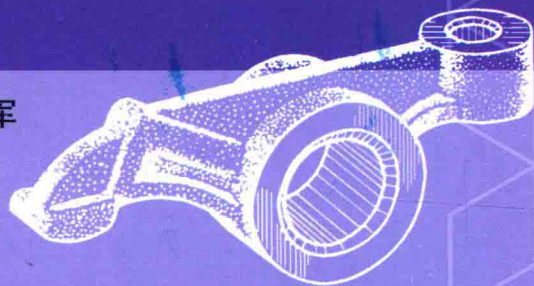


高等学校教材

画法几何及机械制图

主编 王熙宁 裘建军



高等教育出版社



高等学校教材

画法几何及机械制图

Huafa Jihe ji Jixie Zhitu

主 编 王熙宁 袭建军

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是根据教育部 2010 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,以及最新颁布的《技术制图》《机械制图》国家标准,并结合编者多年的教学实践经验编写的。

本书具有很强的教学适用性,内容系统、实用。

本书除绪论外,包括制图基本知识,点、直线和平面的投影,直线与平面、平面与平面的相对位置,投影变换,曲线与曲面,立体,轴测投影,组合体,机件的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图以及附录等。

与本书配套的《画法几何及机械制图习题集》由高等教育出版社同时出版,在习题选择上由浅入深、形式多样,在数量与难度上均有考虑,以满足不同教学需要。

本书可供高等院校机械类、近机械类专业作为画法几何及机械制图课程的教材,也可以作为相关专业的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/王熙宁,裘建军主编. -- 北京:高等教育出版社,2014.8

ISBN 978 - 7 - 04 - 040411 - 1

I. ①画… II. ①王…②裘… 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(2014)第 160920 号

策划编辑 李文婷
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 李文婷
责任校对 窦丽娜

封面设计 李卫青
责任印制 尤静

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 文林印务有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 23.25
字 数 570 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2015 年 8 月第 1 版
印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷
定 价 33.90 元



本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40411 - 00

前 言

本书是根据教育部 2010 年制定的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,并结合编者多年的教学实践经验编写的。本书适合机械类、近机械类专业使用,也可以作为相关专业的工程技术人员参考用书。

在编写过程中,继承传统内容的精华,总结了我校近年来的教学改革经验,并广泛吸取了兄弟院校教材之优点,尽力做到概念清楚,语言简练,插图选择适当、清晰并与文字紧密配合,以培养学生独立解决问题及创新设计能力为目标,优化课程内容和结构,使教材更加科学化、系统化。

本书全部采用最新颁布的《技术制图》《机械制图》国家标准,以适应国际、国内技术交流的需要。

全书除绪论外共十二章,包括制图基本知识,点、直线和平面的投影,直线与平面、平面与平面的相对位置,投影变换,曲线与曲面,立体,轴测投影,组合体,机件的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图等内容。

参加本书编写的有哈尔滨工业大学王熙宁(绪论、第七章、第八章和第九章)、袁建军(第一章、第四章和第十一章)、宫娜(第二章和第三章)、栾英艳(第六章和附录)、李利群(第十章)、唐艳丽(第五章和第十二章)。李平川、王迎参与了本书配套多媒体教学课件的制作,有需要的读者可发邮件进行索取,联系邮箱为:liwt1@hep.com.cn。

