

GONGCHENG ZHITU



工程制图

主 编 张聆玲 唐克岩
副主编 郑才国 程精涛 雷永锋
主 审 宋 黎



重庆大学出版社





GONGCHENG ZHITU

工程制图

主 编 张聆玲 唐克岩
副主编 郑才国 程精涛 雷永锋
主 审 宋 黎

重庆大学出版社

内容提要

本书分 12 章,主要包括:制图基础,投影基础,换面法,组合体,立体的轴测图,零件常用的表达方法,零件图,标准件与常用件,装配图,计算机绘图基础,电气工程制图,建筑工程制图,附录节选部分相关国家标准。与之配套使用的有张聆玲主编的《工程制图习题集》。

本书可作为高等院校非机械类本科各专业“工程制图”课程教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 张聆玲,唐克岩主编. -- 重庆:重庆大学出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5689-0752-1

I. ①工… II. ①张… ②唐… III. ①工程制图—高等职业教育—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 198191 号

工程制图

主 编 张聆玲 唐克岩

· 副主编 郑才国 程精涛 雷永锋

主 审 宋 黎

策划编辑:何 梅

责任编辑:文 鹏 版式设计:何 梅

责任校对:邬小梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21 字数:471千 插页:8 开 2 页

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 500

ISBN 978-7-5689-0752-1 定价:41.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

本书根据教育部制定的普通高等院校工程图学教学基本要求及近年发布的机械制图相关国家标准,吸取多年教学教改经验编写而成,适用于普通高校非机械类工科学生,参考学时 32~64 学时。

本书以培养学生绘图和读图能力为编写目的,对基本理论知识阐述准确,同时通过大量的典型图例讲清看图和绘图的基本方法,注重循序渐进,重点突出,力求不同学时、不同深度要求的各专业都能适用。

本书分 12 章,另有附录。主要内容包括:制图基础,投影基础,换面法,组合体,立体的轴测图,零件常用的表达方法,零件图,标准件与常用件,装配图,计算机绘图基础,电气工程制图,建筑工程制图。附录节选部分相关国家标准。

本书由成都理工大学工程技术学院张聆玲、唐克岩任主编,成都理工大学工程技术学院郑才国、程精涛、雷永锋任副主编。编写分工如下:张聆玲负责绪论、第 4 章、第 6 章;唐克岩负责第 1 章、第 2 章;郑才国负责第 3 章、第 10 章;程精涛负责第 7 章、第 8 章、第 9 章、附录;雷永锋负责第 5 章、第 11 章、第 12 章。电子科技大学成都学院张慧老师参与了部分内容的编写。

与本书配套使用的还有张聆玲主编的《工程制图习题集》。

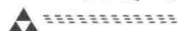
书中缺点疏漏在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2017 年 6 月

目 录

绪论	1
0.1 本课程的性质和任务	1
0.2 本课程的学习方法	1
第1章 制图基础	2
1.1 制图标准	2
1.2 绘图工具及其使用方法	14
1.3 几何作图	19
1.4 平面图形的分析与画法	27
1.5 绘图的方法与步骤	29
第2章 投影基础	32
2.1 投影法概述	32
2.2 三视图的形成及投影规律	34
2.3 点、线和面的投影	36
2.4 平面立体的投影	60
2.5 回转体的投影	67
第3章 换面法	74
3.1 概述	74
3.2 点的投影变换规律	75
3.3 几个基本作图问题	76
第4章 组合体	80
4.1 组合体视图的基本知识	80
4.2 组合体视图的画法	84
4.3 平面与立体的交线	88
4.4 相贯体的投影	95
4.5 组合体的尺寸标注	99
4.6 组合体的读图	107



