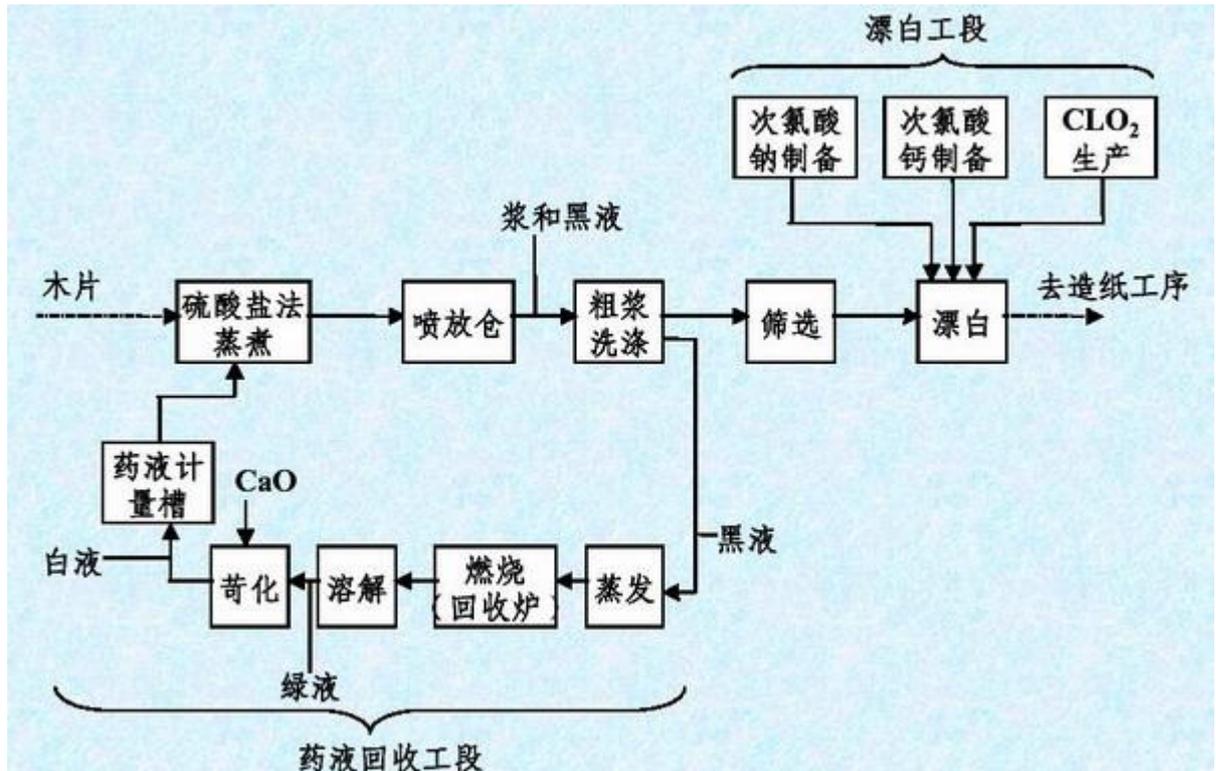


# 制浆造纸综合自动化系统解决方案

制浆造纸生产线是一个十分复杂的工业过程系统，实施计算机控制可以获得显著的经济效益，但由于过程的复杂性（多变量、非线性、强干扰、时滞、时变）、生产的连续性，对其进行控制或优化设计十分困难。本解决方案研究和开发典型制浆造纸过程与装置的建模、软测量、控制与优化算法及系统成套集成技术。建立多种设备与装置、多种工艺条件、多种品种的可靠成熟的模型库、先进控制与优化控制算法库与工程应用模板。包括：间歇蒸煮、连续蒸煮、洗选、打浆、抄造、蒸发、燃烧、污水处理等专用控制装置与工程应用软件。



蒸煮过程：基于木片蒸煮的机理模型，通过离线优化、回归获得简单的调整模型，自动优化蒸煮温度设定曲线；建立了 Kappa 值软测量模型，预测 Kappa 值，预报蒸煮终点；针对多台蒸煮器同时工作的情况，系统采用超驰控制方案，实现总蒸汽量的平稳调节；为了保证系统安全、稳定和有效运行，系统对蒸煮全过程及多台蒸煮器并行运行实行必要的监控、故障诊断、报警和连锁保护处理。