哈尔滨工业大学吴佩年教授认真审阅了本书,并提出了许多宝贵意见及建议,在此表示感谢。

与本书配套的习题集在习题选择上由浅入深,形式多样,在数量与难度上均有考虑,以满足不同教学需要。

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,竭诚欢迎读者批评指正。

编者

2014 年 2 月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图基本知识	3
§ 1-1 国家标准《机械制图》的一般规定	3
§ 1-2 尺规制图工具及其使用	14
§ 1-3 几何作图	17
§ 1-4 平面图形的画法及尺寸标注	24
§ 1-5 徒手绘图的技巧	27
第 2 章 点、直线和平面的投影	29
§ 2-1 投影法的基本知识	29
§ 2-2 点的投影	33
§ 2-3 直线的投影	39
§ 2-4 求一般位置直线段的实长及对投影面的倾角	44
§ 2-5 两直线的相对位置	45
§ 2-6 平面的投影	51
§ 2-7 属于平面的点和直线	55
第 3 章 直线与平面、平面与平面的相对位置	61
§ 3-1 平行问题	61
§ 3-2 相交问题	64
§ 3-3 垂直问题	69
§ 3-4 综合作图举例	72
第 4 章 投影变换	77
§ 4-1 换面法	77
§ 4-2 旋转法	86
第 5 章 曲线与曲面	94
§ 5-1 曲线概述	94
§ 5-2 圆的投影	95
§ 5-3 螺旋线	97
§ 5-4 曲面概述	99
§ 5-5 柱面与锥面	99
§ 5-6 单叶双曲回转面	100
§ 5-7 螺旋面	101
第 6 章 立体	104

§ 6-1	平面立体	104
§ 6-2	平面与平面立体相交	106
§ 6-3	曲面立体	109
§ 6-4	平面与曲面立体相交	114
§ 6-5	两曲面立体相交	123
第 7 章	轴测投影	135
§ 7-1	概述	135
§ 7-2	正等轴测图	137
§ 7-3	斜二轴测图	150
§ 7-4	轴测剖视图的画法	153
第 8 章	组合体	157
§ 8-1	组合体的基本知识	157
§ 8-2	组合体的画法	162
§ 8-3	组合体的尺寸注法	165
§ 8-4	读组合体视图	173
§ 8-5	组合体构型设计	179
第 9 章	机件的表达方法	188
§ 9-1	视图	188
§ 9-2	剖视图	192
§ 9-3	断面图	203
§ 9-4	其他表达方法	205
§ 9-5	表达方法综合举例	211
§ 9-6	第三角投影简介	212
第 10 章	标准件与常用件	215
§ 10-1	螺纹	215
§ 10-2	螺纹紧固件及其连接	223
§ 10-3	键、销及滚动轴承	229
§ 10-4	齿轮	238
§ 10-5	弹簧	249
第 11 章	零件图	254
§ 11-1	零件图的作用与内容	254
§ 11-2	零件的结构分析	256
§ 11-3	零件的视图选择	261
§ 11-4	零件图中的尺寸标注	264
§ 11-5	零件图中的技术要求	273
§ 11-6	零件测绘	306
§ 11-7	读零件图	312
第 12 章	装配图	316

§ 12-1	装配图的作用与内容	317
§ 12-2	装配图的表达方法	317
§ 12-3	常见装配结构简介	321
§ 12-4	机器或部件测绘	322
§ 12-5	画装配图的步骤	327
§ 12-6	装配图的尺寸标注和技术要求	330
§ 12-7	装配图的零件序号和明细栏	331
§ 12-8	读装配图及拆画零件图	332
附录		339
参考文献		362

绪 论

一、本课程的性质、研究对象和内容

工程图样是高度浓缩的工程信息的载体,它准确而详细地表达了工程对象的形状、大小和技术要求,是工程界的语言。在现代工业生产中,设计和制造机器以及所有工程建设都离不开工程图样。图样能够准确表达出机器的结构和性能以及它们各自组成部分的形状、大小、材料及加工、检验、装配等有关要求。因此,工程图样是工业生产中一种重要的技术文件,又是人们表达和交流技术思想和信息不可缺少的工具。

本课程是工程类专业一门必修的技术基础课,它是研究绘制和阅读工程图样的一门学科,既有系统的理论,又有较强的实践性和技术性。

二、本课程的主要任务

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。
2. 建立空间三维立体与相关位置的空间逻辑思维和形象思维。
3. 培养空间想象和思维能力以及几何构型设计的基本能力。
4. 培养零、部件的表达能力和阅读工程图样的基本能力。
5. 培养贯彻国家标准并查阅有关设计资料和标准的能力。
6. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,使学习者的动手能力、工程意识、创新能力、设计理念等得到全面提高。

