

# 湿法无纺布斜网成型器的原理与应用

蒋屹东

杭州美辰纸业技术有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i2.8752

**[摘要]** 湿法无纺布斜网成型器是湿法无纺布成型质量的核心设备，其依托流体力学特性实现纤维均匀铺展。通过调控设备倾角、网部转速及真空度等参数，可提升纤维交织密度与各向同性性能。本文阐述该设备的核心构造与工作原理，分析设备在参数优化、工艺适配中的关键技术要点，结合多领域应用场景总结实践经验，为企业设备升级与产品迭代提供技术参考。全文研究表明，斜网成型器能显著拓宽湿法无纺布的应用边界，助力企业提升市场竞争力。

**[关键词]** 湿法无纺布；斜网成型器；成型原理；工艺优化；企业应用

## Principles and Applications of Wet Nonwoven Oblique Mesh Formers by

Jiang Yidong

Hangzhou Meichen Paper Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** The wet nonwoven oblique mesh former is a core equipment for achieving high-quality wet nonwoven formation, utilizing fluid dynamics to ensure uniform fiber distribution. By adjusting parameters such as equipment inclination angle, mesh rotation speed, and vacuum level, the interlacing density and isotropic properties of fibers can be enhanced. This paper elucidates the core structure and working principles of the equipment, analyzes key technical aspects in parameter optimization and process adaptation, and summarizes practical experience from diverse application scenarios. The findings provide technical references for equipment upgrades and product iterations in the industry. The study demonstrates that oblique mesh formers significantly expand the application boundaries of wet nonwoven materials, thereby enhancing corporate market competitiveness.

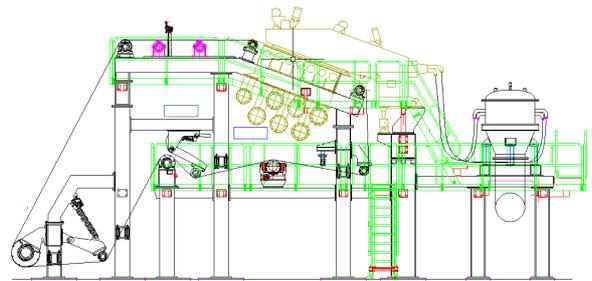
**[Key words]** Wet nonwoven fabric; Oblique mesh forming machine; Forming principle; Process optimization; Industrial application

## 1 引言

湿法无纺布由于纤维分布均匀、物理性能稳定等优点被广泛地应用于卫生、医疗、环保、建材等领域。由于下游市场对于产品精度、功能性的要求越来越高，企业急需依靠设备更新来冲破传统成型工艺的束缚。斜网成型器相比平网成型设备，在纤维定向控制、薄型产品成型等方面有明显的优势，是企业实现高端湿法无纺布量产的重要设备。企业对设备原理有深刻的理解，工艺匹配度高，才能保证产品质量，提高市场占有率。本文从设备原理、工艺调控、应用场景等方面进行研究，为企业优化生产流程、拓展应用领域提供支持。

## 2 湿法无纺布斜网成型器的核心构造

### 2.1 湿法无纺布斜网成型器结构



湿法无纺布斜网成型器，主要由斜网流浆箱、真空抽吸脱水系统、网架机架、各种辊类、张紧器、校正器、清洁系统、成型网等设备组成。

斜网流浆箱采用全不锈钢材料，所有与浆料接触部分经过高精度抛光处理，从而使浆料在输送过程中不会产生挂浆、絮

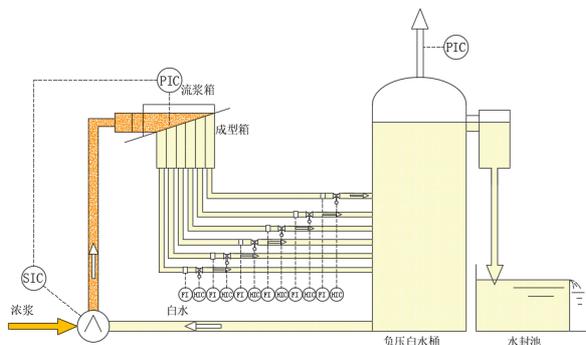
聚等问题。斜网流浆箱通常设计为  $15^\circ$  至  $30^\circ$  范围内的倾角结构，以满足工艺成形要求并保证设备稳定性及工艺灵活性。斜网流浆箱采用等压布浆器或锥管进行布浆，通过等压布浆器的等液位压力一致原理或经过特殊设计的抛物线锥管，将从管道输送过来的浆料转换成等压等量的横向浆流进入流浆箱主体，再经特殊设计的湍流发生器，进一步保证浆料的分散及均匀性后上网。湍流发生器采用扩散式结构，把浆料均匀地分散到网部宽度方向上。部分斜网流浆箱增设导流叶片，打破浆料层流状态，使纤维均匀分布。且导流装置设在湍流发生器和网部之间，改变导流角度来控制浆料下落速度，满足不同倾角下成型的要求。

