

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2013.12.014

高压共轨柴油机飞轮周孔高效自动加工机床研制

章志明¹, 陈国金^{2*}, 许 明²

(1. 浙江方圆机电设备制造有限公司, 浙江 诸暨 311816;

2. 杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 针对高压共轨柴油机飞轮边缘孔数多、位置精度及孔深精度要求高的问题,研制了其高效自动加工机床。通过对盘形零件的快速、准确定位和可靠装夹技术分析,采用卧式钻削加工方式,研制了快速自定心夹紧装置,其通过一次装夹就能完成整个盘类零件的圆周面孔加工,而且定位自动化,既降低了劳动强度,又提高了加工精度和加工效率;采用精密行星齿轮减速机驱动的分度机构,可根据飞轮产品的规格要求任意分度,实现了周孔加工位置的精密分度;利用闭环反馈控制的步进电机直接驱动滚珠丝杆的周向钻削孔进给系统,提高了钻孔深度的控制精度。研究结果表明,所研制的高压共轨柴油机飞轮周孔加工机床具有加工精度高、自动化程度高、生产效率高、操作方便等特点,综合性能优于国内同类产品。

关键词: 高压共轨柴油机; 飞轮周孔; 加工机床

中图分类号: TH6; TH39; TG5 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2013)12-1506-03

Efficient automatic flywheel circumferential hole machine tool for high-pressure common-rail diesel engine

ZHANG Zhi-ming¹, CHEN Guo-jin², XV Ming²

(1. Zhejiang Fangyuan Mechanical and Electrical Appliances Manufacturing Co., Ltd, Zhuji 311816, China;

2. School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the requirements of flywheel circumferential hole machine tool for high-pressure common-rail diesel engine, which are large number of marginal holes, high accuracy of position and depth of the holes, an efficient automatic processing machine tool was developed. Through the researches of the fast-accurate positioning and reliable clamping technology for disc-shaped parts, the fast-centering clamping device based on the horizontal drilling method was developed. All of the flywheel circumferential holes can be finished automatically in one clamping, which reduces the labor intensity, but also improves the machining precision and efficiency. The indexing mechanism driving by a precision planetary gear reducer can index randomly according to the product specifications, which realizes the precise indexing of the flywheel circumferential hole. Using closed-loop feedback control of stepper-motor directly drives the ball screw, the circumferential drilling hole feeding system can improve the control precision of the drilling depth. The results indicate that the developed flywheel circumferential hole processing machine tool for high-pressure common-rail diesel engine has the characteristics of high precision, high degree of automation, high production efficiency and convenient operation, whose comprehensive performance is better than the similar domestic products.

Key words: high-pressure common-rail diesel engine; flywheel circumferential hole; machine tool

0 引 言

高压共轨系统是目前最为先进的燃油喷射系统^[1-3],

它能够在不同工况下都以120 MPa的喷射压力实现稳定可控喷射,使柴油机各工况的燃烧达到最佳状况,性能大大优化,排放中的有害成分进一步减少,是柴

收稿日期: 2013-08-12

作者简介: 章志明(1968-),男,浙江诸暨人,主要从事柴油机加工设备方面的研究工作. E-mail:fangyuan@zj-fangyuan.com

通信联系人: 陈国金,男,博士,教授,博士生导师. E-mail:chenguojin@163.com

油机满足欧洲Ⅲ号、欧洲Ⅳ号排放法规的理想燃油喷射系统^[1-8]。

高压共轨柴油机飞轮边缘设有一排信号孔,孔数多,位置精度及孔深精度要求高^[9-11]。过去普遍采用钻模打孔方法,但加工精度难以控制。为此,本研究需要首先解决飞轮等盘形零件的快速准确定位和可靠装夹问题;其次,为提高加工精度,需要研究加工过程中的精密分度、周向孔钻孔深度控制以及高生产率设备的可靠性问题,从而在满足加工精度的前提下,研制具有高生产效率、低成本的高压共轨柴油机飞轮周向孔自动加工机床。

1 总体设计方案

由于飞轮为盘类零件,而孔的加工位置又在周边,加工孔的数量又较多,有的达56只,如采用普通立式或卧式钻床加工,需要制作专用夹具,安装非常麻烦,而且难以保证加工精度。通过分析比较,本研究采用卧式钻削加工方式^[12]。

笔者通过研制快速定位夹紧装置、回转驱动机构、横向进给机构和控制系统,使高压共轨柴油机飞轮周孔自动加工机床具有操作方便、加工精度高、自动化程度高、生产效率高等特点。