三、本课程的特点及学习方法

本课程是一门实践性较强的技术基础课程,要在掌握基本理论和方法的基础上,通过大量的绘图和读图训练,在学习的各个环节中加强空间形体和平面投影图形的相互转化,注意应用形体分析法、线面分析法和结构分析法分析问题和解决问题。因此,学习时应从以下几方面加以注意:

1. 掌握课程的基础理论

本课程通过研究空间三维立体与二维图形之间的转换关系,培养学生的工程图学素质。从空间三维物体转化为二维图形表达,以及从二维平面图形想象空间立体的形状结构,是本课程研究的主线。

2. 掌握正确的思维方法

本课程一般安排在大学一、二年级进行,对于低年级的学生来说,一般习惯于逻辑思维,而学习本门课程则需要空间思维。在掌握基本投影理论的基础上,不断地进行由体到图、由图到体的训练,逐步弄清和理解三维空间立体和二维平面图形之间的对应转换关系,不断提高空间想象和

空间思维能力。

3. 重视平时绘图、读图训练

学习本门课程要进行大量的绘图、读图训练,在学习过程中一定要认真对待。绘图、读图训练是巩固绘图、读图能力的基本保证。因此,必须认真、按时、优质完成。

4. 严格遵守、认真贯彻国家标准

图样是工程界的语言,既然是语言,就有其语法规则和规定,这个语法就是国家标准。绘制图样时必须遵循国家标准,在“画”中贯彻国家标准,培养严肃认真的工作态度及工程问题的描述和表达能力,这样才能达到用“语言”进行交流的目的。

第 1 章 制图基本知识

本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的一些基本规定及有关制图技能的基本知识。

§ 1-1 国家标准《机械制图》的一般规定

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008) ①

1. 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时, 优先采用表 1-1 规定的基本幅面 $B \times L$, 必要时也允许选用规定的加长幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

幅面代号 尺寸代号	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		

加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的, 如图 1-1 所示。

图中粗实线为基本幅面 (第一选择), 细实线和细虚线则为加长幅面 (第二选择、第三选择)。

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框, 图框线用粗实线绘制。其格式分为留有装订边 (如图 1-2a 所示, 周边尺寸 a 、 c 见表 1-1) 和不留装订边两种 (如图 1-2b 所示, 周边尺寸 e 见表 1-1)。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

为了复制或缩微摄影定位方便, 可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线, 如图 1-3 所示。

3. 标题栏的方位与格式

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏是由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目, 是图样不可缺少的内容。标题栏的位置一般应在图样的右下角。

