



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程图学基础

第2版

▲ 主编 丁 一 何玉林



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

014035621

TB23
124-2

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2版

主 编 丁 一 何玉林
 副主编 陈家能 袁理丁 石军锋
 参 编 李 杰 夏 红 张庆伟



高等教育出版社·北京
 HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航 C1723014

TB 23
124-2

014032821

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，结合编者多年来进行工程图学教学改革和课程建设的经验，在第 1 版的基础上修订而成的。

本书内容包括绪论、制图基本知识、计算机绘图基础、正投影基础、基本体及体表面交线、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、何玉林主编《工程图学基础习题集》(第 2 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。

工程图学基础

Gongcheng Tuxue Jichu

第 2 版

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础/丁一,何玉林主编.--2版.--北京:高等教育出版社,2013.7

ISBN 978-7-04-037520-6

I. ①工… II. ①丁… ②何… 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(2013)第 118810 号

策划编辑 宋 晓
插图绘制 尹 莉

责任编辑 宋 晓
责任校对 胡美萍

封面设计 赵 阳
责任印制 韩 刚

版式设计 于 婕

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 保定市中画美凯印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 18.25
字 数 440 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landrac.com>
<http://www.landrac.com.cn>
版 次 2008 年 6 月第 1 版
2013 年 7 月第 2 版
印 次 2013 年 7 月第 1 次印刷
定 价 28.70 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 37520-00

HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

第2版前言

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2010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,由重庆大学、重庆科技学院、西南大学三所高校教师合作,在第1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. 计算机绘图内容独立成章编写,这样分开编写可突显教材的条理性,便于教学安排。
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。

与本书配套的丁一、何玉林主编《工程图学基础习题集》(第2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,以方便学生对学习进行阶段性检验。本套教材还配有多媒体课件和电子习题解答,可供选用本套教材的教师使用。需要的老师请联系作者,作者邮箱为 dingyi165@sina.com。

本书由丁一、何玉林任主编,陈家能、袁理丁、石军锋任副主编。参加修订工作的有重庆大学何玉林(绪论)、张庆伟(第一章)、丁一(第三章、第四章、第五章、附录)、夏红(第六章)、袁理丁(第十章);西南大学石军锋(第二章);重庆科技学院李杰(第七章)、陈家能(第八章、第九章)。

北京理工大学董国耀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

2012年12月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目录

绪论	1
第一章 制图基本知识	4
§ 1-1 绘图工具及其使用	4
§ 1-2 国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一些规定	7
§ 1-3 几何作图	15
§ 1-4 平面图形的尺寸分析及画图步骤	22
§ 1-5 徒手绘图的基本技能	25
第二章 计算机绘图基础	28
§ 2-1 计算机辅助设计系统	28
§ 2-2 计算机辅助三维造型设计方法	30
§ 2-3 计算机辅助二维绘图方法及实例	33
第三章 正投影基础	56
§ 3-1 投影法基本知识	56
§ 3-2 点的投影	61
§ 3-3 直线的投影	66
§ 3-4 平面的投影	74
第四章 基本体及体表面交线	82
§ 4-1 平面体的投影	82
§ 4-2 回转体的投影	87
§ 4-3 平面与平面体相交	96
§ 4-4 平面与回转体相交	100
§ 4-5 回转面与回转面相交	112
第五章 组合体	121
§ 5-1 组合体的组成分析	121
§ 5-2 组合体视图的画法	123
§ 5-3 组合体的尺寸标注	127
§ 5-4 读组合体视图的方法	132
§ 5-5 轴测图	140
第六章 机件常用表达方法	148
§ 6-1 视图	148
§ 6-2 剖视图	152
§ 6-3 断面图	164

