

高等学校适用教材



工程制图

主编 沈培玉 苗青 副主编 蔡小华 叶碧云



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等学校适用教材

工 程 制 图

主 编 沈培玉 苗 青
副主编 蔡小华 叶碧云

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是以原国家教委《高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求》为依据,结合编者多年的教学、教改经验,在广泛听取各方面意见后编写而成的。

全书共 11 章,包括绪论,制图的基本知识,点、直线及平面的投影,变换投影面法,立体的投影,立体表面交线,组合体的视图及尺寸标注,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。

另有《工程制图习题集》与本书配套出版。

本书可以作为高等工科院校 40 学时~80 学时各专业工程制图课程的教材,也可作为电大、函授、继续教育等同类专业的教材及供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 沈培玉, 苗青主编. —北京: 国防工业出版社, 2005.8

高等学校适用教材

ISBN 7-118-03968-3

I. 工... II. ①沈...②苗... III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 059639 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 423 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:23.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

本书是以原国家教育委员会《高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求》为依据,结合编者多年的教学、教改经验,在广泛听取各方面意见后编写的面向 21 世纪的《工程制图》教材。本教材适用于高等工科院校各专业,也可以作为电大、函授、继续教育等同类专业的教材。

考虑到当前各院校本课程学时普遍压缩减少,本书在内容取舍及编排上做到既有完整的理论基础,又力求叙述简洁,内容紧凑,体系完整。本书的特点:

(1) 画法几何部分作了较多删减,难度也有所降低,删减了图解法的内容及旋转法。重点突出投影的基本理论,保证作为制图理论基础的基本内容。

(2) 制图基础仍是本课程的重点,本书突出体的表达方法及工程图样的画图及阅读,以大量的例题来训练和培养学生对物体形状的空间构思能力和读图分析能力。

(3) 删去了传统的选学内容——立体表面展开和焊接图。

(4) 本书图例都采用电脑绘制,插图清晰。

(5) 本书贯彻了最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准。

(6) 与本书配套的《工程制图习题集》中全部题目均用 AutoCAD 绘制,线型标准,图形清晰。与教材内容编排同步的习题集可保证学生及时消化课堂内容,得到恰当练习和足够的训练。

本书由沈培玉、苗青主编,蔡小华、叶碧云副主编。

本书编写过程中得到江南大学工程图学教研室全体老师的关心和支持。周洪军副教授审阅了本书,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于时间和编者水平有限,本书难免存在疏漏乃至错误,欢迎广大读者批评指正。

编者
2005.4

目 录

绪论	1	一、仪器绘图的步骤	24
一、课程的研究对象	1	二、徒手绘图	25
二、课程的主要任务	1	三、计算机绘图	26
三、课程的学习方法	2	第二章 点、直线及平面的投影	29
第一章 制图的基本知识	3	2.1 投影法及其分类	29
1.1 国家标准《机械制图》的基本规定	3	一、投影法的概念	29
一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)	3	二、投影法的分类	29
二、比例(GB/T 14690—1993)	5	2.2 点的投影	30
三、字体(GB/T 14691—1993)	6	一、点对一个投影面的投影	30
四、图线(GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)	7	二、三投影面体系	31
五、尺寸注法	9	三、点在三投影面体系中的投影	31
1.2 手工绘图工具及其使用	14	四、点的投影与坐标之间的关系	32
一、铅笔	14	五、两点的相对位置	33
二、图板	14	六、重影点	34
三、丁字尺	15	2.3 直线的投影	35
四、三角板	15	一、直线对一个投影面的投影	35
五、圆规	15	二、直线在三投影面体系中的投影特性	35
六、分规	16	三、一般位置直线的实长及其对投影面的真实倾角	38
七、曲线板	16	四、直线上的点	39
1.3 几何作图	16	五、两直线的相对位置	41
一、正多边形的画法	17	2.4 平面的投影	44
二、斜度和锥度	18	一、平面的表示方法	44
三、圆弧连接	19	二、平面对一个投影面的投影	45
四、椭圆	21	三、平面在三投影面体系中的投影特性	46
1.4 平面图形的分析和画法	21	四、平面内的直线与点	49
一、平面图形的尺寸分析	21	2.5 直线与平面、两平面的相对位置	51
二、平面图形的线段分析	22	一、平行问题	51
三、平面图形的作图步骤	22		
四、平面图形的尺寸标注	23		
1.5 绘图方法	24		

