

保水透气草皮和簇绒地毯基布生产工艺及设备研究

朱梦玲¹, 范立元², 李素英¹, 付译蓊¹, 张瑜¹, 于树发²

(1.南通大学 纺织服装学院, 江苏 南通 226019; 2.江苏迎阳无纺机械有限公司, 江苏 常熟 215539)

摘要:以薄型针刺非织造复合材料生产技术为目标,研发保水透气草皮和簇绒地毯基布的多功能联合机系列成套生产设备。对多品种纤维原料适应技术、铺网纤维多级牵伸技术、针刺机薄网控制技术、大容量储布调节技术、整机协作匹配技术等进行了研究。所设计的生产设备针刺速度快,运动稳定性好,出料速度调节范围大,能满足生产要求。

关键词:人造草皮;簇绒地毯;生产设备;针刺机;生产工艺

中图分类号: TS173

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)08-0055-04

Manufacturing and equipment of water-holding ventilated turf and tufted carpet

ZHU Mengling¹, FAN Liyuan², LI Suying¹, FU Yijun¹, ZHANG Yu¹, YU Shufa²

(1.College of Textile and Apparel, Nantong University, Nantong 226019, China)

(2.Jiangsu Yingyang Nonwoven Machinery Co., Ltd., Changshu 215539, China)

Abstract: Aiming at the production technology of thin needle-punched non-woven composite material, a series of multi-functional combined machine series complete sets of equipment for water-proof breathable turf and tufted carpet fabric are developed. The research and development include multi-species fiber raw materials to adapt to technology, multi-stage laying network fiber drawing technology, needle thinning machine control technology, high-capacity storage cloth adjustment technology, and the whole collaboration matching technology. The designed production equipment has high needle punching speed, good motion stability and large discharge speed adjustment range, which can meet the production requirements.

Key words: artificial turf; tufted carpet; production equipment; acupuncture machine; production process

保水透气草皮是无土草毯生产过程中使用的非织造材料^[1],由聚丙烯(PP)机织物与20~70 g/m² PP 纤网复合针刺加固而成^[2],材料具有三维立体微孔纤维网结构。植物嫩芽穿过纤维间的均匀微孔生长成草毯^[3],人工基质颗粒物和水分被草皮截留,而气体则通过非织造草皮材料的横纵通畅微孔自由地内外交换。利用PP材料的导水性在地沟非织造布接缝处实现排水排涝,且当草坪与铺植环境形成稳定结合后,草皮会自然降解不会污染环境。目前国内绝大部分草坪采取直接在耕地上播种草籽或栽植无性繁殖材料的方式,即在同一块地上重复生产,成坪后以草皮卷形式进行移植,每次起草皮要带走2~3 cm厚的表土层。这种方式不仅占用土地,生产周期长,收获和运输成本高,而且还会严重破坏土壤结构,造成土壤肥力下降。

地毯作为装饰材料,用于家庭、商用等领域^[4]。中国家用地毯市场占有率很低,汽车工业的高速发展以及飞机制造业的兴起,均需大量高水平地毯,其要求地毯基布具有高稳定性。目前我国高级地毯多采用涤

