

最大实体原则在加工产品几何公差测量中的实际意义

■ 溧阳市科华机械制造有限公司 (江苏 213354) 张笑山

摘要: 插铣法又称为Z轴铣削法,是一种正在发展的新型加工技术。由于其具有效率高、能够快速切除大量金属的优点,非常适合难加工材料和一些复杂曲面零件的数控加工。通过对钛合金等难加工材料的切削加工,验证了切削参数对插铣刀切削力的影响,分析了插铣过程中引起振动的几种因素,通过实例验证了插铣加工对生产效率的影响。



1. 最大实体原则的概念

几何公差在旧标准中称为形状和位置公差,经数次修订后,目前已和尺寸公差组成一个完整的测量体系。几何公差和尺寸公差二者依据零件的功能要求,可选用各种合适的公差原则。

几何公差原则是处理尺寸公差与几何公差之间的关系的原则,分别为独立原则和相关原则,在相关原则中又分为包容原则和最大实体原则。

我公司是专业制造加工涡轮增压器配件的企业,主要供应国外订货,在客户的产品图样上,用得最多的公差原则除独立原则外,就是相关原则中的最大实体原则。

最大实体原则是被测要素和基准要素偏离最大实体状态或实效状态时,几何公差获得补偿的一种公差原则。

最大实体状态是实际要素在尺寸公差范围内具有材料量最多的状态。对孔来说是尺寸下极限状态,而对轴来说是尺寸上极限状态。如果尺寸公差和几何公差都处于综合极限状态时,就是实效状态。

几何公差等级由高到低分为12等,依据零件的功能要求综合考虑加工经济性、结构特性和测试条件进行选择。作为加工单位,几何公差的精度等级一律由客户图样规定。

2. 公差原则的识别与选用

有几个比较关键的符号,必须加以正确识别。

(1) $\textcircled{M}$ 最大实体要求,被标注的要素实行最大实体原则。

(2) $\textcircled{E}$ 包容要求,被标注的要素实行包容原则。

(3) $\textcircled{P}$ 延伸公差带,公差范

围必须保持的长度。

(4) $\textcircled{S}$ (尺寸外加矩形框) 理论正确尺寸,几何公差测量要素的基准点(零公差,绝对位置)。

因为这4个符号在实行最大实体原则时比较常用,特别是在国外客户诸如Honeywell等的图样上。最大实体原则是相关原则的一种,是尺寸公差和几何公差相互关联的原则。几何公差可以从尺寸公差得到补偿,以最大实体尺寸为起点,这时几何公差未得到补偿,随着尺寸公差往最小实体尺寸变动,偏离最大实体尺寸的公差值就越来越大,补偿值也就越来越大,当尺寸公差偏离到最小实体尺寸时,几何公差就得到整个尺寸公差的补偿(见图1)。

在图1中,X轴所示为尺寸公差带,从最大实体状态(MMC)向最小实体状态(LMC)走向。 $\triangle bcd$ 为尺寸公差从MMC向LMC偏离时的偏离值变化, $\triangle acd$ 为几何公差当尺寸公差偏离MMC时对应获得的补偿值变化。Y轴所示为公差数值, oa 为几何公差值, ab 为尺

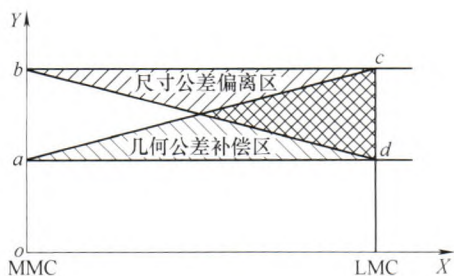


图 1

寸公差值。当尺寸公差处于 MMC 状态未偏离时，其几何公差补偿值也为 0；当尺寸公差从 MMC 向 LMC 偏离时，几何公差所获得的补偿值和尺寸公差偏离值相等；当尺寸公差偏离到 LMC 时，几何公差获得尺寸公差全部公差值的补偿。

由图 1 的补偿变化曲线可以看出，最大实体原则的实效尺寸就是被测要素当尺寸公差和几何公差的极限叠加后的综合结果，需要注意的是孔和轴偏离方向是相反的，不能用错，这要从最大实体状态的定义去解释。

