

浅谈轴类零件机械加工的工艺要点

李雪梅

(遵义浩嘉知识产权代理事务所(普通合伙) 贵州 遵义 563002)

摘要: 轴类零件是机械加工的典型零件之一,可用于传动零部件支撑、荷载承受和转矩传递。作为旋转体零件,轴类零件对机械加工精度、配合公差要求较高。因此,文章简单介绍了轴类零件的类型,论述了轴类零件机械加工的工艺流程,探究了轴类零件机械加工的工艺要点,并对轴类零件机械加工的工艺实施案例进行了进一步分析,希望为轴类零件机械加工提供一些参考。

关键词: 轴类零件; 机械加工; 粗车加工

0 引言

机械加工是轴类零件加工制造的主要方式。近几年,随着机械加工工艺的改进,轴类零件的批量机械加工效率及精度均有所提升。但是,机械设备中诸多圆柱形零件轴承配合、螺纹配合和衬套配合对轴类零件的配合公差、精度的要求也在不断提升,传统机械加工工艺呈现出些许不足。因此,在传统机械加工的基础上,探究轴类零件机械加工工艺要点具有非常突出的现实意义。

1 轴类零件的类型

作为应用较普遍的机械零件,轴类零件在整个机械行业制品中的应用范围非常广泛。轴类零件是一种长度超出直径的零件,包括同心轴的圆锥面、外圆柱面、内孔、端面和螺纹等几个部分。根据结构形式的差异,轴类零件主要包括阶梯轴、光轴、曲轴、锥度心轴、凸轮轴、偏心轴、空心轴和异形轴几种类型。在机械设备中,轴类零件不仅可以支撑连杆、带轮、齿轮和凸轮等传动件运转,而且可以承担转矩传递作用。

2 轴类零件机械加工的工艺流程

2.1 毛坯选择

毛坯选择是轴类零件机械加工的第一步,也是关乎轴类零件机械加工质量的重要环节。一般轴类零件机械加工用毛坯为合金钢、碳素钢或球墨铸铁等,如Q235、0Cr、45#钢和20CrMnTi等。其中,40Cr是一种抗扭强度高、抗冲击韧性强的材料,不仅可以保证轴类零件的机械加工精度,而且还可以降低轴类零件总体重量,是轴类零件机械加工的首选材料。

2.2 确定基准

在毛坯选择完毕后,加工者应根据前期设计的轴类

零件图纸,判定轴类零件加工尺寸和刀具的最初加工点,并推测轴类零件每一个部分加工尺寸及加工可行性。根据尺寸标注内容(分散式重点标注),贯彻配合零件尺寸对等原则,在短时间内了解图纸要求,提高控制精度,避免轴类零件机械加工阶段出现累积误差。具体而言,轴类零件机械加工尺寸在标注时,需要选择同一个基准。通过轴类零件机械加工工艺基准、设计基准、测量基准的一致化设计,减缓机械加工的繁琐性,同时,根据工艺尺寸的恰当性要求,在基准标注过程中,加工者应充分考虑刀尖半径,预先留设圆角加工余量或自动补偿刀尖半径,规避因应力集中引发的过度切削或欠切削问题的出现。

对于包含圆弧、圆柱及球形多种形状的轴类零件,加工者应利用一夹一顶的固定方式,一次装夹完成机械加工,从而提高机械加工的稳定性。对于车端面、粗车加工,均可选择大偏角刀的方式,依据800r/min的主轴转速,设定进给量为150mm/r,背吃刀量则为3.20mm;对于精车加工,选择大偏角刀,主轴转速由800r/min提升到1200r/min,进给量及背吃刀量分别调整为80mm/r、0.3mm;在车螺纹环节,则选择外螺纹刀,主轴转速为200r/min,进给量为60mm/r。

2.3 热处理

热处理是改善轴类零件切削性能,降低甚至消除轴类零件内应力的有效手段。在轴类零件正式机械加工前,需要进行热处理,涵盖了退火、正火、调质和渗氮几种操作。在初步降低轴类零件毛坯硬度后,根据轴类零件的应用高精度要求,先后进行2次时效处理,并在半精加工后、磨削加工前再次进行热处理。

2.4 粗车加工

在粗车加工阶段,加工者可以选择45°弯头车刀,配合90°外圆车刀和90°偏左车刀,由三爪卡盘夹持毛

坯件,在顶尖顶住毛坯件后进行中心孔钻设。同时粗车加工3个台阶,每一个台阶粗车加工均留设余量。一个端头粗车加工完毕后,利用三爪卡夹持毛坯件另外一个端头,顶尖顶住后进行中心孔钻设,在留余量的情况下粗车加工。重复进行上述操作,完成4个台阶的粗车加工。在粗车加工阶段,背吃刀量对生产效率、加工均匀度具有直接的影响。因此,在确保刀具耐用的情况下,加工者应尽可能提高背吃刀量,配合多次走刀的形式开展循环加工,顺利去除加工件表面能余量,规避加工不均匀、余量过大等问题。

