



SHIERWU GAOZHI GAOZHUAN GUIHUA JIAOCAI

“十二五”高职高专规划教材

机械制图

..... JIXIE ZHITU

主编 卢正平 李 涛 衣玉兰

第2版



电子科技大学出版社



SHIERWU GAOZHI GAOZHUAN GUIHUA JIAOCAI

“十二五” 高职高专规划教材

机械制图

第2版

JIXIE ZHITU

主 编	卢正平	李 涛	衣玉兰
副主编	王爱民	李 芬	李元辉
	连 萌	邵长凤	刘文福
	陈 瑶	陈 鹏	崔 娜
	李 哲	廖结安	王 清
	喻长发	牛 聪	宋志峰
	任保臣		
参 编	唐 玢	张 研	



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 卢正平, 李涛, 衣玉兰主编. —
— 2 版
. — 成都 : 电子科技大学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5647-3009-3

I. ①机… II. ①卢… ②李… ③衣… III.
①机械制
图 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 116180 号

“十二五”高职高专规划教材

机械制图 2 版

主 编 卢正平 李 涛 衣玉兰

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编:
610051)

策划编辑: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 全国新华书店经销

印 刷: 北京市龙展印刷厂

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 15 字数 319 千字

版 次: 2015 年 6 月第一版

印 次: 2015 年 6 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3009-3

定 价: 60.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话:(028)83202463;本社邮购电话:(028)83208003。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前 言

机械制图是一门既有基本系统理论又有较强实践性的技术基础课,它的基础性内容又是人才素质教育必不可少的内容。其主要目的和任务是使学生掌握机械制图的基本知识,获得读图和绘图能力;培养分析问题和解决问题的能力,形成良好的学习习惯,具备继续学习专业技术的能力;能运用正投影法的基本原理和作图方法;能识读中等复杂程度的零件图;能识读简单的装配图;能绘制简单的零件图。

本书在编写时力图体现以下原则。

1. “教、学、做”合一的原则。理论以“定性”为主,突出应用,应知为应会服务,具有针对性、实用性和直观性,使师生的“教、学、做”合一。

2. 从感性到理性,以“实用、会做、够用”为原则,让学生“从做开始,先会后懂,重在于会,力求于精”,让学生在“做中学”,让教师在“做中教”。实际上就是“先从实践再到理论,先从具体再到抽象,先会后懂,先做后学”的指导思想。

3. 以应用为主线,体现与生产生活的实际联系和职业技能标准的要求。书中汇集大量的学校的机械加工实习项目图以及企业加工零件图,让学生学以致用。

4. 重识图而轻绘图。学生的培养目标是初级或中级技术工人,因此本书目标和学习重点定在识读零件图,而不是绘制或设计零件图。

本书在编写过程中,参考借鉴了国内许多同类教材,在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免有不足和遗漏之处,恳请同行专家和读者批评指正。

编 者

2015年3月

目 录

绪 论	1
第一章 绘制平面图形	3
第一节 绘图工具和绘图仪器的使用	4
第二节 制图的基本知识	7
第三节 几何作图	16
第四节 画平面图形	20
第五节 徒手画图	24
第二章 画基本体三视图	27
第一节 投影法及三视图的形成	28
第二节 三视图的形成	30
第三节 点的投影	32
第四节 直线的投影	36
第五节 平面的投影	40
第六节 平面内的点和直线	43
第七节 基本体三视图画图	44
第八节 基本体相贯三视图	58
第三章 轴测图及三维实体造型	65
第一节 轴测图的基本知识	65
第二节 正等轴测图	66
第三节 斜二轴测图	72
第四节 轴测剖视图的画法	73
第四章 画组合体三视图	75
第一节 组合体的形体分析	75
第二节 组合体的三视图画法	77
第三节 组合体三视图的尺寸标注	79
第四节 组合体读图	84

