

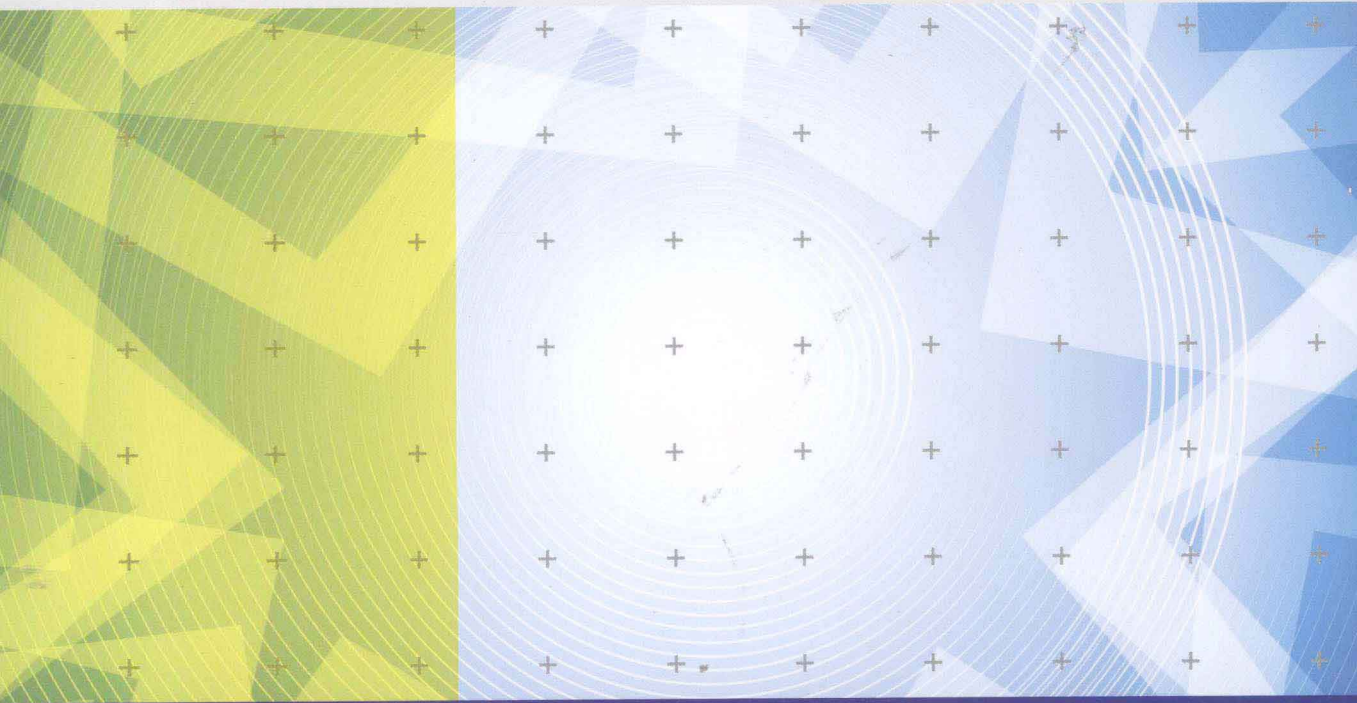


全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

工程制图

第3版

主编 冯开平 莫春柳



Engineering Drawing



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

工 程 制 图

Gongcheng Zhitu

第 3 版

主编 冯开平 莫春柳



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

内容提要

本书为国家精品课程主讲教材、全国教育科学“十一五”规划课题研究成果，是编者在多年致力于本课程教学改革的基础上编写而成的。

本书内容包括制图基本知识、正投影法基础、组合体、轴测图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图、房屋建筑图、计算机绘图等9章。本书分别配有为教师教学和学生练习使用的多媒体课件，用声音、图形、二维和三维动画、文本等媒体细致地模拟了所有作图过程以及练习解答。

