

普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图

丛伟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

工 程 制 图

主 编 丛 伟

副主编 单宝峰

参 编 秦 然 穆存远 张 平 陈士忠

王 涛 刘黎阳 马军平

主 审 董国耀



机械工业出版社

本书是由多所高校工程图学教师在总结多年教学经验的基础上全面考虑近年来教学发展需要编写而成的。

本书内容包括：绪论、制图的基本知识、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、焊接构件图、管道布置图、化工设备图、建筑施工图、建筑结构施工图和计算机绘图基础。

本书可作为高等学校机械类各专业本科生的教材，也可供其他各类学校相关专业的师生和广大工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

工程制图/丛伟主编. —北京：机械工业出版社，2012.5

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-37942-3

I. ①工… II. ①丛… 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059498号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：刘小慧 责任编辑：刘小慧 韩冰 陈将浪

责任校对：闫玥红 封面设计：张静

责任印制：乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·23.75印张·588千字

标准书号：ISBN 978-7-111-37942-3

定价：42.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，参照最新的国家标准，由多所高校具有丰富教学经验的工程图学教师精心编写而成的。

在本书的编写过程中，作者力求做到由浅入深、内容全面、重点突出、语言通俗易懂。本书各章均配有大量的例图，便于学生理解。

本书作者可为使用该教材的教师提供配套的电子挂图库、电子模型库和电子教案，以便任课教师采用多媒体教学。

本书作者来自沈阳航空航天大学、沈阳建筑大学、沈阳工业大学、沈阳化工大学、沈阳理工大学。在本书的编写过程中，作者参考了部分相关教材，所用图例和例题大多来自生产实践，部分选自有关资料、标准，具有理论联系实际的特点。本书内容丰富，读者在使用时可根据需要进行取舍。

本书由沈阳航空航天大学丛伟任主编，沈阳航空航天大学单宝峰任副主编。参加编写工作的人员及分工情况为：沈阳航空航天大学丛伟（负责编写绪论、第四章、第五章），沈阳理工大学刘黎阳（负责编写第二章），沈阳航空航天大学单宝峰（负责编写第三章），沈阳工业大学王涛（负责编写第一章），沈阳化工大学秦然（负责编写第八章），沈阳化工大学张平（负责编写第六章、第七章），沈阳建筑大学穆存远、机械工业出版社马军平（负责编写第九章、第十章），沈阳建筑大学陈士忠（负责编写第十一章）。沈阳航空航天大学张鹏参加了部分内容的资料采集工作。丛伟负责全书统稿。

本书由北京理工大学董国耀教授担任主审，他对书稿提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中，得到了沈阳航空航天大学、沈阳建筑大学、沈阳化工大学、沈阳工业大学、沈阳理工大学有关领导的大力支持和热心指导，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 制图的基本知识	4	
第一节 制图国家标准简介	4	
第二节 常用手工绘图工具及使用方法简介	11	
第三节 几何作图	12	
第四节 平面图形的分析与作图步骤	13	
思考题	15	
第二章 机件的常用表达方法	16	
第一节 视图	16	
第二节 剖视图	18	
第三节 断面图	28	
第四节 简化画法和其他规定画法	30	
第五节 第三角投影法简介 (GB/T14692—2008)	37	
思考题	39	
第三章 标准件和常用件	40	
第一节 螺纹和螺纹联接	40	
第二节 螺纹紧固件	49	
第三节 键联接	56	
第四节 销联接	60	
第五节 滚动轴承	61	
第六节 齿轮	66	
第七节 弹簧	78	
思考题	81	
第四章 零件图	82	
第一节 概述	82	
第二节 零件图的视图选择和表达方案	83	
第三节 零件图的尺寸标注	87	
第四节 典型零件的零件图分析	92	
第五节 零件结构的合理性	100	
第六节 极限与配合	106	
第七节 几何公差	113	
第八节 表面结构	118	
第九节 零件测绘	123	
第十节 读零件图	129	
思考题	132	
第五章 装配图	133	
第一节 装配图的作用和内容	133	
第二节 装配图的表达方法	135	
第三节 装配图的尺寸标注	137	
第四节 装配图中的零部件序号和 明细栏	137	
第五节 装配结构简介	139	
第六节 机器测绘与装配图绘制	140	
第七节 读装配图	148	
第八节 由装配图拆画零件图	150	
思考题	160	
第六章 焊接构件图	161	
第一节 焊缝的形式及画法	161	
第二节 焊缝的符号	162	
第三节 焊缝的标注	167	
第四节 焊接结构图例	170	
思考题	173	
第七章 管道布置图	174	
第一节 概述	174	
第二节 管道及附件的图示画法	174	
第三节 管道布置图	181	
第四节 读管道布置图	182	
思考题	183	
第八章 化工设备图	184	
第一节 概述	184	
第二节 化工设备的视图表达	189	
第三节 化工设备图的尺寸标注	195	
第四节 化工设备图中的表格与技术 要求	197	
第五节 化工设备图的绘制与阅读	204	
思考题	212	
第九章 建筑施工图	214	
第一节 概述	214	
第二节 建筑总平面图	221	
第三节 建筑平面图	224	
第四节 建筑立面图	234	

