

The background of the cover is a technical drawing of a mechanical part, possibly a shaft or a bracket, with various lines, dimensions, and a table of properties. A large, dark, stylized compass is positioned diagonally across the center of the cover, with its legs resting on the drawing. The title '机械制图' is written in large, bold, black Chinese characters across the middle of the cover.

机械制图

第3版

JIXIE ZHITU

俞巧云 胡红专 编著

中国科学技术大学出版社

机 械 制 图

(第 3 版)

俞巧云 胡红专 编著

中国科学技术大学出版社

2006 · 合肥

内 容 简 介

本书根据高等工业学校《画法几何及机械制图课程教学基本要求》和 1988~2005 年颁布的最新国家标准编写而成。

全书共分 11 章:制图的基本知识、点线面的投影、基本形体及组合体视图、轴测图、机件常用的表达方法、常用机件和常用结构要素的特殊表示法、零件图、装配图、表面展开、国外机械图样简介和计算机绘图。

为便于复习和自学,每章后面附有思考练习题,另外编有《机械制图习题集》供配套使用。

本书适合于高等院校 60~100 学时的非机类、近机类的制图课教学使用,亦可供大专、成人教育等各类学校教学使用。教学中可按不同专业和学时对内容作适当取舍。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/俞巧云,胡红专编著. —3 版. —合肥:中国科学技术大学出版社,2006. 2
ISBN 7-312-01877-7

I. 机… II. ①俞… ②胡… III. 机械制图—高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 152632 号

机械制图

俞巧云 胡红专 编著

责任编辑:李攀峰 孔庆勇

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026

编辑部:0551-3602900 发行部:0551-3602905

Email: edit@ustc. edu. cn

网址: <http://www.press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥现代印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 787 mm×1092 mm 1/16

印张 21.75

字数 557 千

版次 1997 年 9 月第 1 版 2006 年 2 月第 3 版

印次 2006 年 2 月第 4 次印刷

书号 ISBN 7-312-01877-7/TH·14

定价 33.00 元

前 言

本书是在修订版的基础上,结合近年来的教学实践和新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准修订而成的。

本书继续保持了前一版的几个特色,并有所拓展:

1. 收编了 1988~2005 年颁布的最新《技术制图》、《机械制图》国家标准。
2. 增强了“第三角投影法”的内容,并保留了“国外机械图样介绍”内容,以适应日益发展的国际技术交流和国际贸易的需要。
3. 计算机绘图着重介绍了应用最为广泛的 AutoCAD 2006 绘图软件,以使學生能独立完成简单零件的计算机图样绘制。
4. 保留了每章后面附有的思考练习题,便于学生复习和自测。

与本书配套使用的有《机械制图习题集》。

本书适合于高等院校及各类专科学校 60~100 学时、非机类及近机类专业的制图教学使用。

本教材由俞巧云、胡红专编著,书中插图由胡红专、骆念武、李关关(合肥工业大学)等共同完成。

本书的修订工作得到了中国科学技术大学各级领导的关心与支持,出国在外的前一版主编朱仁芝教授,对本教材的修订仍给予了极大的关注与指导,本书中也还保留了她编写的很多内容。在此一并致谢!

由于水平有限,书中的缺点和错误在所难免,诚请广大读者批评指正。

编著者

2005 年 8 月

目 录

前言	(1)
0 绪论	(1)
0.1 本课程的研究对象	(1)
0.2 本课程的性质和任务	(1)
0.3 本课程的学习方法	(2)
1 机械制图的基本知识与技能	(3)
1.1 《机械制图》与《技术制图》国家标准	(3)
1.1.1 概述	(3)
1.1.2 基本规定	(3)
1.2 绘图方法与绘图工具、仪器的使用	(20)
1.2.1 仪器绘图	(20)
1.2.2 徒手绘图	(21)
1.3 几何作图	(23)
1.3.1 正多边形	(23)
1.3.2 斜度和锥度	(23)
1.3.3 圆弧连接	(24)
1.3.4 椭圆	(24)
1.4 平面图形的画法	(25)
1.4.1 平面图形中的尺寸分析	(25)
1.4.2 平面图形的线段分析	(26)
1.4.3 画平面图形的方法与步骤	(26)
2 点、直线、平面的投影	(30)
2.1 投影法的基本概念	(30)
2.1.1 投影法	(30)
2.1.2 投影法的分类	(30)
2.2 点	(31)
2.2.1 点在三面体系中的投影	(31)

