

高抗水型表面施胶剂的开发与应用

杨 洋 潘贞礼

贵州智程新材料科技有限公司 贵州 兴义 562409

摘 要：表面施胶剂是提升多孔基材疏水防护性能的关键功能材料，普通施胶体系普遍存在结构稳定性差、疏水性能不足、场景适配性弱等缺陷。本文围绕高抗水型表面施胶剂开展系统性研发探究，从原料体系构建、聚合合成工艺、施胶施工体系、多场景应用拓展四个维度完成全套技术梳理。通过优化功能单体筛选、疏水原料组合与助剂配伍方案，分阶段调控聚合反应流程，规范胶液调配、固化干燥及工序衔接工艺，完善不同工况下的工艺适配策略。整套技术体系可有效优化施胶剂成膜结构，提升产品疏水性能与通用适配能力。

关键词：表面施胶剂；高抗水性；原料配伍；聚合合成；施胶工艺

引言：表面施胶技术是材料表面防水改性的重要手段，施胶剂的结构组成与制备工艺，直接决定表层防护膜的致密性与疏水稳定性。市面常规施胶产品配方体系单一，合成工艺管控粗放，施工流程缺乏统一标准，难以适配复杂工况下的高等级防水需求。优化施胶剂原料配比与聚合工艺，搭建标准化施工体系，成为改善施胶产品综合性能的核心思路。通过系统完善原料配伍、合成调控、施工管控与场景适配技术，可全面提升施胶剂产品品质，拓宽功能材料的应用范围。

1 高抗水型表面施胶剂的原料体系构建

1.1 功能型单体的筛选与适配方向

功能型单体是构成高抗水型表面施胶剂分子结构的核心基材，单体选型直接决定施胶体系的成膜能力与疏水基础性能。单体筛选工作需要围绕纸张表面改性需求开展，结合纸张纤维结构特性与表面施胶作用原理，挑选具备良好的交联活性与成膜性能的聚合单体。优先选取可参与共聚反应、能够形成致密分子膜层的单体种类，强化施胶涂层的结构致密性。结合抗水改性的整体设计思路，匹配适配的单体组合方式，让单体分子在聚合反应后形成稳定的网状结构。合理的单体适配设计，可以为施胶体系提供稳定的成膜基础，保障后续疏水改性效果有效发挥^[1]。

1.2 胶体保护组分的配伍逻辑

表面施胶剂乳液体系需要保持良好的分散稳定性，避免储存与使用阶段出现分层、团聚、沉降等问题。胶体保护组分可以提升乳液分散均匀度，维持聚合体系的稳定状态。组分配伍需要遵循乳液稳定成型的内在规律，结合主体单体的反应特性与电荷属性，挑选兼容性良好的保护组分。依据施胶体系的成型需求，调整保

护组分的作用占比，让组分可以均匀附着在胶体颗粒表面。有效阻隔颗粒之间的团聚现象，维持乳液体系均匀稳定的分布状态，保障施胶剂在施工阶段可以均匀涂布于纸张表面。

1.3 疏水改性原料的组合路径

疏水改性原料是提升施胶剂抗水性能的关键组分，合理的原料组合可以大幅提升纸张表层的疏水阻隔能力。改性原料选取需要匹配聚合体系的反应条件，筛选具备优异疏水基团的改性材料。结合纸张表面透水机理，规划多层级疏水改性思路，通过不同功能原料的搭配使用，完善涂层疏水阻隔结构。优化原料组合方式，强化改性组分与主体胶层的结合强度，避免改性成分出现脱离与失效问题。科学的组合路径可以完善胶层疏水结构，提升成品施胶剂的耐水阻隔能力。

1.4 辅助功能助剂的协同搭配规则

辅助助剂可以优化施胶剂制备流程与施工性能，完善乳液综合使用特性。助剂选用需要遵循协同适配的基本原则，结合施胶体系的制备工艺与应用场景筛选适配品类。严格把控助剂添加范围，规避助剂过量掺入对胶体稳定性、成膜性能产生负面影响。依托规范的搭配方式，发挥助剂在调黏、稳泡、分散、固化等方面的优化作用，改善胶液施工流畅度与成膜均匀度。规范的助剂协同体系，能够完善高抗水施胶剂的综合应用性能，适配各类纸张表面施胶作业需求。

2 高抗水型表面施胶剂的合成工艺开发

2.1 聚合反应体系的搭建方式

聚合反应体系是制备高抗水型表面施胶剂的核心载

体,体系搭建质量直接影响乳液成型状态与综合性能。需要结合功能单体、改性原料及各类助剂的反应特性,搭建适配性强的共聚反应环境。提前规整反应容器与配套设备状态,清理内部杂质干扰因素,营造洁净的反应条件。按照物料适配逻辑有序投入基础原料,构建稳定的分散反应环境^[2]。结合高分子聚合基本规律,设定适配的基础反应条件,让各类物料可以充分参与聚合反应。科学的体系搭建模式能够夯实合成基础,保障分子结构有序成型,为施胶剂稳定性输出提供条件。

