



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



首届全国机械行业职业教育优秀教材



扫描二维码
共享立体资源

汽车机械制图

(第二版)

工作页式教材

中国汽车工程学会汽车应用与服务分会组织编写

汽车机械制图

(第二版)

总主编 朱军 弋国鹏
主编 边辉 戴庆海

总主编 朱军 弋国鹏
主编 边辉 戴庆海

北京出版集团
北京出版社

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车机械制图 / 边辉, 戴庆海主编. —2 版. —北京: 北京出版社, 2020.9 (2023 重印)
高职十二五规划教材: 2014 版
ISBN 978-7-200-16020-8

I. ①汽… II. ①边… ②戴… III. ①汽车—机械制图—高等职业教育—教材 IV. ① U462.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 209308 号

汽车机械制图 (第二版)

QICHE JIXIE ZHITU (DI-ER BAN)

主 编: 边 辉 戴庆海
出 版: 北京出版集团
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团
经 销: 新华书店
印 刷: 定州启航印刷有限公司
版 印 次: 2020 年 9 月第 2 版 2023 年 5 月修订 2023 年 6 月第 2 次印刷
成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米
印 张: 14
字 数: 269 千字
书 号: ISBN 978-7-200-16020-8
定 价: 43.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目录

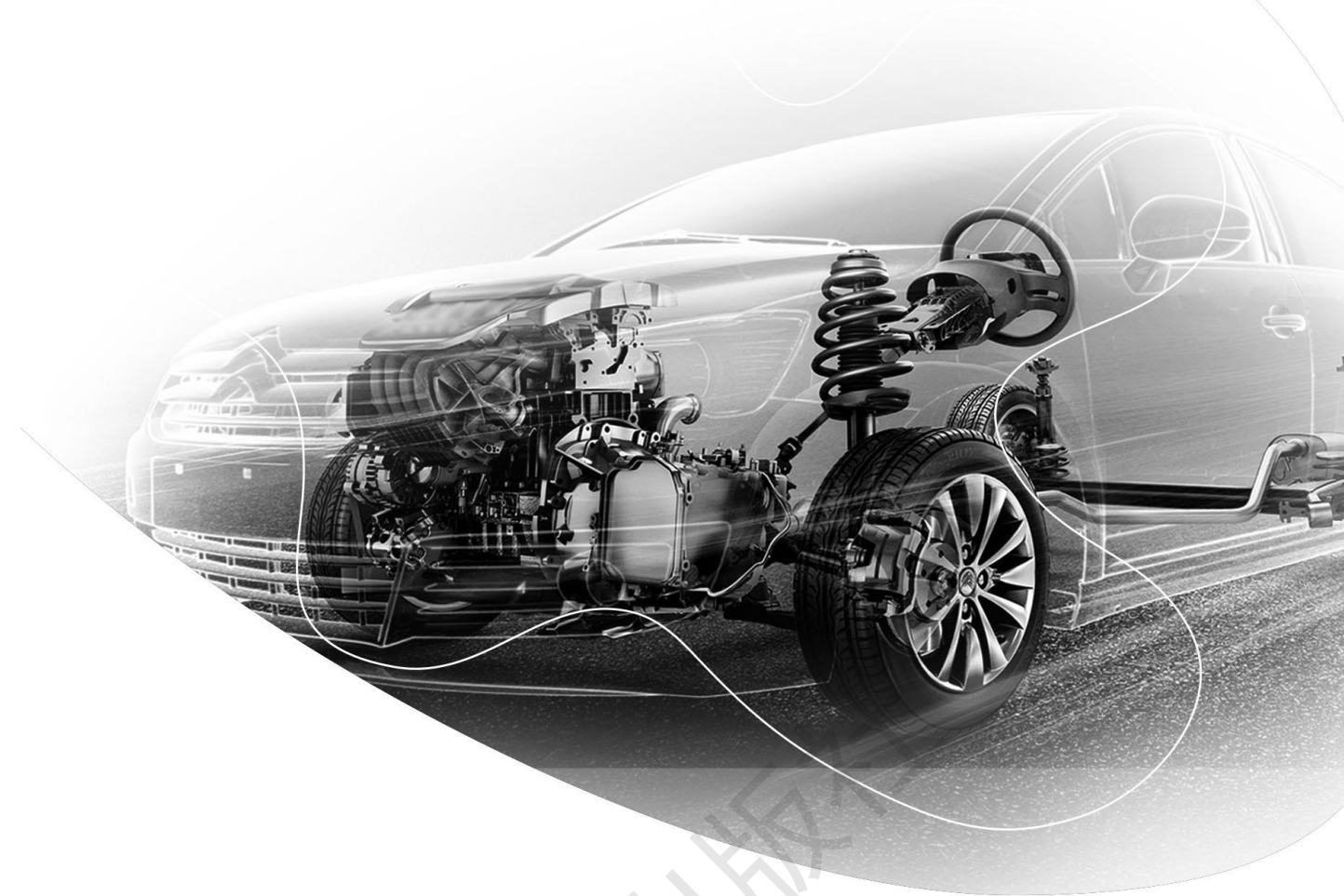
学习工作页

学习单元一 汽车零件图样的识读与测绘	2
学习任务一 简单零件图样的识读与绘制	2
学习任务二 垫类零件图样的绘制与读图	7
学习任务三 销、键类零件图样的绘制与读图	11
学习任务四 轴类零件图样的识读与绘制	16
学习单元二 汽车总成装配图的识读与测绘	20
学习任务一 活塞连杆组装配图的识读	20
学习任务二 起动机组装配图的识读与测绘	25
学习任务三 水泵组装配图的识读与测绘	31
学习单元三 汽车液压及液力传动图的识读	37
学习任务一 汽车发动机润滑系统油路图识读	37
学习任务二 汽车液压助力转向液压系统示意图的识读	41
学习任务三 汽车 ABS 液压控制回路图识读	45

学习参考

学习单元一 汽车零件图样的识读与测绘	52
学习任务一 制图的基础知识	52
学习任务二 视图中常用的图示方法	64
学习任务三 几何作图的基础	89
学习任务四 正投影与三视图基础	92
学习任务五 垫片的结构类型	100

学习单元二 汽车总成装配图的识读与测绘	106
学习任务一 组合体的投影及相关知识	106
学习任务二 零件图与装配图	134
学习任务三 公差配合的应用基础	146
学习单元三 汽车液压及液力传动图的识读	161
学习任务一 发动机润滑系统结构原理	161
学习任务二 液压助力转向系统结构原理	169
学习任务三 ABS 液压控制系统结构原理	181
学习任务四 液压传动原理与液压元件	190
附 录 常用液压图形符号	200
参考文献	212



学习工作页

学习单元一

汽车零件图样的识读与测绘

本单元以汽车常用零部件的识读和测绘为主线，引导学生通过查阅附属资料自行完成油底螺栓、固定螺母、垫片、刹车盘等汽车零部件的识读和绘制，通过查阅资料能够掌握机械制图国家标准的规定，画图和读图的方法，组合体的形体分析、投影分析和作图，三视图、剖视图、断面图及其他表示方法。

学习任务一 简单零件图样的识读与绘制

任务描述

客户李某的一汽大众宝来轿车在 4S 店进行例行保养，维修人员在更换机油的过程中发现油底螺栓（图 1-1-1）部位有漏油痕迹，经紧固试车仍旧漏油，后经检查发现油底螺栓的螺纹孔由于反复拆卸或力矩过大导致孔径变大，标准螺栓已经不能达到配合要求，所以需要进行配制。现委托你对车辆进行测量、绘制和制造加大螺栓，重新安装后试车确认故障排除。

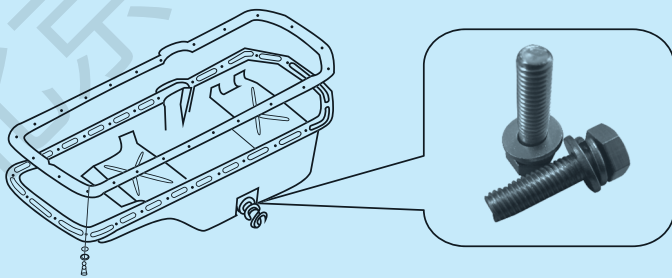


图 1-1-1

学习目标

要求学生在有限的时间内，通过模仿、查阅资料等手段能够独立或小组协作完成对配套螺纹和螺母的测量和绘制任务，同时自行学习完成工具的选择、绘制草图、绘制零件图及尺寸标注等。

通过查找汽车行业制造螺栓所采用的等级标准，了解我国制造螺栓的工艺水平，进而培育学生的工匠精神，激发学生的爱国主义情怀，踔厉奋发、勇毅前行。



学习准备

1. 工具 丁字尺、分规、圆规、三角尺、曲线板、游标卡尺、图板。
2. 材料 油底螺栓、A4 纸、课件、铅笔。
3. 知识 绘图工具的正确使用方法，制图的基本规定，尺寸标注法，几何作图，平面图形的画法，正投影，截交线、相贯线的画法，机件的表达方法，测量工具的使用方法。



计划与实施

绘制图 1-1-2 所示油底螺栓的零件图。

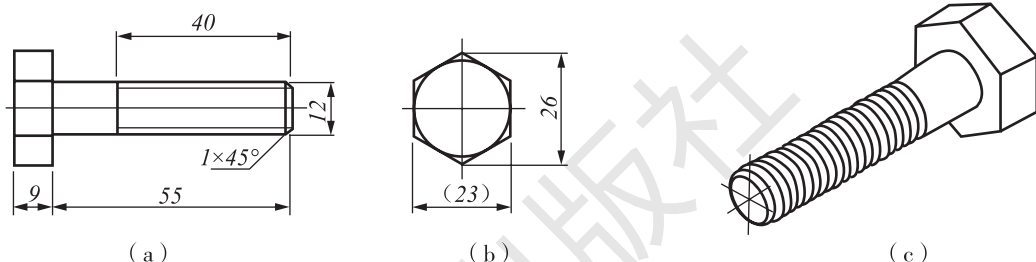


图 1-1-2

1. 测绘草图

① 用游标卡尺（使用方法查阅“学习参考 学习单元一 实践指导一”）和螺距规（使用方法查阅“学习参考 学习单元一 实践指导二”）测量油底螺栓实物，记录测量参数如下：

序 号	测量数据	数值/mm	备 注
1	螺纹直径		
2	螺距		
3	螺栓头部尺寸		选择未磨损部位或未损坏螺栓测绘
还需要测量的项目有：			
4			

② 确定图幅，按制图要求绘制草图（草图：比例、图样可稍差，但数据必须准确）。

图幅：	比例：
-----	-----

请绘制油底螺栓草图。

2. 按草图绘出正式零件图

① 确定图幅、比例，画好边框、标题栏等。
根据例图中给定的尺寸和图形数目，选定比例，确定图幅。（方法查阅“学习参考 学习单元一 学习任务一”）

图幅：	比例：
-----	-----

② 布置识图（布图）。
将视图匀称地布置在幅面上，视图间的空当能够保证注全所有尺寸。（方法查阅“学习参考 学习单元一 学习任务二”）

③ 绘图步骤。

A. 绘制底稿。

a. 明确绘图的先后顺序：从主视图入手。先画主要部分，后画次要部分；先画看得见的部分，后画看不见的部分；先画圆或曲线，后画直线。

b. 画图时，物体的每一组成部分，最好几个视图配合着画，以便提高绘图速度，避免漏线、多线。

主要部分：	次要部分：
视图的个数：	

B. 对照例图认真仔细地检查修正，确定准确无误后再描深。

描深顺序：

先粗后细；
先曲后直；
先水平，后垂斜。

C. 进行尺寸标注（查阅“学习参考 学习单元一 学习任务三”），填写技术要求、标题栏。

需要标注的尺寸有：

请绘制标准油底螺栓的零件图。

注：

六角螺母、垫片是标准件；

机械制图画法中规定螺栓公称直径为 d ，螺母公称直径为 D ，且 $d = D$ ；

六角螺母：

外径为 $2d$ ；

高度为 $0.8d$ 。

请阅读相关知识，查阅字母 d 和 D 的含义：

d ：

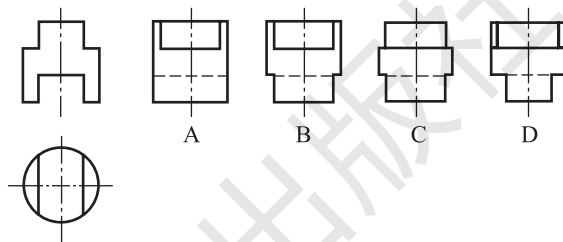
D ：



评价与反馈

一、选择题

1. 已知几何体的正面投影和水平投影，正确的侧面投影是（ ）。

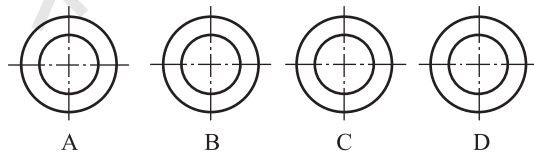


(第1题)

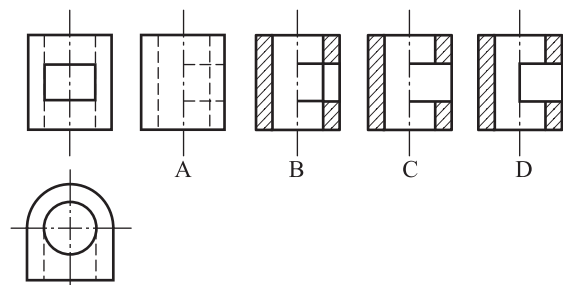
2. 半球上有一圆孔，正确的图形是（ ）。



(第2题)

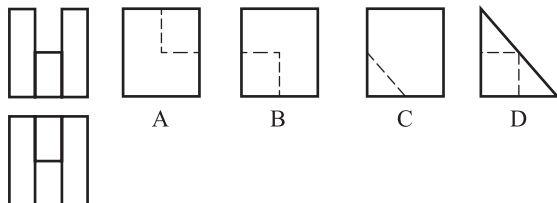


3. 已知主视图和俯视图，其正确的左视图是（ ）。



(第3题)

4. 已知物体的主视图和俯视图, 错误的左视图是 ()。



(第4题)

5. 螺纹的要素有牙型、直径、() 和旋向。当内外螺纹连接时, 上述五要素必须相同。

- A. 螺距 B. 线数 C. 外径 D. 内径

6. 常用的螺纹紧固件有 ()、垫圈等几种。

- A. 螺栓 B. 螺柱 C. 螺钉 D. 螺母

7. 用剖切面局部地剖开机件所得的视图称 () 视图。

- A. 全剖 B. 半剖 C. 局部剖 D. 断面

8. 半剖视图以 () 为对称中心线。

- A. 双点画线 B. 虚线
C. 细实线 D. 细点画线

9. 全剖视图选用的是 () 剖切面。

- A. 单一 B. 几个平行的
C. 几个相交的 D. 其他

10. 半剖视图选用的是 () 剖切面。

- A. 单一 B. 几个平行的
C. 几个相交的 D. 其他

二、判断题

1. 视图包括基本视图、局部视图、斜视图和向视图共四种。()
2. 视图上标有“A”字样的是向视图。()
3. 视图上标有“A 向旋转”字样的是斜视图。()
4. 局部视图的断裂边界一般以波浪线表示。()
5. 机件向基本投影面投影所得的图形称为基本视图, 共有六个基本视图。()
6. 六个基本视图中, 最常应用的是右视图、仰视图和后视图。()
7. 金属材料的剖面符号是与水平成 45° 的互相平行间隔均匀的粗实线。()
8. 半剖视图的分界线是粗实线。()
9. 局部剖视图的波浪线可用轮廓线代替。()
10. 假想用剖切平面将机件的某处切断, 仅画出断面的图形, 称为剖视图。()

学习任务二 垫类零件图样的绘制与读图

任务描述

维修工小王在对客户车辆的发动机漏气故障进行排除时,发现排气管连接处的垫片破损导致故障,为了不耽误维修进度,准时交车,小王找你为车辆配制一个垫片,请你经过识别、测量、绘制及选材后配制一个标准的垫片,装复后使发动机正常运转(图1-1-3)。

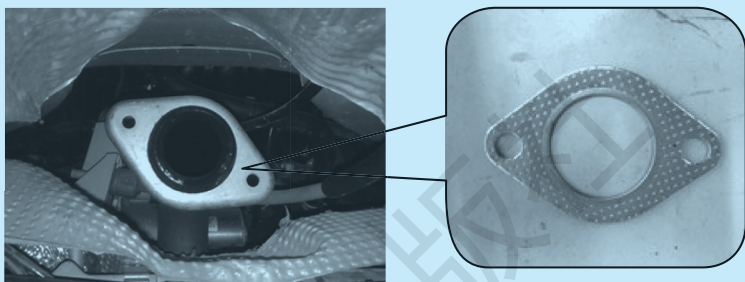


图 1-1-3

学习目标

要求学生在有限的时间内,通过识别、参考相关知识、查阅资料等手段能够独立或小组协作完成此类垫片的测量和绘制任务,同时自行学习完成工具的选择、布图表达方案的选择、绘制零件图及尺寸标注等,参考相关知识内容完成评价与反馈中的习题。

通过对垫片制造材料的种类及来源的了解和学习,使学生能够深刻地体会到中国制造 2025 的重要意义与奋斗目标,为全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标,以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴而努力学习。



学习准备

1. 工具 丁字尺、分规、圆规、三角尺、曲线板、游标卡尺、图板。
2. 材料 排气管垫片、A4 纸、课件、铅笔。
3. 知识 绘图工具的正确使用方法,制图的基本规定,尺寸标注法,几何作图,平面图形的画法,正投影,截交线、切线的画法,机件的表示方法,测量工具的使用方法。



计划与实施

1. 排气管垫片的测绘

学习、确定排气管垫片的结构和材料（查阅“学习参考 学习单元一 学习任务五”）。

垫片类型：	结构特点：
材料：	材料特点：
垫片型号：	代码含义：

2. 确定垫片的表达方案

选择主视图，并遵循不同典型零件主视图选择的原则，根据零件的具体结构形状特点来确定。

选择其他视图，要依照既要表达充分，又要避免重复的原则，综合确定表达方案。

3. 画零件草图的具体步骤

（1）根据零件的总体尺寸和大致比例，确定图幅；画边框线和标题栏；布置图形，定出各视图的位置，画主要轴线、中心线或作图基准线。布置图形时还要考虑各视图间应留有足够的位置来标注尺寸。

- ① 总体尺寸：
- ② 图幅比例：
- ③ 标题名称：
- ④ 视图数量：
- ⑤ 需要标注的尺寸：

（2）目测徒手画图形。先画零件主要轮廓，再画零件的次要轮廓和细节，每一部分都应几个视图对应起来画，以对正投影关系，逐步画出零件的全部结构形状。

- ① 圆的数量：
- ② 相切圆的数量：
- ③ 圆心距：
- ④ 圆的种类（半径的数量）：

（3）仔细检查，擦去多余线；再按规定线型加深；画剖面线；确定尺寸基准，依次画出所有尺寸界线、尺寸线和箭头。

（4）测量尺寸，协调联系尺寸，查有关标准核对标准结构尺寸，这时才能依次填写尺寸数值和技术要求；填写标题栏，完成零件草图的全部工作。

注：

内径为 $1.1d$ ；

外径为 $2.2d$ ；

厚度为 $0.15d$ 。

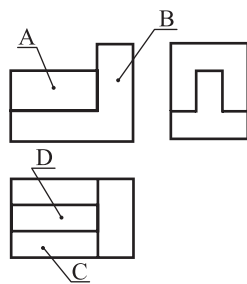
4. 请绘制标准的排气管垫片零件图



评价与反馈

一、选择题

- 排气管垫片就其构成主体材料属于 ()。
 - 橡胶垫
 - 石棉垫
 - 石棉橡胶垫
 - 柔性石墨垫
- 在绘制排气管垫片时主要采用的绘图工具有 ()。
 - 丁字尺
 - 圆规
 - 曲线板
 - 螺距规
- 在垫片的分类中, B 代表的垫片类型为 ()。
 - 型不带内外加强环
 - 型带内加强环
 - 型带外加强环
 - 型带内外加强环
- 在标注尺寸时, 球直径的符号为 $S\phi$, 直径的符号与 45° 倒角的符号分别为 ()。
 - ϕ C
 - d s
 - C ϕ
 - s ϕ
- 在下列四种说法中, 选择一种正确的答案 ()。
 - A 上 B 下, C 前 D 后
 - A 前 B 后, C 上 D 下
 - A 后 B 前, C 下 D 上
 - A 左 B 右, C 上 D 下
- 用剖切面完全地剖开机件所得的视图称 () 视图。
 - 全剖
 - 半剖
 - 局部剖
 - 断面
- 图框线和不可见轮廓线各用 () 画出。
 - 粗实线、虚线
 - 粗实线、点画线
 - 虚线、曲线
 - 波浪线、虚线
- 图纸的基本幅面有 ()、A4 等几种。
 - A0
 - A1
 - A2
 - A3

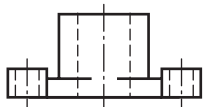


(第 5 题)

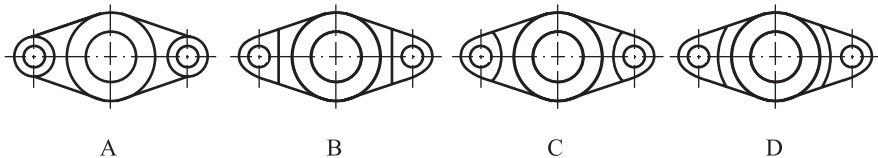
9. 尺寸线一般用（ ）来标注。

- A. 粗实线 B. 细实线 C. 虚线 D. 带箭头的线

10. 选择正确的俯视图（ ）。



（第 10 题）



二、判断题

1. 尺寸标注不应封闭。（ ）
2. 表达一个零件，必须画出主视图，其余视图和图形按需选用。（ ）
3. 上下偏差和公差都可以为正、为负和为 0。（ ）
4. 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。（ ）
5. 局部视图的断裂边界应以细波浪线表示，当所表示的局部视图是完整的，且外轮廓线又成封闭时，波浪线可省略不画。（ ）
6. 尺寸基准是确定尺寸位置的几何元素。定位尺寸标注的起点，形体在长、宽、高方向都有一个主要尺寸基准。（ ）
7. A0 图纸的幅面为 841 mm × 1189 mm。（ ）
8. 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的画、长画和间隔应各自大致相等。（ ）
9. 在标注尺寸时，尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处。（ ）
10. $\phi 36H8$ 表示： $\phi 36$ 是基本尺寸，H8 是公差带代号，其中，H 是基本偏差代号，8 是公差等级。（ ）

学习任务三 销、键类零件图样的绘制与读图

任务描述

客户李某的夏利轿车在发动机怠速或者中速运转时,在发动机的侧上部可听到“嗒嗒嗒”的明显、清晰而尖锐的敲击声;用手迅速晃动节气门时,响声非常明显,且清脆而连贯;发动机温度升高,响声不减弱;断火试验时响声减弱或消失,而恢复工作的瞬间,有明显的一两个响声。维修人员根据异响特点做了抖动油门试验,即将油门置于怠速位置,然后往下中速抖动油门,响声能灵活地随着变化,且每抖一下油门,能听到突出尖锐而连贯的“嗒嗒嗒”响声,可能为活塞销响;然后又进行了断火试验,响声在气缸上部比较明显,将发动机稳定在响声较强的转速下逐缸断火试验,当断开某缸后,响声明显减弱或消失,并在复火的瞬间,响声恢复,断定此缸活塞销异响。排除活塞销异响的故障就是更换活塞销,但由于此车型已老,购置不到相应配件,现委托你对其进行测量、绘制并将尺寸提供给车工师傅进行制造,完成车辆的修复(图1-1-4)。



图 1-1-4

学习目标

要求学生在有限的时间内,通过模仿、查阅资料等手段能够独立或小组协作完成销、键类零件的测绘任务,同时自行学习完成工具的选择、布图表达方案的选择、绘制零件图及尺寸标注等。

通过讲解,使学生知道我国汽车零部件某些总成中的销和键的制造工艺已经达到国际先进水平,增强学生的民族自信和自豪感,奋进新征程、建功新时代。



学习准备

1. 工具 丁字尺、分规、圆规、三角尺、曲线板、游标卡尺、图板。
2. 材料 平键、圆柱销、A4 纸、课件、铅笔。
3. 知识 绘图工具的正确使用方法，制图的基本规定，尺寸标注法，几何作图，平面图形的画法，正投影，截交线、相贯线的画法，机件的表达方法，测量工具的使用方法。



