

起落架复杂箱体零件加工 工艺研究

Complex Box Part Processing of Landing Gear

中航工业飞机起落架有限责任公司燎原分公司 舒晓君



舒晓君

工程师,现就职于中航工业飞机起落架有限责任公司,主要从事飞机复杂零件的研制、航空产品机械加工以及 NC 程序的工艺编制工作。

近些年,公司承接了大量的型号项目,在全面提升起落架研发制造能力的同时,努力提升工艺技术的专业化水平。本文针对在某型机起落架研制过程中的某项箱体类零件钻、铣、镗等工艺特点,就箱体零件加工工艺方案的确定原则和程序进行了探讨,在分析典型工艺路线的基础上研究零件的一次装夹、数控加工和刀

在加工超高强度复杂箱体类零件的过程中,研究其加工工艺,明确编制合理的制造工艺流程、选择合适的装夹定位方案、有效利用车间资源和切削刀具、分析件热后的变形规律并加以控制、设定合理的切削用量、引入曲线插补优化刀轨是保证复杂箱体类零件加工质量和提高生产效率的重要途径。

轨优化问题。通过合理的选用刀具和切削参数,最终得到了箱体类零件在加工中心上的最优工艺路线,对类似零件工艺工程进行优化具有非常重要的工程实用价值。

零件结构分析

锁壳是决定起落架收放系统功能的关键部件,其结构如图 1 所示。该零件是起落架收放系统的基础壳体,它将机构或部件中的轴、套、钢筒、撑杆等有关零件组装成一个整体,使它们之间保持正确的相互位置,并按照一定的传动关系协调地传递运动或动力,从而实现起落架系统的收放运动。在收起位置锁紧起落架与舱门,起落架放下后锁紧起落架与舱门;在收起落架过程中开锁,起落架及轮舱收放与上锁等动作顺序应协调(起落架收放回路主要是由这

些基本顺序回路组成)。因此,图 1 所示各孔系精度和装配关系要求极高,其相互同轴度、平行度和垂直度均要求在 0.05mm 以内(图 2),孔系尺寸精度最严要求在 0.033mm 以内,零件的加工质量将直接影响起落架收放系统的精度、性能和寿命。

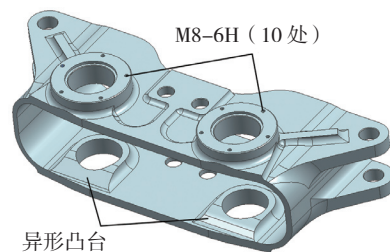


图1 零件结构图

其技术难点如下:

(1) 该零件材料为超高强度钢(属难加工材料, HRC55~60),外形复杂、壁薄且不均匀(图 2),加工部

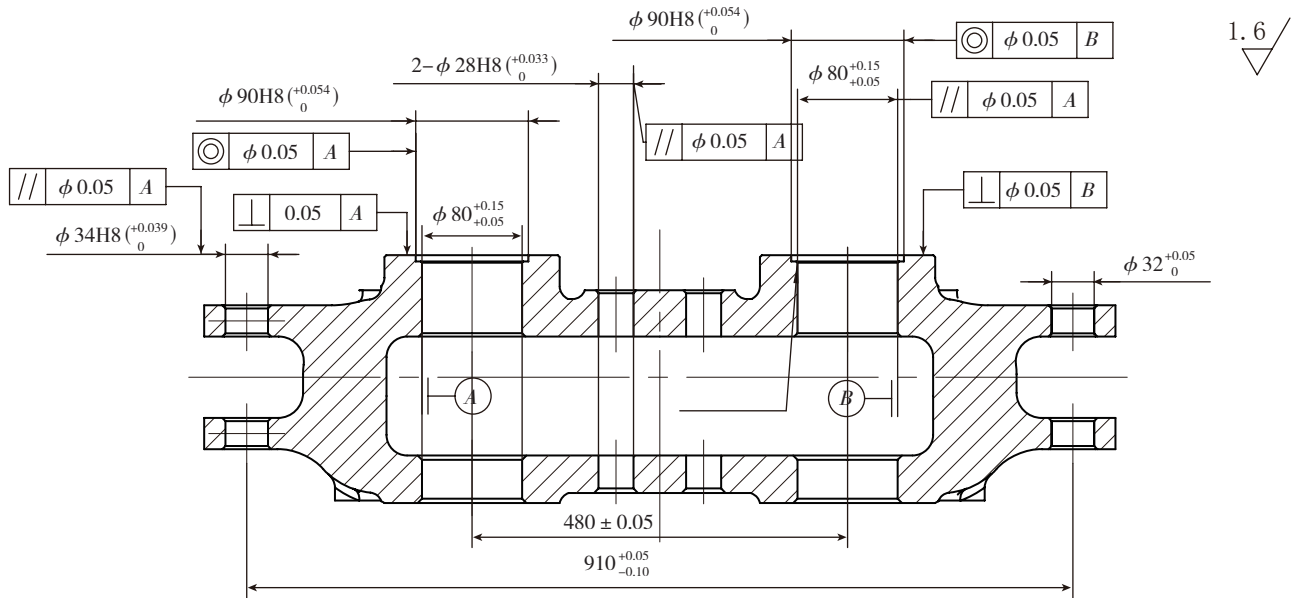


图2 零件孔系技术要求

位多、难度大。

(2) 内腔深而且腔内附有两处异型凸台(如图1示),该工步开放区域小,刀轨排编难,铣刀的落刀深度要达到180mm,这意味着刀具的悬伸量要超过180mm,使得铣刀的工况很不稳定,震刀、让刀严重影响零件型腔侧壁的表面质量和尺寸精度。

