

15

零件图

零件是组成机器的最小单元,也是机器的制造单元。制造机器时一般是先制成零件,再将零件装配成机器。零件的制造质量直接影响着机器功能的发挥和保证,在机器的设计、制造过程中必须把完整的有关零件形状、结构、尺寸和质量要求等方面的信息准确地传递。这种传递的媒介就是零件图。国家标准定义:“表示零件结构、大小及技术要求的图样称为零件图”。零件图是生产零件的依据。

本章学习零件图的内容、零件图的绘图方法和步骤、零件图视图的选择、零件图中尺寸和技术要求的标注以及如何阅读零件图等内容。

15.1 概述

15.1.1 零件图的内容

图 15-1 所示为一轴承底座,图 15-2 是它的零件图。从图 15-2 中可以看出,一张零件图包括 4 项内容:

(1) 一组视图——用以表示零件的结构形状。

(2) 若干尺寸——用以确定零件各部分的大小和相对位置,有的也可以说明形状(如 $\phi 12$ 表示直径为 12mm 的圆柱状孔)。

(3) 技术要求——用符号或文字说明零件制造时应达到的质量要求,常见的有尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差、热处理和表面处理等要求。

(4) 标题栏——用来填写零件名称、材料、数量、绘图比例、图号以及绘制者和审核者姓名等内容。

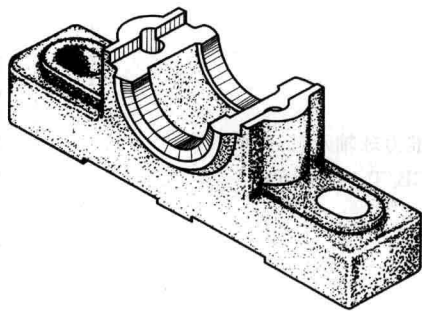


图 15-1 轴承底座

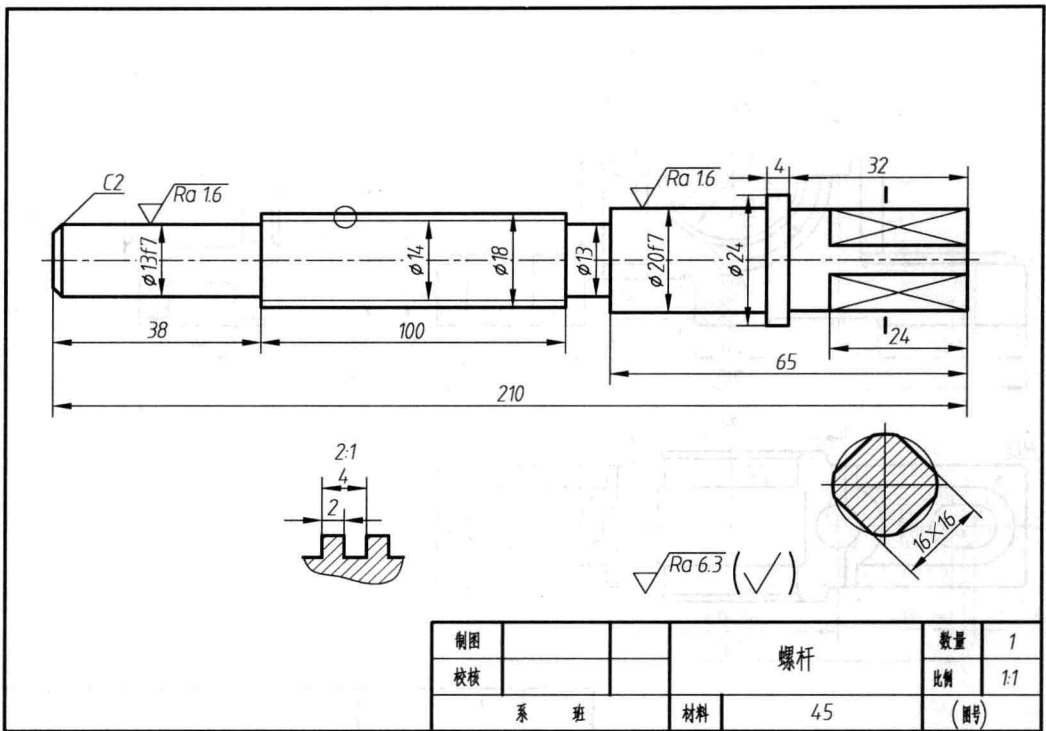


图 15-3 螺杆的零件图

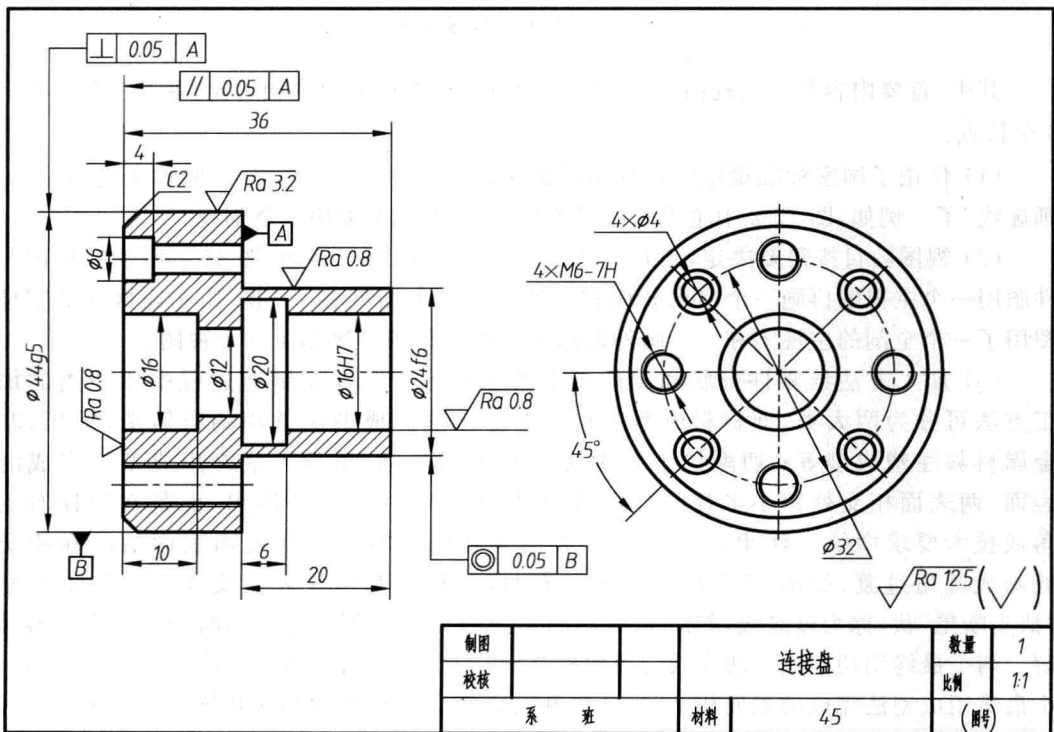


图 15-4 连接盘的零件图

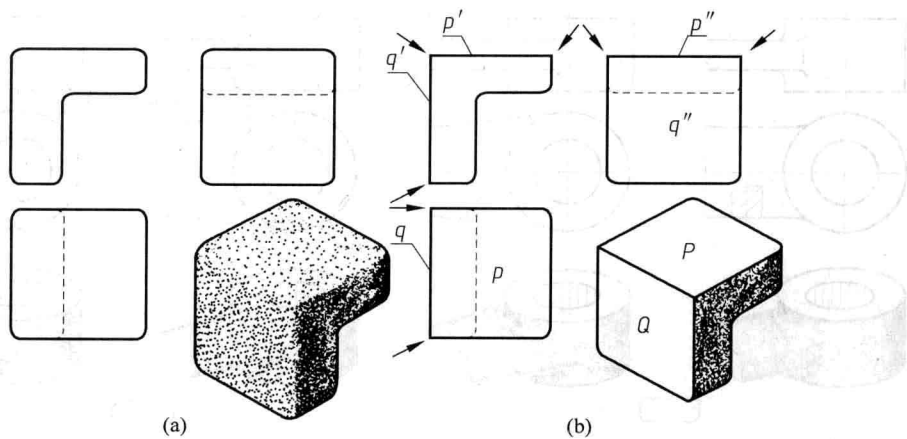


图 15-5 铸造圆角和加工尖角

(a) 铸造毛坯；(b) 切削加工后的零件(P 、 Q 两平面为加工面)

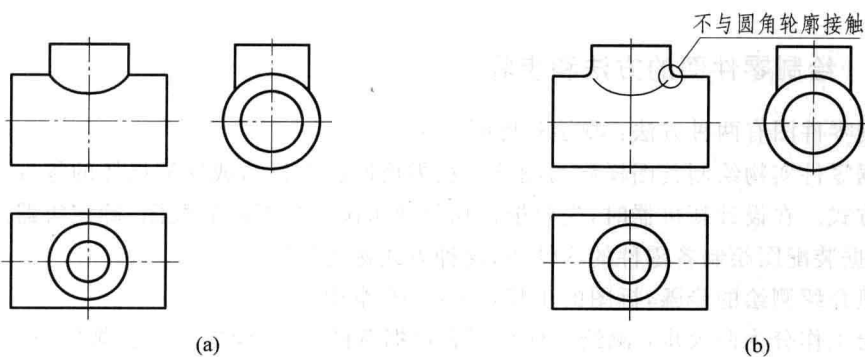


图 15-6 过渡线的画法(一)

(a) 无铸造圆角；(b) 有铸造圆角

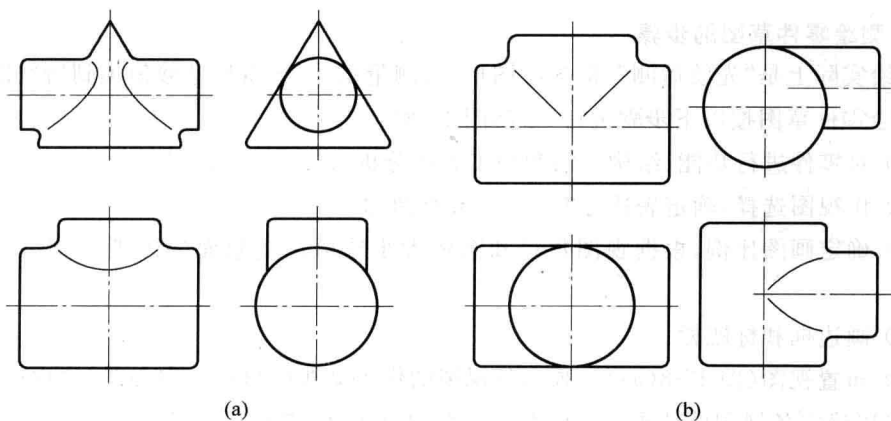


图 15-7 过渡线的画法(二)

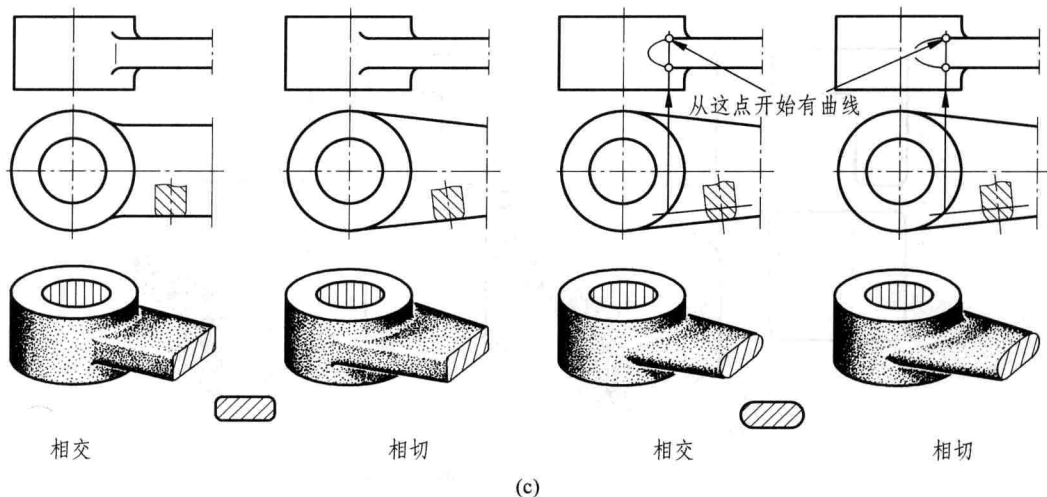


图 15-7(续)

15.1.2 绘制零件图的方法和步骤

绘制零件图有两种方法：测绘和拆图。

根据零件实物绘制其图样称为测绘。在需仿制已有机器或修配损坏的零件又无图时用测绘方式。在设计新机器时，先要根据功能要求画出机器的装配图，确定机器的主要结构，再根据装配图绘制各零件的零件图，这种方式称为拆图。

这里介绍测绘的步骤，拆图的步骤将在第16章中介绍。

测绘工作分为两大步：测绘零件草图和根据草图整理、绘制零件正规图（也称零件工作图）。草图是指以目测估计图形与实物的比例，徒手（或部分使用绘图仪器）绘制的图。正规图是指根据零件的真实尺寸，严格按照国家标准的相关规定，用计算机软件或尺规绘制的图。

1. 测绘零件草图的步骤

测绘实际上是“先绘后测”，即先绘图形，后测量尺寸，再将尺寸数值填到所绘图上。

测绘零件草图按以下步骤进行（参阅图15-8）：

- (1) 对零件进行功能、结构形状和加工方法分析(15.1.3节介绍)。
- (2) 作视图选择，确定表达方案(15.2节介绍)。
- (3) 确定画图比例，根据视图数目和图形大小选取适当幅面的图纸(画草图多用方格纸)。
- (4) 画边框和标题栏。
- (5) 布置视图(图15-8(a))。画出各视图的作图基线(对称线、中心线、底面的积聚性投影等)以确定各视图的位置。布图时要注意留有余地，以便标注尺寸。
- (6) 画底稿(图15-8(b)及(c))。从主视图开始作图，先画主体结构，后画细部结构

(如倒角、圆角、螺孔、沟槽等)。画图时注意各视图之间的投影关系,各视图上有投影联系的图线要同时画出以便提高效率。画底稿时应注意两点:其一,所画图形应当保持零件各部分之间以及长、宽、高 3 个方向之间的相对大小比例关系。其二,不要照画零件上的原有疵病(如因磨损产生的凹痕,铸造产生的气孔、砂眼和形状歪斜,零件上的缺损部分等),应将其改正,以完美形式画出。

(7) 描黑(图 15-8(d))。检查底稿,描黑,画剖面线。

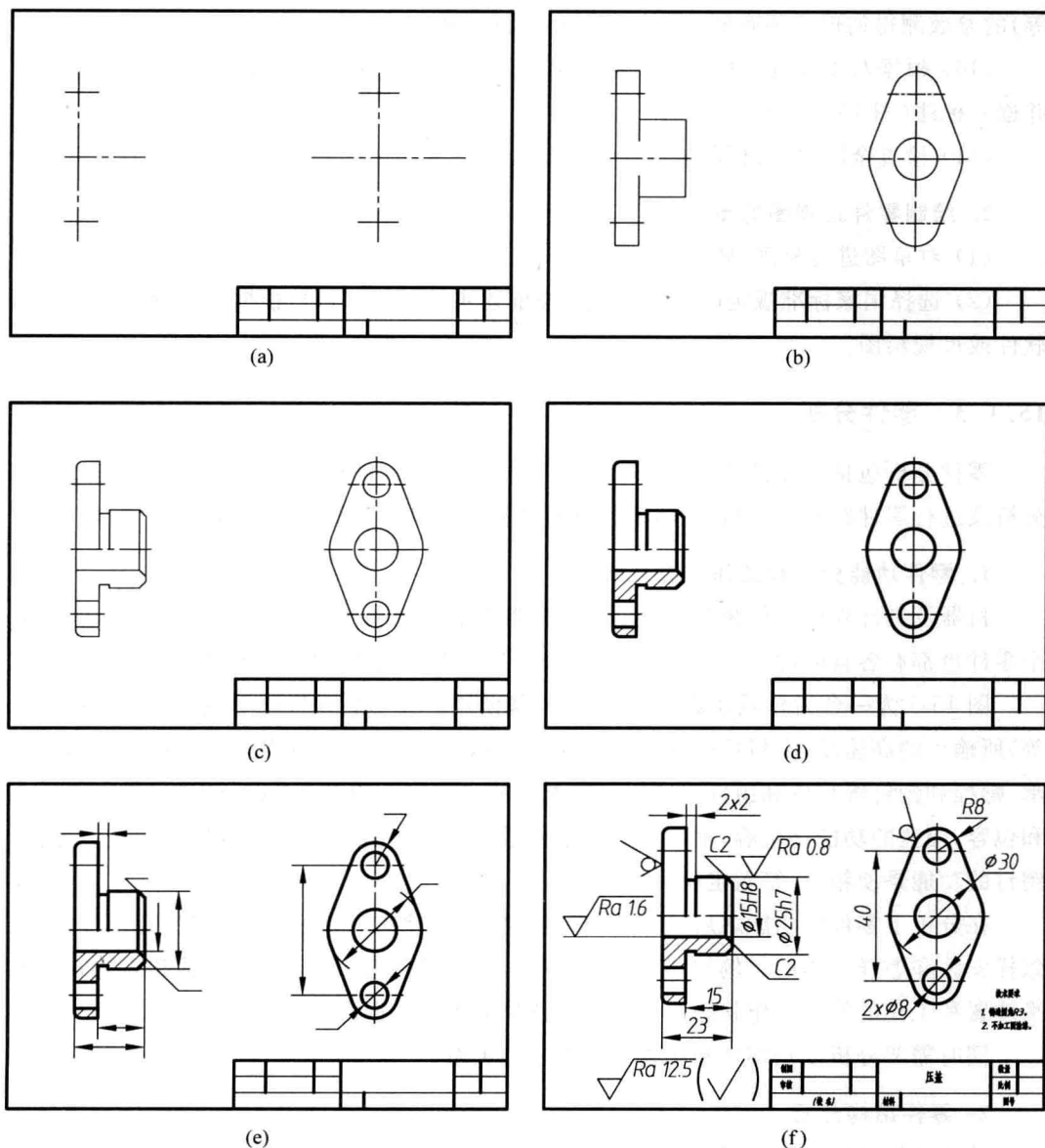


图 15-8 零件草图的绘制步骤

(8) 画出全部尺寸界线、尺寸线(图 15-8(e))。这是标注尺寸中重要的一步,要用形体分析法分析需要标注哪些尺寸,怎样布置尺寸,使标注的尺寸完全、正确、清晰、合理。