本书配套习题集同期出版，可供选用。

本套教材可作为普通高等学校本、专科近机类、非机类和土木类各专业工程制图课程（40～70学时）的教材，也可作为其他类型学校有关专业的教材。

图书在版编目（CIP）数据

工程制图/冯开平，莫春柳主编. --3版. --北京：高等教育出版社，2013.8
ISBN 978-7-04-038011-8

I. ①工… II. ①冯… ②莫… 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 160078 号

策划编辑 庚欣	责任编辑 庚欣	封面设计 于涛	版式设计 马敬茹
插图绘制 尹莉	责任校对 杨凤玲	责任印制 田甜	

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.landracom.com
印 刷	北京铭传印刷有限公司		http://www.landracom.cn
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	2012年8月第1版
印 张	22.5		2013年8月第3版
字 数	550千字	印 次	2013年8月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	40.50元（含光盘）
咨询电话	400-810-0598		

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 38011-00

参 编 人 员

(按姓氏音序排列)

陈和恩	冯开平	黄宪明	李 冰	罗立宏	莫春柳
谭夏梅	唐超兰	唐少辉	唐西隆	王 穗	韦宇炜
周小坚					

第3版前言

本书为国家精品课程主讲教材、全国教育科学“十一五”规划课题研究成果，是在第2版基础之上依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2010年制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，结合作者多年来致力于工程图学教学改革所取得的成果，并参考国内外同类优秀教材编写而成。

本书编写团队——广东工业大学图学与数字媒体工程系多年来致力于图学教学改革，不断探索适应现代化需求的面向21世纪的教学模式。从20世纪90年代开始开展工程制图课程改革的研究与实践，两次获得科技部国际合作项目资助，并先后与国外十多个高校开展图学的教学交流与合作，取得了可喜的成果。主持的工程制图课程改革于2005年获得广东省优秀教学成果一等奖，2007年被评为国家精品课程。

本书自2002年第1版出版以来，受到广大读者的好评。为适应时代的变化，现在第2版的基础上进行修订。本次修订保持了前两版的定位宗旨，并作了如下调整：

(1) 根据教学基本要求重新整合了教学内容和教学资源，并对一些例题进行了修改和增减。

(2) 为体现系统性，对零件图部分内容及结构做了较大调整。将原来第1章中常见结构尺寸标注的内容调整到第7章中介绍，将零件的工艺结构和技术要求调整到典型零件图之前介绍。

(3) 采用双色印刷，突出例题的解题过程。

(4) 采用最新颁布实施的国家标准。

(5) 计算机绘图采用了较新的AutoCAD 2011中文版。

(6) 内容的选择和编排力求反映工程图学的进步和制图技术的发展。

本书包括制图基本知识、投影的基本原理、轴测图、机件图样的表达、标准件和常用件、零件图和装配图的绘制和阅读、房屋建筑图等内容，融入了计算机绘图的理论和运用，增加了形体设计单元和计算机三维造型设计绘图。全书章节划分符合教学单元的设置，精心设计的习题集保证了恰当的练习和足够的训练。

