

家用运动鞋清洗机的研发

高傲嵩, 董港培, 韦衡冰*, 黎柱源

梧州学院, 广西 梧州

收稿日期: 2022年9月21日; 录用日期: 2022年10月21日; 发布日期: 2022年10月28日

摘要

本项目是针对家用运动鞋清洗机的研发而开展的研究, 研发的主要功能为运动鞋的清洗及烘干。经调查市面上多数是洗鞋店专用的洗鞋机, 少有适用于家庭用的洗鞋机, 清洗效果不理想, 容易损伤鞋子。针对这一情况, 研发设计一款能够对鞋底、外表面和鞋内进行清洗的家用运动鞋清洗机, 实现全自动清洗, 满足人们对运动鞋的日常护理需求。

关键词

家用, 运动鞋洗鞋机, 自动清洗, Solidworks建模

Research and Development of Household Sneaker Washing Machine

Aosong Gao, Gangpei Dong, Hengbing Wei*, Zhuyuan Li

Wuzhou University, Wuzhou Guangxi

Received: Sep. 21st, 2022; accepted: Oct. 21st, 2022; published: Oct. 28th, 2022

Abstract

This project is a research project for the research and development of household sneaker washing machines, the main function of which is the cleaning and drying of sneakers. After investigation, most of the shoe washing machines on the market are special shoe washing machines for shoe washing shops, and there are few shoe washing machines suitable for household use, the cleaning effect is not ideal, and it is easy to damage shoes. In response to this situation, we developed and designed a household sneaker washing machine that can clean the sole, outer surface and inside the shoe to achieve fully automatic cleaning to meet people's daily care needs for sneakers.

*通讯作者。

Keywords

Household, Cleaning Machine, Automatic Cleaning, Solidworks-Modeling

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于生活水平的提高，人们对于鞋子的关注度有了很大程度的提高，特别是由于近年来街头文化的流行，使得很多年轻人加入到买鞋队伍中。人们对于鞋子的看法已经不是单纯的保护足部的工具，在穿着舒适的同时，还要穿的美观，这使得对鞋子的清洁护理有了更多需求[1]。运动鞋作为日常生活中使用率最高的鞋子之一，需要经常清洗。尤其是在夏天运动过后，鞋内会留存很多汗液，造成细菌、真菌大量滋生，清洗不及时会造成脚气等问题，给人们的脚部健康带来隐患。

通过实地调研与网络调查了解可知，当下主流的清洗方式有三种，分别是人工清洗、干洗店专业护理和家用洗鞋机清洗。刷过鞋子的人都知道，刷鞋是一件极耗费时间和精力事情，尤其是对于爱干净的人来说，经常刷鞋是一种折磨；干洗店护理成本太高，需要长时间等待，且每次洗鞋都要跑干洗店也增加了时间成本；而市面上的洗鞋机大多采用的是基于滚筒洗衣机所设计的洗鞋桶结构，这种清洗方式需要长时间浸泡，容易造成鞋子损伤，且存在很多无法清洗到的死角。