纶纺粘地毯基布,特别是汽车地毯、飞机地毯,必须采用质量轻而质地高档的基布。PP低面密度针刺簇绒地毯基布能在较低模压力下取得较高的延伸,而且质量轻,可减少汽车负荷,具有明显优势。由机织物与面密度10 g/m²左右的纤网针刺热轧^[5]加固而成的复合非织造簇绒地毯基布具有孔隙致密均匀、结构稳定、轻量化等特点,能使簇绒地毯植绒致密均匀,同时簇绒织针高速穿刺作用时弹、塑性变形小,市场需求量大。这两类草毯均属于低面密度针刺非织造材料,但两者工艺路线不同,要生产不同产品,只能选择两条或多条对应的联合机^[6-7]。本文在综合分析草皮联合机、簇绒地毯基布等薄型针刺非织造产品生产要求的基础上,对开松梳理单元、铺网单元、低面密度针刺单元、多功能融合等方面进行了创新设计,开发了保水透气草皮和簇绒地毯基布薄型针刺非织造材料联合机,可满足“单纤网加固”“纤网与基布复合加固”“纤网、基布与土工格栅复合加固”等不同产品的生产需要。本文设计的联合机突破了传统针刺设备只适合面密度100 g/m²以上较厚产品的常规技术,制备出适用于面密度10~70 g/m²针刺及复合材料生产的高速连续联合机。通过对多级牵伸机构、针刺气流控制机构等进行结构创新,实现低面密度针刺产品的均匀成型。本联合机可适用于细度1.5~6 D、长度60~75 mm的PP等不同纤

收稿日期: 2018-03-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFB0303100);中国纺织工业协会科技指导性项目(2009067)

作者简介: 朱梦玲(1992—),女,在读硕士研究生,主要从事高性能纤维及非织造材料的研发。

通信作者: 李素英。E-mail: lisy@ntu.edu.cn。

维,出布速度最大可以达到 20 m/min,是传统针刺机的 4~5 倍,生产效率高,并可降低企业运行成本。

1 多功能联合机构成

保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机由电子称重开包机、预开松机、集棉箱、主开松机、末道棉箱、气压棉箱、自调匀整仪、双锡林双道夫梳理机、除尘网笼、集尘箱、铺网机、27 辊牵伸机、切边机、高速针刺机、四辊热轧机、储布机、退卷机、收卷机、收卷平台收卷切边机等单元机组成,将生产牵伸、针刺工艺增强整理的草皮及热轧工艺制备的簇绒地毯基布的多条生产设备有机融合起来。保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机示意图见图 1。

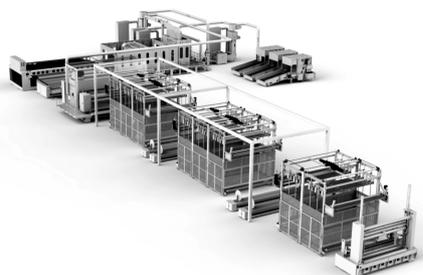
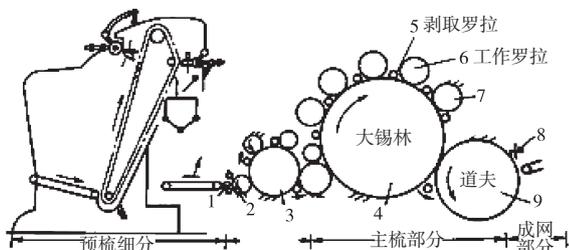


图 1 保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机示意图

1.1 新型开松梳理机可适应多种原料

为满足保水透气草皮和簇绒地毯基布材料高强度的要求,研究了 27~75 mm 范围内各种纤维的特点,对联合机进行了创新设计,研究开发了新型开松和梳理机构。通过对梳理机锡林动平衡精度进行控制,提高了大锡林辊筒动平衡精度,减少了生产设备对纤维造成的机械损伤,使联合机能适应多种纤维原料。开包机剥棉辊设置在计量出棉腔内,可提高均棉机构的均棉效率,有利于适应不同原料的要求。特殊设计罗拉式梳理机中大锡林、剥取辊、工作辊和道夫的位置、结构等见图 2。通过合理配置针布规格、相对速度,调节梳理部件的针齿数,以适应不同纤维原料的加工。



