

空调压缩机滚子零件外圆中凸磨削工艺研究

陈玉

南昌海立电器有限公司 江西 南昌 330000

【摘要】为了提高空调压缩机滚子零件磨削精度,保证零件加工质量,设计一种空调压缩机滚子零件外圆中凸磨削工艺。在零件交点处计算相关性,以判断零件交点合格性;构建凸磨削工艺网络,设计其神经网络结构,得到磨削工艺相关参数的输入值、隐含值以及输出值;设计滚子零件外圆中凸磨削算法,完成新的零件磨削工艺设计。通过实验,可以粗磨、精磨、光磨后的零件轮廓幅度值以及圆度误差进行分析,由实验结果可知,该磨削工艺在三个磨削步骤下的误差值有明显改进,且其圆度误差均在2微米以内。

【关键词】空调压缩机;滚子零件外圆;凸轮轴;磨削工艺设计

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.02.567

0 引言

磨削加工是一种精密度极高的加工手段,在机械制造领域占据重要的地位。随着数控技术的发展,机床可以自动完成磨削加工操作,不但提高工作效率,还能够降低磨削成本。在加工零件时,零件磨削的精度受到很多种因素的影响,生成精度误差,造成材料资源的浪费。为了提高零件制作的质量,就需要把控零件磨削的精度。滚子零件是空调压缩机中最核心的一个部位,为保证空调压缩机能够正常运行,需要选择并安装合适的滚子零件,使用磨削精度较高的加工工艺,生产高精度零件^[1]。

因此,本文设计了一种空调压缩机滚子零件外圆中凸磨削工艺技术。

1 零件交点合格性判断

在磨削工艺中,对于零件外部交点的合格性判断是一种非常重要的步骤,需要圈定需要被磨削处理的部位,并在其周边围出一个多边形结构。

通过相关系数矩阵,可以判断零件交点的合格性,计算公式为:

$$H(a,b) = \frac{E^T U_1^{(a,b)}(a,b)}{(E^T E) [U_1^{(a,b)}(a,b)]^2} \quad (1)$$

式中, $H(a,b)$ 表示零件需要被磨削处理的部位与零件交点的相关性矩阵,当 $H(a,b) < 1$ 时,表示该多边形结构合格; E^T 和 E 分别表示模版矩阵与模版对称矩阵; $U_1^{(a,b)}(a,b)$ 表示灰度值矩阵的匹配点^[2]。通过该公式,可以对零件交点进行合格性判断。

2 构建凸磨削工艺网络结构

本文使用神经网络算法对磨削加工工艺的参数进行智能优化没在磨削过程中没有与神经网络的非线性映射能力受到多种因素的严重制约,需要对其进行改进与优化,其网络结构如图1所示。

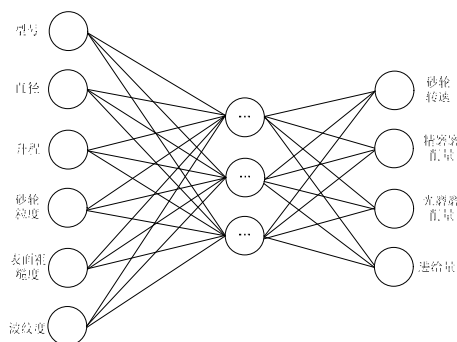


图1 凸磨削加工网络结构

如图1所示,在该网络结构中,根据具体的情况,网络神经元的输入值、隐含值以及输出值均有较大的差别。在网络神经元节点中,其采用的函数为:

$$d(k) = \frac{1}{1 + \exp(-k)} \quad (2)$$

式中, $d(k)$ 表示神经元节点的输入值, k 表示实际样本参数。在隐含层下,可以在将数据全部归一化处理后,逐层得到网络结构的输出值:

$$h\left(\sum_{i=1}^n F_{ij} - p_m\right) \rightarrow D_k \quad (3)$$

式中, F_{ij} 表示输入层在节点 i 到节点 j 之间的权值系数; p_m 表示隐含层节点的内部阈值; D_k 表示番调整的节点加权输入值。结合输入值与输出值,可以计算总误差:

$$B_n = \frac{\sum_{i=1}^n (d(k) - h(x))^2}{2} \quad (4)$$

式中, B_n 表示经过神经网络算法后输入值与输出值的总误差; $d(k)$ 和 $h(x)$ 分别表示输入值与输出值^[3-4]。通过以上公式,可以得到凸磨削工艺网络结构,并获取更好的磨削工艺参数。

3 滚子零件外圆中凸磨削算法设计

结合上文中的内容,设计滚子零件外圆中凸磨削算法,构建网络结构与网络参数,同时得到初始的权值矩阵。通过公式(2)和公式(3)计算网络结构的输入值与输出值,计算网络总误差。判断学习次数是否达到最大值,若未达到最大值,则需要重新构建新的网络结构,并设置网络参数^[5]。若达到最大值,可以得到网络阈值,输出优化条件,判断是否实现优化目标。该优化目标需要遵循误差系数的个体适应度,计算公式为:

$$b_m = \frac{1}{2k_p \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (d_i - k_i)^2} \quad (5)$$

式中, b_m 表示误差的个体适应度参数,当 b_m 大于等于0时,表示该优化目标得到实现,若 b_m 小于0,则该优化目标没有实现。 k_p 表示网络训练样本的平均绝对误差; d_i 表示网络的输出值, k_i 表示网络的期望值。通过上述方法,采用交叉运算的方式,得到滚子零件外圆中凸磨削算法,实现本文对磨削工艺的优化目标。