2.2.2 两点的相对位置	(33)
2.2.3 特殊位置点的投影	(33)
2.3 直线	(34)
2.3.1 直线投影的画法	(34)
2.3.2 直线对投影面的相对位置	(35)
2.3.3 直线上的点	(37)
2.3.4 两直线的相对位置	(38)
2.4 平面	(40)
2.4.1 平面的表示法及其投影	(40)
2.4.2 平面对投影面的相对位置	(41)
2.4.3 平面上的直线和点	(43)
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(45)
2.5.1 平行关系	(45)
2.5.2 相交关系	(47)
2.6 换面法	(49)
2.6.1 换面法的原理	(50)
2.6.2 换面法的具体方法	(50)
2.6.3 换面法的应用实例	(51)
3 基本形体及组合体的视图	(56)
3.1 投影图与视图	(56)
3.1.1 体的投影	(56)
3.1.2 三面投影与三视图	(57)
3.2 基本形体的三视图	(58)
3.2.1 平面立体	(58)
3.2.2 回转体	(61)
3.3 平面与回转体表面相交	(66)
3.3.1 平面与圆柱面相交	(66)
3.3.2 平面与圆锥面相交	(69)
3.3.3 平面与球相交	(70)
3.3.4 平面与组合回转体相交	(71)
3.4 两回转体表面相交	(72)
3.4.1 相贯线的性质	(72)
3.4.2 求相贯线的方法	(72)
3.4.3 相贯线的变化趋势	(77)
3.4.4 相贯线的特殊情况	(78)
3.4.5 相贯线的简化画法	(78)
3.4.6 过渡线	(79)
3.5 组合体	(79)

3.5.1 组合体的组合形式	(79)
3.5.2 组合体视图的画法	(82)
3.5.3 组合体的尺寸标注	(84)
3.5.4 看组合体视图	(88)
4 轴测图	(97)
4.1 概述	(97)
4.1.1 轴测投影的形成	(97)
4.1.2 轴向伸缩系数与轴间角	(98)
4.1.3 轴测投影的分类	(98)
4.2 正等轴测投影	(99)
4.2.1 正等轴测投影的轴向伸缩系数与轴间角	(99)
4.2.2 平面立体的正等轴测投影的画法	(99)
4.2.3 曲面立体正等轴测投影的画法	(101)
4.2.4 组合体的正等轴测投影画法	(103)
4.3 斜二等轴测投影	(105)
4.3.1 斜二等轴测投影的轴向伸缩系数与轴间角	(105)
4.3.2 斜二等轴测投影的画法	(105)
5 机件常用的表达方法	(109)
5.1 视图	(109)
5.1.1 基本视图	(109)
5.1.2 向视图	(110)
5.1.3 局部视图	(112)
5.1.4 斜视图	(113)
5.2 剖视图	(115)
5.2.1 剖视图的基本概念	(115)
5.2.2 剖视图的种类	(119)
5.2.3 剖切面的分类与应用	(124)
5.3 断面图	(129)
5.3.1 基本概念	(129)
5.3.2 断面的种类、配置及标注	(130)
5.4 关于剖面符号、图样画法的一些规定	(133)
5.4.1 剖面符号的画法	(133)
5.4.2 局部放大图	(134)
5.4.3 简化画法与其它规定画法	(135)
5.5 综合应用举例	(137)
5.6 第三角画法简介	(141)
5.6.1 第三角画法视图的形成与投影规律	(141)
5.6.2 第三角画法的标识符	(141)

