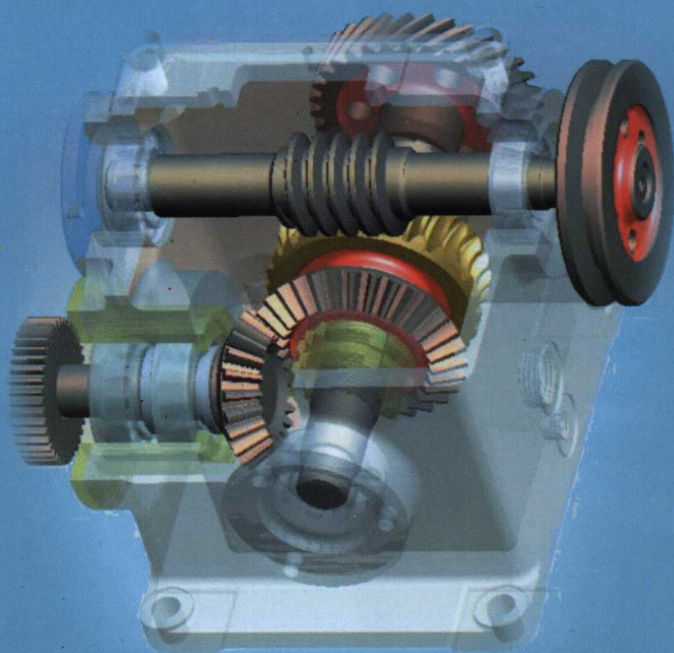


高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

机械制图

田绿竹 王新 主编



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

高等学校规划教材

机械制图

田绿竹 王 新 主编

北 京
冶金工业出版社
2007

内 容 提 要

本书以教育部“高等学校工科画法几何及机械制图课程教学基本要求”和高等学校工科制图课程教学指导委员会提出的“画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革建议”为依据编写,与《机械制图习题集》同时出版,配套使用。内容包括:制图基本知识、点、直线、平面投影、立体投影、轴测图、组合体的表达及尺寸标注、组合体构形设计、机件常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机辅助绘图。

书末列出的附录,供读者学习标准规范、查阅标准件及有关参考数据使用。

本书可作为 60~100 学时高等工科院校机械类、近机类以及非机类各专业画法几何及机械制图课程的教材,也可供电大、职大及函大等高等工业学校师生及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 田绿竹,王新主编. —北京:冶金工业出版社,2007.8

高等学校规划教材

ISBN 978-7-5024-4346-7

I. 机… II. ①田… ②王… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 129354 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 杨 敏 宋 良 美术编辑 李 心 版面设计 张 青

责任校对 刘 倩 李文彦 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4346-7

北京印刷一厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2007 年 8 月第 1 版,2007 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;21.25 印张;565 千字;329 页; 1-8000 册

30.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

编 委 会

主 编 田绿竹 王 新

副主编 卢广顺 霍 平

编 者 王彦凤 郑爱云 董小雷 郑怀东

刘久艳 王进军 郝雪第

前 言

为适应 21 世纪人才培养的需要,我们在总结长期的教研和教改成果以及历次编写《机械制图》教材经验,同时借鉴国内外有关院校先进成果的基础上,编写了本书。书中内容安排突出基础性、实践性、创新性,将画法几何、机械制图、计算机绘图三部分有机结合,既注重学生基础理论和方法的掌握,又强调实践能力、创新思维能力以及综合技能的培养。

画法几何内容是本课程的基础,从三维到二维的认知规律出发,安排点、线、面和立体投影相关内容;组合体读图是学生对工程制图认识上的第一次飞跃,是从二维到三维的认知过程,也是课程的难点。编写中重点强调了这部分内容,对形体分析和线、面分析两种组合体读图方法的原理进行了详细分析,前者是由分解后的简单体去认识组合体,是立体投影的具体应用;后者是从围成组合体表面的线、面去认识组合体,是点、线、面投影知识的综合应用。教学内容前后贯穿,有利于学生对知识的总体掌握。在机械制图部分教学安排中,鼓励学生对零、部件的多方案表达,有利于调动学生思维活动的积极性。

在注重课程基础性的同时,以培养学生的机械设计能力、开发智力为目标,注重学生实践能力的培养。设计性实践教学环节,增加创新思维训练,提高学生的动手实践能力、分析能力和创新能力,培养学生的工程师基本素质。实践性环节包括模型测绘、零件综合测绘、构形设计、计算机绘图等内容,提高学生手工草图、仪器绘图、计算机绘图三种技能。在零件图一章增加了“零件的构形过程及要求”一节,使学生明确机械零件形体构成的特点和要求,铸造工艺结构和切削加工工艺结构是从零件构形的工艺要求角度出发,并加强与相关课程的有机结合与相互渗透,有助于实现机械系列课程的整体优化。

