

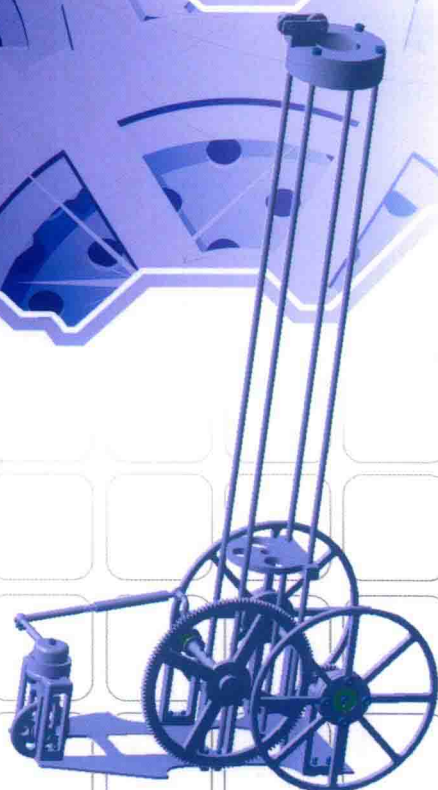
普通高等教育“十三五”规划教材

三维建模

THREE-DIMENSIONAL MODELING
AND ENGINEERING DRAWING

工程制图 (CATIA V5 版)

胡庆夕 何岚岚 张海光 ○ 主编



普通高等教育“十三五”规划教材

三维建模与工程制图

(CATIA V5 版)

主 编	胡庆夕	何岚岚	张海光
参 编	刘 利	刘江丽	李文彬
	李 宏	朱克华	宋晨霞
	杨 磊		



机械工业出版社

本书是根据教育部印发的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》和相关国家标准编写而成的。本书以实用为宗旨,以案例为导向,强化动手,强调制图,体现系统性、层次性,注重人才工程设计能力和创新素质的综合培养,具有较强的实用价值。

本书分为3大部分,分别为工程图基本知识、零件工程图和装配工程图,共九章。各章均附有对应的不同类型的习题。本书首先讲解了工程图基本知识和CATIA工程制图基础,然后通过经典案例详细介绍了CATIA的草图绘制、三维建模与零件工程图、三维装配与装配工程图的绘制方法。

本书可作为普通高等院校机械类及近机械类各相关专业学生工程制图的教材,也可作为工程技术人员学习工程制图的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

三维建模与工程制图:CATIA V5版/胡庆夕,何岚岚,张海光主编.
—北京:机械工业出版社,2018.10

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-61358-9

I. ①三… II. ①胡… ②何… ③张… III. ①工程制图-计算机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第259858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:丁昕祯 责任编辑:丁昕祯 章承林 李超 王小东

责任校对:张薇 封面设计:张静

责任印制:郜敏

北京富博印刷有限公司印刷

2019年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.25印张·346千字

标准书号:ISBN 978-7-111-61358-9

定价:36.00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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

本书是根据教育部印发的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》和相关国家标准编写而成的。

工程制图是高等学校工科学生的一门重要的专业基础必修课，工程图是工程技术人员必须掌握的工程语言，也是工程领域指导生产的重要技术文件。正确和规范地绘图以及读图，是工程技术人员必备的基本素质，尤其是产品创意、创新想法都要通过绘图来表达和实现。随着国内外三维 CAD/CAM 技术的广泛应用，以及“中国制造”迈向“中国创造”，工程制图不能一直停留在传统的手工制图层面，因此对传统的工程制图教学内容和方法的改革刻不容缓。

20 世纪 90 年代，国家提出“甩图板”工程，主要是指直接绘制工程图，但并没有将三维设计与工程制图紧密结合，不是从三维设计到工程制图，不能实现产品的仿真分析，不能满足产品创新设计的要求。本书将首次采用“甩图板”的工程制图理念，以教育部工程训练综合能力大赛中的无碳小车经典案例为对象，将法国达索系统的国际著名三维 CAD/CAM/CAE 软件 CATIA (Computer-graphics Aided Three-dimensional Interactive Application) 的先进设计理念贯穿在当代的工程制图里，注重设计的实用性，从工程图概念入手，采用 CATIA 软件进行对象的草图设计、三维零件设计、三维装配设计，以及零件工程图和装配工程图绘制等，涵盖轴套类零件、盘类零件，以及螺纹连接件、轴承、齿轮、弹簧等大部分典型机械零件类型。通过无碳小车项目将工程图学、三维建模与装配以及二维工程图的绘制有机关联起来，真正做到三维建模贯穿于整个工程制图过程中，通过从三维设计到工程制图以及习题和案例，培养工科设计者的现代创新设计思路和理念，建立机械设计与机械制造基本工艺的相互关系，培养工程设计与制图能力，为工科学生学习机械制造的后续专业知识奠定基础。

