

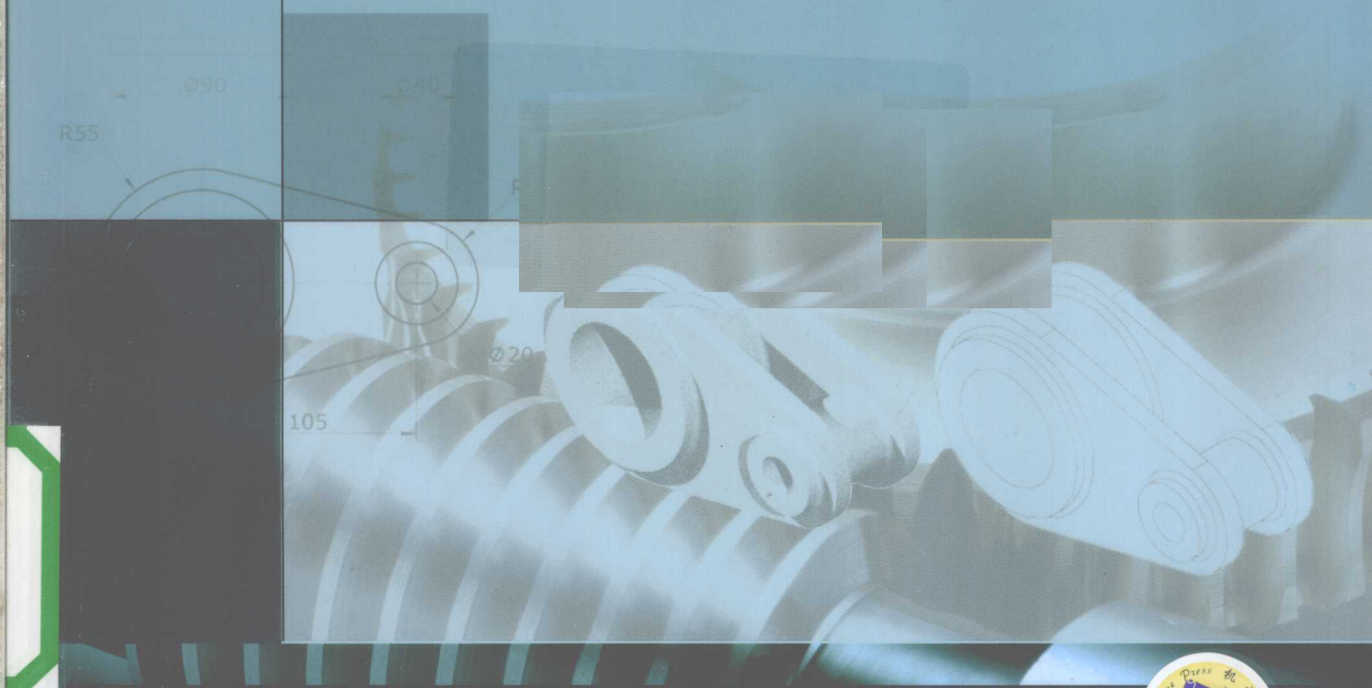


高等教育“十二五”规划教材
新世纪高校机电工程规划教材

工程制图

第 3 版

孙培先 刘衍聪 主编



高等教育“十二五”规划教材
新世纪高校机电工程规划教材

工 程 制 图

第 3 版

主 编	孙培先	刘衍聪
副主编	牛文杰	刘丽娟
参 编	赵军友	袁宝民
主 审	范波涛	许光明



机 械 工 业 出 版 社

本书依据教育部“高等学校工科工程制图基础课程教学基本要求”及最新国家制图标准,通过教学内容和教学方法的改革实践,在2006年第2版的基础上修订而成。

本书基本内容包括:制图基本知识,点线面的投影,立体及其交线;组合体的视图,机件的表达方法;标准件与常用件,零件图与装配图,焊接构件图,管路布置图,化工设备图等内容。

本书突出了课程特点、注重了空间分析、形体分析、投影规律、表达特点、作图方法,注意问题等的归纳和总结。为便于教学,特为本书研制了电子教案及配套习题集。

本书适用于石油、化工高等院校的非机与近机类各专业的工程制图教材,也适合于成人高等教育、网络函授大学等的有关专业师生使用,并可供相应的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/孙培先,刘衍聪主编.—3版.—北京:机械工业出版社,2010.6

