

普通高等教育规划教材

工程图学

北京工业大学

杨文通 主编

(公共类)

23-43
9

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

Gongchengtuxue



普通高等教育规划教材

工 程 图 学

(公共类)

主 编 杨文通
参 编 周子英 韩子亮 李富平
主 审 陈忠良



机械工业出版社

本书为高等工科院校本科制图教材,是根据国家教委审定的“高等工业学校工程制图基础课程教学基本要求”,并按照机械制图最新国家标准编写而成的。

本书的主要内容有:制图的基本知识,正投影法基础,直线与平面及两平图的相对位置,投影变换,立体的投影及平面与立体的截交线,立体与立体相交,三维造型设计,轴测图,组合体,机件的表达方法,标准件与常用件简介,零件图与装配图简介,AutoCAD 绘图等。

本书另有杨文通主编的《工程图学习题集(公共类)》与本书配套使用。

本书可供 32~72 学时高等工业院校各类专业使用,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学.公共类/杨文通主编.一北京:机械工业出版社,2003.2

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-11495-7

I. 工… II. 杨… III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 005227 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:冯春生 版式设计:张世琴 责任校对:魏俊云

封面设计:张 静 责任印制:闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·14 印张·343 千字

0 001—5 000 册

定价:20.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是参照国家教委批准印发的“高等工业学校工程制图基础课程教学基本要求”的精神，总结了多年来的教学经验，吸取了兄弟院校的长处，并考虑到当前教学改革的要求，经集体努力编写而成的。

我们试图在教材中，着重开发智力、培养能力、调动学生的学习积极性，以利于培养和提高科技人员的素质。为适应学时减少、内容更新的要求，我们把重点放在投影基础、表达能力及读图能力和计算机绘图能力的培养上，力求使教材的内容具有科学性、系统性和实用性。

本书具有以下特点：

1) 贯彻少而精的原则。对于基本概念、基本原理及基本方法尽量讲深、讲透。在写法上力求通俗易懂、图文并茂。采用了较多立体图，对作图步骤采用了分解图等，以利于加强立体感，也便于自学。

2) 贯彻理论联系实际的原则。从立体出发，按照认识规律循序渐进，把投影理论和画图、读图有机地结合起来。

3) 标准新。书中所涉及的标准都是现行最新标准。

4) 随着绘图由直尺、圆规作图的条件向计算机绘图的转变，加强了徒手绘图（包括轴测草图）能力的培养。

5) 利用 Solid Edge 三维实体造型设计工具，把 Solid Edge 命令操作和绘制工程图形相结合。

6) 利用 AutoCAD 绘制工程图，提高计算机绘图能力和绘图水平。

本书共十三章。第一章、第三章、第四章、第九章由周子英编写；第二章、第十章、第十一章、第十二章由韩子亮编写；第五章、第六章、第七章、第八章、第十三章由李富平编写。全书由杨文通担任主编，由中国农业大学（东校区）陈忠良教授审阅。

由于我们水平所限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2002 年 7 月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 制图的基本知识	5
-------------------	---