1-喂入罗拉;2-刺辊;3-初锡林;4-主锡林;5-剥毛辊;6-工作辊;7-风轮辊;8-斩刀;9-道夫

图 2 罗拉式梳理机结构

梳理度是衡量梳理机部件对纤维梳理系数的指标,梳理度 C 由梳理元件的针布规格、相对速度、梳理机台时产量等因素决定,其公式见式(1):

$$C = K_C \frac{N_C \times n_C \times L \times r}{P \times N_B} \quad (1)$$

对于稳定的材料,锡林齿密 N_C 、纤维细度 N_B 、纤维长度 L 、纤维转移率 R 和比例系数 K_C 为一个定值,此时锡林转速和梳理机产量 P 成正比。一般高速锡林动平衡稳定性差,气流漩涡现象严重,造成设备和材料稳定性和生产安全性差,可通过以下两种方法解决设备平衡性和气流问题。

1.1.1 锡林辊的动平衡

应用有限元分析软件对整机机构和运动辊(特别是大锡林辊)运行特性进行模态和谐响应分析,对结构进行动态特性预估和优化。利用先进平衡检测仪,对加工后的锡林辊进行测试,平衡精度检测仪原理见图 3。通过传感器采集动平衡特性信号,并将其传入后面板处理器中,处理器将模拟信号转换为数字信号,方便工作人员实时在线控制锡林的动平衡。

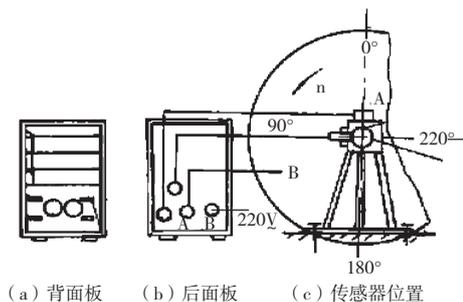


图 3 平衡精度检测仪原理

1.1.2 外界气流对成棉质量的影响

梳理机工作时,锡林与上道夫之间的上三角区会出现气旋(即气流旋涡)现象,如图 4 中上三角区域所示位置,而气旋会影响出棉效果和出棉效率,常规挡风辊或挡风板并不能适应梳理机的高速运行,甚至会使得已梳理的纤维返回至锡林,增加梳理环节,增大出网不均匀率。通过研制气流旋涡的负压发生装置,可有效避免锡林高速运转时气流旋涡现象的发生。本文研制的高速梳理机相较于传统梳理机不仅提高了运转速度,增加了输棉量,同时选用平衡精度检测机对锡林辊的动平衡特性进行分析和判断,保证整个锡林辊平稳运行。针对高速运转情况下三角区气流影响,设计制造了气流化解机构,有效避免了梳理机在高速运行情况下来自外界的影响。

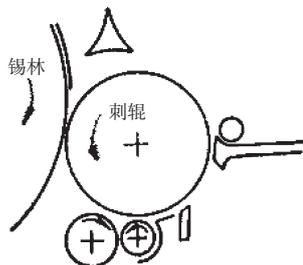


图4 锡林与刺辊运动原理

1.2 高倍比牵伸机、低面密度纤网成型技术

梳理后纤网通过交叉铺网可获得较高的纵横强力比和均匀度,但铺网后面密度将成倍增加,要获得 $10\sim 70\text{ g/m}^2$ 的低面密度纤网需要借助牵伸机构。根据牵伸区纤维运动、牵伸力和摩擦状况等特点,采用闭环控制系统根据铺网机上铺网小车运行位置在梳理机端对棉网进行牵伸,自动调节棉网厚薄。利用 27 辊分区分牵伸及运动精准控制等技术,开发出低面密度纤网连续均匀不断网牵伸单元。

27 辊牵伸机是一种用于涤纶、丙纶经铺网机铺叠出来的纤网高倍比牵伸机,见图 5。通过多组小倍数牵伸,使交叉铺叠纤网中原来呈横向排列的部分纤维向纵向移动,见图 6,从而减小纤网纵横向的强力差异,同时调节纤网单位面积质量,改善均匀度,匹配前后工作机速度,以保证下道工序顺利进行。

