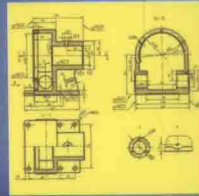
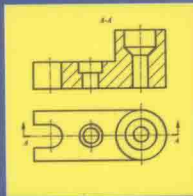
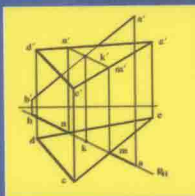


机械制图

冯衍霞 闫 鹏 付秀琢◎主编

既有理论又有实践的技术基础课

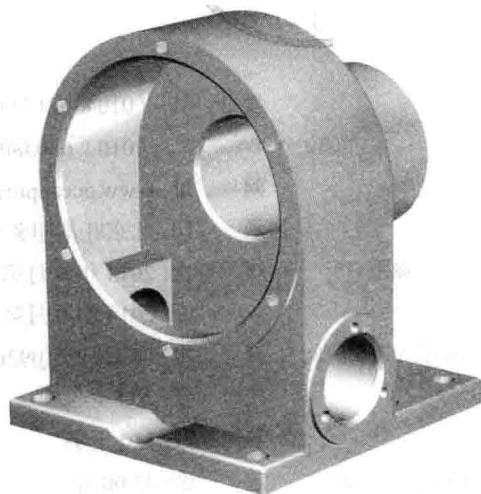


海洋出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

冯衍霞 闫 鹏 付秀琢◎主编



海洋出版社

内 容 简 介

本书参照了教育部工程图学教学指导委员会《机械制图课程教学基本要求》，吸收了齐鲁工业大学及兄弟院校近几年的教学改革成果，并适当考虑了机械工程图学的发展要求编写而成。

本书的主要内容包括了传统画法几何与机械制图理论：制图的基本知识，点、直线及平面的投影，立体的投影，回转体表面的截交线和相贯线，组合体的视图，轴测图，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图等制图技法，另外还介绍了 AutoCAD 绘图基本知识、三维造型软件等内容。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 冯衍霞, 闫鹏, 付秀琢主编. -- 北京 : 海洋出版社, 2014.6
ISBN 978-7-5027-8908-4

I. ①机… II. ①冯… ②闫… ③付… III. ①机械制图—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 139974 号

策 划: 李 志

责任编辑: 赵 武

责任校对: 肖新民

责任印制: 赵麟苏

排 版: 海洋计算机图书输出中心 晓阳

出版发行: 海洋出版社

地 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号 (716 房间) 100081

经 销: 新华书店

技术支持: (010) 62100052, hyjccb@sina.com

发 行 部: (010) 62174379 (传真) (010) 62132549
(010) 68038093 (邮购) (010) 62100077

网 址: www.oceanpress.com.cn

承 印: 北京旺都印务有限公司

版 次: 2014 年 6 月第 1 版

2014 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 20.5

字 数: 550 千字

定 价: 42.00 元

本书如有印、装质量问题可与发行部调换

《机械制图》编委会

主 编 冯衍霞 闫 鹏 付秀琢

主 审 李绍珍

前 言

本书参照了教育部工程图学教学指导委员会《机械制图课程教学基本要求》，吸收了齐鲁工业大学及兄弟院校近几年的教学改革成果，并适当考虑了机械工程图学的发展要求编写而成。

本教材主要有以下几个特点：

1. 目前，《机械制图》教学课时数比以前有了较大压缩，因此本教材对传统机械制图的内容作了一定的删减，仅选用了最基本和必要的部分。
2. 在教材内容的结构体系上，为了计算机绘图部分集中上课方便，我们将分散在各章中的 AutoCAD 绘图部分集中起来单独作为第十章，并在内容上增加了部分绘图图例。
3. 为了适应将来工程图学发展的需要，本书第十一章对目前广泛应用的三维建模软件 Pro/Engineer 进行了介绍。

与本书配套的《机械制图习题集》同时出版发行。

本书由齐鲁工业大学冯衍霞、闫鹏、付秀琢编著。其中冯衍霞编写了第一章、第二章、第八章，付秀琢编写了第二章、第三章、第四章、第五章、第六章，闫鹏编写了第七章、第十章、第十一章。

