

应用型高等院校改革创新示范教材

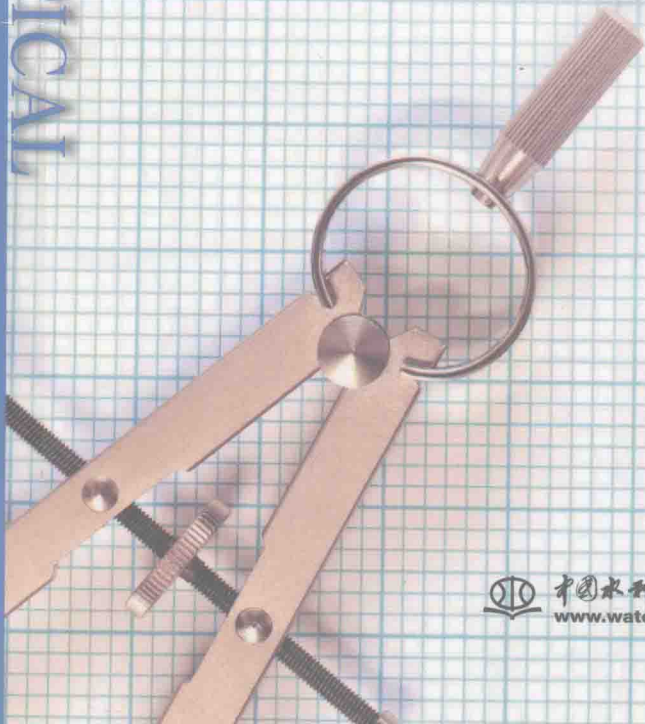
REFORM INNOVATIVE TYPICAL

机械制图

主 编 许淑珍 于利民

副主编 耿相军 柳同音 李志丹
刘 勇 郭守真

主 审 王喜仓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

非外借

应用型高等院校改革创新示范教材

机械制图

主 编 许淑珍 于利民

副主编 耿相军 柳同音 李志丹 刘 勇 郭守真

主 审 王喜仓



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。

为了适应高等院校应用型人才培养体系的创新与实践,结合现代技术的发展,在编写过程中,作者参考了国内外相关教材,对本书内容进行了适度创新。本书采用我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

本书共 8 章:制图的基本知识;点、直线及平面的投影;立体的投影及表面交线;组合体的三视图和轴测图;机件的常用表达方法;标准件和常用件;零件图;装配图等。

与本书配套使用的《机械制图习题集》《计算机辅助设计与绘图》由中国水利水电出版社同期出版。

本书可作为高等工科院校机械类及相关专业制图课程的教材,也可作为高职高专等其他院校相应专业的教学用书,并可供相关工程技术人员参考。

本书配有电子教案,读者可以从万水书苑以及中国水利水电出版社网站下载,网址为:
<http://www.wsbookshow.com> 和 <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制图 / 许淑珍, 于利民主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2017. 10
应用型高等院校改革创新示范教材
ISBN 978-7-5170-5961-5

I. ①机… II. ①许… ②于… 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(2017)第257186号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 封 裕 加工编辑: 高双春 封面设计: 李 佳

书 名	应用型高等院校改革创新示范教材 机械制图 JIXIE ZHITU
作 者	主 编 许淑珍 于利民 副主编 耿相军 柳同音 李志丹 刘 勇 郭守真 主 审 王喜仓
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 17.25 印张 422 千字
版 次	2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。

随着我国高等教育教学改革的不断深化,高等院校工程图学的教育在课程体系、教学内容、教学手段和方法等方面都发生了深刻的变化。本书是根据应用型人才培养目标,以及教育部工程图学教学指导委员会最新修订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》,总结作者多年的教学经验和改革实践编写而成的。同时作者还编写了与这本教材配套的《机械制图习题集》《计算机辅助绘图设计》。本套教材适应的学时数为 70~120 学时。

本书主要特点如下:

(1) 在内容的结构体系上,注重科学性与工程实践性相结合,将丰富的案例纳入教学内容。

(2) 由于各高校对《机械制图》教学课时都做了程度不同的压缩,因此教材对传统工程制图的内容做了一定的删减,尤其对画法几何的内容,仅选用了最基本和必要的部分。教材其他内容的选择,也力求做到少而精、针对性强、简练实用。

(3) 插图图形清晰、图例典型。

(4) 采用我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

本教材由山东交通学院工程图学教研室的教师共同编写。

本书由许淑珍、于利民任主编,耿相军、柳同音、李志丹、刘勇、郭守真任副主编,王喜仓教授任主审,具体编写分工如下:于利民编写前言、附录,李志丹编写第 1 章、第 2 章,耿相军编写第 3 章、第 4 章,柳同音编写第 5 章、第 6 章、许淑珍编写第 7 章、第 8 章,刘勇编写第 2 章(部分),郭守真编写第 6 章(部分)。

在本书编写过程中,作者得到了所在单位有关领导及工程图学教师的支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免有错误与不当之处,敬请读者批评指正。

