

第四章 典型零件的加工工艺

箱体类零件

零件加工

4.3 典型箱体类零件 加工工艺流程

4.3.1 概述

4.3.1 概述

● 箱体类零件的功用和结构特点

功用：箱体类零件是机器或箱体部件的基础件。它将机器或箱体部件中的**轴、轴承、套和齿轮**等零件按一定的相互位置关系装联在一起，按一定的传动关系协调地运动。因此，箱体类零件的**加工质量**，不但直接影响箱体的**装配精度**和**运动精度**，而且还会影响机器的工作精度、使用性能和寿命。

结构特点：图6.3.1-1是几种常见箱体零件的简图。由图可见，各种箱体零件尽管形状各异、尺寸不一，但其结构均有以下的主要特点：

1) **形状复杂** 箱体通常作为装配的基础件，在它上面安装的零件或部件愈多，箱体的形状愈复杂，因为安装时要有定位面、定位孔，还要有固定用的螺钉孔等；为了支撑零部件，需要有足够的刚度，采用较复杂的截面形状和加强筋等；为了储存润滑油，需要具有一定形状的空腔，还要有观察孔、放油孔等；考虑吊装搬运，还必需做出吊钩、凸耳等。

2) **体积较大** 箱体内要安装和容纳有关的零部件，因此必然要求箱体有足够大的体积。例如，大型减速器箱体长达4~6m、宽约3~4m。

3) **壁薄容易变形** 箱体体积大，形状复杂，又要求减少质量，所以大都设计成腔形薄壁结构。但是在铸造、焊接和切削加工过程中往往会产生较大内应力，引起箱体变形。即使在搬运过程中，由于方法不当也容易引起箱体变形。

