

智能抹灰机振动压实动力学特性研究及其应用

孙士齐 刘庆喜 李志文 殷利建 李卓
中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250014

摘要: 近些年城市化的快速发展以及拆迁改造快速推进的需求,对墙面抹灰提出了高效率高质量的要求。本文对所设计的新型抹灰机的灰浆振动压实的工作过程进行了动力学分析与研究,希望为实践工作提供理论指导。

关键词: 智能抹灰机; 振动压实力学; 特性研究

Research and application of dynamic characteristics of vibration compaction of intelligent plasterer

Sun Shiqi, Liu Qingxi, Li Zhiwen, Yin Lijian, Li Zhuo
China Construction Division No.2 Construction Co., Ltd. Jinan, Shandong 250014

Abstract: In recent years, with the rapid development of urbanization and the demand of rapid demolition and reconstruction, high efficiency and high quality requirements are put forward for wall plastering. In this paper, the dynamic analysis and research on the working process of mortar vibration compaction of the new plasterer are carried out, hoping to provide theoretical guidance for practical work.

Keywords: intelligent plastering machine; Compaction mechanics; Characteristic Research

1 引言

随着近些年来工业化的快速发展,机器逐渐替代了越来越多的人工劳动,建筑墙面抹灰工程也是如此。传统的墙面抹灰施工是靠人工作业的方式完成的,这道工序占据了整个建筑工程总工期的30%~40%,其抹灰效率低,劳动强度大,抹灰质量因人而异且难以达到高标准的要求。然而,建筑墙面抹灰机械作为一种可以替代人工完成大面积抹灰作业的新型建筑机械将有助于节省将近85%的劳动力成本,提高10~15倍的生产力,能在较短时间内完成作业任务,减少宝贵的时间和项目成本。因此,新型的抹灰机械取代人工抹灰成为一种趋势。

我国人口基数大,房屋作为一种刚性需求,一直处于增长状态,房地产开发的迅猛发展促使建筑行业进入了蓬勃发展时期。墙面抹灰工作基本由人工来完成,施工工期长,抹灰质量参差不齐。墙面的抹灰施工作为装饰作业的中心环节,毫无疑问对房屋的饰面质量起着举足轻重的作用,因此,为了克服劳动力不足、抹灰质量不稳定的弊病,在墙体抹灰施工中运用自动化抹灰机械能够很好的解决当前建筑饰面工程中所面临的问题。

2 抹灰机的国内外研究现状

现如今,越来越多的企业开始意识到自动墙面抹灰机能极大的提高作业效率、

降低劳动强度,所以逐渐增加科研投入,不仅完善了机器的功能,而且也使其自动化技术趋向成熟和稳定,智能墙面抹灰机在建筑业存在极大的需求空间。在国外,主要采用灰浆喷涂方式进行抹灰,自动抹墙机械的研制并不多见。早在1934年,Cormack就发表了专利,该专利设计了一种喷涂抹式灰机。在他的设计中利用螺杆泵将配置好的灰浆压入软管,借助压力将灰浆均匀喷在墙面,然后由人工完成抹平。在应用初期,由于技术性能较差,且易发生故障,所以其未能得到广泛应用。

与国外相比,我国在自动抹灰机械的研制方面起步稍晚,由于受到技术条件和市场需求等因素的影响,其发展比较缓慢。在1989年,建筑公司泥瓦工周明忠研制出我国第一台抹灰机,并于同年12月获得国家专利局实用新型专利证书,自此以后,越来越多的学者发表了有关抹灰机械的文献,并申请专利,在一定程度上弥补了建筑饰面工程自动化方面的空白。

学者李永江设计了一种喷涂抹灰机,将喷涂装置固定在托盘上,喷枪依靠钢丝绳的牵引下实现水平或垂直运动,与手持式相比,减轻了人工劳动强度,同时也提升了机械使用的舒适性。同时学者陆龙福设计了一种半自动抹灰机,其基本原理类似于灰浆喷涂机,但不同的是抹灰头采用扇叶状螺旋片结构,利用扇叶状螺旋片的斜面双向作用力可完成对墙