2. 总体设计方案

2.1. 功能分析

本课题的研究对象为家用运动鞋清洗机的研发，其主要由鞋身刷洗装置、鞋底刷洗装置、鞋内刷洗装置和烘干装置构成。其功能分解图如图 1。

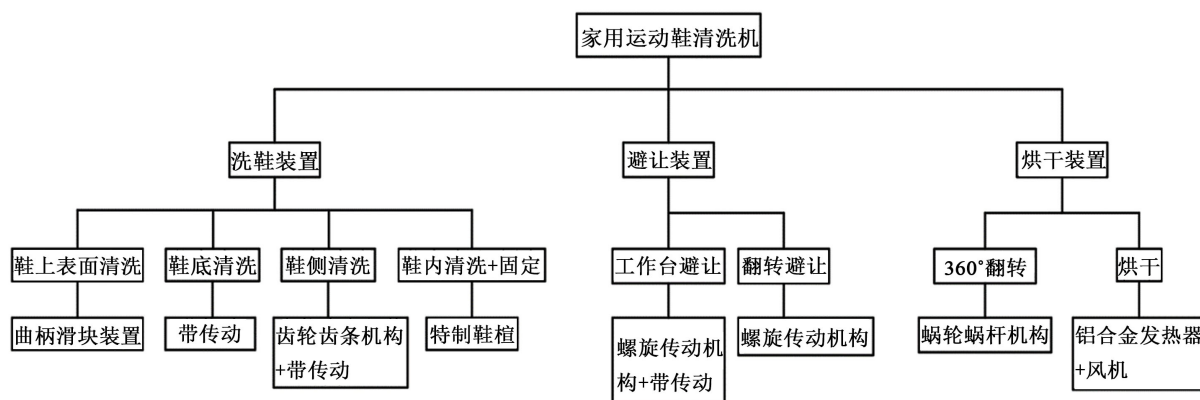


Figure 1. Functional exploded chart

图 1. 功能分解图

鞋身刷洗装置：采用齿轮齿条机构，通过控制电动机正反转转速及时间使毛刷棒围绕鞋身做往复运动，进而达到清洗鞋身的目的。

鞋面刷洗装置：采用曲柄滑块机构，毛刷杆上装有弹簧，毛刷接触到鞋子表面后弹簧被压缩，毛刷轮得以贴合鞋子表面进行运动，以此达到清洗鞋面的目的。

鞋底刷洗装置：采用同步带轮，带动毛刷带旋转。

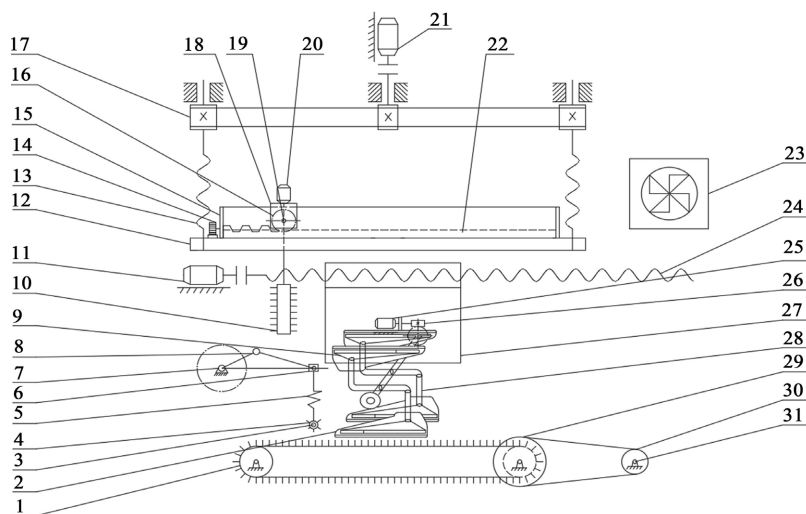
烘干装置：烘干装置由风机和蜗轮蜗杆机构组成，风机以 75℃ 热风对鞋子进行烘干，同时电机驱动蜗杆，蜗杆将动力传给蜗轮，带动鞋子进行 360° 旋转以增大受热面积。

避让装置：避让装置共有两处，一处是采用带传动将电动机的动力传递给四根平行的丝杠，通过丝杠正反转使工作台沿丝杆上下移动，以此实现避让目的；另一处是由电机直接带动丝杠正反转，使滑台前后移动，从而为鞋子旋转避让出空间。

固定装置：通过可调节鞋楦对不同码数的鞋子进行固定，鞋楦内部为中空，底部有若干小孔，水流通过小孔可对鞋子内部进行清洗。

2.2. 工作原理

将鞋楦塞进鞋内后，启动电源，电动机 11 开始反转，带动与其同轴的丝杠 24 反转，滑台 27 沿着丝杠 24 移动至鞋底刷正上方，电动机 11 停止转动。随后电动机 21 启动，带动与其同轴的带轮旋转，通过带传动将动力传给小带轮，小带轮带动与其同轴的丝杆转动，工作台沿丝杆下移至工位。此时，鞋身刷洗装置中的电动机 14、19、20 同时启动，其中电动机 20 驱动竖刷轴以 500 r/min 的转速旋转，电动机 14、19 分别带动齿轮 14、16 按设计好的转速和时间正反转，从而达到竖刷棒沿齿条围绕鞋身做往复运动。电动机 31 则将小带轮 30 驱动，从而带动与大带轮 29 同轴的毛刷带轮 1，毛刷带轮经带传动将动力传递给鞋底毛刷带，从而达到清洗鞋底的目的。鞋楦 9 的内部为中空，水流经内部空腔流入鞋内，可对鞋子内部进行清洗[2]。当鞋子清洗完成后电动机 11 开始正转，带动与其同轴的丝杠 24 正转，滑台 27 沿着丝杠 24 移动至烘干工位，随后电动机 11 关闭，电动机 25 启动带动蜗杆 26 转动，从而带动鞋楦进行 360° 旋转，从而取得增大受热面积的目的。机构示意图如图 2 所示。



