

一种用于铝塑泡罩包装机的主动辊拆装搬运车设计

柴璇

(翰林航宇(天津)实业有限公司 天津 301800)

摘要: 本文针对铝塑泡罩包装机主动辊的拆装和搬运问题,开发一种主动辊拆装搬运车。该设备通过不间断移动电源供电,采用电动机驱动丝杠原理,实现了主动辊拆装搬运车的上下调节,采用75°斜支撑结构设计可实现主动辊拆装搬运车的前后调节,该设备可用于铝塑泡罩包装机的使用工况。本文通过数值分析和试验验证两种方法进行研究,研究结果均证实了该拆装搬运车结构简单,操作便捷,使用户可在短时间内快速、稳定地更换主动辊,大大减低了人力成本,提高了铝塑泡罩包装机的包装效率,满足稳定性和智能化使用要求。

关键词: 主动辊; 拆装搬运车; 铝塑泡罩包装机

0 引言

随着制药行业不断发展,制药企业对制药装备的稳定性、精度、连续性、集成化、自动化水平和智能化程度的要求也日趋严格,促使制药装备企业需不断加大技术创新。中国制药装备行业迎来迅速发展的好机遇,中国制药装备制造企业迅速崛起,逐渐打破国际知名企业对于高端制药装备的市场垄断。制药装备行业作为制造业中的一员,不仅可以为制药企业提供生产设备,而且其自身的生产能力、工艺水平、科技含量也在显著提升^[1]。

铝塑泡罩包装机是固体制剂的一种典型包装形式,是全新理念设计的高速辊板式铝塑/铝泡罩包装机,采用符合GMP(药品生产质量管理规范)要求的阳台式设计和板式正压吹塑成型、辊式封合工作原理,配合全伺服驱动控制系统,以及伺服在线调整等先进机构,保证封合、冲切时板面精确传送,使整机操作、调整、模具更换和维护方便快捷。铝塑泡罩包装机应用于制药、食品等行业中对各种规格的胶囊、素片、糖衣片、软胶丸及异形片等产品进行高速泡罩包装。

