



“十三五”普通高等教育本科规划教材

画法几何及机械制图 (附习题集)

◆ 画法几何及机械制图 ◆

倪 莉 主 编
梁 颖 张 洪 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

画法几何及机械制图 (附习题集)

◆ 画法几何及机械制图 ◆

主 编	倪 莉	
副主编	梁 颖	张 洪
编 写	何卓左	于贺春
	乔雪涛	李志强
主 审	赵建国	



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。本书共 14 章, 主要内容包括制图的基本知识, 点、直线、平面的投影, 直线与平面、平面与平面的相对位置, 投影变换, 基本立体, 立体表面的交线, 组合体, 轴测图, 机件的图样画法, 标准件和常用件, 零件图, 装配图, 展开图, 焊接图。本书附有习题集配套使用, 供 80~120 学时选用。

本书可作为高等学校机械类、近机械类各专业的制图教材, 也可供高职高专院校师生和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何及机械制图: 附习题集/倪莉主编. —北京: 中国电力出版社, 2015. 8

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5123-7827-8

I. ①画… II. ①倪… III. ①画法几何-高等学校-教材
②机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 114892 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 34 印张 831 千字

定价 68.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的“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制图的新国家标准，针对应用型人才培养情况，总结多年的教学改革经验编写而成。可满足机械类、近机械类 80~120 学时的教学要求。

本书具有以下特点：

（1）系统地介绍画法几何及机械制图的内容，适应学生在学习上的不同需要，为自学留有足够的空间。

（2）全书采用最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准及其他相关标准。

（3）在画法几何的章节中侧重对图形分析，选取生产实际中的经典立体，有针对性地加强学生线面分析能力，从而起到提高空间想象力和形象思维能力的作用。

（4）与传统的制图教材相比，结合计算机绘图的需要，增加了组合体构形分析等有关内容。

（5）教材配有丰富的习题，在习题的选取上，符合学生的认识规律，由浅入深，逐步提高；习题形式多样，知识点考察全面，针对性强。

本书由中原工学院倪莉任主编，梁颖、张洪任副主编，参加编写的有何卓左、于贺春、乔雪涛、李志强。本书提供电子课件，请联系主编邮箱 zztinl@163.com。

本书由郑州大学赵建国主审，他认真仔细地审阅了全部书稿，并提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不足及错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2015.4

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	2
第二节 尺规绘图工具及使用方法	14
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形的尺寸分析及作图步骤	22
第五节 徒手绘图的方法	25
第二章 点、直线、平面的投影	27
第一节 投影法	27
第二节 点的投影	28
第三节 直线的投影	31
第四节 平面的投影	41
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	50
第一节 平行问题	50
第二节 相交问题	51
第三节 垂直问题	54
第四章 投影变换	56
第一节 换面法	56
第二节 综合问题	62
第五章 基本立体	72
第一节 平面立体	72
第二节 回转体	77
第六章 立体表面的交线	88
第一节 立体表面的截交线	88
第二节 立体表面的相贯线	101
第七章 组合体	113
第一节 三视图的形成及其投影规律	113
第二节 组合体的构形分析	114
第三节 画组合体的视图	119
第四节 读组合体的视图	122
第五节 组合体的尺寸标注	132

第八章 轴测图	138
第一节 轴测图的基本知识.....	138
第二节 正等轴测图.....	139
第三节 轴测图的尺寸标注.....	146
第四节 斜二轴测图.....	147
第五节 轴测剖视图.....	149
第六节 轴测图的选择.....	151
第九章 机件的图样画法	153
第一节 视图.....	153
第二节 剖视图.....	156
第三节 断面图.....	165
第四节 其他规定画法和简化画法.....	167
第五节 表达方法综合举例.....	172
第六节 第三角画法.....	174
第十章 标准件和常用件	176
第一节 螺纹.....	176
第二节 螺纹紧固件.....	186
第三节 键.....	194
第四节 销.....	199
第五节 滚动轴承.....	201
第六节 齿轮.....	204
第七节 弹簧.....	216
第十一章 零件图	220
第一节 零件图的内容.....	220
第二节 零件的表达方案.....	221
第三节 零件图的尺寸标注.....	223
第四节 零件图上的技术要求.....	227
第五节 零件的工艺结构.....	247
第六节 典型零件的零件图分析.....	251
第七节 读零件图的方法.....	261
第八节 零件的测绘.....	262
第十二章 装配图	268
第一节 装配图的内容.....	268
第二节 装配图的图样画法.....	270
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求.....	273
第四节 装配图的零、部件序号和明细栏.....	275
第五节 装配结构.....	276
第六节 部件测绘和装配图画法.....	280

