



高等院校机械类·近机械类适用教材

画法几何及机械制图

Huafa jihe ji jixie zhitu

主 编 吴 卓 王林军 秦小琼

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

画法几何及机械制图

吴卓 王林军 秦小琼 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据机械工程学科发展的需要,遵照教育部高等学校工程图学教学指导委员会最新制定的《高等学校工程图学教学基本要求》,结合编者多年的教学经验及课程教学改革新成果编写而成。

本书共有 11 章,并附有附录。内容主要包括:制图的基本知识与技巧;画法几何部分,即点、直线和平面,投影变换,曲线与曲面,基本立体及其表面的交线;轴测投影图;组合体的视图;零件常用的表达方法;标准件及常用件;零件图和装配图的绘制和阅读的有关知识等。

全书采用了最新国家标准,书中配有较多的黑白润饰立体图。编者还另编了《画法几何及机械制图习题集》,以配合本教材使用。

本书可供高等学校机械类及相近专业的师生使用,也可供职工大学、函授大学的师生和工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/吴卓,王林军,秦小琼主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5640-3240-1

I. ①画… II. ①吴…②王…③秦… III. ①画法几何-高等学校-教材②机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 105030 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京国马印刷厂

开 本/787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/23

字 数/533 千字

版 次/2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数/1~4000 册

定 价/45.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是遵照教育部高等学校工程图学教学指导委员会最新制定的《高等学校工程图学教学基本要求》为依据,根据最新的国家标准,结合编者多年的教学经验及课程教学改革新成果编写而成。

在编写过程中,按照“打好基础,精选内容,加强实践,培养能力,逐步更新,利于教学”的思路,遵循“少而精”的原则,并充分注意内容的系统性、科学性和实践性。对每一章节力求概念清楚,深入浅出,通俗易懂,便于阅读;注意阐明基本理论和基本知识,突出重点;既注重理论联系实际,又符合人们的认识规律。另外,按开发智力、培养能力,调动学生学习的积极性,加强对其绘图技能的指导、便于其自学等想法作了一些安排,以利于培养和提高学生的素质。

全书除绪论外,共 11 章,书中还附有附录供广大读者参考。此外,编者写了《画法几何及机械制图习题集》,配合本教材使用。

本书适用于高等院校机械类各专业,亦可供其他相近专业使用或参考。有些章、节可根据不同专业的需要选用。

本书是由吴卓、王林军、秦小琼主编。参加本书编写的有:吴卓(绪论、第四章、第五章、第九章、第十一章)、王林军(第二章、第六章、第八章、第十章)、秦小琼(第一章、第三章、第七章、附录)。

本书由章阳生教授审稿,并提出了宝贵意见,在此表示感谢。此外还要感谢其他关心和帮助本书出版的人员。

此外,董国耀教授审阅了全书,并提出了很多宝贵的意见,在此表示感谢。

对本书存在的问题,我们热忱希望广大读者提出宝贵意见与建议,以便今后继续改进。谨此表示衷心感谢。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一节 工程图学的性质与内容	(1)
第二节 工程图学的学习目的和方法	(1)
第三节 投影的方法及其分类	(2)
第一章 制图的基本知识与技能	(5)
第一节 国家标准《机械制图》基本内容简介	(5)
第二节 尺规绘图工具及其使用	(14)
第三节 几何作图	(18)
第四节 平面图形的分析及作图	(25)
第五节 绘图的基本方法与步骤	(27)
第二章 点、直线、平面的投影	(30)
第一节 点的投影	(30)
第二节 直线的投影	(36)
第三节 平面的投影	(47)
第四节 空间几何元素的相对位置	(54)
第三章 投影变换	(64)
第一节 投影变换的方法	(64)
第二节 变换投影面法	(65)
第三节 旋转法	(73)
第四章 曲线与曲面	(79)
第一节 曲线的形成与投影	(79)
第二节 圆的投影	(81)
第三节 圆柱螺旋线	(82)
第四节 曲面的形成与投影	(83)
第五章 基本立体及其表面的交线	(89)
第一节 基本立体及其表面上的点和线	(89)
第二节 平面与立体表面相交	(97)
第三节 两曲面立体相交	(105)
第六章 组合体的视图	(115)
第一节 三视图的形成与投影规律	(115)
第二节 组合体的形体分析	(116)
第三节 组合体视图的画法	(122)
第四节 组合体的构形设计	(125)
第五节 组合体的尺寸标注	(132)

