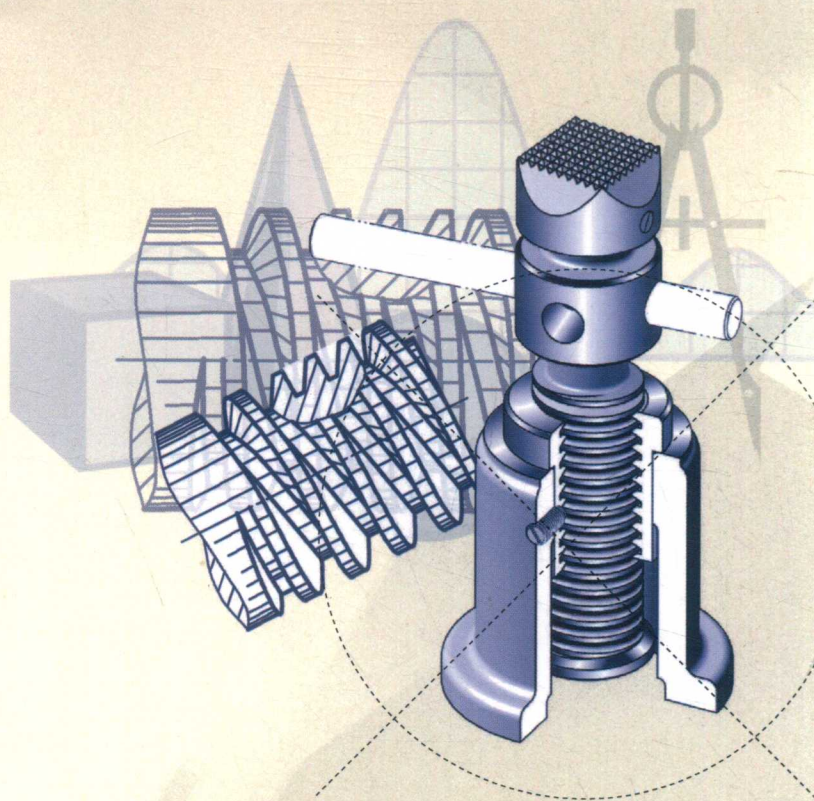




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程图学基础

第 3 版

主编 丁一 王健

高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程图学基础

Gongcheng Tuxue Jichu

第3版

主 编 丁 一 王 健
副主编 李奇敏 罗远新 王建宏
夏 红 张庆伟 刘 静



高等教育出版社·北京

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会 2015 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，结合编者多年来工程图学教学改革和课程建设的经验，在第 2 版的基础上修订而成的。

本书内容包括绪论、制图基本知识、正投影基础、基本体及体表面交线、SolidWorks 三维实体建模、组合体、机件常用表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、其他工程图样及附录等。

与本书配套的丁一、王健主编《工程图学基础习题集》(第 3 版)同时出版,可供选用。

本书可作为高等学校近机类、非机类各专业工程制图课程的教材，也可供其他类型院校相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础 / 丁一,王健主编.-- 3 版.--北京:高等教育出版社,2018.9

ISBN 978-7-04-050084-4

I. ①工… II. ①丁… ②王… 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(2018)第 153026 号

策划编辑 宋 晓	责任编辑 宋 晓	封面设计 于文燕	版式设计 于 婕
插图绘制 于 博	责任校对 刘 莉	责任印制 赵义民	

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	三河市潮河印业有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	18.75	版 次	2008 年 6 月第 1 版
字 数	460 千字		2018 年 9 月第 3 版
购书热线	010-58581118	印 次	2018 年 9 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	39.50 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 50084-00

工程图学基础

(第3版)

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/1234527>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/1234527>

第3版前言

本书是根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会2015年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,结合编者多年来工程图学教学改革和课程建设的经验,广泛参考国内同类教材,在第2版的基础上修订而成的。

本书的主要特点如下:

1. 适合作为32~80学时工程制图课程的通用教材,可供近机类、非机类各专业选用。
2. 体系结构紧扣社会需求,注重实用性。削减了部分传统的画法几何内容,削弱体表面交线投影求解等内容。从体出发阐述正投影基本规律,将传统的点、线、面融入立体投影中,有利于培养学生的空间思维能力。
3. 增加SolidWorks三维实体建模内容,以表格方式归纳SolidWorks软件常用命令的功用及操作,简洁明了。同时将使用频率高的命令结合到绘图实例讲解,便于学生理解掌握。
4. 将基本概念和基础理论尽可能多地融入实例及图例讲解,插图均采用套色印刷,一图一步骤,突出解题的条理,便于学生理解和掌握。
5. 采用最新颁布的国家标准《技术制图》《机械制图》,充分体现工程图学学科的发展。
6. 本书是新形态教材,配套有多媒体课件、电子习题解答等数字资源,部分典型例题提供视频讲解(可扫二维码查看),为课程教学提供整体解决方案。

与本书配套的丁一、王健主编《工程图学基础习题集》(第3版)同时由高等教育出版社出版。习题集的编排顺序与教材一致,且主要章节都配有自测题,习题集的最后还配有两套综合测试题(少学时和多学时各一套),这些自测题、综合测试题均给有分值及参考答案,以方便学生进行学习进行阶段性检验。

本书由丁一、王健任主编,李奇敏、罗远新、王建宏、夏红、张庆伟、刘静任副主编。参加修订的有重庆大学罗远新(绪论)、张庆伟(第1章)、丁一(第2、3、5章)、李奇敏(第4章)、夏红(第6章)、王健(第7章及附录)、刘静(第8章)、王建宏(第9、10章)。

北京科技大学窦忠强教授认真审阅了本书,并提出了许多宝贵意见和建议。在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中缺点在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

编者

2017年12月

目 录

绪论	1	§ 6-3 断面图	163
第一章 制图基本知识	3	§ 6-4 其他表达方法	166
§ 1-1 绘图工具及其使用	3	§ 6-5 表达方法的综合应用 举例	170
§ 1-2 国家标准《技术制图》与《机 械制图》中的一些规定	6	§ 6-6 SolidWorks 工程图 生成	172
§ 1-3 几何作图	14	§ 6-7 第三角画法简介	177
§ 1-4 平面图形的尺寸分析及画 图步骤	21	第七章 标准件与常用件	180
§ 1-5 徒手绘图的基本技能	24	§ 7-1 螺纹及螺纹紧固件	180
第二章 正投影基础	27	§ 7-2 键、销连接	194
§ 2-1 投影法基本知识	27	§ 7-3 齿轮	196
§ 2-2 点的投影	33	§ 7-4 弹簧	201
§ 2-3 直线的投影	37	§ 7-5 滚动轴承	203
§ 2-4 平面的投影	45	第八章 零件图	208
第三章 基本体及体表面交线	53	§ 8-1 零件图的作用和内容	208
§ 3-1 平面体的投影	53	§ 8-2 零件图的视图选择及尺寸 标注	209
§ 3-2 回转体的投影	58	§ 8-3 表面结构表示法	215
§ 3-3 平面与平面体相交	67	§ 8-4 极限与配合、几何公差	220
§ 3-4 平面与回转体相交	71	§ 8-5 零件上常见的工艺结构及 尺寸标注	227
§ 3-5 回转面与回转面相交	84	§ 8-6 读零件图	232
第四章 SolidWorks 三维实体建模	92	第九章 装配图	235
§ 4-1 SolidWorks 概述	92	§ 9-1 装配图的作用和内容	235
§ 4-2 SolidWorks 草图绘制	93	§ 9-2 部件的表达方法	237
§ 4-3 SolidWorks 建模	102	§ 9-3 装配图的尺寸标注和技术 要求	239
第五章 组合体	120	§ 9-4 装配图的零件序号和明 细栏	240
§ 5-1 组合体的组成分析	120	§ 9-5 机器上常见的装配结构	241
§ 5-2 组合体视图的画法	122	§ 9-6 部件装配图的画法	243
§ 5-3 组合体的尺寸标注	125	§ 9-7 读装配图和由装配图拆画 零件图	247
§ 5-4 读组合体视图的方法	131		
§ 5-5 轴测图	139		
第六章 机件常用表达方法	147		
§ 6-1 视图	147		
§ 6-2 剖视图	151		

