



普通高等教育工科类教学改革规划教材  
浙江省重点教材建设项目

# 机械制图 (项目式教学)

JIXIE ZHITU (XIANGMUSHI JIAOXUE)

涂晶洁 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

赠 电子 课件



普通高等教育工科类教学改革规划教材  
浙江省重点教材建设项目

# 机 械 制 图

(项目式教学)

主编 涂晶洁

参编 左桂兰 黄鲁燕 颜曼兰

张育斌 张玉玺

主审 陈福生



TH126-43

154



北航

C1692221

机械工业出版社

本教材的编写融入了有关机械制图的最新国家标准,采用项目教学方式组织教材内容,并参考了大量国内、外同类教材。

全书共有 11 个项目,内容包括:绪论,制图基本知识与技能的学习与应用,点、直线和平面投影的学习与应用,立体投影的学习与应用,组合体知识的学习与应用,轴测投影的学习与应用,零件形状表达方法的学习与应用,机械图样中特殊表示法的学习与应用,零件图知识的学习与应用,装配图知识的学习与应用,国外典型制图标准简介与应用以及 AutoCAD 软件的典型应用。

本教材可作为高等工科院校机械类、近机械类各专业图学课程的通用教材,也可供有关工程技术人员参考。

本教材配有习题集及习题解答(电子课件中),可供学习者参考及使用。

本教材配有电子教案,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网(<http://www.cmpedu.com>)下载,或发送电子邮件至 [cmpgaozhi@sina.com](mailto:cmpgaozhi@sina.com) 索取。咨询电话:010-88379375。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图:项目式教学/涂晶洁主编. —北京:机械工业出版社,2013.8  
普通高等教育工科类教学改革规划教材 浙江省重点教材建设项目  
ISBN 978-7-111-42681-3

I. ①机… II. ①涂… III. ①机械制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 190922 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:边萌 责任编辑:边萌 杨作良 版式设计:霍永明

责任校对:丁丽丽 封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.5 印张·507 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-42681-3

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本教材依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的《高等学校画法几何与工程制图课程教学基本要求》编写。教材中严格贯彻有关机械制图的国家标准，在注重学科知识的系统性、表达的规范性和准确性的同时，根据学生的认知规律，以工程项目为驱动安排教材内容，注重学生的绘图能力、看图能力和空间想象能力的培养。

本教材总结和吸取了我们近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见，在编写过程中，力求实现科学性与实用性相结合、系统性与先进性相统一、新内容与经典内容相融合的目标，力求实践性强、语言通俗并做到突出重点、化解难点。

本教材的特点：

1. 采取了由浅入深、图文并茂的叙述方法，使教材内容形象直观、简明实用。
2. 采用了最新颁布的《技术制图》《机械制图》等国家标准。
3. 增设了“国外典型制图标准简介与应用”的内容，满足对外开放的需要。
4. 通过例题、思考与练习题以及配套的习题集等内容，培养学生运用理论解决实际工程问题的能力。

本教材于 2011 年 3 月被列为浙江省重点教材建设项目。

全书共有 11 个项目，内容有：绪论，制图基本知识与应用，点、直线和平面投影的学习与应用，立体投影的学习与应用，组合体知识的学习与应用，轴测投影的学习与应用，零件形状表达方法的学习与应用，机械图样中特殊表示法的学习与应用，零件图知识的学习与应用，装配图知识的学习与应用，国外典型制图标准简介与应用，AutoCAD 软件的典型应用。

本教材由宁波大红鹰学院涂晶洁任主编，编写了前言、绪论、项目 1、项目 2、项目 11 及附录；参与教材编写的人员还有：左桂兰（项目 6、项目 7），黄鲁燕（项目 3、项目 4），张育斌（项目 10），张玉玺（项目 5），浙江万里学院的颜曼兰（项目 8、项目 9）。在本教材的编写过程中参考了一些同类教材，在此特向作者表示感谢，具体书目作为参考文献列于书末。本教材的编写得到了宁波大红鹰学院赖尚丁教授的大力支持与帮助，在此表示感谢！

本教材由陈福生主审，项目 10 由敏实集团有限公司研发中心的谢鑫尧审阅。

由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者



# 目 录

前言		
绪论	1	
项目 1 制图基本知识与技能的学习与应用	3	
1.1 制图的基础知识	3	
1.2 项目案例：手柄的绘制	18	
1.3 绘图工具和仪器的使用	19	
本项目小结	22	
思考与练习	22	
项目 2 点、直线和平面投影的学习与应用	24	
2.1 投影法及三视图（GB/T 13361—2012、GB/T 14692—2008）	24	
2.2 点的投影	27	
2.3 直线的投影	29	
2.4 平面的投影	34	
2.5 直线与平面以及两平面之间的相对位置关系	38	
2.6 投影变换	43	
2.7 项目案例：模型三视图的绘制	46	
本项目小结	47	
思考与练习	47	
项目 3 立体投影的学习与应用	49	
3.1 基本体的投影及其表面取点	49	
3.2 平面与立体的表面交线（截交线）	58	
3.3 回转体的表面交线（相贯线）	65	
3.4 项目案例：顶尖头部截交线的绘制	72	
本项目小结	72	
思考与练习	73	
项目 4 组合体知识的学习与应用	75	
4.1 组合体概述	75	
4.2 组合体视图的画法	77	
4.3 组合体视图的尺寸标注	81	
4.4 读组合体视图	87	
4.5 项目案例：轴承座的绘制与尺寸标注	92	
本项目小结	94	
思考与练习	94	
项目 5 轴测投影的学习与应用	96	
5.1 轴测图的基本知识	96	
5.2 正等轴测图	97	
5.3 斜二轴测图	104	
5.4 项目案例：底座正等轴测图的绘制	105	
本项目小结	106	
思考与练习	107	
项目 6 零件形状表达方法的学习与应用	108	
6.1 视图	108	
6.2 剖视图	113	
6.3 断面图	127	
6.4 零件的其他表达方法	131	
6.5 项目案例：阀体零件表达方案的选择	136	
本项目小结	137	
思考与练习	138	
项目 7 机械图样中特殊表示法的学习与应用	140	
7.1 螺纹及其画法	140	
7.2 常用螺纹紧固件	150	
7.3 齿轮	155	
7.4 键和销	158	
7.5 滚动轴承	161	
7.6 弹簧	164	
7.7 项目案例：螺纹联接套的表示方法	168	
本项目小结	168	
思考与练习	168	
项目 8 零件图知识的学习与应用	170	
8.1 零件图的内容	170	
8.2 零件视图的选择	172	
8.3 零件图的尺寸标注	172	
8.4 技术要求在零件图上的标注	180	
8.5 零件的工艺结构	192	
8.6 读零件图	197	