编 者
2017 年 9 月

目 录

前言

绪 论 1

- 一、本课程的研究对象及作用 1
- 二、本课程的基本任务 1
- 三、本课程的特点与学习方法 1

第 1 章 制图的基本知识 2

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》

一般规定 2

- 1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689—2008) 2
- 1.1.2 比例 (GB/T14690—1993) 4
- 1.1.3 字体 (GB/T14691—1993) 4
- 1.1.4 图线 (GB/T17450—1998) 6
- 1.1.5 尺寸标注 (GB/T4458.4—2003) 7

1.2 绘图工具及其使用 12

- 1.2.1 图板和丁字尺 13
- 1.2.2 三角板 13
- 1.2.3 圆规 13
- 1.2.4 分规 13
- 1.2.5 铅笔 14
- 1.2.6 曲线板 14
- 1.2.7 其他用品 14

1.3 几何作图 14

- 1.3.1 等分已知线段 14
- 1.3.2 等分圆周作内接正多边形 15
- 1.3.3 斜度和锥度 16
- 1.3.4 椭圆的画法 17
- 1.3.5 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
- 1.4.3 平面图形的尺寸注法 20

1.5 手工绘图 21

- 1.5.1 仪器绘图的方法和步骤 21

1.5.2 徒手绘图的方法和步骤 23

第 2 章 点、直线及平面的投影 26

2.1 投影法的基本知识 26

- 2.1.1 投影的概念 26
- 2.1.2 投影法的种类 26

2.2 点的投影 27

- 2.2.1 点在两投影体系中的投影 27
- 2.2.2 点在三投影面体系中的投影 28
- 2.2.3 点的投影与坐标 30
- 2.2.4 特殊位置点的投影 31
- 2.2.5 两点的相对位置与重合投影 32

2.3 直线的投影 33

- 2.3.1 直线的投影特性及三面投影 33
- 2.3.2 直线与投影面的相对位置及其投影特性 33
- 2.3.3 直线上的点 35
- 2.3.4 两直线的相对位置 36
- 2.3.5 直角投影定理 37

2.4 平面的投影 38

- 2.4.1 平面的表示方法 38
- 2.4.2 各种位置平面的投影特性 38
- 2.4.3 平面内的点和直线 40

2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置 42

- 2.5.1 直线与平面平行、两平面平行 42
- 2.5.2 直线与平面相交、两平面相交 43
- 2.5.3 直线与平面垂直、两平面垂直 44

2.6 换面法 46

- 2.6.1 概述 46
- 2.6.2 换面法的基本作图方法 47

2.7 综合实例 52

第 3 章 立体的投影及表面交线 59

3.1 平面立体 59

- 3.1.1 平面立体的投影 59

3.1.2 平面立体表面取点	61	5.1.3 斜视图	115
3.2 曲面立体	62	5.1.4 局部视图	116
3.2.1 圆柱	63	5.2 剖视图	117
3.2.2 圆锥	64	5.2.1 剖视的基本概念	117
3.2.3 球	64	5.2.2 剖视图的画法	117
3.2.4 圆环	65	5.2.3 剖视图的种类	119
3.2.5 曲面立体表面取点	66	5.2.4 剖切平面的种类及剖切方法	121
3.3 平面与立体表面相交	68	5.3 断面图	124
3.3.1 平面与平面立体表面相交	68	5.3.1 断面图的概念	124
3.3.2 平面与曲面立体表面相交	71	5.3.2 断面的种类	124
3.4 两曲面立体表面交线	80	5.4 其他表达方法	126
3.4.1 相贯线的概念	80	5.4.1 局部放大图	126
3.4.2 相贯线的特殊情况	85	5.4.2 简化画法	127
3.5 综合实例	86	5.5 综合实例	129
第4章 组合体的三视图和轴测图	89	第6章 标准件和常用件	132
4.1 三视图的形成及其投影特性	89	6.1 螺纹及螺纹紧固件	132
4.1.1 三视图的形成	89	6.1.1 螺纹	132
4.1.2 三视图的投影特性	89	6.1.2 螺纹的基本要素和分类	134
4.2 组合体的形体分析与视图的画法	90	6.1.3 螺纹的规定画法	136
4.2.1 组合体的形体分析	90	6.1.4 常用螺纹的标注	139
4.2.2 组合体视图的画法	92	6.2 螺纹紧固件及其联接	142
4.3 组合体的尺寸标注	94	6.2.1 螺纹紧固件及其标记	143
4.3.1 基本体的尺寸标注	95	6.2.2 螺纹紧固件的画法	144
4.3.2 切割体和相贯体的尺寸标注	95	6.2.3 螺纹紧固件装配图的画法	144
4.3.3 组合体的尺寸标注	96	6.3 齿轮	148
4.4 看组合体视图	98	6.3.1 圆柱齿轮	148
4.4.1 看图的基本要领	98	6.3.2 直齿圆锥齿轮	152
4.4.2 看图的基本方法	100	6.4 键、销、滚动轴承与弹簧	155
4.4.3 已知两视图补画第三视图	102	6.4.1 键联接	155
4.5 轴测图	103	6.4.2 销	158
4.5.1 轴测图的基本知识	104	6.4.3 滚动轴承	159
4.5.2 轴测图的分类	105	6.4.4 弹簧	161
4.5.3 正等轴测图	105	第7章 零件图	165
4.5.4 斜二轴测图	109	7.1 零件图的内容	165
4.6 综合实例	110	7.2 零件图的视图选择	166
第5章 机件的常用表达方法	114	7.2.1 主视图的选择	166
5.1 视图	114	7.2.2 其他视图的选择	167
5.1.1 基本视图	114	7.3 零件图的尺寸标注	167
5.1.2 向视图	114	7.3.1 尺寸基准的选择	167

