



面向 21 世纪课程教材  
国家工科基础课程教学基地机械基础系列教材

# 现代机械制图

主 编 祖业发  
副主编 丁 一 杨学元  
参 编 张庆伟

机械工业出版社

本书是在国家教育部《面向 21 世纪教学改革研究计划》的“机械类人才培养模式”“工程制图与机械基础教学内容和课程体系改革研究与实践”和“工程制图 CAI 系列课件研究开发”三项研究成果的基础上,根据机械类专业“画法几何及机械制图”课程教学基本要求,按总学时 120 学时编写的。书中全部采用最新的《技术制图》与《机械制图》国家标准和有关的新的国家标准。

全书分为:机械制图的基本知识;尺规绘图;徒手绘图;计算机绘图;投影法的基本知识;点、直线和平面的投影;曲线与曲面;基本立体及其表面交线;组合体;物体的表达方法;极限与配合、形状和位置公差的标准;螺纹、销、键及其连接;零件图;齿轮、弹簧;装配图等十五章及附录,并有与之配套的《现代机械制图习题集》同时出版。

本书可作为高等工业学校机械类专业“画法几何及机械制图”课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

现代机械制图/祖业发主编. —北京:机械工业出版社, 2002. 7  
面向 21 世纪课程教材. 国家工科基础课程教学基地机械基础系列教材  
ISBN 7-111-10007-7

I. 现... I. 祖... 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 (2002) 第 044106 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王霄飞 冯 钺 版式设计:霍永明 责任校对:张 媛

封面设计:鞠 杨 责任印制:路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·16.375 印张·637 千字

0 001—5 000 册

定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

# 国家工科基础课程教学基地机械基础系列 教材编审委员会

**主任：**唐一科

**副主任：**刘昌明 何玉林 黄茂林

**顾问：**杨叔子

**主编人员：**丁一 祖业发 黄茂林 龙振宇 刘天模 袁绩乾  
赵月望 陈国聪 何玉林 吕仲文 杨学元 秦伟  
李文贵

**审稿人员：**常明 华中科技大学

张策 天津大学

吴鹿鸣 西南交通大学

杨治国 四川大学

李建保 清华大学

林萍华 东南大学

张春林 北京理工大学

何援军 上海交通大学

谭建荣 浙江大学

张济生 重庆大学

(排名不分先后)

**策划单位：**机械工业出版社 重庆大学

# 序

为了适应 21 世纪我国现代化建设的需要，培养高质量的工程科学技术人才，教育部从 1996 年开始实施了“面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划”，接着又决定建设国家工科基础课程教学基地。这些措施推动了教育改革的深入发展，形成了一批有特色的课程体系和系列教材。由重庆大学国家工科基础课程机械基础教学基地组织编写、机械工业出版社出版的“国家工科基础课程教学基地机械基础系列教材”就是其中之一。这套系列教材是国内众多资深教授的支持、指导和数十位长期从事教学和教学改革的教师辛勤劳动的结果，能够满足机械类专业人才培养的要求。

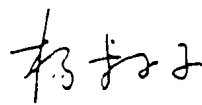
这套系列教材紧密结合“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”、“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个面向 21 世纪重大教学改革项目和国家工科基础课程机械基础教学基地建设，集中反映了重庆大学等高校围绕人才培养，在改革机械基础课程体系和教学内容方面所取得的成果。

这套系列教材的特色在于将机械基础系列课程分为设计基础和制造基础两类课群。以拓宽基础、培养学生综合应用机械基础理论与现代设计分析方法进行机械设计和创新为宗旨，遵循认知规律，明确课程定位，突破各课程自身的传统体系，基本上实现了系列课程的整体优化。通过《机械认识实践》的实践教学，帮助学生建立机械的感性认识。制造基础课群则对原机械制造的冷、热加工专业课程进行了整合和改造，建立了适合宽口径大机械专业的三个知识点——“机械制造技术基础”、“材料成形工艺基础”和“工程材料”。设计基础课群对传统的“机械设计”及“机械原理”进行了大胆的尝试性整合；展示了在“机械创新设计”思维的引导下，运用“计算机图形学”、“机械 CAD/CAE 技术基础”等现代设计方法和手段进行机械设计主线。

这套系列教材较好地体现了面向 21 世纪机械类专业人才培养模式改革的思路，对机械类专业机械基础系列课程体系及教学内容的改革进行了富有成效的探索与实践。机械工业出版社出版这套教材，实为一件很有意义的事，其将为全国机械基础课程体系的教改与教学提供了又一套很有特色的教材。

