



普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

主 编 李艳敏 赵 军



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

主 编 李艳敏 赵 军



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据教育部对高校工程图学课程教学的基本要求,结合我们多年来工程图学教学改革和建设的成果及经验编写而成。整套教材包括:《工程图学基础》《工程图学基础习题集》《机械制图》《机械制图习题集》及《计算机绘图——AutoCAD+Inventor》。

本书内容包括机件的各种表达方法、机械零件构型分析基础知识、零件图、连接、常用件的画法、部件装配图以及展开图。全书共7章,书后还附有附录,便于学生查阅。

本书采用了近年来发布的有关国家标准《技术制图》与《机械制图》,可作为高等学校机械类专业工程图学课程教材,也可供自学者和其他专业师生参考。与本书配套的《机械制图习题集》由中国水利水电出版社同时出版,可供选用。

我们还制作了与本书配套的课件与习题解答(Authorware开发),读者可从中国水利水电出版社网站和万水书苑上免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和<http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 李艳敏, 赵军主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016.1
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-3944-0

I. ①机… II. ①李… ②赵… 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(2015)第315842号

策划编辑: 宋俊娥 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 孙丹 封面设计: 李佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 机械制图
作 者	主 编 李艳敏 赵 军
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.25印张 370千字
版 次	2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	30.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

本套教材是根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”，以及我们多年总结的“机械制图”课程教学经验和改革成果的基础上编写而成。整套教材包括：《工程图学基础》《工程图学基础习题集》《机械制图》《机械制图习题集》及《计算机绘图——AutoCAD+Inventor》。

在编写本书过程中，我们贯彻精选教学内容、注重实践与应用的原则。内容方面在保持工程图学理论性和系统性的同时，尽可能做到简明、实用。通过教材例题、配套习题以及综合性构形设计作业等，开阔学生思路，拓宽基础，培养学生运用理论解决实际工程问题的能力。

本书特点如下：

1. 合理编排教学内容。教材以够用为原则突出实用性注重系统性，对传统的画法几何及机械制图内容进行了优化组合。内容由浅入深、由易到难、由简及繁，符合知识学习的认知规律。

2. 尽可能选用了实际应用案例，侧重绘制和阅读机械工程图样基本能力的训练，以满足教学实际应用需求。

3. 充实了徒手绘图方面的内容，有利于培养学生零部件测绘设计的技能。

4. 加强学生对视图标注尺寸能力的培养。针对以往学生尺寸标注能力较弱的问题，将尺寸标注从基本体到组合体至零部件一线贯穿，弥补了以往重视图轻尺寸的不足。

5. 教材全部贯彻国家最新发布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准，按照课程内容的需要，将有关标准编排在附录中，以供学生学习时参考使用。

6. 有配套的习题集，为培养学生的手工绘图、计算机绘图、三维造型能力提供了保证。

本书由兰州交通大学李艳敏和赵军任主编。参加本书编写的人员有李艳敏（第3章、第6章、第7章）、赵军（第4章、第5章）、刘荣珍（第1章）、王昕（第2章、附录）。张惠、赵清华、田海涛参与了本书的部分绘图工作，全书由李艳敏统稿和定稿，兰州交通大学商跃进教授审阅了全部书稿。本书在编写过程中也参考了一些同行所编写的教材，在此谨向作者致谢。

限于编者水平，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年9月

目 录

前言

第一章 机件的各种表达方法	1	第三章 零件图	50
第一节 视图	1	第一节 零件的表达	50
一、基本视图	1	一、零件工作图的内容	50
二、向视图	2	二、零件的分类	51
三、局部视图	3	第二节 零件图的视图选择原则	52
四、斜视图	5	一、零件的结构分析	52
第二节 剖视图	7	二、主视图的选择	52
一、剖视图的概念、画法及其标注	7	三、其他视图的选择	53
二、剖视图的种类	10	四、表达方案选择举例	54
三、剖切面的种类	14	五、特殊问题的处理	57
四、剖视图标注的补充说明	20	六、零件表达方案的比较分析	57
五、剖视图中的尺寸标注	20	第三节 零件图的尺寸标注	59
第三节 断面图	21	一、尺寸基准	59
一、断面图的概念	21	二、合理标注尺寸	60
二、断面图的种类及画法	21	三、合理标注尺寸的步骤	65
三、断面图的标注	23	第四节 零件图中的技术要求	67
第四节 局部放大图和简化画法	24	一、零件的表面结构	67
一、局部放大图	24	二、极限与配合	73
二、简化画法	25	三、几何公差的标注	79
第五节 机件的各种表达方法综合举例	29	四、零件的常用材料及其表示法	82
第六节 第三角画法简介	32	第五节 各类零件的表达特点及构型	83
复习思考题	34	一、轴、套类零件	83
第二章 机械零件构型分析基础知识	35	二、盘、盖类零件	85
第一节 机械零件的合理构型	35	三、叉、架类零件	87
一、零、部件的基本概念	35	四、箱体类零件	90
二、零件的合理构型	35	第六节 读零件图的方法和步骤	94
第二节 与零件构型分析有关的几个问题	38	一、读零件图的方法和步骤	94
一、零件的工艺结构	38	二、读图举例	95
二、零件的强度和刚度与构型	46	第七节 零件测绘	96
三、零件的重量与构型	46	一、绘制零件草图的步骤	97
四、零件的使用寿命与构型	48	二、画零件工作图	99
复习思考题	49	三、测量尺寸的方法和工具	99