第六节 组合体的读图	(137)
第七章 轴测图	(150)
第一节 轴测投影的基本概念	(150)
第二节 正等轴测图	(152)
第三节 斜二轴测图	(160)
第四节 轴测剖视图的画法	(162)
第八章 零件常用的表达方法	(164)
第一节 视图	(164)
第二节 剖视图	(167)
第三节 断面图	(178)
第四节 局部放大图	(181)
第五节 简化画法及其他规定画法	(181)
第六节 表达方法综合举例	(186)
第七节 第三角投影(第三角画法)	(194)
第九章 标准件和常用件	(198)
第一节 螺纹和螺纹紧固件	(198)
第二节 键、销连接	(217)
第三节 齿轮	(223)
第四节 滚动轴承	(233)
第五节 弹簧	(239)
第六节 焊接件	(243)
第十章 零件图	(253)
第一节 概述	(253)
第二节 零件图的作用和内容	(255)
第三节 零件的表达方法	(256)
第四节 零件的工艺结构	(263)
第五节 零件图的尺寸标注	(268)
第六节 零件的技术要求	(275)
第七节 看零件图的方法和步骤	(293)
第十一章 装配图	(297)
第一节 装配图的内容	(297)
第二节 装配图的表达方法	(298)
第三节 常见的装配结构	(303)
第四节 装配图上的尺寸标注和技术要求	(305)
第五节 装配图上零件的序号和明细栏	(307)
第六节 部件测绘和装配图画法	(309)
第七节 看装配图的方法和步骤	(316)
第八节 由装配图拆画零件图	(320)
附录	(324)
参考文献	(360)

绪 论

第一节 工程图学的性质与内容

工程图学是工程和与之相关人才培养的工程基础课,并为后续的工程专业课的学习提供基础。由于本课程是一门技术基础课,在完成学科专业基础知识教学的同时,重点在于对工程素质和综合素质的培养,塑造一批具有丰富空间想象能力和创新、创造能力的现代化工程技术专业人才。

工程图学是研究绘制和阅读工程图样的原理和方法的一门学科,它是一门具有系统理论又有较强实践性的技术基础课,它包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图等四部分。

图样与语言、文字一样都是人类表达、交流思想的工具。工程图样是工业生产中的一种重要技术资料,是进行技术交流的不可缺少的工具,是工程界共同的技术语言,每个工程技术人员都必须学会和掌握绘制工程图样与阅读工程图样的技能和方法。

画法几何部分是研究用投影方法图示空间物体,并图解空间几何问题的基本理论方法。

制图基础部分介绍制图的基础知识和基本规定,培养制图的操作技能,学会用投影图表达物体内外形状和大小的绘图能力,以及根据投影图想象空间物体内外形状的读图能力。

机械制图部分培养绘制和阅读机械图样的基本能力和查阅有关的国家标准能力。

计算机绘图部分介绍计算机绘图的基本知识,培养使用计算机绘制图样的基本能力。

通过对这四部分的学习,能为工程绘图打下坚实的基础,再经过进一步的专业基础和专业知识的学习和实践,使工程技术人员成为具有较高理论水平和扎实专业功底及较强实践能力的复合型的工程技术人才。

第二节 工程图学的学习目的和方法

一、工程图学的学习目的和任务

本课程是高等工科院校中一门既有理论知识,又有实践内容的重要基础课。课程开设目的是通过学习本课程,培养学生具备绘图、看图和空间想象能力。其主要任务是:

- (1) 学会运用投影法进行工程形体的观察、分析;
- (2) 学习工程形体的工程及表达方法;
- (3) 学习工程图样的基本规范及阅读方法;
- (4) 得到绘制、阅读工程图样的基本训练;
- (5) 培养形象思维、空间思维能力和开拓、创新精神;
- (6) 培养严谨求实、认真负责的工程素养。

二、工程图学的学习方法

(1) 在学习本课程的理论基础部分即画法几何时,要把基本概念和基本原理理解透彻,做到融会贯通,这样才能灵活运用这些概念和方法进行解题。

(2) 为了培养空间形体的图示表达能力,必须对物体进行几何分析和形体分析,并掌握它们在各种相对位置时的图示特点。随着空间形体与平面图形之间关系的认识不断深化,从而逐步提高图示物体的能力。

(3) 为了培养解决空间几何问题的图解能力,必须根据已知条件,进行空间分析,明确解题思路,提出解题方法和步骤,再进行作图。有的解题有多种方法,应选择其中比较简捷的方法进行作图。

(4) 绘图和读图能力的培养主要通过一系列的绘图与读图实践。在实践中逐步掌握绘图与读图方法,以及熟悉制图的国家标准和有关技术标准。

(5) 在培养计算机绘图的初步能力时,要在了解其基本原理的基础上,注意加强上机实践,这样才能逐步掌握软件应用与程序编制方法以及操作技能,不断提高应用计算机绘图的熟练程度。

(6) 要注意培养自学能力。在自学中要循序渐进和抓住重点,把基本概念、基本理论和基本知识掌握好,然后深入理解有关理论内容和扩展知识。

在学习本课程时,除了注意上述能力的培养外,鉴于图样在工程技术中的重要作用,因此在学习中要养成实事求是的科学态度和严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风,要遵守国家标准的一切规定,为做一个有创造性的工程技术人员奠定坚实的基础。

第三节 投影的方法及其分类

一、投影的方法

物体在光线照射下,就会在地面或墙壁上产生影子。人们根据这种自然现象加以抽象研究,总结其中规律,提出投影的方法。工程制图的基础是投影法。如图0-1所示,设平面 P 为投影面, S 为投射中心,投射线均由投射中心射出,通过空间点 A 的投射线延长,与投影面相交于一点 a ,点 a 称作空间点 A 在投影面 P 上的投影。同样,点 b 是空间点 B 在投影面 P 上的投影。

工程技术中,就是靠投影法确定空间的几何形体在平面上(图纸上)的图像。

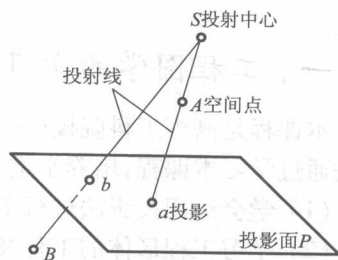


图0-1 投影方法

二、投影法的分类

投影法一般分为中心投影法和平行投影法两类。

1. 中心投影法

投射线均通过投射中心的投影方法,称为中心投影法,如图0-2所示。

2. 平行投影法

如果投射线都互相平行,此时,空间形体在投影面上也同样得到一个投影,这种投影方法称为平行投影法,如图 0-3 所示。

平行投影法又可分为以下两种。

- (1) 正投影法: 投射线垂直于投影面,如图 0-3 所示。
- (2) 斜投影法: 投射线倾斜于投影面,如图 0-4 所示。

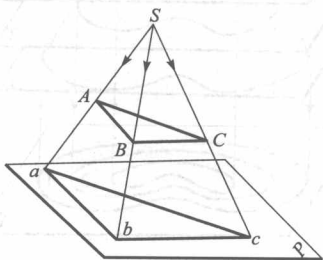


图 0-2 中心投影法

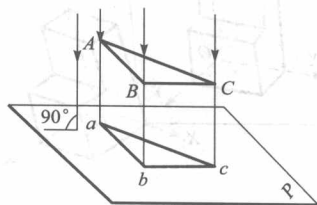


图 0-3 正投影

三、工程上常用的投影

1. 正投影图

正投影图是一种多面投影,它采用相互垂直的两个或两个以上投影面,在每个投影面上分别用直角投影获得几何形体的投影。由这些投影便能完全确定该几何形体的空间位置和形状,如图 0-3 所示。

