

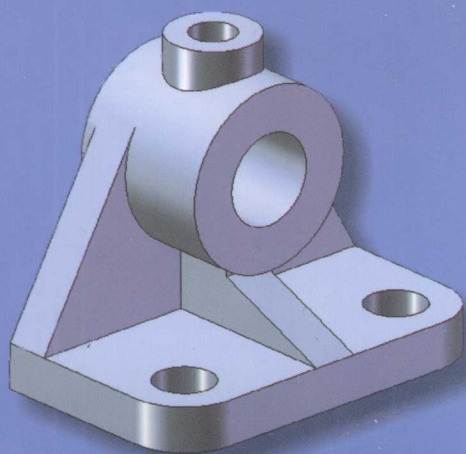


高等院校“十二五”规划教材

现代工程制图学

(上册)

蔡群主编



XIANDAI GONGCHENG
ZHITUXUE

 南京大学出版社

013071280

TB23
128-2
V1



高等院校“十二五”规划教材

现代工程制图学

(上册)

主 编 蔡 群
主 审 李荣隆
编写人员 陈晓玲



北航

C1680183



南京大学出版社

TB23

128-2

V1

089170810

林楚收赋 “五十二” 林部善高

内容提要

本教材适用于 60~160 学时的本科机械类、近机械类及相关工程技术类专业,适用于高、中职机械类专业,也可作为相关工程技术人员的参考书。

本教材全部采用最新颁布的“技术制图”与“机械制图”国家标准,注重培养学生的空间想象能力、创新设计能力,内容由浅入深、图文并茂。

本教材精选的例题和习题严格采用新的国家标准规范,题型、题量、题目难度、知识点覆盖面有机结合、互为补充,完全按照教学大纲要求进行组合,并突出了应用知识和计算机绘图知识。

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图学.上册 / 蔡群主编. —南京:南京
大学出版社,2013.8

高等院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-305-11790-9

I. ①现… II. ①蔡… III. ①工程制图—教材

IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 161336 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出版人 左 健

丛 书 名 高等院校“十二五”规划教材

书 名 现代工程制图学(上册)

主 编 蔡 群

责任编辑 吴 华

编辑热线 025-83596997

照 排 江苏南大印刷厂

印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 18.5 字数 450 千

版 次 2013 年 8 月第 2 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数 1~3 000

ISBN 978-7-305-11790-9

定 价 37.00 元(上、下册合计定价 77.00 元)

发行热线 025-83594756 83686452

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购

图书销售部门联系调换

江苏南大印刷厂

前 言

“机械制图”是工科院校学生必须掌握的一门技术基础课。本教材是根据教育部工程图学教学指导委员会 2004 年通过的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”的精神,为适应 21 世纪高等工科院校教学内容和课程体系改革的需要而编写的。

本教材适用于 80~160 学时的本科机械类、近机械类及相关工程技术类专业,可作为普通高等院校本科机械类和化工、冶金、矿业、资源与环境工程等专业的工程制图教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

本教材全部采用最新颁布的“技术制图”与“机械制图”国家标准,注重培养学生的空间想象能力、看图画图的能力,内容由浅入深,图文并茂。

本教材精选的例题和习题严格采用新的国家标准规范,题型、题量、题目难度、知识点覆盖面有机结合、互为补充,完全按照教学大纲要求进行组合,并突出了应用知识和计算机绘图知识。

为了使学生能适应现代工程图样绘制的要求,编写了 AutoCAD 章节,并以 AutoCAD 2006 为主,详细介绍了 AutoCAD 的工作界面、环境设置、绘图功能、编辑功能、尺寸标注等,着重培养学生的应用能力。

