各专业的学生。

(3) 贯彻“实用为主”的原则，重点突出，编排符合教学规律，选图典型实用，叙述方法上通俗易懂。

本教材由徐秀娟主编，郑宏勤、严朝宁担任副主编，吴呼玲、张蕾参编。具体编写分工为：徐秀娟第1章～第4章、第7章、附录，张蕾第5章，严朝宁第6章，郑宏勤第8章，吴呼玲第9章。全书由徐秀娟统稿，高葛主审。

本书在编写过程中，引用了一些图形和资料，在此谨向有关作者表示感谢。同时感谢武苏维、高乐天、孟保战、田莉坤、孙路、孙鹏涛等的大力支持。

对本书存在的问题，希望广大读者提出宝贵意见与建议，以便今后继续改进。

编 者
2018.6

目 录

第1章 制图的基本知识和技能	1
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	1
1.1.1 图纸幅面和标题栏	1
1.1.2 比例	2
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线及其画法	5
1.1.5 尺寸注法	7
1.2 手工绘图工具和用品的使用	11
1.2.1 绘图工具及使用方法	11
1.2.2 绘图仪器	12
1.2.3 绘图用品	13
1.3 几何作图	14
1.3.1 等分已知线段	14
1.3.2 等分圆周及作正多边形	14
1.3.3 斜度与锥度	15
1.3.4 圆弧连接画法	16
1.4 平面图形画法	20
1.4.1 平面图形尺寸分析	20
1.4.2 平面图形线段分析	20
1.5 绘图的方法与步骤	21
1.5.1 仪器绘图	21
1.5.2 徒手绘图	22
第2章 投影基础	24
2.1 投影法	24
2.1.1 投影法的概念	24
2.1.2 投影法的分类	24
2.1.3 正投影法的基本性质	25
2.2 物体的三视图	26
2.2.1 视图的概念	26
2.2.2 三视图的形成	26
2.2.3 三视图的投影关系	27
2.3 点的投影	28



2.3.1	点的三面投影	29
2.3.2	点的三面投影规律	29
2.3.3	点的三面投影与直角坐标	30
2.3.4	各种位置点的投影	31
2.3.5	两点的相对位置	31
2.4	直线的投影	33
2.4.1	各种位置直线的投影特性	33
2.4.2	两直线的相对位置	38
2.5	平面的投影	40
2.5.1	平面的表示法	40
2.5.2	各种位置平面的投影特性	41
2.6	基本体的投影	45
2.6.1	平面体	45
2.6.2	回转体	47
2.6.3	几何体的尺寸标注	51
2.7	轴测投影	52
2.7.1	轴测图的基本知识	53
2.7.2	正等轴测图画法	54
2.7.3	斜二等轴测图的画法	58
第3章	组合体	61
3.1	组合体的形体分析	61
3.1.1	组合体的形体分析法	61
3.1.2	组合体的组合形式	61
3.2	组合体三视图的画法	68
3.3	组合体的尺寸注法	71
3.3.1	组合体尺寸标注的要求	71
3.3.2	尺寸基准及其选择	71
3.3.3	组合体尺寸标注的种类	73
3.3.4	组合体尺寸布置	73
3.4	读组合体的三视图	73
3.4.1	看图的基本原则	73
3.4.2	看图的基本方法	74
第4章	机件的表达方法	77
4.1	视图	77
4.1.1	基本视图	77
4.1.2	向视图	78
4.1.3	局部视图	79