教材中所涉及《技术制图》、《机械制图》国家标准均采用国家标准最新版。表面粗糙度、公差与配合、形状和位置公差及附录内容按教学实际需要选编。

本书可作为 60~100 学时高等工科院校机械类、近机类以及非机类各专业画法几何及机械制图课程的教材,也可供电大、职大及函大等高等工业学校师生及有关工程技术人员参考。

在此,由衷感谢在编写过程中对本书提出宝贵意见的专家和学者。

限于编者水平,教材中的不足之处在所难免,诚请读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月

目 录

绪 论	1
1 制图的基本知识	2
1.1 国家标准《技术制图》、《机械制图》简介	2
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	14
1.3 几何作图	19
1.4 平面图形的画法	25
1.5 绘图的方法和步骤	28
2 几何元素的投影	30
2.1 投影法概述	30
2.2 点的投影	31
2.3 直线的投影	36
2.4 平面的投影	44
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	50
3 换面法	59
3.1 换面法的基本概念	59
3.2 点的投影变换规律	60
3.3 基本作图问题	62
3.4 应用举例	65
4 立体	68
4.1 立体的三视图	68
4.2 截交线	78
4.3 相贯线	91
5 轴测图	101
5.1 轴测图的基本知识	101
5.2 正等测图的画法	102
5.3 斜二测图的画法	107
5.4 轴测剖视图的画法	109

6 组合体的视图及尺寸标注	112
6.1 组合体的构形	112
6.2 组合体视图的画法	115
6.3 组合体的尺寸标注	118
6.4 线面分析法读图	123
6.5 形体分析法读图	130
6.6 第三角画法简介	136
7 机件常用的表达方法	138
7.1 视图	138
7.2 剖视图	142
7.3 断面图	155
7.4 局部放大图和简化画法	157
7.5 综合应用举例	162
8 标准件和常用件	165
8.1 螺纹的规定画法和标注	166
8.2 螺纹紧固件的画法和标记	175
8.3 齿轮的画法	181
8.4 键、销	188
8.5 滚动轴承简介	190
8.6 弹簧的画法	192
9 零件图	196
9.1 零件图的内容	196
9.2 零件的构形过程及要求	197
9.3 零件图的视图选择	204
9.4 零件图的技术要求	210
9.5 零件图的尺寸标注	227
9.6 零件图的阅读	233
9.7 零件测绘	235
10 装配图	243
10.1 装配图的作用和内容	243
10.2 装配图的画法及视图选择	243
10.3 装配图的画图步骤及装配结构的合理性	248
10.4 装配图的尺寸标注及技术要求	251
10.5 装配图中零件序号、明细栏和标题栏	252
10.6 读装配图、拆画零件图	253

11 计算机绘图基础	262
11.1 AutoCAD 2006 工作环境和常用命令	262
11.2 实例及其他实用命令	266
11.3 ProENGINEER 简介	291
附 录	306
A 螺 纹	306
B 常用标准件	308
C 常用材料及热处理	321
D 公差与配合	324
E 常用标准数据和标准结构	327

绪 论

A 课程性质和任务

工程图样是工程技术部门的一项重要技术文件。在现代工业生产中,设计和制造各种金属切削机床、仪器仪表设备、采矿冶金设备、化工设备等都离不开工程图样;在使用这些机器和设备时,也常常要通过阅读图样来了解它们的结构、原理和性能。因此,工程图样成为指导生产和进行技术交流不可缺少的工具,被称为工程技术界的“语言”。绘制和阅读工程图样是工程技术人员必须具备的技能。

《机械制图》是高等工科院校重要的和必修的基础课程,既具有系统的理论性又具有较强的实践性,是培养学生具有仪器绘图、手工绘图和计算机绘图能力,具有用所学的知识表达工程设计思想、进行创造性形体设计能力的一门学科。课程目的是通过理论学习以及实践环节,培养绘制和阅读工程图样的能力。课程内容包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图四部分。画法几何部分要求学习和掌握用正投影法表达空间几何形体和图解空间几何问题的基本原理和方法;制图基础部分要学习和掌握制图基础知识和国家标准,提高绘图的基本技能和阅读投影图的能力;机械图部分培养绘制和阅读常见机器和部件的零件图和装配图的能力;计算机绘图部分要学习计算机绘图的基本知识和操作,掌握现代化的设计手段,提高绘图效率和质量。