复习思考题	103	三、装配图的尺寸标注	159
第四章 连接	104	四、装配图的技术要求	159
第一节 螺纹连接	104	五、装配图中的零、部件序号和明细栏	160
一、螺纹	104	第三节 常见的装配结构	162
二、螺纹紧固件	111	一、常见装配结构的合理性	162
三、螺纹连接的画法	113	二、装配关系的正确画法	166
四、螺纹连接的防松措施及其画法	120	第四节 画装配图的方法和步骤	167
第二节 键联结	121	一、装配图的视图选择	167
一、平键联结	122	二、装配图的画图步骤	168
二、半圆键联结	122	第五节 阅读装配图	172
三、楔键联结	123	一、读装配图的方法和步骤	172
四、花键联结	123	二、读图举例	172
第三节 销连接	125	第六节 部件的测绘方法和步骤	175
第四节 焊接及焊接图	126	一、分析测绘对象	175
一、焊接接头的基本形式	126	二、画装配示意图	176
二、焊缝符号及其标注	127	三、拆卸零件,画零件草图	177
三、焊缝的画法及标注示例	130	四、根据装配示意图和零件草图画装配图	180
复习思考题	132	五、由装配图拆画零件工作图	180
第五章 常用件的画法	133	第七节 由装配图拆画零件图	180
第一节 齿轮和涡轮蜗杆	133	一、拆画零件图的步骤	180
一、圆柱齿轮	134	二、拆画零件图要注意的几个问题	181
二、圆锥齿轮	139	三、拆画零件图举例	184
三、蜗轮蜗杆传动及其画法	141	复习思考题	187
第二节 滚动轴承	143	第七章 展开图	188
第三节 弹簧	149	一、平面立体的展开	188
一、弹簧的类型及功用	149	二、可展曲面的展开	191
二、弹簧的规定画法	149	三、不可展曲面的近似展开	196
复习思考题	152	复习思考题	201
第六章 部件装配图	153	附录 1 极限与配合	202
第一节 部件的组成	153	附录 2 螺纹	208
一、部件的特征	153	附录 3 螺纹紧固件	211
二、部件中各零件间的结合关系	153	附录 4 常用滚动轴承	227
第二节 部件装配图的作用和内容	154	附录 5 常用材料及热处理名词解释	230
一、装配图在生产中的作用及其内容	154	附录 6 常用标准数据和标准结构	234
二、装配图的表达方法	155	参考文献	236

第一章 机件的各种表达方法

在生产实际中，当机件的形状和结构比较复杂时，如果仍用前面所讲的两视图或三视图，就难于把它们的外形状准确、完整、清晰地表达出来。为此，国家标准规定了机件的各种表达方法——视图、剖面图、断面图、局部放大图、简化画法，以满足实际生产的需要。本章重点介绍一些机件的常用表达方法。

第一节 视图

为了便于看图，视图通常用来表达机件的外部形状，所以一般只画出机件的可见部分，必要时才用虚线表达其不可见部分。视图种类有基本视图、向视图、局部视图和斜视图四种。GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》和 GB/T 4458.1—2002《机械制图 图样画法 视图》是国家标准关于视图的规定。

一、基本视图

1. 基本视图的形成

在原有三投影面的基础上，再增设三个投影面，组成一个正六面体，六面体的六个面称作基本投影面。机件向基本投影面投射所得的视图，称作基本视图。这六个基本视图分别为主视图、俯视图、左视图、后视图、仰视图、右视图。各投影面按图 1-1 所示展开在一个平面上后，各基本视图的配置如图 1-2 所示。在同一张图纸内，按图 1-2 配置视图时，一律不标注视图的名称。