8.7 项目案例: 典型零件图分析 .....	200	10.6 螺纹的画法 .....	252
本项目小结 .....	206	10.7 项目案例: 泵轴零件图的绘制 .....	254
思考与练习 .....	206	本项目小结 .....	255
<b>项目 9 装配图知识的学习与应用</b> .....	211	思考与练习 .....	255
9.1 装配图的作用和内容 .....	211	<b>项目 11 AutoCAD 软件的典型应用</b> ...	257
9.2 装配体的表达方法 .....	214	11.1 二维图形绘制 .....	257
9.3 装配图的尺寸标注和技术要求 .....	217	11.2 项目案例: 泵盖机械图样的绘制 .....	288
9.4 装配图中零件的序号及明细栏 .....	218	11.3 三维图形的绘制 .....	290
9.5 装配体的常见工艺结构 .....	219	11.4 项目案例: 创建支架零件的三维 实体 .....	300
9.6 项目案例: 装配体的测绘 .....	222	11.5 图形的输入、输出与打印 .....	303
9.7 读装配图 .....	229	本项目小结 .....	304
9.8 由装配图拆画零件图 .....	232	思考与练习 .....	304
本项目小结 .....	235	<b>附录</b> .....	306
思考与练习 .....	235	附录 A 极限与配合 .....	306
<b>项目 10 国外典型制图标准简介与 应用</b> .....	239	附录 B 螺纹 .....	309
10.1 第三角投影法 .....	239	附录 C 常用螺纹紧固件 .....	311
10.2 一般规定 .....	241	附录 D 键和销 .....	317
10.3 机械图样的画法 .....	243	附录 E 滚动轴承 .....	319
10.4 零件的尺寸标注 .....	250	<b>参考文献</b> .....	322
10.5 几何技术规范的标注 .....	251		



# 绪 论

## 1. “机械制图”课程研究的对象

“机械制图”是研究绘制和阅读机械图样的一门课程，主要内容有：平行投影法（主要是正投影法）的原理及应用、国家标准中关于“技术制图”和“机械制图”的有关规定、绘制和阅读机械图样的技巧和方法等。

在现实生产中，为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求等，要将工程对象按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上，这种图纸被称为工程图样，简称图样。工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，也是工程技术部门的一项重要技术文件，机械图样是工程图样中应用最多的一种。在生产和科学实验活动中，设计者需要通过图样来表达设计对象；制造者需要通过图样来了解设计要求，依照图样来制造设计对象；使用者需要通过图样来了解设计、制造对象的结构及性能等。因此，每个与机械有关的工程技术人员都必须掌握这方面的知识与能力。工程图样不仅是工程与产品信息的载体，也是工程界交流的技术语言。

任何机器都是由若干部件组成、部件又是由若干零件组成的。表达机器的总装配图、表达部件的部件装配图和表达零件的零件图，统称为机械图样。装配图和零件图相互依赖、各有所用。

## 2. “机械制图”课程的性质和任务

“机械制图”是一门实践性较强的专业基础课，是培养工程技术应用型人才的一门主干技术基础课。课程的主要目的是培养学生正确运用正投影法来分析、表达机械工程问题的能力，绘制和阅读机械图样的能力和空间想象能力，同时也是为后续课程的学习和顺利完成毕业设计奠定基础。

本课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用；
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力；
- (3) 学习、贯彻制图国家标准和其他有关规定；
- (4) 培养逻辑思维与空间形象思维的能力；
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 3. “机械制图”课程的学习方法和要求

“机械制图”课程是一门既有系统理论，又很强调实践的技术基础课。课程各部分内容既紧密联系，又各有特点。根据“机械制图”课程的学习要求及各部分内容的特点，下面简要介绍一下学习方法：

1) 准备一套绘图工具，并认真完成作业。

2) 认真听课，及时复习。牢固掌握投影原理和图示方法，透彻理解基本概念，以便灵活运用有关概念和方法进行解题；牢固掌握形体分析法、线面分析法等投影分析方法，提高独立分析和解决看图、画图等问题的能力。

3) 注意画图与看图相结合, 物体与图样相结合。要多画多看, 逐步培养逻辑思维与空间形象思维的能力。

4) 严格遵守机械制图的国家标准, 掌握并具备查阅有关标准和资料的能力。

#### 4. 我国工程图学的发展概况

我国是世界文明古国之一, 在工程图学方面有着悠久的历史, 它是伴随着生产的发展和劳动人民生活水平的提高而产生和日趋完善的。我国比较早记载工程上使用工程图的文献是《尚书》, 书中记载公元前 1059 年, 周公曾画了一幅建筑区域平面图送给周成王作为营造城邑之用。

