

Simulation Design of Fresh Tobacco Leaf Auxiliary Pressing Device Based on SolidWorks

Houlong Jiang¹ Bojun Wang¹ Hu Zhao²

1. China National Tobacco Corporation Chongqing Tobacco Branch, Chongqing, 400042, China

2. Southwest University, Chongqing, 400042, China

Abstract

Aiming at the problems that a large amount of manpower is required and potential dangers exist in the traditional tobacco weaving machine, there is an urgent need for an auxiliary pressing device for fresh tobacco leaves. Through the investigation of relevant literature, in order to provide a safe and stable power source for the compacting device and greatly reduce the manual participation in the smoke pressing process, this paper proposes two auxiliary compacting device schemes, and compares the advantages and disadvantages of the two with the traditional tobacco weaving machine. After analysis and comparison, it is finally concluded that the research value of the pneumatic auxiliary compression device is great. The mechanical structure of the pneumatic auxiliary compression device was systematically designed, and a three-dimensional model was initially established; after the static analysis of the main parts, the design plan was further checked, and the main parts were checked by ansys workbench. The deformation, stress and other characteristics of the model are checked by finite element analysis to ensure that the designed model meets the strength requirements and safety performance; finally, the physical object is made according to the determined model, and the test is carried out to test its working performance.

Keywords

fresh tobacco leaves; auxiliary pressing; static analysis; finite element analysis

基于 SolidWorks 的鲜烟叶辅助压紧装置仿真设计

江厚龙¹ 汪伯军¹ 赵虎²

1. 中国烟草总公司重庆市公司烟叶分公司, 中国 · 重庆 400042

2. 西南大学, 中国 · 重庆 400042

摘 要

针对传统编烟台工作中需要大量人力介入及其存在潜在危险等问题, 急需一种鲜烟叶辅助压紧装置。通过相关文献的考察, 为给压紧装置提供安全、稳定的动力来源, 大大减少人工参与压烟环节, 论文提出了两种辅助压紧装置的方案, 并将二者与传统编烟台进行优缺点分析及对比, 最终得出气压式辅助压紧装置研究价值较大。并对气压式辅助压紧装置的机械结构进行系统化设计, 初步建立三维模型; 后通过对主要零部件进行静力学分析, 进一步对设计方案进行了初步校核, 并利用ansys workbench对主要零部件的形变、应力等特性进行了有限元分析校核, 以确保所设计的模型满足强度要求和安全性能; 最后, 根据确定的模型制作实物, 并进行试验测试其工作表现。

关键词

鲜烟叶; 辅助压紧; 静力学分析; 有限元分析

1 概述

1.1 研究背景

传统的鲜烟叶压紧装置主要依靠人力进行压紧, 并且需要一定的经验以及培训, 才能保证压烟时较低的损坏率。

【基金项目】中国烟草总公司重点科技计划项目“重庆烟叶数字化转型模式探索与实践”(项目编号: 110202102027)。

【作者简介】江厚龙(1980-), 男, 中国河南信阳人, 博士, 高级农艺师, 从事烟草栽培与生理生化研究。

因此传统的编烟台需要投入较大的人力, 物力, 财力才能进行大规模的生产。但随着机械化进程的发展, 国际上越来越多的辅助编烟机器陆续诞生, 大幅提升了编烟的效率, 降低了社会必要劳动时间; 并且随着农村人口逐年减少, 劳动力成本也在逐年提升, 这时对于传统编烟设备进行升级就显得十分重要。

1.2 研究意义

编烟台是烟草工业中的重要设备, 其中压紧装置是控制鲜烟叶压紧情况的重要装置, 决定着鲜烟叶的破损率和编烟台的工作效率。随着科技的发展和市场需求, 对编烟台的压紧装置的要求也越来越高。因此, 改进编烟台的压紧装

置是非常必要的。

第一，国内外市场需求的不断变化，对烟草工业提出了更高的要求。在国际市场上，烟草产品的品质逐渐被市场所看重。而烟草产品的品质又受编烟台的生产效率和鲜烟叶压紧情况的影响。因此，改进编烟台的压紧装置可以通过优化压紧鲜烟叶时的操作，减少人工参与，使其标准化、工业化来提高编烟台的生产效率以及编好的鲜烟叶的质量。

第二，随着科技的不断进步，编烟台的压紧装置也需要不断地进行技术改进。例如，采用先进的电控和气压控制技术，可以实现更加精确地压紧控制，从而提高鲜烟叶的成型质量和稳定性，并且能够有效延长烟夹的使用寿命。

1.3 国内外研究现状

中国编烟台的发展经历了多年的努力和探索，逐渐摆脱烦琐复杂的人工处理，并在自动化的道路上取得了显著的进步和成果。自20世纪80年代开始，中国开始了烟草机械化生产的大规模工程，编烟台是其中的重要设备之一，它的发展现状也引起了广泛的关注。

