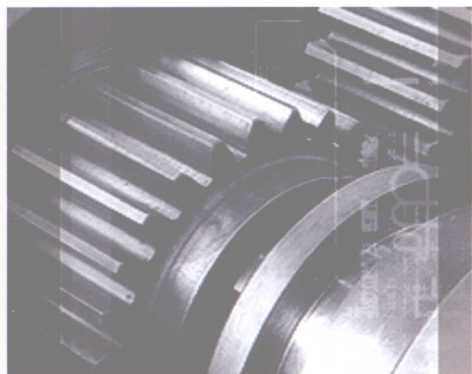




普通高等教育机电类规划教材

机械制图



杨 铭◎主编

MECHANICAL
DRAWING



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

第2版 普通高等教育机电类课程教材

机械制图



机械制图

MACHINICAL
DRAWING



机械工业出版社

普通高等教育机电类规划教材

机械制图

主 编 杨 铭
副主编 唐利芹 贾春萍
参 编 单怡超 尚衍壮 章 婷
主 审 刘 苏



机械工业出版社

本书是根据机械工程学科发展的需要,遵照教育部高等学校工程图学教学指导委员会最新制定的“高等学校工程图学课程教学基本要求”,吸取了兄弟院校的教学和教改经验编写而成的。

本书共有十章,内容包括:制图的基本知识,点、直线和平面的投影,立体及其表面交线,组合体,轴测图,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图和计算机绘图基础,并配有最常用国家标准的附录。全书贯彻最新国家标准,文字简练、图文并茂、通俗易懂,所选例题具有典型性,力求体现以应用为目的的特色。

本书可供高等工科院校机械类、近机械类专业使用,也可作为民办学院、高职高专、成人教育和自学助考等相关专业的教材,以及有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/杨铭主编. —北京:机械工业出版社, 2008.8

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-24706-7

I. 机… II. 杨… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第108485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 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2008年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19.5印张·474千字

标准书号:ISBN 978-7-111-24706-7

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379712

封面无防伪标均为盗版

前言

机械制图是高等院校工科各专业的一门重要的技术基础课,在生产实践中充当着机械工程与产品信息的载体,是工程界共同的技术语言。随着我国高等教育的不断发展,教育、教学方法的改革不断深入,各高校的课程体系、教学内容与手段都有较大的改变。本书是根据机械工程学科发展的需要,遵照教育部高等学校工程图学教学指导委员会最新制定的“高等学校工程图学课程教学基本要求”,并吸取了兄弟院校的教学和教改经验编写而成的。教材的编写者具有多年的面向各种层次学生的教学经验。与此同时,与本书配套的由杨小兰主编的《机械制图习题集》也将同期出版。

本书可供高等工科院校机械类、近机械类专业使用,也可作为民办学院、高职高专、成人教育和自学助学等相关专业的教材,以及有关工程技术人员参考用书。

本书有以下特点:

1) 书中的基础理论以应用为目的,建立以贯彻制图国家标准、形体表达为主线,手工绘图与计算机绘图同步进行的教学体系,使在学习机械制图基本内容的同时,又能利用绘图软件进行计算机绘图,突出应用能力的培养。

2) 既注重对基本概念和基本原理作准确的论述,又充分体现本课程分析问题和解决问题的独特方法。所选择的例题由浅入深,数量较多,具有典型性。通过对各类实际案例的分析,强化工程实践能力的培养。

3) 本书文字精炼、通俗易懂、图文并茂,特别重视发挥插图的作用。采用了立体图、轴测图与正投影视图相互对照的方法,并按解题过程,分步骤配上插图,形象直观地表达了各种图样。

4) 正文、附录和图例都遵循最新的《技术制图》和《机械制图》国家标准。

本书由杨铭任主编,唐利芹、贾春萍任副主编。全书共十章,尚衍壮编写绪论和第一章,单怡超编写第二章第一节、第二节、第三节和第四节,杨铭编写第二章第五节和第六节、第三章、第四章和第十章,章婷编写第五章,贾春萍编写第六章、第七章和附录附表1~附表19,唐利芹编写第八章、第九章和附录附表20~附表26。全书由杨铭统稿。