7.3.2 尺寸的标注形式	168	8.2.2 装配图的特殊画法	213
7.3.3 合理标注尺寸应注意的事项	168	8.2.3 装配图的视图选择	215
7.3.4 零件上常见孔的尺寸标注	170	8.3 装配图的尺寸标注和技术要求	218
7.4 零件上常见的工艺结构	171	8.3.1 装配图的尺寸标注	218
7.4.1 铸造工艺结构	171	8.3.2 装配图的技术要求	218
7.4.2 机械加工工艺结构	172	8.4 装配图中的零部件序号和明细栏	219
7.5 零件图上的技术要求	173	8.4.1 零部件序号	219
7.5.1 表面结构	174	8.4.2 明细栏	219
7.5.2 极限与配合	178	8.5 装配结构的合理性简介	220
7.5.3 几何公差简介	183	8.5.1 接触面或配合面的结构	220
7.6 典型零件图的分析与实例测绘	186	8.5.2 螺纹紧固件的防松结构	222
7.6.1 轴套类零件	186	8.6 部件测绘和装配图的画法	222
7.6.2 轮、盘、盖类零件	191	8.6.1 了解分析测绘对象和拆卸零部件	222
7.6.3 叉架类零件	195	8.6.2 拆卸零部件和测量尺寸	222
7.6.4 箱壳类零件	199	8.6.3 画装配示意图	223
7.7 读零件图	204	8.6.4 测绘零件并画零件草图	223
7.7.1 读零件图的方法和步骤	204	8.6.5 画装配图	226
7.7.2 实例解读顶杆帽(轴套类)零件	205	8.6.6 画零件图	227
7.7.3 实例解读溢流阀体(箱壳类)零件	207	8.7 读装配图和拆画零件图	229
第8章 装配图	211	8.7.1 读装配图	229
8.1 装配图的作用和内容	211	8.7.2 拆画零件图	234
8.1.1 装配图的作用	211	8.7.3 实例解读气缸装配图及拆画零件图	235
8.1.2 装配图的内容	211	附录	242
8.2 装配图的表达方法	213	参考文献	268
8.2.1 装配图的规定画法	213		

绪 论

一、本课程的研究对象及作用

本课程主要研究运用投影法知识,按一定的标准规定,借助于图板、丁字尺、计算机等绘图工具,将物体的形状、尺寸、技术要求等准确地表达在图纸等介质上。这种应用于工程领域中,包含物体形状、尺寸与技术要求等信息的图形称为工程图样。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件。在工业生产与科学试验中,工程图样是进行加工制造、维修检验等方面的主要依据。它被喻为“工程界的技术语言”。这种技术语言广泛应用于机械、电子、建筑等领域,工程技术人员必须掌握这种语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。绘制工程图样的方法有手工绘图和计算机绘图两种,工程技术人员除应掌握手工绘图方法外,还应具有计算机绘图能力。

二、本课程的基本任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用。
- (2) 培养绘制与阅读机械工程图样的能力。
- (3) 培养空间想象、空间构思能力。
- (4) 学习用计算机绘制工程图样的基本技能。
- (5) 培养严肃细致的工作作风、认真负责的工作态度。

三、本课程的特点与学习方法

本课程是一门既有系统理论,又偏重于实践的技术基础课。学习该课程,既包含对投影理论等知识的理解,又包含对绘图与看图基本技能的训练。而这两者都必须通过大量的绘图、读图练习来得以实现。因此学好本课程必须要理论联系实际,多画、多想、多看,并通过完成较多的习题作业来加强对投影理论、基本概念的理解,培养起较强的空间想象能力及较高的绘图与看图的基本技能。此外在学习中还应注意:

(1) 本课程的中心内容主要是讲授如何用平面图形完整、准确、简洁地表达空间形体。学习时要密切注意画在平面上的投影图形与所表达的空间形体之间的关系,由物画图,由图想物,只有通过这种经常的从空间到平面、从平面到空间的反复对照与思索,才能较快地提高空间想象力及画图与看图的能力。

(2) 要熟知国家颁布的《机械制图》《技术制图》国家标准,尤其对《机械制图》国家标准中常用的一些规定必须要熟记,并在绘图实践中严格遵守。另外还应尽可能了解一些机械制造的有关知识,这对学习该课程将很有益处。