高等教育“十二五”规划教材·新世纪高校机电工程规划教材
ISBN 978-7-111-30816-4

I. ①工… II. ①孙…②刘… 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(2010)第097433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:章承林 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2010年8月第3版第1次印刷

184mm×260mm·15.5印张·381千字

标准书号:ISBN 978-7-111-30816-4

定价:23.00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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

新世纪高校机械工程规划教材 编审委员会

顾问：艾 兴（院士）
领导小组：张 慧 师忠秀 梁景凯
 赵永瑞 赵玉刚
委员：张 慧 张进生 宋世军 沈敏德
 赵永瑞 程居山 赵玉刚 肖文生
 高振东 王守城 姜培刚 梅 宁
 昃向博 梁景凯 方世杰 邓海平
 尚书旗 姜军生 刘镇昌

前 言

本书根据教育部高等学校工科制图课程教学指导委员会所制定的“工程制图课程教学基本要求”及最新国家制图标准，结合石油、化工类各专业的特点，通过多年的教学内容与方法的改革实践，在《工程制图》教材前两版的基础上修订而成。

本书保持了前两版的基本内容和风格，仍以加强基础、注重实践、培养空间想象和分析创新能力为宗旨。修订中力求新的思路、新的内容和新的形式，使该教材具有科学性、先进性和实用性。

在本书修订中，将工程制图标准与计算机绘图等内容作为制图的基本知识，调整了点、线、面及相互位置部分内容的顺序；充实了组合体视图中读图的形体构思分析，丰富了读图与尺寸分析内容；增补了零件图的结构与尺寸分析，以及特殊零件的表达特点等内容。本书对整体内容作了大量的调整和补充，结合工程实际应用图例，采用了最新颁布的《机械制图》与《技术制图》国家标准中的相关规定。

该教材修订后具有以下特点：加强了形体分析与线面分析的基本方法，注重了平面图形与空间物体的转换规律，丰富了空间构思和应用分析的图例，结合了石油化工专业的图形特点；保持了突出空间分析的手段，投影规律与表达特点的总结，作图方法与注意问题的归纳等特点。教材内容以机械工程图样的绘制与阅读为主，并编排有石油化工特色的焊接构件图、管路布置图、化工设备图等内容，以满足不同专业对工程制图教学的需求。

为满足教学需要，我们研制了与《工程制图》（第3版）教材内容完全一致的电子教案，并重新编辑出版了与本教材配套的《工程制图习题集》。需要者可与机械工业出版社或编者联系（sunpxn@sina.com）。

本书可供石油、化工高等院校非机械类与近机械类各专业学生使用。教学中可根据专业和学时的不同酌量取舍。本书也适合成人高等教育、网络函授大学等的有关专业使用，并可供工程技术人员参考。

本书由中国石油大学（华东）孙培先、刘衍聪教授任主编，牛文杰、刘丽娟任副主编。先后参加本书编写与修订工作的还有赵军友、袁宝民等。山东大学范波涛教授、中国石油大学许光明教授对全书进行了审阅。本书修订还得到了工程与计算机图学老师们的关心和支持，在此表示真诚的感谢。

编 者
2010年5月

目 录

前言	
绪论	1

第一篇 制图基础

第一章 制图基本知识	3
第一节 制图的一般规定	3
第二节 几何图形的作法	10
第三节 徒手绘图的技巧	14
第四节 AutoCAD 绘图技术	16
第二章 投影基础	28
第一节 投影基本知识	28
第二节 点与直线的投影	30
第三节 空间平面的投影	38
第四节 线、面的相对位置	42
第五节 投影变换	51
第三章 基本体的投影	59
第一节 平面立体	59
第二节 曲面立体	62
第三节 两回转体表面相交	71
第四节 立体的轴测投影	75
第四章 组合体的视图	83
第一节 组合体的构成	83
第二节 组合体的三视图	86
第三节 画组合体的三视图	87
第四节 读组合体的视图	94
第五节 组合体的尺寸标注	103
第五章 机件的表达方法	108
第一节 视图	108
第二节 剖视图	112
第三节 断面图	120
第四节 规定与简化画法	122
第五节 综合表达实例分析	124

