

正倒立式车床在制动盘零件加工中的应用

■ 东风汽车动力零部件有限公司（湖北十堰 442000） 余 涛 叶 辛 梁 强

摘要：本文通过介绍制动盘的主要功能及加工精度要求，分析制动盘加工的原工艺方法与采用正倒立式车床加工过程的主要功能特点，论证采用正倒立式车床加工制动盘的适应性及必要性。

汽车制动器总成中的制动盘是保证汽车安全行驶的重要安全件，该零件的上下制动面在与制动卡钳摩擦时产生摩擦力。为使车辆在高速行驶过程中能够满足可靠的制动性及良好的舒适性，对零件摩擦部位的主要加工表面提出了很高的加工精度要求。本文通过对选用正倒立式车床实现制动盘零件加工工艺的研究，说明该机床用于制动盘精确加工的适应性及必要性。

1. 制动盘普通立式车床加工工艺分析

制动盘的零件主体结构图与加

工要求如图1所示。

制动盘零件主要加工精度要求如表1所示。

原工艺平面布置方式如图2所示，原加工工艺流程如表2所示。

原工艺过程存在的主要问题：①自动化程度较低，主要依靠人工进行装夹，劳动强度大、零件表面易产生磕碰伤。②质量保障能力较低，普通立式车床因设备结构、刀具与装夹方式等影响因素，保证制动面加工表面粗糙度及DTV的工序能力很低。③因零件需进行二次装夹，生

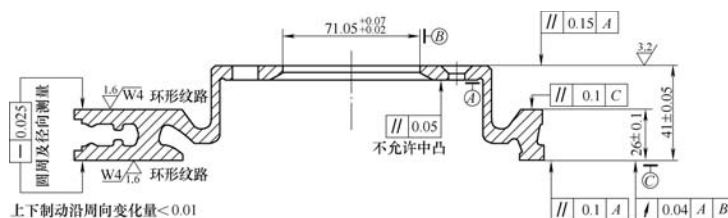


图1 制动盘剖视图

取有效措施进行修正，有效减少人为因素和外部因素对产品的影响，降低出现质量事故的风险。

参考文献：

- [1] 郑修本. 机械制造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，1999.
- [2] 王启平. 机械制造工艺学[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，1995.

MW（收稿日期：20160706）

专家点评

作者根据多年的工作经验，总结出一种闭环式比对校正法，结合大型部件的整体加工特点和数控设备的自动测量功能，在加工过程中认真观察侧墙的尺寸和形状变化，并对检测数据进行分析 and 比对，提前发现异常并采取正确的方法予以修正，特别是窗口加工中的划线和试切方法，可以直接观察到刀具轨迹是否超出加工范围，是否与工装和夹具发生干涉，具体的加工尺寸以试切后的准确测量值为准，减少因操作失误和部件变形出现的错误。闭环式比对校正法可谓是摸着石头过河，走一步看一步，发现问题，及时补救，有效避免了质量事故的发生。

表1 制动盘零件主要加工精度要求

名称	规范要求
表面粗糙度值 $R_a/\mu\text{m}$	1.6
波纹度 $W^2/\mu\text{m}$	4
DTV/mm	0.01
直线度/mm	0.025
制动面跳动/mm	0.04
平面度/mm	0.05

注：①表面粗糙度标准：NF G06-016-78。
②DTV：制动面一周变化量。

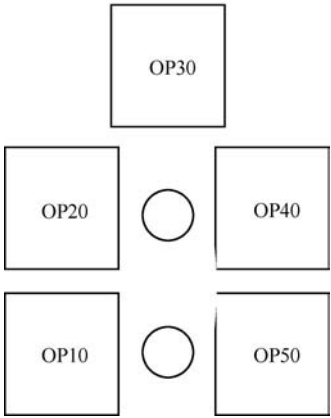


图2 原工艺平面图（○标记为操作者）

表2 原加工工艺流程

工序号	工序名称	设备名称
OP10	粗车安装面、上制动面、外圆	立式车床
OP20	粗车下制动面，沉孔	立式车床
OP30	精车上下制动面，沉孔	立式车床
OP40	钻孔，倒角	组合机
OP50	平衡测定和修正	动平衡机

产效率较低，且加工时刀的切削线速度 $<500\text{m/min}$ ，生产效率较低。

2. 正立式立式车床结构与性能分析

正立式立式车床的基本结构由13个功能部件组成，如图3所示。

正立式立式车床的功能特点：①配置了两组车削加工系统，其中一组的主轴为常见正立式结构，即刀塔部分在主轴下方；另一组的主轴为倒立式结

构，即刀塔部分在主轴上方。两套主轴由SIEMENS或FANUC双通道数控系统独立控制，零件可在不翻转情况下，实现快速切换加工。②车床整体结构设计为H形，为车床底座与主轴、刀塔等部件的联接及运动提供了足够的刚性，有效降低了加工过程中产生的振动等因素的影响。③布置于车床上方的刀塔和主轴，利用滚珠式驱动丝杠，可在X轴和Z轴方向实现快速移动（Z轴快速移动速度 $>30\text{m/min}$ ，X轴快速移动速度 $>60\text{m/min}$ ），提高了加工效率。④主轴电动机转速最高可达4 000 r/min，旋转轴角度方向伺服与磁栅相连接形成闭环，角向重复定位精度 $<\pm 5''$ ，其中X、Z轴长度方向伺服与光栅尺相连接形成闭环，重复定位精度 $<\pm 0.005\text{mm}$ 。⑤刀塔可扩展并装备动力刀头。在零件完成一次性装夹后，即可实现钻孔、铣面等多项加工功能。