(9) 根据所画出的尺寸线,从零件逐一测量尺寸数值,填写到所画的尺寸线上。填画尺寸线及标注尺寸时应注意以下两点:其一,必须画出全部尺寸线之后再行测量,绝不要每画出一个尺寸线就填一个尺寸数值。其二,零件上标准结构要素(如螺纹、齿形、键槽等)的参数测得初值后要查阅手册将其圆整到标准值。

(10) 根据对零件进行功能分析定出尺寸公差、表面粗糙度、形位公差各项技术要求,并逐一标注(图 15-8(f))。

(11) 检查全图,填写标题栏(图 15-8(f))。

2. 绘制零件正规图的步骤

(1) 对草图进行整理、修改。

(2) 选择国家标准规定的比例、图幅,按前述步骤(4)~(11),根据尺寸数值用计算机软件或尺规绘图。

15.1.3 零件分析

零件分析包括对零件进行功能分析和工作状态分析、结构分析、加工方法和加工状态分析及进行零件归类。如前所述,零件分析是测绘零件草图的第一步骤。

1. 零件功能分析和工作状态分析

机器及其部件由零件装配而成。每台机器及各部件都有特定的功能和用途,其中各个零件也都有各自的功能,功能分析就是分析某零件完成什么任务,起什么作用。

图 15-9 为一台齿轮减速器,在工程中大量使用。其功能为将原动机(电动机、内燃机等)所输出的高速度、小扭矩转换为低速度、大扭矩。该减速器由齿轮、轴、箱体、箱盖、轴承、螺栓和销钉等零件和组件(如轴承)装配而成。齿轮的功能是传动,箱体的功能是支承和包容,箱盖的功能是包容,轴承的功能是支承,端盖的功能是密封,螺栓的功能是连接,销钉的功能是使箱体、箱盖定位……

在分析了零件的功能之后,还要分析零件的工作状态,也就是分析零件是怎样放置、怎样安装和怎样工作的。例如,箱盖是开口向下的,箱体是开口向上的,轴和齿轮轴是水平放置和工作的等。工作状态是进行视图选择的重要依据之一。

同时需要分析的是零件和相邻零件的连接关系。

2. 零件结构分析

结构分析指的是分析零件由哪些基本几何体和机械要素所组成,各自的相对位置和连接关系如何。

零件结构可分为主体结构、局部功能结构和局部工艺结构 3 个层次。

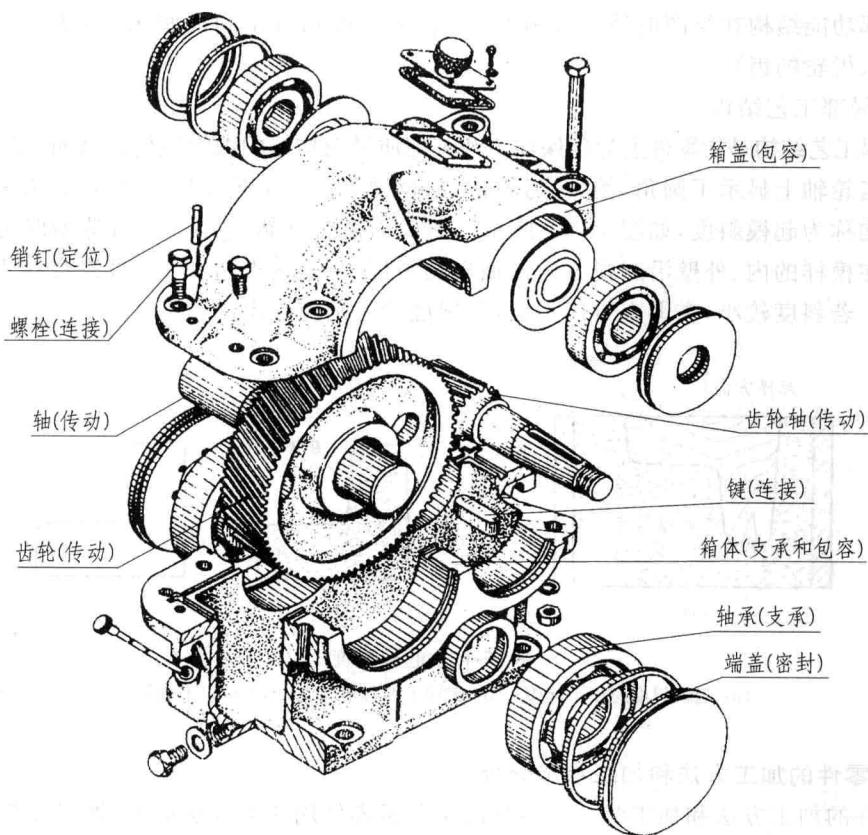


图 15-9 齿轮减速器

1) 主体结构

主体结构是指零件中那些相对较大的主要基本形体及其相对关系,它们是形成零件体的基础。在绘图和读图时,可以先把零件抽象成由主体结构形成的组合体的几何模型,使用组合体画图、读图和尺寸标注的方法进行分析和表达。

如图 15-10(a)所示的齿轮轴,其主体结构为图 15-10(b)所示的具有共同回转轴线的 7 段圆柱和 1 段圆锥台。

主体结构在绘图时多用基本视图如实表达。

2) 局部功能结构

局部功能结构是指为实现传动、连接等特定功能在主体结构上制出的局部结构。齿轮轴的齿用来传动,螺纹用来连接、固定,键槽用来装键以进行连接和传动。它们都是各圆柱、圆锥上制造出来的局部功能结构。

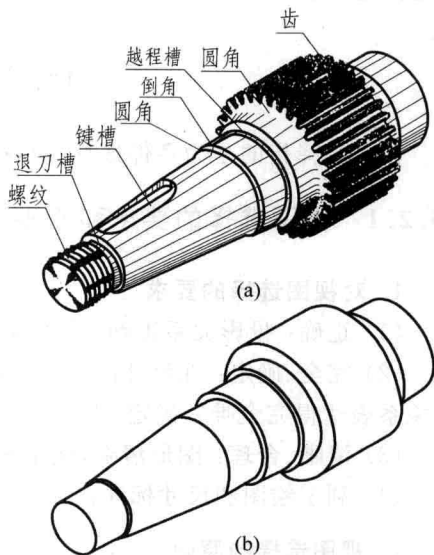


图 15-10 齿轮轴
 (a) 外形图; (b) 主体结构图

局部功能结构在绘图时或如实画出(如键槽),或用规定画法画出,再辅以规定标注(如螺纹、齿轮的齿)。

3) 局部工艺结构

局部工艺结构是指零件上为确保加工和装配质量而构造的微细结构。例如,图 15-10(a)所示的齿轮轴上显示了圆角、倒角、退刀槽、越程槽等局部工艺结构。此外,还有一种局部工艺结构称为起模斜度,如图 15-11 所示。起模斜度是在铸造零件进行造型时为了起模方便而在模样的内、外壁沿起模方向而做出的斜度,一般为 5° 左右,它最终会在零件上反映出来。若斜度较小,在图上可以不画,若斜度较大则应画出。

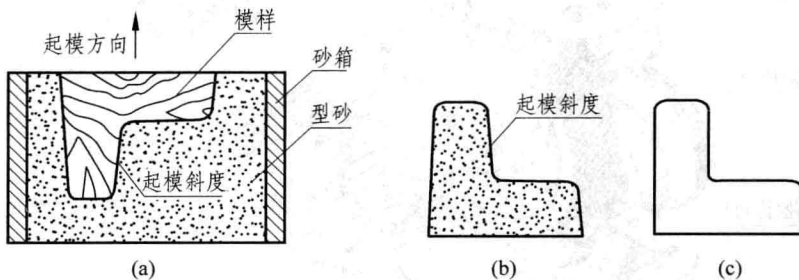


图 15-11 起模斜度

(a) 起模斜度应便于起模; (b) 铸件上的起模斜度; (c) 可以不画斜度

3. 零件的加工方法和加工状态分析

零件的加工方法和加工状态分析指的是分析零件用什么方法加工,加工步骤怎样,在每一加工步骤中零件是怎样装夹固定的,呈现何种状态。这种状态称为加工状态。加工状态是选择视图的主要依据之一。

15.2 视图选择

视图选择指的是为零件选择一组视图。

15.2.1 视图选择的要求和原则

1. 对视图选择的要求

- (1) 正确: 投影关系正确,图样画法和各种标注方法符合国家标准规定。
- (2) 完全、确定: 在尺寸的配合下,把零件整体和各部分的形体结构、形状、位置和相对关系表达得完全唯一确定,无不同理解。
- (3) 清晰、合理: 图形清晰,便于阅读者较迅速地读懂、理解和进行空间想象。
- (4) 利于绘图和尺寸标注: 便于画图,视图要为尺寸标注提供方便。

2. 视图选择的原则

- (1) 表示零件信息量最多的那个视图应作为主视图。
- (2) 在满足要求的前提下,使视图(包括剖视图和断面图)的数量最少,力求制图

简便。

- (3) 尽量避免使用虚线表达零件的结构。
- (4) 避免不必要的细节重复。

15.2.2 视图选择的步骤和方法

1. 进行零件分析

对于零件进行功能、结构和加工方法、加工状态及工作状态分析。

2. 选择主视图

主视图是表示零件信息量最多的视图,而且主视图一旦确定,零件在基本投影面体系中的安放状态就确定了,其他各基本视图也就被确定了,所以必须首先选择主视图。

(1) 选择适当的零件摆放方式和投射方向,使所得主视图满足以下要求:①反映零件的工作状态、加工状态或安装状态;②表示零件结构形状信息量最多,能最明显、充分地反映零件结构形状特征;③形态稳定、平衡;④使相应确定的其他视图和全组视图稳定、平衡,画图方便和宜于图纸及屏幕的利用(这一条初学者往往要到下一步骤中才能发现)。以上4条有时能兼顾,有时会发生矛盾。要分析、比较,取综合效果最佳的方案。其中,前两条直接关系到“信息表达”,更为重要。

(2) 确定主视图画法。根据零件的功能、结构形状特征和加工方法,选用各种图样的画法,进一步实现主视图“表示信息量最多”。套类和箱壳类零件功能上多用来包容其他零件,结构上多有空腔、内孔,腔、孔加工要求高(对其标注也较多),多需要用剖视画法表示其内形的全部或部分。轴等实心零件则多画外形,必要时仅取小范围局部剖即可。

3. 选择其他基本视图,表达主体结构

主视图确定后,进一步逐个检查、分析主体结构,有尚未完全、确定、清晰表达之处时,选用基本视图且使用合适的图样画法,配合主视图将零件的主体结构形状完全、确定、清晰地表达出来。此时,往往也同时附带表达出一些次要部分。

选择视图时,习惯上俯视图优先于仰视图,左视图优先于右视图。

有时,在这一步会发现因主视图选取不当而带来的全组视图不合理,这时应返回去重新选择主视图。

4. 添加辅助视图,或修改已选取的视图画法

主视图和其他基本视图确定后,再逐个检查、考虑余下的次要部分,增加一些辅助视图进行表达或对已有视图在画法上进行修改、调整,将零件各部分都完全、确定、清晰地表达出来。

5. 检查、比较、调整、修改

对形成的视图方案再进行全面检查、比较。首先检查零件各部分结构形状和相对位置及连接关系是否已完全确定;其次检查表达是否清晰、合理,主次关系是否处理得当,有无更好的方案。如有不妥,则进行调整、修改,最后完成视图选择,形成最终方案。

对于以上步骤和方法,有3点需要强调:

- (1) 时刻想着要使读图方便。
 - (2) 视图选择是灵活多样的,每一步都想一想:“是否还有其他表达方法?”尽可能多地考虑几种方案,进行对比、择优。调整、修改的工作往往贯穿在全过程之中。
 - (3) 要与尺寸标注相联系,又要有利于标注尺寸。
- 以上步骤方法的运用将结合叉架类零件详述。

15.2.3 各类零件的视图选择

将上述理论具体运用到各类零件的视图选择,已形成了有规律的结果,初学者可以在作视图选择时参考。

1. 轴、套类零件

以图 15-12 所示阶梯轴为例介绍轴类零件的视图选择,以图 15-14 所示轴套为例介绍套类零件的视图选择。

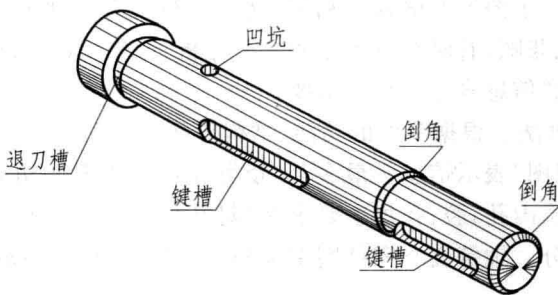


图 15-12 阶梯轴

1) 功能、结构和加工分析

轴的功用一般是承载,在它上面装上轮子(齿轮、皮带轮等)传递运动或动力。轴的主体结构是若干段相互连接的不同直径的圆柱体(有时有圆锥台)。较为常见的是各段圆柱(锥台)有共同的回转轴线。在轴上常见的局部功能结构有键槽、螺纹、销孔等;常见的局部工艺结构为倒角和退刀槽、越程槽。轴主要在车床上进行车削加工和在磨床上进行磨削加工,加工状态为轴线水平。轴在工作时可以呈现各种状态。

2) 视图选择

如图 15-13 所示,主视图取轴线水平放置状态,且直径大端一般在左(与进行车削和磨削加工时的状态一致),用非圆视图表示各段圆柱的直径和长度以及相互排列顺序。绝大部分轴基本上是实心零件,主视图以显示外部形状为主,必要时采取小的局部剖视显示孔、槽等细小的局部结构。对于这些细小局部结构,还常用断面图和局部放大图表示其形状和标注其尺寸。

