

汽车悬架稳定杆加工研究

□ 宿迁学院机电工程学院/杨逸 魏玥 陈玉月 徐佳来 宋立夫

本文主要介绍了汽车悬架系统稳定杆加工刀具的运用和加工程序，由于零件的台阶比较多，长度比较长，重点解决了刀补问题和加工过程中零件的跳动问题。

稳定杆又称防倾杆，是汽车悬架系统中的辅助弹性元件，可以防止汽车侧倾并改善平顺性，提高驾驶和乘坐的舒适性。在高速车削过

程中，因其刚性较差，在惯性作用下同时受到夹紧力、切削力、重力和切削热的综合作用，极易导致弯曲变形，造成零件与刀具的相对运

动失准，致使稳定杆在加工后出现波纹、锥度、圆柱度差和弯曲等加工缺陷，同时稳定杆的弯曲变形还会引起工艺系统振动，进而降低零

检具的使用及注意事项

如图8所示，测量斜齿片齿轮的双基准单键对称度时，将心轴和C形圆柱销组装好的整体用内六角螺钉固定在有螺纹孔的测量平板上，且将带有磁石的百分表吸在测量平板上。

注意：使用时，必须看清工艺中标识的调整垫块在测量零件的哪个面朝下时使用；定期测量调整垫片的厚度，达到磨损极限时报废。

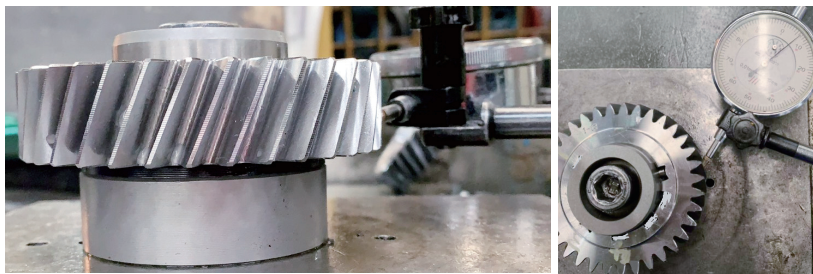


图 8

结语

该测量检具实现了测量基准与设计基准、工艺基准的重合，使用方便

快捷，有效地保证了斜齿片齿轮的双基准单键对称度测量的准确性，对齿轮产品合格率的提升起到了重要作用。便携检具的创新设计改变了过去斜齿片齿轮的双基准单键对称度测量时间长，效率极低，现场无法自检，无法满足抽检频次。此检具设计合理，操作简单，不同零件只需更换调整垫片，测量方便；检测时间由原来的30min降低为2min，大大提高了测量加工效率；不仅能满足现有生产要求，而且有效提高了零件的产品质量和避免废品的发生，最终达到降低生产成本的目的。 **AUTO1950**

件的加工精度和表面粗糙度值。

稳定杆车削受力分析如图1所示,加工过程中杆件所受的外力主要有切削力、自身重力和旋转产生的离心力,在这些力的作用下,稳定杆极易产生弯曲变形。杆件变形的直接后果是产生振动,从而影响工件的圆柱度和表面粗糙度。一般来讲,工件弯曲越大,车削时振动越大,表面粗糙度也就越难保证。

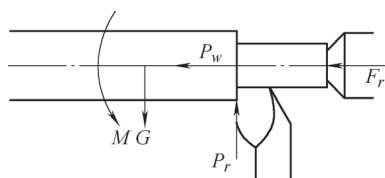


图1 稳定杆受力分析

稳定杆在车削时热扩散性差、线膨胀性大,由于车床主轴卡盘和尾架顶尖之间的距离固定不变,当工件的热伸长达到一定值时,便会产生弯曲变形。

稳定杆热变形伸长量的计算公式为:

$$\Delta L = aL\Delta t$$

式中, a 为杆件材料膨胀系数 ($1/^\circ\text{C}$); L 为杆件的总长 (mm); Δt 为杆件升高的温度 ($^\circ\text{C}$)。

