



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

工程制图

主编 李勇 谢泳

高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

工程制图

Gongcheng Zhitu

主编 李勇 谢泳



高等教育出版社·北京

内容提要

本书根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》及近年来发布的有关国家标准《技术制图》《机械制图》等,吸取近年来教学改革成果,并参考一些兄弟院校同类教材编写而成。

本书主要包括制图的基本知识,点、直线、平面的投影,投影变换,基本体,组合体,轴测图,机件的常用表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,展开图。

本书配套使用的李勇、谢泳主编《工程制图习题集》同期出版,可供选用。

本书适合于高等学校本科近机类、非机类各专业使用,也可供高职高专相关专业使用,还可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 李勇, 谢泳主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 04 - 040977 - 2

I. ①工… II. ①李… ②谢… III. ①工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 195125 号

策划编辑	庚欣	责任编辑	庚欣	封面设计	李卫青	版式设计	马敬茹
插图绘制	宗小梅	责任校对	李大鹏	责任印制	尤静		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京四季青印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 15.5
字 数 370 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2014 年 9 月第 1 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40977 - 00

前 言

工程制图课程是高等工科院校一门必修的技术基础课,主要研究工程图样的绘制和阅读,在培养学生创造性思维能力、空间想象能力及工程素质等方面具有极其重要的作用。工程图样是生产中必不可少的技术文件,是在世界范围通用的“工程技术语言”,因此,正确规范地绘制工程图和准确、快速地阅读工程图是一名工程技术人员必备的基本素质。

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,结合编者多年的教学与教改经验,并参考了兄弟院校同类教材编写而成的。本书编写秉承了制图教育的传统及特色,运用了现代教育理论和方法的研究成果,使学生在学工程制图的同时,得到科学思维方法和创新能力的培养与训练。

本书是全国教育科学“十一五”规划课题“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题的研究成果,在编写方面有如下特点:

(1) 以培养应用型人才为目的,在内容的选择及体系结构的安排上适应应用型人才培养的需求,符合高等学校近机类、非机类专业工程制图课程的教学要求。

(2) 精选了点、线、面及立体投影的内容,强化了视图表达的训练,以增强学生空间分析和构型能力的培养。

(3) 各章节内容详略得当、文字精练、衔接合理,符合工程制图课程的教学特点。全书采用了有关的最新国家标准《技术制图》和《机械制图》。

本书由西安科技大学理学院工程图学系编写,李勇、谢泳任主编。参加编写的有尉朝闻(第 1 章)、李勇(绪论,第 2、5 章)、谢泳(第 3、4、11 章)、黄翔(第 6、7 章)、胡元哲(第 8 章,附录)、刘金瑄(第 9 章)、支剑锋(第 10 章)。

北京科技大学窦忠强教授认真地审阅了本书,并提出了很多宝贵的意见和建议。本书编写过程中还得到了西安科技大学教务处和教材科领导的大力支持和帮助。在此一并表示感谢。

本书参考了一些国内的同类教材,在此特向有关作者致意。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和疏漏,敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 5 月

目 录

绪论	1	7.3 断面图	140
第1章 制图的基本知识	2	7.4 其他表达方法	142
1.1 制图的基本规定	2	7.5 综合应用举例	146
1.2 制图工具的用法	14	7.6 第三角画法简介	147
1.3 几何作图	18	第8章 标准件与常用件	150
1.4 绘制工程图样的方法与步骤	25	8.1 螺纹和螺纹紧固件	151
第2章 点、直线、平面的投影	28	8.2 键与销	162
2.1 投影法及三视图	28	8.3 滚动轴承	165
2.2 点的投影	32	8.4 齿轮	168
2.3 直线的投影	37	8.5 弹簧	172
2.4 平面的投影	46	第9章 零件图	175
2.5 平面上的直线和点	52	9.1 零件图概述	175
2.6 直线与平面、平面与平面的相对位置	54	9.2 零件图的视图选择	177
第3章 投影变换	61	9.3 零件图的尺寸标注	178
3.1 投影变换的目的与方法	61	9.4 零件图的技术要求	181
3.2 换面法	61	9.5 零件上常见的工艺结构	190
3.3 旋转法	68	9.6 典型零件图例分析	193
第4章 基本体	73	9.7 零件测绘	198
4.1 基本体的投影	73	9.8 读零件图	201
4.2 截交线	81	第10章 装配图	203
4.3 相贯线	90	10.1 装配图概述	203
第5章 组合体	98	10.2 装配图的表达方法	205
5.1 组合体的形体分析	98	10.3 装配图中的尺寸标注、零部件编号及 明细栏	207
5.2 组合体视图的画法	100	10.4 装配图的画法及装配结构的合理性	209
5.3 组合体视图的尺寸标注	104	10.5 读装配图及由装配图拆画零件图	211
5.4 读组合体的视图	109	第11章 展开图	218
第6章 轴测图	115	11.1 平面立体的表面展开	218
6.1 轴测图的基本知识	115	11.2 可展曲面的表面展开	219
6.2 正等轴测图	116	附录	224
6.3 斜二等轴测图	123	附录1 常用螺纹	224
第7章 机件的常用表达方法	126	附录2 常用标准件	227
7.1 视图	126	参考文献	239
7.2 剖视图	129		

