

工程制图 (第2版)

● 主编 董晓倩

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

工程制图

(第2版)

主 编 董晓倩
副主编 田 晶 陈晓梅 胡慧芸
参 编 邹 萍 张艳华 张鉴隆
 谢冠成
主 审 童永华

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图 / 董晓倩主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-5682-2891-6

I. ①工… II. ①董… 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 (2016) 第 197358 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 17

字 数 / 390 千字

版 次 / 2017 年 1 月第 2 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 59.00 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 梁 潇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本教材根据最新《技术制图》与《机械制图》国际标准，按照高等教育的培养目标和特点，在充分考虑教师和学生的实际需求的基础上编写而成。

本教材以应用为目的，以必需、够用为度，旨在培养学生绘制和阅读机械工程图样的基本能力。本书内容翔实，涵盖国家大纲所要求的全部知识点，章节编排合理，思路清晰，层次分明，内容循序渐进，重点突出，符合学生的学习规律，便于组织教学。本书所举的实例大多和工程应用相结合，加强零件、装配体的测绘方法及常用测量工具的应用，注重培养学生分析和解决实际工程问题的能力。书中各个章节的能力和岗位目标清晰，注重对学生的自学能力的培养和拓展。

全书由董晓倩任主编，由田晶、陈晓梅、胡慧芸任副主编，由邹萍、张艳华、张鉴隆、谢冠成任参编，童永华任主审。

在编写本教材过程中，编者翻阅了大量的有关于机械制图的资料、教材，在此，对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促和编者的水平有限，书中难免有缺点和不足之处，恳请广大读者在使用中及时给我们提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 制图的基本知识与技能	1
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	2
1.1.1 图纸幅面与格式	2
1.1.2 比例	3
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线	6
1.1.5 尺寸注法	8
1.2 常用绘图工具、仪器及绘图的方法和步骤	12
1.2.1 绘图工具及使用	12
1.2.2 绘图的方法和步骤	14
1.3 几何作图及平面图形的绘制	16
1.3.1 正多边形的画法	16
1.3.2 斜度和锥度	17
1.3.3 椭圆画法	17
1.3.4 圆弧连接	18
1.3.5 平面图形画法及尺寸标注	19
思考与练习	22
第 2 章 投影的基础知识	23
2.1 投影法的基础知识	24
2.1.1 投影的概念	24
2.1.2 正投影的基本性质	24
2.2 三视图及其投影规律	25
2.2.1 三面投影体系的建立	26
2.2.2 三视图的形成和展开	27
2.2.3 三视图间的投影关系	28
2.3 点的投影	29
2.3.1 点的三面投影	29
2.3.2 点的投影规律	29
2.3.3 点的投影和直角坐标的关系	30
2.3.4 两点的相对位置	32

2.4 直线的投影	34
2.4.1 直线的三面投影	34
2.4.2 各种位置直线的投影规律	35
2.4.3 直线上点的投影	39
2.4.4 两直线的相对位置	40
2.5 平面的投影	43
2.5.1 平面的表示方法	43
2.5.2 各种位置平面的投影规律	44
2.5.3 平面上的点和直线的投影	47
思考与练习	51
第3章 基本体的投影	52
3.1 平面立体的投影	53
3.1.1 棱柱	53
3.1.2 棱锥	55
3.2 回转体的投影	58
3.2.1 圆柱	58
3.2.2 圆锥	61
3.2.3 圆球	63
思考与练习	67
第4章 切割体与相贯体	68
4.1 切割体	69
4.1.1 切割体、截交线的概念及截交线的基本性质	69
4.1.2 平面与平面立体相交	69
4.1.3 平面与曲面立体相截切	71
4.1.4 切割体尺寸标注	77
4.2 相贯体	79
4.2.1 相贯体、相贯线的概念和相贯线的分类	79
4.2.2 相贯线的基本性质	80
4.2.3 求相贯线的方法	80
思考与练习	86
第5章 轴测图	87
5.1 轴测图的基础知识	88
5.1.1 轴测投影的术语	89
5.1.2 轴测图的分类	89
5.1.3 轴测图的基本性质	90
5.2 正等轴测图	90
5.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	90
5.2.2 平面立体的正等轴测图画法	91
5.2.3 回转体的正等轴测图画法	94

