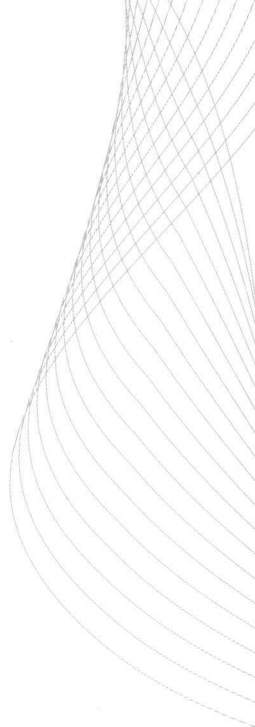
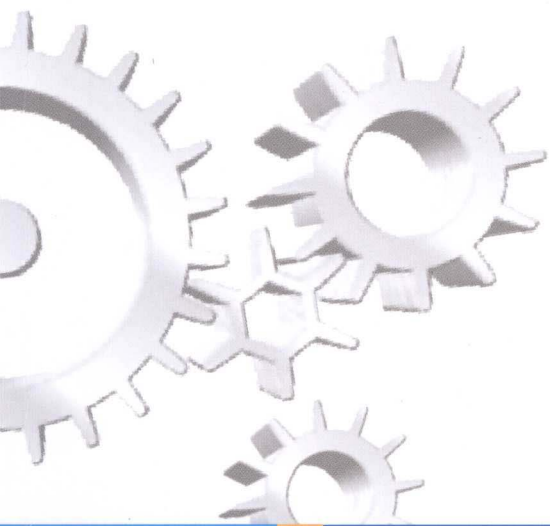




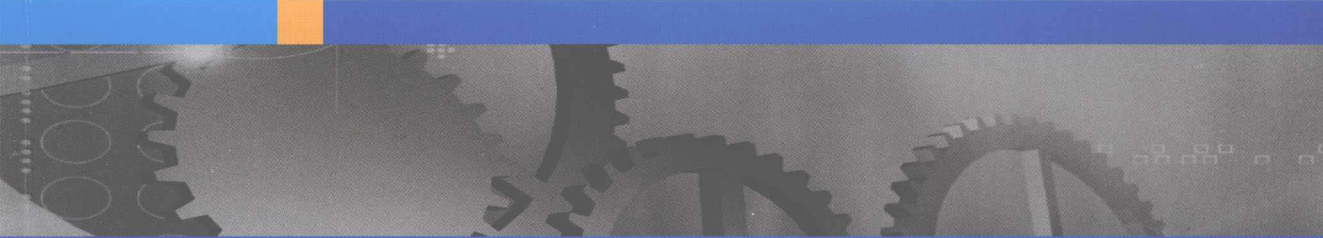
高等学校应用型本科规划教材

GAODENG XUEXIAO YINGYONGXING BENKE GUIHUA JIAOCAI

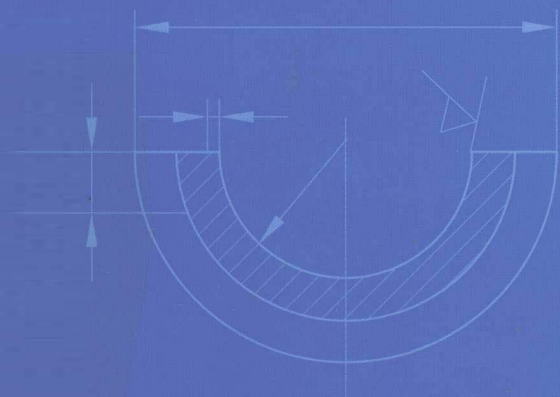


GONGCHENG ZHITU

工程制图



主编 任芝兰



湖南大学出版社

工 程 制 图

主 编 任芝兰
副主编 贺金华

湖南大学 出版社

内 容 简 介

本书共十一章,另有附录。主要内容有制图的基本知识和基本技能、投影基础、基本立体的投影、平面与立体相交、相贯体的投影、组合体、机件常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机辅助绘图与设计软件应用等。本书采用了最新的技术制图与工程制图的国家标准。与本书配套的《工程制图习题集》同时出版,可供选用。

