

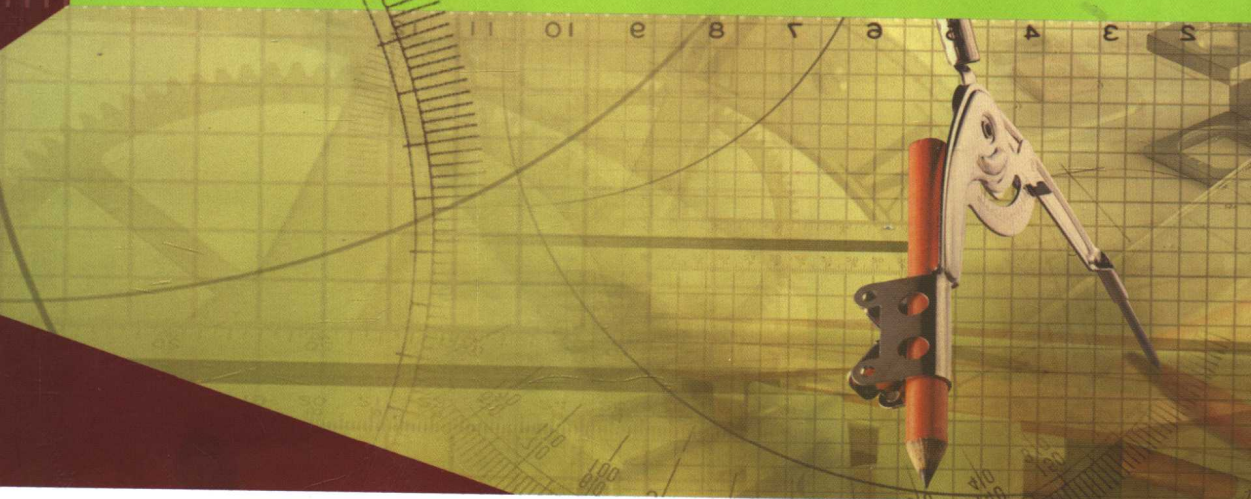
XIANDAI GONGCHENG TUXUE
JIXIE ZHITU

高等学校教材

XIANDAI GONGCHENG TUXUE JIXIE ZHITU

现代工程图学 ——机械制图

武晓丽 邱泽阳 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校教材

现代工程图学
——机械制图

武晓丽 邱泽阳 主编
陈天麒 主审

中国铁道出版社

2006年·北京

内 容 提 要

《现代工程图学——机械制图》是在兰州交通大学工程图学教改思路的基础上,结合教改实践,编写的一本工程图学教材。本教材面向计算机三维构型,将“画法几何”、“机械制图”、“计算机绘图”三门课有机地融合为一体,把实体造型和特征造型方法、构型设计、计算机图形学等新内容融入工程图学的教材中,使三维CAD技术与工程图学基本理论紧密结合,组成了新的教材体系。本教材注重工程图学基本理论的系统性和完整性,处理好继承与发展的关系,具有鲜明的特色和新意,对学生的素质和能力培养十分有利。

本教材内容包括:制图的基本知识与技能、用AutoCAD绘制平面图形、组合体、用AutoCAD绘制组合体三视图、轴测图、机件的各种表达方法、机械零件构型分析基础知识、零件工作图、部件装配图、连接、常用件的画法、机械设备的使用与维护、部件的设计构思、标准和规范共14章。

本书可作为高等学校机械类各专业工程图学教材,也可供自学者和其他专业的师生参考。与本书配套的《现代工程图学——机械制图习题集》同时出版供选用。为满足多媒体教学的需要,我们还研制了与本书配套的电子挂图、模型库,需选用的学校可与出版社联系订购。

图书在版编目(CIP)数据

现代工程图学. 机械制图/武晓丽,邱泽阳主编.
北京:中国铁道出版社,2006.1
ISBN 7-113-06896-0

I. 现… II. ①武…②邱… III. ①工程制图-高等学校-教材②机械制图-高等学校-教材
IV. TB23②TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第000115号

书 名:现代工程图学——机械制图

作 者:武晓丽 邱泽阳 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:阎济存

封面设计:薛小卉

印 刷:北京市兴顺印刷厂

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:25.5 插页:1 字数:513千

版 本:2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 7-113-06896-0/TH·114

定 价:32.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话(010)51873133 发行部电话(010)51873124