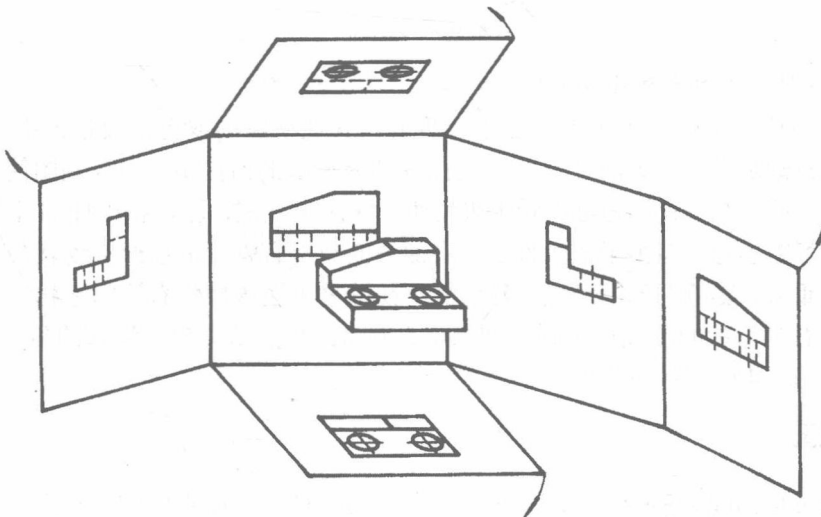


图 1-1 六个基本视图的形成及投影面展开方法

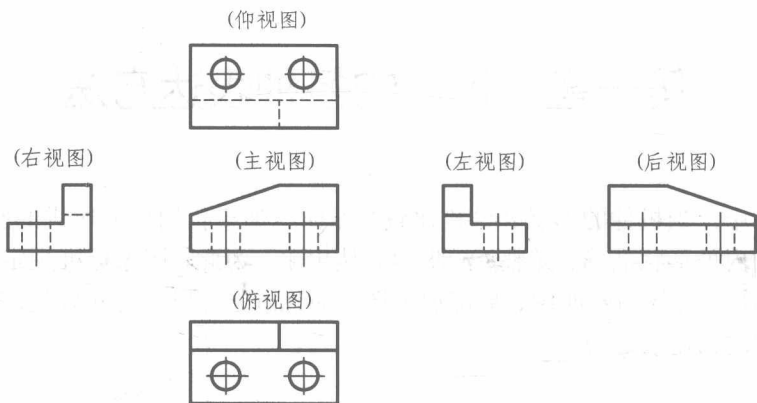


图 1-2 六个基本视图的配置

六个基本视图之间仍然符合“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律，如图 1-3 所示。

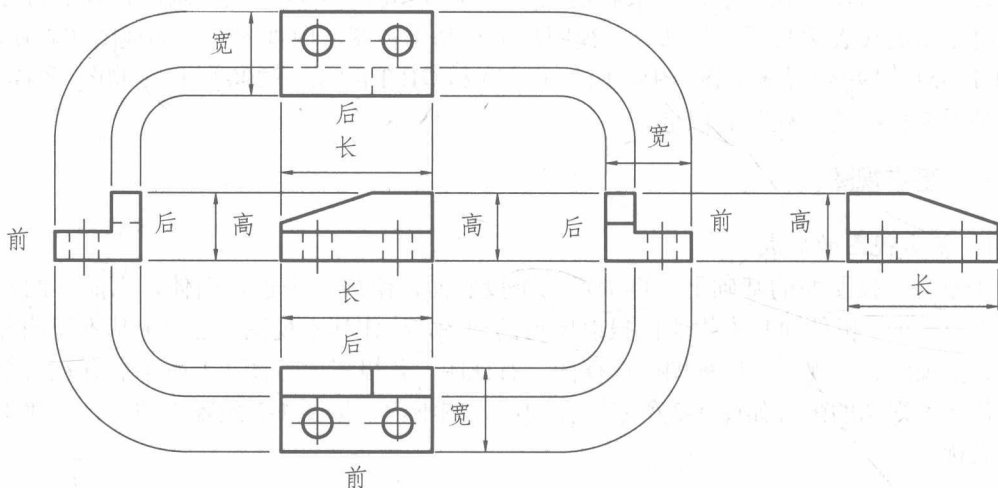


图 1-3 六个基本视图间的投影关系

2. 基本视图的选用原则及应用举例

确定机件表达方案时，主视图是必不可少的，其他视图的取舍，要根据机件的结构特点而定。一般的原则是在完整、清晰地表达机件各部分形状的前提下，力求制图简便。图 1-4 为某一机件的主、俯、左三视图，可以看出采用主、左两个视图，即可将机件的各部分形状表达完整，俯视图可以不画。但由于该机件左、右部分的结构有差异，且形状较复杂，因此左视图上虚线和实线重叠，影响图面清晰度。若添加右视图来表达该机件右边的形状，那么左视图上用于表达机件右侧形状的虚线可不画，如图 1-5 所示。显然从完整、清晰的角度出发，图 1-5 的表达方案较图 1-4 的表达方案好。

二、向视图

向视图是可自由配置的视图。绘图时由于考虑到各视图在图纸中的合理布局等问题，机件的基本视图若不按规定的位置（图 1-2）配置，可绘制向视图（图 1-6）。绘制向视图时，应在

向视图的上方用大写拉丁字母标注视图名称“×”，并在相应的视图附近用箭头指明投射方向，注写相同字母，如图 1-6 中的 A、B、C 三个向视图。

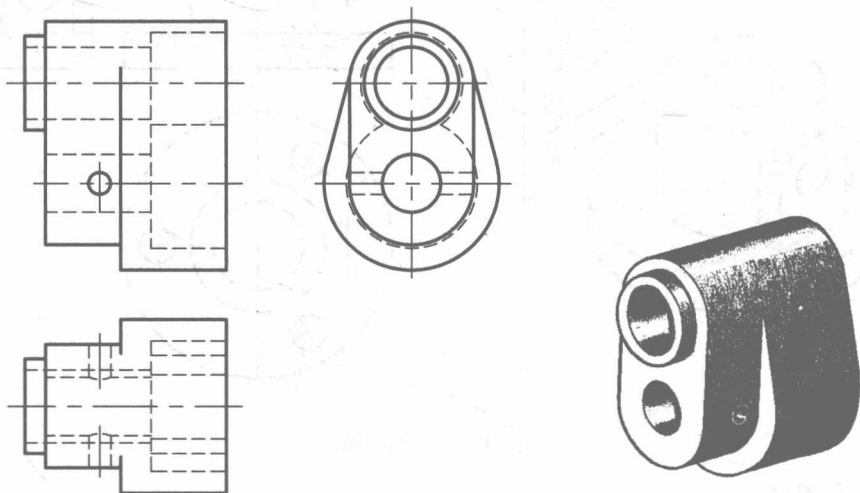


图 1-4 用主、俯、左三视图表达机件

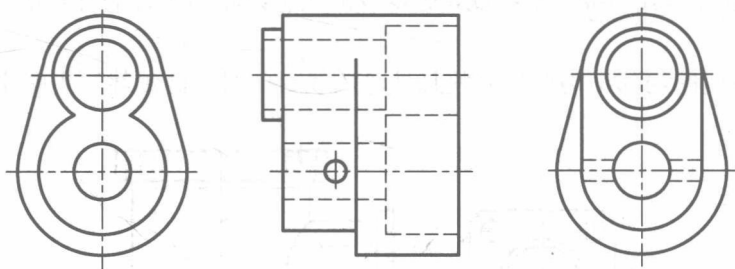


图 1-5 用主、左、右三视图表达机件

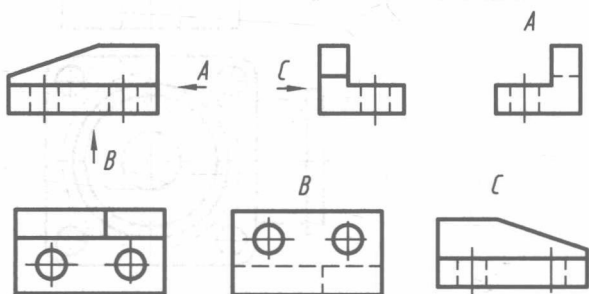


图 1-6 向视图的标注方法

三、局部视图

将机件的某一部分向基本投影面投射所得的视图，称为局部视图。当采用一定数量的基本视图表达机件后，机件上仍有尚未表达清楚的局部结构，可采用局部视图。如图 1-7 所示机件的左侧凸台。