第五节 建筑剖面图	239	第三节 AutoCAD 二维绘图命令	284
第六节 建筑详图	241	第四节 AutoCAD 辅助绘图功能	292
思考题	245	第五节 AutoCAD 二维编辑修改命令	297
第十章 建筑结构施工图	246	第六节 AutoCAD 尺寸标注与块操作	305
第一节 概述	246	第七节 AutoCAD 三维造型	312
第二节 钢筋混凝土结构的基本知识及 图示方法	249	第八节 AutoCAD 绘图实例	317
第三节 楼层结构布置图	257	思考题	326
第四节 基础图	270	附录 常用资料	331
第五节 结构施工说明	273	附录 A 螺纹	331
思考题	276	附录 B 常用标准件	334
第十一章 计算机绘图基础	277	附录 C 常用零件结构要素	360
第一节 计算机绘图概述	277	附录 D 极限与配合	364
第二节 AutoCAD 简介	277	参考文献	373
		读者信息反馈表	

绪 论

一、图形的历史与作用

有史以来,人类就试图用图形来表达和交流思想,从远古洞穴岩石上的石刻可以看出,在没有语言文字以前,图形就已经是一种有效的交流工具了。

考古发现,早在公元前 2600 年就出现了可以称为工程图样的图,那是刻在古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。直到 1500 年文艺复兴时期,才出现将平面图和其他多面图画在同一画面上的设计图。300 年之后,法国著名科学家加斯帕·蒙日 (G. Monge, 1746—1818) 总结创立了画法几何学,他对各种表达方法进行总结归纳,写成《画法几何》一书。蒙日的著作在工业革命中起到了重大作用,它使工程设计有了统一的表达方法和科学法则,这样便于技术交流和批量生产。我国早在 2000 年前就有了正投影法表达的图样。1977 年,在河北省平山县出土的公元前 323 年至公元前 309 年的战国中山王墓,发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,这也是世界上迄今为止罕见的最早的工程图样。随着科学技术的不断发展,在而后的百余年中,工程技术的进步以及生产规模的逐渐扩大,许多学者和工程技术人员对工程制图的理论和方法做了大量的研究工作,均使之不断发展乃至日趋完善。

在现代化的工业生产中,各种机器、仪表或设备都是按照工程图样来进行生产的。图样以图形为主,包括尺寸、符号以及必要的文字说明,是设计与生产过程中的重要技术资料。在生产活动中,人们离不开图样,就如同在生活中离不开语言一样,它是交流设计思想、表达设计要求的一种重要工具。因而工程图样被公认为工程界的“语言”。

随着计算机技术的飞速发展,制图技术发生了重大变化,计算机图形学 (Computer Graphics, CG) 和计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 技术大大地改变了传统的设计方式。人们甚至从设计开始就从三维入手,直接产生三维实体,然后赋予各种属性 (如材料、力学特性等),再赋予加工信息,最终到数控车间进行加工。这大大改变了用画法几何的方法绘制二维图形的方式。目前,在工程设计制图中用计算机绘图来代替手工绘图已非常普遍,设计单位已经全部实现计算机绘图,由此引起了工程制图技术的一场根本性变革。

