

按摩椅分离式小腿结构设计及分析

王金路 黄瑶辉

上海荣泰健康科技股份有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i6.6064

[摘要] 随着按摩椅产品越来越多, 功能越来越丰富, 按摩椅小腿的运动结构也多种多样。目前, 市场上的按摩椅只配备小腿联动机构; 因此, 人的两只腿放到按摩椅的小腿上, 只能做两只腿同时伸缩或角度抬升的运动, 制约了按摩椅对人腿部按摩的方式。本文介绍了一款按摩椅分离式小腿结构设计, 全新的按摩椅小腿运动设计方案, 通过双电动推杆, 实现左右小腿独立角度调节运动, 同时左小腿和右小腿都自身带有独立的电动伸缩机构, 可实现左小腿或右小腿单独伸缩; 可以在用户体验按摩椅时完全释放了双腿, 实现双腿独立运动的按摩, 使用户在按摩椅零重力的情况下体验漫步或骑行效果, 以及单腿拉伸的动作, 使用户在按摩时达到完全放松身心的状态。

[关键词] 按摩椅、分离式小腿、分离式结构、零重力

Design and analysis of separate calf structure of massage chair

Wang Jinlu, Huang Yaohui

Shanghai Rongtai Health Technology Co., LTD

[Abstract] With more and more massage chair products, the function is more and more rich, the movement structure of the massage chair leg is also diverse. At present, the massage chair on the market is only equipped with calf linkage mechanism; therefore, the two legs on the leg of the massage chair, can only do two legs at the same time or lift the movement, restricted the massage chair massage. This paper introduces a massage chair separate calf structure design, a new massage chair leg movement design scheme, through double electric push rod, realize the independent Angle adjustment movement, while the left leg and right leg have independent electric expansion mechanism, can realize the left leg and the legs of walking, and experience the effect of zero gravity, stretching, completely achieve the user relaxation during the massage.

[Key words] massage chair, separated leg, separated structure, zero gravity

引言

按摩椅产品越来越受人们的欢迎, 市场上的按摩椅产品也越来越多, 功能越来越丰富; 其实按摩椅的主要功能是给人们带来健康舒适的按摩体验, 其原理结构对于实现这一目标至关重要。目前, 按摩椅最核心最成熟的是背部按摩机芯, 主要是对背部及腰部的各种手法按摩, 而颈、肩和腿部等其他部位的按摩结构相对不是那么完美; 特别是腿部按摩时, 按摩椅小腿按摩机构都是双腿独立的一体结构, 只能做同时伸缩或角度抬升的运动, 限制了按摩椅对人腿部及脚部按摩的方式, 双腿不能得到自由释放, 不利于用户全身放松的按摩效果体验; 因此, 有必要对按摩椅的椅架结构进行优化和改进。

为了解决以上小腿按摩问题, 本文提出了按摩椅小腿设计为左右独立分离式结构方案。目前市场上按摩椅的小腿部分设计各异, 对于用户来说, 坐姿舒适度和按摩效果是按摩椅最重要的考量因素。按摩椅分离式小腿结构设计, 可以提高小腿部分以及整机的舒适性和按摩效果, 并为按摩椅用户带来更好的体验。本文阐述了按摩椅分离式小腿的结构设计原理, 分析按摩椅小腿在工作过程中的受力情况, 研究按摩椅等效冲击条

件, 以及分析整机结构的强度和可靠性, 并针对按摩椅结构强度及可靠性, 进行寿命试验及验证。

1 按摩椅分离式小腿结构设计

1.1 根据按摩椅整机运动结构原理, 要实现双腿独立运动的按摩结构, 必须设计好与按摩椅主体结构进行有效的配合及连接, 并保证整体的稳定性及可靠性; 整机结构包括按摩椅靠背、座架以及2个独立的小腿结构四大组件, 为了达到分离式小腿结构达到预期的按摩体验效果, 需要对每个组件结构分别进行设计, 利用按摩椅驱动机构建立各结构之间的传动效果;

