

箱体零件加工工艺

箱体类零件是机器及其部件的基础件，它将机器及其部件中的轴、轴承、套和齿轮等零件按一定的相互位置关系装配成一个整体，并按预定传动关系协调其运动。因此，箱体的加工质量不仅影响其装配精度及运动精度，而且影响到机器的工作精度、使用性能和寿命。

一、箱体类零件功用、结构特点和技术要求

(一) 箱体零件的功用

箱体零件是机器及部件的基础件，它将机器及部件中的轴、轴承和齿轮等零件按一定的相互位置关系装配成一个整体，并按预定传动关系协调其运动。

(二) 箱体类零件的结构特点

箱体的种类很多，其尺寸大小和结构形式随着机器的结构和箱体在机器中功用的不同有着较大的差异。但从工艺上分析它们仍有许多共同之处，其结构特点是：

1. 外形基本上是由六个或五个平面组成的封闭式多面体，又分成整体式和组合式两种；
2. 结构形状比较复杂。内部常为空腔形，某些部位有“隔墙”，箱体壁薄且厚薄不均。

3. 箱壁上通常都布置有平行孔系或垂直孔系；

4. 箱体上的加工面，主要是大量的平面，此外还有许多精度要求较高的轴承支承孔和精度要求较低的紧固用孔。

(三) 箱体类零件的技术要求

1. 轴承支承孔的尺寸精度和、形状精度、表面粗糙度要求。
2. 位置精度 包括孔系轴线之间的距离尺寸精度和平行度，同一轴线上各孔的同轴度，以及孔端面对孔轴线的垂直度等。
3. 此外，为满足箱体加工中的定位需要及箱体与机器总装要求，箱体的装配基准面与加工中的定位基准面应有一定的平面度和表面粗糙度要求；各支承孔与装配基准面之间应有一定距离尺寸精度的要求。

(四) 箱体类零件的材料和毛坯

箱体类零件的材料一般用灰口铸铁，常用的牌号有 HT100~HT400。

毛坯为铸铁件，其铸造方法视铸件精度和生产批量而定。单件小批生产多用木模手工造型，毛坯精度低，加工余量大。有时也采用钢板焊接方式。大批生产常用金属模机器造型，毛坯精度较高，加工余量可适当减小。

为了消除铸造时形成的内应力，减少变形，保证其加工精度的稳定性，毛坯铸造后要安排人工时效处理。精度要求高或形状复杂的箱体还应在粗加工后多加一次人工时效处理，以消除粗加工造成的内应力，进一步提高加工精度的稳定性。

二、箱体零件加工工艺分析

(一) 工艺路线的安排

车床主轴箱要求加工的表面很多。在这些加工表面中，平面加工精度比孔的加工精度容

易保证，于是，箱体中主轴孔（主要孔）的加工精度、孔系加工精度就成为工艺关键问题。

因此，在工艺路线的安排中应注意三个问题：

1. 工件的时效处理

箱体结构复杂壁厚不均匀，铸造内应力较大。由于内应力会引起变形，因此铸造后应安排人工时效处理以消除内应力减少变形。一般精度要求的箱体，可利用粗、精加工工序之间的自然停放和运输时间，得到自然时效的效果。但自然时效需要的时间较长，否则会影响箱体精度的稳定性。

对于特别精密的箱体，在粗加工和精加工工序间还应安排一次人工时效，迅速充分地消除内应力，提高精度的稳定性。

2. 安排加工工艺的顺序时应先面后孔

由于平面面积较大定位稳定可靠，有利与简化夹具结构减少安装变形。从加工难度来看，平面比孔加工容易。先加工批平面，把铸件表面的凹凸不平和夹砂等缺陷切除，在加工分布在平面上的孔时，对便于孔的加工和保证孔的加工精度都是有利的。因此，一般均应先加工平面。

3. 粗、精加工阶段要分开

箱体均为铸件，加工余量较大，而在粗加工中切除的金属较多，因而夹紧力、切削力都较大，切削热也较多。加之粗加工后，工件内应力重新分布也会引起工件变形，因此，对加工精度影响较大。为此，把粗精加工分开进行，有利于把已加工后由于各种原因引起的工件变形充分暴露出来，然后在精加工中将其消除。

（二）定位基准的选择

箱体定位基准的选择，直接关系到箱体上各个平面与平面之间，孔与平面之间，孔与孔之间的尺寸精度和位置精度要求是否能够保证。在选择基准时，首先要遵守“基准重合”和“基准统一”的原则，同时必须考虑生产批量的大小，生产设备、特别是夹具的选用等因素。