第五章 机件常用的表达方法	92
第一节 视 图	92
第二节 剖 视 图	96
第三节 断 面 图	107
第四节 其他表达方法	110
第六章 标准件和常用件的画法	116
第七章 零 件 图	152
第一节 零件图概述	152
第二节 零件图的视图选择	154
第三节 零件的工艺结构	157
第四节 零件图上的尺寸标注	160
第五节 零件图上的技术要求	166
第六节 典型零件分析	176
第七节 读 零 件 图	181
第八节 零 件 测 绘	184
第八章 装 配 图	187
第一节 装配图的作用和内容	187
第二节 装配图的表达方法	189
第三节 装配图的标注、零件序号、明细栏及标题栏	191
第四节 装配结构简介	195
第五节 部件测绘和装配图的画法	197
第六节 读装配图的方法与步骤	202
第七节 由装配图拆画零件图	204
附 录	207



绪 论

机械制图是一门重要的专业基础课。它是研究如何运用正投影基本原理,绘制和阅读机械图样的课程,主要任务是培养学生看图、画图和空间想象能力,达到教学大纲对本课程提出的教学要求,以适应今后对工程技术人员工作岗位的需要。

一、图样及其在生产中的用途

1. 图样

在工程技术上,根据投影的原理、标准和有关规定准确地表达物体的形状、结构、大小,以及有关技术要求的图称为图样。

2. 机械制图

不同行业对图样有不同的要求和名称,在建筑工程中使用的图样称为建筑制图,在水利工程中使用的图样称为水利工程图样,在机械制造业中使用的图样称为机械图样。《机械制图》是一门研究机械图样的绘制和阅读的课程,主要研究如何运用正投影法绘制、阅读机械图样课程。

3. 图样的作用和特点

- ①图样是设计、制造、检验、装配机器的依据。
- ②图样是表达设计者意图的重要手段。
- ③图样是工程技术人员交流技术思想的重要依据,素有“工程语言”之称。

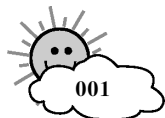
二、本课程的工作任务和学习方法

1. 本课程的工作任务

机械加工行业从事技能型加工的操作者,必须具备机械制图知识,能绘制简单的零件图,能读懂较复杂的零件图和装配图,能看懂图样的各项技术要求,并能建立其加工、制造的工艺等。

在本课程学习期间完成以下几方面的任务:

- ①掌握正投影法的基本原理并能运用投影原理及形体分析法,培养空间构思表达能力。
- ②掌握识读和绘制中等复杂零件图和装配图。
- ③掌握用尺规绘图、徒手绘图的基本知识,具备一定水平的动手操作能力。





④培养学生认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

2. 本课程学习方法

《机械制图》是一门实用技术,是一项操作技能,必须注重实践,多练习,勤动手动脑;教师应采用多样化教学手段,培养学生的学习兴趣。学好本课程的关键在于综合素质和专业知识的提高,所以应注重实践环节的训练和能力的提高。

本课程基本的学习方法如下:

①学习本课程时应结合生产实际,尽量通过参观、拆装等手段了解零件的形状特点、加工方法,提高对形体的认知能力。

②正确处理读图与画图的关系,画图可以加深对制图规律和内容的理解,进而提高读图能力,同样只有充分理解图样才能又快又好地将其画出。

③读图时应独立思考,灵活应用投影原理,严格遵守国家标准有关规定,积极培养和发展空间思维和想象能力,不断提高读图能力。

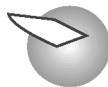
④课后独立、按时完成作业,总结本次课的重点、难点;做好下一次课的预习工作;多读相关参考书籍,拓展相关知识面,提高学习兴趣。

⑤画图要认真细致,按制图标准的要求绘制,努力做到一丝不苟,养成良好的学习习惯,为以后的学习、生活、工作打下良好的基础。





第一章 绘制平面图形



本章概述

BEN ZHANG GAI SHU

图样是产品设计和工艺生产中的重要技术文件,是工程界交流技术思想的一种语言。为了方便技术交流、正确绘制和阅读机械图样,国家制定并颁布了一系列标准,如《技术制图》与《机械制图》;它们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、依据。我们在设计和绘制图样时,必须严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的标准。



