

全国煤炭高等职业教育机械类规划教材

机械

制图

● 主编 安淑女 史俊青

煤炭工业出版社

全国煤炭高等职业教育机械类规划教材

机 械 制 图

主 编 安淑女 史俊青
主 审 闫照粉

煤 炭 工 业 出 版 社

·北 京·

内 容 提 要

本书根据教育部审定的工程制图课程基本要求,结合高等职业技术教育的特点编写而成。主要内容包括:制图的基本知识和技能,正投影基础,基本体,截交体与相贯体,轴测投影,组合体的三视图,图样画法,标准件与常用件,零件图,装配图等。本书内容全面,重点突出,由浅入深,循序渐进,并附有习题集一册。

本书可作为高职高专机电类各专业的教学用书,也可作为生产一线工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/安淑女,史俊青主编. —北京:煤炭工业出版社,2006

ISBN 7-5020-2882-X

I. 机… II. ①安…②史… III. 机械制图-高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 037265 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 25³/₄
字数 621 千字 印数 1—4,000
2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 5669 定价 49.00 元
(附习题集一册)

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

本书是根据教育部审定的工程制图课程基本要求,参照最新发布或修订的《技术制图》和《机械制图》国家标准,结合高等职业技术教育的特点编写而成。

参加本书编写的六位教师均有多年制图课程的教学经验。为增强教材的通用性与实用性,在本书的编写过程中,力求内容全面而又重点突出,尽力做到语言通俗易懂,内容描述由浅入深、循序渐进,以便学生理解与掌握。对点、直线、平面的投影以及投影作图部分“以够用为度”的原则进行了较大的删减,对读图与绘图的基本方法力求分析清楚,深浅适度。

本书从高等职业技术教育的特点出发,按照投影理论与制图实践相结合的原则,遵循读图与绘图能力相结合的基本规律,在投影理论与图样表达上有机衔接,理论描述与绘图训练有机结合,本书配套的《机械制图习题集》,以培养读图与绘图的实际技能为目的。计算机绘图部分另有教材与上机实训指导书。

本书由徐州建筑职业技术学院《机械制图》课程建设课题组全体成员集体编写。编写分工如下:程琼编写第一章、第八章,黄继战编写第二章、第三章,史俊青编写第四章、第九章第四节,王晓燕编写第五章、第六章,闫照粉编写绪论、第七章、附录,安淑女编写第九章第一、二、三、五、六、七节、第十章。全书由安淑女、史俊青任主编,王晓燕、程琼任副主编,闫照粉主审。在本书的编写与出版过程中,得到徐州建筑职业技术学院教务处、机电工程系等单位领导的大力支持和热心指导,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中如有疏漏与不妥之处,敬请读者批评指正。邮箱:ansn@xzcat.edu.cn shijunq@163.com

编 者

2006年2月

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识和技能	(3)
第一节 制图国家标准的基本规定	(3)
第二节 绘图工具和用品	(12)
第三节 几何作图	(16)
第四节 平面图形	(21)
第五节 徒手画图	(23)
第二章 正投影基础	(25)
第一节 正投影的投影特性	(25)
第二节 形体的三视图	(27)
第三节 点的投影	(31)
第四节 直线的投影	(35)
第五节 平面的投影	(39)
第三章 基本体	(46)
第一节 平面立体	(46)
第二节 曲面立体	(50)
第四章 截断体与相贯体	(56)
第一节 截交线	(56)
第二节 相贯线	(67)
第五章 轴测投影	(75)
第一节 轴测投影的基本知识	(75)
第二节 正等轴测图	(77)
第三节 斜二测图	(83)
第六章 组合体	(86)
第一节 概述	(86)
第二节 组合体的三视图画法	(88)
第三节 组合体的尺寸标注	(92)
第四节 组合体的读图	(99)
第七章 图样画法	(108)
第一节 视图	(108)
第二节 剖视图	(112)
第三节 断面图	(125)
第四节 其他表达方法	(129)
第五节 表达方法的综合应用举例	(136)
第六节 第三角投影简介	(138)
第八章 标准件与常用件	(141)

