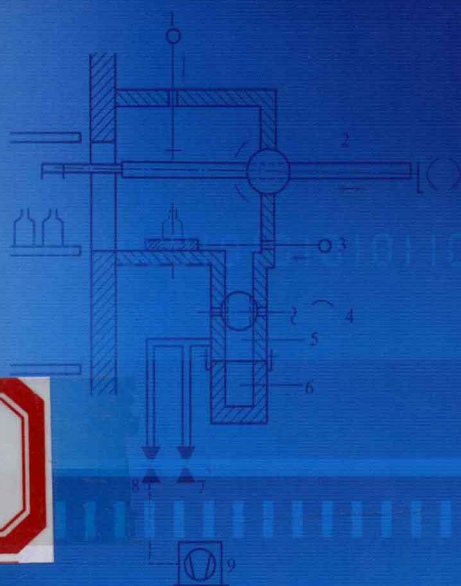




21世纪高等学校“十二五”规划教材

工程制图

刘东燊 林益平 谢袁飞 主编



GONGCHENG
ZHITU

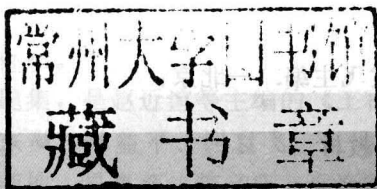


化学工业出版社

21世纪高等学校“十二五”规划教材

工程制图

刘东燊 林益平 谢袁飞 主 编
王 洪 江湘颜 陈水先 副主编
明兴祖 主 审



GONGCHENG
ZHITU



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要内容有：制图基本知识、投影原理与基本体投影图、截断体和相贯体、组合体、图样画法、标准件与常用件、零件图、装配图、CAD三维造型与工程图、表面展开图与曲线曲面。

本书以解题方法简洁，概念讲解通俗易懂为特色，在内容上尽量把握好实用与够用的尺度。与本书配套使用的有《工程制图习题集》（赵近谊等主编）。

本书适用于普通高等院校工科各专业使用，也适用于高职高专院校工科各专业的学生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/刘东燊, 林益平, 谢袁飞主编. —北京:
化学工业出版社, 2012.6

21世纪高等学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-14248-1

I. 工… II. ①刘…②林…③谢… III. 工程制图-
高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 093977 号

责任编辑：高 钰

装帧设计：史利平

责任校对：王素芹

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数421千字 2012年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：33.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书根据教育部工程图学教学指导委员会制订的“工程图学课程教学基本要求”编写，努力把握好应用型人才培养中知识点的实用与够用尺度。

本书是编写组经过多年教学探索实践并在已取得了好的教学效果的基础上进行的一次教材改革。它合理地吸收了 CAD 三维造型设计的基本内容和思维方法，顺其自然地从三维空间思维的表达进入到二维工程图的学习，从而改变了一般教材“先讲二维图后讲三维图”的编写过程。这种先对空间思维进行的学习与表达，既可提高读者学习兴趣，又易于把握好二维工程图的识读要领，同时也有利于读者今后进行 CAD 三维造型设计的学习。

本书主要内容有：制图基本知识、投影原理与基本体投影图、截断体和相贯体、组合体、图样画法、标准件与常用件、零件图、装配图、CAD 三维造型与工程图、表面展开图与曲线曲面等。

本书中许多内容在讲解上作了大胆创新，如第二章第二节从二维平面图直接进入轴测图的教学，是利用 CAD 的三维造型思路，展现空间思维的过程；如第三章第二节中平面体截交线的求解，提出了“断点端点分析法”，做到截断面多边形的分析与判断准确，作图过程简单、易懂；又如在应用 CAD 三维软件如何进行制图课程教学的组织与实施，在第五章第五节作了详细的展现。

本书采用了最新国家标准。

与本书配套使用的习题集，是赵近谊等主编的《工程制图习题集》。

参加本书编写的有刘东燊、林益平、谢袁飞、王洪、江湘颜、陈水先、殷小清、唐开勇、胡黄卿、赵近谊、王菊槐、易惠萍、陈义庄、栗新等。

本书由湖南工业大学明兴祖教授主审，同时在编写过程中参考了许多优秀教材及专业资料，编者在此一并表示衷心感谢。

由于水平有限，本书存在一些构思上的不足之处，敬请读者批评指正，编者不胜感激。

编者

2012 年 7 月

目 录

绪 论	.....	1
第一章 制图基本知识	.....	4
第一节 基本规格	.....	4
第二节 尺规工具用法	.....	10
第三节 平面图形画法	.....	12
第二章 投影原理与基本体投影图	.....	20
第一节 投影的基本知识	.....	20
第二节 基本体轴测图	.....	22
第三节 物体三视图与三等关系	.....	30
第四节 点、线、面的投影	.....	32
第五节 基本体三视图	.....	42
第三章 截断体和相贯体	.....	50
第一节 基本体表面找点	.....	50
第二节 截断体	.....	52
第三节 相贯体	.....	64
第四节 决定截交线和相贯线形状的因素	.....	68
第四章 组合体	.....	70
第一节 形体分析	.....	70
第二节 三视图画法	.....	72
第三节 识读视图	.....	76
第四节 注写尺寸	.....	81
第五节 轴测图画法	.....	85
第五章 图样画法	.....	87
第一节 视图	.....	87
第二节 剖视图	.....	90
第三节 断面图	.....	96
第四节 局部放大图和简化画法	.....	98
第五节 图样画法应用举例	.....	101
第六节 第三角画法简介	.....	104
第六章 标准件和常用件	.....	106
第一节 螺纹及螺纹紧固件	.....	106
第二节 键、销及滚动轴承	.....	113