第一节 技术制图的基本规定	5
---------------------	---

第二节 尺寸注法 (GB/T 4458. 4—1984)	10
------------------------------------	----

第三节 绘图工具及其使用	13
--------------------	----

第四节 几何作图	16
----------------	----

第五节 平面图形的尺寸分析和作图	21
------------------------	----

第六节 徒手画草图的方法	22
--------------------	----

第二章 正投影法基础	24
------------------	----

第一节 点的投影	24
----------------	----

第二节 直线的投影	28
-----------------	----

第三节 平面的投影	34
-----------------	----

第三章 直线与平面及两平面的相对位置	40
--------------------------	----

第一节 关于平行	40
----------------	----

第二节 关于相交	42
----------------	----

第三节 关于垂直	47
----------------	----

第四节 距离与角度	49
-----------------	----

第四章 投影变换	53
----------------	----

第一节 投影变换的目的和方法	53
----------------------	----

第二节 换面法	54
---------------	----

第三节 换面法的应用	56
------------------	----

第五章 立体的投影及平面与立体的截交线	63
---------------------------	----

第一节 平面立体的投影及其表面上的点和线	63
----------------------------	----

第二节 平面与平面立体相交	67
---------------------	----

第三节 曲面立体的投影及其表面上的点和线	70
----------------------------	----

第四节 平面与回转体表面相交	79
----------------------	----

第六章 立体与立体相交	91
-------------------	----

第一节 平面立体与平面立体

相交	91
----------	----

第二节 平面立体与曲面立体相交	94
-----------------------	----

第三节 曲面立体与曲面立体相交	95
-----------------------	----

第七章 三维造型设计	109
------------------	-----

第一节 Solid Edge 9. 0 简介	109
------------------------------	-----

第二节 平面草图设计简介	114
--------------------	-----

第三节 利用填料和除料实现简单的立体造型	115
----------------------------	-----

第四节 三维造型转换成二维图形	125
-----------------------	-----

第八章 轴测图	129
---------------	-----

第一节 轴制图的基本知识	129
--------------------	-----

第二节 正等轴测图的画法	131
--------------------	-----

第三节 斜二等轴测图的画法	138
---------------------	-----

第九章 组合体	141
---------------	-----

第一节 三视图的形成及投影规律	141
-----------------------	-----

第二节 组合体的构形	142
------------------	-----

第三节 组合体的画图	145
------------------	-----

第四节 组合体的读图	147
------------------	-----

第五节 组合体的尺寸标注	153
--------------------	-----

第十章 机件的表达方法	158
-------------------	-----

第一节 视图	158
--------------	-----

第二节 剖视图	159
---------------	-----

第三节 断面图	163
---------------	-----

第四节 其他常用的表达方法	164
---------------------	-----

第十一章 标准件与常用件简介	166
----------------------	-----

第一节 标准件	166
---------------	-----

第二节 常用件	172
---------------	-----

第十二章 零件图与装配图简介	174
----------------------	-----

第一节 零件图简介	174
-----------------	-----

第二节 装配图简介	179
-----------------	-----

第十三章 AutoCAD 绘图	187	第四节 简单二维图形的绘制	204
第一节 基本操作	187	第五节 剖视图的绘制	208
第二节 设计基础	193	参考文献	217
第三节 样板图的绘制	197		

绪 论

一、本课程的研究对象和主要任务

1. 本课程的研究对象

图形同文字、语言一样都是人类表达、交流思想的构思分析工具。在工程技术中为了正确地表达出机器、设备和建筑物的形状都必须先画出图样作为依据。如图 0-1 所示为一零件及其实际生产图样。