二、相交问题	53	6.1 三视图的形成及其投影特性	98
三、垂直问题	56	一、三视图的形成	98
第三章 变换投影面法	59	二、三视图的投影特性	98
3.1 点的换面投影	60	6.2 画组合体的视图	99
一、点的一次换面	60	一、组合体的组合形式与表面间 的相对位置	99
二、点的二次换面	61	二、形体分析法	101
3.2 直线和平面的换面投影	61	三、组合体视图的画法	101
一、将一般位置直线变换成新 投影面的平行线	62	6.3 读组合体视图	104
二、将一般位置直线变换成新 投影面的垂直线	62	一、读图的基本知识	104
三、将一般位置平面变换成新 投影面的垂直面	63	二、读组合体三视图的方法和 步骤	107
四、将一般位置平面变换成新 投影面的平行面	64	6.4 组合体的尺寸标注	111
3.3 换面法应用举例	64	一、基本体的尺寸标注	111
第四章 立体的投影	68	二、截切、相贯立体的尺寸 标注	112
4.1 平面立体	68	三、组合体的尺寸标注	112
一、平面立体的投影	68	四、视图上的尺寸配置	114
二、平面立体表面上取点和 直线	71	五、组合体尺寸标注的步骤及 标注尺寸举例	115
三、带切口的平面立体的投影	73	第七章 轴测图	117
4.2 曲面立体	74	7.1 轴测图的基本知识	117
一、圆柱	75	一、轴测图的形成	117
二、圆锥	76	二、轴测图的基本术语	118
三、圆球	78	三、轴测图的特性及基本作图 方法	118
四、圆环	79	四、轴测图的分类	119
第五章 立体表面交线	81	7.2 正等轴测图	119
5.1 平面与回转体相交的截交线	81	一、正等轴测图的轴间角和轴向 伸缩系数	119
一、平面与圆柱相交	81	二、平面立体正等轴测图的 画法	120
二、平面与圆锥相交	84	三、平行于坐标面的圆的正等 轴测图	122
三、平面与圆球相交	87	四、圆角正等轴测图的画法	124
四、平面与组合回转体相交	89	五、综合举例	124
5.2 回转体与回转体相交的 相贯线	90	7.3 正面斜二等轴测图	125
一、相贯线的性质	90	一、斜二测图的轴间角和 轴向伸缩系数	125
二、求相贯线的方法	90	二、平行于坐标面的圆的斜二	
三、关于相贯线的讨论	94		
四、组合相贯线	95		
第六章 组合体的视图及尺寸标注	98		

轴测图	126	二、直齿圆柱齿轮的基本	
三、斜二测图的画法	126	参数	173
7.4 画轴测图的几个问题	127	三、直齿圆柱齿轮各部分的	
一、轴测图上相贯线的画法	127	尺寸和计算公式	174
二、轴测图的尺寸标注	127	四、直齿圆柱齿轮的规定画法	174
第八章 机件的常用表达方法	129	9.3 键联结和销联结	176
8.1 视图	129	一、键联结	176
一、基本视图	129	二、销联结	179
二、向视图	130	9.4 滚动轴承	180
三、局部视图	131	一、滚动轴承的种类	180
四、斜视图	132	二、滚动轴承的代号	180
8.2 剖视图	133	三、滚动轴承的画法	182
一、剖视的基本概念	133	9.5 弹簧	183
二、剖视图的画法	133	一、圆柱螺旋压缩弹簧的名词	
三、剖视图的分类	136	介绍	184
四、剖切平面的种类及剖切		二、圆柱螺旋弹簧的规定	
方法	139	画法	184
8.3 断面图	143	三、圆柱螺旋压缩弹簧的画图	
一、断面的概念	143	步骤	185
二、断面图的种类	143	四、圆柱螺旋压缩弹簧的	
8.4 其他表达方法	145	零件图	186
一、局部放大图	145	第十章 零件图	187
二、简化画法	146	10.1 零件图的基本内容	187
三、其他规定画法	148	10.2 零件图的视图选择	188
8.5 视图、剖视图应用举例	149	一、视图选择的一般原则	188
8.6 第三角投影	152	二、视图选择的具体步骤和	
第九章 标准件和常用件	154	实例	188
9.1 螺纹和螺纹连接件	154	10.3 零件图的尺寸标注	190
一、圆柱螺旋线及螺纹的		一、正确选择尺寸基准	190
形成	154	二、按零件加工工序标注	
二、螺纹的结构和基本要素	156	尺寸	191
三、螺纹的分类	158	三、标注尺寸要便于测量	192
四、螺纹的规定画法	159	四、避免注成封闭的尺寸链	192
五、螺纹的标注	161	五、零件常见典型结构的尺寸	
六、螺纹紧固件	165	标注	193
七、螺纹紧固件的用途及其		10.4 零件上常见的工艺结构	194
连接	167	一、铸造工艺结构	194
9.2 齿轮	172	二、零件机械加工工艺结构	195
一、直齿圆柱齿轮各部分的		10.5 零件图上的技术要求	197
名称	172	一、表面粗糙度	197