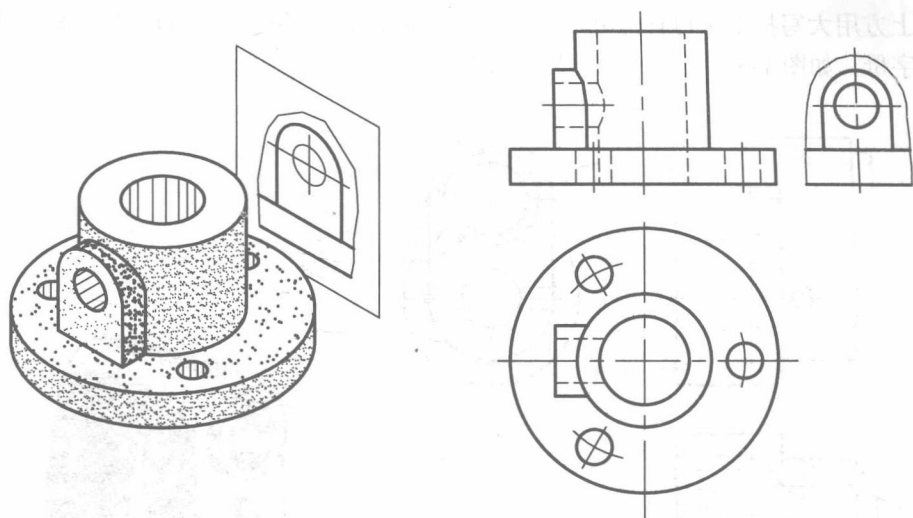


图 1-7 局部视图

1. 局部视图的画法

(1) 画局部视图时，其断裂边界用波浪线或双折线绘制（图 1-7）。可将波浪线理解为机件断裂边界的投影，但要用细实线绘制，所以波浪线不应超出机件的外轮廓线，也不能画在机件的中空处。

(2) 当所表达的局部结构形状完整且外轮廓线封闭时，波浪线可省略不画（图 1-8）。

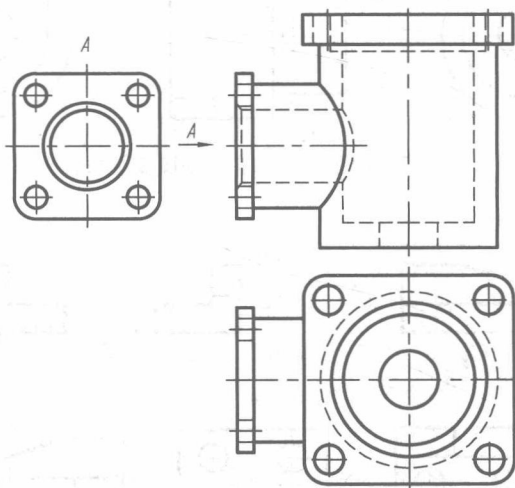


图 1-8 局部视图

2. 局部视图的标注

局部视图可按基本视图的配置形式配置，若中间没有其他图形隔开，则不必标注（图 1-7）。局部视图也可按向视图的配置形式配置并标注，即在局部视图上方用大写的拉丁字母标出视图的名称“×”，并在相应的视图附近用箭头指明投影方向，注上相同的字母。如图 1-8 中的“A”局部视图。

3. 局部视图的配置

在机械制图中，局部视图的配置可选用以下方式：

- (1) 按基本视图的配置形式配置，见图 1-7 中左视图。
- (2) 按向视图的配置形式配置，见图 1-8。
- (3) 按第三角投影法（见 GB/T 14692）配置在视图上所需表示物体局部结构的附近，并用细点画线将两者相连。见图 1-9。第三角投影法见本章第六节。

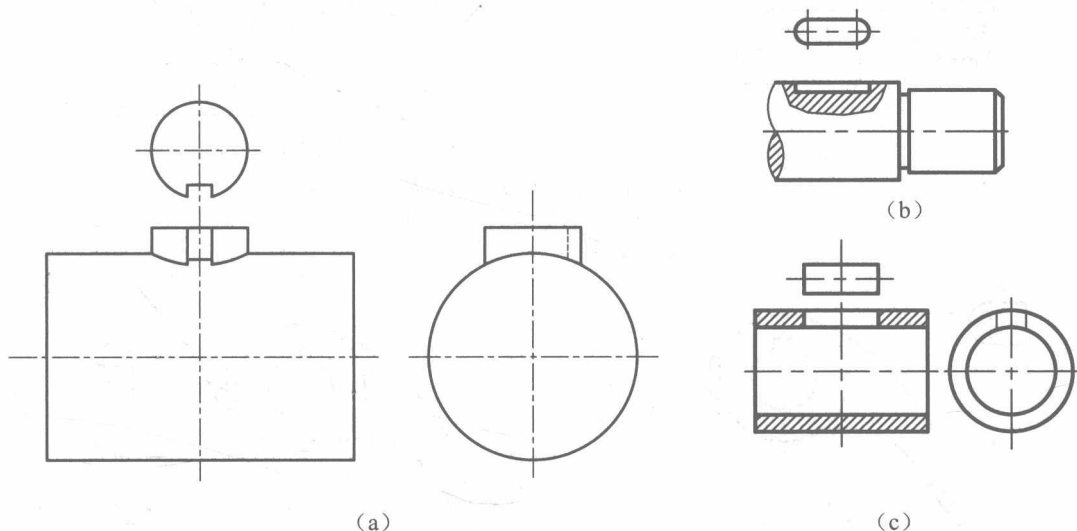


图 1-9 按第三角画法配置的局部视图

四、斜视图

将机件向不平行于基本投影面的平面投射所得视图，称为斜视图。如图 1-10 所示压紧杆的耳板是倾斜的。其倾斜表面为正垂面，在俯、左视图上均不反映实形，不但形状表达不够清楚，画图困难，而且不便于看图和标注尺寸。基于画法几何中用换面法求解实形的思想，添加一个与倾斜结构平行且与正投影面垂直的辅助投影面，将倾斜结构向该辅助投影面投射，得到斜视图（图 1-10 (b)），可反映该机件倾斜结构的实形。