(3) 本教材要求学生同时具备手绘草图、仪器绘图和计算机绘图三种能力,尤其是计算机绘图能力的培养,要靠平时多争取上机机会,熟练运用各种绘图命令,才能又快又好地绘出工程图。

第 1 章 制图的基本知识

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》一般规定

工程图样是现代化生产中进行产品设计、制造、安装和检验等必不可少的技术资料，也是每位工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的重要工具，被称为工程技术界的“共同语言”。因此，必须对工程图样的内容、格式、表达方法等做出统一规范，这个统一规范就是相关的国家标准。我国于 1959 年由国家科学技术委员会批准颁布了“GB122~141—1959《机械制图》”标准，之后不间断地进行过修订工作。

目前常用的标准是由国家标准化主管机构参照国际标准化组织的标准，制定并颁布的与国际标准（ISO）接轨的我国《技术制图》和《机械制图》国家标准，简称“国标”，其代号为“GB”。例如，在标准代码“GB/T 4457.4—2002”中，“GB/T”称为“推荐性国家标准”，“4457”表示标准顺序号，后面的 4 表示该标准的第 4 部分，“2002”是该标准颁布的年份。

本章主要介绍国家标准的基本规定、绘图仪器的使用、几何作图和常见平面图形的画法等内容。通过上述内容的学习，认识到国家标准的严格性和权威性，建立和增强标准化意识，掌握基本的作图方法，在今后绘制工程图样时形成严谨、规范的绘图习惯。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T14689—2008）

1.1.1.1 图纸的幅面

图纸宽度与长度组成的图面，称为图纸幅面。绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的 5 种基本幅面。必要时允许选用规定的加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加得到的。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸					(mm)
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 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 1-1、图 1-2。

1.1.1.2 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，如图 1-1、图 1-2 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。在图纸上图框线必须用粗实线绘制。

1.1.1.3 标题栏（GB/T10609.1—2008）

在工程图样中必须绘制标题栏，其位置一般如图 1-1、图 1-2 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。国家标准对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定,如图 1-3 所示。在学校的学生制图作业中,为了简化作图,建议采用图 1-4 的格式。

