从石头与针线，到共同创造的智能

以标准信用卡尺寸为起点，连接本地制造与全球参与

HSIMC 白皮书 - 简体中文母版
Benny (Yan) Liao - HSIMC 创办人
W0-012 - P5 联合国六语母版系统 - 2026 年 11 月 12 日

人的授权 · 本地能力 · 全球参与
在 GenAI 物理时代，不让任何一个人掉队

出版说明

这是 HSIMC 独立发布的白皮书。本文件不声称获得联合国、OpenAI、Model Context Protocol 项目、ISO、IATA、GHG Protocol、香港国际机场，或任何在外部背景资料中被引用机构的认可、认证、合作关系、标准地位或批准。

本白皮书明确区分：拟议方案、已有文档证据、模拟结果、远程模拟记录、物理参考实例结果、物理交付配置以及实际运行结果。凡尚未达到相应证据等级的主张，仍保持为拟议方案或设计目标。

标准信用卡的平面尺寸，仅作为一个人们熟悉、容易理解的物理起点。它并不表示本文提出的完整计算、通信、供电、感知和接口系统，已经被集成为一张符合 ISO/IEC 7810 全部要求的卡片。

创办人前言 - 从我们已经拥有的东西开始

我的职业生涯中，有很长一段时间都靠近这样一个临界点：一个想法不再只是图纸，而必须真正进入物理世界并经受现实条件的检验。

这些经历包括标准制定、机器视觉、工业项目、供应商协调，以及那些没有那么光鲜、却决定一个构思能否真正落地的工作：核对尺寸、找到合适的连接器、制作夹具、修正图纸、把同一个要求解释给不同工程团队，以及发现一个在软件里看似理所当然的结果，到了工厂现场却完全不是理所当然。

强大的 GenAI 到来之后，这个差距反而变得更加明显，而不是消失。

今天，模型可以以惊人的速度生成代码、图纸、分析、翻译以及多个替代方案。但物理世界依然会追问一些不能跳过的问题：现在到底有什么材料？哪台机器真的能加工？谁被允许使用这台机器？现在正在制造的是哪个版本？接口在电气上是否兼容？谁来验收结果？如果一个物理动作已经开始，而网络随后中断，会发生什么？一项工作完成以后，价值究竟由谁获得？

我越来越确信，GenAI 时代最重要的机会之一，并不只是制造更多自主机器，而是让现实世界里已经存在的能力，更容易被理解、组合、验证和复用。

这些能力到处都存在。它可能是深圳一个成熟的 UWB 团队；可能是一块 T736 计算模块和供应商已经积累的大量开发工作；可能是观塘一家老印刷厂，在远方工程团队还没有开完会议之前，就能先做出一个精准标记或夹具；可能是一台能够放置导电线的刺绣机；也可能是一位熟悉酒店复杂交接流程的本地工作人员；还可能只是一个小作坊，拥有一台激光打标机、一台相机、一卷铜箔、一堆包装材料、一台缝纫机，或者仅仅掌握一种可以稳定重复完成一件事的方法。

真正的挑战，不是假装这些能力都一样。真正的挑战，是给每一项贡献划出清楚的边界：它能做什么、在什么条件下能做、谁拥有 Authority、另一个团队怎样请求这项能力，以及什么 Evidence 足以证明结果成立。

这也是为什么这本白皮书从“石头”和“针线”开始。

石头代表那些已经存在的材料——有些仍有价值，有些已经被丢弃，有些甚至连状态都没有被清楚描述。针线代表人们熟悉的技能和普通机器；当它们与导电材料、电子模块和明确接口组合以后，就可能获得新的功能。信用卡尺寸的起点，则代表一种人人都能立即理解的物理尺度：足够小，可以拿在手里、打印、携带、附着和讨论；而它背后的“智能”可以继续分布在本地功能表面、电子模块、边缘计算、现有设备和云服务中。

然后，本白皮书把视野向外展开。它追问：当模型和工具越来越强时，人怎样继续保有 Authority？MCP 的 Stateless 协议方向，怎样帮助全球协作，同时不抹去现实世界中的状态？硬件和软件团队怎样在最终硬件发货之前就同时开始？同一个功能怎样被不同 maker 复现？价值怎样衡量而不重复计算？一个成功的 reference result，又怎样逐步成熟为 shared specification，而不是轻率地把自己称作“标准”？