教学目标

JIAO XUE MU BIAO

- (1)《机械制图》是一门专业基础课程,学习本课程必须清楚相应的标准,了解机械制图的各项标准规定及相关的知识;
- (2)机械工程图样的尺寸标注是制图学习中的重点和难点,是今后学习的基础,学好平面图形的尺寸标注是学好本课程重要的一步。
- (3)手工绘图是动手能力最佳表现,具备一定的观察能力,掌握手工绘图的技巧,对培养综合能力有非常重要的作用。

如图 1-1 所示,绘制此平面图形,用线型图框表示物体表面。

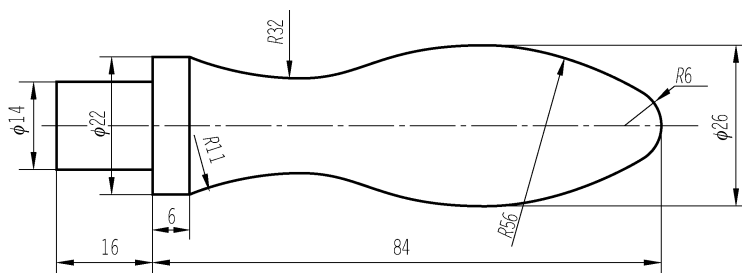


图 1-1 手柄

画图要求:

- (1)掌握圆弧的连接方法和线型应用。
- (2)线条均匀,粗细有别,清晰可见,便于读图。
- (3)按比例画图。





(4)按**要求标注尺寸**。

第一节 绘图工具和绘图仪器的使用

要准确而迅速地绘制图样,必须准确合理地使用绘图仪器与绘图工具。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、曲线板等。

一、常用的绘图工具

1. 图板、丁字尺、三角板

(1)图板

图板形状为矩形,其规格分为 A0, A1, A2,用来铺放和固定图纸。要求表面平坦光洁,尺寸较同号图纸略大。两侧短边为工作边(导边),所以两侧必须平直。图纸在图板上的固定方式如图 1-2 所示。

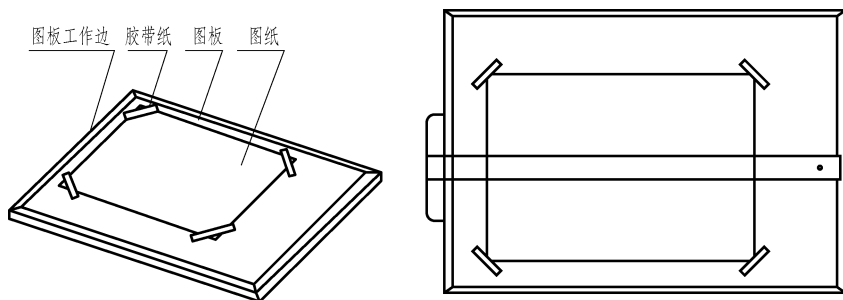


图 1-2 图板、丁字尺与图纸

(2)丁字尺

丁字尺是画水平线的长尺,由尺头和尺身组成。尺头与尺身的连接处必须牢固,尺头的内侧与尺身的上边(工作边)必须垂直。画图时,应使尺头的内侧边紧贴图板两侧的工作边。然后上下移动丁字尺,用丁字尺的上边(标有刻度线)自左向右画出不同位置的水平线,如图 1-2 所示。

(3)三角板

三角板分 45° 和 $30^\circ, 60^\circ$ 两块。除了直接用它们来画直线外,也可配合丁字尺画铅垂线和其他倾斜线。用一块三角板能画出与水平线成 $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 的倾斜线,用两块三角板能画出与水平线成 $15^\circ, 75^\circ, 105^\circ$ 的倾斜线,如图 1-3 所示;也可用两块三角板画出任意角度的平行线。