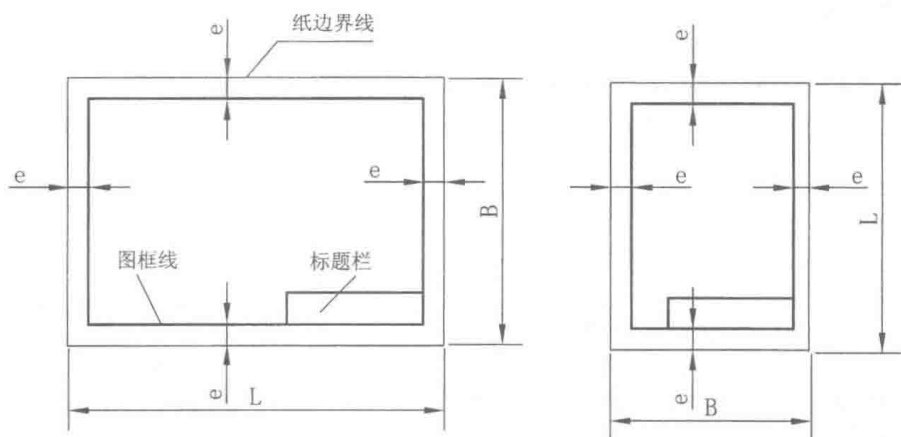


图 1-1 不留装订边的图框格式

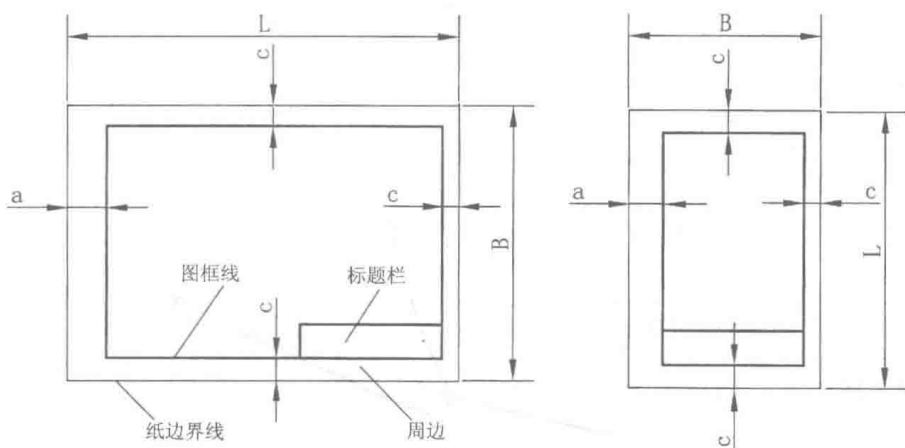


图 1-2 留有装订边的图框格式

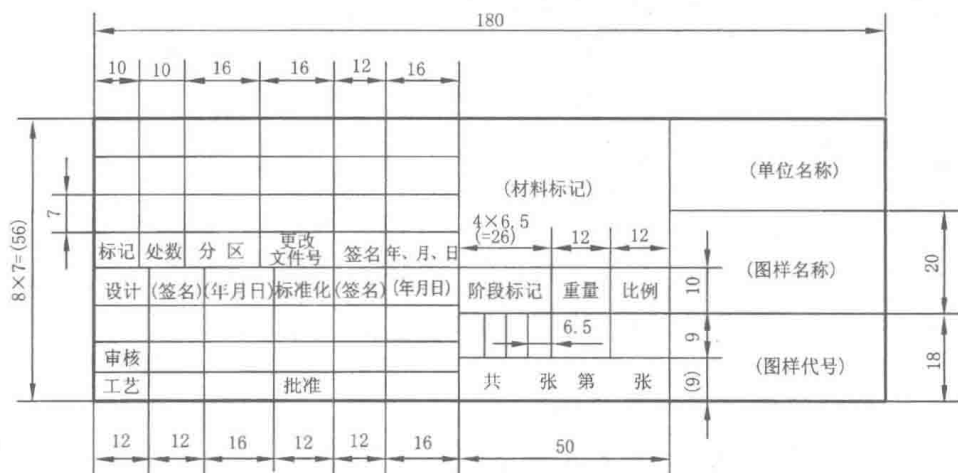


图 1-3 标题栏的尺寸与格式

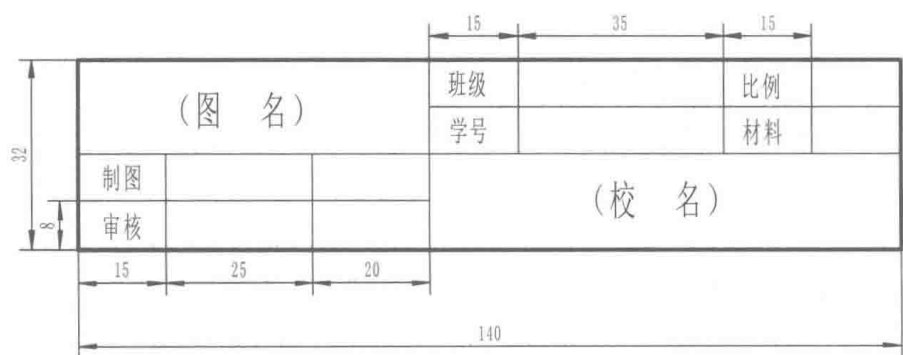


图 1-4 标题栏格式（作业中使用）

1.1.2 比例（GB/T14690—1993）

比例是图样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，应从表 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	2:1 (2.5:1)	5:1 (4:1)	$1 \times 10^n:1$ ($2.5 \times 10^n:1$)	$2 \times 10^n:1$ ($4 \times 10^n:1$)	$5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 (1:1.5) ($1:1.5 \times 10^n$)	1:5 1:10 (1:2.5) ($1:2.5 \times 10^n$)	$1:1 \times 10^n$ (1:3) ($1:3 \times 10^n$)	$1:2 \times 10^n$ (1:4) ($1:4 \times 10^n$)	$1:5 \times 10^n$ (1:6) ($1:6 \times 10^n$)

注：n 为正整数，优先选择无括号标准。

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，但尺寸标注时必须标注实际尺寸。一般来说，绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中注明。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：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1}$$

平面图 1:10

1.1.3 字体（GB/T14691—1993）

图样中书写的文字必须做到：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 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。字体高度代表字体的号数。

1.1.3.1 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 2/3。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

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

7 号字

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

5 号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

1.1.3.2 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° 。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

(2) 斜体数字示例

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

1.1.4 图线（GB/T17450—1998）

1.1.4.1 图线线型及其应用

图线是工程图样中所采用各种线型，GB/T17450—1998《技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型。图线的宽度（用 d 表示）分为粗线、中粗线、细线三种，其比例关系是 4:2:1。机械图样上多采用两种线宽，其比例关系是 2:1。建筑图样上可以采用三种线宽。所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择：0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。宽度为 0.18mm 的图线在图样复制中往往不清晰，尽量不采用。

目前，在机械图样中仍采用 GB/T4457.4—2002 中规定的 8 种线型：粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、粗点划线、细点划线、双点划线，如表 1-3 所示。

表 1-3 图线型式及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	主要用处
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线，尺寸界线，剖面线，重合剖面的轮廓线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线，视图与剖视的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线
虚线		$d/2$	不可见的轮廓线
细点划线		$d/2$	轴线，对称中心线，轨迹线
粗点划线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线，极限位置的轮廓线

1.1.4.2 图线的画法

（1）同一图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点划线、双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等，在图样中要显得匀称协调，建议采用图 1-5 的图线规格。

