

国家重点图书·先进制造理论研究与工程技术系列

工程制图基础

(第2版)

主 编 修立威 王全福
主 审 吴佩年



哈尔滨工业大学出版社

“十二五”国家重点图书
先进制造理论研究与工程技术系列

工程制图基础

(第2版)

主 编 修立威 王全福
副主编 陈 新 苏北馨
主 审 吴佩年



哈爾濱工業大學出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的“普通高等学校工程图学教学基本要求”,在总结各校近年来的教学改革和研究经验的基础上,结合理工科非机类专业教学的特点编写的。同时还编写了配套的《工程制图基础习题集》。全书共 12 章,主要内容有:制图的基本知识与技能,点、线、面的投影,直线与直线、平面与平面的相对位置,立体的投影,轴测图,组合体,机件的表达方法,标准件与常用件,零件图和装配图,投影变换及焊接图与展开图。

本书主要作为高等院校电气、电子、通信、测控、无机、高分子、化工及管理类各专业学生学习工程制图的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础:含习题集/修立威,王全福主编.—2 版.
—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2017.6

ISBN 978-7-5603-6681-4

I. ①工… II. ①修… ②王… III. 工程制图-教材
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 131355 号

责任编辑 尹继荣

封面设计 屈 佳

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨久利印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 20.75 字数 480 千字

版 次 2006 年 8 月第 1 版 2017 年 7 月第 2 版

2017 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-6681-4

定 价 39.00 元(含习题集)

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

再版前言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的“普通高等学校工程图学教学基本要求”,结合非机类教学的特点,在总结各校近年来的教学改革成果和研究经验,并广泛汲取其他院校教材优点的基础上编写而成。适用于非机械类,如电子、电气、通信、管理等专业使用。在教材的编写过程中充分注意到教材体系结构的系统性、内容的实用性及科学性,在内容编排上着重加强学生徒手画草图、手工仪器绘图能力的培养,突出培养学生的空间实体的想象能力与空间分析能力,重点提高学生的读图能力,尽可能做到概念清楚、重点突出、语言简练、图样清晰、与文字紧密结合。

全书共 12 章,分四部分。第一部分为工程制图理论部分,主要介绍国家标准机械制图的一般规定,几何元素和立体的投射及其相对位置,轴测图等。第二部分为机件表达方法,主要介绍组合体的画法、尺寸标注及其投影图的读法,机件的表达方法。第三部分为机械制图,主要介绍了标准件及常用件的表达、画法及标注,零件图和装配图的表达、画法和读图。第四部分为焊接图,主要介绍焊接的方式方法及焊接的表示方法。全书内容详尽、丰富,便于自学,可以根据教学的需要适当删减。另外,本书还配有《工程制图基础习题集》同时使用。

本书自 2006 年初版以来,连续重印 6 次,对教师的教学及学生的学习起到了很好的作用。为适应时代的变化及技术的进步,现进行修订再版。

第二版除了保持第一版的定位宗旨外,主要作了以下调整和修订:

- (1)对原书中存在的文字及插图错误进行了修订;
- (2)对本书配套习题集中的部分习题进行了修改;
- (3)本书所涉及的机械制图、技术制图和相关的其他国家标准都采用了最新颁布的标准。

参加本书编写的有修立威(前言、第三章、第九章、第十章)、王全福(第二章、第五章、第八章)、陈新(绪论、第四章第二节、第六章、第七章)、苏北馨(第一章、第八章、第十一章)、王春义(第四章第一节、第十二章、附录)。

本书由修立威、王全福任主编并统稿,陈新、苏北馨任副主编。吴佩年教授主审了该书稿并提出许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。另外,本书的编写还得到各作者单位领导的大力支持与帮助,在此也一并表示感谢。

由于作者水平所限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作者
2017 年 6 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 制图的基本知识与技能	(3)
第一节 机械制图国家标准的一般规定	(3)
第二节 绘图工具及使用方法	(14)
第三节 常用几何作图方法	(16)
第四节 平面图形的分析与画图方法	(19)
第二章 点、直线和平面的投影	(23)
第一节 投影法的基本知识	(23)
第二节 工程上常用的投影图	(25)
第三节 点的投影	(26)
第四节 直线的投影	(30)
第五节 平面的投影	(36)
第六节 直线与平面、两平面的相对位置	(42)
第三章 立 体	(45)
第一节 平面立体的投影及立体表面取点	(45)
第二节 平面与平面立体相交	(48)
第三节 曲面立体的投影及表面取点	(50)
第四章 平面与曲面立体相交、两曲面立体相交	(56)
第一节 平面与曲面立体相交	(56)
第二节 两曲面立体相交	(65)
第五章 轴测图	(72)
第一节 轴测图的基本知识	(72)
第二节 正等轴测图	(73)
第三节 斜二等轴测图	(80)
第六章 组合体	(84)
第一节 组合体的形成及形体分析	(84)
第二节 组合体视图的画法	(86)
第三节 组合体的尺寸标注	(89)
第四节 看组合体的视图	(93)
第七章 机件的表达方法	(101)
第一节 视 图	(101)