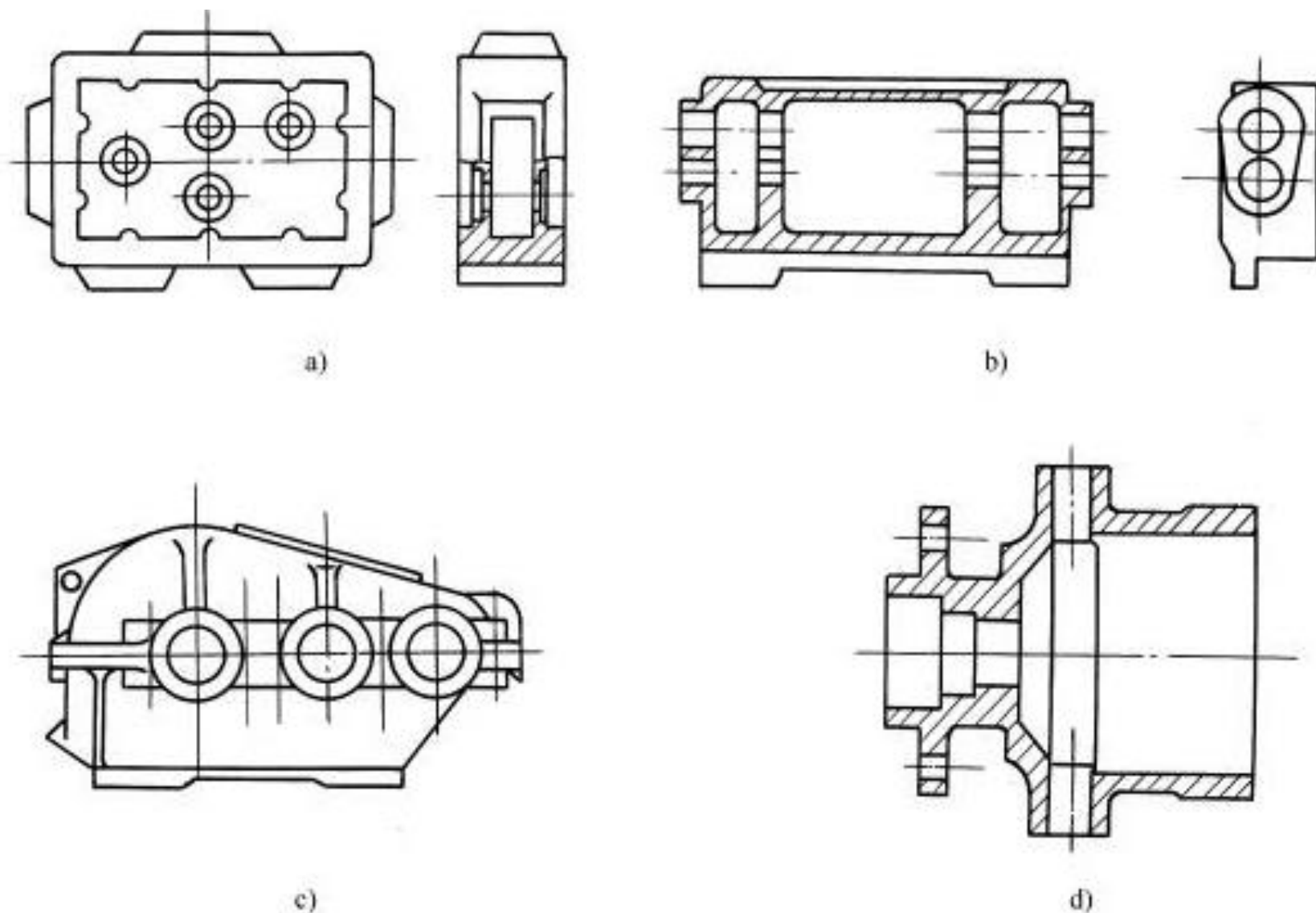


图6.3.1-1 几种常见的箱体结构图

a) 组合机床主轴箱 b) 车床进给箱 c) 分离式减速器 d) 泵壳

4) **有精度要求较高的孔和平面** 这些孔大都是轴承的支承孔，平面大都是装配的基准面，它们在尺寸精度、表面粗糙度、形状和位置精度等方面都有较高要求。其加工精度将直接影响箱体的装配精度及使用性能。

因此，一般说来，箱体不仅需要加工的部位较多，而且加工难度也较大。统计资料表明，一般中型机床厂用在箱体类零件的机械加工工时约占整个产品的15%~20%。

● 箱体类零件的主要技术要求

图6.3.1-2为某车床主轴箱简图，现以它为例，可归纳为以下**5**项精度要求：

1) **孔径精度** 孔径的**尺寸误差**和**几何形状误差**会造成轴承与孔的配合不良。孔径过大，配合过松，使主轴回转轴线不稳定，并降低了支承刚度，易产生振动和噪声；孔径过小，会使配合过紧，轴承将因**外圈变形**而不能正常运转，缩短寿命。装轴承的孔不圆，也使轴承外圈变形而引起主轴径向跳动。因此，对孔的精度要求是较高的。主轴孔的尺寸公差等级为IT6，其余孔为IT6~IT7。孔的几何形状精度未作规定，一般控制在尺寸公差范围内。

2) **孔与孔的位置精度** 同一轴线上各孔的**同轴度误差**和**孔端面对轴线垂直度误差**，会使轴和轴承装配到箱体内出现歪斜，从而造成主轴径向跳动和轴向窜动，也加剧了轴承磨损。**孔系之间的平行度误差**，会影响齿轮的啮合质量。一般同轴上各孔的同轴度约为**最小孔尺寸公差之半**。