图 15-14 所示轴套的视图选择如图 15-15 所示。除因零件空心而将主视图画成半剖视图外,其余视图特点与轴基本相同。

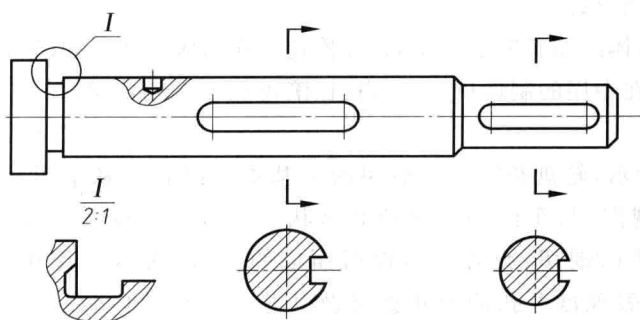


图 15-13 轴的视图选择

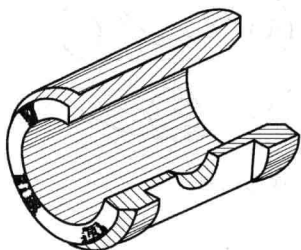


图 15-14 轴套

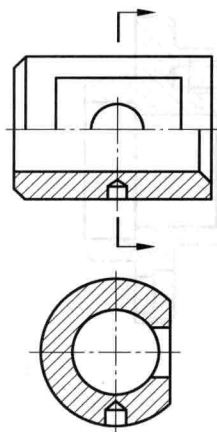


图 15-15 轴套的视图选择

2. 轮盘类零件

现以图 15-16 所示的端盖为例研究轮盘类零件的表达。

1) 功用及结构特点

轮盘类零件可细分为两类：轮类（齿轮、皮带轮、手轮等）和盘类（法兰盘、端盖等）。

它们有着共同的结构特点：①基本上是圆柱；②径向尺寸（直径）远远大于轴向尺寸（长度、高度或厚度）。

轮子是装在轴上起传动作用的。小轮一般是一个带轴孔的圆柱实体；较大的轮子则是将轮毂与轮缘之间的实体减薄，成为辐板（目的是减少材料消耗并减轻零件的质量）；再大的轮子则是将辐板改为均匀分布的辐条。

端盖和法兰盘的圆形盘面上有均匀分布的



图 15-16 端盖

孔,以便穿过螺栓或螺钉。

轮盘类零件主体的加工方法是车削,螺栓孔是在钻床上加工的(钻孔),齿轮的齿是在铣床上加工的,或在专用的制齿机床(插齿机、滚齿机等)上加工的。

2) 表达方案

如图 15-17 所示,轮盘类零件一般用两个基本视图表达基本形状。主视图取轴线水平状态的非圆视图,与车削加工时的装卡状态一致。主视图画成全剖视图(有时是用几个相交剖切平面剖切、旋转后再投射而成的,以便表示轴孔和均布孔的通、深情况)。侧视图用于表现盘上孔的分布情况及某些非圆形状(如此例中盘上的三角形凸台),也常用来标注轴孔内键槽的尺寸。某些局部结构可以用局部视图及局部放大图来表示。

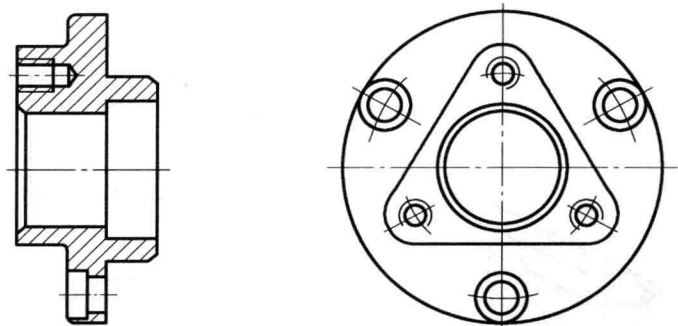


图 15-17 端盖的视图选择

3. 叉架类零件

叉架类零件中,用得较多的是支座。下面以图 15-18 所示轴承座为例说明视图选择的步骤和方法。

1) 零件分析

(1) 轴承座的功能为支承轴,其工作状态如图 15-18 所示。

(2) 轴承座的主体结构包括 4 个部分:
 ①圆筒,用来包容和支承轴(轴在轴孔中旋转),是轴承座的工作部分;
 ②支承板,用来支承圆筒和轴,连接圆筒和底板;
 ③肋板,加强支承,增加强度和刚度,连接圆筒和底板;
 ④底板,整个零件的基础,与机座连接,确定轴承座的位置。轴承座的局部功能结构有顶部的凸台及其上的螺孔、底板上的两个凸台及其上的光孔。螺孔的功能是装油杯以加油润滑,光孔的功能是穿螺栓以与机座固定。

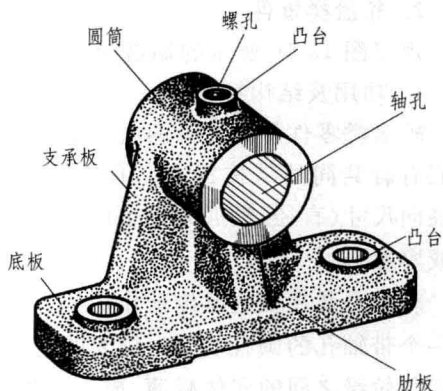


图 15-18 轴承座

(3) 轴承座先经铸造制成毛坯,再切削加工。轴孔及两端面、底板底面及各凸台顶面、螺孔、光孔均需切削加工。要求最高的表面为轴孔表面,在车床、铣床或镗床上加工。轴承座上主要的局部工艺结构是各处铸造圆角和底板底部的挖空。

2) 选择主视图

(1) 轴承座属叉架类零件,按工作状态选择主视图。图 15-19(a)和(b)都反映了轴承座的工作状态。虽然图 15-19(b)在取剖视(图 15-20)后对最主要形体——圆筒的结构形状表达得很清楚,但从总体分析看,还是图 15-19(a)对各主、次结构的形状、相对位置和连接关系表达得更清楚,给出的信息更多。同时,图 15-19(a)的形态更显平衡、稳定,所以确定图 15-19(a)为主视图。

(2) 从主体结构考虑,主视图画外形圆即可。

3) 选择其他视图,完成主体结构表达

逐个检查主体结构,分析、选用基本视图表达。

(1) 圆筒长度和轴孔通、深情况在主视图中未能表达,可用左视图或俯视图表达(均需取剖视)。用左视图不仅能反映其加工状态,而且还能清晰地表明主轴孔与螺纹孔的相对关系和连接情况,较俯视图更好。左视图可取全剖视,也可以取局部剖视(图 15-20)。

(2) 支承板厚度在主视图中未能表达,可用左视图或俯视图表达,用左视图更明显(图 15-20)。

(3) 主视图上只表达了梯形肋板的厚度,未表明形状,需要左视图表达(图 15-20)。至此,左视图的必需性显而易见。考虑到内外需兼顾,暂定画成局部剖视(图 15-20(b))。

(4) 底板的形状、宽度在主视图中均未表明。虽然左视图可以表明其宽度,但确定它的形状非俯、仰视图不可。优先考虑添加俯视图。

至此,形成了图 15-21 所示的初步方案。

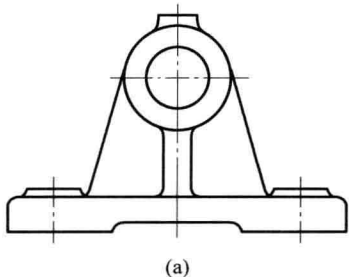


图 15-19 轴承座的主视图

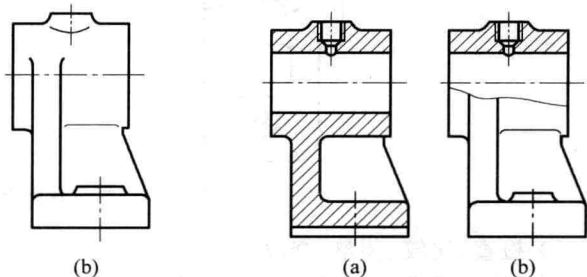


图 15-20 轴承座的剖视图
(a) 全剖视; (b) 面部剖视

若当初以图 15-19(b)为主视图,则将形成图 15-22 所示的视图方案。显然,这一方案在平衡、稳定及图纸利用等方面都不如前一方案好。

4) 选择辅助视图,表达其余局部结构

3 个凸台、2 个光孔和 1 个螺纹孔的形状、位置以及与主体结构的关系等,除光孔通、深不明外,都已附带表达清楚。光孔的通、深可在图 15-21 中的主视图中取局部剖视表示(虽然可以用尺寸标明,但图更直观),不必另加辅助视图。

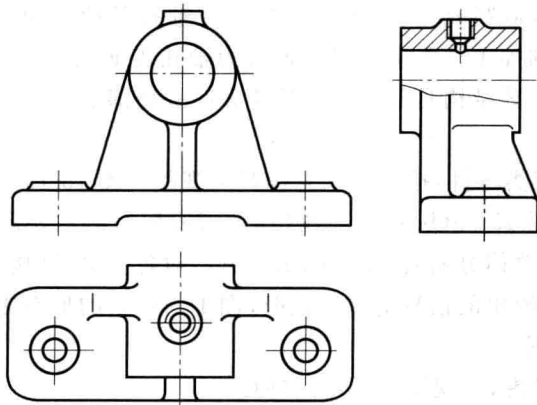


图 15-21 轴承座视图方案(一)

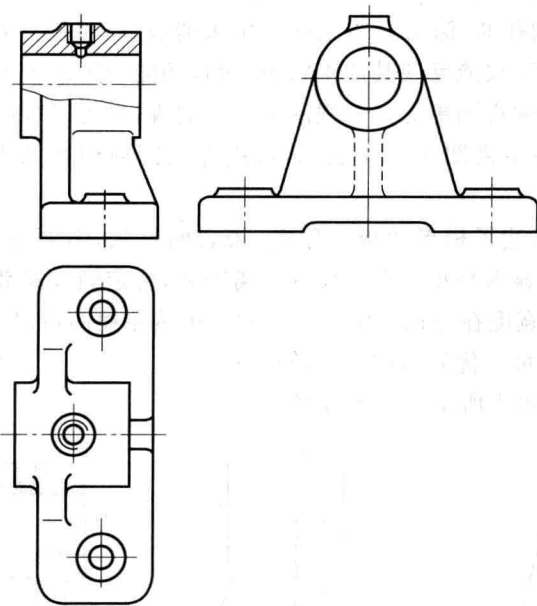


图 15-22 轴承座视图方案(二)

5) 检查、比较、调整、修改

(1) 检查后发现,支承板与肋板的垂直连接关系虽然可以从图 15-21 分析出来,但不明显、不清晰,于读图不利。改进的办法有两个:一个是加画断面图,如图 15-23 所示;另一个是将俯视图画成全剖视图,如图 15-24 所示。后者同时去掉了对圆筒的重复表达,简便了画图,使底板形状完整,还比前者少一个图,所以采用后者。

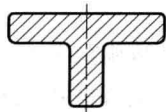


图 15-23 断面图

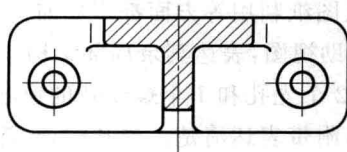


图 15-24 全剖图俯视图

(2) 左视图画成局部剖视图虽可“内外兼顾”，但下部凸台表达重复，而且增加了画图量，不如改为全剖视图更清晰、鲜明，画图量少，且对底面挖空处表达有利。

至此，形成图 15-25 所示的最终方案。经查，无投影和图样画法错误，视图选择全过程完毕。

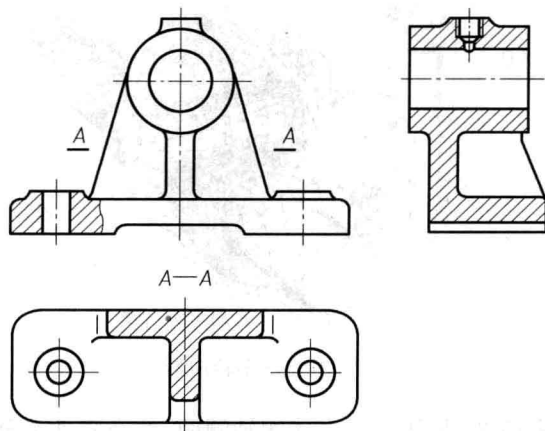


图 15-25 轴承座视图方案(三)

图 15-26 为另一方案，读者可与图 15-25 所示方案比较，指出其逊于图 15-25 之处。

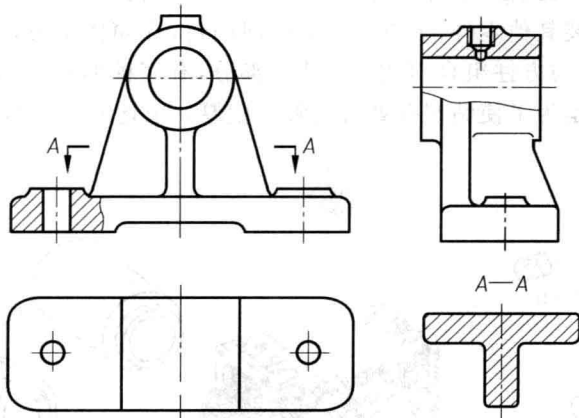


图 15-26 轴承座视图方案(四)

4. 箱壳类零件

以汽车转向器壳体为例进行说明。

1) 零件分析

(1) 功能分析。图 15-27 简单表示了汽车转向器的部件构成。在壳体的上部装有螺杆，螺杆与方向盘轴相连接。螺杆套有螺母，螺杆和螺母的螺旋槽中嵌有滚珠，以减少摩擦。壳体下部装有扇形齿轮轴，它与螺母下端的齿条相啮合。方向盘转动时，螺杆转动，螺母移动，带动扇形齿轮摆动，通过扇形齿轮轴再拉动其他零件，使汽车前轮摆动、转向。可以看出，壳体的功能是包容、安装螺杆、螺母、扇形齿轮轴等其他零件。其工作状态为：

装扇形齿轮轴的孔轴线水平,在下方;安装螺杆部分在上方;箱体正放。

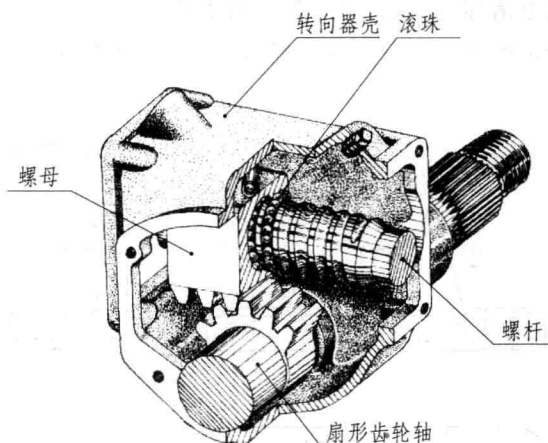


图 15-27 汽车转向器

(2) 结构分析。图 15-28 是转向器壳体的轴测图,整个零件可分解为 6 个部分: ①箱体,是中空的,用来包容螺母和扇形齿轮,它的上半部分是长方形柱体,下半部分是轮廓为直线和圆弧的柱体; ②圆柱筒,用来包容和支承扇形齿轴; ③带孔方板,位于箱体两侧,上有螺孔,用以安装盖板,螺杆轴穿过方板; ④面板,轮廓由圆弧及直线组成,凸出在箱体的左面,以便安装其他零件,上有螺孔; ⑤斜凸台,在箱体上方,上有螺孔用于加油,它的形状由半个圆柱与方柱组合而成; ⑥凸起部分,有两种形状,一种是圆柱体,另一种是球头圆柱体,主要是为了使钻螺孔处有足够的壁厚。上述 4 部分为局部功能结构。

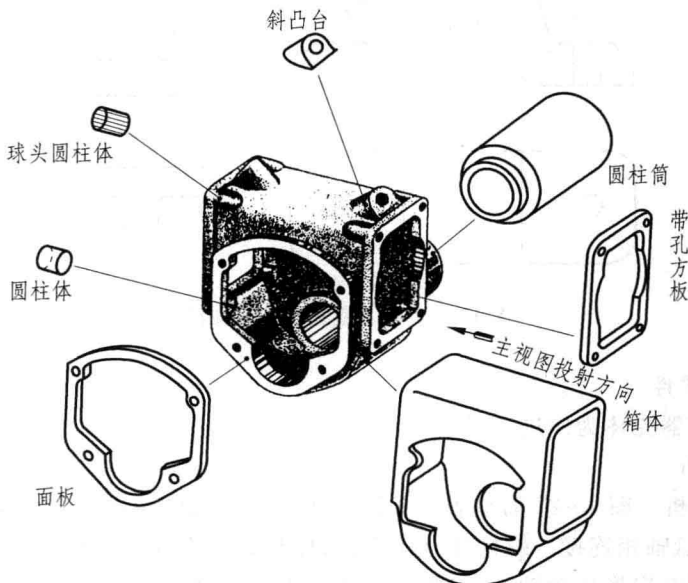


图 15-28 转向器壳体的结构分析

(3) 加工分析。先铸造形成毛坯,再切削加工。加工面多,加工状态多变。局部工艺结构主要是铸造圆角。

2) 选择主视图

(1) 壳体类零件按工作状态选择主视图。转向器壳体形成主视图时如图 15-28 摆放,与其工作状态一致。取图中箭头方向为主视图投射方向,这样表示主体结构形状特征的信息量多,能明显、充分地反映圆筒的形状特征、箱体的部分形状特征以及二者的连接关系,平衡、稳定性尚可。