真空抽吸脱水系统属于流体调节的重要部分，采取分段式真空箱的设计方案，一般分为 5 至 6 个区，依照网部各个区域纤维沉降的需求来精确控制各个段的真空度，从而控制每个区的脱水速度及脱水量，以保证浆料从着网至成型完成整个过程的精确脱水控制，从而改善纤维的交织强度，保证高质量的成型结果。

网架机架与各种辊类、张紧器、校正器共同组成湿法成型器的支撑及成型网闭环驱动结构。结实稳定的网架机架可以防止设备运行时产生共振，避免纤维铺展过程中出现偏移。张紧器可以调节成型网的张紧力，稳定驱网辊与网之间的摩擦力，保证成型网在辊网辊的带动下，稳定运行，保证成型的连续性 & 均匀一致。网部驱动装置采用变频调速电机，企业可通过精准调控转速匹配纤维沉降速度，避免出现纤维堆积或稀疏现象。此外，网部配备自动清洁系统，通过高压喷淋与刮板配合，清除网孔内残留纤维，保障设备连续稳定运行。

成型网是斜网成型器实现纤维成型的核心部件，普遍采用聚酯或尼龙材质的成型网，其孔径精度与耐磨性直接影响产品成型效果。成型网的目数需根据纤维细度进行适配，细纤维产品通常选用高目数网材，同时通过表面处理技术提升网材的脱膜性能，减少纤维粘连。

## 2.2 短流程白水系统



湿法无纺布斜网成型器的白水系统是保证斜网成型器稳定运行的关键辅助系统，其设计的好坏直接影响斜网成型器运行的稳定性。其主要由浆料泵、负压白水桶、水封池、脱水管道、真空泵及脱水控制系统组成。浆料泵、真空泵采用变频调速进行控制，在不同成型要求下，可以方便而准确地提供流浆箱所需的上浆量及脱水所需要的负压，并通过脱水控制系统，

控制各脱水点的脱水量，保证输送流量及浆料压力的稳定。

## 2.3 辅助调控装置

辅助调控装置包括张力控制装置、湿度检测装置、过程参数调节装置等，对成型过程起到全方位的保障作用。依靠张力控制系统可实时观测成型网的运行张力，防止张力过大造成成型网变形或者张力过小造成网部跑偏。同时，湿度监测模块准确获取网部表面的湿度数据，反馈给控制系统调节真空度和喷淋量，保证纤维成型过程中水分含量在合适的范围内。过程参数调节单元主要对浆料输送管路、浆桶进行浆料浓度、液位、压力、流量等等参数进行控制调节，防止浆料输送过程中浓度的波动，保证成型工艺的稳定性，保证连续生产。

## 3 湿法无纺布斜网成型器的工作原理

### 3.1 浆料预处理与输送机理

在生产初期要对浆料进行精细预处理，通过搅拌装置使纤维在水中充分分散，部分产品需加入分散剂、助留剂来提高纤维悬浮稳定性，防止纤维团聚。经预处理的浆料经浆料泵输送到布浆器，泵体采用变频控制技术，企业可以根据生产负荷调整输送流量，使浆料供应与网部运行速度相匹配。输送时对管路、浆桶进行浓度、液位、压力、流量等参数进行监测控制，以防止浆料配比及浓度出波动，保证浆料输送的连续性、稳定性。