4.1.4 斜视图	79
4.2 剖视图	80
4.2.1 剖视的基本概念	81
4.2.2 剖视图的种类	83
4.2.3 剖切面的种类	87
4.3 断面图	90
4.3.1 断面图的概念	90
4.3.2 移出断面图	90
4.3.3 重合断面图	92
4.4 局部放大图及其他规定与简化画法	93
4.4.1 局部放大图	93
4.4.2 规定及简化画法	94
第5章 标准件及常用件	97
5.1 螺纹	97
5.1.1 螺纹的形成和加工方法	97
5.1.2 螺纹的基本要素 (GB/T 14791—2013)	98
5.1.3 螺纹的规定画法	99
5.1.4 常用螺纹的种类及标注	101
5.2 螺纹紧固件及连接	104
5.2.1 常用螺纹紧固件的种类及标记	104
5.2.2 螺纹紧固件及连接图的画法	105
5.3 键及其连接	109
5.3.1 常用键及其标记	109
5.3.2 键槽的画法及尺寸标注	110
5.3.3 普通平键连接画法	110
5.4 销及其连接	110
5.4.1 销及其标记	110
5.4.2 销连接的画法	111
5.5 齿轮	112
5.5.1 齿轮的作用与种类	112
5.5.2 标准直齿圆柱齿轮各部分名称、代号及参数	112
5.5.3 直齿圆柱齿轮的规定画法	113
5.6 滚动轴承	115
5.6.1 滚动轴承的结构和种类	115
5.6.2 滚动轴承的画法	116
5.7 弹簧	117
5.7.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸关系	117
5.7.2 圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	118
5.7.3 装配图中螺旋压缩弹簧的简化画法	119



第 6 章 机械图	121
6.1 零件图概述	121
6.1.1 零件图的作用	121
6.1.2 零件图的内容	121
6.2 零件图的视图选择	122
6.2.1 视图的选择	122
6.2.2 其他视图的选择	123
6.3 零件图上的尺寸标注	124
6.3.1 零件图上尺寸标注的要求	124
6.3.2 零件图上尺寸注法	124
6.3.3 常见零件结构的尺寸注法	127
6.4 技术要求在零件图上的标注	128
6.4.1 表面粗糙度	128
6.4.2 极限与配合	131
6.4.3 几何公差	136
6.5 读零件图	139
6.5.1 读零件图的要求	139
6.5.2 读图的方法与步骤	139
6.6 装配图概述	141
6.6.1 装配图的作用和内容	141
6.6.2 装配图的规定画法和特殊画法	141
6.6.3 装配图的标注	144
6.6.4 读装配图	146
第 7 章 化工设备图	149
7.1 化工设备图的作用和内容	150
7.2 化工设备图的表达方法	153
7.2.1 化工设备的特点	153
7.2.2 化工设备图的表达特点	154
7.3 化工设备常用的标准化零部件	165
7.3.1 筒体	165
7.3.2 封头	166
7.3.3 法兰	167
7.3.4 人孔及手孔	169
7.3.5 支座	169
7.4 化工设备图的标注	171
7.4.1 尺寸标注	171
7.4.2 管口表、技术特性及技术要求	172
7.5 阅读化工设备图	173

7.5.1 读化工设备图的基本要求	173
7.5.2 读化工设备图的方法步骤	173
7.5.3 读图示例	174
第8章 化工工艺图	176
8.1 工艺流程图	176
8.1.1 工艺方案流程图	176
8.1.2 物料流程图	178
8.1.3 首页图	178
8.1.4 工艺施工流程图	179
8.2 设备布置图	185
8.2.1 房屋建筑图简介	185
8.2.2 设备布置图	191
8.3 管道布置图	196
8.3.1 管道的图示方法	196
8.3.2 管道布置图的内容	200
8.3.3 管道布置图的画法与标注	202
8.4 管道轴测图	205
8.4.1 管道轴测图的内容	205
8.4.2 管道轴测图的方位标	206
8.4.3 管道轴测图的表示方法	207
8.4.4 管道轴测图的尺寸与标注	208
8.4.5 管道轴测图的材料表	209
第9章 计算机绘图	210
9.1 概述	210
9.2 绘图命令	217
9.3 图形编辑命令	224
9.4 图层和对象特性	231
9.5 输入文字和创建表格	235
9.6 尺寸标注	238
9.7 块的应用	249
9.8 综合实例	252
9.8.1 绘制平面图形	252
9.8.2 绘制化工工艺流程图	254
附录	259
参考文献	283

第 1 章

制图的基本知识和技能

图样是机器制造过程中最基本的技术文件，是科学技术交流的重要工具。为了便于生产、管理和交流，必须对图样的画法、尺寸注法、所用代号等方面作统一的规定。这些统一规定由国家制订和颁布实施，《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程技术界重要的技术基础标准，是绘制和阅读工程图样的准则和依据。