贯穿这些问题的原则非常简单：

在明确的地点和时间、约定的条件下，由明确的负责方完成一个定义清楚的结果，并以 Evidence 验证。

我相信，这件事在经济、技术和社会三个层面都很重要。

在经济上，它可以缩短从 GenAI 方案到客户真正能够使用或购买的结果之间的距离。技术上，它让不同领域的专业人员可以围绕同一个边界并行工作，而不是等待一个庞大、单体式产品团队把所有事情都做完。社会上，它给个人和小型组织提供了一条参与路径：他们可以贡献一个有用功能，而不必先把自己变成软件平台，或建成一座完全自动化的工厂。

这就是本文件所说的 **“在 GenAI 物理时代，不让任何一个人掉队”**。它并不是说技术会自动带来包容，而是把包容当成一个设计要求：参与应该容易理解；Authority 应该可见；贡献应该能够归属；Evidence 应该随结果一起流转；价值也不应该消失在贡献者无法查看、无法理解的系统里。

作为 HSIMC 的创办人，我的角色并不是宣称所有问题都已经解决。我的责任，是帮助定义接口，把互补能力组织在一起，坚持证据边界，并持续推动系统从“计划”走向“经过测试的结果”。

因此，我们的邀请刻意保持非常务实：

带来你已有的能力。
交付一个别人能够复现的功能。
衡量一个真正有用的结果。
让 GenAI 方案成为真实价值——从此刻、此地，连接全球。 - **Benny (Yan) Liao**
Founder, HSIMC
2026 年 11 月 12 日

执行摘要

生成式 AI 已经能够以惊人的速度产生设计、代码、说明、分析和替代方案，但物理世界有自己的节奏。一个真正有用的结果，仍然依赖材料、机器、工具、人员、空间、时间、权限、安全、制造限制，以及一套清楚的方法来判断结果是否可接受。

OpenAI 于 2026 年 11 月 3 日发布的 *Accelerating engineering for the physical world*，描述了机械设计、电子、软件、仿真与制造方面的进展，并明确邀请工程师、工程公司和软件厂商围绕真实工具与真实问题参与这项工作。HSIMC 对此提出一条独立的互补路线：让现实世界里已经存在的能力，更容易被发现、组合、验证和跨团队、跨网络、跨地点复用。

最基本的单位刻意保持简单：**在明确的地点和时间、约定的条件下，由明确的负责方完成一个定义清楚的结果，并以 Evidence 验证**。 这个结果可以是一件样品、一份加工后的材料、一个完成检查的零件、一个被存入指定位置的物品、一次完成的交接、一份正式发布的软件 build，或一次受到控制的物理动作。目标不是自动化一切，而是缩短从 GenAI 方案到现实世界中一个有用、可追责变化之间的距离。

这本白皮书从人们已经拥有的东西开始。标准信用卡的平面尺寸被用作一个熟悉的物理参考，但它并不是“完整电脑已经被压缩成银行卡形态”的证据。智能可以分布在印刷或纺织功能表面、小型电子模块、边缘计算节点、现有机器和云服务之间。这样，不同贡献者就能围绕同一套接口和验收条件，分别交付不同功能。

因此，熟悉的材料和工具非常重要。建筑材料流可以被探索成新的部件用途；当导电线、缝纫和刺绣与合适的电子模块和测试方法结合时，可以变成受控的放置工艺；印刷可以生成定位标记、标签、电极、接口和功能表面。本地小作坊可以贡献夹具，工程师可以贡献算法，另一个团队可以贡献相机适配器、UWB Profile 或测试程序。贡献应该小到容易理解，同时强到能够复现：**一个功能，具备清楚的输入与输出、条件、责任、版本和验收 Evidence**。

HSIMC 围绕 **Resource、Authority 和 Evidence** 组织协作。Resource 是正在讨论的现实世界人、地点、机器、材料、库存位置、服务或其他能力。Authority 描述谁可以发现、读取、贡献、预留、配置、执行、停止、接受、释放或管理一项能力。Evidence 描述已经观察、测试、交付、接受或拒绝了什么，并保存足够的版本和来源信息，让另一方能够理解结果。

这些业务概念与 Model Context Protocol 的术语并不相同。在 MCP 中，tools 是可调用操作，resources 是向客户端提供数据或上下文的协议原语。2026 年 7 月 28 日版本把 MCP 推向 Stateless 协议核心：请求本身携带理解调用所需的上下文，需要跨请求持续存在的应用状态则通过显式标识引用，而不是隐藏在 transport session 里。HSIMC 采用这一工程思想，但并不假装物理世界“没有状态”。设备状态、Work 预留、custody、Authority、operation receipt、支付和 Evidence 都必须持续存在。