① “GB”为“国标”汉语拼音首字母, “T”表示推荐标准, 其后的数字为该项标准编号。“2008”为发布时间。

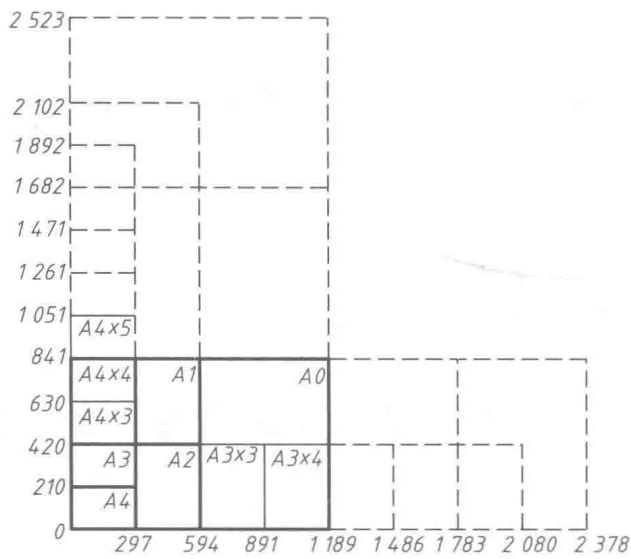


图 1-1 图纸幅面

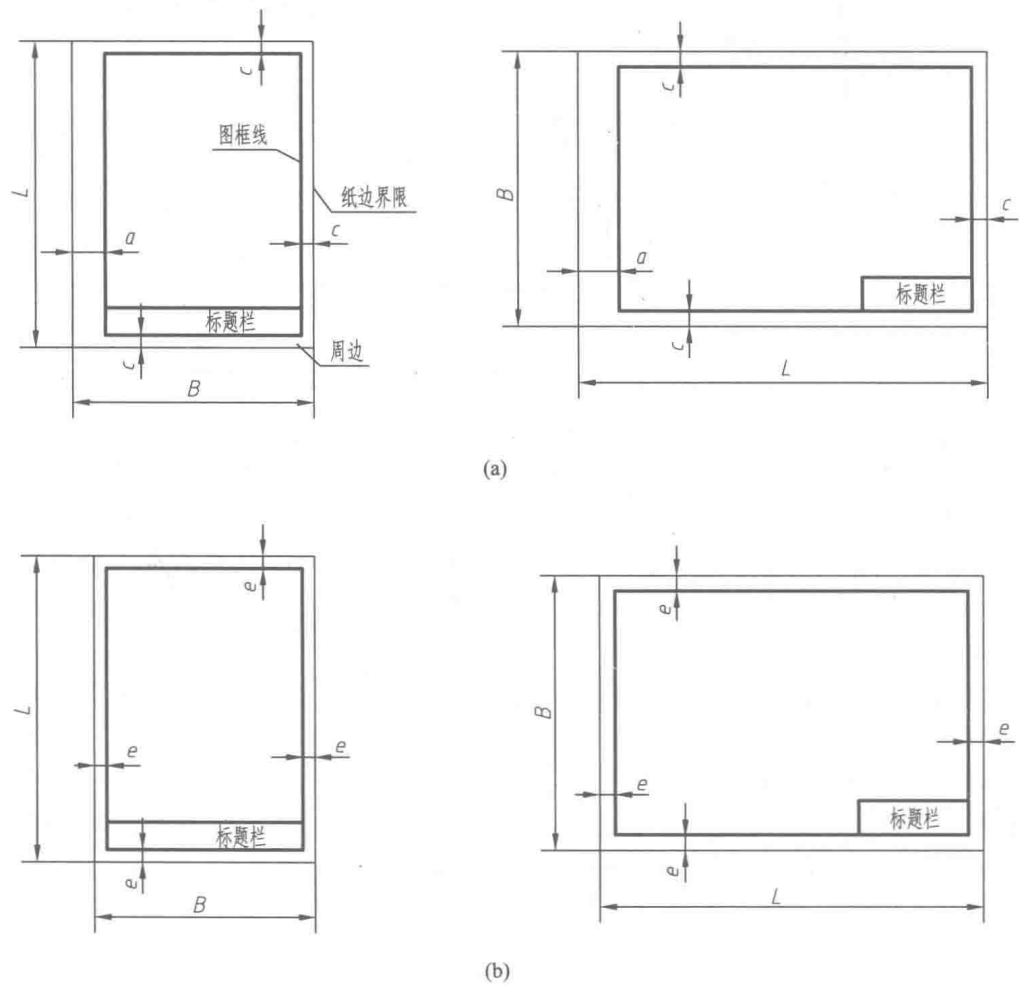


图 1-2 图纸格式

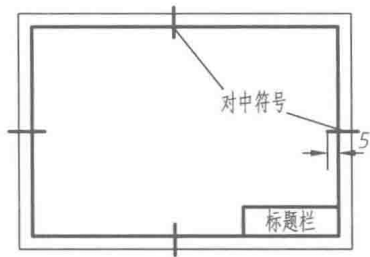


图 1 - 3 对中符号

GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》对标题栏的内容、格式与尺寸作了详细的规定，但在学生制图作业中，标题栏的格式建议采用图 1 - 4 所示的形式。标题栏的外框线为粗实线，其右边和底边与图框线重合。填写的字体，除图名、校名用 10 号字外，其余用 5 号字。