为了在最大程度上有利于教与学,本书对所有的习题都作出了正确解答,详细地给出了解题原理和解题步骤,并对多解题也给出多种参考解答。

本教材分上、下册,习题附于各册理论知识之后,并附有参考答案。

本教材编写组由贵州大学机械工程学院制图教研室的部分教师组成:上册由蔡群主编,李荣隆主审,参加编写的有蔡群(第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章),陈晓玲(第 5 章),研究生任荣喜、张昊、吕俊参与了绘图和做习题答案的部分工作;下册由李荣隆主编,蔡群主审,参加编写的有姚丽华(第 6 章),李荣隆(第 7 章、第 8 章、附录及模拟试题),阳明庆(第 9 章、第 10 章、第 11 章),陈晓玲(第 12 章)。

在编写过程中,编者参阅了大量文献专著,在此向这些编著者表示感谢!由于水平有限,书中的缺点和错误在所难免,诚请读者批评指正。

《现代工程制图学》编写组

2013 年 1 月

目 录

第一部分 理论知识

绪 论	3
第 1 章 制图的基本知识和基本技能	5
1.1 “技术制图”和“机械制图”国家标准的一般规定	5
1.2 制图工具及其使用方法	15
1.3 基本几何作图	19
1.4 平面图形	24
1.5 徒手绘图简介	26
第 2 章 点、直线、平面的投影	29
2.1 投影法的基本知识	29
2.2 点的投影	30
2.3 直线的投影	35
2.4 平面的投影	43
2.5 直线与平面以及两平面间的相对位置	51
2.6 投影变换的方法	60
2.7 变换投影面法	61
第 3 章 立体的投影	69
3.1 体的三面投影——三视图	69
3.2 平面立体	70
3.3 常见的回转体	74
3.4 平面与立体相交	79
3.5 两曲面立体相交	92
第 4 章 组合体的视图	107
4.1 三视图的形成与投影规律	107
4.2 形体分析与线面分析	108
4.3 画组合体视图	112
4.4 读组合体视图	116
4.5 组合体的尺寸标注	124

第 5 章 轴测投影	129
5.1 轴测投影的基本概念	129
5.2 正等测	131
5.3 斜二测	136
参考文献	139

第二部分 实践性习题

第 1 章 制图的基本知识和基本技能习题	143
第 2 章 点、直线、平面的投影习题	153
第 3 章 立体的投影习题	174
第 4 章 组合体的视图习题	194
第 5 章 轴测投影习题	216

第三部分 参考答案

第 1 章 制图的基本知识和基本技能习题答案	221
第 2 章 点、直线、平面的投影习题答案	226
第 3 章 立体的投影习题答案	247
第 4 章 组合体的视图习题答案	267
第 5 章 轴测投影习题答案	289

第一部分 理论知识

工程制图的主要任务是使用投影的方法用二维平面图形表达空间形体,因此,本部分的编写以体为核心和主线,通过形体将投影分析和空间想象结合起来,通过形体介绍常用二维图形表达方法的特点和应用。

上册知识点包含:制图的基本知识与技能;投影法的基本知识和投影原理;立体上的点、线、面的投影特性及作图方法和步骤;立体的投影特性及绘图方法和步骤;组合体的形体分析法、线面分析法和绘制、阅读方法及步骤;轴测投影图的绘制方法和步骤。

绪 论

图形和文字、声音等一样,是承载信息进行交流的重要媒体。以图形为主的工程设计图样是工程设计、制造和施工过程中用来表达设计思想的主要工具,被称为“工程界的语言”。从一张工程设计图样上,可以反映出一个工程技术人员聪明才智、创新能力、科学作风和工作风格。毫无疑问,能否用图形来全面表达自己的设计思想,反映了一个工程技术人员的基本素质。

我国在工程图学方面有着悠久的历史,据出土文物考证,早在一万多年前的新石器时代,我国人民就能够绘制一些简单的几何图形。西安半坡出土的仰韶期彩盆上有人面形和鱼形图案;甘肃省出土的彩陶罐的表面画有剖视表示的捕获野兽的陷阱图等。三千多年前,我国劳动人民就创造了“规、矩、绳、墨、悬、水”等绘图工具。宋代刊印的《营造法式》是我国较早的建筑典籍之一,书中印有大量的建筑图样,这些图样与近代工程制图表示方法基本相似。“图”在人类社会推动现代科学技术的发展中起了重要作用。因此,“工程图学”作为一个学科,历来是人类重要的学习内容和研究内容之一,而“工程制图”是其中重要的组成部分。