宋代李诫于公元 1100 年完成《营造法式》三十六卷, 附图就占了六卷, 其中有平面图、立体图和断面图等图样, 画法上有正投影、轴测投影和透视投影等, 充分证明了我国工程图学技术很早以前就已达到了较高水平。宋代以后, 元代王桢所著的《农书》、明代宋应星所著的《天工开物》等书中都附有上述类似图样。清代徐光启所著的《农政全书》, 画出了许多农具图样, 包括构造细部和详图, 并附有详细的尺寸和制造技术的注解。但是由于长期的封建统治和列强侵略, 致使我国工程图学的发展停滞不前。

解放以后, 我国工程图学得到了前所未有的发展。1956 年原机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》; 1959 年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》, 随后又颁布了国家标准《建筑制图》, 使全国工程图样标准得到了统一, 标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随后我国又先后颁布了一系列《技术制图》与《机械制图》的新标准。我国从 1967 年开始计算机绘图的研制工作, 计算机绘图技术已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作。特别是近年来, 一系列绘图软件的不断研制成功, 给计算机绘图提供了极大的方便, 计算机绘图技术日益普及。随着我国改革开放的不断推进, 我们深信工程图学定能在更加广泛的领域得到更大的发展。



# 项目 1 制图基本知识与技能的学习与应用

## 知识目标

1. 了解国家标准中关于图纸幅面和格式、比例、字体及图线等方面的基本规定。
2. 掌握平面图形尺寸和线段分析的方法和步骤。

## 能力目标

1. 能正确使用绘图工具和仪器。
2. 能熟练掌握几何作图的方法与技巧。

## 项目案例

手柄的绘制。

## 1.1 制图的基础知识

### 1.1.1 国家标准的有关规定

工程图样是表达设计思想、进行技术交流和组织生产的重要资料，是工程界通用的技术语言。因此，国家对图样画法、尺寸注法和所用代号等都作了统一的规定，这些规定就是制图标准。如 GB/T 14689—2008，就是国家标准《技术制图 图纸幅面及格式》的代号。“GB/T”表示推荐性国家标准，是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准，简称“国标”）和 TUIJIAN（推荐）的汉语拼音缩写。如果“GB”字母后面没有“/T”则表示此标准为强制性国家标准；“14689”是该标准的编号；“2008”表示该标准最近一次修订是 2008 年。在绘图和读图时，都应严格遵守这些标准。

#### 1. 图纸的幅面及格式

(1) 图纸的幅面 (GB/T 13361—2012、GB/T 14689—2008) 图纸的幅面是指图纸宽度与长度。常用的图纸幅面有五种，分别为 A0、A1、A2、A3、A4。GB/T 14689—2008 中规定绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的图纸幅面。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

(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		

必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。

表 1-1 中  $B$ 、 $L$ 、 $a$ 、 $c$ 、 $e$  的含义如图 1-2、图 1-3 所示。

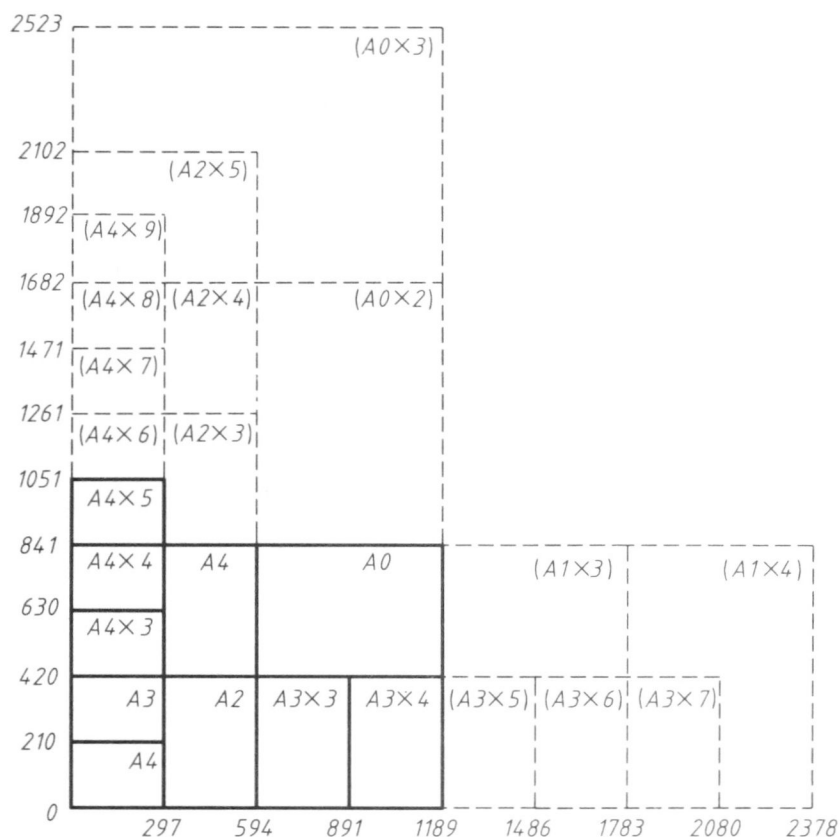


图 1-1 图纸幅面的尺寸

(2) 图框的格式 (GB/T 14689—2008) 每张图样都需要用粗实线绘制图框。根据需要, 图纸分为要装订的和不需要装订的两种。要装订的图样, 应留装订边, 其图框格式如图 1-2 所示, 其中  $a$  边为装订边; 不需要装订的图样其图框格式如图 1-3 所示。同一产品的图样只能采用同一种格式。图样必须画在图框之内。