1-毛刷带轮；2-鞋子；3-电机 1；4-横刷滚筒 5-弹簧；6-滑块；7-电机 2；8-曲柄；9-可调节鞋楦；10-毛刷棒；11-电机 3；12-工作台；13-丝杆 1；14-齿轮 1；15-鞋刷滑台；16-齿轮 2；17-带轮 1；18-鞋刷滑块；19 电机 4；20-电机 5；21-电机 6；22-齿条；23-风机；24-丝杆 2；25-电机 7；26-蜗杆轴；27-滑台；28-PVC 鞋支架；29-大带轮；30-小带轮；31 电机 8

Figure 2. Schematic of the institution

图 2. 机构示意图

2.3. 主要参数设计

外形尺寸(长 × 宽 × 高): 920 mm × 640 mm × 770 mm;

主要清洗鞋子的种类: 运动鞋、板鞋、布鞋等面料可以水洗的鞋子。

适用鞋子码数: 35 码~45 码;

清洗时间: 15 分钟 2 双;

毛刷棒以 500 r/min 的转速对鞋身进行反复清洗;

以 75 摄氏度恒温热风对鞋子进行烘干, 同时将鞋子 360° 旋转, 增加受热面积。

3. 刷洗装置执行功能的方案设计

3.1. 鞋身刷洗装置的方案设计

鞋身刷洗装置的主要功能是对整个鞋子的鞋身进行刷洗。

3.1.1. 方案一: 齿轮齿条机构

利用两个步进电机分别控制两对齿轮齿条机构, 控制步进电机正反转从而控制毛刷棒沿鞋面做不规则往复运动。

优点: 机构稳定, 清洗效率高。

缺点: 计算较为复杂。

3.1.2. 方案二: 丝杆传动机构

利用两个步进电机分别控制两对丝杆和滑块, 控制步进电机正反转从而控制毛刷棒沿鞋面做不规则往复运动。

优点: 制造简单, 价格低廉。

缺点: 传动效率低。

结论: 综合以上两种方式, 考虑到清洗效率和使用可靠性, 决定采用方案一作为鞋身刷洗装置。

3.2. 鞋面刷洗装置的方案设计

3.2.1. 方案一: 曲柄滑轨机构

电机转动曲柄摇杆, 带动毛刷轴上下移动, 毛刷杆上装有弹簧, 毛刷接触到鞋子表面后弹簧被压缩, 毛刷轮得以贴合鞋子表面进行运动, 以此达到清洗鞋面的目的。

优点: 设计简单, 安装方便。

缺点: 占位较大, 增加机器体积。

3.2.2. 方案二: 凸轮机构

电机转动凸轮, 凸轮带动毛刷轴上下移动, 毛刷杆上装有弹簧, 毛刷接触到鞋子表面后弹簧被压缩, 使得毛刷轮沿鞋子表面的轨迹进行运动。

优点: 占位较少, 减少使用空间。

缺点: 设计复杂, 凸轮磨损后难以更换。

结论: 综合以上两种方式, 考虑到设计和维修过程的难易程度, 决定采用方案一作为鞋面刷洗装置。

3.3. 鞋底刷洗装置的方案设计

鞋底刷洗装置的主要功能是对鞋子底部进行刷洗。

3.3.1. 方案一：带传动

通过带传动将步进电机的动力传递给毛刷带轮，毛刷带轮带动毛刷带转动。

优点：运动可靠性高，构造较为简单，成本较低[3]。

缺点：传动效率较低，传动比不够精准。

3.3.2. 方案二：链传动

通过链传动将步进电机的动力传递给毛刷带轮，毛刷带轮带动毛刷带转动。

优点：1) 结构较为紧凑。

2) 能够适应恶劣的工作环境。

缺点：1) 工作时有噪声。

2) 对安装精度要求高。

结论：综合以上两种方式，考虑到毛刷带转速较高以及家用设备应尽量避免噪音，决定采用方案一作为鞋底刷洗装置。

3.4. 鞋内清洗装置的方案设计

根据鞋子内部刷洗机构的不同可以将其分为仿形刷、半仿形刷和水流冲击几大类。半仿形清洗工具并没有完全贴合鞋子的内轮廓，因此必然会产生一些清洗死角。全仿形清洗工具是一种高度模仿鞋子内部几何形状的清洗工具，其特点为指向性强，几乎不存在清洗盲区，但由于其指向性过强，鞋子的内轮廓稍有改变就会诞生许多新的盲区，且由于这种清洗工具往往完全贴合鞋子内部，就会造成排污和甩干困难的情况[4]。因此决定采用水流冲击的方式对鞋子内部进行清洗。固定装置的鞋植为中空设计，其表面有很多小孔，水流经过小孔喷出可完成对鞋子内部的清洗[5]。