本书由南京航空航天大学刘苏教授担任主审,她对书稿提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言	
绪论	1
一、课程的性质和任务	1
二、课程的特点和学习方法	1
三、我国制图发展概况	1
第一章 制图的基本知识	3
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定	3
一、图纸幅面和格式	3
二、比例	6
三、字体	7
四、图线	9
五、尺寸标注	9
第二节 手工绘图工具和仪器的使用方法	13
一、图板、丁字尺和三角板	13
二、圆规和分规	13
三、铅笔	14
四、其他绘图工具	14
第三节 几何作图	15
一、等分线段和圆周	15
二、斜度和锥度	15
三、圆弧连接	17
四、椭圆的画法	20
第四节 平面图形的分析和绘制	21
一、平面图形的尺寸分析	21
二、平面图形的线段分析	21
三、平面图形的画图步骤	21
第五节 绘图的方法和步骤	22
一、仪器绘图的方法和步骤	22
二、徒手绘图的基本方法	23
第二章 点、直线和平面的投影	25
第一节 投影法概述	25
一、中心投影法	25
二、平行投影法	25
三、正投影法的基本性质	26
第二节 点的投影	27
一、点在两投影面体系中的投影	27
二、点在三投影面体系中的投影	28
三、两点的相对位置和重影点	31
第三节 直线的投影	32
一、各种位置直线及其投影特性	32
二、直线上的点	35
三、两直线的相对位置	35
第四节 平面的投影	38
一、平面的表示法	38
二、各种位置平面及其投影特性	39
三、平面上的点和直线	41
第五节 几何元素间的相对位置	43
一、平行问题	43
二、相交问题	44
三、垂直问题	46
第六节 换面法	48
一、点的换面规律	48
二、换面法中六个基本问题	49
第三章 立体及其表面交线	53
第一节 平面立体的投影及特性	53
一、棱柱	53
二、棱锥	54
第二节 回转体的投影及特性	56
一、圆柱	56
二、圆锥	57
三、圆球	59
四、圆环	61
第三节 立体表面的截交线	62
一、平面与平面立体相交	63
二、平面与回转体相交	66
第四节 立体表面的相贯线	74
一、求作相贯线的方法	75
二、相贯线的特殊情况	79
三、相贯线的简化画法	79
四、组合相贯线	82
第四章 组合体	84
第一节 三视图的形成和投影特性	84
一、三视图的形成	84

