



普通高校“十三五”规划教材

机械制图

郭友寒 等编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

机械制图

郭友寒 等编著



北京航空航天大学出版社

内容简介

本书共 15 章及 1 个附录。主要内容包括:制图的基本知识和技能、正投影法基础、立体的投影及立体表面的交线、轴测投影、组合体视图、机件表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、SolidWorks 三维软件、SolidWorks 零件构型设计、SolidWorks 装配设计、焊接图等。

与本书配套的《机械制图综合应用》同时出版。

本教材适用于高等院校非机类、管理类等专业,也可作为高等职业技术学院、职工院校、成人教育等相关专业的教材,还可供工程技术人员使用及自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/郭友寒等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5124-2224-7

I. ①机… II. ①郭… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 200981 号

版权所有,侵权必究。

机械制图

郭友寒 等编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:23.5 字数:602 千字

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-2224-7 定价:46.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

随着科学技术的高速发展,学科门类不断增加,并且互相渗透和融合,高等教育也伴随着改革而蓬勃发展。由于学科门类的增加,制图课的教学时数在大幅度下调,调整原有的教学内容、教学体系和教学手段以适应新的形势成为必然趋势。

本书根据教育部关于21世纪教学内容和课程体系改革的精神,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2010年制定的“普通高等学校本科工程图学教学基本要求”,在1994年出版的《机械制图》、2004年出版的《现代机械制图》基础上,通过多年来对非机类、管理类等专业及“工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系的改革与实践”课题研究的实践教学,将机械制图、三维实体设计等相关内容有机地融合在一起,在认真总结、吸收国内外先进经验及近年来课程教学改革实践的基础上编写而成。

本书的主要特点是:

1. 根据非机类和管理类专业的特点、教学目的和要求以及学时的减少以及增加新知识的需要,在保证基本理论和知识体系完整性的基础上,精简了部分内容,增加了立体图插图,以减小学习的难度,便于自学和建立空间概念。

2. 注重手工绘制草图和仪器绘图,增加了计算机三维造型设计并作为现代绘图工具和设计方法等内容,使学生学后既知道三维设计软件,又会具体操作,将所学三维设计知识与制图内容有机结合。

3. 鉴于某些非机类、管理类等专业一般不再开设与机械制造有关的课程,所以,本书除增加焊接图一章外,在零件图、装配图等章节和附录中,结合具体内容、图例,简要介绍了零件构形设计过程、工业造型设计及制造和工艺等方面的知识,以拓宽学生的知识面,了解零件结构的形成过程,帮助学生理解机械图样中的有关内容。为满足新形势下国际贸易、国际交流的需要,增加了第三角画法的内容。

4. 为配合有关章节内容,附录中摘引了部分国家标准,以培养学生树立严格遵守国家标准的思想;并学会运用工具书,掌握查阅标准手册的能力,使在工程技术中得到熟练使用。亦可供工程技术人员使用。

5. 每部分习题的题量适中,难易梯度明显,题型多变,增加了徒手绘图的训练。

6. 本书内容深入浅出、图文并茂、讲解详细,并全部采用最新国家标准。

本书由郭友寒、蒋志强、原一峰等编著。参加编写的有:郭友寒(绪论、第1章、第2章、第5章、第7章、第10章、第12章、第13章、第15章、附录),蒋志强、杨静、刘学申、高卡(第3章、第6章、第8章、第9章、第11章),原一峰(第14章),王丽萍(第4章)。郭友寒制定了编写大纲并通稿和定稿。

本书在编写过程中,曾得到许多部门和同志的大力支持和帮助,在此谨表示衷心感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中缺点、错误、疏漏和不足之处在所难免,敬请读者及同仁批评指正。