洗选过程：基于纸浆纤维、水及溶解固形物的物料与机械能量平衡，采用系统混合建模方法，建立了纸浆洗选过程多变量动态数学模型（洗涤流量、压力差-黑液浓度、残碱度）；设计了基于非线性机理模型的多变量约束预测控制器，能完整反映工业过程内部机理的动态数学模型，在尽可能满足约束的情况下发挥工艺的最大处 理能力和有效性，同时将被控变量尽可能控制在设定值上或是相应的容许区域内；实现洗选装置在线优化，通过选取碱回收率、蒸发的蒸汽用量以及洗涤热水用量的 经济指数，构成在线优化的目标函数。

打浆过程：建立了高浓和低浓打浆过程的数学模型（能量、比负荷-功率、通过量）；通过建立成浆质量与打浆比能量与比负荷之间的对应关系模型，建立成浆质量 指标（打浆度与湿重）的在线软测量模型（打浆、湿重-磨浆功率，浓度、流量）；高浓打浆控制对象中包含非自衡对象，为此提出了相应的预测控制策略；打浆对象可近似为多模型对象，为此我们研究并模拟人的决策思路，提出了多模型模糊加权控制策略与控制算法。

抄造过程：建立了高、中、低定量纸机的多变量动态数学模型和造纸过程通用数学模型，开发了相应的优化控制策略，对烘缸表面温度分布进行优化，得出最佳温度 分布曲线，实现烘干部最优湿度分布，网前部的浆料最优配比，多段通气系统最优控制，以及成纸定量/水份/灰份的优化控制软件。

蒸发过程：建立黑液多效蒸发系统的动态数学模型，模型中考虑了蒸汽压力波动对黑液沸点上升的影响，以及蒸汽汽室压力的动态特性，因而具有较高的准确性和较强的针对性；实现用半浓流量控制出浓液浓度，用加热蒸汽压力调节生产能力的前馈-反馈预测的黑液蒸发过程优化控制；从蒸发系统的静态模型出发，根据蒸发器 其它工作参数的测量值采用优化拟合法计算传热系数，解决了多效蒸发器的结垢诊断问题。

燃烧过程：围绕稳定安全、最高还原率、最高热效率三个主要控制目标，建立了一个包括黑液干燥、热分解、气化、氧化和还原等物理和化学过程的碱回收炉燃烧过程的动态数学模型；根据该模型设计了还原区温度自寻优控制策略，以保持还原区垫层表面温度的最优，从而提高碱回收炉的还原率；同时为了使锅炉获得最高热效率，针对以燃烧黑液为主的特点，以进风量与烟道气含氧量输入-输出数学模型为基础，设计了碱回收炉过氧量自适应跟踪控制，从而获得了碱回收炉的高热效率； 实现对黑炉的故障预测诊断。

本解决方案针对制浆造纸过程特点进行了系统而深入的研究，建立了 84 个过程模型，14 个整机（整个装置）的动态数学模型；开发了 6 个软测量软件并实现了工程化；结合制浆造纸过程特点，开发了 13 个先进控制算法，建立了 5 个在线优化系统，实现了全装置优化运行。基于上述研究成果开发完成大型造纸厂生产过程建模、控制与优化商品化工程软件，并成功应用于制浆造纸企业的蒸煮、洗选、打浆、造纸、蒸发、燃烧等装置的计算机控制系统中，达到如下指标：蒸煮过程：Kappa 偏差降低 47.88%；洗选过程：纸浆中碱液浓度降低 3.16%；打浆过程：打浆度标准差降低 50.70%；软测量平均精度 2.48%；抄造过程：纸浆水份偏差降低 61.00%；蒸发过程：蒸汽消耗量降低 6.01%，黑液处理能力提高 15.09%；燃烧过程：碱回收率提高到 92.10%，运行周期提高 28%。项目取得重大的经济效益。