第十章 其他工程图样	251
§ 10-1 电气图	251
§ 10-2 化工图样	258
§ 10-3 展开图	263
附录	268

附录一 螺纹	268
附录二 常用标准件	272
附录三 极限与配合	285
附录四 常用金属材料	288
参考文献	291

绪 论

一、课程的地位、性质和任务

人类生存的环境是一个有形的世界,世间万物千姿百态、五彩缤纷。回顾人类文明的历史进程,人类生存环境的变化与社会生产力的发展水平密切相关,而社会生产力发展的一个关键推动力就是工程科技。在全球化趋势发展迅猛的今天,绝大多数工程产品和工程项目都需要分工与合作,熟练掌握准确的信息交流方法是对工程技术人员的基本要求。信息表达的方式主要有语言、文字和图形。高效、准确的工程信息表达方法是工程有效实施的保证,尤其是形状、结构、位置和大小信息必须得到直观、形象、精确的表达,而图形是表达产品和工程项目最理想的工具。

图形(graphics)、图样(drawing)、图像(image)、图画(picture)统称为图。在工程技术中用以准确地表达产品形状、结构、尺寸大小和技术要求的图,称为工程图样。设计者通过图样来描述设计对象,表达其设计意图;制造者通过图样来了解设计要求,组织制造和施工;使用者通过图样来了解使用对象的结构和性能,进行保养和维修。因此,图样被称为工程界的技术语言。

随着计算机科学技术的迅速发展,计算机图形学 CG(computer graphics)、计算机辅助设计 CAD(computer aided design)和计算机辅助分析 CAE(computer aided engineering)在工程领域中广泛应用。在设计过程中,设计人员可以借助 CAD 系统建立表述对象的三维模型,生成表达对象的图形,代替手工绘图;以三维为中心的协同设计方法,有效提高设计的效率和质量。

在信息和知识经济的时代,工程科技人员需要在短时间内接受和处理大量的图形信息,这就要求工程科技人员不仅要熟练掌握三维图形应用能力,还应具备很好的二维图形表达及识别的能力。因此,培养工程科技人才的高等院校都将工程图学作为一门必修课程。工程图学基础是一门实践性很强的基础课程,是工程图学的重要组成部分,主要任务是学习正投影的基本理论,掌握绘制阅读工程图样的方法,熟悉三维建模软件的操作,为机械设计、机械制造基础等后续课程和课程设计、毕业设计及今后工作中的设计绘图奠定必要的技术基础,并且培养学生的严谨作风和负责任精神。本课程的主要任务是:

- 1) 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论,培养学生形象思维能力和空间构形分析能力,正确理解和表达设计意图;
- 2) 学习掌握三维实体建模的基础理论,熟练掌握 SolidWorks 三维的应用;
- 3) 熟悉国家标准《技术制图》《机械制图》的有关规定,学习有关设计和制造工艺的知识,培养正确绘制和阅读符合生产要求的工程图样的能力;
- 4) 培养学生严谨的工作作风和认真负责的工作态度,养成遵守国家标准的自觉性。

二、课程的内容和要求

工程图学是研究如何用图形表达空间形体和信息,根据图形想象其表达的空间形体的形状、结构和大小的科学。工程图学基础包括制图基础、形体的图形表达和工程图样的绘制与阅读三个部分。

制图基础部分主要介绍绘制工程图样的基本方法和基本技能、国家标准《技术制图》与《机械制图》的基本规定,让学生能正确使用绘图工具和仪器绘图,掌握常用的几何作图方法,做到作图准确、图线分明、字体工整、整洁美观,会分析和标注平面图形尺寸,掌握徒手绘图的基本技能。

形体的图形表达部分主要介绍投影法的基本理论和知识,研究三维空间点、直线、平面、常用曲线和曲面以及立体的投影,让学生能运用形体分析和线面分析方法进行组合体的画图、读图和尺寸标注;引入三维实体建模,培养学生三维实体建模能力,能够利用软件生成工程图;掌握国家标准对机件表达的各种规定(视图、剖视图、断面图及其他规定画法),做到视图选择和配置恰当,投影正确,尺寸齐全、清晰。通过学习和实践培养学生空间思维能力和工程表达能力。

工程图样的绘制与阅读部分包括标准件、常用件、零件图、装配图和其他工程图等内容。让学生了解零件图、装配图的作用、内容,熟悉产品技术规范,初步了解零件结构设计和加工工艺的知识与合理标注尺寸的方法。通过学习培养学生绘制和阅读工程图样的基本能力。