一、本课程的研究对象

1. 在平面上表示空间对象的图示法

将物体进行投影,并把形状、大小表达在纸面上的方法称为图示法。图示法是绘制和阅读机械工程样图的理论基础。

2. 空间几何问题的图解法

在图示的基础上,按投影规律通过几何作图解决空间的定位、度量、轨迹等几何问题的方法称为图解法。不同于单纯的计算,图解法为空间几何问题提供了形象的解决方法。图解法与解析法结合起来,可以成为解决空间几何问题的有力工具。

3. 绘制和阅读机械图样的方法

在工程技术上,用图样来表示物体的投影及技术规定等内容。图样是工程界的语言,设计人员通过图样表达自己的设计思想,制造人员根据图样进行加工制造,使用人员利用图样进行合理使用。图样既是设计、制造、使用过程中的主要技术资料,也是技术交流的重要媒介。本课程介绍机械图样的绘制和阅读方法。

4. 计算机绘图技术

随着计算机技术的不断发展,计算机绘图以其无比的优势,已经成为工程界主要的绘图形式。本课程介绍最新的计算机绘图技术。

二、本课程的学习目的

本课程是一门研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的工程基础课。它的主要目标是培养学习者运用投影理论和各种绘图技术来构思、分析和表达工程问题的能力,而这种能力正是一个工程技术人员所必须具备的基本素质和技能,概括起来主要有以下几点:

- (1) 培养以图形为基础的形象思维能力。
- (2) 培养和发展空间构思能力、分析能力和表达能力。
- (3) 培养空间几何问题的图解能力和将科学技术问题初步抽象为几何问题的能力。
- (4) 培养阅读和绘制机械设计图样的基本能力。
- (5) 掌握计算机绘图的基本技能,能够用 AutoCAD 绘图软件绘制一般的机械图。

三、本课程的学习方法

本课程的学习方法有以下五个要点:

1. 空间想象和空间思维与投影分析和绘图过程紧密结合

本课程的核心内容是用投影法在二维平面上表达空间几何元素以及在二维平面上图解几何问题。因此,在学习过程中必须随时进行空间想象和空间思维,并与投影分析和绘图过程紧密结合,扎实掌握基本理论,经常注意空间形体与其投影之间的相互联系,“从空间到平面,再从平面到空间”,进行反复研究与思索,逐步提高空间逻辑思维能力和形象思维能力。

2. 理论联系实际,掌握正确的方法和技能

本课程实践性极强,在掌握基本概念和理论的基础上,不能仅满足于对理论、原则的理解,还必须通过作图实践,多做习题,更多地注意如何在具体解题时运用这些理论和原则,要多看、多画;认真学习,及时学习,独立完成作业,要掌握正确的绘图方法,不断提高绘制和阅读工程图样的能力;养成正确使用尺规绘图工具或计算机,按照正确方法、步骤绘图的习惯。

3. 加强标准化意识和对国家标准的学习

为了确保图样传递信息的正确与规范,对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法都有严格、统一的规定,这一规定以“国家标准”的形式给出。每个学习者都必须从开始学习本课程时就加强标准化意识,认真学习并坚决遵守国家标准的各项规定。

4. 与工程实际相结合

本课程最终要服务于工程实际。因此,在学习中必须注意学习和积累相关工程实际知识,如机械设计知识、机械零件结构知识和机械制造工艺知识等。这些知识的积累,对加强读图和绘图能力可以起到重要的作用。

5. 注重培养能力

注重培养学生的自学能力,分析问题和解决问题的能力以及创造性思维;培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

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。因此,作图时要认真细致,严格要求,树立对生产负责的思想,遵守工程制图的国家标准,培养良好的工作作风。