第二节	剖视图	(103)
第三节	断面图	(109)
第四节	局部放大图和简化画法	(112)
第五节	表达方法应用举例	(115)
第六节	第三角画法简介	(116)
第八章	标准件及常用件	(118)
第一节	螺纹及螺纹紧固件	(118)
第二节	螺纹紧固件及其画法与标记	(124)
第三节	键、销和滚动轴承	(129)
第四节	齿 轮	(133)
第五节	弹 簧	(137)
第九章	零件图	(140)
第一节	零件图的内容	(140)
第二节	零件的表达方法	(140)
第三节	零件图上的尺寸标注	(144)
第四节	零件上的常见结构	(149)
第五节	零件图中的技术要求	(151)
第六节	零件的测绘	(163)
第七节	看零件图的方法	(165)
第十章	装配图	(168)
第一节	装配图的作用和内容	(168)
第二节	部件的表达方法	(168)
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	(173)
第四节	装配图中的零件序号、明细栏和标题栏	(175)
第五节	常见的装配工艺结构	(177)
第六节	部件测绘和装配图画法	(178)
第七节	读装配图	(183)
第十一章	换面法	(188)
第十二章	焊接图和展开图	(196)
第一节	焊接件	(196)
第二节	表面的展开立体	(201)
附录一	标准结构	(204)
附录二	标准件	(207)
附录三	轴和孔的极限偏差数值	(218)
参考文献		(226)

绪 论

一、本课程的性质、研究对象和内容

本课程是工程类专业的一门必修的技术基础课。它研究和解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法。

在现代工业生产中,无论是加工每一个零件还是装配部件和机器,都是依照图样进行的。在新产品设计时也是从画图开始,设计人员通过图样来表达设计思想和要求。另外,人们可以通过图样来指导生产,进行技术交流。图样具有能够准确地表达出机器设备的结构和性能以及它们各自的组成部分的形状、大小、材料及加工、检验、装配等有关要求的作用。因此人们常把这种图样,称做工程图样。工程图样是工业生产的重要技术文件,同时又是工程界表达和交流技术思想和信息的重要媒介和工具。所以工程图样被喻为“工程界的语言”。

本课程的主要内容:

1. 基础理论 制图的基本知识,投影法的概念,点、线、面的投影及其相对位置,基本形体的投影,基本形体的截交与相贯,轴测投影。
2. 机件表达方法 组合体的投影、画法及尺寸标注,机件的各种表达方法。
3. 机械制图 标准件及常用件的表达、画法及标注,零件图和装配图的表达、画法和读图。

二、本课程的主要任务

1. 学习正投影法的基本理论及其应用。
2. 培养学生空间想象能力和构思能力。
3. 培养学生空间几何问题的图解能力。
4. 培养学生绘制和阅读工程图样的基本能力。
5. 培养学生耐心细致的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

为了学好本门课,必须掌握正确的学习方法。

1. 应掌握正确的思维方法 读者在初学时,如果觉得投影原理比较抽象,可借助于一些直观工具。例如用“折纸法”将硬纸片折成三投影面空间模型,再用铅笔、三角板等在其上进行比画模拟,以增强感性概念。但经过一段时间的学习之后,就应逐步减少对模型的依赖,此外,经常在草图纸上徒手绘制几何元素及物体的轴测图,也是提高空间立体概念的一个好方法。这样在不断地把空间的物体转化为平面的图形,又从平面的图形转化为空间的物体的过程中,就能不断地发展自己的空间想象能力和构思能力。

2.提高听课效率 本门课主要是研究图形的,在老师讲课的时候,要用到许多的图,对于简单的图,老师可以在黑板上或屏幕上画出来,对于复杂的图,多采用的是挂图或事先画好的图,在课堂上做图形笔记有一定难度,所以,在课堂上提倡在书上作旁注的形式,记下重点、难点和要点。

3.正确对待作业 本课是实践性很强的一门课。所谓的实践性,就是要画图,而且要画很多图,每次留的作业都比较多,学生感觉费时费力和难做,甚至有的同学应付作业和抄作业。虽然现在的绘图多采用计算机实现,但手工绘图是培养投影概念的必要手段,不会手工绘图,计算机也不会自动地给出图来,因此,学生要把每一次的制图作业当成完成一幅作品来看待。画图既快又美观,这是功夫到家的一种体现。另外,老师每一次批改过的作业,同学应仔细看一下,错误的地方及时更正,避免再出现同类错误。做制图作业是培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风的必要手段。