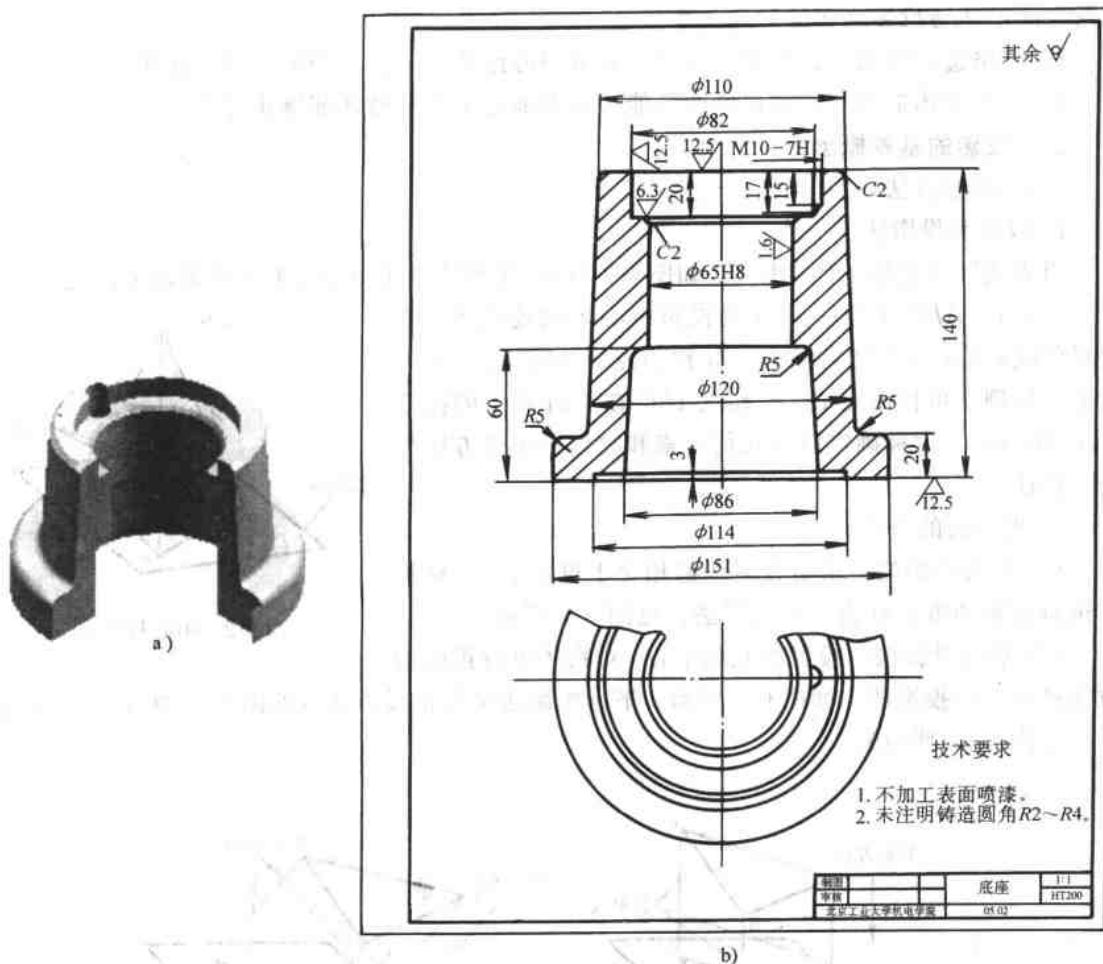


图 0-1 零件及其实际生产图样

工程图样不仅是工业生产和工程建设的重要技术资料,也是技术交流和引进的工具,是国际通用的“工程界的共同语言”。综上所述,本课程是一门用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的理论与方法的重要技术基础课。

2. 本课程的主要任务

- 1) 学习投影法（主要是正投影法）的理论。
- 2) 培养绘制和阅读工程图样的能力。
- 3) 培养空间几何问题的图示、图解能力。
- 4) 培养空间构思、分析和表达能力。
- 5) 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。
- 6) 培养三维实体造型和计算机绘图的能力。

3. 本课程的学习方法

本课程实践性较强，既有系统理论又有较强的实践性，学习应坚持理论联系实际。

1) 认真预习、听课、及时复习，搞清基本原理和基本方法。

2) 注意画图和看图相结合，物体和图样相结合，要多画多看。注意空间几何关系的分析以及空间形体与投影之间的对应关系。

3) 严格遵守国家有关标准的规定。养成耐心细致、一丝不苟的习惯和作风。

4) 三维实体造型和计算机绘图的能力只有通过上机实践才能逐步提高。

二、投影的基本概念

(一) 投影方法

1. 投影和投影法

当光线照在物体上产生影子，如图 0-2 所示，平面 P 为投影面；不在投影面上的定点 S 为投影中心； $\triangle ABC$ 上任一点 A 与投影中心 S 的连线 SA 称为投射射线； SA 与平面 P 的交点 a 称为点 A 在平面 P 上的投影。同理，可作出点 B 、 C 和 $\triangle ABC$ 在平面 P 上的投影 b 、 c 和 $\triangle abc$ ，这种确定空间几何元素和物体投影的方法称为投影法。