第二篇 工程图样

第六章 标准件与常用件	128
第一节 螺纹的画法及标注	128
第二节 螺纹紧固件	133

第三节 键与销联接	138
第四节 直齿圆柱齿轮	140
第五节 轴承与弹簧	143
第七章 零件图	147
第一节 零件图的内容	147
第二节 零件的结构分析	148
第三节 零件的视图与尺寸	150
第四节 技术要求	160
第五节 读零件图	169
第八章 装配图	174
第一节 装配图的内容	174
第二节 装配体的表达方法	175
第三节 装配图的尺寸与编号	177
第四节 装配结构的工艺性	179
第五节 绘制装配图	180
第六节 读装配图	185
第九章 焊接构件图	191
第一节 焊缝的形式及画法	191
第二节 焊缝的代号	193
第三节 焊缝的标注	195
第四节 焊接结构图例	197
第十章 管路图	198
第一节 管路图概述	198
第二节 管路图	199
第三节 管路布置图	201
第四节 读管路布置图	205
第十一章 化工设备图	208
第一节 概述	208
第二节 化工设备的视图	208
第三节 化工设备的尺寸	213
第四节 化工设备图的表格与技术要求	215
第五节 化工设备图的绘制和阅读	216
附录	220
附录 A 螺纹	220
附录 B 常用的标准件	223
附录 C 极限与配合	232
附录 D 金属材料与热处理	235
附录 E 零件结构要素与加工规范	239
参考文献	240
读者信息反馈表	

绪 论

在现代学术研究和应用领域，必须具有良好的形象思维与图形表达能力。工程图学在培养空间想象力、进行科技交流和工业生产中发挥着重要作用。

一、本学科的研究对象

在现代科学技术飞速发展的时代，人们常在分析、研究事物的客观规律，以及构思、设计和图解空间几何问题的过程中，广泛地应用投影的基本理论与方法。在工程技术活动中，通常按照一定的方法、规律和技术规定，在图纸上正确地表示出机器、建筑、设备、零件、仪表及物体的结构、形状、大小、材料、规格和性能等内容，这种图纸资料就称之为工程图样，它是工程技术人员用来设计、表达和交流技术思想的工具。因此，图样成为当今信息社会的重要载体，工程图样常被称为工程界的技术语言。

在机械工程上常用的图样有零件图、装配图、展开图和焊接图。在石油化工工程中，常用的图样有管路安装图、工艺流程图和化工设备图。在房屋建筑工程中，常有建筑施工图、结构施工图和设备施工图等。在进行机器设备的设计和改进时，要通过图样来表达设计思想和要求；在制造机器过程中的加工、检验、装配等各个环节，都要以图样作为依据；在使用机器时，也要通过图样来帮助了解机器的结构和性能。因此，工程图样是设计、制造、使用机器过程中的一种重要的工程技术文件。

随着计算机图形学的普及和发展，图形处理和绘制手段则发生了大的变革，工程界已逐步利用计算机来绘制工程图样，从而大大地提高了绘图的质量与速度。了解计算机绘图的基本知识，掌握计算机绘图的基本技能，也是工程制图的一个重要组成部分。

本课程主要是研究投影的基本理论与方法，完成由“物到图”和由“图到物”的转换过程，即研究空间与平面间物体的相互转换规律。工程制图的理论与方法，是根据投影规律和技术规定来绘制和阅读工程图样的一门科学，是解决工程技术问题的一种重要工具，每一个工程技术人员都必须学习和掌握这门科学技术。

二、学习本课程的目的

工程制图是高等工科院校中一门既有系统理论，又有较强实践的重要技术基础课程。本课程的主要内容包括：制图基础和工程图样两大部分。

制图基础部分主要学习正投影法的形成和规律，表达空间线面关系和几何体形状的原理和方法，培养空间想象和分析能力。制图基础部分的重点是掌握各视图间的对应规律和机件的表达方法，提高空间构形创新能力和绘图技术。

工程图样部分要求掌握机械零部件的表达特点和内容，熟悉制造工艺与技术要求，了解不同专业图样的绘制方法和有关规定，熟练掌握阅读机械工程装配图和零件图的基本技能，以及阅读其他专业图样的方法和步骤。

通过这门基础技术课程的学习，目的是掌握现代科学技术知识和手段，培养既有绘制和

阅读工程图样的能力，又具有较强空间形象思维能力的创新型人才。

学习本课程的主要目的和任务是：

- 1) 研究正投影的基本理论与方法。
- 2) 学习工程制图技术的规定和知识。
- 3) 掌握绘制和阅读工程图样的基本技能。
- 4) 培养空间分析和解决工程问题的综合能力。