(2) 壳体功能为以内腔包容其他零件,故主观图应以反映内腔形状为主,取全剖视画法(图 15-29)。

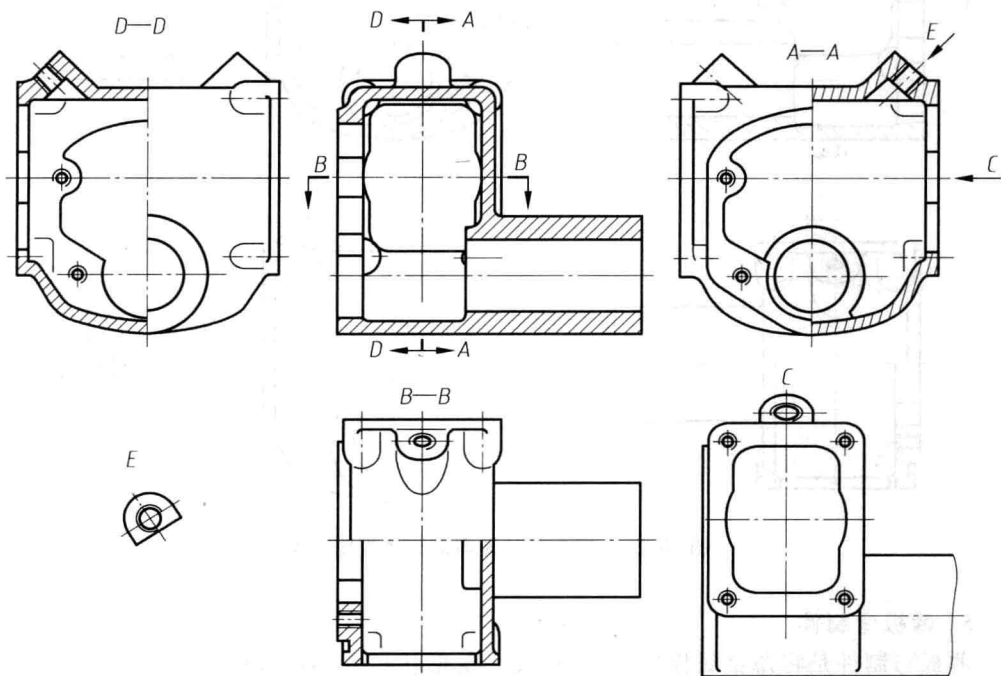


图 15-29 调整前的转向器壳体视图方案

3) 选择其他基本视图,完成主体结构表达。

主视图未能将箱体结构形状表达完全,为此需增加左视图及俯视图,且需取剖视。考虑到箱体的左、顶外表面上有面板、球头圆柱体和斜凸台等诸多局部功能结构,壳体又前后对称,取半剖视图即能内外兼顾,附带表达更多内容又不影响图形清晰,故选 A—A 半剖视图为左视图,B—B 半剖视图为俯视图(图 15-29)。

4) 选择辅助视图,表达其余局部结构

逐个检查各部分结构,发现带孔方板未表达,加 C 向视图表达。箱体右壁外表的球头圆柱体未表达清晰,取 D—D 半剖视图(实为右视图)表达。斜凸台端面实形未表达,用 E 向斜视图表达。

至此,形成图 15-29 的方案。

5) 检查、比较、调整、修改

经查,无不完全、不确定之处。C 向视图的目的是表达带孔方板形状,其结构完整,外

轮廓封闭,无需画其余部分,直接放在左视图旁边,使看图更方便。 $D-D$ 半剖视图所表达的内形,从左、俯、主三视图中很容易分析出来,不致引起误解,可以省去。于是,将 $D-D$ 半剖视图改为 D 向视图且仅画一半。

再考虑图纸或屏幕的利用,调整、修改为图 15-30 所示的视图方案。

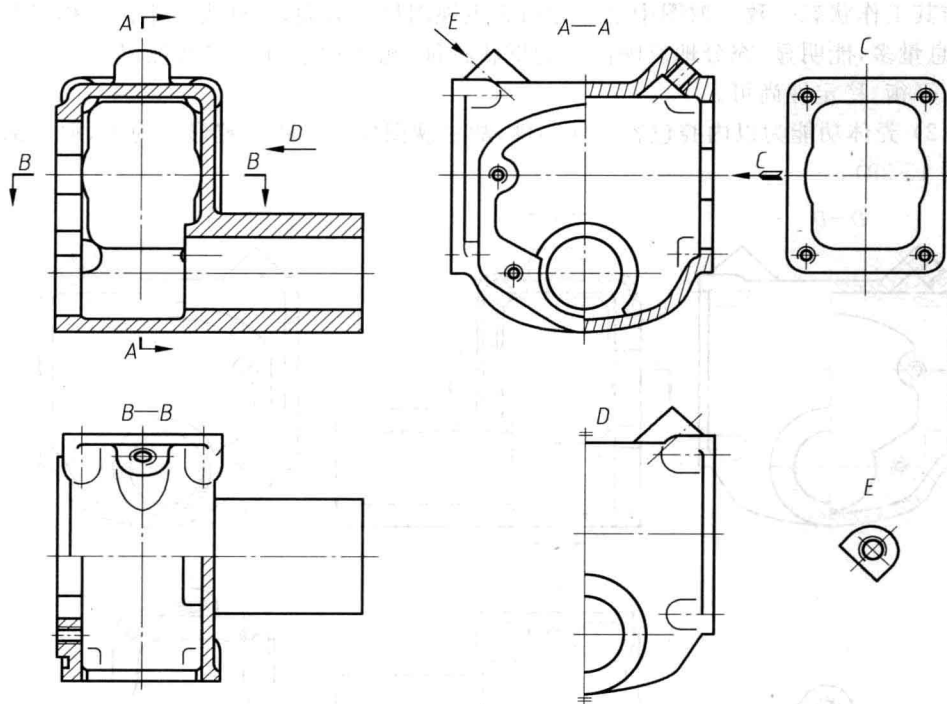


图 15-30 调整后的转向器壳体视图方案

5. 薄板弯制件

薄板弯制件是将薄金属板剪裁、下料成一定形状后弯制而成的。从结构、功能分析,多属于叉架、箱壳类零件,其视图选择方法与上面两类零件基本相同,不同之处在于需加画展开图,如图 15-31 所示。

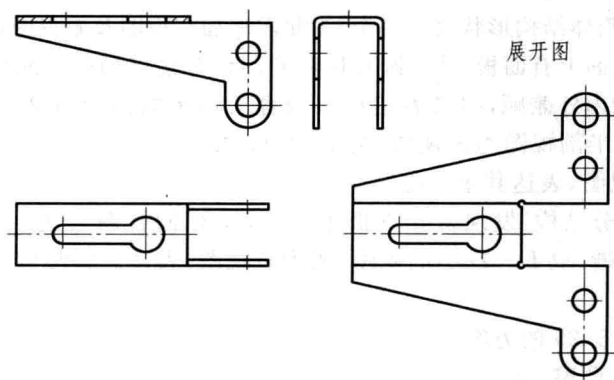


图 15-31 薄板弯制件的视图方案

6. 镶合件

镶合件是将预先制得的金属零件与塑料一起注塑成形得到的。镶合件可实现某些特殊功能,如既有导电部分又有绝缘部分,表面柔软有弹性,整体又有一定强度和刚度。镶合件既可以简化结构,省去装配过程,又可使零件触感良好,有较好的人-机工程性能。镶合件已较广泛地在各工程领域和日常生活中使用。

图 15-32 所示为一旋钮的图样,该旋钮即为镶合件。

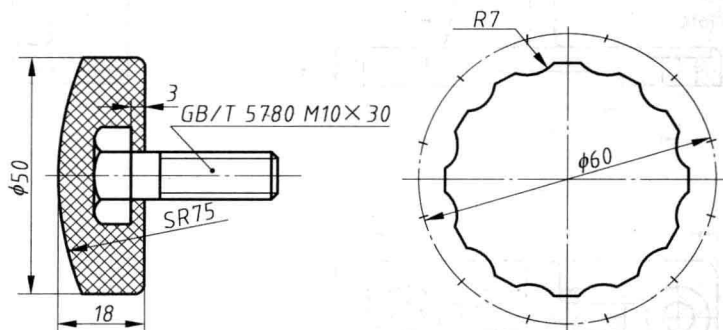


图 15-32 镶合件图例

镶合件一般应画两张图样:一张图是预制金属件的零件图,图中注有为制造该金属件所需的全部尺寸;另一张图是预制金属件与塑料部分镶合成形后的整体图,图中注出塑料部分的全部尺寸及金属件在注塑时的定位尺寸(如图 15-32 中的尺寸 3)。如果镶入的金属件是标准件,则可不单独画它的零件图。图 15-32 所示旋钮中镶入件螺栓即为标准件,此时只要注明其标准代号及规格即可。

15.3 尺寸标注

在第 13 章中,我们已经学习了有关尺寸标注的基本知识,在这里介绍零件图中零件尺寸标注的合理性。这里的合理,指的是所标的尺寸在加工零件时便于度量,便于控制和检测其精度,根据所标注的尺寸加工成的零件能保证实现其功能。

必须明确,当在零件图中标注尺寸时,是在标注需要加工制造成形、需要发挥自身功能的立体零件的尺寸,而不仅仅是在标注平面上的图线的尺寸。

15.3.1 合理标注尺寸的基本原则

1. 合理选择尺寸基准

尺寸基准是尺寸的起点。能够合理地选择基准,才能合理地标注尺寸。

基准分为设计基准和工艺基准。

1) 设计基准

设计基准是零件上主要定形、定位尺寸和重要性能尺寸的起点。在零件的长度、高度、宽度 3 个方向上必须各有一个设计基准。

设计基准是主要基准。可以作为设计基准的是零件上主形体的回转轴线、对称中心平面、主要定位面(与其他零件的结合面、底面、端面)等。在图 15-33 中,A,B,C 分别为轴承座 3 个方向的设计基准。

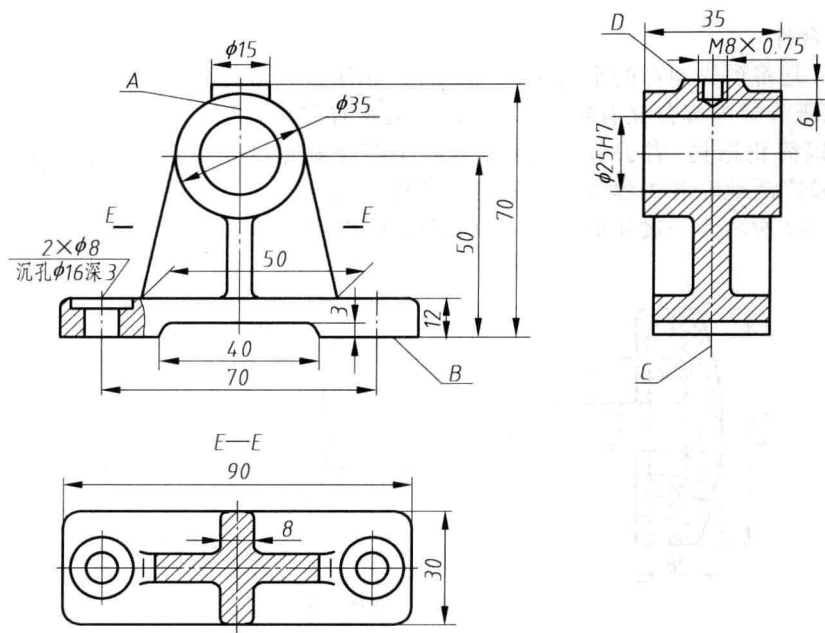


图 15-33 轴承座的尺寸标注

2) 工艺基准

工艺基准是为加工和测量零件所设的辅助基准。零件上有些结构的尺寸若以设计基准为起点标注,将不便于控制加工和测量,这时需增加一些辅助基准,以作为标注这些尺寸的起点。在图 15-33 中,螺纹孔 $M8 \times 0.75$ 的深度,以 B 面为基准标注十分不便,若改以 D 面为基准标注其深度尺寸(6mm),则便于控制加工和测量。 D 面就是工艺基准。

在设计基准与工艺基准之间必要时应直接有尺寸联系,如图 15-33 中的尺寸 70。

2. 重要尺寸必须直接注出

保证零件工作性能或保证零件与其他零件正确装配关系的尺寸为零件的重要尺寸。零件的重要尺寸必须直接标出,不应由其他尺寸推算得出。

1) 直接注出重要的定形尺寸

如图 15-34(a) 所示,摆杆插入支架两耳之间,在其间摆动,于是需要控制两耳间的距离 $16H7$,如图 15-34(b) 所示。图 15-34(c),(d) 的注法是不合理的。

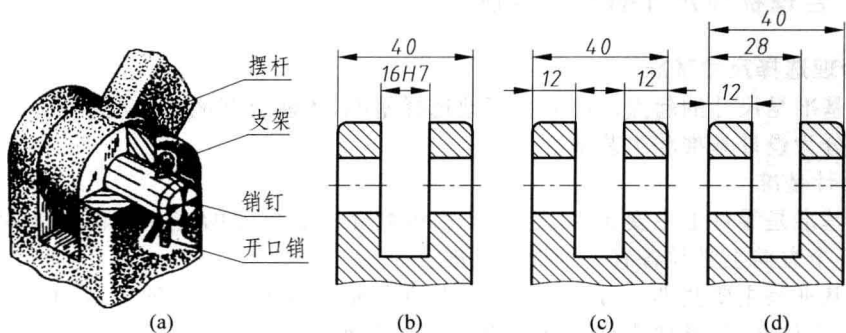


图 15-34 直接注出重要的定形尺寸

2) 直接注出重要的定位尺寸

图 15-33 中轴承架的轴孔中心高度 50, 底板上两个孔心距 70, 都是重要的定位尺寸, 该直接注出, 图 15-35 的注法是不合理的。

3. 一般尺寸的标注应尽量符合制造加工工艺, 便于加工和测量

1) 数个平行的非加工面中只能有一个与加工面有尺寸联系

如图 15-36(a) 所示, 铸件上几个平行的非加工面 B, C, D 中只有 B 面与加工面 A 有尺寸联系(尺寸 10), 这种注法合理。若如图 15-36(b) 所示, B, C, D 3 个非加工面均与加工面 A 有尺寸联系, 则在加工 A 面时很难(甚至不可能)同时保证它们的联系尺寸 10, 35 和 45 的精确。

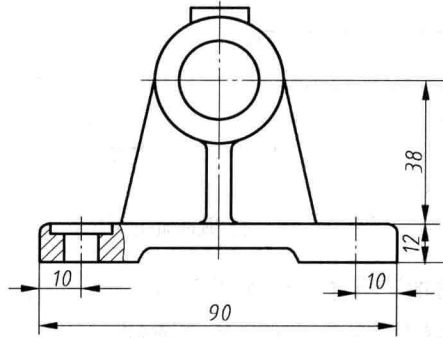


图 15-35 不合理的标注

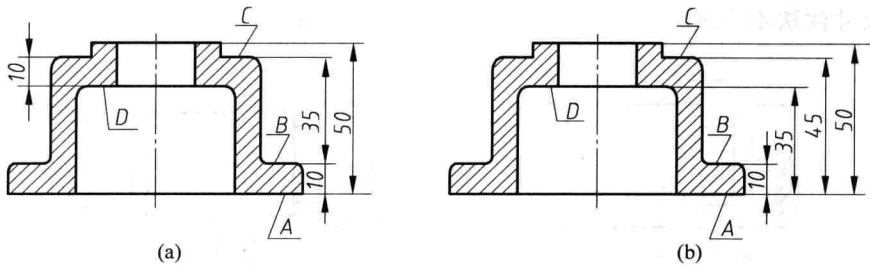


图 15-36 毛坯面的尺寸标注

(a) 合理; (b) 不合理

2) 标注的尺寸应尽量符合加工顺序

例如, 图 15-37 为一销轴, 是在车床上用棒料加工制成的, 其尺寸标注即符合图 15-38 所示的加工顺序:

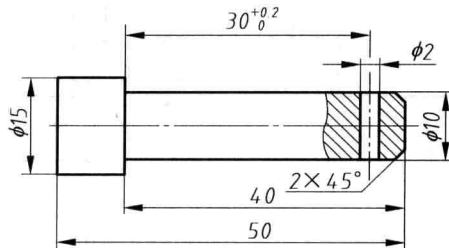


图 15-37 销轴的尺寸标注

- (1) 在约 55 的长度内,车外圆得 $\phi 15$ (图 15-38(a));
- (2) 车外圆得 $\phi 10$ 、长 40,车倒角 $2 \times 45^\circ$ (图 15-38(b));
- (3) 在长度 50 处切断(图 15-38(c));
- (4) 钳工划线定出尺寸 $30^{+0.2}$,钻孔 $\phi 2$ (图 15-38(d))。

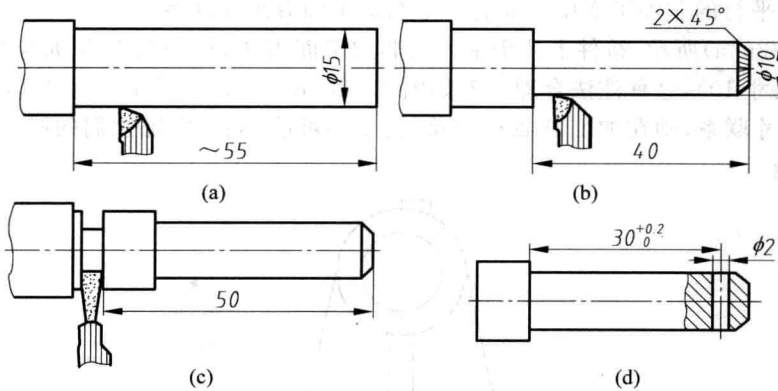


图 15-38 销轴的加工顺序

又例如,轴上退刀槽的加工顺序一般如图 15-39 所示:先确定退刀槽的位置 35,再用宽度等于槽宽的车刀切出退刀槽,得到 $\phi 15$ 的外圆(图 15-39(a));再车出轴端 $\phi 20$ 外圆(图 15-39(b))。图 15-40(a)所示的尺寸注法符合上述加工顺序,为合理注法;图 15-40(b)所示的尺寸注法不合理。

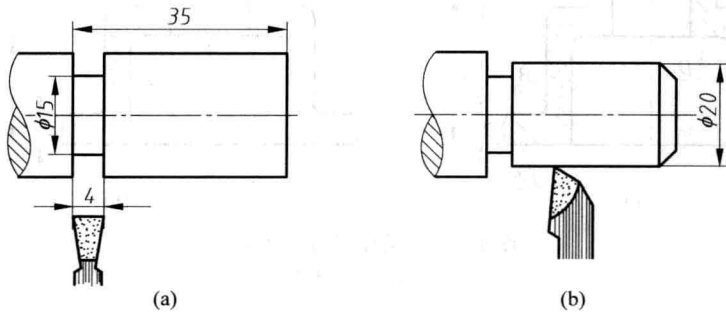


图 15-39 退刀槽的加工

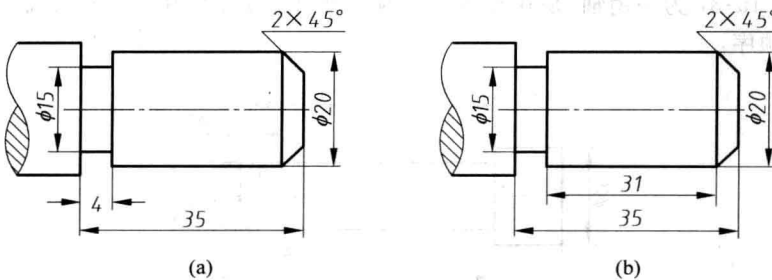


图 15-40 退刀槽的尺寸注法

(a) 合理; (b) 不合理

4. 标注尺寸时要考虑便于检验和测量

例如,在图 15-41 中,图 15-41(a)的尺寸注法合理, A 和 C 两个尺寸都便于测量;图 15-41(b)的尺寸注法不合理,因为尺寸 B 不便于检测。在图 15-42 中,按图 15-42(a)方式标注的尺寸便于检测,为合理注法;按图 15-42(b)方式标注的尺寸不便于检测,为不合理注法。

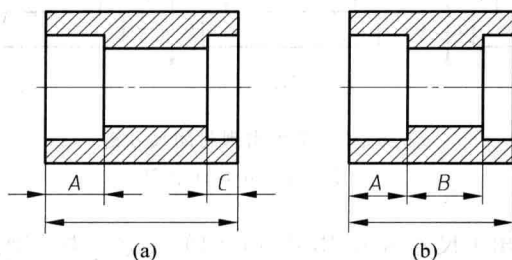


图 15-41 合理和不合理尺寸标注示例(一)

(a) 合理; (b) 不合理

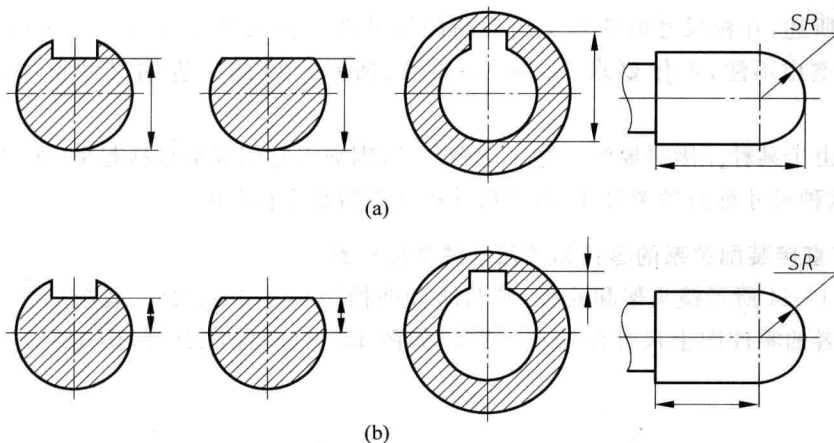


图 15-42 合理和不合理尺寸标注示例(二)

(a) 合理; (b) 不合理

5. 避免出现封闭的尺寸链

在图 15-43 所示零件图中,高度方向有 A 、 B 和 C 3 个尺寸,只要知道其中两个,第三个即可确定。在机构制造中这样的 3 个尺寸构成封闭尺寸链,其中的每一个尺寸称为尺寸链中的一环。

实际加工时,因为种种因素,例如机床和测量工具的精度、技术的熟练程度等的影响,不可能(也不必要)将尺寸做得绝对精确。为此,需要对各个尺寸规定误差范围,以便保证零件的精度。误差范围越小,精度越高,但造价也越高。

图 15-43(a)中把 3 个尺寸全行注出,形成了封闭尺寸链。3 个尺寸全行注出即表示对 3 个尺寸都有要求,都要控制其误差范围。设 A 为重要尺寸,其误差范围为 ± 0.05 。

因为 $A=B+C$, 所以 B 和 C 的误差范围就必须定得更小, 例如 B 为 ± 0.02 , C 为 ± 0.03 , 才能保证 A 的要求。结果它们比重要尺寸 A 的要求还高, 这显然是不合理的。

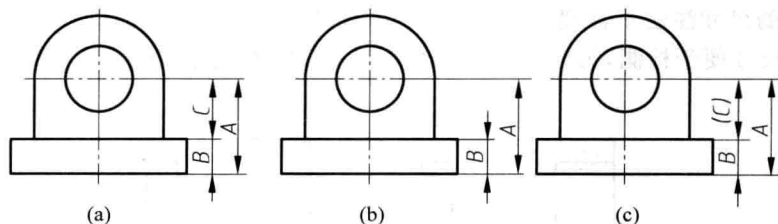


图 15-43 避免出现封闭尺寸链

(a) 不合理; (b), (c) 合理

图 15-43(b) 中只标出了尺寸 A 和 B , 并将它们的误差范围分别定为 ± 0.05 和 ± 0.08 。由于尺寸 C 对零件工作性能无影响, 所以加工时不必严格控制, 图纸中也不必标注出。最后的结果是尺寸 C 的误差范围将为 ± 0.13 , 这样的标注方法既保证了重要尺寸的精度要求, 又降低了次要尺寸的精度要求, 显然是合理的。

据上所述, 在标尺寸时应避免出现封闭尺寸链。做法是在尺寸链中挑选一个最次要的尺寸空出不注, 不作要求 (如图 15-43(b) 所示), 以此来容纳尺寸链中环的积累误差。

如果由于某种原因需要注出这一空档尺寸, 则需将它用圆括号括起来 (如图 15-43(c) 所示)。这种尺寸称为参考尺寸, 参考尺寸在加工后是不检验的。

6. 有直接装配关系的零件相关尺寸注法应一致

如图 15-44 所示镜头架和底板, 其凸块和凹槽用尺寸 40 配合。装配后要求 A 面对齐。在二者的零件图上尺寸注法应一致。如图 15-44(a) 注法合理, 图 15-44(b) 注法不合理。

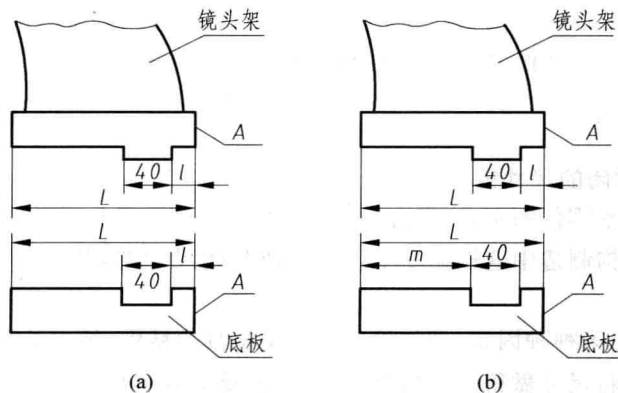


图 15-44 镜头架与底板

(a) 合理; (b) 不合理

图 15-45 所示泵盖和泵体的孔的定位尺寸注法完全一致,容易保证装配精度,是合理标注。

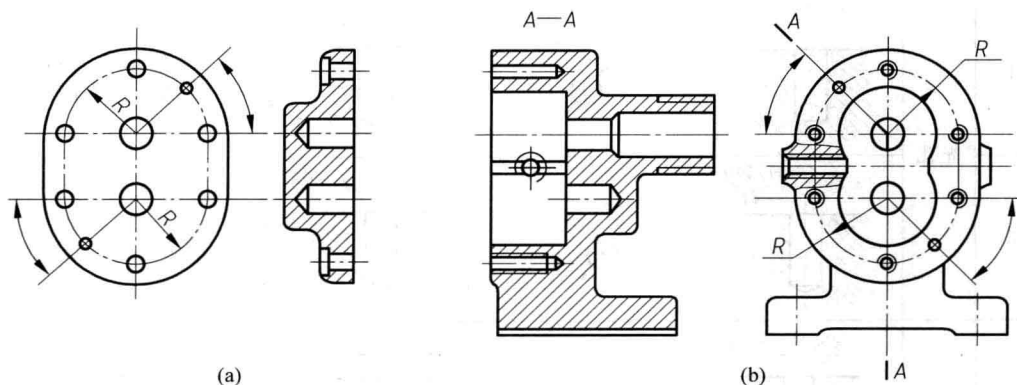


图 15-45 泵盖与泵体的尺寸标注

(a) 泵盖; (b) 泵体

15.3.2 尽量使用国家标准规定的简化注法和习惯注法

为了简化绘图工作,提高效率,使图面清晰,国家标准《技术制图简化表示法》(GB/T 16675.2—1996)规定了若干简化注法,读者可以查阅,并在绘制零件图、标注尺寸时尽量模仿采用。有些局部功能结构和局部工艺结构常常使用,多年来在业内已形成习惯注法,亦应采用,择其常用者列于表 15-1 和表 15-2 中。

表 15-1 倒角和沟槽的标注

结构名称	尺寸标注方法	说明
倒角		<p>一般 45°倒角按“宽度×角度”注出,如 2×45°。30°或 60°倒角应分别注出宽度和角度</p> <p>45°倒角可简化为“C 宽度”标注,如 C2 即表示 2×45°</p>
退刀槽		<p>一般按“槽宽×深”或“槽宽×直径”注出</p>

表 15-2 常用孔的尺寸注法

序号	类型	旁注法		普通注法	说明
1	光孔				4个直径为4、深为14、均匀分布的孔
2					4个直径为4的孔,公差为H7的孔深为10,孔全深为12,均匀分布
3	螺孔				3个螺纹通孔,大径为M6,螺纹公差等级为7H,均匀分布
4	螺孔				3个螺纹孔,大径为M6,螺纹公差等级为7H,螺孔深为10,均匀分布(光孔按常规深度为大径的一半)
5					3个螺纹孔,大径为M6,螺纹公差等级为7H,螺孔深为10,光孔深为12,均匀分布
6	沉孔				锥形沉孔的直径φ13及锥角90°,均需标注
7					柱形沉孔的直径φ12及深度4.5,均需标注
8					铤平φ20的深度不需标注,一般铤平到形成完整圆光面为止

15.4 技术要求

技术要求是用来控制零件制造质量的,标注技术要求应该使用规定符号或文字。常见的零件技术要求有表面结构、尺寸公差、几何公差、热处理及表面处理等。

15.4.1 表面结构(GB/T 16747—2009, GB/T 1031—2009)

1. 表面结构的概念

表面结构是评定零件加工表面质量的重要指标之一。根据国家标准,表面结构的参数由轮廓法确定,表面轮廓是由一个指定平面和实际表面相交所得的轮廓。按照测量和计算方法的不同,可将表面轮廓分为粗糙度轮廓(R轮廓)、波纹度轮廓(W轮廓)和形状轮廓(P轮廓),如图15-46所示。

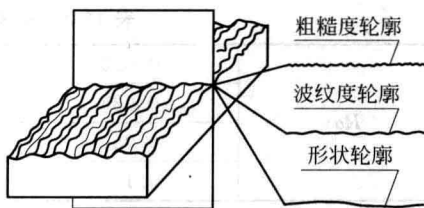


图 15-46 表面轮廓

其中,粗糙度轮廓描述的是一种微观的表面不平度;波纹度轮廓描述的是由一种间距比粗糙度大得多的、随机的或接近周期形式的成分构成的表面不平度;形状轮廓描述的则是一表面的宏观轮廓。对于粗糙度轮廓、波纹度轮廓和形状轮廓,都可以在其定义基础上进行测量计算从而得到描述表面结构的参数,分别称为粗糙度参数(R参数)、波纹度参数(W参数)和形状轮廓参数(P参数)。

2. 表面结构的参数及数值

R参数、W参数和P参数都是评定表面结构的参数,其中,R参数(表面粗糙度参数)是最常用的评定参数,它的数值大小对零件的耐磨性、耐腐蚀性、抗疲劳强度、零件之间的配合关系和外观质量都有直接的影响。常用的R参数有两个,分别是轮廓的算术平均偏差 R_a 和轮廓的最大高度 R_z 。

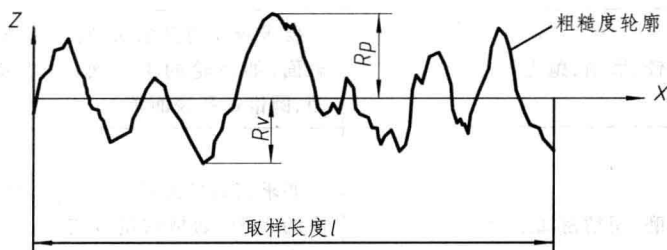


图 15-47 表面粗糙度评定参数

图15-47所示为在一个取样长度内的粗糙度轮廓线。在一个取样长度 l 内,粗糙度轮廓线纵坐标值 $Z(x)$ 的绝对值的算术平均值为 R_a ,用公式表示为

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

或者近似表示为

$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n |Z_i|$$

在一个取样长度内,粗糙度轮廓线最大峰高和轮廓线最大谷深之和为 Rz ,用公式表示为

$$Rz = Rp + Rv$$

其中, Rp 为在一个取样长度内的最大轮廓峰高; Rv 为在一个取样长度内的最大轮廓谷深。

Ra 参数的数值一般在表 15-3 中选取, Rz 参数的数值一般在表 15-4 中选取。不同加工方法获得的 Ra 数值见表 15-5。

表 15-3 轮廓的算术平均偏差 Ra 的数值

表 15-3 轮廓的算术平均偏差 Ra 的数值 μm				
Ra	0.012	0.2	3.2	50
	0.025	0.4	6.3	100
	0.05	0.8	12.5	
	0.1	1.6	25	

表 15-4 轮廓的最大高度 Rz 的数值

表 15-4 轮廓的最大高度 Rz 的数值 μm					
Rz	0.025	0.4	6.3	100	1600
	0.05	0.8	12.5	200	
	0.1	1.6	25	400	
	0.2	3.2	50	800	