本书分为 3 大部分，分别为工程图基本知识、零件工程图和装配工程图，共九章。各章均附有对应的不同类型的习题。本书首先讲解了工程图基本知识和 CATIA 工程制图基础，然后通过经典案例详细介绍了 CATIA 的草图绘制、三维建模与零件工程图、三维装配与装配工程图的绘制方法。

本书由上海大学工程训练国家级实验教学示范中心、法国达索系统学术认证合作伙伴 (ACP) 和教育合作伙伴 (EPP)，以及达索系统教育认证考试中心 (ECTC) 联合编写，由胡庆夕、何岚岚、张海光任主编，参加本书编写的还有刘利、刘江丽、李文彬、李宏、朱克华、宋晨霞、杨磊。本书主要编写人员不仅具有多年 CATIA 软件的教学经验，而且是中国首批获得达索官方认证证书的教师，其中多名教师在教育部工程训练综合能力大赛上多次获得大奖，还有一些是积累了几十年丰富制造经验和实际加工经验的一线教师。

本书在编写过程中，引用了部分科技文献与资料，在此谨向有关作者致以深深的谢意。

由于三维建模与工程制图涉及机械设计与机械制造等多方面知识，限于作者水平，书中内容难免有不妥与错误之处，敬请读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第 1 部分 工程图基本知识

第 1 章 工程制图基本知识	2	1.3.4 基准	11
1.1 图框和标题栏	2	1.3.5 注释文本 (技术要求)	11
1.1.1 图纸幅面及格式	2	第 2 章 CATIA 软件与工程制图基础	12
1.1.2 标题栏及格式	3	2.1 CATIA 简介	12
1.1.3 明细栏及格式	3	2.2 CATIA 工程制图流程	12
1.2 视图	4	2.3 CATIA 工程制图工作台简介	13
1.2.1 六个基本视图	4	2.4 GB 工程图环境设置	15
1.2.2 向视图	5	2.5 新建工程图	18
1.2.3 局部视图	5	2.6 工作视图界面和图纸背景界面转换	19
1.2.4 剖视图	5	2.7 图框及标题栏设置	19
1.2.5 断面图	9	2.8 创建视图	22
1.2.6 折断视图	9	2.9 标注	27
1.2.7 局部放大视图	9	2.9.1 尺寸标注	27
1.3 标注	10	2.9.2 公差标注	30
1.3.1 尺寸	10	2.9.3 表面粗糙度标注	32
1.3.2 公差 (尺寸公差和几何公差)	10	2.9.4 创建注释文本	32
1.3.3 表面粗糙度	10		

第 2 部分 零件工程图

第 3 章 零件图基本知识	34	3.3.3 合理标注零件尺寸	45
3.1 零件图的作用和内容	34	3.4 零件图的技术要求	53
3.1.1 零件图的作用	34	3.4.1 表面粗糙度	53
3.1.2 零件图的内容	34	3.4.2 极限与配合	59
3.2 零件图的表达分析	35	3.4.3 几何公差	65
3.2.1 零件的视图选择	35	3.4.4 零件材料及热处理	67
3.2.2 零件主视图的选择	36	3.5 零件的工艺结构	67
3.2.3 零件其他视图的选择	39	3.5.1 铸造工艺对零件结构的	
3.3 零件图的尺寸标注	43	要求	67
3.3.1 零件图尺寸标注的基本要求	43	3.5.2 机械加工对零件结构的	
3.3.2 正确选择尺寸基准	43	要求	69



第4章 标准件和常用件知识	71
4.1 螺纹与螺纹紧固件	71
4.1.1 螺纹	71
4.1.2 螺纹连接件	76
4.2 键、销和滚动轴承	79
4.2.1 键及其连接	79
4.2.2 销及其连接	80
4.2.3 滚动轴承	81
4.3 常用件	83
4.3.1 齿轮	83
4.3.2 弹簧	88
第5章 无碳小车典型零件三维建模 ...	92
5.1 CATIA 三维建模概述	92
5.2 环套类零件——无碳小车轴承套	93
5.3 板类零件——无碳小车底盘	96
5.4 轴类零件——无碳小车后轮轴	99
5.5 盘类零件——无碳小车后轮封盖和 后轮	103

5.5.1 后轮封盖	103
5.5.2 后轮	105
5.6 支架类零件——无碳小车单轮上架 ...	110
5.7 常用件	116
5.7.1 连杆弹簧	116
5.7.2 小齿轮	118
第6章 无碳小车零件工程图	122
6.1 CATIA 零件工程图生成的基本流程 ...	122
6.2 无碳小车轴套类零件工程图	123
6.2.1 无碳小车后轮轴承套零件工程图 ...	123
6.2.2 无碳小车螺纹连接杆工程图	127
6.3 无碳小车盘类零件工程图	132
6.3.1 无碳小车滑轮工程图	133
6.3.2 无碳小车后轮工程图	135
6.3.3 无碳小车小齿轮工程图	140
6.4 无碳小车叉架类工程图	145
6.5 无碳小车底板工程图	148
6.6 无碳小车弹簧工程图	151