第一节 螺纹与螺纹紧固件	(141)
第二节 齿轮	(154)
第三节 键与销	(163)
第四节 滚动轴承	(166)
第五节 弹簧	(170)
第九章 零件图	(173)
第一节 零件的视图选择	(173)
第二节 零件图的尺寸标注	(176)
第三节 零件的工艺结构	(186)
第四节 零件图上的技术要求	(190)
第五节 读零件图	(212)
第六节 常见典型零件的结构分析	(214)
第七节 零件测绘	(220)
第十章 装配图	(225)
第一节 装配图的表达方法	(225)
第二节 装配图的尺寸标注与技术要求	(229)
第三节 装配图中零、部件序号与明细栏	(230)
第四节 装配工艺结构	(231)
第五节 绘制装配图的步骤	(234)
第六节 读装配图及由装配图拆绘零件图	(236)
第七节 部件测绘	(240)
附录	(242)
附录 1 公差与配合	(242)
附录 2 螺纹	(247)
附录 3 螺纹紧固件	(251)
附录 4 键与销	(258)
附录 5 轴承	(260)
参考文献	(265)

绪 论

一、工程图样及其在生产中的作用

在机器制造、设备安装等工程项目中,均必须依据设计图纸来进行。工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的重要工具;图纸则为工程技术部门的一项重要技术文件,是指导生产、施工和管理等必不可少的技术资料。所以,工程图样被誉为工程界的语言。

在机械工程中,要生产一种机器设备,设计人员就要根据其性能、工艺、材料等方面的要求,经设计与计算,画出该机器设备的零件图、部件装配图、总装配图等。这些图样不但是零件的加工、检验、部件与机器的装配、安装、调试的依据,而且是在机器使用过程中,检修、保养、维护机器设备正常运行的重要技术文件。

二、本课程的任务与主要内容

《机械制图》课程是机械类与近机类各专业的主干技术基础课。学习本课程的目的是培养学生的图示、图解和空间思维能力,领会工程有关制图标准,掌握机械工程图样的阅读方法与绘图技能,为学习专业课程打下良好的基础。在此基础上,经过后继课程的学习,通过生产实习、课程设计和毕业设计等,使学生读图能力与绘图技能不断提高,毕业后能较好地适应生产、管理第一线技术工作的要求。本课程包括制图的基本知识、正投影原理和投影图、专业图等。其主要内容与要求如下:

(1) 学习制图的基本知识,熟悉国家标准中有关机械制图与技术制图的基本规定,掌握使用仪器绘图的方法步骤与基本技能。

(2) 学习正投影原理和视图画法,根据专业需要,使学生具有阅读与绘制一定复杂程度组合体视图的能力。

(3) 学习国家标准中有关机件的表达方法,能根据机件的结构特点选择恰当的表达方法,完整、清晰、简捷地表达机件的内外形状。

(4) 学习机械工程图的图示内容与方法,根据专业需要能正确阅读和绘制一定复杂程度的零件图与装配图。

三、本课程学习中的注意事项

本课程具有很强的实践性,因此在学习中必须加强实践性教学环节,课内外的作业练习是本课程教学过程中不可缺少的一个重要环节,要保证认真及时完成一定数量的习题与绘图练习,只有循序渐进,多读、多画、多想,才能逐步提高空间思维能力,掌握阅读和绘制工程图的技能。

本课程有较强的严谨性,在学习中应注意牢记国家标准的有关规定,树立严肃认真、一丝不苟的工作作风,养成遵守标准、贯彻标准的习惯。要充分认识到绘图或读图时一点点的差错,可能会给工程建设带来巨大的损失。