兰州交通大学“十五”规划教材 编审委员会

主任：任恩恩

副主任：王晓明 盖宇仙

委员：（按姓氏笔划排名）

王 兵 王起才 朱 琨

陈宜吉 吴庆记 谢瑞峰

主编：武晓丽 邱泽阳

出版说明

近年来,兰州交通大学认真贯彻落实教育部有关文件精神,不断推进教育教学改革。学校先后出资数百万元,设立了教学改革、专业建设、重点课程(群)建设、教材建设等项基金,并制定了相应的教学改革与建设立项计划、项目管理及奖励办法等措施。根据培养“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高”的高级专门人才的总体要求,学校各院(部)认真组织广大教师积极参加教学改革与建设,开展系统的研究与实践,取得了一系列教学改革与建设成果。

通过几年来的深化改革,各学科专业制定了新的人才培养目标和规格,构建了新的人才培养模式和知识、能力、素质结构,不断修订完善专业教学计划和教学大纲。教学内容和课程体系的改革是教学改革的重点和难点,学校投入力量最大,花费时间最长,投入精力最多,取得的成效也最为显著。突出反映在教材建设方面,学校在各学科专业课程整合、优选教材的基础上,制定了“十五”教材建设规划,积极组织教材编写工作,通过专家论证和推荐,优化选题,优选编者,以保证教材编写质量,最后由学校教材编审委员会审定出版,确保出版教材教育思想的正确性、内容的科学性和先进性、形式的新颖性以及面向使用专业的针对性和适用性。近年来,通过广大教师的努力,相继编著了一批高水平、高质量、有特色的教材(包括文字教材和电子教材)。这些教材一般是由一些学术造诣较深、教学水平较高、教学经验比较丰富的教师担任主编,骨干教师参编,同行专家主审而定稿的。在教材中凝聚了编著教师多年的教学、科研成果和心血,这是他们在教学改革和建设中对高等教育事业做出的重要贡献。

本教材为学校“十五”教材建设资助计划项目,并通过了学校教材编审委员会审定。希望该教材在教学实践过程中,广泛听取意见和建议,适时进一步修改、完善和提高。

兰州交通大学“十五”规划
教材编审委员会

2003年4月

前 言

为了满足社会和生产向高校提出的培养有创造发明能力人才的要求,工程图学的教学急需引入创新机制,走创新教育、素质教育之路。教材内容的改革也应注重能力和素质的培养,以培养学生的综合设计能力为主线,以计算机应用为基本手段。为此,我们编写了现代工程图学教材(共两册),即“图学基础”和“机械制图”。此次编写的指导思想是:

1. 立足我校新的人才培养目标,适应科学技术的发展和系列课程改革的需要,满足社会和生产向高校提出的培养有创造发明能力人才的要求。

2. 转变传统观念,以培养构型设计能力为主干,传授知识为枝叶,使学生在设计方法、工程图的基本内容及表达和阅读、实用工程数据的分析(如尺寸、公差、标准结构、典型结构等)、计算机辅助设计和绘图诸方面得到较扎实的培养和训练。

3. 处理好传统内容与现代内容的关系,将计算机图形学、计算机绘图技术与传统内容(即画法几何及机械制图)进行整体优化。在学时总数不增加的条件下,使学生能够循序渐进、轻松掌握计算机绘图技术,同时,又能利用计算机绘图技术把工程图学中的二维平面图形与三维空间几何原型联系起来。这不仅有利于培养学生的空间思维能力和计算机绘图能力,而且有利于培养学生科学的思维方法,为学生掌握新事物、培养创新能力奠定基础。