二、三视图的投影特性	85	一、剖视图的基本概念和画法	123
第二节 组合体的形体分析法	85	二、剖视图的种类	126
一、形体分析法	85	三、剖切面的种类	129
二、组合体的组合形式	85	第三节 断面图	132
三、相邻两表面的连接关系	85	一、断面图的概念	132
第三节 画组合体的视图	88	二、断面图的种类	132
一、画组合体视图的方法和步骤	88	第四节 其他表达方法	135
二、画图举例	90	一、局部放大图	135
第四节 读组合体的视图	91	二、简化画法和其他规定画法	136
一、读图的基本要领	91	第五节 表达方法综合应用举例	139
二、读图的基本方法	93	一、表达方法小结	140
三、读图举例	95	二、视图选择的方法和步骤	140
第五节 组合体的尺寸标注	98	第六节 第三角画法简介	142
一、基本体及常见形体的尺寸标注	99	一、第三角画法的视图形成与配置	142
二、组合体的尺寸标注	100	二、第三角画法与第一角画法的区别	143
第五章 轴测图	105	第七章 标准件和常用件	144
第一节 轴测图的基本知识	105	第一节 螺纹和螺纹紧固件	144
一、轴测图的形成	105	一、螺纹	144
二、轴测图的基本参数	105	二、螺纹紧固件及其联接的画法	151
三、轴测投影的基本性质	105	第二节 齿轮	156
四、轴测图的分类	106	一、圆柱齿轮	156
第二节 正等轴测图的绘制	106	二、锥齿轮简介	160
一、正等轴测图的形成	106	三、蜗轮和蜗杆简介	162
二、正等轴测图的基本参数	106	第三节 键和销联接	163
三、正等轴测图的画法	106	一、键联接	163
第三节 斜二等轴测图的绘制	114	二、销联接	165
一、斜二等轴测图的形成	114	第四节 滚动轴承	166
二、斜二等轴测图的参数	114	一、滚动轴承的结构及种类	166
三、斜二等轴测图的画法	115	二、滚动轴承的代号和标记	167
第四节 轴测剖视图的绘制	116	三、滚动轴承的画法	167
一、轴测剖视图的概念	116	第五节 弹簧	169
二、轴测剖视图的剖切方法	116	一、圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称及	
三、轴测剖视图的画法	116	尺寸关系	169
第五节 轴测图的徒手绘制	117	二、圆柱螺旋压缩弹簧的标记	170
一、轴测轴的徒手绘制	118	三、圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	170
二、轴测图的徒手绘制实例	118	第八章 零件图	172
第六章 机件常用的表达方法	119	第一节 零件图的作用和内容	172
第一节 视图	119	一、零件图的作用	172
一、基本视图	119	二、零件图的内容	172
二、向视图	120	第二节 零件的视图选择	173
三、局部视图	121	一、主视图的选择	173
四、斜视图	121	二、其他视图的选择	173
第二节 剖视图	123	第三节 零件图的尺寸标注	173

一、零件图上尺寸标注的要求	173	第五节 装配工艺结构简介	223
二、尺寸基准	174	一、接触面与配合面	223
三、基准的合理选择	174	二、螺纹联接的合理结构	224
四、尺寸的合理标注	174	三、方便装拆的结构	225
五、零件上常见结构的尺寸标注	178	四、防松结构	225
第四节 零件图上的技术要求	180	五、密封装置	225
一、表面结构的图样表示法	180	第六节 部件测绘和装配图的画法	226
二、极限与配合	189	一、部件测绘	226
三、形状及位置公差	194	二、画装配图	227
四、零件材料及热处理	197	三、画零件图	231
第五节 常见的零件工艺结构	197	第七节 读装配图	231
一、铸造工艺结构	198	一、读装配图的要求	231
二、加工面的工艺结构	198	二、读装配图的方法和步骤	231
第六节 各类典型零件分析	200	第八节 由装配图拆画零件图	234
一、轴套类零件	200	一、由装配图拆画零件图的方法和步骤	234
二、盘盖类零件	200	二、举例	235
三、叉架类零件	203	第十章 计算机绘图基础	238
四、箱体类零件	205	第一节 AutoCAD 2006 (中文版) 概述	238
第七节 零件测绘	205	一、AutoCAD 2006 (中文版) 的启动和工作界面	238
一、测量工具和测量方法	205	二、电子图样设置	239
二、零件测绘的注意事项	208	三、命令输入	242
三、零件测绘的步骤	208	四、数据输入	242
第八节 读零件图	211	五、文件操作	243
一、看标题栏	211	第二节 基本绘图功能	244
二、分析表达方案	213	一、常用的绘图命令	244
三、想象零件的结构形状	213	二、其他绘图命令	245
四、分析尺寸	213	第三节 图形显示控制与精确绘图	246
五、分析技术要求	214	一、图形显示控制	246
六、综合归纳	214	二、精确绘图	247
第九章 装配图	215	第四节 基本编辑功能	249
第一节 装配图的作用与内容	215	一、图形对象的选择	249
一、装配图的作用	215	二、常用的编辑命令	250
二、装配图的内容	215	三、其他编辑命令	252
第二节 装配图的表达方法	215	第五节 绘图实例	253
一、装配图的规定画法	215	一、平面图形的绘制	253
二、装配图的特殊表达方法	217	二、视图的绘制	255
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	220	第六节 尺寸标注	256
一、尺寸标注	220	一、尺寸标注的类型	256
二、技术要求	221	二、尺寸标注的基本设置	256
第四节 装配图的零件序号、明细栏和标题栏	221	三、常用的尺寸标注命令	261
一、零件序号	221	四、尺寸标注的编辑	263
二、明细栏和标题栏	222		