面的喷浆、压实、抹光等作业。薛奎设计出不同形状的抹灰头,可以对房屋阴阳角等部位进行抹灰,提高了抹灰机的使用性能。

总的来说,国内抹灰机的形式以机械式抹灰机居多,其运用于实际生产的并不多,结构也大同小异,自动化程度不高。但是抹灰机已经能够替代人工完成大面积施工,并能保证一定的抹灰质量,一方面大大提高施工效率,缩短工期,另一方面减少施工人数,且施工强度也大大降低。

3 抹灰机的结构功能需求分析

3.1 抹灰机工作原理

抹灰机是一种用于墙面抹灰的建筑机械,它是通过模拟人工抹灰的基本动作流程完成墙面抹灰作业的新型建筑机械,可以将灰浆涂抹至墙面,并且抹平与振动压实,完成抹灰工作。其机械结构的设计是否合理,将会直接影响抹灰效率、技术经济指标、市场竞争力等。依据实际施工中抹灰操作的基本工序与设计需求,研究设计了一种新的抹灰机。

3.2 抹灰机的结构功能需求分析

抹灰机应该满足的基本功能与要求主要有以下几个方面:首先具备良好的经济性能,抹灰机的经济性能是指抹灰机在实现同等功能的前提下,能够控制较低的制造成本和维修费用,同时良好的经济性能是保持市场竞争优势的关键因素;其次是较高的抹灰质量,抹灰质量是指抹灰机完成施工,抹灰表层所能达到的平整度和密实度。保证较高的抹灰质量是抹灰机设计的关键问题,稳定且高质量的抹灰效果能够减小施工成本,使其具备市场竞争优势,因此评价抹灰机的标准取决于它最终达到的质量水平;再次是可靠性,抹灰机的可靠性主要是指在机器运行的过程中能够控制精准,达到施工标准要求。合格的抹灰机应该能够按照实际场地的应用需求进行施工,且能保证较高的工作质量,同时还要求可持续工作时间长,运行平稳。最后是自动化水平以及轻型化,抹灰机的自动化程度是指机器在无人干涉的情况下顺利完成工作的能力。自动化程度越高,实际生产效率就越高,而且施工的精度和稳定性也得到有力的保障,高自动化抹灰机也会受到市场的青睐。抹灰机要求在建筑房屋、楼层间移动方便,而且在室内作业时不需要拆装也能够进出门口,因此要求抹灰机质量、体积适中,整机结构紧凑,移动灵活且便于操作。

3.3 抹灰机具体工作原理

抹灰机主要由四部分构成:支承装置、工作装置、换向装置、主传动。

抹灰机通过工作装置完成抹灰与振动压实的工作,以泵送方式向工作装置输料,电机驱动抹灰螺旋叶片从而将灰浆涂抹至墙体,同时完成给料、涂抹灰浆与抹平的工作;与此平面垂直的平面是振动压实板,它通过激振装置提供激振力,将涂抹至墙面的灰浆振动压实;换向装置可以完成抹灰

与振动压实的切换;主传动驱动机器垂直运动;支撑装置用于整机的支承与固定。

4 基于 ADAMS 的振动压实力学仿真

要研究抹灰机的振动压实力学特性研究关键是激振装置建模与动力学仿真。激振装置的目的是在抹灰机抹灰过程中振动压实灰浆,保证灰浆的密实度,避免空鼓、裂纹等缺陷的出现。激振装置能否实现预期设计的目标是决定其能否完成振动压实工作的关键因素,为了验证所设计的激振装置是否能完成振动压实的工作,本文运用ADAMS软件对其进行动力学分析。

4.1 振动压实理论

压实定义

压实是指被压材料在专用的器械或者工具施加动态的或者静态的载荷下,通过克服被压实材料相互之间的粘和力、内黏聚力和内摩擦力等内力,使之产生破碎、掺合和相对滑移后,材料颗粒相对位置发生了改变,其内部间的摩擦力与粘结力得到有效克服,重新排列并相互靠近,减少了被压材料固体颗粒间的间隙,被压材料逐渐变得愈加密实^[1]。

