

瓷砖铺贴自动装置设计与仿真研究

任凯麟¹ 吴浩²

(1 内蒙古农业大学 内蒙古 呼和浩特 010018; 2 宁波大学 浙江 宁波 315211)

摘要: 瓷砖铺贴工作具有系统性和重复性, 需要保证所铺贴的瓷砖具有一致性和平整性, 因此对于铺贴技术要求较高。为实现瓷砖铺贴的高效性和一致性, 完成瓷砖自动铺贴工作, 本文对瓷砖铺贴自动装置进行分析, 建立瓷砖铺贴自动装置的结构模型, 设计出能够满足瓷砖自动铺贴的装置, 对其进行运动仿真分析, 实现高效、高质量地铺贴瓷砖。

关键词: 瓷砖铺贴; 自动装置; 结构模型; 运动仿真

0 引言

当前瓷砖铺贴工作多以人工方式进行, 工作效率低下且质量得不到保证, 不能实现均一性和平整性的工作要求, 因此采用自动化的瓷砖铺贴方式在实际工作中具有必要性和紧迫性^[1]。

根据对瓷砖铺贴所需满足的工作要求进行分析, 本文所铺设的瓷砖规格参数为: 500mm × 500mm × 15mm、质量 2kg。根据瓷砖铺贴的工作要求, 本文设计出能够对瓷砖进行自动化铺贴的装置。

1 总体方案设计

根据瓷砖铺贴的具体工作流程, 再结合本文的设计工况要求, 本文需要设计的瓷砖铺贴自动装置设计路线如图 1 所示^[2]。

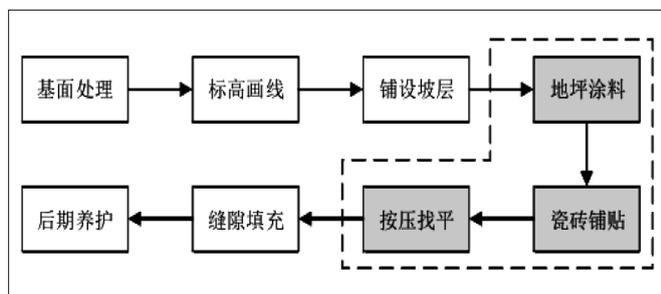


图 1 瓷砖铺贴自动装置设计路线

2 瓷砖铺贴自动装置总体结构方案

2.1 瓷砖铺贴自动装置的结构组成和总体方案

根据瓷砖铺贴自动装置需要实现的功能可将其分为三个部分, 即涂料填涂、瓷砖吸取 / 抓取铺贴、按压找平, 在铺贴移动设备上连接该结构, 保证瓷砖铺贴的平整度。对瓷砖铺贴自动装置基本组成、功能及相关结构方式的分析见下表^[3]。

表 瓷砖铺贴自动装置基本组成、功能及其结构方式

基本组成	功能	方式
涂料机构 (地坪涂料)	实现黏合剂涂抹均匀	滚筒式
铺贴机构 (瓷砖铺贴)	完成瓷砖抓取 / 吸取并铺贴	吸盘式
找平机构 (按压找平)	起到瓷砖压平	(伸缩) 小锤式
移动机构 (机架)	达到连续铺贴	小车式

