

Optimization design analysis of tire pads for bearing processing

Shibo Liu

Wazhou Group, Dalian, Liaoning, 116300, China

Abstract

During the grinding process of bearings, the interference of grinding force on the tire pad can easily cause “tire pad marks” on the bearing, seriously affecting the appearance of the product. To solve this problem, it is necessary to optimize the design of tire pads. In the application of this method, the outer diameter, inner diameter, and end face of the rough turning are first determined, and the positions of the stepped hole, through hole, and equal groove are determined and drilled by drawing lines. Then, the equal groove is roughly milled and finely milled. Next, perform heat treatment on the tire pad, including pre heat treatment and final heat treatment, to achieve the standard hardness of the tire pad. Afterwards, rough grinding of the tire pad is carried out, followed by stable treatment of the tire pad, and finally fine grinding of the tire pad is carried out to complete the entire processing flow. This optimized design of tire pad processing method, improved from multiple processing steps, is expected to solve the problem of “tire pad printing”, improve the appearance quality and production efficiency of bearing processing products, and provide a feasible solution for the bearing processing industry. This paper focuses on the optimization design of tire pads for bearing processing.

Keywords

bearing processing; Tire pad; Internal organizational structure; Heat treatment; matlab

轴承加工用胎垫优化设计分析

刘士博

瓦轴集团, 中国·辽宁大连 116300

摘要

轴承在磨削加工过程中, 胎垫因磨削力介入容易导致轴承出现“胎垫印”, 严重影响产品外观。为解决这方面问题, 就要对胎垫优化设计。该方法的应用中, 先进行粗车外径、内径和端面, 确定阶梯孔、通孔及等分槽位置并划线钻孔, 随后粗铣和细铣等分槽。接着进行胎垫热处理, 包含预先热处理和最终热处理, 使胎垫硬度达到标准。之后进行粗磨胎垫, 再经胎垫稳定处理, 最后进行精磨胎垫, 完成整个加工流程。这种优化设计的胎垫加工方法, 从多个加工环节进行改进, 有望解决“胎垫印”问题, 提高轴承加工的产品外观质量和生产效率, 为轴承加工行业提供一种可行的解决方案, 本论文针对轴承加工用胎垫优化设计展开研究。

关键词

轴承加工; 胎垫; 内部组织结构; 热处理; 优化设计

1 引言

在轴承磨削加工过程中, 由于磨削力的介入, 电磁吸力不足以吸附住胎垫, 导致轴承套圈与胎垫有一定的相对运动, 从而在轴承套圈表面产生常见的黑色摩擦痕迹, 即“胎垫印”。这种“胎垫印”不仅严重影响了产品外观, 还提升了工作强度, 增加了加工成本, 降低效率。此外, 常见的解决“胎垫印”办法也各有缺陷。一种是光磨处理胎垫表面, 但因胎垫常规硬度低于轴承套圈硬度, 在批量生产中不能长时间保证不产生“胎垫印”; 另一种是在胎垫表面镶嵌硬质

合金环, 然而硬质合金硬度高难以加工, 安装精度要求高, 且只适用于大批量不换型号的生产。为解决这方面问题, 就要优化设计, 下面对相关问题展开研究。^[1]

2 现有胎垫存在的问题

在轴承磨削加工时, 强大的磨削力会介入到整个加工过程中。现有的胎垫主要依靠电磁吸力来固定, 可这种电磁吸力在面对磨削力时显得力不从心。由于电磁吸力严重后果不足, 无法牢牢吸附住胎垫, 使得轴承套圈与胎垫之间产生了一定的相对运动, 如此, 就会导致相互之间不断摩擦碰撞。这种相对运动问题不能及时解决, 就是在轴承套圈表面产生了常见的黑色摩擦痕迹, 此即为“胎垫印”。