第三节	齿轮	119
第四节	弹簧	128
第七章	零件图	131
第一节	作用和內容	131
第二节	视图选择与表达方案	132
第三节	常见工艺结构	133
第四节	尺寸标注	136
第五节	技术要求	142
第六节	典型零件图识读	153
第七节	零件的测绘	161
第八章	装配图	166
第一节	装配图的作用与內容	166
第二节	装配图的画法	168
第三节	装配图尺寸与技术要求	170
第四节	零部件序号和明细栏	172
第五节	常见装配工艺结构与局部装配图	173
第六节	读装配图与拆画零件图	177
第七节	测绘装配体	180
第九章	CAXA 三维造型与工程图	188
第一节	CAXA 三维与二维图板工作界面	189
第二节	CAXA 三维造型实例	193
第三节	CAXA 二维图生成与工程标注	202
第四节	CAXA 二维装配图画法	207
第十章	AutoCAD 绘制工程图	212
第一节	AutoCAD 绘图基础	212
第二节	坐标值的输入及绘图命令	216
第三节	利用辅助工具绘图	219
第四节	图层及其应用	222
第五节	常用编辑命令	224
第六节	AutoCAD 绘制零件图	227
第七节	块及其应用	231
第八节	AutoCAD 绘制机械图样	233
第十一章	表面展开与曲线曲面	236
第一节	表面展开图	236
第二节	曲线和曲面	241
附录	.....	246
参考文献	.....	263

绪 论

一、工程图学的历史与发展简介

18 世纪的欧洲工业革命,促成了法国科学家蒙日 (Gaspard Monge, 1746~1818) 对前人经验的总结,创建了画法几何学学科体系,尊定了图学理论基础,规范了工程图的表达与绘制,再经过两百多年的不断发展和完善,形成了“工程图学”这门独立的学科。

我国宋朝李明仲所著《营造法式》(刊印于 1103 年)是保存下来的最著名的建筑图样,与工程图学中的正投影图、轴测图、透视图画法非常相近。20 世纪 50 年代,我国著名学者赵学田教授总结出“长对正、高平齐、宽相等”的三视图投影规律,使工程图的学习变得简明易懂。进入 21 世纪,我国工程设计已普遍采用计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD),大大提高了产品设计质量和设计效率。

二、本课程的主要内容

在工程技术中,按一定的投影方法和有关的规定,把工程产品的形状用图形画在规定的纸上,并用数字、文字和符号标注出物体的大小、材料和有关制造的技术说明等,我们把这种具有图形和文字等内容的资料称为工程图样。如图 0-1 所示的管座,在工程上是用图 0-2 所示的工程图样进行表达。在工程设计中,图样用来表达和交流技术思想;在生产中,图样是加工制作、检验、装配、调试、使用、维修等方面的主要依据。因此,工程图样是工程技术部门的一种重要的技术资料,常被称为“工程界的语言”。作为一名未来工程技术人员,学会绘制、阅读工程图样是需做好的第一件事情。

传统工程图学对产品是采用如图 0-2 这样的工程图进行表达。现在,先进的设计制造企业已经是用 CAD 系统快速提供如图 0-1 所示产品的三维数字化模型,它是设计、制造过程中有限元分析、数控编程、模拟与仿真等活动的信息源,同时由三维数字化模型获得图 0-2 所示的工程图,是一个十分简单的操作过程。因此,作为现代工程图学,需包含三维 CAD 造型设计的基本内容。

本课程主要讲解绘制和阅读工程图样的基本原理、基本方法以及 CAD 基础知识,并严格执行国家标准《技术制图》与《机械制图》等的有关规定,这是所有工科专业学生必修的一门技术基础课。

本教材的主要章节为制图基本知识、投影基础、图样画法、零件图、装配图、CAD 三维造型与工程图绘制、表面展开图与曲线曲面等内容。

三、本课程的主要任务

- ① 学习正投影法的基本原理及其应用;
- ② 培养空间想象能力和空间分析能力;
- ③ 培养绘制和阅读工程图样的基本能力,形成严格执行国家制图标准的观念;
- ④ 初步具备应用 CAD 软件进行三维造型与绘制二维工程图的能力;
- ⑤ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