第5章 立体的轴测图	116
5.1 轴测投影的基本知识	116
5.2 正等轴测图	117
5.3 斜二轴测图	119
5.4 轴测图的剖切画法	120
第6章 零件常用的表达方法	122
6.1 视图	122
6.2 剖视图	125
6.3 断面图	135
6.4 局部放大图	138
6.5 简化画法和规定画法	138
6.6 表达方法综合举例	142
6.7 第三角画法简介	144
第7章 零件图	146
7.1 概述	146
7.2 尺寸公差与配合	147
7.3 几何公差及表面结构	156
7.4 常见工艺结构的表达	162
7.5 视图的选择	172
7.6 尺寸的合理标注	176
7.7 读零件图的方法	179
第8章 标准件与常用件	182
8.1 螺纹紧固件	182
8.2 键和销	188
8.3 滚动轴承	191
8.4 齿轮	195
8.5 弹簧	198
第9章 装配图	201
9.1 概述	201
9.2 表达方法	202
9.3 尺寸标注和技术要求	204
9.4 明细表和标题栏	205
9.5 视图选择及绘制步骤	206

9.6 装配工艺性	211
9.7 读装配图及拆画零件图	212
第 10 章 计算机绘图基础	219
10.1 Auto CAD 绘图基础	219
10.2 基本绘图命令	225
10.3 精确绘图辅助工具	228
10.4 基本编辑命令	231
10.5 图层及其应用	238
10.6 文字注写与尺寸标注	243
10.7 块及其应用	247
10.8 综合举例	248
10.9 图形输出	250
第 11 章 电气工程制图	251
11.1 电气工程图的基本知识	251
11.2 电气工程制图的规则与画法	255
11.3 电路图	272
11.4 框图	274
11.5 接线图(表)	276
11.6 印刷板图	282
11.7 线扎图	284
11.8 流程图	287
第 12 章 建筑工程制图	289
12.1 建筑工程图概述	289
12.2 建筑施工图	294
12.3 建筑结构施工图	307
12.4 设备施工图	310
附录	316
一、极限与配合	316
二、螺纹	317
三、常用紧固件	319
四、常用键与销	324
参考文献	327

绪 论

0.1 本课程的性质和任务

工程制图是研究工程图样的表达、绘制和阅读的一门学科。工程图样是现代工业生产中必不可少的重要技术文件,在工程中起着类似语言表达、交流的作用,被称为“工程师的语言”。工程图样按规定的方法表达出工程对象的形状、大小、材料和技术要求,是机械制造、建筑施工、电子电工线路连接等的主要依据。

本课程在研究工程图样的表达、绘制和阅读过程中,注重培养学生的形象思维、空间想象能力,是一门既强调系统理论又重视实践性的技术基础课。本课程的主要任务是:

①使学生掌握正投影法的基本理论、图样表达的基本要求和国家标准有关制图的规定,培养图解简单空间几何问题的能力。

②培养学生对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。

③培养学生绘制和阅读工程图样的基本能力。

④培养学生手工绘图、尺规绘图的能力。

⑤培养学生自学能力、分析问题和解决问题的能力,以及严谨细致的工作作风、认真负责的工作态度和严格遵守国家标准规定的品质。

0.2 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,坚持理论联系实际的作风是必要的。

在学习本课程时,必须做到:

①正确使用制图工具和仪器,按照正确的工作方法和步骤来画图,使所绘制的图样内容正确、图面整洁。

②认真听课,按时完成作业,通过作业过程中大量的绘图、读图实践,多看、多画、多想,不断由物画图、由图画物,才能逐步培养空间想象能力和空间构思能力,进而掌握基本原理和基本方法。

③《技术制图》和《机械制图》国家标准是绘制工程图样的重要依据,应严格遵守有关制图等方面的国家标准的规定,学会查阅并使用标准和有关资料的方法。

④不断改进学习方法,提高独立工作能力和自学能力。

第 1 章 制图基础

本章主要介绍《工程制图》国家标准(简称国标)、绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等制图基本知识。

本章要求掌握国标规定的图纸幅面及格式、比例、图线、字体、尺寸标注等各项规定;掌握常用的基本作图方法和圆弧连接作图方法,平面图形的尺寸分析、线段分析和尺寸标注方法;掌握常用绘图工具的正确使用方法;了解仪器绘图和徒手绘图的作图方法和步骤。