铝塑泡罩包装机具有重量轻、携带方便、密封性好、药品不互混、服务不浪费等优点,已经成为国内固体制剂包装的主流,在医药领域得到了广泛的应用^[2]。

主动辊是铝塑泡罩包装机中重要的组成部分,主动辊主要由辊体、轴承、轴承座、连板、主力板组成。

主动辊表面带有孔形,与成型后的PVC或者硬铝片泡罩匹配。主动辊在设备使用过程中,需经常更换。由于主动辊重量较重,在更换主动辊过程中,需要多人协作配合来完成更换。

为了提高铝塑泡罩包装机的操作便捷性,特意设计了一种用于铝塑泡罩包装机的主动辊拆装搬运车,用户可在短时间内更换主动辊,大大提高药品的包装效率,降低成本。

1 基本组成

一种铝塑泡罩包装机主动辊拆装搬运车,由底架、斜支撑、传动装置、支撑架、托盘、把手、操作盒、电源等组成。主动辊拆装搬运车组成图如图1所示。

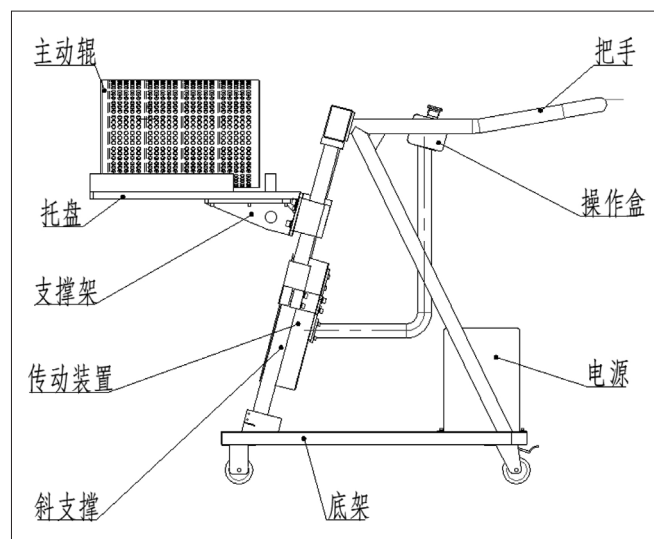


图1 主动辊拆装搬运车组成图

底架是由 25mm×2mm 不锈钢空心方管和 2mm 不锈钢板焊接而成,底架下部装有 4 个不锈钢静音车轮,车轮采用高强度聚氨酯包边消噪声设计,减振耐磨,路面颠簸仍然运行平稳,防滑静音。该静音车轮适用于洁净室内。考虑到车体的高度设计,车轮为 3 寸车轮,直径为 $\phi 75\text{mm}$,安装高度为 108mm,单轮可承重 150kg,其中两个定向轮分别固定在底架的前端,两个万向刹车轮分别固定在底架的后端。

斜支撑由两根空心硬轴和上横梁支撑架组成。斜支撑底座与底架固定,与底架形成 75° 夹角。空心硬轴硬度可达到 HRC55 以上,表面光滑。上横梁支撑架采用不锈钢矩形管焊接而成。

传动装置固定在斜支撑上两根空心硬轴的中间位。两个直线轴承滑块分别安装在空心硬轴上,可沿着空心硬轴上下运动。支撑架与两个直线轴承滑块连接在一起,同时也与传动装置中的丝母座安装在一起。随着丝杠螺母的运动带动丝母座上的支撑架运动。

传动装置是由减速电动机、联轴器、轴承支撑座、丝杠螺母、丝母座、丝杠、轴承组成。减速电动机采用定速电动机,丝杠为梯形丝杠,满足自锁要求。

传动装置组成图如图 2 所示。通过电动机驱动,带动丝杠旋转,从而实现旋转运动转换为直线运动。

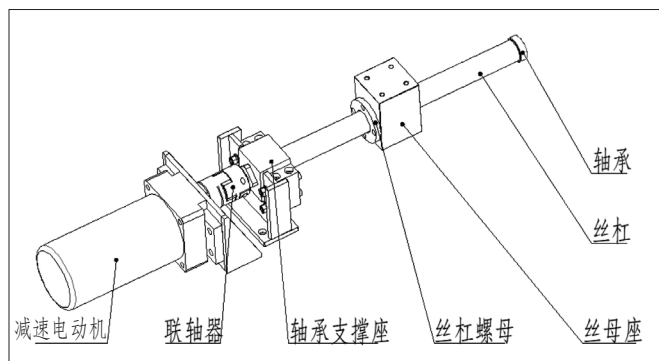


图 2 传动装置组成图

减速电动机的选型,可根据式(1)、式(2)计算得出:

$$F = F_A + mg(\sin \alpha + u \cos \alpha) \quad (1)$$

$$T_L = \frac{FP_B}{2\pi\eta} \quad (2)$$

式中: F — 轴向负载 (N);

F_A — 外力 (N);

m — 滑动部分的质量 (kg);

g — 重力加速度,取 $g=9.8\text{m/s}^2$;

u — 固定值,取 $u=3.1416$;

α — 移动方向与水平面的夹角 ($^\circ$);

T_L — 负载转矩 (Nm);

P_B — 丝杠导程 (m);

η — 机械效率 (%)。

减速电动机固定在电动机支座上,通过联轴器与丝杠连接。丝杠一端固定在丝杠轴承支撑座上,丝杠另一端固定在轴承上,轴承相嵌于上横梁支撑架内。

丝杠螺母与丝母座通过螺钉连接固定在一起,丝杠螺母可沿梯形丝杠实现直线运动。

通过计算可得出,减速电动机的采用 90mm 的法兰盘,120W 功率的电动机,所选减速机的负载值可达到 25.5Nm。

联轴器采用经济型梅花联轴器,螺钉夹紧型,联轴器主体材料为铝合金材质,缓冲部件采用聚氨酯弹性体为原料,转矩值超越传统爪形联轴器的 2 倍以上。聚氨酯弹性体对传递震动和冲击的吸收性好,聚氨酯弹性体能抗油和电气绝缘。联轴器两侧均设有键槽。