第3部分 装配工程图

第7章 装配图基本知识	154
7.1 装配图的作用	154
7.2 装配图的内容	154
7.3 装配图的表达方法	155
7.3.1 装配图的规定画法	155
7.3.2 装配图的特殊表达方法	156
7.4 零件结构的装配工艺性	159
7.5 装配图的尺寸标注和技术要求	161
7.5.1 装配图的尺寸标注	161
7.5.2 装配图的技术要求	162
7.6 装配图中的零部件序号及明细栏	162
第8章 无碳小车三维装配	164
8.1 装配设计工作台概述	164
8.2 无碳小车单轮机构装配	165
8.3 标准件调用与参数化	168
8.4 无碳小车三维总装配体	170
第9章 无碳小车装配工程图	174
9.1 CATIA 装配工程图生成的基本流程 ...	174
9.2 无碳小车总装图	174
9.3 无碳小车装配明细栏	182
9.3.1 编号	182
9.3.2 在零件中添加自定义信息	183

9.3.3 编辑物料清单	185
9.3.4 插入物料清单	186
9.4 装配爆炸图	188
9.5 无碳小车总装图拆画	191
9.5.1 由装配图拆画零件图	191
9.5.2 拆画零件案例	192
9.5.3 拆画注意事项	195
习题	199
第1部分 工程图基本知识	199
第1章 工程制图基本知识	199
第2章 CATIA 软件与工程制图基础	201
第2部分 零件工程图	202
第3章 零件图基本知识	202
第4章 标准件和常用件知识	206
第5章 无碳小车典型零件三维建模	208
第6章 无碳小车零件工程图	211
第3部分 装配工程图	213
第7章 装配图基本知识	213
第8章 无碳小车三维装配	215
第9章 无碳小车装配工程图	217
参考文献	219

第 1 部分

工程图基本知识

第1章

1

工程制图基本知识

1.1 图框和标题栏

技术图样是工程技术界的共同语言，为了便于指导生产和对外进行技术交流，国家标准对技术图样上的有关内容做出了统一的规定，每个从事技术工作的人员都必须掌握并遵守。国家标准（简称“国标”）的代号为“GB”。

1.1.1 图纸幅面及格式

图纸上必须用粗实线画出图框，格式分留装订边和不留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。常用图纸幅面及格式如图 1-1 所示。