4. 齿轮齿条的选型及计算

4.1. 对齿轮的材料、精度和齿数的选择

鞋身刷洗装置的传动机构采用的是直齿圆柱齿轮，其压力角的取值为标准值 $\alpha = 20^\circ$ 。根据参考文献[6]表 10-6 各类机器所用齿轮传动的精度等级范围得出结论，选用 7 级精度等级。

选取齿轮和齿条的材料分别为 40 Cr、45 钢，其齿面硬度分别为 280 HBS、240 HBS，齿轮齿条均经过调质处理[7]。

选取齿轮的齿数为： $z_1 = 30$ ，齿条的齿数为： $z_2 = \infty$ 。

4.2. 按照齿面接触强度设计

查阅参考文献[6]得，齿轮的分度圆直径的计算公式为：

$$d_{it} \geq \sqrt[3]{\frac{2K_{Ht}T_1}{\varphi_d} \cdot \frac{u+1}{u} \cdot \left(\frac{Z_H Z_E Z_\epsilon}{[\sigma]_H} \right)^2}$$

一、首先确定上述公式内的各参数数值

选取载荷系数 $K_{Ht} = 1.3$ 。

分析计算齿轮传递的扭矩。

$$T_1 = \frac{9.55 \times 10^6 P_1}{n_1} \eta = \frac{9.55 \times 10^6 \times 0.05}{30} \times 0.98 = 1.5598 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

查阅文献[6]选取齿宽系数 $\phi_d = 0.6$ 。

查阅文献[6]图 10-20 得到区域系数 $Z_H = 2.5$ 。

查阅文献[6]查得所选用材料的弹性影响系数为 $Z_E = 189.8 \text{ MPa}^{1/2}$ 。

查阅文献[6]计算接触疲劳强度用重合度系数 $Z_\epsilon = 0.875$ 。

查阅文献[6]计算应力循环次数:

$$N_1 = 60n_1jL_n = 60 \times 30 \times 1 \times (2 \times 4 \times 100 \times 5) = 7.2 \times 10^6$$

查阅文献[6]选取接触疲劳寿命系数为 $K_{HN} = 0.90$ 。

根据文献[6]查得齿轮的接触疲劳极限为 $\sigma_{Hlim} = 600 \text{ MPa}$ 。

计算接触疲劳许用应力 $[\sigma_H]$ 。

选安全系数为 1、失效概率为 1%，根据文献[6]公式得:

$$[\sigma_H] = \frac{K_{HN}\sigma_{Hlim}}{S} = \frac{0.90 \times 600}{1} \text{ MPa} = 540 \text{ MPa}$$

计算齿轮分度圆直径

$$\begin{aligned} d_{1t} &\geq \sqrt[3]{\frac{2K_H T_1}{\phi_d} \cdot \frac{u+1}{u} \cdot \left(\frac{Z_E Z_H Z_\epsilon}{[\sigma_H]}\right)^2} \\ &\approx \sqrt[3]{\frac{2 \times 1.3 \times 1.5598 \times 10^4}{0.6} \times \frac{\infty+1}{\infty} \times \left(\frac{2.5 \times 189.8 \times 0.875}{540}\right)^2} \text{ mm} \\ &= 34.187 \text{ mm} \end{aligned}$$