5.3 斜二等轴测图	98
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	98
5.3.2 斜二等轴测图的画法	98
思考与练习	102
第6章 组合体	103
6.1 组合体的组合形式	104
6.1.1 组合体的构成形式	104
6.1.2 组合体相邻两表面之间的连接关系	104
6.2 组合体视图的绘制方法	106
6.2.1 叠加型组合体的三视图	106
6.2.2 切割型组合体的三视图	108
6.3 组合体的尺寸标注	109
6.3.1 组合体尺寸标注要求	109
6.3.2 组合体尺寸的种类	110
6.3.3 尺寸基准	112
6.3.4 组合体尺寸标注举例	112
6.4 组合体视图的识读	114
6.4.1 读组合体视图的技巧	114
6.4.2 用形体分析法读组合体的视图	115
6.4.3 用线面分析法读组合体的视图	117
6.4.4 补画组合体的视图	117
思考与练习	121
第7章 机件常用的表达方法	122
7.1 视图	124
7.1.1 基本视图	124
7.1.2 向视图	126
7.1.3 局部视图	126
7.1.4 斜视图	128
7.2 剖视图	129
7.2.1 剖视的概念和画法	129
7.2.2 剖视图的种类	132
7.2.3 剖切面种类	136
7.3 断面图	141
7.3.1 断面的概念	142
7.3.2 断面的种类	143
7.4 其他画法	145
7.4.1 局部放大图	145
7.4.2 简化画法	146
7.5 综合应用举例	149

7.6 第三角画法简介	152
7.6.1 第三角画法概念	152
7.6.2 第三角投影画法与第一角画法比较	152
7.6.3 第三角画法和第一角画法的识别符号	154
思考与练习	156
第8章 标准件与常用件	159
8.1 螺纹	160
8.1.1 螺纹的形成和加工方法	160
8.1.2 螺纹的基本要素 (GB/T 14791—1993)	160
8.1.3 螺纹的规定画法	162
8.1.4 常用螺纹的种类及标注	164
8.2 螺纹紧固件及连接	166
8.2.1 常用螺纹紧固件的种类及标注	166
8.2.2 螺纹紧固件及连接图的画法	168
8.3 键及其连接	171
8.3.1 常用键及其标记	171
8.3.2 键连接画法	172
8.4 销及其连接	174
8.4.1 销及其标记	174
8.4.2 销连接画法	175
8.5 齿轮	175
8.5.1 齿轮的作用与种类	175
8.5.2 直齿圆柱齿轮	176
8.6 滚动轴承	179
8.6.1 滚动轴承的结构和种类	180
8.6.2 滚动轴承的代号	180
8.6.3 滚动轴承	182
8.7 弹簧	183
8.7.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称及尺寸关系	183
8.7.2 圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	184
8.7.3 装配图中螺旋压缩弹簧的简化画法	185
思考与练习	188
第9章 零件图和装配图	189
9.1 零件图的作用与内容	191
9.1.1 零件图的作用	191
9.1.2 零件图的内容	191
9.1.3 零件图的视图选择	192
9.1.4 零件图的尺寸标注	200
9.1.5 零件图的技术要求	203

9.2 读零件图	214
9.2.1 读零件图的方法和步骤	214
9.2.2 读零件图举例	215
9.3 零件测绘	216
9.3.1 零件测绘的一般方法和步骤	217
9.3.2 常用测量工具及其使用方法	221
9.4 装配图的作用和内容	223
9.4.1 装配图的作用	223
9.4.2 装配图的内容	223
9.5 装配图的画法	226
9.5.1 装配图的表达方法	226
9.5.2 装配结构的合理性	227
9.5.3 装配图的画图步骤	228
9.6 读装配图和拆画零件图	231
9.6.1 读装配图的方法和步骤	231
9.6.2 拆画零件图	233
思考与练习	238
附录	240
参考文献	257

第 1 章 制图的基本知识与技能



内容提要

图样是现代化工业生产中的重要技术文件，被称为工程界的语言。本章介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定，常用绘图工具及仪器，几何图形、平面图形的画法及尺寸标注。

能力目标

通过本章的学习，使学生掌握国家标准对有关图纸幅面、格式、比例、字体、图线及尺寸注法的一些规定，从而在作图过程中严格遵守国家标准，自觉地应用国标来规范绘制；正确使用绘图工具和仪器；掌握几何图形、平面图形的画法。

