

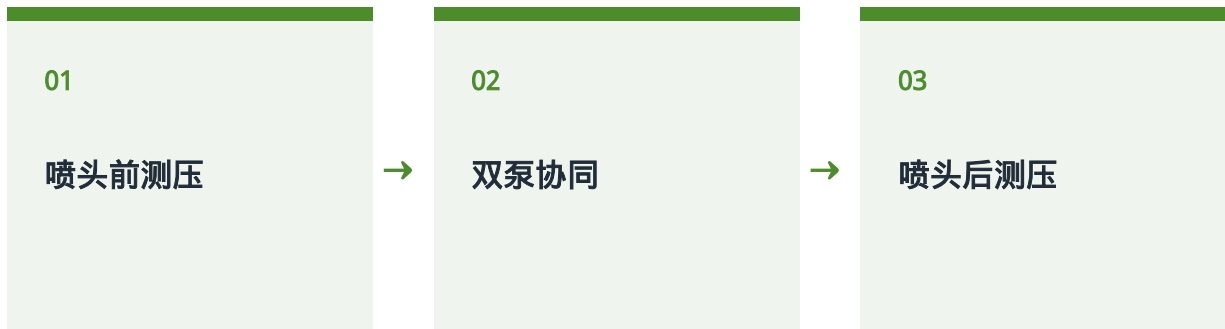
FULL-LOOP INK CIRCULATION / PRODUCT GUIDE

FCS

全循环供墨系统

双压力传感器 · 双泵 PID · 多姿态喷印

把稳定供回墨带入机器人运动轨迹



围绕喷头两端压力反馈，建立供墨、喷印、回墨闭环。

S系列支持 / 弧面、异形件与多方向喷印方案

PRODUCT CATALOGUE / 2026.09

全循环，服务多姿态喷印

FCS将供回墨循环与喷头两端的压力反馈结合，为变化姿态的喷印提供控制基础。

FCS / Full-loop Circulation System

墨液从墨桶经供墨泵到喷头进墨端，再从回墨端经回墨泵返回。两个近喷头压力测点用于双泵闭环控制。

与CCS小循环的应用侧重点

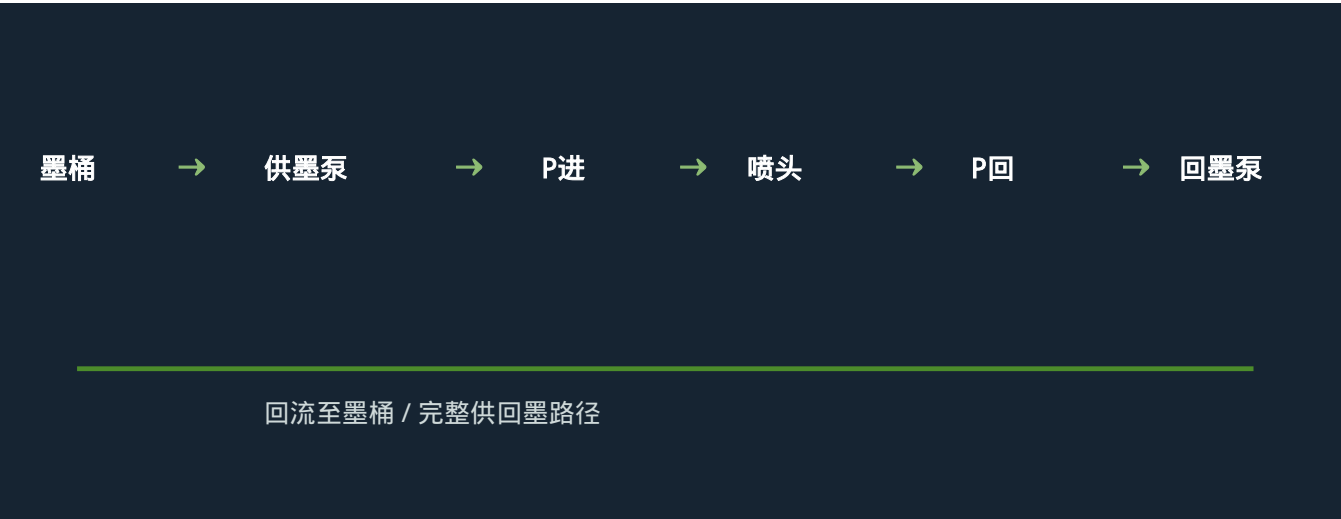
循环范围	CCS着重适配喷头的内部流路更新；FCS管理整段供回墨路径。
控制重点	FCS以喷头前、后压力及压差为反馈，协调供墨泵和回墨泵。
典型工位	FCS重点面向机械臂、旋转工装、弧面与异形件的多姿态喷印。