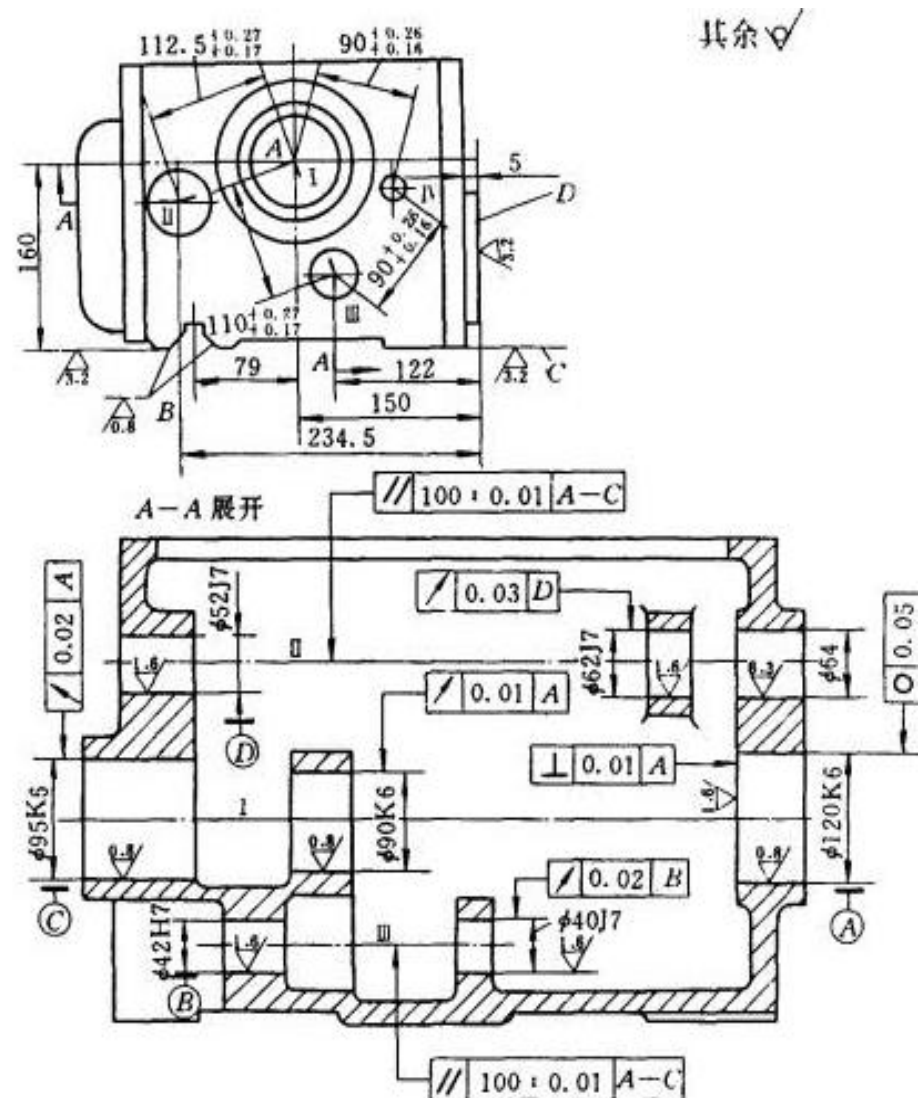
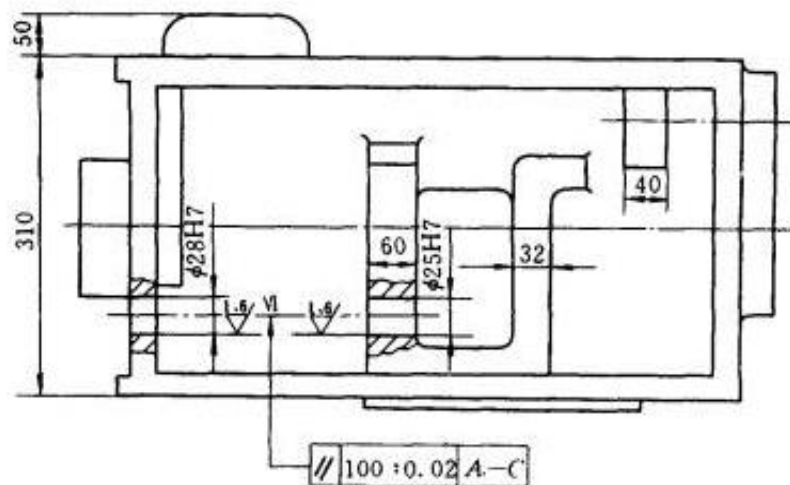
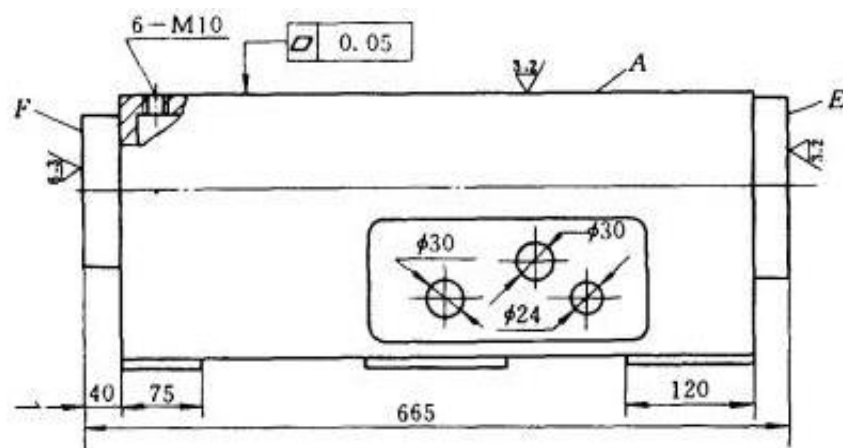


图6.3.1-2 车床主轴箱简图

3) 孔和平面的位置精度 一般都要规定主要孔和主轴箱安装基面的平行度要求。这项精度是在总装时通过刮研来达到的。为了减少刮研工作量，一般都要规定主轴轴线对安装基面的平行度公差。在垂直和水平2个方向上，只允许主轴前端向上和向前偏。