正投影时常将几何形体的主要平面放成与相应的投影面相互平行。这样画出的投影图能反映出这些平面图形的实形。因此,从图上可以直接量得空间几何形体的实际尺寸。也就是说正投影图有很好的度量性,而且正投影图作图也较简便。虽然正投影图的立体感不足,即直观性较差,但由于前述突出的优点,在机械制造行业和其他工程部门中被广泛采用。

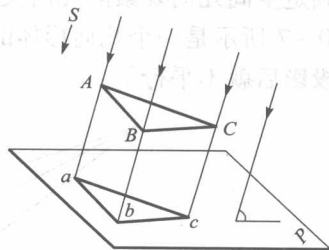


图 0-4 平行投影法

2. 轴测投影

轴测投影是单面投影。先设定空间几何形体所在的直角坐标系,采用平行投影法(直角投影或斜投影),将三个坐标轴连同空间几何形体一起投影到投影面上。利用坐标轴的投影与空间坐标轴之间的对应关系来确定图像与原形之间的一一对应关系。

图 0-5 所示是几何形体的轴侧投影。由于采用平行投影法,所以空间平行的直线投影后仍平行。

轴测投影是将坐标轴对投影面放成一定的角度,使得投影图上同时反映出几何形体长、宽、高三个方向上的形状,以增强立体感。轴测投影比正投影图作图较繁。但由于它的直观性较好,故有时亦用做产品的样图和书籍中的插图。

3. 标高投影

标高投影是用直角投影法获得空间几何要素的投影之后,再用数字标出空间几何要素对投影面的距离,以在投影图上确定空间几何要素的几何关系。

如图 0-6 所示是曲面的标高投影。

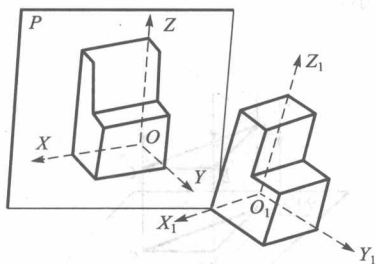


图 0-5 轴测投影

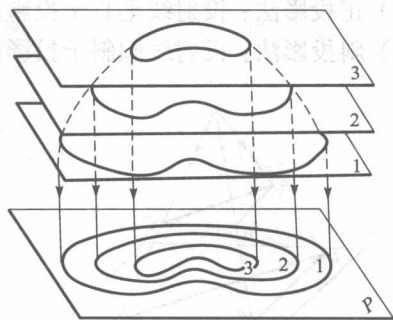


图 0-6 标高投影

标高投影常用来表示不规则曲面,如船舶、飞行器、汽车的曲面及地形等。

4. 透视投影

透视投影采用的是中心投影。它与照相成影的原理相似,图像接近于视觉映像。所以透视投影图富有逼真感,直观性强,但作图复杂、度量性差。按照特定规则画出的透视投影图,完全可以确定空间几何要素的几何关系。