由此可见,工艺系统的热变形和受力变形是影响稳定杆加工精度的主要因素,完全可以通过调整机床、应用加工辅具、选用合适刀具和控制切削用量等对其补救。

稳定杆分粗车、精车和车螺纹三工序,主要是应对零件加工过程中尺寸不稳定的影响,采用分序加工,一是不会对工件的主体结构进行破坏,保证零件尺寸精度;二是保护刀具,在以上三工序中,每个工序用不同的刀具加工,延长刀具寿命,从而提高加工质量和效率。通过优化的加工工艺和加工技巧,解决了零件尺寸不稳定和刀具补偿问题。

加工工艺确定

稳定杆如图2所示,毛坯尺寸为 $\phi 35\text{mm} \times 1284\text{mm}$ 。工件加工所用机床

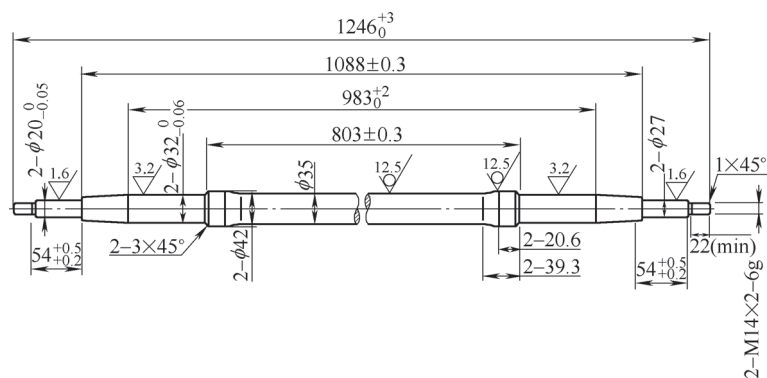


图2 稳定杆

设备为FANUC-Oi数控车床,床身为沈阳机床生产的专用车床,面板控制是FANUC-Oi系统,是全闭环的卧式数控车床,主轴由伺服电动机带动,可实现无级变速,最高转速为4 500r/min,夹头是气动控制的,刀架是4工位的普通刀架。

1.任务分析

该稳定杆为典型的带台阶回转体零件,材料通常选择40Cr,然后进行调质处理,改善机械加工性能,使稳定杆获得较高的抗拉强度、良好的塑性和韧性。

稳定杆轮廓由直线和螺纹组成,形状比较简单,但毛坯又细又长,且有精度要求,所以加工过程中需要重点解决其跳动问题。在车削前先进行镟粗,直径为 $\phi 45\text{mm}$,控制镟粗长度 $(39.3 \pm 1)\text{mm}$ 和 $(20.6 \pm 0.8)\text{mm}$,并进行调质处理,控制硬度在28~32HRC。这两道工序完成后在数控车床进行车削加工。

根据零件的加工要求,轮廓用可磨外圆刀,成形车刀精车,制造工艺路线如下:可磨外圆刀加工右端→成形车刀加工→可转位外螺纹车刀加工右端M14×2-6g螺纹→将工件掉头加工左端。

2.夹具与装夹分析

夹具选择方面,可以选择数控车床上的最通用的夹具——自定心卡盘。

由上述的工艺路线分析可知,本方案不需要辅助夹套,但是,稳定杆是比较细长的轴类零件,存在装夹不安全的因素,并且由于装夹不可靠,还会在车削过程中引起振

动,造成工件同轴度的误差较大。因此,除了使用卡盘,还可以采用顶尖,形成一夹一顶的方式,具有较好的安装固定效果。

3. 刀具及切削用量的分析

与普通机床相比,数控加工对刀具提出了更高的要求,不仅要求刚性好、精度高,而且要求尺寸稳定、使用寿命高、断屑和排屑性能好,同时要求安装调整方便,满足数控机床的高效率。