随着学习和实践经验的积累，以逐步地达到其学习目的，为后继课程的学习和研究解决工程技术问题打下坚实的基础，以适应现代化建设的需要。

三、本课程的学习方法

由于工程制图是研究空间三维形体与平面图形之间的对应关系，因此，在本课程的学习中，必须要有适合该课程特点的学习方法作指导，以顺利地完成该课程的学习任务。

1) 要学习好这门课程，必须要抓住其空间思维与形象思维的学科特点。利用投影原理反复进行空间与平面间相互转换过程的想象和理解。分析空间形体与平面图形间的对应关系和规律，通过空间的分析和形象思维活动，达到空间与平面间的对立和统一。

2) 利用投影的基本理论与方法，进行由物到图、又由图到物的对应练习。通过表达制图和阅读图形的反复实践，以掌握制图与读图的基本技能和空间想象能力的提高。因此，在学习过程中必须坚持进行多画、多读和多想象的综合训练。

3) 在学习本课程的过程中，必须抓住课程的内容特点。对学习的每部分内容要善于归纳其投影规律、表达特点和作图方法，以加深对所学内容的理解。这样既便于熟练掌握理论知识和实际运用，又能较快地提高工程制图的学习效率。

4) 在学习时必须培养耐心细致的工作作风，树立严肃认真的工作态度，坚持理论联系实际的学风，养成刻苦自学的良好习惯。并注意熟悉制图国家标准和有关技术规定，逐步提高绘制和阅读工程图样的能力，提高构思与创新能力。

第一篇 制图基础

第一章 制图基本知识

国家标准中规定了有关《技术制图》和《机械制图》的标准。它是根据生产实践中总结出来的规律并参考国际标准化组织 ISO 制定的国际标准而制定的，起着统一图样画法、提高生产率、便于技术交流的作用。机械制图标准与其他标准一样，为了满足生产技术发展的需要，进行过多次修改和补充。

国家标准简称国标，代号为“GB”。包括强制性国标“GB”、推荐性国标“GB/T”、指导性国标“GB/Z”。代号后的数字为标准号，由顺序号和发布的年代号组成。例如“图线”的标准号为 GB/T 4457.4—2002。

第一节 制图的一般规定

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

为了便于图样的管理与交流，绘制图样时，应优先采用表 1-1 和图 1-1、图 1-2 中规定的基本幅面。图幅代号为 A0、A1、A2、A3、A4 五种，必要时可按有关规定加大幅面。

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线。其格式分不留装订边和留装订边两种。不留装订边如图 1-1 所示，留装订边如图 1-2 所示。注意同一产品的图样只能采用同一种格式。当图纸选用留装订边格式时，一般应采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。

3. 标题栏

按《技术制图》标准规定，在每张图纸的右下角处要画出标题栏，其位置配置与看图方向一致。其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—2008 规定，装配图中明细栏由 GB/T 10609.2—1989 规定。