编 者

2016年1月

目 录

绪 论	1
一、研究对象	1
二、本课程的主要任务	1
三、本课程的学习方法	1
第 1 章 制图的基本知识和技能	2
1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	2
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)、标题栏 (GB/T 10609.1—2008)	2
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)	5
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	6
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998,GB/T 4457.4—2002)	8
1.1.5 尺寸注法(GB/T 16675.2—1996,GB 4458.4—2003)	10
1.2 绘图工具的使用	13
1.2.1 图板、丁字尺、三角板的用法	13
1.2.2 分规、比例尺的用法	14
1.2.3 圆规的用法	14
1.2.4 曲线板和铅笔的用法	15
1.3 几何作图	15
1.3.1 正多边形	15
1.3.2 斜度和锥度	15
1.3.3 圆弧连接	16
1.3.4 椭圆的画法	18
1.4 平面图形分析及尺寸标注	18
1.4.1 平面图形的线段分析	18
1.4.2 平面图形的尺寸标注	19
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 画徒手图的用途及画法	21
第 2 章 正投影法基础	23
2.1 投影方法概述	23
2.1.1 投影法的基本概念	23

2.1.2	平行投影法的基本性质	24
2.1.3	工程上常用的几种投影图	25
2.2	三视图的形成及其投影规律	27
2.2.1	三投影面体系	27
2.2.2	三视图的形成	28
2.2.3	三视图的位置关系和投影规律	29
2.3.4	简单物体三视图的画法	30
2.3	点的投影	31
2.4	直线的投影	36
2.5	平面的投影	43
第3章	立体投影	52
3.1	平面立体投影	52
3.1.1	棱柱的投影	52
3.1.2	棱锥的投影	53
3.1.3	平面立体表面上的点和线	54
3.2	曲面立体投影	59
3.2.1	圆柱	59
3.2.2	圆锥	60
3.2.3	圆球	62
第4章	立体表面交线	65
4.1	平面与曲面立体相交	65
4.1.1	平面与圆柱体相交	65
4.1.2	平面与圆锥体相交	68
4.1.3	平面与球面相交	69
4.1.4	综合举例	70
4.2	两曲面立体相交	71
4.2.1	求相贯线的方法	71
4.2.2	两圆柱正交相贯的三种形式	74
4.2.3	相交两圆柱尺寸的变化对相贯线形状的影响	75
4.2.4	同轴回转体的相贯线	76
第5章	轴测投影	77
5.1	轴测投影的基本知识	77
5.2	正等轴测图的画法	78
5.3	斜二等轴测图的画法	84

第 6 章 组合体视图	87
6.1 组合体的组成分析	87
6.2 组合体视图的画法	89
6.3 组合体尺寸标注	92
6.4 组合体视图的读法	96
第 7 章 机件的表达方法	101
7.1 视 图	101
7.2 剖视图	105
7.2.1 剖视图的概念	105
7.2.2 剖视图的种类	108
7.2.3 剖切面的种类	113
7.2.4 剖视图中的简化画法、规定画法	116
7.3 断面图	118
7.3.1 断面图概念	118
7.3.2 断面图的种类	118
7.3.3 剖切位置与断面图的标注	120
7.4 局部放大图和简化画法	120
7.4.1 局部放大图	120
7.4.2 简化画法	121
7.5 第三角画法简介	124
第 8 章 紧固件	128
8.1 螺纹及螺纹连接件	128
8.1.1 螺 纹	128
8.1.2 螺纹连接件	135
8.2 键及其连接	140
8.2.1 键的作用、形式和标记	140
8.2.2 键连接的画法	141
8.3 销及其连接	142
第 9 章 常用件	144
9.1 齿 轮	144
9.2 弹 簧	148
9.3 滚动轴承	151
第 10 章 零件图	156
10.1 零件图的作用和内容	156