本书由山东大学李绍珍教授主审。

本书在编写过程中，得到了齐鲁工业大学有关领导及工程图学研究室教师的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误与不当之处，敬请读者给予批评指正。

编 者

2014 年 4 月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 制图国家标准的基本规定	3
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689—1993)	3
1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)	5
1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)	6
1.1.4 图线 (GB/T4457.4—2002)	7
1.1.5 尺寸标注 (GB4458.4—2003)	9
1.2 绘图工具及其使用	13
1.2.1 图板和丁字尺	13
1.2.2 三角板	14
1.2.3 圆规	14
1.2.4 分规	14
1.2.5 铅笔	14
1.2.6 曲线板	15
1.2.7 其他用品	15
1.3 几何作图	15
1.3.1 等分圆周作内接正多边形	15
1.3.2 斜度和锥度	16
1.3.3 椭圆的画法	17
1.3.4 圆弧连接	17
1.4 平面图形的分析和画法	19
1.4.1 平面图形的分析	19
1.4.2 平面图形的画法	19
1.5 徒手绘制草图	20
1.5.1 徒手画线的方法	20
1.5.2 绘制零件草图	22
第 2 章 点、直线及平面的投影	23
2.1 投影法的基本知识	23
2.1.1 投影的概念	23
2.1.2 工程上常用的投影法	24
2.2 点的投影	25
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	25
2.2.2 特殊点的投影	27

2.2.3 二点的相对位置与重合投影	28
2.3 直线的投影	29
2.3.1 直线的投影	29
2.3.2 直线与投影面的相对位置及其投影特性	29
2.3.3 一般位置线段的实长和其对投影面的夹角的确定	31
2.3.4 直线上的点	32
2.3.5 两直线的相对位置	33
2.3.6 直角投影定理	34
2.4 平面的投影	35
2.4.1 平面的表示方法	35
2.4.2 各种位置平面的投影特性	37
2.4.3 平面内的点和直线	38
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	40
2.5.1 直线与平面平行、平面与平面平行	41
2.5.2 直线与平面相交	42
2.5.3 平面与平面相交	44
2.5.4 直线与平面垂直、平面与平面垂直	45
2.6 换面法	47
2.6.1 概述	47
2.6.2 换面法的基本作图方法	47
第3章 立体的投影	52
3.1 平面立体	52
3.1.1 平面立体的投影	52
3.1.2 平面立体表面取点和直线	54
3.2 平面与平面立体表面相交	55
3.3 曲面立体	62
3.3.1 圆柱	63
3.3.2 圆锥	64
3.3.3 球	65
3.3.4 圆环	66
3.4 平面与曲面立体表面相交	67
3.4.1 曲面立体截交线的性质	67
3.4.2 曲面立体表面截交线的求法	68
3.5 两立体表面相交	78
3.5.1 平面立体与曲面立体表面相交	78
3.5.2 曲面立体与曲面立体表面相交	81
第4章 组合体的视图	91
4.1 三视图的形成及其投影特性	91
4.1.1 三视图的形成	91

4.1.2	三视图的投影特性	91
4.2	组合体的形体分析与视图的画法	91
4.2.1	组合体的形体分析	91
4.2.2	叠加型组合体视图的画法	94
4.2.3	切割型组合体视图的画法	97
4.3	组合体的尺寸标注	97
4.3.1	常见基本体的尺寸标注	98
4.3.2	切割体和相贯体的尺寸标注	98
4.3.3	组合体的尺寸标注	99
4.4	读组合体的视图	101
4.4.1	读图的基本要领	102
4.4.2	读图的基本方法	104
4.4.3	已知两视图补画第三视图	106
第5章	轴测图	111
5.1	轴测图的基本知识	111
5.1.1	轴测投影的形成	111
5.1.2	轴测轴、轴间角与轴向变形系数	111
5.1.3	轴测图的分类	111
5.1.4	轴测图的投影特性	112
5.2	正等测图	112
5.2.1	平面立体的正等测图	113
5.2.2	平行于坐标面圆的正等测图	114
5.2.3	圆角正等测图	115
5.2.4	综合举例	116
5.3	斜二等轴测图	116
第6章	机件的常用表达方法	118
6.1	视图	118
6.1.1	基本视图	118
6.1.2	向视图	120
6.1.3	局部视图	120
6.1.4	斜视图	121
6.2	剖视图	122
6.2.1	剖视图的基本概念	122
6.2.2	剖视图的画法	122
6.2.3	剖视图的种类	125
6.2.4	剖切平面的种类及剖切方法	127
6.3	断面图	132
6.3.1	断面图的基本概念	132
6.3.2	断面的种类	132