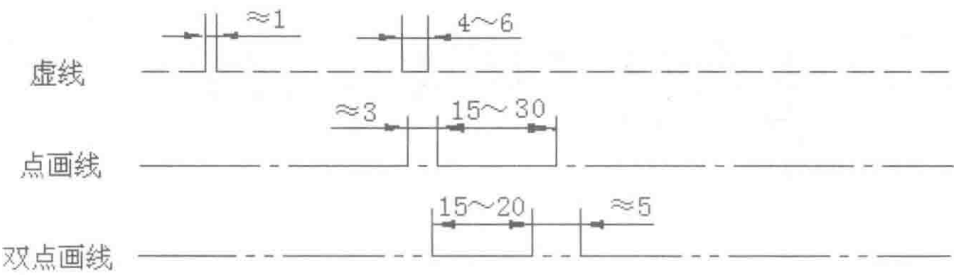


图 1-5 图线规格

（2）绘制点划线时，首末两端及相交处应是线段而不是短划，超出图形轮廓 2~5mm。在较小的图形上绘制点划线和双点划线有困难时，可用细实线代替。

（3）虚线与虚线相交，或与其他图线相交时，应以线段相交，当虚线为实线的延长线时，应留有间隙，以示两种不同线型的分界线。

绘制图线应注意的问题如图 1-6 所示。

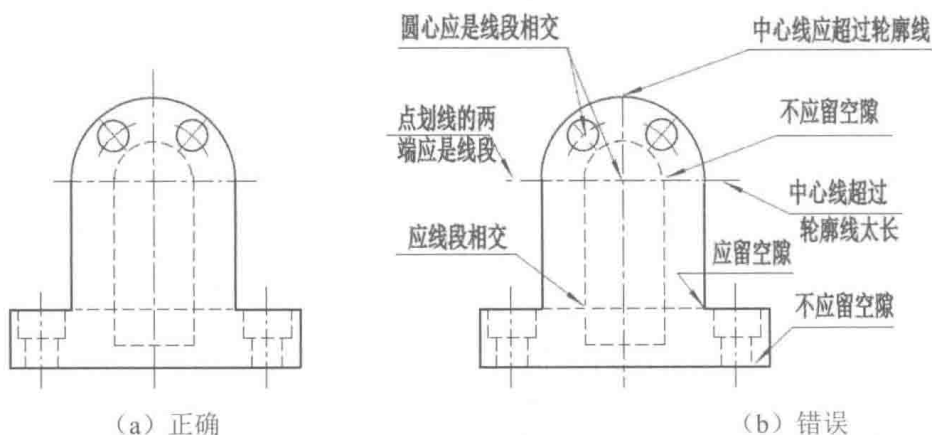


图 1-6 画点划线和虚线应遵守的画法

图线应用示例如图 1-7 所示。

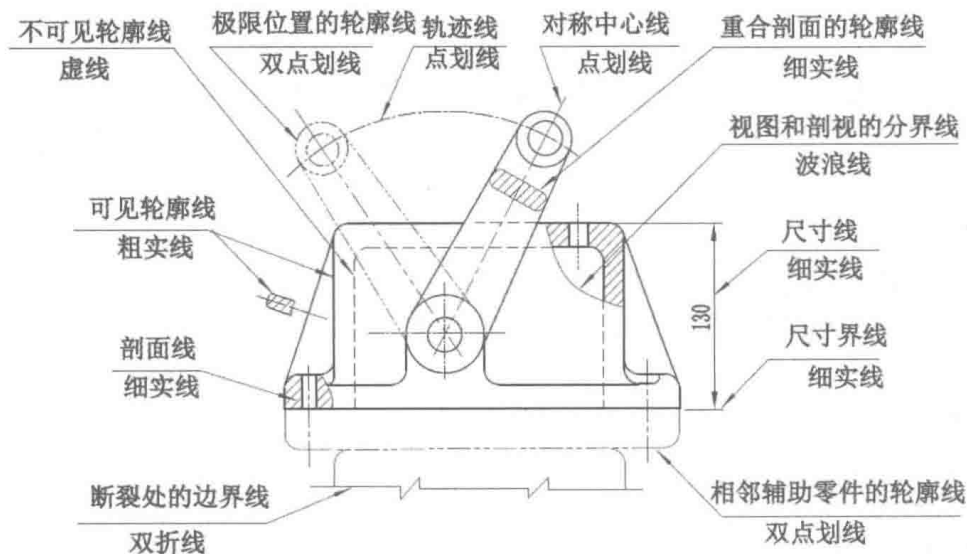


图 1-7 图线应用实例

1.1.5 尺寸标注 (GB/T4458.4—2003)

1.1.5.1 基本规则

(1) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需注明计量单位代号或名称。若采用其他单位则必须注明相应计量单位或名称。