国家标准的代号以 GB 打头，例如 GB 4457.4—2002，其中 GB 为“国家”和“标准”两词的汉语拼音第一个字母，4457.4 为标准的编号，2002 表示该标准是 2002 年颁布的。

学习制图时，必须树立标准化的观念，严格遵守，认真执行有关的国家标准。本章摘要介绍有关图纸幅面、比例、字体、尺寸注法等几个标准，其余有关内容将在以后各章中分别介绍。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

1.1.1 图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面尺寸（GB/T 14689—2008）

为了便于图样的绘制、使用和保管，机件的图样均应画在具有一定格式和幅面的图纸上。GB/T 14689—2008 规定绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，其中 A0 幅面的面积约为 1 平方米。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				



绘制图样应首先选择基本幅面，必要时，可参照国家标准加长幅面。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示，留有装订边的图框格式如图 1-2 所示。

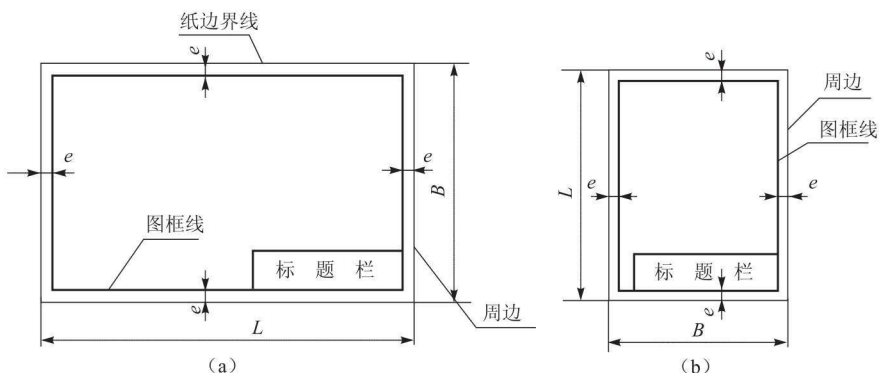


图 1-1 不留装订边的图框格式

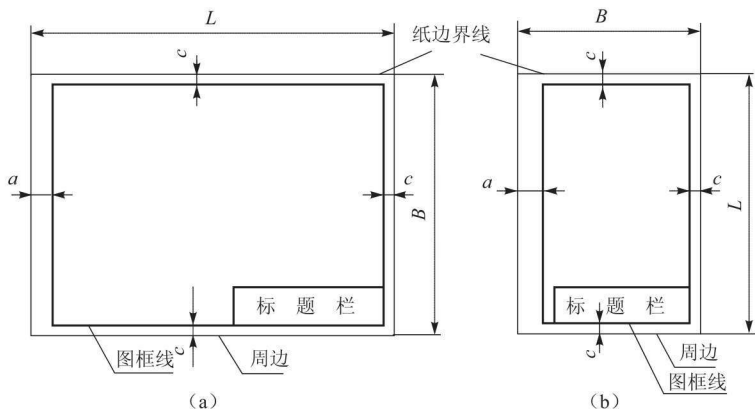


图 1-2 留有装订边的图框格式

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

3. 标题栏的格式 (GB/T 10609.1—2008)

在每张图纸的右下角必须画出标题栏，如图 1-1 (a)、图 1-1 (b)、图 1-2 (a) 和图 1-2 (b) 所示。标题栏中文字方向为看图的方向。

国标标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—2008 的规定，如图 1-3 所示。

用于学生作业上的标题栏可由学校自订，图 1-4 所示的格式可供参考使用。

1.1.2 比例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为图形的比例 (GB/T 14690—1993)。