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

1.1 “技术制图”和“机械制图”国家标准的一般规定

图样作为工程界的共同语言,是用来进行信息交流的,因此,规范性要求很高。为此,对于图纸、图线、字体、作图比例以及尺寸标注等,均由国家标准做出了严格规定,每个制图者都必须遵守贯彻。国家标准简称“国标”,其代号为“GB”。例如,GB/T 14691—1993,其中“T”为推荐性标准,“14691”是标准顺序号,“1993”是标准颁布的年代号。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

图纸幅面简称图幅,指由图纸的宽度和长度组成的图面,即图纸的有效范围,通常用细实线绘出,称为图纸边界或裁纸线,基本幅面的尺寸及边框尺寸见表 1-1。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

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,也允许以基本幅面短边的整数倍加长幅面,加长时,基本幅面的长边尺寸不变,沿短边延长线增加基本幅面的短边尺寸整数倍,如图 1-1 所示。图中粗实线为基本幅面,细实线和虚线所示均为加长幅面。

2. 图框格式

图框指图纸上限定绘图区域的线框,即绘图的有效范围。

无论图样是否装订,图框线都必须用粗实线画出。图纸可横放(X 型)或竖放(Y 型),其格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-2 和图 1-3 所示,其尺寸均按表 1-1 中的规定。但要注意,同一产品的图样只能采用同一种格式。

为了使图样复制和缩微摄像时定位方便,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,如图 1-2(b)所示。

(d)

(b)