当有“胎垫印”出现的时候, 必然会对产品产生影响,

【作者简介】刘士博(1989-), 男, 中国辽宁辽阳人, 本科, 工程师, 从事轴承设计及加工制造研究。

而且是多方面的。从外观角度而言,轴承套圈表面原本是光洁平整的,被这些黑色的痕迹所破坏,导致产品的美观度被严重影响。在市场竞争日益激烈的今天,产品的外观质量也是吸引客户的重要因素之一,所以,强化外观设计也是非常必要的。对于那些对产品外观有较高要求的客户来说,带有“胎垫印”的轴承套圈无疑是存在质量问题的产品,因为这可能会导致客户的大量流失,企业因此需要承担巨大的经济损失。

为了解决“胎垫印”的问题,工作人员尝试一些常见的方法,但这些方法都有优点的同时,也存在着各自的缺陷,导致加工效果不是很好。使用频率最高的方法是光磨处理胎垫表面,这种方法能够使胎垫表面更加光滑,减少与轴承套圈之间的摩擦力。然而,由于胎垫常规硬度低于轴承套圈硬度,在批量生产过程中,随着使用次数的增加,胎垫表面会逐渐磨损,很快就不能长时间保证不产生“胎垫印”。进行光磨处理后的胎垫在经过一段时间使用之后,其表面的光滑度会逐渐降低,摩擦力增大,“胎垫印”又会重新出现,这就意味着“胎垫印”处理失败。^[2]

3 优化设计方向

3.1 硬度优化

轴承加工使用的胎垫设计优化过程中,增加胎垫表面硬度,使其超过轴承套圈硬度,此为重要优化方法。具体热处理工艺和磨削加工,操作如下:

3.1.1 热处理工艺

热处理包括两个阶段,一个阶段是预先热处理,另一个阶段是最终热处理阶段。

其一,预先热处理。预先热处理中,工件在热处理炉中透热,能够让工件内部保持一致温度。工件透热之后,持续 40 - 60 分钟的保温以充分吸收热量,内部组织结构维持稳定状态。

此后,对工件正火处理,晶粒细化,使得工件强度提高,有良好的韧性。正火之后就转化为球化退火,此为一种特殊的退火工艺,其所发挥的作用是让工件中的碳化物球化,使其硬度降低,切削性能得以改善。退火前,工件要加热处理温度达到 900 - 920℃,球化效果最佳。

其二,最终热处理。胎垫硬度的决定性因素就是最终热处理,此环节中,核心环节是淬火。淬火温度达到 840 - 860℃,使得胎垫的组织结构合适,硬度符合要求。淬火冷却之后,胎垫还要进行回火处理。回火处理的目的是将淬火应力消除,使得胎垫更加有韧性且保证稳定性。回火温度介于 120 - 160℃之间,保温 5 小时至 10 小时之间。在此过程中,胎垫内部的组织结构能够被进一步调整,使其性能维持良好的稳定状态。

3.1.2 磨削加工

胎垫表面硬度经过检测之后已经超过轴承套圈硬度,

进行磨削加工的过程中,胎垫可保持完整,不会被磨损,也不会有黑色胎垫印形成。硬度提高,在安装的过程中,对于定位没有较高要求,其与轴承套圈之间配合的时候,自身形状不会发生变化,也不能改变位置,由此使得胎垫与轴承套圈的位置精准。在生产量比较大的时候,采用这种优化设计方式,胎垫的磨损时间更长。更换胎垫的次数减少,使用时间更长,由此降低成本,生产效率提高。采用这种优化方式,加工精度提高,由此保证产品质量。

3.2 加工工艺优化

胎垫加工的过程中,对于工艺技术不断优化,不仅提高产品质量,还能保证各项性能符合要求。加工工艺技术的合理化,胎垫尺寸有较高的精准度,表面的质量提高,力学性能得以充分发挥,轴承加工的过程中,各项需求得以满足。比如,胎垫加工需要经历多个环节,即从粗加工直到精加工。各个环节的作用都是不可替代的,都有各自的要求。^[3]