4. 手工绘图技能和计算机绘图技能两者并重,计算机绘图技能立足于通用绘图工具 AutoCAD 的使用,体现当代科学发展的特征,并有效的改变教学手段和方法。

本书《机械制图》将平面图形的绘制、尺寸标注与平面图形的构型设计用 AutoCAD 绘制平面图形结合起来;将组合体的视图表达、尺寸标注与组合体的构型以及用 AutoCAD 构造组合体的三维模型结合起来;将组合体读图与 AutoCAD 的三维模型到二维正投影图的转换结合起来;将零件的结构特点、构型分析及表达特点结合起来;将典型零件的表达与典型零件的构型设计结合起来;将零、部件测绘和零件图拼画装配图与机械设备的使用维护结合起来,将部件的设计过程与由装配图拆画零件图的内容结合起来,让学生了解在机械设计过程中,如何应用各种机械图样(零件图、装配图等)和方法(由零件图拼画装配图、由装配图拆画零件图)。在绘图工具的使用中增加了自动绘图机及用 AutoCAD 输出工程图样的方法和技巧。

本书注意用较少篇幅反映实质性的内容,在精选内容的同时,注意引进新概念、新理论以及基本概念、基本原理与基本方法的更新。注意使某些经典内容的论述现代化,尽可能使新内容与基本或经典内容相结合或相融合。力图通过例题、习题以及综合性构型设计作业等,一方面继续扩充学生的图示能力、看图能力及机械结构方面的知识储

备,另一方面通过设计实践过程来开阔学生思路、拓宽基础,培养学生运用理论解决实际工程问题的能力,缩短学习与应用的时差,使学生在设计方法、基本技能和基础知识诸方面都得到较扎实的培养和训练。

在设计对象的图示表达和工程图样绘制中,“三法并举”(构型分析法、形体分析法、线面分析法)、“三图并重”(尺规作图、计算机绘图、徒手作图)是本书的特点。

本书贯彻了近年来国家颁布的最新国家标准。

由于教学内容的更新,对于有条件的学校可采用多媒体教学,以改变传统的教学方法,有利于加大课程信息量,调动学生的学习积极性、主动性和创造性。

参加本书编写的人员有:武晓丽(第八、十二章)、刘荣珍(第三、四、五章)、田广科(第六、十章)、赵军(第二、九、十三章)、杨新文(第一、七、十一章)、刘世忠(第十四章),李艳敏、李雪等同志参与了本书的绘图工作。本书由武晓丽、邱泽阳主编,陈天麒主审。

由于时间仓促,限于编者水平,疏漏和不妥之处在所难免,望广大读者谅解并指正。

编者

2006年1月

目 录

前言

第一章 制图基本知识与技能	1
第一节 国标基本规定	1
第二节 绘图方法	10
第三节 几何作图	20
第四节 平面图形的尺寸分析及画图步骤	26
第五节 平面图形的构型	29
复习思考题	32
第二章 用 AutoCAD 绘制平面图形	34
第一节 绘图前的准备	34
第二节 对象特性和图层管理器	36
第三节 相关的 AutoCAD 编辑命令	43
第四节 用 AutoCAD 绘制平面图形举例	53
复习思考题	56
第三章 组合体	57
第一节 形体分析法与线面分析法	57
第二节 画组合体的三视图	63
第三节 组合体的尺寸标注	68
第四节 读组合体的三视图	76
第五节 组合体的构型	89
复习思考题	92
第四章 用 AutoCAD 绘制组合体三视图	93
第一节 用二维命令绘制组合体的三视图	93
第二节 用 AutoCAD 构造组合体的三维模型	114
第三节 三维模型转换为二维多面投影图	125

复习思考题.....	132
第五章 轴测图	133
第一节 轴测投影的基本知识.....	133
第二节 正等轴测图.....	134
第三节 斜二测轴测图.....	142
第四节 轴测图中的交线画法.....	145
第五节 轴测图的剖切画法.....	146
第六节 轴测图的直观性分析和尺寸注法.....	148
复习思考题.....	150
第六章 机件的表达方法	151
第一节 视图.....	151
第二节 剖视图.....	156
第三节 断面图.....	169
第四节 用 AutoCAD 绘制剖面符号.....	172
第五节 局部放大图和简化画法.....	175
第六节 机件的各种表达方法综合举例.....	181
第七节 用 AutoCAD 构造被剖切的机件.....	184
第八节 第三角画法简介.....	190
复习思考题.....	192
第七章 机械零件构型分析基础知识	193
第一节 机械零件的合理构型.....	193
第二节 与零件构型分析有关的问题.....	196
复习思考题.....	205
第八章 零件工作图	206
第一节 零件的表达.....	206
第二节 零件图的尺寸标注.....	213
第三节 零件图的技术要求.....	223
第四节 典型零件的表达特点及构型.....	238