本书主要作为应用型本科院校近机械类包括电子、电气、信息、安全类各专业教材,也可作为高等专科学校、职业大学、职业技术学院有关专业教材,还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/任芝兰主编. —长沙:湖南大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5667-0056-8

I. ①工… II. ①任… III. ①工程制图—高等学校—教材
IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第191535号

工程制图

GONGCHENGZHITU

主 编:任芝兰

责任编辑:陈 燕 责任印制:陈 燕

印 装:衡阳顺地印务有限公司

开 本:787×1092 16开 印张:17 字数:436千

版 次:2012年8月第1版 印次:2012年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5667-0056-8/TB·12

定 价:38.00元

出 版 人:雷 鸣

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821006(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

网 址:<http://www.hnupress.com>

电子邮箱:pressluy@hun.edu.cn

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

前 言

工程图是工程技术界技术交流的共同语言,掌握工程制图的有关知识是企业管理人员、工人和技术人员的基本功。为适应高等工程院校培养具有创新精神的应用型技术人才的需要,我们根据教育部制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》,在认真总结和充分吸收近年来教学和教改成功经验的基础上,编写了本教材。

全书共十一章,另有附录。主要内容有制图的基本知识和基本技能、投影基础、基本立体的投影、平面与立体相交、相贯体的投影、组合体、机件常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机辅助绘图与设计软件应用等。本书侧重于实用,删减了一些烦琐的几何图解问题,充实了读图和制图内容。书中介绍了各种类型组合体的视图读法,包括组合体的结构特点、投影特点、分析方法和构形方法;详细介绍了各种类型的组合体的第三视图的补画方法。这些内容有利于培养读者的空间想象能力和实际制图的能力。

本书有以下几个特点:

1. 坚持基础理论以应用为目的、够用为度的原则和指导思想,教材内容的选择及体系结构完全适应应用型本科院校的教学特点和要求,并力求体现应用型本科的特色。

2. 在教材中我们面对的是无标记的图形,如何把我们的思维过程告诉给读者,这需要我们用文字来描述图形上的每一个结点、图线和图框,为此在视图上适当引入了坐标。它不仅能标识图形上的点、线、面,而且能确定形体上的几何要素之间的相对位置,从而使视图量化,达到书写简单、操作方便的目的。

3. 为进一步深化投影理论、增添新的内容,提出了一些新的方法和观点,引入了一些新的理念。诸如视图的形成原理,平面的积聚性投影而引入的图线对应读图法等。这些内容和方法都给人耳目一新的感觉。

4. 执行最新的技术制图与工程制图的国家标准及有关标准。

参与本书编写的人员有湖南工学院的任芝兰(1章,2章,7章,11章及附录)、贺金华(3章,4章,5章,6章,8章,9章)、湖南大学的张爱军(第10章)。

本书主要作为应用型本科院校近机械类专业教材,包括电气、电子、信息、安全类等,也可供相关工程技术人员参考。

本书在编写过程中参考了大量国内优秀的教材,取众家之长补己之短,力求做到尽善尽美。但由于水平有限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2011年7月

目 次

绪 论	(1)
1 制图的基本知识和基本技能	
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	(3)
1.2 绘图工具及其使用方法	(11)
1.3 常用几何作图方法	(12)
1.4 平面图形的画法	(16)
1.5 徒手绘图	(18)
2 投影基础	
2.1 投影法概述	(20)
2.2 三面投影及其投影规律	(22)
2.3 点的投影	(25)
2.4 直线投影	(28)
2.5 平面的投影	(33)
3 基本立体的投影	
3.1 平面立体	(39)
3.2 回转体	(44)
4 平面与立体相交	
4.1 平面与平面立体相交	(53)
4.2 平面与曲面立体相交	(58)
5 相贯体的投影	
5.1 平面立体与曲面立体表面的交线	(64)
5.2 两回转体相贯	(66)
6 组合体	
6.1 组合体组合形式及其形体分析	(73)
6.2 组合体视图的画法	(75)
6.3 组合体视图的尺寸标注	(78)