4.要遵循国家标准的有关规定 图样是工程界的语言,既然是语言,就有其语法规则和规定,这个语法就是国家标准、ISO 标准和行业标准。我们在绘制图样的时候,必须遵循这些标准,这样才能起到语言交流的作用。

本课程只能做到为学生的绘图和读图能力打下一定的基础,在后续课程中还应继续培养和提高绘图和读图的能力。

第一章 制图的基本知识与技能

技术图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料,是科学技术交流的重要工具。为便于生产、管理和交流,必须对图样的画法、尺寸注法等方面作出统一的规定。《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。需要注意的是《机械制图》标准主要适用于机械图样,《技术制图》标准则普遍适用于工程界的各专业技术图样。

本章主要介绍国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法和《机械制图》的有关规定,并介绍常见的绘图方式和几何作图方法。

第一节 机械制图国家标准的一般规定

一、图纸幅面和标题栏

为了便于图样的绘制、使用和保管,图样均应画在规定幅面和格式的图纸上。

1. 图纸幅面(GB/T14689—1993)

绘制图样时,应优先采用表 1.1 所规定的幅面尺寸,必要时也允许选用表 1.2 和表 1.3所规定的加长幅面,这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加得出的,见图 1.1。

表 1.1 图纸基本幅面及图框尺寸(mm)

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				

GB——国家标准的拼音缩写;T——推荐;14689——标准的编号;1993——表示该标准 1993 年发布。

表 1.2 图纸的加长幅面尺寸(一)

幅面代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
$B \times L$	420 × 891	420 × 1 189	297 × 630	297 × 841	297 × 1 051

图 1.1 中粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示为表 1.2 所规定的加长幅面(第二选择),虚线所示为表 1.3 所规定的加长幅面(第三选择)。

表 1.3 图纸的加长幅面尺寸(二)

幅面代号	A0×2	A0×3	A1×3	A2×3	A2×3	A2×4	A2×5
B×L	1 189×1 682	1 189×2 523	841×1 783	841×2 378	594×1 261	594×1 682	594×2 102

幅面代号	A3×5	A3×6	A3×7	A4×6	A4×7	A4×8	A4×9
B×L	420×1 486	420×1 783	420×2 080	297×1 261	297×1 471	297×1 682	297×1 892

2. 图框格式

图纸可以横放或竖放。

图样中图框由内、外两框组成。外框用细实线绘制,大小为幅面尺寸;内框用粗实线绘制,内外框周边的间距尺寸与格式有关。

图框格式分为留装订边(图 1.2(a)、(b))和不留装订边(图 1.2(c)、(d))两种。两种格式图框周边尺寸 a 、 c 、 e 如表 1.1 所示,但要注意:同一产品的图样只能采用一种格式。

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

为了复制或缩微摄影时定位方便,可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内长 5 mm 的一段粗实线,如图 1.2(d)所示。

标题栏一般画在图框内的右下角,如图 1.2 所示。技术制图标准规定,标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称代号区组成,其格式如图 1.3 所示。国标规定的标题栏如图 1.4。

当标题栏的长边置与水平方向并与图纸的长边平行时则为 X 型图纸,如图 1.2(b)。若标题栏长边与图纸长边垂直,则为 Y 型图纸,如图 1.2(a)。不论是 X 型或 Y 型图纸,其看图方向与看标题栏的方向一致。当看图方向与看标题栏方向不一致时,可采用方向符号,如图 1.5 所示,即方向符号的尖角对着读图者时为看图方向。方向符号用细实线画出,如图 1.5(c)所示。

二、比例(GB/T14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小采用 1:1 的比例画出,但由于机件的大小及结构复杂程度不同,有时需要放大或缩小。当需要按比例绘制图样时,应由表 1.4 规定的系列中选取适当的比例。必要时也可选用表 1.5 所示的比例。不论放大还是缩小比例,图样上的尺寸数字都应按机件的实际尺寸标注,如图 1.6 所示。