岗位目标

在生产实践中，凡是与工程图有关系的工作岗位，比如：工程设计、生产制造、安装、检测等均能应用到本章内容。通过本章对国标的学习，使所有工程人员养成工程制图的严谨性。

章前案例

如图 1-1 所示的平面图，请思考一下，这个图形是怎么画出来的？各部分的尺寸是遵循什么规则标注上的？

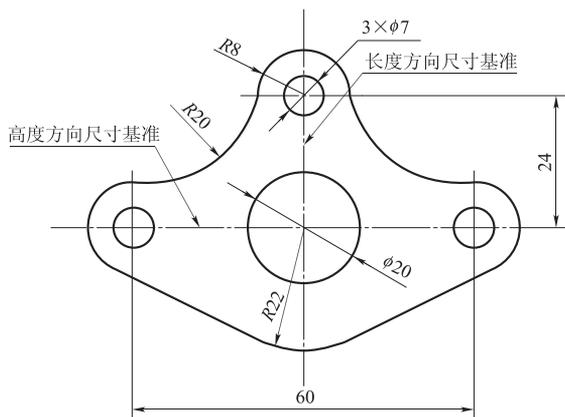


图 1-1 圆弧、直线的连接和尺寸标注

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件,是表达设计思想、进行技术交流、指导生产的工程语言。国家标准《技术制图》和《机械制图》规定了绘制和阅读机械图样应共同遵守的规则。国家标准《技术制图》适用于机械、电气、工程建设等专业领域的制图,在技术上、内容上具有统一和通用的特点,是通用性和基础性的技术标准;而国标《机械制图》则是专业性技术标准。

国家标准简称“国标”,以代号“GB”表示。如 GB/T 14689—1993,其中“T”为推荐性标准,“14689”是标准顺序号,“1993”是标准颁布的年份。

本节重点

掌握国标中对工程图纸幅面,绘图的比例、字体、图线及尺寸注法的有关规定。

1.1.1 图纸幅面与格式

1. 图纸幅面

《技术制图》GB/T 14689—2008 中对技术图样的图纸幅面做了相关规定。绘制技术图样时应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时,也允许加长幅面,即基本幅面长边尺寸不变,而短边尺寸成其整数倍增加。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	1 184×891	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

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,但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸,图框格式如图 1-2 所示;留有装订边的图纸,图框格式如图 1-3

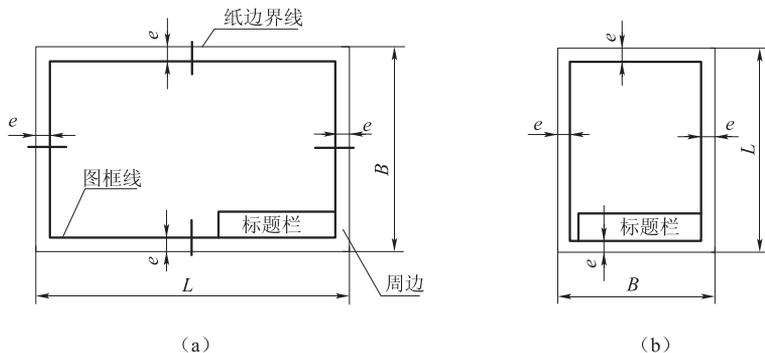


图 1-2 不留装订边的图纸格式

所示。

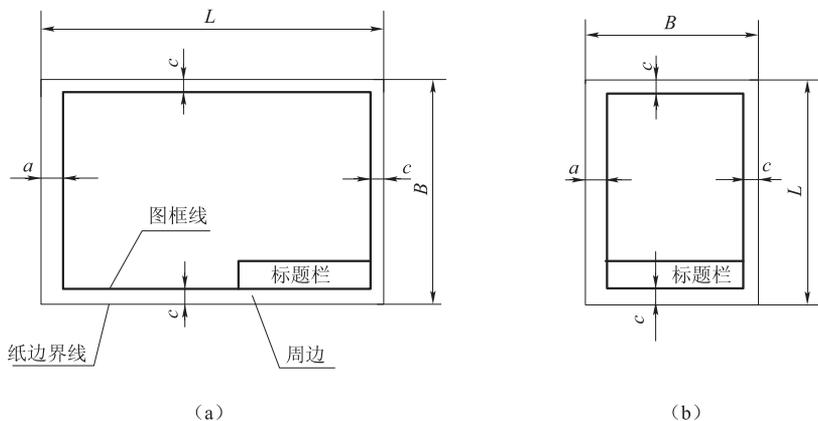


图 1-3 留有装订边的图纸格式

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5 mm，长度从纸边界线开始伸入图框内约 5 mm，伸入标题栏部分省略不画，如图 1-2 所示。