第七节 读装配图和由装配图拆画零件图.....	287
第十三章 展开图.....	292
第一节 平面立体的表面展开.....	292
第二节 可展曲面的展开.....	295
第三节 不可展曲面的近似展开.....	299
第四节 变形接头的展开.....	301
第十四章 焊接图.....	304
第一节 焊缝符号.....	305
第二节 焊缝标注的有关规定.....	310
第三节 焊缝标注的示例.....	312
附录.....	315
参考文献.....	346

绪 论

一、本课程的研究对象

在工程技术中，根据投影原理和国家标准的相关规定，用图示和图解的方法准确表达工程对象的形状、大小和技术要求的图样称为工程图样。在现代工业中，图样帮助技术人员表达和交流技术思想，是工业生产中的重要技术文件，被称为“工程界的语言”。每个工程技术人员都必须熟练地掌握这种语言，具备绘制和阅读工程图样的能力。

用于各种机械及设备的设计、加工、制造的工程图样称为机械工程图样，简称机械图样。常用的机械图样有零件图和装配图。机械图样传递着机械设计的意图和加工制造的指令，从机械图样中，可以知道零部件的形状结构、大小、材料和各种技术要求等内容。

二、本课程的任务

本课程通过学习正投影法的基本理论及其应用，培养学生具有画图、读图和空间想象能力。本课程主要任务如下：

- (1) 学习用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (3) 培养空间想象能力和形象思维能力。
- (4) 培养空间几何问题的图解能力和将工程问题抽象为几何问题的初步能力。
- (5) 熟悉《机械制图》等国家标准及初步掌握查阅有关手册的能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点及学习方法

画法几何及机械制图是高等工科院校中一门既有理论、又有实践的技术基础课程。因此，在本课程的学习过程中，不仅要很好地掌握投影理论和基本概念，而且还要认真学习国家标准。通过不断地画图和读图，逐步提高空间想象能力，增强工程意识。

学习本课程时，应注意以下几个方面：

(1) 认真学习基本理论知识，牢固掌握投影原理和图示图解方法。只有“从空间到平面，再从平面到空间”进行反复研究和思考，才是学好本课程的有效方法。也只有在这个过程中，才能不断地提高空间想象能力和形体分析能力。

(2) 完成一定数量的作业和习题是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证。要善于分析已知条件，明白题目要求，按照正确的方法和步骤作图。养成正确使用绘图仪器和工具的习惯，逐步熟练并提高绘图、读图水平。

(3) 熟悉制图的基本知识，严格遵守《机械制图》等有关国家标准，学会查阅有关标准和资料。

(4) 图样是生产中主要技术文件和依据，画图和读图中的一点差错都会给生产带来损失。所以，在学习中还必须养成认真负责的工作态度，以及耐心踏实、一丝不苟的工作作风。

由于学生在学习本课程时没有相关的专业知识做支撑，故本课程只能为学生打下画图和读图的初步能力，在后续课程、工作实践中还要注意继续学习和提高。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

为了便于技术交流、档案保存和各种出版物的发行，使制图规格和方法统一，国家质检总局颁布了一系列有关制图的国家标准（简称国标）。例如，GB/T 14689—2008 是国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》的代号，“GB/T”表示推荐性国家标准，是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准）和 TUIJIAN（推荐）的缩写，如果“GB”后没有“/T”表示强制性国家标准，“14689”是该标准的编号，“2008”表示该标准是 2008 年发布的。