概括来说,图形在人类社会中的作用有:

1) 图形是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学问。工程图形是工程界表达、交流的语言。

2) 在工程设计中,工程图形作为构思、设计与制造工程与产品信息的定义、表达和传递的主要媒介,在机械、土木、建筑、水利、园林等领域的技术工作和管理工作有着广泛的应用。

3) 在科学研究中,图形可直观表达实验数据,反映科学规律,对于人们把握事物的内在联系和掌握问题的变化趋势,具有重要意义。

4) 在表达、交流信息和形象思维的过程中,图形的形象性、直观性和简洁性,是人们认识规律、探索未知的重要工具。

因此,对于新世纪的大学生,工程制图就像数学、物理、化学、外语、计算机应用一样,它体现了一种素质,它是一种工具、一种思维方式。

在工程知识中,工程制图是大学生工程认知的第一个窗口,也是最适合的窗口。

二、本课程的任务和目的

学校是培养人才的摇篮,而人的培养应注重过程,这个过程不仅是知识的积累和传递,更重要的是能力的培养与提高。作为工程技术人员,不具备分析问题和解决问题的能力以及创新的思维,将不能胜任技术工作;不会用仪器和计算机绘图,在能力上是欠缺的、不完整的,也不便于与人通过图样进行交流。

本课程的主要目的是培养学生能够自觉地运用各种绘图手段来构思、分析和表达工程问题的能力。这种能力是每个工程技术人员所必须具备的。

本课程的任务和目的主要有以下几点:

- 1) 学习正投影法的原理和应用。
- 2) 培养空间几何问题的图解能力和将工程技术问题抽象为几何问题的初步能力。
- 3) 培养阅读和绘制工程图样的基本能力。
- 4) 培养空间想象、构思和造型能力。
- 5) 培养仪器绘图、徒手绘草图、计算机绘图的能力,特别是利用计算机绘图的初步能力。
- 6) 培养贯彻、执行和遵守相关制图国家标准的能力。
- 7) 培养认真、细致、严谨和科学的作风,以提高学习者的素质。

三、本课程的主要内容

- (1) 制图标准 学习国家相关制图标准中的有关规定,并严格遵守国家标准和规定。
- (2) 表达方法 运用投影原理和方法,遵照国家标准的规定,研究机械零件、机械部件、焊接构件、管路布置、化工设备、建筑施工以及有关专业工程图样的表达和读图方法。
- (3) 绘图技法 学习并掌握用二维、三维图形方式表达设计对象的仪器作图、徒手绘草图以及计算机绘图的方法和技能,遵循正确的作图步骤和方法。

四、本课程的学习方法

1. 空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合

培养学生的空间想象能力,既是本课程的重要任务,又是学好本课程的关键,对于后续课程的学习也非常重要。在理论学习中,要尽量弄清相关问题的空间情况;在绘图与读图实践中,要反复地进行由空间到平面,再由平面到空间的交叉练习;读图时注意记忆常见结构,增加头脑中的表象积累,在课程的学习中不断提高自己的空间想象能力。

2. 理论联系实际,掌握正确的方法和技能

本课程的动手实践性很强,学生在掌握基本概念和基本理论的基础上,必须通过大量、反复地做练习和画图、读图的实践训练才能学会和掌握用理论分析实际问题、解决实际问题的正确方法和步骤,以及实际绘图的正确方法、步骤和操作技能。

3. 加强标准化意识和对国家标准的学习

为了确保图样传递信息准确无误,对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法等都必须有严格、统一的规定,以保证其正确与规范。在我国,对工程技术图样重要的统一规定是以“国家标准”的形式作出的。

国家标准简称“国标”，代号“GB”。第一个国家标准《机械制图》是1959年颁布的，第一个国家标准《建筑制图》是1965年颁布的。此后，随着科学技术的进步、社会的发展以及对外交流的加强，国家标准也在不断地修订和制定，并按照需要制定了对各个技术领域和部门共同适用的、统一的国家标准《技术制图》。