绪 论

一、本课程的性质

工程制图是一门研究绘制和阅读图样、图解空间几何问题的理论和方法的技术基础课。根据投影原理、标准或有关规定绘制,用于表示工程对象并有必要技术说明的图称为图样,图样是人类历史和技术进步的产物。从事工程设计和技术研究的有关工程技术人员必须把自己的设计意图和设计思想用图样表达出来,才能进行交流,才能使之变成现实的产品。生产者也必须通过阅读图样来了解产品的结构、工艺要求等,才能生产出符合设计要求的产品。因此,图样被称为工程界的通用语言,是工程技术领域最重要的技术文件之一。

二、本课程的任务

- (1) 掌握正投影法的基本原理,培养空间想象能力。
- (2) 学习零、部件的表达方法,培养绘制和阅读简单零、部件图的能力。
- (3) 培养严格贯彻执行国家标准的工程意识。
- (4) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习要求

本课程是一门具有系统的基本理论,但实践性又很强的技术基础课。只在课堂学习理论是不够的,必须通过一定量的绘图实践才能掌握,而绘图的过程是枯燥费时的,必须要耐心、细心、专心。

- (1) 无规不成方圆,要有一套合乎要求的制图工具,并掌握其正确的使用方法。
- (2) 认真听课,课后及时完成作业。
- (3) 注意画图与看图相结合,物体与图样相结合,要多画多看多想。
- (4) 了解并遵守国家标准《技术制图》《机械制图》中的有关规定。

第 1 章

制图的基本知识

图样是工程中用来进行技术交流和指导生产的重要技术文件之一,被称为工程界的共同语言。所遵循的统一规范为《技术制图》和《机械制图》国家标准(简称“国标”)。国标用代号 GB 或 GB/T (GB 为强制性国标, GB/T 为推荐性国标)表示。国标对图样的画法作了严格的规定,工程技术人员在绘制图样时必须严格遵守、认真贯彻国家标准,以充分发挥图样的“语言”功能。

本章主要介绍制图的基本规定、制图工具的用法、几何作图、绘制工程图样的方法与步骤。

1.1 制图的基本规定

1.1.1 图纸的幅面和格式

《技术制图》GB/T 14689—2008 和 GB/T 10609.1—2008 规定了图纸的幅面和标题栏有关内容和格式。

1. 图纸幅面尺寸

GB/T 14689—2008 中规定图纸幅面为矩形有效使用范围,尺寸用宽度 B 和长度 L 表示。图纸幅面尺寸见表 1-1。

表 1-1 图纸基本幅面代号和尺寸

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

绘制图样时,优先采用表中规定的图纸幅面尺寸,必要时可以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,详见 GB/T 14689—2008。

2. 图框格式

GB/T 14689—2008 中规定图框为图纸上限定绘图区域的线框,用粗实线绘出。图纸可横

放或竖放,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式,图样应画在图框之内。不留装订边和留有装订边的图框格式见图 1-1 和图 1-2。图 1-1a 和图 1-2a 为横式幅面 A0 ~ A3,图 1-1b 和图 1-2b 为竖式幅面 A4。图中尺寸 e 、 c 、 a 为图框离开纸边的距离,其数值见表 1-1。