§ 6-4	其他表达方法	167
§ 6-5	表达方法的综合应用举例	171
§ 6-6	第三角画法简介	173
第七章	标准件与常用件	176
§ 7-1	螺纹及螺纹紧固件	176
§ 7-2	键、销连接	189
§ 7-3	齿轮	192
§ 7-4	弹簧	196
§ 7-5	滚动轴承	198
第八章	零件图	203
§ 8-1	零件图的作用和内容	203
§ 8-2	零件图的视图选择及尺寸注法	204
§ 8-3	表面结构表示法	209
§ 8-4	极限与配合、几何公差	214
§ 8-5	零件上常见的工艺结构及尺寸标注	221
§ 8-6	读零件图	226
第九章	装配图	228
§ 9-1	装配图的作用和内容	228
§ 9-2	部件的表达方法	229
§ 9-3	装配图的尺寸标注和技术要求	232
§ 9-4	装配图的零件序号和明细栏	233
§ 9-5	机器上常见的装配结构	234
§ 9-6	部件装配图的画法	235
§ 9-7	读装配图和由装配图拆画零件图	238
第十章	其他工程图样	243
§ 10-1	电气图	243
§ 10-2	化工图样	250
§ 10-3	展开图	255
附录		259
附录一	螺纹	259
附录二	常用标准件	263
附录三	极限与配合	276
附录四	常用金属材料	279
参考文献		282

绪论

一、课程的地位、性质和任务

人类世界是一个有形的世界，世间万物千姿百态、五彩缤纷。语言、文字、图形是描述信息的三种方式。在工程技术领域，产品和工程项目包括大量的信息，如图 1 所示。怎样表达这些信息是设计和制造过程必须解决的信息传递和交换问题，尤其是形状、结构、位置和大小信息必须直观、形象、精确地表达，所以图形是表达产品和工程项目最理想的工具。

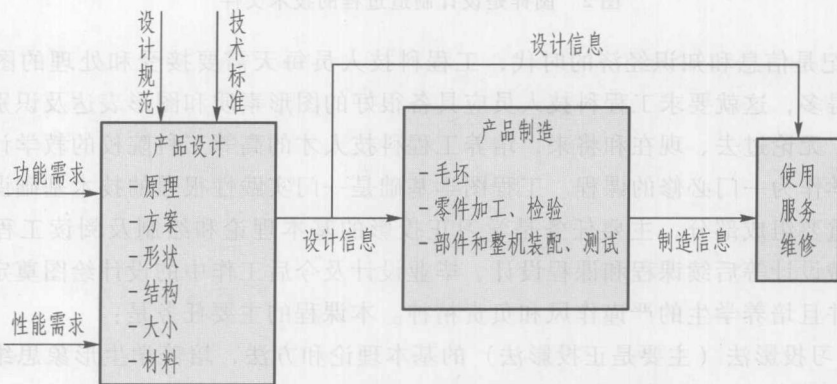


图 1 设计和制造过程的信息

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或工程的形状、结构及尺寸大小和技术要求的图，称为工程图样。近代一切机器、仪器和工程建筑都是根据图样进行制造和建设的，如图 2 所示。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。

随着科学技术的进步，尤其是计算机科学技术的迅速发展，计算机图形学 CG (computer graphics) 和计算机辅助设计 CAD (computer aided design) 已经在世界各国的航空航天、船舶、机械、电子、建筑、纺织等行业广泛应用。不仅在设计过程中人们可以借助 CAD 系统建立表述对象的模型，进行对象的仿真，生成表达对象的图形，代替手工绘图，提高设计的效率和质量，而且科学计算可视化、信息可视化、虚拟现实的研究和应用日益增加。人们对图形信息的要求越来越多，图形应用领域已涉及工程技术、科学研究以及人们社会生活的许多方面。