在教学过程中需要特别注重对实物(如基本体、组合体、零件实物等)的观察与表达训练,培养学生解决实际问题的能力。



图 0-1 CAD 三维数字化模型

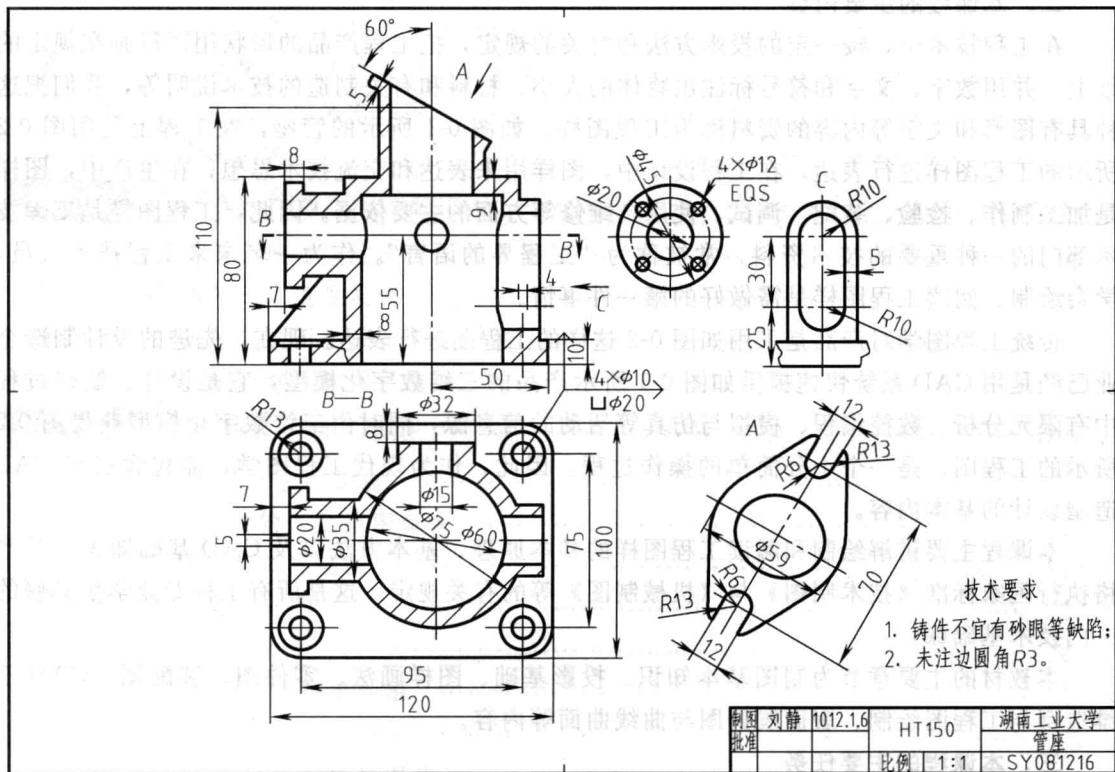


图 0-2 工程图样

四、学习本课程的方法与要求

① 本课程是一门既注重理论又强调实践的技术基础课，故初学者在学习时要认真听课，准确理解投影原理、弄清楚作图方法与作图步骤。同时又只能通过一系列绘图、读图等“物到图”、“图到物”的反复训练（或在 CAD 上进行这种训练），才能使空间想像能力以及绘制和识读工程图的能力得到提高。

② 鉴于图样在生产中起着很重要的作用,因此要求所绘图样不能有误,读图时也不能看错,否则会给生产造成严重损失。这就要求我们在学习该课程时,必须以一丝不苟、严谨细致的态度完成作业,并严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》等有关规定。还应注意,传统制图知识是专业技术人员从事设计、制造工作应具备的基础知识,同时也是学习 CAD 技术所必备的基础知识,需认真学好。

第 1 章 绪 论

1.1 绪论

1.1.1 本课程的目的、任务

1.1.2 本课程的教学大纲

1.1.3 本课程的教学方法

1.1.4 本课程的教学考核

1.1.5 本课程的教学资源

1.1.6 本课程的教学评价

1.1.7 本课程的教学总结

1.1.8 本课程的教学展望

1.1.9 本课程的教学附录

1.1.10 本课程的教学参考文献



第一章 制图基本知识

本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中的基本规格，尺规绘图工具的使用方法，绘图基本技能及平面图形绘制等。

第一节 基本规格

图样是设计和制造过程中的重要技术文件，是表达设计思想、技术交流、指导生产的工程语言。因此，必须对图纸的各个方面有统一的规定。我国在 1959 年首次颁布了国家标准《机械制图》，对图样作了统一的技术规定；为适应生产技术和国际间的经济贸易往来和技术交流，我国的国家标准经过多次修改和补充，已基本上等同或等效于国际标准。在执行国家标准时，要特别注意使用标准的现行有效版本。

国家标准简称国标，其代号为 GB。例如 GB/T 14689—1993，其中“T”为推荐性标准，“14689”是标准顺序号，“1993”是标准颁布的年代号。

本节仅介绍《技术制图》与《机械制图》中的部分标准，其余的将在后续章节中适量介绍。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面，共有 5 种，其代号为 A0、A1、A2、A3、A4。必要时可按规定加长幅面，即加长量是沿基本幅面的短边整数倍加长，如 3 倍 A3 的幅面，其代号为 A3×3。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

单位：mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$L \times B$	1 189 × 841	841 × 594	594 × 420	420 × 297	297 × 210
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