2.5 精车加工

精车加工是进一步降低粗加工误差并确保所加工零件达到规定精度、表面粗糙度要求的操作,可以选择 45° 外圆车刀和成形车刀、外螺纹车刀,在双顶尖装夹的背景下车削3个台阶并螺纹大径车削。剩余2个台阶留余量进行3个槽、3个倒角车削。在工件一端车削完毕后,利用双顶尖装夹工件另外一个端头,精车削4个台阶并进行螺纹大径车削。剩余台阶留余量进行3个车槽、4个倒角车削。在这个基础上,分别利用双顶尖装夹工件两个端头,根据设计基准进行对应端头螺纹车削。随后划2个键槽,键槽位置多铣削,为后期磨削提供依据。

磨削常用工艺为ELID(同步电解修锐),主要是在金属结合剂的作用下促使电源正极、超硬磨料砂轮相连接,电源阴极为工具电极,同时将电解磨削液放入砂轮、电极中间,利用阳极溶解效应去除砂轮表面金属极体,促使砂轮在最佳磨削状态下精密甚至超精密加工轴类零件。磨削加工过程是一个动态平衡过程,在加工过程中砂轮表面锋利磨粒可逐渐出露修锐砂轮并生成钝化膜,而工件材料可以持续刮除砂轮表面钝化膜,保证整个过程重复进行。以高体积分数(40%)SiCp/Al复合材料轴类零件加工为例,根据工件内部含碳化硅颗粒的特点,为了达到长寿命、高性能、高可靠性的精密加工要求,加工者可以选择万能外圆磨床配合铸铁结合剂金刚石砂轮W40/W10/W5、专用磨削液及特种专用电动机,调整电压至12.0~15.0V,占空比为1:3,砂轮粒度为W5 μm ,主轴转速为1500r/min,进给速度为2mm/min,获得圆柱度为0.80 μm 、表面粗糙度为0.16 μm 的精密工件。

3 轴类零件机械加工的工艺要点

3.1 前期准备

相较于其他零件来说,轴类零件机械加工对刀具选择有着更为严格的要求。在正式加工前,加工者应依据高排屑性、高耐用度、高精度、高耐用度、易更换和易

调整的标准选择刀具,如副偏角为 55° 、主偏角为 93° 的大偏角刀,满足高精度加工、圆弧位置过切规避需求。

在刀具确定后,加工者应根据加工过程多部位加工误差和加工颤振控制着手,选择三爪卡盘,以一夹一顶的方式固定,自动进给毛坯料,满足批量加工一致性要求。特别是对于立铣小直径外圆上扁平面,可以选择2个相同规格且找直处理后的虎钳作为小端外圆两端夹持工具,进而利用千斤顶辅助支撑悬空大端外圆,提高装夹牢固性、可靠性。在一夹一顶的装夹模式下,加工者应事先选定轴类工件原点,即刀具加工前、轴类零件相对起始点。以起始点为原点构建纵横坐标系,在规避刀具更换阶段与零件干涉作用的同时,为后期找正和整个过程误差控制提供依据。一般轴类零件、刀具加工前相对起始点为右侧端面、中心轴线交点。

3.2 参数确定

在轴类零件机械加工过程中,多数零件处于高温、高气压环境,原本存在的划痕、细小孔洞、裂纹极易扩大致使零件整体失效。因此,根据轴类零件加工标准,加工者应从实际表面要求着手,结合具体加工类型,进行加工参数的合理制定,规避裂纹失效问题。

对于刀具切削量,加工者应从每一道工序着手,根据标准形式,进行切削速度、背吃刀量和进给速度的合理设置,便于提高零件加工精度和表面光洁度。其中,切削速度受零件类型、车床车削速度限制影响。在零件毛坯为Q235碳钢材料时,可以设定粗加工、精加工切削速度分别为800r/min、1200r/min。而在螺纹加工阶段,根据外螺纹刀应用过程中车削量大、排屑多的特点,可以将切削速度调整为200r/min;背吃刀量需要与轴类零件加工余量接近或相等,达到提高机械加工效率、控制车床走刀次数的目的。考虑到常规粗加工大背吃刀量受工件材料硬度、机床条件等多因素影响,需预先留设精加工余量,为0.20~0.50mm。进给速度受轴类零件表面粗糙度要求、精度要求和工件毛坯等因素影响,除此之外,车床性能对许用最大进给速度也具有较大影响。一般来说,在粗加工阶段,为了在短时间内去除毛坯余量,可以选择较快的进给速度。而在精加工阶段,则需要适当减小进给速度,达到更优的精度和表面粗糙度控制效果。

4 轴类零件机械加工的工艺实施案例

4.1 轴类零件概述

以2个相互配合的典型轴类零件机械加工为例,零件毛坯料均为45#钢,其中一个轴类件A毛坯直径为50mm、长为88mm,另外一个轴类件B毛坯直径为

50mm、长为55mm。工件A、B机械加工包括车削外圆、锥面、内孔、孔内60°倒角和圆柱退刀槽(深为1.50mm、长为4mm)、孔内退刀槽(深为1.50mm、长为5mm)、外螺纹和内螺纹等。机械加工难点为工件A、工件B尺寸精度控制和配合位置椭圆加工、总长控制。