4) 主要平面的精度 装配基面的平面度影响主轴箱与床身联接时的接触刚度，加工过程中作为定位基面则会影响主要孔的加工精度。因此规定底面和导向面(竖立面)必须平直，用涂色法检查接触面积或单位面积上的接触点数来衡量平面度的大小。顶面的平面度要求是为了保证箱盖的密封性，防止工作时润滑油泄出。在大批大量生产中将其顶面用作定位基面加工孔时，对它的平面度的要求还要提高。一般箱体主要平面的平面度为 $0.1 \sim 0.03\text{mm}$ 。各主要平面对装配基准面的垂直度 $0.1/300$ 。

5) 表面粗糙度 重要孔和主要平面的粗糙度会影响联接面的配合性质或接触刚度，其具体要求一般用Ra值来评价。一般主轴孔Ra值为 $0.4\mu\text{m}$ ，其它各纵向孔Ra值为 $1.6\mu\text{m}$ ，孔的内端面Ra值为 $3.2\mu\text{m}$ ，装配基准面和定位基准面Ra值为 $0.63\mu\text{m} \sim 2.5\mu\text{m}$ ，其它平面的Ra值为 $2.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 。

● 箱体零件的材料、毛坯及热处理

材料：箱体零件有复杂的内腔，应选用易于成型的材料和制造方法。铸铁容易成型、切削性能好、价格低廉，并且具有良好的耐磨性和减振性。因此，箱体零件的材料大都选用HT200~HT400的各种牌号的灰铸铁。**最常用的材料是HT200**，而对于较精密的箱体零件（如坐标镗床主轴箱）则选用**耐磨铸铁**。

毛坯：某些简易机床的箱体零件或小批量、单件生产的箱体零件，为了缩短毛坯制造周期和降低成本，可采用钢板焊接结构。某些大负荷的箱体零件有时也根据设计需要，采用铸钢件毛坯。在特定条件下，为了减轻质量，可采用铝镁合金或其它铝合金制做箱体毛坯，如航空发动机箱体等。

铸件毛坯的精度和加工余量是根据生产批量而定的。对于单件小批量生产，一般采用木模手工造型。这种毛坯的精度低，加工余量大，其平面余量一般为7~12mm，孔在半径上的余量为8~14mm。在大批大量生产时，通常采用金属模机器造型。此时毛坯的精度较高，加工余量可适当减低，则平面余量为5~10mm，孔在半径上的余量为7~12mm。为了减少加工余量，对于单件小批生产直径大于50mm的孔和成批生产大于30mm的孔，一般都要在毛坯上铸出预孔。另外，在毛坯铸造时，应防止砂眼和气孔的产生；应使箱体零件的壁厚尽量均匀，以减少毛坯制造时产生的残余应力。

热处理：是箱体零件加工过程中一个十分重要的工序，需合理安排。由于箱体零件结构复杂，壁厚也不均匀，因此，在铸造时会产生较大的残余应力。为消除残余应力，减少加工后的变形和保证精度的稳定，在铸造之后必须安排人工时效处理。人工时效的工艺规范为：加热到 $500\sim 550^{\circ}\text{C}$ ，保温 $4\sim 6\text{h}$ ，冷却速度小于或等于 $30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，出炉温度小于或等于 200°C 。

普通精度的箱体零件，一般在铸造之后安排一次人工时效处理。对一些高精度或形状特别复杂的箱体零件，在粗加工之后还要安排一次人工时效处理，以消除粗加工所造成的残余应力。有些精度要求不高的箱体零件毛坯，有时不专门安排时效处理，而是利用粗、精加工工序间的停放和运输时间，使之得到自然时效。

箱体零件人工时效的方法，除了加热保温法外，也可采用振动时效来达到消除残余应力的目的。

● 箱体零件的加工方法

箱体零件主要是由平面和孔构成的，这就决定了箱体零件的加工特点：平面加工和孔加工。其加工方法和工艺路线常有：

平面加工： ①粗刨—精刨；②粗刨—半精刨—磨削；③粗铣—精铣或粗铣—磨削（可分粗磨和精磨）。其中刨削生产率低，多用于中小批生产。铣削生产率比刨削高，多用于中批以上生产。当生产批量较大时，可采用组合铣和组合磨的方法来对箱体零件各平面进行多刃、多面同时铣削或磨削。

轴孔加工： ①粗镗（扩）—精镗（铰）；②粗镗（钻、扩）—半精镗（粗铰）—精镗（精铰）。对于精度在IT6，表面粗糙度Ra值小于 $1.25\text{ }\mu\text{m}$ 的高精度轴孔（如主轴孔）则还需进行精细镗或珩磨、研磨等光整加工。对于箱体零件上的孔系加工，当生产批量较大时，可在组合机床上采用多轴、多面、多工位和复合刀具等方法来提高生产率。