课程学习的主要任务:

- (1) 掌握正投影法的基本原理及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力;
- (3) 培养图解简单空间几何问题的能力;
- (4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力;
- (5) 培养计算机绘图技能。

B 学习方法

(1) 认真听课,掌握基本概念、基本作图方法,深刻领会正投影理论。注意由空间到平面,再由平面到空间的对应关系,能够举一反三;

(2) 认真完成习题集中的作业。空间几何问题的图解能力,空间逻辑思维能力和形象思维能力的培养,是通过完成一系列的由简到繁的作业而得以实现的,所以,应坚持理论联系实际,进行多次反复练习,提高构思能力和空间问题的分析能力;

(3) 认真绘制仪器图作业,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,按正确的方法和步骤绘图,遵守《技术制图》、《机械制图》国家标准的有关规定,努力培养绘制和阅读机械图样的能力。制图作业应该做到:投影正确,视图表达恰当,尺寸标注齐全,字体工整,图样整洁,符合国家标准。

工程图样在设计 and 生产中起着重要的作用,任何疏漏和差错,都会造成经济上的损失,因此,除了科学的学习方法之外,认真负责的学习态度和一丝不苟的精神是课程学习的重要保证。

1 制图的基本知识

本章重点

掌握国家标准对机械图样中的各项规定。

充分理解国家标准，更好地应用在机械图样中，使绘制的机械图样正确、清晰。

机械图样是工程界的语言，是机械行业中设计和生产的重要技术文件。为了适应生产需要和便于技术交流，对图样的画法、图线的要求、尺寸标注以及字体、符号等内容都应该有统一的规定。这些规定由国家制定和颁布实施，国家标准简称“国标”，代号“GB”。

1.1 国家标准《技术制图》、《机械制图》简介

我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》，其后经过多次修改，现为《技术制图》、《机械制图》。本节仅摘录了有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法等部分国家标准，绘图时应遵照执行。

1.1.1 图纸幅面和标题栏

(1) 图纸幅面 (GB/T 14689—1993)。绘制技术图样时，应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。必要时，也允许 (选用) 按规定的方法加长、加宽幅面。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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，图纸可横放，也可以竖放。需要装订的图样，其图框格式如图 1-1 所示。当图样不需要留装订边时，其图框格式如图 1-2 所示，此时周边尺寸均为 e ，其数值见表 1-1。图样中图框线要用粗实线绘制。

(2) 标题栏 (GB/T 10609—1989)。标题栏位于图样的右下角，每张图样中均应有标题栏。标题栏中的文字方向一般为看图方向。工业生产中标题栏的格式与尺寸如图 1-3 所示。制图作业中可采用图 1-4 (a)、(b) 的简化格式及尺寸。图中标题栏及明细栏的边框线用粗实线绘制，框内分栏线用细实线绘制。

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(1) 绘制图样时应采用表 1-2 中规定的比例，必要时也允许选取表 1-3 中的比例。