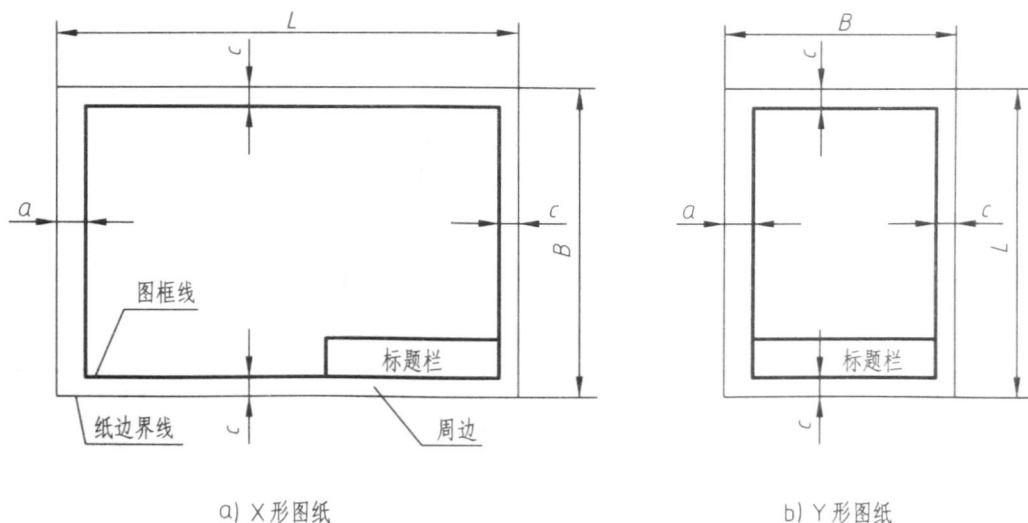


图 1-2 有装订需求的图框格式

(3) 标题栏及方位 (GB/T 10609.1—2008) 每张图纸都必须画出标题栏, 标题栏的位置位于图纸的右下角。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定, 如图 1-4 所示。在学校里一般采用简化标题栏, 如图 1-5 所示。当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 形图纸, 如图 1-2a 和图 1-3a 所示; 当标题栏的长边与图纸的长边垂直