4 实验研究

4.1 磨削系统参数设置

本实验以测试上文设计的空调压缩机滚子零件外圆中凸磨削工艺是否具备可行性为核心,在磨削实验中,使用 CNC8312 数控高速凸轮轴磨床作为主要设备,该磨床中,控制

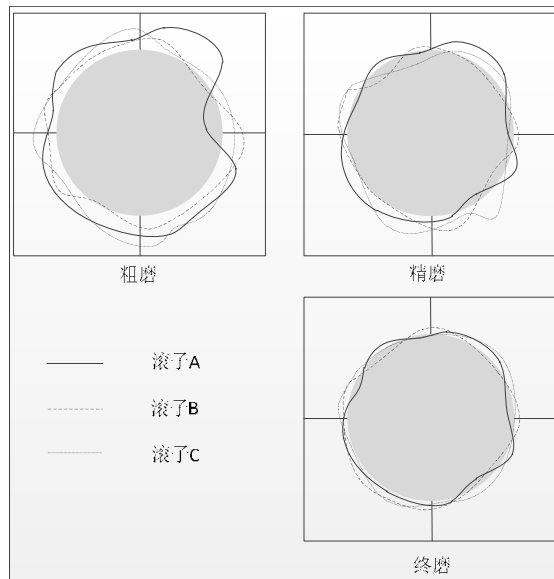


图2 滚子轮廓圆度误差

系统采取德国西门子公司原装SINUMERIK型号，交流伺服驱动系统则采用611D数字式。为保证凸轮轴磨削加工工艺的效率以及磨削精度，需要使用粗、精、光、无火花式的磨削，同时设置凸轮轴磨床的参数。砂轮/CBN外径370mm，线速度120mm/s，主轴承刚度100kg/μm；磨削直径200mm，采用水基5%凯牌莫氏浓缩切削液。

对空调压缩机内滚子零件外圆的磨削加工，需要使用切入式逆磨的方式，首先粗磨外径面，然后磨双端面，再研磨端面，然后精磨外径面，最后终磨外径面。精磨的时间为32s，进给量为100微米，而终磨的时间为28s，进给量则为40微米。在该空调压缩机滚子零件的外圆中，精度检测结果为0.1微米，根据产品需求，划分轮廓值采样点数，得到滚子轮廓的形状，并通过粗糙度检测仪进行采样检测，同时测量滚子零件的外圆误差。

4.2 砂轮修正量

该实验的主要工作区域为精密数控磨床，其中滚子零件需要经过凸度成型加工技术的修正。结合直线插补原理，将圆弧插补控制的误差作为一个连续的逼近曲线，当滚子外圆的中部唯一70%的直线时，其直线段的划分修正精度会越来越高。以砂轮轴向轮廓线的端点为出发点，计算每一处的砂轮修正量占比，其计算公式为：

$$F_k = 1 - \left(\frac{f_m}{\max(f_m)} \times 100\% \right) \quad (6)$$

式中， F_k 表示某一个滚子外圆部位砂轮修正量的比例； f_m 表示砂轮表面平均轮廓值， $\max(f_m)$ 则表示该滚子外圆砂轮表面的最大轮廓值， m 一般作为砂轮轴与中心点的间距，以mm作为单位。根据公式，计算不同间距下各采样点的修正量占比。

当砂轮表面距离中心点的间距为0-10mm时，平均轮廓值与最大轮廓值均为0，修正量的占比则为100%。当砂轮表面与中心点的距离大于10mm时，平均轮廓值与最大轮廓值开始逐渐增大，且最大轮廓值永远大于等于平均轮廓值，此时的修正量占比正在不断下降，由100%下降至间距为22-24mm时的71.25%。

4.3 采样精度与圆度误差

任意选择三个滚子零件，分别得到其在粗磨后、精磨后以及终磨后的轮廓幅度值，表3为其在90mm-110mm之间的轮廓

幅度，以2mm为一个单位间隔。

表1 轮廓幅度值

采样长度 /mm	轮廓幅度值/μm		
	粗磨后	精磨后	终磨后
90	0.345	0.441	0.445
92	0.296	0.163	0.286
94	0.125	0.323	0.325
96	0.478	0.285	0.135
98	0.341	0.427	0.474
100	0.265	0.254	0.165
102	0.132	0.249	0.224
104	0.341	0.163	0.465
106	0.225	0.424	0.195
108	0.334	0.317	0.235
110	0.425	0.252	0.341

根据轮廓幅度值在粗磨、精磨以及终磨后的采样值，测试其圆度误差，根据产品要求，其误差值需要小于等于2.000μm，对比其是否满足要求。

在图2中，灰色的圆形图案为理想状态下的滚子零件轮廓，也是凸轮轴磨削的终极形态，外围正方形方框的边长为4微米。经过磨削处理后，滚子轮廓越接近理想状态，则该滚子的磨削效果越好，磨削工艺的精度越高。经过粗磨、精磨以及终磨的滚子零件，其外圆部位会逐渐与理想状态相近。滚子零件A、滚子零件B和滚子零件C的轮廓圆度误差均呈现出越来越小的趋势，且其在粗磨、精磨、终磨下的圆度误差均保持在2微米以内。

5 结束语

为进一步提高滚子零件的精度，本文设计了一种空调压缩机滚子零件外圆中凸磨削工艺。通过实验可以验证，经过粗磨、精磨以及终磨处理后，该滚子零件的磨削效果越来越好，所得到的零件精度越来越高，可见该磨削工艺具备有效性。

参考文献

[1] 刘伟, 李希晨, 邓朝晖, 等. 凸轮轴磨削数据库系统的设计与开发[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2019, 34(04): 67-73.