应尽可能采用原值比例画图，但因各种机件大小及结构复杂程度不同，需要采用放大或

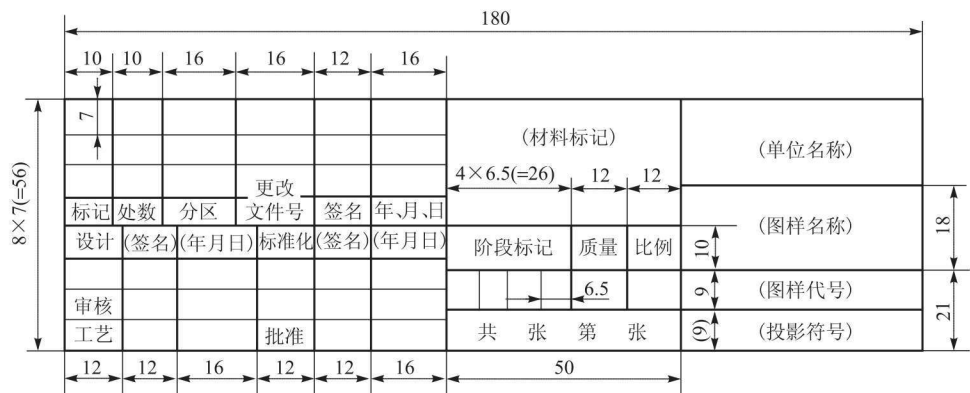


图 1-3 标题栏的标准格式和尺寸

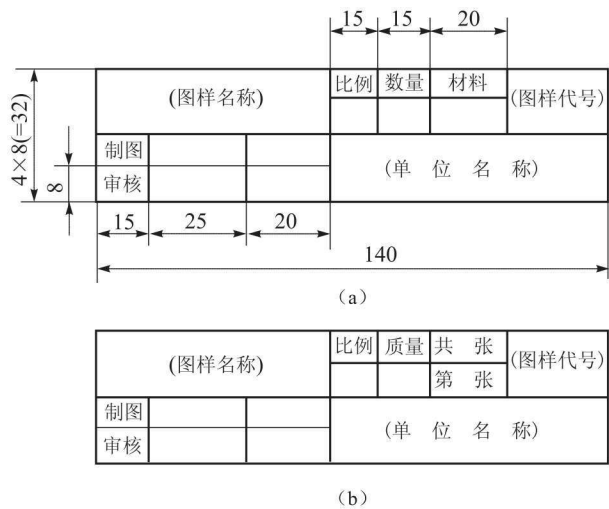


图 1-4 标题栏的参考格式

缩小比例来绘图。需要按比例绘制图样时，应从 GB/T 14690—1993 规定的系列中选取适当的比例，规定的比例如表 1-2 所示，必要时也允许按表 1-3 规定的比例选取。

表 1-2 规定的比例（一）

种 类	比 例
原值比例（比值为 1 的比例）	1：1
放大比例（比值>1 的比例）	5：1 2：1 （5×10 ⁿ ）：1 （2×10 ⁿ ）：1 （1×10 ⁿ ）：1
缩小比例（比值<1 的比例）	1：2 1：5 1：10 1：（2×10 ⁿ ） 1：（5×10 ⁿ ） 1：（1×10 ⁿ ）

注：n 为正整数

表 1-3 规定的比例 (二)

种 类	比 例
放大比例 (比值>1 的比例)	4 : 1 2.5 : 1 (4×10 ⁿ) : 1 (2.5×10 ⁿ) : 1
缩小比例 (比值<1 的比例)	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

图形不论放大或缩小, 在标注尺寸时, 应按机件实际尺寸标注。还应注意, 带角度的图形不论放大或缩小, 仍照原角度画出。

比例符号以“:”表示, 一般应标注在标题栏的比例栏内, 如 1 : 1, 1 : 5, 2 : 1 等。必要时, 可在视图名称的下方或右侧标注比例, 如:

$$\begin{array}{cccc} \frac{I}{2:1} & \frac{A}{1:2} & \frac{B-B}{2.5:1} & \frac{\text{平面图}}{1:100} \end{array}$$

1.1.3 字体

图样上除了表达机件形状的图形以外, 还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容, 所以文字和数字也是图样的重要组成部分。

在图样中书写字体 (GB/T 14691—1993) 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, 单位为 mm) 代表字体的号数, 字号系列为: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14 和 20 共八种。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字, 并采用国家正式公布的简化汉字。长仿宋字体具有字形端正、结构匀称、笔画粗细一致、清楚美观等特点, 便于用钢笔和铅笔书写。长仿宋体字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