从最大实体原则的概念分析，几何公差得到补偿，就是公差值增加，实际上精度要求是降低了。最大实体原则的用途是保证装配互换性，如控制螺钉孔、螺栓孔等中心距的位置度公差等。只要保证可装配性，包括大多数无严格要求的静止的配合部位，使用后不会破坏配合性能，由于几何公差能得到补偿（这点正和包容原则相反），所以最大实体原则有良好的工艺经济性，但零件精度和装配质量有所降低。

3. 关于几何公差中位置度的测量

位置度的测量，如果用坐标机，是先求出被测孔中的中心点，再求出这些点的距离，其测定结果

与被测孔的实际尺寸大小无关，只求出各孔位置度的误差。但用坐标机检测比较费时，而且有的单位可能还没有这类设备。

用通用量具（如卡尺一类）直接测量孔的边缘，就要同时测出孔的直径才能计算出中心距，这个方法也只能间接得到数据，不易准确，也相当费时。在现场判定被测要素的位置度，最简便的方法便是使用位置度专用检具。但这类检具只能判定被测要素是否合格，只能定性而不能定量。对于批量生产的产品检测而言，在线检测用专用检具不失为一种可行的方法。因为批量生产并不需要对产品逐个测量数据，首先看是否尺寸超差，尺寸超差的产品毕竟是少数。一旦用专用检具检出不合格品，再用坐标机测量出超差数据，尔后加以修正。此外，坐标机这类高精度（价格昂贵）设备也不适宜频繁当普通量具使用。

专用检具是根据被测要素的实效状态设计的，检具的测量部分为圆柱体，各圆柱体的中心距、角度距或坐标距离均按理论正确尺寸的要求制出。所谓理论正确尺寸只能是尺寸公差范围做得很小，但毕竟还是有误差，这个误差也可以平摊到测量尺寸上来抵消。因为这个制造误差和位置度误差相比差距太大了，甚至可忽略不计。如果只作为一般性判断位置度的合格与否，属定性测量，快捷简便，这是专用检具的特点；如果要精确测出误差数值，不受孔径影响，主要为进一步修正位置度的加工参数服务，那就非坐标机一类莫属了。

实效状态仅是一个特殊状态，就如最大实体状态，最大或最小，

都是一个极限，趋近于零，是一个绝对化的理论值。对被测要素是内孔而言，实效状态是孔的尺寸公差下限和位置度公差综合后形成的边界尺寸。当孔在尺寸公差下限往上限变化时，孔径的公差只会越来越大，位置度公差得到的补偿也越来越多，只要满足实效状态，专用检具能通过，那在整个尺寸公差带也就没有任何问题，这就是专用检具测量的实质。

再以 Honeywell 公司增压器中间体的加工图样为例，在 VIEW-E 图上，对 4 个 $\phi(3.35 \pm 0.03)$ mm 销孔位置度标注如图 2 所示，其基准 C 及 A 在 A-A 剖视图上，基准 R 及 D 在 G-G 剖视图上，几何公差范围如图 2 所示。

我们可假定分 4 种情况对位置度的不同标注方法加以分析。

(1) 被测要素和基准要素均不遵守最大实体原则（MMC）。此时被测要素的位置度公差与尺寸极限范围无关，是在被测要素轴线位于理想位置的 4 个 $\phi 0.25$ mm 的圆柱体，当被测要素偏离最大实体状态时，其偏离状态与位置度无关，位置度不能得到补偿，始终是 $\phi 0.25$ mm。测规的尺寸（不标制造公差）见图 3a。

如果不执行 MMC，而又不标注任何符号时，实际上是执行独立原则了。但为了保证测规在孔的尺寸公差内均能通过，测规按 $\phi(3.35 \pm 0.03)$ mm 的下限即 $\phi 3.32$ mm 制造，其轴线在 $\phi 0.25$ mm 圆柱范围内变化时，实效边界为 $\phi(3.32 - 0.25)$ mm = $\phi 3.07$ mm，只要 $\phi 3.07$ mm 测头能通过，则当孔为 $\phi 3.38$ mm 时更能通过，位置度就在公差范围内，