(2) 图样上所注的尺寸数值是机件的真实大小，与图形大小及绘图的准确度无关。

(3) 机件的每一尺寸，在图样上一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清楚的视图上。

(4) 图样中所注尺寸是该机件最后完工时的尺寸，否则应另加说明。

1.1.5.2 尺寸要素

一个完整的尺寸，由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四个要素组成，如图 1-8 所示。

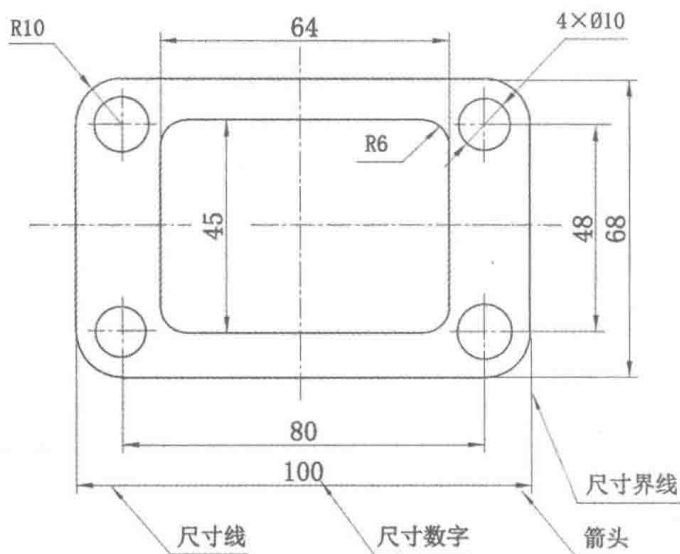


图 1-8 尺寸的组成

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制，一般是图形的轮廓线、轴线或对称中心线的延长线，超出尺寸线约 2~3mm。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直，必要时允许倾斜。

2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，必须单独画出，不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。尺寸线应与所标注的线段平行，平行标注的各尺寸线的间距要均匀，间隔应大于 5mm，同一张图纸的尺寸线间距应相等。

标注角度时，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。

3. 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式，箭头或细斜线，如图 1-9 所示。箭头适用于各种类型的图样。当尺寸线终端采用细斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须垂直。同一张图样中，只能采用一种尺寸线终端形式。采用箭头形式时，在位置不够的情况下，允许用圆点或斜线代替。

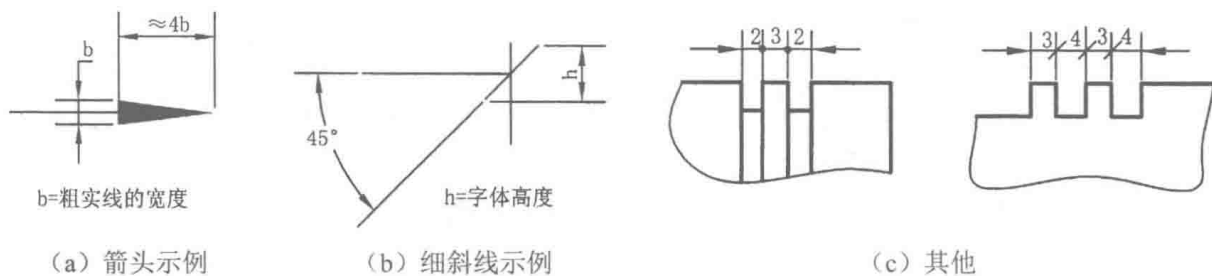


图 1-9 尺寸线终端的两种形式

4. 尺寸数字

线性尺寸的数字一般注写在尺寸线上方或尺寸线中断处。尺寸数字不能被任何图线通过，否则应将该图线断开，如图 1-10 所示。

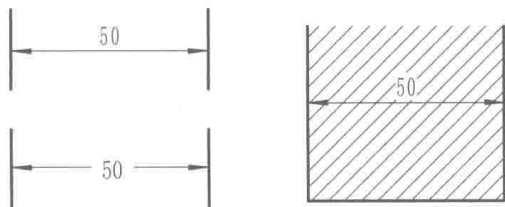


图 1-10 尺寸数字的标注方法

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-4。

表 1-4 常用符号和缩写词

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	ϕ	厚度	t	沉孔或铤平	
半径	R	正方形	$\square$	埋头孔	
球直径	S ϕ	45°倒角	C	均布	EQS
球半径	SR	深度	$\Downarrow$	弧长	

1.1.5.3 各类尺寸标注示例

1. 线性尺寸的注法

线性尺寸的数字应按图 1-11 (a) 所示的方向注写，即以标题栏方向为准，水平方向字头朝上，垂直方向字头朝左，倾斜方向时字头有朝上趋势。应尽量避免在如图 1-11 (a) 所示的 30°范围内标注尺寸，当无法避免时，可按如图 1-11 (b) 所示的形式标注。