4.2 加工路线

对于轴类配合件,机械加工顺序为:加工件A→加工件B→配合加工椭圆曲面。其中,加工件A外轮廓可划分为2次装夹加工,在1次装夹中结束左端内孔、外圆加工,第二次掉头装夹则结束右侧外轮、外螺纹和外沟槽的加工。整个过程需要夹持毛坯,以手动钻内孔的方式,完成内孔粗加工与精加工,进而进行车外轮廓的粗加工及精加工;最后,掉头装夹进行车外轮廓切槽与车螺纹。而加工件B则需要一次装夹中完成左端内孔、内螺纹加工,在第二次装夹中完成件A、件B椭圆曲面和件B右端外轮廓加工。

在件A左侧加工过程中,加工者需要依据毛坯伸出长度>40mm的标准,进行毛坯车端面夹持操作,此时,进行手动钻孔,钻孔时主轴转速为500r/min,背吃刀量为9mm。在手动钻孔后,加工者可以利用镗刀,进行内孔粗镗、精镗,粗镗时主轴转速为600r/min,进给量为0.12mm/r,背吃刀量为1mm;精镗时主轴转速为800r/min,进给量为0.08mm/r,背吃刀量为0.30mm。在这个基础上,利用93°外圆车刀,先后进行粗车外轮廓、精车外轮廓,粗车外轮廓时主轴转速为800r/min,进给量为0.05mm/r,背吃刀量为1mm;精车外轮廓时主轴转速为1200r/min,进给量为1.50mm/r,背吃刀量为0.30mm。在这个基础上,掉头夹持外圆,利用端面车刀或93°外圆车刀校正,校正完毕后进行右侧加工。

在件A右侧加工过程中,加工者可以利用93°外圆车刀,依据800r/min的主轴转速和1mm的背吃刀量,完成右侧外粗加工。进而将主轴转速调整为1500r/min,背吃刀量调整为0.30mm,完成右侧外精加工。在这个基础上,利用宽度为3mm切槽刀进行车螺纹退刀切槽,此时,主轴转速、背吃刀量分别为500r/min、3mm,进给量为0.05mm/r。

在件B加工过程中,加工者应依据卡爪伸出30mm及以上的标准进行毛坯夹持操作。进而开展手动钻孔、左侧内孔粗车和左侧内孔精车,加工刀具和对应的主轴转速、背吃刀量、进给量与件A左侧加工相同。

在件A、件B加工完毕后,沿着件A左侧装夹,促使件B经螺纹与件A配合拧紧,逐次开展中心孔手动钻

设、粗车外轮廓和精车外轮廓操作。其中,中心孔手动钻使用工具为中心钻,主轴转速为1000r/min,背吃刀量为1.50mm;粗车外轮廓、精车外轮廓所用刀具均为93°外圆车刀,主轴转速分别为800r/min、1500r/min,背吃刀量分别为1mm、0.30mm,进给量分别为0.15mm/r、0.08mm/r。

5 结语

综上所述,轴类零件机械加工的难度较大、涉及工序较多。在轴类零件机械加工前,加工者可以遵循先粗后精、先主后次、先面后孔的方针,开展工艺的可行性分析,规划机械加工工艺路线,并从毛坯选择、粗加工、精加工和热处理等方面,寻找质量控制要点。同时,从刀具选择、装夹方式调整和参数设置等方面着手,进行加工工艺的优化,降低加工误差。

参考文献:

- [1] 徐永利. 浅谈机械螺纹类零件数控机床加工工艺[J]. 中国新技术新产品, 2021(2): 49-51.
- [2] 张鑫, 冯清. 螺纹短轴零件机械加工工艺设计分析[J]. 科技视界, 2021(30): 25-26.
- [3] 魏泽飞, 张斯文, 余东生, 等. 电化学机械加工对轴/轴承类零件表面质量影响研究[J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2021(1): 70-77.
- [4] 张自富. 机械螺纹类零件的数控机床加工技术探讨[J]. 现代农机, 2020(6): 57-58.
- [5] 宋玲. 探讨螺纹短轴零件机械加工工艺设计[J]. 内燃机与配件, 2021(6): 87-88.
- [6] 周巍. 空心轴类零件深孔加工中的刀具振动分析[J]. 金属加工(冷加工), 2021(10): 61-64.
- [7] 刘涛, 邓朝晖, 罗程耀, 等. 基于动态磨削深度的非圆轮廓高速磨削稳定性建模与分析[J]. 机械工程学报, 2021(15): 264-274.
- [8] 陈黄杰. 机械螺纹类零件的数控机床加工技术[J]. 现代制造技术与装备, 2021(11): 186-188.
- [9] 陈毅. 浅谈对轴类微型台阶孔车削加工[J]. 机电元件, 2021(5): 33-36.
- [10] 涂小华, 张正. 螺纹短轴零件机械加工工艺设计分析[J]. 内燃机与配件, 2020(23): 95-96.
- [11] 蒋飞, 孟非然, 赵升吨, 等. 轴类件复杂型面高效精密滚轧工艺及设备研究现状分析[J]. 精密成形工程, 2021(4): 92-101.