6.4 其他表达方法	134
6.4.1 局部放大图	134
6.4.2 简化画法	135
6.5 机件表达方法的综合举例	136
第7章 标准件与常用件	140
7.1 螺纹及螺纹紧固件	140
7.1.1 螺纹的基本知识	140
7.1.2 螺纹的规定画法 (根据 GB/T4459.1—1995)	143
7.1.3 螺纹的标注	146
7.1.4 螺纹紧固件及其连接	149
7.2 键、销、滚动轴承与弹簧	154
7.2.1 键	154
7.2.2 销	156
7.2.3 滚动轴承	157
7.2.4 弹簧	159
7.3 齿轮	163
7.3.1 圆柱齿轮	163
7.3.2 直齿圆柱齿轮的画法	165
7.3.2 直齿圆锥齿轮	167
第8章 零件图	171
8.1 零件图的作用和内容	171
8.1.1 零件图的作用	171
8.1.2 零件图的内容	171
8.2 零件图的视图选择	172
8.2.1 主视图的选择	172
8.2.2 其他视图的选择	174
8.2.3 各类典型零件的视图选择	175
8.3 零件上常见的工艺结构	179
8.3.1 铸造工艺结构	180
8.3.2 机械加工工艺结构	182
8.4 零件图的尺寸标注	184
8.4.1 尺寸基准的选择	184
8.4.2 合理标注尺寸应注意的事项	185
8.5 零件工作图的技术要求	189
8.5.1 极限与配合	189
8.5.2 表面结构	196
8.5.3 形状公差和位置公差	200
8.6 看零件图	203
8.6.1 看标题栏, 初步了解零件	203

8.6.2 分析视图, 想象零件的结构形状	203
8.6.3 分析尺寸, 弄清零件的大小	205
8.6.4 看技术要求, 进一步明确制造及检验的要求	205
第 9 章 装配图	207
9.1 装配图的作用和内容	207
9.1.1 装配图的作用	207
9.1.2 装配图的内容	207
9.2 装配图的表达方法	209
9.2.1 基本表达方法	209
9.2.2 规定画法	209
9.2.3 特殊画法	210
9.3 装配图的视图选择	213
9.3.1 主视图的选择	213
9.3.2 确定其他视图	214
9.3.3 检查、比较、调整和修改	215
9.4 装配图中的尺寸和技术要求	215
9.4.1 装配图中的尺寸标注	215
9.4.2 装配图中的技术要求	216
9.5 装配图中的零、部件序号和明细栏	216
9.5.1 零、部件序号	216
9.5.2 明细栏	217
9.6 装配结构的合理性简介	218
9.7 画装配图的方法和步骤	219
9.7.1 画装配图的两种方法	219
9.7.2 画装配图的步骤	220
9.8 读装配图和拆画零件图	223
9.8.1 读装配图的目的要求	223
9.8.2 读装配图的方法步骤	223
9.8.3 由装配图拆画零件图的方法步骤	227
第 10 章 AutoCAD 绘图系统	230
10.1 AutoCAD 经典界面和基本操作	230
10.1.1 AutoCAD 的主界面	230
10.1.2 图形文件的使用	231
10.2 绘图入门	232
10.2.1 辅助绘图命令	232
10.2.2 精确绘图	233
10.3 基本绘图命令	234
10.3.1 绘制直线命令	234
10.3.2 绘制矩形命令	235