根据查阅资料，中国烟叶公司的罗井清等人^[1]，针对用烟夹夹住新鲜的烟叶时，烟夹容易出现侧翻，不易固定，且在固定时没有指标，参差不齐等问题设计了一种烤烟编烟台。该设计仅对编烟台的烟夹部分做出改进创新，未对动力来源做出创新设计，从而未能让编烟台投入机械化、智能化的使用当中。刘志强等人^[2]设计了一种基于数字化技术的编烟作业自动化控制系统。由物料供应模块、编烟机械手模块、图像识别模块、控制中心等部分组成。通过图像识别模块对烟叶进行分类和分级，并根据结果自动调整编烟机械手的运行轨迹和速度等参数，最终实现编烟自动化作业。

综上所述，中国编烟台经过多年的努力和探索，逐渐摆脱了烦琐复杂的人工处理，并在自动化的道路上取得了显著的进步和成果，但是这些设计都未能完全实现编烟机的自动化、智能化和网络化。

2 鲜烟叶辅助压紧装置设计方案

传统编烟台采用旋转式压紧方式，该工作方式相对简单，成本较低，易于保养，不容易损坏烟叶品质。但其存在生产效率低，需要一定培训和操作经验才能熟练掌握，且需要两名工人协同配合完成，无法满足大规模生产需求。论文将采用气压辅助压紧装置取代传统编烟台的手动压紧装置。

2.1 气压辅助压紧装置

气压辅助压紧装置是一种采用气压控制的辅助压紧烟叶的装置，其结构草图如图1所示。主要通过压缩空气来产生压力实现压紧的动作。主要由气缸、传动机构、压紧杆、固定机架等部件组成。

气压辅助压紧装置的主要工作方式是将一定重量的鲜烟叶平铺后，按下气阀开关，使得气缸中的气体推动活塞带动活塞下部连接的横向压紧杆，压紧下方烟夹对鲜烟叶进行

“压”工序，完成辅助压紧功能。

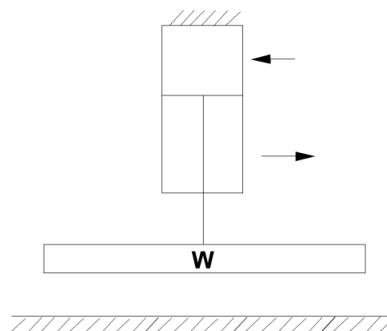


图1 气压辅助压紧装置结构草图

2.2 原理和方法

本设计应用静力平衡方程以及常见机构的分析公式，借助分析工具 *ansys workbench* 对所建立的三维模型进行更加精确的应力应变分析，并且确定其可靠程度^[3]。

辅助压紧装置采用空气压缩机作为压紧动力，通过阀体来控制气体的流量从而控制辅助压紧装置下压时的速度以及压力等，实现压烟工序的控制功能。

3 辅助压紧装置三维模型的设计

采用 *solid works* 对鲜烟叶的辅助压紧装置的三维模型进行建立，并对建立好的三维模型在 *ansys workbench* 中进行条件的添加^[4]。

3.1 *solid works* 中设计主要零部件模型

为了更好地设计辅助压紧装置，需要将常用零件进行建模，并介绍其用途，具体零件如下。

①气缸：气缸是辅助压紧装置的动力源，为辅助压紧装置提供压力。根据压紧烟叶所需压力，本次设计方案选用 SC100-250 标准气缸，采用优质的铝合金材料制造，通常与控制阀门和压力表一同安装^[5]。

重要参数如下：

活塞杆直径（mm）：16；

活塞直径（mm）：100；

行程（mm）：250；

工作介质：压缩空气；

工作压力范围（MPa）：0.1~1.0；

最大压力（MPa）：1.5。

②传动装置：传动装置用于将气缸的动力传递到压紧杆上，实现压紧操作。来自气缸的压力经由活塞杆传递到压紧杆上，实现压紧鲜烟叶的动作。

③控制系统：控制系统用于对辅助压紧装置进行精确的控制，包括压力、速度、时间等参数的控制。二位五通手拉阀采用点动控制，通过对阀体的控制，来控制流入气缸中的气体流量，实现对辅助压紧装置的精准控制^[6]。

④横向压紧杆：横向压紧杆作为辅助压紧装置中的重要部件，具有稳定压力、均匀压力、增加机器的可靠性的作

用,其材料采用 Q235 结构钢。横向压紧杆将活塞杆传递的力均匀且稳定地施加到下方烟夹上。

⑤支撑横梁:支撑横梁是辅助压紧装置中重要的结构部件,主要具有支撑机构运动、调节和控制压力、分担载荷等作用,其材料采用 Q235 结构钢。支撑横梁对整个气压辅助压紧装置的运动起支撑作用^[7]。并且还应在两支撑横梁间添加两片固定薄板,增加其稳定性以及与其他机构的配合。

⑥纵向支撑柱:辅助压紧装置中纵向支撑柱的作用主要是保证压紧杆的稳定性和平衡性,并且纵向支撑柱还能分散压力,避免压力过度集中在压紧杆的局部,从而保证辅助压紧装置的使用寿命,此外还能防止压紧杆弯曲变形。