3. 标题栏

每张图纸上必须有标题栏。标题栏的位置一般应位于图纸的右下角，其文字方向就是看图方向。标题栏的格式、内容和尺寸在《技术制图》GB/T 10609.1—2008 中已作了相关规定，如图 1-4 所示。学生制图作业，建议采用图 1-5 所示的标题栏格式。

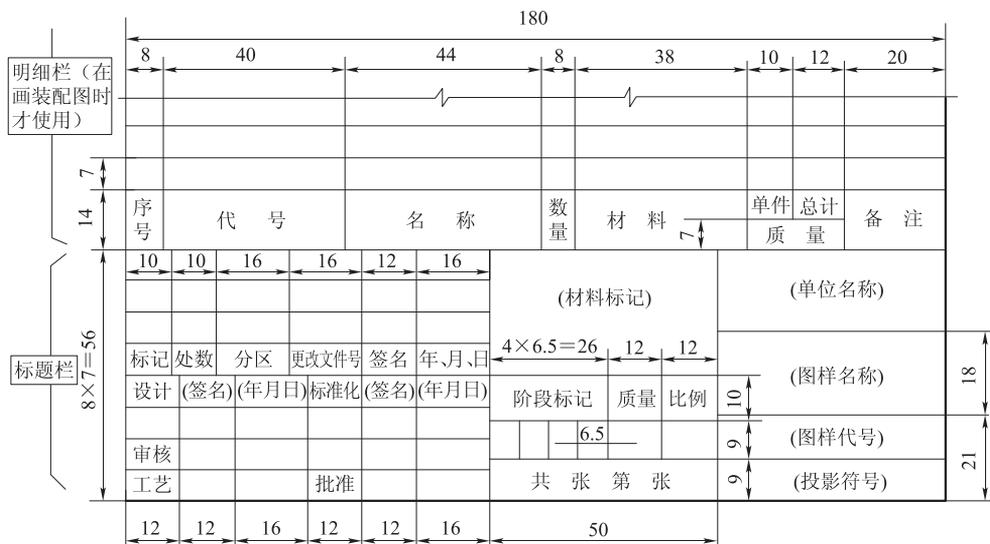


图 1-4 标题栏及明细栏的格式及尺寸

1.1.2 比例

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。《技术制图》GB/T 14690—1993 中规

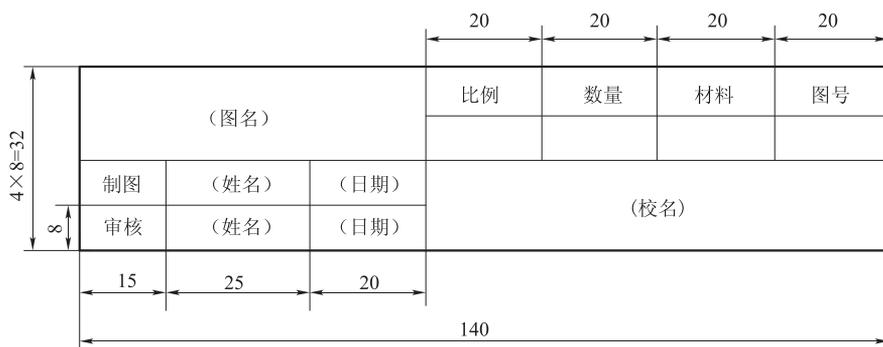


图 1-5 制图作业用简化标题栏

定绘图时, 首先应选取表 1-2 规定的比例系列, 必要时也可从表 1-3 规定的系列中选取适当的比例, 并尽量采用 1:1 的原值比例。

带角度的图形, 不论放大或缩小都应按实际的角度绘制和标注。

表 1-2 规定的比例系列

种 类	比 例		
原值比例 (比之为 1 的比例)	1 : 1		
放大比例 (比值>1 的比例)	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例 (比值<1 的比例)	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 \times 1 : 10^n$

表 1-3 规定的比例系列

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
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

绘制同一机件的各个视图时, 应尽量采用相同的比例, 并填入标题栏的“比例”项内。无论绘图时采用多大的比例, 在标注尺寸时都应按机件最后完工时的实际尺寸标注。

1.1.3 字体

《技术制图》GB/T 14691—1993 中规定了技术图样中的汉字、字母和数字的书写形式及基本尺寸。绘制图样时必须按国标规定书写, 做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即字体的高度 h 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, 如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体字, 只使用直体, 并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度

h 不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 $0.7h$)。汉字的笔画及示例如图 1-6 所示。