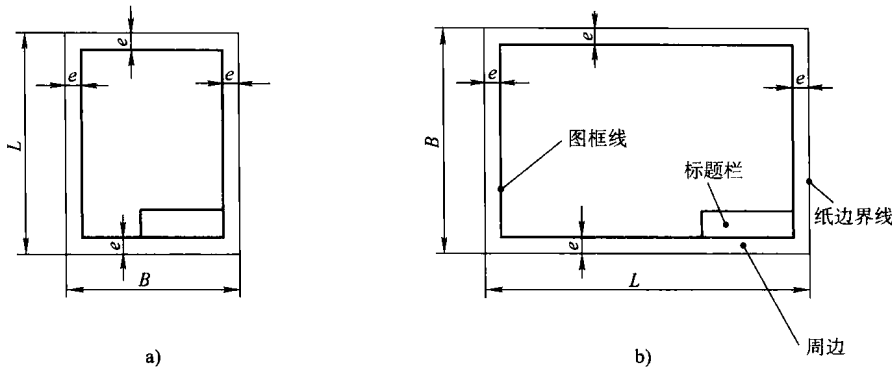


图 1-1 图框格式（一）

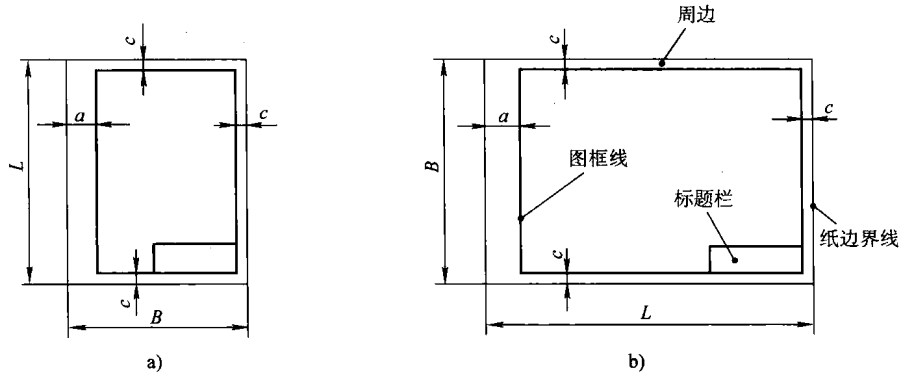


图 1-2 图框格式（二）

在制图课程学习期间，可采用简化的标题栏格式，如图 1-3 所示。

(40)					12		35			
	12		(图名)		比例		(图号)			
					件数					
	制图		(日期)		重量		材料			
	描图		(日期)		(班级)					
	审核		(日期)							
40				65						
130										

图 1-3 简化标题栏的格式与尺寸

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。比例分原值比例、放大比例和缩小比例三种。绘图时一般应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1:1					
缩小比例	1:2	1:3	1:5	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$	

注： n 为正整数。

三、字体（GB/T 14691—1993）

在图样中书写文字或数值时，必须按国标规定书写，一般遵循以下要求：

- 1) 汉字的书写应该做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐、符合规定。
- 2) 采用长仿宋体及国家公布的简化字，字高 h 不应小于 3.5mm，一般字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。
- 3) 字的号数即字体高度，其公称尺寸系列为：1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。
- 4) 字母和数值可写成斜体和直体，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线约成 75° 角。字体、字母书写示例如图 1-4 所示。

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
 制图审核描图比例材料重量 石油化工机械钻井开发炼制

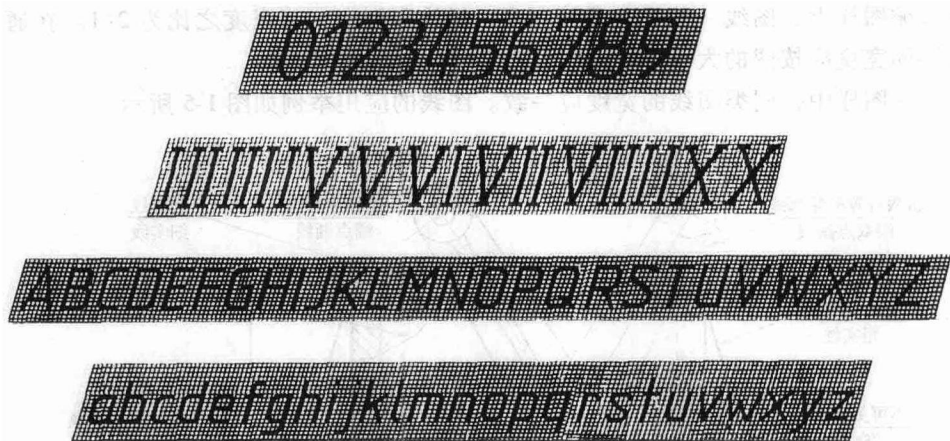


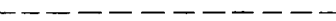
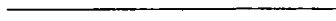
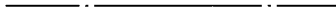
图 1-4 字体、字母书写示例

四、图线（GB/T 4457.4—2002）

1. 基本线型与应用

在绘制工程图样时，根据需要应采用表 1-3 中所规定的基本线型。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	图线型式	线宽	图线应用举例
粗实线		d	可见轮廓线 相贯线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细实线			尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 指引线与过渡线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
波浪线			断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线			断裂处的边界线
细点画线			轴线 对称中心线
细双点画线			相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 轨迹线
粗点画线		d	限定范围表示线

图线的宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度，在下列数系中选择：0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ 。