计划与实施

绘制图 1-1-5 所示零件图。

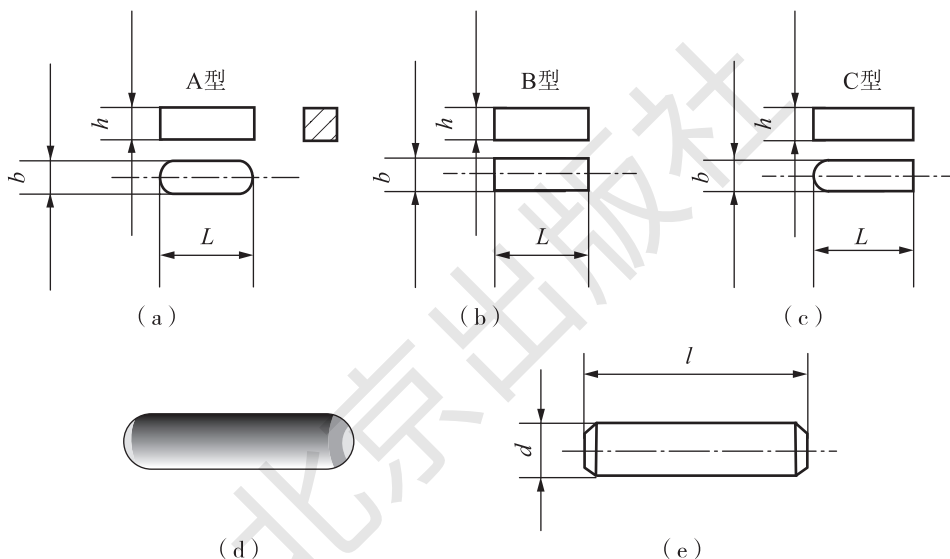


图 1-1-5

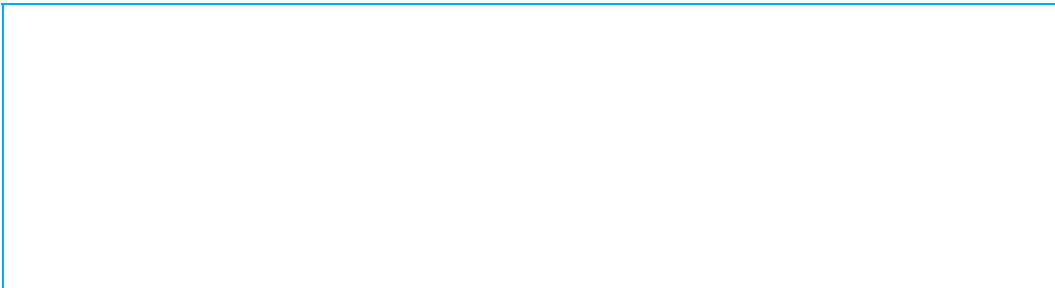
1. 测绘草图

① 用游标卡尺（使用方法查阅“学习参考 学习单元一 实践指导一”）测量平键、销实物，记录测量参数如下：

序号	测量数据	数值/mm	备注
1	圆头普通平键（A 型） b 、 h 、 L	$b=$ $h=$ $L=$	
2	平头普通平键（B 型） b 、 h 、 L	$b=$ $h=$ $L=$	
3	单圆头普通平键（C 型） b 、 h 、 L	$b=$ $h=$ $L=$	
4	圆柱销直径 d	$d=$	
5	圆柱销销长 L	$L=$	
6			
7			

8			
---	--	--	--

② 确定图幅，按制图要求绘制草图（草图：比例、图样可稍差，但数据必须准确）。



2. 按草图绘出正式零件图

① 确定图幅、比例，画好边框、标题栏等。

根据例图中给定的尺寸和图形数目，选定比例，确定图幅。（方法查阅“学习参考 学习单元一 学习任务一”）

② 布置识图（布图）。

将识图匀称地布置在幅面上，识图间的空当能够保证注全所有尺寸。（方法查阅“学习参考 学习单元一 学习任务二”）

③ 绘图步骤。

A. 绘制底稿。

a. 明确绘图的先后顺序：从主视图入手。先画出主要部分，后画次要部分；先画看得见的部分，后画看不见的部分；先画圆或曲线，后画直线。

b. 画图时，物体的每一组成部分，最好几个视图配合着画，以便提高绘图速度，避免漏线、多线。

B. 对照例图认真仔细地检查修正，确定准确无误后再描深。

描深顺序：

先粗后细；

先曲后直；

先水平，后垂斜。

C. 进行尺寸标注（查阅“学习参考 学习单元一 学习任务三”），填写技术要求、标题栏。



评价与反馈

一、选择题

1. 下列符号中表示强制国家标准的是（ ）。
A. GB/T
B. GB/Z
C. GB
D. GB/x
2. 不可见轮廓线采用（ ）来绘制。
A. 粗实线
B. 虚线
C. 细实线
D. 双实线
3. 在标注球的直径时应在尺寸数字前加（ ）。
A. R
B. ϕ
C. $S\phi$
D. Y
4. 下列比例当中表示缩小比例的是（ ）。
A. 1 : 1
B. 2 : 1
C. 1 : 2
D. 3 : 1
5. 标题栏一般位于图纸的（ ）。
A. 左上角
B. 左下角
C. 右上角
D. 右下角
6. 键的剖面尺寸通常是依据下列哪个因素来确定的？（ ）
A. 扭矩大小
B. 功率大小
C. 轴的直径
D. 轮毂长度
7. 键的长度主要是依据下列哪个因素来确定的？（ ）
A. 扭矩大小
B. 功率大小
C. 轴的直径
D. 轮毂长度
8. 楔键的缺点是下列中的哪个？（ ）
A. 键的斜面加工困难
B. 传递扭矩的能力差
C. 楔紧后，在轴与轮毂槽中产生压应力

D. 轴和轮毂两者间对中性被破坏

9. 在轮毂和轴之间安装一对楔键, 最好使它们间隔多少度? ()

A. $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$

B. $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$

C. $120^{\circ} \sim 150^{\circ}$

D. 180°

10. 平键标记中的字母 A (可省略)、B 和 C 分别表示哪种类型的普通平键? ()

A. A 圆头 B 单圆头 C 方头

B. A 单圆头 B 圆头 C 方头

C. A 方头 B 圆头 C 单圆头

D. A 圆头 B 方头 C 单圆头

二、判断题

1. 图样中书写汉字的字体, 应为长仿宋体。()

2. 当圆的直径过小时, 可以用实线来代替点画线。()

3. 水平线的正面投影与 X 轴平行。()

4. 正平面的正面投影积聚为直线。()

5. 铅垂面的水平投影积聚成平行 X 轴的直线段。()

6. 正投影的基本特性是实形性、积聚性和类似性。()

7. 中心投影法是投射射线互相平行的投影方法。()

8. 水平线的水平投影反映线段的真实长度。()

9. 水平面的水平投影积聚为直线。()

10. 点的三投影面体系中的位置, 可以用坐标来表示。()

学习任务四 轴类零件图样的识读与绘制

任务描述

客户王某的宝来 1.6MT 发动机怠速运转时变速器噪声大，当踩下离合器踏板时噪声减小，在行驶中的噪声与怠速时相同。维修人员首先通过检查变速器油判断是否有机件故障，放出的变速器油呈黑色，说明变速器内部存在机械故障。解体变速器，检查各个零件。发现输入轴（图 1-1-6）上的齿轮有损伤，不能修复，只能更换。但由于此车进行过改装，标准尺寸的输入轴不能进行装配，现委托你对其进行测量、绘制并同车间师傅共同制造，对车辆进行修复。

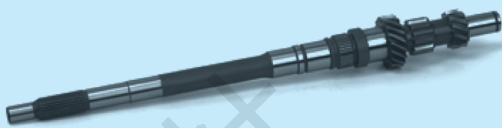


图 1-1-6

学习目标

要求学生在有限的时间内，通过模仿、查阅资料等手段能够独立或小组协作完成销、键类零件的测绘任务，同时自行学习完成工具的选择、布图表达方案的选择、绘制零件图及尺寸标注等。

通过汽车轴类零件图的标注错误导致批量汽车质量问题的案例，引导学生树立标准和规则意识，进而培养学生严谨认真的学习和工作态度，为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴而贡献自己的一份力量。



学习准备

1. 工具 丁字尺、分规、圆规、三角尺、曲线板、游标卡尺、图板。
2. 材料 减速器轴、A4 纸、课件、铅笔。
3. 知识 绘图工具的正确使用方法，制图的基本规定，尺寸标注法，几何作图，平面图形的画法，正投影，截交线、相贯线的画法，机件的表达方法，测量工具的使用方法。



计划与实施

绘制图 1-1-7 所示零件图。



①用游标卡尺（使用方法查阅“学习参考 学习单元一 实践指导一”）测量减速器轴实物，记录测量参数如下：

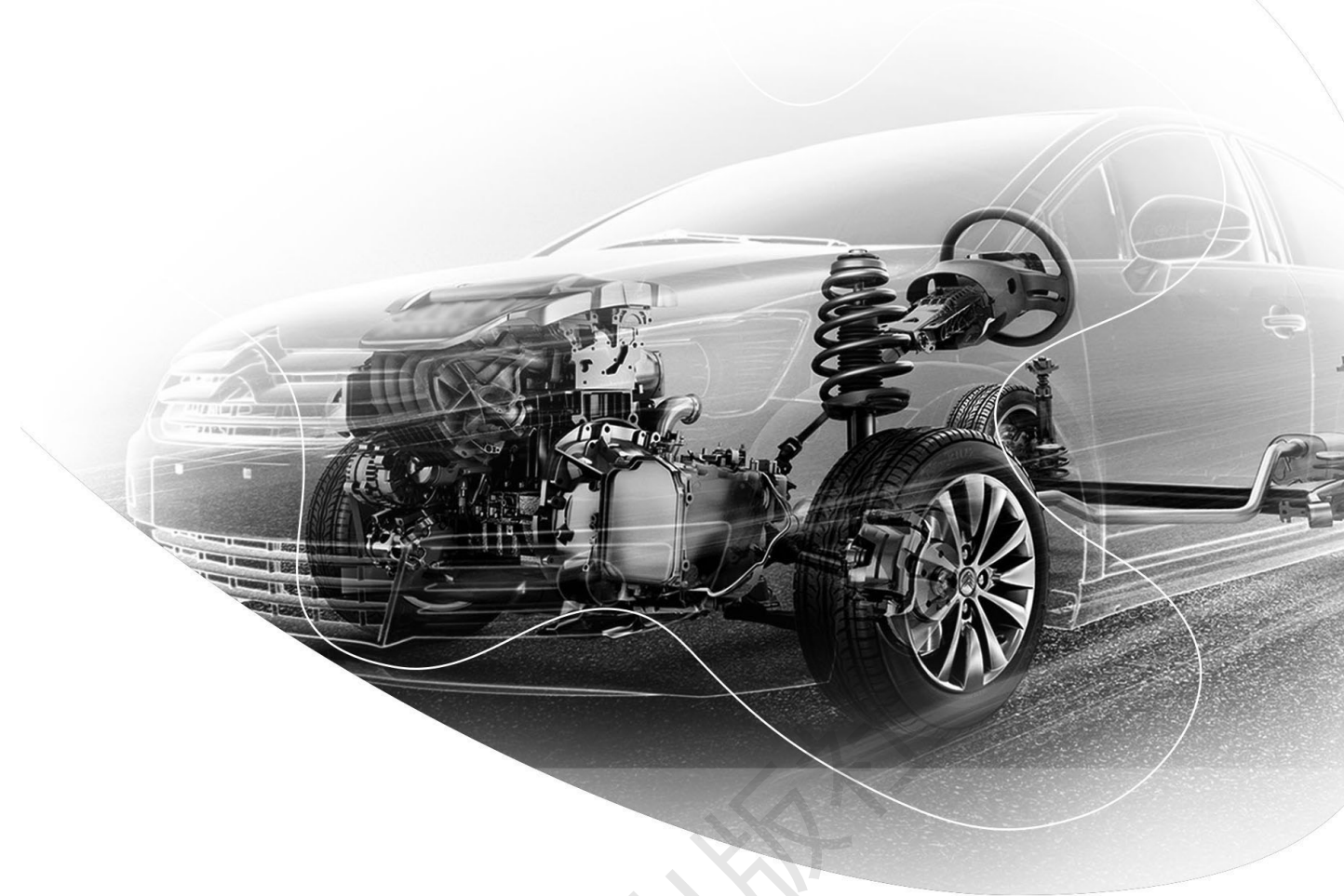
序 号	测量数据	数值/mm	备 注
1			
2			
3			
4			
5			

根据例图中给定的尺寸和图形数目, 选定比例, 确定图幅。(方法查阅“学习参考

- A. 实形性
B. 类似性
C. 积聚性
4. 在三视图中, 主视图反映物体的 ()。
A. 长和宽
B. 长和高
C. 宽和高
5. 主视图与俯视图 ()。
A. 长对正
B. 高平齐
C. 宽相等
6. 主视图与左视图 ()。
A. 长对正
B. 高平齐
C. 宽相等
7. 为了将物体的外部形状表达清楚, 一般采用 () 个视图来表达。
A. 三
B. 四
C. 五
8. 三视图是采用 () 得到的。
A. 中心投影法
B. 正投影法
C. 斜投影法
9. 当一个面平行于一个投影面时, 必 () 于另外两个投影面。
A. 平行
B. 垂直
C. 倾斜
10. 当一条线垂直于一个投影面时, 必 () 于另外两个投影面。
A. 平行
B. 垂直
C. 倾斜

二、判断题

1. 点画线应以长画相交。()
2. 当直线或平面与投影面平行时, 投影表现为积聚。()
3. 空间相交的两直线, 它们的同面投影一定相交, 但交点不一定符合点的投影规律。()
4. 直径尺寸应尽量注在非圆的视图上。()
5. 截交线一定是一个封闭的平面图形。()
6. 当机件的轮廓线与对称中心线重合时, 最适宜采用半剖视图。()
7. 尺寸标注应避免注成封闭的尺寸链。()
8. 若零件实际尺寸正好等于基本尺寸, 该零件必合格。()
9. 间隙配合中, 孔的公差带一定在零线上方, 轴的公差带一定在零线下方。()
10. 装配图上零件的工艺结构 (铸造圆角、倒角等) 均可不画出。()



学习参考

学习任务一 制图的基础知识

一、图样

在机械制造工业生产中，根据图样加工零件，再将零件图样组装成部件或机器。用于加工零件的图样是零件图。如图 2-1-1 所示是东风 EQ1092 型汽车单级主减速器的装配图，它是制造和检验该零件的技术依据，是将零件装配在一起的图样。

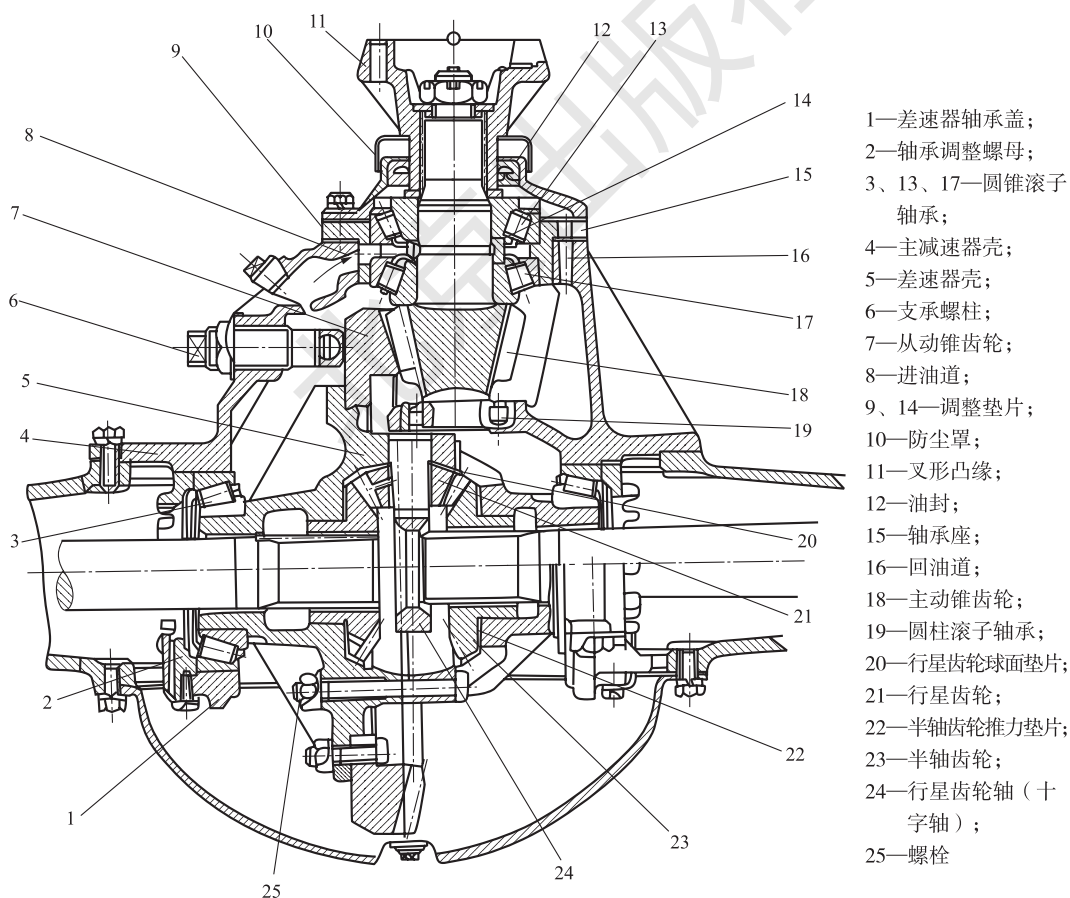


图 2-1-1 东风 EQ1092 型汽车单级主减速器

二、常用的绘图工具及其使用

正确地选择和使用绘图工具是提高绘图质量和效率的前提。下面简要介绍常用的绘图工具、用品及使用方法。

(一) 常用的绘图工具

1. 图板

图板用胶合板制成,图板大小有不同规格,适用于不同型号图纸的使用。图板要求板面平整以保证作图的准确性(图 2-1-2)。

2. 丁字尺

丁字尺一般用有机玻璃制成,由尺头与尺身两个部分组成,画图时应使尺头靠紧图板左侧的工作边。丁字尺主要用于画水平线以及与三角尺配合画垂直线或各种 15° 倍数角的斜线,如图 2-1-3、图 2-1-4、图 2-1-5 所示。

3. 三角尺

三角尺用有机玻璃制成,并由 45° 和 30° (60°) 两块三角尺合成为一副,是手工绘图的主要工具(图 2-1-5)。

4. 比例尺

比例尺俗称三棱尺,在棱面上共有六种常用的比例刻度,刻度一般以米(m)为单位。而机械图样是以毫米(mm)为基本单位,因此使用时应进行换算。换算方法是:比例尺刻度为 1 m 处当 10 mm 用,2 m 处当 20 mm 使用,如图 2-1-6 所示。



常用的绘图工具

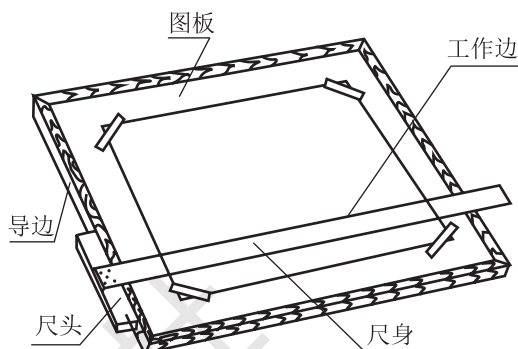


图 2-1-2 图板和丁字尺

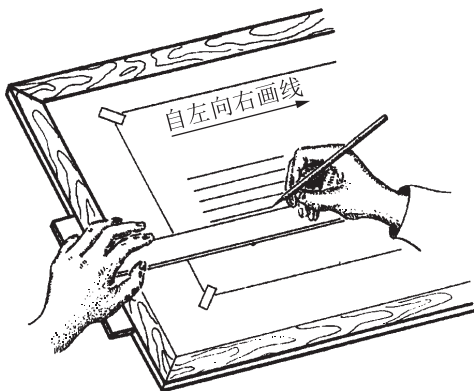


图 2-1-3 用丁字尺画水平线

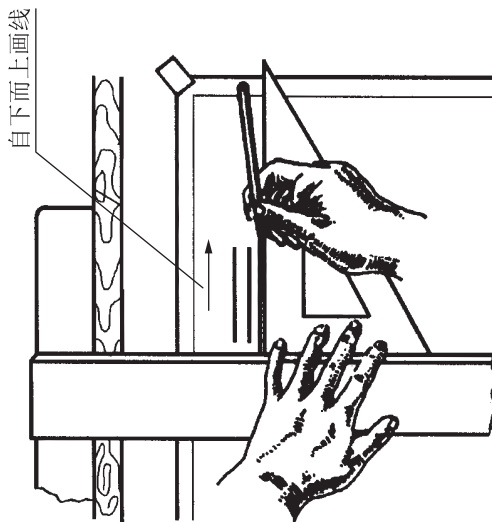


图 2-1-4 用丁字尺和三角尺画垂直线

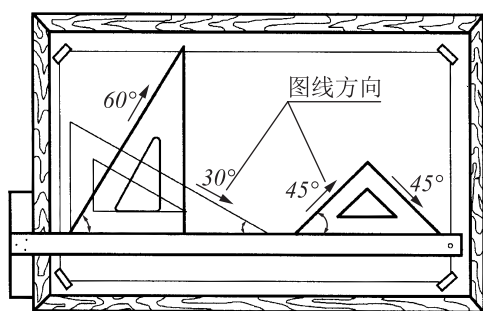


图 2-1-5 用丁字尺和三角尺画各种斜线

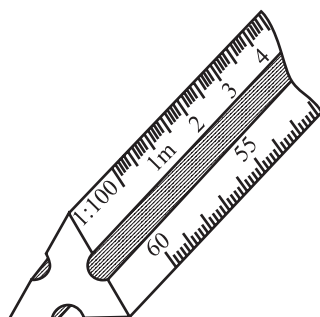


图 2-1-6 比例尺的使用

(二) 绘图仪器

常用的绘图仪器有以下几种：

1. 圆规

圆规用于画圆或圆弧，画圆部分装上不同配件可以画出铅笔圆、墨线圆或做分规使用。圆规定心钢针和铅芯的安装如图 2-1-7 所示；圆规的使用方法如图 2-1-8 和图 2-1-9 所示。使用时钢针与插腿均垂直于纸面，圆规略向旋转方向倾斜，画图时速度均匀，用力适当。



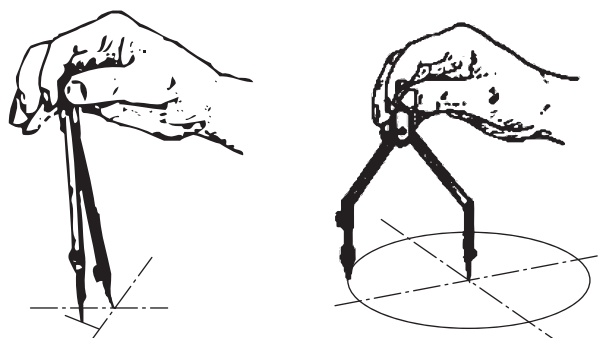
画圆时定心钢针用带台阶一端，
以免扩大纸孔；针尖比笔尖略长

(a) 正确

两脚不齐；钢针放到螺
栓外侧；铅芯斜面向内

(b) 错误

图 2-1-7 定心钢针和铅芯的安装



(a) 向旋转方向倾斜

(b) 圆规两脚垂直于纸面

图 2-1-8 圆的画法

2. 分规

分规可用来量取尺寸和等分线段或圆弧，分规的使用方法如图 2-1-10 所示。

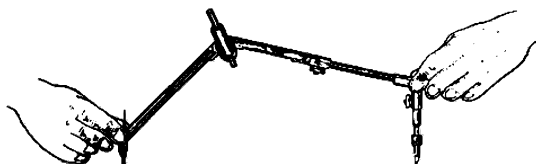


图 2-1-9 用加长杆画大圆

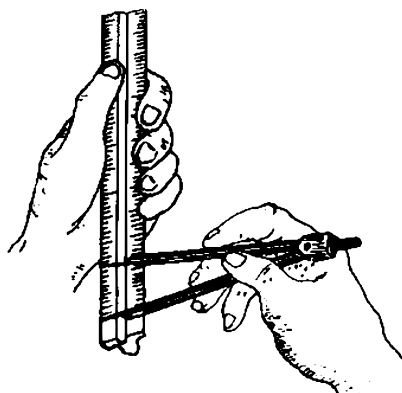


图 2-1-10 分规的使用

3. 墨线笔

绘制墨线时可采用鸭嘴笔。鸭嘴笔绘制的图线质量好，但速度较慢。为了提高绘图速度可用针管绘图笔（需采用专用绘图墨水），其优点是容易掌握，不用频繁注墨，并有符合标准线宽系列笔尖供选用（0.2 mm、0.3 mm、0.4~1.2 mm 等 10 种）。此笔用后应及时清洗，防止堵塞针管。

（三）绘图用品

1. 图纸和透明胶带

图纸分为绘图纸和描图纸（半透明）两种。绘图纸要求质地坚实，用橡皮擦拭不易起毛，并符合国家标准规定的幅面尺寸。透明胶带专用于固定图纸。

2. 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯分软（B）、中性（HB）、硬（H）三种。绘制图线的粗细不同，所需铅芯的软硬也不同。通常画粗线可采用 HB、B、2B，画细线可采用 2H、H、HB。

铅笔的削法如图 2-1-11 所示。

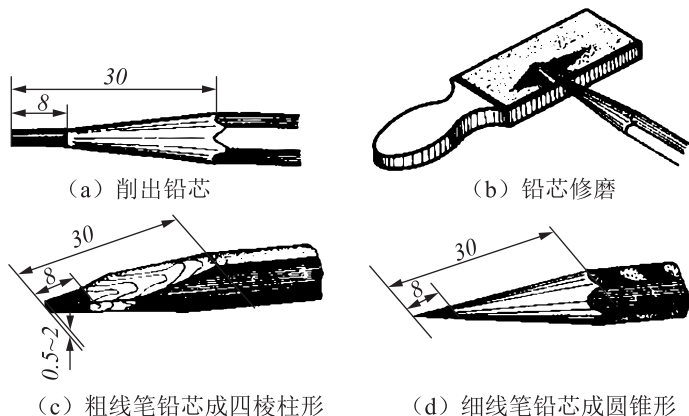


图 2-1-11 铅笔的削磨

3. 其他用品

① 绘图墨水：描图用绘图墨水应具有墨色均匀、快干的特点，使用时应随使随盖，以免水分挥发。

② 绘图橡皮：用于擦除铅笔线，清除图中污迹。

③ 擦图片：在擦图时，用来保护应有图线不会被擦去。

④ 小刀和砂纸：用于削磨铅笔。

⑤ 刀片：用于刮除描图纸上的墨线和污迹。

三、图线（GB/T 4457.4—2002）

（一）基本线型

机械制图国家标准（GB/T 4457.4—2002）规定了绘制图样中常用的线型及名称，见表 2-1-1，其应用示例如图 2-1-12 所示。

表 2-1-1 线型及应用

图线名称	线 型	图线宽度	一般应用
粗实线		d	(1) 可见轮廓线 (2) 可见棱边线 (3) 相贯线
细实线		$d/2$	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 过渡线
细虚线		$d/2$	(1) 不可见轮廓线 (2) 不可见棱边线
细点画线		$d/2$	(1) 轴线 (2) 对称中心线 (3) 剖切线
波浪线		$d/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 视图与剖视图的分界线
细双点画线		$d/2$	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 (2) 可动零件的极限位置的轮廓线 (3) 成形前的轮廓线 (4) 轨迹线
粗点画线		d	限定范围的表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