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		

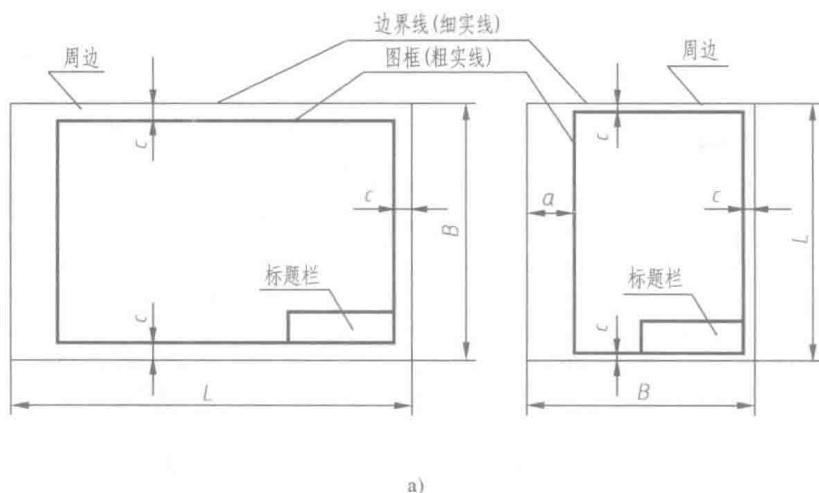


图 1-1 图纸幅面及格式

a) 留装订边图纸格式

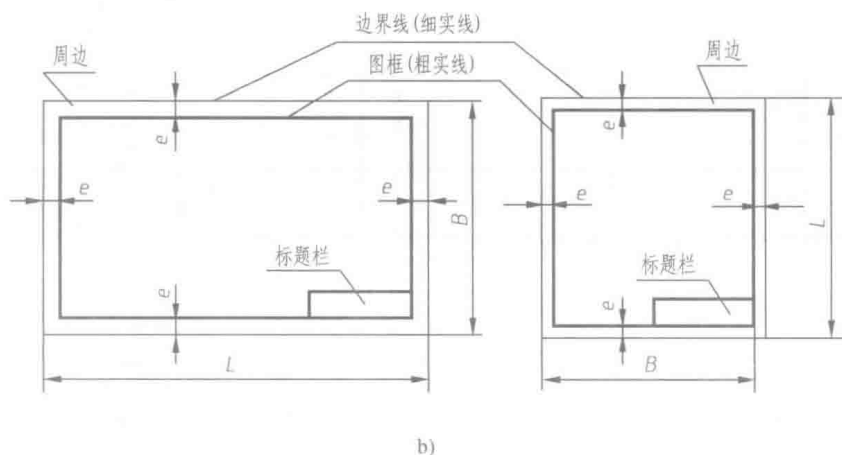


图 1-1 图纸幅面及格式 (续)

b) 不留装订边图纸格式

1.1.2 标题栏及格式

标题栏应位于图纸的右下角，一般由名称及代号区、签字区、更改区及其他区组成，如图 1-2 所示。

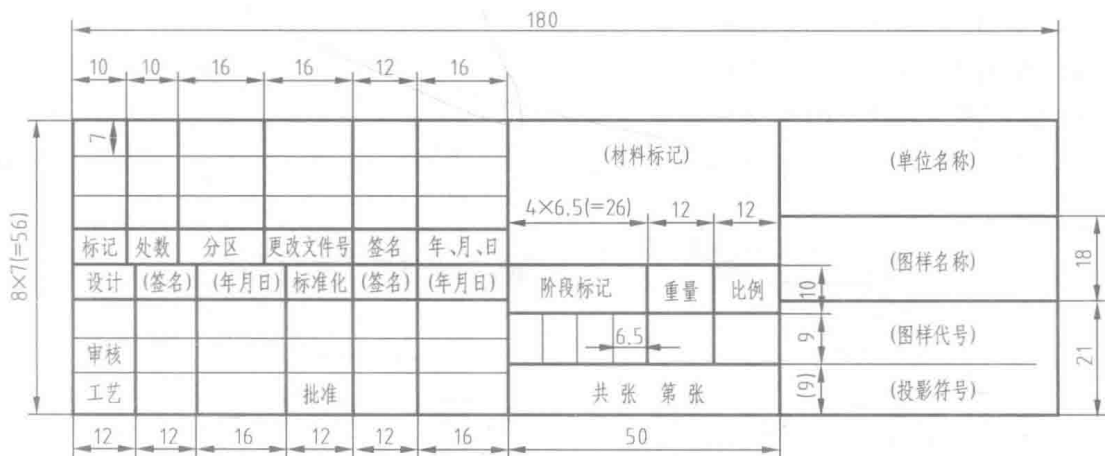


图 1-2 标题栏格式

1.1.3 明细栏及格式

装配图中一般还应有明细栏，应配置在标题栏的上方，按照由下而上的顺序填写，格数视需要而定。若往上延伸位置不够时，可紧靠标题栏左边再自下而上延续。明细栏一般由序号、代号、名称、数量、材料、重量等组成，也可按实际需要增减，如图 1-3 所示。

图 1-3 明细栏格式

1.2 视图

1.2.1 六个基本视图

- 六个基本视图的位置关系如图 1-4 所示。



注意：基本视图遵守“三等”（等长、等宽、等高）规律。

1.2.2 向视图

向视图是根据需要可以自由配置的视图,如图 1-5 所示。

注意:

- 1) 在向视图的上方标注字母,在相应视图附近用箭头指明投射方向,并标注相同的字母。
- 2) 表示投射方向的箭头尽可能配置在主视图上,只有表示后视投射方向的箭头才配置在其他视图上。

1.2.3 局部视图

局部视图是将物体的某一部分向基本投影面投射所得的视图,如图 1-6 所示。

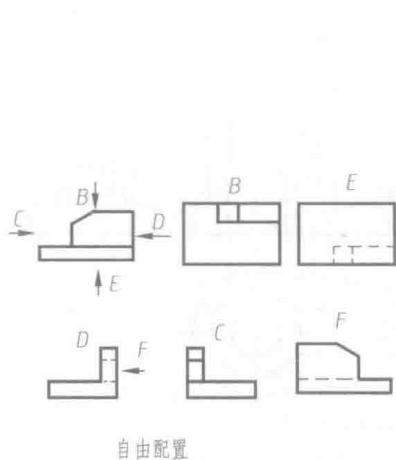


图 1-5 向视图样例

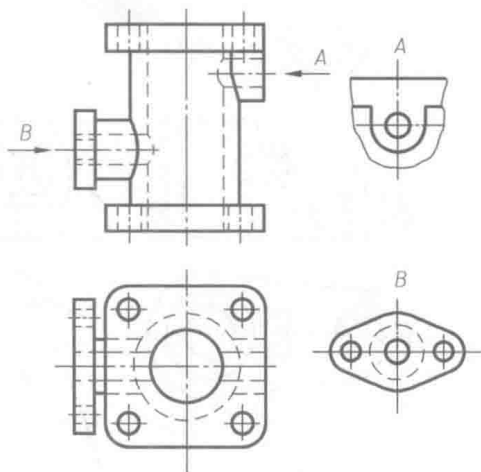


图 1-6 局部视图样例

注意:

- 1) 用带字母的箭头指明要表达的部位和投射方向,并注明视图名称。
- 2) 局部视图的范围用波浪线表示,但是当表示的局部结构是完整的且外轮廓封闭时,波浪线可省略。
- 3) 局部视图可按基本视图的配置形式配置,也可按向视图的配置形式配置。

1.2.4 剖视图

当机件的内部形状较复杂时,视图上将出现许多虚线,不便于看图和标注尺寸,假想用一剖切面将机件剖开,移去剖切面和观察者之间的部分,将其余部分向投影面投射,并在剖面区域内画上剖面符号,如图 1-7 所示。

注意:

- 1) 剖切平面的选择:通过机件的对称面或轴线且平行或垂直于投影面。
- 2) 剖切是一种假想,其他视图仍应完整画出,如图 1-8a 所示。
- 3) 剖切面后方的可见部分要全部画出,如图 1-8b 所示。
- 4) 在剖视图上已经表达清楚的结构,在其他视图上此部分结构的投影为虚线时,其虚线省略不画,如图 1-9 所示。

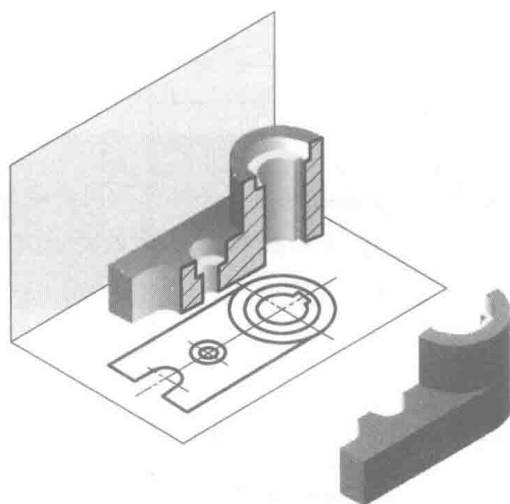


图 1-7 剖视图样例

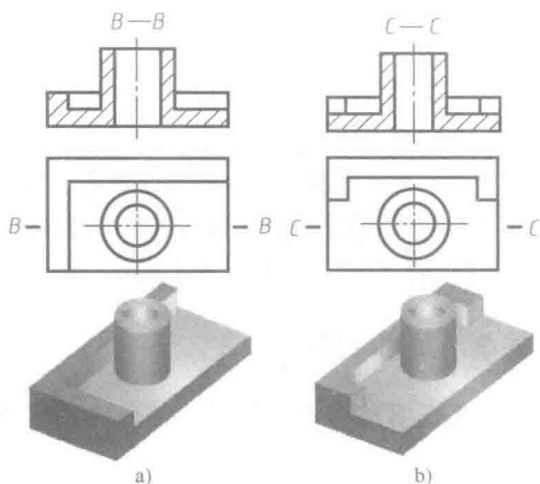


图 1-8 剖视图注意事项示意图
a) 剖视图 1 b) 剖视图 2

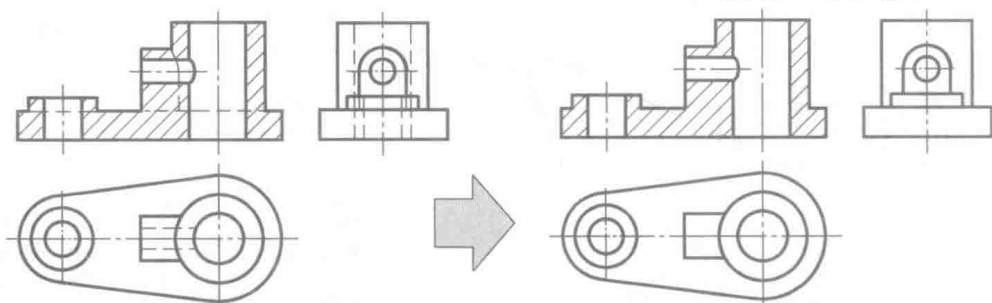


图 1-9 剖视图表达清楚的结构其他视图虚线可省略

5) 不需在剖面区域中表示材料的类别时, 剖面符号可采用通用剖面线表示。通用剖面线为细实线, 最好与图形的主要轮廓或剖面区域的对称线成 45° 角; 同一物体的各个剖面区域, 其剖面线画法应一致, 如图 1-10 所示。