与本书配套的教学资源建设已经基本完成，主要包括以下内容：

(1) 多媒体教师教学课件（请联系作者获取），使用大量二、三维动画模拟教学过程，适合课堂教学使用。

(2) 工程制图学习软件（配于本书之后），包含“课程学习”和“习题解答”两个模块，便于学生自学和教师为学生分析习题。

(3) 网络教学资源，可辅助教学和管理，提供师生远程交流平台。包括以下内容：

国家精品课程资源 <http://oa.gdut.edu.cn/jpkc/gczt/demo1.htm>,

教学网站 <http://bill.gdut.edu.cn/gczt/index.html>,

教学资源库 <http://bill.gdut.edu.cn/gczt/news/ziyuan.html>。

本书适用于普通高等学校本专科近机类、非机类和土木类各专业，可单独使用或配合多媒体资源使用。本书配套习题集同期修订出版，可供选用。

本书由冯开平、莫春柳主编。冯开平编写绪论，王穗编写第1章第1节，唐超兰编写第1章第2~4节，莫春柳、罗立宏编写第2章，冯开平编写第3章，周小坚编写第4章，谭夏梅、唐少辉编写第5章，陈和恩、莫春柳编写第6章，李冰编写第7章第1~4节，唐西隆编写第7章第5~7节，韦宇炜编写第8章，冯开平、黄宪明编写第9章。这些教师还参加了习题集的编写和多媒体资源的制作工作。

在此，对为我校工程制图课程建设做出突出贡献，并对本书前两版的编写与出版做了大量工作的左宗义教授表示深深的敬意！她的锐意进取、勇往直前的精神为我们树立了榜样。

衷心感谢何斌教授审阅了本书及习题集，提供了许多宝贵的意见和建议。感谢其他对本书出版给予关心和帮助的人员。

由于作者水平有限，书中难免存在错误和疏漏，欢迎读者批评指正。

如需获取本书相关资源，请联系冯开平、莫春柳：

电话：020-39322219，

电子邮箱：fengkp@gdut.edu.cn，mocl@gdut.edu.cn，

地址：广州市番禺区广州大学城外环西路100号广东工业大学机电学院图学与数字媒体工程系（邮编：510006）。

编 者

2013年1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	6.4 弹簧	162
第 1 章 制图基本知识	4	6.5 滚动轴承	165
1.1 制图标准的基本规定	4	第 7 章 零件图和装配图	167
1.2 手工绘图工具及其使用方法	21	7.1 零件图的内容及零件图上的常见 结构	167
1.3 几何作图	24	7.2 零件的视图表达及尺寸标注	171
1.4 手工绘图的方法和步骤	29	7.3 零件图中的技术要求	175
第 2 章 正投影法基础	31	7.4 读零件图的方法与典型零件图例 分析	188
2.1 投影法概述	31	7.5 零件测绘	196
2.2 多面投影体系的形成及其投影规律	33	7.6 装配图的内容	201
2.3 立体表面几何元素的投影规律	35	7.7 装配结构的合理性	206
2.4 基本立体的投影	52	7.8 部件测绘与装配图的画法	209
2.5 立体表面的交线	61	7.9 读装配图及拆绘零件图的方法与 步骤	219
第 3 章 组合体	75	第 8 章 房屋建筑图	231
3.1 三视图的形成及其特性	75	8.1 房屋建筑图概述	231
3.2 形体分析与线面分析	76	8.2 阅读建筑施工图	236
3.3 三视图的画法	78	8.3 阅读结构施工图	246
3.4 读组合体的视图	81	第 9 章 计算机绘图	251
3.5 组合体视图的尺寸标注	90	9.1 AutoCAD 2011 中文版系统简介及 基本设置	251
3.6 组合体的构形设计方法	97	9.2 设置样板图	258
第 4 章 轴测图	102	9.3 AutoCAD 2011 的基本命令	269
4.1 轴测图的基本知识	102	9.4 尺寸标注	279
4.2 正等轴测图	105	9.5 显示命令和其他命令	287
4.3 斜二轴测图	113	9.6 平面图形综合举例	294
第 5 章 机件的表达方法	116	9.7 三维实体创建及编辑	295
5.1 视图	116	9.8 用户坐标系	301
5.2 剖视图	120	9.9 “图纸空间”与“模型空间”	303
5.3 断面图	130	9.10 三维实体建模综合举例	310
5.4 规定画法及简化画法	132	附录	316
5.5 综合举例	139	1. 螺纹	316
5.6 第三角画法简介	141	附表 1-1 普通螺纹(摘自 GB/T 193— 2003、GB/T 196—2003)	316
第 6 章 标准件和常用件	144		
6.1 螺纹及螺纹紧固件	144		
6.2 齿轮	155		
6.3 键和销	159		