国家标准《技术制图》是一个基本标准。机械、建筑、电气、土木、水利等行业根据自己的特点，都制定了相应的制图标准，如国家标准《机械制图》、《土建制图》、《电气制图》等，但都不能与国家标准《技术制图》的内容相矛盾。绘图时必须严格遵守国家标准的有关规定。

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。基本幅面 A0 为 1m^2 。必要时，也可以按规定加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。各种幅面如图 1-1 所示，粗实线为基本幅面（第一选择），细实线和细虚线为加长幅面（第二选择和第三选择）。加长后幅面代号记为基本幅面代号 $\times$ 倍数，例如 $A3\times 3$ ，表示图幅一边按 A3 长边保持不变，另一边按 A3 短边增长至 3 倍，即加长后图纸尺寸为 420×891 。

表 1-1

图纸幅面代号和图框周边尺寸

mm

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

2. 图框格式

图纸上，限定绘图区域的线框称为图框，需用粗实线绘制。图框格式有留装订边和不留装订边两种，如图 1-2 和图 1-3 所示。同一产品中所有图样均采用同一图框格式，周边尺寸见表 1-1。

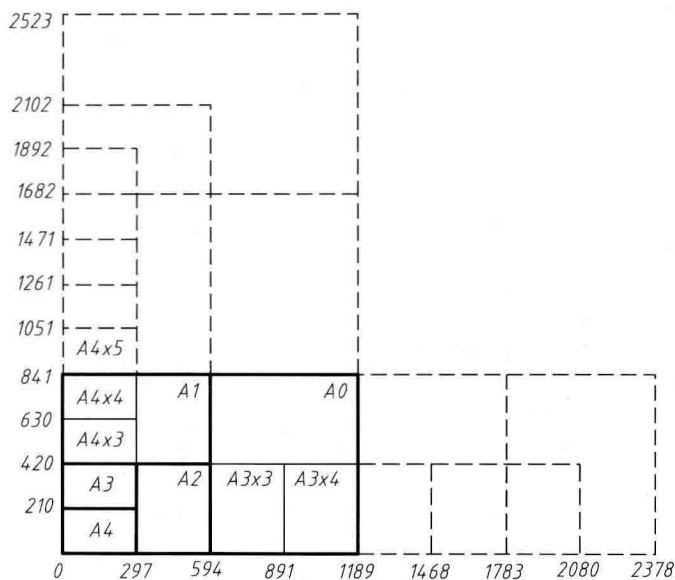


图 1-1 图纸的基本幅面和加长幅面

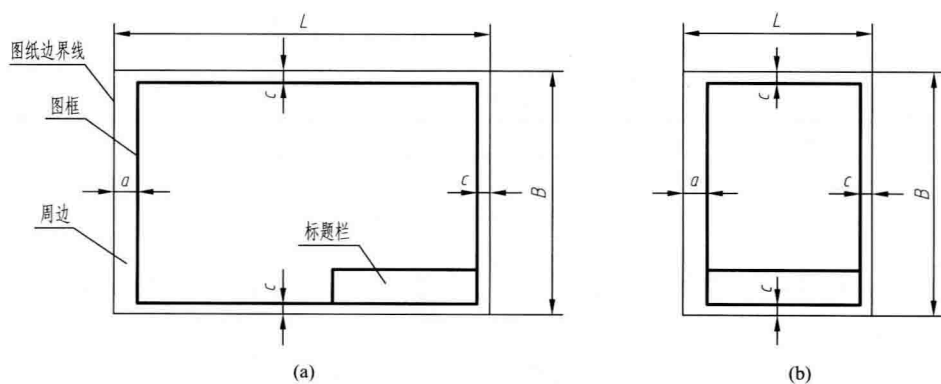


图 1-2 留装订边的图框格式

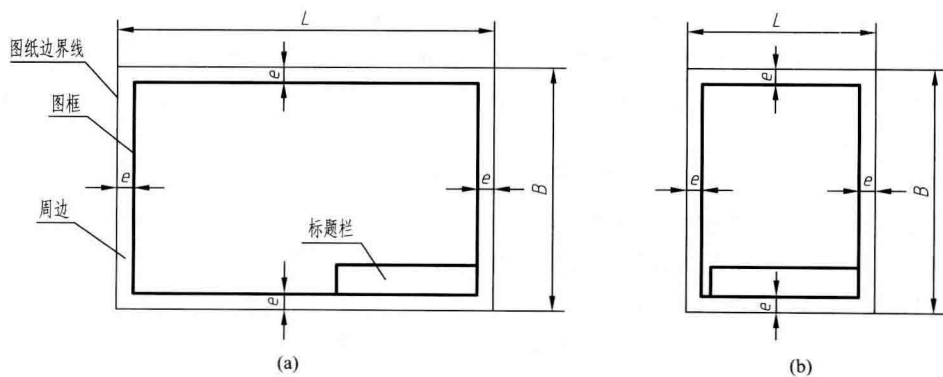


图 1-3 不留装订边的图框格式

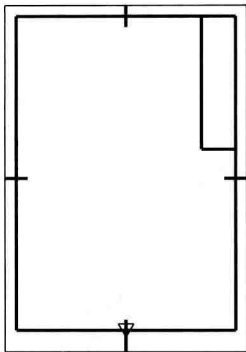


图 1-6 X 型图纸作为 Y 型图纸使用

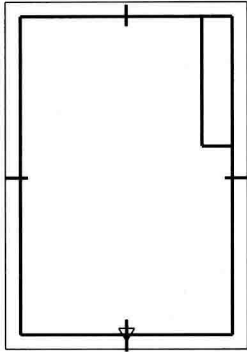


图 1-7 Y 型图纸作为 X 型图纸使用

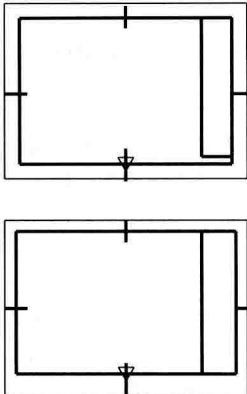


图 1-8 对中符号和方向符号的画法

表 1-2 比 例

种类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
放大比例	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 1 × 10 ⁿ 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

绘制图样时，应根据机件的大小及其结构的复杂程度来选取相应的比例，一般应尽可能选取原值比例绘制图样，以便直接从图样上看出机件的真实大小。对于小而复杂的机件，可采用放大比例；对于大而简单的机件，可采用缩小比例。但无论采用哪种比例，图样上标注的尺寸数值必须是机件的实际尺寸。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外，还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

图样中书写的汉字、数字、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 (h) 代表字体的号数，如 7 号字的高度为 7mm。字体高度的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm，共 8 种。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母，一般采用小一号字体。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字, 并应采用国家正式公布的《汉字简化方案》中规定的简化字。

汉字高度不应小于 3.5mm , 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ($\approx 0.7h$), 如图 1-9 所示。

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。书写时, 笔画要一笔写成, 不得勾描; 横要从左到右平直且略微提升, 竖要铅垂, 起落笔有力露峰; 偏旁部首比例适当; 主要笔画尖峰触格。

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填麻化纤

图 1-9 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

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 的十四分之一, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一。在同一图样上, 只允许选用一种形式的字体。

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线呈 75° 。绘图时, 常用 B 型斜体字。B 型字体如图 1-10 和图 1-11 所示。