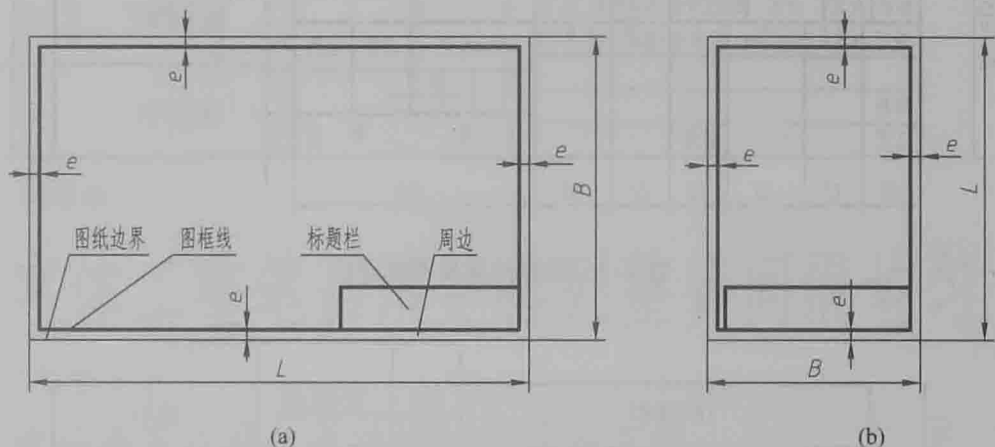


图 1-1 不留装订边的图框格式

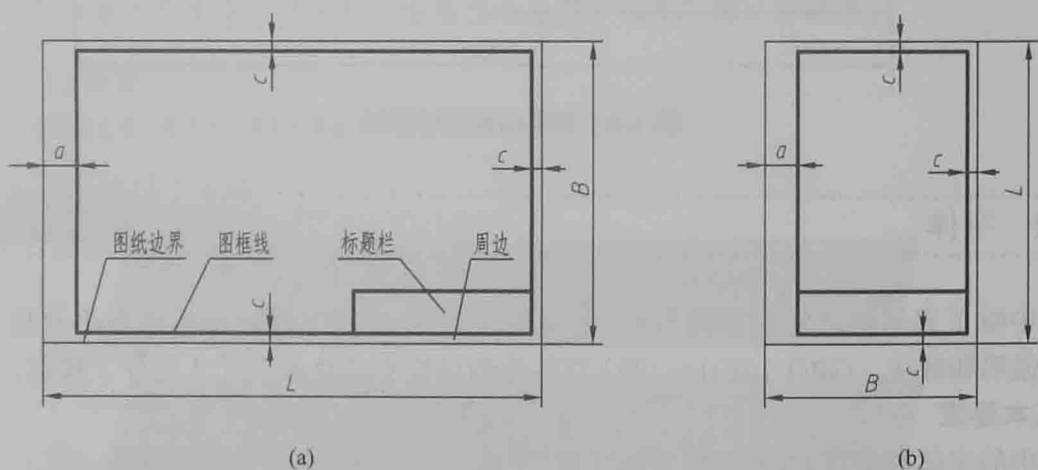


图 1-2 留有装订边的图框格式

3. 标题栏位置及格式

每张技术图样中均应画出标题栏。《技术制图 标题栏》GB/T 10609.1—2008 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定,如图 1-3 所示。图 1-4 为学生用推荐标题栏格式。

标题栏一般应位于图纸的右下角,如图 1-1 和图 1-2 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-1a 和图 1-2a 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-1b 和图 1-2b 所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致,即标题栏中的文字方向为看图方向。

