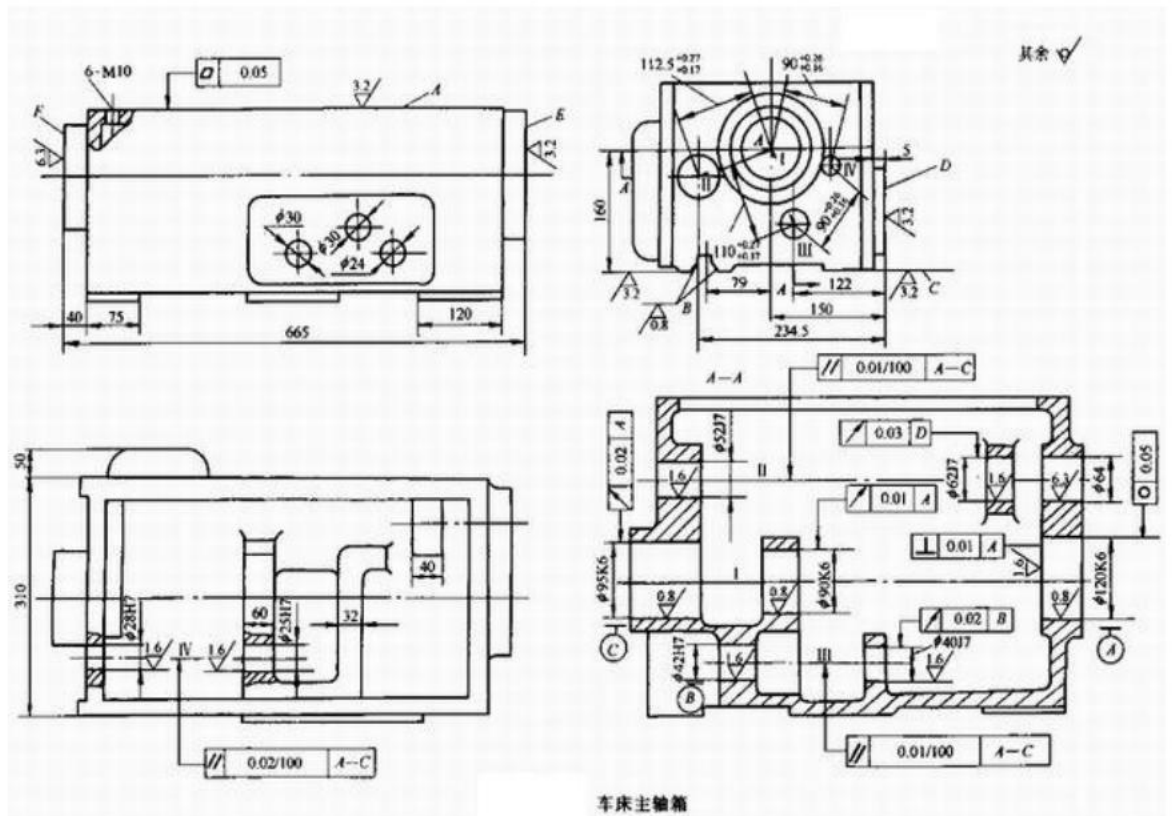


## 箱体零件加工工艺分析

各种箱体的工艺过程虽然随着箱体的机构、精度要求和生产批量的不同而有较大差异，但亦有共同特点。下面结合实例来分析一般箱体加工中的共性问题。

主轴箱是整体式箱体中结构较为复杂、要求又高的一种箱体，其加工的难度较大，现以此为例来分析箱体的工艺过程。



下面表 A 为上图所示某车床主轴箱小批生产的工艺过程；下面表 B 为该车床主轴箱大批生产的工艺过程。从这二个表所列的箱体加工工艺过程可以看出，不同批量箱体加工的工艺过程，既有共性，又有各自的特性。

表 A 某主轴箱小批生产工艺过程

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	

表 B 某主轴箱大批生产工艺过程

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	

### 一、制订箱体工艺过程的共同性原则

1) 加工顺序为先面后孔箱体类零件的加工顺序均为先加工面，以加工好的平面定位，再来加工孔。因为箱体孔的精度要求高，加工难度大，先以孔为粗基准加工平面，再以平面为精基准加工孔，这样不仅为孔的加工提供了稳定可靠的