所选用丝杠为梯形丝杠,梯形丝杠结构简单,与丝杠螺母配合使用,安装简单方便。梯形丝杠依靠丝杠螺母与丝杠之间的油膜相对滑动,滑动摩擦完成相应的直线运动。梯形丝杠产品很容易结合具体的应用来进行调整,以达到预期性能,同时将成本控制在最低限度。梯形丝杠具有一定自锁性,所选丝杠材质为 304 不锈钢材质,直径为 $\phi 28\text{mm}$,螺距为 5mm。丝杠螺母采用铜法兰螺母,安装在丝母座上,丝母座采用 6061-T6 铝合金材质,表面喷砂处理,丝母座与支撑架连接在一起。轴承支撑座为方形结构,侧面带孔安装型式,轴承支撑座内含一对角接触轴承,具有高刚性、高精度的稳定回转性能。支撑侧的支撑单元使用的是深沟球轴承。支撑单元轴承是考虑了周围安装空间的小体积设计,可直接对其进行装配,既降低了装配工时,又提高了装配精度。

托盘安装在支撑架的上部,托盘四周圆滑处理,以免在操作过程中磕碰或磕伤主动辊。

在托盘上部装有聚氨酯减震垫,减震垫采用 V 形结构,以防主动辊在搬运过程中晃动。支撑架连同托盘可沿斜支撑作上下运动。

把手采用 38mm×2mm 不锈钢圆管焊接而成。把手前部与斜支撑固定在一起，把手下部与底架固定。把手的中间安装有操作盒，操作盒通过不锈钢空心管与斜支撑上的电动机支撑板相连接。操作盒上设有“开关”“上升”“下降”按钮。从操作盒中出来两根线，一根线缆是电源线，与移动电源相接，另外一根是控制线，连接到减速电动机上。通过操作盒的按钮操作，可对传动装置中的减速电动机和电源进行控制，从而实现设备的启动、停止、升降调节。

底架靠后位置装有配重块，作用是保证车体满载时，车体不倾翻。在配重块的上端装有移动不间断电源，可在拆装搬运车工作时对减速电动机进行供电。每次当电量小于 30% 时，应停止使用，对电源进行充电，充电时间为 8h 左右，充电电压 220V，50Hz，单相。将外接电源插头接入 220V 单相电，然后将充电插头插到搬运车插座上，充电器即可工作。移动不间断电源外部装有不锈钢护罩，对移动电源起保护作用。

主动辊置于托盘上的两个减震垫上。操作人员可通过操作盒上的按钮对传动装置进行控制，从而实现托盘上下位置精准调节，使操作人员准确、高效地对铝塑泡罩包装机上的主动辊进行拆卸和安装，进一步实现主动辊的搬运。

2 模型建立

根据使用工况和人机工程学要求，主动辊拆装搬运车，总长度为 751mm，总宽度为 523mm，总高度为 1039mm。外观件除了满足强度和刚度要求外，材质均采用 304 不锈钢件和 6061 铝合金件组成，便于后期清洁、维护，符合 GMP 要求。主动辊拆装搬运车外形图如图 3 所示。

3 关键件受力分析

支撑架为拆装搬运车的关键零部件，通过 SolidWorks 软件建立支撑架模型，并对其进行有限元受力分析。设置材料参数为 304 不锈钢材质，材料性能参数如下：抗拉强度 $\sigma_b \geq 515\text{MPa}$ ，屈服强度 $\sigma_s \geq 205\text{MPa}$ ，延伸率 $\delta \geq 40\%a$ ，密度 $\rho = 7.93\text{g/cm}^3$ ，比热容为 $C = 0.5\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