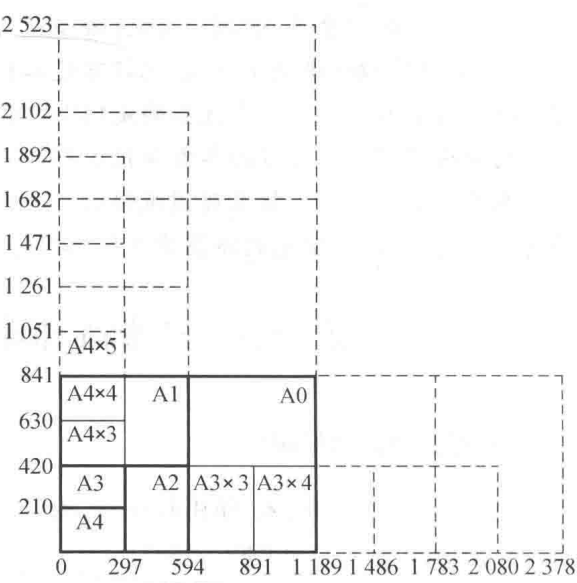


图 1.1 图纸幅面及加长边

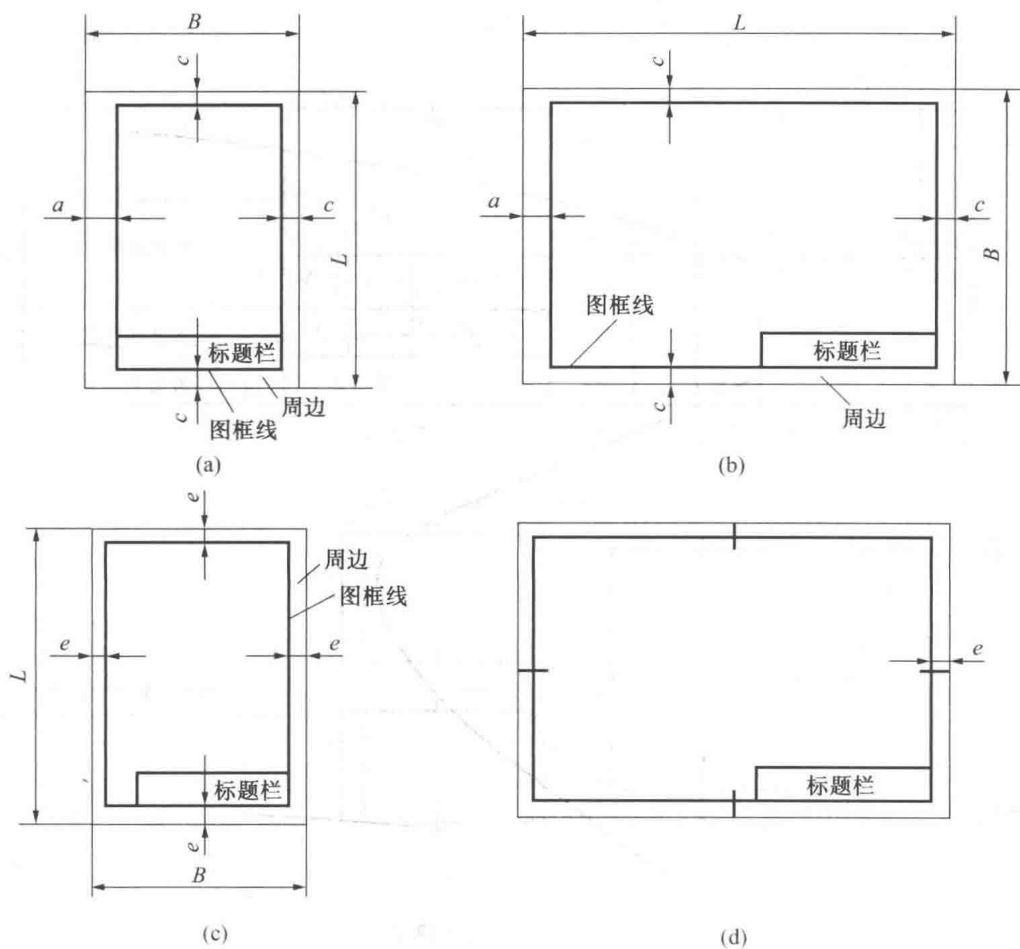


图 1.2 图框的格式

	10	20	30	50	10
24	8	制图 (姓 名)	(日期)	(名 称)	比例
	8	审核 (姓 名)	(日期)		材料
		(班名 学号)		共 张 第 张	图号
		140			

图 1.3 学校选用的标题栏格式

表 1.4 比例系列(一)