时，则构成 Y 形图纸，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。

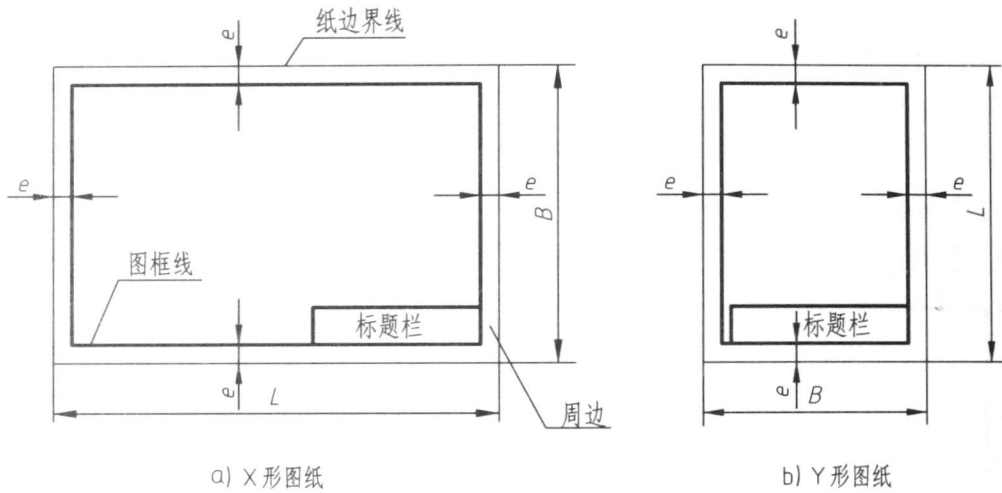


图 1-3 无装订需求的图框格式

此外，标题栏的线型、字体（签字除外）和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

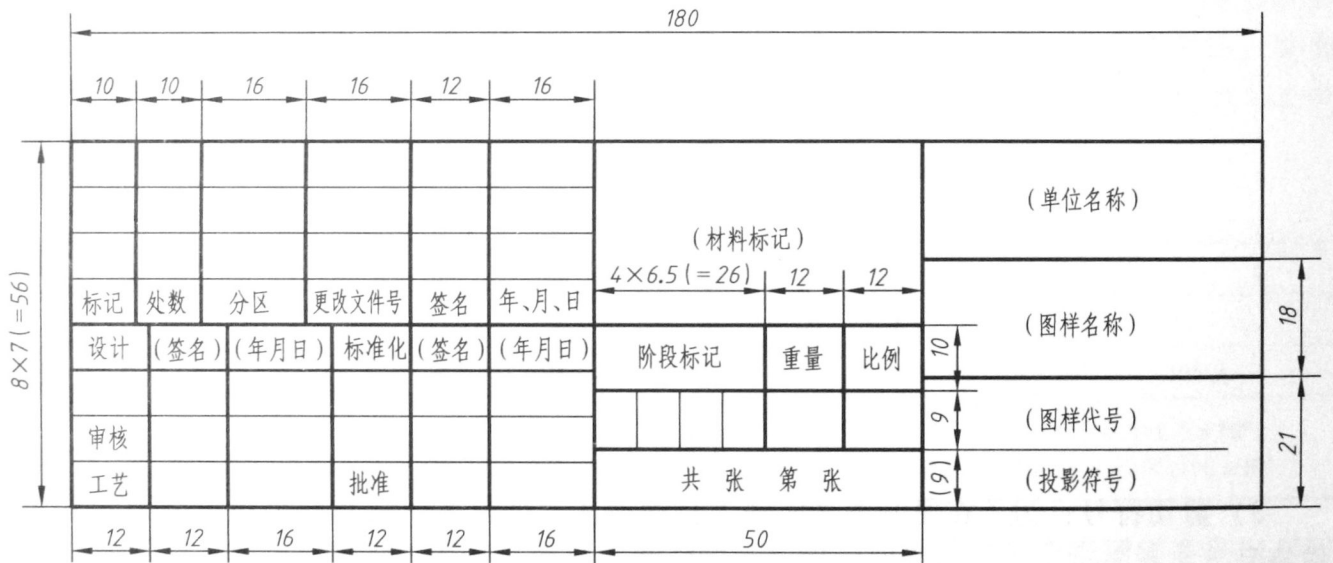


图 1-4 标题栏格式和尺寸

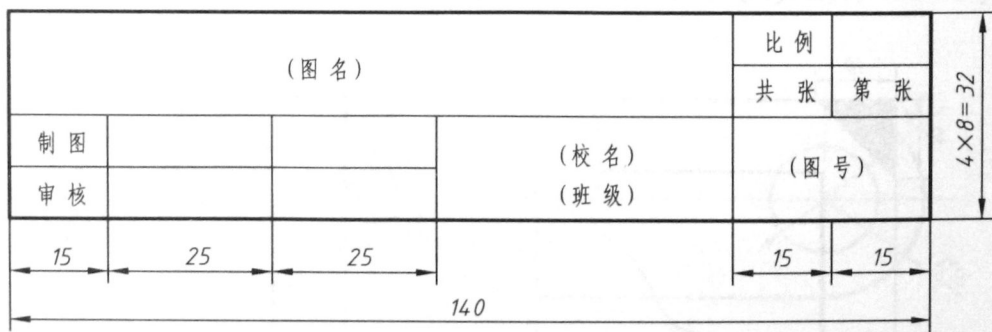


图 1-5 简化标题栏格式

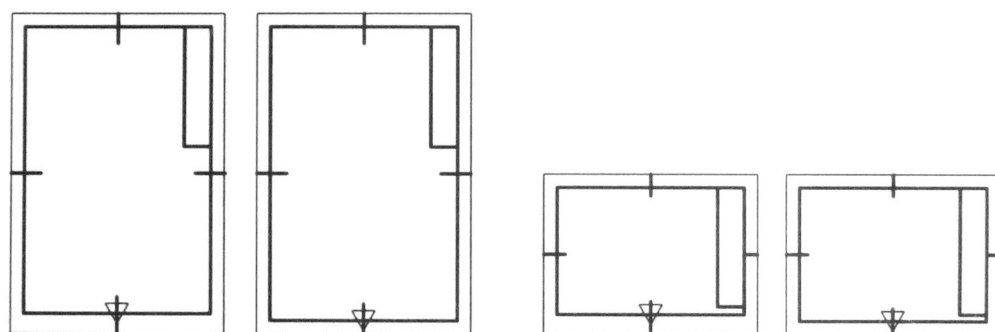
(4) 附加符号 (GB/T 13361—2012、GB/T 14689—2008)

1) 对中符号：有时为了图样复制和缩微摄影的方便，需在图纸各边的中点处画出对中符号。

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线框内约 5mm，如图 1-6 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的范围内时，伸入标题栏部分省略。

2) 方向符号：当使用预先印制好的图纸时，为了明确绘图与看图时图纸的方向，需在图纸的下边对中处画出一个方向符号。

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 1-7 所示。



a) X形图纸竖放时

b) Y形图纸横放时

图 1-6 对中符号和方向符号的位置

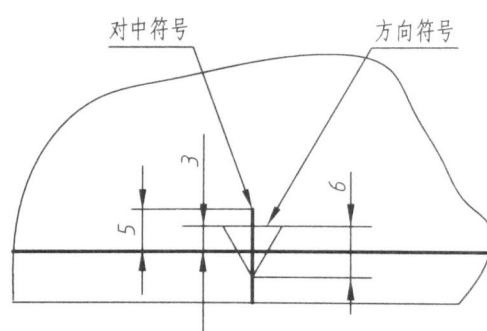
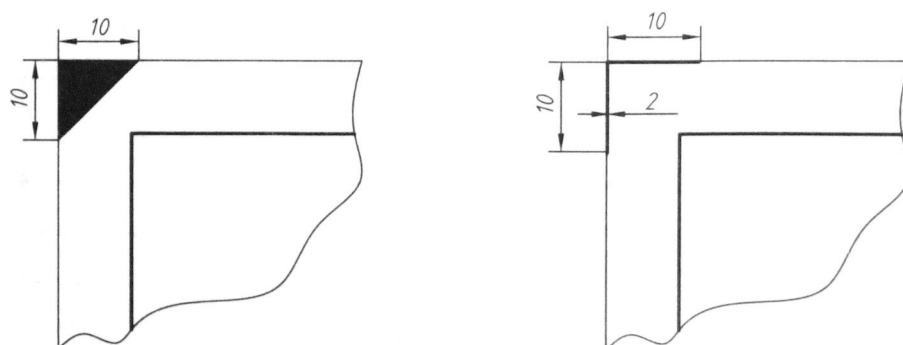