3.2.1 第一次粗车外径、内径和端面

胎垫加工过程中,第一个环节是粗车,其作用在于将加工余量去除,形成大致的形状和粗略的尺寸。这个环节的操作中,所采用的是硬质合金外圆车刀,先对粗车胎垫的第一端面进行加工,之后分别对大外径和小外径进行加工,然后是、大内径和小内径的加工,第二端面则会有粗车加工留量保留下来。硬质合金外圆车刀有很高的硬度,且具备较高的耐磨性,切削的速度非常高,由此其良好的切削性能得以保留。粗车加工的质量有保证,要合理选择参数,其运转速度用 n_1 表示,是 350r/min-500r/min,进给量用 f_1 表示,是 0.18~0.2mm。这个参数范围是基于各项因素而确定,主要包括胎垫材料、刀具所具备的性能以及产品加工要求等等。如果运转的速度非常快,或者有很大的进给量,切削的过程中力度过大,导致无法精细加工,甚至造成刀具过早破损而影响使用寿命。如果运转的速度太小,进给量也非常小,加工效率就会非常低。

3.2.2 划线和钻孔

划线和钻孔操作之前,要确定胎垫底部的三个阶梯孔具体位置确定下来,并确定胎垫壁厚处的三个通孔具体位置,分别对其中心点划线处理。同时,还要将胎垫顶部四个等分槽具体位置确定下来并划线。完成划线工作之后,对三个阶梯孔和三个通孔都进行钻孔处理。进行这项操作中,要选择合适的钻头,并采用相应的钻孔设备,保证钻孔的精准度。钻孔工作完成之后,将毛刺处以及锐角都处理好,避免影响胎垫的装配质量而导致其性能不能充分发挥,确保胎垫表面平滑。

3.2.3 粗铣等分槽

粗铣等分槽是为了在胎垫顶部端面加工出四个等分槽。采用带涂层的硬质合金螺旋齿粗齿圆柱形铣刀进行粗铣,带涂层的硬质合金铣刀具有更好的耐磨性和切削性能,能够提高铣削效率和加工质量。铣床加工参数为转速 $n_2=150r/min$ -

200r/min, 进给量 $f_2=0.20\text{mm} - 0.30\text{mm}$ 。在粗铣过程中, 要注意控制铣削深度和进给速度, 避免出现铣削过度或铣削不足的情况。粗铣的目的是去除大部分的余量, 为细铣提供一个良好的基础。

3.2.4 细铣等分槽

细铣等分槽是在粗铣的基础上进行的精加工。采用带涂层的硬质合金螺旋齿细齿圆柱形铣刀进行细铣。细齿铣刀可以使铣削表面更加光滑, 提高等分槽的尺寸精度和表面质量。铣床加工参数为转速 $n_3=150\text{r/min} - 200\text{r/min}$, 进给量 $f_3=0.10\text{mm} - 0.15\text{mm}$ 。细铣过程中要更加注重加工精度和表面质量的控制, 通过精确调整铣削参数和进给速度, 使等分槽的尺寸和表面粗糙度符合设计要求。^[4]

3.2.5 胎垫热处理

胎垫热处理是提高胎垫硬度和性能的关键步骤, 前面已经详细介绍过其具体的工艺过程。通过预先热处理和最终热处理, 使胎垫达到合适的硬度, 提高其耐磨性和抗变形能力。热处理后的胎垫能够更好地承受磨削力的作用, 减少“胎垫印”的产生, 延长其使用寿命。