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

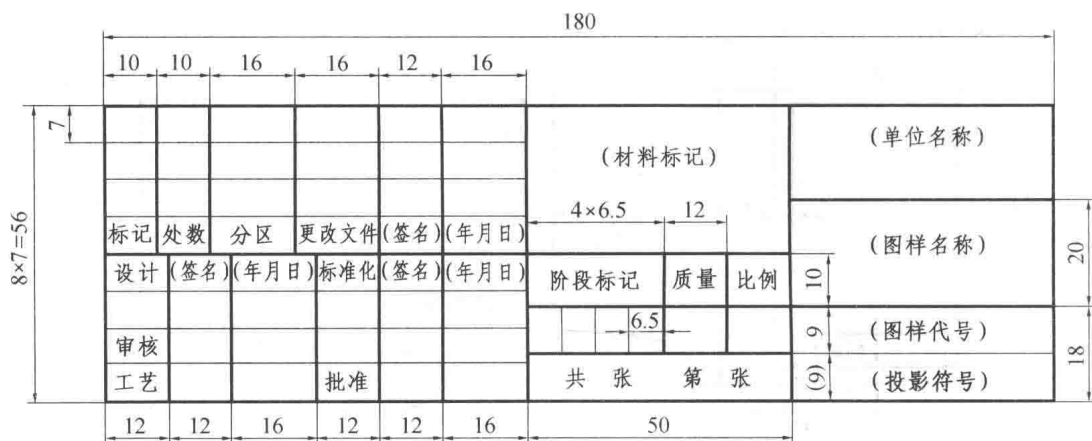


图 1.4 国标规定标题栏的格式

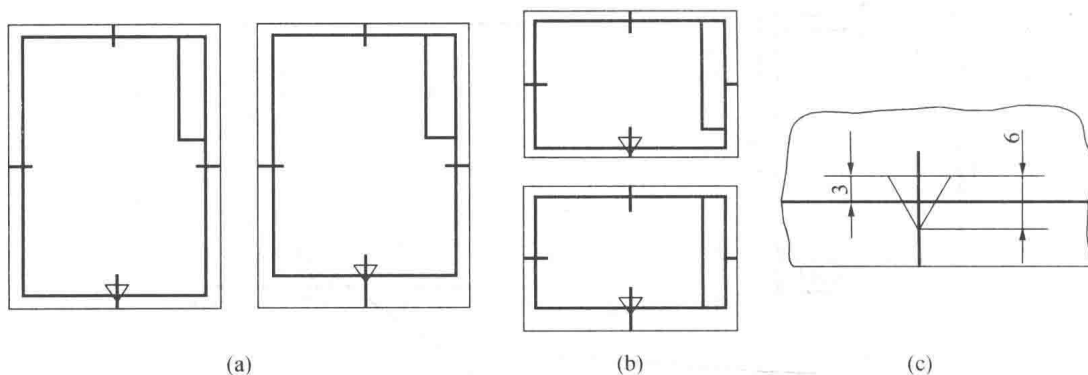


图 1.5 方向符号的画法

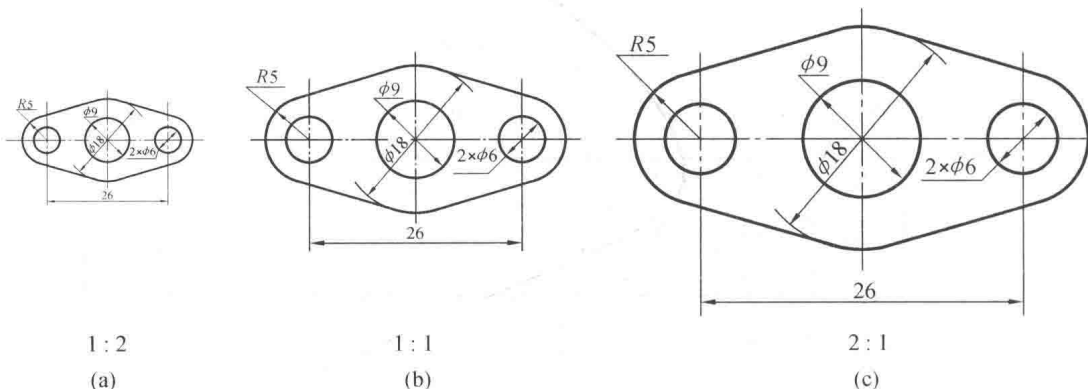


图 1.6 用不同比例画出的同一机件的图形

表 1.5 比例系列(二)

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:表 1.4、表 1.5 内的 n 为正整数

三、字体(GB/T14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形外,还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和
其他内容。

在图样中书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。如果在图样
上的文字和数字写得很潦草,不仅会影响图样的清晰和美观,而且还会造成差错给生产带
来麻烦和损失。

1. 字号

字体的字号,即字体高度 h (单位 mm),分别为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 八种。用
作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号字。

2. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体字的
基本笔画见表 1.6。汉字高度不应小于 3.5 mm,其宽度为 $h/\sqrt{2}$ 。图 1.7 所示为长仿宋体
字示例。

表 1.6 长仿宋体字的基本笔画

名 称		点	横	竖	撇	捺	提	折	勾
笔 画 分 析	运 笔 要 领	起笔后顿	横平 起落顿笔	竖直 起落顿笔	起笔顿 由重而轻 提笔快捷	起笔轻 逐渐用力	起笔顿 由重而轻 提笔快捷	中笔转折 顿笔刚劲	折勾顿笔 提笔快捷
	书 法 示 例	、	—		丿	㇏	㇀	𠃍	㇆

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

图 1.7 长仿宋体字示例

3. 数字和字母

数字分阿拉伯数字和罗马数字两种,有直体和斜体、A 型和 B 型字体之分。一般采用
斜体。其字体向右侧倾斜,与水平线约成 75°。当与汉字混合书写时,可采用直体,如图
1.8、图 1.9 所示。

拉丁字母有大写、小写和直体、斜体之分。图 1.10 所示为斜体大写和小写字母示例。

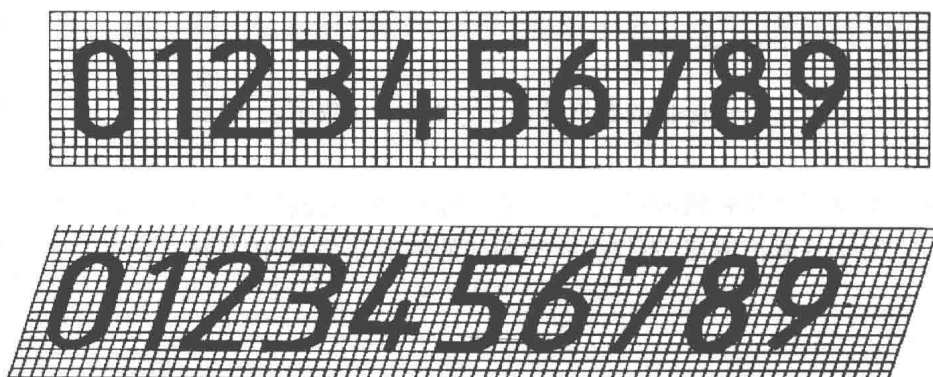


图 1.8 阿拉伯数字(A 型)

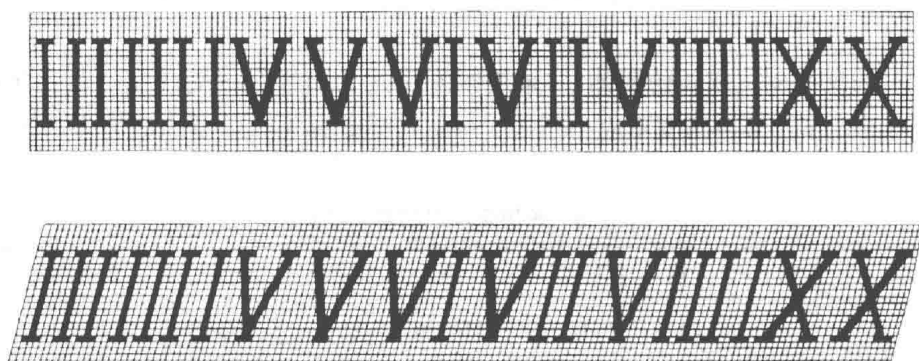


图 1.9 罗马数字(A 型)