根据表中所示的瓷砖铺贴自动装置结构部件设计方案, 本文所设计的瓷砖铺贴自动装置如图 2 所示。

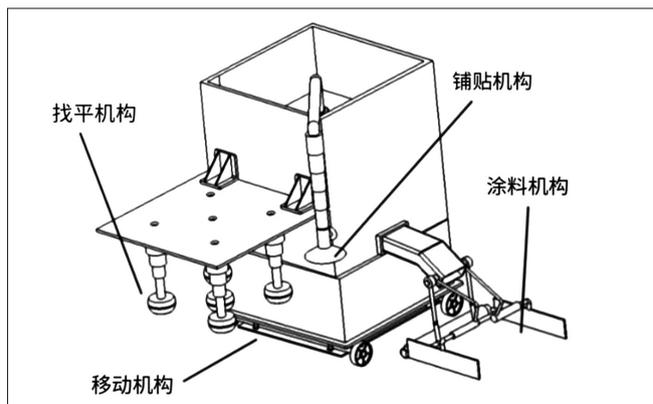


图 2 瓷砖铺贴自动装置总体结构方案

结合瓷砖铺贴自动装置的工作要求, 对其基本组成的功能进行分析。

(1) 涂料机构: 由于黏合剂从存储机构内出料不能保证其均匀度, 采用涂料机构能够将瓷砖铺贴所需的黏合剂进行涂匀, 保证瓷砖铺贴在合适的厚度。

(2) 铺贴机构: 完成黏合剂涂抹均匀后, 需要对瓷砖进行抓取 / 吸取铺贴, 由于瓷砖铺贴的位置及角度不同, 采用铺贴机构对其进行抓取 / 吸取, 将瓷砖按照要求铺贴在黏合剂上。

(3) 找平机构: 瓷砖铺贴在黏合剂上不能够保证其

平整度,且瓷砖与黏合剂之间形成的黏合效果并不是最佳,采用找平机构对其进行按压,确保瓷砖铺贴的平整性及与黏合剂之间的黏合效果。

(4)移动机构:完成对某一瓷砖铺贴后需要对后续瓷砖进行铺贴,即需要保证瓷砖铺贴的连续性,在移动机构的作用下实现瓷砖自动化、连续性的工作要求。

2.2 瓷砖铺贴自动装置工作原理

基于瓷砖铺贴自动装置的基本组成及总体结构方案,对瓷砖铺贴自动装置工作过程进行分析,可以将其工作原理概括为:根据瓷砖铺贴的位置,黏合剂从出料管进行传输达到指定位置,其中两侧的挡板能够保证黏合剂不会传输至铺贴范围以外;由涂料机构中的滚筒对黏合剂进行涂抹均匀,保证地坪上的黏合剂均匀分布;采用吸盘对瓷砖进行吸取,将其放置在所需铺贴的位置;基于找平机构中的小锤对已铺贴的瓷砖进行按压找平,确保瓷砖与黏合剂黏合的紧密性,以及瓷砖铺贴的良好平整性;移动机构移动进行下一块瓷砖的铺贴,根据上述同样的操作流程实现对瓷砖连续铺设的要求。

运动过程:①打开黏合剂储料箱开口,将黏合剂倒至需要瓷砖铺贴的位置;②将铺贴机构与储料箱采用花键连接实现多角度转动,依据气压原理,前端吸盘在气缸作用下抓取瓷砖,将其放置在黏合剂上方,完成瓷砖铺贴的过程;③在电动机带动下底端转盘转动 90° ,找平机构在气缸作用下提供找平所需的作用力,完成对瓷砖的找平。

瓷砖自动铺贴装置根据铺贴的工作流程依次进行操作,完成瓷砖的自动化铺贴,同时在瓷砖铺贴过程中能够很好地控制铺贴间隔,便于瓷砖铺贴的后续操作工作。

3 瓷砖铺贴自动装置关键机构设计

瓷砖铺贴自动装置由移动机构、涂料机构、铺贴机构、找平机构组成。其结构模型如图3~图6所示。

3.1 移动机构的设计

对瓷砖铺贴自动装置的性能进行分析,移动机构的设计需要满足以下要求:

(1)动态响应快。在移动指令发出后移动机构需要

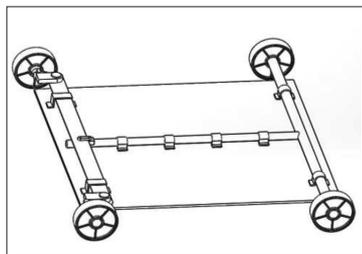


图3 移动机构结构模型

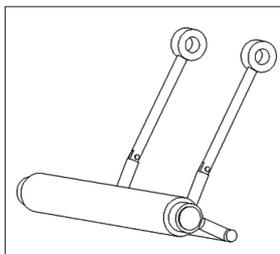


图4 涂料机构结构模型

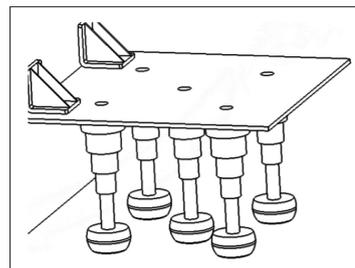
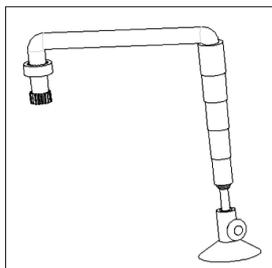