1.1 制图标准

图样是现代工业生产中最基本的技术文件,它能够简洁、清楚、直观地表达设计者的设计思想和意图,是工程界通用的技术语言,因此必须要有统一的规定,才能用来交流技术思想,顺利地组织工程产品的生产。不同性质的生产部门对图样有不同的要求和名称,如建筑工程中使用的图样称为建筑图样,水利工程中使用的图样称为水利工程图样,机械制造中使用的图样则称为机械图样等。1959年,我国首次颁布了国家标准《机械制图》。此后,随着生产技术和经济建设的不断进步,计算机技术的飞跃发展和对外技术交流的需要,又几次颁布了修订的《机械制图》和《技术制图》国家标准等技术文件,从图纸幅面、格式、图线、字体,到图样中每项内容的表示方法和方式都作出了明确规定。其中技术制图国家标准是工程界各行业领域制图的通则性基本规定,比各专业制图国家标准要高一个层次。学习工程制图必须严格遵守国家标准,树立标准化观念,工程技术人员必须熟悉和掌握有关标准和规定。本节仅就图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等一般规定予以介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)^①

1) 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度和长度组成的图面。图纸幅面有基本幅面和加长幅面两类。绘制工程图样时,优先选用表 1.1 中的基本幅面规格尺寸。必要时,可以选用加长幅面规格尺寸。加长幅面是按基本幅面的短边呈整数倍增加。基本幅面图纸的尺寸特点是:长边和短边的尺寸比是 $\sqrt{2}:1$;大于 A4 图纸的每一号图纸,可以裁成两张比它小一号的图纸。

^① “GB/T 14689—2008”是国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》的编号,“GB/T”表示推荐性国家标准,如果“GB”后没有“/T”,则表示强制性国家标准,“14689”是该标准的顺序号,“2008”表示 2008 年发布。“国家标准”简称“国标”。

表 1.1 图纸幅面和图框尺寸

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

各图纸基本幅面尺寸关系如图 1.1 所示,其中,粗实线为基本幅面(第一选择);细实线所示为表 1.1 所规定的加长幅面(第二选择);虚线所示为所规定的加长度幅面(第三选择)。

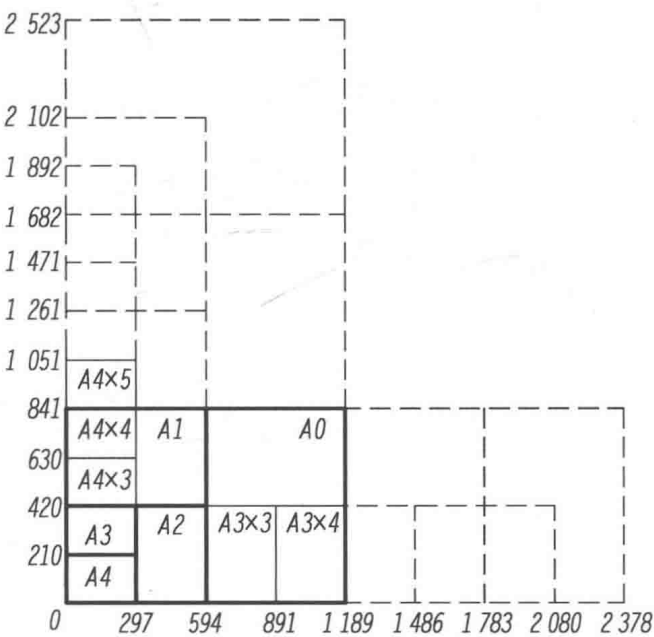


图 1.1 基本幅面和加长幅面

2)图框格式(GB/T 14689—2003)

图框是图纸上用来限定绘图区域的线框,在图纸上必须用粗实线画出图框。图纸可以横放,也可以竖放,图框格式分为留装订边(图 1.2)和不留装订边(图 1.3)两种。同一产品的图样只能采用一种格式,加长幅面的图框尺寸按所选定的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

3)标题栏

标题栏由名称、代号区、签字区、更改区和其他区域组成。每张图样都必须绘制标题栏,标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准《技术制图》中均有规定,如图 1.4 所示。