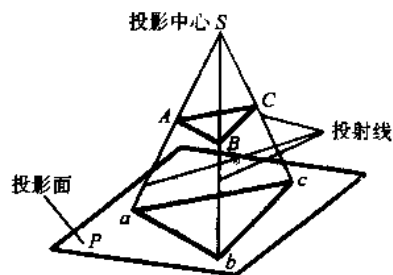


图 0-2 中心投影法

2. 投影法的分类

(1) 中心投影法 所有投射射线都相交于投影中心，对物体进行投影的方法称为中心投影法，见图 0-2 所示。

(2) 平行投影法 投射射线互相平行，对物体进行投影的方法称为平行投影法，如图 0-3 所示。平行投影法又分正投影法（如图 0-3a 所示）和斜投影法（如图 0-3b 所示）。

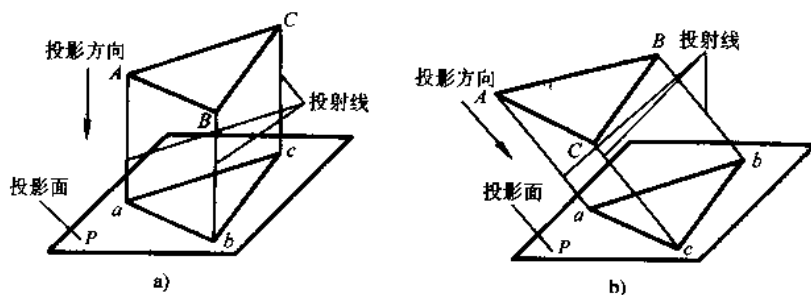


图 0-3 平行投影法

a) 正投影法 b) 斜投影法

（二）工程上常用的投影方法

1. 正投影法

用互相平行且垂直于投影面的投射射线对物体进行投影的方法称为正投影法。这种投影法能确定几何形状的真实形状。如图 0-4a 所示为正投影法，图 0-4b 为用正投影法绘制的投影图。