国家标准对投影方法、图样画法、尺寸注法、图纸幅面及格式、比例、字体、图线等诸多方面都作了规定，每位学习者都应从开始学习本课程时就树立标准化意识，认真学习并严格遵守国家标准的各项规定，以保证自己所绘图样的正确、规范。

4. 与工程实际相结合

本课程是一门既具有系统理论，又有较强实践性的专业基础课程，也是服务于工程实际的实操课程。因此，从它的课程定位来看，学生在学习中必须注意学习和积累相关的工程实际知识，这些知识的积累对加强读图和画图能力以及后续课程的学习均非常有益。

5. 树立良好的学习、工作作风

工程图样是组织生产、施工的重要技术文件，图样上的错误会给生产带来不同程度的损失，还可能造成事故，所以学生在学习过程中应注意自觉培养认真负责、一丝不苟的工作作风。

第一章 制图的基本知识

图样是现代工业生产的重要技术文件，是人们表达设计思想，进行技术交流，组织生产与施工的重要工具之一，是工程技术人员的“语言”。国家标准对工程图样有详细规定，绘图时必须严格遵守。

第一节 制图国家标准简介

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

表 1-1 所列为国家标准（GB/T 14689—2008）中规定的各种图纸幅面尺寸，绘图时应优先采用，必要时可延长边长，加长量应符合本标准的规定。

表 1-1 图纸幅面 (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。其格式分为留装订边和不留装订边两种。留装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示；不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。

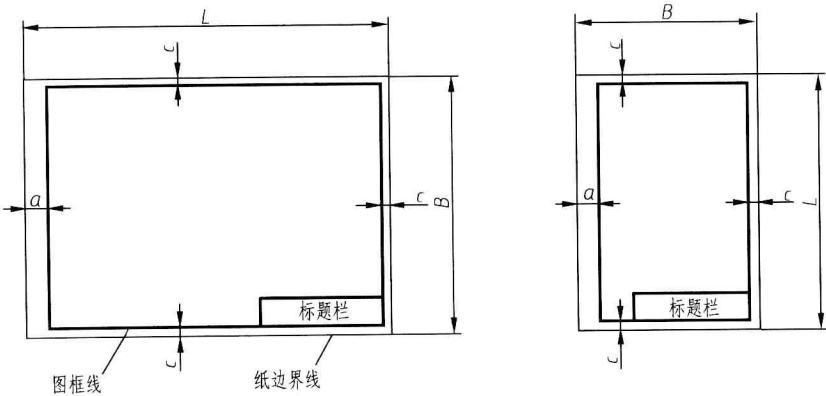


图 1-1 留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图样必须画出标题栏，标题栏的格式和尺寸应符合 GB/T 10609.1—2008 的规定。