精基准，同时还可以使孔的加工余量较为均匀。由于箱体上的孔分布在箱体各平面上，先加工好平面，钻孔时，钻头不易引偏，扩孔或绞孔时，刀具也不易崩刃。

2) 加工阶段粗、精分开箱体的结构复杂，壁厚不均，刚性不好，而加工精度要求又高，故箱体重要加工表面都要划分粗、精加工两个阶段，这样可以避免粗加工造成的内应力、切削力、夹紧力和切削热对加工精度的影响，有利于保证箱体的加工精度。粗、精分开也可及时发现毛坯缺陷，避免更大的浪费；同时还能根据粗、精加工的不同要求来合理选择设备，有利于提高生产率。

3) 工序间合理安排热处理箱体零件的结构复杂，壁厚也不均匀，因此，在铸造时会产生较大的残余应力。为了消除残余应力，减少加工后的变形和保证精度的稳定，所以，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  $500^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ ，保温  $4\text{h}\sim 6\text{h}$ ，冷却速度小于或等于  $30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，出炉温度小于或等于  $200^{\circ}\text{C}$ 。

普通精度的箱体零件，一般在铸造之后安排 1 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 1 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。

4) 用箱体上的重要孔作粗基准箱体类零件的粗基准一般都用它上面的重要孔作粗基准，这样不仅可以较好地保证重要孔及其它各轴孔的加工余量均匀，还能较好地保证各轴孔轴心线与箱体不加工表面的相互位置。

## 二、定位基准的选择

1) 粗基准的选择虽然箱体类零件一般都选择重要孔（如主轴孔）为粗基准，但随着生产类型不同，实现以主轴孔为粗基准的工件装夹方式是不同的。

①中小批生产时，由于毛坯精度较低，一般采用划线装夹，其方法如下：

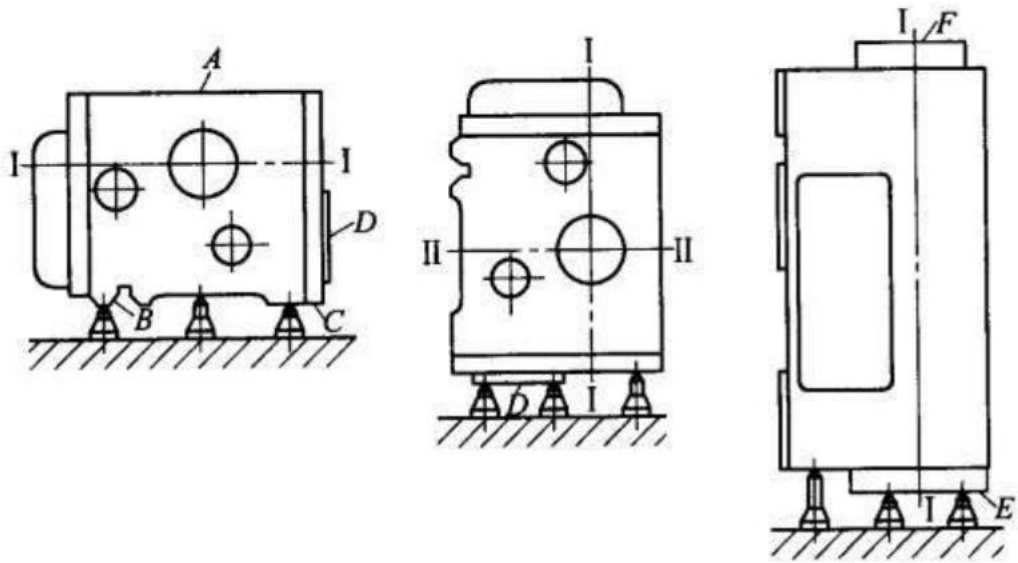


图 C 主轴箱的划线

首先将箱体用千斤顶安放在平台上（图 C-a），

调整千斤顶，使主轴孔 I 和 A 面与台面基本平行，D 面与台面基本垂直，根据毛坯的主轴孔划出主轴孔的水平线 I-I，在 4 个面上均要划出，作为第 1 校正线。划此线时，应根据图样要求，检查所有加工部位在水平方向是否均有加工余量，若有的加工部位无加工余量，则需要重新调整 I-I 线的位置，作必要的借正，直到所有的加工部位均有加工余量，才将 I-I 线最终确定下来。I-I 线确定之后，即画出 A 面和 C 面的加工线。然后将箱体翻转  $90^\circ$ ，D 面一端置于 3 个千斤顶上，调整千斤顶，使 I-I 线与台面垂直（用大角尺在两个方向上校正），根据毛坯的主轴孔并考虑各加工部位在垂直方向的加工余量，按照上述同样的方法划出主轴孔的垂直轴线 II-II 作为第 2 校正线（图 C-b），也在 4 个面上均画出。依据 II-II 线画出 D 面加工线。再将箱体翻转  $90^\circ$ （图 C-c），将 E 面一端至于 3 个千斤顶上，使 I-I 线和 II-II 线与台面垂直。根据凸台高度尺寸，先画出 F 面，然后再画出 E 面加工线。