四、工程制图的发展概况

工程制图与其他学科一样,也是人们在长期的生产实践活动中,通过不断总结、交流而

发展起来的。

我国是世界上工程绘图技术发展最早的国家之一,古代劳动人民在建筑、铸造、锻造等技术上具有很多成就和悠久的历史。早在春秋时期,我国的经典技术著作《周礼考工记》中,就有“规、矩、绳、墨、悬、水”等制图工具的记载。在营造技术上很早就使用了类似现在所采用的正投影或轴测投影原理来绘制房屋建造图样。1977年在河北省平山县一座古墓(公元前四世纪战国时期中山王墓)中发掘的建筑平面图,不仅采用了接近于现在人们所采用的正投影原理绘图,而且还以当时中国尺寸长度为单位,选用1:500的缩小比例,并注有尺寸。这是世界上目前罕见的早期工程图样之一。又如宋代李诫所著的《营造法式》(公元1100年)共三十六卷,其中附图占六卷,绘制了大量的立面图、平面图、剖面图、轴测图与透视图。这些均说明我国在工程上使用图样指导生产已有悠久的历史。

1795年法国数学家加斯帕拉·蒙日创造了按多面正投影法绘制工程图样的方法,并发表了著作《画法几何》,使制图的理论和方法系统化,为当代世界制图技术的发展奠定了理论基础。

新中国成立以后,工程制图才得到了正常的发展。1959年,国家科委颁布了第一个国家标准《机械制图》,特别是随着与世界科学技术交流与合作的日益广泛和深入,我国在图学理论与绘图技术上迅猛发展,不断接近发达国家的水平。为了适应生产建设和国际技术交流的需要,我国对工程建设所涉及的各领域颁布了制图国家标准,并进行了多次修订。目前机械工程中采用的国家制图标准有《机械制图》标准,如GB 4457~4460、GB/T 131、GB/T 4656等;《技术制图》标准如GB/T 10609、GB/T 14689~14692、GB/T 17450~17453等。

随着科学技术的不断发展,制图技术或方法也在不断更新换代,计算机绘图速度快、质量好、易管理,已经成为工程技术人员必不可少的重要技能。

第一章 制图的基本知识和技能

图样是设计和生产中的重要技术资料,是工程技术界的一种技术语言。为了便于生产、管理和交流,国家标准《机械制图》对图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等均作了统一的规定。

第一节 制图国家标准的基本规定

机械图样是现代机器制造过程中的重要技术文件之一,国家标准对图样画法、格式和尺寸标注等作了统一的规定,近年来又参照国际标准(ISO)多次进行修订,使之更加完善、合理,便于科学技术和贸易往来。国家标准《技术制图》(GB/T 14689~14691—1993, GB/T 16675.2—1996)、《机械制图》(GB/T 4457.4—2002, GB/T 4458.4—2003)是图样绘制与应用的准绳,工程技术人员必须认真学习和严格遵守。

一、图纸的幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

为了合理利用图纸,并方便装订及保管,国家标准规定图纸幅面共有五种,其尺寸与代号见表 1-1。绘制图样时应优先选用标准图幅,必要时可以对幅面进行加长、加宽,加长、加宽的尺寸值在 GB/T 14689—1993 中另有规定。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸					mm	
尺寸代号	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		