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

技术制图机械制图零件图装配图技术要求公差与

3.5号字

技术制图机械制图零件图装配图技术要求公差与配合表

图 1-6 长仿宋体汉字示例

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 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一图样上, 只可选用一种形式的字体。

字母和数字可以写成斜体或直体, 但全图要统一。斜体字的头部向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。汉字及字母数字的笔画及书写示例如图 1-7 所示。

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmn opqrstuvwxyz

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

图 1-7 B 型字体、字母和数字书写示例

1.1.4 图线

《机械制图》GB/T 4457.4—2002 中对图线的线型、宽度及应用作了相关规定。

1) 基本线型: 有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线等 (见表 1-4)。

表 1-4 基本线型及主要应用

图线名称	图线形式	线宽	图线主要应用举例
细实线		$d/2$	(1) 尺寸线和尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合断面的轮廓线 (4) 投射线 (5) 螺纹的牙底线
细波浪线			(1) 断裂处的边界线 (2) 视图与剖视的分界线
细双折线			断裂处的边界线
粗实线		d	(1) 可见轮廓线 (2) 视图上的铸件分型线 (3) 相贯线
粗点画线			限定范围的表示, 例如热处理
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细点画线			(1) 中心线 (2) 对称中心线 (3) 轨迹线
细双点画线			(1) 相邻零件的轮廓线 (2) 移动件的限位线 (3) 先期成型的初始轮廓线 (4) 剖切平面之前的零件结构状况

2) 图线的宽度: 在机械图样上一般只有两种宽度: 粗线和细线, 其宽度比为 $2:1$, 在通常情况下粗线的宽度应按图的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 之间选择。国标中规定的常用宽度系列有: 0.18 mm 、 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm , 此数系的公比为 $\sqrt{2}$ 。

3) 图线的综合应用举例如图 1-8 所示。

4) 图线的画法:

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 细虚线、细点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等, 一般在图样中要显得匀称协调。

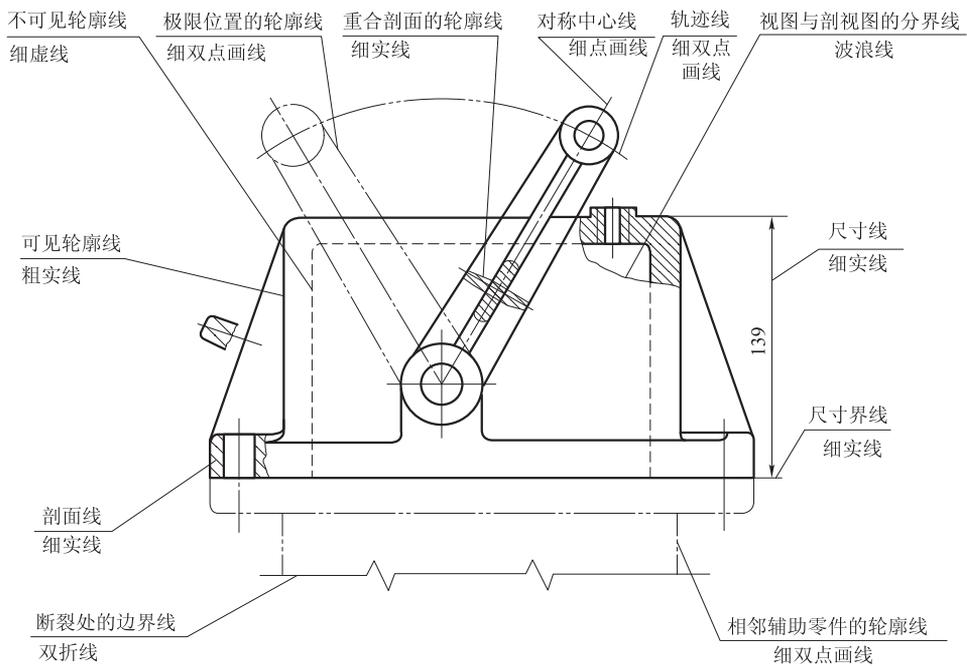


图 1-8 图线及其应用

(2) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点画线的首末两端应是线段，并且应超出图形外 2~5 mm。在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时，可用细实线代替。