五、举例	264	一、螺纹	275
第七节 剖面符号的绘制和编辑	264	二、常用的标准件	278
一、剖面线的绘制	264	三、零件上常见工艺结构	292
二、剖面线的编辑	265	四、极限与配合	294
第八节 机械图样的绘制	266	五、金属材料与热处理	296
一、零件图	266	参考文献	299
二、装配图	273	读者信息反馈表	
附录	275		

绪 论

一、课程的性质和任务

按照一定的投影方法和有关规定,表达工程对象的形状、大小和技术要求的图,称为工程图样,简称图样。图样和文字、语言一样,都是表达和交流思想的工具。用图样表达机器设备和工程结构,具有形象、生动、清晰和简捷的优点,是语言、文字无法比拟的。

无论是制造机器或建造房屋,都必须先画出图样,然后按图施工。因此,图样被称为工程界的技术“语言”。

在机械工程中,常用的图样是零件图和装配图,统称为机械图样。本课程主要研究绘制和阅读机械图样的原理和方法,重在培养学生的空间想象能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。通过对本课程的学习,使学生具有从事工程技术工作所必需的基本素质和能力。

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) 培养绘制和阅读机械图样的能力。
- 3) 培养空间想象能力和形象思维能力。
- 4) 培养使用绘图软件进行计算机绘图的初步能力。
- 5) 严格贯彻制图国家标准及其他相关标准规定。

此外,还必须重视培养学生的自学能力和创新能力,以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、课程的特点和学习方法

本课程既有系统的投影理论,又有较强的实践性。在学习过程中,必须注意以下几个方面:

1. 认真学习投影理论

制图课程的基本内容是投影理论和投影制图,各章节之间有着密切的联系,只有在理解基本概念的基础上,不断地由物画图、由图想物,分析和想象空间形体与图形之间的对应关系,逐步提高空间想象力和形象思维能力,才能掌握投影理论及其应用,为后续课程的学习打下坚实的基础。

2. 重视绘图能力的培养

在日常设计及交流技术思想时,常常需要仪器绘图,有时用徒手绘图则更加方便。随着计算机绘图的发展,手工绘图逐渐减少。在科技创新活动中,经常用计算机绘制各种图样。因此,既要重视仪器绘图和徒手绘图能力的培养,也要提高计算机绘图的能力。

3. 培养创新意识

在掌握基础理论的同时,应注意对其进行总结和提炼,培养创新意识,以适应现代工程技术创新设计的需要。

三、我国制图发展概况

制图是劳动人民长期生产经验的积累和总结,它随着生产的发展而发展。

从殷商时代的陶器和铜器的花纹可以看出, 我们的祖先已经掌握了画几何图形的技能。远在三千多年前的春秋时期, 在《周礼考工记》中已记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图和施工工具。在二千多年前, 我国的数学名著《周髀算经》中记载了勾股弦等几何问题的绘图原理和绘图方法。在我国历代遗留下来的许多著作中有很多工程图样, 如宋代李诫的《营造法式》共 36 卷, 其中建造房屋的图样就有 6 卷之多, 图 0-1 所示的殿堂举折图即为其中的一幅正投影图; 宋代苏颂的《新仪象法要》、明代宋应星的《天工开物》、清代程大位的《算法统筹》等, 都记载了各种器械图样, 图 0-2 所示为《天工开物》中记载的水碾图。