表 1-1 中沿 A0 号图纸幅面的长边对折即为 A1 号图纸的幅面,其余类推。

2. 图框格式

每一张图纸在绘图前必须先用粗实线画出图框。图框格式有两种:不留装订边、留有装订边。

(1) 不留装订边的图纸,图框格式如图 1-1 所示。宽度 e 值可以查表 1-1。

(2) 留有装订边的图纸,图框格式如图 1-2 所示。宽度 a 和 c 值可以查表 1-1。

图纸装订时一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装的形式。

3. 标题栏

每张图样必须绘制标题栏,其位置一般在图纸的右下角,如图 1-1 和图 1-2 所示。标

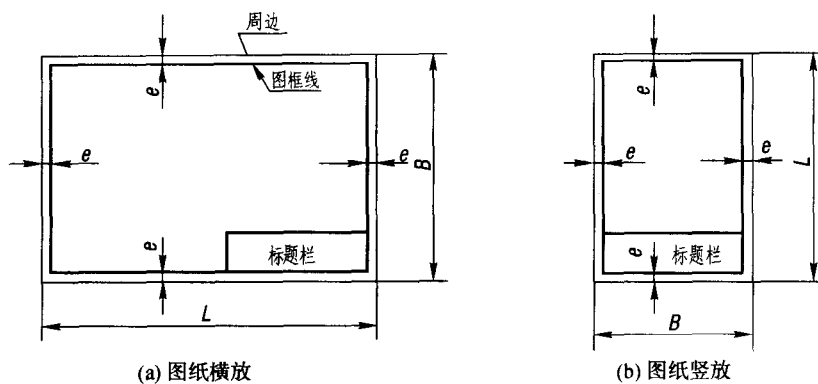


图 1-1 不留装订边的图框格式

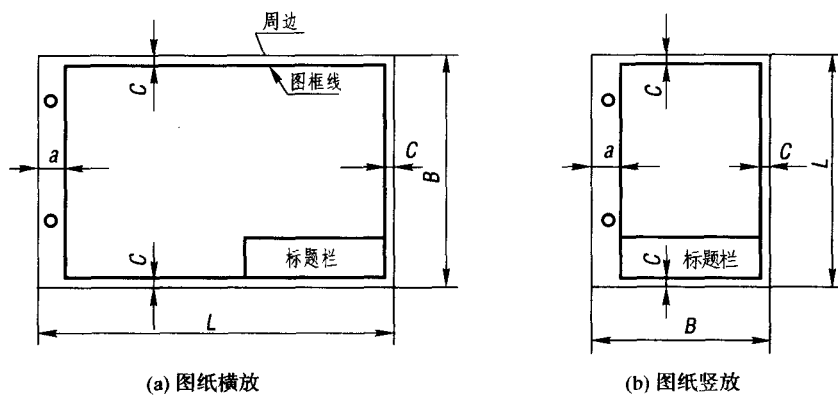


图 1-2 留装订边的图框格式

题栏的文字方向应该为读图方向。印制好的图纸,标题栏的位置可以按图 1-3 所示布置。

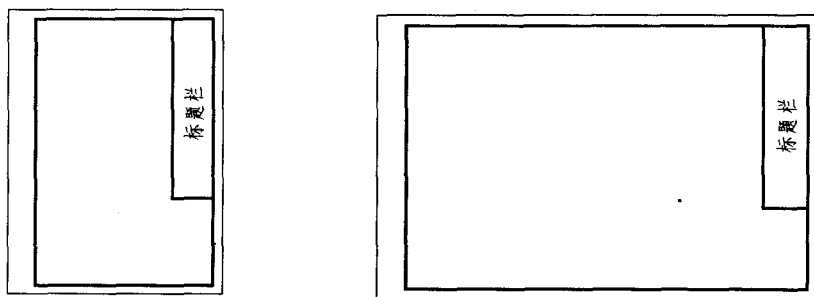


图 1-3 印制好的图纸可采用的标题栏方式

国家标准 GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定。但是在制图作业中为了简化标题栏,建议采用图 1-4 所示的格式,外框线用粗实线绘制,内部的线均用细实线绘制。

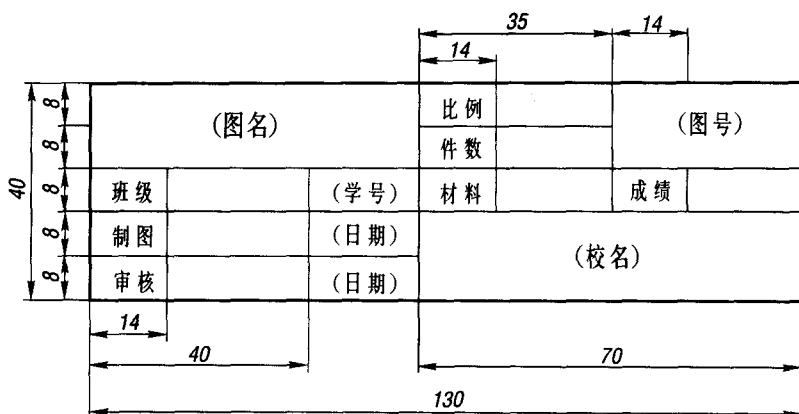


图 1-4 制图作业中使用的标题栏格式

二、比例(GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件要素的线性尺寸之比称为比例。

绘制图样时,一般优先选用表 1-2 中不带括号的比例,必要时也允许选用表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例