第五节 用 AutoCAD 绘制零件工作图	250
复习思考题	254
第九章 部件装配图	256
第一节 部件的组成	256
第二节 部件装配图	257
第三节 AutoCAD 的块及属性	269
第四节 用 AutoCAD 绘制装配图	278
复习思考题	279
第十章 连接	280
第一节 螺纹连接	280
第二节 键连接	295
第三节 销连接	298
第四节 焊接及焊接图	299
复习思考题	305
第十一章 常用件的画法	306
第一节 齿轮和蜗轮蜗杆	306
第二节 滚动轴承	316
第三节 弹簧	321
复习思考题	324
第十二章 机械设备的使用与维护	325
第一节 成套图纸的阅读	325
第二节 成套设备或部件的测绘方法	334
复习思考题	351
第十三章 部件的设计构思	352
第一节 一般设计过程	352
第二节 由装配图拆画零件图	353
第三节 部件设计构思实例	359



第一章 制图基本知识与技能

工程图样是现代工业生产的主要技术文件之一,是交流技术思想的重要工具,是“工程界的语言”,所以必须对图样的画法、尺寸标注等做出统一规定。机械图样是工程图样的一种,它是设计、生产制造、使用、维修机器或设备的主要技术资料,针对机械图样,国家标准《机械制图》统一规定了生产和设计部门应共同遵守的规则。因此要正确、完整、清晰、快速地绘制机械图样,不但要有耐心细致和认真负责的工作态度,而且必须遵守国家标准《机械制图》的各项规定,并掌握先进的、合理的绘图方法和步骤。随着科学技术的进步,为满足国民经济不断发展的需要,我国还制定了对各类技术图样和有关技术文件都适用的国家标准《技术制图》。所以每一个工程技术人员都必须树立标准化的概念,严格遵守,认真执行国家标准。

第一节 图标基本规定

GB/T 14689—1993~GB/T 14691—1993、GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998、GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996 是国家标准《技术制图》和《机械制图》关于图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等的规定。

一、图纸幅面(GB/T 14689—1993)和标题栏(GB/T 10609.1—1989)

1. 图纸幅面及格式

绘制工程图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面

mm

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

图幅确定后,还须在图纸上用粗实线画出图框以确定绘图区域,图框格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-1,但同一产品的图样只能采用一种格式。

图纸可以横放,也可以竖放。需要装订的图样,图框格式如图 1-1c 所示,一般采用

A3幅面横装或A4幅面竖装。当采用不需要装订的图框格式时,为了便于图样复制或缩微摄影时定位,应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从周边画入图框内5 mm的一段粗实线,如图1-1b所示。当对中符号在标题栏范围内时,则深入标题栏的部分省略不画。

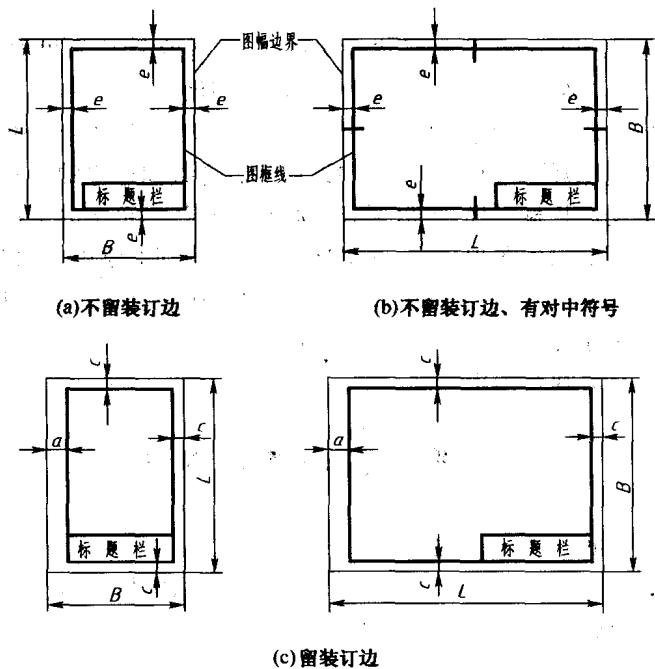


图 1-1 图纸幅面和图框格式

必要时允许加长图纸幅面,但加长幅面的尺寸是由表 1-1 中所列基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。相应的加长幅面尺寸和图框尺寸可查阅 GB/T 14689—1993。