2. 轴测投影法

按平行投影法把空间物体连同确定其空间位置的直角坐标系一并投影到适当的投影平面上使其同时反映物体三个坐标方向的形状，这种方法称为轴测投影法，如图 0-5 所示。

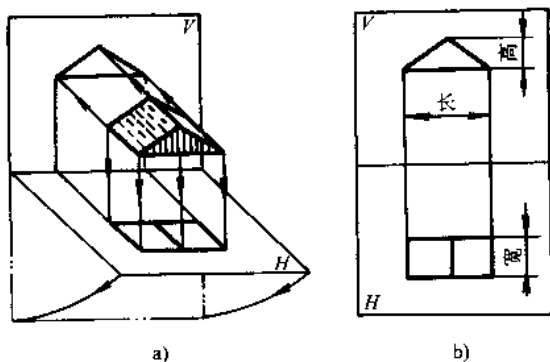


图 0-4 正投影法

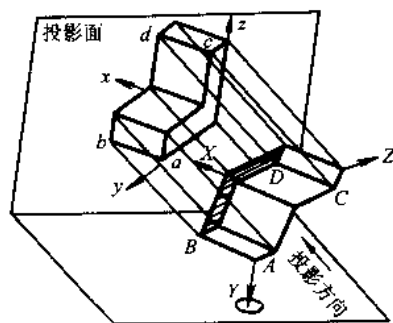


图 0-5 轴测投影法

3. 标高投影法

用正投影获得空间几何形状的投影后，再用数字标出空间几何形状对投影面的距离，这种方法称标高投影法，如图 0-6 所示。

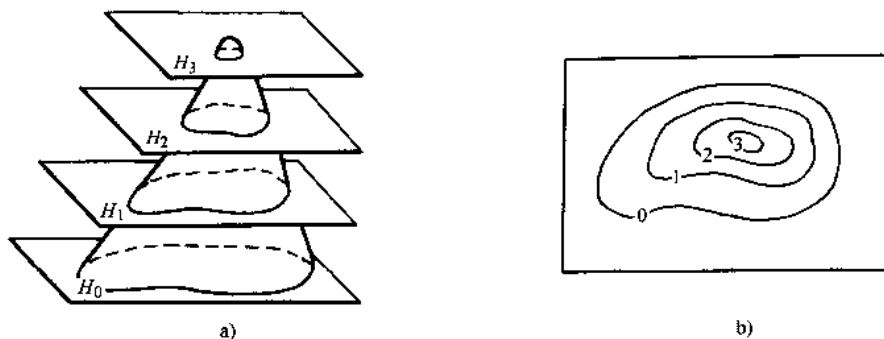


图 0-6 标高投影法

4. 透视投影法

透视投影图是利用中心投影法得到的图形。透视投影法与照相成影的原理相似。形图接近于视觉映像，富有真实感，如图 0-7 所示。

透视投影图广泛应用于工艺美术和宣传广告。但由于作图复杂、度量性差，只用于土建工程 and 设备的辅助图样。

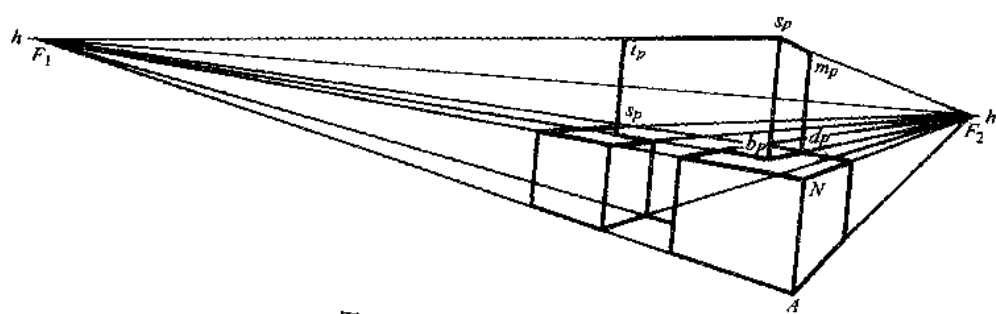


图 0-7 组合体的两点透视

第一章 制图的基本知识

本章摘要介绍《机械制图》国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注；绘图工具及仪器的使用；几何作图方法；平面图形的尺寸分析和绘图步骤及徒手画草图的方法等内容。

第一节 技术制图的基本规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。

中华人民共和国标准计量局从1959年发布《机械制图》国家标准以来，对标准进行多次修订，对图样做了统一技术规定，从事设计和生产部门的工程技术人员必须熟悉和掌握有关标准和规定。

一、图纸的幅面及格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸的幅面尺寸

绘制工程图样时，优先采用表1-1中规定的图纸幅面尺寸，必要时可以按规定的尺寸加长幅面，这些幅面的尺寸由基本幅面短边成整数倍后得出。如幅面代号为A0×2时，尺寸 $B \times L = 1189 \times 1682$ ；A3×3时，尺寸 $B \times L = 420 \times 891$ 等。

表 1-1 图纸幅面及边幅尺寸

（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
边框	c	10			5	
	a	25				
	e	20		10		

2. 图纸格式及标题栏方位和明细表

1) 图纸既可横放也可竖放，格式如图1-1所示。当图样需装订时，图样格式和标题栏的方位按图1-1a、图1-1b方位配置，不需装订时按图1-2a、图1-2b所示的方位配置。但同一产品图样只能采用一种格式。