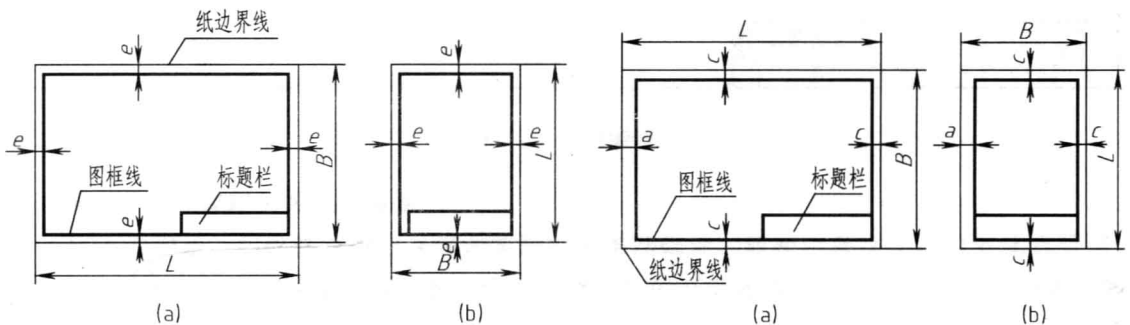


图 1-1 不留装订边的图框格式

图 1-2 留有装订边的图框格式

2. 图框格式

图样无论是否装订，都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。图框距图幅边线的尺寸按表 1-1 中的 a 、 c 或 e 取值。注意，同一产品的图样一般要采用同一种格式。

3. 标题栏

每张图样中均应有标题栏，用来填写图样上的综合信息。国家标准 GB/T 10609.1—1989 规定了标题栏格式、内容及尺寸，如图 1-3 所示，栏中阶段标记根据 JB/T 5054.3—2000 规定了三种记号：S 为样机试制图样标记，A 为小批试制图样标记，B 为正式生产图样标记。学生在制图作业中也可采用图 1-4 中的简单格式。

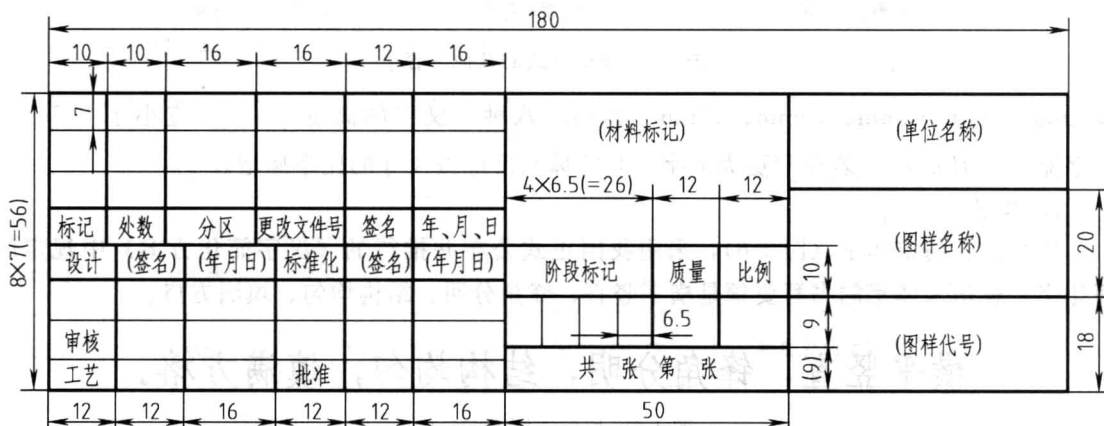


图 1-3 国家标准标题栏格式

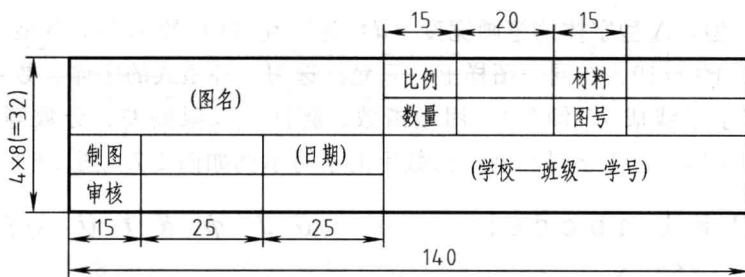


图 1-4 学生作业标题栏格式

图幅长边置水平方向者称为 X 型图纸，置垂直方向者为 Y 型图纸。一般 A4 图纸采用 Y 型，其余图纸采用 X 型。GB/T 14689—1993 规定标题栏的位置应在图框的右下角，标题栏的长边置于水平方向，其右边和底边均与图框线重合，看图方向与看标题栏方向一致。若看标题栏方向与看图方向不一致，则要在图框底边的对中符号处注出看图方向符号（见图 1-5）。

二、字体 (GB/T 14691—1993)

在国家标准《技术制图》“字体”中，规定了汉字、字母和数字的结构形式。

图样中的字体书写必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐，符合 GB/T 14691—1993 的要求。