在机械图样上，图线一般只有两种宽度：粗线和细线，其宽度之比为 2:1。在通常情况下，粗线的宽度应按图的大小和复杂程度在 0.5 ~ 1mm 之间选择。

在同一图样中，同类图线的宽度应一致。图线的应用举例如图 1-5 所示。

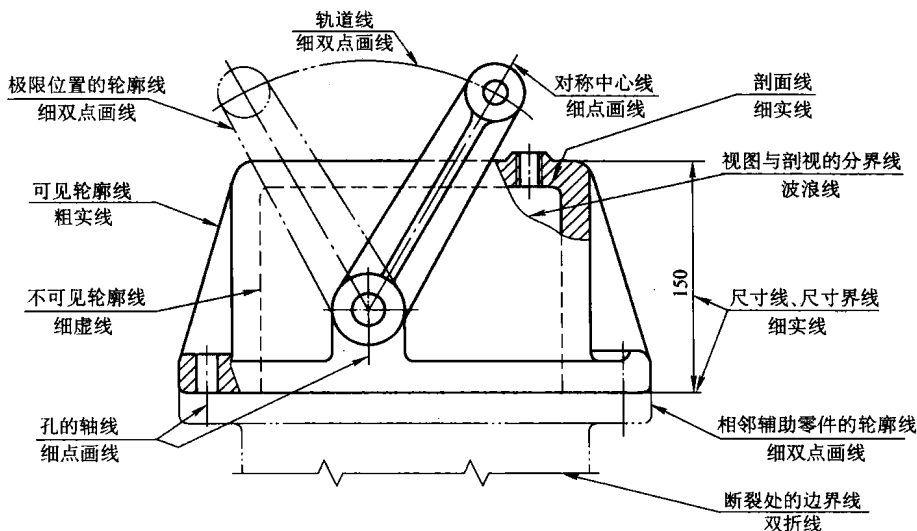


图 1-5 图线的应用举例

2. 图线的画法

采用基本图线绘图时，需要注意以下几点：

- 1) 在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致，线段长度和间隔应大致相等。
- 2) 点画线和双点画线的首末两端应是长画；彼此相交时，其交点应在长画处。
- 3) 绘制轴线或对称中心线时，点画线的两端应超出图形轮廓线 2 ~ 5mm。
- 4) 细虚线位于粗实线的延长线上，应留有间隙。

图线的画法举例如图 1-6 所示。

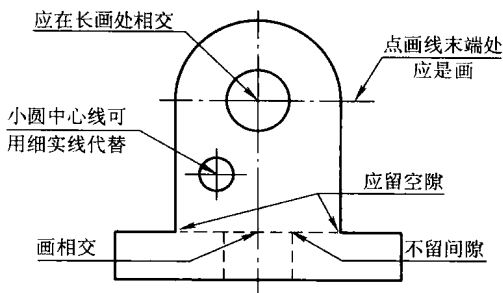


图 1-6 图线的画法举例

五、尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)

在图样中，图形只能表达机件的结构形状。而机件的大小则由标注的尺寸确定，标注尺寸是一项极为重要的工作，必须认真细致，一丝不苟，并要严格遵守国标中对尺寸标注的一系列规定。

1. 基本规则

- 1) 机件的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准确度无关。
- 2) 图样尺寸一般以毫米为单位，且不注写名称或代号，若采用其他单位，则需注明。
- 3) 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。
- 4) 图样中标注的尺寸，为机件最后完工时所要求的尺寸数值，否则应加以说明。

2. 尺寸组成及注法

如图 1-7 所示，一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字、尺寸终端及符号等。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

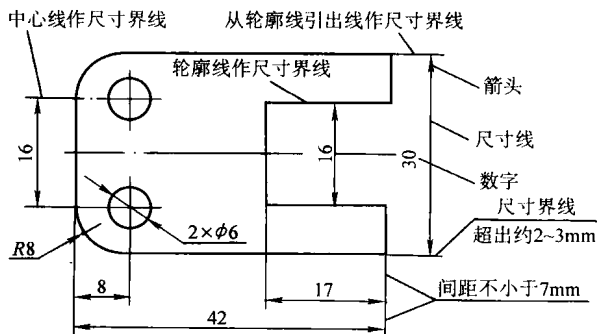


图 1-7 尺寸的组成

尺寸界线应与尺寸线垂直，并超出尺寸线的终端 2 ~ 3mm，必要时也允许尺寸界线与尺寸线倾斜。

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制，尺寸线必须单独画出，不能用图上任何其他图线代替，也不能与图线重合或在延长线上。尺寸线与轮廓线或两尺寸线的间隔不小于 7mm。