二、公差与配合	201	11.3 装配图的尺寸注法和技术要求	221
三、形状和位置公差	207	一、装配图的尺寸标注	221
10.6 典型零件的图例分析	209	二、装配图的技术要求	222
一、轴类零件	209	11.4 装配图的零、部件序号,明细栏和标题栏	222
二、轮盘类零件	209	一、零、部件序号	222
三、叉杆类零件	210	二、标题栏和明细栏	223
四、支架类零件	212	11.5 常见的装配结构	223
五、箱体类零件	213	11.6 画装配图的方法	224
六、其他零件	214	一、了解机器或部件的工作原理与装配关系	225
10.7 画零件图的方法和步骤	214	二、拟定表达方案	225
10.8 读零件图的方法和步骤	216	三、画装配图步骤	225
一、读零件图的基本方法和步骤	216	四、画装配图举例	227
二、读零件图的综合举例	216	11.7 读装配图及拆画零件图	229
第十一章 装配图	218	一、读装配图的方法	229
11.1 装配图的作用和内容	218	二、由装配图拆画零件图	232
一、装配图的作用	218	三、看装配图及拆画零件图举例	234
二、装配图的内容	218	附录	237
11.2 装配图的表达方法	220	参考文献	258
一、规定画法	220		
二、特殊表达方法	220		
三、简化画法	221		

绪 论

一、课程的研究对象

本课程是高等工科院校的一门必修的技术基础课,主要研究绘制和阅读工程图样的基本原理和方法,介绍国家标准《机械制图》、《技术制图》的相关内容,培养和发展空间想象能力、思维能力和图形表达能力。本课程是学习后续课程、完成课程设计和毕业设计不可缺少的基础。

在日常生活中,人们大部分时间是通过语言和文字来交流思想的,但在工程上仅靠语言来描述是很困难的。例如,图 0-1 显示的端盖是一个简单的零件,你可以试着用语言来描述它的形状和大小,即使你表达得很清楚,听的人也不一定能完全正确理解。可以想像在机器的制造或建筑物的建造中,仅靠语言和文字是不能完全表达清楚的。因此,在工程上常常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,用以表达机件的结构形状、大小及制造、检验中所必需的技术要求,这种图样称为工程图样。如图 0-2 所示,是一张表达这个端盖的工程图样——零件图。