2) 每张图样必须有标题栏，装配图还必须有明细表，机械类标题栏及明细表格式已在国家标准（GB/T10609.1—1989、GB/T10609.2—1989）中作了规定，如图1-3a所示。土建类标题栏格式（GB/T50001—2001）如图1-3b所示，它配置在图样的右下角，与边框连接按图1-3中规定的粗实线和细实线画出。学生在学习中也可采用简化标题栏，如图1-3c所示。

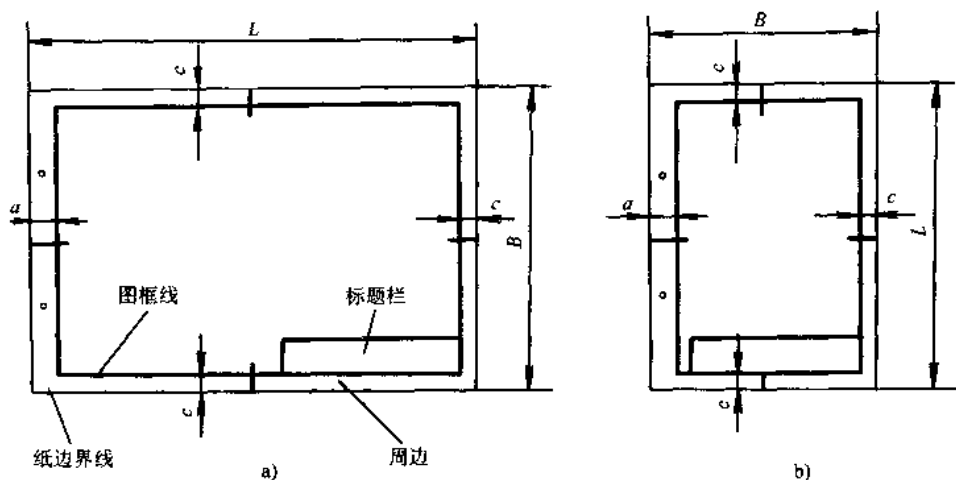


图 1-1 留装订边的图框格式

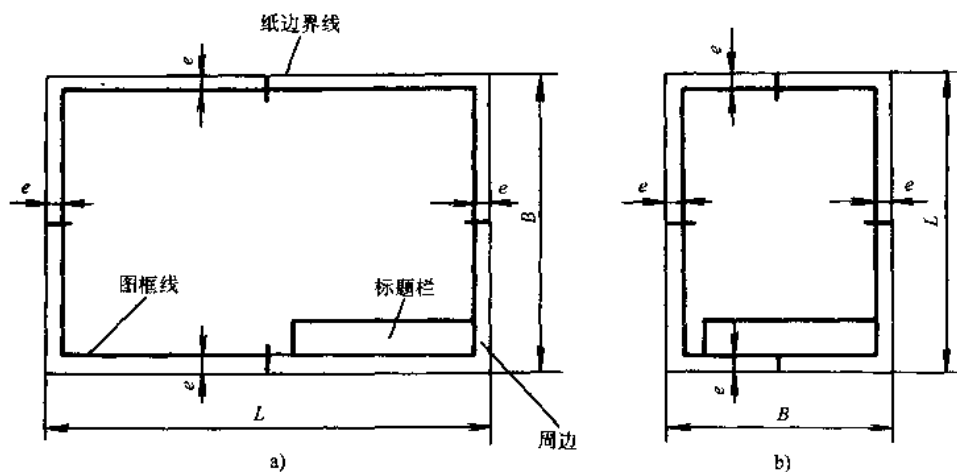


图 1-2 不留装订边的图框格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图形中的要素与实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样一般按表 1-2 中的比例选取。不论图形放大或缩小，所示的尺寸数字为实物的真实大小，如图 1-4 所示。