三、课程的学习方法

本课程具有较强的实践性,学习本课程时要注意理论联系实际,在认真学习正投影理论的同时,通过大量的画图和读图练习,不断地由物画图、由图想物,可借助三维建模软件分析和想象空间形体与平面图形之间的对应关系,逐步提高形象思维和空间构思分析能力,掌握本课程的基本内容。

每次课后都有绘图作业,都应在掌握有关理论和思路的基础上,遵循正确的作图方法和步骤;三维建模学习是要正确理解基础理论,并根据数字教程和网络资源进行大量练习,方可熟练运用和掌握。在完成作业时,无论徒手绘草图、用仪器工具绘图或用计算机生成的图样,都应严格遵守国家标准的有关规定。

图样是产品生产和工程建设中表达设计意图的最重要的技术文件,绘图和读图的差错都会给工程带来损失,因此学习本课程时应该注意培养工程设计人员必须具备的认真负责的工作态度和细致严谨的工作作风。

第一章 制图基本知识

工程图样是设计者设计意图的具体体现,是工业界交流信息的共同语言,具有严格的规范性。掌握制图基本知识与技能,是正确绘制和阅读工程图样的基础。本章首先介绍对保证工程图样质量起重要作用的主要绘图工具的使用;其次摘要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》对图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注的有关规定;最后介绍基本的几何作图方法及平面图形的绘制与尺寸标注。

§ 1-1 绘图工具及其使用

正确地使用和维护绘图工具,既能保证图样质量,又能提高绘图速度,而且还能延长其使用寿命。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板和绘图仪器等。

一、绘图铅笔的选择和使用

绘图铅笔的铅芯有软硬之分。符号 B 表示铅芯的软度,号数越大铅芯越软;H 表示铅芯的硬度,号数越大铅芯越硬。HB 的铅芯软硬程度适中。根据不同的使用要求,应准备以下几种不同硬度的铅笔:

B 或 2B——画粗线用;HB 或 H——画细线用;2H——画底稿用。

其中用于画粗线的铅笔应磨成凿形,其凿形铅芯的断面为矩形。矩形的高度是粗线的宽度,约为 0.7 mm。其余的用于画细线的铅笔磨成圆锥形(图 1-1)。

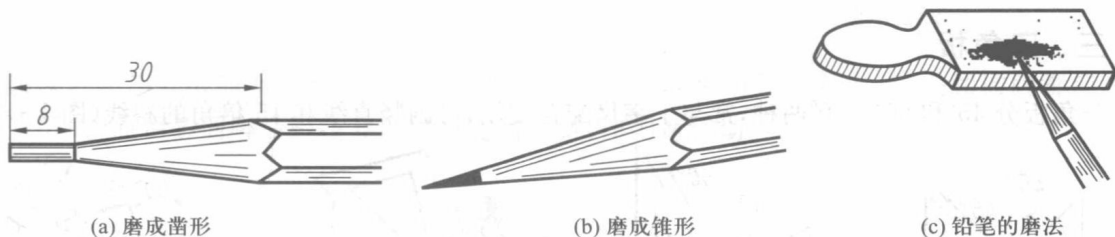


图 1-1 铅笔的削法

二、图板和丁字尺

图板供铺放图纸用,表面必须平坦、光滑,左边为导边,必须平直,这样当与丁字尺尺头配用

时才能保持准确性。图板视所绘图样的幅面大小分为 A0 号、A1 号和 A2 号三种,其中 A1 号图板最常用。

丁字尺由尺头和尺身组成,与图板配合使用(图 1-2)。绘图时,尺头内侧紧贴图板左导边上上下下移动,与之相互垂直的尺身工作边用于画水平线(图 1-3a)。丁字尺与三角板配合使用时,可画竖直线(图 1-3b)。水平线应从左往右画,竖直线应从下往上画。画线时,铅笔向画线前进方向倾斜约 60° (图 1-3)。