10.2	零件的结构设计	157
10.3	零件表达方案的选择及尺寸标注	166
10.4	零件图上的技术要求	177
10.4.1	表面结构	178
10.4.2	极限与配合	191
10.4.3	几何公差	200
10.5	典型零件图例分析	206
10.5.1	轴套类零件	207
10.5.2	轮盘类零件	208
10.5.3	叉架类零件	209
10.5.4	箱体类零件	211
10.6	读零件图	212
第 11 章	装配图	215
11.1	装配图的内容	215
11.2	装配图的表达方法	217
11.3	装配图的尺寸标注、技术要求、序号及明细栏	218
11.4	常见装配结构的合理性	221
11.5	读装配图	222
第 12 章	SolidWorks 三维软件	227
12.1	SolidWorks 基础	227
12.1.1	SolidWorks 概述	227
12.1.2	SolidWorks 功能概述	227
12.1.3	SolidWorks 操作界面	228
12.1.4	SolidWorks 系统环境	231
12.2	草图绘制	233
12.2.1	草图绘制的基本概念	233
12.2.2	绘制草图	235
12.2.3	编辑草图	239
12.3	参考几何体	243
12.3.1	建立基准	243
12.3.2	建立坐标系	245
12.3.3	建立参考点	245
第 13 章	SolidWorks 零件构型设计	247
13.1	基本特征	247
13.1.1	拉伸特征	247
13.1.2	旋转特征	254

13.1.3	扫描特征	258
13.1.4	放样特征	263
13.2	基本实体编辑	267
13.2.1	筋特征	268
13.2.2	筋建模应用——轴承座	268
13.2.3	孔特征	271
13.2.4	圆角特征	274
13.2.5	倒角特征	277
13.2.6	拔模特征	279
13.2.7	抽壳特征	280
13.3	零件工程图	283
13.3.1	零件工程图概述	283
13.3.2	零件视图选择	284
13.3.3	零件工程图的尺寸标注	284
第 14 章	SolidWorks 装配体设计	286
14.1	装配体设计思路	286
14.1.1	自上而下设计法	286
14.1.2	自下而上设计法	287
14.2	装配体设计	287
14.2.1	装配体文件的建立方法	287
14.2.2	装配体设计实例——转子泵	288
14.3	装配体的检查	312
14.3.1	干涉检查	312
14.3.2	间隙验证	314
14.3.3	孔对齐	317
第 15 章	焊接图	319
附 录		332
一、	常用螺纹及螺纹紧固件	332
二、	常用键与销	342
三、	深沟球轴承(摘自 GB/T 276—2013)	344
四、	极限与配合	346
五、	常用材料及热处理、表面处理	359
参考文献		366

绪 论

一、研究对象

在现代化的工业生产中,各种机器、仪器或建筑物等都是依照图样来生产或施工的。所谓图样就是能正确表达物体的形状、尺寸和制造要求的图。因此,图样是生产中的依据。图样和文字、数字一样,是人类借以表达构思分析和交流思想的基本工具之一。在设计机器时,设计者要通过图样来表达设计思想、意图和要求;在制造机器时,做毛坯、加工、检验、装配等各个环节,都要以图样为依据;在使用机器时,使用者要通过图样来了解机器的结构特点和性能;在技术交流、科技合作时,也要用图样来交流科学技术成果和先进技术经验。在经贸洽谈、经营管理中,也同样离不开图样。所以,人们通常把图样形象地比喻为“工程界的语言”。它是设计、制造、使用机器过程中的重要技术文件。它不但是工科专业的必修课,而且也是管理类专业的必修课。

二、本课程的主要任务

本课程的主要任务是:

- ① 学习投影法(主要是正投影法)图示空间物体的基本理论和方法。
- ② 了解国家标准的基本规定,能查阅有关标准手册。
- ③ 培养徒手绘图、仪器绘图、计算机绘图的绘图能力。
- ④ 能运用所学的基本理论、基本知识和基本技能绘制和阅读不太复杂的零件图和简单的装配图。
- ⑤ 培养自学能力、形象思维能力和审美能力。
- ⑥ 培养耐心细致的工作作风、严肃认真的工作态度和科学的工作方法。

三、本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又有较强实践性的课程。因此,在学习本课程的基本理论时,必须掌握其基本概念、基本图示原理和作图方法。为了建立空间概念,应反复地进行由物体绘制成图样,以及由图样想象出物体形状的练习。在图示物体时,要分析空间几何要素或物体所处的位置以及它们之间的相对位置,注意培养空间构形能力。

实践是巩固理论学习和验证理论知识是否学到手的有效途径。因此,学习本课时除认真听课外,还必须独立完成一定数量的习题。在完成作业(徒手绘图、仪器绘图)过程中,作图不仅要正确,而且图面要整齐清洁,由此来培养耐心细致、严肃认真的工作作风。同时应严格遵守国家标准的有关规定。