二、调整齿轮分度圆直径

圆周速度 v 。

$$v = \frac{\pi d_{1t} n_1}{60 \times 1000} = \frac{3.14 \times 34.187 \times 30}{60 \times 1000} = 0.05 \text{ m/s}$$

齿宽 b 。

$$b = \phi_d d_{1t} = 0.6 \times 34.178 = 20.5068 \text{ mm}$$

计算实际载荷系数 K_H 。

查阅文献[6]得到其使用系数 $K_A = 1$ 。

根据圆周速度 $v = 0.05 \text{ m/s}$ 以及 7 级精度，查阅文献[6]可知对应的动载系数为 $K_v = 1.1$ 。

齿轮的圆周力。

$$F_{t1} = 2T_1/d_{1t} = 2 \times 1.5598 \times 10^4 / 34.187 \text{ N} = 912.5 \text{ N}$$

$$K_A F_{t1}/b = 1 \times 912.5 / 34.187 \text{ N/mm} = 26.69 \text{ N/mm} < 100 \text{ N/mm}$$

查阅文献[6]可知齿间载荷分配系数为 $K_{H\alpha} = 1.2$ 。

查文献[6]采用插值法得 7 级精度，当齿轮相对支撑悬臂布置时，可以得到齿向载荷分布系数为 $K_{H\beta} = 1.150$ 。计算出实际载荷系数为:

$$K_H = K_A K_v K_{H\alpha} K_{H\beta} = 1 \times 1.1 \times 1.2 \times 1.150 = 1.52$$

根据文献[6]计算可由实际载荷系数计算得出的分度圆直径:

$$d_1 = d_{1t} \sqrt[3]{\frac{K_H}{K_{Ht}}} = 34.187 \times \sqrt[3]{\frac{1.52}{1.3}} = 36.016 \text{ mm}$$

齿轮模数的计算:

$$m = d_1/z_1 = 36.016/30 \text{ mm} = 1.20 \text{ mm}$$

4.3. 按齿根弯曲疲劳强度设计

根据文献[6]公式(10-7)计算模数:

$$m_t \geq \sqrt[3]{\frac{2K_{Ft} T_1 Y_\varepsilon \cdot Y_{Fa} Y_{sa}}{\phi_d z_1^2 [\sigma_F]}}$$

首先选取式中的参数数值。

选取 $K_{Ft} = 1.3$ 。

根据文献[6]公式(10-5)计算弯曲疲劳强度用重合度系数。

$$Y_\varepsilon = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_\alpha} = 0.25 + \frac{0.75}{1.711} = 0.688$$

计算 $\frac{Y_{Fa} Y_{sa}}{[\sigma_F]}$ 。

由文献[6]查得 $Y_{Fa} = 2.65$ 、 $Y_{sa} = 1.58$ 、 $\sigma_{Flim} = 500 \text{ MPa}$ 、 $K_{FN} = 0.85$ 。

选弯曲疲劳安全系数 $S = 1$ ，根据文献[6]公式(10-14)得

$$[\sigma_F] = \frac{K_{FN} \sigma_{Flim}}{S} = \frac{0.85 \times 500}{1} \text{ MPa} = 425 \text{ MPa}$$

$$\frac{Y_{Fa} Y_{sa}}{[\sigma_F]} = \frac{2.65 \times 1.58}{425} = 0.0098$$

计算模数。

$$m_t \geq \sqrt[3]{\frac{2K_{Ft} T_1 Y_\varepsilon \cdot Y_{Fa} Y_{sa}}{\phi_d z_1^2 [\sigma_F]}} = \sqrt[3]{\frac{2 \times 1.3 \times 1.5598 \times 10^4 \times 0.688}{0.6 \times 30^2} \times 0.0098} \text{ mm} = 0.789 \text{ mm}$$

调整齿轮模数

计算圆周速度 v 。

$$d = mz = 0.789 \times 30 = 23.67 \text{ mm}$$

$$v = \frac{\pi dn}{60 \times 1000} = \frac{3.14 \times 23.67 \times 30}{60 \times 1000} \text{ m/s} = 0.037 \text{ m/s}$$