(图名)			材料	图例		8	32		
				比例					
制图	(姓名)	(日期)	(校名 班号)						
审核	(姓名)	(日期)							
15	30	15	130						
								15	35

图 1 - 4 学生用标题栏格式

二、比例(GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时应采用表 1 - 2 中规定的比例。必要时，也可选取表 1 - 3 中的比例。每张图样均应在标题栏的“比例”一栏中填写比例，如“1：1”或“1：2”等。

表 1 - 2 比例(一)

种类	比 例		
原值比例	1：1		
放大比例	5：1	2：1	1×10 ⁿ ：1
	5×10 ⁿ ：1	2×10 ⁿ ：1	
缩小比例	1：2	1：5	1：10
	1：2×10 ⁿ	1：5×10 ⁿ	1：1×10 ⁿ

注：n 为正整数。

表 1-3 比例(二)

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。

比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。原值比例的比值为 1,如 1:1。放大比例的比值大于 1,如 2:1 等。缩小比例的比值小于 1,如 1:2 等。绘制同一机件的各个视图时,应采用相同的比例。当某个视图需要采用不同的比例时,则必须另行标注,如图 1-5 所示。

三、字体(GB/T 14691—1993)

字体指图中汉字、数字和字母的书写形式,工程图中的字体必须遵循国家标准规定。

书写时必须做到: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 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体的字号,如 5 mm 高的字体称 5 号字。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体的书写要领是:横平竖直、起落有锋、结构匀称、填满方格。

图 1-6 所示为长仿宋体汉字示例。

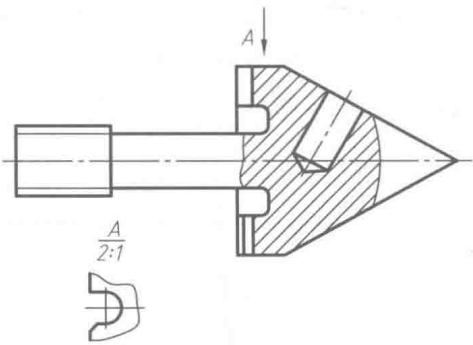


图 1-5 比例的标注

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

盖架齿轮键弹簧机床减速器螺纹端子汽车施工摩擦片阀泵体座轴承

图 1-6 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母都有斜体和直体两种,斜体字字头向右倾斜,与水平线成 75°角。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 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一张图样上只允许选用一种形式的字体。

用做指数、分数、极限偏差和注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体。图 1-7 为数字和字母示例。



图 1-7 数字和字母示例

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

1. 基本线型及其应用

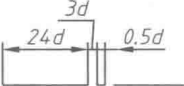
国家标准对图线作了如下定义:起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线、连续或不连续线。同时对图线规定了 15 种基本线型,如粗实线、细虚线、细点画线等。表 1-4 给出了几种常用的图线及其应用。

在机械工程图样上,图线一般只有两种宽度:粗线和细线,其宽度之比为 $2:1$ 。图线的宽度 d 应根据图样的大小、类型和复杂程度,在下列数系中选择: 0.13 mm , 0.18 mm , 0.25 mm , 0.35 mm , 0.5 mm , 0.7 mm , 1.0 mm , 1.4 mm , 2.0 mm 。通常情况下,粗线的宽度不小于 0.25 mm ,优先采用 0.5 mm 和 0.7 mm 。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。图线应用举例如图 1-8 所示。

2. 图线画法

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应一致。细虚线、细点画线及细双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。