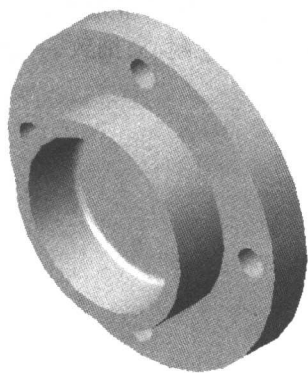


图 0-1 端盖立体图

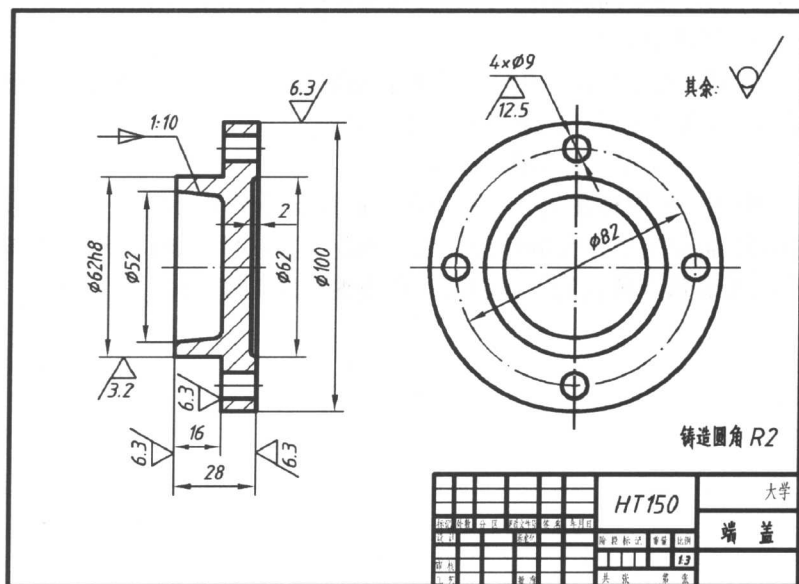


图 0-2 端盖零件图

在设计和生产中,各种机器、设备和工程设施都是通过工程图样来表达设计意图和制造要求的。因此,人们常常把工程图样称为“工程界的语言”。每个工程技术人员必须掌握绘制工程图样的基本理论以及手工绘图和计算机绘图两种方法,必须具有较强的绘图和读图能力,以适应生产和科技发展的需要。

二、课程的主要任务

本课程的主要任务是:

- (1) 学习平行投影法(重点是正投影法)的基本理论及其应用;
- (2) 培养绘制工程图样的基本能力;
- (3) 培养阅读工程图样的基本能力;
- (4) 培养和发展空间形象思维能力以及分析和解决问题的能力;
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、课程的学习方法

本课程的特点是既有系统理论又偏重于实践。一般对理论的理解并不难,难的是在画图和读图的实际应用上。因此,在学习本课程时应注意以下几点:

1) 将投影分析与空间分析紧密结合

本课程是以“图”为中心的,除了切实掌握基本理论外,更应注重空间形体与其投影之间的相互关系,要多看、多画、多想,不断地“由物到图”,“由图到物”反复进行研究与思考,逐步提高投影分析能力和空间想象能力。

2) 学与练相结合

本课程具有较强的实践性,因此,在学习过程中,除了要掌握基本理论和正确的分析解决问题的方法外,还应保质保量地完成一定数量的习题。在做作业的过程中要自觉地训练自己的投影分析能力与空间想象能力,以便巩固基本理论和培养绘图、读图能力。

3) 严格遵守国家标准

国家标准是评价工程图样是否合格的重要依据,也是生产管理和技术交流的保障,因此,要认真学习 and 严格遵守国家标准的相关内容。

4) 充分认识工程图样的严肃性

由于工程图样在生产实际中起着很重要的作用,其中任何一点差错都会给生产带来不应有的损失,甚至造成重大的经济损失。因此,绘图时切忌粗心大意、草率从事,必须耐心、细致、一丝不苟,培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第一章 制图的基本知识

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具,也是指导生产的重要技术资料。因此,对于图样的内容、格式和表达方法等必须作出统一的规定。我国于 1959 年首次发布了国家标准《机械制图》,统一规定了生产和设计部门共同遵守的制图基本法规,并多次发布和修订了与工程图样相关的若干标准。本章主要介绍图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等标准。

1.1 国家标准《机械制图》的基本规定

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

(一) 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时,也允许采用加长幅面,其尺寸是由相应基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本图幅。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

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

(二) 图框格式

如表 1-2 所示,图样上必须用粗实线绘制图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种。图框的尺寸按表 1-1 确定,装订时一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。

(三) 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

每张图样上都必须画出标题栏,标题栏用来表达零部件及其管理等信息,其格式和尺寸如图 1-2 所示,一般位于图纸的右下角,并使其底边和右边分别与下图框线和右图框线重合,标题栏中的文字方向通常为看图方向。练习用的标题栏可简化,制图作业的标题栏建议采用如图 1-3 所示的格式。