2. 圆规和分规

(1)圆规

圆规用来画圆和圆弧。圆规的一个脚上装有钢针,称为针脚,用来定圆心;另一个脚



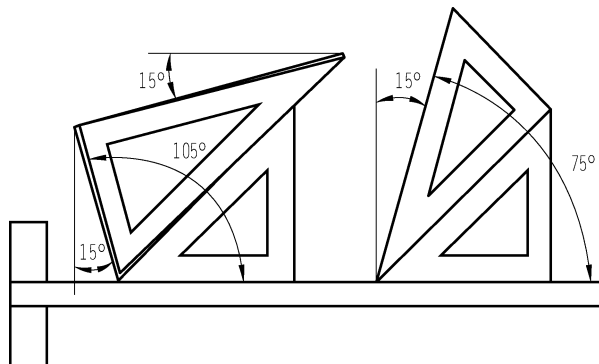


图 1-3 三角板的使用

可装铅芯,称为笔脚,画图前笔脚上的铅芯应削成楔形,以便画出粗细均匀的圆弧。画底稿时,圆规针脚上的钢针应用普通锥形针尖,加深时应调转针尖,换用带支撑面的小针尖,以避免针尖插入图板过深使所画图不准确,针尖均应调得比铅芯稍长一些。当画圆时,圆规所在平面应向前进方向稍微倾斜;当画较大的圆或加深时,圆规两脚均保持与纸面垂直,如图 1-4 所示。