表 1-4 常用的图线及其应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一 般 应 用
粗实线		d	可见轮廓线 可见棱边线 剖切符号用线 相贯线 螺纹牙顶线
细实线		$0.5d$	过渡线 尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹牙底线 引出线和基准线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续同一表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		$0.5d$	断裂处边界线 视图和剖视图的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处边界线 视图与剖视图的分界线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线 不可见棱边线
细点画线		$0.5d$	轴线 对称中心线 分度圆(线) 孔系分布的中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 毛坯图中制成品的轮廓线 延伸公差带表示线 工艺用结构的轮廓线 轨迹线 中断线

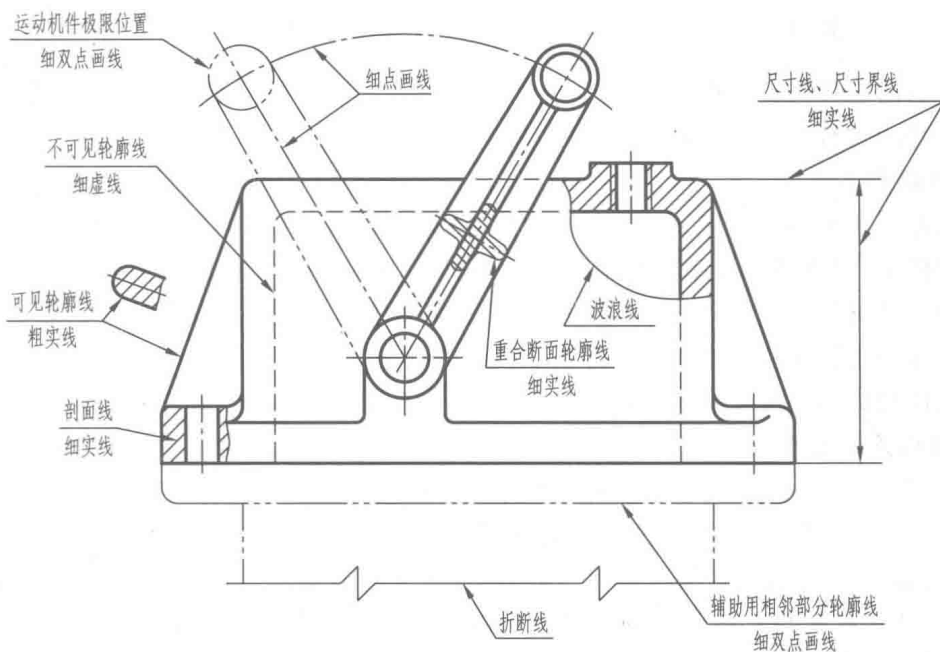


图 1-8 图线应用

(2) 除另有规定外,两条平行线之间的最小距离不得小于 0.7 mm 。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。细点画线和细双点画线的首末两端应是“画”,而不应是“点”,且要超出图形 $2 \sim 5\text{ mm}$,如图 1-9a 所示。