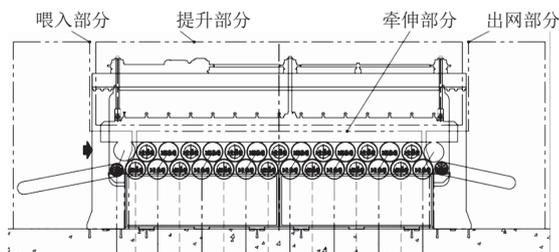


图5 27 辊牵伸机结构示意图

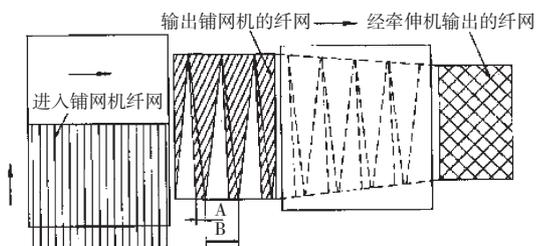


图6 纤网经过牵伸机示意图

牵伸区传动图见图 7。27 组传动机构中两组用于输入、输出,其余 25 组用于刺辊传动。每组机构由两支刺辊组成,线速度比值固定,通常设置为 1、1.03 或 1.06。每一组之间的牵伸比(速差)由驱动的变频电动

机调频实现,以保证低面密度纤网的均匀连续生产。

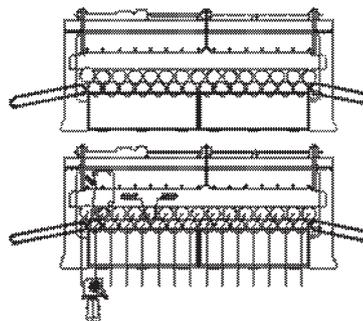


图7 牵伸机传动示意图

1.3 新型纤网固定系统、导引吸附薄网控制技术

由于 $10\sim 70\text{ g/m}^2$ 低面密度纤网容易受到高频运动刺针的气流影响发生移位而使产品出现破洞,因此保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机采用了导引吸附联合作用的薄网控制技术来改善上述问题,一方面利用特殊结构针刺机压布辊调整装置、针板夹紧机构及挡板机构导引刺针运动气流,另一方面在托网板下方设置负压吸风对纤网进行控制,负压区由风管连接结构控制。

当低面密度纤网通过针刺区时,活动梁高速运动带动周围空气形成的气流会引起纤网波动。保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机中针刺机纤网固定系统见图 8,纤网固定系统原理见图 9。

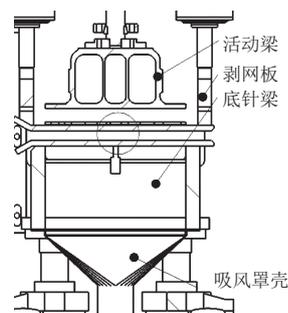


图8 针刺机固定系统示意图

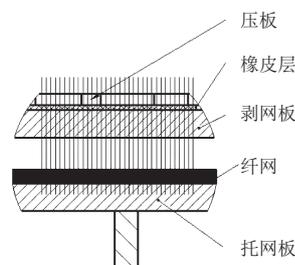


图9 纤网固定系统原理图

一方面,该系统在压板与剥网板之间增加了橡皮层,用以隔离上层气流,使气流通过剥网板上筋板排出;另一方面,托网板与底针梁之间的空气由置于底针

梁下的吸风罩壳抽出,由此形成负压效应。在负压效应的作用下,纤网与底针梁间形成压力差,该压力差可使纤网均匀地吸附在托网板上,避免被快速流动的气流带动。

1.4 不停车换卷技术

保水透气草皮和簇绒地毯基布将低面密度纤网与底布在线复合。生产过程中,低面密度纤网连续输出,而底布受到卷绕直径等条件的限制需要定期换卷。为了保持生产的连续性,保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机配置自主研发的大容量储布调节机构。大容量储布调节机构采用分区设计,每个区域都具有储布、扩幅等功能,各区之间又通过 PLC 系统协同控制,实现了换卷不停车连续生产。