（二）图线画法

(1) 图线相交时，都应以线相交，而不应该是点或间隔相交，如图 2-1-12 图线相交画法。

(2) 虚线直线在实线延长线上相接时, 虚线应留出间隔; 虚线圆弧与实线相切时, 虚线圆弧应留出间隔, 如图 2-1-12 所示。

(3) 绘图时, 图线的首末端应是画, 不应是点。点画线的两端应超出轮廓线 2~5 mm, 如图 2-1-12 所示。

(4) 当圆的图形较小 (直径小于 12 mm) 时, 允许用细实线代替点画线, 如图 2-1-12 所示。

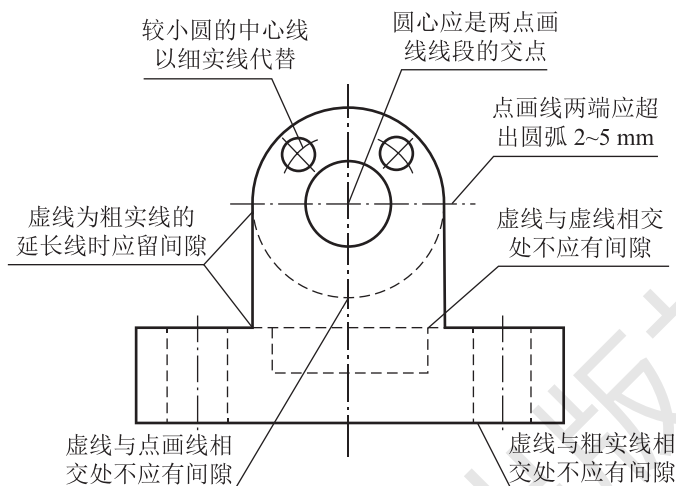


图 2-1-12 图线的画法

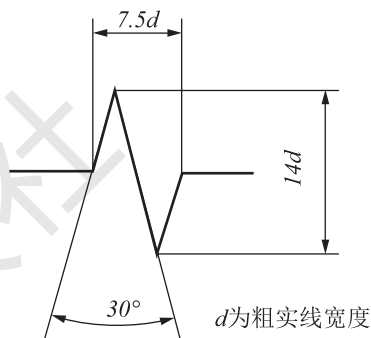


图 2-1-13 双折线画法

(5) 关于双折线的画法 (图 2-1-13)。

实际应用如图 2-1-14 所示。

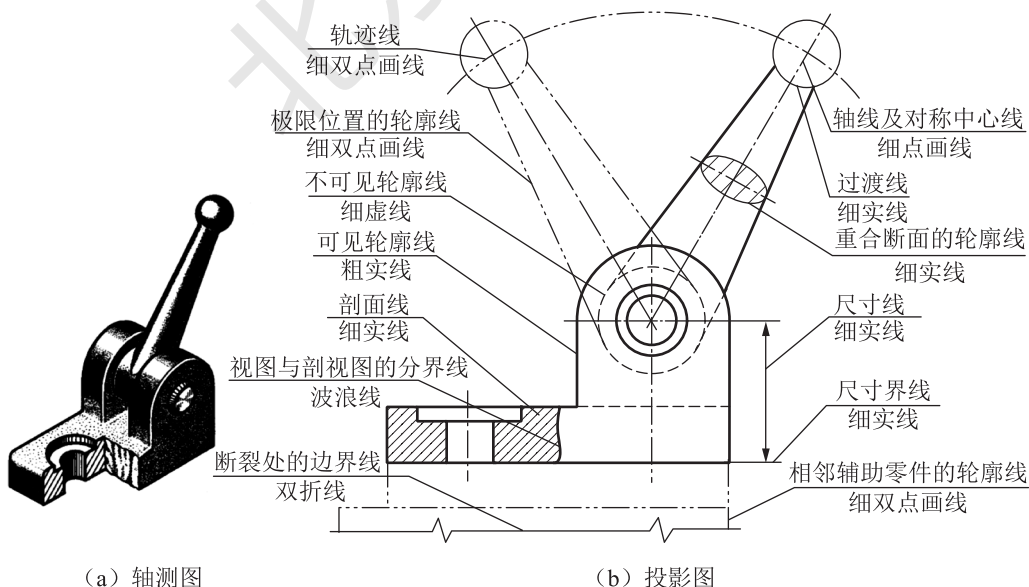


图 2-1-14 各种线型应用示例

四、制图国家标准的基本规定

技术制图国家标准是一项基础技术标准，机械制图国家标准是机械专业制图标准，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

本节主要介绍《技术制图》（GB/T 14689—2008、GB/T 16675.2—2012）和《机械制图》（GB/T 4457.4—2002、GB/T 4458.4—2003）一般规定中的主要内容。

“GB”是强制性国家标准代号，“GB/T”是推荐性国家标准代号，“14689”“4457.4”为标准的批准顺序号，“2008”“2012”“2002”“2003”表示该标准发布的年号（规定年号一律书写四位）。

（一）图纸幅面和格式

1. 图纸幅面

为了便于图样的保管和使用，绘制技术图样时应优先采用表 2-1-2 所规定的基本幅面（单位：mm）。

表 2-1-2 图纸的基本幅面及图框尺寸（mm）

代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			10
A2	420×594		5	
A3	297×420			
A4	210×297			

基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 2-1-15 所示。必要时也允许选用加长幅面，加长幅面应按基本幅面的短边成整数倍增加，以利于图纸的折叠和保管，如图 2-1-16 所示。

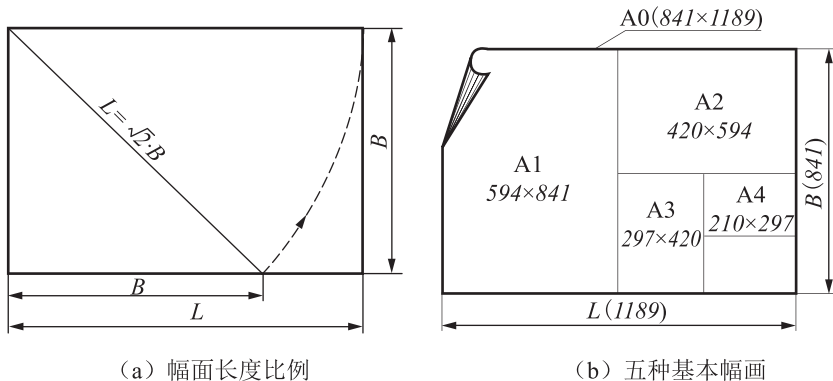


图 2-1-15 基本幅面的尺寸关系

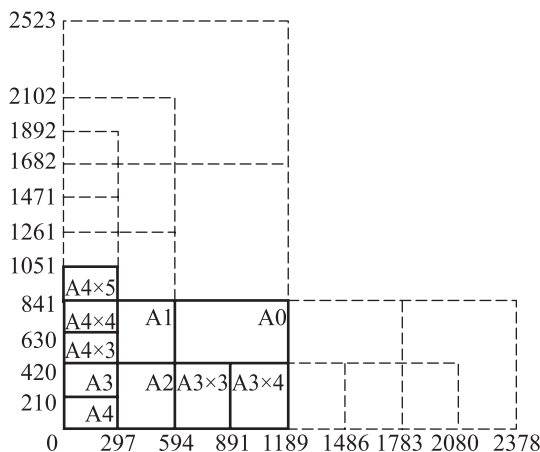


图 2-1-16 图纸幅面的加长

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为保留装订边的图框格式（图 2-1-17）和不保留装订边的图框格式（图 2-1-18）。

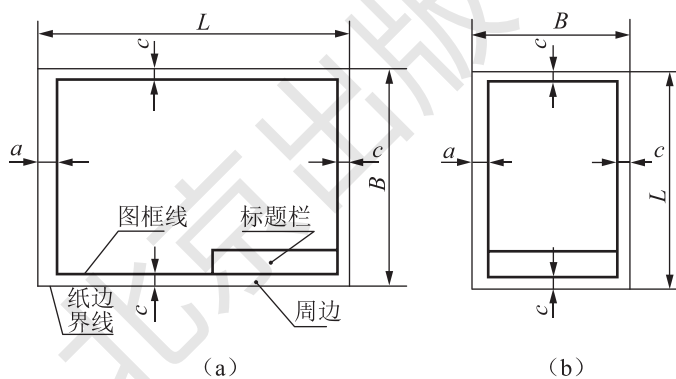


图 2-1-17 保留装订边的图框格式

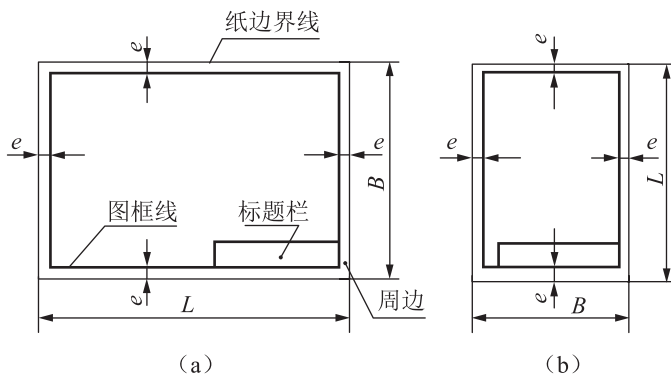


图 2-1-18 不保留装订边的图框格式

在每张图纸的右下角应画出标题栏，其格式和尺寸在《技术制图》(GB/T 10609.1—2008)“标题栏”中已有规定，用于学生作业的标题栏可由学校自定。图 2-1-19 所示的格式可供参考。

(a) 零件图标题栏的尺寸

(b) 装配图标题栏的尺寸

图 2-1-19 标题栏的格式

图样中的图形与实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。线性尺寸是指能用直线表达的尺寸，例如直线长度、圆的直径等，而角度大小的尺寸为非线性尺寸。图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例。比例符号应以“：”表示。图样中所注的尺寸数值均应为物体的真实大小，与图形的比例无关（图 2-1-20）。

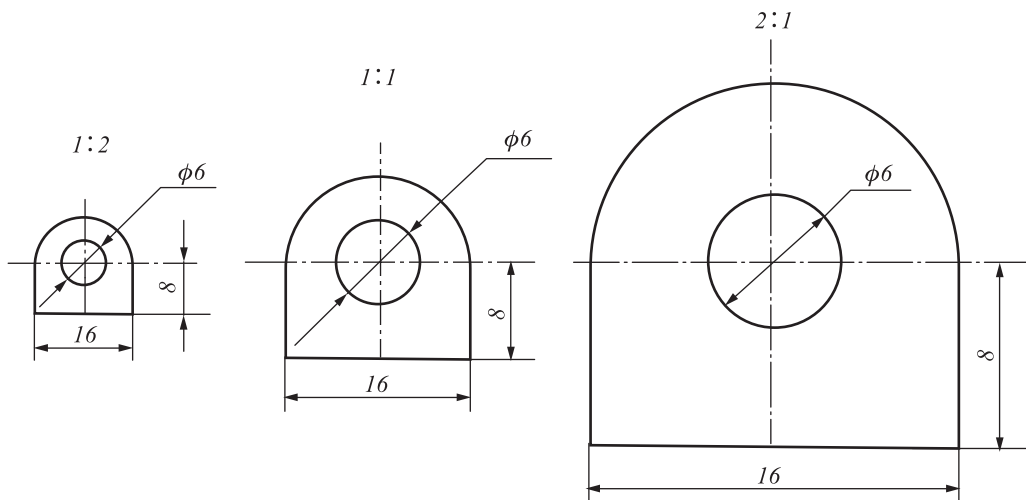


图 2-1-20 尺寸数值与图形比例无关

绘制图样时应在表 2-1-3 规定的系列中选取适当的比例。

表 2-1-3 图样选用比例

种类	比例	
	优先选取	允许选取
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 2:1 5 × 10 ⁿ :1 2 × 10 ⁿ :1 1 × 10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5 × 10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ 1:1 × 10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5 × 10 ⁿ 1:2.5 × 10 ⁿ 1:3 × 10 ⁿ 1:4 × 10 ⁿ 1:6 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

(三) 字体 (GB/T 14691—1993)

字体的标准化是为了达到图样上字体统一, 清晰明确, 书写方便。国家标准规定, 图样中书写的字体必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度 (h) 代表字体的号数, 如 7 号字的高度为 7 mm。字体高度的公称尺寸系列为: 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm 等 8 种。若需要书写更大的字则字体高度应按 $\sqrt{2}$ (≈ 1.4) 的比率递增。

字母及数字的笔画宽度分 A 型和 B 型, 在同一张图上只允许采用同一种形式的字体。

A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 1/14。

B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 1/10。

字母及数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜, 与水平基准线成 75°。工程上常采用斜体书写。

(1) 长仿宋体汉字示例 [图 2-1-21 (a)] :

(2) 数字示例 [图 2-1-21 (b)] :

在图样中标注尺寸数值, 要用阿拉伯数字注写, 要求其字形能明显区分, 容易辨认。

(3) 拉丁字母示例 [图 2-1-21 (c)] :

10号字

字体工整 笔画清楚 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 汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

螺纹齿轮端子接线轴承键弹簧端子设备阀施工引水棉麻化工自动化

(a) 长仿宋字体示例

I II III IV V VI VII VIII IX X

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(b) 数字示例

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

(c) 拉丁字母示例

图 2-1-21

(四) 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

图样上标注尺寸时, 必须严格按照制图标准中有关尺寸标注法的规定进行标注。

1. 基本规则

(1) 机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。图样上所标注的尺寸应是机件最后完工的尺寸, 否则应另加说明。

(2) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸, 以毫米 (mm) 为单位时, 不需标注单位符号 (或名称), 若采用其他单位, 则需要注明相应的单位符号。

(3) 机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸，由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三部分组成，如图 2-1-22 所示。

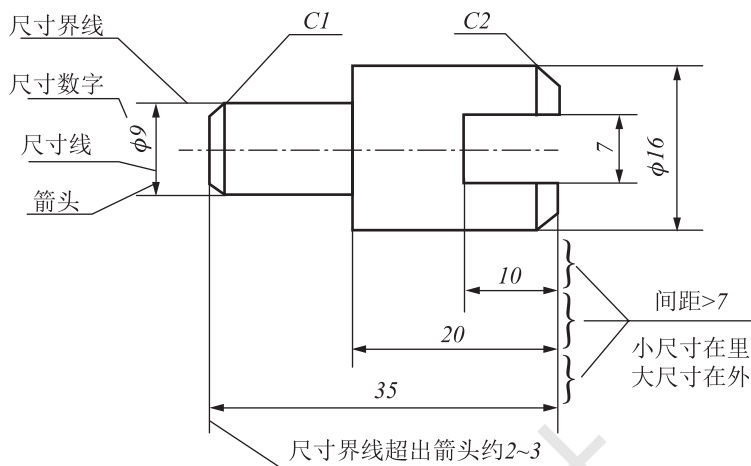


图 2-1-22 尺寸标注的方法

(1) 尺寸界线

尺寸界线用来指明所标注尺寸的范围，用细实线绘制，由图形的轮廓线、轴线或中心线处引出，画在图外，并超出尺寸线末端 3 mm。有时也可借用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，如图 2-1-23 所示。

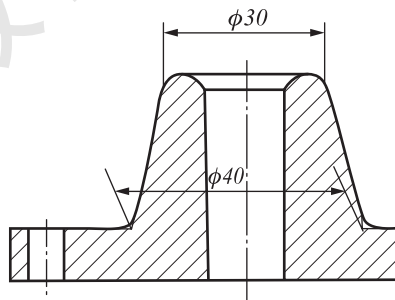


图 2-1-23 倾斜引出的尺寸界线

标注角度的尺寸界线应沿径向引出；标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线；标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线，如图 2-1-24 所示。

(2) 尺寸线

尺寸线用来标明尺寸的方向，用细实线绘制。尺寸线应与所标注的线段平行。标注角度和弧长时，尺寸线应画成圆弧，圆心是该角的顶点，如图 2-1-24 所示。

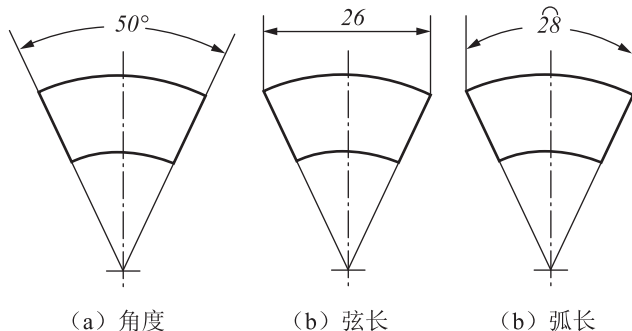
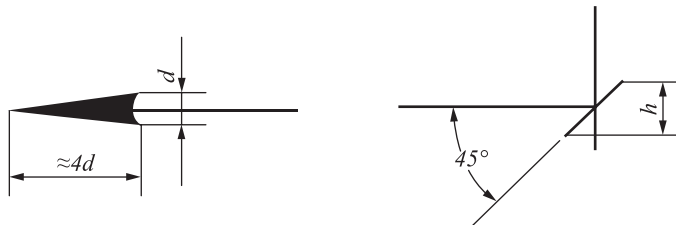


图 2-1-24 标注角度、弦长、弧长的尺寸界线、尺寸线画法

尺寸线终端可以有列两种形式:

- ① 箭头形式如图 2-1-25 (a) 所示, 适用于各种类型的图样。
- ② 斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图 2-1-25 (b) 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线应相互垂直。



(a) 箭头画法 (d —粗实线宽度) (b) 45° 斜线画法 (h —字高)

图 2-1-25 箭头、 45° 斜线画法

机械图样一般采用箭头作为尺寸线的终端。建筑图样采用斜线形式作为尺寸线的终端。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时, 同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。

(3) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方, 也允许注写在尺寸线的中断处。在尺寸线上方注写尺寸数字为首选形式, 如图 2-1-25 所示。

对于线性尺寸数字的方向, 一般应随尺寸线的方向而变化, 并尽可能避免在图上 30° 范围内标注尺寸。

对于非水平方向的尺寸, 在不致引起误解时, 其数字也允许水平地注写在尺寸线的中断处。

在同一张图样中, 应尽可能采用同一种方法标注。同时尺寸数字不可被任何图线通过, 否则应将该图线断开, 图样中标注参考尺寸时应将尺寸数字加上圆括号。

学习任务二 视图中常用的图示方法

一、机件外部形状的表达——视图 (GB/T 4458.1—2002)

视图是物体向投影面投射所得的图形, 主要用来表示物体的外部形状, 必要时才画出虚线表示出物体的内部形状。视图规定有基本视图、向视图、局部视图和斜视图。

(一) 基本视图

表示一个物体时可有六个基本投射方向, 如图 2-1-26 中的 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 方向, 相应地有六个基本投影面垂直于六个基本投射方向。

绘图时将物体置于六个基本投影面组成的正六面体中间, 按正投影法将物体分别向六个基本投影面进行投射。物体向六个基本投影面投射所得的视图称为基本视图。

六个基本投影面的展开如图 2-1-27 所示。基本视图的名称及配置如图 2-1-28 所示。

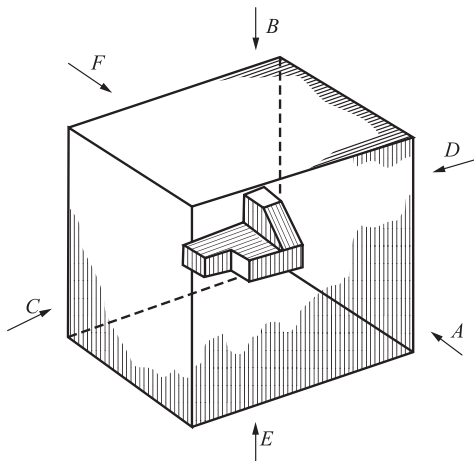


图 2-1-26 六个基本投射方向

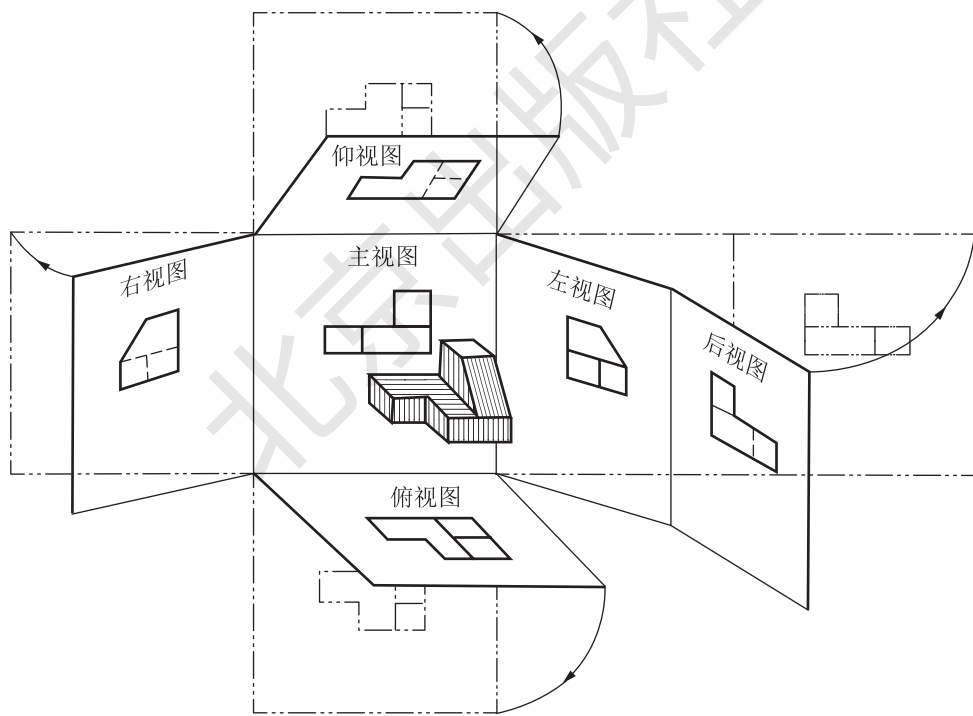


图 2-1-27 六个基本投影面的展开

画六个基本视图时需要注意以下几点：

(1) 六个基本视图的投影对应关系，符合“长对正、高平齐、宽相等”的投影对应关系。

(2) 六个基本视图的方位对应关系，仍然反映物体的上、下、左、右、前、后的位置关系。尤其要注意左、右、俯、仰视图靠近主视图的一侧代表物体的后面，而远离主视图的那侧代表物体的前面，后视图的左侧对应物体右侧。

(3) 各视图若按图 2-1-28 配置时, 一律不标注视图名称。

(4) 画图时应根据机件的形状和结构特点, 按需要选择视图。一般优先选用主、俯、左三个基本视图。在完整、清晰地表达机件的前提下, 力求视图数量最少。

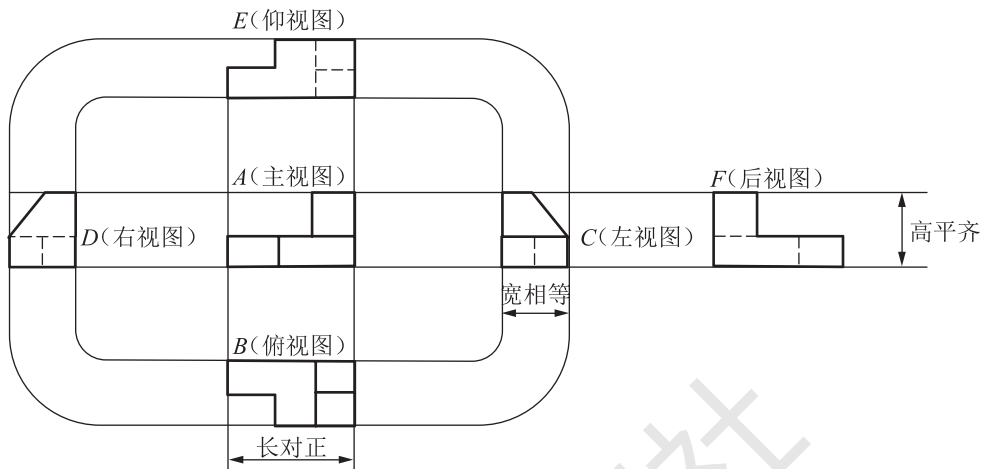


图 2-1-28 六个基本视图的名称及配置

(二) 向视图

由于六个基本视图配置固定, 有时会给布图带来不便, 因此, 国家标准中规定了一种可以自由配置的视图, 称为向视图。向视图可作为基本视图的补充, 同时也是基本视图的另一种表达形式。

向视图的画法与标注:

(1) 由于向视图的位置可随意配置, 为使看图者不致产生误解, 所以画向视图时, 一般应在向视图上方标出视图名称 “X” (“X” 为大写拉丁字母), 在相应视图的附近, 用箭头指明投射方向, 并注上相同的字母, 如图 2-1-29 所示。

(2) 为了看图方便, 表示投射方向的箭头应尽可能配置在主视图上 (图 2-1-29)。绘制以向视图方式表达的后视图时, 投射方向的箭头应配置在左视图或右视图上, 所获后视图与基本视图中后视图相一致, 不致产生误解。

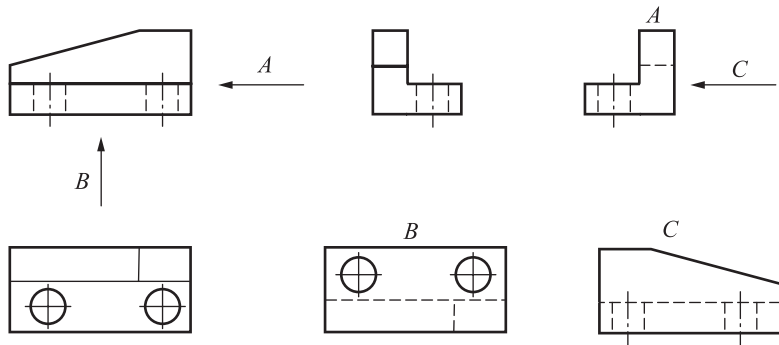


图 2-1-29 向视图的配置

(三) 局部视图

如仅需要表达物体的某一部分结构形状时, 可将该部分结构向基本投影面投射, 这种将物体的某一部分向基本投影面投射所得的视图, 称为局部视图。

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, 如图 2-1-30 (b) 中右视图所示。

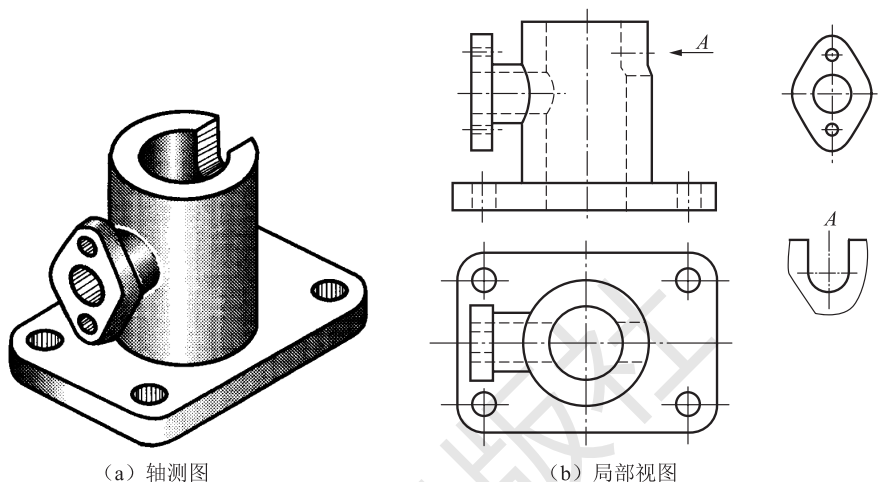


图 2-1-30 局部视图

(2) 按向视图的配置形式配置, 如图 2-1-30 (b) 中 A 向视图所示。

画局部视图时, 其断裂边界用波浪线或双折线绘制, 当所表示的局部视图的外轮廓成封闭时, 则不必画出其断裂边界线, 如图 2-1-30 (b) 所示。

标注局部视图时, 通常在其上方用大写的拉丁字母标出视图名称, 在相应视图附近用箭头指明投射方向, 并注上相同的字母。当局部视图按基本视图配置, 中间又没有其他图形隔开时, 则不必标注, 如图 2-1-30 (b) 所示。

(四) 斜视图

物体向不平行于任何基本投影面的平面投射所得的视图, 称为斜视图。

斜视图的画法及标注方法如下:

(1) 斜视图的形成如图 2-1-31 所示。画斜视图时, 必须在视图的上方注明视图名称 “X”, 在相应视图附近用箭头指明投射方向, 箭头应垂直主体轮廓线, 并注上相同字母, 如图 2-1-32 所示。字母和斜视图名称均应水平方向书写。

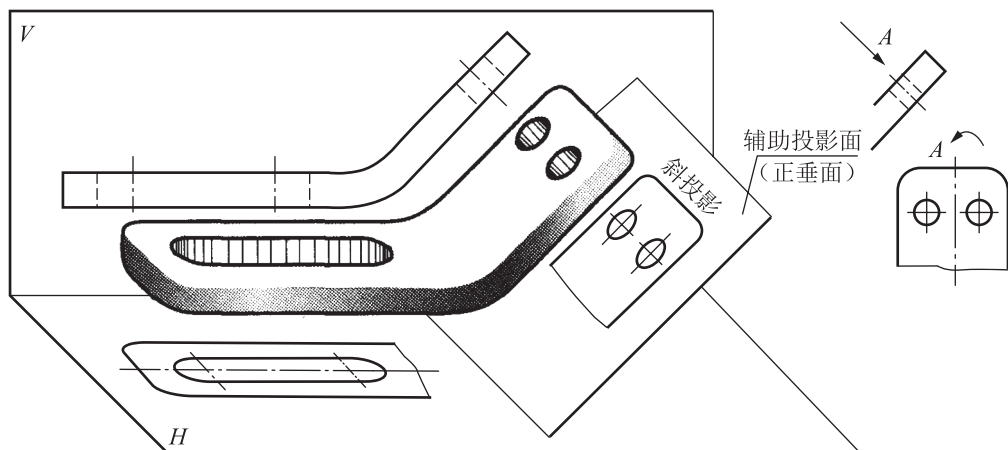


图 2-1-31 斜视图的形成过程

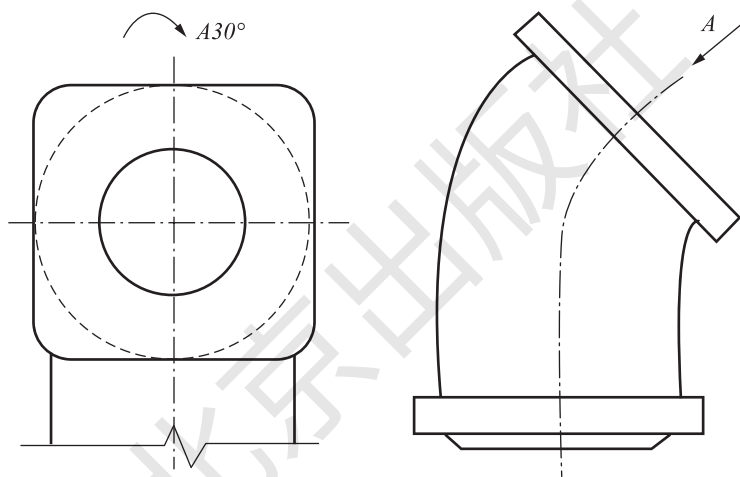


图 2-1-32 斜视图标注

(2) 斜视图通常只画倾斜结构的投影，并以波浪线为界表示断开。

(3) 斜视图一般按投影关系配置，如图 2-1-33 (a) 所示。为方便看图，在不引起误解时，允许将图形旋转配置，如图 2-1-33 (b) 中 A 视图。

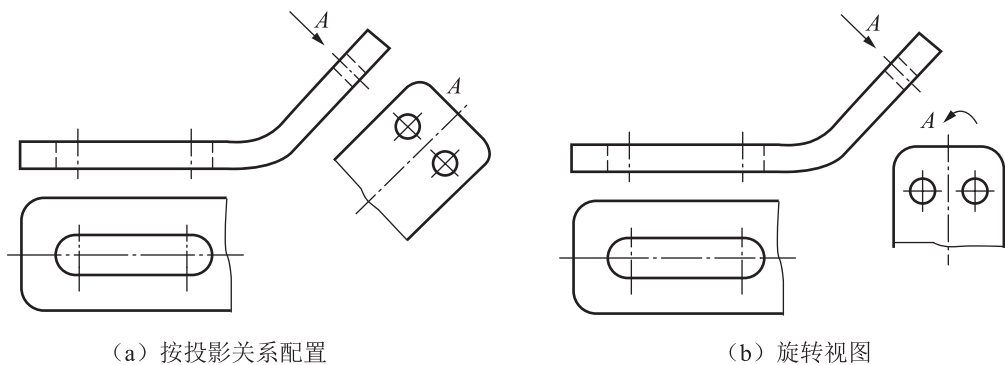


图 2-1-33 斜视图

表示该视图名称的字母，应靠近旋转符号的箭头端，当需要注出旋转角度时，角度数值应注写在视图名称字母之后，如图 2-1-32 所示。

旋转符号的规定画法和尺寸比例如图 2-1-34 所示。

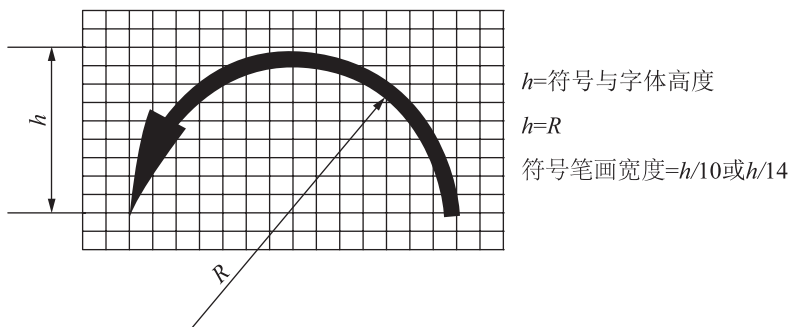


图 2-1-34 旋转符号

二、机件内部形状的表达——剖视图（GB / T 4458.6—2002）

当机件的内部结构比较复杂时，视图中会出现较多的虚线（如图 2-1-35 所示），影响了图形的清晰度，给读图、绘图及标注尺寸带来不便。为此，国家标准规定了剖视图的基本表示法。

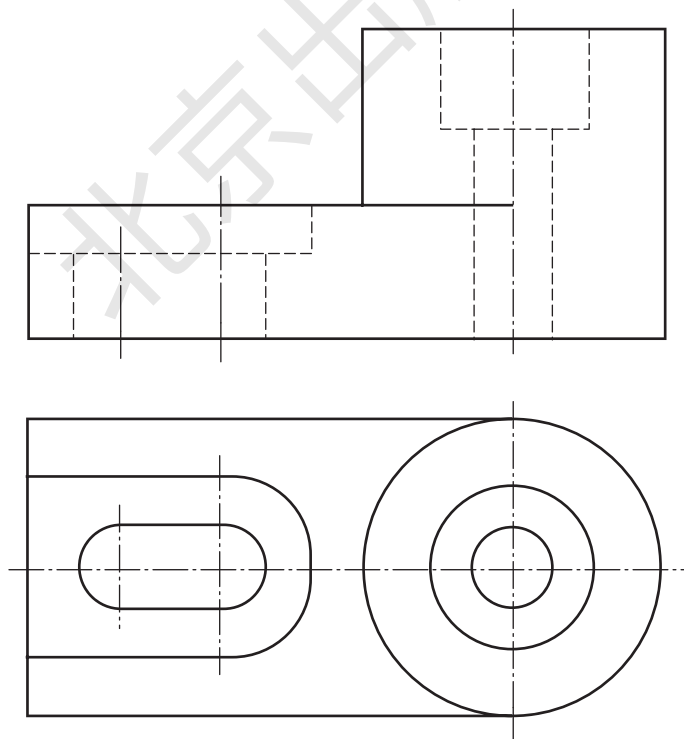


图 2-1-35 视图

（一）剖视的概念

1. 剖视的形成

假想用剖切面（平面或柱面）剖开物体，将处在观察者和剖切面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投射所得的图形，称为剖视图，简称剖视，如图 2-1-36 所示。

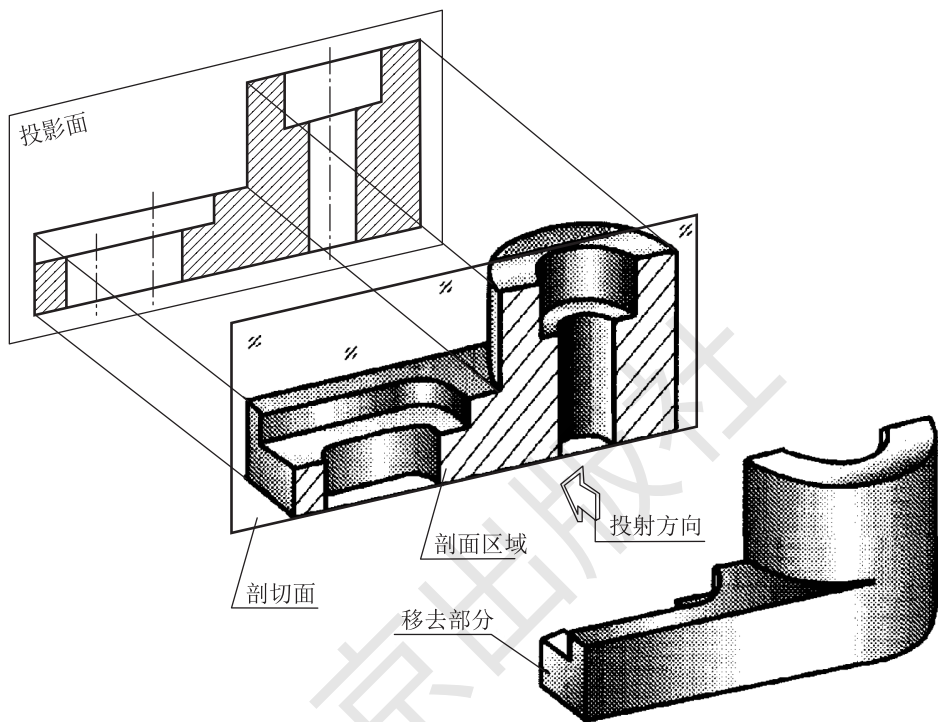


图 2-1-36 剖视图的形成

2. 画剖视图时应注意的几个问题

（1）如图 2-1-36 所示，确定剖切位置时一般选择机件的内部孔、槽等结构的对称面或轴线。

（2）画剖视图时将机件剖开是假想的作图过程，当一个视图取剖视后，其他视图应仍按完整机件画出，如图 2-1-37 所示。

（3）剖切后，留在剖切面之后的部分应全部向投影面投射，不能出现漏线和多线，同时应特别注意空腔内部线、面的投影，如图 2-1-38 所示。

（4）剖视图中，凡是已表达清楚的结构，虚线应省略不画。若画出少量虚线能减少视图数量时，也可画出必要的虚线，如图 2-1-39 所示。

3. 剖面符号

剖视图中，剖切面与物体的接触部分称为剖面区域，通常在剖面区域中应画出剖面符号。当需要表示材料类别时，应采用特定的剖面符号表示，见表 2-1-4。当不需要在剖面区域中表示材料类别时，可采用通用剖面线表示。通用剖面线为间隔相等的细实线，绘制时最好与图形主要轮廓线或剖面区域的对称线成 45° ，如图 2-1-40 所示。

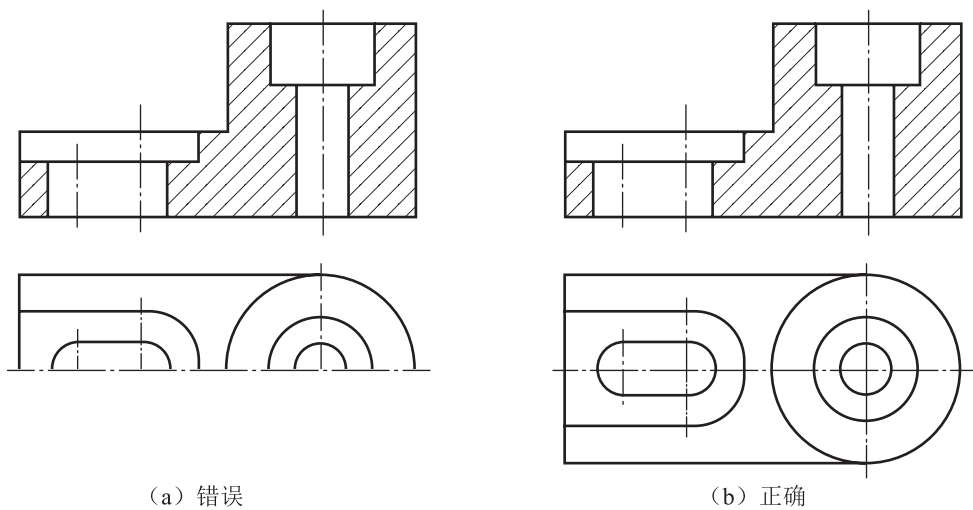


图 2-1-37 剖视图画法

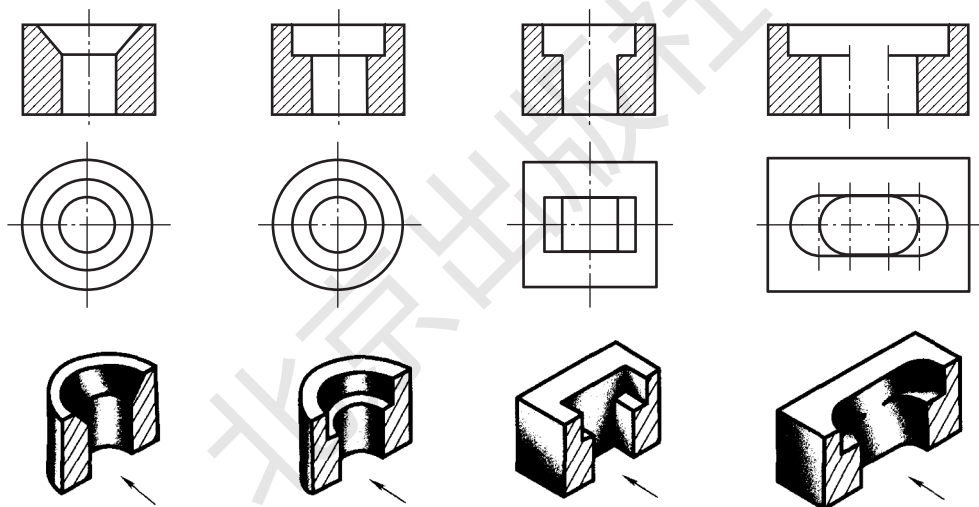


图 2-1-38 几种孔槽的剖视图

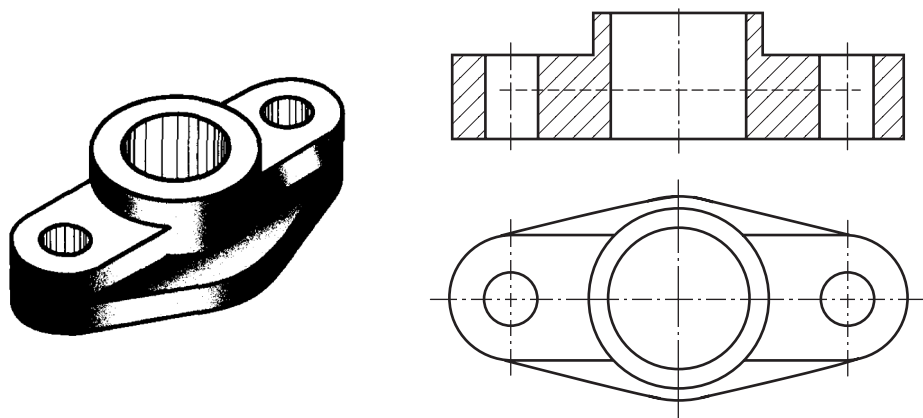
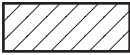
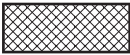
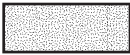
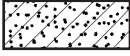
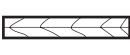
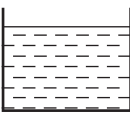


图 2-1-39 剖视图中可画出必要的虚线

表 2-1-4 材料的剖面符号

材料名称		剖面符号	材料名称	剖面符号
金属材料（已有规定剖面符号者除外）			转子、电枢、变压器和电抗器等的叠钢片	
非金属材料（已有规定剖面符号者除外）			型砂、填沙、粉末冶金、砂轮、陶瓷、刀片、硬质合金刀片等	
线圈绕组元件			混凝土	
玻璃			钢筋混凝土	
木质胶合板			砖	
木材	纵断面		液体	
	横断面			

当图形中的主要轮廓线与水平线成 45° 时，该图形的剖面线应画成与水平线成 30° 或 60° 的平行线，其倾斜方向仍应与其他图形的剖面线相一致，如图 2-1-40 所示。

同一机件的各个剖面区域中的剖面线应间隔相等、方向一致，如图 2-1-41 所示。

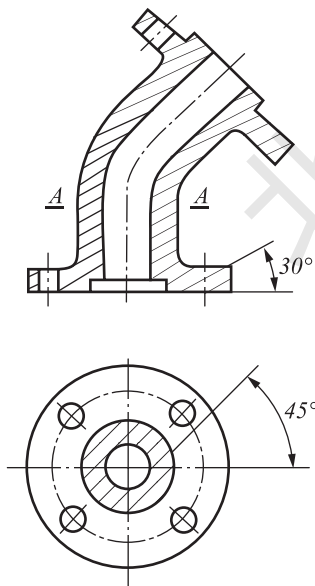


图 2-1-40 剖面线画法（一）

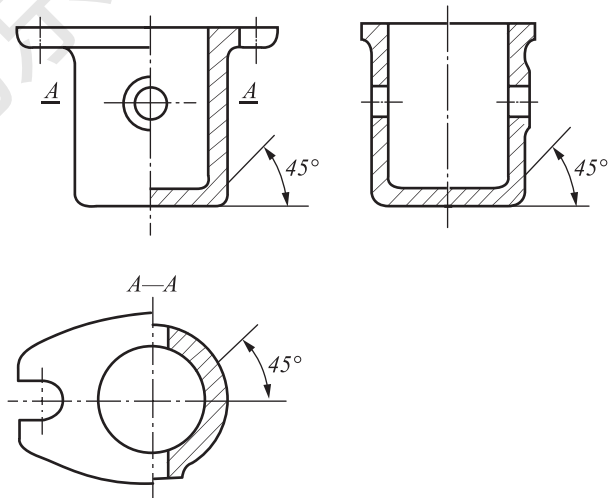


图 2-1-41 剖面线画法（二）

4. 剖视图的配置与标注

剖视图可按基本视图的形式配置，也可按向视图的形式配置（允许配置在其他适当位置）。

剖视图的标注,一般应在剖视图上方用字母标出剖视图的名称“X—X”,在相应的视图上用剖切符号(线宽 $1\sim 1.5d$,长约 $5\sim 10\text{ mm}$ 的粗实线)表示剖切位置,用箭头表示投射方向并注上同样的字母,如图2-1-42、图2-1-43所示。