6.4	读组合体视图	(85)
6.5	轴测图	(92)
7	机件常用表达方法	
7.1	视 图	(102)
7.2	剖视图	(104)
7.3	断面图	(113)
7.4	其他表达方法	(116)
7.5	机件各种表示法综合运用举例	(123)
8	标准件和常用件	
8.1	螺纹及螺纹紧固件	(125)
8.2	键连接和销连接	(136)
8.3	滚动轴承	(138)
8.4	齿 轮	(141)
8.5	弹 簧	(147)
9	零件图	
9.1	零件及零件图的基本知识	(150)
9.2	零件合理的工艺结构	(152)
9.3	零件表达方案的选择和尺寸标注	(155)
9.4	零件图上的技术要求	(164)
9.5	看零件图	(174)
10	装配图	
10.1	装配图的作用和内容	(176)
10.2	装配图的视图表达方法	(177)
10.3	装配图中的尺寸标注和技术要求	(179)
10.4	装配图中的零件编号及明细栏	(179)
10.5	装配结构的合理性简介	(181)
10.6	由零件图画装配图	(184)
10.7	看装配图及由装配图拆画零件图	(186)
11	计算机辅助绘图与设计软件应用	
11.1	计算机绘图概述	(195)
11.2	基于二维绘图的 CAD 软件	(196)
附 录		
附表 1	普通螺纹直径与螺距系列(GB/T 196—2003)	(233)

附表 2	普通螺纹基本尺寸(GB/T 196—2003)	(235)
附表 3	用螺纹密封的管螺纹(摘自 GB/T 7307—2001)	(237)
附表 4	非螺纹密封的管螺纹(摘自 GB/T 7306—2001)	(238)
附表 5	梯形螺纹直径与螺距系列、基本尺寸(GB/T 5796.2—1986、 GB/T 5796.3—1986)	(239)
附表 6	锯齿形(3°、30°)螺纹直径与螺距系列、基本尺寸(摘自 GB/T 13576.3—1992)	(240)
附表 7	六角头螺栓——A 和 B 级(GB/T 5782—1986)	(241)
附表 8	双头螺栓	(242)
附表 9	内六角圆柱头螺钉(GB/T 70.1—2000)	(243)
附表 10	开槽圆柱头螺钉(GB/T 65—2000)	(244)
附表 11	开槽沉头螺钉(GB/T 68—2000)、开槽半沉头螺钉(GB/T 69—2000)	(245)
附表 12	开槽锥端紧定螺钉(GB/T 71—1985)、开槽平端紧定螺钉 (GB/T 73—1985)、开槽长圆柱端紧定螺钉(GB/T 75—1985)	(246)
附表 13	1 型六角螺母——A 和 B 级(GB/T 6170—2000)	(247)
附表 14	小垫圈(GB/T 848—1985)、平垫圈(GB/T 97.2—2002)、大垫圈 (A 级产品)(GB/T 96—2002)、平垫圈(GB/T 97.1—2000)	(248)
附表 15	标准型弹簧垫圈(GB/T 93—1987)、轻型弹簧垫圈(GB/T 859—1987)	(249)
附表 16	紧固件螺栓和螺钉通孔(摘自 GB/T 5277—1985)、紧固件沉头 座尺寸(GB/T 152.2—1988、GB/T 15—1988、GB/T 152.4—1988)	(250)
附表 17	深沟球轴承(摘自 GB/T 276—1994)	(251)
附表 18	圆锥滚子轴承(摘自 GB/T 297—1994)	(252)
附表 19	推力球轴承(GB/T 301—1995)	(253)
附表 20	标准公差数值(GB/T 1800.3—1998)	(254)
附表 21	轴的极限偏差(摘自 GB/T 1800.4—1999)	(255)
附表 22	孔的极限偏差(摘自 GB/T 1800.4—1999)	(256)
附表 23	黑色金属材料	(259)
附表 24	有色金属材料	(260)
附表 25	常用的热处理和表面处理名词解释	(262)

参考文献	(263)
------	-------

绪 论

一、本课程的学习内容

在现代工业生产中,无论是设计还是制造,都离不开图样。设计师要表达自己的设计意图,就要画出图来,工人师傅要造出合乎要求的产品,依据的就是这张图。图样能对物体的形状、大小和加工要求作出明晰的说明,若要用文字语言来表达是很困难的。现代工业所用的这种图,我们称之为工程图样。大家所乘的汽车、火车和上课的教室,无一不是按照一定的图样制造出来的。由此可见,图样是生产中必不可少的技术文件。一台机器有什么特殊功能,一架新型飞机有什么特点,虽然不能把它拆开来,但这些奥秘都可在它的图样中找到。所以图样不仅用于指导生产,还用于科技交流,同时也用来描述、分析客观现象和实验数据。由于图样在工程上起着类似文字语言的表达作用,而且世界各国基本相同,没有民族、地域的限制,所以人们常把它称为工程技术语言。因此,绘制和阅读图样为工程技术人员所必须具备的基本功。