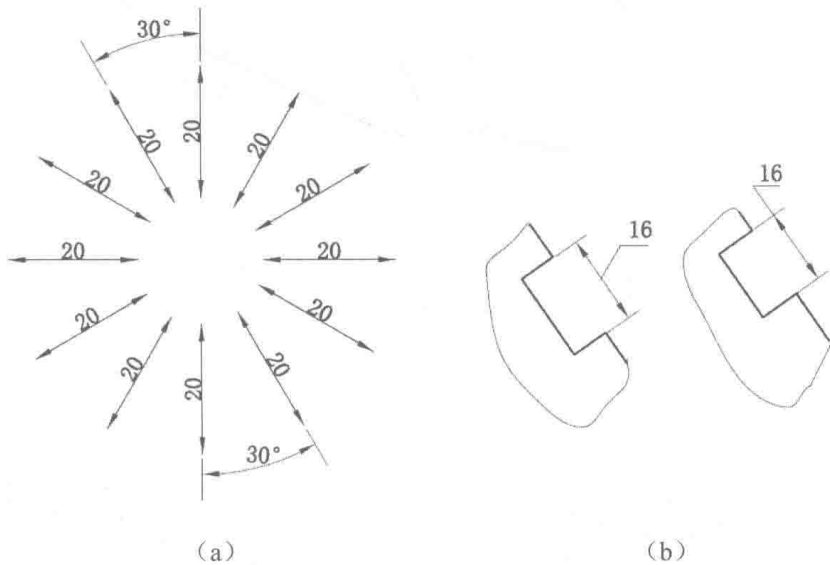


图 1-11 线性尺寸的数字注法

2. 角度尺寸注法

标注角度时，尺寸数字一律水平书写，即字头永远朝上，一般注在尺寸线的中断处，如图 1-12 (a) 所示，必要时也可按图 1-12 (b) 的形式标注。

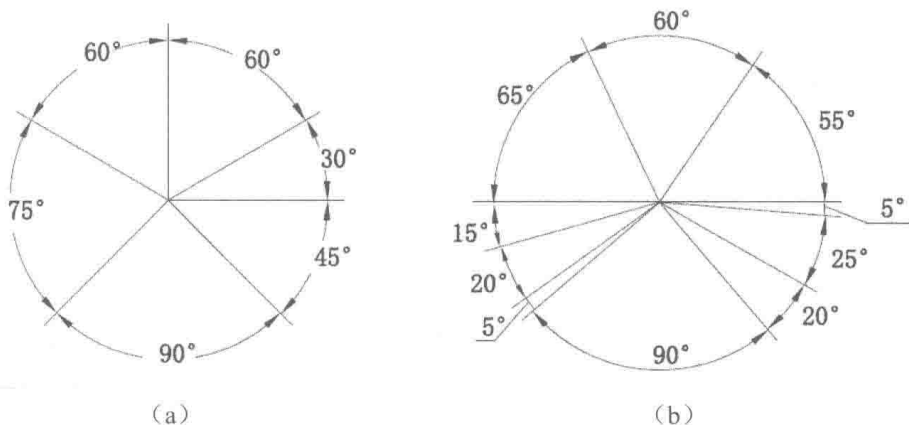


图 1-12 角度尺寸的注法

3. 圆、圆弧及球面尺寸的注法

(1) 标注圆或大于半圆的弧时，应在尺寸数字前加注符号 ϕ ；标注圆弧半径时，应在尺寸数字前加注符号 R。尺寸线应通过圆心，终端为箭头。可按如图 1-13 所示的方法标注。

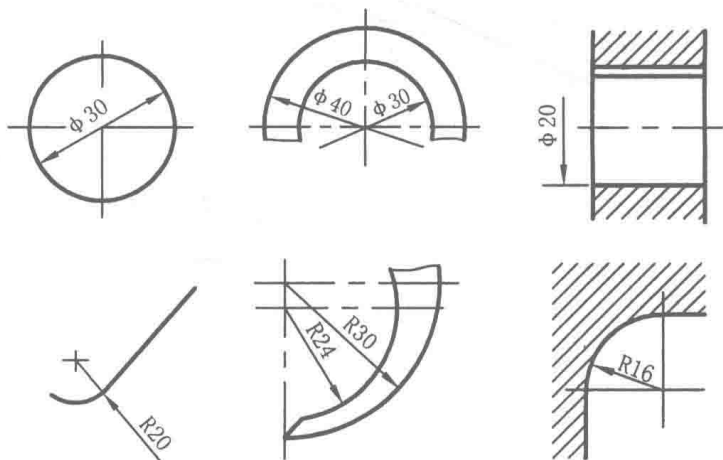


图 1-13 圆及圆弧尺寸的注法

(2) 当圆弧的半径过大，图纸范围内无法注出圆心位置时，可按图 1-14 标注。

(3) 标注球面的直径或半径时，应在符号 ϕ 或 R 前加注 S。（在不易引起误解时，可省略，如图 1-15 所示。）

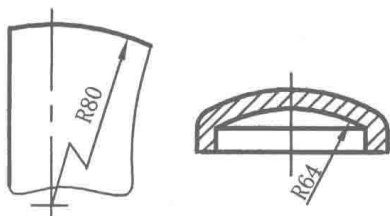


图 1-14 大圆弧尺寸的注法

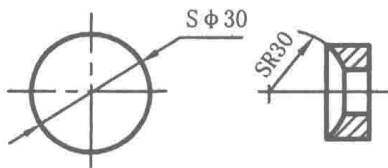


图 1-15 球面尺寸的注法

4. 小尺寸的注法

对于小尺寸，在没有足够的位置画箭头或注写数字时，箭头可画在外面，或用小圆点代