图5 铺贴机构结构模型 图6 找平机构结构模型

快速地运动,保证瓷砖铺贴的效率,并且能够快速响应。

(2)不同方位移动。由于需要铺贴的工作位置较多,移动机构需要实现不同方位的移动操作,保证对地坪上不同位置瓷砖的铺贴。

(3)良好的结构性能。移动机构是系统的基本结构,需要承受结构部件的载荷,因此结构需要有良好的受力性能来承受相对较大的载荷。

(4)结构合理紧凑。移动机构在满足移动功能及力学性能之后,其结构应尽可能轻量化且简单紧凑。

根据对移动机构的设计要求,本文将采用小车式的结构、以四轮的方式设计移动机构,前后轮之间采用横梁进行连接,以铰链的形式实现对移动机构的转化要求。

根据图3,移动机构在四轮的带动下进行工作,基于铰链连接实现前后轮不同的转向,实现瓷砖铺贴多角度铺贴的工作要求。

3.2 涂料机构的设计

黏合剂为柔性流体物质(未固化状态),对其进行涂抹需要保证均匀的要求。由于黏合剂出料的状态,所以涂料过程需要确保黏合剂在瓷砖铺贴范围内,即需要采用挡板结构对黏合剂出料时进行位置限定,再用滚筒对黏合剂进行涂抹均匀。

对涂料机构所需实现的功能及作用进行分析,由图4可知,涂料机构能够实现对黏合剂出料时的挡位,保证其在瓷砖铺贴范围内,用滚筒能够将黏合剂进行均匀涂抹。

3.3 铺贴机构的设计

铺贴机构是对瓷砖进行铺贴的结构部件,通过对瓷砖进行抓取/吸取,将瓷砖放置在涂抹均匀的黏合剂上,因此铺贴机构需要实现不同角度及位置的运动,即需要包括转动及移动,才能完成对瓷砖的铺贴工作。铺贴机构与储料箱之间采用花键连接,在储料箱开设气缸进气孔实现抓取工作要求。

根据对瓷砖抓取工作的分析,采用吸盘式的结构对其进行吸取,采用伸缩式的结构对其进行移动工作,采用转盘实现转动的功能,转盘材料为45#钢。根据图5可知,本文所设计的铺贴机构通过吸盘结构对瓷砖进行吸取,依靠伸缩杆实现上下移动,采用转盘达到转

动的目的，即实现了对瓷砖抓取—移动—转动的工作过程，在空间形成了多自由度的运动。

3.4 找平机构的设计

由于瓷砖铺贴后瓷砖与黏合剂之间的黏合程度不能有效保证，同时瓷砖的平整度也不能达到要求，故需要采用找平机构对其进行找平操作，实现瓷砖与黏合剂之间的紧密黏合及保证瓷砖的平整度。

找平机构的工作原理是采用预施按压力对瓷砖进行压平，由于瓷砖在不同铺设条件下其平整度不尽相同，施加按压力后能够实现对瓷砖的找平，且在相同按压作用下瓷砖具有相同的平整度，保证了瓷砖铺贴的一致性。

根据找平原理，本文将采用小锤对其进行找平操作，通过设置多个小锤以实现对瓷砖找平的均匀受力（能够实现找平的平整度），保证瓷砖铺贴面能够与黏合剂进行全方位的黏合，提高瓷砖的铺贴质量。根据图6可知，本文所设计的找平机构能够实现伸缩式的上下移动，且采用多个小锤进行按压操作，保证了按压的均匀性。