当然，这套系列教材还需要在教学改革和教学实践中经受检验、不断完善；以结出我国教育改革的硕果。是为序。

中国科学院院士  
重庆大学机械传动国家重点实验室学术委员会主任  
华中科技大学教授



2001年6月16日

# 前 言

为了适应新世纪培养高素质、创造型机械科技人才的需要，重庆大学国家工科基础课程机械基础教学基地组织编写了一套机械基础系列教材。这套教材编写的整个过程就是我们完成教育部面向 21 世纪高等教育教学内容和课程体系改革计划中“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”、“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个项目的过程。我们按照新世纪机械专业人才应该具备的能力、素质和知识结构，研究制定了机械类专业人才培养方案及教学内容体系和与之相适应的机械基础系列课程体系及教学内容，并在 97、98、99 级本科教学中经过实践，所以这套教材反映了我们进行教学改革成果。

这套系列教材的特色在于将机械基础系列课程分为设计基础和制造基础两类课群。对原机械制造工艺、金属切削机床、金属切削刀具、夹具、铸造、锻压等专业课程进行了整合和改造，编写了适合宽口径机械专业的《机械制造技术基础》、《材料成形工艺基础》和《工程材料》；增设了以参观和实践为主的《机械认识实践》课程；《现代机械制图》把投影制图和计算机绘图作为重点，并将其贯穿于全书；以设计为主线，重新规划了机械设计基础的体系结构，把齿轮机构的原理与设计有机融合，放在《机械设计》教材中，将《机械原理》的重点定位于机构的运动学，动力学和机械系统运动方案的分析与设计，并将《机械设计》安排在《机械原理》之前开出；增加了《计算机图形学》、《机械 CAD/CAE 技术基础》等计算机应用技术基础教材，反映了现代科学技术的新发展，引导学生应用现代设计方法和手段进行机械设计；增加了《机械创新设计》，介绍创新方法，启发创新思维。

本教材在国家教育部《面向 21 世纪教学改革研究计划》的“机械类人才培养模式”、“工程制图与机械基础教学内容和课程体系改革研究与实践”和“工程制图 CAI 系列课件研究开发”三项研究成果的基础上，根据机类专业“画法几何及机械制图”课程教学基本要求，按总学时 120 学时进行编写。对原来《画法几何及机械制图》教材从内容和结构都作了重要改革。其特点是：

- 1) 课程的目的定位在培养学生空间构思能力和阅读、绘制机械图样的能力上，削减了画法几何主要作为图解法基础的相关内容，如投影变换、相对位置等。
- 2) 把投影制图作为重点，以体为核心加强图形表达方法和读图方法的教学和练习。

3) 把计算机绘图作为现代绘图工具和方法增加到教材中,并且与传统的内容有机地结合在一起,贯穿于机械制图的全部教学中。

4) 习题包括用手工绘图和计算机绘图两方面的练习。

5) 在组合体一章增加三维几何造型的教学和训练,要求学生掌握用 AutoCAD 软件的基本体素和并、交、差集合运算交互式构造组合体,并生成轴测图,以便更有效地帮助学生掌握形体分析方法和训练空间构思能力。

6) 加强了徒手画图的训练。

7) 考虑了与近年开发的工程制图计算机辅助教学(CAI)软件有机结合,各章教学内容有相应 CAI 课件供教师和学生教学中选用。

本书由重庆大学祖业发、丁一、杨学元、张庆伟编写,祖业发为主编,丁一、杨学元为副主编。其中第一、二、五、六、七章和第八章的基本立体由祖业发编写,第四、九、十、十一章和第八章的表面交线由丁一编写,第三、十二、十四章和附录由杨学元编写,第十三、十五章由张庆伟编写。画法几何及工程制图课程指导委员会委员、博士生导师何玉林教授参加了本书编写提纲的讨论,对本书的编写提出了一些宝贵的意见,并写了绪论,在此表示感谢。

限于编者业务水平,本书定有不少疏漏、谬误,恳请读者批评、指正,谢谢!

编者

2001年7月



# 目 录

序	
前言	
绪论	1

## 第一篇 制图技术

<b>第一章 机械制图基本知识</b>	4
第一节 《技术制图》与《机械制图》国家标准中的部分规定	4
第二节 计算机绘图的有关规则	32
<b>第二章 尺规绘图</b>	36
第一节 绘图工具及仪器的使用方法	36
第二节 几何作图	40
第三节 平面图形的画法及尺寸标注	51
<b>第三章 徒手绘图</b>	56
第一节 徒手绘图的必要性和意义	56
第二节 徒手绘图的基本技能	57
第三节 草图的画法	59
<b>第四章 计算机绘图</b>	62
第一节 计算机绘图概述	62
第二节 AutoCAD 基本知识	64
第三节 AutoCAD 绘图环境设置	67
第四节 二维绘图	74
第五节 图形编辑	88
第六节 显示控制	104
第七节 文本注写	107
第八节 尺寸标注	112
第九节 绘制三维图形基础	128