附表 1-2 管螺纹(摘自 GB/T 7306.1~7306.2—2000、GB/T 7307—2001) …	317	附表 5-4 孔的极限偏差数值(摘自 GB/T 1800.2—2009) …	330
附表 1-3 梯形螺纹(摘自 GB/T 5796.2—2005、GB/T 5796.3—2005) …	318	附表 5-5 轴的极限偏差数值(摘自 GB/T 1800.2—2009) …	333
2. 常用螺纹紧固件 …	319	附表 5-6 优先配合中孔的极限偏差(摘自 GB/T 1800.2—2009) …	337
附表 2-1 六角头螺栓 …	319	附表 5-7 优先配合中轴的极限偏差(摘自 GB/T 1800.2—2009) …	338
附表 2-2 六角螺母 …	320	附表 5-8 基孔制优先、常用配合(摘自 GB/T 1801—2009) …	340
附表 2-3 双头螺柱 …	321	附表 5-9 基轴制优先、常用配合(摘自 GB/T 1801—2009) …	340
附表 2-4 螺钉 …	322	6. 常用的零件结构要素 …	341
附表 2-5 平垫圈 …	323	附表 6-1 零件倒角与倒圆(摘自 GB/T 6403.4—2008) …	341
附表 2-6 标准型弹簧垫圈(摘自 GB/T 93—1987) …	323	附表 6-2 砂轮越程槽(摘自 GB/T 6403.5—2008) …	341
3. 键和销 …	324	附表 6-3 紧固件通孔(摘自 GB/T 5277—1985)及沉头座尺寸(摘自 GB/T 152.2~152.4—1988) …	342
附表 3-1 普通平键键槽的尺寸及公差(摘自 GB/T 1095—2003) …	324	附表 6-4 普通内、外螺纹退刀槽与倒角尺寸(摘自 GB/T 3—1997) …	343
附表 3-2 普通平键的尺寸及公差(摘自 GB/T 1096—2003) …	325	7. 常用材料及常用热处理和表面处理名词解释 …	343
附表 3-3 圆柱销(摘自 GB/T 119.1—2000) …	326	附表 7-1 常用黑色金属材料 …	343
附表 3-4 圆锥销(摘自 GB/T 117—2000) …	326	附表 7-2 常用有色金属材料 …	345
4. 滚动轴承 …	327	附表 7-3 常用非金属材料 …	346
附表 4-1 滚动轴承 …	327	附表 7-4 常用热处理和表面处理名词解释 …	346
5. 极限与配合 …	328	参考文献 …	348
附表 5-1 标准尺寸系列(摘自 GB/T 2822—2005) …	328		
附表 5-2 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差(摘自 GB/T 1804—2000) …	328		
附表 5-3 公称尺寸至 3 150 mm 的标准公差数值(摘自 GB/T 1800.1—2009) …	329		

绪 论

一、工程绘图的历史和现状

图学是人类文明的里程碑，也是我们衡量和评价一个民族开化和发展程度的重要标志之一。有史以来，人类就试图用图形来表达和交流他们的思想(图 0-1、图 0-2)，从远古的洞穴岩石上的石刻可以看出，在没有语言文字以前，图形就是一种有效的交流工具。



图 0-1 《围猎野牛图》中的图样



图 0-2 距今约两万年的法国韦泽尔峡谷岩画

图样是图学的具体表达方式。考古发现，早在距今 4600 年前就出现了可以称为工程图样的图，那是刻在泥板上的一张神庙的地图。直到文艺复兴时期，欧洲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，法国数学家蒙日将各种表达方法总结归纳写出《画法几何》一书。画法几何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，这样就便于技术交流和批量生产。

我国早在春秋时代的技术著作《周礼·考工记》中就记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图测量工具的运用情况，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—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(图 0-3)，这也是世界上罕见的最早的工程图样。