4 有限元分析

为了使计算符合实际使用工况，对受到较大力影响的结构部分，进行静力有限元分析。

4.1 找平机构的有限元分析

为了使安装小锤的平台结构更加稳定，加装了两条焊接筋，对安装小锤的平台均匀施加500N的力，得到的应力图见图7。由图7可知，材料的屈服力为 $1 \times 10^8 \text{N}$ ，而平台受到的最大应力为 $7.55 \times 10^5 \text{N}$ ，满足设计要求。

4.2 吸附机构的有限元分析

吸盘在吸取瓷砖时受到垂直向下的力，对此时吸盘管道的受力情况进行有限元分析，见图8。由图8可知，材料的屈服力为 $5.3 \times 10^8 \text{N}$ ，而管道受到的最大应力为 $1 \times 10^6 \text{N}$ ，满足设计要求。

4.3 小车底盘的有限元分析

小车底盘由传动轴和加固板组成，现对底盘的受力情况进行有限元分析，见图9。由图9可知，材料的屈服力为 $5.3 \times 10^8 \text{N}$ ，而小车底盘受到的最大应力为 $4 \times 10^3 \text{N}$ ，满足设计要求。

5 结语

本文对瓷砖铺贴自动装置进行设计及分析，根据瓷砖铺贴的工作要求，结合瓷砖铺贴所需完成的操作流程，设计出能够实现对瓷砖进行自动化铺贴的装置，达到设计的目标及任务。通过对瓷砖铺贴自动

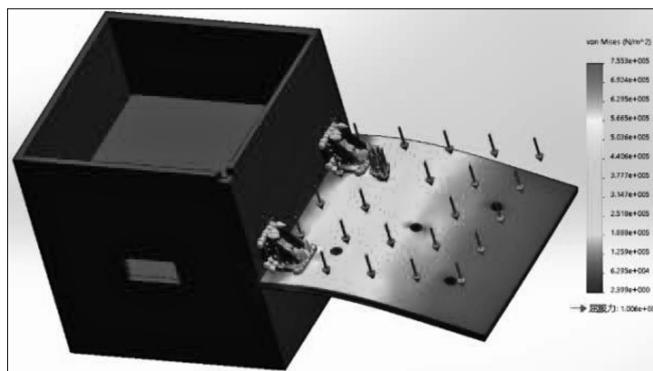


图7 平台的应力分析



图8 吸盘管道的应力分析

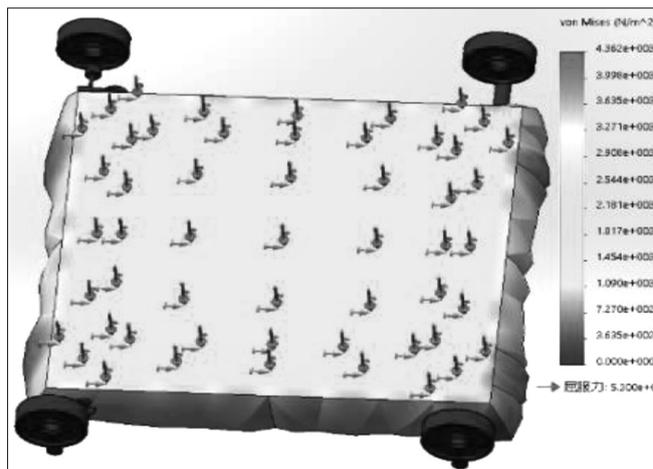


图9 小车底盘受力的应力分析

装置进行研究，能够对设计工作有本质上的认识，了解并掌握设计的基本流程及思路，对设计工作有更清晰的认识，能够解决实际工程问题，具有理论研究价值和实践操作意义，也为社会经济发展提供了技术支撑。

参考文献：

[1] 曹梅丽，张国全，刁建斌. 瓷砖装箱机充填装置设计[J]. 包装工程, 2014, 35(13): 93-95+154.
 [2] 张洪，刘侃，刘林沂. 新型瓷砖铺贴机器人结构设计与分析[J]. 机械设计与研究, 2021, 37(02): 149-153.
 [3] 韩宏彦，杨欣然，刘玉，等. 基于triz理论解决瓷砖铺贴不平整和空鼓问题[J]. 科学技术创新, 2022(03): 123-126.