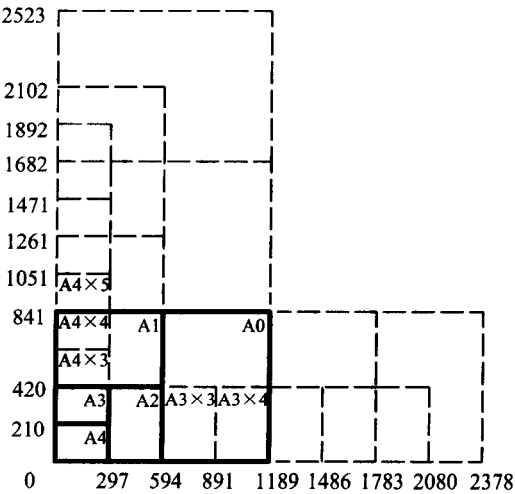


图 1-1 图纸基本幅面及加长幅面尺寸

表 1-2 常用图纸类型

类型	A3 幅面横放	A4 幅面竖放
装订型		
非装订型		

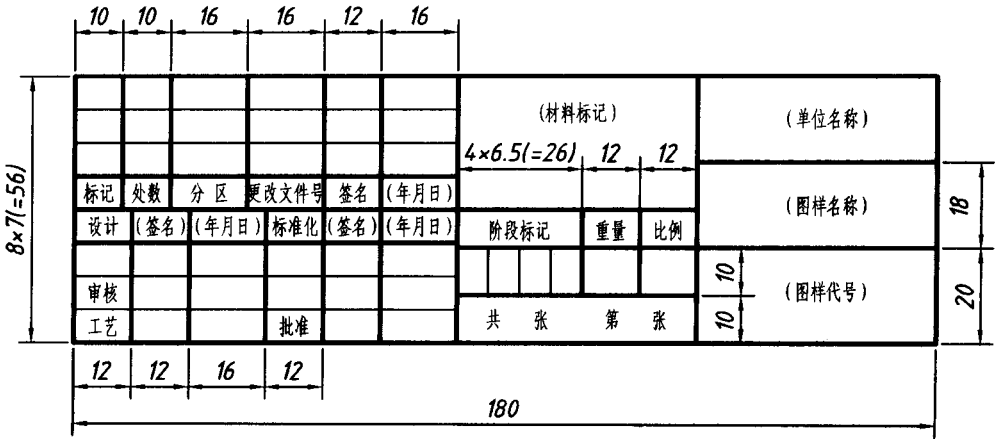


图 1-2 标题栏的格式及尺寸

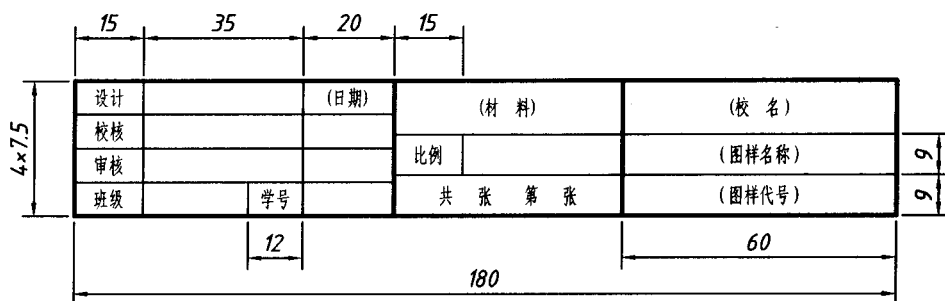


图 1-3 练习用的标题栏格式及尺寸

(四) 明细栏(GB/T 10609.2—1989)

明细栏用来表达组成装配体的各种零部件的数量、材料等信息,其格式和尺寸如图 1-4 所示,一般配置在标题栏的上方,并使其底边与标题栏的顶边重合。

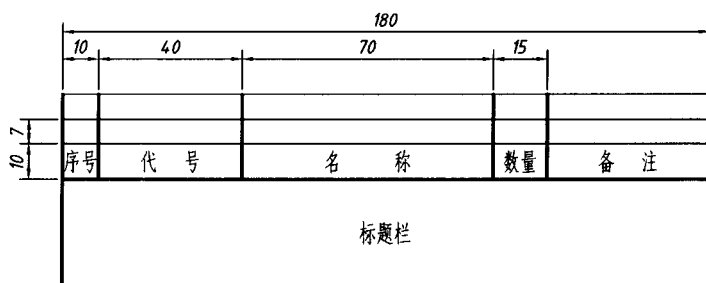


图 1-4 明细栏格式及尺寸

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,可根据物体的大小及结构的复杂程度,采用原值比例、放大比例或缩小比例。国家标准规定了各种比例的比例系数,如表 1-3 所示。