图 0-7 所示是一个几何形体的一种透视投影。由于采用中心投影法,所以有些空间平行的直线投影后就不平行了。

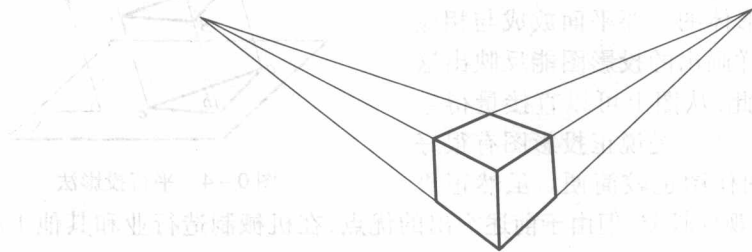


图 0-7 透视投影

透视投影广泛用于工艺美术及宣传广告图样,在工程上只用于建筑工程及大型设备的辅助图样。

第一章 制图的基本知识与技能

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。国家标准《机械制图》是一项基础性技术标准。要正确地绘制机械图样,必须树立标准化的观念,严格遵守国家标准的各项规定;必须学会正确地使用绘图工具,掌握合理的绘图方法和步骤。本章从绘图的技能方面着手,具体介绍机械制图国家标准、制图工具及绘图仪器的使用,几何作图及平面图形尺寸分析、绘图方法等。

第一节 国家标准《机械制图》基本内容简介

一、幅面和格式

为了便于进行生产和技术交流,国家标准(简称“国标”,代号为“GB”)对图样中的各项内容均作了统一的规定。本节先简要介绍有关图纸幅面、比例、字体、线型、尺寸注法等几个标准,其余有关内容将在以后各章中分别介绍。

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面尺寸,其格式如图 1-1、图 1-2 所示。

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
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

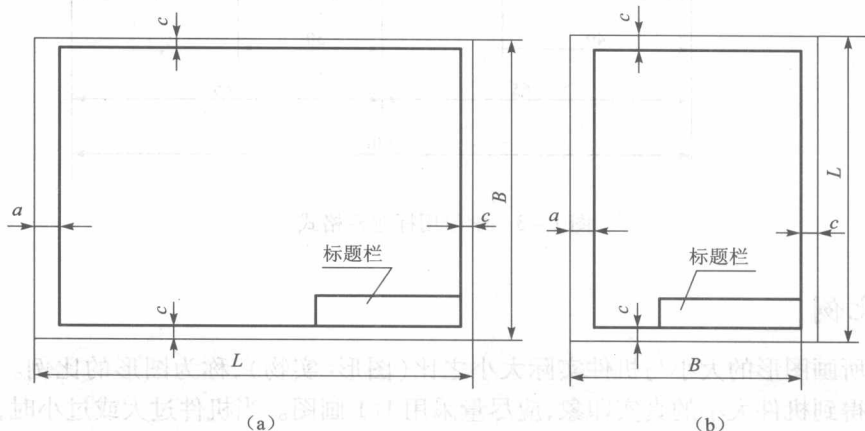


图 1-1 留装订线图纸格式

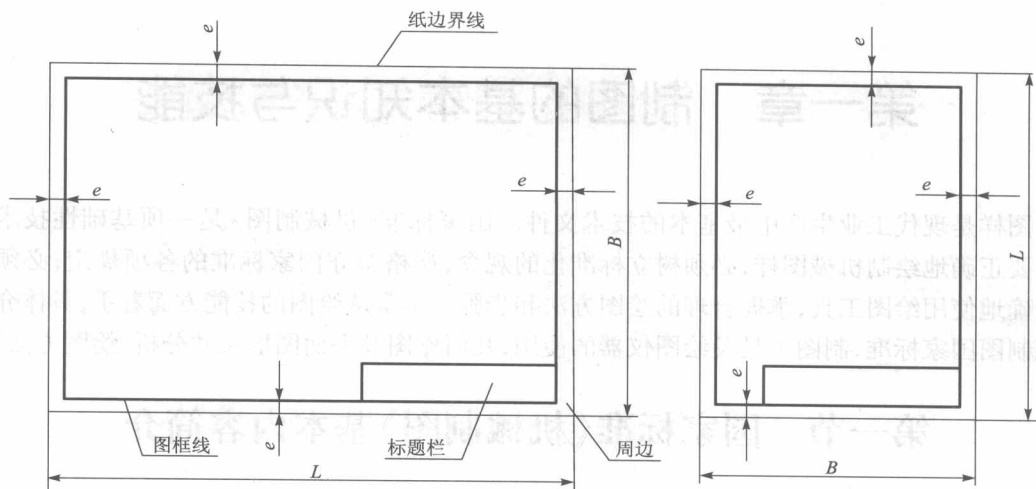


图 1-2 不留装订线图纸格式

必要时,也允许选用所规定的加长幅面。这时幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-1、图 1-2 所示。在图框的右下角必须画出标题栏,标题栏中的文字方向一般为看图的方向。国家标准规定的生产上用的标题栏内容较多、较复杂,在制图作业中可以简化,建议采用如图 1-3 所示的简化标题栏。