## 第二篇 制图基础

<b>第五章 投影法的基本知识</b>	134
第一节 投影法的建立及其分类	134
第二节 正投影法的基本特性	135
第三节 工程中常用的几种图示法	137

<b>第六章 点、直线和平面的投影</b> .....	142
第一节 点的投影 .....	142
第二节 直线的投影 .....	149
第三节 平面的投影 .....	159
<b>第七章 曲线与曲面</b> .....	168
第一节 曲线 .....	168
第二节 曲面 .....	173
第三节 工程上常用的其他曲面及其应用、表达示例 .....	178
第四节 曲线、曲面的计算机生成 .....	181
<b>第八章 基本立体及其表面交线</b> .....	186
第一节 基本立体 .....	186
第二节 基本立体的计算机生成 .....	197
第三节 截交线和相贯线 .....	201
第四节 轴测投影 .....	226
<b>第九章 组合体</b> .....	240
第一节 组合体的组成分析 .....	240
第二节 组合体的造型设计 .....	242
第三节 组合体三视图及绘制 .....	252
第四节 读组合体视图的方法 .....	258
第五节 组合体视图的尺寸标注 .....	264
<b>第十章 物体的表达方法</b> .....	271
第一节 视图 .....	271
第二节 剖视 .....	274
第三节 断面 .....	286
第四节 物体的其他表达方法 .....	289
第五节 表达方法的综合应用举例 .....	294
第六节 第三角投影法简介 .....	296

### 第三篇 机械制图

<b>第十一章 极限与配合、形状和位置公差的标注</b> .....	299
第一节 极限与配合的基本概念和标注 .....	299
第二节 形状公差和位置公差的标注 .....	305
<b>第十二章 螺纹、销、键及其连接</b> .....	312
第一节 螺纹及螺纹连接 .....	312
第二节 销连接 .....	330
第三节 键联结 .....	331
<b>第十三章 零件图</b> .....	336

第一节	零件图的内容 .....	336
第二节	零件的结构分析 .....	337
第三节	零件表达方案的选择 .....	346
第四节	零件图的尺寸标注 .....	353
第五节	零件图的技术要求 .....	364
第六节	零件测绘 .....	376
第七节	零件图的阅读 .....	385
第八节	零件图形库 .....	390
<b>第十四章</b>	<b>齿轮、弹簧 .....</b>	<b>406</b>
第一节	齿轮 .....	406
第二节	弹簧 .....	420
<b>第十五章</b>	<b>装配图 .....</b>	<b>425</b>
第一节	装配图概述 .....	425
第二节	部件或机器的表达方法 .....	425
第三节	滚动轴承 .....	432
第四节	常见装配结构 .....	438
第五节	装配图中的尺寸标注 .....	442
第六节	装配图的零部件序号和明细栏 .....	443
第七节	装配图的绘制 .....	444
第八节	读装配图和由装配图拆画零件图 .....	449
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>461</b>
一、	螺纹 .....	461
二、	常用标准尺寸和标准结构尺寸 .....	468
三、	常用标准件 .....	470
四、	常用材料及热处理名词解释 .....	496
五、	极限与配合 .....	502

# 绪 论

## 一、课程的地位、性质和任务

在工程技术中准确地表达对象的形状、结构及其尺寸等的图称为图样。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。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。所以，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，计算机图形技术CG (Computer Graphics) 和计算机辅助设计CAD (Computer Aided Design) 已经在世界各国各个行业广泛应用。不仅在设计过程中人们可以借助CAD系统建立描述对象的模型，进行对象的仿真，生成表达对象的图形，代替人的手工设计计算和绘图，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迫切，人们对图形信息的需求越来越多，图形应用领域越来越广阔，从工程技术到科学研究，以及人们的社会生活无所不及。形成这种局面的原因，一方面是因为图形特别适合人类视觉系统的观察，人的眼睛从图形上接受信息的内容比数字、文字、表格快很多倍，并且人类对图形也具有高度的理解本能，因此用图来记录或描述对象比用文字描述要简明、方便得多。如果不借助图形提供的形象直观的视觉表示，人类就很难研究真实世界或抽象世界的模型。另一方面，现代计算机科学技术、通信技术、图形处理技术为图形的生成、处理、存储提供了强有力的手段和工具，使快速、方便、实时生成图形成为现实。