鉴于图样是产品生产和经营管理中的重要技术文件,绘图和读图的差错都会给生产和经营管理带来损失。所以,在学习和工作中必须严肃认真,一丝不苟。

第 1 章 制图的基本知识和技能

技术图样在现代工业生产中,是产品从市场调研、方案确定、设计、加工、检验、安装、调试、使用和维修等整个过程中表达设计思想、进行技术交流和组织生产必不可少的重要技术资料,是发展和交流科学技术的重要工具,是工程界通用的技术“语言”。技术图样作为“工程界的语言”和现代工业生产中不可或缺的技术资料,具有严格的规范性。为了保证规范性,便于生产、管理和技术交流,国家制定并颁布了一系列相关的国家标准,简称“国标”,其中包括强制性国家标准(代号“GB/Q”)、推荐性国家标准(代号“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号“GB/Z”)。本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》的一些基本规定,绘图工具的使用方法,几何作图,平面图形分析及尺寸标注等内容。

1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

国家标准《技术制图》与《机械制图》统一规定了制图规则。它们是绘制和阅读技术图样的准则和依据,在绘制技术图样时必须严格遵守。

本节摘要介绍“图纸幅面”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸注法”等国标内容。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)、标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面图纸。图幅代号为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 单位: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				

图 1-1 中的粗实线为基本幅面(第一选择)。必要时,可按规定加长图纸的幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。细实线和细虚线所示分别为第二选择及第三选择所规定的加长幅面。

2. 图框格式

图样中的图框有内外两框,如图 1-2 所示。外框即边框表示图纸边界,用细实线绘制,其大小为幅面尺寸;内框即图框用粗实线绘制,其尺寸见表 1-1。图框是图纸上限定绘图区