总体设计方案如图1所示。

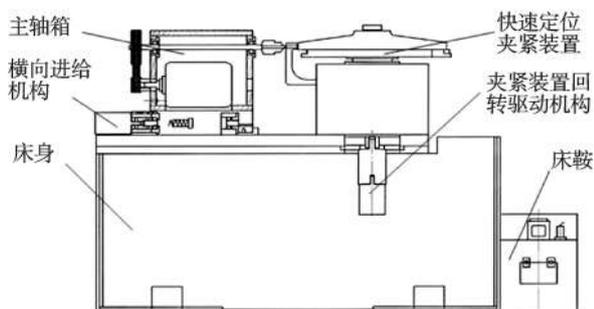


图1 机床总体组成

机床总体结构主要包括:床身、床鞍、主轴箱、横向进给机构、快速定位夹紧装置、夹紧装置回转驱动机构、控制系统等。

(1) 主轴由变频器驱动的三相异步电动机通过皮带减速机构带动,其中心线平行于水平面,通过变频器可容易调节主轴转速;

(2) 横向进给机构由步进电机闭环驱动,精确控制机床钻孔深度;

(3) 利用盘类零件专用的快速定位夹紧装置可以方便地将飞轮固定在夹紧装置上;

(4) 回转驱动机构可使夹紧装置回转,通过精密分度机构带动飞轮转动与飞轮两加工孔之间的角度

向对应的某一角度,实现一次装夹完成所有周孔的加工。这样不仅操作简单,劳动强度小,而且能有效提高生产效率与加工精度。

上述主轴驱动变频器、进给步进电机、夹紧回转驱动等都由PLC来统一控制,自动化程度高。

2 快速定位夹紧装置研究

当待加工的高压共轨柴油机飞轮部件数量大且规格品种较多时,采用传统加工方法需频繁划线、更换夹具等,将大大降低生产效率。

本研究设计了适合多规格飞轮的周孔数量与角度位置分布的分度机构,快速定位夹紧装置结构示意图如图2所示。即步进电机与精密行星齿轮减速器组合的分度机构可根据飞轮产品的规格要求任意分度,设置方便。

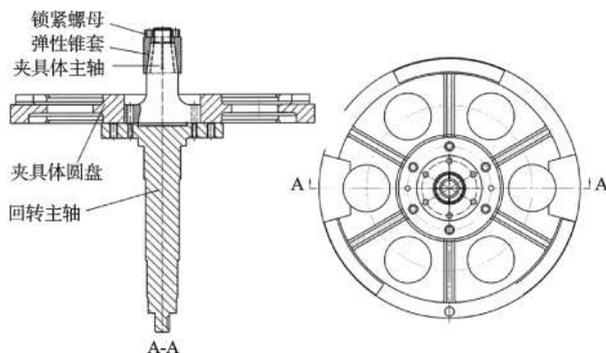


图2 快速定位夹紧装置结构示意图

快速定位夹紧装置包括垂直于水平面的回转主轴,主轴端部装有夹具体圆盘,夹具体圆盘中间装有夹具体主轴,夹具体主轴端部装有弹性锥套与锁紧螺母。当需安装盘类零件时,操作者只需将锁紧螺母旋开,将盘类零件中心孔套入主轴端部的弹性锥套上,旋上锁紧螺母后,即可将盘类零件固定在夹具体圆盘上,由于弹性锥套的作用,使盘类零件在加工过程中也不会发生松脱现象。

该装置具有装拆方便、连接牢固、定位精度高等特点。

本研究在飞轮夹紧装置前、后采用成对的高精度角接触轴承,背靠背装配,通过精密行星齿轮减速器与步进电机组驱动,带动回转主轴旋转。同时本研究采用可编程控制器,精确设定回转角度,提高了孔的位置精度。由步进电机和精密行星齿轮减速器组成的分度机构可根据飞轮产品的规格要求任意分度,角度定位误差 $\leq \pm 0.05^\circ$ 。

考虑到实际工作中,步进电机所走的步数与输入的脉冲数之间的误差,本研究采用旋转编码器对步进

电机进行闭环控制,使钻孔分度精度进一步提高。同时针对步进传动机构中的精密行星齿轮采取消除措施,避免产生反向死区,提高了加工精度。

3 钻孔进给控制系统研究

为了提高孔深加工精度,本研究研制了步进电机直接驱动滚珠丝杆与直线导轨集成的、带闭环反馈控制的周向孔进给系统,运行平稳,钻孔深度精度高。同时笔者采用超音频淬火处理导轨,有效提高了加工精度,延长了导轨使用寿命。