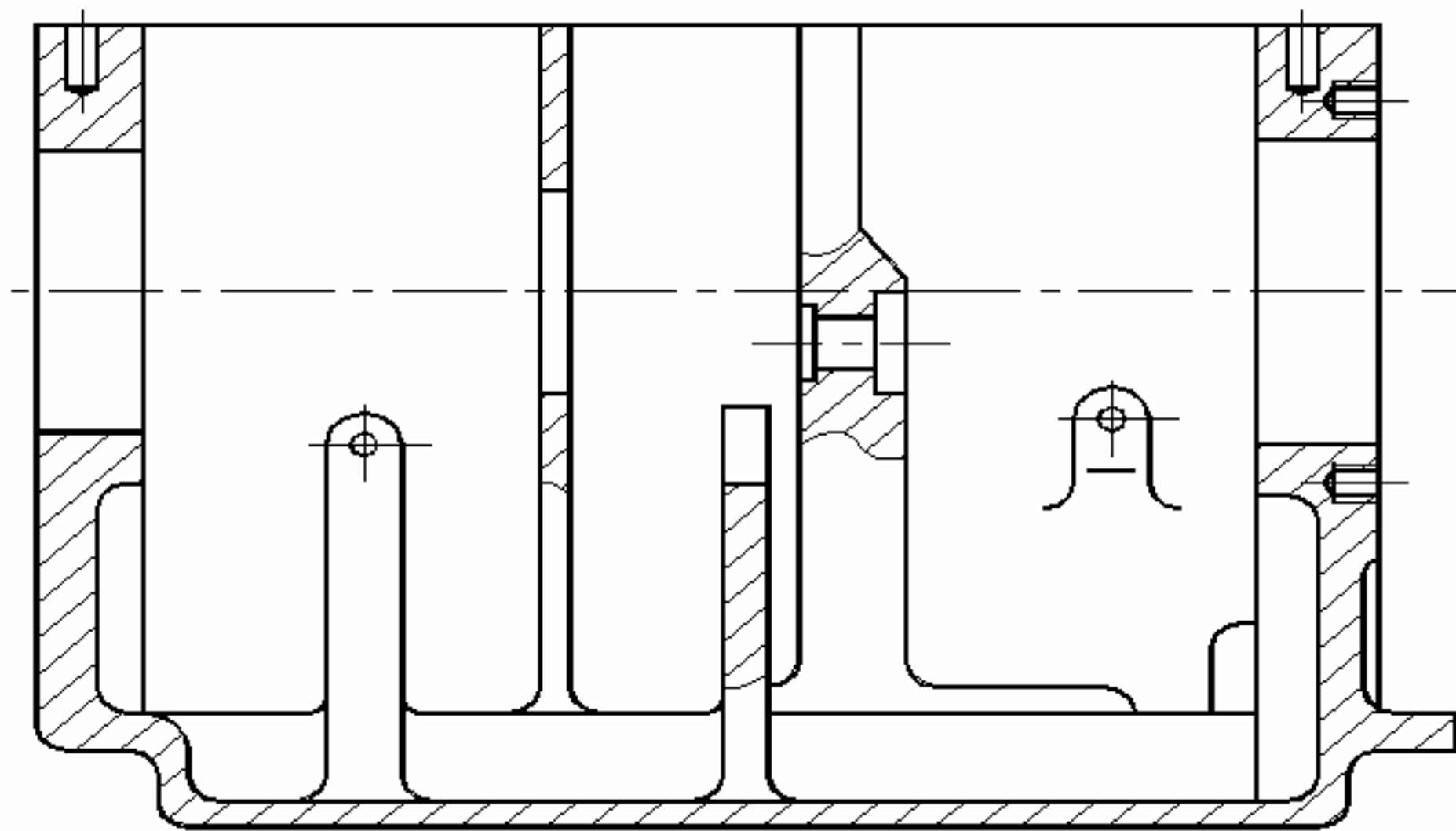
● 箱体零件的定位基准（粗基准、精基准选择）

（一）粗基准的选择 选择粗基准时，应满足以下几点：

- （1）在保证各加工面均有余量的前提下，应使重要孔的加工余量均匀，孔壁的厚薄尽量均匀，其余部位均有适当的壁厚；
- （2）装入箱体内的回转零件（如齿轮、轴套等）应与箱壁有足够的间隙；
- （3）注意保持箱体必要的外形。此外，还应保证定位稳定，夹紧可靠。