$5 \times 8 = 40$ 8	(图 名)			比例		(图号)	
	制图		(日期)	数量			
	描图		(日期)	重量		材料	
	审核		(日期)	(校 名)			
		12		12		23	
		40		30			
		65		65			
				130			

图 1-3 学习用标题栏格式

二、比例

图样上所画图形的尺寸与机件实际尺寸之比(图形:实物),称为图形的比例。为了读图时能从图上得到机件大小的真实印象,应尽量采用 1:1 画图。当机件过大或过小时,可将其缩小或放大画出,如图 1-4(a),(b),(c)所示,比例分别为 1:1,1:2 和 2:1。应采用国标规定的比例,见表 1-2。

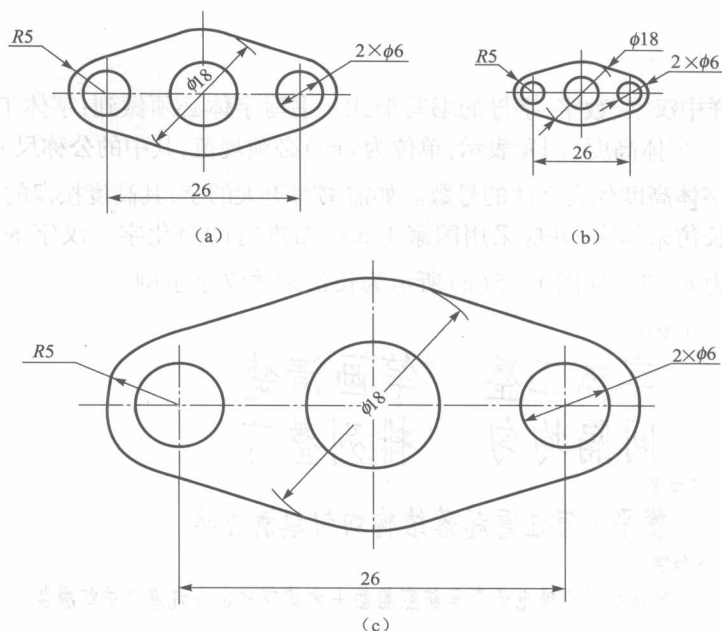


图 1-4 采用不同比例所画的图

表 1-2 比例

种 类	优先选择系列	允许选择系列
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 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ 1:4 1:6 $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$
注:n 为正整数。		

图形无论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。还要注意带圆角的图形,无论放大或是缩小,仍按照原来角度画出,因为平行、垂直以及其他角度等几何关系是不随所用比例而变化的。

同一张图样上,若各图采用的比例相同时,在标题栏的“比例”一格内注明所用的比例即可。

同一张图样上,若个别图形选用的比例与标题栏中所注比例不同时,对这个图形可在视图的上方另行标注所用比例,如 $\frac{I}{2:1}$, $\frac{B-B}{5:1}$ 。

在绘制图形的直径或厚度小于 2 的孔或薄片以及较小的斜度和锥度时,可以将该部分不按比例而夸大画出。

三、字体

字体是指图样中汉字、数字、字母的书写形式。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,单位为mm)必须规范,其中的公称尺寸系列为1.8,2.5,3.5,5,7,14,20。字体高度代表字体的号数。如需书写更大的字,其高度按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

汉字应写成长仿宋体字,并应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,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。如图1-5(a)所示为长仿宋体汉字示例。