图样复制和缩微摄像时定位方便

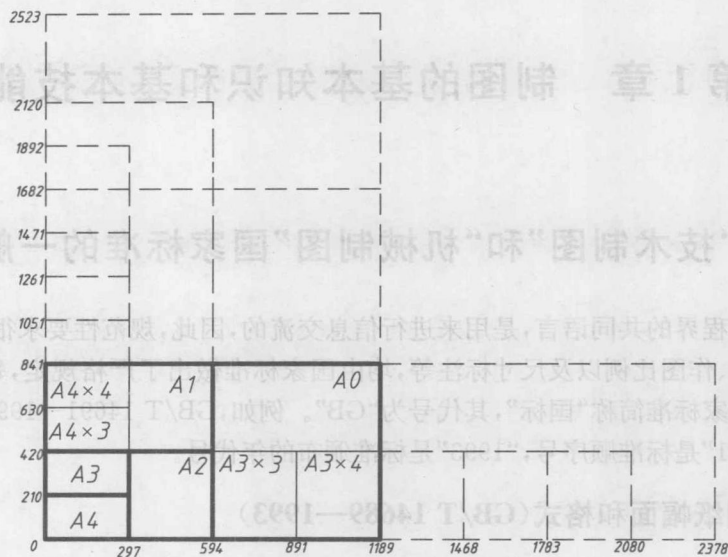


图 1-1 图纸的基本幅面和加长幅面

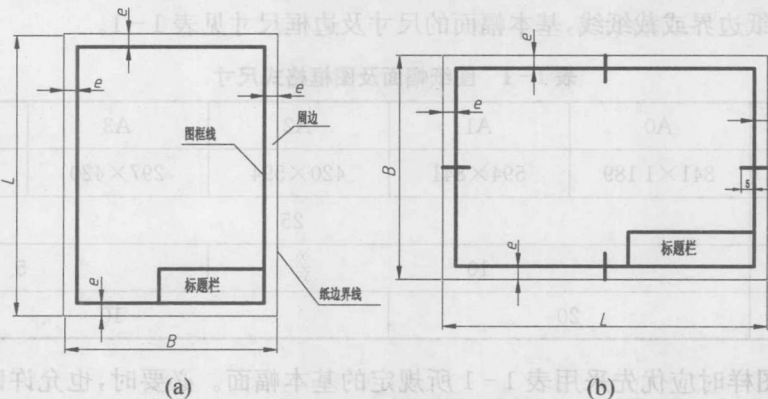


图 1-2 无装订边的图纸格式

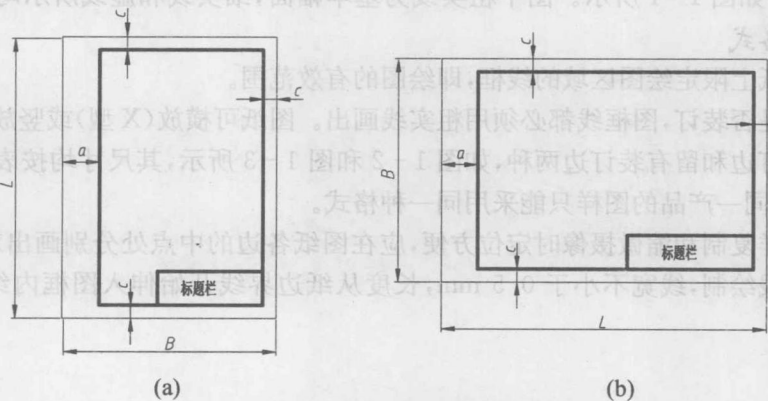


图 1-3 有装订边的图纸格式

3. 标题栏及明细表

每张图样上都必须有标题栏,标题栏用来填写图样上的综合信息,是图样的组成部分。标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准 GB/T 10609.1—1989“技术制图”的“标题栏”中有详细规定,标题栏一般印制在图纸上,不必自己绘制,各设计单位根据各自需求格式亦可有变化,这里不作介绍。

明细栏是装配图中才有的,需自己绘制。国家标准 GB/T 10609.2—1989“技术制图”的“明细栏”中规定了明细表的样式,这里不作介绍。

GB/T 14689—1993 规定标题栏的位置应在图纸的右下角,标题栏的长边置于水平方向,其右边和底边图框线重合,此时看图的方向应与标题栏方向一致,如图 1-2 和图 1-3 所示。

标题栏内一般图名用 10 号字书写,图号、校名用 7 号字书写,其余都用 5 号字书写。

在学校的制图作业中,建议采用如图 1-4 所示的零件图简化标题栏和装配图简化明细栏。

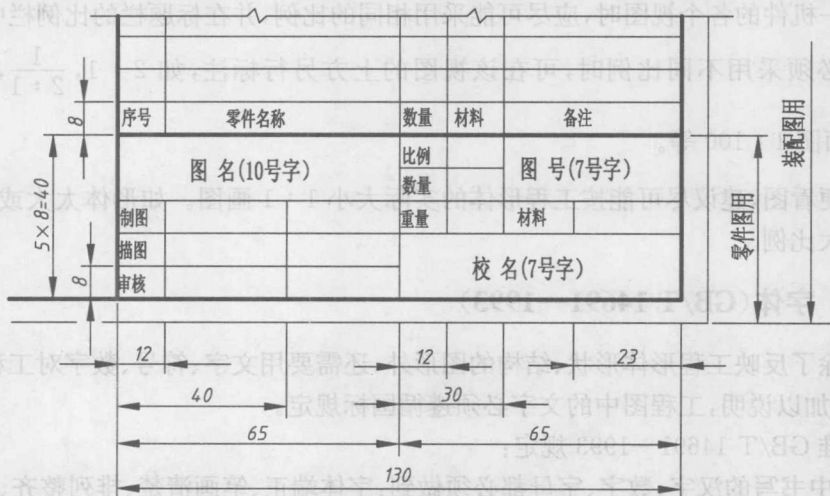


图 1-4 简化标题栏、装配图简化明细栏

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样比例指的是图中图形要素与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