二、本课程的学习目的

学习本课程的目的如下:

- (1)培养正确绘制和阅读工程图样的基本能力。
- (2)培养和发展空间想象能力、空间逻辑思维能力和创新思维能力。
- (3)培养用尺规及徒手绘制工程图样的能力。
- (4)培养实践的观点、科学的思考方法以及认真细致的工作作风。
- (5)培养良好的工程意识。

三、学习本课程的意义

本课程是同学们入学后所学的基础课之一,也是第一门体现工科特点的入门课程。它的重要性不仅在于要让大家学到制图方面的基础知识,更重要的是培养同学们多方面的能力。在十几年的学习生涯中,同学们所学的课程都在不同程度地培养着诸如分析能力、抽象、思维能力等,而着重培养空间想象力及构思能力则为本课程的主要任务。一个人可能有多方面的知识能力,但想象力是最有价值的,因为它是创造性思维的基础。著名科学家爱因斯坦说过:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力包括着世界上的一切,带动着进步,并且是知识进化的源泉。严格地说,想象力是科学研究中的实在因素。”如果没有想象力,牛顿也不会由苹果的下落联想到万有引力。希望每个同学都有一双富有想象力的翅膀,带你进入科学的殿堂。实践证明,这门课程的利用率很高,合乎规范的制图能力和空间分析、构思能力应该成为一名工科毕业生具备的基本素养。

四、本课程的学习方法

1. 理论联系实践

本课程是一门系统理论与实践相结合,且实践性很强的课程。既要掌握其基本概念和原理,又要学会合乎逻辑地去应用它。绘图是一项基本技能,而基本技能的掌握只有通过大量的实践才能实现。

2. 空间想象、空间思维与投影分析以及作图过程紧密结合

如果只模仿教材上的例题,对所做练习没有一个清晰的空间形象,那是掌握不了基本概念和基本原理的。在解题过程中,将平面图形的投影分析与其对应的空间原形的想象结合起来,由此逐步培养空间想象和思维能力。空间想象力就是对解题方案、步骤及作图结果要有一个明晰的空间形象,譬如将一个小圆柱放在一个大圆柱上,而且两者是同轴线,那么你的脑子里就要产生一个相应的空间形象;而空间的思维能力则是以空间想象力为前提的一种逻辑思维。譬如说一直线贯穿一个圆球,你就应首先想象出圆球和直线的形象,同时应得出穿点通常有两个而不是三个的结论。空间想象力是可以培养和提高的。那么,如何培养空间想象及分析能力呢?首先,要认识到造成这一问题的症结在于脑子里的形象材料积累较少,显然,这和平时对相关事物的观察不够有直接关系,所以应多看一些习题模型或几何示教模型,多积累一些形象材料。从某种意义上讲,这一过程就是要建立一个几何模型的表象信息库,库存量自然是越大越好。紧接着就是要经常不断地从这个信息库中有意识地提取表象资料,让几何模型的形象反复再现,直到在脑海里巩固建立起几何模型的形象。有了这个基础,就可以继续下一步,那就是,建立起某一自然形象的正投影图形象。首先要能根据需要想象出一个具体的形象,譬如一个正放的圆锥的形象,然后再加入正投影的概念,诸如视线(投射射线)平行且与投影面垂直,这样它在正立投影面上的投影就是一个三角形,而在水平投影面上的投影则是一个圆,就完成了从空间到平面、再由平面到空间这样一个完整的过程。为了准确无误地完成这一过程,必须进而研究投影图的性质,它是由平面到空间的想象所必须经过的桥梁。只有到了这一步,才能说你有了“再现想象”的能力,这是看懂工程图样不可缺少的基本功。下一步则是以此为基础发展你的“创造想象”能力。这一过程就是依照一定的目的或任务,构思一个你并没有看到过的空间形象,再用投影图的形式或运用实体造型的软件把它表示出来,它需要将脑子里已有的形象资料按一定的规律进行综合与嫁接,从而产生出一个全新的形象。要做到这一点就必须多学投影原理、多看几何模型、多做练习、多进行科学的思考。