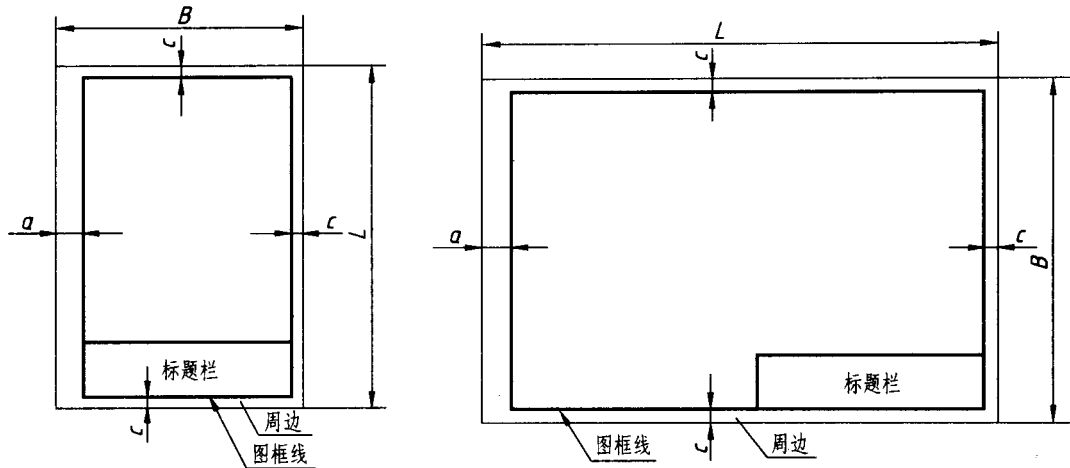


图 1-1 需装订时的图框格式

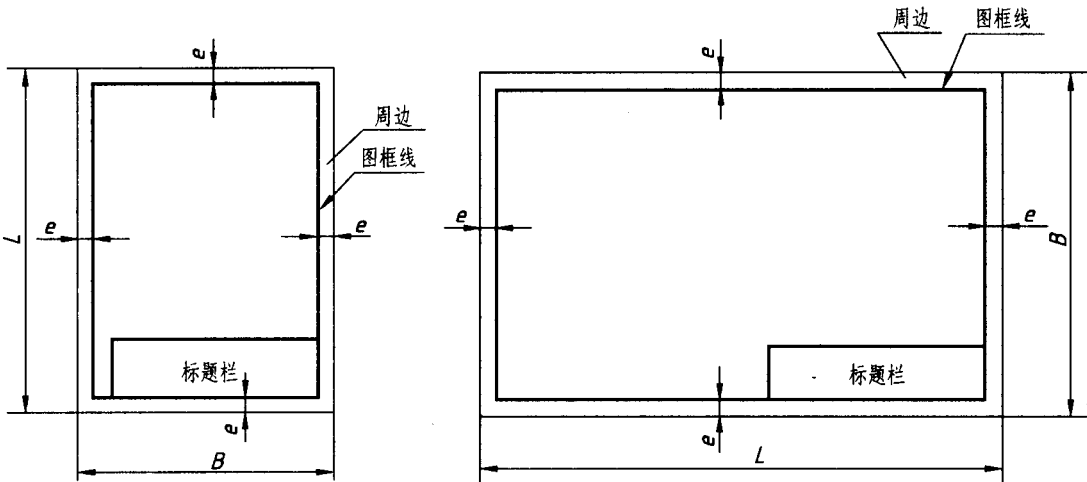
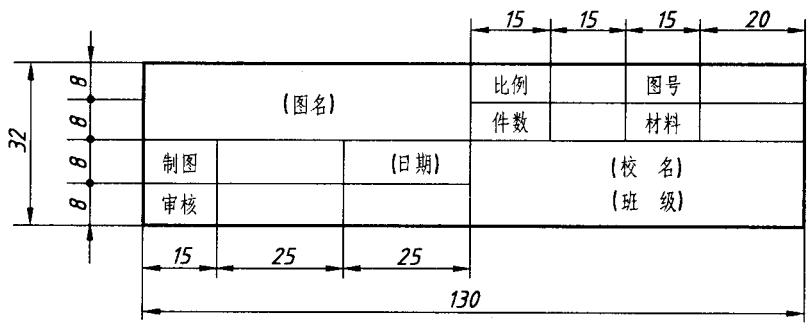


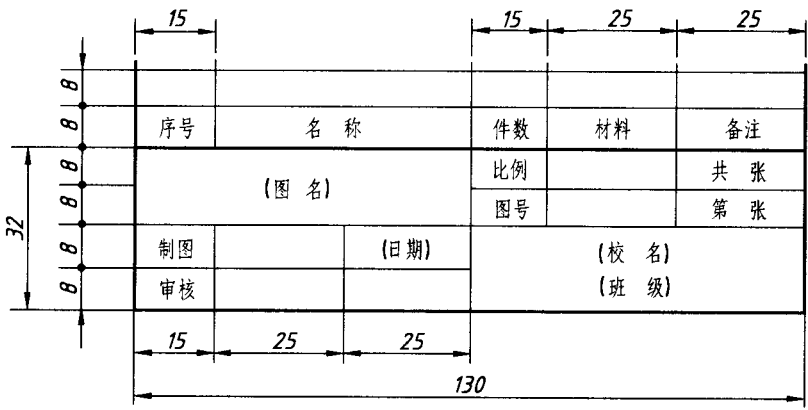
图 1-2 不需装订时的图框格式

180											
7	10	10	16	16	12	16	(材料标记)				(单位名称)
B×7 (=56)	标记	处数	分区	更改 文件号	签名	年、月、日	4×6.5 (=26)	12	12	10	(图样名称)
	设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	阶段标记	重量	比例		(图样代号)
	审核						6.5			9	(存储代号)
	工艺			批准			共 张	第 张		9	
12 12 16 12 12 16							50				