表 1-3 绘图比例

比例种类	优先使用比例	可使用比例
原值比例	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

国家标准对比例还作了以下规定:

(1) 在表达清晰、能合理利用图纸幅面的前提下,应尽可能选用原值比例,以便从图样上得到实物大小的真实感。

(2) 标注尺寸时,应按实物的实际尺寸进行标注,与所采用的比例无关,如图 1-5 所示。

(3) 绘制同一机件的各个视图时,应尽可能采用相同的比例,并在标题栏比例栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,可在该视图名称的下方或右侧标注比例。

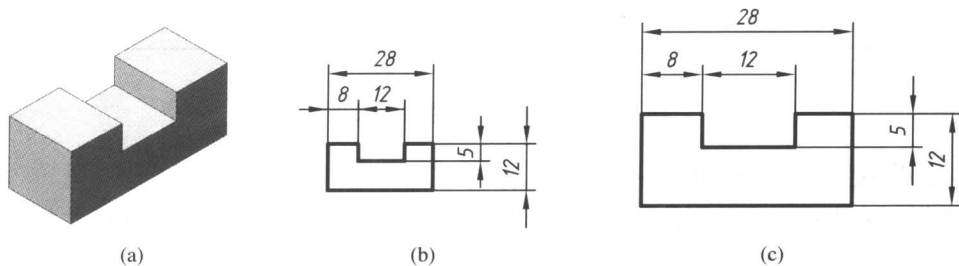


图 1-5 按实物的实际尺寸进行标注

(a) 实物; (b) 1:2; (c) 1:1。

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了图形外,还需要用文字、符号、数字对机件的大小、技术要求等加以说明。因此,字体是图样的一个重要组成部分,国家标准对图样中的字体的书写规范作了规定。

书写字体的基本要求是:字体工整,笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。具体规定如下。

1. 字高

字体高度代表字体的号数。字体高度(h)的公称尺寸(单位 mm)系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如需要书写更大的字时,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

汉字应写长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其宽度一般为字高的 $1/\sqrt{2}$ 。图 1-6 为汉字的书写示例。

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

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

图 1-6 长仿宋体汉字示例

3. 字母与数字

字母和数字分 A 型和 B 型两类,可写成斜体或直体,一般采用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。字母和数字的示例如图 1-7 所示。



图 1-7 数字及字母的 A 型斜体字示例

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

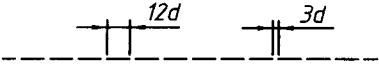
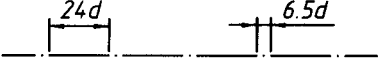
(一) 图线的型式及其应用

在绘制图样时,应采用规定的标准图线。表 1-4 为机械图样中常用图线的名称、型式、宽度及其主要用途,其应用如图 1-8 所示。

表 1-4 图线的基本线型与应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线、可见的过渡线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、辅助线、重合断面的轮廓线、引出线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线

(续)

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
虚 线		$d/2$	不可见的轮廓线、不可见的过渡线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线 齿轮的分度圆及分度线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影轮廓线