(4) 在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-9b 所示。

(5) 细虚线、细点画线或细双点画线和实线相交或它们自身相交时,应以“画”相交,而不应与“点”或“间隔”相交。

(6) 细虚线、细点画线或细双点画线与实线相交时,不得与实线相连,如图 1-9c 所示。

(7) 图线不得与文字、数字或符号重叠混淆。不可避免时,应首先保证文字、数字或符号的清晰。

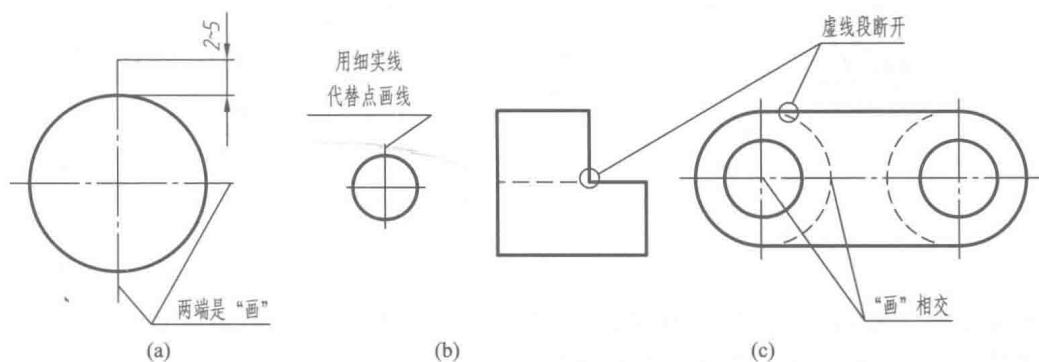


图 1-9 细点画线和细虚线的画法

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

图样中的图形只能表达机件的形状,而机件各部分的大小则是通过标注尺寸来表达的。国家标准对尺寸注法有详细的规定,绘图时必须遵守。

1. 基本规则

- (1) 机件真实大小以图样上所注尺寸数值为依据,与图形大小及绘图的准确程度无关。
- (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代号“mm”或名称“毫米”。如采用其他单位,则必须注明相应的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) 机件的每一个尺寸一般只标注一次,并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界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字组成。

(1) 尺寸界线 表明所注尺寸的范围,用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可以直接利用这些线作为尺寸界线,如图 1-10 所示。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线箭头的末端 2~3 mm,必要时才允许与尺寸线倾斜,如在光滑过渡处标注尺寸时,当尺寸界线不能清晰引出时可用细实线将轮廓线延长,在交点处引出倾斜的尺寸界线,如图 1-11 所示。

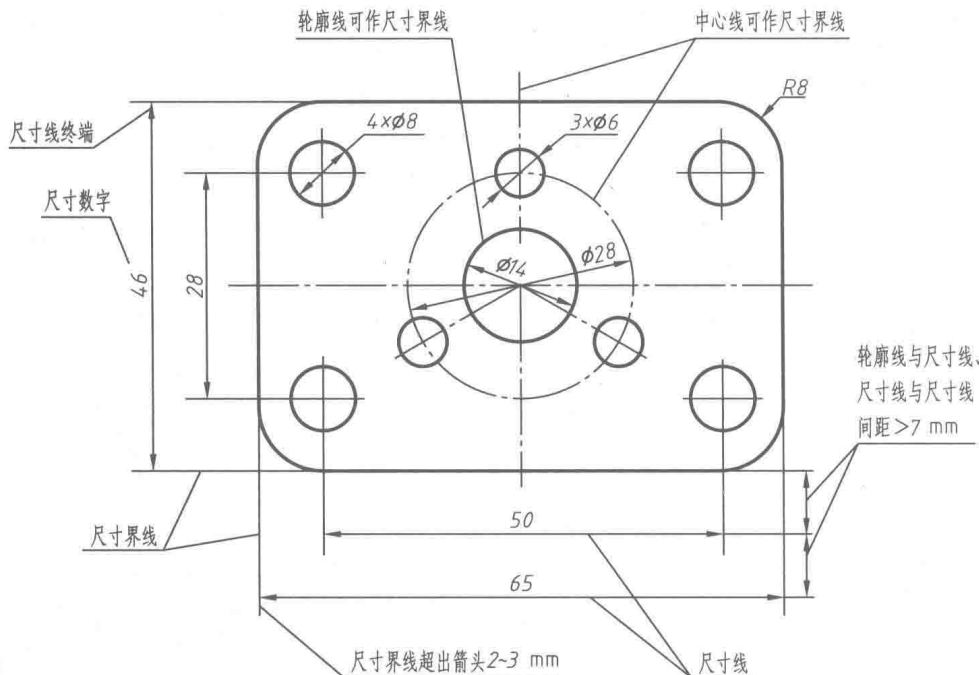


图 1-10 尺寸注法

(2) 尺寸线 表明尺寸度量的方向,必须用细实线单独绘制,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。

(3) 尺寸线终端 有两种形式:箭头或斜线。斜线用细实线绘制,如图 1-12 所示。机械工