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(图2-1-42、图2-1-43)。

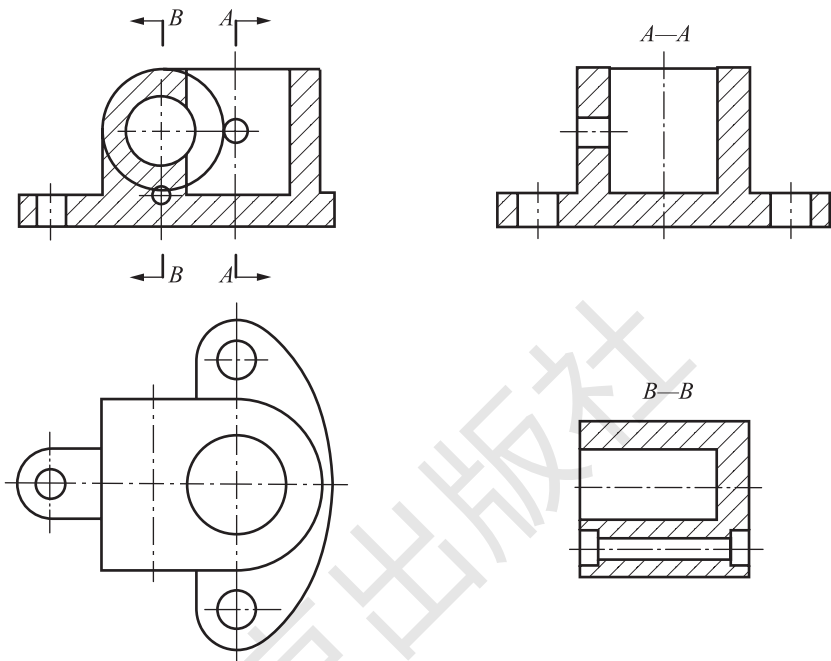


图 2-1-42 剖视图的标注与配置

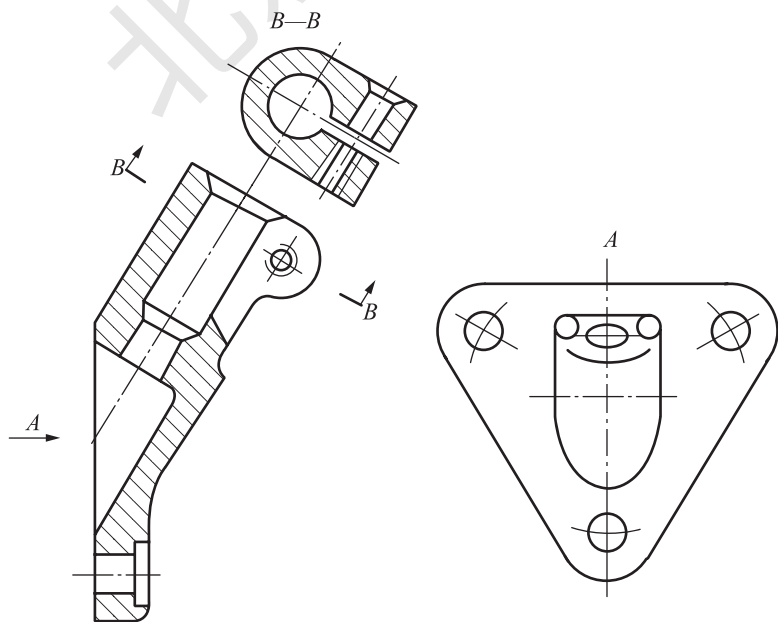


图 2-1-43 单一剖切平面

(二) 剖切面的种类

机件结构形状不同,表示它们所采用的剖切方法也不相同,国家标准规定了三种剖切面:单一剖切面、几个平行的剖切平面和几个相交的剖切面,可供画剖视图时选用。

1. 单一剖切面

单一剖切面通常指平面(也可用于柱面)。前面所介绍的图2-1-39~图2-1-43均为采用平行于基本投影面的单一剖切平面剖切而获得的剖视图。

图2-1-43中的B—B是采用单一斜剖切平面剖切而获得的剖视图。当采用柱面剖切时,剖视图应展开绘制。

当单一剖切平面通过机件的对称平面,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,如图2-1-44。

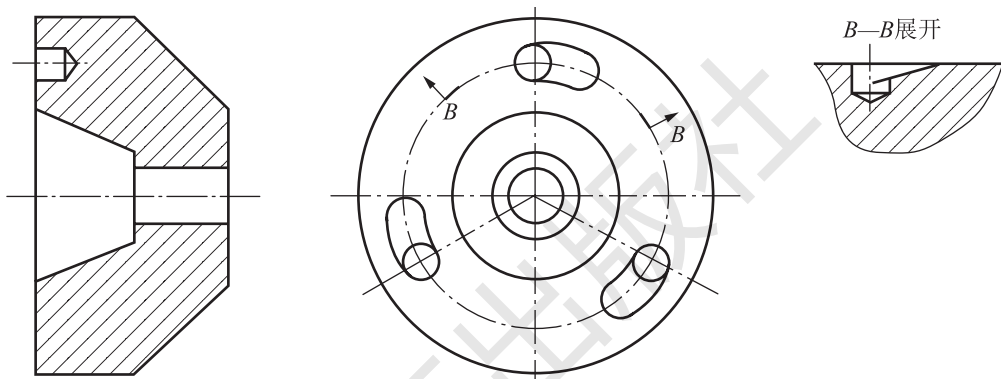


图 2-1-44 单一剖切柱面

2. 几个平行的剖切平面

几个平行的剖切平面通常指两个或两个以上的平行的剖切平面,同时要求各剖切平面的转折处必须是直角,如图2-1-45所示。

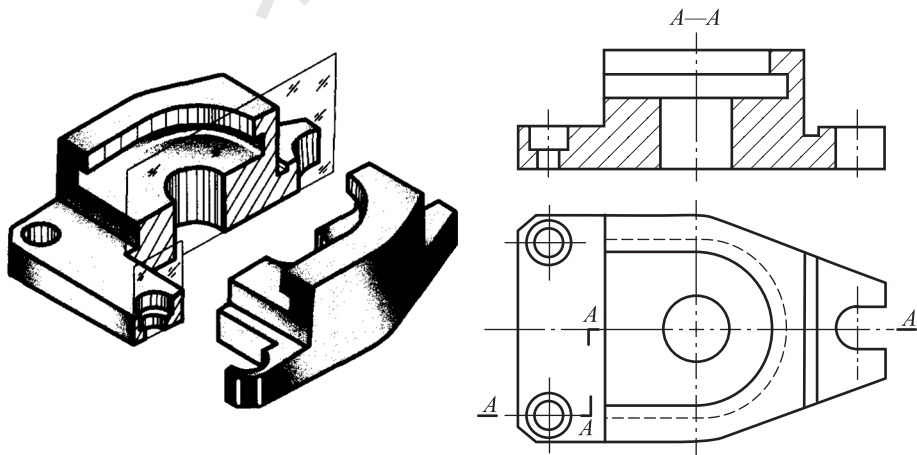


图 2-1-45 下模座剖视图

画此类剖视图时,应注意以下几点:

(1) 在剖视图上不应画出剖切平面各转折处的投影, 如图 2-1-46 所示。同时剖切平面转折处也不应与图中的轮廓线重合。

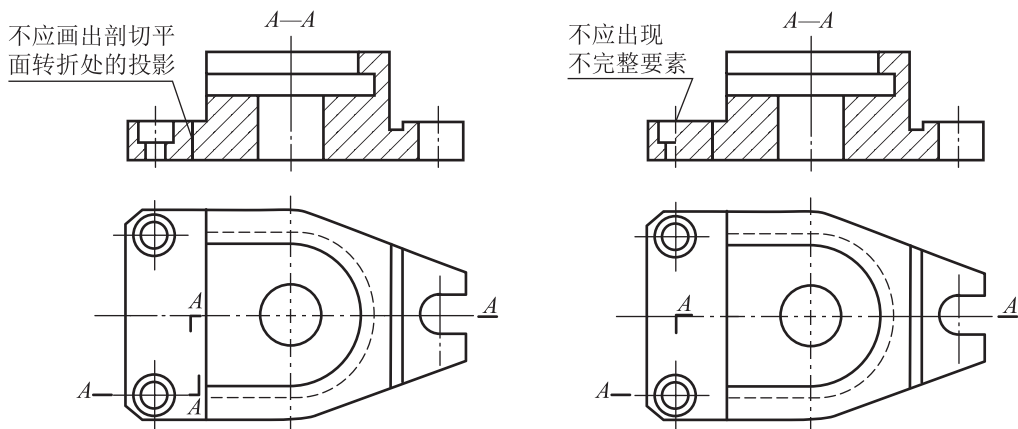


图 2-1-46 几个平行剖切面作图时常见的错误

(2) 选择剖切位置时, 应注意在图形上不应出现不完整的结构要素, 如图 2-1-46 所示。仅当两个要素的图形具有公共对称中心或轴线时, 才允许以对称中心或轴线为界, 各画一半, 二者以共同的中心线分界, 如图 2-1-47 所示。

(3) 标注此类剖视图时, 必须在剖切平面的起迄和转折处标明剖切符号和相同的字母, 如图 2-1-46、图 2-1-47 所示。

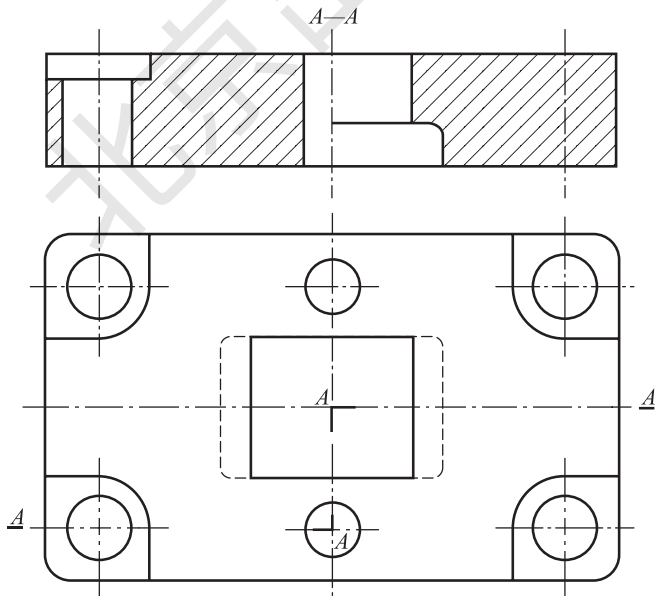


图 2-1-47 模板的剖视图

3. 几个相交的剖切面

几个相交的剖切面可以是几个相交的平面 (图 2-1-48), 也可以是几个相交的平面和柱面 (图 2-1-49)。

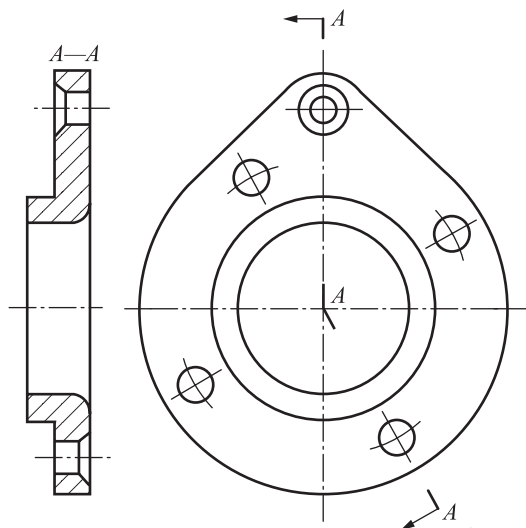


图 2-1-48 两个相交的剖切平面

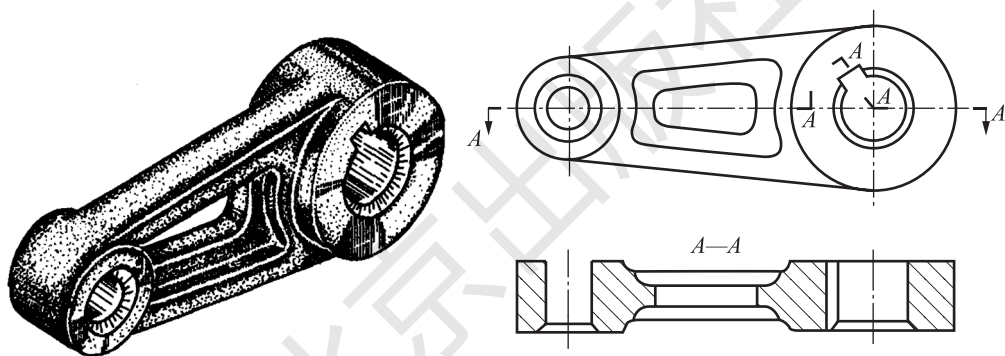


图 2-1-49 几个相交的剖切面

画此类剖视图时，应注意以下几点：

（1）采用此种剖切方法剖切机件时，应“先剖切后旋转”，如图 2-1-50 所示。有些剖视图还需要展开绘制，如图 2-1-51 所示。

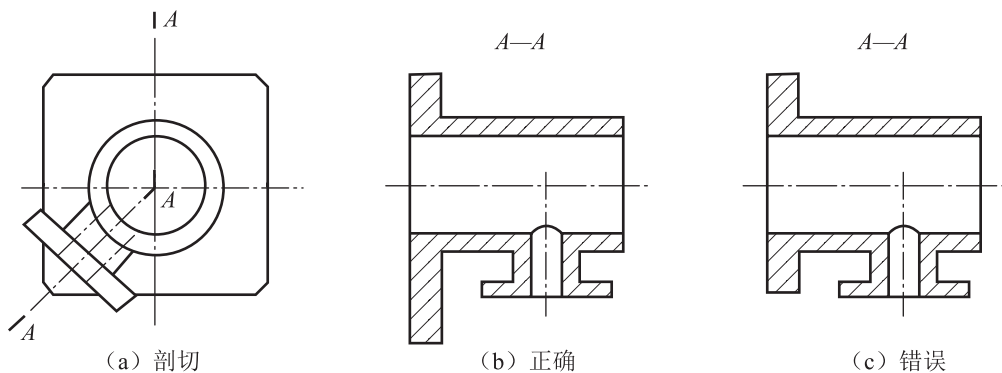


图 2-1-50 旋转画法

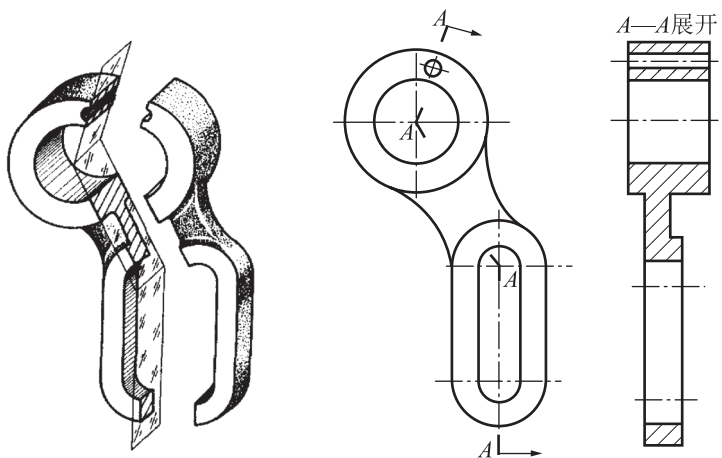


图 2-1-51 展开画法

(2) 画剖视图时, 剖切平面后面的其他结构一般仍按原来的位置投影, 如图 2-1-52 中所示的油孔。

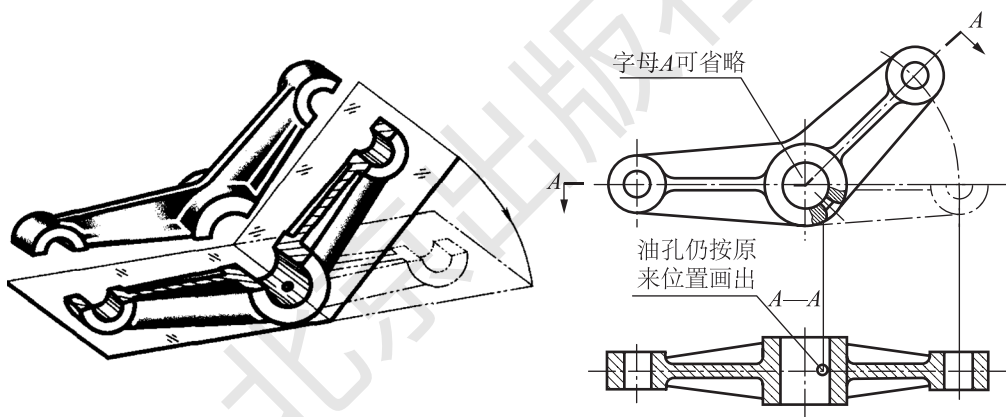


图 2-1-52 两相交剖切平面 (一)

(3) 当剖切后产生不完整要素时, 应
将此部分按不剖绘制, 如图 2-1-53 中的臂
所示。

用几个相交的剖切面剖切机件时, 剖
视图的标注如图 2-1-51~图 2-1-53 所示。

(三) 剖视图的种类

按机件被剖切范围划分, 剖视图有全
剖视图、半剖视图和局部剖视图三种。

1. 全剖视图

用剖切面完全地剖开物体所得到的剖
视图, 称为全剖视图。

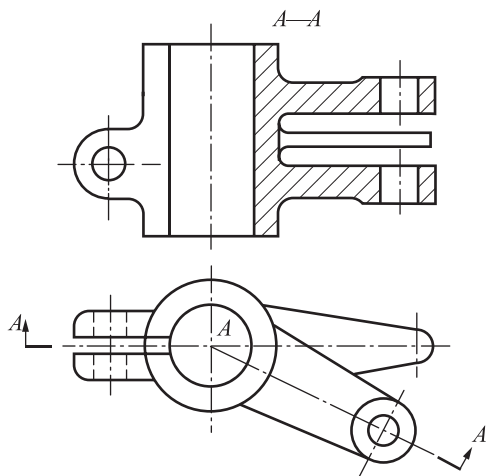


图 2-1-53 两相交剖切平面 (二)

全剖视图可以由单一剖切面和其他几种剖切面剖切获得，前面图例出现的剖视图都属于全剖视图。画全剖视图时将机件完全剖开，机件的外形不能充分表达，其尚未表达清楚的外部结构可采用其他视图表示。因此全剖视图适用于内形复杂的不对称机件或外形简单的对称机件。

2. 半剖视图

当物体具有对称平面，向垂直于对称平面的投影面上投影时，以对称中心为界，一半画成剖视图，另一半画成视图，这种图形称为半剖视图。半剖视图主要适用于内外形状都需要表示的对称机件，如图 2-1-54 所示。

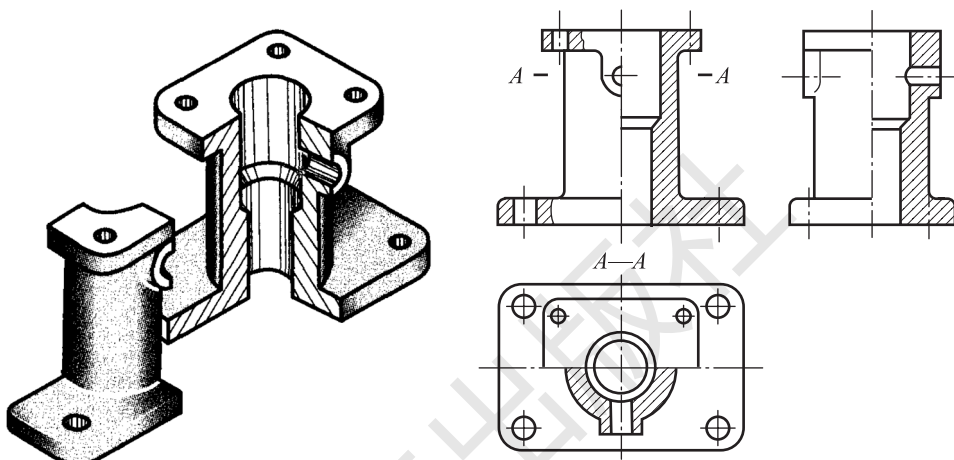


图 2-1-54 半剖视图

画半剖视图时，应注意以下几点：

- (1) 半个视图与半个剖视图的分界线是对称中心线而不应该画成粗实线，如图 2-1-54 所示。
- (2) 在表示外形的半个视图中，一般不画虚线，但对于孔、槽，应画出中心线位置。对于那些在半剖视图中未表达清楚的结构，可以在半个视图中作局部剖视，如图 2-1-55 所示。

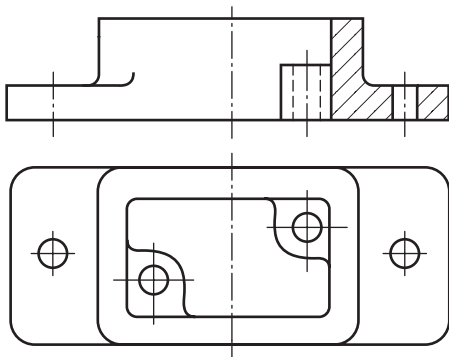


图 2-1-55 基本对称机件的半剖视图

(3) 当机件形状接近对称且不对称部分已有图形表达清楚时, 也可画成半剖视图, 如图 2-1-55 所示。

(4) 半剖视图的标注方法与全剖视图相同, 如图 2-1-54 所示。

3. 局部剖视图

用剖切面局部地剖开物体所得到的剖视图, 称为局部剖视图, 如图 2-1-56 所示。

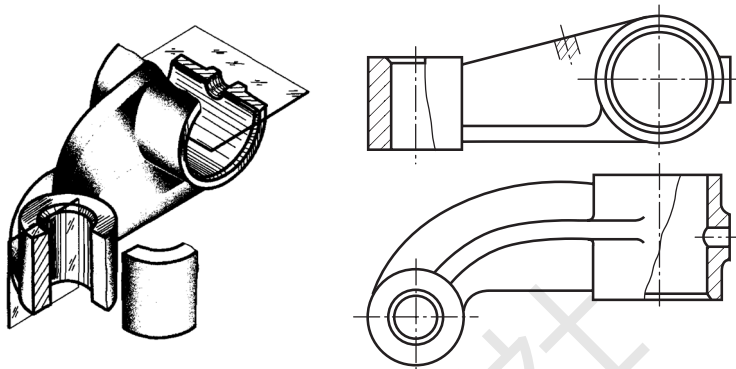


图 2-1-56 局部剖视图 (一)

画局部剖视图时, 应注意以下几点:

(1) 画局部剖视图时, 剖切位置与范围应根据实际需要来决定, 剖开部分与原视图之间用波浪线分开。波浪线不应和其他图线重合, 也不应超越被切开部分的外形轮廓线, 如图 2-1-57 所示。

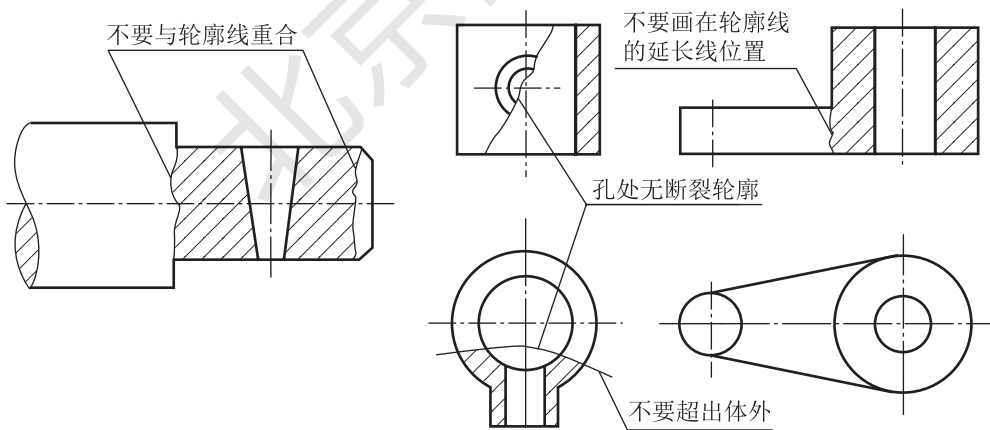


图 2-1-57 波浪线的错误画法

(2) 当被剖结构是回转体时, 允许将该结构的中心线作为局部剖视图与视图的分界线, 如图 2-1-58 所示。

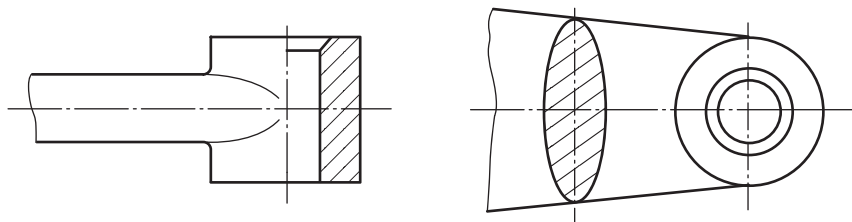


图 2-1-58 局部剖视图 (二)

(3) 如果机件虽然对称, 但轮廓线和对称中心线重合, 此时不宜采用半剖视图, 应采用局部剖视图, 如图 2-1-59 所示。

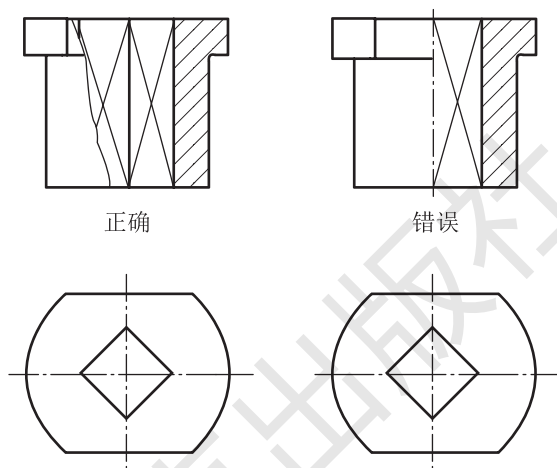


图 2-1-59 局部剖视图 (三)

(4) 局部剖视图也可移出原视图表示。有时移出的局部剖视图可旋转配置, 在旋转后的视图上方标注剖视图名称“X—X”及旋转符号, 如图 2-1-60 所示。

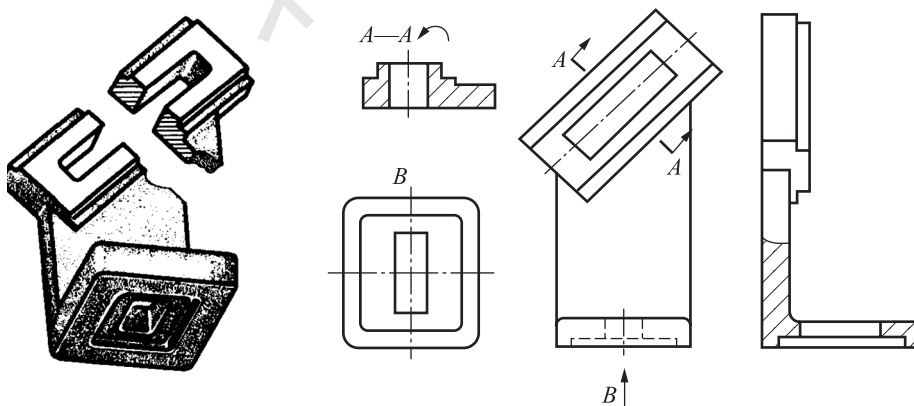


图 2-1-60 局部剖视图 (四)

三、机件断面形状的表达式——断面图 (GB / T 4458.6—2002)

假想用剖切面将物体的某部分切断, 仅画出该剖切面与物体的接触部分的图形,

称为断面图（简称断面），如图 2-1-61 所示。

断面图实际上就是使剖切平面垂直于结构要素的中心线（轴线或主要轮廓线）进行剖切，投射后只画出切口断面的形状，切口后面的投影省略不画。用这种方法表达机件上某一局部的断面形状更为清晰、简洁，便于标注尺寸。