2.2 反应过程的阶段调控方法

聚合反应全程存在分子链增长、交联成型与结构稳定的动态变化,单一的反应参数无法适配全程反应需求。需要按照反应进程划分多个管控阶段,针对不同反应时段制定对应的调控手段。初始阶段侧重物料分散与活性激发,保障单体均匀活化,规避局部反应不均的问题。中期阶段聚焦分子链聚合生长,稳定反应环境参数,保障交联结构有序成型。后期阶段侧重结构固化与体系稳定,缓慢弱化反应活性,规避过激反应引发的胶体缺陷。分阶段的调控模式可以规整聚合反应节奏,提升乳液结构均匀度与稳定性。

2.3 产物后处理的流程设计

聚合反应完成后的物料体系仍存在少量未反应单体、微量杂质与不稳定组分,会影响施胶剂储存与使用性能。合理的后处理流程可以提纯反应产物,优化乳液整体状态。结合合成产物的物料特性,设计系统化的后处理工序,去除体系内部多余杂质与残余组分。规范物料调和、酸碱度调节、体系稳定处理等关键步骤,修正乳液基础属性。通过标准化流程优化产物综合状态,提升施胶剂体系纯净度,让成品性能更加稳定,满足纸张表面施胶的生产应用标准。

2.4 不同形态产品的制备路径

高抗水型表面施胶剂可根据应用场景需求,制备为乳液型、干粉型等不同形态产品。不同形态产品的成型机理存在差异,需要对应差异化的制备路径。结合产品形态的成型要求,调整物料浓缩、干燥、造粒等工艺环节的操作标准。优化各工艺环节的操作细节,保障不同形态产品结构均匀、性能统一。兼顾产品成型质量与储存便利性,完善专属制备流程,丰富施胶剂产品品类,适配不同造纸生产工艺与设备条件。

3 高抗水型表面施胶剂的施胶工艺体系搭建

3.1 施胶前胶液的调配流程

胶液调配是表面施胶作业的前置核心工序,调配均

匀度与浓度状态直接影响纸面成膜质量与抗水性能发挥。施胶作业开展前,需要结合纸张生产品类与表面处理需求,确定胶液基础配比参数。按照循序渐进的投料顺序完成物料混配,缓慢将施胶剂原液与稀释介质充分融合,规避局部浓度不均的问题。全程保持低速搅拌作业,让胶体组分均匀分散,维持胶液体系稳定状态。作业过程中排查胶液内部是否存在结块、絮状物等异常状态,保证整体体系细腻均质。规范完整的调配流程,可以保障胶液具备良好的涂布性能,为后续均匀成膜筑牢施工基础^[3]。

3.2 施胶工序的操作流程设计

表面施胶工序需要依托标准化操作流程,保证纸面涂层均匀覆盖,稳定施胶处理质量。结合设备运行特性与纸张表面结构状态,规划纸张输送与涂布作业节奏。规范纸面预处理、胶液涂布、纸面匀胶等核心操作步骤,保证胶液可以均匀铺展在纸张纤维表层。控制涂布作业的运行速度与作业强度,避免纸面胶层过厚、过薄或涂布不均的问题。细化施胶作业中的细节操作规范,统一涂布作业标准,让每一张纸张的表面施胶处理状态保持稳定。

3.3 施胶后干燥环节的过程管控

干燥环节决定胶层固化成型效果,合理的管控方式可以完善胶层结构,稳定疏水成型性能。施胶完成后需要根据胶层厚度与纸张材质特性,设定梯度化干燥条件。循序渐进提升干燥强度,让胶层内部水分匀速挥发,规避急速干燥引发的胶层开裂、表层起皱等缺陷。维持干燥环境稳定状态,保证胶层逐步固化成型,形成致密完整的疏水膜结构。精准的干燥管控可以优化胶层固化效果,提升涂层与纸张纤维的结合强度,稳定成品纸张抗水性能。

3.4 与常规造纸工序的衔接方式

表面施胶属于造纸生产的中段处理工序,需要与前后生产工序形成顺畅的作业衔接,保障生产线连续运转。结合造纸整体生产流程,梳理施胶工序与纸页成型、压榨、整饰等工序的衔接逻辑。合理调整工序排布顺序,适配生产线运行节奏,规避工序穿插混乱引发的生产卡顿与纸面质量缺陷。细化工序交接的作业标准,统一纸页输送状态与工艺参数,保障施胶处理前后纸张状态稳定。顺畅的工序衔接模式,可以让高抗水施胶工艺顺利融入常规造纸生产体系,适配工业化连续生产需求。