对支撑架模型进行自由网格划分。添加约束力，根据使用工况，施加载荷力为 800N。

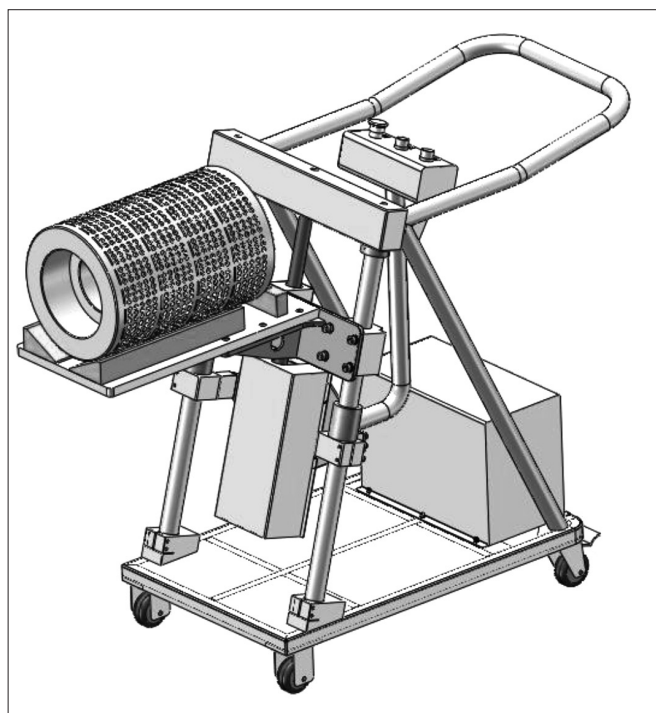


图3 主动辊拆装搬运车外形图

支撑架采用 304 不锈钢焊接组成，受力分析如图 4 和图 5 所示。数值结果显示：支撑架的最大力为 56MPa，根据强度理论计算可知，支撑架最大力远远小于材料的屈服强度要求^[3]，最大变形位于支撑架安装侧的最外缘，最大变形量为 0.03mm^[4]，故支撑架均满足强度和刚度要求^[5]。

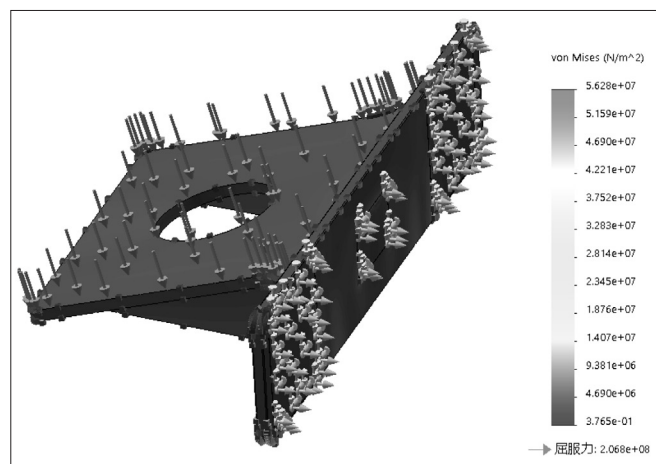


图4 支撑架强度分析图

4 试验

启动电源，打开主动辊拆装搬运车操作盒上的“开关”按钮，此时设备带电。通过推动控制拆装搬运车的操作把手，将车体移动到铝塑泡罩包装机的主动辊工位上。用脚踩下主动辊拆装搬运车万向车