不管绘制机件时所采用的比例是多少,在标注尺寸时,仍应按机件的实际尺寸标注,与绘图的比例无关,如图 1-5 所示。

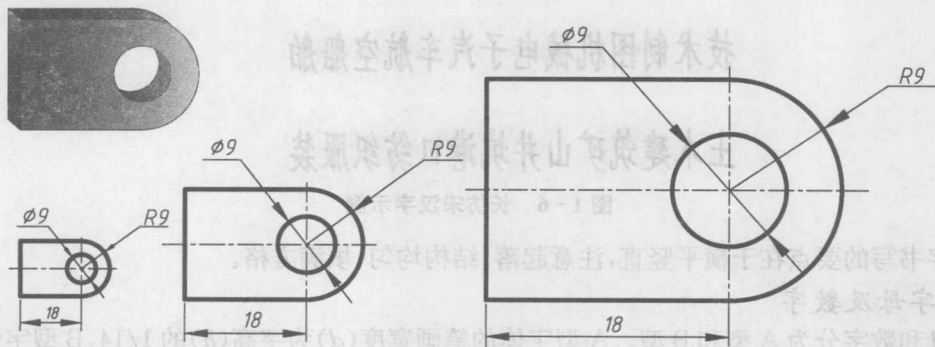


图 1-5 用不同比例画出的图形

绘图时,首先应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例,优先选用不带括号的比例。

表 1-2 图纸的比例

原值比例	1:1							
缩小比例	(1:1.5)	1:2	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	(1:5)	(1:6)	1:10
	(1:1.5×10 ⁿ)	1:2×10 ⁿ	(1:2.5×10 ⁿ)	(1:3×10 ⁿ)	(1:4×10 ⁿ)	1:5×10 ⁿ	(1:6×10 ⁿ)	1:1×10 ⁿ
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1				
	1×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1	(2.5×10 ⁿ :1)	(4×10 ⁿ :1)	5×10 ⁿ :1			

注: n 为正整数

绘制同一机件的各个视图时,应尽可能采用相同的比例,并在标题栏的比例栏中填写。当某一个视图必须采用不同比例时,可在该视图的上方另行标注,如 $2:1$, $\frac{1}{2:1}$, $\frac{1}{1:1000}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$, 平面图 $1:100$ 等。

为了方便看图,建议尽可能按工程形体的实际大小 $1:1$ 画图。如形体太大或太小,则采用缩小或放大比例。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了反映工程形体形状、结构的图形外,还需要用文字、符号、数字对工程形体的大小、技术要求加以说明,工程图中的文字必须遵循国标规定。

国家标准 GB/T 14691—1993 规定:

- ① 图样中书写的汉字、数字、字母都必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。
- ② 字体的号数,即字体的高度(单位为mm),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种。

1. 汉字

图样上应写成长仿宋体字,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 0.7 h),汉字示例见图 1-6。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

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

图 1-6 长仿宋汉字示例

汉字书写的要点在于横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

2. 字母及数字

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 型字体笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一图样上只允许选用一种形式的字体,字母和数字可写成斜体或直

体,但全图要统一。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体。

3. 综合示例

如图 1-7 所示,即为 B 型斜体字母。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

12345678910

R3 2×45° M24-6H Φ60H7 Φ309g6

Φ20₀^{-0.021} Φ25₀^{-0.007}_{-0.020} Q235 HT200

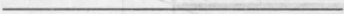
图 1-7 斜体字母、数字及字体示例

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998)

1. 基本线型

在机械制图中常用的线型有实线、虚线、点划线、双点划线、波浪线、双折线等(见表 1-3)。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	图线型式	线 宽	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 可见过渡线
虚 线			不可见轮廓线 不可见过渡线
细实线		d/2	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合剖面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线引出线 局部放大部位的范围线
波浪线			断裂处的边界线 视图和剖视的分界线

(续表)

图线名称	图线型式	线 宽	一般应用
细点划线	----	$d/2$	轴线 对称中心线 轨迹线
双点划线	----		相邻辅助零件的轮廓线 运动机件在极限位置轮廓线
双折线	-----		断裂处的边界线
粗点划线	----	d	有特殊要求的线或表面的表示线

2. 图线的宽度

图线的宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度, 在下列系数中选择: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.4, 2 mm。该系数的公比为 $1:\sqrt{2}$ 。

在机械图样上, 图线一般只有两种宽度, 分别称为粗线和细线, 其宽度之比为 2:1。在通常情况下, 粗线的宽度采用 0.7 mm, 细线的宽度采用 0.35 mm。