为满足上述要求，通常选用箱体上重要孔的毛坯孔作为粗基准。如图6.3.1-2中，在大批量生产中以Ⅰ孔和Ⅱ孔作为粗基准。由于铸造箱体毛坯时，形成主轴孔、其它支承孔及箱体内壁的型芯是装成一个整体放入的，它们之间有较高的相互位置精度，因此不仅可以较好地保证轴孔和其它支承孔的加工余量均匀，而且还能较好地保证各孔的轴线与箱体不加工内壁的相互位置，避免装入箱体内的齿轮、轴套等旋转零件在运转时与箱体内壁相碰。

（二）精基准的选择 为了保证箱体零件上孔与孔、孔与平面、平面与平面之间的相互位置和距离尺寸精度，箱体零件精基准选择常用两种原则：基准统一原则、基准重合原则。



主轴箱零件精基准选择

箱体零件精基准选择原则

(1) 基准统一原则（一面两孔） 在多数情况下箱体零件都是利用其底面（或顶面）及其上的两个孔作为定位基准，来加工其它的平面和孔系，以避免由于基准的转换所带来的累积误差。[图6.3.1-2](#)所示箱体零件，在大批量生产中常以顶面及其上两定位孔作为精基准。

(2) 基准重合原则（三面定位） 箱体零件的装配基准一般为平面，而它们又往往是箱体上其它要素的设计基准，因此以这些装配基准平面作为定位精基准，就避免了基准不重合误差，有利于提高箱体上各主要表面的位置精度。

由分析可知，这两种定位方式各有优缺点，应根据实际生产条件合理确定。在中、小批量生产时，尽可能使**定位基准与设计基准重合**，以设计基准作为统一的定位基准。而大批量生产时，优先考虑的是如何稳定加工质量和提高生产率，由此而产生的基准不重合误差通过工艺措施解决，如提高工件定位面精度和夹具精度等。