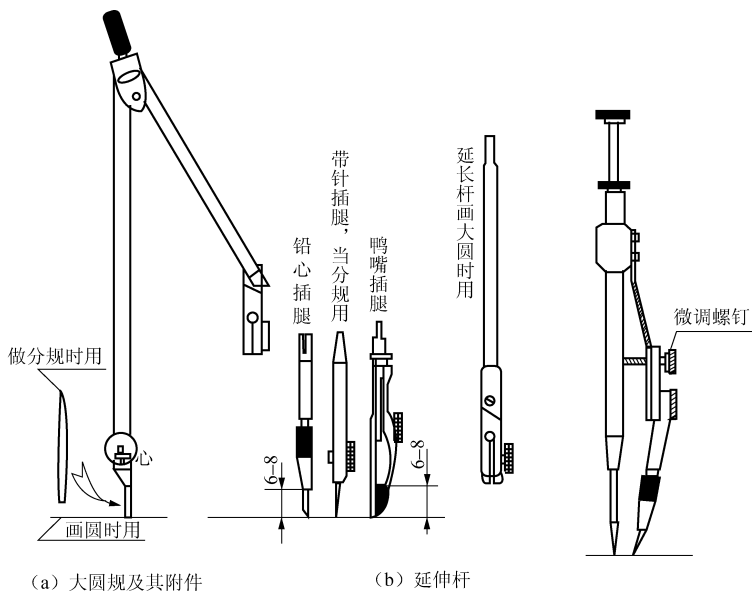


图 1-4 圆规与分规

(2) 分规

分规是用来等分和量取线段的。分规两脚的针尖在并拢后应能对齐。分规使用方法如图 1-5 所示。

(3) 曲线板

曲线板用来绘制不规则的非圆曲线。首先用铅笔在曲线上定出足够数量的点,再徒手用铅笔轻轻地将各点连接成一条光滑曲线,然后在曲线板上选择曲率与之相吻合的部



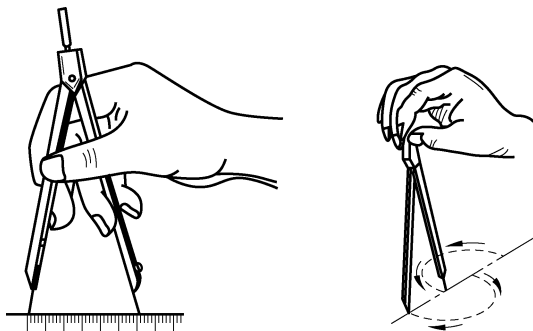


图 1-5 分规的使用

分,分段画出各段曲线。注意应先试后画,留出各段曲线末端的一小段不画,用于连接下一段曲线,这样曲线才显得圆滑,如图 1-6 所示。

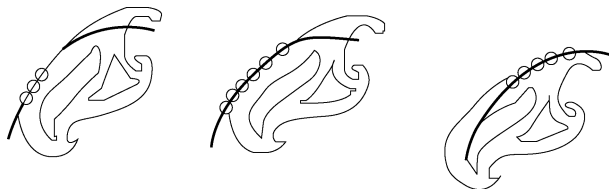


图 1-6 曲线板的使用

描画对称曲线时,最好先在曲线板上标上记号,然后翻转曲线板,便能方便地按记号的位置描画对称曲线的另一半。

二、常用的绘图用品

1. 铅笔

常用绘图铅笔有木杆和活动铅笔两种。铅芯的软硬程度分别以字母 B、H 前的数值表示。字母 B 前的数字越大表示铅芯越软,字母 H 前的数字越大表示铅芯越硬。标号 HB 表示铅芯软硬适中。画图时,通常用 H 或 2H 铅笔画底稿;用 B 或 HB 铅笔加粗加深全图;写字时用 HB 铅笔。铅笔可修磨成圆锥形或矩形。圆锥形铅芯的铅笔用于画细线及书写文字,矩形铅芯的铅笔用于描深粗实线。铅笔削法如图 1-7 所示。

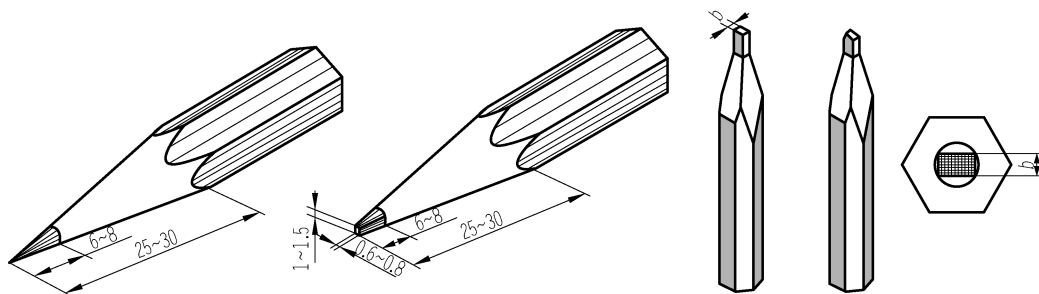


图 1-7 铅笔削法





第二节 制图的基本知识

为了便于技术交流、档案保存和各种出版物的发行,使制图规格和方法统一,国家质量技术监督局颁布了一系列有关制图的国家标准(简称“国标”或“GB”),在绘制技术图样时,涉及各行各业必须共同遵守的内容,如图纸及格式、图样所采用的比例、图线及其含义以及图样中常用的数字和字母等均属于基本规定的范畴。

一、图纸幅面和格式

1. 图纸幅面(GB/T14689—2008)

图纸幅面是指绘制图样时,所选用纸张的尺寸规格。基本幅面代号有 A0, A1, A2, A3, A4 五种。基本幅面图纸中, A0 幅面为 1m^2 , 长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍。沿 A0 幅面的长边对裁,即为 A1 的幅面,故 A1 图纸面积是 A0 的一半,其余以此类推。绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 规定的幅面尺寸。

表 1-1 基本幅面尺寸

mm

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

图纸还可以加长加宽,加长幅面是按基本幅面的短边成整数倍增加,如图 1-8 所示。

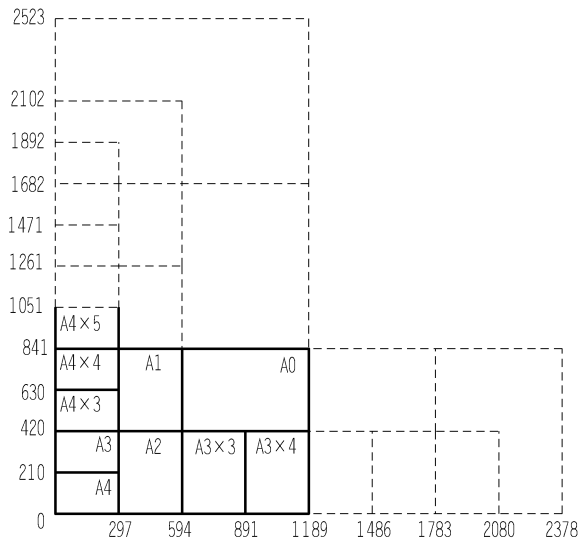


图 1-8 图纸加长加宽





2. 图框格式(是否需要装订)