丁字尺质量的好坏直接影响画图质量。为此,必须严加保护,如不能受热、受潮等。丁字尺不用时应竖挂,而不是平放。

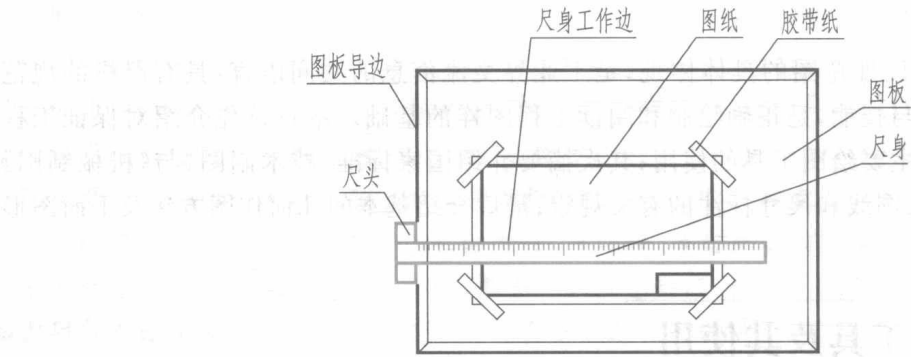


图 1-2 图板和丁字尺

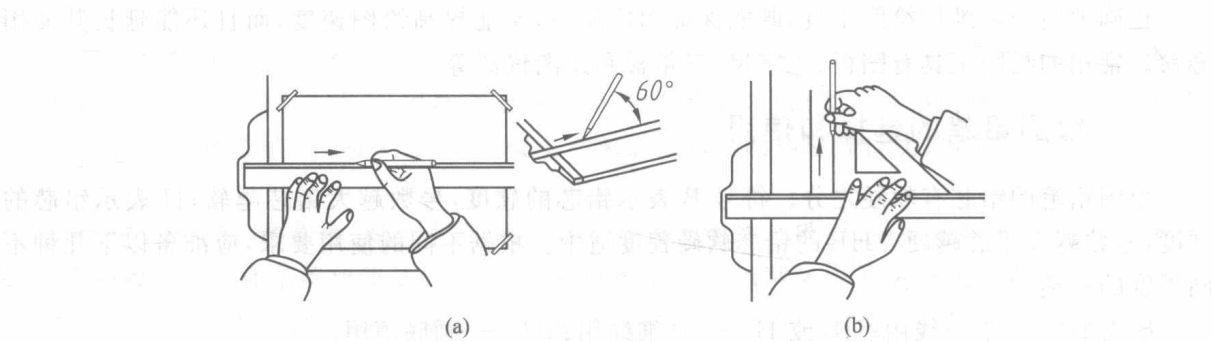


图 1-3 用丁字尺画水平线和用丁字尺与三角板画竖直线

三、三角板

三角板分 45° 和 $60^{\circ}-30^{\circ}$ 两种,常与丁字尺配合使用,可画竖直线和 15° 倍角的斜线(图 1-4)。

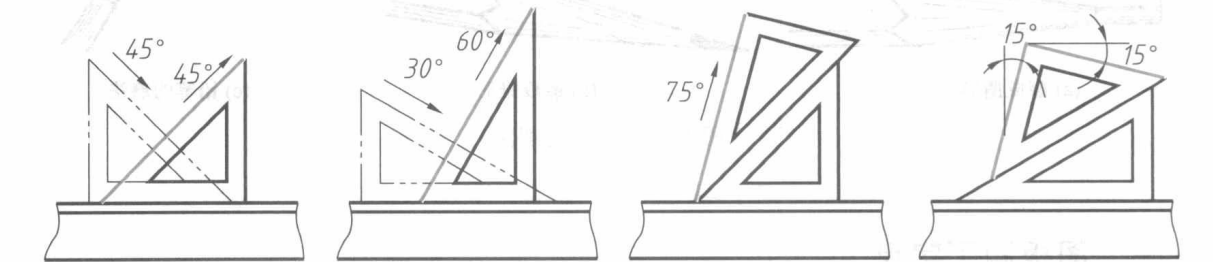


图 1-4 三角板配合丁字尺画特殊角度的线

两块三角板配合使用,可画任意斜线的平行线或垂线。三角板的配置和画线时的运笔方向如图 1-5 所示。

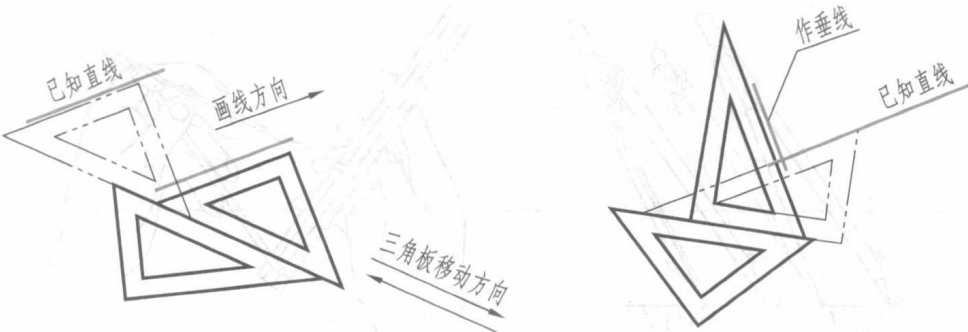


图 1-5 两块三角板配合使用,画已知直线的平行线或垂线

四、圆规、分规

圆规用来画圆和圆弧。附件有钢针插脚、铅芯插脚和延伸杆等(图 1-6)。圆规的钢针有两个尖端,一端是画圆定心用,另一端作分规用。定心针尖应调得略比铅芯稍长一些。圆规中铅芯要比画线用铅笔的铅芯软一级,且应磨成矩形断面。