图 1-7 对中符号与方向符号

3) 剪切符号：为了在复制图样时便于自动剪切，可以在图纸的四个角上分别绘制出剪切符号。

剪切符号可绘制成直角边边长为 10mm 的黑色等腰三角形，也可绘制成两条线宽为 2mm、长度为 10mm 的粗实线线段，如图 1-8 所示。



a) 剪切符号一

b) 剪切符号二

图 1-8 剪切符号

4) 投影符号：目前国际上使用的投影法有两种，即第一角投影法和第三角投影法。我国使用的是第一角投影法，其投影符号如图 1-9a 所示；欧美等国家采用的是第三角投影法，其投影符号如图 1-9b 所示。

投影符号中的线型用粗实线和细点画线绘制，其中粗实线的线宽不小于 0.5mm。投影符号一般放置在标题栏中名称及代号区的下方。

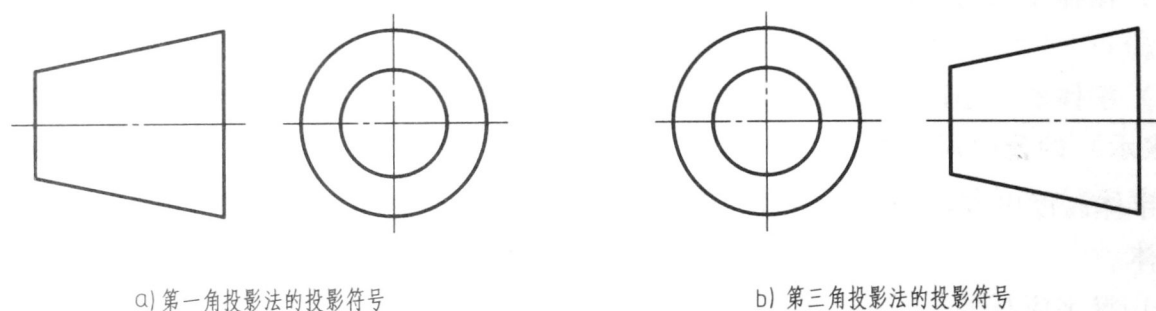


图 1-9 投影符号的画法

## 2. 比例 (GB/T 13361—2012、GB/T 14690—1993)

比例是指图样上所画图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例的符号为“:”，比例的表示方法为 1:1、1:500、20:1 等。比值为 1 的称为原值比例；比值大于 1 的称为放大比例；比值小于 1 的称为缩小比例。绘图时应尽可能采用原值比例画图，以方便看图。如果零件太大或太小，可从表 1-2 中所规定的第一系列比例中选取，必要时也允许选取表 1-2 中第二系列比例，但优先选用第一系列。

表 1-2 比例

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	
放大比例	2:1, 5:1, $1 \times 10^n:1$ , $2 \times 10^n:1$ , $5 \times 10^n:1$	2.5:1, 4:1, $2.5 \times 10^n:1$ , $4 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, $1:1 \times 10^n$ , $1:2 \times 10^n$ , $1:5 \times 10^n$	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 1:6, $1:1.5 \times 10^n$ , $1:2.5 \times 10^n$ , $1:3 \times 10^n$ , $1:4 \times 10^n$ , $1:6 \times 10^n$

在绘制同一零件的各个视图时应尽量采用相同的比例，如果其中某个视图需要采用不同的比例绘制时，必须另行标注。不论图形是缩小还是放大画出，在标注尺寸时，必须标注零件的最终完成尺寸，如图 1-10 所示。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内，必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例。

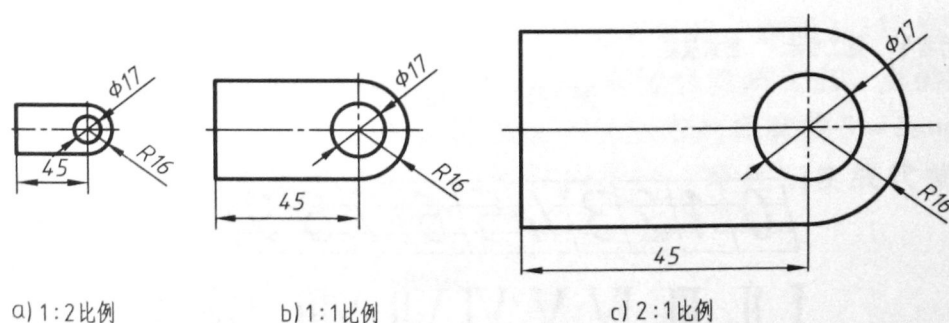


图 1-10 比例的示例

### 3. 字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了绘制零件的图形以外,还要用文字填写标题栏、技术要求,用数字来标注尺寸等,所以文字和数字也是图样的重要组成部分。国家标准《技术制图》中规定了汉字、字母和数字的结构形式及书写要求。

书写字体的基本要求如下。

(1) 图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体的大小以号数表示,字体的号数就是字体的高度(单位为mm)。字体高度(用 $h$ 表示)的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差的数字,一般采用小一号字体。

(3) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度 $h$ 不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分为A型和B型。字体的笔画宽度用 $d$ 表示。A型字体的笔画宽度 $d = h/14$ ,B型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。字母和数字可写成斜体和直体。

(5) 斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 $75^\circ$ 。绘图时,一般用B型斜体字。

在同一图样上,只允许选用一种字体。图1-11、图1-12所示的是图样上常见字体的书写示例。

10号字

字体端正      笔划清楚      间隔均匀      排列整齐

7号字

横平竖直    注意起落    结构均匀    填满方格

5号字

技术制图    机械电子    汽车船舶    土木建筑

3.5号字

螺纹齿轮    飞行指导    施工引水    纺织服装

图 1-11 长仿宋字

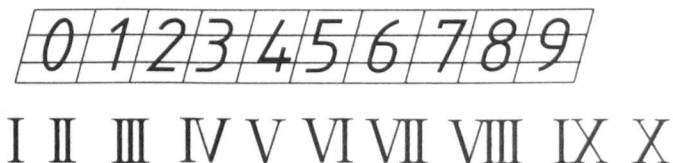


图 1-12 数字书写示例




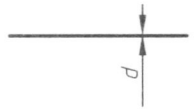





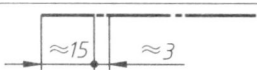
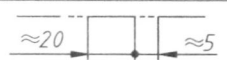
#### 4. 图线 (GB/T 4457.4—2002)