加工箱体平面时，按线找正装夹工件，这样，就体现了以主轴孔为粗基准。

②大批大量生产时，毛坯精度较高，可直接以主轴孔在夹具上定位，采用图 D 的夹具装夹。

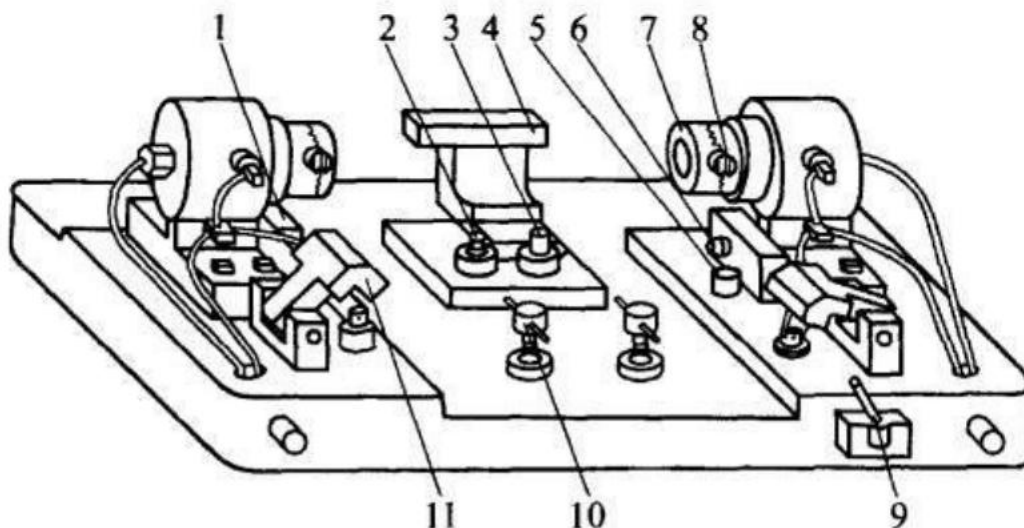


图 D 以主轴孔为粗基准铣顶面的夹具

1、3、5—支承 2—辅助支承 4—支架 6—挡销 7—短轴 8—活动支柱

9、10—操纵手柄 11—螺杆 12—可调支承 13—夹紧块

先将工件放在 1、3、5 预支承上，并使箱体侧面紧靠支架 4，端面紧靠挡销 6，进行工件预定位。然后操纵手柄 9，将液压控制的两个短轴 7 伸入主轴孔中。每个短轴上有 3 个活动支柱 8，分别顶住主轴孔的毛面，将工件抬起，离开 1、3、5 各支承面。这时，主轴孔轴心线与两短轴轴心线重合，实现了以主轴孔为粗基准定位。为了限制工件绕两短轴的回转自由度，在工件抬起后，调节两可调支承 12，辅以简单找正，使顶面基本成水平，再用螺杆 11 调整辅助支承 2，使其与箱体底面接触。最后操纵手柄 10，将液压控制的两个夹紧块 13 插入箱体两端相应的孔内夹紧，即可加工。

2) 精基准的选择箱体加工精基准的选择也与生产批量大小有关

①单件小批生产用装配基面做定位基准。图 A 车床床头箱单件小批加工孔系时，选择箱体底面导轨 B、C 面做定位基准，B、C 面既是床头箱的装配基准，又

是主轴孔的设计基准，并与箱体的两端面、侧面及各主要纵向轴承孔在相互位置上有直接联系，故选择 B、C 面作定位基准，不仅消除了主轴孔加工时的基准不重合误差，而且用导轨面 B、C 定位稳定可靠，装夹误差较小，加工各孔时，由于箱口朝上，所以更换导向套、安装调整刀具、测量孔径尺寸、观察加工情况等都很方便。

这种定位方式也有它的不足之处。加工箱体中间壁上的孔时，为了提高刀具系统的刚度，应当在箱体内部相应的部位设置刀杆的导向支承。由于箱体底部是封闭的，中间支承只能用如图 E 所示的吊架从箱体顶面的开口处伸入箱体内，每加工一件需装卸一次，吊架与镗模之间虽有定位销定位，但吊架刚性差，制造安装精度较低，经常装卸也容易产生误差，且使加工的辅助时间增加，因此这种定位方式只适用于单件小批生产。