5.6.3 第三角画法的特点	(142)
6 常用机件和常用结构要素的特殊表示法	(146)
6.1 螺纹与螺纹紧固件的表示法	(146)
6.1.1 螺纹的形成与组成要素	(146)
6.1.2 螺纹的规定画法	(149)
6.1.3 常用螺纹的标注方法	(150)
6.1.4 螺纹连接件的画法及标注	(154)
6.2 键与销	(159)
6.2.1 键与键连接	(159)
6.2.2 销与销连接	(162)
6.3 齿轮	(163)
6.3.1 标准直齿圆柱齿轮	(164)
6.3.2 直齿锥齿轮简介	(169)
6.3.3 蜗轮、蜗杆简介	(170)
6.4 滚动轴承表示法	(172)
6.4.1 滚动轴承的结构及其规定画法	(172)
6.4.2 滚动轴承的代号	(172)
6.5 弹簧表示法	(175)
7 零件图	(180)
7.1 概述	(180)
7.1.1 零件图的作用	(180)
7.1.2 零件图的内容	(180)
7.2 零件的表达分析	(181)
7.2.1 概述	(181)
7.2.2 轴套类零件表达分析	(181)
7.2.3 盘盖类零件表达分析	(183)
7.2.4 叉架类零件表达分析	(184)
7.2.5 箱体类零件表达分析	(186)
7.3 零件图的尺寸标注	(187)
7.3.1 尺寸标注的基本要求与方法	(187)
7.3.2 轴套类零件尺寸标注	(190)
7.3.3 盘盖类零件尺寸标注	(190)
7.3.4 叉架类零件尺寸标注	(191)
7.3.5 箱体类零件尺寸标注	(191)
7.4 零件图上的技术要求	(192)
7.4.1 基本内容	(192)
7.4.2 表面粗糙度	(192)
7.4.3 极限与配合	(198)

7.4.4 形状与位置公差	(203)
7.5 零件的制造工艺及常见的工艺结构简介	(206)
7.5.1 工艺举例	(206)
7.5.2 典型零件的结构工艺性	(207)
7.6 看零件图	(209)
7.6.1 看零件图的要求	(209)
7.6.2 看零件图的方法与步骤	(209)
7.7 零件测绘	(211)
7.7.1 测绘的意义	(211)
7.7.2 零件测绘的步骤	(211)
7.7.3 零件尺寸的测量工具与测量方法	(213)
8 装配图	(217)
8.1 概述	(217)
8.1.1 装配图的作用	(217)
8.1.2 装配图的基本内容	(217)
8.2 装配图上常用的表达方法	(217)
8.2.1 装配图上的规定画法	(217)
8.2.2 装配图上的特殊表达方法	(218)
8.3 装配图的尺寸标注与技术要求	(220)
8.3.1 尺寸标注	(220)
8.3.2 技术要求	(221)
8.4 装配图中零、部件序号、明细栏与标题栏	(221)
8.4.1 零、部件序号	(222)
8.4.2 明细栏	(223)
8.4.3 标题栏	(223)
8.5 装配图的画法	(223)
8.5.1 阅读部件装配示意图、分析部件工作原理及其装配关系	(224)
8.5.2 机器(部件)视图表达方案的选择	(227)
8.5.3 画部件装配图的步骤	(228)
8.6 装配结构工艺性简介	(230)
8.7 看装配图及由装配图拆画零件图	(233)
8.7.1 看装配图的方法与步骤	(233)
8.7.2 看装配图示例	(234)
8.7.3 由装配图拆画零件图	(239)
9 表面展开及其它	(241)
9.1 立体表面的展开	(241)
9.1.1 平面立体的表面展开	(241)
9.1.2 可展曲面立体的表面展开	(244)