2. 标题栏

每张图纸都必须在图框的右下角画出标题栏。GB/T 10609.1—1989 对标题栏的

内容、格式和尺寸等作了规定。学校的制图作业建议采用图 1-2 所示的格式,标题栏的外框画粗实线,分栏线画细实线。

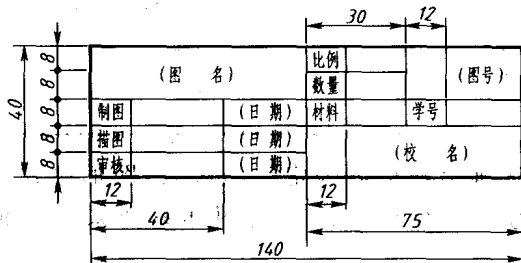


图 1-2 学生用标题栏

二、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。绘制图样时,应优



先选取表 1-2 中的“优先采用的比例”，必要时也可在“允许选用的比例”中选取。

表 1-2 绘图比例

种类	优先采用的比例	允许选用的比例
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 2:1 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 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

比例一般应填写在标题栏中比例一栏内。必要时，在视图名称的下方或右侧标注。如图样中的某个视图采用的比例与标题栏中的比例不同时，必须在视图名称的下方(或右侧)标注其比例。

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样中书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。如需书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的号数用字的高度表示。

1. 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 h 不应小于 3.5 mm。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。图 1-3 为用长仿宋体书写的汉字示例。

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

10号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

图 1-3 长仿宋体书写的汉字示例

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型、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。字母和数字可写成斜体或直体(机械图样中常采用斜体)。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。在同一图样上字形应统一。图 1-4 为字母和数字的结构形式。



图 1-4 字母和数字的结构形式

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

1. 图线的型式及应用

绘制机械图样时,一般使用表 1-3 所示的 9 种图线型式,按 GB/T 4457.4—2002

表 1-3 图线型式及应用

图线名称	图线型式	线宽	线素	一般应用
细实线		$d/2$	无	(1)尺寸线及尺寸界线;(2)剖面线;(3)重合断面的轮廓线;(4)螺纹的牙底线及齿轮的齿根线;(5)引出线;(6)辅助线等
波浪线		$d/2$	无	(1)断裂处的边界线;(2)视图和剖视图的分界线
双折线		$d/2$	无	断裂处的边界线
粗实线		d	无	可见轮廓线
细虚线		$d/2$	画短间隔	不可见轮廓线
粗虚线		d		有特殊要求表面的表示线
细点画线		$d/2$	长画短间隔点	(1)轴线;(2)对称中心线;(3)轨迹线
粗点画线		d		限定范围的表示线
细双点画线		$d/2$		假想投影轮廓线,中断线

长画=24d 画=12d 短间隔=3d 点≤0.5d



的规定,采用粗、细两种线宽,两种线宽的比为 2:1。粗线宽度(d)应根据图样的类型、大小、比例和缩微复制的要求在 0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4 和 2 mm 中选用,并优先采用 0.5 mm 和 0.7 mm 的线宽。在同一图样中,同类图线的线宽应一致。

不连续线的独立部分称为线素,如点、长度不同的画和间隔。9 种图线型式所包含的线素及各种线素的长度见表 1-3。手工绘图时,线素的长度宜符合 GB/T 17450—1998 的规定或与表 1-3 所推荐的长度相近。图 1-5 为机械图样中图线的应用举例。