(3) 零件孔系精度要求高且各孔形

位公差要求极严,如图2所示2- $\phi 80$ (+0.15/+0.05)、2- $\phi 28H8$ (+0.033/0)、 $\phi 34H8$ (+0.039/0) 孔其对基准A孔的平行度要求在0.05以内,2- $\phi 90H8$ (+0.054/0) 孔的同轴度也要求在0.05以内,还有箱体上端面对孔的垂直度同样要求在0.05以内,如图1所示的10处M8-6H螺纹孔就分布在这一端面上,因此该端面与螺纹孔的垂直度以

及 $\phi 80$ (+0.15/+0.05) 孔与螺纹孔的同轴度,将直接影响零件的装配。

(4) 箱体类零件热处理后变形状况极为复杂,造成零件上述技术要求极难保证和控制。

箱体零件加工工艺方案

1 工艺方案的确定

(1) 热前方案。

热前集中了零件大量的切削,加工应力大。为了消除应力,在工件进行大余量切削后,我们安排了回火工序;如何定位装夹,是我们探索的重点,经过论证,采用下述方案。

具体流程为铣毛料基准→粗铣深腔及两侧耳片型槽(两面接)→回火→铣、镗基准孔→粗精铣零件外形(两面)钻、镗零件孔系,粗制螺纹→精铣零件深腔及腔内异性凸台→钳工→检测→热处理。

(2) 热后方案。

我们没有箱体类零件热后变形量的经验,零件热后各孔孔位和形位公差要求极严,如何均衡变形,制精加工基准,保证零件热后各孔系的技术要求,也是我们探索的一个重要目标,具体流程为:卧式精检工件变形量→分析余量→一次装夹完工→计量。

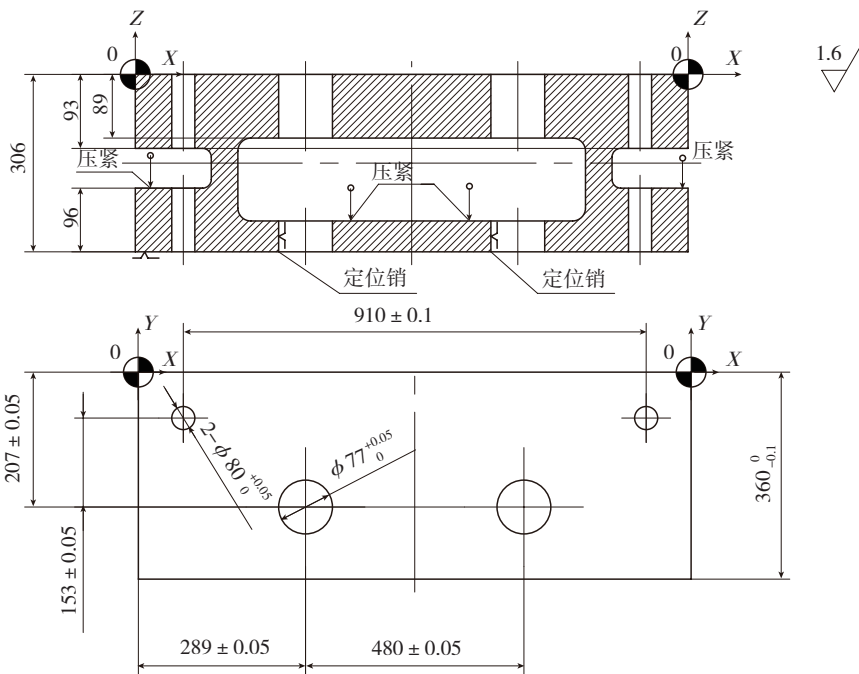


图3 零件热前工艺凸台及基准加工工位

2 实施过程

(1) 装夹、定位方案的确定。

由于零件材料属于难加工材料,铣削力大,零件的主要面、孔不但有很高的尺寸精度要求,同时还有很高的形位公差要求。为了保证工位刚性,提高切削稳定性和零件的技术要求,同时降低车间成本,在图1所示零件上下两工位的加工中,我们自制定位芯轴 $\phi 77_{-0.05}^0$,采取了一面两孔定位,压板压紧的方式,并且芯轴底面带有与机床工作台上T型槽相配合的卡键,实践证明该定位方式有效地限制了工件在工作台Y向的自由度,并且节省了专用工装成本。图3标示出了零件装夹凸台及定位基准的加工工位。