3.2.6 粗磨胎垫

粗磨胎垫是为了进一步提高胎垫的尺寸精度和表面质量。先在平面磨床上依次磨削胎垫的第一端面和第二端面并留有磨加工留量。平面磨床的加工参数为转速 $n_4=1300\text{r/min} - 1500\text{r/min}$, 进给量 $f_4=28\text{mm} - 33\text{mm}$ 。在磨削过程中, 要注意控制磨削压力和进给速度, 避免出现磨削烧伤和表面粗糙度不符合规定标准的情况。然后将胎垫放在径磨磨床上并找正, 卡紧后分别磨削大外径和小外径、大内径和小内径。径磨磨床的加工参数为转速 $n_5=25000\text{r/min} - 35000\text{r/min}$, 进给量 f_5 为 $28\text{mm} - 33\text{mm}$ 。磨削后小内径的表面粗糙度为 $Ra1.6$, 这个表面粗糙度要求能够保证胎垫与轴承套圈的配合精度。

3.2.7 胎垫稳定处理

胎垫稳定处理过程中, 主要的目的是处理胎垫加工处理和热处理过程中所产生的内应力进行处理, 使其尺寸保持稳定。在 120° 油中稳定处理 24 小时, 采用这种方式使胎垫内部的组织结构维持稳定状态, 避免使用过程中产生变形或者尺寸发生变化。稳定处理之后, 胎垫精度和性能有保证, 轴承加工质量提高。

3.2.8 精磨胎垫

精磨胎垫是胎垫加工的最后一道工序, 目的在于使胎垫的尺寸精度和表面质量达到最高要求。先在精平面磨床上磨削胎垫的第一端面和第二端面并留有磨加工留量, 磨削后第一端面和第二端面的表面粗糙度均为 $Ra0.4$ 。精平面磨床的加工参数为转速 $n_6=13000\text{r/min} - 15000\text{r/min}$, 进给量 $f_6=28\text{mm} - 33\text{mm}$ 。然后在研磨床上用研磨剂分别磨削第一端面和第二端面, 磨削后的表面粗糙度均为 $Ra0.2$ 。研磨是一种高精度的加工方法, 通过研磨可以使胎垫表面达到非常高的光洁度和尺寸精度, 满足轴承加工的严格要求。

3.3 优化设计的效果

产品外观的质量有保证, 通过优化设计实现, 可防止出现“胎垫印”。进行这项工作之前, 发现有“胎垫印”存在, 就要及时采取措施处理, 否则轴承套圈看起来不够美观。胎垫经过优化处理之后, 设备磨削表面不会出现摩擦痕迹, 轴承套圈表面非常光洁而且平整, 由此提升产品的市场竞争力, 提高客户的满意度。尤其是部分客户对产品外观有很高的要求, 经过优化之后, 产品得到高度关注并增加销售量。由此, 企业产品的市场份额进一步扩展, 品牌形象显著提升。

4 结语

通过研究明确, 针对轴承加工用胎垫进行优化设计, 设备磨削表面保持较高的光滑度和平整度, 就可以防止“胎垫印”的产生, 产品外观看起来更加美观。同时, 胎垫的磨削时间延长, 胎垫不需要频繁更换, 由于更新的次数减少, 加工成本得到有效控制, 生产进度加快, 效率大大提高。此外, 胎垫经过优化设计之后, 安装过程中不需要精准定位, 使得胎垫与轴承套圈的精度提高, 使得轴承加工过程中有较高的精准度。

参考文献

- [1] 张鹏飞, 张泽斌, 郭红. 基于Kriging模型的圆锥动静压轴承优化设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2021, 000(2): 15-16.
- [2] 李俊文, 陈玉莲. 基于正交试验法的薄壁角接触球轴承优化设计[J]. 机电工程, 2022, 000(7): 39-40.
- [3] 周彦沛, 毛范海, 邱俊. 双列圆锥滚子轴承优化设计方法研究[J]. 机械设计与制造, 2021, 000(2): 35-36.
- [4] 王廷剑, 张静静, 王黎钦, 等. 基于正交试验法的三点接触球轴承结构参数优化设计[J]. 轴承, 2020, 000(12): 12-15.