300 年来，画法几何一直作为工程制图基础，而绘图工具也有了不断改进。但直到近 30 年来，随着计算机的软、硬件技术和外部设备的研制成功和不断发展，制图技术才有了重大变化，并对画法几何的前景产生重大影响。计算机绘图(computer graphics)和计算机辅助设计(CAD, computer aided design)技术大大地改变了设计的方式。早期的 CAD 技术是用计算机绘图代替手工绘制二维(平面)图形，用绘图机输出图纸。近十年来，三维技术迅猛发展，逐渐实现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)，

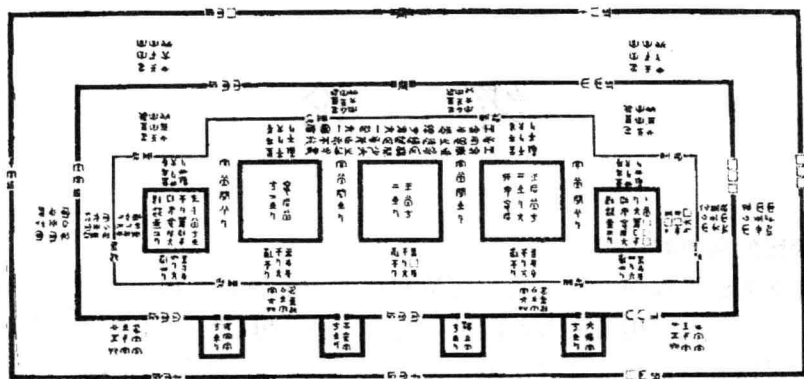


图 0-3 公元前 323—公元前 309 年的战国中山王墓图样

再赋予加工信息，之后直接到数控车间加工，这样可大大减少用画法几何绘制的二维图形的使用量。目前常用的 CAD 软件有 Pro/Engineer、UG、SolidWorks、AutoCAD 等，它们都具有丰富的真三维功能。

目前，国内较出名的自主产权的 CAD 软件有北京北航海尔软件有限公司的“CAXA 电子图板”，它拥有丰富的机械图库，包括大量的机械、电子标准图形、符号等，并具有三维实体造型功能。此外，华中理工大学的“开目 CAD”也具有类似的功能。广东工业大学与莫斯科工业大学联合开发的全柔性化 CAD 软件“T-Flex CAD”是一款非常优秀的 CAD 软件，它具有由二维图形自动生成真三维图形的功能和方便的二次开发功能，所有图素，包括图线、标注、汉字等都参数化，即便是装配图都可通过改变参数或拖动鼠标去修改图形并保持原有的几何约束。“T-Flex CAD”还能方便地产生三维实体渲染图和动画，还可进行仿真和场景浏览，绘制建筑图和建筑效果图等。国内自主知识产权的 CAD 软件都具有符合中国国家标准的图库，就制图而言，比国外的软件更方便使用，出图更快，但这些软件多数仅仅是绘图工具，并不具有设计功能。

目前，三维设计软件已广泛应用。而另一种更先进的设计制造技术——虚拟设计(virtual design)、虚拟制造(virtual manufacturing)也正在快速发展。这种技术借助于计算机网络和图形技术、多媒体技术、各种传感技术和其他设计制造有关技术，超越时间、空间限制，将各种有关信息迅速整理、传送，在虚拟的多维环境中实现交互设计制造，大大降低设计和制造成本，提高了设计制造的效率和质量。

另一种不仅用于设计，也应用于各种感觉表现的技术——计算机虚拟现实(virtual reality)，借助于多媒体和各种仿真传感技术将各种实体、场景栩栩如生地表现出来，使用户的感官感受到刺激，从而进行自由交互。计算机虚拟现实技术也还处于探索和发展初期，但它的应用前景难以估量，通过结合计算机网络技术，将根本改变人类的思维、生活和生产方式。