在制图作业中,建议采用如图 1.5 所示的简化标题栏格式。

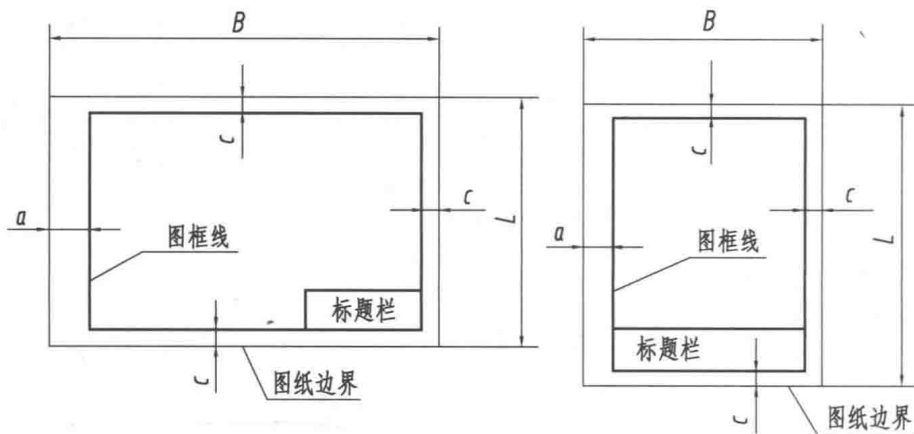


图 1.2 留有装订边的图框格式

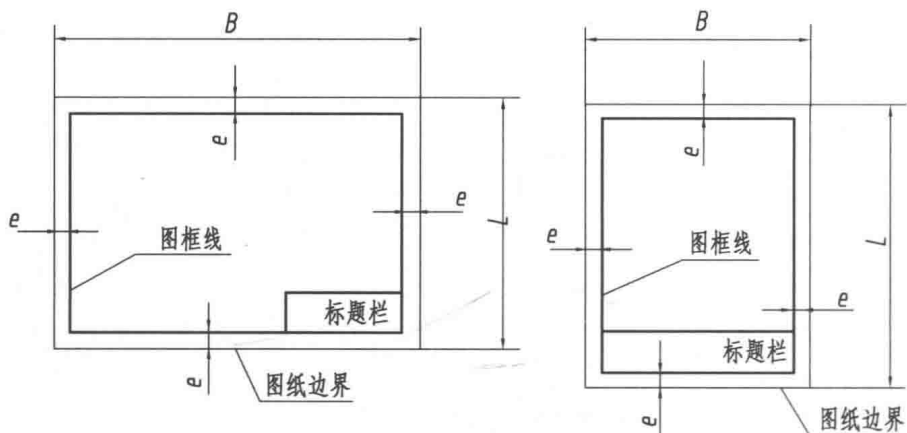


图 1.3 不留装订边的图框格式

180											
10 10 16 16 12 16											
7						(材料标记)			(单位名称)		
						4×6.5(=26) 12 12					
标记 处数 分区 更改文件号 签名 年、月、日						阶段标记 重量 比例			(图样名称)		
设计 (签名) (年月日) 标准化 (签名) (年月日)									10		
制图						6.5			9		
审核									(图样代号)		
工艺 批准						共 张 第 张			(9)		
12 12 16 12 12 16						50			20		
									18		