计算齿宽 b 。

$$b = \phi_d d = 0.6 \times 23.67 \text{ mm} = 14.202 \text{ mm}$$

计算宽高比 b/h 。

$$h = (2h_a^* + c^*) m_t = (2 \times 1 + 0.25) \times 0.789 \text{ mm} = 1.775 \text{ mm}$$

$$b/h = 14.202/1.775 \text{ mm} = 8$$

计算实际载荷系数 K_F 。

由圆周速度 $v = 0.037 \text{ m/s}$ 及 7 级精度，根据文献[6]可知动载系数为 $K_v = 1$ 。

$$F_{t1} = 2T_1/d_1 = 2 \times 1.5598 \times 10^4 / 36.016 \text{ N} = 866.17 \text{ N} ,$$

$K_A F_{t1}/b = 1 \times 866.17 / 14.202 \text{ N/mm} = 61 \text{ N/mm} < 100 \text{ N/mm}$ ，根据文献[6]可知齿间载荷分配系数为

$K_{F\alpha} = 1.2$ 。

根据文献[6]表 10-4 查得 $K_{H\beta} = 1.05$ ，结合 $b/h = 8 \text{ mm}$ 查图 10-13，得 $K_{F\beta} = 1.04$ ，则载荷系数为：

$$K_F = K_A K_V K_{F\alpha} K_{F\beta} = 1 \times 1.1 \times 1.05 \times 1.04 = 1.20$$

由文献[6]公式(10-13)，得按实际载荷系数算得的齿轮模数

$$m = m_t \sqrt[3]{\frac{K_F}{K_{Ft}}} = 0.789 \times \sqrt[3]{\frac{1.2}{1.3}} \text{ mm} = 0.768 \text{ mm}$$

因齿轮模数 m 的数值主要受到弯曲疲劳强度决定的承载能力的影响[6]，因此可选取由弯曲疲劳强度算得的模数 0.768 mm 并取为标准值 $m = 1 \text{ mm}$ ，按照接触疲劳强度可以计算出分度圆直径为 $d_1 = 31.016 \text{ mm}$ ，随后计算得齿轮的齿数为 $z = d_1/m = 31.016/1 = 31.016$ ，选取 $z = 32$ 。

4.4. 几何尺寸计算

计算分度圆直径

$$d = zm = 32 \times 1 \text{ mm} = 32 \text{ mm}$$

齿轮齿条的中心距离计算

$$a = \frac{d}{2} + h = \frac{32}{2} + 19 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

对齿轮宽度进行计算

$$b = \phi_d d = 0.6 \times 32 \text{ mm} = 19.2 \text{ mm}$$

考虑到安装过程中所产生的误差，在保证设计要求的齿宽以及节约材料的情况下，通常选择将齿轮的宽度增加 $5 \sim 10 \text{ mm}$ [6]，即：

$$b_1 = b + (5 \sim 10) \text{ mm} = 19.2 + (5 \sim 10) \text{ mm} = 24.2 \sim 29.2 \text{ mm}$$

取 $b_1 = 26 \text{ mm}$ ，而齿条宽度取整为 $b_2 = 20 \text{ mm}$ 。

4.5. 强度校核

齿面接触疲劳强度校核

根据文献[6]公式(10-10)计算得

$$\begin{aligned} \sigma_H &= \sqrt{\frac{2K_H T_1 \cdot \frac{u+1}{u} \cdot Z_H Z_E Z_\epsilon}{\phi_d d_1^3}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 1.52 \times 1.5598 \times 10^4}{0.6 \times 36.016}} \times \frac{\infty+1}{\infty} \times 2.5 \times 189.5 \times 0.875 \text{ MPa} \\ &= 539 \text{ MPa} < [\sigma_H] \end{aligned}$$

由计算结果可知齿面接触疲劳强度满足要求。

齿根弯曲疲劳强度校核

根据文献[6]公式(10-6)计算得

$$\begin{aligned} \sigma_F &= \frac{2K_F T_1 Y_{Fa1} Y_{sa1} Y_\epsilon}{\phi_d m^3 z_1^2} \\ &= \frac{2 \times 1.2 \times 1.5598 \times 10^4 \times 2.65 \times 1.58 \times 0.688}{0.6 \times 1^3 \times 32^2} \text{ MPa} \\ &= 170 \text{ MPa} < [\sigma_F] \end{aligned}$$