二、工程制图的未来发展

近十年来，由于计算机三维技术、虚拟设计、虚拟制造技术以及信息存储技术的快速发展，使产品的设计和生产模式发生了根本的变化。可以预见，工程制图的未来发展主要体现在以下几个方面：

(1) 绘图方式由三维建模代替二维绘图。

目前工程制图的图样是以二维平面图为主,阅读比较复杂的工程图样需要具备较好的画法几何基础知识。而三维图形能直观地表达物体的内、外部形状和结构,更易阅读和理解,因此,随着计算机三维技术的快速发展,三维图样代替二维图样将是未来工程制图的发展趋势。

(2) 表达方式由二维图样向三维效果图、动态演示以及虚拟现实转变。

计算机三维技术、虚拟现实技术的发展,为设计者们带来无限的想象力和创造力。与二维图样相比,这些技术具有无可比拟的优势。

(3) 技术资料存储方式由图纸方式向网络、移动存储模式转换。

工程图样是产品设计的重要技术资料,目前主要以纸质打印和计算机存储方式保存。随着计算机技术的发展,无纸设计的时代即将来临,届时设计技术资料的存储将完全由计算机来完成,存储方式主要为网络存储和移动设备存储。

三、本课程的性质和内容

基于我国工程技术的现状和发展需要,并考虑与国际先进技术接轨,定位了工程制图的性质和任务。

工程制图是一门研究绘制和阅读工程图样的原理和方法的课程,也是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。能够准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图形称为图样。工程图样是工业生产中的一种重要技术资料,是进行技术交流不可缺少的工具,是工程界共同的技术语言,每个工程技术人员都必须能够阅读和绘制工程图样。

工程制图包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图四部分内容。画法几何部分研究用投影法图示空间物体和图解空间几何问题的基本理论和方法;制图基础部分介绍制图的基础知识和基本规定,培养制图的操作技能,用投影图表达物体的内外形状、大小的绘图能力,以及根据投影图想象空间物体内外形状的读图能力;机械制图部分培养绘制和阅读机械图样的基本能力和查阅有关的国家标准的能力。

计算机绘图部分简单介绍了计算机二维绘图和三维造型的基本方法。

通过这四部分的学习,为读、绘工程图样打下坚实的基础,经过进一步的专业基础和专业知识的学习和实践,造就既具有工程素质又具创新意识的工程技术人才。

四、学习方法

本书配有学习软件,利用一步一步地图解,以及三维模型、文本、动画、同步声音讲解等生动细致地介绍了课程的全部教学内容。书后附录摘录了有关国家标准的图表,供查阅。

本书是为少学时的非机类、近机类专业编写的,因而压缩了画法几何的图解几何问题的内容,加强了组合体造型设计、计算机三维造型设计等内容,计算机绘制平面图形只作简介。

五、本课程的目标

学习完本课程学生应达到下列要求:

- (1) 掌握并运用正投影法的基本原理;
- (2) 能阅读和绘制工程图样;
- (3) 具有空间想象、构思和造型的能力;
- (4) 初步具有计算机绘制工程图样的能力;
- (5) 建立认真、细致、严谨和科学的工作作风。

第1章

制图基本知识

“工程图样”被喻为工程界通用的“技术语言”，是表达设计思想、进行技术交流和组织生产的重要资料。为了使图样统一，国家标准对图样上的相关内容作出了统一规定，制定出《技术制图》、《机械制图》和《房屋建筑制图统一标准》等国家标准，国家标准(简称“国标”)代号为 GB。如 GB/T 14689—2008，其中 T——推荐性标准，14689——发布顺序号，2008——发布年号。

标准是随着科学技术的发展和经济建设的需要而发展变化的。我国的国家标准在实施后，标准主管部门每五年对标准复审一次，以确定是否继续执行、修改或废止，但是从 2012 年开始，国家标准将随时修订，每一个工程技术人员都必须以严肃认真的态度遵守标准。