在图纸上必须用粗实线绘制图框。图框的形式有两种:一种是带有装订边的图框,图纸边框由 a 和 c 两种尺寸组成,如图 1-9 所示。另一种是不需要装订的图样,图纸边框只有 e 一种尺寸形式,如图 1-10 所示。

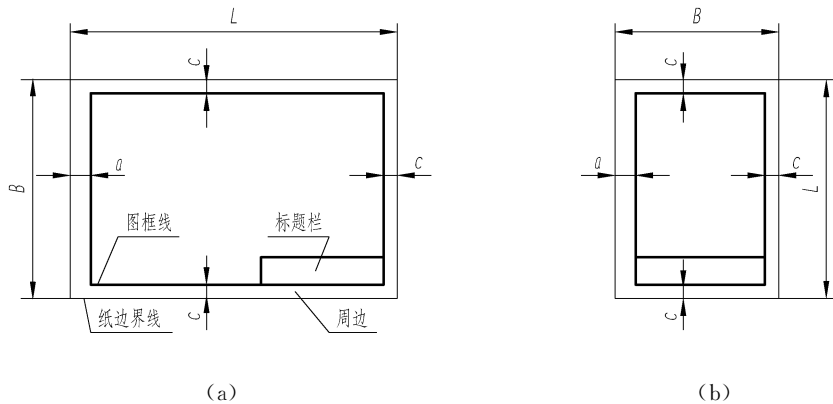


图 1-9 图框留装订边

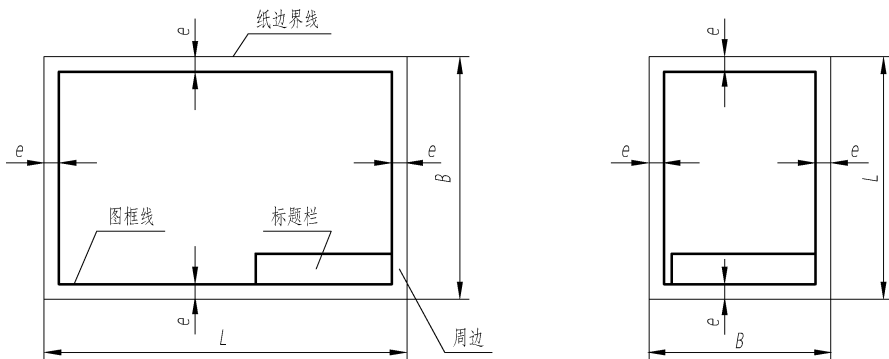


图 1-10 图框不留装订边

装订时,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装,图纸边框 a 等于 25mm 的尺寸,就是装订时需要的尺寸。

3. 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

为使绘制的图样便于管理与查阅,每张图都必须有标题栏。标题栏一般画在图框的右下角,标题栏的外框是粗实线,其右边和底边与图框重合,内部的分栏用细实线绘制,填写的字体除名称用 10 号字体外,其余均用 5 号字。学生用标题栏的内容和格式如图 1-11 所示。

二、比例(GB/T 14690—2003)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称。比例分原值比例、放大比例和缩小比例三种。比值为 1 的比例为原值比例;比值大于 1 的比例为放大比例;比值小于 1 的比例为缩小比例,如表 1-2 所示。



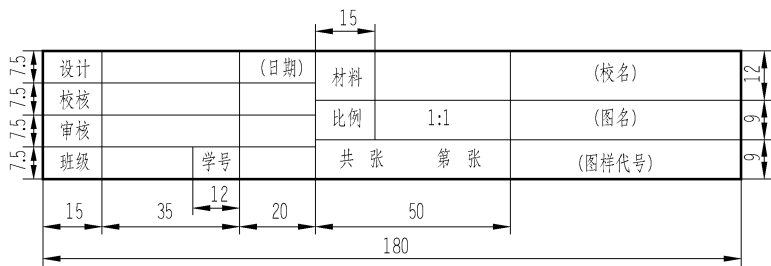


图 1-11 标题栏

表 1-2 比例

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 $1 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$ $4 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:6 $1:1 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$ $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注:(1) n 为正整数。(2)粗体字为优先选用比例。