培养和发展想象力是本课程的核心任务,它属于开发智力的范畴,而非智力因素。诸如良好的意志品质,稳定的情绪,浓厚而持久的学习兴趣,知难而进、坚忍不拔的性格和积极进取的精神,在本课程的学习中同样起着关键的作用。作图时要清晰、准确、不潦草,凡事应细心耐心,要意识到一条线、一个字的差错都会造成不可估量的损失。为了快速正确地画出工程图样,从一开始就应养成正确使用仪器的习惯。

1 制图的基本知识和基本技能

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料,每位工程技术人员均要熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等有关规定,并简略介绍几何作图的有关知识。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

1.1.1 图纸的幅面、格式和标题栏

1.1.1.1 图纸幅面(GB/T 14689—1993)

绘制技术图样时,应优先选用表 1.1 所规定的基本幅面。必要时,允许选用规定的加长幅面,这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整倍数的增加得出(如图 1.1)。

表 1.1 图纸基本幅面的尺寸

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B×L	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

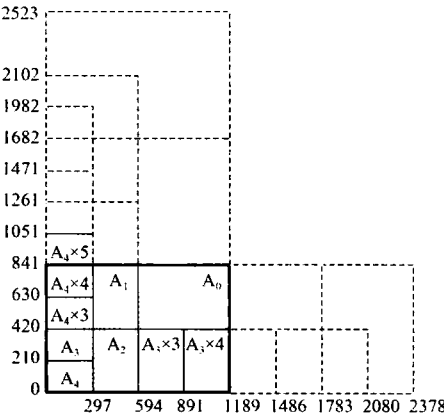


图 1.1 图纸幅面

1.1.1.2 图框格式(GB/T 14689—1993)

在图纸上,图框必须用粗实线画出,图框尺寸可从表 1.1 中查得。其格式分为留装订边和不留装订边两种(如图 1.2、图 1.3)。同一产品的图样,只能采用一种格式。

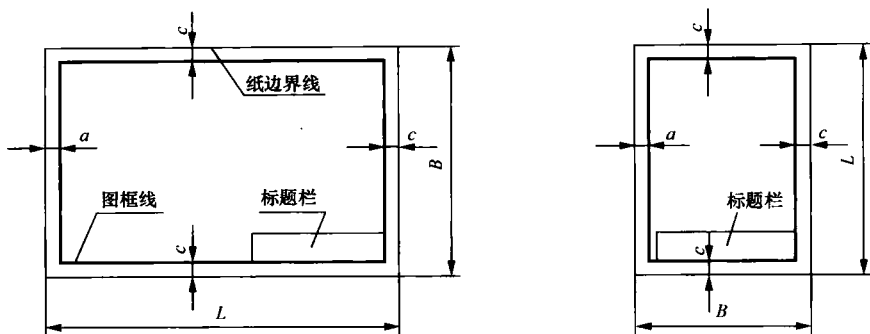


图 1.2 留装订边的图框格式

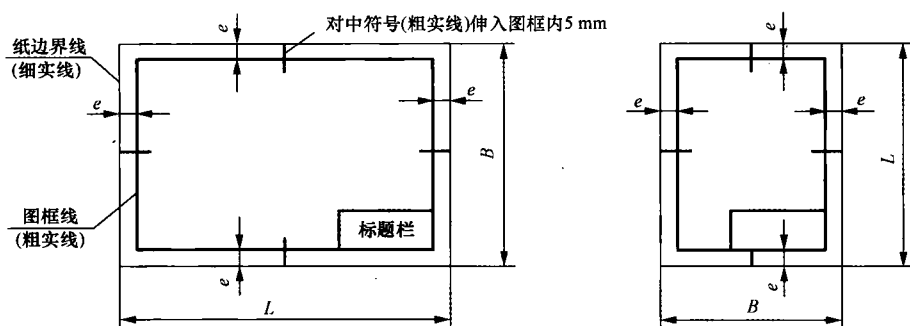


图 1.3 不留装订边的图框格式

1.1.1.3 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

每张图纸都必须画出标题栏,GB/T 10609.1—1989 对标题栏的尺寸、内容及格式做了规定,标题栏一般应位于图纸右下角(如图 1.4)。

$5 \times 8 (=40)$ 8	(图 名)		比例	(图 号)	
			数量		
	设计	(日期)	质量	材料	
	制图	(日期)	(校 名)		
	审核	(日期)			
	12		12		
	40		30	23	
	65		(65)		
	130				