本节将介绍国标中关于图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸标注等部分，其余部分将在以后有关章节中介绍。

1.1 制图标准的基本规定

1.1.1 图纸幅面、格式和附加符号 (GB/T 14689—2008)

1. 图纸的幅面

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时可由基本幅面沿短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示或参阅国标的有关规定。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸及图框尺寸

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

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一产品的

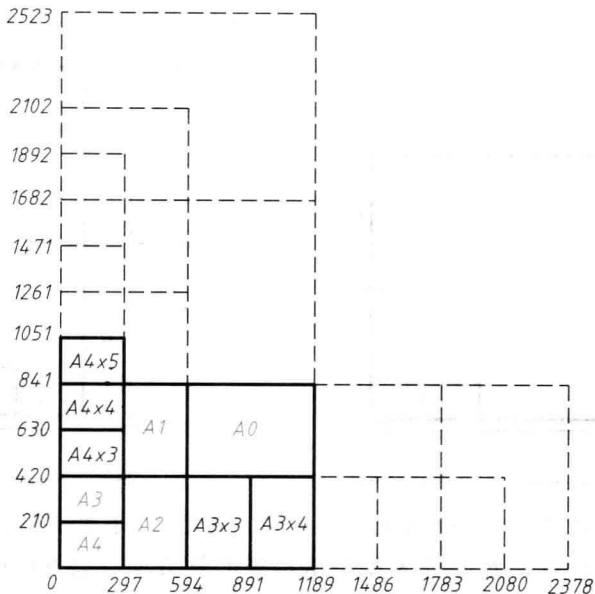


图 1-1 图纸的幅面尺寸

图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2、图 1-3 所示，尺寸遵循表 1-1 的规定。

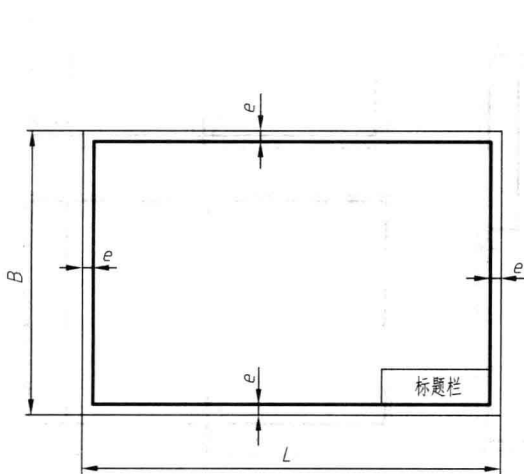


图 1-2 无装订边图纸(X 型)的图框格式

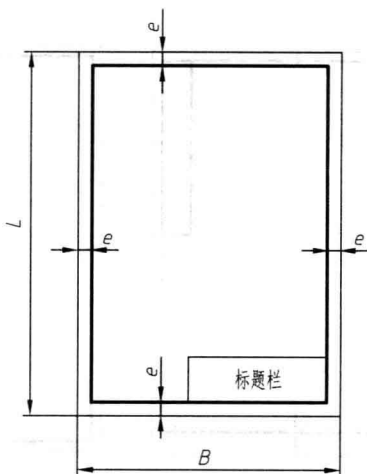


图 1-3 无装订边图纸(Y 型)的图框格式

留装订边的图纸，其图框格式如图 1-4、图 1-5 所示，尺寸遵循表 1-1 的规定。

3. 标题栏的方位

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3、图 1-4、图 1-5 所示。

图纸摆放形式有两种：横放(X 型)，如图 1-2、图 1-4 所示；竖放(Y 型)，如图 1-3、图 1-5 所示。在此情况下，看图的方向与标题栏的方向一致。