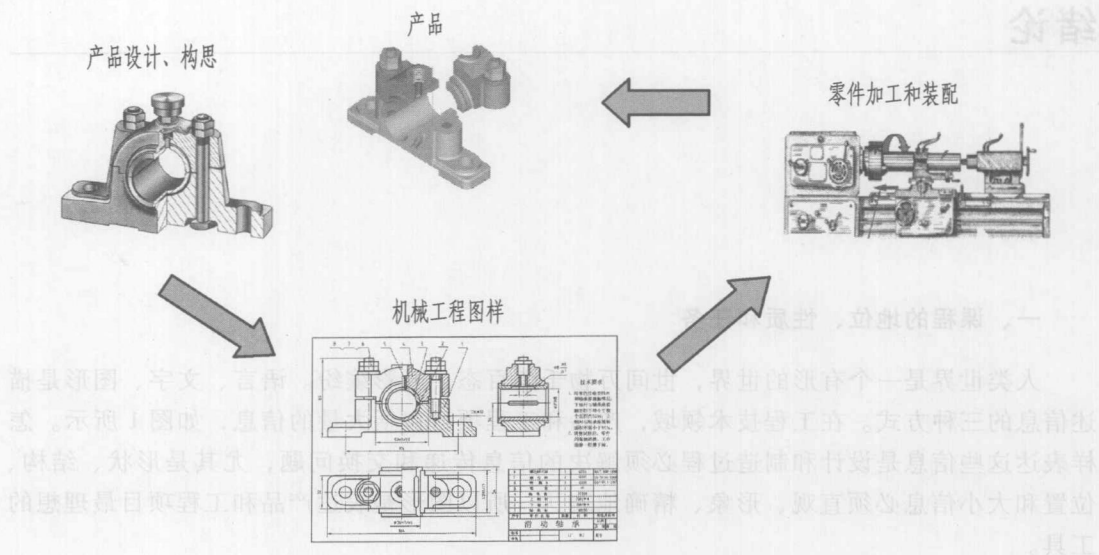


图2 图样是设计制造过程的技术文件

21世纪是信息和知识经济的时代，工程科技人员每天需要接受和处理的图形信息比过去要多得多，这就要求工程科技人员应具备很好的图形素质和图形表达及识别图形的能力。因此，无论过去、现在和将来，培养工程科技人才的高等工科院校的教学计划中，都把工程图学作为一门必修的课程。工程图学基础是一门实践性很强的技术基础课程，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和绘制及阅读工程图样的方法，为机械设计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）的基本理论和方法，培养学生形象思维能力和空间构型分析能力，正确理解和表达设计意图，并构建3D模型及其2D图形；
- 2) 学习徒手绘图、仪器工具绘图和计算机绘图的方法和技术，熟悉国家标准《技术制图》与《机械制图》的规定，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；
- 3) 培养学生严谨的工作作风和认真负责的工作态度（包括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，以及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、计算机绘图的方法、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，掌握徒手绘图的技巧，掌握用计算机绘图软件绘制平面图形的方

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,掌握各种视图、剖视图、断面图的画法及常用的简化和其他规定画法,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空间逻辑思维和形象思维能力。

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,掌握视图选择方法、规定画法,学习产品技术规范及有关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

由于本课程实践性较强,因此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,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,做作业时,无论徒手绘草图、用仪器工具绘图还是用计算机绘图,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,并严格遵守国家标准的有关规定。