切削用量的选择原则是保证零件加工精度和表面粗糙度,充分发挥刀具切削性能,保证合理的刀具寿命,并充分发挥机床的性能,最大限度提高生产率,降低成本。

(1) 切削速度。实际切削速度应根据允许的切削速度和工件(或刀具)直径来选择。根据本例中零件的加工要求,考虑工件材料为调质件,粗加工选择转速650r/min,精加工选择800r/min车削外圆,考虑螺纹切削力不大采用以上参数,600r/min来车螺纹。

(2) 进给速度。最大进给速度受机床刚度和进给系统的性能限制,一般粗车选用较高的进给速度,以便较快去除毛坯余量,精车以考虑表面粗糙和零件精度为原则。

3) 背吃刀量的分析。背吃刀量根据机床、工件和刀具的刚度来决定,在刚度允许的条件下,应尽可能使背吃刀量等于工件的加工余量,这样可以减少走刀次数,提高生产效率。为了保证加工表面质量,可留少量精加工余量,一般取0.2~0.5mm。

可磨外圆刀加工右端工艺分析

因毛坯所选材料为40Cr,调质后塑性和韧性都比较好,又因毛坯直径为 $\phi 35\text{mm}$,右端所加工的最小直径为 $\phi 13.8\text{mm}$,需要去除的毛坯量比较大,所以首先选用YG8合金可重磨左偏粗车外圆刀,刀尖角为 $R0.8\text{mm}$,前角和后角磨成 20° 左右。另镗粗部分直径为 $\phi 45\text{mm}$ 和毛坯 $\phi 35\text{mm}$ 同轴度误差较大,加工的最大长度为224.5mm,所以稳定杆跳动较大,需要刀具补偿,若没有补偿加工后稳定杆将产生锥度。并留1mm的加工余量。机床主轴转速为650r/min,同时开启切削液。

成形车刀加工分析

工件 $\phi 20\text{mm}$ 、 $\phi 32\text{mm}$ 两段因长度较长,跳动较大,如果用同一把刀设置刀补,两部分的尺寸很难同时补偿到位,稳定杆很有可能加工成锥形。故在精车时采用两把刀,精车 $\phi 20\text{mm}$ 时,如果尺寸不到位,可直接用2#刀设置刀补;车削 $\phi 32\text{mm}$ 部位时,如果尺寸不到位,可用3#刀设置刀补。

可转位外螺纹车刀加工工艺分析

因稳定杆采用一夹一顶的方式装夹,并且右端M14螺纹实际加工杆径为 $\phi 13.8\text{mm}$,直径较小,车刀会和尾架顶尖干涉,所以切削量不能太大,螺纹部分杆径的加工采用G90编程,并控制螺纹长度,保证最小值为22mm。

加工零件左端

加工完右端M14 $\times$ 2-6g螺纹,将工件掉头,仍采用一夹一顶方式装夹稳定杆,采用相同的工艺加工左端。加工过程中主要控制的长度尺寸有 $1244^{+0.5}_{-0.5}\text{mm}$, $803\pm 0.3\text{mm}$, $1088\pm 0.3\text{mm}$,两端长度 $54^{+0.5}_{-0.5}\text{mm}$ 。采用的程序仍然是右端程序。

结语

随着数控技术的不断发展和普及应用,利用数控车床加工细长轴零件无疑是最佳选择。与普通车床相比,数控车床具有主轴旋转稳定、刀架稳定、进给速度平稳、锥度可调、轨道精度高和加工效率高优点,但数控车床却大多受空间限制,无法安装中心架等附近,不便于加工超出行程范围的细长轴。

本文案例中的稳定杆在专用的数控车床上进行加工,通过上述分析和实践加工,稳定杆加工过程中跳动较小,几乎无锥度产生,无排屑不畅等现象,经过检测和调整,最终零件达到图样规定的各项精度要求。

最后,总结一下加工时的注意事项:

(1) 在工粗加工时,刀具的刀尖与主轴轴线等高。

(2) 在车 $\phi 13.8\text{mm}$ 杆径后,该部分不允许切槽。

(3) 两端螺纹加工过程中,要控制背吃刀量,防止刀杆与工尾架顶尖发生干涉,控制螺纹的加工长度。AUTO1950