此外,标题栏的线型、字体(签名除外)和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

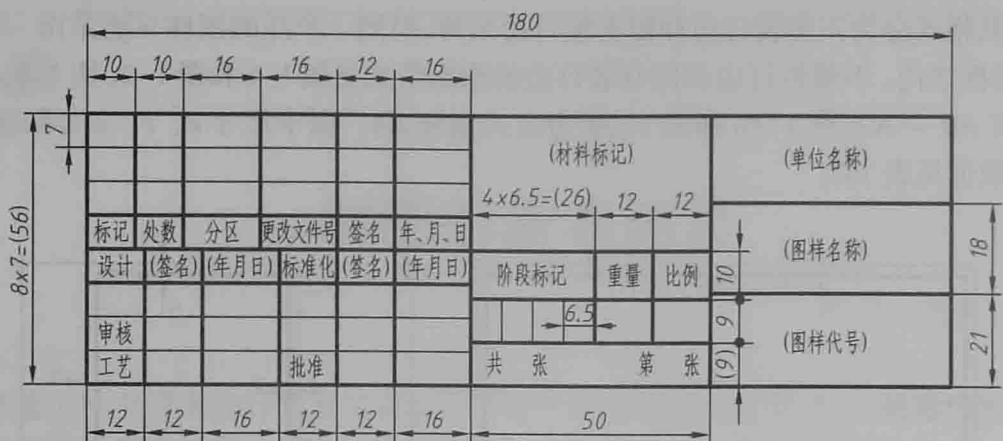


图 1-3 国家标准推荐标题栏

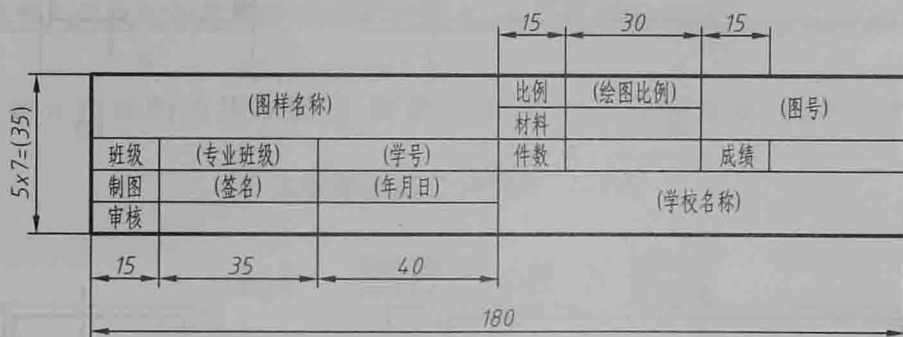


图 1-4 学生用推荐标题栏

1.1.2 字体

图样中除了表示物体形状的图形外,还应用汉字、数字和字母对物体的大小及技术要求等内容加以说明和标注。GB/T 14691—1993 对字体的结构形式及基本尺寸进行了规定。

1. 基本要求

图样中的字体在书写时应做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

图样中各种字体的大小应根据国家标准规定的大小进行选取。国标规定字体高度(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。字体高度代表字体号数。

图样中的汉字应写成长仿宋体,并应采用国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

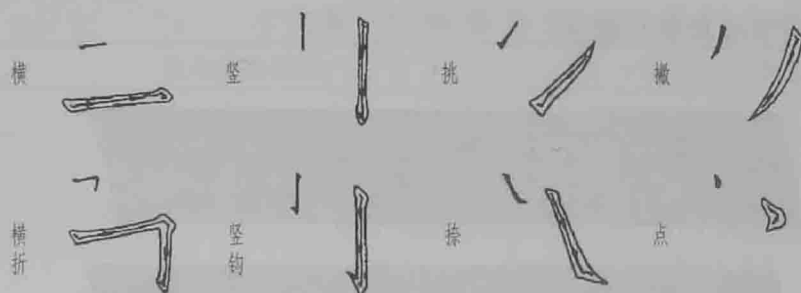
长仿宋体的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。

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 $1/14$, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成直体或斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

(1) 长仿宋体汉字基本笔画和字号示例



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

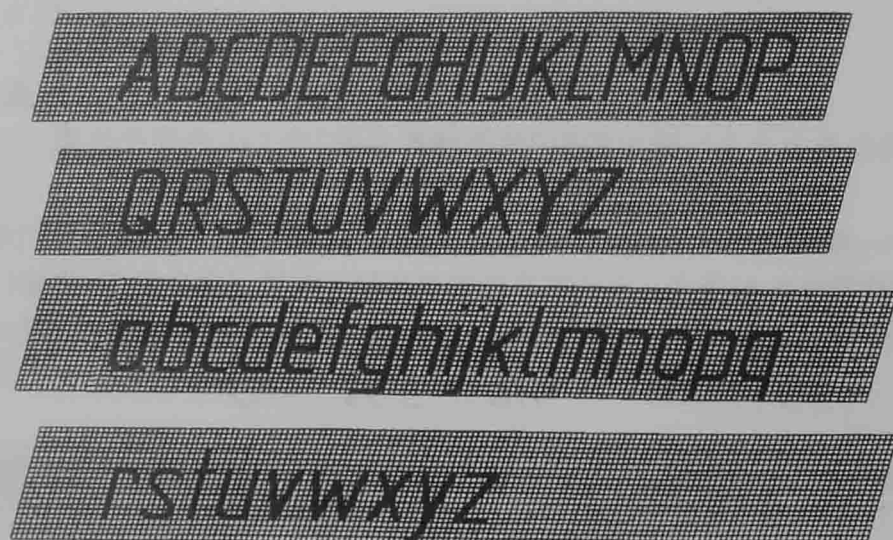
5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

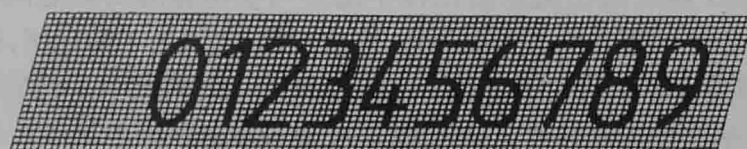
3.5号字

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) A 型斜体拉丁字母



(3) A 型斜体阿拉伯数字



(4) A 型斜体希腊字母和罗马数字
希腊字母 $\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \vartheta \iota \kappa$ $\lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau$ $\upsilon \phi \psi \chi \psi \omega$

罗马数字

 $I II III IV V VI VII VIII IX X$

(5) 图样常用标注示例

 $10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d$ $\phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ}_{-2^{\circ}}^{+1^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$ $10JS5(\pm 0.003) \quad M24-6h$ $\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{\sim A}{5:1}$ $\sqrt{Ra \ 6.3} \quad R8 \quad 5\% \quad \sqrt{3.50}$