1.2 分离式小腿就是把小腿设计为2个独立的结构, 其中每个小腿结构通过转轴套与座架连接, 并设计为方便拆卸的挂座连接方式, 最后用螺丝固定; 每个小腿均通过座架上的电动推杆支撑及推动小腿的升降, 控制着小腿与座架之间的角度, 调节着按摩用户腿部的按摩角度及交替动作; 按照人体工程学及按摩椅舒适度需求, 小腿的抬升最高位置应于座部平齐, 按摩时能够使大腿与小腿完全放松, 小腿升降与座架的角度范围设计为 95° — 170° , 小腿伸缩的距离0—180mm; 如图1;

1.3 小腿运动设计原理: 小腿上下升降运动是以控制电动

推杆的伸缩来实现的,小腿的前后伸缩是通过内部丝杆伸缩机构以使整个小腿组件靠近或远离按摩椅主体,实现用户按摩时小腿和脚部伸出或缩回的调节。通过将左、右小腿按摩结构的分开,使左右小腿独立运动,以解除腿部按摩的限制;当然还可以使两个小腿组件同步运动,以适应不同的按摩场景需求。考虑左右小腿异步伸缩和抬升时的擦碰风险,设计两者间距为:20mm-35mm;还要考虑左右小腿与按摩椅扶手脚罩的运动擦碰风险,设计间距为:15mm-25mm;

按摩椅背架是焊接于座架上,座架是按摩椅承重机构,所有的负载都集于座架部分;座架下面还有按摩椅底架,两边的挂耳与底架左右立柱用转轴套连接,中间使用一个电动推杆驱动靠背架做线性运动,小腿上面设计转轴套安装于座架前端挂耳座上,下面再分别使用一个电动推杆及连杆结构推动小腿以座架为中心做弧线升降运动;其中电动推杆选型及连接挂耳的位置设计至关重要;



图1 分离式小腿设计图

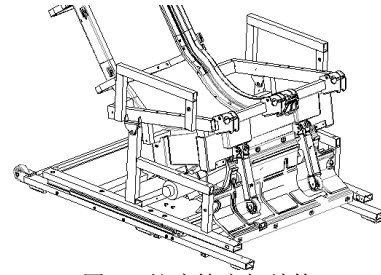


图2 按摩椅座架结构

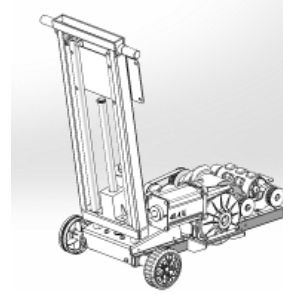


图3 按摩椅小腿结构

1.4 小腿电动缸选型

根据结构设计要求,小腿升降与座架的角度范围为 95° — 170° ,与连杆固定挂耳垂直于地面的初始角度为 15° (座架与地平面角度为 10°),小腿升起最大 105° (与地面垂直线)。为考虑电动推杆的通用性,公司现有电动推杆详细参数如下表1所示:

表1 现有电动推杆详细参数

规格型号	电压(DC)	最小安装尺寸(mm)	行程	空载推速(mm/s)	空载电流(A)	最大推力(N)	最大拉力(N)
63ZY24-80	24V	230 ± 2	80 ± 2	6	≤ 1.0	4000	3000
63ZY24-92	24V	242 ± 2	92 ± 2	6	≤ 1.0	4000	3000
63ZY24-68	24V	242 ± 2	68 ± 2	6	≤ 1.0	4000	3000

背架与座架的主要尺寸还是参考现有型号,小腿连接挂耳距地面的尺寸为463mm,因此项目小腿抬升最大角度较大,所以选择行程较长的92mm电动推杆,整个椅架结构的详见图1。