箱体零件定位基准选择（实例）

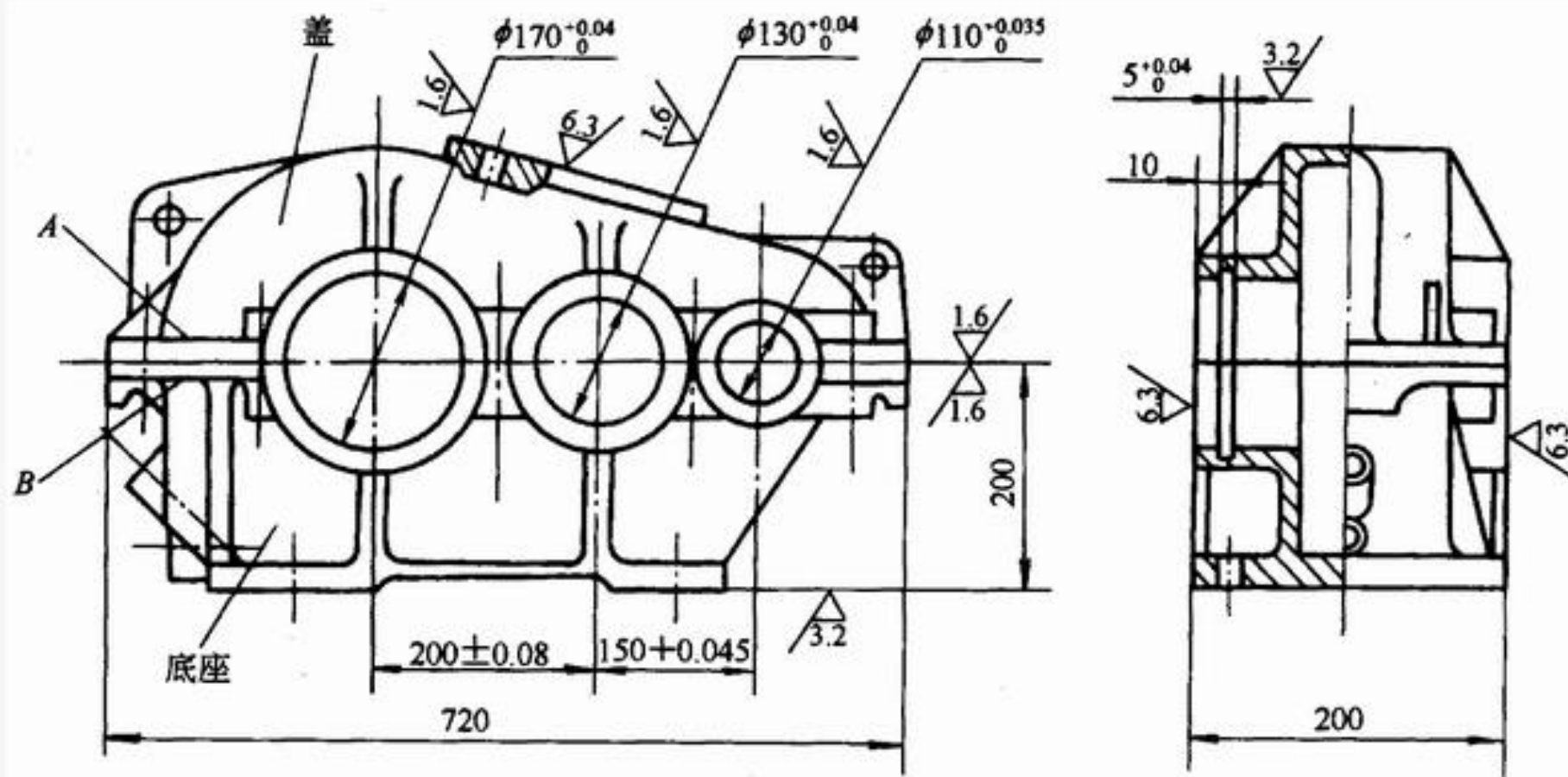


图6.3.1-3 分离式箱体结构

箱体零件定位基准选择（实例）

（1）粗基准选择 分离式箱体最先加工的是箱盖和箱座的对合面。分离式箱体一般不能以轴承孔的毛坯面作为粗基准，而是以凸缘不加工面为粗基准，即箱盖以凸缘A面，底面以凸缘B面为粗基准。这样可以保证对合面凸缘厚薄均匀，减少箱体合装时对合面的变形。

（2）精基准选择 分离式箱体的对合面与底面（装配基面）有一定的尺寸精度和相互位置精度要求；轴承孔轴线应在对合面上，与底面也有一定的尺寸精度和相互位置精度要求。为了保证以上几项要求，加工底座的对合面时，应以底面为精基准，使对合面加工时的定位基准与设计基准重合；箱体合装后加工轴承孔时，仍以底面为主要定位基准，并与底面上的两定位孔组成典型的“一面两孔”定位方式。这样，轴承孔的加工，其定位基准既符合“基准统一”原则，又符合“基准重合”原则，有利于保证轴承孔与对合面的重合及与装配基面的尺寸精度和平行度。