由运算结果可知其满足设计要求。

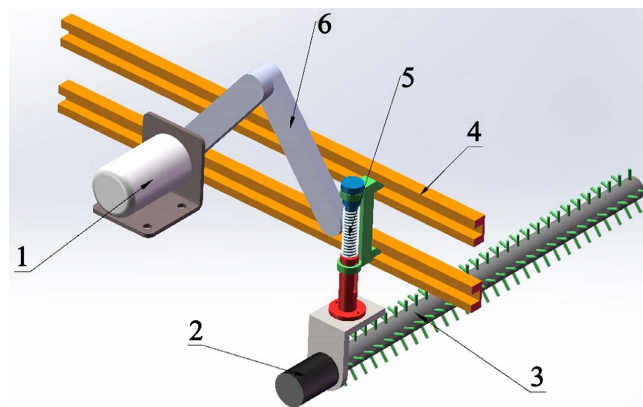
4.6. 主要设计结论

齿轮齿数 $z = 32$ ，模数为 $m = 1 \text{ mm}$ ，中心距为 $a = 35 \text{ mm}$ ，压力角 $\alpha = 20^\circ$ ，齿宽 $b_1 = 26 \text{ mm}$ ，齿条齿宽 $b_2 = 20 \text{ mm}$ ，齿轮按 7 级精度设计。齿轮的材料为 40 Cr (调质)，齿条的材料为 45 钢(调质)。

5. 洗鞋装置的效果研究成型

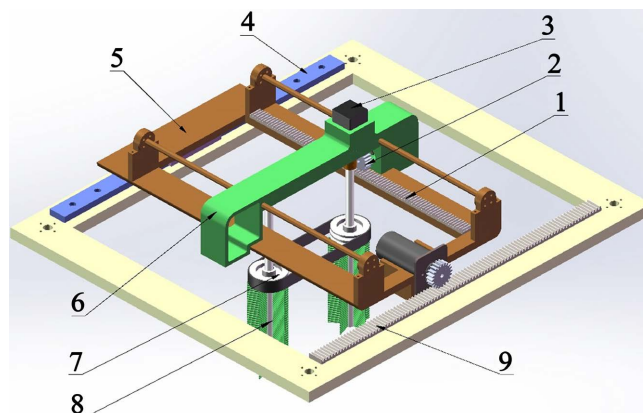
5.1. 鞋面刷洗装置的模型设计

本课题设计的鞋身刷洗装置由滑轨、滑块、曲柄、连杆、电机、横刷辊、弹簧、横刷杆组成，该装置的功能是刷洗鞋子的上表面。电机驱动曲柄摇杆机构机构沿直线导轨前后滑动，横刷辊在接触鞋子上表面后受到力的作用，从而使得横刷杆上的弹簧压缩变形，并保证横刷辊始终与鞋子上表面接触，并随着鞋面的弧度上下移动，电机带动横刷辊旋转以达到刷洗鞋面的目的。其三维建模如图 3 所示。



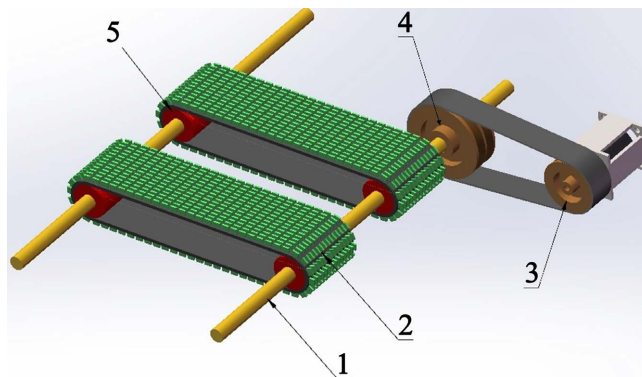
1-曲柄电机, 2-横刷辊电机, 3-横刷辊, 4-滑轨, 5-弹簧, 6-曲柄