1. 号数

字体高度代表字体的号数。字体高度 (h) 的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、

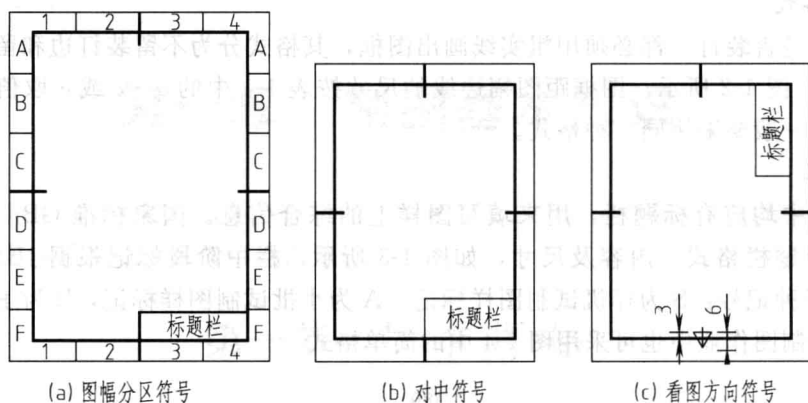


图 1-5 图框格式的其他内容

3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 八种。汉字的高度 (h) 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。若要写更大的字, 其字体高度应按尺寸的比率递增。

2. 汉字

应写成长仿宋体字 (图 1-6), 采用我国正式公布并推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是横平竖直、锋角分明、结构均匀、填满方格。

横平竖直, 锋角分明, 结构均匀, 填满方格。

图 1-6 长仿宋体汉字示例

3. 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。数字和字母可写成直体或斜体 (与水平线成 75° 倾角)。用做指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母, 一般采用小一号字体。拉丁字母和阿拉伯数字的书写示例如图 1-7、图 1-8 所示。



图 1-7 拉丁字母示例



图 1-8 阿拉伯数字示例









三、线型 (GB/T 17450—1998)

1. 图线的型式及应用

标准规定了 15 种基本线型, 如实线、虚线、点画线等。所有线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。粗线、中粗线和细线的宽度比例为 4:2:1, 在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。在机械工程图样中采用《机械制图图样画法图线》

(GB/T 4457.4—2002) 规定的 2:1 两种线型宽度, 一般粗线宽度取 $d=0.5\sim 2\text{mm}$, 细线宽不小于 0.18mm 。表 1-2 为机械图样中常用的 8 种线型的名称、图线型式及主要用途(对照图 1-9)。

表 1-2 图线及应用举例

代码 No.	线型名称	宽度	图线型式	图线主要应用举例
01.2	粗实线	d		① 可见轮廓线 ② 视图上的铸件分型线 ③ 剖切线
02.1	细虚线	$d/2$		不可见轮廓线
04.1	细点画线	$d/2$		① 轴线、对称中心线 ② 轨迹线 ③ 分度圆、分度线、剖切线
01.1	细实线	$d/2$		① 尺寸线和尺寸界线 ② 剖面线 ③ 重合断面的轮廓线 ④ 投射线、作图线
01.1	波浪线	$d/2$		① 断裂处的边界线 ② 视图与剖视的分界线
01.1	双折线	$d/2$		断裂处的边界线
05.1	细双点画线	$d/2$		① 相邻零件的轮廓线 ② 移动件的限位线 ③ 先期成型的初始轮廓线 ④ 剖切平面之前的零件结构状况
04.2	粗点画线	d		限定范围的表示, 如热处理

注: 表中图线的应用, 列举的只是常见例。作业时, 粗线宽取 $d=0.5\text{mm}$, 细线宽取 $0.5d=0.25\text{mm}$; 虚线短划取 $12d=6\text{mm}$, 间距约 $3d=1.5\text{mm}$; 点画线长划取 $24d=12\text{mm}$, 点长 $\leq 0.5d=0.25\text{mm}$, 间距约 $3d=1.5\text{mm}$ 。

2. 图线画法 (图 1-9)

① 同一图样中, 同一线型的图线宽度应一致。虚线、点画线及双点画线各自的划长和间隔应尽量一致。

② 点画线、双点画线的首尾应为长划, 不应画成短划, 且应超出轮廓线 $2\sim 4\text{mm}$ 。

③ 点画线、双点画线中的点是画长 $\leq 0.5d$ 的短画。

④ 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。

⑤ 虚线、点画线、双点画线相交时, 应是线段相交。

⑥ 当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的顺序只画出最前的一种线型。

⑦ 当虚线为粗实线的延长线时, 虚线以间隙开头画线; 当虚线不是粗实线的延长线时应以短划开头画线。

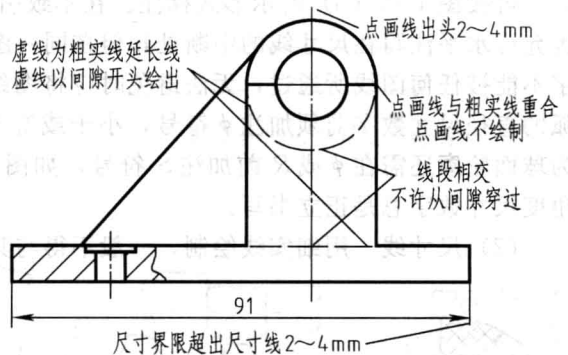


图 1-9 图线画法示例

四、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘图时应尽量采用 1:1 的原值比例,以便从图样上直接估计出物体的大小。绘制图样时,应优先选取表 1-3 中所规定的比例数值,必要时才允许选用带括号的比

表 1-3 规定的比例系列

与实物相同	1:1
缩小比例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) 1:10 ⁿ (1:1.5 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 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。