9.1.3 不可展曲面立体的近似展开	(248)
9.2 金属板制品的工艺(简介)	(252)
9.2.1 板厚的处理	(252)
9.2.2 接口处理	(252)
10 国外机械图样简介	(255)
10.1 美国机械图样简介	(255)
10.2 日本机械图样简介	(259)
11 计算机绘图	(265)
11.1 AutoCAD 简介	(265)
11.2 绘图基础	(265)
11.2.1 绘图环境	(265)
11.2.2 系统的基本设置	(267)
11.2.3 绘图命令及其坐标的输入方式	(269)
11.2.4 显示命令	(271)
11.2.5 图形编辑与构造选择集	(272)
11.3 二维图形的绘制	(273)
11.3.1 图层	(273)
11.3.2 基本绘图命令	(274)
11.3.3 基本修改命令	(279)
11.4 尺寸标注	(287)
11.4.1 尺寸标注的概念	(287)
11.4.2 尺寸变量的设置与尺寸样式	(288)
11.4.3 标注示例	(289)
11.5 零件图的绘制	(292)
11.5.1 创建零件图绘图样板	(293)
11.5.2 建立图纸样板	(293)
11.5.3 绘制图形及剖面线——齿轮轴的绘制	(294)
11.5.4 尺寸标注	(295)
11.5.5 标注表面粗糙度、形位公差及常用符号	(297)
11.5.6 图纸打印	(298)
附录	(300)
1. 螺纹	(300)
2. 常用的标准件	(305)
3. 极限与配合	(320)
4. 常用的金属材料与非金属材料	(326)
5. 常用的热处理和表面处理名词解释	(330)
6. 常用的机械加工一般规范和零件结构要素	(332)
7. 简化表示法	(334)

0 绪 论

0.1 本课程的研究对象

机械技术图样是信息的载体,现代工业生产中的机器、仪器、设备等从设计、制造到使用、维护和保养都离不开机械图样。设计者通过图样表达设计对象;制造者通过图样了解制造对象的设计和工艺要求;使用者通过图样了解使用对象的结构和性能,产品的国际贸易和技术交流也需要通过阅读图样和有关文件才能顺利进行。总而言之,图样传递着设计者的意图,集合着加工制造的指令,因而被称之为“工程技术界语言”。

机械制图的研究对象包括以下两个方面:

- (1) 图示法——把三维物体的形状和大小准确地表示在二维平面(图纸)上的作图方法。
- (2) 图解法——在平面上用几何作图来解决空间几何问题(如度量、定位、轨迹等)的方法。

机械制图是一门研究图示法和图解法以及根据有关技术规定和知识绘制与阅读图样的技术科学。

0.2 本课程的性质和任务

本课程是一门既有系统理论性,又有较强实践性的技术基础课。内容包括正投影原理、制图基础、机械制图及计算机绘图,而制图基础则是本课程的核心。设置本课程的目的是培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。

本课程的主要任务是:

- (1) 讲授正投影法的基本理论和基本方法;
- (2) 培养学生的空间思维和分析能力;
- (3) 培养学生图解简单空间几何问题的能力;
- (4) 培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力;
- (5) 讲授计算机绘图的基本知识掌握计算机绘图的初步能力;
- (6) 掌握第三角画法,并了解部分国外机械图样的表达方式。

0.3 本课程的学习方法

(1) 坚持理论联系实际的原则,在掌握基本理论和基本概念的基础上,引导学生由浅入深,由易到难地通过一系列的绘图和读图的练习,逐步建立起空间图形概念。可以适当使用教学模型作为辅助的教学工具,但重点应放在帮助学生由点、线、面到体,在头脑里建立空间模型的抽象概念,只有这样,模型才是无限的、灵活的,才能更好地培养学生的空间想象力和思维能力。

(2) 练习与作业是学生培养绘图和读图能力的重要手段。要求在掌握基本概念的基础上,严格按照正确的作图方法,根据国标规定认真细致、一丝不苟地完成。绘制的图样要求做到:投影正确、表达恰当、尺寸完整、字体工整、图面整洁。