“全循环”指系统级供回墨回路；喷嘴背后是否循环，仍取决于所选喷头结构。

02 / 控制架构

两处测压，两路PID调节

把喷头进墨端和回墨端的压力变化，转化为可采样、可调节的控制量。



01 / INLET

供墨泵PID

依据喷头前压力反馈，调节供墨泵，使进墨压力保持在设定工作区间。

02 / RETURN

回墨泵PID

结合喷头后压力反馈，调节回墨泵，维持目标供回墨压差。

关键控制量 $\Delta P = P_{\text{进}} - P_{\text{回}}$

测点靠近喷头，有助于观察软管压损、姿态变化和动态运动造成的压力变化。实际响应仍取决于泵、管路、传感器和控制参数。

03 / 多姿态喷印

让喷头跟着工件形状改变方向

喷头不必只保持固定朝下；FCS为侧喷、倾斜、仰喷和机器人轨迹提供压力控制基础。

01 / SIDE

侧面与倾斜

面向瓶身、容器侧壁与斜面，配合工装定位及喷印距离标定。

02 / UPWARD

仰喷与反向

为特殊空间布局提供选择，须验证喷嘴负压窗口和空气进入风险。

03 / ROBOT

机械臂运动

随工件曲率变换喷头姿态；把路径、速度、加速度纳入验证。

04 / FIXTURE

旋转工装

与翻转或旋转定位工装联动，实现多面连续喷印方案。

360°姿态方案，需要整机协同验证

供回墨闭环只是基础。喷头允许的工作姿态、软管运动、喷嘴液面压力、机器人加速度、触发同步、喷印距离和固化方式，均应按应用一起确认。

面向曲面、异形件与多面产品

当工件形状改变，喷头姿态和路径可以随之规划，减少单纯依赖产品翻转。

圆柱与弧面

沿曲率保持工作距离

异形外壳

绕开凸起与遮挡区域

多面喷印

侧面、端面按路径衔接

机器人工作站

随工件姿态调整喷头

把“能运动”变成“能稳定喷”

工件与轨迹

定位精度、法向角、速度和曲率变化。

喷印与墨路

喷印距离、触发时序、压力曲线和成品质量。

最终姿态范围与线速以样机喷样及现场集成测试为准。

05 / 循环价值

持续流动，改善复杂墨液的工作状态

FCS与CCS同样利用循环降低局部沉降、气泡滞留和状态漂移的风险。

01 / PIGMENT

高颜料与白墨

持续流动减少高比重颜料在静止流路中沉降的机会。

02 / BUBBLES

气泡随回路带离

合适的循环路径可将气泡带向回路的排气与处理位置。

03 / VISCOSITY

较高黏度液体

结合适配喷头、流量及温控，扩大可测试流体的范围。

04 / UPTIME

长时间运行

供回墨持续更新，帮助维持喷头入口的供液状态。

共同机理，实际边界由喷头和墨水决定

Xaar TF等喷头内部循环技术的公开资料，可作为沉降与气泡管理机理的参考；FCS的系统回路并不等同于该喷头的喷嘴背后流路。流量、过滤、脱气和维护策略应按实际配置验证。

S系列，采用全新FCS供墨方案

将全循环供墨与S系列喷头模块组合，按任务选择幅面、解析度、速度及喷印距离。

S SERIES × FCS

S系列是FCS全循环供墨系统支持的系列机型。喷头模块和墨水方案应以具体型号与项目配置确认。

喷头模块

沿用S系列的S1、S2、S3、S4选型体系，按任务选择。

多姿态

固定工装与机器人喷印方案须逐项确认喷头姿态边界。

高喷能力

可配合相应高喷机型测试更大喷印距离。

最高 50 mm / 依型号及应用场景确定

这是适配机型的高喷应用上限方向，并非FCS供墨系统单独保证的距离。墨滴、墨水、喷头、波形、线速、基材和现场环境都影响落点与清晰度。

用真实工件验证动态喷印窗口

从静止姿态到运动轨迹逐级测试，并记录压力、喷嘴和喷印质量。

喷头与墨水	确认可用姿态、流量窗口、工作黏度和兼容材料。
压力曲线	记录P进、P回与压差在各姿态、启停和加减速中的变化。
管路布置	检查软管长度、弯曲半径、拖链运动和回墨路径。
喷印同步	联调机械臂轨迹、编码/触发、喷印距离及固化。
成品验收	对弧面、转角、长单和停喷复启样品检查清晰度。

任意方向是项目设计目标；可交付的速度、加速度与姿态范围应由整机喷样结果确定。

以工件和轨迹确定FCS配置

提供工件、墨水、喷印内容和机器人动作范围，完成系统参数与样品验证。

工件信息	材质、曲率、可达面及定位方式。
喷印任务	图文尺寸、距离、线速、精度和固化要求。
运动条件	喷头姿态范围、加速度、循环软管与安装空间。
墨液与喷头	颜料、黏度、工作温度和指定S系列模块。
验收方法	各姿态压力记录、首件、连续运行与复启样品。

技术说明

公开喷头和供墨案例支持循环与多姿态应用的通用机理；FCS架构来自法赫施产品资料，具体性能以项目测试为准。



产品咨询 0574-87296000