断面图按其图形所画位置不同，分为移出断面图和重合断面图两种。

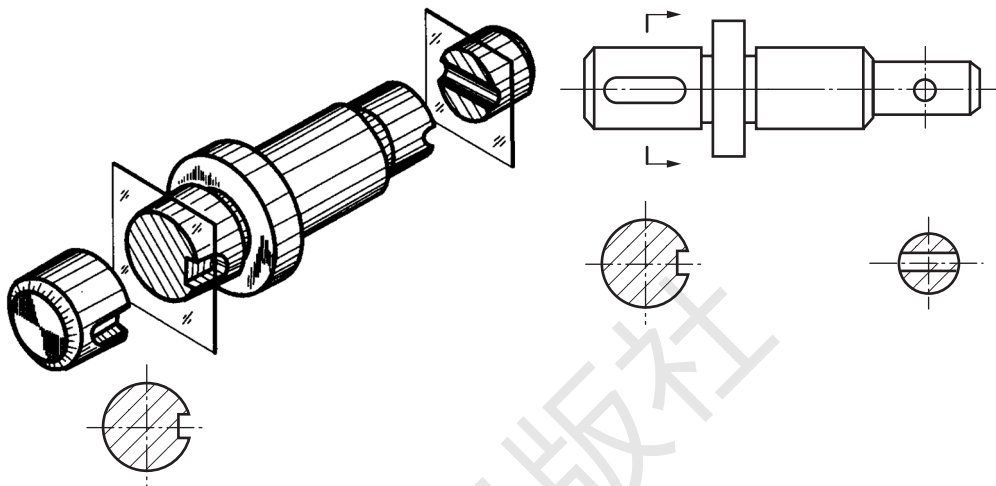


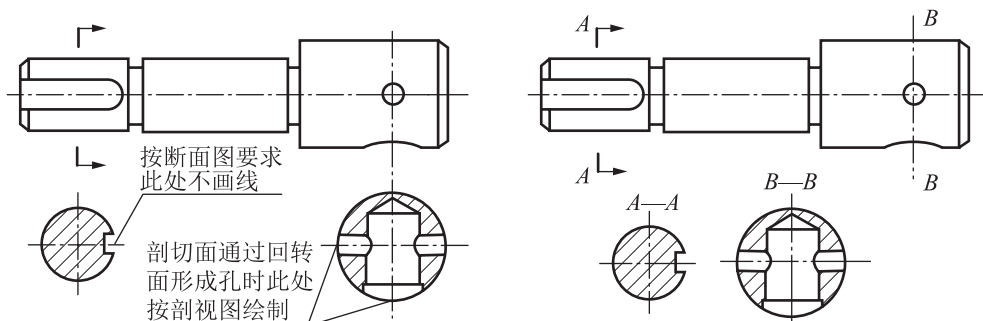
图 2-1-61 断面图的形成

（一）移出断面图

画在视图轮廓线外面的断面图形，称为移出断面图。移出断面图的轮廓线用粗实线绘制。

1. 移出断面图的配置

（1）移出断面图通常配置在剖切符号或剖切线的延长线上，如图 2-1-62（a）所示。必要时也可配置在其他适当的位置，如图 2-1-62（b）中的 A—A 和 B—B。



（a）断面图配置在剖切符号或剖切线延长线上

（b）断面图配置在其他适当位置

图 2-1-62 移出断面图

（2）为便于读图，逐次剖切的多个断面图可按图 2-1-63 所示的形式配置。

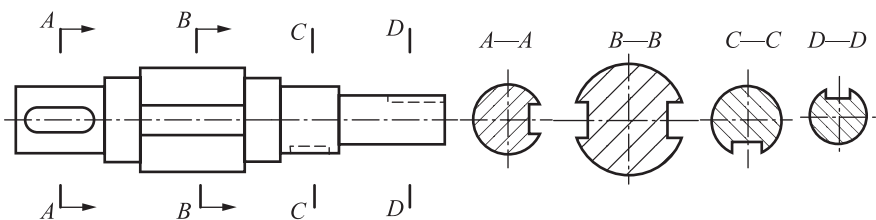


图 2-1-63 逐次剖切的多个断面图的配置

(3) 当断面图形对称时, 移出断面图可配置在视图的中断处, 如图 2-1-64 所示。

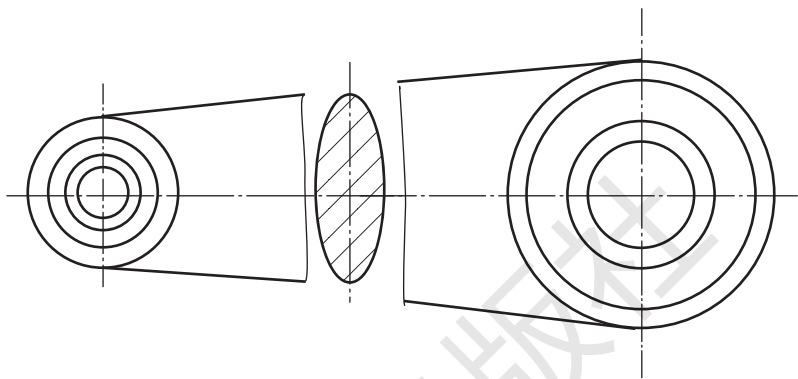


图 2-1-64 画在视图中断处的断面图

(4) 移出断面图在不致引起误解时, 允许将图形旋转, 如图 2-1-65 所示。

2. 移出断面图的画法

(1) 当剖切面通过回转面形成的孔或凹坑的轴线时, 这些结构应按剖视图绘制, 如图 2-1-65 中的 $B-B$ 所示。

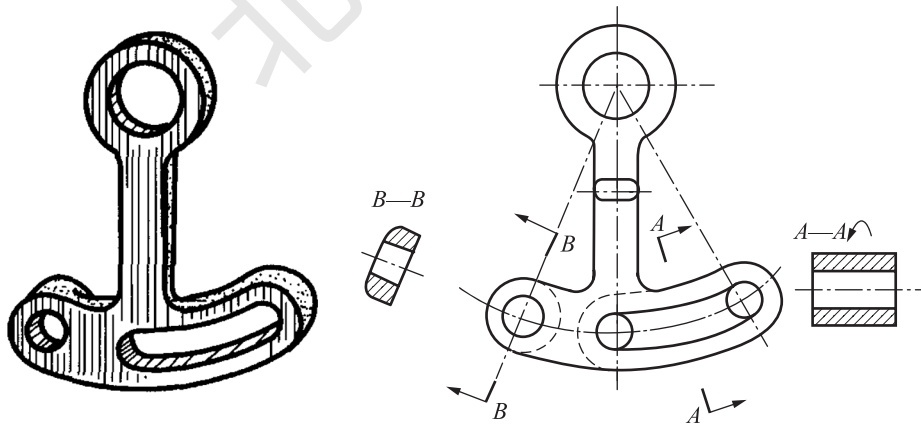


图 2-1-65 剖切面通过非圆孔的断面画法

(2) 当剖切面通过非圆孔导致出现完全分离的两个断面时, 则这些结构应按剖视图绘制, 如图 2-1-65 中 “ $A-A$ ” 断面所示。

(3) 由两个或多个相交的剖切平面剖切所得到的移出断面图中间应用波浪线断开

绘制，如图 2-1-66 所示。

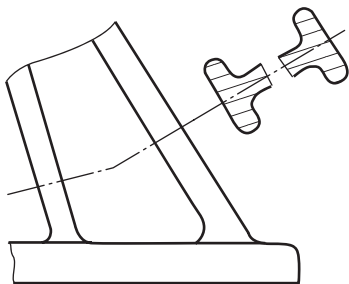


图 2-1-66 由两个相交剖切平面剖切的断面图

(二) 重合断面图

剖切后将断面图形重叠在视图上，这样得到的断面图称为重合断面图。

重合断面图的轮廓线用细实线绘制，当视图中轮廓线与重合断面图的图形重叠时，视图中的轮廓线仍应连续画出，不可间断，如图 2-1-67~图 2-1-69 所示。

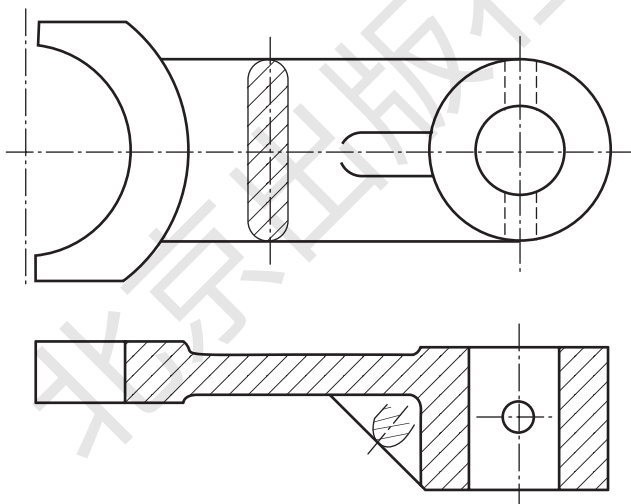


图 2-1-67 重合断面（一）

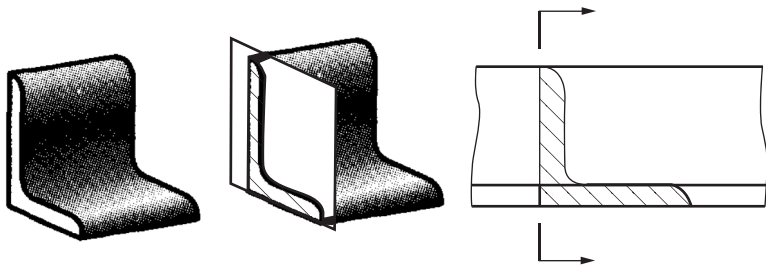


图 2-1-68 重合断面（二）

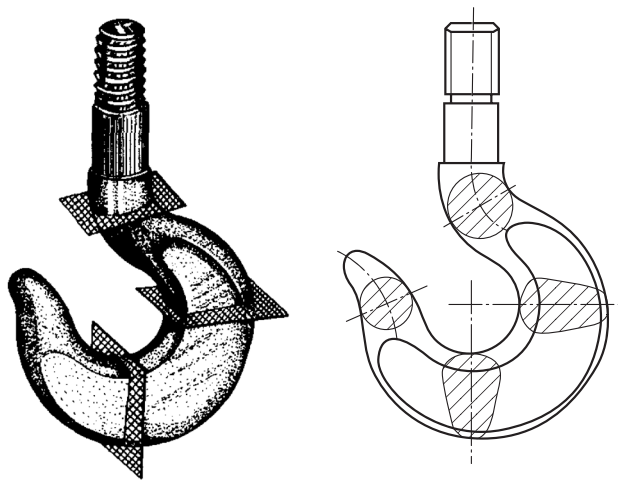


图 2-1-69 重合断面 (三)

四、机件局部细小结构的表达——局部放大图 (GB/T 4458.1—2002)

为使图形清晰和画图简便,国家标准规定了局部放大图和简化画法,供绘图时选用。将机件的部分结构用大于原图形所采用的比例画出的图形,称为局部放大图(图 2-1-70、图 2-1-71)。

局部放大图可以画成视图、剖视、断面的形式,与被放大部分的表示形式无关,并应尽量配置在被放大部分的附近。

如图 2-1-70、图 2-1-71 所示,绘制局部放大图时,除螺纹牙型、齿轮和链轮的齿形外,应用细实线圈出被放大的部位。当同一机件上有几个被放大的部分时,用罗马数字依次标明被放大的部位,并在局部放大图的上方标注出相应的罗马数字和所采用的比例;当机件上被放大的部分仅一个时,在局部放大图的上方只需注明所采用的比例即可(图 2-1-70)。

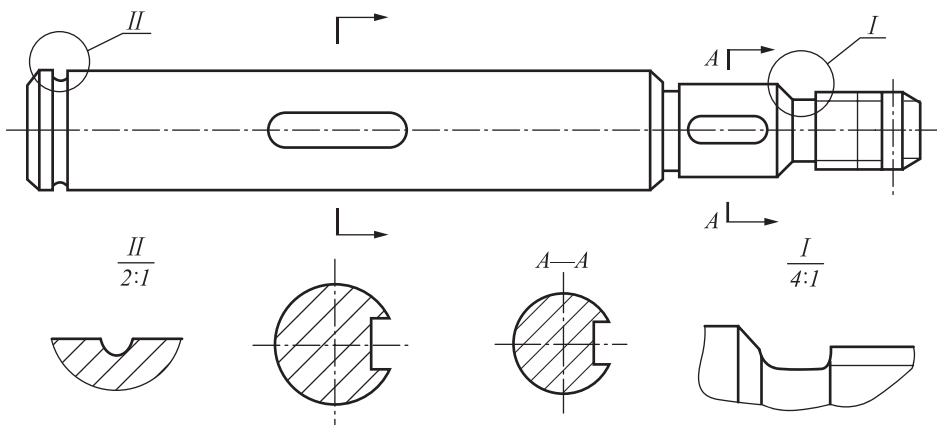


图 2-1-70 局部放大图 (一)

必要时可用几个图形来表达同一个被放大部分的结构,如图 2-1-71 所示。

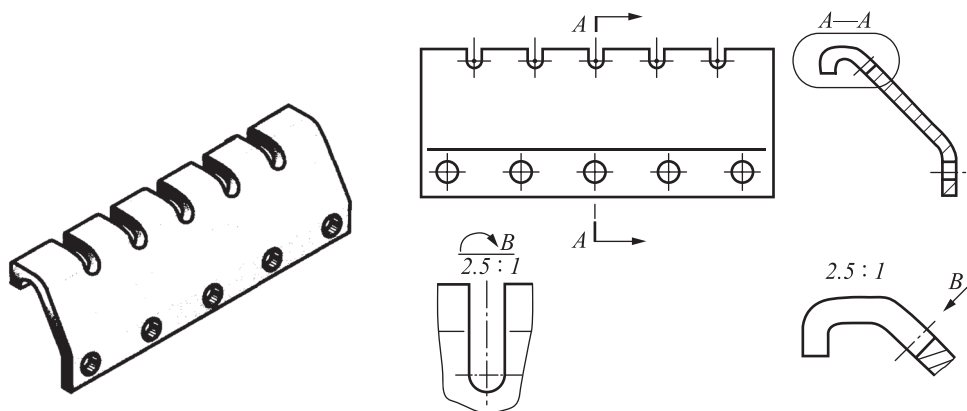


图 2-1-71 局部放大图 (二)

五、简化表示法

1. 剖视图中的简化画法

(1) 对于机件的肋、轮辐、薄壁等, 如果按纵向剖切, 这些结构都不画剖面符号, 而用粗实线将其与邻接部分分开。只有在反映板状结构厚度的剖视图上才能画剖面符号 (图 2-1-72)。

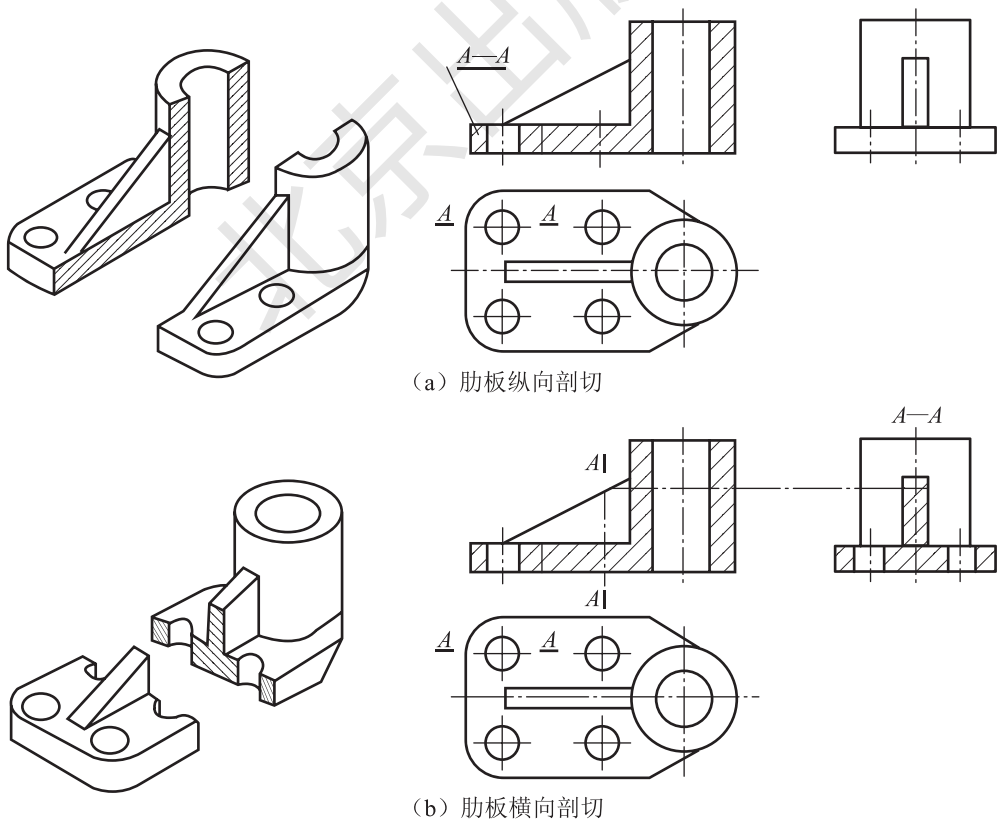


图 2-1-72 纵向与横向剖切肋板的画法

（2）当零件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切平面上画出（图 2-1-73）。

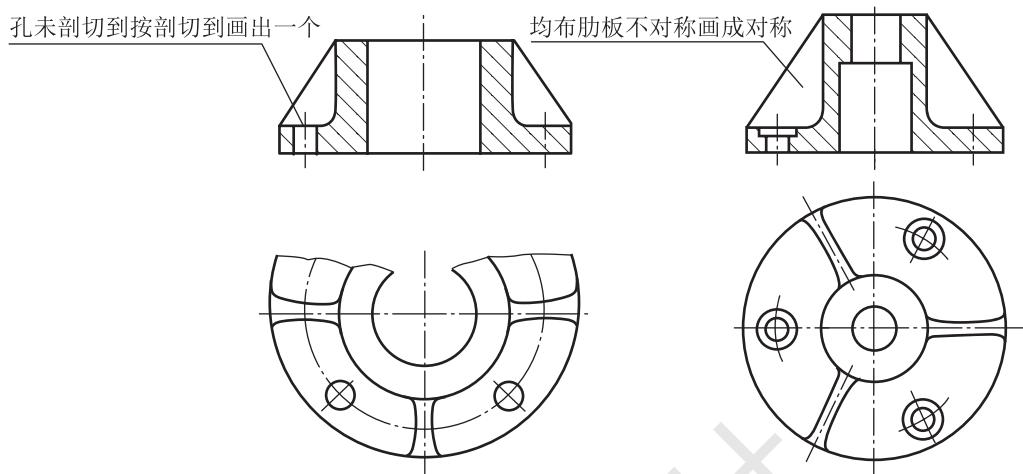


图 2-1-73 均匀分布的孔和肋的规定画法

2. 相同结构要素的简化画法

当机件具有若干相同结构（如齿、槽等），只需画出几个完整的结构，其余用细实线连接，并注明该结构的总数，如图 2-1-74、图 2-1-75 所示。

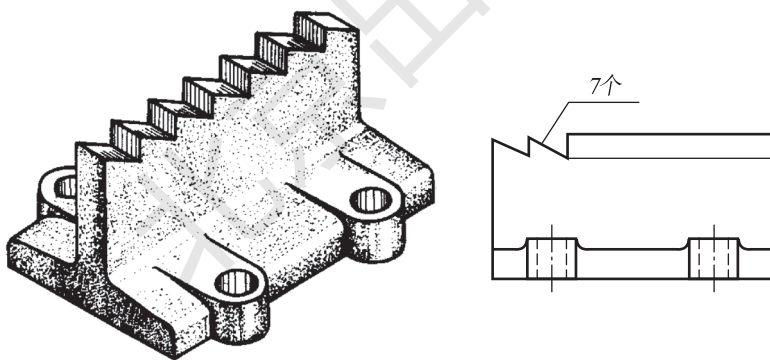


图 2-1-74 相同结构的简化画法

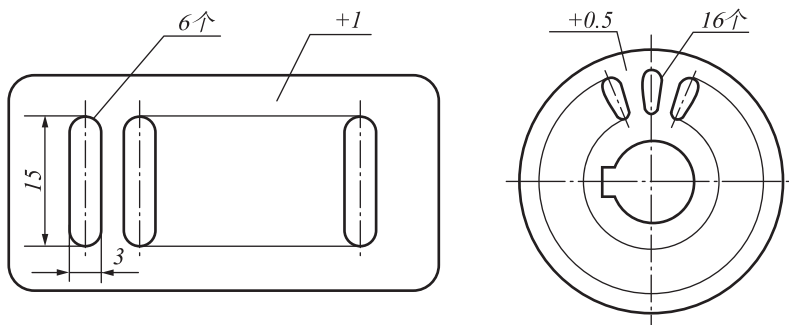


图 2-1-75 回转体的简化画法

3. 回转体的简化画法

当回转体机件上的平面在图形中不能充分表达时, 可用两条相交的细实线表示这些平面, 如图 2-1-75 所示。

4. 滚花的简化画法

零件上的滚花部分, 通常采用在轮廓线附近用粗实线局部画出的方法表示, 也可省略不画, 而在零件上或技术要求中注明其具体要求, 如图 2-1-76 所示。

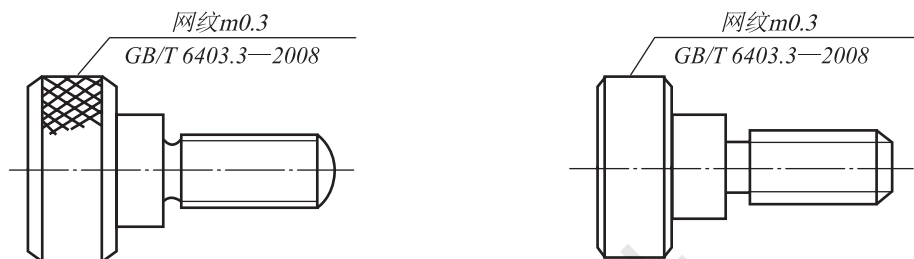


图 2-1-76 滚花的简化画法

5. 折断的画法

较长的机件 (轴、杆、型材等) 沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时, 可断开后缩短绘制 (图 2-1-77)。

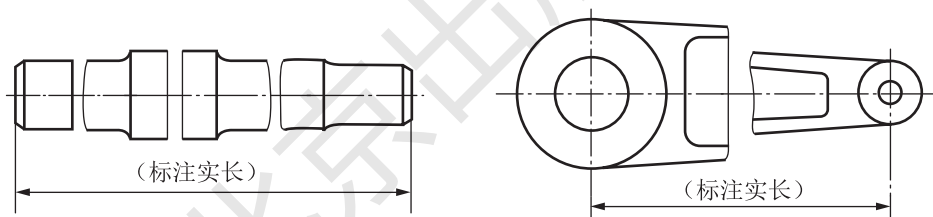


图 2-1-77 折断的规定画法

6. 对称视图的简化画法

在不致引起误解时, 对称机件的视图可以只画 1/2 或 1/4, 并在中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线 (图 2-1-78)。

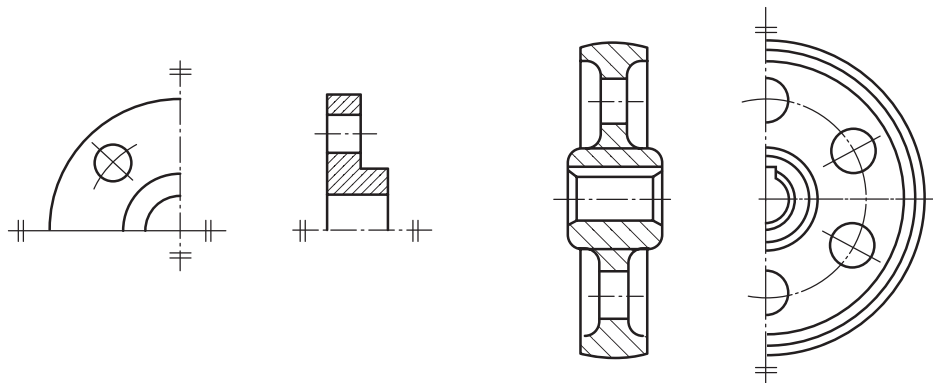


图 2-1-78 对称视图的简化画法

7. 圆弧的画法

倾斜角度小于或等于 30° 的斜面上的圆或圆弧，其投影可用圆或圆弧代替。

8. 型材的画法

型材（角钢、工字钢、槽钢等）中小斜度的结构，可按小端厚度画出。

9. 相贯线、过渡线的画法

相贯线、过渡线在不致引起误解时，可用圆弧或直线代替非圆曲线（图 2-1-79）。相贯线也可采用模糊画法表示（图 2-1-80）。过渡线应用细实线绘制，且不宜与轮廓线相连，如图 2-1-81 所示。