图样中的图形是由各种不同粗细和线型的图线绘制而成的, 绘制机械图样时, 应遵循国家标准《机械制图 图线》的规定。

绘图时应根据图形大小和复杂程度以及图的复制条件, 在下列数中选择线宽: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm。机械图样中采用粗细两种线宽, 粗、细两种线宽的比率为2, 粗实线线宽一般取0.7mm。

表1-3中所列的常用图线适用于各种机械图样, 其线段长短和间距大小尺寸可供参考。

表 1-3 常用图线的名称、代码、线型、宽度及其用途

图线名称	线型	图线宽度	图线应用举例
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、过渡线及指引线等
粗实线		$d$	可见轮廓线、相贯线、可见棱边线、剖切符号用线等
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、剖切线等
粗点画线		$d$	限定范围表示线
细双点画线		约 $d/2$	可动零件极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线等

绘制图样时, 应注意以下几个方面。

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短间隔应各自大致相等。点画线或双点画线中的“点”是一短画, 长约2mm, 不能画成圆点, 而线的首末两端应该是线段, 不得为“点”。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不得小于0.7mm。

(3) 当点画线相交时, 必须是长线与长线相交, 而不应在空隙或“点”处相交; 当虚线是粗实线的延长线时, 粗实线应画到分界点, 而虚线应留有空隙; 当虚线圆弧和虚线直线相切时, 虚线圆弧的线段应画到切点, 而虚线直线需留有空隙, 如图1-13a所示。

(4) 绘制圆的对称中心线(细点画线)时, 圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是“点”, 同时其两端应超出图形的轮廓线3~5mm, 如图1-13b所示。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替, 如图1-13c所示。