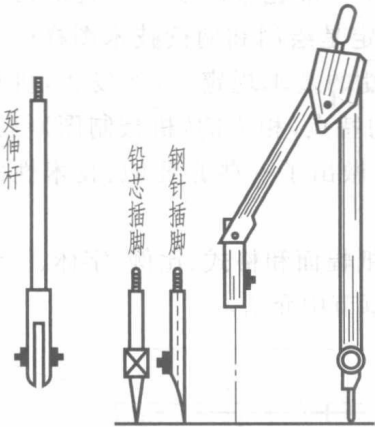


图 1-6 圆规及附件

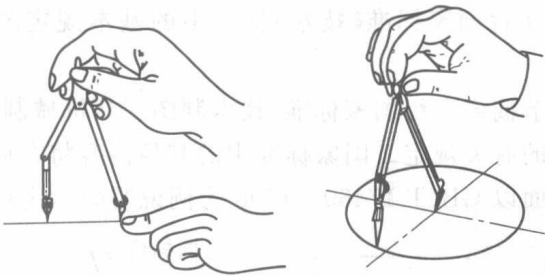


图 1-7 圆规的使用方法

圆规的使用方法如图 1-7 和图 1-8 所示。不论所画圆的直径多大,针尖和插脚都应尽可能垂直纸面,而铅芯插脚沿画线方向保持适当倾斜,作匀速转动。

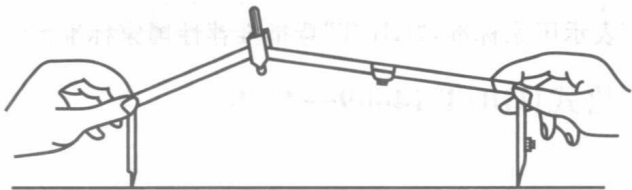


图 1-8 用延伸杆画较大半径的圆

分规是用来量取线段和等分线段的工具。两针尖应伸出一样齐,这样作图才能准确。注意用分规量取尺寸时,不应把针尖扎入纸面。分规的使用如图 1-9 所示。

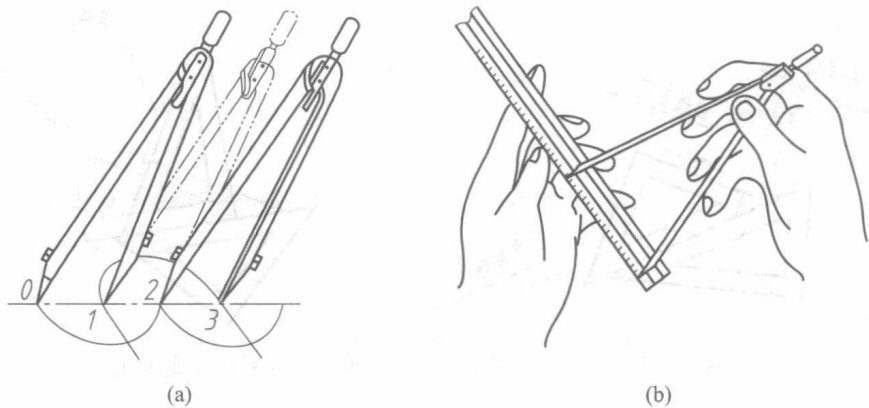


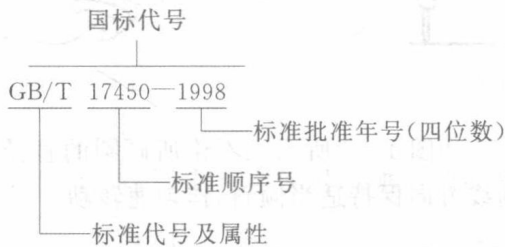
图 1-9 分规的使用

§ 1-2 国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一些规定

为了统一图样的画法,便于技术管理和技术交流,国家标准化管理委员会批准发布了国家标准《技术制图》,对图样做了统一的技术规定。这些规定是绘制和阅读技术图样的准则和依据。国家标准《技术制图》是指导各行各业制图的通则性的基本规定,一经发布,机械等各专业制图原则上必须遵循。但是为适应各专业领域自身的特点,相应的《机械制图》等国家标准在不违背国家标准《技术制图》中的基本规定的前提下,做出了一些必要的、技术性的具体补充。

本节摘要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注的有关规定。国家标准中的其他内容将在后面有关章节中介绍。

下面以 GB/T 17450—1998 为例说明国标代号的构成。



国标代号中的“GB”表示国家标准,“GB/T”意指推荐性国家标准。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。必要时,也允许选用加长幅面。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。

表 1-1 图 纸 幅 面 mm

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

2. 图框格式

无论图样是否装订,均应在图幅内画出图框,图框线用粗实线绘制。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-10 所示,周边尺寸 e 见表 1-1;需要装订的图纸,其格式如图 1-11 所示,周边尺寸 a 和 c 见表 1-1。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