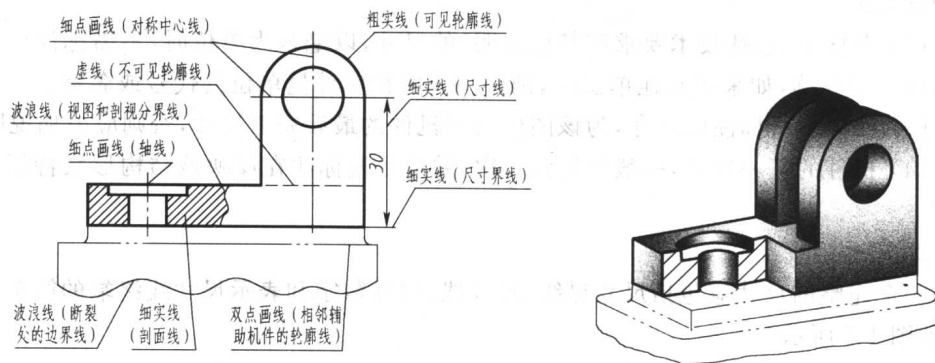


图 1-5 图线及其应用

2. 图线画法

(1) 不连续的线型如:细虚线、细点画线等应恰当地相交于画或长画处(图 1-6)。

(2) 绘制圆的中心线或图形的对称线时,细点画线首末两端应是长画,并超出圆或图形外约 2~5 mm。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替(图 1-6)。

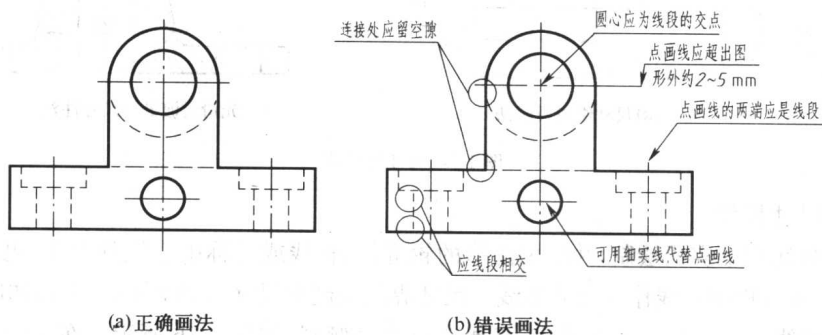


图 1-6 图线画法

(3) 当虚线是粗实线的延长线时,在连接处应留出空隙(图 1-6)。

(4) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

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

在工程图样中,视图只能表达零件各部分的形状,而其大小则必须通过尺寸标注来表达,因此尺寸与视图都是工程图样的重要内容,国家标准《机械制图》(GB/T 4458.4—1984)和《技术制图》(GB/T 16675.2—1996)对尺寸标注作了一系列规定。

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,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位时,则必须注明相应计量单位的代号或名称。

(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,并应尽量标注在反映该结构形状特征的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和表示尺寸线终端的箭头或斜线,如图 1-7 所示。

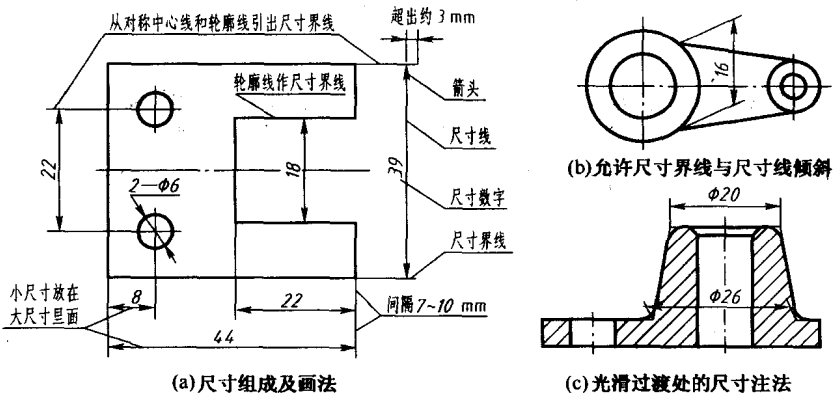


图 1-7 尺寸的组成

(1) 尺寸界线

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为尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 3 mm 左右,如图 1-7a 所示。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时也允许倾斜,如图 1-7b 所示。在光滑过度处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的理论交点处引出尺寸界线,如图 1-7c 所示。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,且不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在