横向(X轴)结构示意图如图3所示。

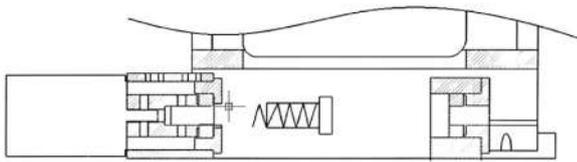


图3 钻孔进给结构示意图

横向(X轴)采用高精度滚珠丝杆传动,由步进电机驱动,通过联轴器带动刀架横向移动。由带闭环反馈控制的周向孔进给系统控制其运行。

本研究为了满足不同规格飞轮的加工深度以及攻丝等工序的要求,通过主控制面板输入所要求的钻头转速,通过PLC处理,控制变频器对电机进行变频调速,实现快进、工进的速度变换,以提高生产效率。

主要控制原理如图4所示。由于系统对加工深度要求较高,本研究采用旋转编码器对步进电机的转速进行闭环控制,进而驱动精密滚珠丝杆,从而保证加工深度要求。

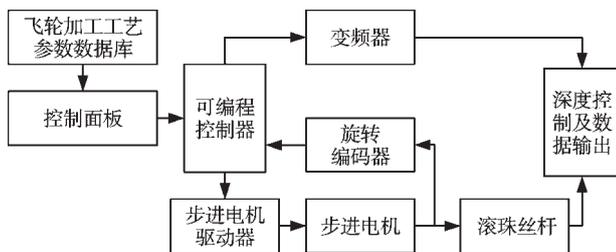


图4 带闭环反馈控制的周向孔进给系统原理

4 结束语

本研究研制的高压共轨柴油机飞轮周孔自动加

工机床无需专用夹具,通过一次装夹就能完成整个盘类零件的圆周面孔加工,而且实现了定位自动化,既降低了劳动强度,又提高了加工精度,尤其能满足盘类零件的高效、高精度加工要求。该加工机床的盘类零件快速自定心夹紧装置,其装夹快速牢固、同心度高;步进电机直接驱动滚珠丝杆,带闭环反馈控制的周向钻削孔进给系统运行平稳,钻孔深度控制精度高;精密行星齿轮减速机驱动的分度机构可根据飞轮产品的规格要求任意分度,设置方便。整机具有操作方便、自动化程度高、生产效率高等特点。

该研制产品综合性能好于国内同类产品,市场竞争优势明显,投放市场后,取得了明显的经济效益和社会效益。

参考文献(References):

- [1] 张静秋,欧阳光耀,唐开元. 高压共轨技术发展的思考[J]. 内燃机与配件,2012(2):30-34.
- [2] 陆静兵,高昌,李军辉. 我国柴油机高压共轨技术发展前景浅析[C]//第十一届全国经济管理学院工业技术研究会论文集. 西安:[出版者不详],2012:151-156.
- [3] 马霞,王东芳. 柴油高压共轨(CRDI)发动机设计开发研究[J]. 内燃机,2012(2):25-31.
- [4] 刘军萍,续彦芳,杨帆,等. 柴油发动机高压共轨燃油喷射技术研究[J]. 内燃机与配件,2012(2):9-12.
- [5] 王兆前. 高压共轨技术在柴油发动机开发中的应用研究[D]. 南京:南京理工大学机械工程学院,2011.
- [6] 聂建军. 柴油机高压共轨燃油系统的现状及发展趋势[J]. 内燃机,2009(4):6-9.
- [7] 亢凤林,王俊昌. 柴油机高压共轨技术研究[J]. 小型内燃机与摩托车,2010,39(1):89-91.
- [8] 李慧,朱德文. 基于PWM的柴油机共轨式电控系统[J]. 机电工程,2007,24(5):83-85.
- [9] 段华荣,许庆康. 柴油机飞轮壳体孔加工双面精镗组合机床的研制[J]. 组合机床与自动化加工技术,1998(10):21-25.
- [10] 顾琪,周临震. 基于外部数据的组合机床通用部件设计与研究[J]. 组合机床与自动化加工技术,2012(12):96-98.
- [11] 苗晓鹏,程建安. 薄壁长筒零件涂孔镗削工艺与数控组合机床设计[J]. 组合机床与自动化加工技术,2013(5):117-119.
- [12] 何庆伟,杨栋,王欣芳,等. 一种新型多孔钻床设计[J]. 精密成形工程,2012,4(6):123-125.

[编辑:张翔]

本文引用格式:

章志明,陈国金,许明. 高压共轨柴油机飞轮周孔高效自动加工机床研制[J]. 机电工程,2013,30(12):1506-1508.

ZHANG Zhi-ming, CHEN Guo-jin, XU Ming. Efficient automatic flywheel circumferential hole machine tool for high-pressure common-rail diesel engine[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering,2013,30(12):1506-1508.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>