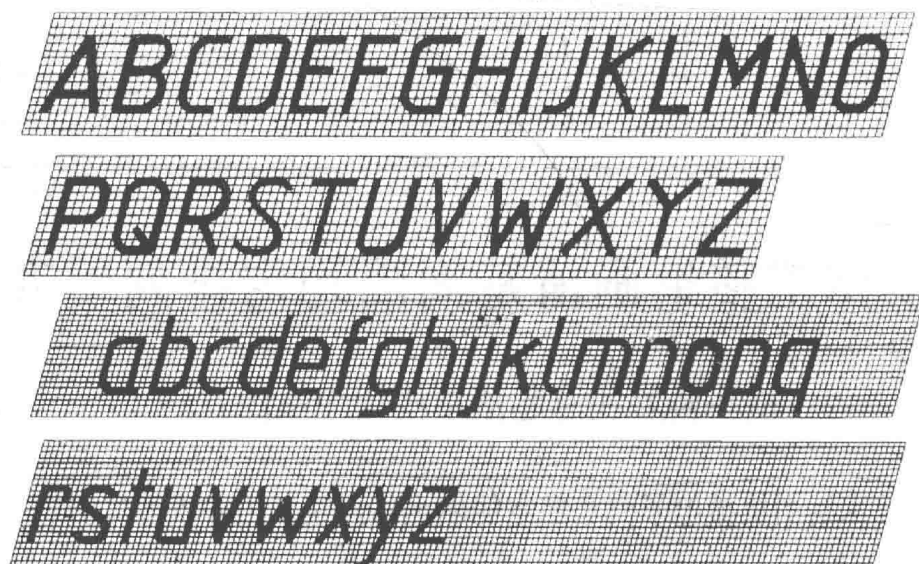


图 1.10 拉丁字母

四、图线及其画法

1. 线型

技术制图国家标准中规定了 15 种基本线型及基本变形。机械图样中常用的图线名称、型式、宽度及其应用见表 1.7 和图 1.11。

表 1.7 图线及其应用

名 称	型 式	宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		d	表示可见轮廓线	
细实线		$d/2$	表示尺寸线、尺寸界限、剖面线、引出线、过渡线等	
波浪线			表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线	
双折线			表示断裂处的边界线	
虚 线			表示不可见轮廓线。画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$ (d 为粗实线宽度)	
细点画线			表示轴线、圆中心线、对称中心线	
粗点画线		d	限定范围表示线	
双点画线		$d/2$	表示相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线	
			长画长 $24d$ 、 短间隔长 $3d$ 、 短画长 d	

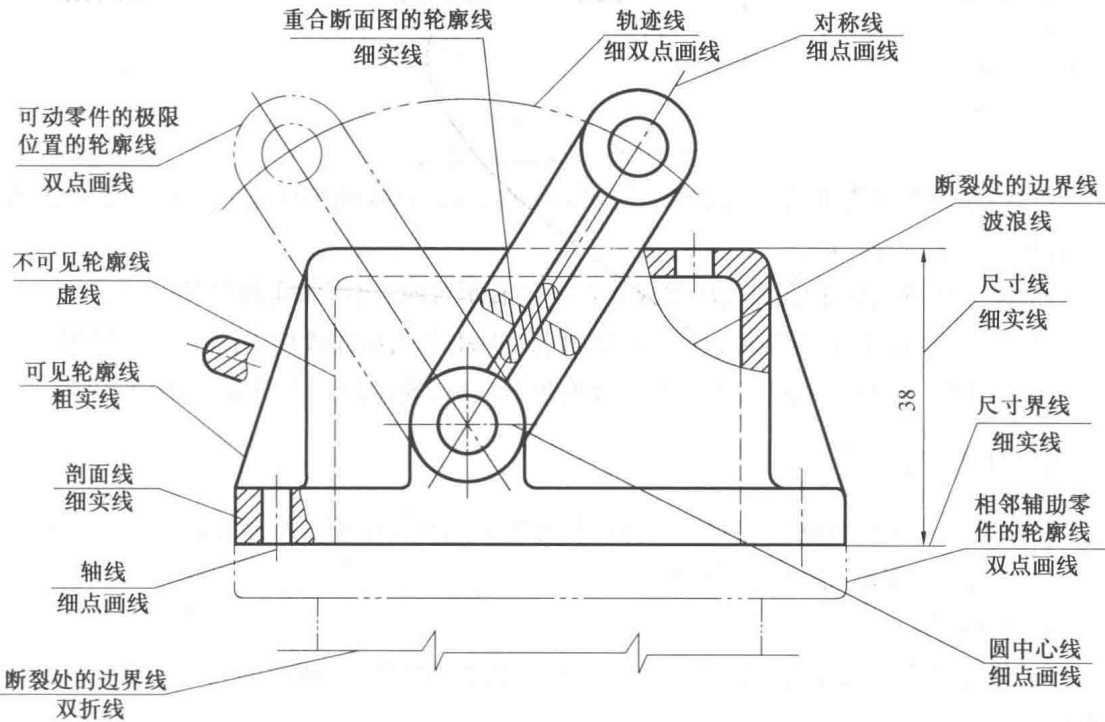


图 1.11 图线及其应用

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 、 2 mm 。制图中一般常用的粗实线宽度为 $0.7 \sim 1 \text{ mm}$ (由于图样复制中所存在的困难,应避免采用 0.13 mm 、 0.18 mm)。

3. 图线画法

画图线时,应注意以下几个问题:

(1)同一张图样中,同类图线(图 1.12)应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。

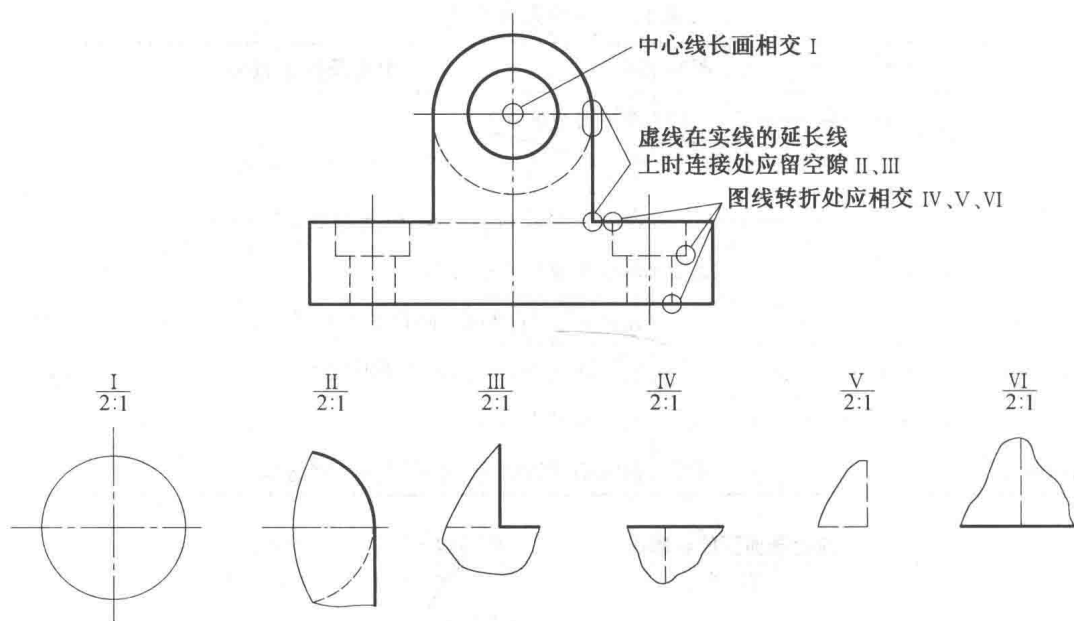


图 1.12 图线画法注意点

(2) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点, 首末两端应是线段而不是短画或点, 且超出图形外 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

(3) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(4) 虚线、点画线或双点画线和实线或它们自己相交时, 应线段相交, 而不应空隙相交。

(5) 当虚线、点画线或双点画线是实线的延长线时, 连接处应为空隙, 如图 1.12 示。

五、尺寸注法

机件的大小由标注的尺寸确定。标注尺寸时, 应严格遵守国家标准有关尺寸注法的规定, 做到正确、完整、清晰、合理。

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程度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以 mm 为单位时, 不需注明计量单位的代号或名称。如采用其他单位, 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, 在图样中一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 图中所注尺寸是该机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

2. 尺寸组成

如图 1.13 所示, 一个完整的尺寸一般应包括尺寸数字、尺寸线、尺寸界限和表示尺寸线终端的箭头或斜线。

表 1.8 列出了尺寸标注的基本规定和常用注法。

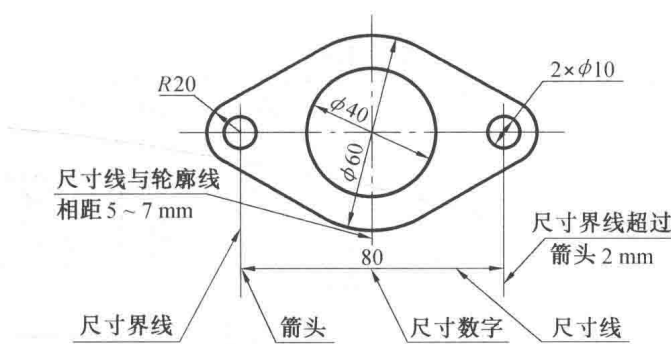


图 1.13 尺寸组成示例

表 1.8 尺寸注法的基本规定

项目	说 明	图 例
尺寸线及尺寸终端	1. 尺寸线用细实线单独画出, 不能用其他图线代替, 也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上 2. 尺寸线与所标注的线段平行, 尺寸线与轮廓线的间距、相同方向上尺寸线之间的间距应大于 5 mm	
	1. 机械图样中尺寸线终端画箭头或(在不能使用箭头的情况下)斜线及圆点(见续表狭小部位图例) 2. 箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出也不能分开, 尺寸线终端采用斜线时, 尺寸线与尺寸界线必须垂直	
尺寸界线	1. 尺寸线用细实线绘制, 由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可直接利用它们作尺寸界线 2. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 当尺寸界线贴近轮廓线时, 允许与尺寸线倾斜 3. 在光滑过渡处标尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从他们的交点处引出尺寸界线	