图 1.4 标题栏的格式

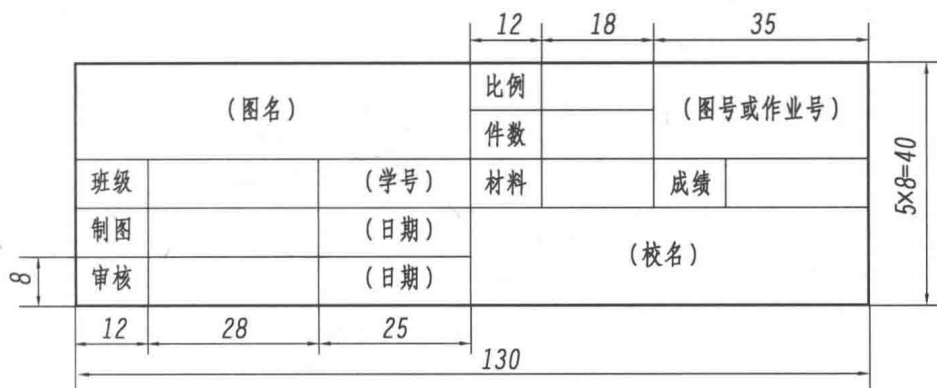


图 1.5 制图作业标题栏的格式

标题栏置于图框的右下角。一般情况下,绘图与看图的方向与标题栏中字头方向保持一致。有时为了利用预先印制好的图框和标题栏的图纸,也允许将图纸逆时针旋转 90°,使标题栏置于图框的右上角,如图 1.6 所示,这时,绘图与看图的方向与标题栏呈不一致状态。因此,为了明确绘图或看图时图纸的方向,应在图框下边框中间位置画出“方向符号”,即用细实线绘制等腰三角形,如图 1.6 所示。

4)图幅分区

①必要时,可以用细实线在图纸周边内画出分区,如图1.7所示。



图 1.6 允许配置的标题栏方位

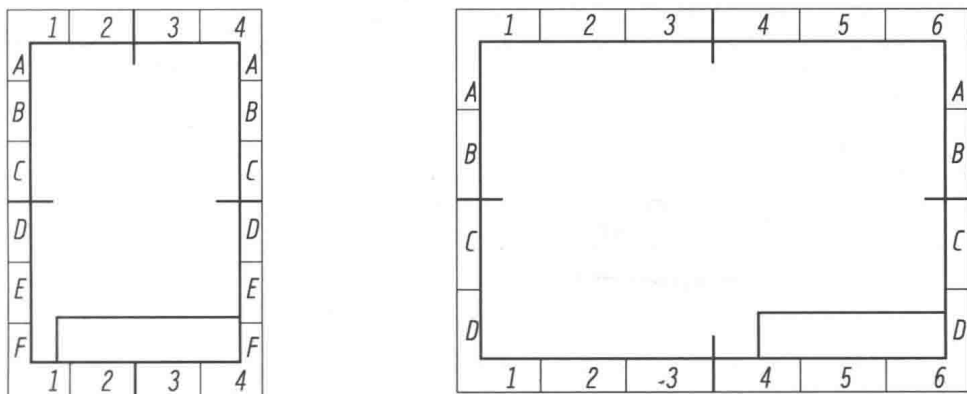


图 1.7 图幅分区

- ②图幅分区数目按图样的复杂程度确定,但必须取偶数。每一分区的长度应在 25~75 mm范围内选择。
- ③分区的编号,沿上下方向(按看图方向确定图纸的上下和左右)用直体大写拉丁字母从上到下顺序编写;沿水平方向用直体阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时,超过的各区可用双重字母编写,如 AA、BB、CC 等。拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。

1.1.2 图样比例(GB/T 14689—2003)

图样比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。即：

比例=图样中机件要素的线性尺寸 / 实际机件相应要素的线性尺寸

比例有“原值比例(比值为1)”“放大比例(比值大于1)”和“缩小比例(比值小于1)”之分。绘图时尽量采用1：1的原值比例,也可根据机件的大小及结构的复杂程度不同,采用缩小或放大的比例。采用非原值比例时,应按表 1.2 中所列的比例系列选用。

表 1.2 制图标准比例

种 类	优先选用比例	允许选用比例
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 25：1 4×10 ⁿ ：1 25×10 ⁿ ：1
缩小比例	1：2 1：5 1：10 1：2×10 ⁿ 1：5×10 ⁿ 1：10×10 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。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,一般标注在标题栏中的“比例”栏内。当机件上有较小或较复杂的结构需要采用不同的比例表达时,必须按规定另行标注。如：