1.1.3 比例

1. 比例的概念

GB/T 14690—1993 规定的比例是指图样中图形与实物相应要素之间的线性尺寸之比,如 1:1、2:1、1:2 等。比例按其比值大小分为: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;缩小比例,比值小于 1 的比例,如 1:2。

国家标准规定了绘制图样时一般应采用的比例,见表 1-2。

表 1-2 绘制比例

种类	优先选择系列	允许选择系列
原值比值	1:1	
放大比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	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。

图 1-5 为不同比例绘制的图形。图 1-5a 为按 1:1 比例绘制, 图 1-5b 为按 1:2 比例绘制, 图 1-5c 为按 2:1 比例绘制。

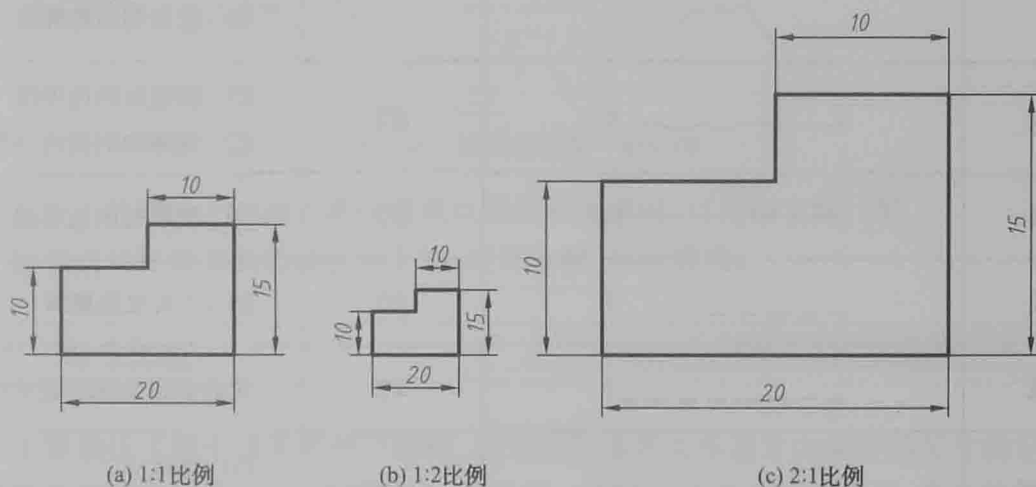


图 1-5 不同比例绘制的图形

2. 比例的选择

选择比例时, 应当选择表 1-2 中“优先选择系列”中的比例, “允许选择系列”的比例尽量不用。

绘制图样时, 应根据形体的大小及其结构的复杂程度来选取相应的比例, 一般应按形体的实际大小 (1:1) 画出, 以便直接从图样上看出形体的真实大小。当形体大而简单时, 可采用缩小的比例; 当形体小而复杂时, 可采用放大的比例。无论采用缩小还是放大的比例, 在标注尺寸时, 都按形体的实际尺寸标注 (图 1-5), 而在标题栏的“比例”栏中填写相应的比例。

1.1.4 图线

国家标准中有关图线的标准有《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)、《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)。

1. 线型

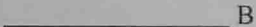
国家标准《机械制图 图样画法 图线》将图线线型分为粗实线、细实线、细点画线等 9 种。图线宽度分为粗线、细线 2 种, 粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度在 0.5 mm 与 2 mm 之

间选择,细线的宽度约为 $d/2$ 。推荐使用的粗、细线宽度为 0.7 mm 和 0.35 mm (或 0.5 mm 和 0.25 mm)。考虑到图样复制的需要,图线的宽度不宜采用 0.25 mm 以下的尺寸。

图线宽度的推荐系列为: 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

表 1-3 所示为 GB/T 4457.4—2002 中常用图线的名称、型式、代号、宽度以及在图样上的一般应用(图 1-6)。

表 1-3 常用图线名称、型式、代号、宽度及一般应用

图线名称	图线型式、代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	d	A1: 可见轮廓线
细实线	 B	$d/2$	B1: 尺寸界线及尺寸线 B2: 剖面线 B3: 重合剖面轮廓线
波浪线	 C	$d/2$	C1: 断裂处的边界线 C2: 视图和剖视的分界线
双折线	 D	$d/2$	D1: 断裂处的边界线
细虚线	 E	$d/2$	E1: 不可见轮廓线
粗虚线	 F	$d/2$	允许表面处理的表示线
细点画线	 G	$d/2$	G1: 轴线 G2: 对称中心线
粗点画线	 H	d	限定范围表示线
细双点画线	 K	$d/2$	K1: 相邻辅助零件的轮廓线 K2: 极限位置的轮廓线 K3: 轨迹线