由于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。

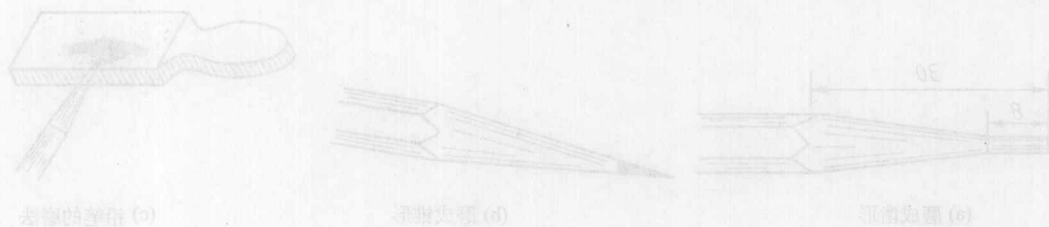


图 1-1 图

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、比例尺和绘图仪器等。

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）。

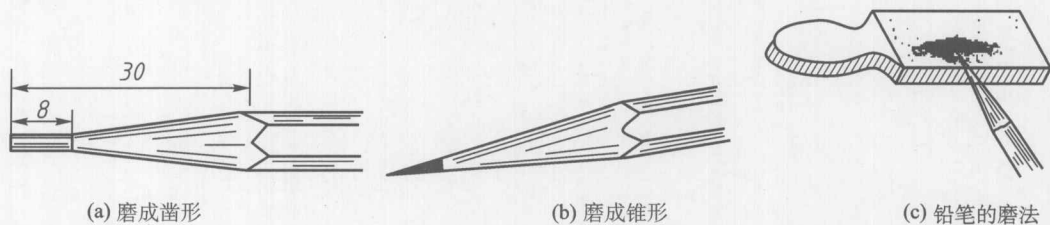


图 1-1 铅笔的削法

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。

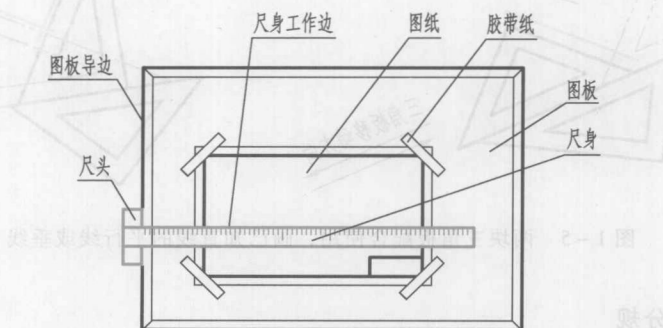


图 1-2 图板和丁字尺

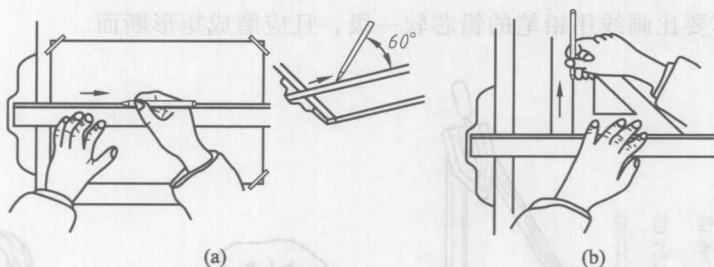


图 1-3 用丁字尺画水平线和用丁字尺与三角板画竖直线

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）。

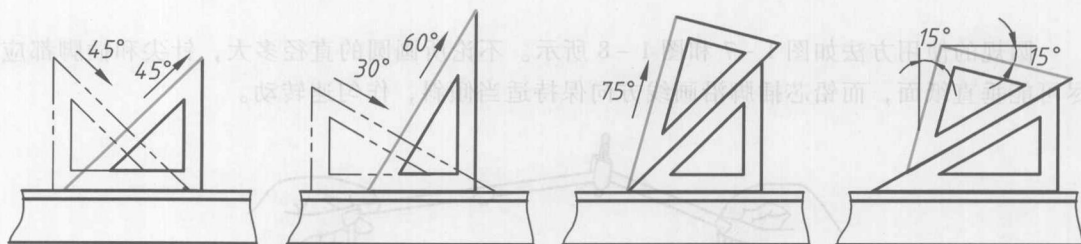


图 1-4 三角板配合丁字尺画特殊角度的线

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。

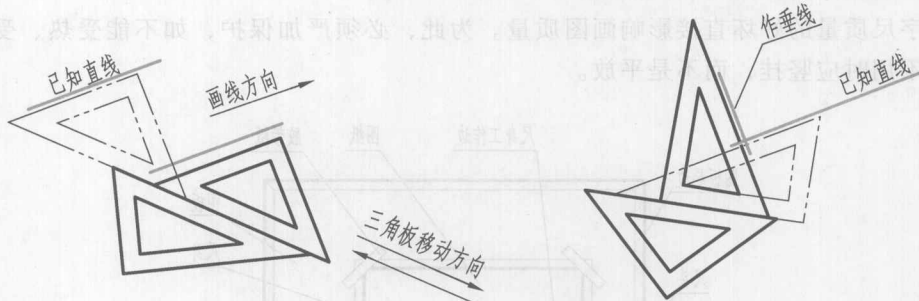