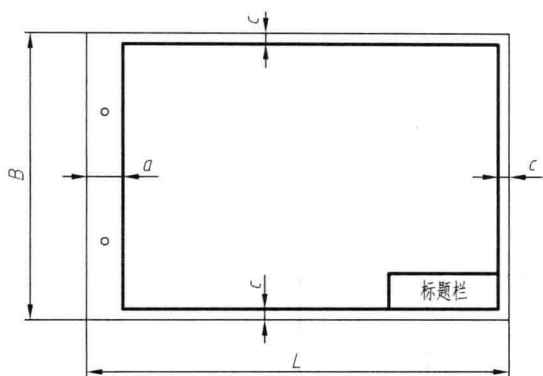


图 1-4 有装订边图纸(X型)的图框格式

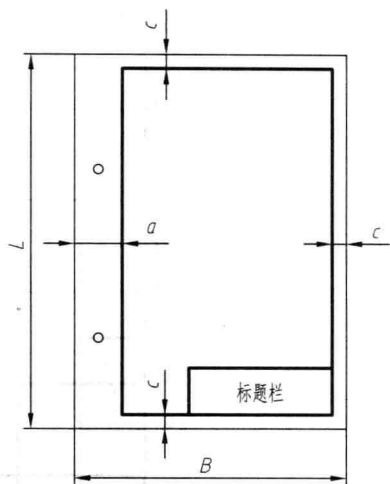


图 1-5 有装订边图纸(Y型)的图框格式

若使用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸沿逆时针方向旋转 90° 使用,如图 1-6 所示;或将 Y 型图纸沿逆时针方向旋转 90° 使用,如图 1-7 所示。

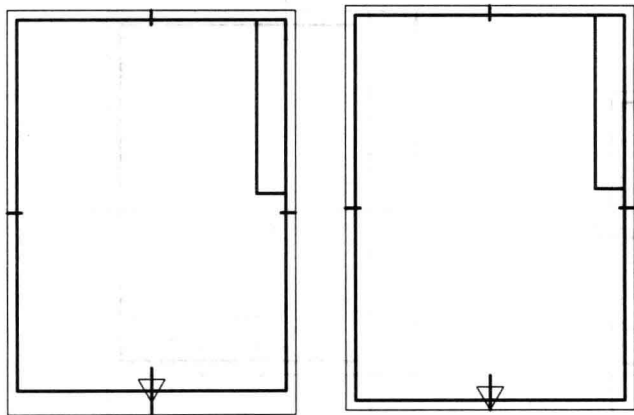


图 1-6 X 型图纸竖放时标题栏的方位

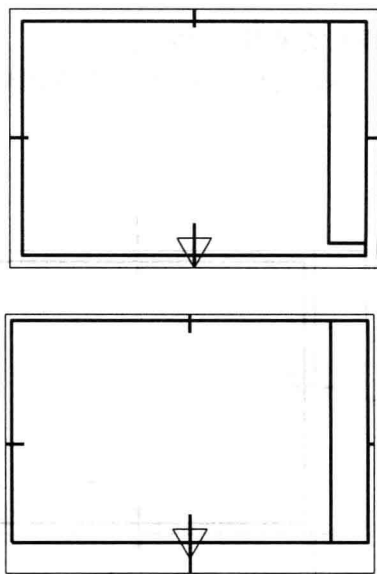


图 1-7 Y 型图纸横放时标题栏的方位

4. 图纸的附加符号

(1) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对表 1-1 所列的各号图纸,均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线(线宽不小于 0.5 mm)由纸边向图框内伸近 5 mm ,如图 1-6、图 1-7 所示。

当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1-7 所示。

(2) 方向符号



- 比例值应从表 1-2 中规定的比例中选取。

表 1-2 绘图比例

注: n 为正整数。

必要时，也允许选取表 1-3 的比例。

表 1-3 绘图比例

注: n 为正整数。

图样上的尺寸应按实物的实际大小标注,如图 1-13 所示。

1.1.4 字体(GB/T 14691—1993)

字体要求：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数：表示字体的高度(用 h 表示)，系列号为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8，单位为 mm。

1. 汉字