图 1-5 所示为长仿宋体字示例。

10号 工程字体长仿宋体
7号 字体工整笔画清楚排列整齐
5号 装配技术要求对称不同轴线热处理
3.5号 螺栓母钉气缸活塞滑块齿轮带轮弹簧连接箱体拉杆

图 1-5 长仿宋体字示例

2. 数字和字母

数字或字母可写成直体或斜体。一般采用斜体, 其字体向右倾斜, 与水平线约成 75°。如图 1-6、图 1-7、图 1-8 所示。



图 1-6 拉丁字母

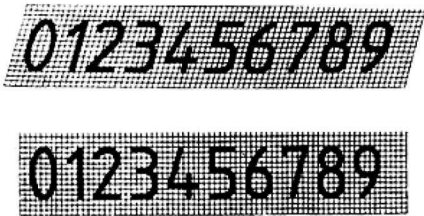


图 1-7 阿拉伯数字

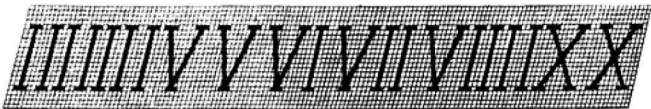


图 1-8 罗马数字

1.1.4 图线及其画法

图线及其画法严格遵守 GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457—2002 标准。

1. 线型

技术制图国家标准中规定了 15 种基本线型及基本线型的变形。机械图样中常用的有 9 种图线，其名称、型式、宽度及其应用如表 1-4 所示和图 1-9 所示。

表 1-4 图线及其应用

名 称	型 式	宽度	主 要 用 途
粗实线		d	表示可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	表示尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、重合断面的轮廓线及过渡线



续表

名 称	型 式	宽 度	主 要 用 途
波浪线		约 $d/2$	表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		约 $d/2$	表示断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	表示不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	表示轴线、圆中心线及对称中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		约 $d/2$	表示相邻辅助零件的轮廓线及轨迹线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

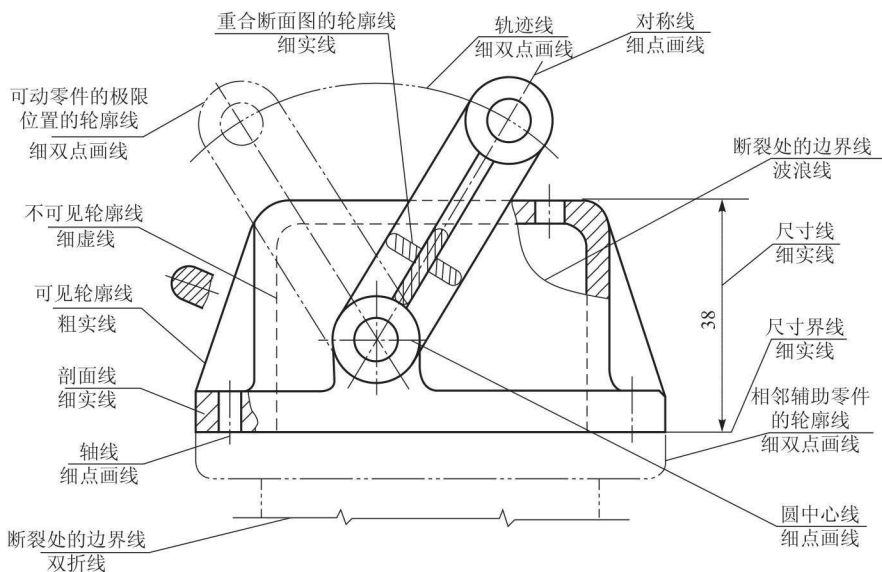


图 1-9 线型应用示例

2. 线宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。粗线宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择，细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列为：0.13 mm，0.18 mm，0.25 mm，0.35 mm，0.5 mm，0.7 mm，1 mm，1.4 mm 及 2 mm。

制图中一般常用的粗实线宽度为 $0.7 \sim 1 \text{ mm}$ 。

画图时，在线条的交、接和切处应注意一些习惯画法，举例说明如表 1-5 所示。



表 1-5 图线交、接、切等处习惯画法

画法说明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交应以线段相交，不得留有间隙		
点画线应以线段相交。 点画线的首末两端应是线段而不是点，并应超出图形 3~5 mm		
图线与图线相切：应以切点相切，相切处应保持相切两线中较宽的图线宽度，不得相割或相离		