图样无论放大或缩小,在标注尺寸时,都应按物体的实际尺寸标注数值。同一张图样上的各视图应采用相同的比例,该比例值填写在标题栏中的比例栏内。当某视图需要采用不同的比例时,可在该视图名称的下方或右侧注写出比例值。

五、尺寸注法 (GB/T 1667.2—1996 GB/T 4458.4—2003)

1. 基本规则

① 实物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程度无关。

② 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需标注计量单位代号 (mm) 或名称 (毫米),如采用其他计量单位,则必须注明相应的计量单位代号或名称,如 45° (或 45 度)、5m 等。

③ 图样中所标注的尺寸,为该图样所示实物的最后完工尺寸,否则应另加说明。

④ 实物的每个尺寸,一般只在反映该结构最清晰的图形上标注一次。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸包括尺寸数字、尺寸线、尺寸线终端和尺寸界线。

(1) 尺寸数字 一般采用 3.5 号。线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方,如图 1-9 所示。线性尺寸数字的字头方向应垂直尺寸线 (斜体字则再右偏 15°),且字头朝上。一般应按图 1-10 (a) 所示的方法注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 1-10 (b) 所示形式标注。在不致引起误解时,对于非水平方向的尺寸,其数字也允许水平注写在尺寸线的中断处,但在同一图样中,应尽可能按同一种形式注写。尺寸数字不能被任何图线所通过,无法避免时应将图线断开,如图 1-10 (c) 所示。一般大于半圆弧的直径尺寸数字前须加注 ϕ 符号,小于或等于半圆的半径尺寸数字前须加注 R 符号,若为球面轮廓还须在 ϕ 或 R 前加注 S 符号,如图 1-11 所示。角度尺寸的注写如图 1-12 所示,角度尺寸数字总是正立书写。

(2) 尺寸线 用细实线绘制,一般不得与其他图线重合或画在其延长线上。线性尺寸的

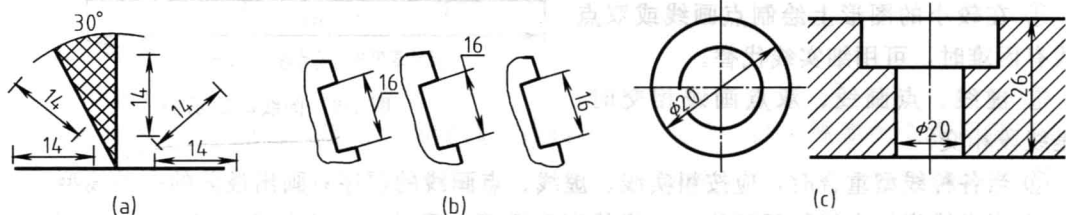


图 1-10 线性尺寸数字的方向及注法

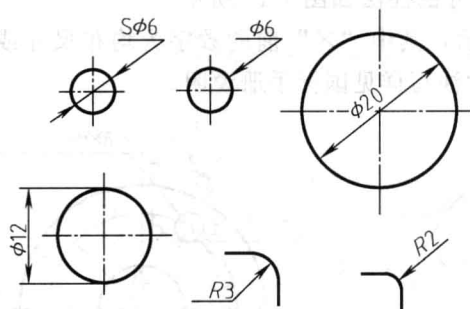


图 1-11 圆弧尺寸

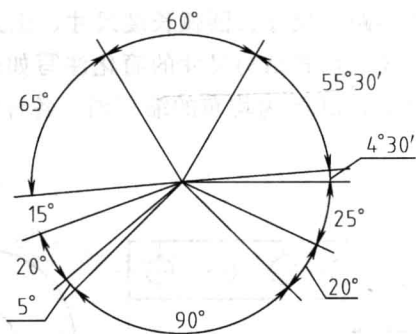


图 1-12 角度尺寸

尺寸线必须与所标注的线段平行；当有几条互相平行的尺寸线时，大尺寸要标注在小尺寸外面。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时，尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心，也可采用其他形式，如图 1-11 所示。

(3) 尺寸终端 有两种形式，箭头形式和斜线形式。箭头形式适用于各种类型的图样，在机械图样中主要采用这种形式，而箭头尖端要刚好与尺寸界线接触；斜线形式主要用于建筑图样，斜线用细实线绘制，如图 1-13 所示。采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线一般应互相垂直，且斜线方向为尺寸线位置逆转 45° 的方向。

(4) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，并应从图形的轮廓线、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；尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线的终端约 $2\sim 4\text{mm}$ 。如果尺寸界线与轮廓线几乎重合但又没重合，则会影响轮廓线的清晰，此时，尺寸界线允许倾斜画出，如图 1-14 所示。各种情况的尺寸界线如图 1-10~图 1-15 等。