$\frac{I}{2:1}$ $\frac{A \text{ 向}}{1:10}$ $\frac{B-B}{2.5:1}$

特别值得注意的是:不论采用何种比例,图形中标注的尺寸必须是机件的实际尺寸,与图样的准确程度和所选的比例大小无关,如图 1.8 所示。

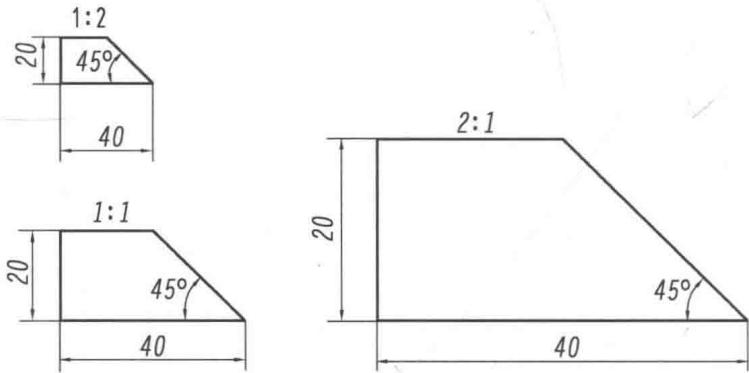


图 1.8 不同比例画出的图形

1.1.3 字体(GB/T 14691—2003)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求等其他内容。图样中字体的基本要求如下：



①字体的书写必须做到:字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

②字体的号数用字体的高度 h 表示,其公称尺寸系列为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。此字高数系的公比为 $\sqrt{2}$, 若有需要, 字高还可按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

③汉字应写成长仿宋体字, 并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 即字高不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字特点是字体细长, 字形挺拔, 起、落笔处均有笔锋, 显得棱角分明。长仿宋体汉字的书写要领是横平竖直, 注意起落, 结构均匀, 填满方格, 如图 1.9 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

图 1.9 长仿宋体汉字示例

④字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 b 为字高 h 的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度 b 为字高 h 的 $1/10$ 。同一图样上, 只允许选用一种形式的字体, 如图 1.10 所示。

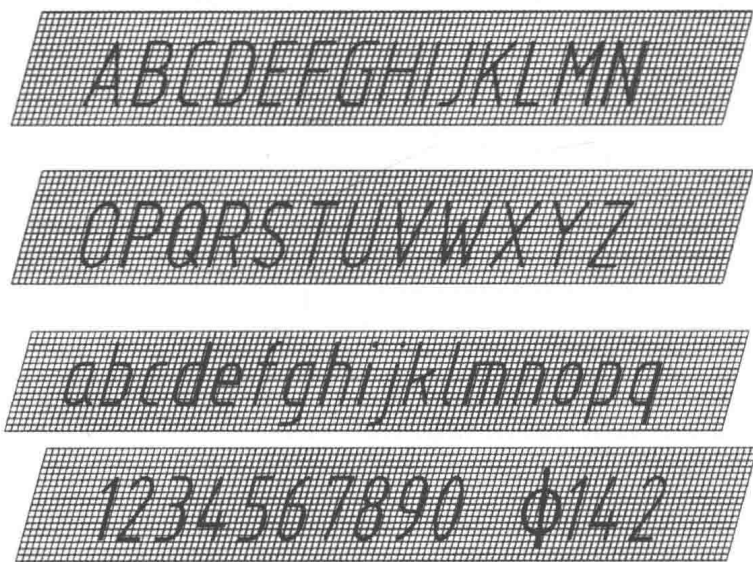


图 1.10 A 型字母和数字示例

⑤字母和数字可写成斜体和直体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 夹角。图样上一般采用斜体字, 如图 1.10 所示。但在下列场合则应采用直体字:

- 计量单位符号, 如 A(安)、N(牛)、m(米);
- 单位词头, 如 k(10^3 , 千)、m(10^{-3} , 毫)、M(10^6 , 兆);
- 化学符号, 如 C(碳)、N(氮)、Fe(铁)、 H_2SO_4 (硫酸);
- 数学符号, 如 $\sin$ 、 $\cos$ 、 $\lim$ 、 $\ln$ 。

⑥用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母, 一般应采用小一号字体, 如图 1.11 所示。