### 3.2 纤维沉降与铺展原理

浆料经斜网流浆箱与导流装置作用下落到倾斜的成型网上，借助重力与真空抽吸的协同作用实现纤维沉降。斜网的倾角设计使浆料在重力作用下沿网面流动，纤维在流动过程中逐渐沉降于网材表面，形成初步的纤维层。不同的斜网倾角大小会改变浆料流动速度，倾角增大时浆料流动加快，适用于薄型产品成型；倾角减小时流动速度放缓，利于厚型产品的纤维堆积。真空抽吸系统通过分段式负压作用，加速浆料中水分的滤除，同时带动纤维相互交织，提升纤维层的结构稳定性。

### 3.3 成型优化与水分调控机理

纤维层在网部运行过程中持续完成水分滤除与结构致密化，通过优化真空度分布实现成型质量提升。网部前端采用较低真空度，避免纤维被过度吸附导致分布不均；中后端逐步提高真空度，加速水分滤除的同时促进纤维交织。成型网的运动速度与真空度需保持动态匹配，通过控制系统实现两者的联动调控，避免因速度与真空度不匹配引发纤维层破损或厚度不均。此外，通过喷淋装置对成型后的纤维层进行湿度微调，为后续水刺、干燥工序提供适宜的水分基础。

## 4 斜网成型器的工艺优化策略

### 4.1 设备参数优化

以产品性能需求为导向，开展针对性的设备参数优化工作。在倾角设计方面，针对细旦纤维产品，通常将倾角控制在  $10^\circ$  至  $15^\circ$  之间，平衡浆料流动速度与纤维沉降均匀性。对于粗旦纤维或厚型产品，倾角调整至  $15^\circ$  至  $25^\circ$ ，提升纤维堆积效率。网部转速需结合产品定量进行适配，高定量产品采用较低转速，确保纤维充分堆积。而低定量薄型产品提高转速，避免纤维过度聚集。真空度参数按网部区域分段设定，前端真

空度控制在 0.02 至 0.04MPa, 中后端逐步提升至 0.06 至 0.08MPa, 实现水分滤除与纤维交织的协同优化。

#### 4.2 浆料配方适配优化

浆料配方的匹配性直接影响斜网成型工艺的效果, 企业应依据设备性能对原料组分与浓度实施系统优化, 纤维选型阶段。通过结合网孔结构及运行参数, 优先选用合适长度和细度的纤维材料, 避免因纤维过长引发的缠结或者交织强度不够等情况。而分散剂与助留剂最合适的添加比例须经由实验来确定, 过高用量可能降低生产成本却损害产品透气性, 而偏低剂量又无法保障悬浮稳定性, 对浆液粘稠度做精确调节以契合不同产品的加工需求。且高浓型浆料适合厚制品制造且效率较高, 低浓型浆料利于薄片生产, 保证纤维均匀分布。

#### 4.3 环境与工况调控

企业重视生产环境、工况的调控, 为斜网成型器稳定运行创造有利条件。车间温度控制在 20℃~25℃, 防止温度过高造成浆料水分蒸发过快, 温度过低造成浆料流动性不好。相对湿度控制在 50%到 60%之间, 减小环境湿度对纤维成型和网部运行的影响。企业安装在线检测设备, 对纤维层厚度、均匀度等参数进行实时采集, 把数据反馈到控制系统中, 从而达到对设备参数的动态调节。企业建立设备定期维护制度, 对网部磨损情况、真空系统密封性以及浆料泵的工作状况做定期的检查, 及时排查故障隐患。

### 5 湿法无纺布斜网成型器的企业应用场景

#### 5.1 卫生领域应用

在卫生用品领域, 生产各种湿巾、婴儿纸尿裤、卫生巾表层材料等等, 企业通过斜网成型工艺提升产品的柔软度与吸液速度, 满足消费者使用需求。

#### 5.2 医疗健康领域应用

在医疗健康领域, 企业可采用斜网成型器生产高端卫生及医用无纺布产品, 包括手术衣、医用敷料、口罩过滤层等。这类产品对于纤维分布均匀性、透气性、屏障性能的要求较为严格。企业通过斜网成型器的精确调节可实现纤维层的高均匀度铺展, 以提高产品的过滤效率和抗菌性能。生产医用敷料的时候, 企业需改善设备参数, 纤维层厚度误差控制在正负 2%之内。通过浆料配方调整来提高产品的吸液性能, 以满足医疗临床使用的需要。斜网成型器生产的卫生及医用无纺布, 因为具有很好的物理性能, 成为企业开拓高端及医疗市场的主要产品。