1.5 小腿电动推杆及连杆尺寸位置的确定

本项目需要设计2套相同的电动推杆结构,小腿连杆的最初角度 15° (与地面垂直线),推杆推出后的延伸角度 90° ,在PROE三维模型中建立一个简化线框模型,设固定点a,是支撑连杆上固定位置的固定点,c点安装位置电动推杆与下座架挂耳固定点,先设置确定点a和c,然后电动推杆的上端与支撑连杆的连接固定点为d,支撑连杆的另一端安装滚轮位置的b点是驱动和支撑分离小腿的滑动点,当前电动推杆的初始行程为c,d,行程最大尺寸为 $cd+92\text{mm}$ (推杆尺寸公差计),支撑连杆abd三点连线形成一个三角形形态,新设计支撑连杆的尺寸为: $ad=70.2\text{mm}$, $ab=190.6\text{mm}$, $db=137.9\text{mm}$;以a点重新画一个三角形,设置支撑连杆推出的最大行程位置,画出 d_1, b_1 点,令 $ad_1=ad$, $ab_1=ab$, $bd=b_1d_1$,设置重新生成一个三角形,使abd与 ab_1d_1 两个三角形尺寸一样,以上可以设定小腿支撑连杆以a点做传动。最后分别把dc, d_1c 连接,使 $dc=242$ 电动推杆初始尺寸, $d_1c=242+92=334\text{mm}$ 小腿的最高位置。尺寸设定完成后自动生成连接图,在这时要注意,在三维软件中有尺寸锁定的功能,设置dc, d_1 及连杆三角边尺寸锁定,其它2个解析尺寸ab与垂直地面线的夹角 R_2 , ad_1 与垂直地面夹角 R_1 ,在三维软件中,这两个角度设定为可调整尺寸,设置尺寸为 $R_1=90^{\circ}$, $R_2=15^{\circ}$,就会重新生成新图形,这样就就把所有的设计尺寸全部限定完整了。如图4。

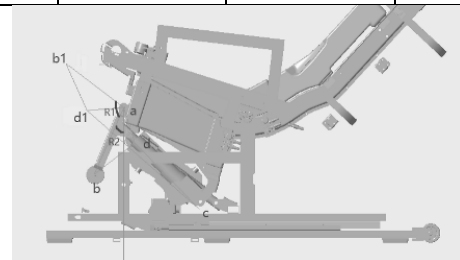


图4 电动推杆及连杆位置设计示意图

以上设计完成后,可依据小腿支撑连杆的承载力,还可以调整图中的尺寸,在三维设计中调整以上任意点,可以重新设计固定位置。再根据图中得出的位置尺寸,确定对应的固定挂耳尺寸。例如支撑连杆d、b以及电动推杆c都可根据受力分析情况进行调整。

2 椅架结构强度及可靠性分析

根据公司企业标准要求,可通过静压、冲击、连续老化测试来验证按摩椅极端运行状态和特殊情况。静压是先把左右小腿抬升到最高位置,再将规定负载的沙带,分别放在按摩椅的左右小腿上,在规定的标准时间后,查看铁架、电动推杆及锁紧机构的状态,来判断整体结构强度和刚度的可行性。冲击试验也是先把左右小腿抬升到最高状态,然后在小腿上方,距离小腿部件表面规定的高度,将标准要求的负载沙带以自由落体的方式分别跌落于左右小腿上。经测试后,无结构损坏、松动及使用缺陷。小腿功能正常,转轴无异响、与电动推杆连接处无变形等异常;详细测试标准如下表2:

表2 详细测试标准

试验项目	负载	试验时间	试验方法	判定标准
静态测试	70kg	30min	直接静压在小腿表面	按摩椅功能正常, 无明显变形, 无结构损坏, 锁紧牢固
冲击测试	30 kg	一次	距离表面 15 m 高, 自由落体	按摩椅功能正常, 无明显变形, 无结构损坏, 锁紧牢固
老化测试	30kg	连续 500h	放置于左右小腿槽内各 15kg	按摩椅功能正常, 无明显变形、异响, 无结构损坏, 锁紧牢固

3 实验测试

3.1 静态测试

将按摩椅放置于水平的水泥地面上, 把左右分离小腿抬升至最大行程位置; 分别在左右小腿前边那一节上面各加一个 35kg 的沙袋, 至少保持 30min 或直至变形合理稳定;