图 1-10 剖面线绘制要求

剖视图的分类:

(1) 全剖视图 用剖切面完全地剖开物体所得的剖视图, 适用于外形较简单、内形较复杂, 而图形又不对称时, 如图 1-11 所示。

(2) 半剖视图 以对称线为界, 一半画视图, 一半画剖视。适用于内、外形都需要表达, 而形状又对称或基本对称时, 如图 1-12 所示。

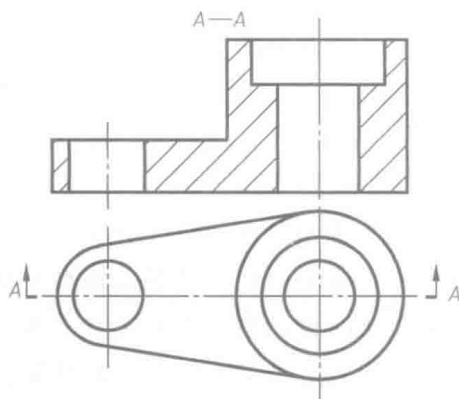


图 1-11 全剖视图

(3) 局部剖视图 用剖切平面局部地剖开物体所得的剖视图。

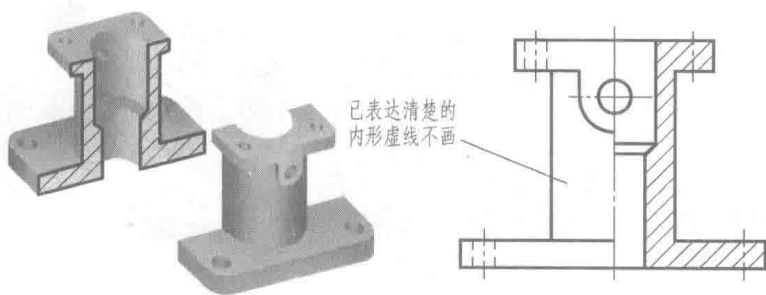


图 1-12 半剖视图

注意:

1) 可以用双折线或者波浪线, 如图 1-13 所示。

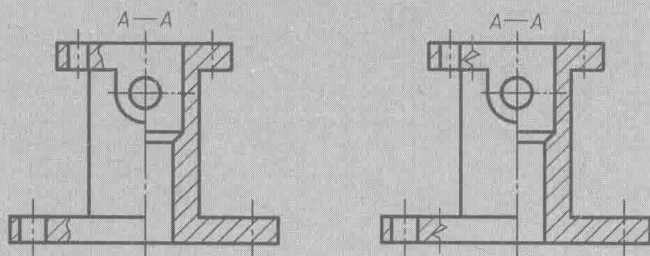


图 1-13 局部剖剖切线形式

2) 波浪线不能与图上的其他图线重合, 如图 1-14 所示。

3) 当被剖结构为回转体时, 允许将其中心线作为局部剖的分界线, 如图 1-15 所示。

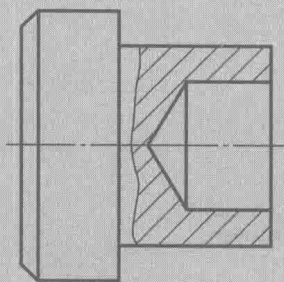


图 1-14 波浪线不能与其他图线重合

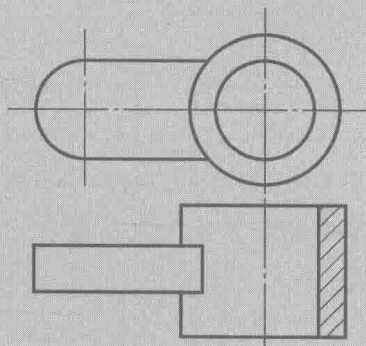


图 1-15 回转体中心线可作为剖切线

(4) 旋转剖视图 当机件的内部结构形状用一个剖切平面剖切不能表达完全, 且机件又具有回转轴时, 适合使用旋转剖视图画法, 如图 1-16 所示。

注意:

1) 应按“先剖切后旋转”的方法绘制剖视图, 如图 1-17 所示。

2) 位于剖切平面后且与所表达的结构关系不甚密切的结构, 或一起旋转容易引起误解的结构, 一般仍按原来的位置投射, 如图 1-18 所示。

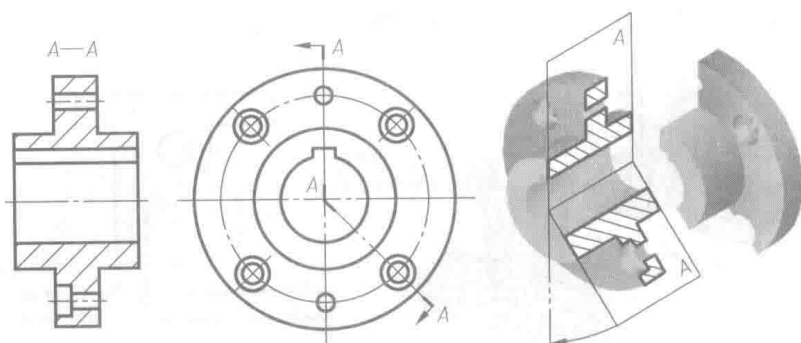


图 1-16 旋转剖视图样例

3) 位于剖切平面后, 与被剖切结构有直接联系且密切相关的结构, 或不一起旋转难以表达的结构, 应“先旋转后投影”, 如图 1-19 所示。

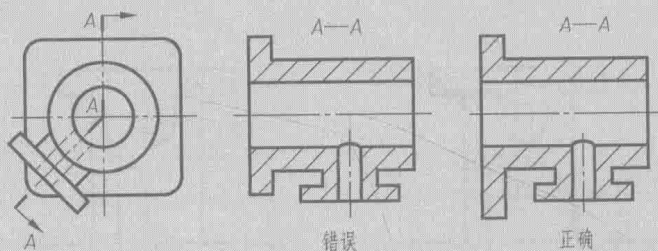


图 1-17 先剖切后旋转

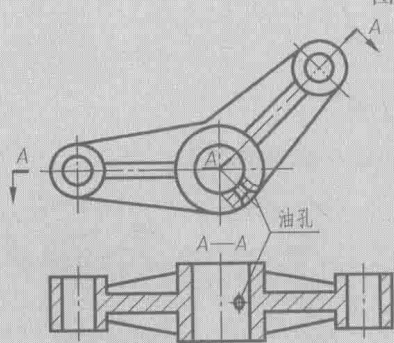


图 1-18 按原位投影的结构样例

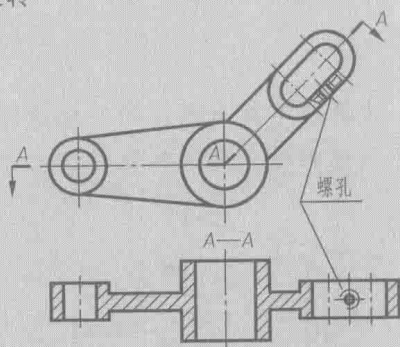


图 1-19 先旋转后投影的结构样例

4) 当剖切后产生不完整要素时, 该部分按不剖绘制, 如图 1-20 所示。

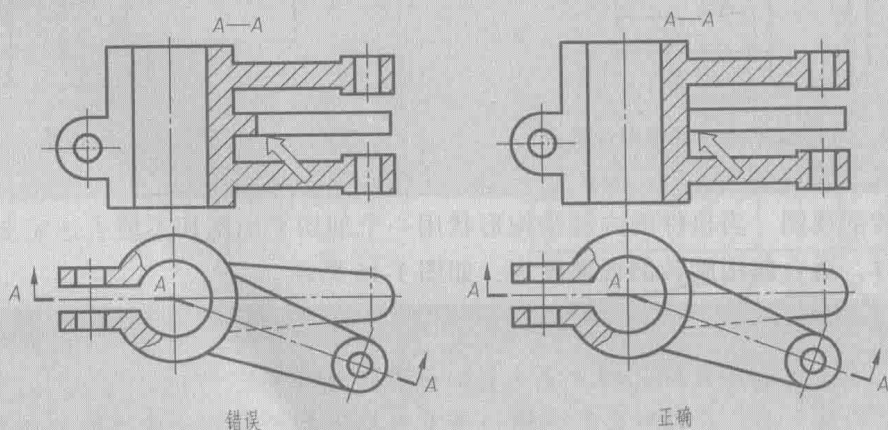


图 1-20 不剖结构样例

1.2.5 断面图

假想用剖切面将物体的某处切断,只画出该剖切面与物体接触部分(剖面区域)的图形,该图形即为断面图,如图 1-21 所示。

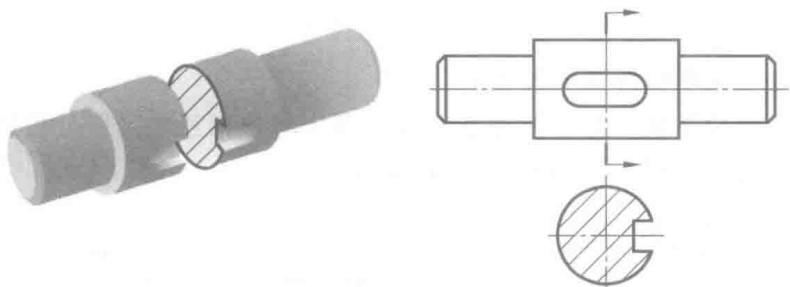


图 1-21 断面图样例

注意(图 1-22):