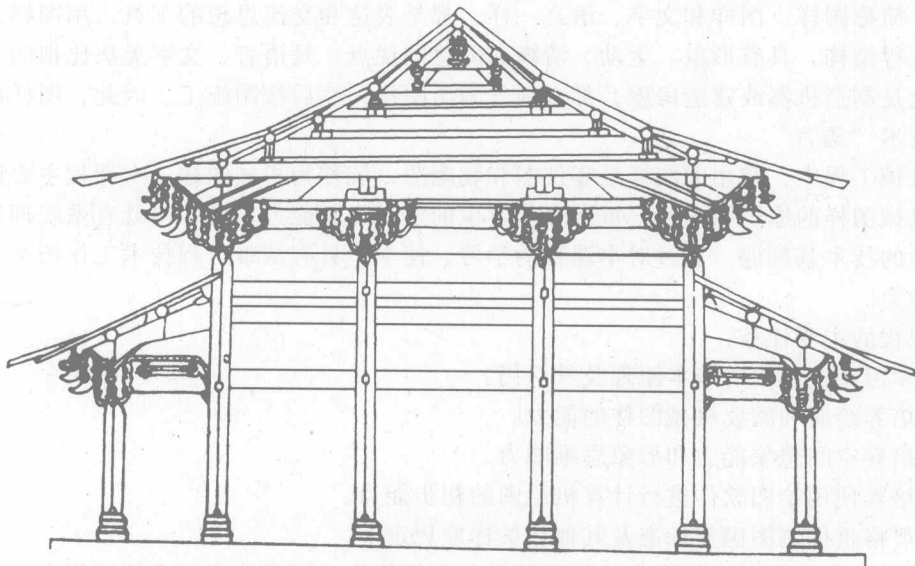


图 0-1 《营造法式》中的殿堂举折图

虽然我们的祖先在工程图学方面曾有过杰出的创造和伟大的成就, 但由于我国长期处于封建制度下, 工农业生产发展缓慢, 科学技术停滞不前, 制图技术的发展也受到阻碍。

新中国成立以后, 我国的工农业生产蒸蒸日上, 科学技术有了很大发展。制图这门学科走上了不断发展的道路。国家科学技术委员会于 1959 年颁布了第一个《机械制图》和《建筑制图》的国家标准, 它消除了旧中国在制图标准方面的混乱状态, 使工程图样有了统一的准则。为了适应生产发展的需要, 我国又先后于 1975 年、1984 年、1993 年、2000 年、2003 年修订了制图的国家标准, 以适应工农业发展和改革开放的需要, 使之更有利于工程技术的交流。

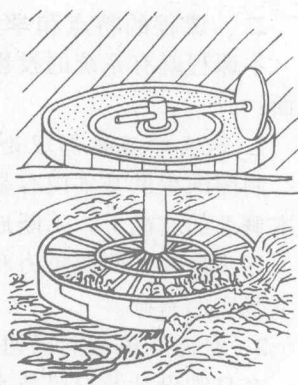


图 0-2 《天工开物》中的水碾图

随着计算机绘图这一新技术的普及和发展, 我国的工程制图进入了一个全新的阶段。自改革开放以来, 我国的计算机绘图和计算机辅助设计发展得很迅速, 正在奋起直追发达国家的先进水平。在工程界必将会实现制图技术的自动化, 以适应现代化建设的需要。

回顾工程图学领域中取得的伟大成就, 一定能激励我们努力学习制图的基本知识, 掌握制图的基本技能, 为学习专业课和将来从事工程技术工作打下基础。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

图样是表达设计思想、组织生产和进行技术交流的重要资料，是工程界通用的技术“语言”。为了便于指导生产、进行技术交流和图样管理，国家标准《技术制图》、《机械制图》对图样上的有关内容作了统一的规定，每个工程技术人员都必须掌握并严格遵守。

国家标准简称国标。其代号用汉语拼音字母“GB”表示，字母后的数字是某一具体标准的编号，分隔号后的数字是该标准发布的年代，如“GB/T 14690—1993”。标准分为强制执行标准（如 GB 3100—1993）和推荐执行标准（如 GB/T 14689—1993）。

本节仅介绍图幅、比例、字体、图线、尺寸标注等基本规定。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先选用表 1-1 所规定的基本幅面，A0 图幅的尺寸 $B \times L$ 为“841 × 1189”，各幅面面积公比为 2。图 1-1 中粗实线所示为基本幅面。