随着信息时代的到来，工程科技人员每天需要接受和处理的图形比过去要多得多，这就要求工程科技人员应具备高的图形表达能力和素质。因此无论过去、现在和将来，培养工程技术人才的高等工科院校教学计划中，都把制图作为一门必修的技术基础课程。

机械制图课程的主要任务是：

- 1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论，应用正投影法，并遵照国家标准的规定来绘制机械图样，以表达机器的零件和部件；
- 2) 培养学生的空间逻辑思维和形象思维能力；
- 3) 让学生掌握徒手绘图、用仪器工具绘图和现代的计算机绘图的方法，培养学生绘制和阅读机械图样的能力，并且培养学生耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度；

4) 学习与机械图样有关的机械设计和制造工艺方面的知识。

## 二、课程的内容和要求

本课程包括制图技术、制图基础和机械制图三个部分。

制图技术主要介绍绘制图样的基本技术和基本技能、计算机绘图的方法、《技术制图》与《机械制图》国家标准的基本规定，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，初步掌握徒手作草图的技巧，初步掌握用计算机绘图软件绘制平面图形的的方法。

制图基础学习投影法的基本知识，研究三维空间的点、直线、平面、常用曲线曲面和立体的投影，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。

机械制图包括零件图、标准件、常用件和装配图等内容。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，学习极限与配合及有关零件结构设计和加工工艺的知识和合理标注尺寸的方法。培养学生绘制和阅读机械零件图、装配图的基本能力，达到正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图（视图不少于4个）和中等复杂程度的装配图（装配体要有非标准零件10件左右）。

计算机绘图是实现计算机辅助设计和设计自动化的一项新技术，它与用工具仪器绘图及徒手绘图都是工程技术人员必须熟练掌握的绘图方法，所以三种方法都贯穿在本课程教学的全过程中。

## 三、课程的学习方法

机械制图就是按照正投影的方法，并遵照国家标准用图样来表达已经存在或正在我们头脑中设计构思的机器及其零部件。作为课程，它是机械基础系列课程中的先修课，必须为学习机械原理和机械设计等后继课程打下读图和绘图的基础。作为设计，它又是对设计过程的记录和设计结果的描述，要真正画好机械图还必须熟悉机械设计和机械制造工艺的知识。所以机械制图是一门理论性和实践性都很强的技术基础课。学习机械制图必须理论联系实际，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，才能逐步提高空间逻辑思维和形象思维能力，掌握本课程的基本内容。

做作业时，无论用仪器绘图还是用计算机绘图，都应在掌握有关概念及原理的基础上，遵循正确的作图方法和步骤，严格遵守国家标准的有关规定。制图作业应该做到：视图选择与配置恰当，投影正确，图线分明，尺寸完整，字体工整，图面整洁。

要充分利用机械认识实践、现场参观和金工实习等机会，尽量多接触机械和机械零、部件，增加感性认识，逐步熟悉零件的结构和工艺，为制图与设计相结合打下初步基础。在后续的机械设计、机械制造基础、课程设计和毕业设计中还要继续深入学习和提高，达到工程技术人员应具备的机械设计制图的能力和素质的要求。

由于图样是产品生产和工程建设中最重要的技术文件，绘图和读图的差错都会带来损失，所以在做机械制图作业时，就应该注意培养自己认真负责的工作态度和细致严谨的工作作风。

# 第一篇 制图技术

## 第一章 机械制图基本知识

### 第一节 《技术制图》与《机械制图》国家标准中的部分规定

机械制图是机械工程界的语言。为了适应生产的需要和国际间的技术交流,国家标准《技术制图》与《机械制图》对机械图样的画法、格式等作了统一的规定,它是一项重要的基础标准,在绘制机械图样时必须切实遵守。

本节摘要介绍最新《技术制图》与《机械制图》国家标准中的部分规定。

#### 一、图纸幅面及格式 (GB/T14689—1993)

本标准等效采用国际标准 ISO5457—1980《技术制图——图纸尺寸及格式》。

##### (一) 图幅

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,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,见图 1-1。

图 1-1 中粗实线所示为基本幅面;细实线所示和虚线所示均为加长幅面。

##### (二) 图框格式

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有装订边两种。但同一产品的图样只能采用一种格式。

图框幅面可横放和竖放。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示;留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示。