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航空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掘施工引水通风阀门坝棉麻化纤

(a)



(b)

图1-5 字体应用实例

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 $1/14$, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平线成 75° ,如图 1-5(b)所示为 B 型字母、数字等的应用示例。

四、图线

1. 图线的型式及应用

表 1-3 为国家标准规定的图线名称、型式、宽度及其一般应用,供绘图时选用。图线的宽度 d 分为粗、中粗、细三种。机械工程图样上采用的粗实线和细实线,其宽度比例关系为 $2:1$,粗实线的宽度应按图的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 选择。图线宽度(单位为 mm)的推荐系列为 $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2$ 。制图中一般常用的粗实线宽度为 0.7 mm 和 1 mm 。

表 1-3 图线的类型及应用

名称	线 型	代号	图线宽度	主要应用举例
细实线		01.1	$d/2$	.1 过渡线 .2 尺寸线 .3 尺寸界线 .4 指引线和基准线 .5 剖面线 .6 重合断面的轮廓线
波浪线		01.1	$d/2$	.21 断裂处的边界线;视图和剖视图的分界线
双折线		01.1	$d/2$	.22 断裂处的边界线;视图和剖视图的分界线
粗实线		01.2	d	.2 可见轮廓线 .3 相贯线
细虚线		02.1	$d/2$	.2 不可见轮廓线
细点画线		04.1	$d/2$	.1 轴线 .2 对称中心线
粗点画线		04.2	$d/2$	.1 限定范围表示线
细双点画线		05.1	$d/2$	.1 相邻辅助零件的轮廓线 .2 可动零件极限位置的轮廓线 .6 轨迹线 .11 中断线

图线应用示例见图 1-6。

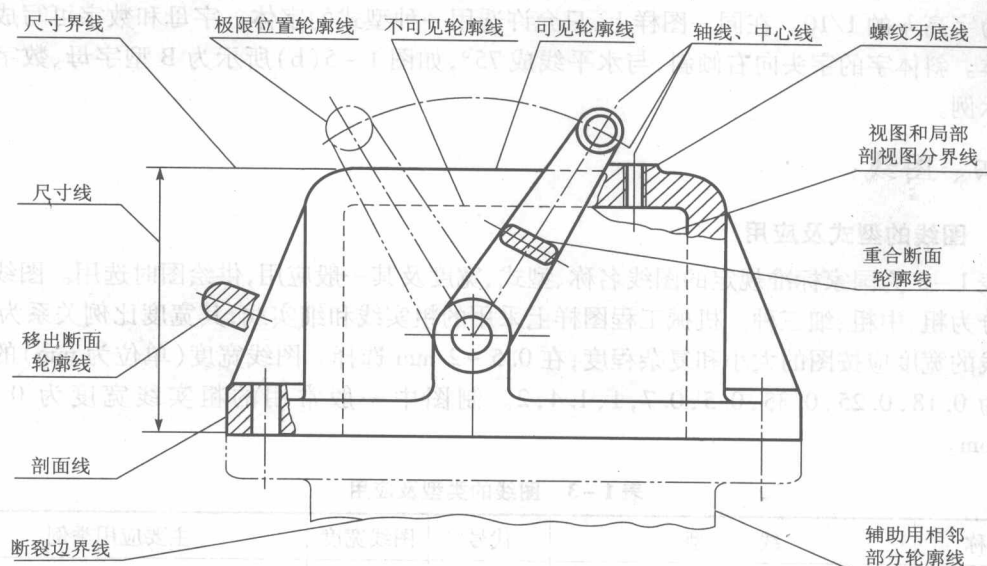


图 1-6 图线及其应用

2. 画图线时应注意的事项

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等,其长度可根据图形的大小决定。国家标准对细虚线、细点画线的线段长短和间隔并未作规定,但为了学习方便,建议按表 1-3 中所标注的线段长度及间隔进行作图。点画线中的点实际是极短的短画(约 1 mm),短画和线段的距离也为 1 mm 左右。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点画线的首末两端应是线段而不是短画,且应超出图形外 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,如图 1-7 所示。