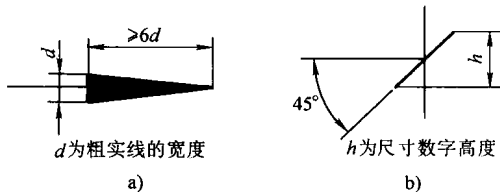


图 1-8 尺寸终端的画法

a) 箭头 b) 斜线

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。互相平行的尺寸线间隔要均匀，

间隔一般为 6 ~ 8mm。

当标注圆或圆弧的直径或半径尺寸时，尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

(3) 尺寸线终端 尺寸线终端有两种形式，箭头或斜线，如图 1-8 所示。箭头适用于各种类型的图形，宽度与粗实线相同，箭头的长度应为 3 ~ 5mm，箭头的尖端要与尺寸界线接触，不得超出也不得分开。

当尺寸终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。细斜线的方向和画法如图 1-8b 所示。

应注意：同一图样中只能采用一种尺寸终端形式。机械图中一般采用箭头的形式。

(4) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般写在尺寸线的上方或尺寸线的中断处，但同一图样上最好保持一致。当位置不够时可引出标注。

尺寸数字方向应朝上朝左书写，尽量避免在图 1-9a 所示的 30° 范围内标注，当无法避免时，可按图 1-9b 的形式标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则，必须将该图线断开，如图 1-10 所示。

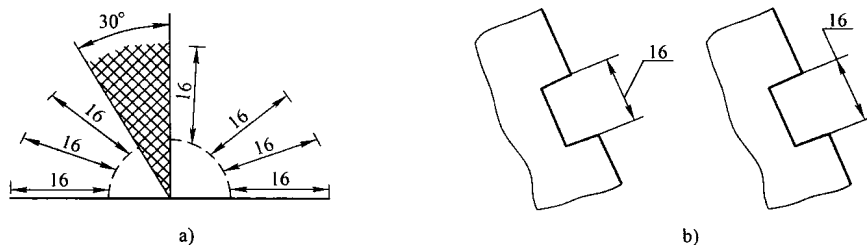


图 1-9 尺寸数字的注写

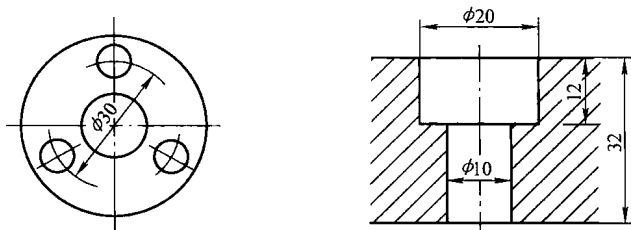


图 1-10 尺寸数字不能与图线相交

(5) 符号 在工程图样中，常用不同的符号来区分不同类型的尺寸，部分尺寸符号的意义见表 1-4。

表 1-4 部分尺寸符号的意义

符 号	意 义	举 例	符 号	意 义	举 例
ϕ	表示直径	$\phi 20$	$\times$	参数分隔符	$3 \times \phi 12$
R	表示半径	$R10$	$\pm$	表示正负偏差	± 0.18
S	表示球面	$SR10$	$\square$	表示正方形	$\square 15 \times 15$
M	表示螺纹	$M16$	$\sqcup$	沉孔或锪平	$\sqcup \phi 26$
t	薄板件厚度	$t2$	∇	埋头孔	$\nabla \phi 13 \times 90^\circ$
C	45°倒角	$C1.5$	∇	深度	$\nabla 5$

3. 尺寸标注举例

在表 1-5 中, 列出了国家标准所规定的尺寸注法。

表 1-5 尺寸标注示例

标注内容	图 例	说 明
角度		1. 标注角度的尺寸界线应从圆心沿径向引出 2. 标注角度时尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点 3. 角度的数字应一律水平书写, 并按左图的形式标注
圆		1. 直径尺寸应在尺寸数字前加符号“ϕ” 2. 尺寸线应通过圆心 3. 整圆或大于半圆注直径
圆弧		1. 半径尺寸数字前面应加注符号“R” 2. 半径尺寸必须注在投影为圆弧的图形上 3. 半圆或小于半圆的圆弧标注半径尺寸
大圆弧		当圆弧过大无法在图纸上标出圆心时, 可按左图所示标注
球面		标注球面直径或半径时, 应在“ ϕ ”或“R”前面再加注符号“S”。对标准件、轴及手柄的前端, 在不引起误解的情况下, 可省略“S”
光滑过渡处的尺寸		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
板状零件		标注板状零件厚度时, 可在尺寸数字前加注符号“t”