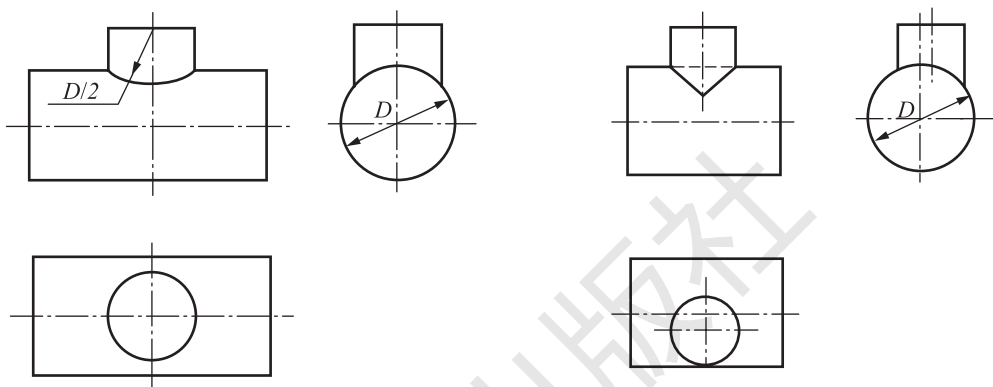


图 2-1-79 相贯线的简化画法

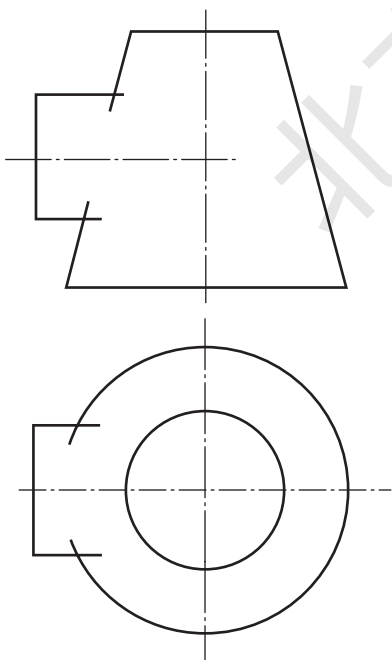


图 2-1-80 相贯线“模糊画法”示例

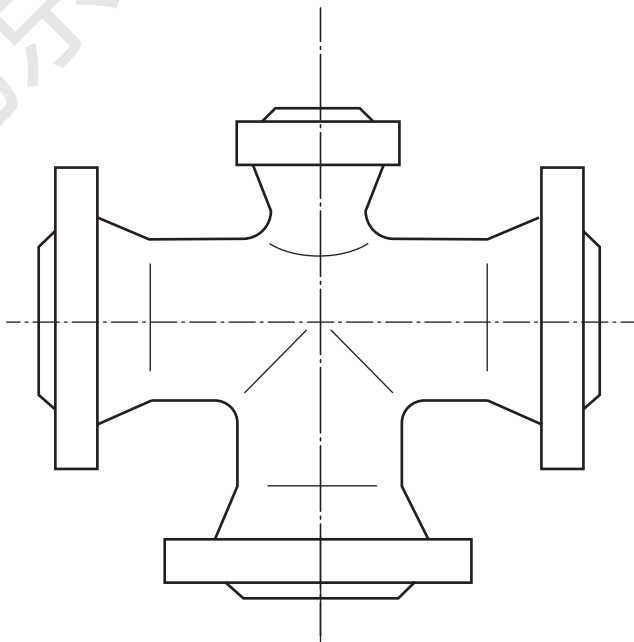


图 2-1-81 过渡线的画法

前面介绍了表达机件结构形状的各种方法,画图时应针对机件的具体形状选择适当的表达方法,完整、清晰、简练地表达出机件的形状。

一个机件一般可先定出几个表达方案,通过分析、比较确定一个最佳方案。

选择最佳方案的原则:表达完整、搭配适当、图形清晰、绘图简便、利于看图。

为了进一步掌握视图、剖视图、断面图以及局部放大和简化表示法等表达方法,下面以支架、支座为例分析机件表达方法的选择。

学习任务三 几何作图的基础

工程图样上的图形是由各种几何图形组成的。正确地使用绘图工具,快速而准确地作出各种平面几何图形,是学习本课程的基础之一。本节的主要内容为斜度、锥度、圆弧连接、椭圆和渐开线的作图方法及其尺寸标注等。

一、斜度的画法和标注

斜度的符号画法如图 2-1-82 (a) 所示 (h 为字高),方向应与图形的斜度方向一致。斜度的标注方法见图 2-1-82 (b) 及图 2-1-82 (c)。

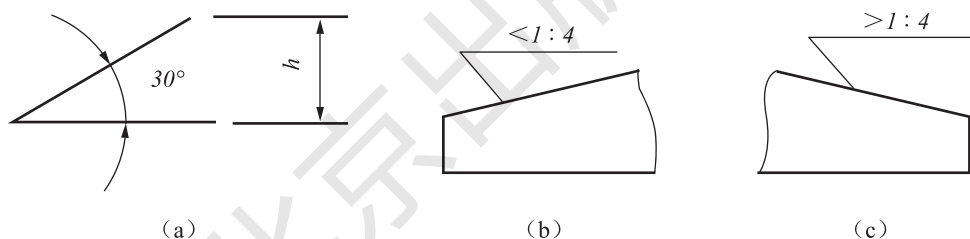


图 2-1-82 斜度的标注方法

二、锥度的画法和标注

锥度的作图方法如图 2-1-83 所示。

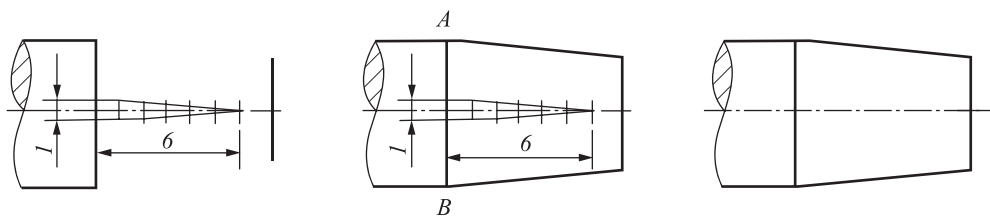


图 2-1-83 锥度的作图方法

锥度的符号画法如图 2-1-84 (a) 所示 (h 为字高),方向应与图形的锥度方向一致。锥度的标注方法见图 2-1-84 (b) 和图 2-1-84 (c)。

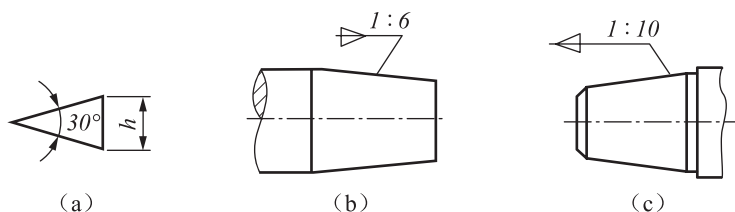


图 2-1-84 锥度的标注方法

三、圆弧连接

圆弧与直线的光滑连接, 圆弧与圆弧的连接, 关键在于正确找出连接圆弧的圆心以及切点的位置。由初等几何知识可知: 当圆弧以内切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R-R_0$ 来确定。用仪器绘图时, 各种圆弧连接的画法如图 2-1-85 所示。这些作图方法在计算机绘图软件中实现起来既准确又快捷, 充分体现了计算机高速和精确的特点。

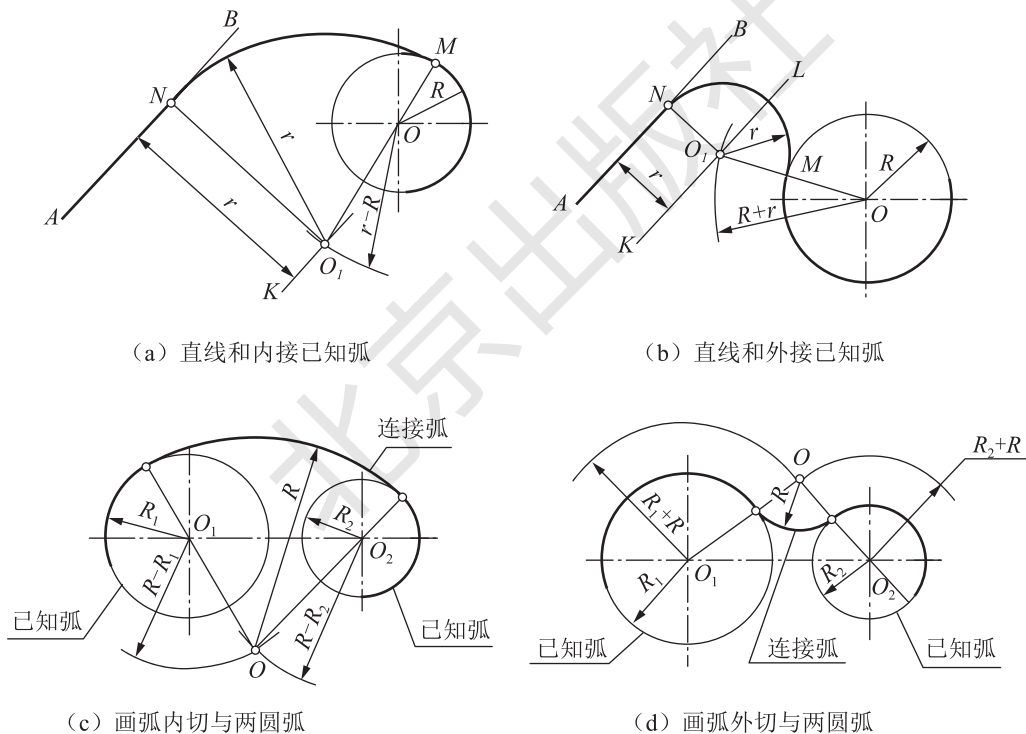


图 2-1-85 圆弧连接

四、椭圆和渐开线的画法

(一) 椭圆的近似画法

常用的椭圆近似画法为四圆弧法, 即用四段圆弧连接起来的图形近似代替椭圆。如果已知椭圆的长、短轴 AB 、 CD , 则其近似画法如图 2-1-86 所示。其作图步骤如下:

(1) 连 AC , 以点 O 为圆心、 OA 为半径画弧, 交 DC 的延长线于点 E ; 再以点 C

为圆心、 CE 为半径画弧，交 AC 于点 F 。

(2) 作线段 AF 的中垂线，分别交长、短轴于点 O_1 、 O_2 ，并作 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 ，即求出四段圆弧的圆心。

(3) 分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 为圆心， O_1A 、 O_2C 、 O_3B 、 O_4D 为半径作弧画成近似椭圆，切点为 K 、 N 、 N_1 、 K_1 。

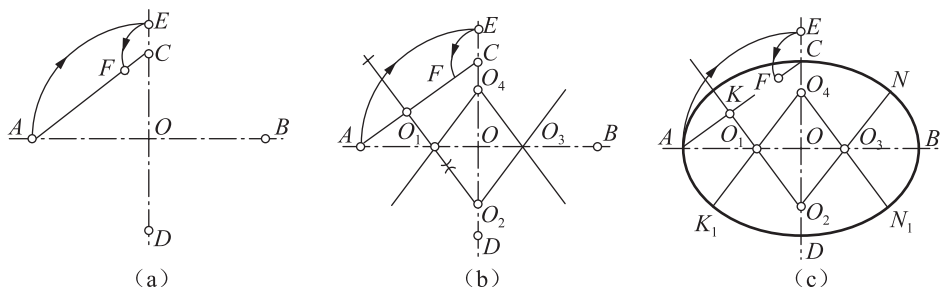


图 2-1-86 椭圆的近似画法

(二) 渐开线的近似画法

直线在圆轴上做无滑动的滚动，该直线上一点的轨迹即为此圆（称为基圆）的渐开线，如图 2-1-87 所示。齿轮的齿廓曲线大都是渐开线。渐开线的作图步骤如下：

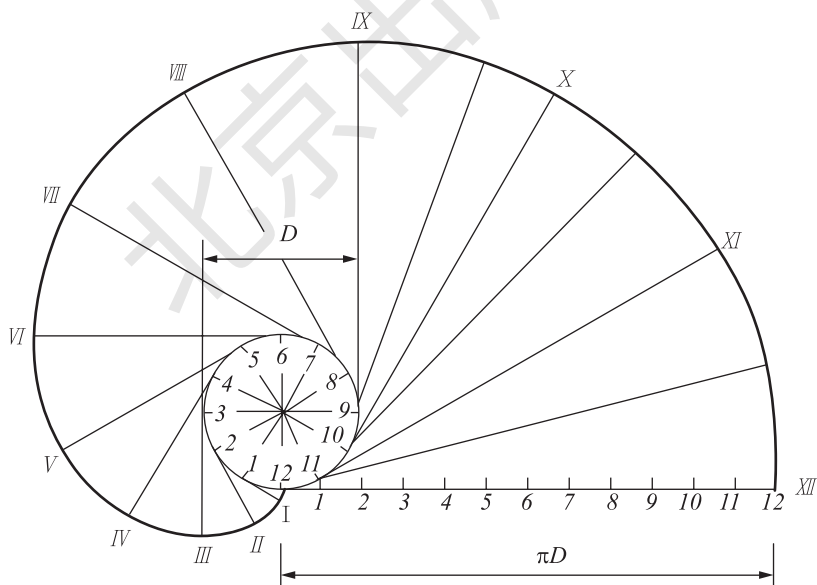


图 2-1-87 圆的渐开线

(1) 画基圆并将其圆周 n 等分（图 2-1-87 中，圆的渐开线 $n=12$ ）。

(2) 将基圆周的展开长度 πD 也相等等分。

(3) 过基圆上各等分点按同一方向做基圆的切线。

(4) 依次在各切线上量取 $\frac{\pi D}{n}$ ， $\frac{2\pi D}{n}$ ， $\dots$ ， πD ，就可得到基线的渐开线。

学习任务四 正投影与三视图基础

一、投影的基本知识

在光线的照射下,物体在给定的平面上产生影像,这种现象就是投影。工程中常用的投影法有中心投影法和平行投影法两种。

1. 中心投影法

投射射线都汇交于一点的投影方法称为中心投影法,如图 2-1-88 所示。

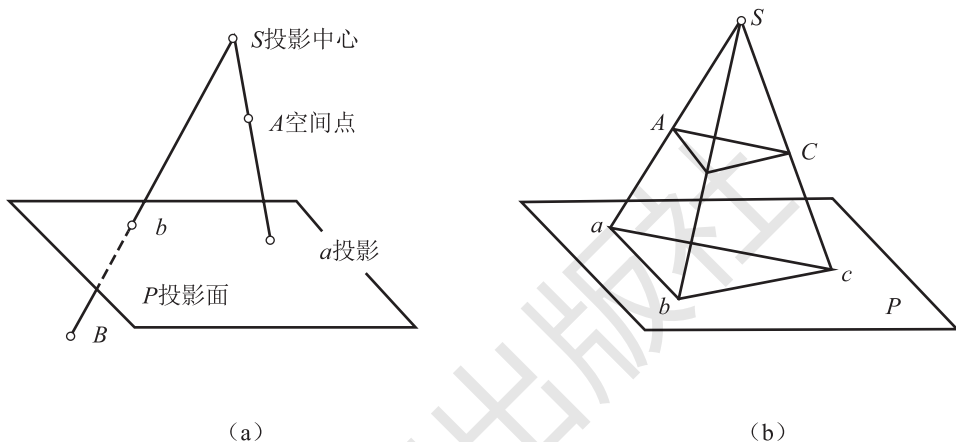


图 2-1-88 中心投影法

2. 平行投影法

投射射线都互相平行的投影方法称为平行投影法。根据投射射线与投影夹角的不同,平行投影法又可分为两种:斜投影法和正投影法。

(1) 斜投影法。投射射线与投影面相倾斜的平行投影法,如图 2-1-89 所示。

(2) 正投影法。投射射线与投影面相垂直的平行投影法,如图 2-1-90 所示。

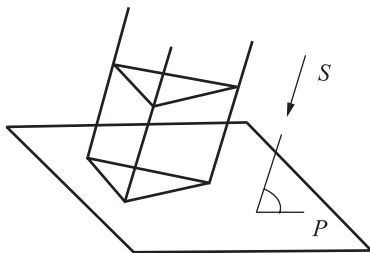


图 2-1-89 斜投影法

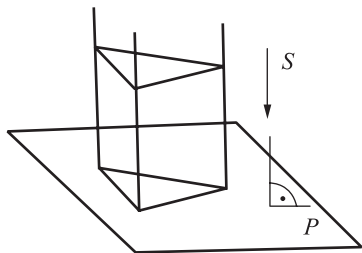


图 2-1-90 正投影法

应用正投影法能在投影面上真实地表达空间物体的形状和大小,而且作图也比较方便,度量性好。此外,用平行投影法还可以绘制直观性较好的多种轴测图。因此正投影法在工程制图中得到广泛的应用。本书主要介绍正投影法。

二、三视图

用正投影法在一个投影面上得到的一个视图，只能反映物体在一个方向的形状，不能唯一地确定物体的形状。通常将物体向三个互相垂直的投影面进行正投影，再按照一定的规律将投影面展开，画到一个平面上，便得到了三面正投影图。机械制图中，将物体在三个投影面（ V 、 H 、 W ）体系中的投影称为三视图（见图 2-1-91），分别为主视图、俯视图和左视图。



三视图

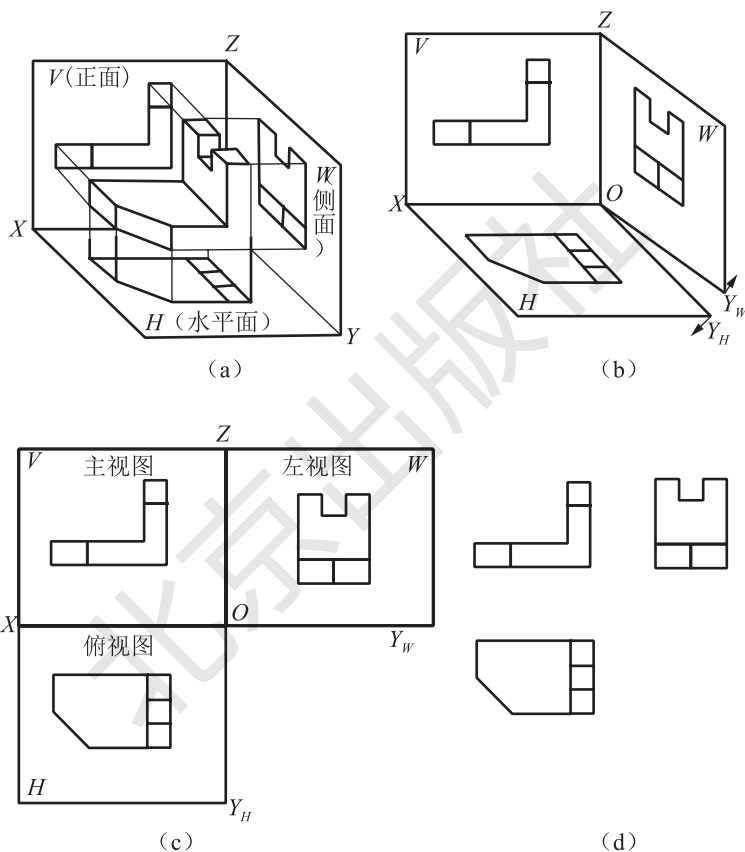


图 2-1-91 三视图的形成

三、三视图的基本规律

1. 三视图的投影对应关系

从三视图中可以看出，主视图反映了物体的长度和高度，左视图反映了物体的高度和宽度，俯视图反映了物体的长度和宽度。由三视图之间的投影对应关系，可以归纳为三条投影规律，即“长对正、高平齐、宽相等”。主视图、俯视图中相应投影的长度相等，并且对正；主视图、左视图中相应投影的高度相等，并且平齐；俯视图、左视图中相应的投影宽度相等，如图 2-1-92 所示。

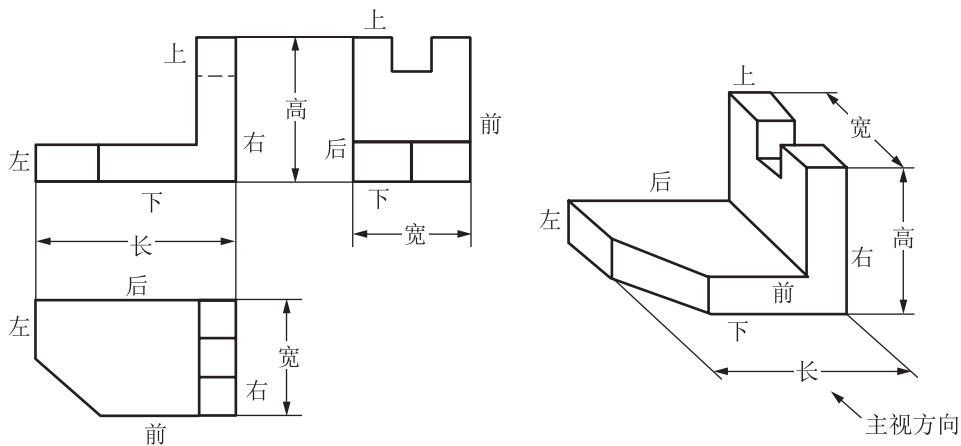


图 2-1-92 三视图的投影及方位对应关系

2. 三视图与物体的方位对应关系

在俯视图和左视图中，靠近主视图的方向是物体的后方，以主视图为准，在俯视图和左视图中存在“近后前远”的关系。

主视图反映物体的上、下、左、右的位置关系，俯视图反映物体的前、后、左、右的位置关系，而左视图反映的是物体的前、后、上、下之间的位置关系。

四、直线与平面的投影规律

任何几何立体的表面都包括点、直线和平面等基本几何元素，要完整、准确地绘制物体的三视图，还需进一步了解这些几何元素的投影特性和作图方法。

1. 点的投影

将 S 点置于三投影面体系中，并分别得到三个投影 s （水平投影）、 s' （正面投影）、 s'' （侧面投影），然后再将各投影面展开为同一平面（图纸）而形成投影图。展开时规定 V 面不动，令 H 面绕 X 轴向下旋转至与 V 面重合； W 面绕 Z 轴后方旋转至与 V 面重合，得到的三视图如图 2-1-93 所示。

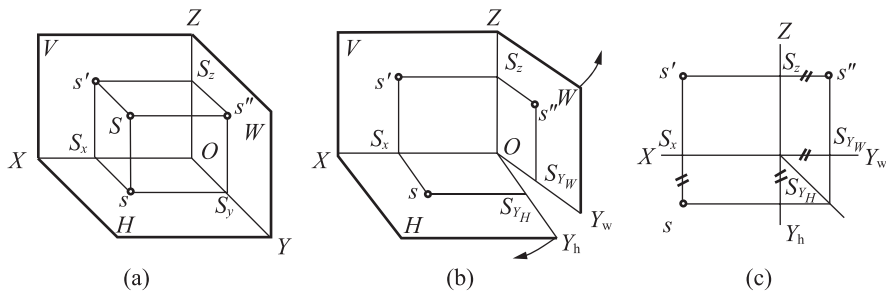


图 2-1-93 点的投影

点在三投影面体系中的投影有如下规律：一点的水平投影与正面投影的连线垂直于 X 轴，即 $s's \perp OX$ ；侧面投影与正面投影的连线垂直于 Z 轴，即 $s's'' \perp OZ$ ；点的水平投影到 X 轴的距离和侧面投影到 Z 轴的距离相等，且都反映了该点到 V 面的距离，

即 $sS_x=s''S_z$ 。点的坐标若将三投影面体系作为空间直角坐标系,以其远点 O 点作为坐标系的原点,投影轴为坐标轴,投影面为坐标系,则空间上一点到三投影面的距离可以用坐标来表示。点的投影和点的坐标关系如图 2-1-94 所示。

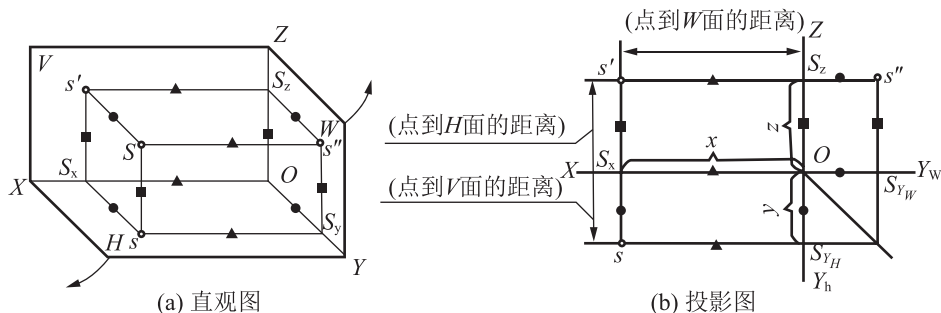


图 2-1-94 点的投影和点的坐标关系

点 S 到 W 面的距离 S_x 为 S 点的 X 坐标,即通过点 S 所作的坐标面 $O-YZ$ 的平行面所截得的 OX 轴长度, $Ss''=s'S_z=sS_y=S_xO$ 。从 S 点到 V 面的距离 S_y 为 S 点的 Y 坐标, $Ss'=s''S_z=sS_x=S_yO$;从 S 点到 H 面的距离 S_z 为 S 点的 Z 轴坐标,有 $Ss=s''S_y=s'S_x=S_zO$ 。由此可以看出,对于给定的空间里的某点 S ,有唯一的一组坐标 (x, y, z) 与之对应;反之,对于给定的一组坐标 (x, y, z) 可以确定唯一的一个点。这样就可以根据空间点的坐标在投影图上作出该点的三个投影,也可以根据点的投影图来确定点的坐标。

两点的相对位置:在投影体系中,两点的相对位置是指空间两个点的上下、前后、左右关系。在投影图中,是由该两点对各投影面的距离差即坐标差来确定的。两点在 V 面投影反映上下、前后的关系;两点在 H 面投影可以反映前后、左右的关系;两点在 W 面的投影反映了上下、前后的关系。

2. 直线的投影

直线投影有如下基本性质:直线的投影在一般情况下仍为直线,但当直线与投射方向一致(垂直于投影面)时,该直线的投影积聚为一点。该性质对于中心投影和平行投影条件均适用。

在三投影面体系中,直线与投影面的相对位置可以分为三类:一般位置直线(倾斜于三个投影面的直线)、投影面平行线(仅平行于一个投影面的直线)和投影面垂直线(垂直于一个投影面的直线)。

(1) 一般位置直线。既不平行也不垂直于任何一个投影面,即与三个投影面都处于倾斜位置的直线,称为一般位置直线,一般位置直线投影如图 2-1-95 所示。一般位置直线的投影性质如下:线段在各投影面上的投影长度均小于线段的实长。直线三个投影均倾斜于投影轴,且直线的投影与投影轴的夹角均不反映空间直线对投影面的倾角。