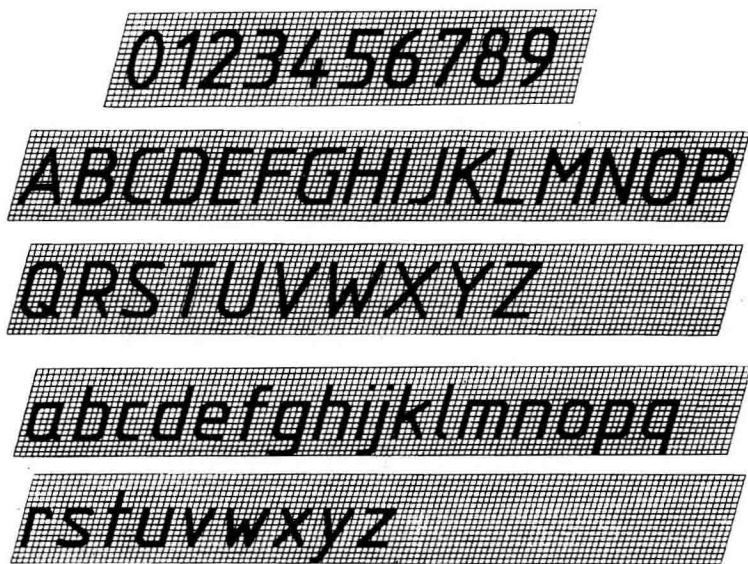


图 1-10 B 型斜体数字和字母

字母、数字及其符号等混合书写时的应用示例, 如图 1-12 所示。

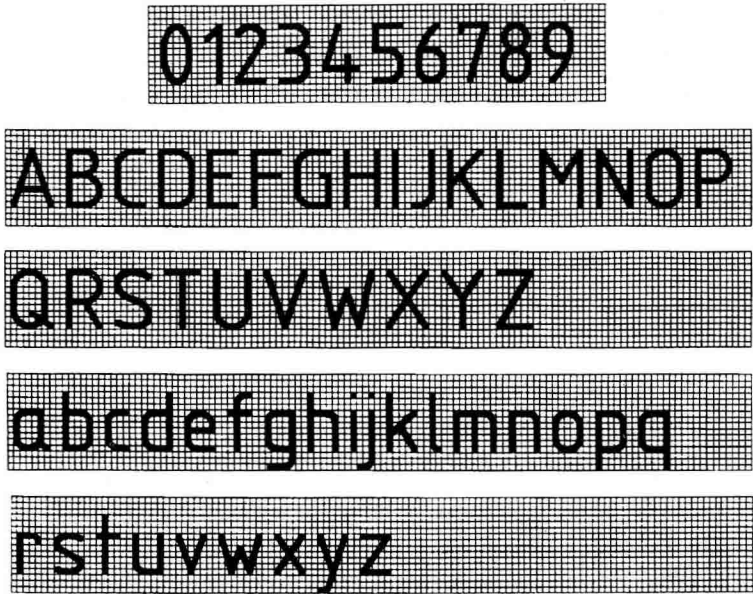


图 1-11 B 型直体数字和字母

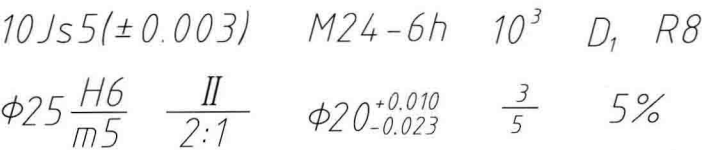


图 1-12 数字、字母书写示例

四、图线 (GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

1. 图线的线型及应用

绘制机械图样使用 9 种基本图线，即粗实线、细虚线、细实线、波浪线、双折线、细点画线、细双点画线、粗点画线、粗虚线，见表 1-3。

图线宽度应根据图样的类型、尺寸、比例和缩放复制的要求，在下列数系中选择：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

在机械图样中只采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2 : 1。粗线宽度 d 优先采用 0.5mm 或 0.7mm。为了保证图样清晰易读，便于复制，图样上尽量避免出现线宽小于 0.18mm 的图线。

表 1-3 图线的线型及应用

图线名称	线型	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、剖切符号用线等

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、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等, 见表 1-3。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1mm 的短画线。点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画, 如图 1-14 (a) 所示。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍, 其最小距离不得小于 0.7mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时, 细点画线两端应超出图形的轮廓线 2~5mm, 圆心应为线段的交点。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, 如图 1-14 (a) 所示。

(4) 当图线相交时, 必须是线段相交, 不应在空隙或短画处相交; 当虚线位于粗实线的延长线时, 在虚线、实线的连接处应留有空隙, 如图 1-14 (b) 所示。

(5) 当有两种或更多的图线重合时, 通常按图线所表达对象的重要程度优先选择绘制顺序: 可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线和对称中心线—假想线。