域,图样绘制在图框内部。

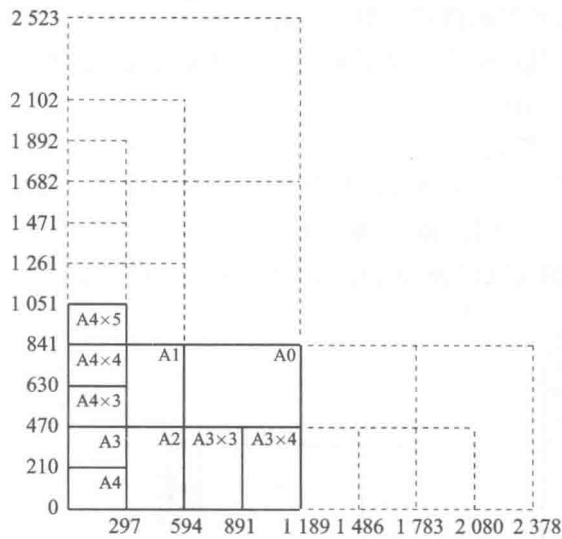


图 1-1 图纸的幅面尺寸

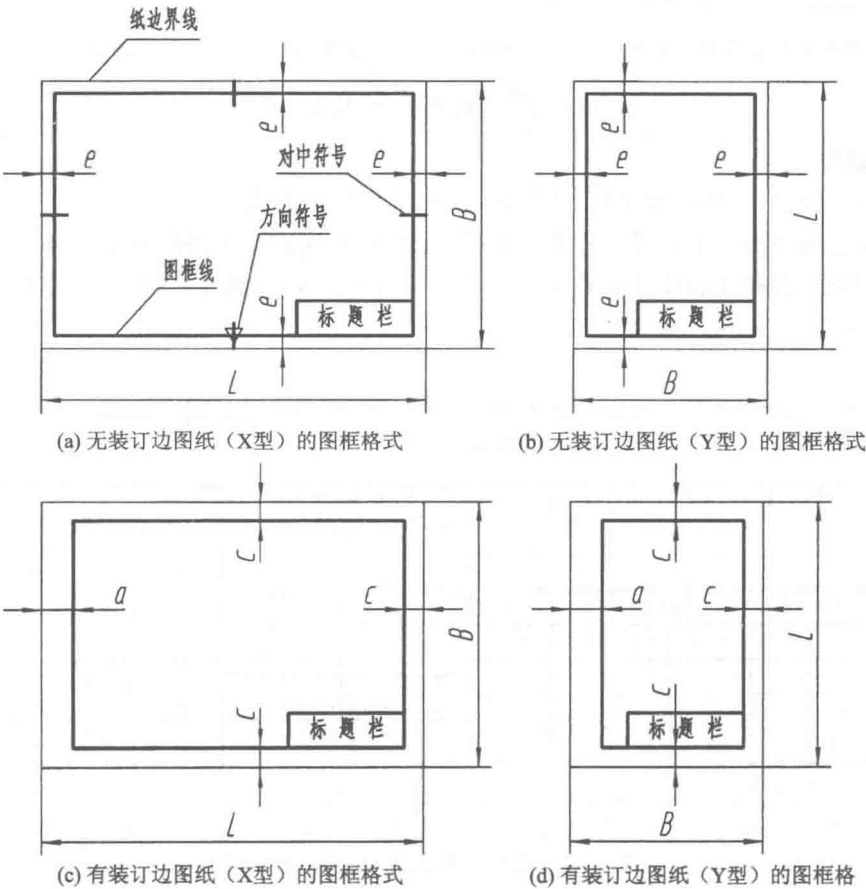


图 1-2 图框格式

图框格式分为不留装订边和留装订边两种,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 1-2(a)、(b)所示,其尺寸如表 1-1 所列。

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-2(c)、(d)所示,其尺寸如表 1-1 所列。图纸一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

无论何种图纸均可以横放或竖放。

为了使用预先印制的图纸,明确绘图与看图方向,应在图纸的下边对中符号处加画一个方向符号,如图 1-2(a)、图 1-3(a)和(b)所示。

方向符号使用的是细实线绘制的等边三角形,其大小和尺寸如图 1-3(c)所示。

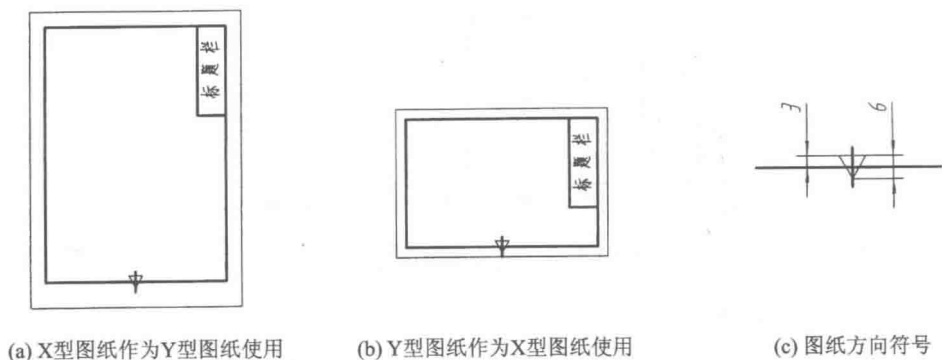


图 1-3 方向符号的使用及尺寸

3. 标题栏

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成。

国标规定每张图纸上都必须画出标题栏,标题栏的位置位于图纸的右下角,按图 1-2 所示的方式配置。其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—2008 规定,图 1-4 是该标准提供的标题栏格式。