被压材料的稳定性的提高以及强度的增加都可以由压实得以实现。诸多工程实践表明,当压实不断作用在被压实材料时,被压材料的密实度随之增大,使被压实材料的压实程度得到了显著的提高。

4.2 压实的基本方法

不同的压实器械基于不同的原理进行工作,因此其产生的作用力也各异,被压材料也在不同性质的作用力做功下发生不同程度的变形。冲击压实、静压、揉搓以及振压是当前最主要的压实方法。

(1) 静压:以机械自身的重量为基础,通过静压力改变被压材料的压实度,使其获得永久残余变形。这种方法往往通过增加机械的自重来提高产生的静压力,进而得到较高的压实度,但不宜长时间作用于被压材料上,否则将破坏被压材料的结构。

(2) 揉搓:“揉”是通过局部被压材料施加垂直压力破坏其与其他材料的相

互联系,让其在不断的压缩作用下越来越密实;对被压材料实施“搓”即是对其施加交变剪切力后通过相对滑移改变位置,再经过重新排列使内部的材料处于密实状态。揉搓的作用范围一般只发生在表层,所以得到的表面压实度结果不是最优的,只能是较为理想的。

(3) 冲击压实:借助设备进行冲击压实能对被压实材料发出很大的冲击力,材料内部颗粒间的联系将会在极其短暂的时间内受到冲击,颗粒被迫发生相对位移,经过新一轮的排列后变得更为密实。这种方法产生的冲击力影响范围较振动压实更深,粘性土的压实作业常采用这种方法。

(4) 振动压实:压实机械的激振机构在工作时的振动

频率与材料的固有频率的大小相接近,被压材料实现内部共振,颗粒发生相对位移并重新排列,小颗粒填充在大颗粒的孔隙之中,被压材料的孔隙率减小,密实度增加。这种方法的特点是加载频率大,所产生的表面应力相对较小,局限了对摩擦力的克服作用。颗粒间的粘结力基本不受振动压实作用的影响,故不适用于粘性土的实^[2]。

4.3 振动压实动力学仿真

仿真前需要建立物理模型,模型的准确性将会对仿真结果造成影响。本文使用SolidWorks软件建激振装置的三维模型,再将模型通过ADAMS/Exchange模块从外部输入模型文件导入到ADAMS中,步骤如下:

(1) 根据设计值在SolidWorks中建立抹灰机激振装置的模型。

(2) 对三维模型做简单处理,去除螺栓与垫片,因为它们对总体质量分布的影响基本可以忽略不计。

(3) 由于ADAMS默认结构为刚体,要测量接触力需要将模型进行柔性化处理,将模型的格式保存为.xt格式的Para-solid实体文件,并导入ANSYS进行柔性化处理,输出.mnf文件。

(4) 通过ADAMS/View功能模块中的Import选项将柔性化处理后的.mnf文件导入ADAMS中。

5 研究展望

近些年城市化的快速发展以及拆迁改造快速推进的需求,对墙面抹灰提出了高效率高质量的要求,建筑机械进入蓬勃发展时期,抹灰机作为能够替代人工完成大面积抹灰作业的现代化建筑机械,已经在很大程度上提高了抹灰效率,并极大地减少了劳动力,因此,抹灰机的应用将受到极大地推广。但是,目前应用于施工的抹灰机仍然存在操作工序繁琐、自动化程度低、抹灰质量参差不齐的弊病,所以,提高抹灰机的自动化程度和抹灰质量是十分必要的。本文通过对抹灰机的基本结构进行研究,设计了一种能够实现自动化抹灰与振动压实,并且能够自由拆装拼接便于携带抹灰机;针对提高抹灰质量问题,分析了压实板-灰浆振动系统的动态响应,为抹灰机合理地选用压实工艺参数提供一定的参考。

参考文献:

[1]史丽晨,侯彦宸,王海涛.智能抹灰机振动压实动力学特性研究及其应用[J].机械设计与制造,2021(06):79-84. DOI:10.19356/j.cnki.1001-3997.2021.06.019.

[2]侯彦宸.智能抹灰机振动压实动力学特性研究及其应用[D].西安建筑科技大学,2019.DOI:10.27393/d.cnki.gxazu.2019.000057.