图 1-5 两块三角板配合使用，画已知直线的平行线或垂线

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。

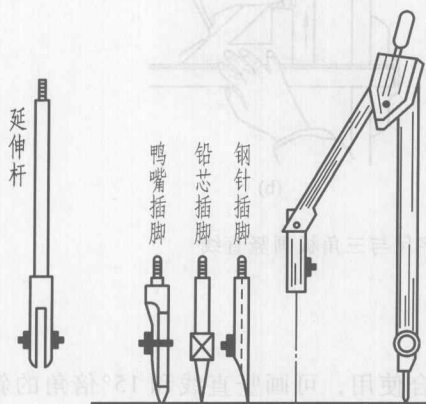


图 1-6 圆规及附件

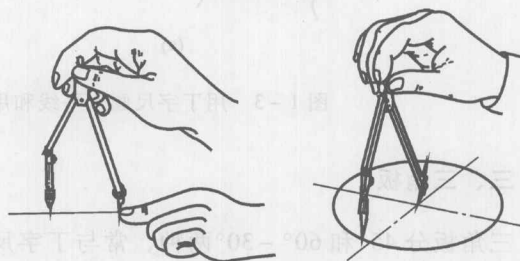


图 1-7 圆规的使用方法

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。

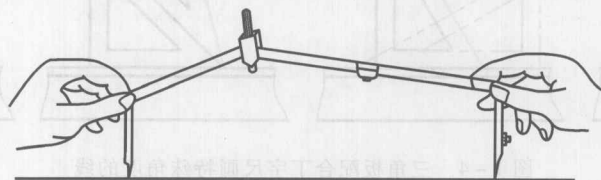


图 1-8 用延伸杆画较大半径的圆

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。

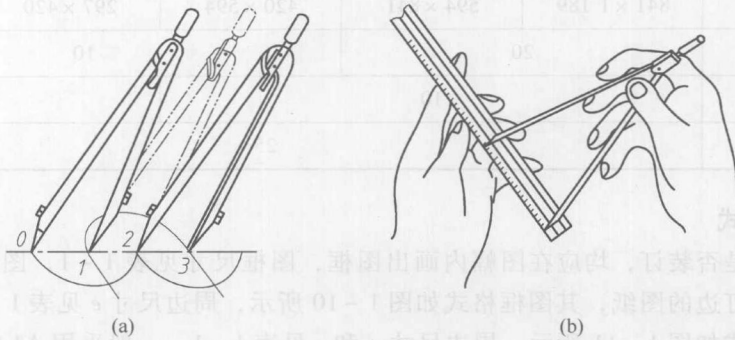


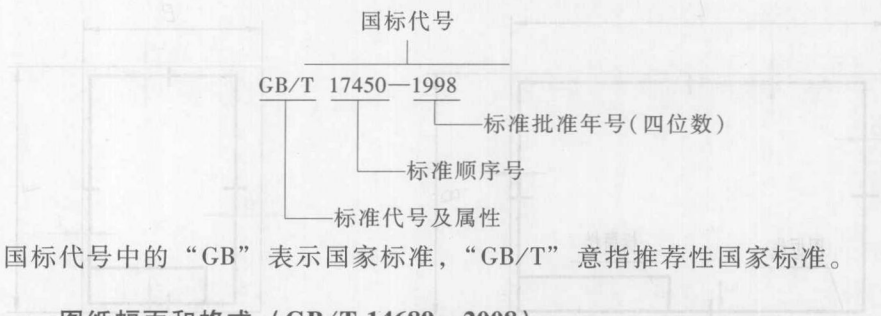
图 1-9 分规的使用

§ 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，中华人民共和国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《技术制图》国家标准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，图框尺寸见表 1-1，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。