对于仪器绘图中虚线的画长 3 ~ 5 mm, 间隔约 1 mm; 点画线、双点画线的画长约 15 mm, 点长和间隔约 1 mm。

2. 图线画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的画长、点长和间隔应各自相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍,其最小间距应大于 0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画的交点。点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是点。点画线(或双点画线)相交时,其交点应为长画相交,不能交在间隔或点处。

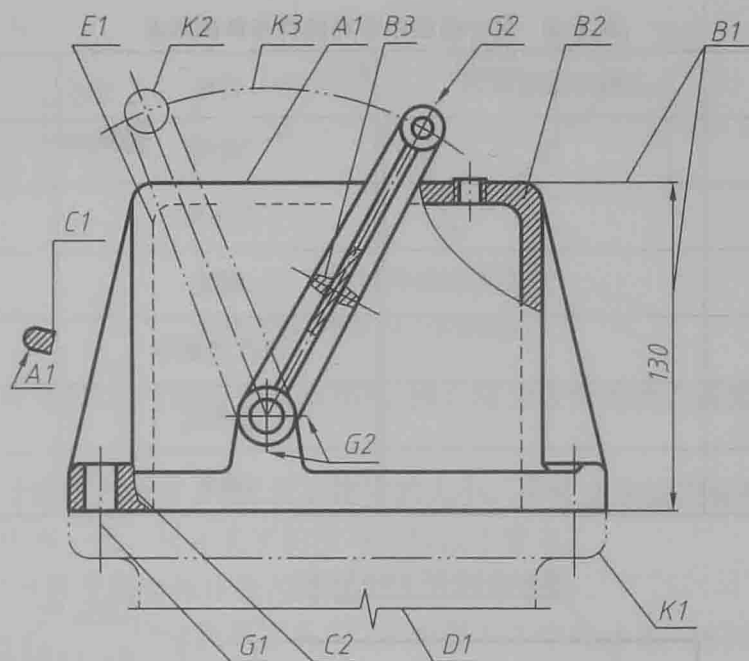


图 1-6 图线型式及一般应用

(4) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(5) 当虚线处在粗实线的延长线上时,应留空隙,再画虚线。

1.1.5 尺寸标注

图形主要表达工程形体的形状及结构,而工程形体的大小通常由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作,应认真细致,一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误,将会给生产带来困难,并造成经济损失。

有关尺寸标注的国家标准有《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)、《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》(GB/T 16675.2—1996)。

1. 基本规则

(1) 图样所示物体的真实大小应以图样上标注的尺寸为依据,与图形的比例及绘图的准确性无关。

(2) 图样中的尺寸(包括技术要求和其他说明)以 mm 为单位时,不需要标注计量单位的代号或名称。如果采用其他计量单位,则应注明计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所示的尺寸应为该图样所示物体的成品尺寸,否则应当加以说明。

(4) 图样中同一结构的尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的部位上。重复的结构可以标注它们的数量。

(5) 图样上所注尺寸应完整、清晰、正确。

表 1-4 为尺寸标注中常用符号和缩写词。

2. 尺寸的组成

一个完整尺寸标注包括 4 个部分,分别是尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸文字,详见图 1-7。

表 1-4 尺寸标注中常用的符号和缩写词

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	ϕ	均布	<i>EQS</i>
半径	<i>R</i>	正方形	$\square$
球	<i>S</i>	深度	$\Downarrow$
厚度	<i>t</i>	沉孔或铰平	$\sqcup$
45° 倒角	<i>C</i>	埋头孔	∇
斜度	$\angle$	锥度	$\triangle$

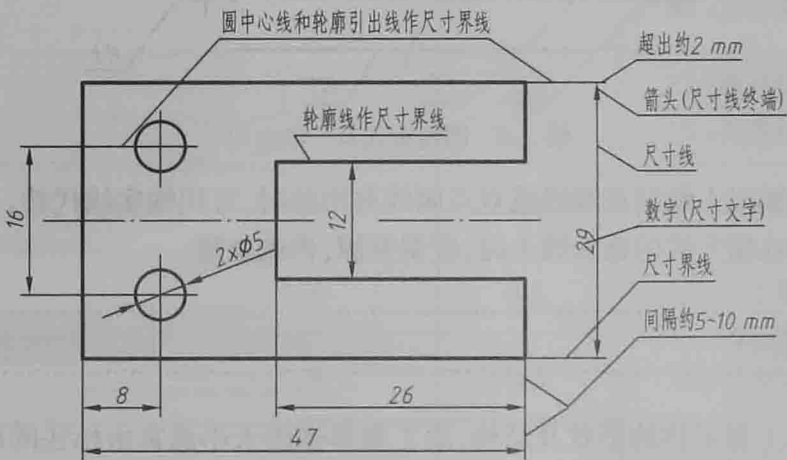


图 1-7 尺寸组成要素

(1) 尺寸界线。

尺寸界线表示所注尺寸的范围,用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线、对称中心线处引出,也可直接利用这些图线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且超过尺寸线箭头约 2 mm。