1.5 各单元机及控制系统的合理匹配

分析纤维长度、铺网均匀性、铺网厚度、针刺密度、纤维间粘合度、牵伸定型处理等参数对保水透气草皮和簇绒地毯基布性能结构的影响,研究工艺参数控制精度,对应设计联合机各单元技术参数。在智能诊断、远程控制、运行状态监测等方面,采用先进的集成系统和触摸屏设定技术,使整条联合机协同、高效、节能运行,各单元机之间的控制系统有效衔接,机械部件协同作业。各系统能够自动分类记忆优化产品生产工艺参数并在线协同、在线编辑,保障各单元机及控制系统的技术匹配性。常规产品调用程序后,可实现一键启动运行。

2 与国内外同类产品比较

本文设计的生产设备与国外相关产品比较,有关参数对比见表1。本联合机一机多能,在国内外保水透气草皮及簇绒地毯基布等领域中优势明显,针刺速度快,超过一些国外知名企业装备的针刺速度,运动稳定性好,出料速度调节范围大,既能满足簇绒地毯基布

2 m/min 的低速生产,还能实现常规设备 3~5 倍的 25 m/min 高速出布要求,是具有高智能的精准控制系统,这对于提高生产效率、节约能源具有重要的意义。

表1 国内外草皮及簇绒地毯基布非织造生产装备比较

项目	Dilo	Trutzschler	国内某公司	迎阳公司
功能组合	3种	3种	2种	3种
产品宽幅/mm	3 200	3 000	2 500	5 200
梳理形式	双锡林 双道夫	双锡林 双道夫	双锡林 双道夫	双锡林 双道夫
面密度 /(g·m ⁻²)	200~3 000	200~1 800	400~2 000	10~70
针刺速度 /(刺·min ⁻¹)	1 000~1 500	850~1 200	600~1 000	800~1 600
出料速度 /(m·min ⁻¹)	20	20	1~8	2~25
生产能力 /(kg·h ⁻¹)	1 100	1 000	800	1 000

3 结 语

保水透气草皮和簇绒地毯基布多功能联合机的研发和产业化,可提高保水透气草皮和簇绒地毯基布质量与生产效率,促进功能性复合非织造材料工程应用推广,促进企业结构调整和产业用纺织品复合非织造的装备升级,实现可持续发展的创新型非织造布加工技术,具有良好的社会效益和经济效益。



参考文献:

- [1] 王应梅.创新型人工草皮底布[J].国际纺织导报,2008(5):64.
- [2] 李建强,叶文祥,康翠珍,等.丙纶非织造布基质人工草坪的开发研究[J].武汉科技学院学报,2002(3):19-22.
- [3] 邓蓉,张凤泉.无土栽培草皮的生产技术路线[J].农技服务,2002(3):16.
- [4] 卢兰兰.硬质簇绒地毯的发展和生产[J].国际纺织导报,2014,42(1):52-54.
- [5] 刘叙洪.轿车用簇绒地毯的结构及其原材料研究[J].上海纺织科技,2009,37(9):28-29.
- [6] 武筱婷.迎阳无纺新成果助力柔性生产[J].纺织机械,2017(8):60.
- [7] 武筱婷.迎阳无纺机械:用真功夫傍身[J].纺织机械,2017(9):38-39.

《上海纺织科技》编辑部启事

我编辑部尚有少量会议论文集优惠出售,有需要者可直接联系本刊编辑部邮购。

联系电话 021-55211341,传真 021-51670000,联系人冯雪峰,欲购从速,款到即寄。

《2010 全国现代纺纱技术论文集》 100 元

《耐高温芳纶纤维开发应用研讨会论文集》 50 元

《“太平洋杯”2007 现代梳理技术论文集》 50 元

《2006“苏拉杯”全国现代纺纱技术论文集》 50 元