图 1.4 简化标题栏

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,应尽量采用原值比例。若机件太大或太小需按比例绘制图样时,应由表 1.2 规定的系列中选取适当比例。必要时允许采用表 1.3 中的比例。

制图中,数字与字母一般以斜体输出,汉字以正体输出。

⑥国家标准《CAD 工程制图规则》中所规定的字体与图纸幅面的关系如表 1.4 所示。

表 1.4 字体与图幅的关系

字体/h	图 幅				
	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
汉字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

在机械工程的 CAD 制图中,汉字的高度降至与数字高度相同;在建筑工程的 CAD 制图中,汉字高度允许降至 2.5 mm,字母数字对应地降至 1.8 mm。

长仿宋体汉字示例:

横 平 竖 直 注 意 起 落 结 构 均 匀 填 满
方 格 机 械 制 图 轴 旋 转 技 术 要 求 键

字母示例:

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

数字示例:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

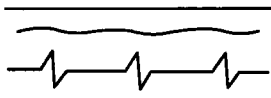
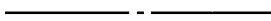
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线,连续或不连续线。图线是由线素构成的,线素是不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔。由一个或一个以上不同线素组成一段连续的或不连续的图线称为线段。

1.1.4.1 线型

图线的基本线型见表 1.5,共有九种。

表 1.5 基本线型

描述	图线的型式	图线宽度	应用(变化)
粗实线		d	可见轮廓线 表格图、流程图中的主要表示线 系统结构线、模样分型线
细实线 波浪线 双折线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线,重合剖面的轮廓线 断裂处的波浪线、视图和剖视的分界线 断裂处的边界线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、剖切线
粗点画线		d	限定范围表示线
双点画线		约 $d/2$	假想轮廓线、极限位置轮廓线

1.1.4.2 图线宽度

本标准规定了九种图线宽度,所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择:0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种,其宽度比率为 4 : 2 : 1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

建筑图样上可采用三种线宽,其比率为 4 : 2 : 1;机械图样上采用两种线宽,其比率为 2 : 1。

在机械工程的 CAD 制图中, A_0 、 A_1 幅面优先采用的线宽为 1 mm 和 0.5 mm, A_3 、 A_4 幅面采用的线宽为 0.7 mm 和 0.35 mm 两种,常用的细线线宽为 0.25 mm 和 0.35 mm。

1.1.4.3 图线画法

画图线时应注意以下几个问题(如图 1.7):

- ①在同一张图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的画、长画和间隔应各自大致相等。
- ②绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画的交点。点画线、双点画线、虚线与其他线相交或自身相交时,均应尽量交于画或长画处。
- ③点画线及双点画线的首末两端应是长画而不是点。点画线应超出轮廓线 2~5 mm。
- ④在较小图形上画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。
- ⑤虚线为粗实线的延长线时,虚线在连接处应留有空隙;虚线直线与虚线圆弧相切时,应画相切。