应该指出的是,通过本课程的学习,只是为学生打下绘图和读图能力的基础,要能绘出符合设计原则和生产要求的机械图样,还须通过后续课程的学习,以及在生产实习、课程设计和毕业设计中,不断地实践和运用,以期继续培养和提高这种能力。

1 机械制图的基本知识与技能

1.1 《机械制图》与《技术制图》国家标准

1.1.1 概 述

机械图样是表达和交流技术思想的工具,是“工程技术界的语言”。为了便于生产、管理和交流,必需对图样的画法、尺寸标注方法等作出统一的规定。《机械制图》国家标准就是我国颁布的一项重要的技术标准,是在不违背《技术制图》标准中基本规定的前提下,作出的必要的技术性的具体补充。

我国的国家标准(简称国标)的代号是“GB”,如 GB/T 14689—1993,其中 GB/T 表示推荐国标,14689 是编号,1993 是发布年号。

1993 年以来,在《技术制图》与《机械制图》国家标准中,分别对图纸的幅面及格式,比例、字体、图线、尺寸标注方法等作出了一系列新的规定或对老标准进行了替代。

1.1.2 基本规定

1. 图纸幅面和规格(GB/T 14689—1993)

(1) 图纸幅面。绘制图样时,应优先采用表 1.1 中规定的基本幅面,必要时可按国标规定加长幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得到。

表 1.1 幅面的边框尺寸

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

A0~A4 号基本幅面的尺寸关系如图 1.1 所示。

(2) 图框格式。在图纸上需用粗实线画出图框,格式分为留装订边与不留装订边两种,但同一产品的图样应采用相同的格式。图 1.2 中,(a)、(b)为不留装订边的格式,(c)、(d)为留装