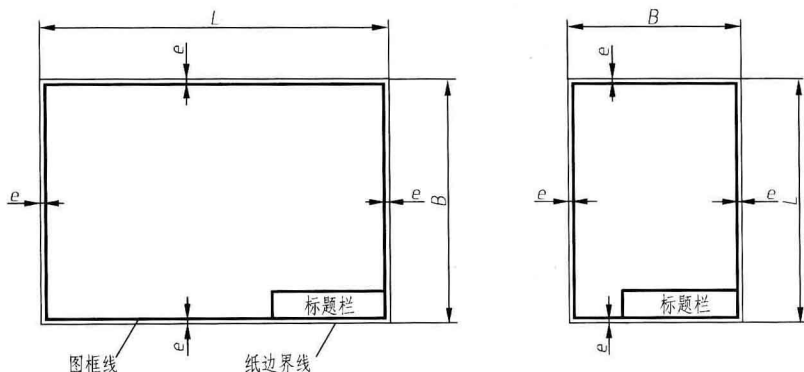


图 1-2 不留装订边的图框格式

在练习绘制零件图时，建议采用图 1-3 所示的标题栏格式。标题栏的位置位于图纸的右下角，如图 1-1、图 1-2 所示。看图方向与标题栏中的文字方向一致。

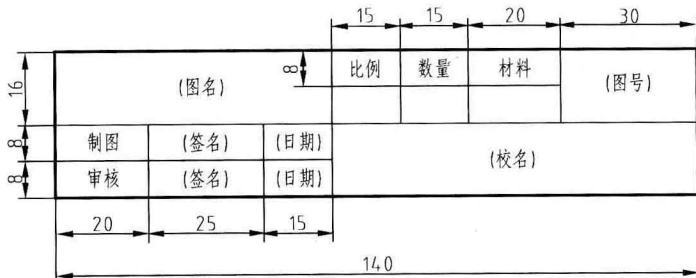


图 1-3 教学用的零件图标题栏

二、比例（GB/T 14690—1993）

1. 术语

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。原值比例是指比值为 1 的比例，即 1:1。放大比例是指比值大于 1 的比例，如 2:1 等。缩小比例是指比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

2. 比例系数

需要按比例绘制图样时，应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 优先系列比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:10 \times 10^n$
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$

注：n 为正整数。

绘制同一物体的各个视图尺寸时，应尽量采用相同的比例，并填在标题栏中比例一项内。当某个视图需要采用不同比例时，必须另行标注。

为了能从图样上得到实物大小的真实概念,应尽量采用 1:1 的比例绘图。不论采用何种比例绘图,图中所标注的尺寸数值必须是实物的实际尺寸,与图形的比例无关,如图 1-4 所示。

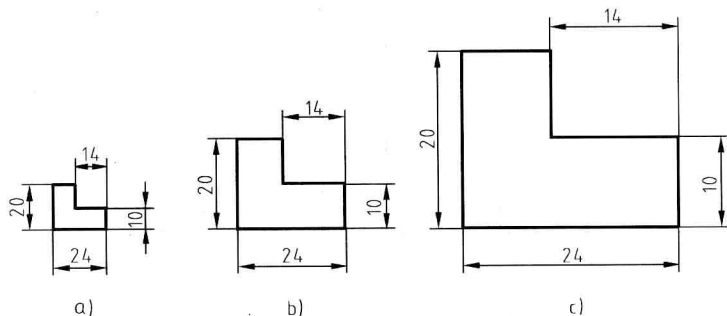


图 1-4 图形比例与尺寸数字

a) 1:2 b) 1:1 c) 2:1

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样除了包含表示物体形状的图形外,还必须用文字、数字和字母表示物体的大小及技术要求等内容。国家标准对字体的大小和结构都作了统一的规定。

1. 基本要求

1) 在图样中书写汉字、数字和字母时,都必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增。字体高度代表字体的号数。

3) 汉字应写成长仿宋体,并且采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

4) 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,只允许选用一种形式的字体。

5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

2. 书写示例

汉字、数字和字母的书写示例如图 1-5 所示。

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 线型及应用

国家标准 GB/T 17450—1998 中规定了 15 种基本线型,绘制机械图样一般使用 8 种基本图线,其名称、线型及应用见表 1-3。

机械图样中,图线宽度 d 分为粗、细两种,其比例为 2:1。按图样的大小和复杂程度,在下列系数中选择: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。粗实线宽度优先采用 0.5mm。图线的应用示例如图 1-6 所示,在图示零件的视图上,粗实线表达该零件的可见轮廓线,虚线表达不可见轮廓线,细实线表达尺寸线、尺寸界线及剖面线,波浪线表达断裂处的边界线及视图和剖视图的分界线,细点画线表达对称中心线及轴线,细双点画线表达相邻辅助零件的轮廓线。

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填施工引水通风闸坝棉麻化纤



图 1-5 汉字、数字和字母的书写示例

表 1-3 常用线型及应用

线型名称	线 型	图线宽度	一 般 应 用
粗实线		$d(0.5\text{mm})$	可见轮廓线、可见棱边线
细实线		$d/2(0.25\text{mm})$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、指引线、过渡线等
波浪线		$d/2(0.25\text{mm})$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2(0.25\text{mm})$	断裂处的边界线
细虚线		$d/2(0.25\text{mm})$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		$d/2(0.25\text{mm})$	轴线及对称中心线、齿轮分度圆(线)及分度线
粗点画线		$d(0.5\text{mm})$	限定范围的表示线、有特殊要求的线等
细双点画线		$d/2(0.25\text{mm})$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线