Figure 3. Brush device for the upper
图 3. 鞋面刷洗装置



1-齿条 1, 2-齿轮 1, 3-毛刷杆电机, 4-滑轨, 5-滑台, 6-毛刷滑块, 7-带轮, 8-毛刷杆, 9-齿条 2, 10-齿轮 2

Figure 4. Shoe body brushing device
图 4. 鞋身刷洗装置



1-轴, 2-毛刷带, 3-主动带轮, 4-从动带轮, 5-毛刷带轮

Figure 5. Sole brushing device

图 5. 鞋底刷洗装置

5.2. 鞋身刷洗装置的模型设计

本课题设计的鞋身刷洗装置由齿条、齿轮、带轮、步进电机、滑轨、滑台、毛刷滑块、毛刷杆组成，该装置的功能是对鞋子的四周进行刷洗。步进电机启动后，与其同轴的齿轮沿着齿条往复直线运动，从而实现滑台的横向运动。与此同时，毛刷滑块沿心轴进行往复直线运动。毛刷杆电机启动后带动与其同轴的毛刷棒转动，并通过带传动将动力传递给另外一个毛刷棒。其三维建模如下图 4 所示。

5.3. 鞋底刷洗装置的模型设计

本课题所设计的鞋底刷洗装置由电机、毛刷带、同步带、主动带轮、从动带轮、轴组成，该装置的功能为对鞋子底部进行刷洗。电机带动主动轮旋转，经带传动带动与从动轮同轴的轴旋转，进而带动毛刷带旋转来刷洗鞋子底面。其三维建模如图 5 所示。

6. 家用运动鞋清洗机的整体模型设计(图 6)

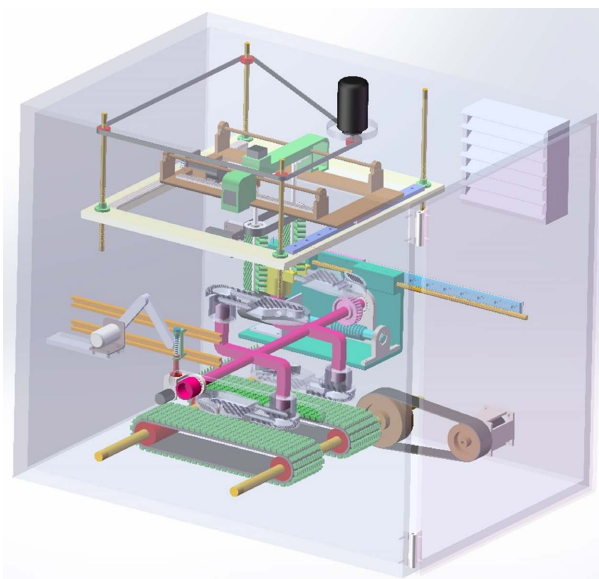


Figure 6. Overall model of a household sneaker washing machine

图 6. 家用运动鞋清洗机整体模型

7. 总结

本课题所设计的家用运动鞋清洗机主要针对日常生活中鞋子清洗困难、费时费力的情况，清洗效果不佳、对鞋子损伤大、无法清洗鞋子内部等问题，其抛弃了传统的滚筒式洗鞋机的设计，采用鞋楦对鞋子进行固定，减少了清洗过程中因碰撞对鞋子造成的伤害、能够对鞋子内部进行清洗，达到自动化清洗的目的，将人们从繁重的清洁过程中释放出来，节省了时间成本，具备重要的现实意义。

基金项目

梧州学院自治区级大学生创新创业训练计划项目，家用运动鞋清洗机的研发(S202211354086)。

参考文献

- [1] 秦锴, 等. 一种非浸泡式洗鞋机的设计[J]. 中国科技信息, 2012(23): 102-103.
- [2] 张丽. 一种新型洗鞋机的设计[J]. 装备制造技术, 2011(12): 159-160.
- [3] 陈立德. 机械设计基础[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [4] 赖圣凌, 李兴华. 浅谈鞋子内部清洗机构的设计[J]. 装备制造技术, 2013(4): 125-128.
- [5] 徐广红, 等. 新型多功能洗鞋机的研制与有限元分析[J]. 机械设计与制造, 2016(10): 236-239.
- [6] 濮良贵, 等. 机械设计[M]. 第9版. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [7] 董振伟, 等. 材料科学与工程学科知识要素导学研究[J]. 山东化工, 2018, 47(9): 112-113+115.