图1-14列举了各种线型在图样中的应用。

#### 5. 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)

图样上的图形只能反映零件的形状不能反映零件的真实大小, 零件的真实大小要通过尺

寸标注来表示。国家标准中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定，必须严格遵守。

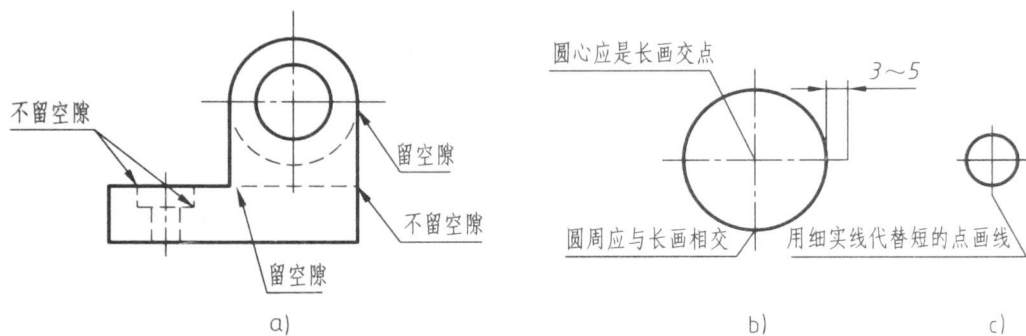


图 1-13 虚线连接处画法

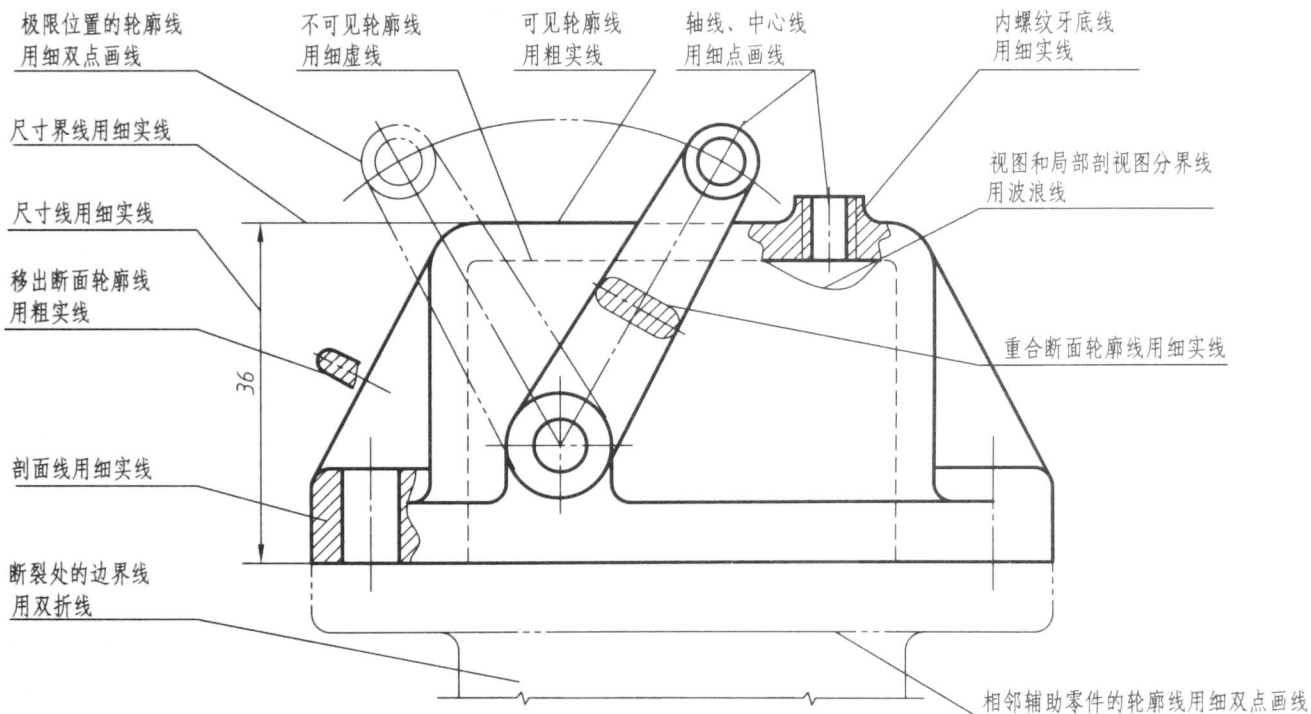


图 1-14 各种线型在图样中的运用

(1) 基本规则

1) 零件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 图样中的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称；如采用其他单位，如英寸、米等，则必须注明相应的计量单位。

3) 图样中所注尺寸是该图样所示零件最后完工时的尺寸，否则应另加说明。

4) 零件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

5) 在保证不致引起误解和产生理解多义性的前提下，可简化标注，力求制图简便。

(2) 尺寸的组成 一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线（包括箭头）和尺寸数字三个要素组成，如图 1-15 所示。

1) 尺寸界线：尺寸界线是用来表示所注尺寸范围的，采用细实线绘制，应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。有时也可借用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。绘制时应尽量引画到图外。一般尺寸界线与尺寸线垂直，并超出尺寸线约 2mm，必要时允许倾

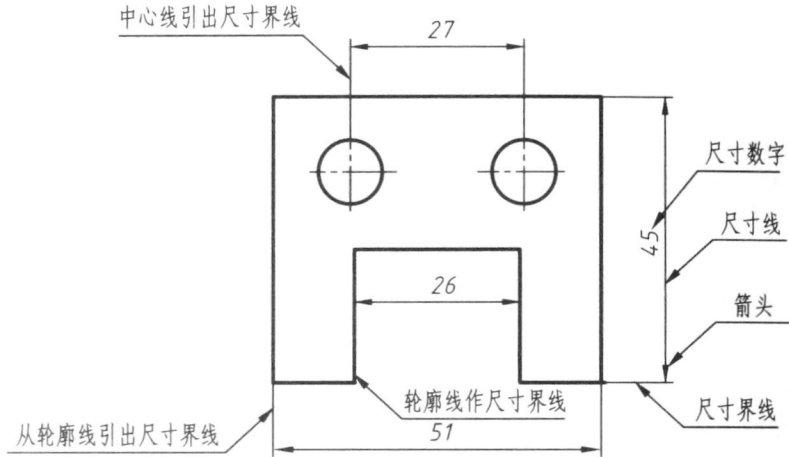


图 1-15 尺寸要素

斜，但两尺寸界线仍应互相平行，如图 1-16 所示。标注角度的尺寸界线应沿径向引出，如图 1-17a 所示。标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线，如图 1-17b 所示。标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对应的圆心角的角平分线，如图 1-17c 所示。

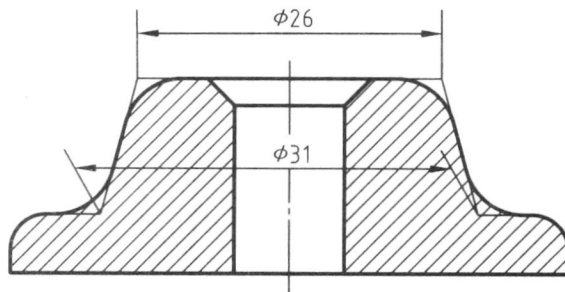


图 1-16 尺寸界线的特殊画法

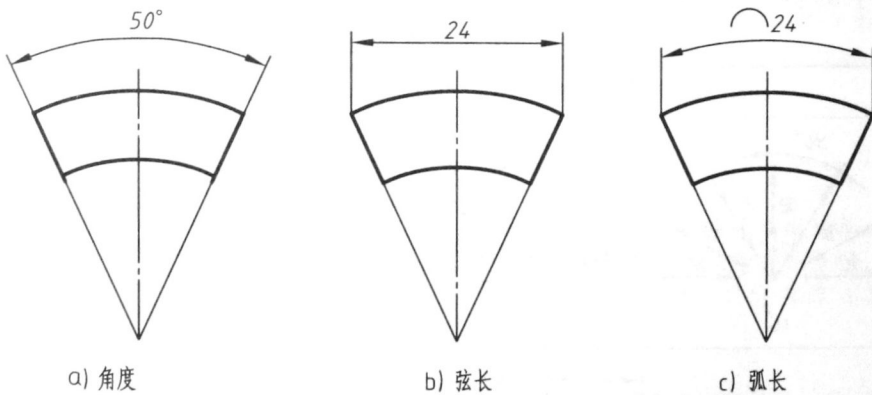


图 1-17 角度、弦长及弧长的标注

2) 尺寸线：尺寸线是用来表示尺寸度量方向的，采用细实线绘制在尺寸界线之间。尺寸线必须单独画出，不能与图线重合或在其延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，两端箭头应指到尺寸界线。标注角度和弧长时，尺寸线应画成圆弧，圆心是该角的顶点。角度和弧长的尺寸线画法如图 1-17 所示。

尺寸线终端有两种形式，如图 1-18 所示。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。箭头适用于各种类型的图样，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开。斜线用细实线绘制。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。