1. 斜视图的画法

斜视图通常用来表达机件倾斜结构的形状，所以在斜视图中非倾斜部分不必全部画出，其断裂边界用波浪线或双折线绘制，见图 1-11。

2. 斜视图的标注

斜视图通常按投影关系配置，也可按向视图的配置形式配置并标注。有时为方便作图，允许将图形旋转某一角度后再画出，但在旋转后的斜视图上方需加注旋转符号“ \curvearrowright ”或“ \curvearrowleft ”（旋转符号是半径为字高的半圆弧，箭头指向应与图形的实际旋转方向一致），表示视图名称的大写拉丁字母“X”应靠近旋转符号的箭头一侧（图 1-11 (b)）。若要特别表明图形旋转角度时，可将角度值注写在字母之后。

需要特别说明的是：表示视图名称的大写拉丁字母必须水平书写，指明投射方向的箭头应与要表达倾斜结构的实形的表面垂直（图 1-12 (b)）。

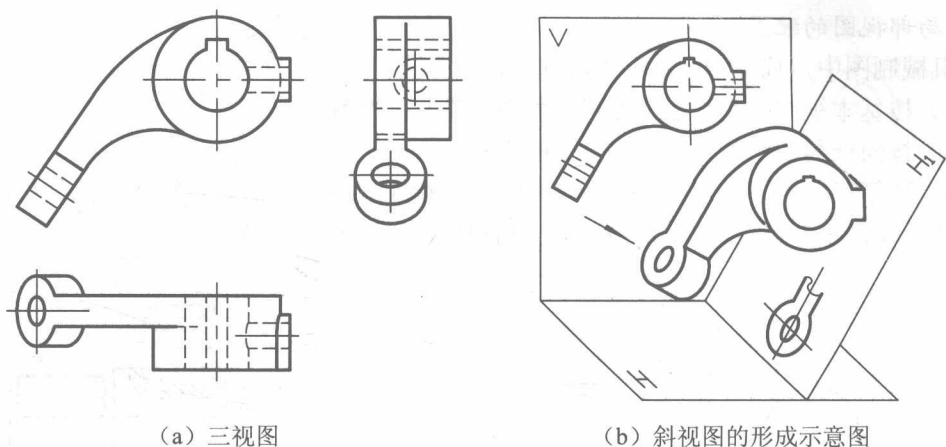


图 1-10 机件斜视图的形成

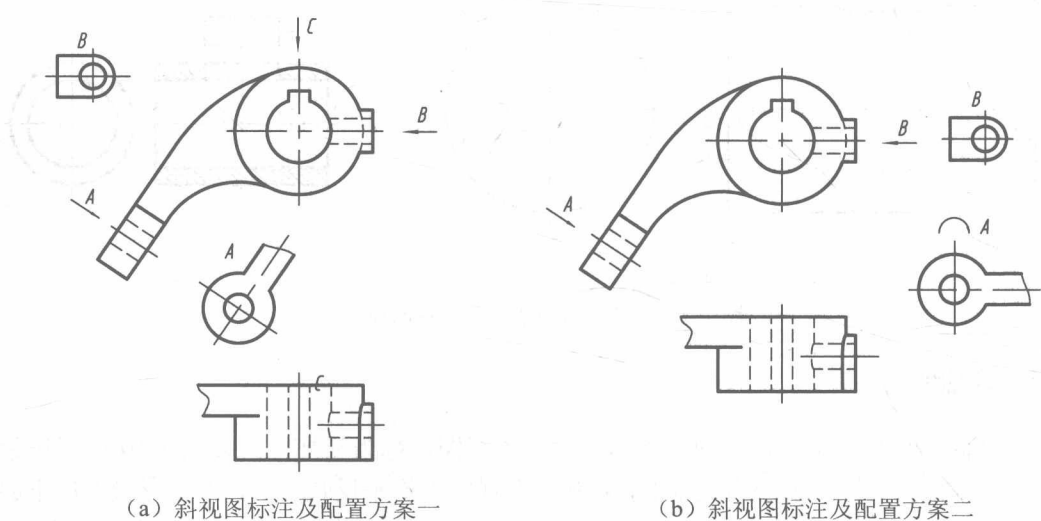


图 1-11 压紧杆斜视图的两种标注及配置方案

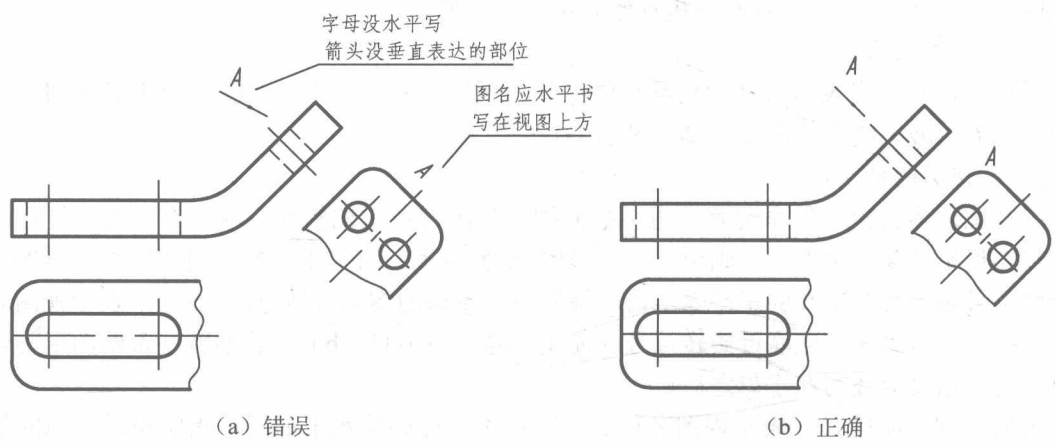


图 1-12 斜视图标注的正误对比

第二节 剖视图

视图虽然能完整地表达机件的外部形状结构,但当机件的内部结构比较复杂时,在视图中会出现很多虚线,而且这些虚线往往与机件的其他轮廓线重叠在一起,影响图形的清晰度,不便于看图及标注尺寸。因此,国家标准规定常用剖视图来表达机件的内部结构。GB/T 17452—1998《技术制图 图样画法 剖视图和断面图》和 GB/T4458.6—2002《机械制图 图样画法 剖视图和断面图》是国家标准关于剖视图和断面图的规定。