⑦工作台:工作台是支撑辅助压紧装置和零部件的基础结构,提供稳定的工作平台。工作台能够承载一定重量的鲜烟叶以供压紧。

⑧导杆:导杆作为运动机构中的重要部件,具有引导运动方向、稳定机构结构、减小运动阻力,提高加工精度和调节压力大小的作用,其采用 Q235 结构钢。导杆能够引导压紧杆按照预定的运动方向进行运动,从而保证压力的均匀施加以及稳定加工^[8]。

⑨快装结构:快装结构能够使得辅助压紧装置的拆装更加方便快捷,并保证机体的稳定性。

⑩烟夹:烟夹作为编烟工艺机械化的基本部件,是编烟台的重要组成部分。其作用主要是固定和压紧烟叶。烟夹通常采用金属材料制成,其形状和尺寸需要适应不同种类的烟叶。在辅助压紧装置中,烟夹的作用是通过向下施加压力,将烟叶压紧到所需的尺寸和密度,从而为下一步烤烟工序做好准备。在这个过程中,烟夹需要保持一定的力度和稳定性,以确保烟叶的均匀压紧和烟条的质量。

3.2 ansys workbench 中模型的处理

利用 solid works 建立好辅助压紧装置的三维模型后,需要在 ansys workbench 中对建立的模型进行进一步处理,得到合适的模型结构后才能对其进行有限元分析。

3.2.1 ansys workbench 中对载荷和约束位置的选取

在编烟台中,辅助压紧装置的功能主要体现在对于鲜烟叶的压紧。在本方案中,辅助压紧装置主要由两根上支撑横梁、气缸和活塞杆以及横向压紧杆组成。辅助压紧装置的支撑方式是通过螺栓将两根上支撑横梁与机架固定在一起。其中各部零件的自重、上部气缸,以及气缸下压时对工作台产生的反作用是辅助压紧装置的主要载荷。横梁上载荷约束主要作用的地方是气缸与两根横梁接触的部位,以及横梁两侧的固定处;活塞杆上载荷约束主要作用的地方是活塞杆的两端;压紧杆上载荷约束主要作用的地方是与活塞杆接触的部位,以及与烟夹上部接触的压紧杆的底面^[9]。

综合以上的分析,可将本次设计的辅助压紧装置分为三个相互联系的结构进行有限元分析。在 workbench 中给予约束时对三个结构依次进行分析并给予约束:对上支撑横梁

两侧螺栓提供固定约束,并且根据《机械原理》中关于自由度的相关理论,螺栓孔孔面处约束了 X、Y 和 Z 三个方向的运动并且约束了包括轴向在内的三个方向的转动。活塞杆上部在气缸里面的部分约束了活塞杆 X、Y 两个方向的运动和除径向为的两个方向的转动;活塞杆下部为螺纹连接约束了六个自由度。压紧杆上部同样约束了六个自由度,且底面在静力分析时可看作固定平面,在压紧时只受载荷没有位移。

并且在方案中,主要考虑压紧时接触面之间的力,这可以通过牛顿第三定律作用力与反作用力的原理分析得出。在压紧结构中主要受气缸的压紧力以及反作用力。

3.2.2 ansys workbench 中对边界条件的确定

在上面的简述中,可以知道边界条件的定义,即作用在目标对象的外部条件,在传统的分析中主要是载荷和约束两个方面。在约束方面,本方案中,约束主要施加在上横梁两端和各接触面处。在实际的工作环境中,辅助压紧装置安装在压烟机的机架上,它的底座下表面与固定装置上表面相接触,因此底座下表面是直接固定在固定机架上的,即可将辅助压紧装置抽离出来进行分析。

4 结语

论文主要介绍了在 solid works 中辅助压紧装置的设计流程,设计要求,并将主要零部件进行初步设计,接着介绍了在 ansys workbench 中的对于载荷和约束条件位置的设计,并给出了边界条件,以上步骤为后续的静力分析和模态分析奠定了基础。

参考文献

- [1] 罗井清.一种烤烟编烟台[P].中国专利:CN201721176203.1,2018-04-13.
- [2] Zhang. Analysis and Research on Energy Saving and Emission Reduction Measures of Tobacco Machinery Industry [J]. Advances in Energy Research,2015,3(1):65-70.
- [3] 张培东.基于ansys workbench的减速机齿轮箱的有限元分析[D].北京:北京建筑大学,2016.
- [4] 赵学茹.数控机床角度头建模及振动特性分析[D].北京:北京化工大学,2020.
- [5] 赵飞.基于静电驱动的FP腔可调谐光滤波器设计[D].吉林:吉林大学,2010.
- [6] 赵冠.某型舰载直升机尾斜梁电动折叠系统研制[D].重庆:重庆大学,2018.
- [7] 杨龙宝.基于ansys workbench的汽车盘式制动器性能分析[D].南宁:广西大学,2013.
- [8] 彭旭民.天兴洲公铁两用桥钢桁梁箱形带肋压杆稳定性研究[D].上海:同济大学,2006.
- [9] Sangseom Jeong, Jaehwan Lee. Simplified Analysis of Three Dimensional Mega Foundations for High-Rise Buildings [J]. International Journal of High-Rise Buildings,2015,4(4):241-247.