图形尺寸和实物尺寸一样大，比例为 1:1；

图形尺寸是实物尺寸的一半，比例为 1:2；

图形尺寸是实物尺寸的两倍，比例为 2:1。

绘制图样时，应尽量按零件实际大小绘制，以方便看图。如果零件过大或过小可根据表 1-2 中的比例选取缩小或放大。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示物体的形状之外，还要有文字和数字说明物体的大小和技术要求以及其他内容。图样中的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

阿拉伯数字 (A 型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$)



罗马数字 (A 型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$)

2) 拉丁字母。拉丁字母有大写和小写, 书写形式如下:



大写斜体拉丁字母 (B 型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$)



小写斜体拉丁字母 (B 型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$)

四、图线 (GB/T17450—1998)

工程图样由不同型式、粗细有别的线条组成, 这些线条统称图线。在国家标准中规定图线共分为 8 种, 其名称、型式及代号、应用范围详见表 1-3。

线型宽度分为粗、细两种。根据图样大小及复杂程度来确定粗实线的宽度 d 。 d 在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间, 细线型宽度约为 $d/2$ 。在同一图样中相同型式的图线宽度应基本一致, 虚线、点画线和双点画线的长度和间隔应大致相等。表 1-3 所示为各种线型的应用举例。

表 1-3 图线及其一般应用

名称代号	形 式	宽 度	主 要 用 途
粗实线		$d(0.5 \sim 2\text{mm})$	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		d	有特殊要求的表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	假想投影轮廓线、中断线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和局部剖视的分界线

绘制图线时还应注意（如图 1-5 所示）：

- 1) 当图线相交时，应在线段处相交，不应在空隙处相交，如图 1-5a 所示。
- 2) 虚线处于粗实线的延长线上时，虚、实间应留有空隙，如图 1-5a 所示。
- 3) 点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短划，如图 1-5c 所示。
- 4) 对称轴线和中心线应超出轮廓线处 2~5mm，如图 1-5b 所示。
- 5) 当点画线的长度少于 20mm 时，可以用细实线代替，如图 1-5b 所示。

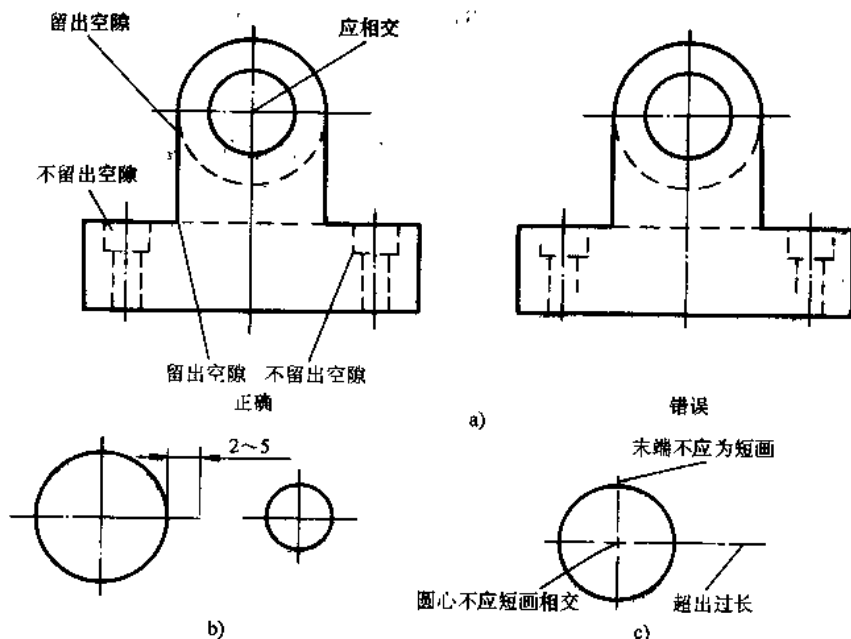


图 1-5 对称中心线的画法与图线在相交、相切处的画法

第二节 尺寸注法 (GB/T4458.4—1984)