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

比例一般标注在标题栏的“比例”栏内。必要时,可以标注在视图名称的下方或右侧。不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是机件的实际尺寸,与绘制图形的准确度、所采用的比例大小无关,如图 1-5 所示。

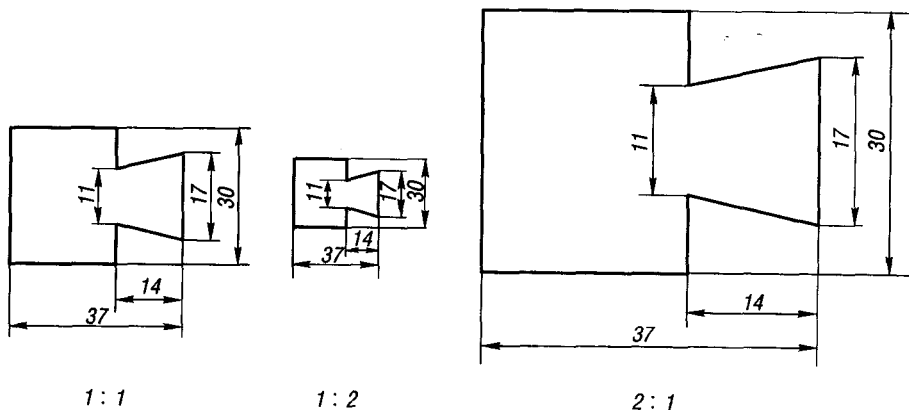


图 1-5 图形比例与尺寸数字

同一机件的各个视图一般采用相同的比例,并应在标题栏中的比例栏内统一标注,当同一机件的某个视图采用了不同比例绘制时,必须另行标明。

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样中的字体包括文字、数字、字母,它们是图样中必不可少的内容,书写字体时必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体大小分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种号数。字体的号数即字体的高度(单位:mm)。书写时字体的号数要选择合适且做到统一。

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。汉字的高度不应小于 3.5,字体宽度约等于字体高度的 2/3。

长仿宋字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

2. 阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母

字母和数字书写时有正体和斜体之分,通常采用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。字母和数字按笔画宽度又分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14,B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母,通常采用小一号字体。

3. 字体示例

汉字、字母和数字的示例见表 1-3。

表 1-3 字体示例

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10 号	字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
	7 号	横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格
	5 号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号	螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
	小写斜体	a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
阿拉伯数字	斜体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
	正体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
罗马数字	斜体	I II III IV V VI VII VIII IX X
	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X
字体的应用		$\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $10Js5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\phi 25_{m5}^{H6}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{R8}$ 5% $\frac{3.50}{\triangle}$

四、图线(GB/T 17450—1998)

1. 线型及图线尺寸

国家标准中规定了15种基本线型。图线宽度 d 应该按照图样的类型和尺寸大小在如下系列中选用:

0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

手工绘图时,线素(不连续线的独立部分,如点、长度不同的画线和间隔)的长度应符合表1-4的规定。

表 1-4 线素的长度

线 素	线 型 代 号	长 度
点	细点画线、粗点画线、细双点画线	$0.5d$
短间隔	虚线、细点画线、粗点画线、细双点画线	$3d$
画	虚线、细双点画线	$12d$
长画	细点画线、粗点画线	$24d$

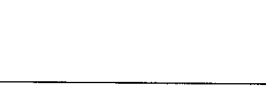
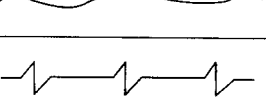
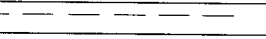
注: d 为图线宽度。