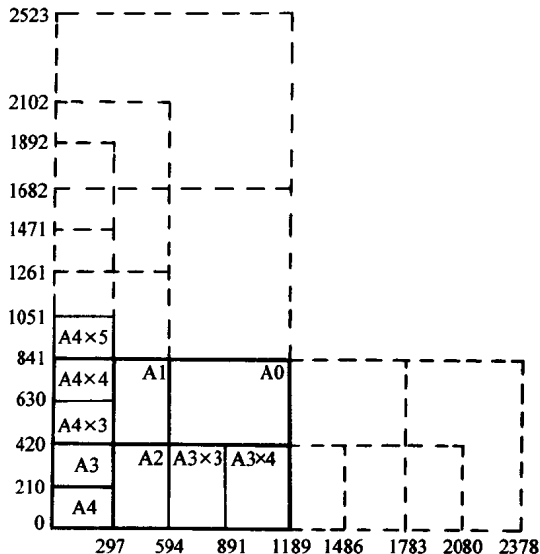


图 1-1 图纸的基本幅面和加长幅面

表 1-1 图纸幅面尺寸

(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
$a$	25				
$c$	10			5	
$e$	20		10		

## (三) 标题栏的方位

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置一般应位于图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示。

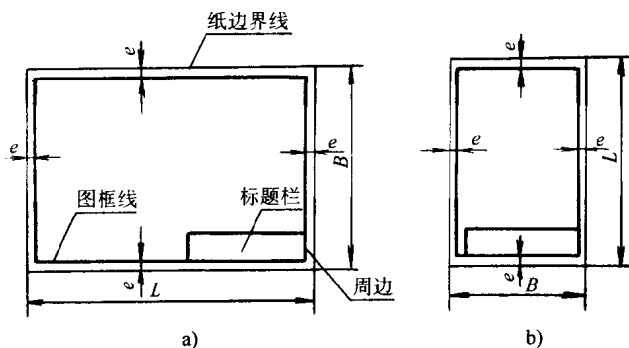


图 1-2 不留装订边的图纸

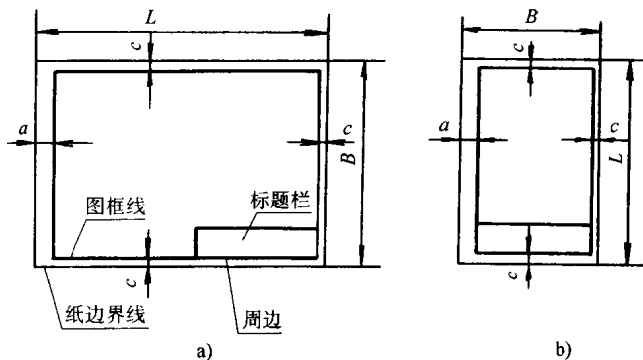


图 1-3 留装订边的图纸

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2a 和图 1-3a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2b 和图 1-3b 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，如图 1-4 所示；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-5 所示。此时标题栏应在右上角，而且必须画上方向符号。



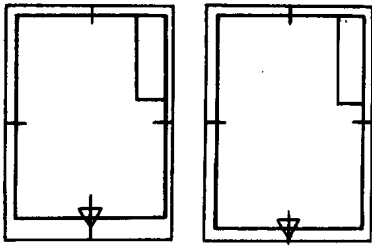


图 1-4 X 型图纸作为 Y 型  
图纸使用

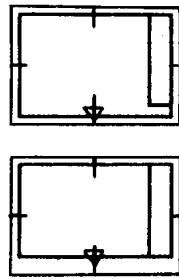


图 1-5 Y 型图纸作为 X 型图纸使用

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-6 所示。

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。

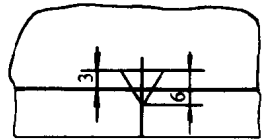


图 1-6 图纸方向符号

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm 处，如图 1-4、图 1-5 所示。

对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

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 1-5 所示。

除了对中符号、方向符号外，有时还有剪切符号和图幅分区、米制参考分度等，详情见 GB/T14689—1993。

图纸可以预先印制，一般应具有图框、标题栏和对中符号三项基本内容。而其他内容如方向符号、剪切符号、图幅分区、米制参考分度等可根据图纸的用途和使用情况确定取舍，也可根据具体需要临时绘制。

## 二、技术制图标题栏 (GB/T10609.1—1989)

### (一) 基本要求

每张技术图样中均应有标题栏。它的配置位置及栏中的字体（签字除外）、线型等均应符合有关国家标准规定。

### (二) 内容

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，见图 1-7。

### (三) 尺寸与格式

(1) 标题栏中各区的布置见图 1-7a，也可采用图 1-7b 的形式。当采用图 1-7a 的形式配置标题栏时，名称及代号区中的图样代号应放在该区的最下方，如图 1-8 所示。

(2) 标题栏各部分尺寸与格式可参照图 1-8。图 1-8 所示为按图 1-7a 格式布置