表 15-5 常用 Ra 数值及应用举例

Ra	加工方法	应用举例
6.3	精车、精铣、精刨、铰孔等	较重要的接触面、转动和滑动速度不高的接触面,如轴套、齿轮端面键槽等
3.2		
1.6		
0.8	精铰、磨削、抛光等	要求较高的接触面、转动和滑动速度较高的接触面,如齿轮的工作面、导轨表面、主轴轴颈表面、圆锥销孔表面等
0.4		
0.2		
0.1	研磨、超精密加工等	要求密封性能较好的表面、转动和滑动速度极高的表面,如精密量具表面、气缸内表面及活塞环表面、精密机床主轴轴颈表面等
0.05		
0.025		
0.012		
0.006		

在测量 Ra 和 Rz 时,推荐按照表 15-6 选用对应的取样长度,这时取样长度值的标注在图样或技术文件上可以省略。当有特殊要求时,应给出相应的取样长度值,并在图样上或技术文件中标出。

表 15-6 Ra, Rz 参数值与取样长度的对应关系

$Ra/\mu\text{m}$	$Rz/\mu\text{m}$	l_r/mm
$\geq 0.008 \sim 0.02$	$\geq 0.025 \sim 0.10$	0.08
$> 0.02 \sim 0.1$	$> 0.10 \sim 0.50$	0.25
$> 0.1 \sim 2.0$	$> 0.50 \sim 10.0$	0.8
$> 2.0 \sim 10.0$	$> 10.0 \sim 50.0$	2.5
$> 10.0 \sim 80.0$	$> 50 \sim 320$	8.0

3. 表面结构的标注

图 15-48 是表面结构的图形符号画法,其尺寸要求见表 15-7。

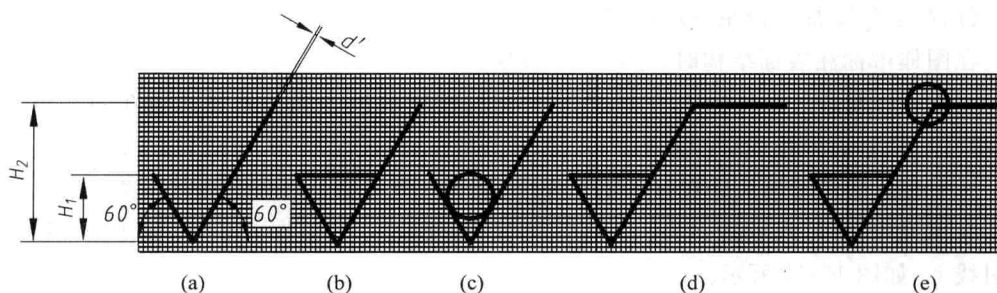


图 15-48 表面结构的图形符号

表 15-7 图形符号的绘制尺寸要求

	mm						
数字和字母高度 h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号线宽 d'	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2 (取决于标注内容)	7.5	10.5	15	21	30	42	60

图 15-48(a)为基本图形符号,由两条不等长的与标注平面成 60° 的直线构成,仅用于简化符号标注,无补充说明时不能单独使用。图 15-48(b)和(c)为对表面结构有去除材料或不去除材料的要求时使用的扩展图形符号,图 15-48(b)为要去除材料的扩展符号,图 15-48(c)为不去除材料的扩展符号。

当要求标注表面结构特征的补充信息时,需要使用完整图形符号,即在基本图形符号或扩展图形符号的长边上加一条横线。图 15-48(d)为要求去除材料的完整图形符号。

对于某个图形中封闭轮廓的各表面有相同的表面结构要求时,可以使用图 15-48(e)所示的图形符号。例如图 15-49 所示的表面结构符号,是指该封闭图形周围的 1~6 个表面具有相同的表面结构要求,而不包括其前后两个表面。

在完整图形符号中,表面结构参数代号和数值、加工方法、加工余量等补充要求,应注写在图 15-50 所示的规定位置。

位置 a : 注写第一个表面结构要求,或者表面结构的唯一要求。

位置 b : 注写第二个表面结构要求,如果有更多的表面结构要求,图形符号应在垂直方向上扩展。

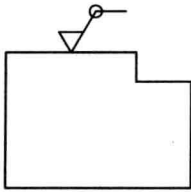


图 15-49 具有相同要求的封闭轮廓表面结构标注

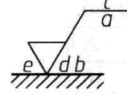
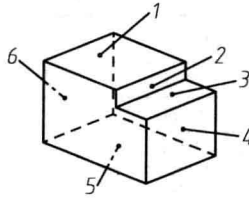


图 15-50 补充要求的注写位置

位置 *c*: 注写加工方法, 如车、铣等, 表面处理, 涂层或其他加工工艺要求。

位置 *d*: 注写表面纹理方向。

位置 *e*: 注写加工余量, 以毫米为单位。

在图样中标注表面结构时, 注意如下事项:

(1) 一个表面一般只标注一次, 并尽可能与相应的尺寸和公差等标注在同一个视图上, 符号应从材料外指向并接触表面。

(2) 表面结构应与尺寸在注写和读取方向上保持一致。一般情况下, 表面结构要求标注在可见轮廓线、尺寸线、尺寸界线或它们的延长线上, 必要时, 也可以标注在带箭头的指引线上, 如图 15-51 所示。

(3) 如果不引起误解, 表面结构要求也可以标注在相关尺寸线所标尺寸的后面, 如图 15-52 所示。

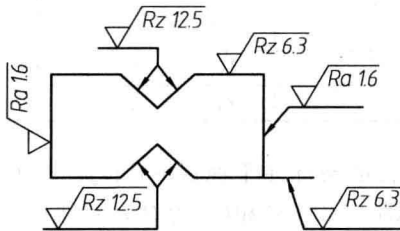


图 15-51 标注在轮廓线或基准线上

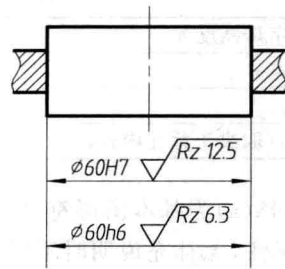


图 15-52 标注在尺寸线上

(4) 表面结构还可以注写在几何公差的框格上方, 见图 15-53。

(5) 键槽、倒角等工艺结构的表面结构注法见图 15-54。

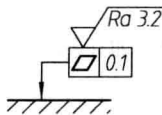


图 15-53 标注在几何公差框格上方

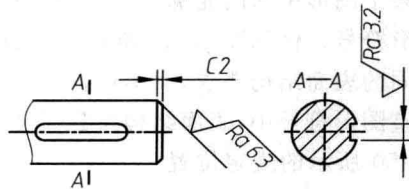


图 15-54 键槽、倒角的表面结构注法

(6) 若零件的大部分或者全部表面具有相同的表面结构要求,则可以在图样的标题栏附近进行统一标注。这时,表面结构要求的符号后面应有括号,里面填写无任何其他标注的基本符号,如图 15-55(a)所示,或者图中已有的不同的表面结构要求,如图 15-55(b)所示。

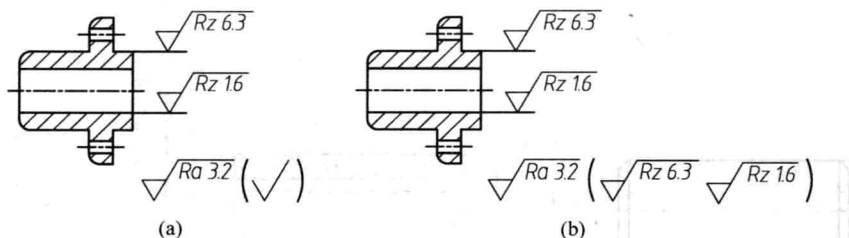


图 15-55 大部分表面有相同表面结构要求的简化注法

15.4.2 尺寸极限偏差

在大批量生产中,要求零件具有互换性。所谓互换性,就是在同一规格的众多零件中,不经挑选和修配加工,就能顺利装配到机器上并满足功能要求的特性。

保证互换性的理想方法是把尺寸做得绝对准确,但由于技术、设备等诸多因素的影响和对生产效率的要求,这是不可能的。保证互换性的切实可行的办法是在满足零件性能要求的条件下允许尺寸在所限定的范围内变动。在零件图中用尺寸极限偏差来表示允许尺寸变动的范围。

1. 相关术语及定义

1) 公称尺寸

公称尺寸是指由图样规范确定的理想形状要素尺寸,如图 15-56(a)中小轴的直径 $\phi 20$ 和长度 40。

2) 上极限尺寸

上极限尺寸指轴或孔允许的最大尺寸,见图 15-56(b)中的 $\phi 20.023$ 。

3) 下极限尺寸

下极限尺寸指轴或孔允许的最小尺寸,见图 15-56(b)中的 $\phi 20.002$ 。

零件的实际尺寸只要在两个极限尺寸之间(含极限尺寸)就符合质量要求。

为了能直观地看出公称尺寸和尺寸允许变化的情况,一般在零件图上不直接标注极限尺寸,而是标注公称尺寸和上极限偏差及下极限偏差。

4) 偏差

某一尺寸减去其公称尺寸所得的代数差称为偏差。

5) 上极限偏差与下极限偏差

上极限偏差指上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差,见图 15-56(b)中的 $+0.023$ 。

上极限偏差代号: 孔为 ES, 轴为 es。

下极限偏差指下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差,见图 15-56(b)中的 $+0.002$ 。

下极限偏差代号: 孔为 EI, 轴为 ei。

6) 极限偏差

极限偏差包括上极限偏差和下极限偏差。

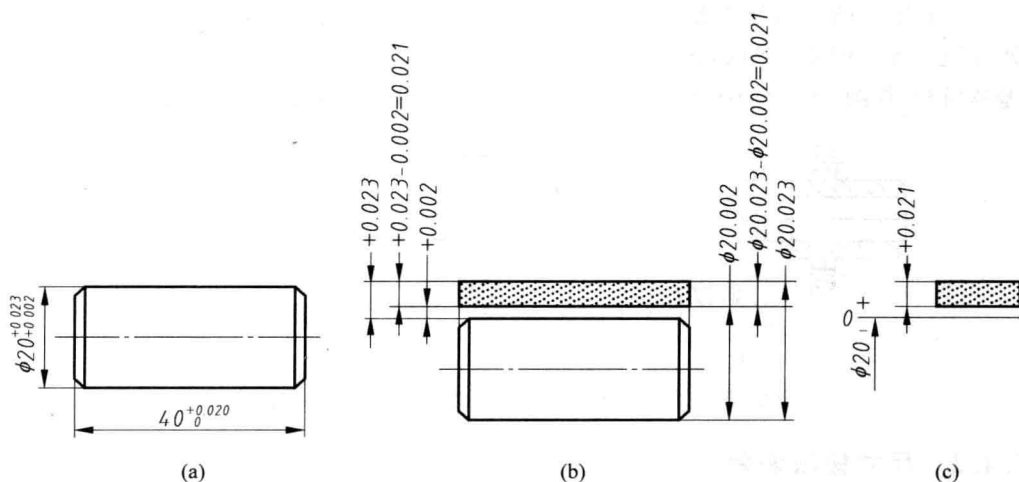


图 15-56 尺寸极限偏差图示

7) 尺寸公差

尺寸公差是上极限尺寸与下极限尺寸之差,或上极限偏差与下极限偏差之差。它是允许尺寸的变动量,简称公差。即

$$\text{尺寸公差} = \text{上极限尺寸} - \text{下极限尺寸} = \text{上极限偏差} - \text{下极限偏差}$$

图 15-56(b)中小轴直径的尺寸公差 $=20.023 - 20.002 = 0.023 - 0.002 = 0.021$ 。

8) 公差带

在研讨有关公差的问题时,为简单明了,常用图 15-56(c)所示的公差带图解。图中,表示公称尺寸的一条直线称为零线,由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域称为公差带。

9) 基本偏差

基本偏差指用以确定公差带相对于零线位置的上极限偏差或下极限偏差,一般指靠近零线的那个偏差。显然,若公差带位于零线上,则下极限偏差为基本偏差;若公差带位于零线之下,则上极限偏差为基本偏差。为了满足不同的功能要求,国家标准规定了孔和轴各有 28 种基本偏差,用拉丁字母表示。孔用大写字母,轴用小写字母。图 15-57 为基本偏差系列图,从图中可以看出各基本偏差是上偏差还是下偏差,以及各基本偏差与零线的相对位置状态。具体数值可从书后附表 D2-1 查出。

10) 标准公差

标准公差指国家标准“极限与配合制”中规定的公差值,标准公差值用来确定公差带的大小。显然,同一公称尺寸的公差值大,则允许变动量大,意味着尺寸精度低;反之,公差值小,意味着尺寸精度高。国家标准规定的标准公差等级也就是确定尺寸精确程度的等级,共分为 20 级,以 IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT18 表示。随着 IT 值的增大,精度依次降低,公差值也由小变大。

本书附录 D2 列出了标准公差数值表。

实用中一般不写“IT”字母,直接用数字表示标准公差等级。

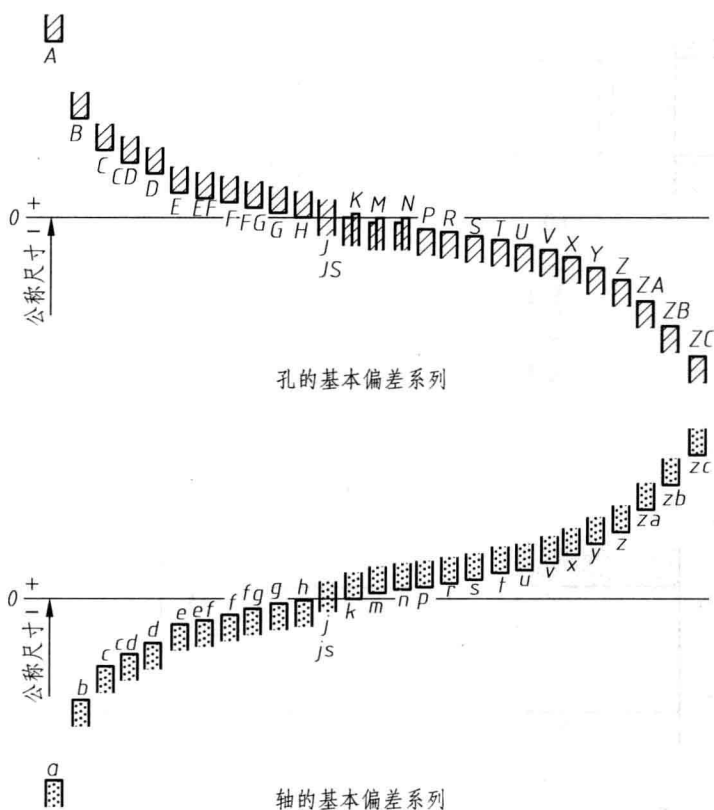


图 15-57 基本偏差系列图

11) 公差带代号

公差带代号指由代表基本偏差的字母和代表标准公差等级的数字组成的代表公差带状态的代号,如 H8, f7 等。有了公称尺寸和公差带代号,就可以从孔、轴极限偏差表(见附表 D2-1)中查出极限偏差的具体数值,也就可以确定上极限尺寸和下极限尺寸了。

例如,根据 $\phi 30\text{H}8$ 可查出公称尺寸 $\phi 30$ 孔的下极限偏差为 0,上极限偏差为 $+33\mu\text{m} = +0.033\text{mm}$ 。根据 $\phi 60\text{f}7$ 可查出公称尺寸 $\phi 60$ 的轴上极限偏差为 $-30\mu\text{m} = -0.030\text{mm}$,下极限偏差为 $-60\mu\text{m} = -0.060\text{mm}$ 。

2. 尺寸极限偏差在零件图中的标注

在零件图中常用下列 3 种方式之一标注尺寸极限偏差:

(1) 在公称尺寸后只注公差带代号,字体大小与公称尺寸数字一样,如图 15-58(a)所示。

(2) 在公称尺寸后注出极限偏差数值,如图 15-58(b)所示。

(3) 既标注公差带代号,又在其后括号中标注极限偏差数值,如图 15-58(c)所示。

当采用直接在公称尺寸后注出极限偏差数值的方法标注(图 15-59)时要注意以下 4 点细则:

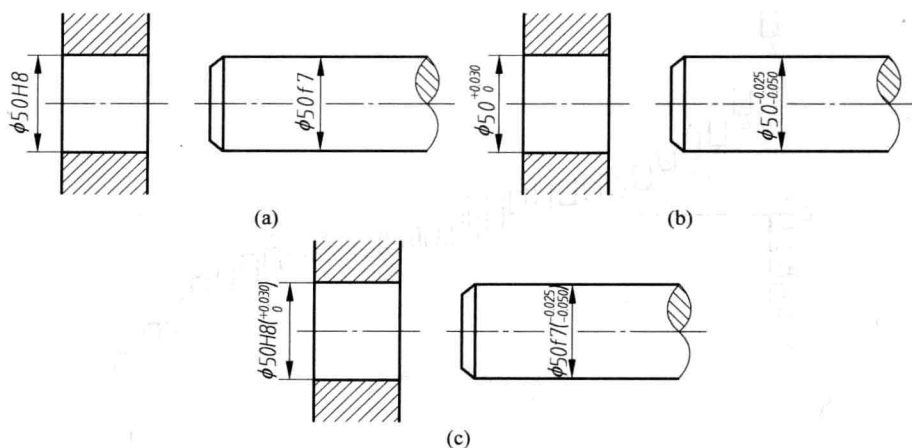


图 15-58 极限偏差的标注

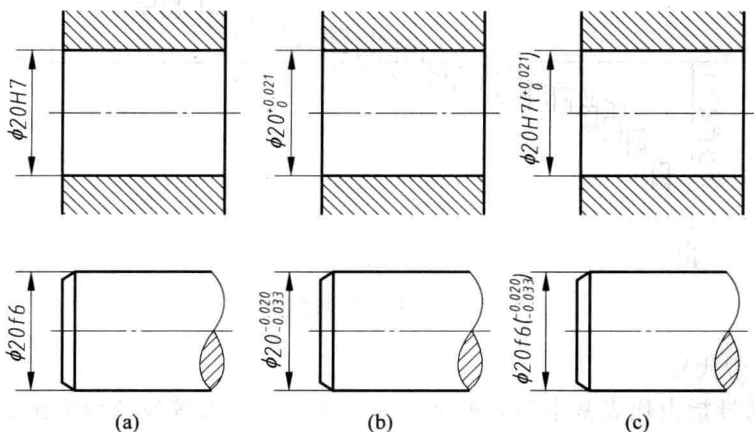


图 15-59 极限偏差的标注

(a) 注公差带代号; (b) 注极限偏差值; (c) 混合标注

(1) 上、下极限偏差绝对值不同时,偏差值字高比基本尺寸字高小一号,下偏差应与基本尺寸注在同一底线上,上偏差注在下偏差上方,上、下偏差小数点对齐;

(2) 上、下极限偏差小数点后位数必须相同,位数不同时,位数少的用数字“0”补齐;

(3) 某一偏差为“零”时,用数字“0”标出,并与另一偏差的个位数字对齐;

(4) 上、下极限偏差绝对值相同时,仅写一个数值,字高与基本尺寸相同,数值前标写“±”,如 $\phi 60 \pm 0.03$ 。

当同一公称尺寸的表面具有不同的极限偏差要求时,应用细实线分开,将分段界线标注清楚,各段分别标注极限偏差,如图 15-60 所示。

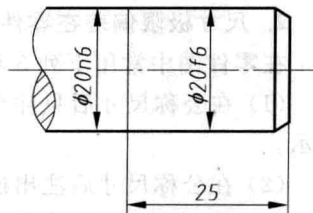


图 15-60 不同偏差要求的标注

15.4.3 配合

配合是指公称尺寸相同、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。配合用来控制相互结合的孔和轴的运动关系,达到不同的机械性能,满足机器功能需要。

1. 配合的种类

配合分为间隙配合、过盈配合和过渡配合 3 种。

1) 间隙配合

如果一批零件中孔的公差带完全在轴的公差带之上,任取其中一对孔、轴相配合,则孔、轴之间总有间隙(包括最小间隙为零),这种配合状态称为间隙配合,如图 15-61 所示。

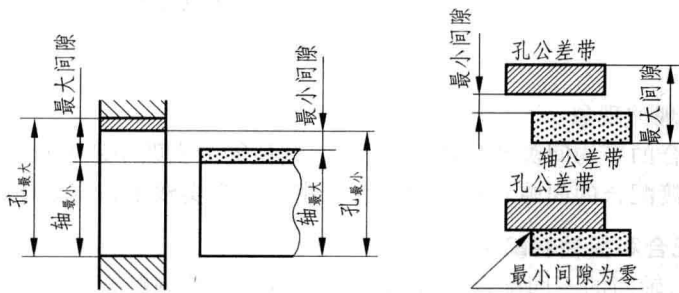


图 15-61 间隙配合

2) 过盈配合

如果孔的公差带完全在轴的公差带之下,任取其中一对孔、轴相配合,则轴的实际尺寸总大于孔的实际尺寸,这种配合状态称为过盈配合,如图 15-62 所示。

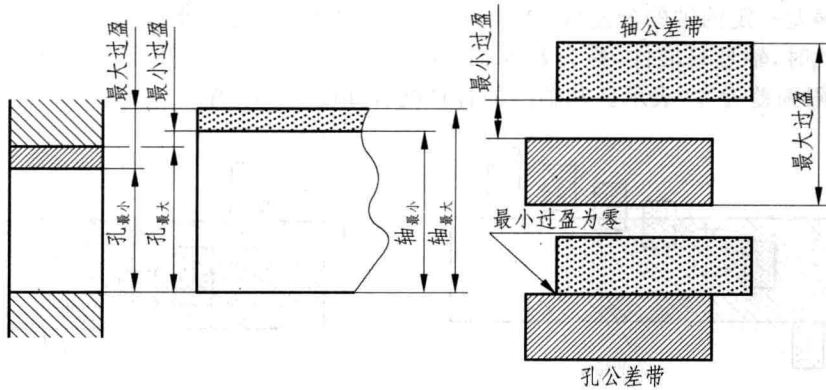


图 15-62 过盈配合

3) 过渡配合

如果孔和轴的公差带相互交叠,任取其中一对孔和轴相配,则孔、轴之间有可能有间隙,也可能有过盈,这种配合状态称为过渡配合,如图 15-63 所示。

理解过渡配合时应注意以下几点:

(1) 过渡配合产生在较高精度区段,是制造小间隙和小过盈时精度要求与生产效率

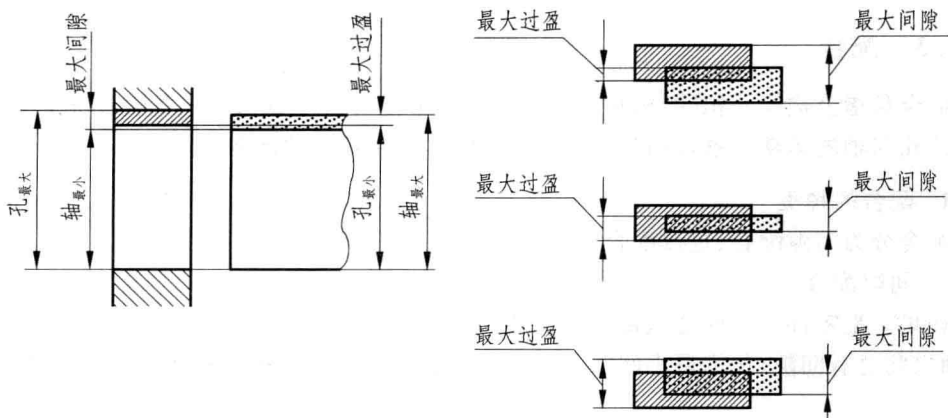


图 15-63 过渡配合

相协调时必然出现的现象。

- (2) 过渡配合的平均间隙和平均过盈不大,其性能为实践中所必需。
- (3) 各种过渡配合的间隙和过盈的总百分率在生产实践中是有规律的。

2. 基孔制配合和基轴制配合

为了得到孔、轴间的不同配合,可以有两种做法:基孔制配合和基轴制配合。

1) 基孔制配合

基本偏差一定的孔的公差带与不同基本偏差的轴的公差带形成的各种配合称为基孔制配合。此时,孔是基准件,称为基准孔。GB/T 1800.1—2009 规定基准孔的基本偏差用 H(下极限偏差为零)表示。基孔制的各种配合如图 15-64 所示。

2) 基轴制配合

基本偏差一定的轴的公差带与不同基本偏差的孔的公差带形成的各种配合称为基轴制配合。此时,轴是基准件,称为基准轴。GB/T 1800.1—2009 规定基准轴的基本偏差用 h(上极限偏差为零)表示。基轴制的各种配合如图 15-65 所示。

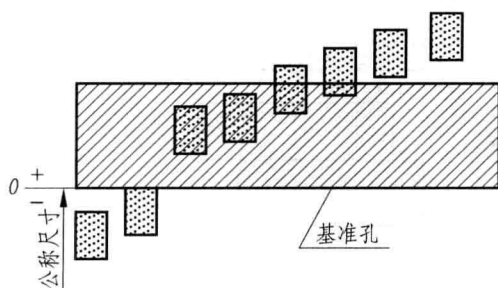


图 15-64 基孔制配合

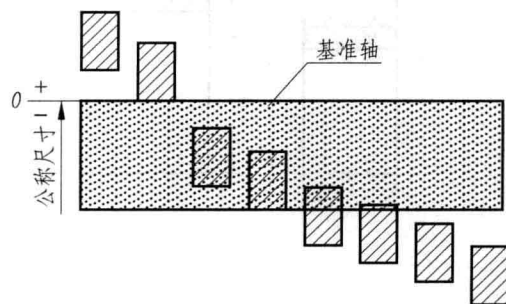


图 15-65 基轴制配合

选择配合制时要注意以下两点:

- ① 应优先使用基孔制配合。
- ② 从图 15-57(基本偏差系列图)中不难看出,基孔制配合中,轴的基本偏差 a~h 产生间隙配合,j~zc 产生过渡配合和过盈配合;基轴制配合中,轴的基本偏差 A~H 产生

间隙配合, J~JC 产生过渡配合和过盈配合。

3. 配合的标注

在装配图上用下面方法标注配合: 在公称尺寸后边以分数形式标注孔和轴的公差带代号, 分子标注孔的公差带代号, 分母标注轴的公差带代号。基孔制配合标注示例见图 15-66, 基轴制配合标注示例见图 15-67。有时也采用在尺寸线上方标注孔的基本尺寸和极限偏差数值, 在尺寸线下方标注轴的基本尺寸和极限偏差数值的方式, 如图 15-68 所示。

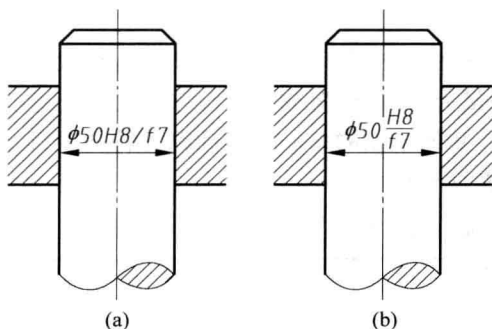


图 15-66 基孔制配合的标注

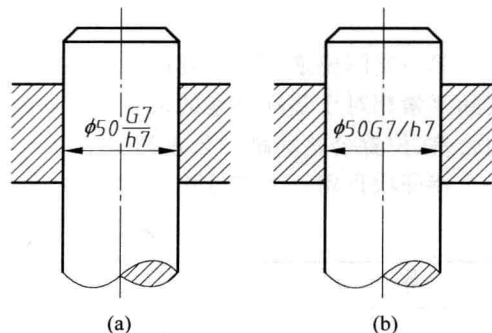


图 15-67 基轴制配合的标注

注意: 滚动轴承是由专业厂家生产的标准组件, 其内圈(孔)和外圈(轴)的公差带已经标准化。因此, 在装配图中只需标出本部门设计、生产的零件中与之相配合的孔的公差带代号即可, 如图 15-69 所示。

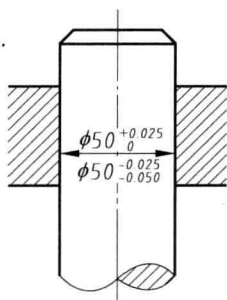


图 15-68 配合的另一种标注法

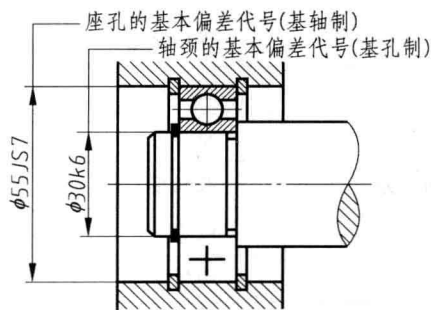


图 15-69 滚动轴承与孔、轴配合的标注

15.4.4 几何公差

1. 基本概念

零件上的特征部分——点、线或面称为要素, 这些要素可以是组成要素, 如圆柱体的外表面, 也可以是导出要素, 如中心线或中心面。在零件加工后, 某些要素可能会出现形状、位置或方向等方面的误差。如图 15-70(a) 所示, 本应为直线的圆柱轮廓线不是理想直线, 这属于形状方面的误差; 如图 15-70(b) 所示, 本应重合的两个圆柱面轴线没有重合, 这属于位置方面的误差; 如图 15-70(c) 所示, 右侧大直径圆柱端面本应和左侧小圆柱轴线垂直, 这属于方向方面的误差。因此, 为了保证零件之间的可装配性与互换性, 除了需

要对零件的某些要素给出尺寸公差外,还需要给出一些要素的几何公差。

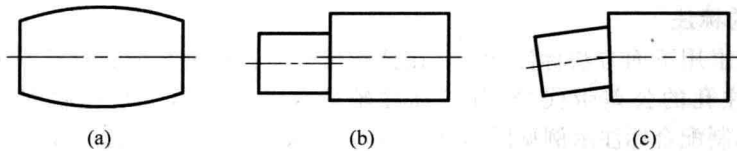


图 15-70 形状、位置和方向误差
(a) 形状误差; (b) 位置误差; (c) 方向误差

单一实际要素(点、线或面,如球心、轴线或端面)的形状所允许的变动量为形状公差,实际要素相对于基准要素的位置所允许的变动量为方向、位置或跳动公差。形状公差、方向公差、位置公差和跳动公差都属于几何公差。几何公差的每一具体项称为特征项目,每一个特征项目用一个符号代表,项目内容和代表符号见表 15-8。

表 15-8 几何公差特征项目及符号

分 类	名 称	符 号	有无基准
形状公差	直线度	—	无
	平面度	▱	无
	圆度	○	无
	圆柱度	⊘	无
	线轮廓度	⌒	无
	面轮廓度	⌒	无
方向公差	平行度	//	有
	垂直度	⊥	有
	倾斜度	∠	有
	线轮廓度	⌒	有
	面轮廓度	⌒	有
位置公差	位置度	⊕	有或无
	同心度 (用于中心点)	◎	有
	同轴度 (用于轴线)	◎	有
	对称度	≡	有
	线轮廓度	⌒	有
	面轮廓度	⌒	有
跳动公差	圆跳动	↗	有
	全跳动	↗↘	有

2. 几何公差的标注方法

1) 公差要求在矩形方框中给出

如图 15-71 所示,该方框由两格或多格组成,框格中的内容从左到右按以下次序填写:

第一格,公差特征的符号。

第二格,公差值及有关符号(公差值用线性值,以 mm 为单位,若公差带是圆形或圆柱形则加注 ϕ ,若为球形则加注 $S\phi$)。

第三格及以后各格,用一个或多个字母表示基准要素或基准体系。

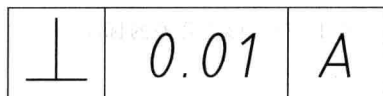


图 15-71 方框

2) 用带箭头的指引线将方框与被测要素相连

(1) 当被测要素是轮廓线或表面时,将箭头置于要素的轮廓线或轮廓线的延长线上,箭头与尺寸线明显分开,如图 15-72 所示。

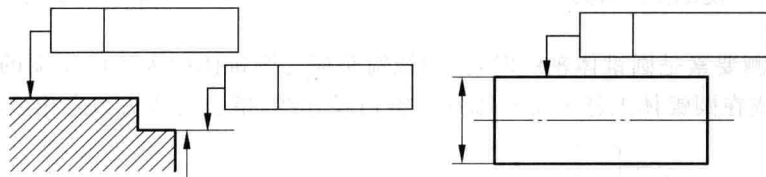


图 15-72 形位公差的标注(一)

(2) 当被测要素是实际表面时(表面的投影不积聚成线),箭头可置于带点的参考线上,该点指在实际表面上,如图 15-73 所示。

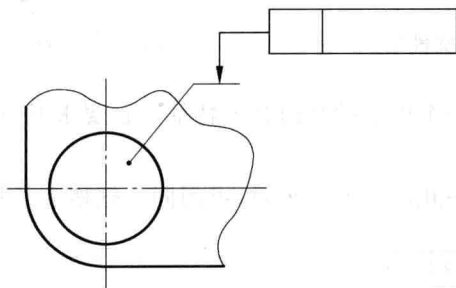


图 15-73 形位公差的标注(二)