10.3.3	绘制圆命令	235
10.3.4	绘制点命令	236
10.3.5	画圆弧命令	236
10.3.6	绘制椭圆命令	237
10.3.7	绘制正多边形命令	238
10.3.8	绘制多义线命令	239
10.3.9	绘制圆环和实心圆命令	241
10.3.10	绘制多线命令	241
10.3.11	绘制样条曲线命令	241
10.3.12	编辑文本命令	242
10.4	编辑命令	244
10.4.1	图形编辑的选择方式	244
10.4.2	图形编辑命令	245
10.5	图形显示与查询	254
10.5.1	缩放命令	254
10.5.2	平移命令	255
10.5.3	重画与重生命令	255
10.5.4	图形信息的查询	255
10.6	图层、线型和图块命令	255
10.6.1	图层	255
10.6.2	线型命令	257
10.6.3	图块	257
10.7	AutoCAD 尺寸标注	259
10.7.1	尺寸标注的基本方法	259
10.7.2	尺寸变量	263
10.7.3	尺寸标注的编辑	265
10.8	AutoCAD 的图案填充	266
10.8.1	定义图案填充边界	267
10.8.2	图案填充的操作	267
10.8.3	剖面线填充示例	269
10.9	实例一 键槽的绘制	270
10.9.1	实例介绍	270
10.9.2	操作步骤	270
10.10	实例二 平衡支架三视图的绘制	278
10.10.1	实例介绍	278
10.10.2	操作步骤	278
附录		289
参考文献		317

绪 论

一、本课程的性质、任务和主要内容

1. 本课程的性质

图形和文字、声音、图像一样是承载信息进行交流的重要媒体，是其他任何表达方法所不能替代的。以图形为主的图样是工程设计、制造、施工过程中用来表达设计思想的主要工具。设计者通过图样来表达设计对象；制造者通过图样了解设计要求，并依据图样制造机器；使用者也通过图样来了解机器的结构和使用性能。

在工程技术上为了正确表达出机器、仪器设备、建筑物等物体的大小、形状、规格及材料等内容，通常需要将物体按照一定的投影方法和技术规定表达在图纸上，这种图纸称为工程图样。正如生活中不能没有语言一样，工程界也离不开工程图样，在各种技术交流活动中，工程图样是不可缺少的，被称为“工程界的共同语言”。本课程是一门研究用投影法绘制和阅读工程图样、解决空间几何问题的理论、方法和技术的一门技术基础课。

2. 本课程的任务

- (1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
- (2) 理解并贯彻国家标准的有关规定。
- (3) 培养三维空间想象能力及构思能力。
- (4) 培养绘制和阅读工程图样的能力。
- (5) 培养用仪器、计算机、徒手绘图的基本能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
- (7) 培养自学能力，分析问题和解决问题的能力。

3. 本课程的主要内容及要求

(1) 制图的基本知识与技能。通过学习制图的基本知识与技能，熟悉并遵守国家标准规定的制图基本规定，学会正确使用绘图工具及仪器，掌握平面图形的绘制方法、技巧以及徒手绘图的能力。

(2) 投影基础。通过学习正投影法的基本原理、投影图，掌握用正投影法表达空间形体的基本理论和方法，具有绘制及阅读投影图的能力。

(3) 机械制图。通过学习掌握机械图样的表达方法，能正确绘制及阅读零件图及装配图。

(4) 计算机绘图。学会常用绘图软件的基本操作，并能绘制简单的机械图样。

二、本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又有实践的技术基础课，本课程的学习方法有以下几个要点：