#### 5.3 环保过滤领域应用

环保过滤领域对于无纺布的过滤精度以及结构稳定性要求较高, 企业采用斜网成型器生产高效过滤材料, 用在工业废水处理、空气净化等场景。工业废水处理滤材生产中, 企业通过改变斜网成型器的真空度、网部转速来提高纤维层的孔隙率、结构强度, 使滤材具有良好的截留性能、耐冲击性。对空气净化滤材, 企业用细旦纤维和斜网成型工艺相结合, 生产出比表面积大、过滤效率高的高效过滤材料。斜网成型器的使用, 帮助企业冲破传统滤材生产瓶颈, 加强产品在环保方面的市场竞争力。

#### 5.4 建筑与装饰领域应用

建筑与装饰领域中, 湿法无纺布被用作防水卷材基材、墙面装饰材料等产品的生产原料。企业用斜网成型器来改善产品的性能。在生产防水卷材基材时, 企业需根据设备倾角和真空度的变化来提高纤维层的致密性、抗拉伸强度, 使基材具有很好的防水性、耐久性。而墙面装饰材料生产中企业, 可利用斜网成型器来生产出厚度均匀、透气性好的无纺布基材, 配合后面的涂层处理工艺, 提高装饰材料的质感与使用寿命。

#### 5.5 其他领域应用

除上述领域外, 企业还将斜网成型器生产的湿法无纺布拓展至汽车、微电子等笔领域。汽车领域, 用于生产隔音、隔热材料, 企业通过优化纤维铺展结构, 提升产品的隔音隔热性能, 同时保障材料的轻量化与环保性。有微电子领域, 用于生产绝缘材料等。斜网成型器的多场景适配能力, 为企业开拓多元化市场提供了技术支撑, 推动企业实现产品结构升级。

### 6 结论与展望

#### 6.1 结论

尽管斜网成型器给企业带来很大的生产优势, 但是实际应用中仍然存在一些问题。部分中小企业由于资金原因, 不能购置高端检测设备和自动化控制系统, 造成设备参数调节精度不高, 从而影响产品质量的稳定性。网部成型网磨损问题比较严重, 频繁更换网材增加企业生产成本, 影响生产连续性。另外特种纤维的成型工艺适应性差, 企业缺少成熟的技术方案, 限制了高端特种无纺布产品的研发与生产。

#### 6.2 展望

未来, 企业朝着智能化, 高效化, 多功能化方向推进斜网成型器的技术升级和工艺优化, 在设备研发层面, 企业会采用智能传感, 物联网技术, 做到设备运行状况的即时监测并自动调控, 提升参数调控精准度和生产效率, 针对网材磨损问题, 企业加大新型耐磨材料的研发力度, 增大成型网的使用寿命, 削减生产成本, 而且还要增进同科研机构合作, 攻克特种纤维成型工艺难题, 研发更多高性能, 多功能的湿法无纺布产品, 扩大在新能源, 高端制造等领域的应用边界, 随着技术不断发展, 斜网成型器会变成企业做到湿法无纺布产业高质量发展的重要装备。

#### [参考文献]

- [1]赵立新, 楼钱, 游军, 等. 反渗透膜湿法无纺布基材的开发与应用探析 [J]. 中华纸业, 2023, 44 (06): 6-11.
- [2]牛亚琼, 邵枫, 胡南滔. 石墨烯纤维无纺布电极及其超级电容器的性能 [J]. 微纳电子技术, 2020, 57 (03): 183-187.
- [3]韩振, 赵立新, 王颖, 等. 合成纤维在特种纸和湿法无纺布中的应用 [J]. 中华纸业, 2019, 40 (04): 11-15.
- [4]邵岚. 纯甲壳素湿法无纺布医用敷料制备技术的研究 [J]. 纸和造纸, 2018, 37 (05): 34-37.

作者简介: 蒋屹东, 出生年月: 1969年1月16日, 男, 汉族, 籍贯: 浙江省杭州市, 学历: 大专, 职称: 工程师, 研究方向: 从事造纸行业设备、装置的研发设计。