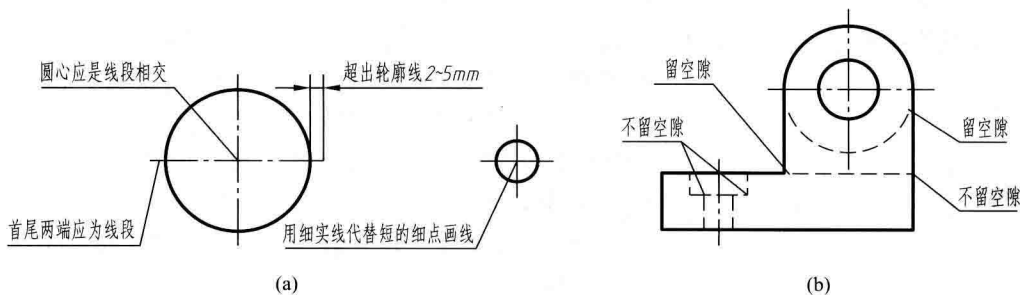


图 1-14 图线的画法

五、尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)

图样中的图形只能表达机件的形状, 而机件的大小则由标注的尺寸确定。国家标准对尺寸标注做了一系列规定, 必须严格遵守。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的比例和绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸, 以 mm 为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其他单位, 则应注明相应的单位符号。

(3) 图样中所注尺寸, 为该图样所示机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个要素组成, 如图 1-15 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线表示尺寸的范围。尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线。尺寸线表示尺寸度量的方向。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出, 不能用其他图线代替或者与其他图线重合, 不要画在其他图线的延长线上。标注线性尺

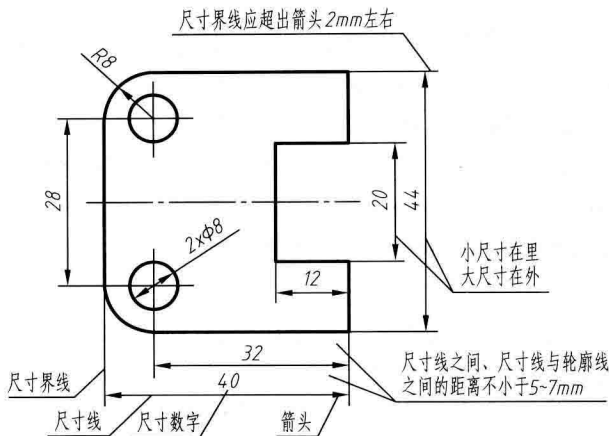


图 1-15 尺寸的组成

寸, 尺寸线必须与所标注的线段平行。

尺寸线终端有箭头和斜线两种形式, 如图 1-16 所示。箭头适用于各种类型的图样, 机械图样多用箭头。箭头尖端应指到尺寸界线。斜线多用于金属结构件和土木建筑图。斜线用细实线绘制。当尺寸线终端采用斜线时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

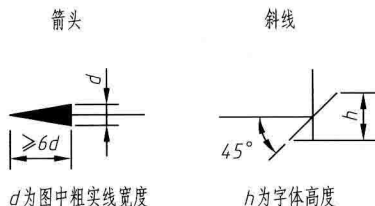


图 1-16 尺寸线的终端

(3) 尺寸数字。尺寸数字要严格按照标准字体书写清楚。在同一张图纸上, 尺寸数字的字高要一致, 一般采用 3.5 号字, 且不能被任何图线通过。

3. 标注尺寸的符号及缩写词

标注尺寸的符号及缩写词见表 1-4。

表 1-4 标注尺寸的符号及缩写词

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	Φ	深度	$\Downarrow$
半径	R	沉孔或铰平	$\perp$
球直径	$S\Phi$	埋头孔	$\vee$
球半径	SR	弧长	$\frown$
厚度	t	斜度	$\angle$
均布	EQS	锥度	$\triangleleft$
45°倒角	C	展开长	$\curvearrowright$
正方形	$\square$	型材截面形状	(按 GB/T 4656—2008)

4. 尺寸标注示例

尺寸注法的基本规则见表 1-5。