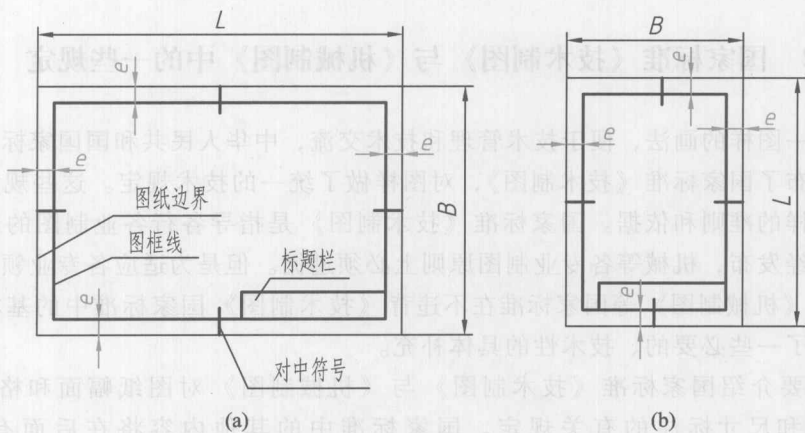


图 1-10 不留装订边的图纸

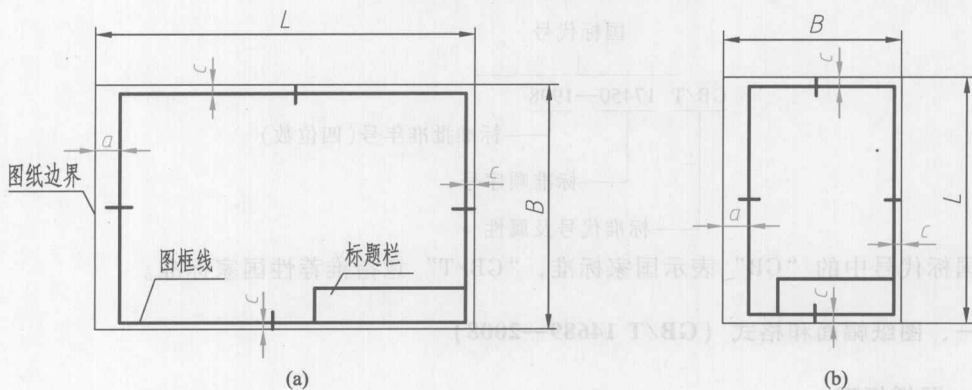


图 1-11 留装订边的图纸

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，即标题栏位于图纸右下角。标题栏中的文字方向为看图方向。

为了利用预先印制的图纸，当图纸按“标题栏在右下角”放置给绘图带来不便时，允许将图纸逆时针转动以使图纸中的标题栏位于右上角，即可按图 1-12 所示的方式配置。这时应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号（图 1-13），以明确绘图或看图的方向。

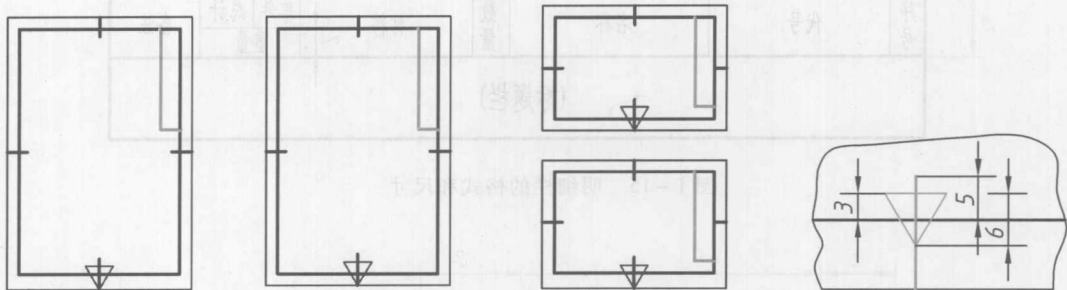


图 1-12 标题栏另一方式配置

图 1-13 方向符号的画法

二、标题栏（GB/T 10609.1—2008）及明细栏（GB/T 10609.2—2009）

《技术制图》国家标准推荐标题栏的格式、内容和尺寸如图 1-14 所示。标题栏中的字体，除图样名称、单位名称及图样代号用 10 号字外，其余皆为 5 号字。

明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方，内容、尺寸与格式如图 1-15 所示。填写时按由下而上的顺序填写，其格数应根据需要而定。当由下而上延伸位置不够时，可紧靠标题栏的左边自下而上延续。

当装配图中不能在标题栏的上方配置明细栏时，明细栏可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出。学生作业建议采用图 1-16 所示的简化格式。