基本线型和线素的计算公式在 GB/T 14665—1993 中有规定,也便于应用 CAD 系统绘制各种技术图样。

2. 图线的应用

机械制图中常用的线型使用范围见表1-5,应用举例如图1-6所示。

表 1-5 图 线

序 号	线 型	名 称	图线宽度	在图上的一般应用
01		粗实线	d	可见轮廓线
		细实线	约 $d/2$	(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)指引线 (6)分界线及范围线 (7)过渡线
		波浪线	约 $d/2$	(1)断裂处的边界线 (2)剖与未剖部分的分界线
		双折线	约 $d/2$	(1)断裂处的边界线 (2)局部剖视图中剖与未剖部分的分界线
02		细虚线	约 $d/2$	不可见轮廓线
03		细点画线	约 $d/2$	(1)轴线 (2)对称线和中心线 (3)齿轮的节圆和节线
		粗点画线	d	限定范围的表示线
04		细双点画线	约 $d/2$	(1)相邻辅助零件的轮廓线 (2)极限位置的轮廓线 (3)假想投影轮廓线 (4)中断线

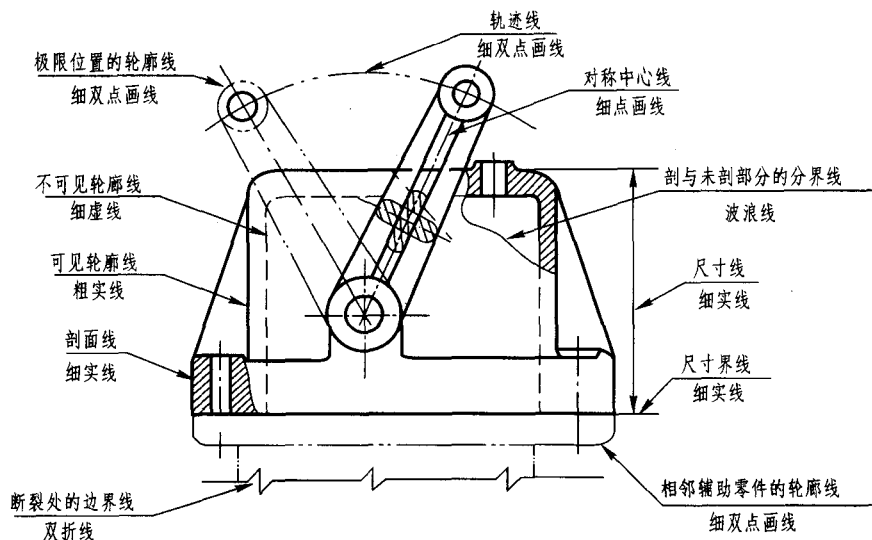


图 1-6 图线应用示例

3. 图线的画法及应注意的问题

(1) 粗线、中粗线和细线的宽度比例为 4:2:1。同一图样中,同一类型的图线宽度应该基本一致,虚线、点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 点画线、双点画线的点是极短的一横,不要画成小圆点,首末两端应是画,而不是点。

(3) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(4) 绘制圆的对称中心线(简称中心线)时,圆心应为画的交点。细点画线的长度应为 8 mm ~ 12 mm,细点画线的两端应超出轮廓线 2 mm ~ 5 mm。

(5) 当图形较小时,绘制点画线有困难,允许用细实线代替细点画线。

图样中图线的交、接、切处的一些规定画法,见表 1-6。

表 1-6 图线的交、接、切处的规定画法

画 法	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交,应以线段相交,不得留有空隙		
点画线应以线段相交,点画线的首末两端应是线段而不是点,并应超出图形 2 mm ~ 3 mm		

续表 1-6

画 法	图 例	
	正 确	错 误
图线与图线相切,应以切点相切,相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度,不得相割或相离		

五、尺寸注法

图形表明机件的结构形状,机件的大小由尺寸确定。应该正确、清晰、完整地标注机件的尺寸,国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)和《技术制图 简化表示法》(GB/T 16675.2—1996)对尺寸注法作了专门规定。