1. 粗基准的选择

粗基准的作用主要是决定不加工面与加工面的位置关系，以及保证加工面的余量均匀。

箱体零件上一般有一个（或几个）主要的大孔，为了保证孔的加工余量均匀，应以该毛坯孔为粗基准（如主轴箱上的主轴孔）。箱体零件上的不加工面主要考虑内腔表面，它和加工面之间的距离尺寸有一定的要求，因为箱体中往往装有齿轮等传动件，它们与不加工的内壁之间的间隙较小，如果加工出的轴承孔端面与箱体内壁之间的距离尺寸相差太大，

就有可能使齿轮安装时与箱体内壁相碰。从这一要求出发，应选内

壁为粗基准。但这将使夹具结构十分复杂，甚至不能实现。考虑到铸造时内壁与主要孔都是同一个泥心浇注的，因此实际生产中常以孔为主要粗基准，限制四个自由度，而辅之以内腔或其它毛坯孔为次要基准面，以达到完全定位的目的。

1. 1. 精基准的选择

箱体零件精基准的选择一般有两种方案：一种是以装配面为精基准。以车床主轴箱镗孔

夹具为例，该夹具如图 9-8 所示。它的优点是对于孔与底面的距离和平行度要求，基准是重合的，没有基准不重合误差，而且箱口向上，观察和测量、调刀都比较方便。但是在镗削中间壁上的孔时，由于无法安装中间导向支承，而不得不采用吊架的形式（见图 9-8 中件 3）。这种吊架刚性差，操作不方便，安装误差大，不易实现自动化，故此方案一般只能适用于无中间孔壁的简单箱体或批量不大的场合。

针对上述采用吊架式中间导向支承的问题，采用箱口向下的安装方式，以箱体顶面 R 和顶面上的两个工艺孔为精基准。如图 9-9 所示。在镗孔时，由于中间导向支承直接固定在夹具上，使夹具的刚度提高，有利于保证各支承孔的尺寸和位置精度。并且工件装卸方便减少了辅助时间，有利于提高生产率。但是这种定位方式也有不足之处，如箱口向下无法观察和测量中间壁上孔的加工情况；以顶面和两个工艺孔作为定位基准，要提高顶面和孔的加工要求；加工基准与装配基准不重合需要进行尺寸链的计算或采用装配时用修刮尾座底板的办法来保证装配精度。

（三）主要表面的加工

1. 箱体的平面加工

箱体平面的粗加工和半精加工常选择刨削和铣削加工。

刨削箱体平面的主要特点是：刀具结构简单；机床调整方便；在龙门刨床上可以用几个刀架，在一次安装工件中，同时加工几个表面，于是，经济地保证了这些表面的位置精度。

箱体平面铣削加工的生产率比刨削高。在成批生产中，常采用铣削加工。当批量较大时，常在多轴龙门铣床上用几把铣刀同时加工几个平面，即保证了平面间的位置精度，又提高了生产率。

2. 主轴孔的加工

由于主轴孔的精度比其它轴孔精度高，表面粗糙度值比其它轴孔小，故应在其它轴孔加工后再单独进行主轴孔的精加工（或光整加工）。

目前机床主轴箱主轴孔的精加工方案有：

精镗—浮动镗；金刚镗—珩磨；金刚镗—滚压。

上述主轴孔精加工方案中的最终工序所使用的刀具都具有径向“浮动”性质，这对提高孔的尺寸精度、减小表面粗糙度值是有利的，但不能提高孔的位置精度。孔的位置精度应由前一工序（或工步）予以保证。

从工艺要求上，精镗和半精镗应在不同的设备上进行。若设备条件不足，也应在半精镗之后，把被夹紧的工件松开，以便使夹紧压力或内应力造成的工件变形在精镗工序中得以纠正。

3. 孔系加工

车床箱体的孔系，是有位置精度要求的各轴承孔的总和，其中有平行孔系和同轴孔系两类。

平行孔系主要技术要求是各平行孔中心线之间以及孔中心线与基准面之间的尺寸精度和平行精度根据生产类型的不同，可以在普通镗床上或专用镗床上加工。

单件小批生产箱体时，为保证孔距精度主要采用划线法。为了提高划线找正的精度，可采用试切法，虽然精度有所提高，但由于划线、试切、测量都要消耗较多的时间，所以生产率仍很低。

