

自动化夹具的设计及应用

■ 齐齐哈尔二机床(集团)有限责任公司 (黑龙江 161005) 尹相辉

摘要: 本文通过分析传统手动夹持工件的技术要求,为解决其存在的加工难点、效率低及浪费资源等问题,设计了一种自动化夹具。该自动化夹具定位、安夹及找正效率高,结构简单,使用方便,不需要专用人员和专用工装。

1. 结构设计与原理分析

该自动夹具由一个力矩电动机驱动,经减速器和齿轮齿条,实现一对夹爪对中夹紧和松开工件。结合图1所示,详细介绍该自动夹具各结构组成及其功能原理:力矩电动机、减速器和齿轮通过连接轴、轴承、孔卡组装在夹具体上,齿条5和齿条15在导轨内滑动,防尘圈用于密封。夹爪6和夹爪12与导轨块把合,在齿条的牵引下,沿直线导轨同步移动,电动机正转时即可实现工件夹紧;当电动机反转时,夹爪6和夹爪12运动到传感器架上的接触传感器位置,力矩电动机接收信号停止夹紧,将工件松开。

该自动化夹具运用了齿轮、

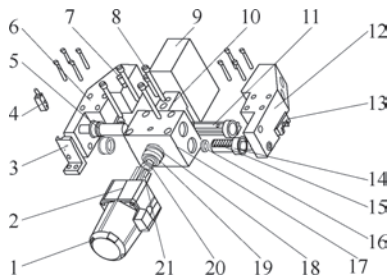


图 1

- 1.力矩电动机 2.减速器(速比30)
- 3.传感器架 4.接触传感器 5、15.齿条
- 6、12.夹爪 7.消音器 8.内六角螺栓
- 9.工件 10.定位块 11.直线导轨
- 13.导轨滑块 14.导套 16.防尘圈 17.夹具体
- 18.孔卡 19.轴承 20.连接轴 21.传动齿轮

齿条啮合原理,保证齿轮旋转时,齿条同步牵引的对向运动,非常适用于夹具领域;同时运用半闭环电气控制理论,将传感器信号反馈给设备系统,从而对电动机进行控制,完成夹紧和松开两种动作。

2. 参数计算与校核

初步设计齿轮,根据齿面接触强度,估算齿轮尺寸如下

$$a \geq A_a \times (u \pm 1) \times \sqrt[3]{KT_1 / (\Psi_a u \sigma_{HP}^2)} \quad (1)$$

$$d_1 \geq A_d \times \sqrt[3]{KT_1 (u \pm 1) / (\Psi_d u \sigma_{HP}^2)} \quad (2)$$

式中, a 是中心距(mm); d_1 是小齿轮分度直径(mm); A_a 、 A_d 是配对系数($A_a=483$, $A_d=766$); u 是传动比($u=2$); K 是载荷系数($K=2$); T_1 是电动机输出转矩(N·m); Ψ_a 、 Ψ_d 是齿宽系数($\Psi_a=0.5$, $\Psi_d=1$); σ_{HP} 是许用接触应力(N/mm²)。

本例中为直齿轮,螺旋角 $\beta=0^\circ$ 。 σ_{Hlim} 是试验齿轮的接触疲劳极限应力,通过齿轮手册查得: $\sigma_{Hlim}=350\text{N/mm}^2$,则 $\sigma_{HP} \approx 0.9\sigma_{Hlim}=0.9 \times 350=315\text{N/mm}^2$ 。

本例中,夹块、齿条和工件的总质量按10kg计算,直线导轨

的摩擦系数 $\mu=0.003$,故组件需克服的摩擦力 F 为

$$F = m \cdot g \cdot \mu = 10 \times 9.8 \times 0.003 \approx 0.3 \text{ (N)}$$

进给速度 $V=0.06\text{m/min}$,则功率 P 为

$$P = F \cdot V = 0.3 \times 0.06 = 0.018 \text{ (kW)}$$

采用驱动器调速,电动机额定转速 $n=1\,000\text{r/min}$,则电动机输出的转矩 T_1 为

$$T_1 = 9\,549 P / n = 9\,549 \times 0.018 \div 1\,000 = 0.17 \text{ (N·m)}$$

电动机的选型定为80TP10GV22—80GK30RT,该型号电动机的起动力矩为0.21N·m,能够满足设计要求。另外,本例中直齿轮为外啮合,则公式中“ $\pm$ ”取“ $+$ ”。将各数值代入公式(1)和公式(2)进行计算,得到 $d_1 \geq 23\text{mm}$,取 $d_1=28\text{mm}$; $a \geq 28\text{mm}$,取 $a=28\text{mm}$ 。