(1) 严格遵守制图标准。为确保图样传递信息准确无误，对图形的形成方法、图样的绘制及标注等方面都必须严格遵守标准。

(2) 坚持理论联系实际。本课程实践性极强，在学习过程中不能只满足对基本理论的理解，一定要通过实训才能熟悉掌握作图的理论及技能。

(3) 空间想像及构思与投影分析及作图过程紧密结合。在进行图解时，利用二维投影图，表达已知条件，先想象出其三维图形，在空间进行分析、构思、找出解决方法，再分析所得结果的投影情况，最后作图解题。在设计、图示过程中也要先构造三维模型，再分析投影过程及结果，最后进行绘图表达。在阅读图样时，也要利用投影的逆过程，想象出与平面图形相对应的空间形体的形状及结构。

(4) 有意识培养自己的工程人文素质，养认真负责的工作态度。工程图样是设计和制造机器设备过程中重要的技术资料，图样的设计质量和设计精度直接影响产品的生产过程和产品性能，与经济和安全有直接关系。因此，必须养成高度认真负责的工作态度和细致、耐心、一丝不苟的工作作风。

第 1 章 制图的基本知识

1.1 制图国家标准的基本规定

机械图样是机械设计和机械制造过程中的重要技术文件，被称为工程界的共同语言，具有严格的规范性。国家标准中规定了有关《技术制图》和《机械制图》的标准。它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。机械制图标准与其他标准一样，为了满足生产技术发展的需要，进行过多次修改和补充。

国家标准简称国标，包括强制性国标（代号为“GB”）、推荐性国标（代号为“GB/T”）和指导性国标（代号为“GB/Z”）。代号后面的两组数字，分别表示标准顺序号和标准批准的年份。例如，“比例”的标准号为 GB/T14690—1993。本节就图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等制图国标的有关规定作简要介绍。其他标准将在有关章节中叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面，必要时，也允许选用所规定的加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。图中粗实线为基本幅面（第一选择）；细实线和虚线所示为加长幅面（第二选择和第三选择）。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸 (mm)

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表中幅面代号意义见图 1-2、图 1-3。

2. 图框格式

在图纸上，必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，分别如图 1-2 和图 1-3 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。

绘图时，图纸可以竖用（短边水平）或横用（长边水平），如图 1-2，图 1-3 所示。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边（不是图框的边！）的中心处分别画出对中符号，对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界线开始伸