(续)

标注内容	图 例	说 明
狭小部位		在没有足够位置画箭头或注写尺寸数字时,可按左图的形式注写
正方形结构		标注剖面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长数字前加注符号“□”或用 14 × 14 代替
对称机件		当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应超过对称中心线或断裂处的边界线,并在尺寸线一端画出箭头
倒角及槽的标注		1. 轴或孔上的 45° 倒角,可按图 a 标注;非 45° 倒角可按图 b 的形式标注 2. 槽的尺寸可按图 c 或图 d 的形式标注 图 c 所注的是“槽宽 × 直径” 图 d 所注的是“槽宽 × 槽深”

第二节 几何图形的作法

立体的轮廓形状一般都是由不同的几何图形构成的,熟练地掌握几何作图的方法,将会提高绘图的速度和质量。几何作图的内容较多,在此仅介绍常用的正多边形、椭圆的画法,斜度和锥度以及圆弧连接的作图方法。

一、正多边形的画法

1. 正六边形

若已知 AB 或 CD 不同的已知条件, 其正六边形的作图方法如图 1-11 所示。

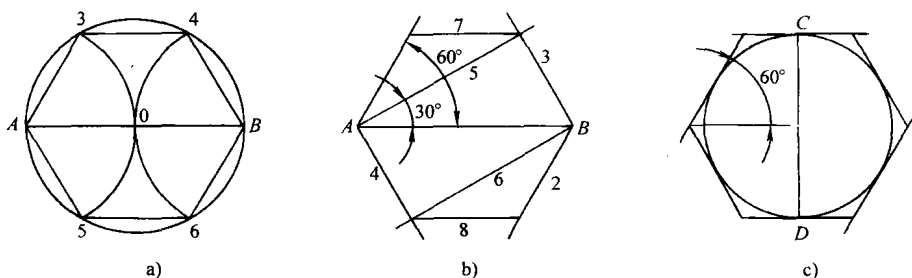


图 1-11 正六边形的作图

a) 用圆规作图 b) 用三角板作图 c) 用三角板及圆规作图

2. 正五边形

已知外接圆直径 AB 作正五边形, 其作图方法如图 1-12 所示。

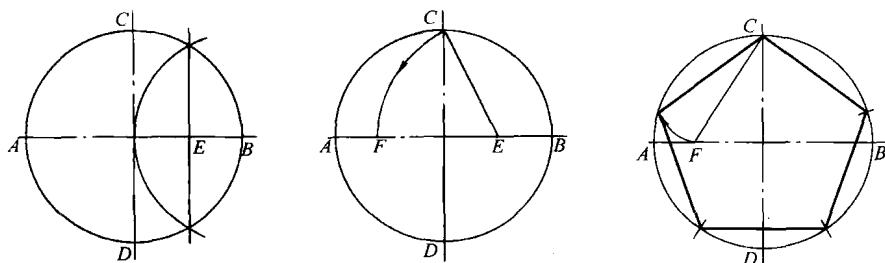


图 1-12 正五边形的作图

3. 正 n 边形

已知外接圆直径 AB 作正 n 边形的方法, 如图 1-13 所示。

二、椭圆的画法

椭圆有各种不同的画法, 在此仅介绍已知长、短轴, 完成椭圆的精确画法和近似画法。其具体的作图方法见表 1-6。

三、斜度和锥度

1. 斜度

斜度是指一直线对另一直线或一平面对另一平面的倾斜程度。表示斜度的符号和标注方法参看 GB/T 4458.4—2003 中的 5.8 项表 1 所示。

斜度的大小可用两直线或两平面夹角的正切表示, 即斜度 $= \tan \alpha = H/L$, 并常以 $1:n$ 的比例形式标注。其作图步骤、斜度符号及标注形式如图 1-14 所示。标注时要注意符号的斜线方向与斜度方向要一致。

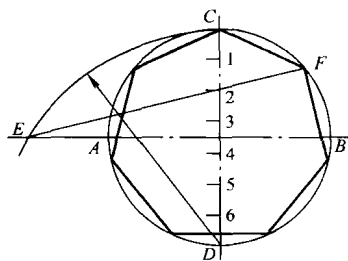


图 1-13 正 n 边形的作图