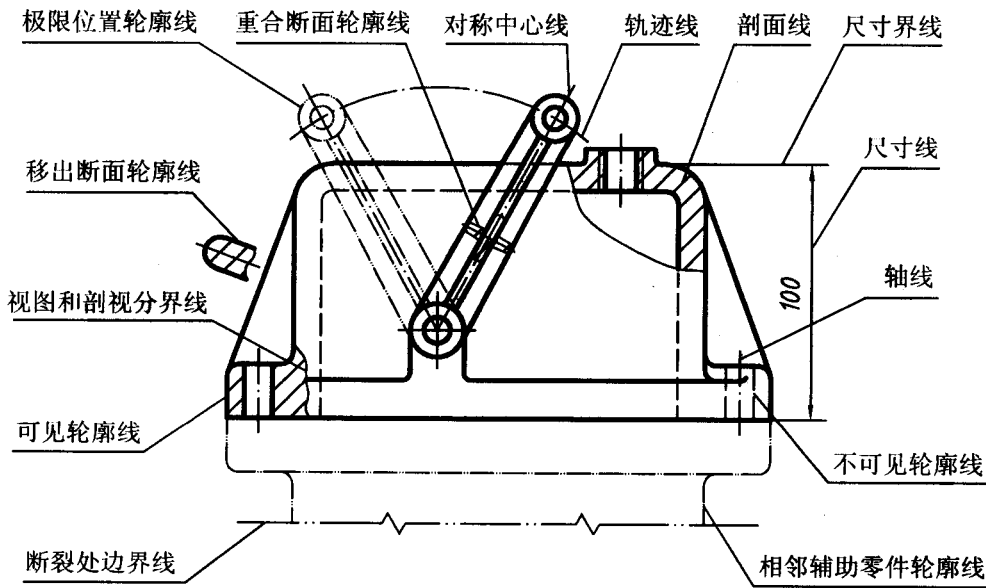


图 1-8 图线应用举例

(二) 图线的宽度

机械图样中采用两种图线宽度,称为粗线和细线。粗线宽度为 d ,细线的宽度约为 $d/2$ 。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(单位:mm):0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2mm。粗线宽度 d 应根据图形大小和复杂程度在 0.5mm~2mm 之间选取。

(三) 图线画法

在绘图过程中,除了正确掌握图线的标准和用法以外,还应遵守以下各点:

- (1) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- (2) 同一图样中同类图线的宽度应保持一致。
- (3) 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (4) 当虚线、点画线在粗实线的延长线上时,连接处应空开,粗实线画到分界点。
- (5) 点画线和双点画线的首末两端应是线段,且应超出图形轮廓线约 2mm~5mm。

(6) 在较小图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(7) 当各种线条重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

图线的画法示例,如图 1-9 所示。

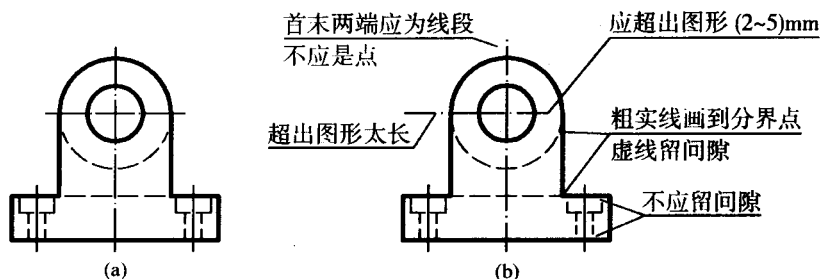


图 1-9 图线画法举例

五、尺寸注法

图形只能表达机件的形状,而机件的大小是通过图样中的尺寸来确定的,因此,标注尺寸是一项极为重要的工作,必须严格遵守国家标准中的有关规则。

(一) 标注尺寸的基本规则

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

(2) 图样中的尺寸,以毫米为单位时,不需标注单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应单位的代号或名称,如 45° 、 20cm 。

(3) 图样中的尺寸,应为该图样所示机件的最后完工的尺寸,否则应另加说明。

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

(二) 尺寸的组成

如图 1-10 所示,一个完整的尺寸一般由尺寸界线、带有终端符号的尺寸线和尺寸数字组成。

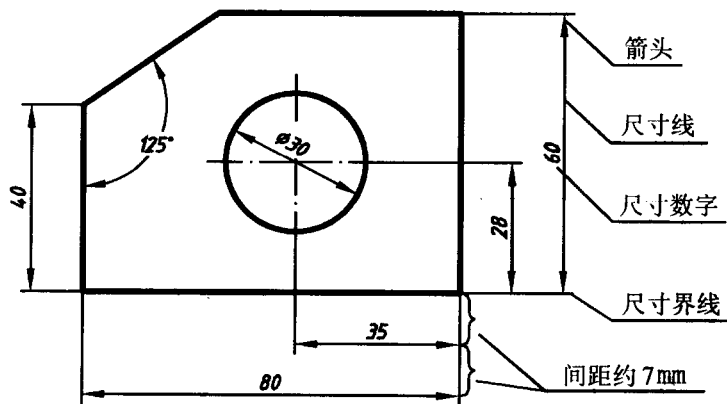


图 1-10 尺寸的组成

1. 尺寸界线

(1) 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,也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。