在初步设计齿轮时,根据齿根弯曲强度,通常按下式估算齿轮模数

$$m \geq A_m \times \sqrt[3]{KT_1 Y_{FS} / (\Psi_d Z_1^2 \sigma_{FP})} \quad (3)$$

式中, m 是模数(mm); A_m 是强度系数($A_m=12.6$); K 是载荷系数($K=1$); T_1 是电动机输出

转矩 ($T_1=0.17\text{N}\cdot\text{m}$) ; Y_{FS} 是复合齿廓系数 ($Y_{FS}=4$) ; Ψ_d 是齿宽系数 ($\Psi_d=1$) ; Z_1 是齿轮齿数 ($Z_1=14$) ; σ_{FP} 是许用齿根应力 (N/mm^2) 。

在本例中, 齿轮双向受力, 通过齿轮手册查得, 齿轮材料弯曲疲劳强度的基本值 $\sigma_{FE}=200\text{N}/\text{mm}^2$, 则许用齿根应力为 $\sigma_{FP}\approx 0.5\sigma_{FE}=0.5\times 200=100(\text{N}/\text{mm}^2)$ 。

将各数值代入公式 (3) 进行计算, 同时考虑在一般动力传动中, $m\geq 2$, 故取 $m=2\text{mm}$ 。

齿轮齿条的基本尺寸参数如下: 齿顶高系数 $h_a^*=1$; 顶隙系数 $c^*=0.25$; 齿形角 $\alpha=20^\circ$; 变位系数 $X=0$; 分度圆直径 $d_1=m\cdot Z_1=2\times 14=28(\text{mm})$; 齿轮中心到齿条基准线距离 $H=d_1/2+X\cdot m=14(\text{mm})$ 。通过上述数据, 便可直接确定此例的结构布局。

3. 操作与维护

(1) 接通电源, 如图2所示, 检查按钮站显示屏显示的内容状态是否正常, 按钮是否灵活、有异常。

(2) 检查各坐标轴是否已回零。

(3) 检查数字控制程序是否正确。

(4) 接通工件夹紧开关, 运



图 2

转1min后, 检查夹紧块运动是否正常。

(5) 查看设备维护使用记录, 确认应做维护项目。

(6) 检查各部限位开关是否正常。

(7) 在没有上述任何问题的情况下, 按下数字控制程序执行开关, 查看数控程序运行的实际情况是否正确 (即空运行)。空运行的过程中各个动作应准确、无误、可靠。

(8) 分别调整图1所示的夹爪与直线导轨块的六角螺栓预紧力, 令夹爪6和夹爪12在同等外力下滑动自如; 或调整夹具体上的六角螺栓相应的预紧力, 将夹具体调至水平, 保证齿条5和齿条15的水平滑合运动。

4. 应用领域及产生效果

该自动化夹具已经广泛服务于钢铁试样加工领域和材料分析试验取样领域, 用于满足其生产线上对工件自动夹持高效、准确的工艺要求, 是作为承接自动上料和自动卸料的关键中转工序, 是钢铁试件取样分析领域得以信

赖和好评的创新设计产品。

在现代机械加工行业, 自动化夹持工件是一个非常重要的工序, 其优越性体现在: 调整时间短、装夹效率高, 帮助操作人员快速完成生产中的准备时间。同时, 通过使用该方案为机械加工行业提供了先进的装夹手段。长期以来, 传统的手动夹持工件存在效率低、浪费资源及频繁易损等问题, 自动夹持技术主要用于完成非手动装夹、无需多次找正的工序, 实践效果良好, 现已批量生产并广泛投入使用, 有效地提高了车间的生产能力, 保证了加工过程中的产品质量、使用安全性和可靠性, 并且调整和维修方便, 使用性能优良, 使劳动条件得到改善。

参考文献:

- [1] 蔡春源, 汪恺, 等. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] 余光国, 马俊. 机床夹具设计[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2005.

MW (收稿日期: 20160128)

国务院新设一批国家自主创新示范区

国务院总理近日主持召开国务院常务会议, 决定新设一批国家自主创新示范区, 部署推进上海加快建设科技创新中心。会议指出, 要以先行先试重点突破, 形成增长新亮点、发展新优势。会议确定, 在现有11个国家自主创新示范区基础上, 再新设河南郑洛新、山东半岛、辽宁沈大3个国家自主创新示范区, 促进涌现更多创新活跃、特色突出的升级发展新“尖兵”。同时会议决定, 采取新模式, 用3年时间在沪系统推进全面改革创新试验, 建设综合性国家科学中心, 探索在鼓励创业创新的普惠税制、投贷联动等金融服务模式创新、股权托管交易市场、新型产业技术研发组织、简化外资创投管理等方面开展先行先试, 实施一批攻克关键共性技术、解决“卡脖子”瓶颈的重大战略项目, 持续释放改革红利。