(3) 细虚线的画法如图 1-9 所示，当细虚线与细虚线，或细虚线与粗实线相交时，应该是线段相交。当细虚线是粗实线的延长线时，在连接处应断开。

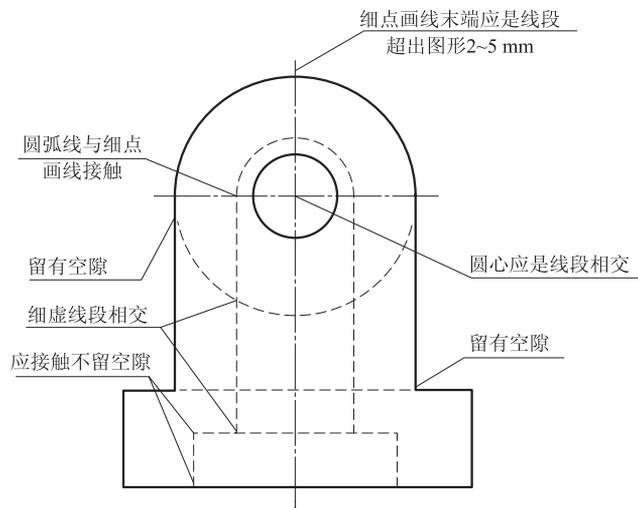


图 1-9 细点画线与细虚线的画法

(4) 两条平行线之间的最小距离不得小于 0.7 mm。

(5) 当各种线条重合时，应按粗实线、细虚线、细点画线的优先顺序画出。

1.1.5 尺寸注法

图样中尺寸是确定物体大小的依据,尺寸的标注要严格遵守国标规定。

《技术制图》GB/T 16675.2—1996 和《机械制图》GB/T 4458.4—2003 中对尺寸的注法做了相关规定。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上标注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确程度无关。

2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以毫米为单位时,不需标注单位的代号或名称。如采用其他单位时,则必须注明,如 30° 、cm(厘米)、m(米)等。

3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示工件的最后完工尺寸,特殊情况时应加以说明。

4) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在最清晰的反映该结构的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸,由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(箭头或斜线)和尺寸数字组成,如图1-10所示。

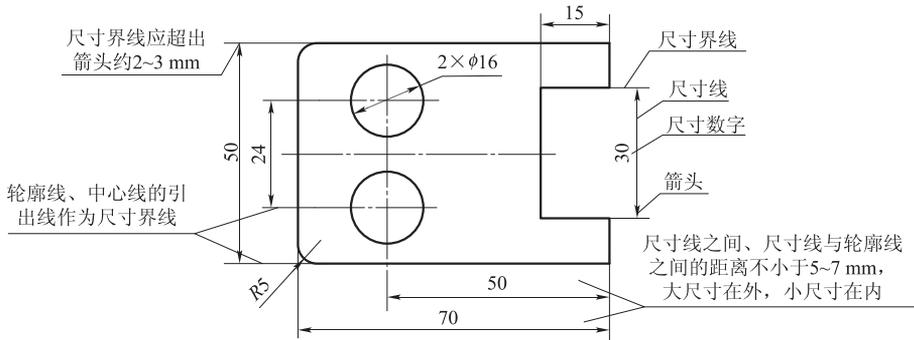


图1-10 尺寸的组成及标注

1) 尺寸界线表明所注尺寸的范围,用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用轮廓线、轴线和对称中心线作尺寸界线。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许倾斜(见图1-11)。

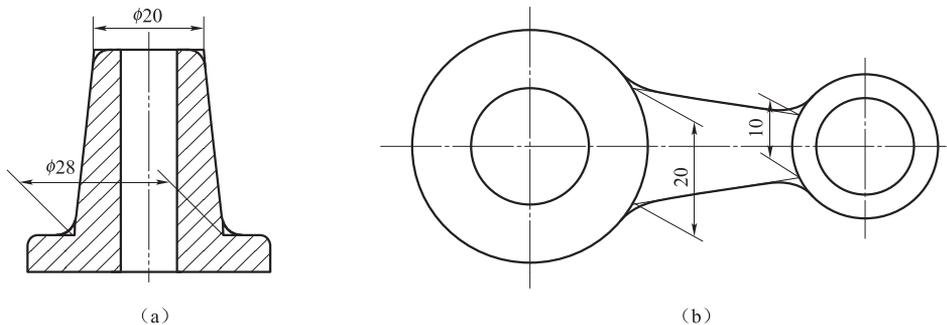


图1-11 尺寸界线允许倾斜其应用