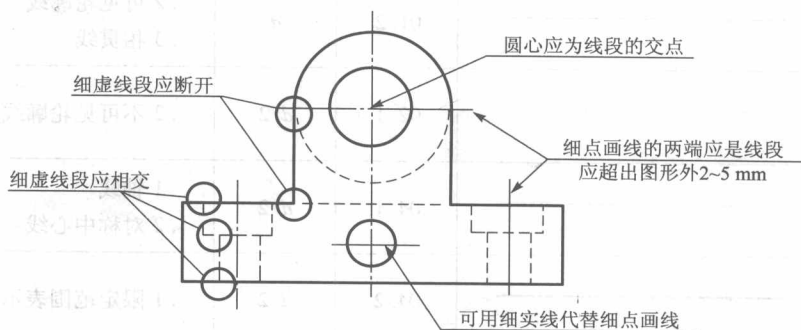


图 1-7 点画线与虚线的画法

(3) 细虚线的画法如图 1-7 所示。当细虚线与细虚线、或细虚线与粗实线相交时,应该是线段相交。当细虚线是粗实线的延长线时,在连接处应断开。

(4) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆。不可避免时,应首先将线断开以保证文字、

数字或符号清晰。

五、尺寸注法

图样上必须标注尺寸以表达零件的各部分大小,如图 1-8 所示。国家标准规定了标注尺寸的一系列规则和方法,绘图时必须遵守。

1. 标注基本规则

(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 mm 为单位时,不需标注计量单位的符号或名称,如采用其他单位时,如英寸、角度、弧长则必须注明相应的计量单位的符号或名称。

(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,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成及标注方法

一个完整的尺寸,应包括尺寸线、尺寸界线、尺寸数字和尺寸线终端(箭头或斜线),如图 1-8 所示。

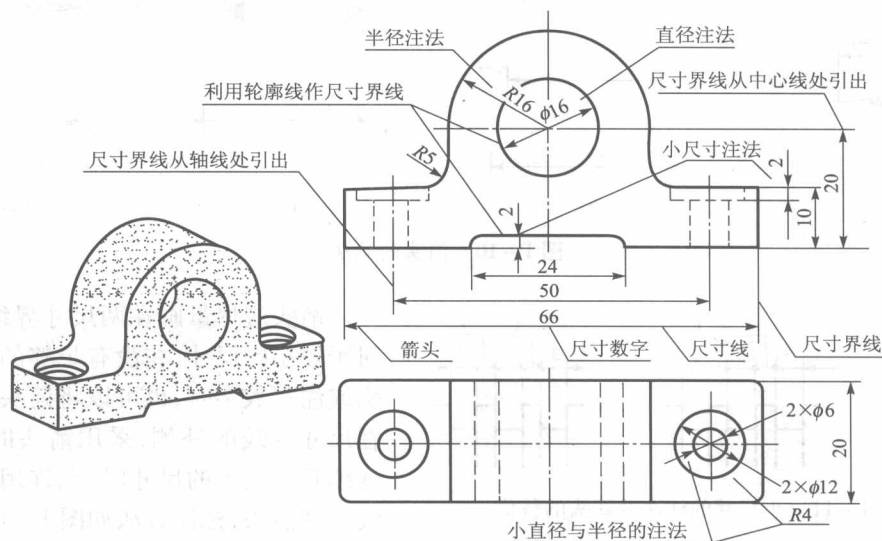


图 1-8 图样上的尺寸标注

(1) 尺寸线和尺寸界线:尺寸线和尺寸界线均用细实线绘制。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。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,如图 1-8 所示。

① 尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

② 同一图样中,尺寸线与轮廓线以及尺寸线与尺寸线之间的距离应大致相等,如图 1-8 所示,一般以不小于 5 mm 为宜。

③ 尺寸线一般应与尺寸界线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1-9 所示。

④ 在圆弧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