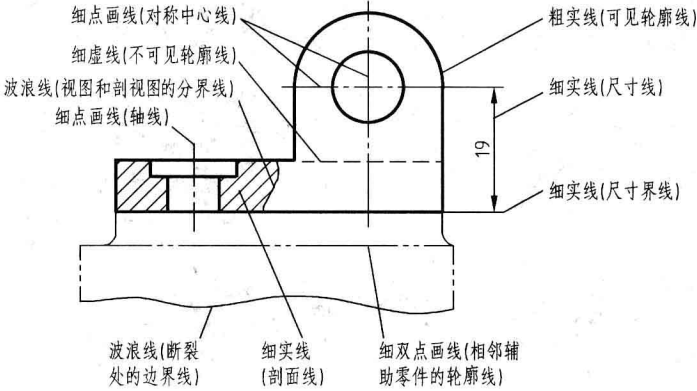


图 1-6 图线的应用示例

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度和间隔应各自大致相等。
- 2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。
- 3) 绘制相交中心线时，应以长画相交，细点画线的起始与终了应为长画。一般中心线应超出轮廓线 3~5mm 为宜，如图 1-7a 所示。图 1-7b 所示为绘制中心线时常见的错误。绘制较小图形时，允许用细实线代替细点画线，如图 1-7c 所示。
- 4) 细点画线、细虚线与其他图线相交时都应为线段相交，不能交在空隙处。当细虚线在粗实线的延长线上时，应留出空隙，再画细虚线的短画线。

五、尺寸标注（GB/T 4458.4—2003）

物体的形状可用图形来表达，但其大小必须由图样上标注的尺寸来确定。尺寸标注是绘

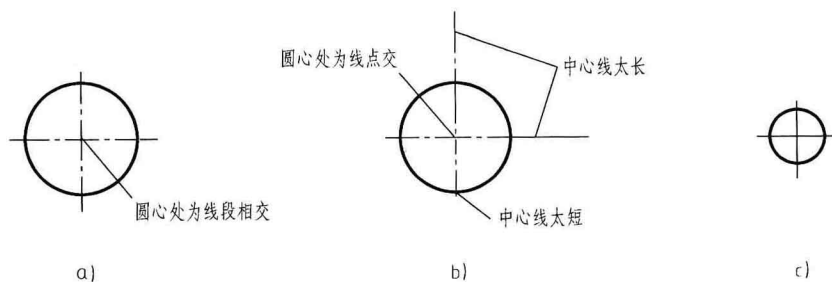


图 1-7 中心线的画法

a) 正确 b) 错误 c) 用细实线代替细点画线

制工程图样的一项重要内容。在绘制图样时必须按 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》中的规定画法和 GB/T 16675.2—1996《技术制图 简化表示法 第2部分：尺寸注法》的规定标注尺寸，否则会引起混乱，给生产带来损失。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所标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) 图样中的尺寸以毫米（mm）为单位时，不需在尺寸数值后面标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应计量单位的符号。

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) 机件的一个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

完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字等要素组成，如图 1-8 所示。图中的尺寸线终端可以有箭头、斜线两种形式。