测试完成后, 对按摩椅及小腿各功能、结构及外观进行检查; 检查结果: 按摩椅及小腿功能运行正常, 外观及结构无明显变形、损坏及松动等现象, 符合公司标准要求。如图 5:

3.2 冲击测试

把按摩椅平放在水泥地面上, 把左右分离小腿抬升至最大行程位置, 用 1 个重 30kg 的沙袋, 以自由落体的方法, 从离小腿表面 150mm 的高度分别落到左右小腿前面那一节位置上;

试验完成后, 对按摩椅及小腿功能、结构及外观进行检查; 按摩椅及小腿功能运行正常、转轴无变形、无异音、与电动推杆等的连接处无变形等异常; (图 7);



图5 静压示意图



图6 冲击实验示意图



图7 老化测试负载示意图

3.3 老化测试

耐久性老化测试是为了更快更合理的验证设计的可行性, 对按摩椅非正常使用时连续运行工作的验证; 分离式小腿结构是与主机座架结构配合一起设计验证的, 所以要对按摩椅整机结构进行老化试验; 试验方法是按摩椅放在水平的地面上, 反靠背置于最大趟倒状态, 在靠背、披风上加上 40kg 的沙袋; 将测试沙袋放置在靠背的靠近座面和枕部的位置上, 座部加载 50kg; 左右小腿分别负载 7.5kg 的沙袋, 并分别放入前后两节的槽中; 如图 8

负载沙袋放好后, 烧录老化测试程序, 功能全部打开在最严酷的状态, 靠背升降、小腿升降、小腿伸缩按速率 (20~30) 次/h, 连续运行 500h, 每隔 100h, 分别测出各功能状态及噪声值, 并做好记录, 测试数量 3 台; 试验过程中出现以下问题: 1) 小腿升起的角度太高, 支撑连杆转动时出现异响现象; 2) 左右两个小腿伸出到最大行程受侧面力时, 小腿中间容易擦碰, 造成中间外观面碰伤。

针对以上老化测试问题, 采取以下解决措施:

1) 连杆分别与电动推杆和座架连接处增加粉末冶金套, 在电动推杆推动连杆时, 固定螺钉轴与粉末冶金套做相对转动, 解决了老化异响的问题;

2) 首先修改小腿中间最小间距到 25mm (最初设计间距 9.5mm), 留出安全距离, 可保证两小腿正常使用时不容易碰撞; 另外对小腿外框铁架加强, 增加小腿架的刚性, 减小小腿架受力变形量; 最后左右小腿内侧面最高点增加软性防撞材料, 软性防撞材料可保证当两小腿伸出时两小腿中间塑料件不会碰伤, 防撞材料选型用硅胶、TPR、TPE 验证, 最终选用 TPE 材料; 经过 500h 连续老化试验, 按摩椅功能正常, 无明显变形、异响, 无结构损坏, 符合公司质量标准要求, 以上设计方案验证可行。

4 结论

本文成功设计并实现了一款按摩椅分离式小腿结构, 该结构可以有效分离左右小腿功能, 提高了按摩的精准度和舒适度。同时也针对现有按摩椅在生产及市场中存在的不足和问题, 例如按摩智能化、使用便利性等进行了分析和改进, 并结合市场反馈结果, 不断优化和完善产品设计和制造流程。

本设计成功地实现了按摩椅分离式小腿结构的设计和制造, 并在性能、功能、用户体验等方面得到了显著提升和改进, 为传统按摩椅的不断创新和发展提供了新的思路和实践基础。

[参考文献]

- [1]成大先.机械设计手册第五版.北京:机械工业出版社, 2010.1
- [2]丁玉兰.人机工程学[M].北京:北京理工大学出版社, 2011.
- [3]TPOK 2-2017 家用按摩椅 通用要求 (官网备案)
- [4]GB/T 26182-2010, 家用和类似用途保健按摩椅