必要时，允许选用表 1-2、表 1-3 所规定的加长幅面。加长幅面是由基本幅面的短边成整数倍增加而得到的，如图 1-1 细实线、虚线所示。绘制图样时，表 1-1 为第一选择，表 1-2 为第二选择，表 1-3 为第三选择。

表 1-1 基本幅面 (单位: mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

表 1-2 加长幅面 (一) (单位: mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1051

表 1-3 加长幅面 (二)

(单位: mm)

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1189 × 1682	A2 × 4	594 × 1682	A4 × 6	297 × 1261
A0 × 3	1189 × 2523	A2 × 5	594 × 2102	A4 × 7	297 × 1471
A1 × 3	841 × 1783	A3 × 5	420 × 1486	A4 × 8	297 × 1682
A1 × 4	841 × 2378	A3 × 6	420 × 1783	A4 × 9	297 × 1892
A2 × 3	594 × 1261	A3 × 7	420 × 2080		

2. 图框格式

使用图纸时, 必须用粗实线画出图框, 其格式分为留装订边和不留装订边两种。留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-2 所示, 周边尺寸 a 和 c 按表 1-4 的规定绘制; 不留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-3 所示, 周边尺寸 e 按表 1-4 的规定绘制。绘制加长幅面的图框, 其周边尺寸, 按其对应的基本幅面大一号的周边尺寸确定, 如 $A2 \times 4$ 的周边尺寸的 e 或 c 按 $A1$ 的 e 或 c 选取。

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏, 应画在图纸的右下角。

画图时, 图纸可以横放, 也可以竖放。横放的图纸称为 X 型图

纸, 如图 1-2a、图 1-3a 所示; 竖放的图纸称为 Y 型图纸, 如图 1-2b、图 1-3b 所示。图纸的方向与标题栏的方向一致。

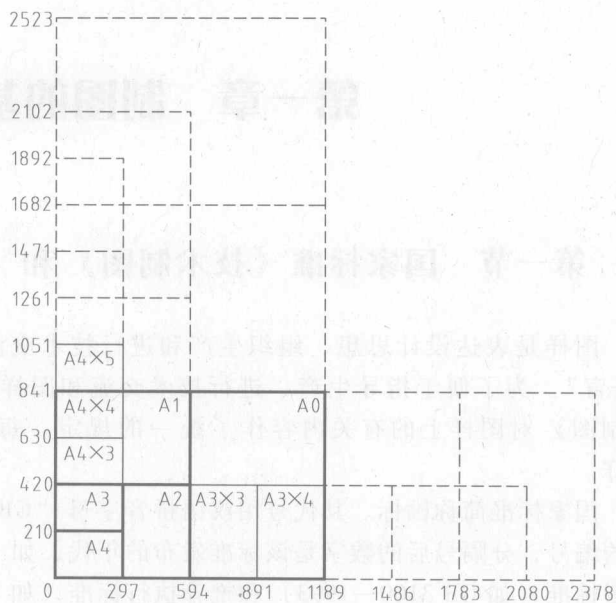


图 1-1 基本幅面和加长幅面

表 1-4 基本幅面的图框尺寸

(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
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