订边的格式。

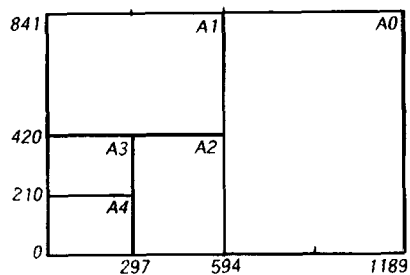


图 1.1 基本图幅的尺寸关系

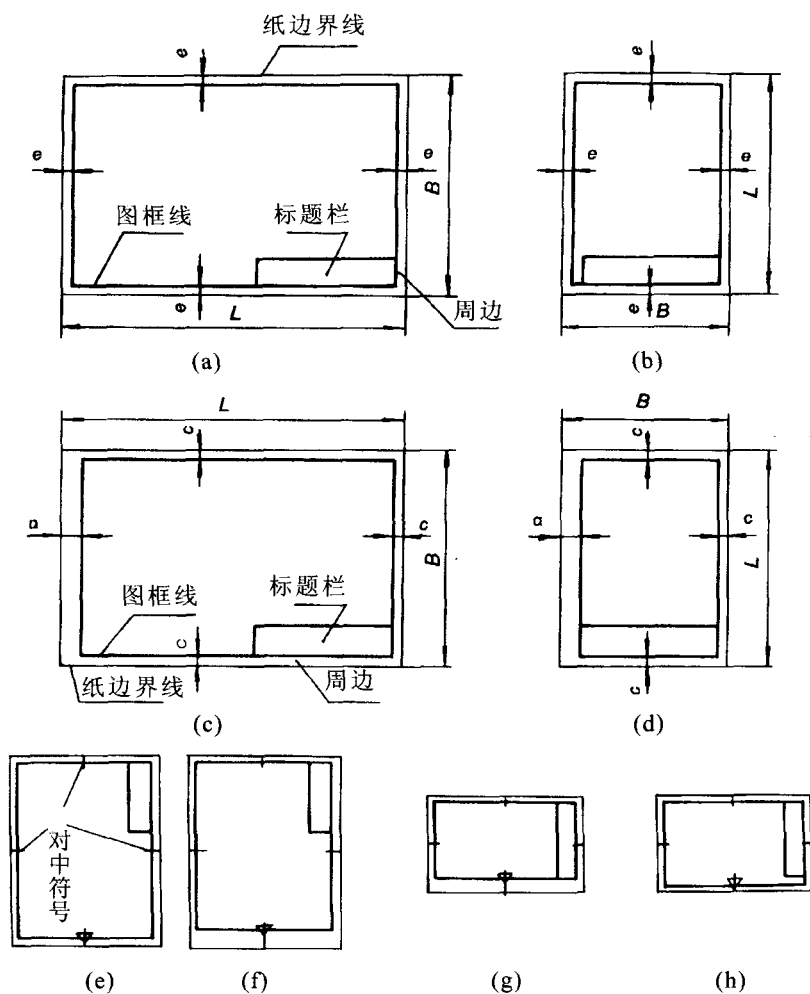


图 1.2 图框格式及标题栏位置

(3) 标题栏的方位。标题栏的方位不仅关系到是否便于翻阅查询装订后的图样,而且还关系到由于看图方向的不同而读得的尺寸数值的准确性,所以必须认真对待。国标规定:每一张图纸都应该有标题栏,标题栏位置一般应置于图纸的右下角。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时,构成 X 型图纸,如图 1.2(a)、(c),若标题栏的长边与图纸长边垂直,则构成 Y 型图纸,如图 1.2(b)、(d)。此时,看图方向与标题栏的方向一致。

对于预先印制的图纸,允许按如图 1.2(e)、(f)和图 1.2(g)、(h)所示的位置使用。此时,为了明确绘图与看图方向,应在图纸的下方对中符号处画一个方向符号,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小见图 1.3。

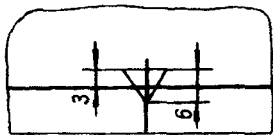


图 1.3 方向符号

方向符号的指向就是绘图者或看图者的方向,标题栏中的内容及书写仍按常规处理。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度以图纸的边界开始伸入图框内约 5mm 左右,如图 1.2(e)~(h)所示。

2. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

标题栏的基本要求、内容、尺寸与格式应遵守 GB/T 10609.1—1989《技术制图标题栏》的规定,学生作业用标题栏建议采用图 1.4 的格式。

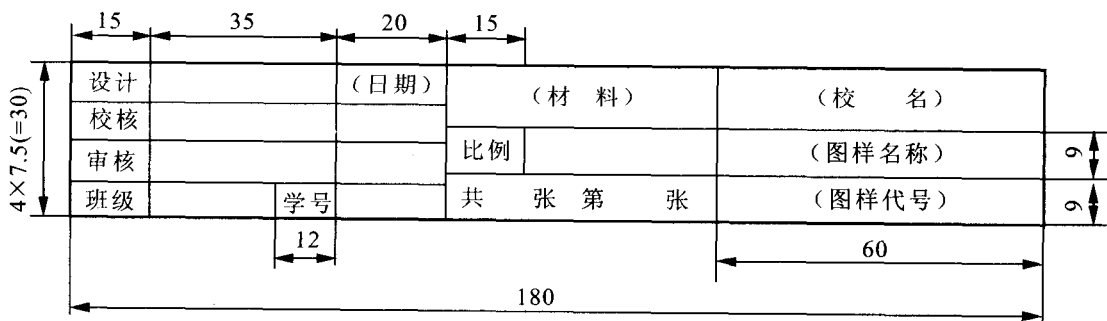


图 1.4 学生作业用标题栏

3. 比例(GB/T 14690—1993)

(1) 术语。比例,指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。分为:

原值比例。比值为 1 的比例,即 1:1。

放大比例。比值大于 1 的比例,如 2:1 等。

缩小比例。比值小于 1 的比例,如 1:2 等。

图 1.5 是用不同比例绘制的图形。

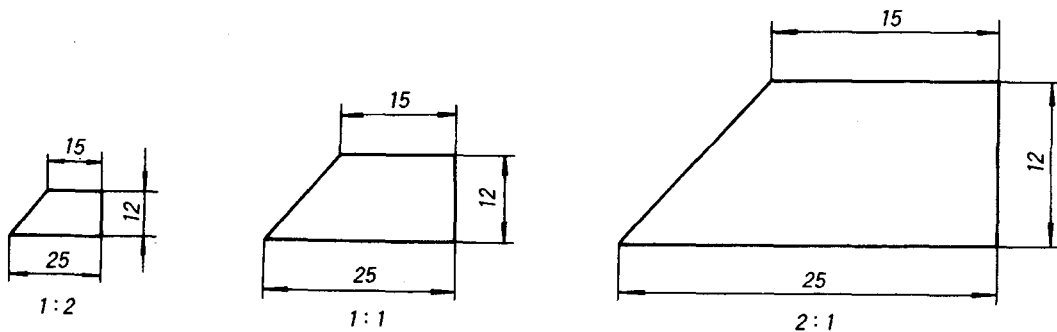


图 1.5 用不同比例绘制的图形

(2) 比例系列。当设计需要按比例绘制图形时,应优先从表 1.2 规定的系列中选取不带括号的适当的比例,必要时也允许选取表中带括号的比例。

表 1.2 比 例

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 (4 : 1) (2.5 : 1) (2 : 1) $5 \times 10^n : 1$ $4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$
缩小比例	(1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6) $1 : 1 \times 10^n$ $(1 : 1.5 \times 10^n)$ $1 : 2 \times 10^n$ $(1 : 2.5 \times 10^n)$ $(1 : 3 \times 10^n)$ $(1 : 4 \times 10^n)$ $1 : 5 \times 10^n$ $(1 : 6 \times 10^n)$

注: n 为正整数

(3) 标注方法。比例符号以“:”表示,如 1 : 1, 1 : 500, 20 : 1 等,比例应标注在标题栏的比例栏内,必要时可在视图名称下方或右侧标注比例,如: $\frac{I}{2 : 1}$, $\frac{A}{1 : 100}$, $\frac{B-B}{2.5 : 1}$ 。

在设计绘图时,选用哪一号图幅与比例,是由机件形状大小、结构复杂程度以及该图样的用途等多方面因素决定的,应尽可能选用基本图幅和 1 : 1 的比例,以便直观地了解实物的大小和形貌。绘制同一机件时,各个视图应尽可能选用同一比例。

4. 字体(GB/T 14691—1993)

字体是图样的一个重要组成部分,标注尺寸和说明技术要求,都少不了字体。

为了图样的清晰和美观,不致因字体不规范造成误解,给生产带来麻烦和损失,图样中字体书写必须做到:“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、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm,如需书写更大字体,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 比率递增,字体高度代表字体的号数。

(1) 汉字。应写成长仿宋体,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推广的《汉字简化方案》中规定的简化汉字,汉字高度 h 应不小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字的特点是字体细长,起笔、落笔处均有笔锋,显得棱角分明,字体秀丽,与数字和字母书写在一起时,也显得比例协调。

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。长仿宋体的基本笔画参见表 1.3。

表 1.3 仿宋体基本笔法及示例

基本笔法					
示 例	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未铸造圆角其余技术要求两端材料			

(2) 字母与数字。字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的四分之一, B 型字体字的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。在同一图样上, 只允许选用同一种型式的字体。

字母和数字, 可写成直体或斜体。斜体字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

图样中常用的字母有拉丁字母和希腊字母两种, 每种字母可分为大写和小写两种。

图 1.6 给出了 B 型斜体字体(其拉丁字母只给出几个经常用的小写字母)和数字的书写及其综合应用示例。

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

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

$10 Js5 (\pm 0.003)$ $M24-6h$ $R8$ 5%

$220 V$ $380 kPa$ $460 r/min$

$\phi 25 \frac{H6}{m5}$

$\frac{II}{2:1}$

$\frac{\curvearrowright A}{5:1}$

$\frac{6.3}{\nabla}$

图 1.6 数字、字母以及综合应用示例