图 1-3 国家标准规定的标题栏格式



(a)



(b)

图 1-4 作业用标题栏
(a) 零件图标题栏；(b) 装配图标题栏及明细栏

表 1-2 规定绘图选用比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

表 1-3 允许绘图选用比例

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

注：n 为正整数。

种。字体的宽度约等于 $h/\sqrt{2}$ 。

(1) 汉字。汉字应写成长仿宋体，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。

书写长仿宋体汉字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字的基本笔画参阅图 1-7。

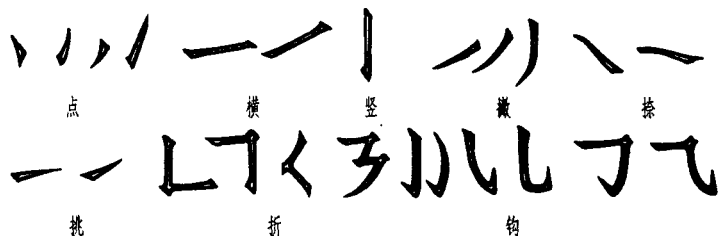


图 1-7 汉字基本笔画

汉字通常由几部分组成。为使书写的汉字左右均衡、上下协调，书写时应恰当地分配各组成部分的比例，布置合理，如图 1-8 所示。图 1-9 为长仿宋体汉字示例。

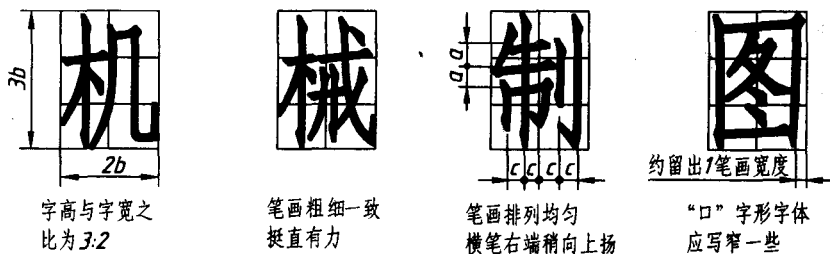


图 1-8 长仿宋体字的结构特点

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布平镀抛光研视图

向旋转前后表面展开图两端中心孔锥柱销

技术要求对称同轴度垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精度热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧

其余未注明按全部倒角

图 1-9 长仿宋体汉字示例

(2) 字母和数字。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。

字母和数字有直体和斜体两种，常用的是斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平方向成 75° 。字母及数字示例见图 1-10。

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

(a)

α β γ δ ε ζ η θ ι
 κ λ μ ν ξ ο π ρ σ
 τ υ φ ρ χ ψ ω

(b)

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

(c)

10 J s 5 (± 0.003) M 24 - 6 h

$\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$

$\frac{6.3}{\triangle}$ $\phi 20 \begin{smallmatrix} +0.010 \\ -0.023 \end{smallmatrix}$ R 8

(d)

图 1-10 字母及数字示例

(a) 拉丁字母大小写; (b) 希腊字母小写; (c) 阿拉伯数字、罗马数字; (d) 综合应用

1.1.4 图线及画法 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

为了使图样清晰、图线含义明确,对图线的形式及画法均作了必要的规定。

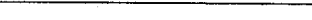
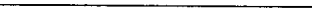
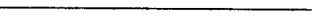
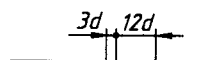
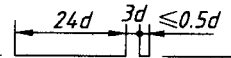
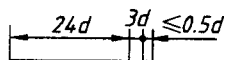
(1) 图线的尺寸。图线的宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$)。

图线分: 粗线、细线, 其宽度比率为: 2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

(2) 机械图样中的图线形式及应用。在绘制图样时, 应采用表 1-4 中所规定的图线。图线分粗细两种, 粗线的宽度 (d) 应按图样的大小及复杂程度适当选择。

表 1-4 及图 1-11 列出了常用各种图线的形式、宽度及主要用途。由于图样复制中所存在的困难, 应避免采用 0.18 mm 以下宽度的图线。

表 1-4 图 线

名 称	形 式	宽 度	一 般 应 用
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线等
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线等
双折线		$d/2$	断裂处的边界线等
细虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线等
细双点画线		$d/2$	可动零件的极限位置的轮廓线等