4.3 典型箱体类零件 加工工艺流程

4.3.2 主轴箱箱体

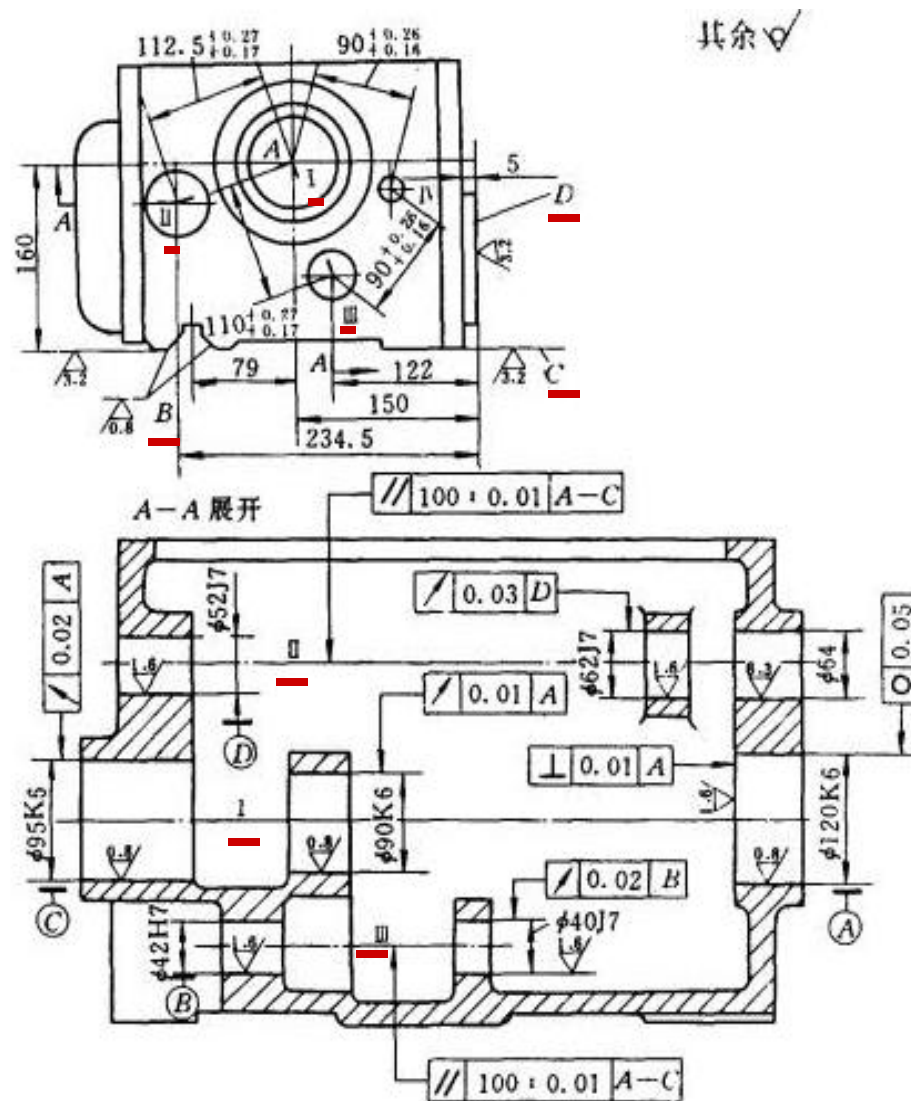
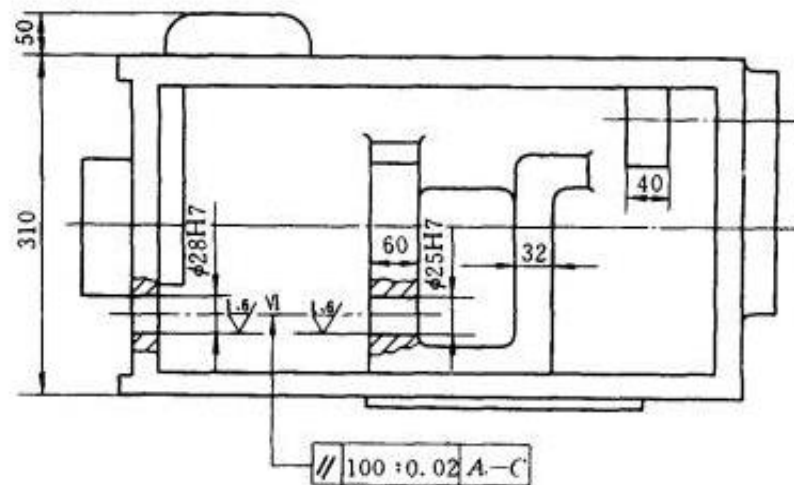


图6.3.1-2 车床主轴箱简图

主轴箱箱体工艺过程分析

1、零件结构分析

2、零件技术要求分析

3、零件工艺过程分析

小批量生产时工艺过程分析

大批量生产时工艺过程分析

主轴箱 小批量 生产工艺过程

序号	工 序 内 容	定位基准
1	铸造	
2	时效	
3	漆底漆	
4	划线：考虑主轴孔有加工余量，并尽量均匀。划C、A及E、D加工线	
5	粗、精加工顶面A	按线找正
6	粗、精加工B、C面及侧面D	顶面A并校正主轴线
7	粗、精加工两端面E、F	B、C面
8	粗、半精加工各纵向孔	B、C面
9	精加工各纵向孔	B、C面
10	粗、精加工横向孔	B、C面
11	加工螺孔及各次要孔	
12	清洗、去毛刺倒角	
13	检验	

主轴箱 大批量 生产工艺过程

序号	工序内容	定位基准
1	铸造	
2	时效	
3	漆底漆	
4	铣顶面A	I孔与II孔
5	钻、扩、绞2- $\Phi 8H7$ 工艺孔（将6-M10mm先钻至 $\Phi 7.8mm$,绞2- $\Phi 8H7$ ）	顶面A及外形
6	铣两端面E、F及前面D	顶面A及两工艺孔
7	铣导轨面B、C	顶面A及两工艺孔
8	磨顶面A	导轨面B、C
9	粗镗各纵向孔	顶面A及两工艺孔
10	精镗各纵向孔	顶面A及两工艺孔
11	精镗主轴孔I	顶面A及两工艺孔
12	加工横向孔及各面上的次要孔	
13	磨B、C导轨面及前面D	顶面A及两工艺孔
14	将2- $\Phi 8H7$ 及4- $\Phi 7.8mm$ 均扩钻至 $\Phi 8.5mm$ ，攻6-M10mm	
15	清洗、去毛刺倒角	
16	检验	