坐标法加工孔系，许多工厂在单件小批生产中也广泛采用，特别是在普通镗床上加装较精密的测量装置（如数显等）后，可以较大地提高其坐标位移精度。

必须指出，采用坐标法加工孔系时，原始孔和加工顺序的选定是很重要的。因为，各排孔的孔距是靠坐标尺寸保证的。坐标尺寸的积累误差会影响孔距精度。如果原始孔和孔的假定顺序选择的合理，就可以减少积累误差。

成批或大量生产箱体时，加工孔系都采用镗模。孔距精度主要取决于镗模的精度和安装质量。虽然镗模制造比较复杂，造价较高，但可利用精度不高的机床加工出精度较高的工件。因此，在某些情况下，小批生产也可考虑使用镗模加工平行孔系。同轴孔系的主要技术要求是各孔的同轴度精度。成批生产时，箱体的同轴孔系的同轴度大部分是用镗模保证，单件小批生产中，在普通镗床上用以下两种方法进行加工：

1) 从箱体一端进行加工

加工同轴孔系时，出现同轴度误差的主要原因是：

当主轴进给时，镗杆在重力作用下，使主轴产生挠度而引起孔的同轴度误差；

当工作台进给时，导轨的直线度误差会影响各孔的同轴度精度。

对于箱壁较近的同轴孔，可采用导向套加工同轴孔。对于大型箱体，可利用镗床后立柱导套支承镗杆。

2) 从箱体两端进行镗孔

一般是采用“调头镗”使工件在一次安装下，镗完一端的孔后，将镗床工作台回转 180°，再镗另一端的孔。具体办法是：加工好一端孔后，将工件退出主轴，使工作台回转 180°，用百（千）分表找正已加工孔壁与主轴同轴，即可加工另一孔。

“调头镗”不用夹具和长刀杆，镗杆悬伸长度短，刚性好。但调整比较麻烦和费时，适合于箱体壁相距较远的同轴孔。

收藏 分享 评分

轴类零件加工工艺

一、轴类零件的功用、结构特点及技术要求

轴类零件是机器中经常遇到的典型零件之一。它主要用来支承传动零部件，传递扭矩和承受载荷。轴类零件是旋转体零件，其长度大于直径，一般由同心轴的外圆柱面、圆锥面、内孔和螺纹及相应的端面所组成。根据结构形状的不同，轴类零件可分为光轴、阶梯轴、空心轴和曲轴等。

轴的长径比小于 5 的称为短轴，大于 20 的称为细长轴，大多数轴介于两者之间。

轴用轴承支承，与轴承配合的轴段称为轴颈。轴颈是轴的装配基准，它们的精度和表面质量一般要求较高，其技术要求一般根据轴的主要功用和工作条件制定，通常有以下几项：

(一)尺寸精度

起支承作用的轴颈为了确定轴的位置，通常对其尺寸精度要求较高（IT5~IT7）。装配传动件的轴颈尺寸精度一般要求较低（IT6~IT9）。

(二)几何形状精度

轴类零件的几何形状精度主要是指轴颈、外锥面、莫氏锥孔等的圆度、圆柱度等，一般应将其公差限制在尺寸公差范围内。对精度要求较高的内外圆表面，应在图纸上标注其允许偏差。

(三)相互位置精度

轴类零件的位置精度要求主要是由轴在机械中的位置和功用决定的。通常应保证装配传动件的轴颈对支承轴颈的同轴度要求，否则会影响传动件（齿轮等）的传动精度，并产生噪声。普通精度的轴，其配合轴段对支承轴颈的径向跳动一般为 0.01~0.03mm，高精度轴（如主轴）通常为 0.001~0.005mm。

(四)表面粗糙度

一般与传动件相配合的轴径表面粗糙度为 Ra2.5~0.63 μ m，与轴承相配合的支承轴径的表面粗糙度为 Ra0.63~0.16 μ m。

二、轴类零件的毛坯和材料

(一)轴类零件的毛坯

轴类零件可根据使用要求、生产类型、设备条件及结构，选用棒料、锻件等毛坯形式。对于外圆直径相差不大的轴，一般以棒料为主；而对于外圆直径相差大的阶梯轴或重要的轴，常选用锻件，这样既节约材料又减少机械加工的工作量，还可改善机械性能。