(2) 刀具的选择。

该工件在加工过程总共选用了20多把刀具,鉴于效率并考虑到零件材料的切削加工性,我们铣削大部分选择了转位刀,进给量大,加工效率高。本箱体上孔的种类多、数量大,对于类型不同、尺寸规格不同、精度要求不同的孔应采用不同的加工方法。

(3) 难加工部位的解决(二次曲线插补)。

我们前面提到零件腔内附有两处异型凸台,该部位加工余量具有复杂曲面形状的零件,在曲面加工过程中,如果计算机生成的刀轨不连续(曲线二阶导数不连续),这在加工的过程中会造成机床的过冲,不能保证加工的质量和精度要求,甚至还有很

大的风险。另外倘若对直线部分(连续刀轨)进行加减速,会造成加工速度的不平衡,加工质量差、时间长、效率低。

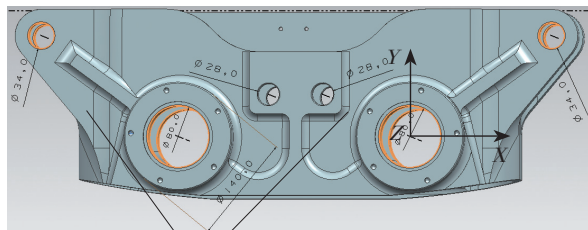
图4示出了我们最终的解决方案。首先采用等高加工策略,分层加工且每一层等高(同一Z值),这样就可保证工件余量每层均匀,使刀具每层切深均匀;其次在刀具进刀、开放部位、工件余量较大处、工件复杂曲面过渡处我们插入了螺旋曲线,引入足够数量的二次曲线或圆弧段,并且使其在指定的精度内逼近工件轮廓,这样就可以得到光滑的加工形状。以上两点从根本上解决了在保证曲面加工质量的前提下既对机床进行平滑的运动控制,又避免了产生较大冲击引起机床振动,提高了零件表面质量和刀具寿命这一加工难题。

(4) 变形控制。

我们在卧式加工中心上精检零件变形量如图5、图6、图7所示,图中黄色高亮区域示出了零件实际的变形情况及趋势。

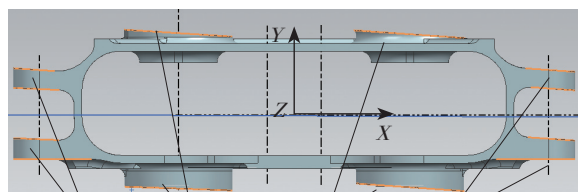
由图可知,该项零件变形极为复杂,通过这一检测过程,我们对零件的变形有了明确的理性认识,同时为我们下一步加工零件基准提供

了指导,总结超高强度钢箱体类零件热后变形规律如下:①孔变形量径向最大0.9mm;②面变形量单边最大0.5mm;③耳片内档单边最大0.3mm。



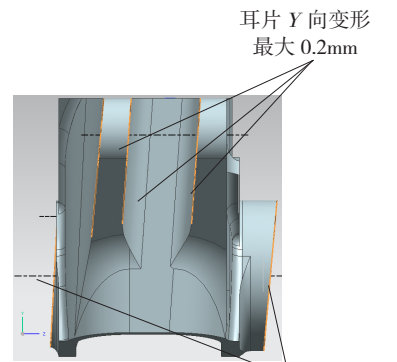
$\phi 80$ 孔 X 向变形最大 0.9mm, Y 向变形最大 0.2mm

图5 孔热后变形示意图



$\phi 160$ 凸台及各耳片面 X 向最大变形量为 0.3mm

图6 耳片热后变形示意图



耳片 Y 向变形最大 0.2mm

$\phi 140$ 凸台端面 Y 向变形最大 0.5mm

图7 (图6) 左视图

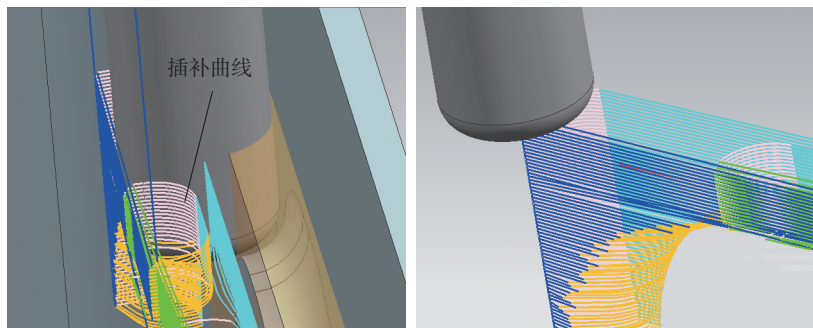


图4 异形凸台刀轨

结束语

实践证明,在加工超高强度复杂箱体类零件的过程中,研究其加工工艺,明确编制合理的制造工艺流程、选择合适的装夹定位方案、有效利用车间资源和切削刀具、分析件热后的变形规律并加以控制、设定合理的切削用量、引入曲线插补优化刀轨是保证复杂箱体类零件加工质量和提高生产效率的重要途径。

(责编 三丰)