图 1-4 国标规定的标题栏格式和尺寸

制图作业时标题栏可采用图 1-5 的格式。

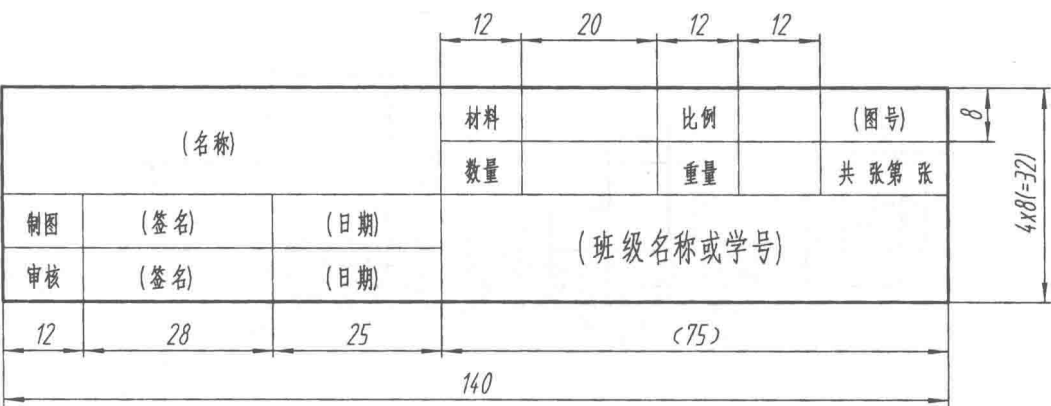


图 1-5 学生练习使用的标题栏

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应根据实际需要优先在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例;必要时,也允许选取表 1-3 中规定的比例。

表 1-2 优先比例

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

注: n 为正整数。

表 1-3

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: n 为正整数。

为了使图形更好地反映机件实际大小,绘图时应尽量采用 1 : 1 的比例。当机件不宜采用 1 : 1 比例绘制时,也可以采用放大或缩小比例绘制。但标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图 1-6 所示。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。绘制同一机件的各个视图应采用相同比例,当

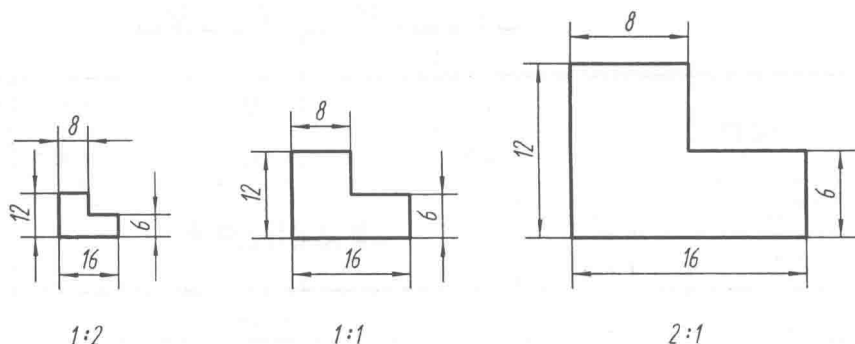


图 1-6 用不同比例绘制同一机件的图形

某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

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。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。字体的高度代表字体的号数。

如果需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应采用长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字,其字高 h 不应小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 $0.667h$)。

长仿宋体的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

汉字示例:

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

技术制图 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 井坑港口 纺织服装

螺纹齿轮 端子接线 飞行指导 驾驶舱位 挖填施工 引水通风 闸坝棉麻 化纤

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十四分之一($d = h/14$),B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一($d = h/10$)。

在同一张图纸上,只允许选用一种形式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。

字体书写实例如图 1-7 所示。

3. 综合应用示例

① 用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母,一般应采用一号字体。

10^3 5^{-1} D_1 T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{+1^\circ}_{-2^\circ}$ $\frac{3}{5}$

② 其他应用示例

$10Js5(^{+0.003})$ $M24-6h$ $\phi 25\%$

$\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra\ 1.6}$ $R8\ 5\%$

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

绘制图样时,应采用表 1-4 所规定的图线。

表 1-4 绘制图样采用的图线

图线代号及名称	图线名称	图线形式	图线宽度	应用举例
No. 01 (实线)	No. 01.2 粗实线		d	可见轮廓线
	No. 01.1 细实线		$d/2$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、重合剖面的轮廓线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线、引出线、分界线及弯折线、辅助线,可见过渡线等
	No. 01.1 波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
	No. 01.1 双折线		$d/2$	断裂处的边界线
No. 02 (虚线)	No. 02.1 细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
	No. 02.2 粗虚线		d	允许表面处理的表示线
No. 04 (点画线)	No. 04.1 细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
	No. 04.2 粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线