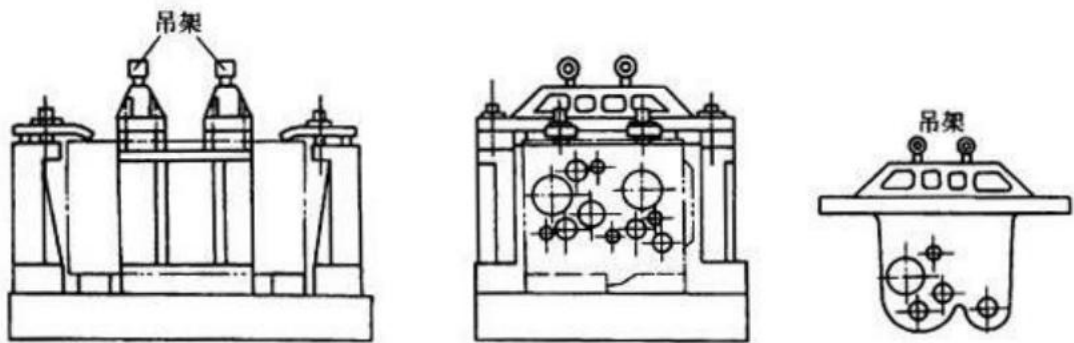


图 E 吊架式镗模夹具

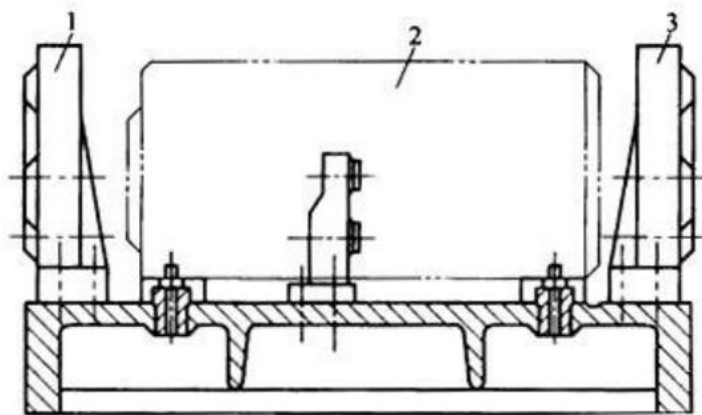


图 F 箱体以一面两孔定位

②量大时采用一面两孔作定位基准。大批量生产的主轴箱常以顶面和两定位销孔为精基准，如图 F 所示。

这种定位方式是加工时箱体口朝下，中间导向支架可固定在夹具上。由于简化了夹具结构，提高了夹具的刚度，同时工件的装卸也比较方便，因而提高了孔系的加工质量和劳动生产率。

这种定位方式的不足之处在于定位基准与设计基准不重合，产生了基准不重合误差。为了保证箱体的加工精度，必须提高作为定位基准的箱体顶面和两定位销孔的加工精度。另外，由于箱口朝下，加工时不便于观察各表面的加工情况，因此，不能及时发现毛坯是否有砂眼、气孔等缺陷，而且加工中不便于测量和调刀。所以，用箱体顶面和两定位销孔作精基准加工时，必须采用定径刀具（扩孔钻和绞刀等）。

上述两种方案的对比分析，仅仅是针对类似床头箱而言，许多其它形式的箱体，采用一面两孔的定位方式，上面所提及的问题也不一定存在。实际生产中，一面两孔的定位方式在各种箱体加工中应用十分广泛。因为这种定位方式很简便地限制了工件 6 个自由度，定位稳定可靠；在一次安装下，可以加工除定位以外的所有 5 个面上的孔或平面，也可以作为从粗加工到精加工的大部分工序的定位基准，实现“基准统一”；此外，这种定位方式夹紧方便，工件的夹紧变形小；易于实现自动定位和自动夹紧。因此，在组合机床与自动线上加工箱体时，多采用这种定位方式。

由以上分析可知：箱体精基准的选择有两种方案：一是以 3 平面为精基准（主要定位基面为装配基面）；另一是以一面两孔为精基准。这两种定位方式各有优缺点，实际生产中的选用与生产类型有很大的关系。通常从“基准统一”，中小批生产时，尽可能使定位基准与设计基准重合，即一般选择设计基准作为统一的定位基准；大批大量生产时，优先考虑的是如何稳定加工质量和提高生产率，不过分地强调基准重合问题，一般多用典型的一面两孔作为统一的定位基准，由此而引起的基准不重合误差，可采用适当的工艺措施去解决。