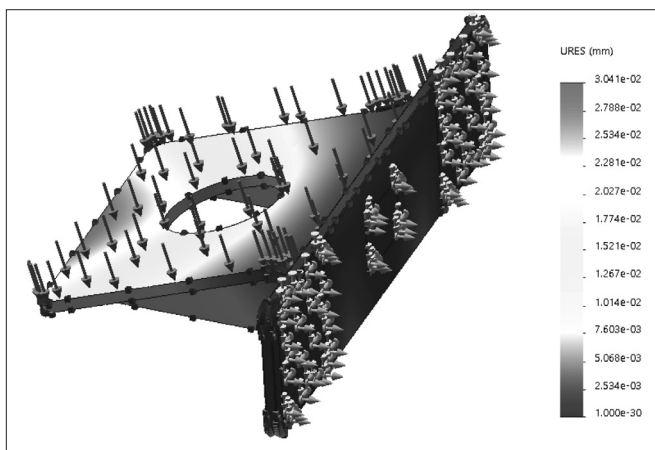


图5 支撑架变形图

轮的刹车,此时设备固定制停。按下“上升”或“下降”按钮,使托盘中心位置对准主动辊中心位置,将托盘置于主动辊下部,此时操作人员移出主动辊到托盘,再松开车体万向车轮的刹车,推出搬运车,此时完成主动辊的拆卸。之后,将拆卸后的主动辊,用搬运车移动到操作台上,完成主动辊的搬运。反之,为主动辊的安装过程。

主动辊拆装搬运车现场图如图6所示,主动辊拆装搬运车现场拆装过程如图7所示。试验过程中,通过单人操作拆装搬运车,使主动辊可快速、稳定地与铝塑泡罩包装机匹配,实现精准安装与拆卸,满足搬运要求。试验结果表明:主动辊拆装搬运车满足拆卸、安装、搬运要求,使用操作简单、快捷,可用于铝塑泡罩包装机使用工况上,满足用户需求。



图6 主动辊拆装搬运车现场图

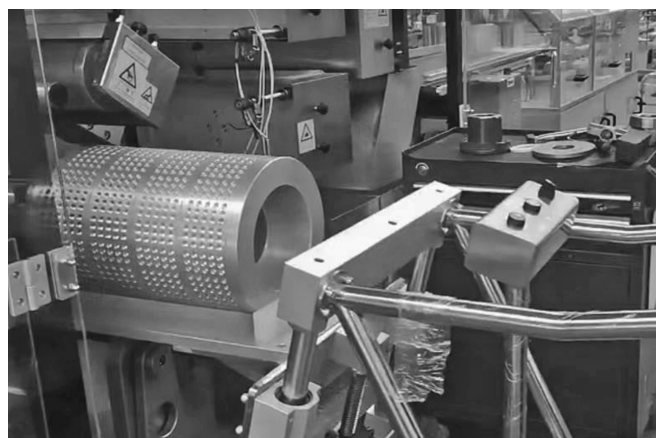


图7 主动辊拆装搬运车现场拆装过程图

5 结语

通过自主研究,设计了一种用于铝塑泡罩包装机的主动辊拆装搬运车。通过使用不间断电源供电和电动机驱动原理,实现了主动辊的上下调节,采用一定角度的斜支撑结构设计可实现主动辊的前后调节,满足铝塑泡罩包装机主动辊的拆卸、安装、搬运要求。

试验结果与理论数值分析相一致,研究证实了该设计结构简单、操作便捷,使用户可在短时间内快速、稳定地更换主动辊,大大减低了人力成本,提高了铝塑泡罩包装机包装效率。

参考文献:

- [1] 张海舰, 吴韬, 冯嘉宁, 等. 废弃铝塑包装材料高效回收方法的研究 [J]. 塑料工业, 2014, 42 (07): 120-123.
- [2] 李晓刚. 包装机械自动化技术研究进展 [J]. 包装与食品机械, 2021, 39 (03): 56-61.
- [3] BAI Xiangzhong, FU Yuming. Advance in research on electromagnetic heating effects to stop crack propagation in metal components [J]. International Journal of Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2003, 9 (1): 65-77.
- [4] 王勳成. 有限单元法基本原理和数值方法 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1997: 10-15.
- [5] 汪建华. 焊接数值模拟技术及其应用 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2003: 16-23.

作者简介: 柴璇 (1986.02-), 女, 汉族, 山西运城人, 硕士研究生, 副高级工程师, 研究方向: 包装机械。