(3) 当被测要素是轴线、中心平面或由带尺寸要素确定的点时,则带箭头的指引线应与尺寸线的延长线重合,如图 15-74 所示。

几何公差标注的其他注意事项:

① 如仅要求要素某一部分的公差值,则用粗点画线表示其范围,并加注尺寸(见图 15-75 和图 15-76)。

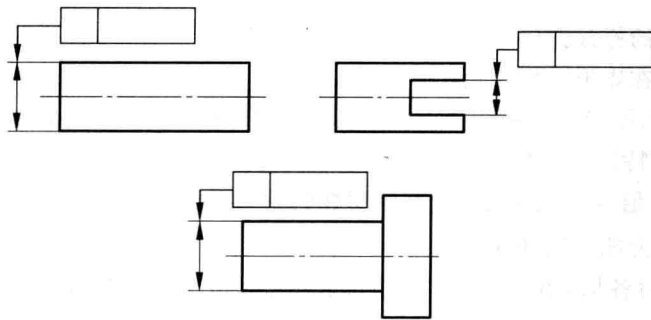


图 15-74 形位公差标注(三)

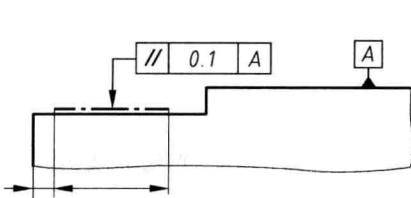


图 15-75 仅要求某一部分公差值(一)

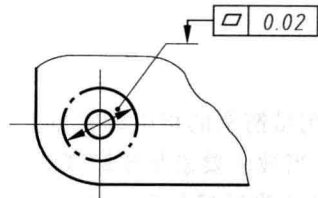


图 15-76 仅要求某一部分公差值(二)

② 当被测要素是圆锥体轴线时,指引线箭头应与圆锥体的大端或小端的尺寸线对齐(图 15-77),或在圆锥体上任一部位添加一空白尺寸线,指引线箭头与之相连(图 15-78)。

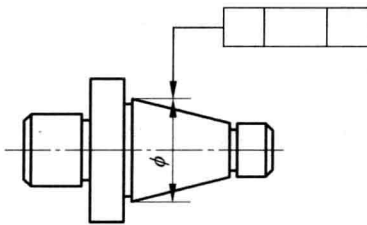


图 15-77 被测要素是圆锥轴线(一)

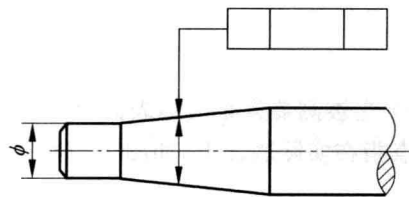


图 15-78 被测要素是圆锥轴线(二)

③ 如对同一要素有一个以上的几何公差特征项目要求时,可将多个框格上下排在一起(图 15-79)。

④ 对几个表面有同一几何公差要求时,可用同一框格多条指引线标注(图 15-80)。

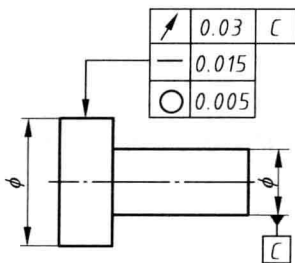


图 15-79 有多个要求时的标注

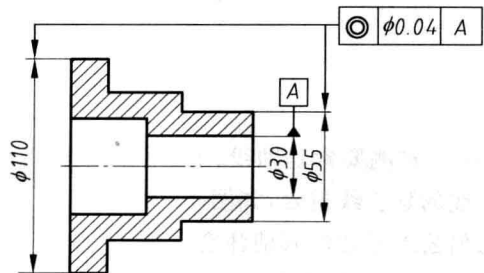


图 15-80 几个表面同一要求时的标注

⑤ 当一个以上要素作为被测要素时,应在框格上方标明。如有 6 个要素时,应标“×”、“6 槽”等(图 15-81)。

3. 基准要素的标注图

相对于被测要素的基准,用一个大写字母表示,该字母标注在方格内,与一个涂黑的或空白的三角形相连以表示基准,如图 15-82 所示。表示基准的字母还应该标注在公差方格内。涂黑的和空白的基准三角形含义相同。基准符号中的字母应始终保持水平方向书写。

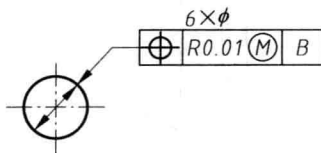


图 15-81 有多个被测要素时的标注

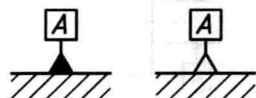


图 15-82 基准符号

(1) 当基准要素是轮廓线或表面时(图 15-83),基准三角形应贴近要素的轮廓或其延长线,但与尺寸线明显错开。基准符号还可以置于用圆点指向实际表面的参考线上(图 15-84)。

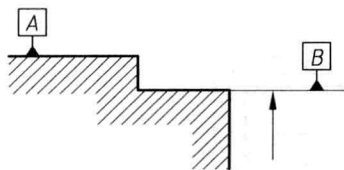


图 15-83 基准的标注(一)

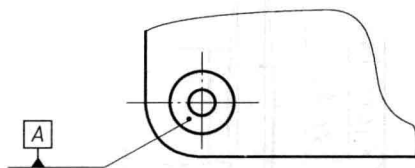


图 15-84 基准的标注(二)

(2) 当基准要素是轴线、中心平面或由带尺寸的要素确定的点时,则基准三角形贴近基准符号中的细连线与尺寸线对齐(图 15-85~图 15-87)。因标注基准符号影响尺寸线箭头时,基准三角形可以代替一个箭头(图 15-86)。

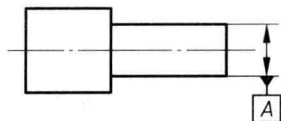


图 15-85 基准的标注(三)

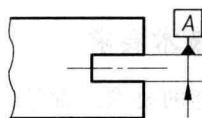


图 15-86 基准的标注(四)

(3) 如仅要求要素的某一部分作为基准,则该部分应用粗点画线表示并加注尺寸(图 15-87)。

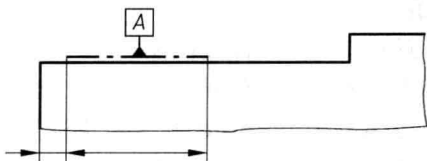


图 15-87 基准的标注(五)

(4) 由两个要素组成的公共基准,在框格中用由短横线隔开的两个基准字母表示(图 15-88)。

(5) 由 2 个或 3 个要素组成的基准体系,如多基准组合,在框格中按基准的优先次序(而不是按字母顺序)从左至右分置于各小格中(图 15-89)。

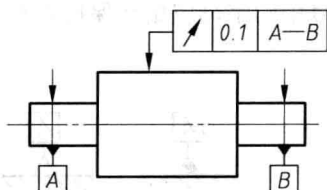


图 15-88 公共基准

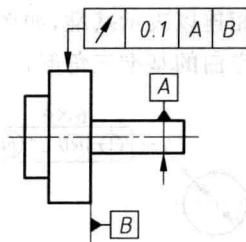


图 15-89 两个基准形成体系

图 15-90 所示的气门阀,是几何公差标注的典型实例。

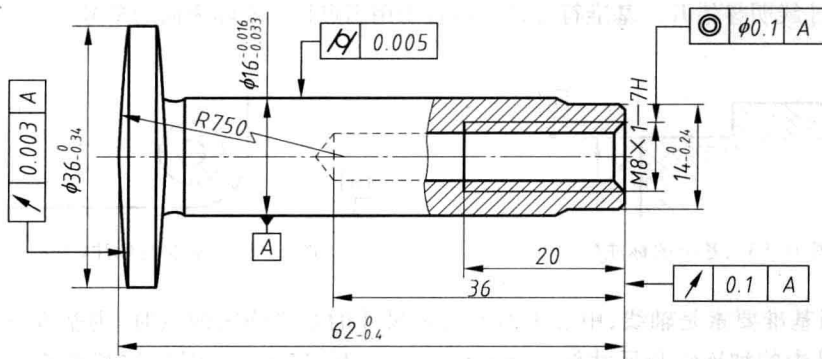


图 15-90 形位公差标注的实例(气门阀)

15.4.5 其他技术要求

(1) 零件毛坯的要求。常见的有铸造圆角的尺寸要求,对气孔、缩孔、裂纹等的限制,锻件去除氧化皮要求,焊缝的质量要求等。

(2) 热处理要求。热处理是将金属零件毛坯或半成品加热到一定温度后保持一段时间,再以不同方式、不同速度冷却以改变金属材料内部组织,从而改善材料机械性能(强度、硬度、韧性等)和切削性能的方法。对零件的热处理要求主要是规定处理方法和限定处理后的性能指标(如硬度值)等。

(3) 表面处理要求。表面处理是在零件表面加镀(涂)层,以提高零件表面抗腐蚀性、耐磨性或使表面美观。常用方法有电镀(锌、铬、银等)和发黑(发蓝)等。

(4) 对检测、试验条件与方法的要求。这些技术要求注写在图样空白处,一般位于标题栏上方。顶行为“技术要求”字样,字号大于下边各行正文字号。注写文字要准确和简明扼要,所用代号和表示方法要符合国家标准规定。

15.5 读零件图

- (1) 看标题栏：了解零件的名称、材料、画图比例等，对零件有定性了解。
- (2) 分析视图：了解视图数目、每个视图的作用及所采用的表达方法，对零件复杂程度有定性了解。
- (3) 分析投影：根据投影关系，用形体分析法、结构分析法分析零件的主体结构、局部功能结构和局部工艺结构。
- (4) 分析尺寸：了解零件的大小。
- (5) 分析技术要求：明确零件在尺寸精度、表面结构和形状、位置精确度的要求。
- 现以图 15-91 中的泵体为例，说明看零件图的具体方法和步骤。

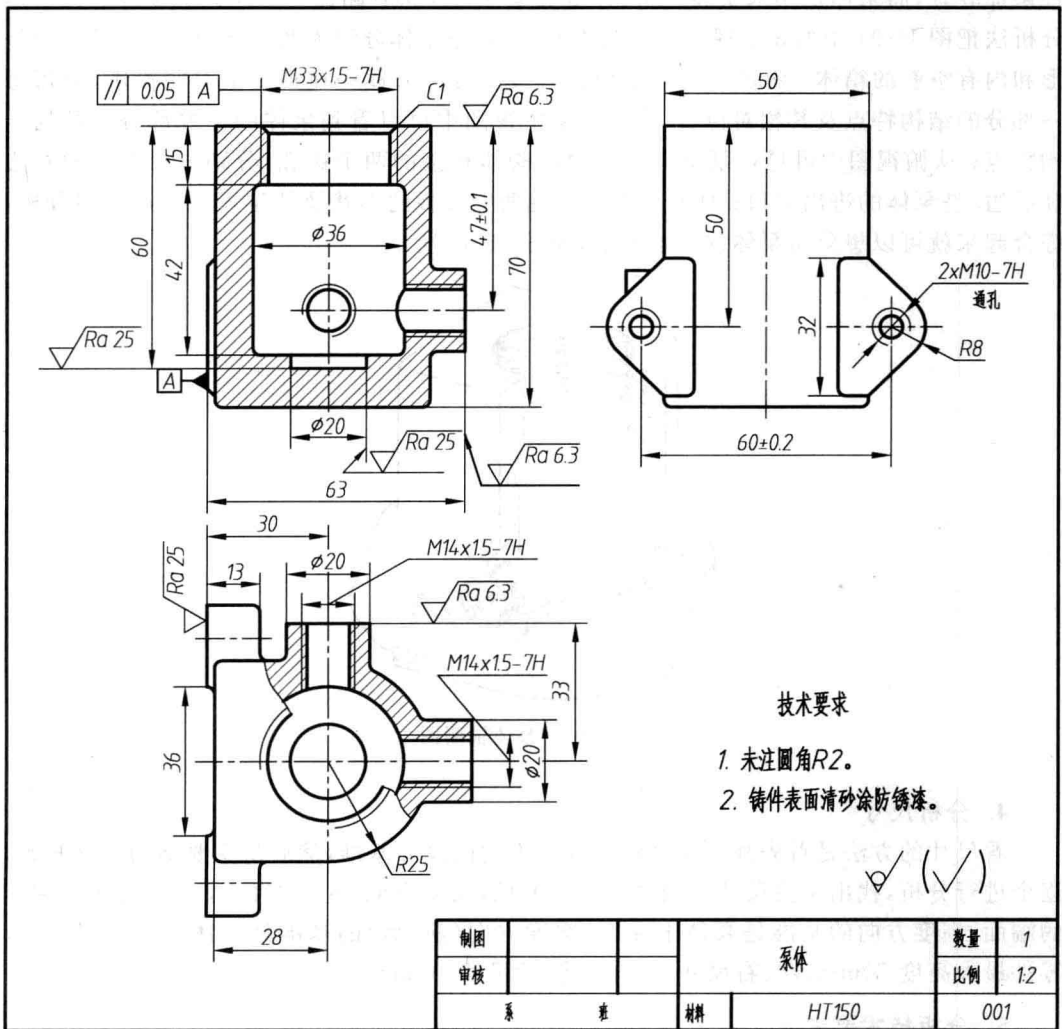


图 15-91 泵体零件图

1. 看标题栏

从标题栏中可知,零件的名称为泵体,材料是铸铁,比例1:2。

2. 分析视图

找出主视图,分析各视图之间的投影关系。根据视图的配置关系,可知图15-91是由主视图、俯视图和左视图组成的。主视图采用全剖视,俯视图取局部剖视。

3. 分析投影

根据投影关系,用形体分析法想象零件的形状。看图的顺序一般是:先看整体后看细节;先看主要部分后看次要部分;先看容易的后看难的。

看图时有时还要查阅有关的技术资料,如部件装配图和说明书等,以便了解零件各部分结构的功能,并确定其形状。例如,从柱塞泵装配图(第16章)中可以看出,柱塞泵是一种供油装置,而泵体是用来安装弹簧、柱塞等零件和连接管路的一个箱体类零件。用形体分析法把图15-91中的3个视图联系起来看,可以把泵体分解为两大部分:半圆柱形的外形和内有空腔的箱体;两块三角形安装板。按所分部分逐一在视图上对照投影,分析每一部分的结构特点及其相对位置。例如,从主视图中可以看到泵体的主要部分泵腔的结构特点;从俯视图中可见在泵壁上有与单向阀体相接的两个螺孔,分别位于泵体的右边和后边,是泵体的进出油口;从左视图上可见两安装板的形状及其位置。通过上述分析,综合起来就可以想象出泵体的完整形状,如图15-92所示。

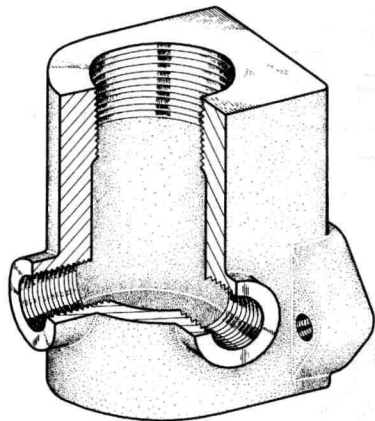


图 15-92 泵体轴测图

4. 分析尺寸

看尺寸的方法是首先找出长、宽、高3个方向的尺寸基准,然后从主要结构部分开始,逐个进行分析,找出主要尺寸。由图15-91可见,长度方向(左、右)的基准是泵体安装板的端面,高度方向的基准是泵体上端面,宽度方向(前、后)的基准是泵体的前后对称面。零件最大高度70mm,左、右尺寸63mm,前、后尺寸76mm。

5. 分析技术要求

先看尺寸公差。可以看出,有两处尺寸有稍高的公差要求:一处是水平螺孔到顶面

的距离 47mm,其尺寸偏差为 $\pm 0.1\text{mm}$;另一处是耳板上两螺孔之间的距离 60mm,其尺寸偏差为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

再看表面结构,要求较高的是顶面和两螺孔凸台的端面,需切削加工, Ra 值要求 6.3,还有一个不通孔切削加工到 Ra 值为 25,其余表面主要为不切削加工的铸造表面。

最后形位公差,只有一处位置公差: M33 螺纹的中心线与左安装面 A 的不平行度不应超过 0.05mm。