根据生产规模的不同，毛坯的锻造方式有自由锻和模锻两种。中小批生产多采用自由锻，大批大量生产时采用模锻。

(二)轴类零件的材料

轴类零件应根据不同的工作条件和使用要求选用不同的材料并采用不同的热处理规范（如调质、正火、淬火等），以获得一定的强度、韧性和耐磨性。

45 钢是轴类零件的常用材料，它价格便宜经过调质（或正火）后，可得到较好的切削性能，而且能获得较高的强度和韧性等综合机械性能，淬火后表面硬度可达 45~52HRC。

40Cr 等合金结构钢适用于中等精度而转速较高的轴类零件，这类钢经调质和淬火后，具有较好的综合机械性能。

轴承钢 GCr15 和弹簧钢 65Mn，经调质和表面高频淬火后，表面硬度可达 50~58HRC，并具有较高的耐疲劳性能和较好的耐磨性能，可制造较高精度的轴。

精密机床的主轴（例如磨床砂轮轴、坐标镗床主轴）可选用 38CrMoAlA 氮化钢。这种钢经调质和表面氮化后，不仅能获得很高的表面硬度，而且能保持较软的芯部，因此耐冲击韧性好。与渗碳淬火钢比较，它有热处理变形很小，硬度更高的特性。

三、轴类零件典型工艺路线

对于 7 级精度、表面粗糙度 Ra0.8~0.4 μ m 的一般传动轴，其典型工艺路线是：正火—车端面钻中心孔—粗车各表面—精车各表面—铣花键、键槽—热处理—修研中心孔—粗磨外圆—精磨外圆—检验。

轴类零件一般采用中心孔作为定位基准，以实现基准统一的方案。在单件小批生产中钻中心孔工序常在普通车床上进行。在大批量生产中常在铣端面钻中心孔专用机床上进行。

中心孔是轴类零件加工全过程中使用的定位基准，其质量对加工精度有着重大影响。所以必须安排修研中心孔工序。修研中心孔一般在车床上用金刚石或硬质合金顶尖加压进行。

对于空心轴（如机床主轴），为了能使用顶尖孔定位，一般均采用带顶尖孔的锥套心轴或锥堵。若外圆和锥孔需反复多次、互为基准进行加工，则在重装锥堵或心轴时，必须按外圆找正或重新修磨中心孔。

轴上的花键、键槽等次要表面的加工，一般安排在外圆精车之后，磨削之前进行。因为如果在精车之前就铣出键槽，在精车时由于断续切削而易产生振动，影响加工质量，又容易

损坏刀具，也难以控制键槽的尺寸。但也不应安排在外圆精磨之后进行，以免破坏外圆表面的加工精度和表面质量。

在轴类零件的加工过程中，应当安排必要的热处理工序，以保证其机械性能和加工精度，并改善工件的切削加工性。一般毛坯锻造后安排正火工序，而调质则安排在粗加工后进行，以便消除粗加工后产生的应力及获得良好的综合机械性能。淬火工序则安排在磨削工序之前。

四、细长轴加工工艺特点

由于细长轴刚性很差，在加工中极易变形，对加工精度和加工质量影响很大。为此，生产中常采用下列措施予以解决。

(一) 改进工件的装夹方法

粗加工时，由于切削余量大，工件受的切削力也大，一般采用卡顶法，尾座顶尖采用弹性顶尖，可以使工件在轴向自由伸长。但是，由于顶尖弹性的限制，轴向伸长量也受到限制，因而顶紧力不是很大。在高速、大用量切削时，有使工件脱离顶尖的危险。采用卡拉法可避免这种现象的产生。

精车时，采用双顶尖法（此时尾座应采用弹性顶尖）有利于提高精度，其关键是提高中心孔精度。

(二) 采用跟刀架

跟刀架是车削细长轴极其重要的附件。采用跟刀架能抵消加工时径向切削分力的影响，从而减少切削振动和工件变形，但必须注意仔细调整，使跟刀架的中心与机床顶尖中心保持一致。

(三) 采用反向进给

车削细长轴时，常使车刀向尾座方向作进给运动（此时应安装卡拉工具），这样刀具施加于工件上的进给力方向朝向尾座，因而有使工件产生轴向伸长的趋势，而卡拉工具大大减少了由于工件伸长造成的弯曲变形。

(四) 采用车削细长轴的车刀

车削细长轴的车刀一般前角和主偏角较大，以使切削轻快，减小径向振动和弯曲变形。粗加工用车刀在前刀面上开有断屑槽，使断屑容易。精车用刀常有一定的负刃倾角，使切屑流向待加工面。