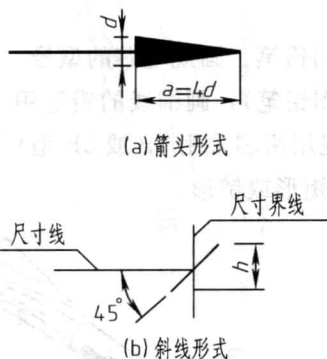
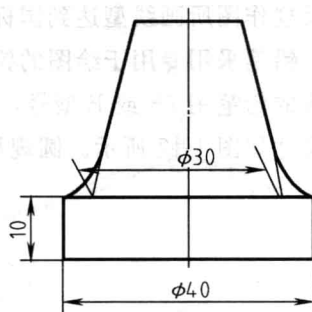
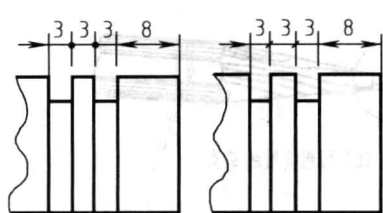
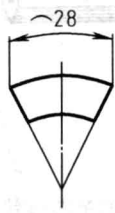
图 1-13 尺寸线终端形式及其尺寸
 d —粗实线宽度； h —字体高度

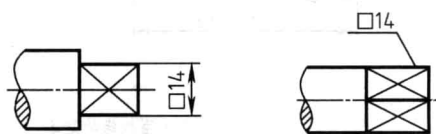
图 1-14 倾斜作出尺寸界线的特例



(a) 狭小距离尺寸



(b) 圆弧长度尺寸



(c) 正方形平面尺寸

图 1-15 狭小距离尺寸、圆弧长度尺寸、正方形平面尺寸注法

狭小距离尺寸、圆弧长度尺寸、正方形平面尺寸的注法如图 1-15 所示。

相同的均布结构尺寸的简化注法如图 1-16 所示, 其中“×”前的数字为均布尺寸或结构的数量, EQS 为均布的缩写词。各种情况的尺寸注法详见国标手册说明。

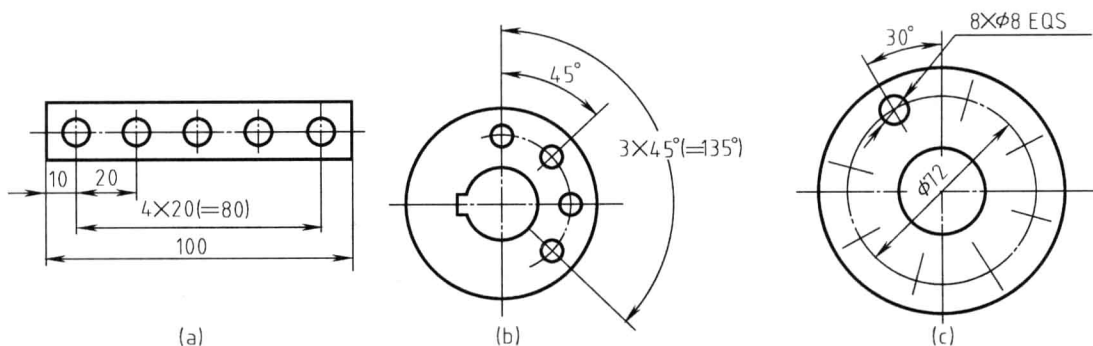


图 1-16 相同的均布结构尺寸的简化注法

第二节 尺规工具用法

传统绘图工具主要是圆规、分规、三角板、丁字尺、比例尺、曲线板等尺规工具, 另需图板、图纸、橡皮擦、铅笔、小刀、胶带纸等。现代绘图工具是计算机、绘图仪、打印机等。

在学习的入门阶段使用尺规工具绘图是最经济、最方便的, 同时, 工程设计的构思阶段、测绘阶段常常采用尺规工具绘制。因此, 要求在学习阶段就必须做到所绘图线表达无误, 并严格遵守国家标准图线画法的规定。

要保证尺规作图所画线型达到国标要求, 首先所用铅笔、圆规笔芯的型号、形状及尺寸要符合要求。铅笔采用专用于绘图的铅笔(如中华绘图铅笔), 画细线的铅笔用 HB 或 H 型号, 画粗实线的铅笔用 2B 或 B 型号, 画粗实线的圆规用铅芯采用 3B 或 2B 型号。铅笔的笔芯头形状和尺寸如图 1-17 所示。圆规用铅芯头部削成矩形或铲形。