一、剖视图的概念、画法及其标注

1. 剖视图概念

假想用剖切面(平面或曲面)剖切机件,将处在观察者和剖切面之间的部分移去,而将其余部分向平行于剖切面的投影面投射所得的图形称为剖视图,简称剖视。如图 1-13 (b) 所示,用通过机件前后对称面的正平面,假想把机件剖开,移去剖切平面前的部分,再向正投影面投射,就得到了位于主视图位置上的剖视图(图 1-13 (d))。

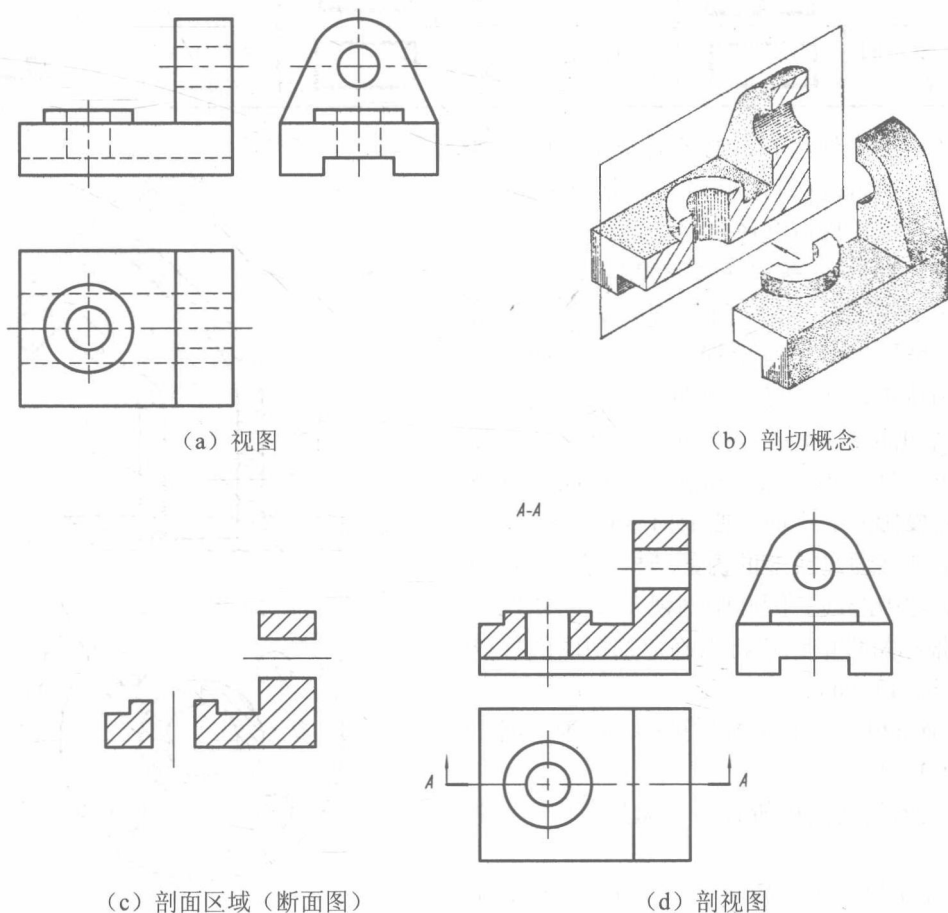


图 1-13 剖视图的概念和画法

2. 剖面区域的表示法

剖切面与机件的接触部分称为剖面区域(图 1-13 (c))。国标规定,剖视图中剖面区域内应画上剖面符号,且不同的材料采用不同的剖面符号(见表 1-1)。机械零件大多是由金属材料制成。在同一金属零件图中,剖视图、断面图中的剖面符号应画成间隔相等、方向相同且一般与剖面区域的主要轮廓线或对称线成 45° 平行线(见图 1-13),也称为剖面线。

表 1-1 剖面符号

金属材料(已有规定剖面符号者除外)		红圈绕组元件		混凝土	
非金属材料(已有规定剖面符号者除外)		转子、电枢、变压器、电抗器等的叠钢片		钢筋混凝土	
木材	纵剖面	型沙、添沙、砂轮、陶瓷及硬质合金刀片、粉末冶金		· 砖	
	横剖面	液体		基础周围泥土	
玻璃及供观察用的其他透明材料		胶合板(不分层数)		格网(筛网、过滤网等)	

剖面线用细实线绘制,必要时也可画成与主要轮廓线成适当角度(见图 1-14)。在制图作业中,未指明材料的机件均按金属材料处理。

3. 画剖视图的一般方法与步骤

由于画剖视图的目的在于清楚地表达机件的内部结构形状。因此,画剖视图时,首先应根据机件的结构特点,考虑哪个视图应画成剖视图,采用何种剖切面,在什么位置剖切才能清楚、确切地表达出机件的内部结构形状。剖切面一般是平行于相应投影面的平面(必要时也可是柱面),而且应尽量使其通过较多的内部结构(孔或沟槽)的轴线或对称中心线。因此画剖视图步骤如下:

(1) 根据机件的结构特点确定剖切面的种类和位置(图 1-13 (a)、(b))。

(2) 画出机件剖面区域的投影,再画上剖面符号(图 1-13 (c))。

(3) 画出剖切面后所有可见部分的投影(图 1-13 (d))。

(4) 标注剖切平面的位置、投射方向和剖视图名称,并按规定描深图线(图 1-13 (d))。

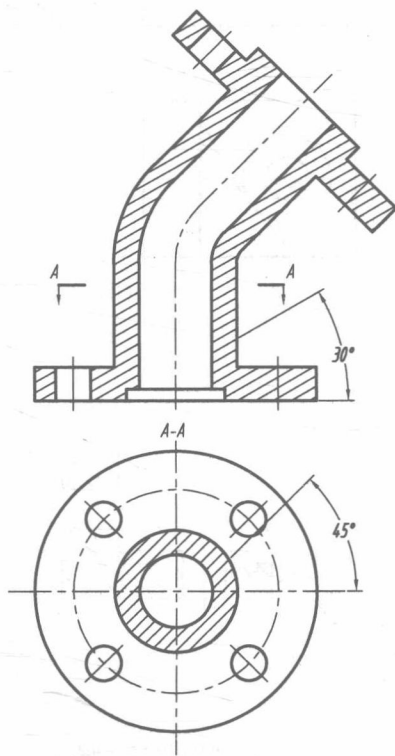


图 1-14 剖面符号的画法

4. 剖视图的标注

为了便于看图, 一般情况下剖视图均要进行标注, 国标规定, 剖视图的标注应包含三个要素(图 1-15)。

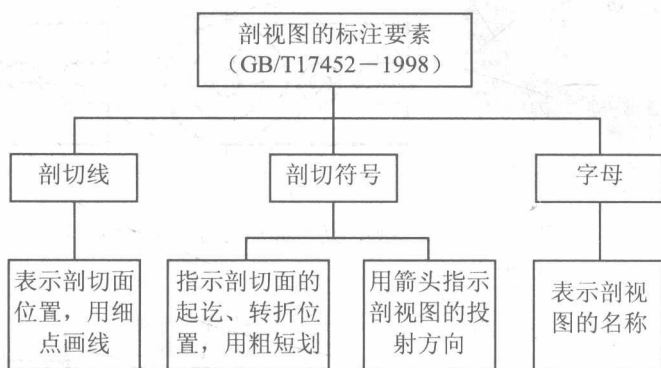


图 1-15 剖视图的标注要素

- (1) 在剖视图的上方用大写的拉丁字母标出剖视图的名称“X-X”。
- (2) 在相应的视图上用剖切线(细点画线)表示剖切面的位置, 也可省略不画。
- (3) 在剖切面两端的起讫和转折位置画上剖切符号(约 5~10mm 的粗短画), 在表示剖切面起讫位置的粗短画外侧画出箭头表示剖视图的投射方向, 并在旁边标注相应的字母“X”(图 1-13 (d))。粗短画不能与机件轮廓线相交。

剖视图在下列情况下可以简化或省略标注:

- (1) 当剖视图按投影关系配置, 中间又没有其他图形隔开时, 可省略箭头。
- (2) 当单一剖切平面通过机件的对称面或基本对称面, 且剖视图按投影关系配置, 中间又没有其他图形隔开时, 可省略标注。

5. 画剖视图应注意的问题

(1) 由于剖切是假想的, 所以除剖视图以外的其他视图应按完整机件画出(图 1-13 中的俯视图)。

(2) 通常不用虚线来表达机件的结构, 但在不影响剖视图的清晰度又可减少视图的情况下, 在剖视图上可画少量虚线(图 1-16)。

(3) 应仔细分析剖切平面后的结构形状, 避免误画或漏画剖切平面后的可见轮廓线(图 1-17)。

(4) 未剖开孔的轴线应在剖视图中画出(图 1-18 (a))。

(5) 对机件上的肋板、轮辐、紧固件、轴, 其纵向剖视图通常按不剖绘制, 即这些结构上不画剖面符号, 而用粗实线将它与其邻接部分隔开(图 1-18 (b))。

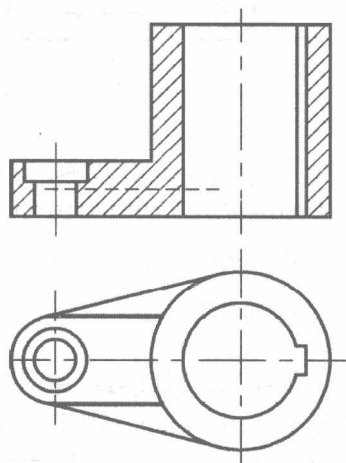


图 1-16 在剖视图中用少量虚线表达结构

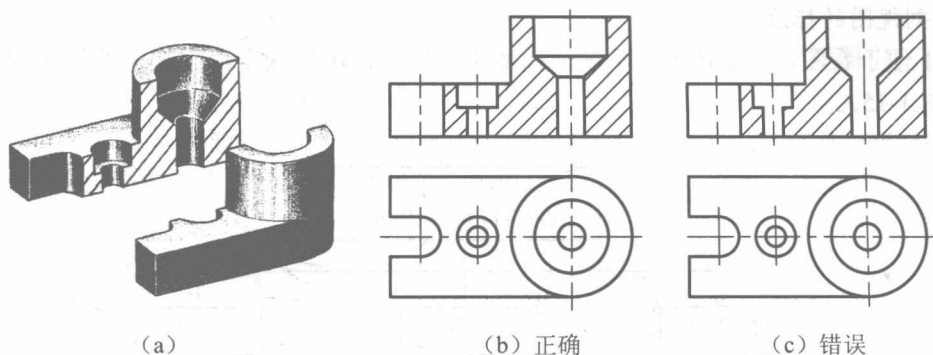


图 1-17 不要漏画剖切平面后的可见轮廓线

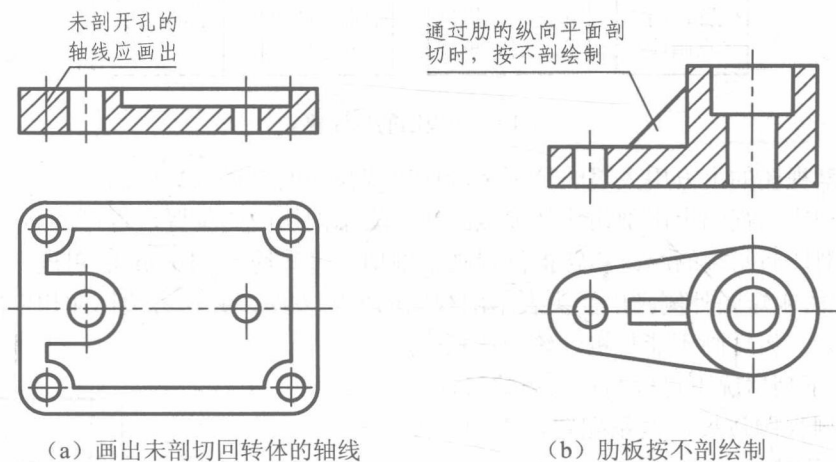


图 1-18 剖视图中的规定画法

(6) 基本视图的配置规定同样适用于剖视图和断面图, 即剖视图和断面图应尽量配置在基本视图的位置上, 如图 1-19 中的 $B-B$ 剖视图。剖视图和断面图也可按投影关系配置在与剖切符号相对应的位置上, 如图 1-19 中的 $A-A$ 剖视图。必要时允许配置在其他适当位置。