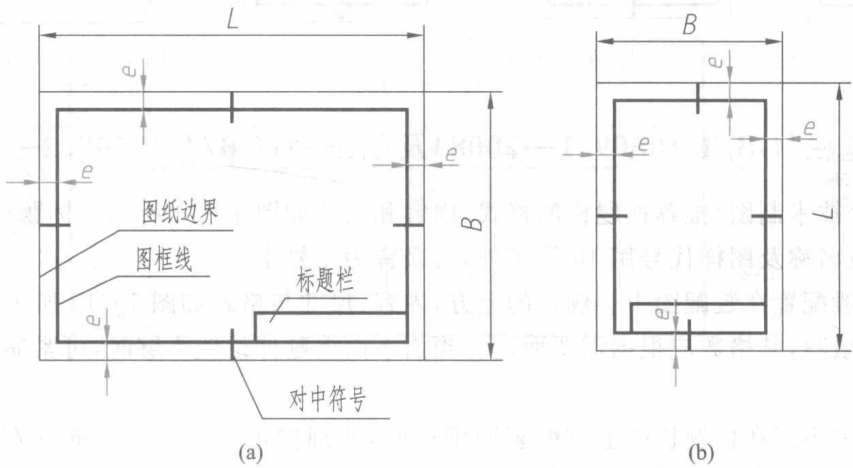


图 1-10 不留装订边的图纸

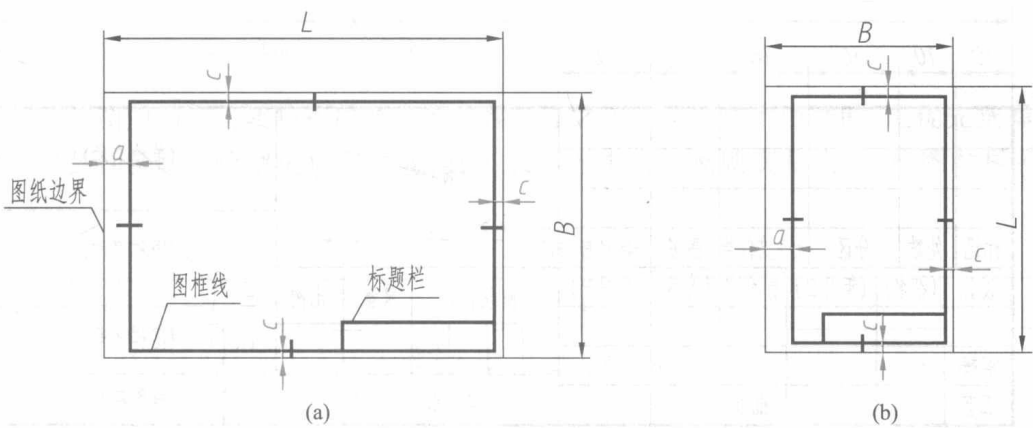


图 1-11 留装订边的图纸

3. 标题栏的方位

每张图样上必须画出标题栏。标题栏的位置应按图 1-10 和图 1-11 所示的方式配置,即

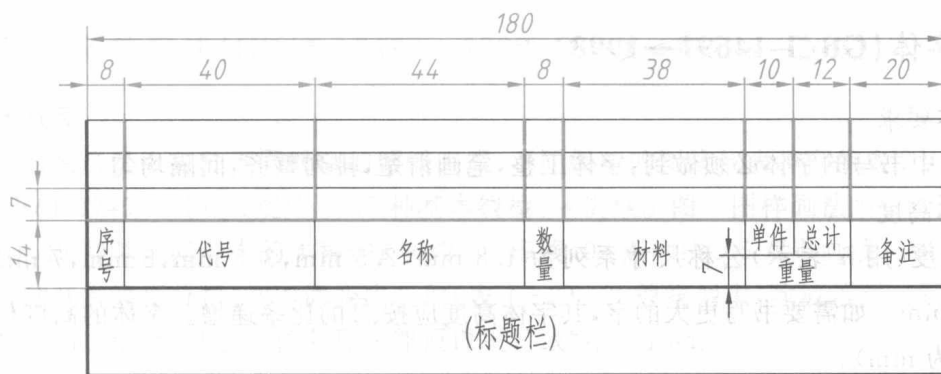


图 1-15 明细栏的格式和尺寸

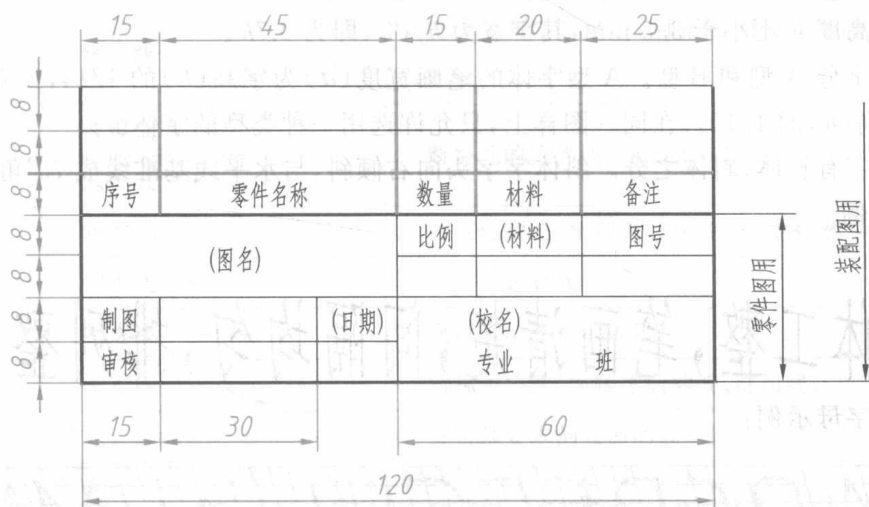


图 1-16 学生作业用标题栏和明细栏

三、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘制技术图样时,应优先选择表 1-2 中不带括号的比例。在绘制机械图样时,为了从图形中直接反映实物大小,绘图时尽可能采用 1:1 的比例。

表 1-2 比例的类型

原值比例	1:1
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
缩小比例	(1:1.5),1:2,(1:1.25),(1:3),(1:4),1:5,(1:6),1:1×10 ⁿ ,1:2×10 ⁿ ,(1:1.5×10 ⁿ),(1:2.5×10 ⁿ),(1:3×10 ⁿ),(1:4×10 ⁿ),1:5×10 ⁿ ,(1:6×10 ⁿ)

注:n 为正整数。

四、字体(GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

在图样中书写的字体必须做到:字体工整,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀。

2. 字体高度

字体高度(用 h 表示)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号数(单位为 mm)。

3. 字体格式

图样上的汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不小于 3.5 mm,其字宽为 $h/\sqrt{2}$,即为 $0.7h$ 。

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,只允许选用一种类型的字体。

字母和数字有直体、斜体之分。斜体字字头向右倾斜,与水平线基准线成 75° 角。

4. 字体示例

汉字示例:

字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐

A 型字体字母示例:

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

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

数字示例:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0