4 高抗水型表面施胶剂的多场景应用延伸

4.1 不同纸种生产中的应用方式

现代造纸工业产品品类丰富,不同用途纸张的纤维组成、结构孔隙、基础物性存在明显区别,对表面施胶的工艺标准和性能需求有着明显区别。高抗水型表面施胶剂具备较强的工艺可调性,能够根据不同纸种的生产特性与使用定位调整施用模式,满足各类纸张的防水改性需求。包装用纸长期处于复杂仓储与运输环境,容易受到空气中水汽侵蚀,施胶作业重点强化纸面结构致密性,封堵纤维表层孔隙,削弱水汽渗透通道,提升纸张防潮防渗能力。文化用纸对纸面平整度、细腻度及印刷适配性有着严格标准,施胶作业以均匀成膜为核心,控制合理的涂布厚度,保证纸面光滑平整,改善印刷附着效果,规避印刷晕染问题^[4]。工业特种用纸多用于潮湿、多尘等复杂工况,对长期耐水稳定性要求更高,施胶处理可强化涂层内部交联结构,提升膜层整体致密程度,增强纸张抵御潮湿环境侵蚀的能力。

4.2 跨行业材料表面处理的应用路径

高抗水型表面施胶剂依托优异的成膜特性、渗透填充能力与疏水阻隔特性,应用场景不再局限于传统造纸领域,可延伸至各类多孔纤维基材的表面改性处理工作。多数植物纤维、复合纤维类板材天然存在表面孔隙密集、结构疏松的特点,防潮防渗性能偏弱,长期放置容易出现受潮变形、结构松散等问题。将该款施胶剂应用于各类纤维基材表层处理,能够充分填充基材表面微观孔隙,覆盖基材外露纤维结构,在表层形成均匀且致密的疏水防护膜。成型膜层可以阻隔外界水汽、湿气侵入基材内部,有效提升各类纤维复合材料的防潮性能与结构稳定性。

4.3 应用过程中的常规维护方法

高抗水型表面施胶剂的长期稳定应用,需要依托规范的日常维护管理,生产工况、储存环境与设备状态的细微变化,都会影响最终施胶成型质量。储存阶段需要管控环境温湿度,保持存放空间通风干爽,规避极端温度引发的乳液分层、沉淀以及活性衰减问题,维持胶液体系均匀稳定的原始状态。批量施工阶段,设备内部会逐步积攒残留胶体,固化胶垢会干扰胶液输送与涂布均匀度,需要定期完成设备管路、涂布辊体与储胶容器的清洁处理。持续监测胶液循环状态,及时过滤体

系内部滋生的微量絮状物与杂质,保证施工用料纯净度与活性。

4.4 应用环节的适配性调整方向

不同基材结构、生产工况、使用环境对表面施胶工艺有着个性化要求,固定单一的施用模式难以适配全部施工场景,容易出现成膜效果不佳、抗水性能不达标的情况。需要结合现场生产实际与基材特性,开展针对性工艺调整,持续完善施胶剂应用体系。基材结构疏松、孔隙偏大的材料,可适度提升胶液固含量,强化孔隙填充效果,保证膜层完整致密。生产环境湿度偏高的工况,可调整干燥温度与通风时长,加快胶层固化速率,减少环境湿气对成膜过程的干扰^[5]。终端产品对抗水等级要求偏高的场景,可优化涂布用量与施工道次,提升表层膜层厚度与交联密度。

结束语

高抗水型表面施胶剂的性能优化,依托原料体系、合成工艺、施工流程与应用管控的全方位系统性完善。科学搭配功能单体、疏水组分与辅助助剂,可以搭建稳定高效的施胶剂基础体系。精细化的聚合反应调控与后处理流程,能够优化乳液成型状态与使用稳定性。标准化的施胶调配、干燥管控与工序衔接模式,可保障施胶成膜质量。结合不同基材与生产工况调整工艺参数,落实常态化运维工作,能够充分发挥高抗水施胶剂的材料改性价值。

参考文献

- [1] 王艳祥.高抗水型表面施胶剂的开发与应用[J].全面腐蚀控制,2024,38(11):36-38.
- [2] 李春艳,李小瑞,沈一丁,等.非水介质中羧基酯化聚乙烯醇的合成及其在表面施胶中的增强应用[J].中国造纸学报,2022,37(2):32-41.
- [3] 徐红霞.一种改性聚氨酯/AKD施胶剂的制备方法[J].中华纸业,2026,47(6):137-138.
- [4] 曹珊,崔畅.几种常用国画用宣纸表面施胶剂制备及其综合性能对比研究[J].造纸科学与技术,2024,43(7):14-18.
- [5] 曹晓瑶,宋波,梁健文.氧化淀粉交联改性聚乙烯醇表面施胶剂的制备与性能研究[J].造纸科学与技术,2024,43(10):56-60,133.