(2) 尺寸线。

尺寸线表明所度量尺寸的方向,用细实线绘制,不能用图形中的任何图线来代替。线性尺寸的尺寸线一般应与其标注的线段平行,尺寸线之间或尺寸线与尺寸界线之间应避免相交。在标注相互平行的尺寸时,应将小的尺寸放在里面,大的尺寸放在外面,平行尺寸线间间隔约 5 ~ 10 mm。

(3) 尺寸线终端。

尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式。在一套图样中,应采用其中一种尺寸线终端形式。机械工程图上的尺寸终端一般采用箭头,箭头的结构尺寸如图 1-8 左图所示,其中 *d* 为图样中粗实线的宽度。建筑工程图中的尺寸终端多采用斜线的方式。采用斜线形式的尺寸终端时,斜线与水平线成 45°,其方向为尺寸界限顺时针旋转 45°,如图 1-8 右图所示,图中 *h* 为标注文字的字高。

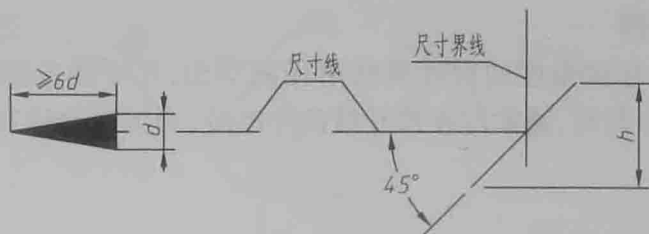


图 1-8 尺寸线终端的形式

d —粗实线的宽度; h —字体高度

标注角度和弧长尺寸时,尺寸线应当画成圆弧,圆心应为该角的顶点或弧的圆心。

(4) 尺寸文字。

尺寸文字包括尺寸数字和符号,用来表示物体的大小。尺寸文字应用标准字体书写,同一图样上的尺寸文字字高应当一致。尺寸文字的注写应按以下要求:

- 1) 线性尺寸的尺寸数字通常标注在尺寸线的上方或中断处。
- 2) 对于水平方向的尺寸,尺寸数字字头向上(如图 1-7 中尺寸 8、26、47),竖直方向的尺寸,尺寸数字字头向左(如图 1-7 中尺寸 16、12、29)。
- 3) 线性尺寸数字的方向应按图 1-9a 所示方向注写,应避免在 30° 范围内标注尺寸,无法避免时应按图 1-9b 所示方法标注。

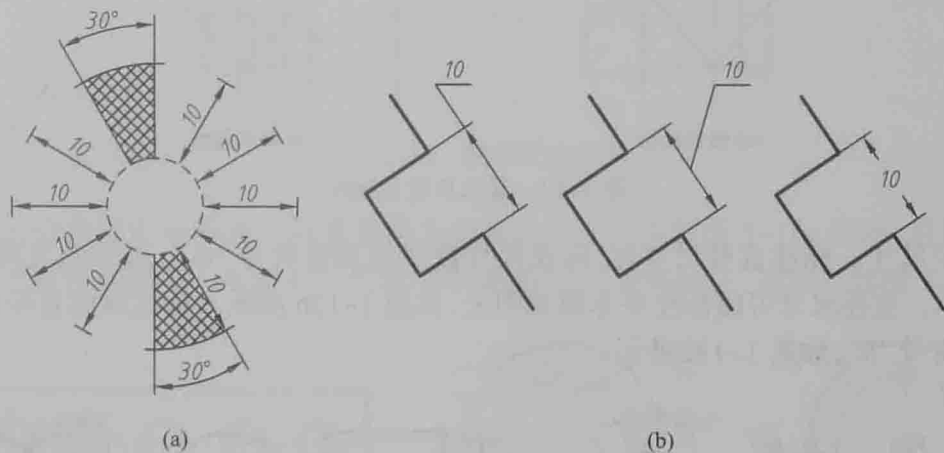


图 1-9 线性尺寸数字书写(1)