一、基本规则

- 1) 机件的真实大小应以图样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，不需要标注单位代号和名称。如采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号和名称，如 20cm（厘米）、5in（英寸）、30°等。
- 3) 图样中所示尺寸，为该图样所示机件最后完工的尺寸，否则应另加说明。
- 4) 机件的每一尺寸，一般只标一次，并应标注在反映该结构最清楚的图形上。

二、尺寸的组成

尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字、尺寸箭头（土木建筑工程类用起止符号）组成，如图 1-6 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的起止界线。

尺寸界线用细实线绘制，并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓

线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线 2~3mm。

2. 尺寸线

尺寸线表示所注尺寸的范围。

1) 尺寸线用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

2) 尺寸线一般应与尺寸界线垂直。

3) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注的线段平行。

3. 尺寸箭头

1) 机械类尺寸线的终端多采用箭头的形式，如图 1-7a 所示， d 为粗实线的宽度。

2) 土木建筑类尺寸线的起止符的形式，如图 1-7b 所示。尺寸起止符号一般应用中粗短线绘制，其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°角，长度宜为 2~3mm。

3) 道桥类尺寸线的起止符宜采用单边箭头表示，如图 1-7c 所示。箭头在尺寸线右边时，应标注在尺寸线之下；反之，应标注在尺寸线之上。箭头大小可按绘图比例取值。尺寸起止符也可以采用与建筑相同的斜短线表示。

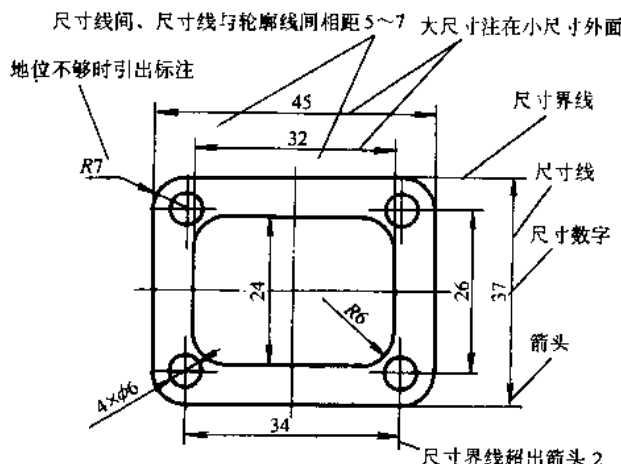


图 1-6 尺寸的组成及标注示例

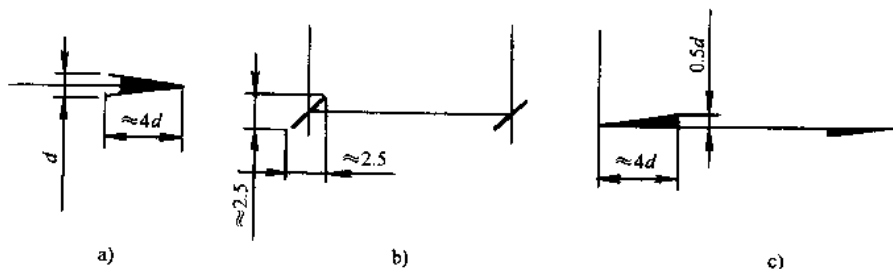


图 1-7 尺寸箭头（起止符号）的形状

4. 尺寸数字

1) 尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方或中断处。字头朝上。尺寸线为竖直位置时，字头朝左。

2) 尺寸数字不可被任何线条通过，当不可避免时必须将该图线断开。

3) 国标规定的一些标注尺寸的符号。例如在标注直径时，应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”；标注半径时，应在尺寸数字前加注符号“ R ”；标注球面直径或半径时，应在符号“ ϕ ”或“ R ”前加注符号“ S ”。

三、在倾斜的尺寸线上标注尺寸以及角度和小尺寸注法

标注方式示例见表 1-4。