(2) 投影面平行线。仅平行于一个投影面的直线与另外两个投影面倾斜的直线称为投影面平行线。平行于水平面 H 的直线称为投影面水平线。平行于正面 V 面的直线

称为正平线；平行于侧面 W 面的直线称为侧平线。投影面平行线的投影见表 2-1-5。投影面平行线有如下投影性质：投影面平行线的三个投影都是直线，其中在与直线平行的投影面上的投影反映线段实长，而且与投影轴倾斜，与投影轴的夹角等于直线对另外两个投影面的实际倾角；另外两个投影都短于线段实长，且分别平行于相应的投影轴，其到投影轴的距离，反映空间线段到线段实长投影所在投影面的真实距离。投影面平行线的投影见表 2-1-5。

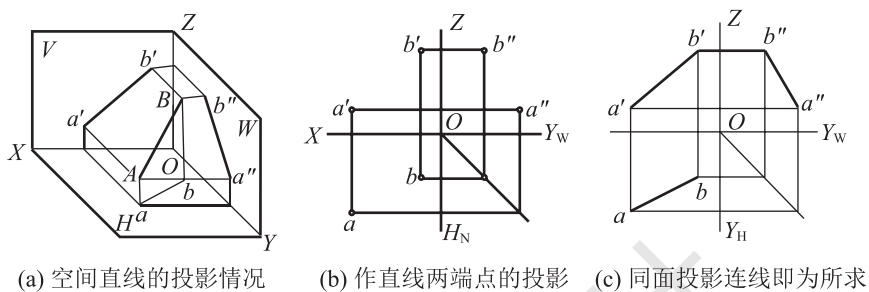


图 2-1-95 一般位置直线

表 2-1-5 投影面平行线

名称	水平线	正平线	侧平线
轴测图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影反映线段的实长 2. 正面投影平行于 OX 轴，侧面投影平行于 OY 轴 3. $\alpha=0^\circ$，水平投影反映 β、γ	1. 正面投影反映线段的实长 2. 水平投影平行于 OX 轴，侧面投影平行于 OZ 轴 3. $\beta=0^\circ$，正面投影反映 α、γ	1. 侧面投影反映线段的实长 2. 正面投影平行于 OZ 轴，水平投影平行于 OY 轴 3. $\gamma=0^\circ$，侧面投影反映 α、β
小结：1. 线段在所平行的投影面上的投影反映该线段的实长及倾角 2. 线段的其他两个投影均平行于相应的投影轴			

(3) 投影面垂直线。垂直于一个投影面，与另外两个投影面平行的直线，称为投影面垂直线。垂直于水平面 H 面的直线称为铅垂线；垂直于正平面 V 面的直线称为正

垂线；垂直于侧平面 W 面的直线称为侧垂线。投影面垂直线的投影见表 2-1-6。

表 2-1-6 投影面垂直线

名称	铅垂线	正垂线	侧垂线
轴测图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影积聚成为一点 2. 正面投影和侧面投影均反映线段实长，且分别垂直于 OX 轴、OY 轴 3. $\alpha=90^\circ$，β、γ 均为 0°	1. 正面投影积聚成为一点 2. 水平投影和侧面投影均反映线段实长，且分别垂直于 OX 轴、OZ 轴 3. $\beta=90^\circ$，α、γ 均为 0°	1. 侧面投影积聚成为一点 2. 水平投影和正面投影均反映线段实长，且分别垂直于 OY 轴、OZ 轴 3. $\gamma=90^\circ$，α、β 均为 0°
	小结：1. 直线在所垂直的投影面上的投影积聚成为一点 2. 直线的其他两个投影均垂直于相应的投影轴，且反映线段实长		

投影面垂直线具有如下投影特性：投影面垂直线在所垂直的投影面上的投影必积聚成为一个点，另外两个投影都反映线段实长，且垂直于相应的投影轴。以铅垂线 AB 为例，由于 $AB \perp H$ ，所以 $AB \parallel V$ ， $AB \parallel W$ 。因此 AB 有如下投影性质：铅垂线的水平投影积聚为一点，即 a 、 b 为一点。铅垂线的正面投影和侧面投影分别垂直于确定 H 面的两个投影轴；铅垂线的正面投影和侧面投影分别反映该线段的实长，即 $a'b'=AB$ 和 $a''b''=AB$ 。

3. 平面的投影

在三面投影体系中，平面对投影面的相对位置有三种：一般位置平面、投影面平行面和投影面垂直面。

(1) 一般位置平面。对三个投影面都倾斜的平面称为一般位置平面。如图 2-1-96 所示， $\triangle ABC$ 与 V 、 H 、 W 面都倾斜，所以在三个投影面上的投影 $\triangle a'b'c'$ 、 $\triangle abc$ 、 $\triangle a''b''c''$ 均为 $\triangle ABC$ 的类似形，且都不反映该平面图形的实形。三个投影面上的投影都不能直接反映平面对投影面的倾角。

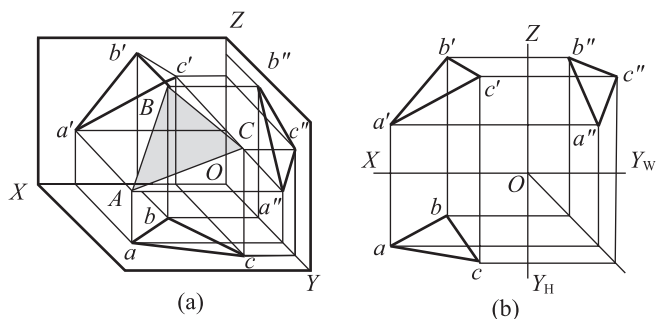


图 2-1-96 一般位置平面

(2) 投影面平行面。平行于一个投影面，垂直于另外两个投影面的平面称为投影面平行面。平行于水平面 H 面的平面称为水平面，平行于正面 V 面的平面称为正平面，平行于侧面 W 面的平面称为侧平面。投影面平行面的投影见表 2-1-7。从表中可以看出，投影面平行面具有以下投影特性：水平面的水平投影反映平面图形的实形。其余两个投影为水平线段或铅垂线段，具有积聚性。如水平面的正面轨线和侧面轨线均积聚为一条直线 P 和 P'' 。

表 2-1-7 投影面平行面的投影

名称	水平面	正平面	侧平面
轴测图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影反映平面的实形 2. 正面投影积聚成为一条直线且平行于 OX 轴 3. 侧面投影积聚成为一条直线且平行于 OY 轴	1. 正面投影反映平面的实形 2. 水平投影积聚成为一条直线且平行于 OX 轴 3. 侧面投影积聚成为一条直线且平行于 OZ 轴	1. 侧面投影反映平面的实形 2. 正面投影积聚成为一条直线且平行于 OZ 轴 3. 水平投影积聚成为一条直线且平行于 OY 轴
小结：1. 平面在所平行的投影面上的投影反映该平面图形的实形 2. 平面的其他两个投影均积聚为直线，且平行于相应的投影轴			

(3) 投影面垂直面。垂直于一个投影面且倾斜于另外两个投影面的平面称为投影面垂直面。垂直于水平面的平面 H 面称为铅垂面，垂直于正平面 V 面的平面称为正垂面，垂直于侧平面 W 面的平面称为侧垂面。投影面垂直面的投影见表 2-1-8。

表 2-1-8 投影面垂直面

平面名称	铅垂面	正垂面	侧垂面
轴测图			
投影图			
投影特性	1. 水平投影积聚成为一条直线且倾斜于投影轴 2. 水平投影与 OX、OY 轴的夹角反映 β 角和 γ 角 3. 正面投影和侧面投影均为平面图形的类似形 4. 水平迹线有积聚性，与水平积聚投影重合	1. 正面投影积聚成为一条直线且倾斜于投影轴 2. 正面投影与 OX、OZ 轴的夹角反映 α 角和 γ 角 3. 水平投影和侧面投影均为平面图形的类似形 4. 正面迹线有积聚性，与正面积聚投影重合	1. 侧面投影积聚成为一条直线且倾斜于投影轴 2. 侧面投影与 OY、OZ 轴的夹角反映 α 角和 β 角 3. 水平投影和正面投影均为平面图形的类似形 4. 侧面迹线有积聚性，与侧面积聚投影重合
	小结：1. 平面在所垂直的投影面上的投影积聚成倾斜于投影轴的直线，且反映该平面对其他两个投影面的倾角 2. 平面的其他两个投影均为缩小了的类似形		

从表中可以看出，投影面垂直面具有以下投影特性：在与平面垂直的投影面上，该平面的投影为一倾斜线段，有积聚性，且反映与另外两投影面的倾角，其余两个投影都是缩小的类似形。以铅垂面投影为例，因铅垂面 $P \perp H$ ，所有属于 P 的点向 H 面做投影，其投影必属于 P 平面，而这些投射线与 H 面的交点，即这些点的水平投影，一定属于 P 平面与 H 面的交线。投影的这种性质称为积聚性。铅垂面的水平投影与 X 轴的夹角，反映该平面与 V 面的角度 β ；铅垂面的水平投影与 Y 轴的夹角，反映该平面与 W 面的夹角 γ 。铅垂面的正面投影及侧面投影为该平面图形的类似形。

学习任务五 垫片的结构类型

一、垫片的种类

垫片的种类多种多样,按其构造的主题材料分为非金属垫片、半金属垫片和金属垫片三大类。

(1) 非金属垫片。非金属垫片质地柔软、耐腐蚀、价格便宜,但耐温和耐压性能差。多用于常温和中温的中、低压容器或管道的法兰密封。

非金属垫片包括橡胶板垫片、石棉垫片、石棉橡胶板垫片、柔性石墨垫片和聚四氟乙烯垫片等。

① 橡胶板垫片。制作橡胶板垫片的主要材料有天然橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶等,另外,氟橡胶等特种橡胶也开始应用。橡胶因具有组织致密,质地柔软,回弹性好,容易剪切成各种形状,且便宜、易购等特点而被广泛使用于容器和管道的密封中,但它不耐高压,容易在矿物油中溶解和膨胀,且不耐腐蚀,在高温下容易老化,失去回弹性。

② 石棉垫片。石棉材料有湿石棉和蓝石棉两种。湿石棉耐热、耐碱性能好,抗拉强度高,耐酸性能较差,大多数石棉橡胶板由它制造;蓝石棉不仅耐热性能好,而且耐酸性能也很好,故多用于制造耐酸石棉橡胶板。石棉板正常使用温度在 550°C 以下。直径较大的低压容器可以使用石棉带或石棉绳。在使用石棉绳时,通常浸渍水玻璃。酸、碱溶剂等介质也可使用此类垫片。

③ 石棉橡胶板垫片。石棉橡胶板是由石棉、橡胶和填料经压制而成的。一般石棉纤维占 $60\%\sim 85\%$ 。根据其配套工艺、性能及用途不同,主要有高压石棉橡胶板,中、低压石棉橡胶板和耐油石棉橡胶板。

石棉橡胶板有适宜的强度、弹性、柔软性等性能,用它制作垫片,既方便又便宜,因此在化工企业中得到推广和应用。

④ 柔性石墨垫片。柔性石墨是一种新颖的密封材料,因具有良好的回弹性、柔软性、耐温性,使其在化工企业中得到迅速的推广和应用。

⑤ 聚四氟乙烯(简称PTFE)垫片。聚四氟乙烯以其耐化学性、耐热性、耐寒性、耐油性优越于现在任何塑料而有“塑料之王”之称,它不易老化,不易燃烧,吸水性近乎为零。其组织致密,分子结构无极性,用作垫片,接触面可以做到平整光滑,对金属法兰不黏着。除受熔融碱金属以及含氟元素气体侵蚀外,它能耐多种酸、碱、盐、油脂类溶液介质的腐蚀。

聚四氟乙烯垫片包括纯聚四氟乙烯垫片、填充聚四氟乙烯垫片、膨胀聚四氟乙烯垫片等。

(2) 半金属垫片(又称金属复合垫片)。非金属材料虽具有柔软性好、压缩性好和螺栓载荷能力低等优点。但它的主要缺点是强度不高,回弹性差,不适合高压高温场合。所以结合金属材料强度高、回弹性好、经受得起高温的特点,形成两者组合结构

的垫片，即为半金属垫片。

半金属垫片主要有金属包覆垫片、金属缠绕垫片、金属波纹复合垫片、金属齿形复合垫片等。

① 金属包覆垫片（金属复合垫片）。该垫片以非金属为材芯，外包厚度为 0.25~0.5 mm 的金属薄板。按包覆状态可分为全包覆垫片、半包覆垫片、波形包覆垫片和双层包覆垫片等。

金属薄板根据材料的弹塑性、耐热性、耐蚀性选取，主要有铜、镀锌铁皮、不锈钢、钛、蒙乃尔合金等。使用较多的是铜、镀锌铁皮、不锈钢。

作为金属包垫的材芯，耐热性是主要考核指标。一般采用石棉板或低橡胶石棉板、耐高温性能好的碳纤维或瓷制纤维及柔性石墨板材。

金属包覆垫片的另一特点是能制成各种类型的垫片，可以满足各种热交换器管箱和非圆形压力容器密封的需要，而其他复合垫片却不能。

② 金属缠绕垫片。金属缠绕垫片是由薄金属波形带与石棉或柔性石墨等非金属带交替绕成螺旋状，将金属带的始末端点焊接制成。国外也称作螺旋垫片。

（3）金属垫片。在高温高压以及载荷循环频繁等苛刻操作条件下，各种金属材料仍是密封垫片的首选材料，常用的材料有铜、铝、低碳钢、不锈钢、铬镍合金钢、钛、蒙乃尔合金等。为了减少螺栓载荷和保证结构紧凑，除了金属平垫尽量采用窄宽度外，各种具有线接触特征的环垫结构是其优选的形式。

① 平形金属垫片。平形金属垫片分宽垫片和窄垫片两种。宽垫片因预紧力要求大，易引起螺栓法兰变形，压力超过 1.96 MPa 时在光滑面的法兰上很少使用。窄垫片容易预紧，可在压力为 6.27~9.8 MPa 的管道上使用。

② 波形金属垫片。波形金属垫片的金属板厚度一般为 0.25~0.8 mm。垫片厚度一般为波长的 40%~50%。适宜于光滑密封面，压力为 3.34 MPa 的管道上使用。

③ 齿形金属垫片。齿形金属垫片多用于 6.77~9.8 MPa 的管道上。齿顶距约为 1.5 mm，齿顶、齿根角均为 90°。其密封性能比平形密封垫好，压紧力也比平形垫小。

另外，从其结构形式上分，垫片还可分为 A、B、C、D 四种类型，其中 A 型不带内外加强环，用于榫槽密封面；B 型只带内环，用于凹凸密封面，把这两种类型垫片放在槽内或面内时，其厚度不应高出槽深。C 型和 D 型用于突面密封面，其厚度可以大些（4.5 mm），但加强环的厚度只取 3 mm，安装时不允许将法兰预紧到使环与法兰相碰，当非金属材料用聚四氟乙烯时，C 型垫片不能用于突面密封面上。

二、垫片的型号

缠绕垫片构成材料种类较多，为了标记中便于表示材料组合，可将外环材料、金属带材料、非金属材料 and 内环材料，分别用数字代号表示，并且按上述顺序组成四位数字，由此则可将缠绕垫片所用材料表达出来。例如 1220 表示的是：外环材料是低碳钢，金属带材料是 0Cr18Ni9，非金属材料是柔性石墨，而内



垫片的种类

环是没有的，是 C 型缠绕垫片。

1. 缠绕垫片材料代号（见表 2-1-9）

表 2-1-9 缠绕垫片材料代号

第1位		第2位		第3位		第4位	
外环材料		金属带材料		非金属材料		内环材料	
名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号
无外环	0	0Cr18Ni9	2	特制石棉板	1	无内环	0
低碳钢	1	0Cr17Ni12Mo2	3	柔性石墨带	2	低碳钢	1
0Cr18Ni9	2	00Cr17Ni14Mo2	4	聚四氟乙烯	3	0Cr18Ni9	2
				特制非石棉纸	4	0Cr17Ni12Mo2	3
						00Cr17Ni14Mo2	4

2. 缠绕垫片的最高工作温度（见表 2-1-10）

表 2-1-10 缠绕垫片的最高工作温度

金属带材料	非金属带材料	最高工作温度℃
名称	名称	
0Cr18Ni9	特制石棉纸或非石棉纸	500
0Cr17Ni12Mo2	柔性石墨带	650
00Cr17Ni14Mo2	聚四氟乙烯	200

3. 中国耐热钢牌号（GB/T 1221—2007）与各国耐热钢牌号对照（见表 2-1-11）

表 2-1-11 中国耐热钢牌号与各国耐热钢牌号对照

中国（GB/T 1221—2007）	美国AISI、ASTM	性能参数
0Cr18Ni9	304	有较好的抗晶间腐蚀性能，优良的耐腐蚀性能及冷加工冲压性能，是一种使用最广泛的不锈耐热钢，用于制作食品用设备、一般化工设备、原子能工业用设备、深冲成形的零件、输酸管道和容器、非磁性部件、低温下工作的部件等
00Cr17Ni14Mo2	316L	有良好的韧性、塑性及冷变形性能，强度不高且不能热处理强化，焊接工艺性良好，但切削性较差，主要特点是在氧化性介质和还原性介质以及海水中均有良好的耐腐蚀性，是不锈钢中抗蚀性能较好的品种，并且有优良的高温强度和高温抗氧化性，耐晶间腐蚀性能优于 0Cr17Ni12Mo2，用于耐酸腐蚀的化工、化纤工业用材

实践指导一 游标卡尺的使用方法

游标卡尺作为一种被广泛使用的高精度测量工具，它是由主尺和附在主尺上能滑动的游标两部分构成的，如图 2-1-97 所示。如果按游标的最小刻度值来分，游标卡尺又分 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm 三种。

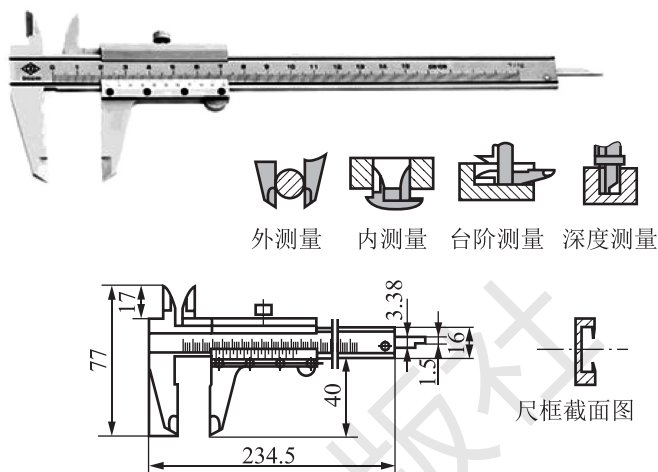


图 2-1-97 游标卡尺示意图

1. 游标卡尺的读数方法

以最小刻度值为 0.02 mm 的精密游标卡尺为例，读数方法，可分三步：

- (1) 根据副尺零线以左的主尺上的最近刻度读出整毫米数；
- (2) 根据副尺零线以右与主尺上的刻度对准的刻线数乘以 0.02 读出小数；
- (3) 将上面的整数和小数两部分加起来，即为总尺寸。

如图 2-1-98 所示，副尺 0 线所对主尺前面的刻度为 64 mm，副尺 0 线后的第 9 条线与主尺的一条刻线对齐。副尺 0 线后的第 9 条线表示：

$$0.02 \times 9 = 0.18 \text{ (mm)}$$

所以被测工件的尺寸为：

$$64 + 0.18 = 64.18 \text{ (mm)}$$

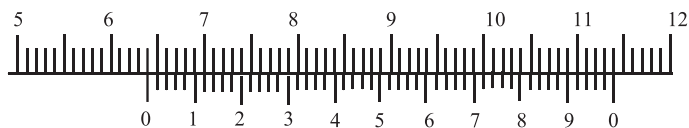


图 2-1-98 0.02 mm 游标卡尺的读数方法

2. 游标卡尺的使用方法

将量爪并拢，查看游标和主尺身的零刻度线是否对齐。如果对齐就可以进行测量；如没有对齐则要记取零误差：游标的零刻度线在尺身零刻度线右侧的叫正零误差，在尺身零刻度线左侧的叫负零误差（这种规定方法与数轴的规定一致，原点以右为正，

原点以左为负)。

测量时，右手拿住尺身，大拇指移动游标，左手拿待测外径（或内径）的物体，使待测物位于外测量爪之间，当与量爪紧紧相贴时，即可读数，如图 2-1-99 所示。

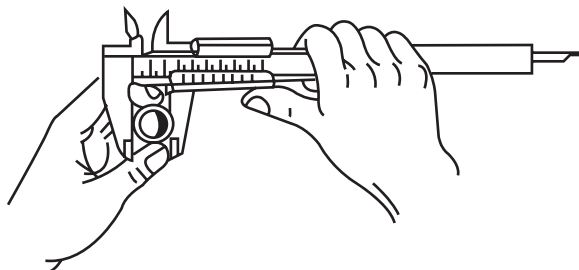


图 2-1-99 游标卡尺使用方法

3. 游标卡尺的应用

游标卡尺作为一种常用量具，可具体应用在以下四个方面：

- (1) 测量工件宽度；
- (2) 测量工件外径；
- (3) 测量工件内径；
- (4) 测量工件深度。

具体这四个方面的测量方法如图 2-1-100。

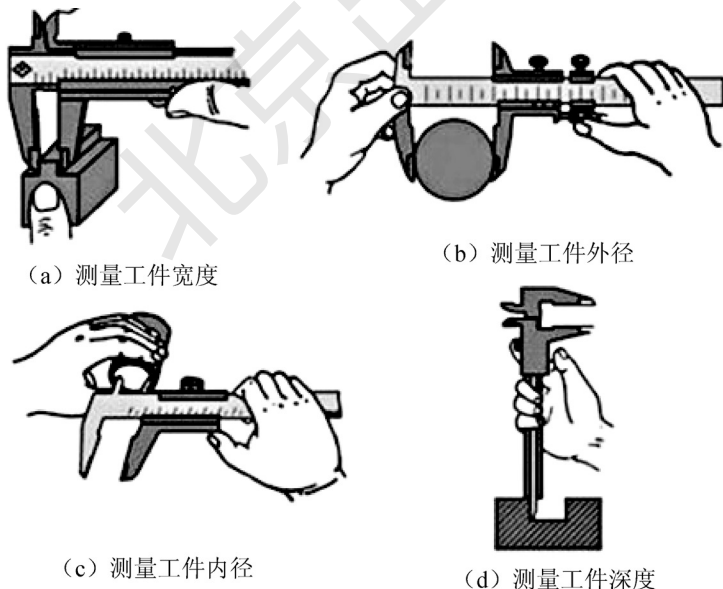


图 2-1-100 游标卡尺的测量方法

4. 使用注意事项

游标卡尺是比较精密的量具，使用时应注意如下事项：

- (1) 检查游标卡尺的定期检验日期。

(2) 使用前, 应先擦干净两卡脚测量面, 合拢两卡脚, 检查副尺 0 线与主尺 0 线是否对齐, 若未对齐, 应根据原始误差修正测量读数。

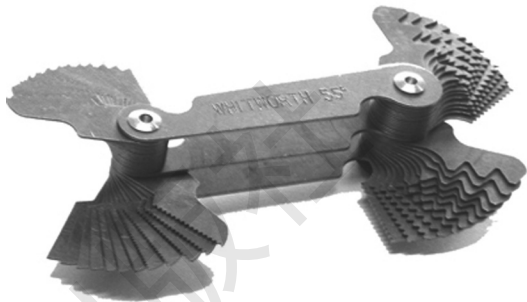
(3) 测量工件时, 卡脚测量面必须与工件的表面平行或垂直, 不得歪斜, 且用力不能过大, 以免卡脚变形或磨损, 影响测量精度。

(4) 读数时, 视线要垂直于尺面, 否则测量值不准确。

(5) 测量内径尺寸时, 应轻轻摆动, 以便找出最大值。

(6) 游标卡尺用完后, 仔细擦净, 抹上防护油, 平放在盒内, 以防生锈或弯曲。

实践指导二 螺距规的使用方法

产品名称: 组合螺距规	
产品编号: CSPG-001	
产品规格: 4-62/0.25-6mm	
产品类别: 螺距规	

1. 测量螺纹螺距

将螺纹样板组中齿形钢片作为样板, 卡在被测螺纹工件上, 如果不密合, 就另换一片, 直到密合为止, 这时该螺纹样板上标记的尺寸即为被测螺纹工件的螺距。但是, 须注意把螺纹样板卡在螺纹牙廓上时, 应尽可能利用螺纹工作部分长度, 使测量结果较为正确。

2. 测量牙形角

把螺距与被测螺纹工件相同的螺纹样板放在被测螺纹上面, 然后检查它们的接触情况。如果没有间隙透光, 说明被测螺纹的牙形角是正确的。如果有不均匀间隙透光, 那就说明被测螺纹的牙形角不准确。但是, 这种测量方法是很粗略的, 只能判断牙形角误差的大概情况, 不能确定牙形角误差的数值。

Order No.	Range	Leaves
CSPG-001	4 ~ 62&0.25 ~ 6mm	52
CSPG-002	4 ~ 62&8 ~ 28&0.25 ~ 6mm	58
CSPG-003	4 ~ 62&0.4 ~ 7.0mm	48
CSPG-004	10 ~ 26&0.4 ~ 2.0mm	20
CSPG-005	4 ~ 42&0.4 ~ 7.0mm	51 (52)
CSPG-006	4 ~ 56&0.5 ~ 6.0mm	28