- 1) 配置在剖切符号延长线上的不对称的移出断面,或按投影关系配置的对称的移出断面,可省略字母。
- 2) 配置在其他位置的对称的移出断面图,可省略箭头。
- 3) 配置在剖切线的延长线上的对称的移出断面,可省略标注。

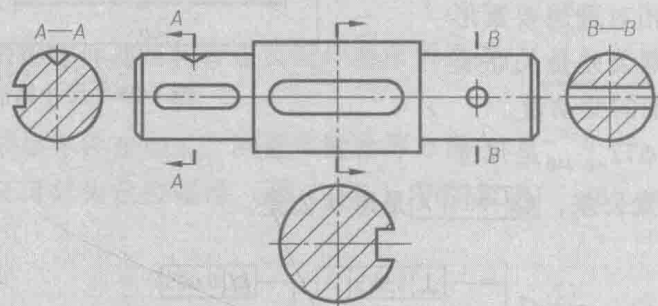


图 1-22 断面图注意事项

1.2.6 折断视图

轴、杆类较长的机件,当沿长度方向形状相同或按一定规律变化时,允许断开画出,如图 1-23 所示。

1.2.7 局部放大视图

当机件上部分结构的图形过小时,可以采用局部放大比例画出,这种视图称为局部放大视图,如图 1-24 所示。

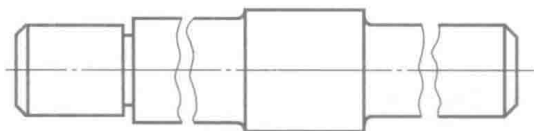


图 1-23 折断视图样例

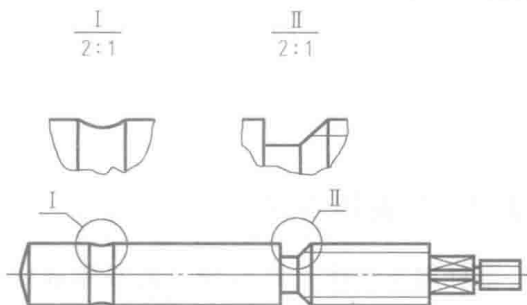


图 1-24 局部放大视图样例

1.3 标注

1.3.1 尺寸

(1) 形状尺寸 反映机件真实大小。

(2) 位置尺寸 反映某一对象相对基准或者多个对象相互之间所处位置。如图 1-25 所示, $R3$ 、 $R7$ 、 $\phi 7$ 等为形状尺寸, 32、52、44 为位置尺寸。

1.3.2 公差 (尺寸公差和几何公差)

(1) 尺寸公差 为了保证零件的互换性, 设计时根据零件的使用要求而制定的允许尺寸的变动量。

(2) 几何公差 为了满足使用要求, 零件的几何形状和相对位置分别由形状公差和位置公差来保证。其中形状公差是实际要素相对理想要素形状允许的变动量, 位置公差是关联实际要素的位置相对基准的变动量。

如图 1-26 所示, $\phi 72_{-0.340}^0$ 是尺寸公差, $\perp 0.025 A$ 是位置公差, $\odot \phi 0.1 A$ 是形状公差。

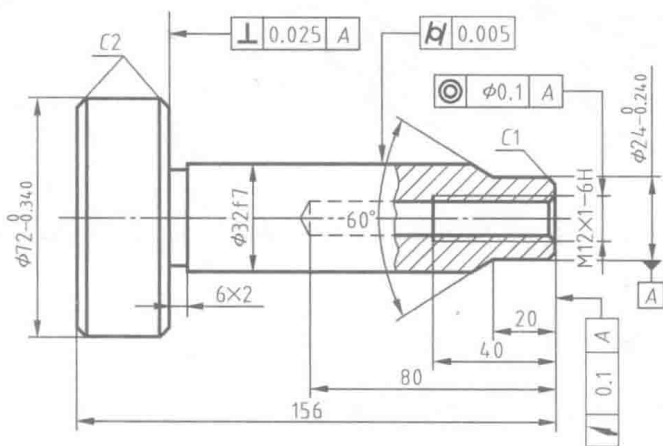


图 1-26 公差标注

1.3.3 表面粗糙度

零件加工表面是由波峰、波谷组成的微观几何形状, 可用表面粗糙度来表示, 其表示方式如图 1-27 所示。



图 1-27 表面粗糙度表示形式
a) 旧标准 b) 新标准

////////////////////



(1) 设计基准 根据零件的结构特点及设计图纸所定它

(2) 工艺基准 根据零件的加工、测量和检验等方面的



a) 旧标准 b) 新标准



a) 设计基准 b) 定位基准 c) 测量基准