二、剖视图的种类

用剖视图表达机件时, 按剖视图的表达内容及对机件内、外形结构的取舍、兼顾以及兼顾范围不同, 国家标准 GB/T17452—1998《技术制图 图样画法 剖视图和断面图》规定剖视图种类有全剖视图、半剖视图和局部剖视图三种。

1. 全剖视图

用剖切面把机件剖开后向相应投影面投射, 画出所得剖视图称为全剖视图。当机件的外形比较简单 (或外形已在其他视图上表达清楚), 内部结构较复杂时, 常采用全剖视图来表达机件的内部结构。如图 1-13 所示的主视图。

2. 半剖视图

如图 1-20 所示, 当机件的内、外形结构都比较复杂, 但具有对称平面时, 为了减少视图数量, 在一个图形上同时表达机件的内、外形结构, 常采用剖切面把机件剖开后向相应投影面

投射,以视图的对称中心线为界,一半画成剖视图以表达其内形结构,另一半画成视图以表达其外形结构,这种剖视图称为半剖视图。

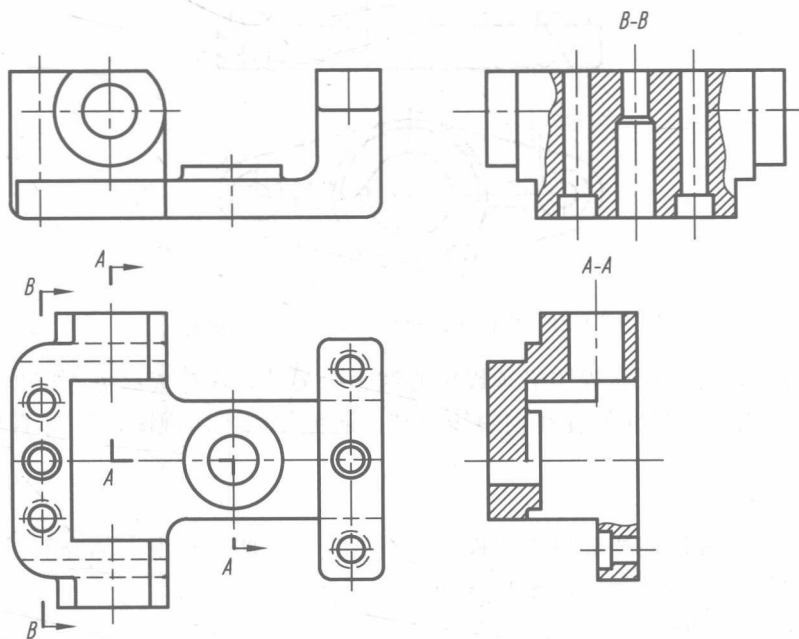


图 1-19 剖视图的配置

所以当机件的内、外形结构都需要表达,同时该机件对称(图 1-20)或接近于对称,但其不对称部分已在其他视图中表达清楚时(图 1-21 中右边的小槽在俯视图表达清楚),都可以采用半剖视图表达。采用半剖视图表达机件时,由于机件的内形结构已在剖视图中表达清楚,所以在视图的另一半中,表示内形结构的虚线不画。

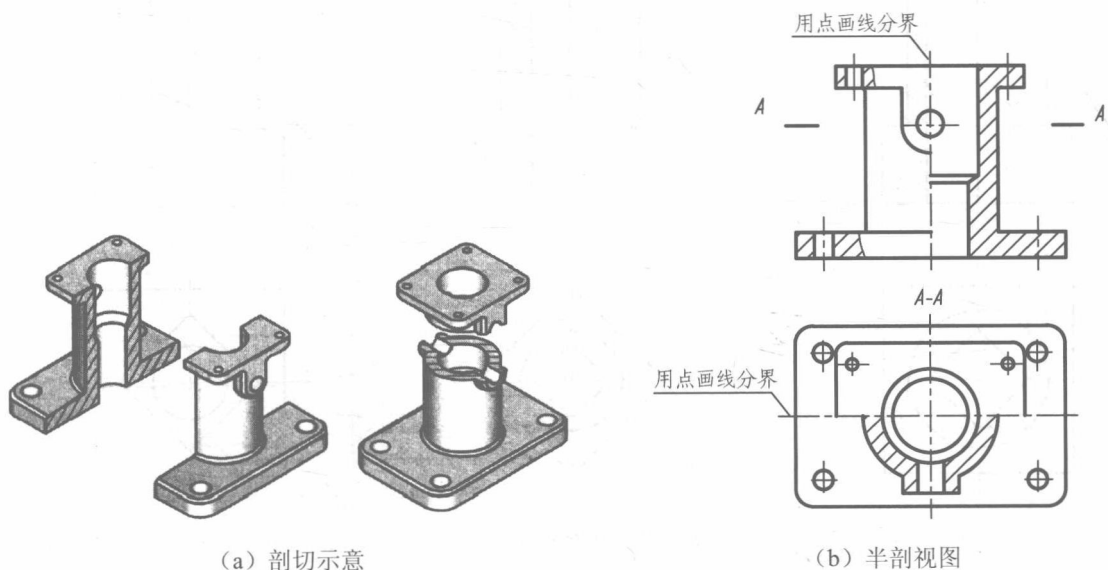


图 1-20 半剖视图的画法