绘制同一机件的各个图形应采用相同的比例,并把采用的比例填写在标题栏中的比例栏中。当某个图形采用了另外一种比例,则应另加标注,如局部放大图。

(1)为了在图样上直接获得实际机件大小的真实概念,应尽量采用 1:1 的比例绘图。

(2)如不宜采用 1:1 的比例时,可选择放大或缩小的比例,不论图样采用何种比例,图样中所标注的尺寸必须是机件的实际尺寸,与图样的准确程度和比例大小无关。

三、字体(GB/T14691—2003)

字体就是图样和技术要求文件中汉字、数字及字母的书写形式。国家标准对字体进行了标准规定。必须按标准规定书写,CAD 计算机绘图也应按标准选择字号和字体等。字体要求:字体工整、笔画清楚,间隔均匀、排列整齐。字体高度为公称系列。

1. 汉字

字体的字高即字体号数,简称字号(以 mm 为单位),字的高宽比约为 $3/2$,字号有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 共八种,相邻字号为 $\sqrt{2}$ 倍关系。一般图样尺寸标注选择 3.5 号字。

汉字写成长仿宋体,汉字高度不小于 3.5 mm。长仿宋体字书写要领:横平竖直,起落有锋,结构均匀,宽度适宜,简单讲就是:工整、瘦长、顿笔,如图 1-12 所示。

2. 数字和字母

字母和数字按笔画粗细分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。在同一张图纸上只允许选用一种形式的字体。A 型字母和数字可以写成直体和斜体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,如图 1-13 所示。





10号汉字

字体端正 笔划清楚 间隔均匀 排列整齐

7号汉字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号汉字

技术制图 机械 电子 汽车 航空 船舶 土木建筑 矿山 港口 纺织 服装

图 1-12 长仿宋体汉字示例

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

I II III IV V VI VII VIII IX X

I II III IV V VI VII VIII IX X

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

图 1-13 字母、罗马数字与阿拉伯数字示例

四、图线(GB/T4457.4—2002)

图线是构成图形的基本单元,图形表达的内容用不同的图线来完成。

1. 图线的种类

机械制图的图线一般分为粗、细两类。画图时,根据图形的大小和复杂程度,可在0.5~2mm的范围内选定粗线的宽度(d),一般表示形体的轮廓用粗实线,还有粗点画线等。细线的宽度约为 $d/2$,细线可以画成细实线、点画线、虚线等。


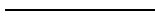
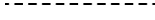


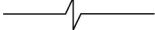
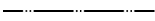


2. 图线的形式与应用

图样是由多种图线组成的,常用的线型有以下几种,如表 1-3 所示。





表 1-3 图线及应用

图线名称	图线型式	图线宽度/mm	主要用途
粗实线		$d(0.5\sim 2\text{mm})$	可见轮廓线、螺纹牙顶线、螺纹终止线、齿顶圆线、可见棱边线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
细点画线		$d/2$	轴线、中心对称线、分度圆(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		$d/2$	
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件轮廓线、极限位置轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
粗点画线		d	有特殊要求的线

3. 图线画法

(1)在同一张图纸上,粗实线的宽度是细线的3~4倍,细线与粗实线同样黑,底稿要足够轻、足够细,底稿线不需要擦除。

(2)虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相同,虚线的线段长度2~6mm、间隔约为1mm;点画线的线段长度为15~30mm,线段中间是约等于1mm的短画而不是点,两边间隙各1mm,全长共约3mm。

(3)当绘制图形的对称中心线、轴线时,细点画线应超出轮廓线3~5mm,圆心应为线段的交点。点画线、双点画线的首末两端应是画线而不是点。

(4)在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时,可用细实线代替。

(5)当虚线、点画线、双点画线自身相交或与任何其他图线相交时,都应是线线相交而不应在空隙处或点处相交,当虚线处在粗实线的延长线上时,粗实线应画到分界面而虚线应留有空隙,如图1-14所示。