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) 图样中的尺寸以 mm 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,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 机件上的每一种结构,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 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。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸,由尺寸界线、尺寸线、尺寸线的终端符号、尺寸数字组成,标注示例如图 1-7 所示。

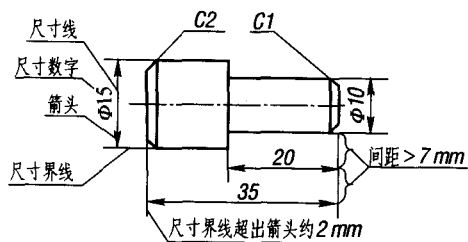


图 1-7 尺寸的标注示例

1) 尺寸界线

尺寸界线表示度量尺寸的范围,用细实线绘制。

应从图形的轮廓线、轴线、对称中心线引出。轮廓线、轴线、对称中心线也可用作尺寸界线。

2) 尺寸线

尺寸线表示所注尺寸的度量方向,用细实线绘制。不能用其他图线代替,必须单独画出,也不能与其他图线重合或者画在其他图线的延长线上。

3) 尺寸线终端

尺寸线终端有三种形式:箭头、斜线和圆点。同一张图样中,应采用一种尺寸线终端形式,机械制图多采用箭头。同一张图样中箭头(或斜线)大小要一致。箭头尖端应与尺寸界线接触,箭头画法如图 1-8(a)所示。当采用箭头时,在空间不够的情况下,可以用圆点代替箭头。斜线用细实线绘制。

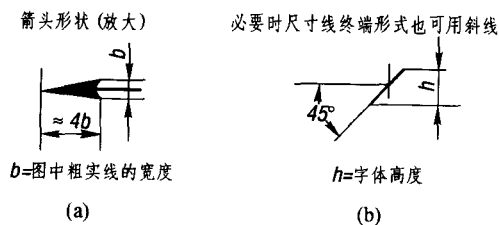


图 1-8 尺寸线的终端形式

4) 尺寸数字

尺寸数字表明机件实际尺寸的大小,与图形的大小无关。尺寸数字采用阿拉伯数字书写,同一张图样上的字高相同,标注形式要一致。

常见尺寸的标注方法见表 1-7。

表 1-7 常见尺寸注法

项 目	说 明	图 例
尺寸数字	1. 线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方,也允许填写在尺寸线的中断处,同一图样采用的形式一致	数字注在尺寸线上方 数字注在尺寸线中断处
	2. 线性尺寸的数字应按右栏中左图所示的方向填写,并尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸。竖直方向尺寸数字也可按右栏中右图形式标注	
	3. 数字不可被任何图线通过。当不可避免时,图线必须断开	中心线断开 剖面线断开 轮廓线断开
尺寸线	1. 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作尺寸线使用; 2. 标注线性尺寸,尺寸线必须与所标注的线段平行	正确 错误

续表 1-7

项 目	说 明	图 例
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制,也可以利用轮廓线[图(a)]或中心线[图(b)]作尺寸界线; 2. 尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时,允许倾斜画出[图(c)]; 3. 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点引出尺寸界线[图(d)]	轮廓线作尺寸界线 中心线作尺寸界线 (a) (b) 从交点引出尺寸界线 (c) (d)
直径与半径	圆和大于半圆的弧应标注直径;标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注直径符号“ϕ”;标注半径尺寸时,加注半径符号“R”;尺寸线应通过圆心	$2 \times \phi 10$ $\phi 22$ $R 10$ 52 $\phi 10$ $R 6$ $R 6$ $\phi 5$ $\phi 5$ $\phi 5$ $\phi 5$ $R 4$ $R 2$
角 度	1. 角度数字一律水平注写在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面,或引出标注,如右图例中 5°; 2. 尺寸线用圆弧绘制,圆心为该角的顶点; 3. 尺寸界线应沿径向引出	90° 60° 25° 5°