⑦汉字、拉丁字母、数字等组合书写时, 其排列格式和间距都应符合标准的规定。

R3 2x45° M24-6H ϕ60H7 ϕ30g6
ϕ20^{+0.021}₀ ϕ25^{-0.007}_{-0.020} Q235 HT200

图 1.11 指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母示例

1.1.4 图线及其画法(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

图线是图样中所采用各种形式的线。图样中图线的名称、形式、宽度及一般应用,在国家标准中都有明确规定,在绘制图样时应严格遵守。国家技术制图标准规定图线的基本线型有 15 种,所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型、图样的大小和复杂程度在国家标准规定的数系: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中选取,此数系的公比为 $\sqrt{2}$ (≈ 1.4)。工程制图通常采用表 1.3 所列出的 9 种图线,它们按线宽分为粗线和细线两种,其中粗线 3 种,细线 6 种,它们的宽度之比为 2 : 1。粗线宽度优先选用 0.5 mm 和0.7 mm两组。为了保证图样的清晰度、易读性和便于缩微复制,应尽量避免采用小于0.18 mm的图线。

表 1.3 基本线型及应用

名 称	形 式	宽 度	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、指引线 剖面线、重合断面的轮廓线 过渡线、螺纹牙底线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗虚线		$d/2$	允许表面处理的表示线

表 1.3 所列虚线中的“画”和“短间隔”,点画线及双点画线中的“长画”“点”和“短间隔”的长度,国标中有明确规定,可参照图 1.12 所示绘制。

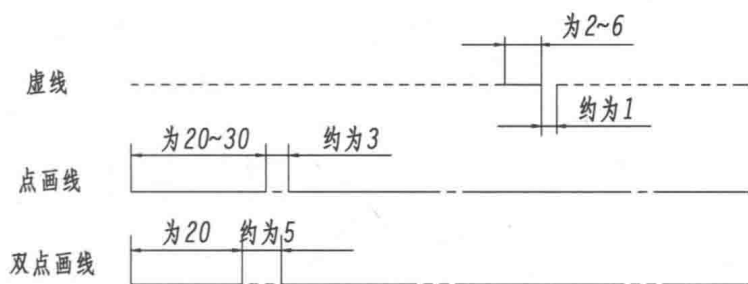


图 1.12 虚线、点画线及双点画线的画法

图样中的图线画法应符合如下规定：

①同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、细点画线及双点画线的线段长短和间隔应大致相等。细点画线和双点画线的首尾两端应是长画而不是短画。

②图线相交时应以线段相交，但当虚线是粗实线的延长线时，其连接处应留空隙，如图 1.13(a)所示。

③绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，且对称中心线两端应超出圆弧 3~5 mm。在较小的图形上绘制细点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替，如图 1.13(b)所示。

④两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7 mm。

⑤图线不得与文字、数字或符号重叠，不可避免时应首先保证文字、数字或符号的清晰，而将图线断开。

⑥若各种图线重合，应按粗实线、虚线、点画线的先后顺序选用线型。

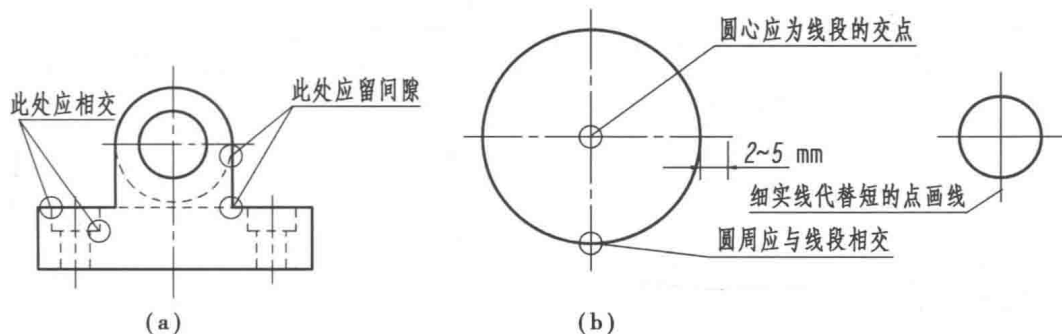


图 1.13 图线的画法

图线在图纸中的应用示例如图 1.14 所示。

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003, GB/T 19096—2003)

图样中的视图只能表达物体的形状，物体各部分的真实大小及相对位置要靠标注尺寸来确定。尺寸也可配合图形表达物体的形状。图样上的尺寸主要是线性尺寸和角度尺寸。线性尺寸是指物体某两点的距离，如物体的长、宽、高、直径、半径等。角度尺寸是指两相交直线或相交平面所形成的夹角。标注尺寸时，应严格遵守国家标准中有关尺寸注法的规定，做到正确、完整、清晰、合理。