- 4) 尺寸数字不应被任何图线所通过,遇到这种情况应将图线断开,如图 1-10 所示。

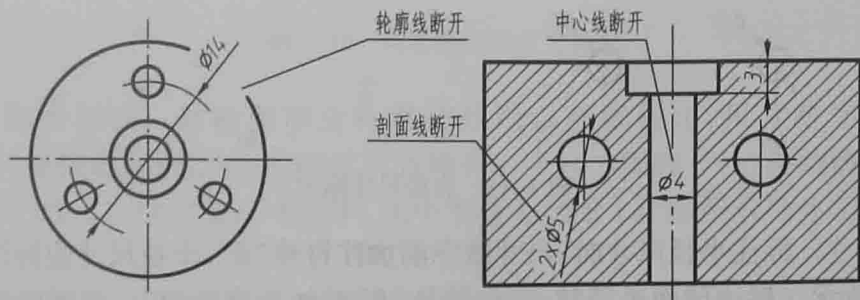


图 1-10 线性尺寸数字书写(2)

3. 常见尺寸注法示例

(1) 角度和弧长。标注角度的尺寸界线沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,其圆心同圆弧圆心;角度数字一律水平书写,通常写在尺寸线的中断处,必要时允许写在尺寸线外,或引出标注,如图 1-11 所示。

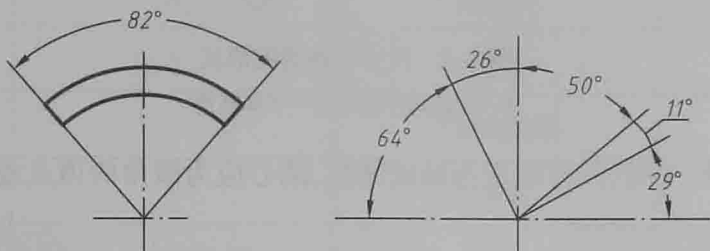
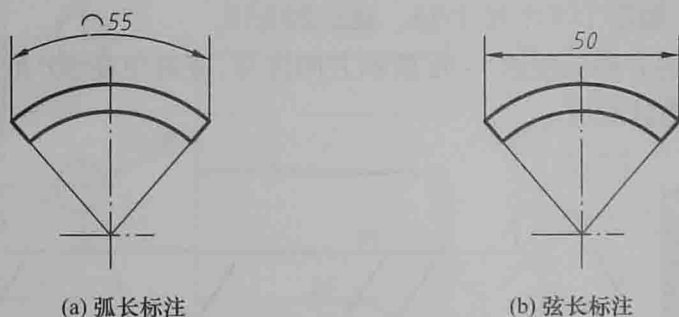


图 1-11 角度标注

(2) 弧长及弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线,弧长的尺寸数字前应加注符号“ $\frown$ ”,如图 1-12 所示。

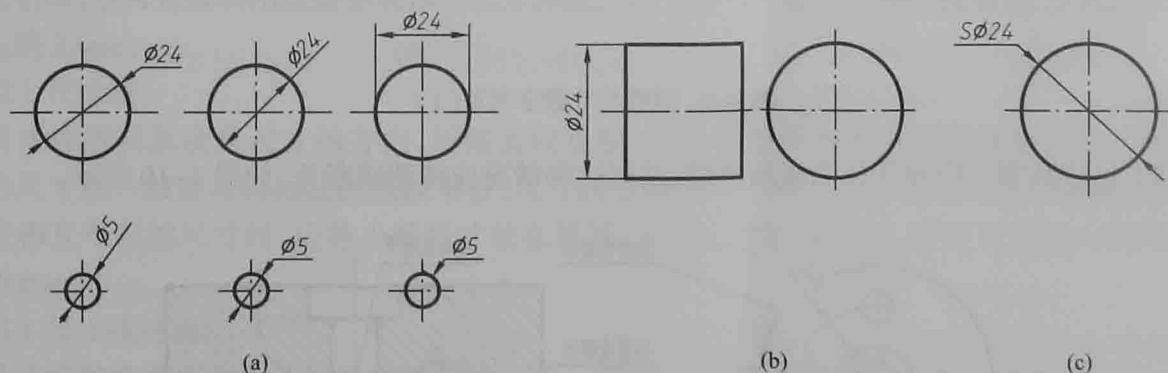


(a) 弧长标注

(b) 弦长标注

图 1-12 弧长及弦长标注

(3) 直径尺寸。标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”,直径的几种标注方法如图 1-13a 所示。直径尺寸可以标注在非圆视图上,如图 1-13b 所示。标注球面直径时,应在符号“ ϕ ”前加注符号“S”,如图 1-13c 所示。



(a)

(b)

(c)

图 1-13 直径尺寸标注

(4) 半径尺寸。标注半径尺寸时,尺寸数字前加注符号“R”,半径尺寸应标注在圆弧的视图上,如图 1-14a 所示。标注球面半径时,应在符号“R”前加注符号“S”。当圆弧半径过大或在图纸范围内无法注出圆心位置时,可按图 1-14b 所示标注,注意尺寸线应指向圆心。