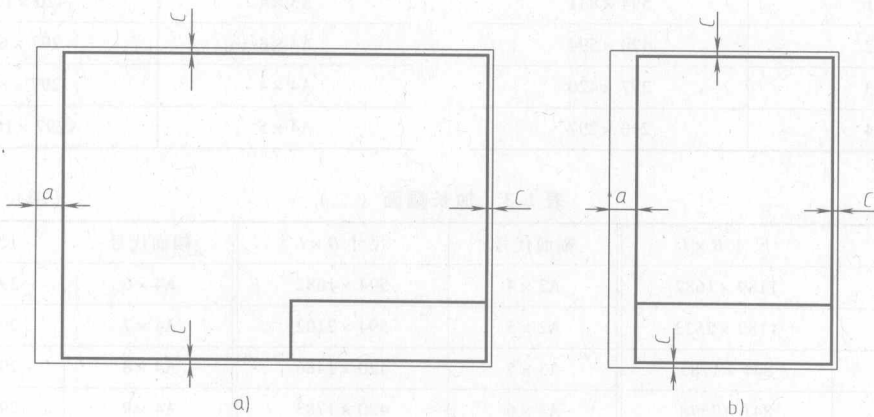


图 1-2 留装订边的图框格式

a) X 型图纸 b) Y 型图纸

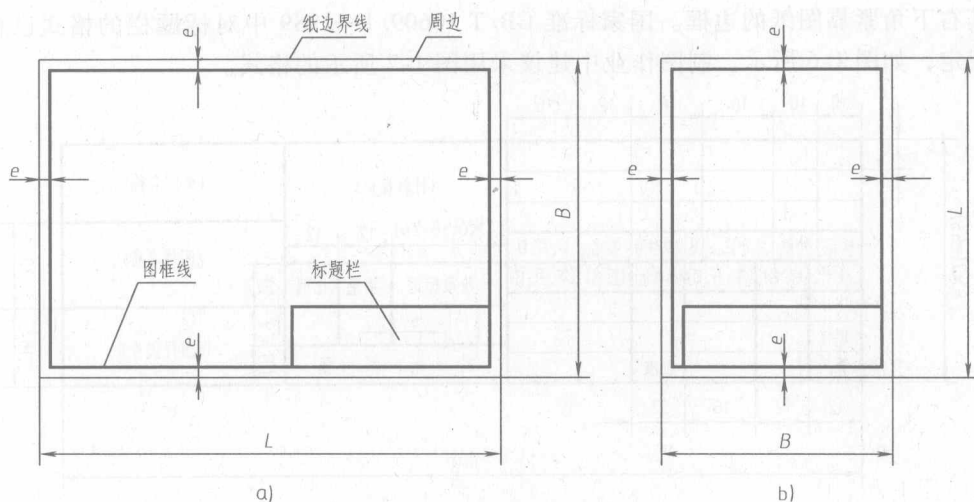


图 1-3 不留装订边的图框格式

a) X 型图纸 b) Y 型图纸

为了满足图样复制和微缩摄影时定位方便的需要,应该在图纸各边长的中点画出对中符号。它是从周边画入图框大约 5mm 的一段粗实线,线宽应不小于 0.5mm,如图 1-4 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,伸入标题栏的部分省略不画,如图 1-4b 所示。

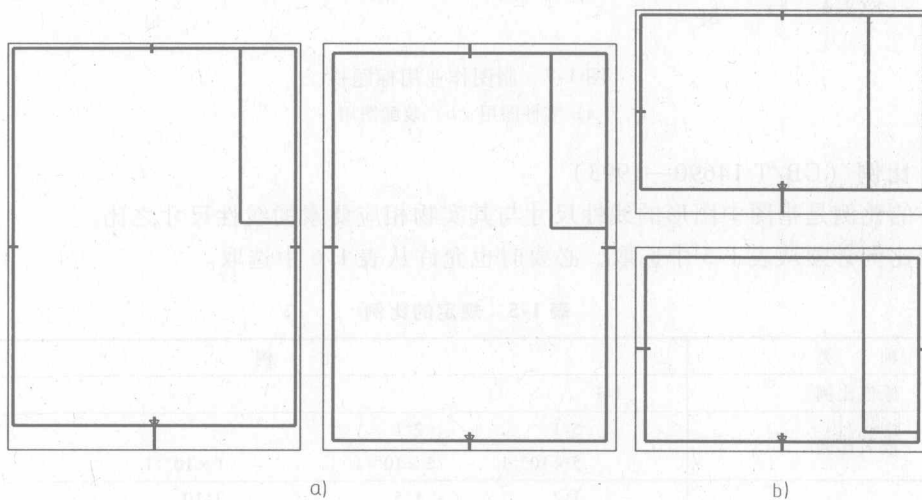


图 1-4 对中符号和方向符号

a) X 型图纸短边水平放置 b) Y 型图纸长边水平放置

在图纸印制好的情况下,为了更加有效地利用图纸,允许将 X 型图纸的短边水平放置或将 Y 型图纸的长边水平放置,如图 1-4 所示。此时,为了明确绘图和看图的方向,应该在图纸下边的对中符号处画出方向符号,如图 1-5 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,画法如图 1-5 所示。