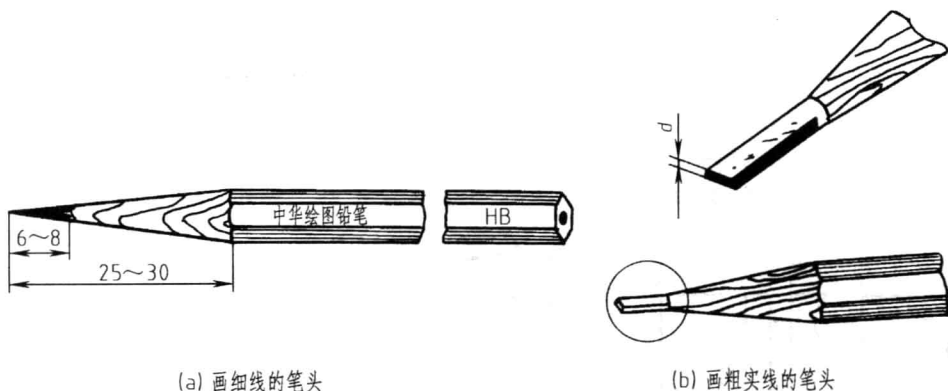


图 1-17 铅笔的笔芯形状和尺寸

三角板、图板、丁字尺、圆规、分规用法如图 1-18~图 1-20 所示。

比例尺用于直接量取不同比例的尺寸, 它的三个棱面上有常用的六种比例, 可按刻度上的比例直接获得换算后的尺寸(不需计算换算尺寸值), 如图 1-21 所示。

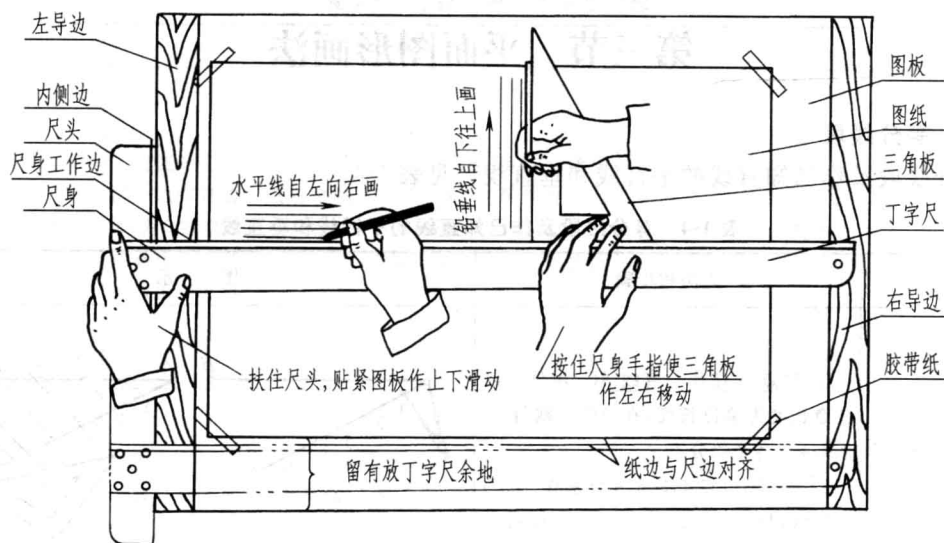


图 1-18 图板、丁字尺、三角板的配合使用及画线方向

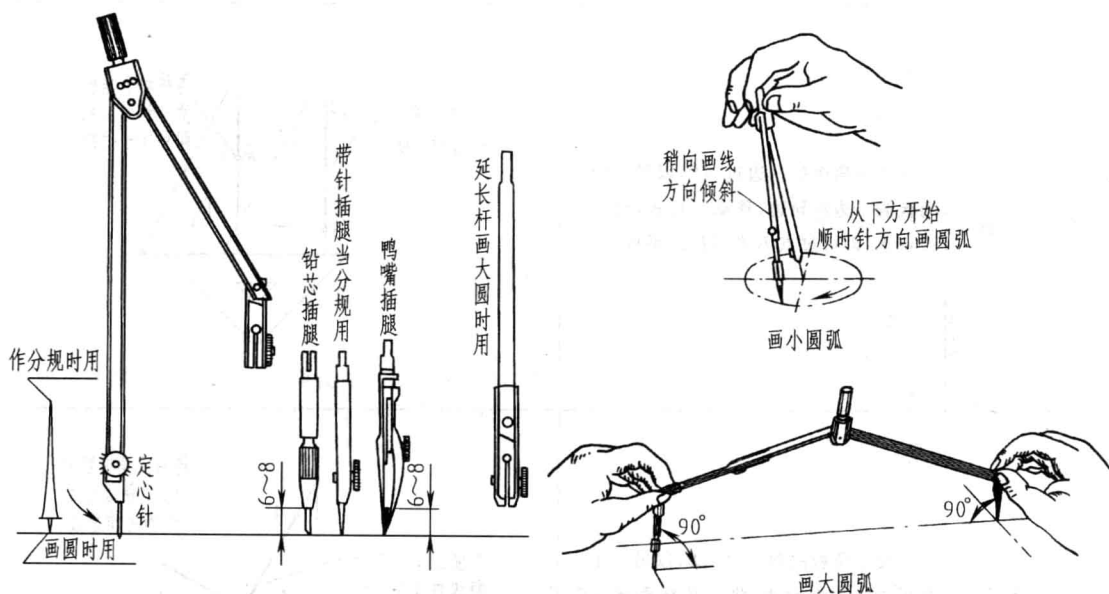


图 1-19 圆规及其附件使用方法 (顺时针方向画线)

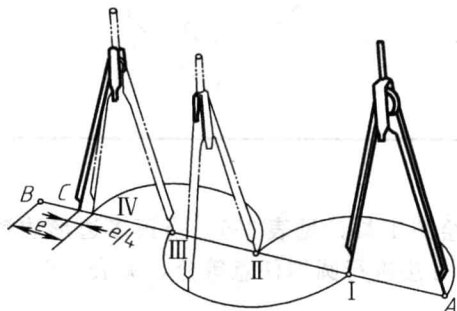


图 1-20 分规的使用方法 (多次试分等分线段)

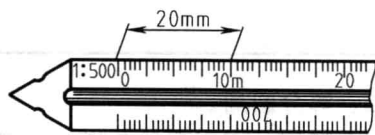


图 1-21 比例尺