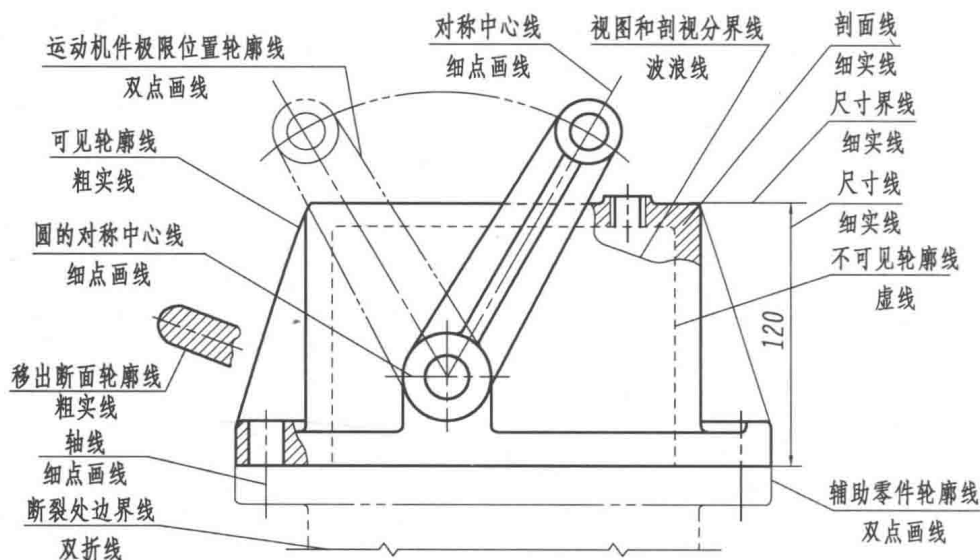


图 1.14 图线的应用示例

1) 尺寸标注的基本规则

①图样上所注的尺寸数值应以机件的真实大小为依据,与图形的大小及绘图的精确程度无关。

②图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须说明相应的计量单位的代号或名称。

③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。

④机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应注在能最清晰地反映该结构的图形上。

2) 尺寸的基本组成

图样上标注的每一个完整的尺寸,一般都由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字(包括必要的计量单位、字母和符号)三个基本要素组成,如图 1.15 所示。

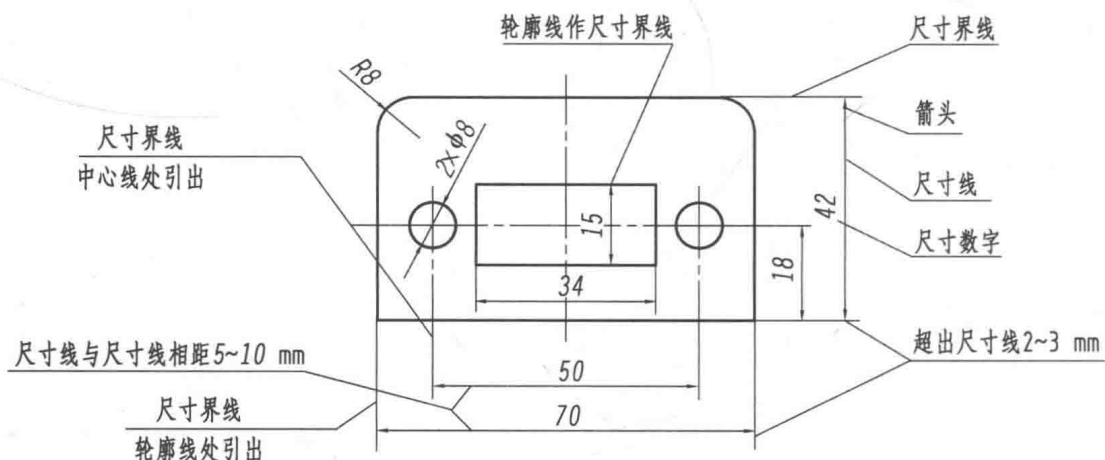


图 1.15 尺寸要素