⑥当图中的线段重合时,其优先次序为粗实线、虚线、点画线。

图线的应用示例如图 1.6 所示。

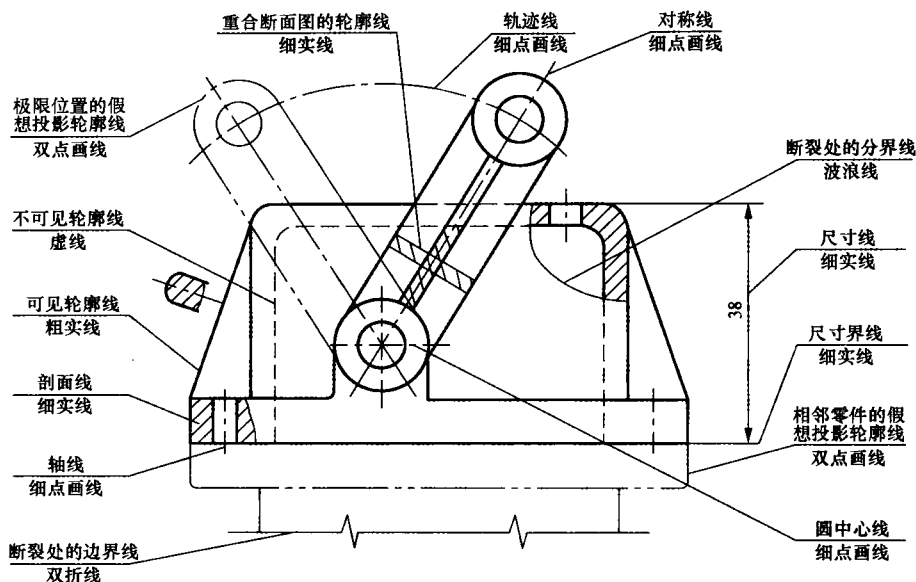


图 1.6 图线及其应用

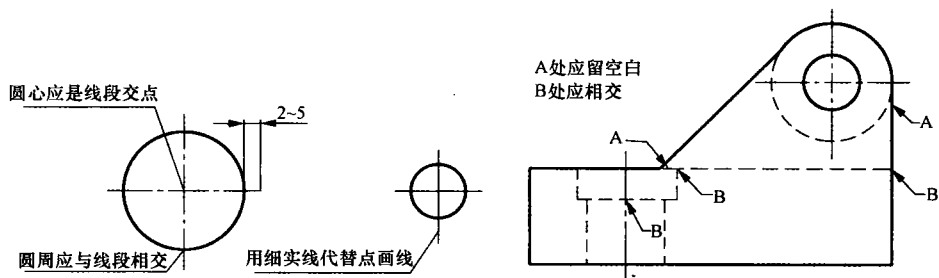


图 1.7 图线画法注意事项

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

1.1.5.1 基本规则

①图样中所标注的尺寸为机件的实际尺寸,与图样比例无关,与绘图的准确性也无关。

②图样中的尺寸以 mm 为单位时,不需标注计量单位的符号或名称。使用其他单位则必须注明。

③图样中的尺寸为机件的最终加工尺寸,否则应加以说明。

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样上。

1.1.5.2 尺寸组成

每个尺寸由四个部分组成:尺寸线、尺寸界线、尺寸数字、尺寸终端(箭头或斜线)。

尺寸的标注规则及有关规定如表 1.6 所示。

表 1.6 尺寸注法

分类	说 明	示 例
基本规则	一个完整的尺寸,一般由尺寸数字,尺寸线、尺寸界线及尺寸终端组成	
线性尺寸	线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许写在尺寸线的中断处	
尺寸数字	线性尺寸数字的方向,一般按右图所示方向标注。并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时,允许引出标注	
尺寸数字	尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开	
尺寸线	尺寸线用细实线绘制,不能用其他图线代替,一般也不能与其他图线重合或画在其延长线上	
尺寸线	标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	
尺寸终端	箭头:箭头形式的尺寸终端,适用于各种类型的图样	
尺寸终端	斜线:当尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直	
尺寸终端	一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式,不能混用	
尺寸终端	CAD 制图中的尺寸线终端可选用三种形式中的任一种,手工绘图仅可选用实心箭头和 45°斜线	

续表

分类	说 明	示 例
尺寸界线	尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线和对称中心线处引出	
	也可以利用轮廓线、轴线和对称中心线做尺寸界线	
	尺寸界线一般应与尺寸线垂直,当尺寸界线过于接近轮廓线时允许倾斜画出	
	在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线	
直径与半径的注法	标注直径时,应在尺寸数字前加符号“ ϕ ”。标注半径时,应在尺寸数字前加符号“R”	
	圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头	
	若圆弧大于 180° 时,应注直径符号;小于 180° 时注半径符号	
	标注球面的直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“R”前再加注符号“S”	
弧长及弦长	标注弧长时,应在尺寸上方加注符号“($\sim$)”	
	标注弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线	
	当弧度较大时,可沿径向引出	
角度的注法	角度的数字一律写成水平方向	
	数字一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可按右图示的形式标注	
	标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点	
	角度的尺寸界线必须沿径向引出	
狭小部位的注法	在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按右图的形式标注	