1.1.5 尺寸注法

机件的大小由标注的尺寸决定。标注尺寸时，应严格遵守国家标准有关尺寸标注的规定（GB 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—2012），做到清晰、合理并且完整。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 在机械图样（包括技术要求和其他说明）中的直线尺寸，规定以毫米为单位，不需标注计量单位的代号或名称。如果采用其他单位，如英寸和米等，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

3) 机件的每一尺寸，在图样上一般只标注一次。

4) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

2. 尺寸组成

如图 1-10 所示，一个完整的尺寸一般包括尺寸界线、尺寸线及终端和尺寸数字三部分。

(1) 尺寸界线

尺寸界线用来表示所标注尺寸的范围。它用细实线绘制，并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，并超出尺寸线末端约 2 mm。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

(2) 尺寸线及终端

尺寸线用细实线绘制在尺寸界线之间，不得用其他图线代替，也不得与其他图线重合或

画在其延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，尺寸线和尺寸界线应该互相垂直。

尺寸线的终端可以有两种形式，一种是采用箭头，适用于包括机械图在内的各种类型的图样。终端的另一种形式是采用 45° 斜线，这种形式多用在建筑图样当中，斜线用细实线绘制，如图 1-11 所示。

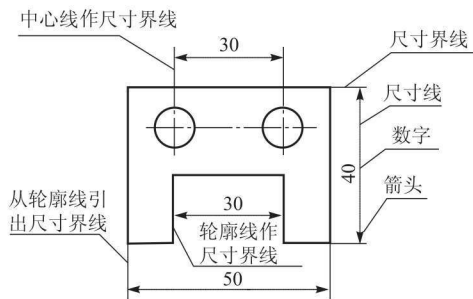


图 1-10 尺寸组成

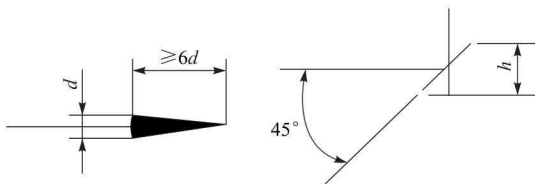


图 1-11 尺寸终端

d —粗实线的宽度； h —字体高度

同一张图样上箭头的形式和大小应尽可能保持一致，箭头的位置应与尺寸界线接触，不得超过或留有空隙。两端箭头应指到尺寸界线，如图 1-10 所示。

(3) 尺寸数字

尺寸数字用以表示所注机件尺寸的实际大小。

线性尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，同一张图样上注写方法应一致。

线性尺寸数字的方向，有两种注写方法：

方法 1：线性尺寸数字的方向应以图纸右下角的标题栏为基准，使水平尺寸字头朝上，铅直尺寸字头朝左。倾斜尺寸的尺寸数字，都应保持字头仍有朝上的趋势。如图 1-12 (a) 所示的 30° 范围内应尽可能避免标注尺寸，若无法避免时，可如图 1-12 (b) 的形式标注。

方法 2：对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图 1-12 (c) 所示，但机械图样上较少采用这种注法。

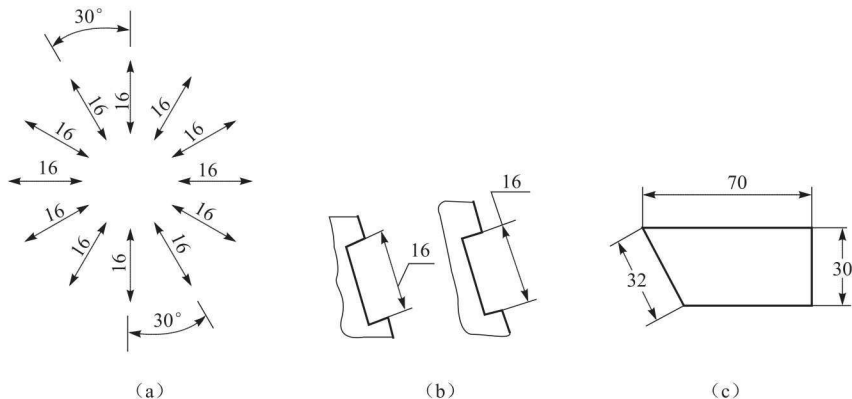


图 1-12 尺寸数字的注写方向