

AINC WHITE PAPER · V1.2 · STE SIMPLIFIED EDITION

AINC

AI-Native Control | AI 原生控制

从制造意图到制造结果，把制造决策放入可理解、可执行、可反馈的系统闭环。

发布主体

垂象智能 CHUIXIANG

文档性质

品类定义白皮书

版本

V1.2 公开发布版

1. 问题定义

今天的制造系统可以重复机床动作，但制造决策仍然大量依赖个人经验、文件传递和人工确认。

制造行业已经把“怎么运动”数字化。下一步需要把“为什么这样制造、如何验证、结果如何改进”也数字化。

PROBLEM 01

知识依赖个人

工艺经验通常存在于工程师和老师傅的判断中。经验难以跨人员复制，也难以持续积累。

PROBLEM 02

设备缺少统一语义

不同品牌、控制器和运动学结构使用不同接口。系统难以统一理解机器能力和约束。

PROBLEM 03

结果不能回流

加工状态、质量结果和异常记录没有稳定地进入下一次制造决策。

现有制造链通常是：人表达要求，CAM 生成文件，CNC 执行动作，结果由人判断。这个链条可以完成生产，但它没有形成完整的决策闭环。

2. 现有方案的边界

CNC、CAM、工业互联网和 AI Agent 都解决了重要问题。它们各自覆盖一段链路，但没有统一定义从制造意图到制造结果的完整闭环。

现有方案	已经解决什么	还缺少什么
CNC	按程序控制机床运动。	不负责理解制造意图，也不负责持续沉淀制造知识。
CAM / AI CAM	生成或优化刀路和加工文件。	输出通常仍是文件。机器语义、现场执行和结果反馈不一定闭环。
工业互联网 / MES	连接设备、数据和业务流程。	连接本身不等于制造决策，也不一定生成和验证工艺方案。
AI Agent	进行推理、规划和工具调用。	通用 Agent 不自动包含机器语义、设备授权和物理验证。

AINC 的提出不是否定这些系统。AINC 定义它们如何在制造决策闭环中协同工作。

3. AINC 提案

AINC（AI-Native Control，AI 原生控制） 是一种制造系统形态。它把制造意图、制造决策、设备执行和加工结果放在同一条信息链中。

人表达制造意图，AI 形成并验证制造方案，系统在授权和安全边界内执行任务，结果改进下一次决策。

STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4
制造意图 输入零件、材料、质量、交期、成本和设备约束。	→ 方案生成与验证 AI 理解任务，生成制造方案，并验证方案是否满足约束。	→ 受控执行 用户或授权规则批准后，系统向 CNC 提交可执行任务。	→ 结果反馈 系统记录状态、质量和异常，并改进后续决策。

这条路径由三个基础能力支撑：

机器理解	制造智能	物理反馈
系统能够用统一语义描述机器身份、能力、状态、约束、任务和结果。Machine API 是这一能力的接口方向。	系统能够理解制造意图，生成方案，执行验证，并把制造知识结构化。云端工业大脑是这一能力的概念承载形态。	系统能够连接现场设备，执行授权任务，采集加工结果，并将结果写回后续决策。边缘智能是这一能力的现场入口。

机器可信 贯穿三个基础能力：身份 · 授权 · 溯源 · 审计。它不替代功能安全、网络安全、质量认证或人工审批。

4. AINC System 的边界

AINC System 是上述能力形成完整闭环后的系统形态。具体产品可以采用不同的部署方式和技术实现。

名称	定义	判断方式
AINC System	由机器理解、制造智能和物理反馈共同形成的制造系统。	系统可以理解任务，形成并验证方案，连接设备，记录结果，并改进后续决策。
AINC Machine Node	接入 AINC System 的物理机床节点。	节点具有可验证身份、机器能力描述、边缘接入和受控执行路径。

一台接入边缘节点的机床可以成为 AINC Machine Node。只有系统形成完整闭环，才构成本文所定义的 AINC System。

5. AINC 与 CNC 的关系

系统	主要责任	边界
CNC	插补、伺服、联锁和机床运动控制。	不负责制造意图和跨任务知识闭环。
AINC	增强和辅助制造决策，连接设备并利用加工结果。	不替代 CNC 的运动控制和安全联锁责任。

AINC 不是“给 CNC 加一个 AI 功能”。AINC 关注的是控制责任的上移：从只执行程序，扩展到理解制造任务、形成决策并持续利用结果。

工程边界：AINC 不限定机床轴数。多轴、RTCP、奇异点、碰撞和后处理属于工程验证问题。它们不改变 AINC 的品类定义。AINC 也不保证加工质量或设备安全。

6. 未来展望

AINC 的最终形态是：人只表达要制造什么，以及质量、成本、交期和安全约束；AI 负责生成并验证制造方案；系统在授权边界内完成执行，并把结果用于下一次决策。

人在系统中保留目标设定、授权、例外处理和责任确认。AI 负责制造方案的生成、验证和持续改进。CNC 继续负责机床的实时运动控制和安全联锁。

阶段	系统形态	人的角色	AI 的角色
辅助决策	AI 参与工艺规划和参数建议。	审核方案并决定是否执行。	生成建议。
闭环制造智能	系统连接机器、执行任务并回写结果。	设定规则，处理例外。	生成、验证并改进制造方案。
意图驱动制造	制造任务由意图进入系统，并由系统形成可执行结果。	表达目标，授权执行，承担最终责任。	理解意图，生成方案，验证正确性，并根据结果持续优化。

这是产业演进方向，不是认证等级，也不是产品交付承诺。更细的能力分级可以用于后续产品和工程规划。

附录：能力与术语

A. AINC Capability Dimensions：N1–N6

六项能力维度用于描述 AINC System 的完整能力范围，并为后续产品和工程讨论提供统一语言。

编号	能力	简要定义
N1	智能决策	根据制造意图和约束生成或选择制造决策。
N2	边缘执行	在现场连接设备，执行授权任务并返回结果。
N3	机器语义接口	统一描述机器身份、能力、状态、约束、任务和结果。
N4	学习闭环	记录执行和质量结果，并用于后续决策。
N5	生态开放	允许第三方在接口和权限范围内提供能力。
N6	机器可信	提供身份、授权、溯源和审计能力。

B. 术语表

术语	定义
AINC	AI-Native Control，AI 原生控制。本文提出的制造系统品类名称。
AINC System	由机器理解、制造智能和物理反馈形成的完整系统形态。
AINC Machine Node	通过身份、机器语义接口和边缘运行环境接入 AINC System 的物理机床节点。
CNC	Computer Numerical Control，计算机数字控制。负责机床运动控制。
Machine API	描述机器身份、能力、状态、约束、任务和结果的语义接口。
Machine Trust Framework	围绕身份、授权、溯源和审计建立的可信能力框架。
Recipe	Manufacturing Knowledge Object 的一种实现方式，用于记录可复用的制造决策及其适用条件。

发布主体：垂象智能 CHUIXIANG

本白皮书提出 AINC（AI-Native Control，AI 原生控制）这一制造系统品类框架。本文的定义、参考模型和演进方向属于公开提案。具体产品能力、安全能力和工程适配情况以实际验证结果为准。

本文件不构成行业标准、产品认证、性能保证或加工结果质量保证。