在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

3. 图线的应用

上述几种图线的应用举例如图 1-8 所示。在图示零件的视图上, 粗实线表示该零件的可见轮廓线; 虚线表示不可见轮廓线; 细实线表示尺寸线、尺寸界线及剖面线; 波浪线表示断裂处的边界线及视图和剖视的分界线; 细点划线表示对称中心线及轴线; 双点划线表示相邻辅助零件的轮廓线及极限位置轮廓线。

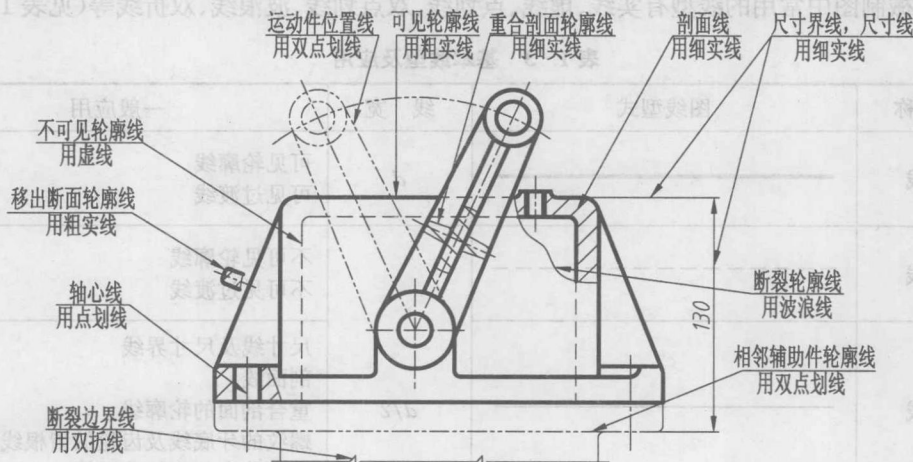


图 1-8 图线及应用

4. 图线的画法(如图 1-9)

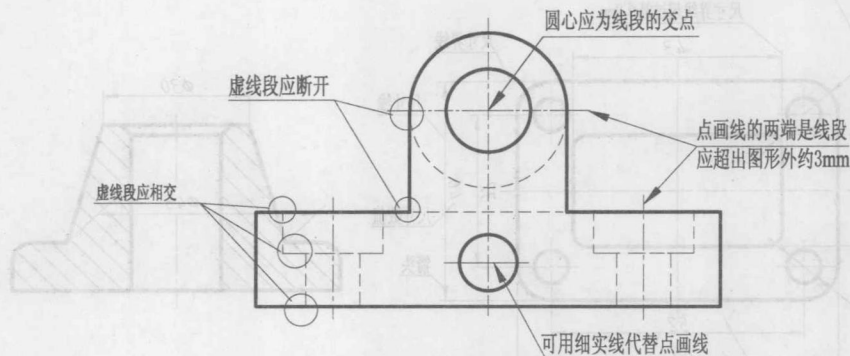


图 1-9 点划线与虚线的画法

① 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线线段长度和间隔应各自大致相等。

② 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是点,且应超出图形外约 2 mm~5 mm。

③ 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时,可用细实线代替。

④ 虚线、[ST]点划线、双点划线相交时,应该是线段相交。当虚线是粗实线的延长线时,在连接处应断开。

⑤ 当各种线型重合时,应按粗实线、虚线、点划线的优先顺序画出。

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—1984、GB/T 16675.2—1996)

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,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位时,则必须注明,如(°)(度)、cm(厘米)、m(米)等。

③ 图样中所标注的尺寸,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. 尺寸标注的组成

一个完整的尺寸,由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和尺寸的终端(箭头和斜线)组成,如图 1-10所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表明尺寸标注的范围,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、轴线或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,如图 1-10(b)所示。

(2) 尺寸线 尺寸线表明尺寸度量的方向,必须单独用细实线绘制,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。同一图样中,尺寸线与轮廓线以及尺寸线之间的距离应大致相当,一般以不小于 5 mm 为宜,如图 1-10(a)所示。