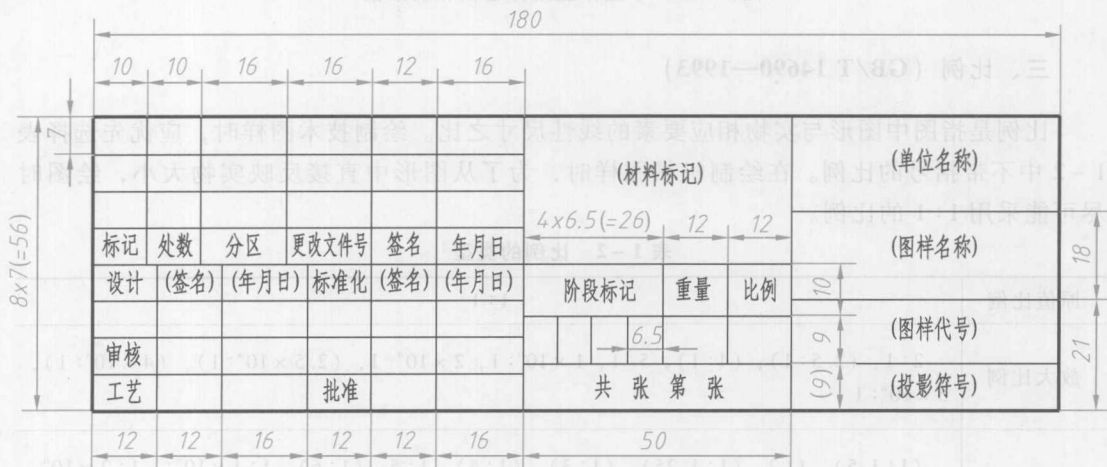


图 1-14 标题栏的格式、内容和尺寸

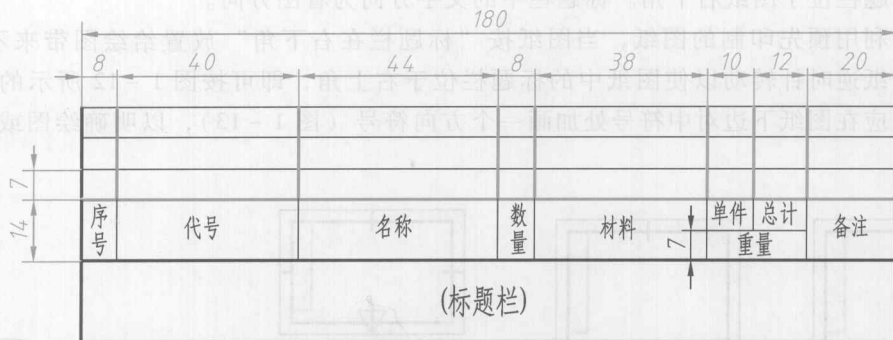


图 1-15 明细栏的格式和尺寸

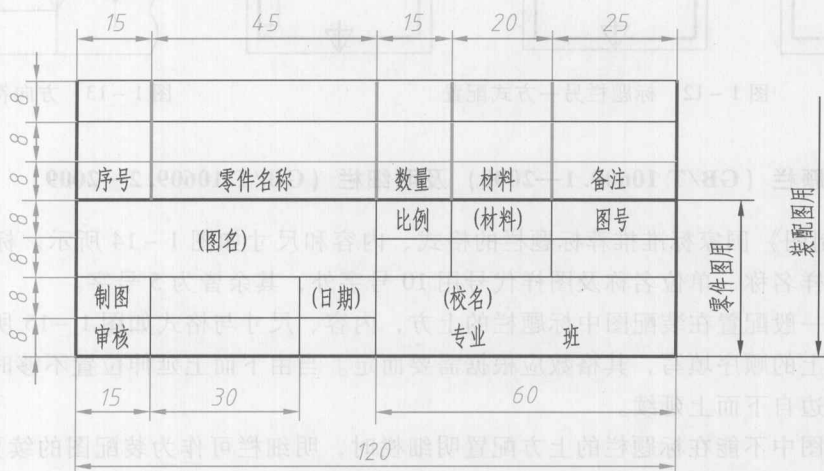


图 1-16 学生作业用标题栏和明细栏

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, $1 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, $(2.5 \times 10^n:1)$, $(4 \times 10^n:1)$, $5 \times 10^n:1$
缩小比例	$(1:1.5)$, 1:2, $(1:1.25)$, $(1:3)$, $(1:4)$, 1:5, $(1:6)$, $1:1 \times 10^n$, $1:2 \times 10^n$, $(1:1.5 \times 10^n)$, $(1:2.5 \times 10^n)$, $(1:3 \times 10^n)$, $(1:4 \times 10^n)$, $1:5 \times 10^n$, $(1:6 \times 10^n)$

注：n 为正整数。