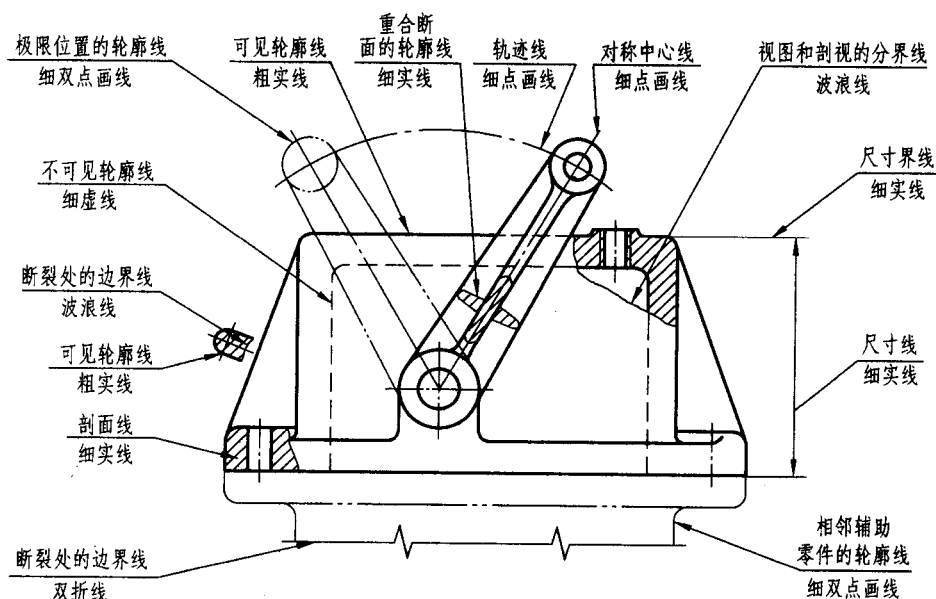


图 1-11 图线应用举例

(3) 图线的画法及注意的问题。见图 1-12。

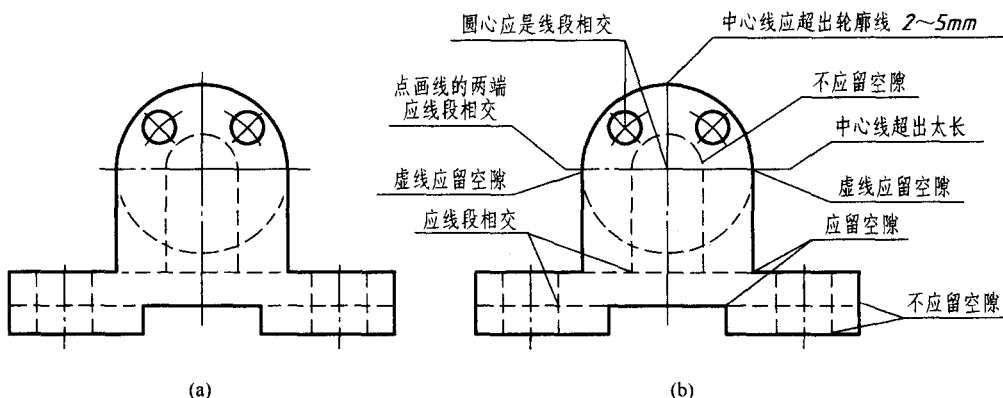


图 1-12 图线的画法

(a) 正确; (b) 错误

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线段长度和间隔应各自大致相等。

2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于图线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画段的交点,其首末两端应是长画段。

4) 在较小的图线上,绘制细点画线困难时,可用细实线代替。

5) 当粗实线、细虚线、细点画线相互重叠时,画线的优先顺序为:粗实线、细虚线、细点画线。

6) 细虚线、细点画线及细双点画线与其他图线相交时,都应在长画段处相交。

7) 当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,留有空隙再画虚线。当虚线圆弧与虚线直线相切时,虚线圆弧应画到切点,而留有空隙再画虚线直线。

8) 轴线、对称中心线以及细双点画线作为中断线时,应超出相应轮廓线 2~5 mm。

1.1.5 尺寸注法 (GB 4458.4—2003)

1.1.5.1 基本原则

(1) 机件的真实大小应以图样上所标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(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注单位符号(或名称),如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

(3) 图样中所标注的尺寸,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。

1.1.5.2 尺寸组成

一个完整的尺寸一般是由尺寸数字、尺寸线、箭头和尺寸界线所组成,如图 1-13 所示。

(1) 尺寸数字。用来表示所注机件尺寸的实际大小。线性尺寸数字一般应注写在尺寸线上方,也允许注写在尺寸线的中断处。