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-4。尺寸标注的基本方法见表 1-5。

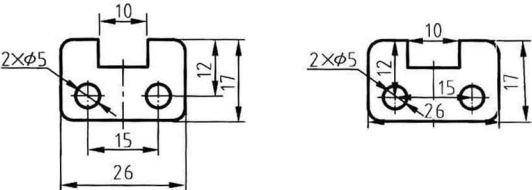
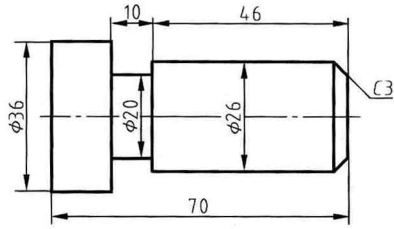
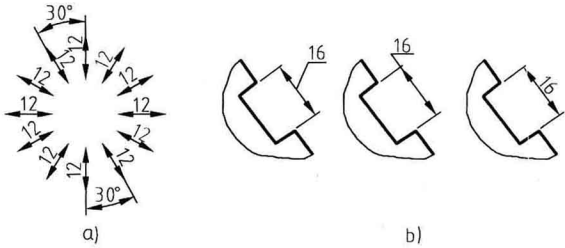
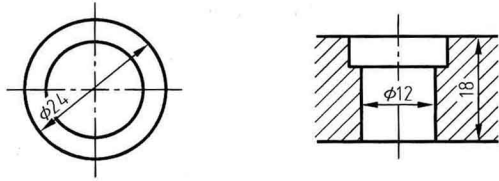
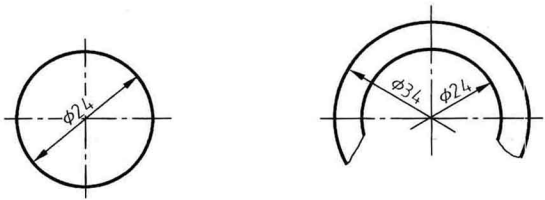
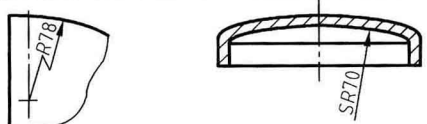
表 1-4 标注尺寸的符号和缩写词

名 称	直径	半径	球直径	球半径	厚度	正方形
符号和缩写词	ϕ	R	$S\phi$	SR	t	
名 称	45°倒角	深度	沉孔或锪平		埋头孔	均布
符号和缩写词	C	∇	$\sqcup$		$\vee$	EQS

表 1-5 尺寸标注的基本方法

项目	说 明	图 例
尺寸界线	尺寸界线用细实线绘制，也可以利用轮廓线或中心线作为尺寸界线	

(续)

项目	说 明	图 例
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为尺寸线使用 2. 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	 正确 错误
尺寸数字	尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或中断处	
尺寸数字	线性尺寸的数值应按图 a 所示的方向填写,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸;当无法避免时可按图 b 所示的方法标注	 a) b)
直径与半径	尺寸数字不可被任何图线所通过,当不可避免时,必须把图线断开	
直径与半径	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”	
直径与半径	半径尺寸必须标注在投影为圆弧的图上,且尺寸线或其延长线应通过圆心	
直径与半径	大圆及球半径的标注方法	

(续)		
项目	说 明	图 例
狭小位置的尺寸标注	1. 当没有足够的位置画箭头或写数字时,可将其中之一布置在外面 2. 位置更小时,箭头和数字可以都布置在外面 3. 标注一连串小尺寸时,可用小圆点或斜线代替箭头,但两端箭头仍然画出	
角度	1. 角度的尺寸界线必须沿径向引出 2. 角度的数字一律水平填写 3. 角度的数字应写在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面,或引出标注	

第二节 常用手工绘图工具及使用方法简介

- 一、绘图方法介绍
- 一般用以下三种方法绘制图样。
- (1) 计算机绘图

计算机绘图是指应用计算机软件绘制图样。
- (2) 徒手绘图

徒手绘图是指以目测估计图形与实物的比例,按一定画法徒手(或部分使用绘图仪器)绘制图样的草图。
- (3) 仪器绘图

仪器绘图是指使用绘图仪器和工具绘制图样。
- 二、绘图工具及其使用方法
- 正确使用绘图工具是提高绘图质量和速度的前提。下面介绍几种常用的绘图工具。
- (1) 图板

图板用于铺贴图纸,其表面应平滑光洁,图板的侧边为丁字尺的导边,应平直光滑,其用法如图 1-8 所示。
- (2) 丁字尺和三角板

两者配合使用,可以画水平线、垂直线和特殊角度线。
- (3) 圆规与分规

圆规用于画圆和圆弧。画图时尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面,且钢针的台阶与铅芯尖平齐。分规主要用于量取线段长度、等分线段。使用分规时,两个针尖应调整平齐。
- (4) 绘图铅笔

绘制工程图样应使用铅笔。绘图铅笔依铅芯的软硬有 2B、B、HB、H、