入图框内约 5mm, 如图 1-2 所示。

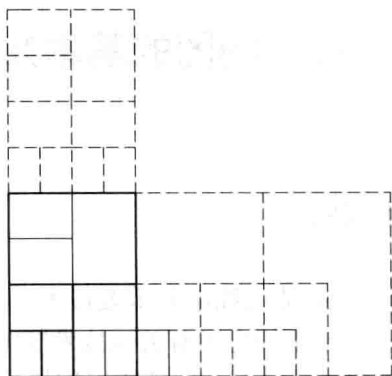


图 1-1 图纸的加长幅面

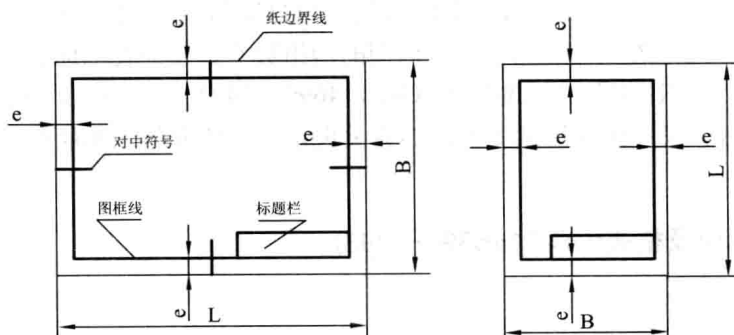


图 1-2 不留装订边的图框格式

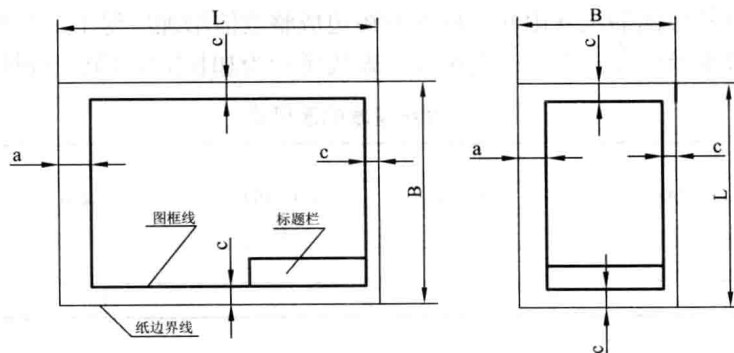
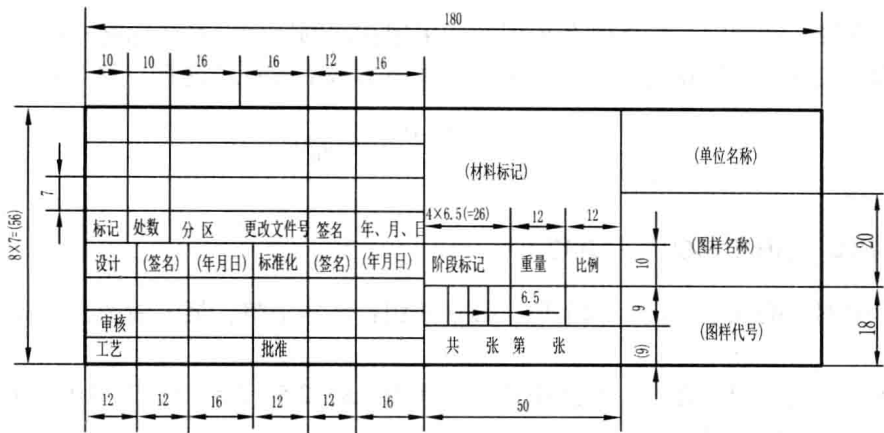


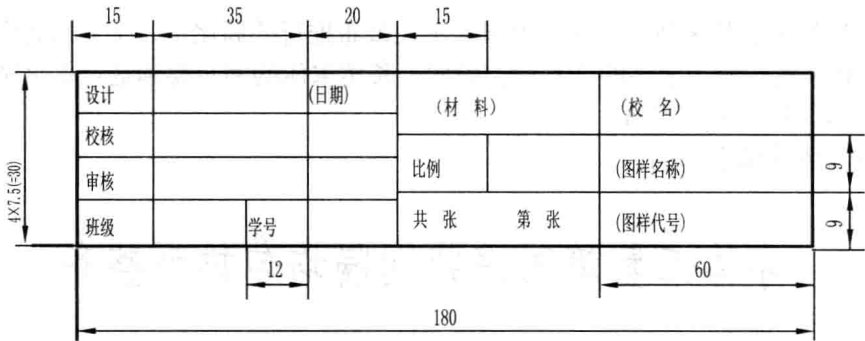
图 1-3 留有装订边的图框格式

3. 标题栏

GB/T10609.1—1989 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定, 见图 1-4(a)所示。标题栏的位置位于图纸的右下角, 如图 1-2、图 1-3 所示。标题栏的文字方向应为看图方向, 标题栏的外框为粗实线, 里边是细实线, 其右边线和底边线应与图框线重合。学生制图课建议采用图 1-4(b)的格式。



(a) 标题栏格式



(b) 练习用标题栏

图 1-4 标题栏的尺寸与格式

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时，应在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 绘图比例

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

为了能从图样上得到实物大小的真实感，应尽量采用原值比例 (1 : 1)，当机件过大或过小时，可选用表 1-2 中规定的缩小或放大比例绘制，但尺寸标注时必须注实际尺

寸。一般来说,绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,例如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:10$$

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

图样中书写的汉字、数字和字母,必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

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

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于3.5mm,其字宽一般为字高的 $\frac{2}{3}$ (约 $0.7h$)。长仿宋体的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。

长仿宋体的汉字示例

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 汽车船舶 土木建筑 矿山井坑 港口 纺织服装

2. 数字和字母

数字和字母有直体和斜体两种。一般采用斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° 角。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

(1) 斜体拉丁字母示例

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