3. 正立式立式车床工艺分析

如图4所示的工艺流程，由上下料机械手、输送辊道和两台机床实现连续完成粗加工（1#机）、精加工（2#机）及钻孔等加工要求。

加工工艺流程为：①待加工零件的毛坯由机械手抓取后放入输送辊道，运送到1#机床的倒装式主轴下。②倒立轴向下移动，卡盘夹紧抓取毛坯并移动至坐标系零点进行粗车加工。③完成加工后的零件，由倒立

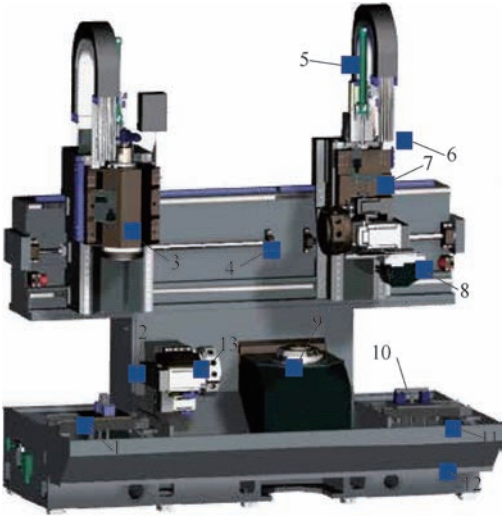


图3 正立式立式车床

- 1.工件进料辊道 2.Y轴 3.移动倒立电主轴 4.滚珠丝杠驱动 5.液压平衡 6.直线轴测量系统
7.十字滑台 8.工件下料夹具 9.固定位置正立电主轴 10.带防翻转的液压举升单元
11.工件下料辊道 12.托盘形式底座及罩壳 13.固定位置刀塔

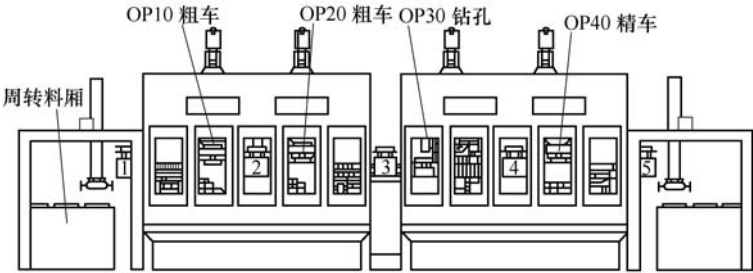


图4 加工工序流程解析图

轴将零件转运至正立轴进行另一面粗车。④粗加工零件后，由托料机构将零件转运至2#机床的正立轴处，进行装夹、钻孔。⑤倒立轴运动至正立轴处，将零件抓取、装夹后按要求完成精车。

切削过程采用进口CBN立方氮化硼刀具，切削速度达到1 200 m/min，是普通硬质合金刀具切削速度的6倍。使用该类刀具加工的零件，表面精度高、尺寸精准（见表3）。

另外，在机床的刀塔中安装动力刀头后，还可在车削中实现钻孔、倒角功能。

在实际进行的2#机精车零件的过程中，配置了主动测量系统（见图5、图6）。该系统在零件加工完毕后，自动对关键项及重要项尺寸录入数据，将测量记录反馈至数据系统中，评价关键尺寸工序能力值 $C_{PK} > 1.67$ ，具有很好的精度保障。

4. 工艺效果比较

通过实践验证，应用该机床完成制动盘零件加工的工艺技术方案，比原工艺方案具有更好的效果：

- （1）新工艺流程中的单班操作人员由原来的2人减少为1人。
- （2）加工零件的工艺加工设备由原来的5台减少至2台，零件加工

表3 切削刀具及参数分析

切削部位	直径 ϕ /mm	切削速度/($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$)	进给量/($\text{mm}\cdot\text{r}^{-1}$)	长度/($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$)
制动面粗车	300	1 000	0.4~0.5	60
制动面精车	300	1 200	0.3~0.4	60

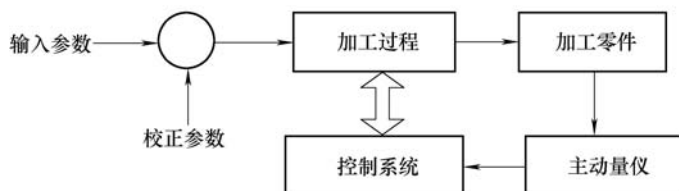


图5 主动测量工作过程



图6 在线测量状态

节拍时间由112s缩短至49s。

（3）产品质量保证能力得到全面提升，产品一次合格率由95.8%提高到99.65%左右。

（4）采用机械自动化连续作业与高速、智能化加工方法相结合，生产线JPMH（人均小时劳动生产率）提高近2.5倍，大幅度降低了生产的综合管理成本。

5. 结语

科学、合理地应用高精度、自动化机械加工设备，目的是提高零件加工制造水平，同时满足产品质量要求。应用正立式立式车床加工制动盘的方案，不仅是解决零件加工自动化、提高生产效率、满足产品制造精度的较好方法，也为企业提升经营效益提供了重要保障。

参考文献：

- [1] 方泳龙. 汽车制动理论与设计[M]. 北京：国防工业出版社，2005.
- [2] 卢秉恒. 机械制造技术基础[M]. 北京：机械工业出版社，2005.
- [3] 赵雪松. 机械制造装备设计[M]. 武汉：华中科技大学出版社，2009.

MW（收稿日期：20160710）

2016年1~7月机械工业固定资产投资情况

2016年1~7月，全国完成固定资产投资额311 694.33 亿元，同比增长8.1%，较上半年回落0.9个百分点，较一季度回落2.6个百分点，其中：制造业完成投资额99 619.42 亿元，同比增长3%，比上半年回落0.3个百分点，比一季度回落3.4个百分点。