标题栏的外框线用粗实线绘制,内框线用细实线绘

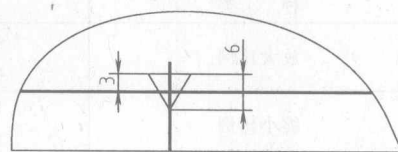


图 1-5 方向符号的画法

绘图时，应尽量采用 1:1 的比例。对大而简单的机件可以采用缩小的比例；对小而复杂的机件可以采用放大的比例。图样中标注的尺寸均为实物的实际尺寸，与绘图比例无关，如图 1-8 所示。在同一图样中，一般应采用相同的比例，并标注在标题栏中，若采用其他比例，需在相应的图形正上方标注。

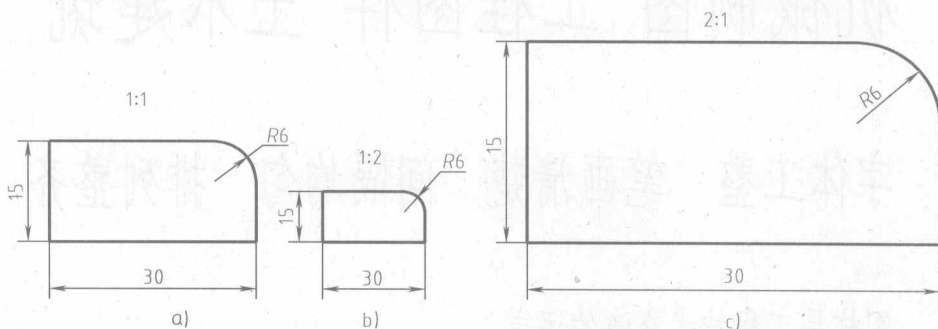


图 1-8 用不同比例画出的同一机件的图形

a) 原值比例 b) 缩小比例 c) 放大比例

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样中书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度 (用 h 表示，单位为 mm) 有 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 八种，字体的高度即为字体的号数。

1. 汉字

图样上的汉字应为长仿宋体字，并采用正式公布的《汉字简化方案》中规定的简化字，汉字的高度不应小于 3.5mm，字宽一般为字高的 0.7 ($1/\sqrt{2}$) 倍。

长仿宋体字的书写要领为：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。书写基本笔画时，要注意运笔及顺序，在起笔、落笔、转折处稍用力并停顿一下，以形成三角形的笔锋，并保持笔画平直，如图 1-9 所示。要根据字的结构特点，笔画安排匀称，各偏旁部首分配的比例适当，字体大小一致，如图 1-10 所示。图 1-11 为图样上常用的长仿宋体字示例。



图 1-9 长仿宋体字的基本笔画



笔画粗细一致
挺直有力

笔画排列匀称
横笔右端稍向上扬

“口”形字体
应写窄一些

图 1-10 长仿宋体字的结构布局

10号字

机械制图 工程图样 土木建筑

7号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

5号字

图样是工程技术交流的语言

3.5号字

齿轮轴承弹簧螺栓螺母螺钉垫圈皮带轮

图 1-11 长仿宋体字示例

2. 字母和数字

字母和数字均有直体和斜体之分，图样上一般采用斜体字。斜体字的字头向右倾斜，与水平方向成 75° 角。用作指数、分数、注脚等的字母及数字采用小一号的字体。在同一图样中，只允许使用一种字体。字母及数字书写示例如图 1-12 所示。



图 1-12 字母及数字示例