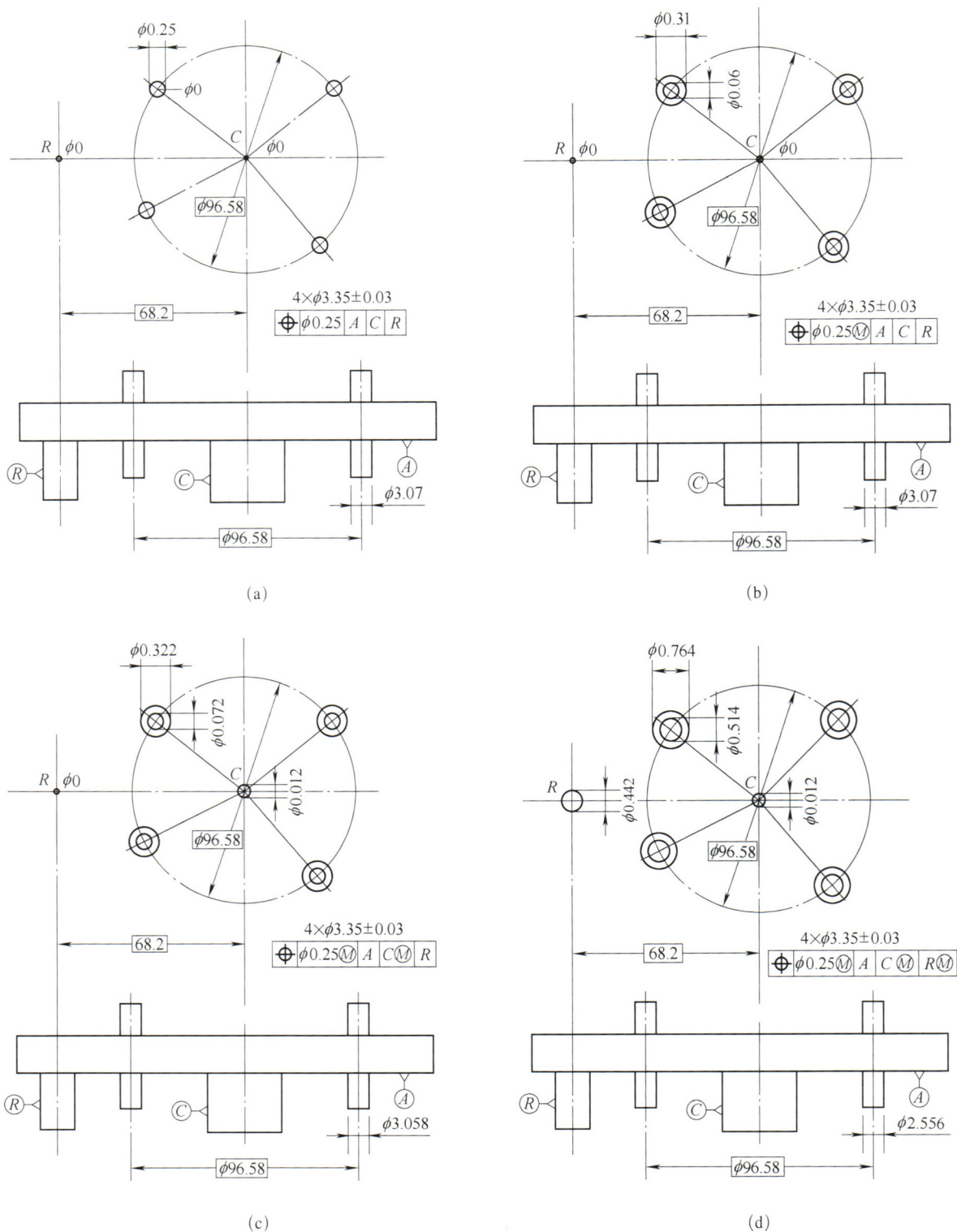


图 3

偿，位置度的公差就可扩大到 $\phi 0.764 \text{ mm}$ 。这就值得每个加工制造单位认真对待，更何况这本来就是产品图样上标明的几何公差要求。

参考文献：

[1] 全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会. 产品几何技术规范 (GPS) 几何公差形状、方向、位置和跳动公差标注 [S]. 北京：

中国标准出版社，2008.

[2] 北京有色冶金设计总院. 机械设计手册 [M]. 3版. 北京：化学工业出版社，2001.

MW (收稿日期：20140730)