因此得到一个非常重要的原则：**无状态请求；现实责任持续存在**。 新工程师可以从另一个客户端、另一台设备、另一个网络加入，而不依赖隐藏的对话记忆；与此同时，物理工作仍与明确身份和记录绑定。重试不能制造第二次物理副作用；历史 operation receipt 不能被误认为 fresh observation；公开 QR 或 NFC 入口不能默默授予设备控制 Authority；取消请求也不能在物理执行器真正确认停止之前，被报告成“设备已经停下”。

当前最短硬件路线沿用已经积累大量工程资产的 T736 模块。路线是：**云端模拟与应用开发 -> 硬件和接口并行推进 -> 远程参考板验证 -> 配置冻结 -> 发货 -> 本地绑定、恢复与持续运行**。 这样，软件、硬件、工艺和本地制造可以围绕共同契约并行开始。

工程 Evidence 边界继续明确。C0-005 是文档硬件基线；C0-007 是来源已核验的模拟器；C0-008 保存了 2026 年 11 月 10 日的 14/14 Azure 远程模拟检查记录。那次记录中，真实 T736 不可达；H0-001 也没有进行新的实机探测。卡片尺寸硬件仍然只是设计目标。这些记录可以维持工程连续性，但不能被解释成真实板卡验收或已完成产品证明。

第一项建议的共同功能是样品对位与检查。一个团队可以制作有版本的印刷样品或夹具，另一个团队可以围绕固定输入开发图像处理；之后再把真实相机和 T736 执行目标通过适配器绑定进来，第二个地点再独立复现同一功

能。产品指标不只看“一次 Demo 是否成功”，还要看另一个团队多快能复现，以及过程中有多少隐藏知识必须被澄清。

同一协作方法可以用于 **Make、Move、Assist**，但不同场景的物理安全边界必须分开。小工厂可能只需要低频地把材料从仓库送到机器，再送到临时储位，最后交给第三方物流。机场—酒店概念可以把 RoomReady、BagReady 与 GuestReady 分开，而不是把“配送”视作一个单一事件。空手推车可以被研究成一个空间释放问题。辅助移动可以复用一些接口与 Evidence 方法，但货运结果绝不能被用来验证轮椅或其他载人应用。

价值也不能用一个膨胀的数字来表示，而要使用独立账本。现金结果记录实际收入、经验证的现金支出减少，以及新增运营支出；释放能力结果记录时间、吞吐、等待、准备工作和能够多完成多少 Work；用户和服务结果记录时间、选择权、可达性与其他服务影响；环境与材料结果记录真实材料流、能源和生命周期边界；治理结果记录 Authority、验收、custody、Evidence 质量、争议与恢复。到了网络层，还要抵销内部转移，避免一方付款给另一方时把同一笔价值重复算成两次“新增价值”。

联合国 17 个可持续发展目标提供的是结果观察框架，而不是一套 Logo。对白皮书而言，最直接的初始关联集中在技能与学习、体面工作与小企业、包容性的产业与创新、减少不平等、负责任消费与生产，以及伙伴关系。其他目标只有在具体应用中、且存在相应 Evidence 时才成立。**SDG 相关性不等于 SDG 已实现。ESG 意图不等于 ESG 表现。一个 Work 的 Evidence 也不等于整个平台的 Evidence。**

“不让任何一个人掉队”因此变成一个运营问题：谁能参加、谁不能参加、为什么？谁拥有 Authority？谁贡献了无偿劳动？谁获得现金价值？谁承担新的风险？那些没有首选语言、设备、账号或技能的人，是否仍有替代参与路径？

最后，本白皮书说明 reference work 如何逐渐成熟为 shared specification。一次成功 Demo 并不是标准。成熟路径是：**观察 -> reference method -> versioned profile -> conformance method -> independent implementations -> shared specification -> 在有必要时进入正式标准化。** 正式标准需要适当的标准化程序和多方共识；HSIMC 的 reference method 和 compatibility profile 不能因为有用，就自行被称为国际标准。

这个网络可以从一个很小的贡献开始。参与者可以带来一份材料样品、一种缝纫或印刷工艺、一小时机器时间、一个夹具、一张相机图像、一个适配器、一个本地测试地点、一段算法、一套检查方法，或一个已经被服务方接受的服务时段。没有 API 的人也可以参加。最小而有用的贡献可以只是：一个功能、一件样品、一页工艺说明、一套验收方法、一份 Authority 声明，以及真实的时间/成本 Evidence。

邀请是：

带来你已有的能力。
交付一个别人能够复现的功能。
衡量一个真正有用的结果。
让 GenAI 方案成为真实价值——从此刻、此地，连接全球。

如何阅读本白皮书

这本白皮书面向不同类型的读者，因此每个人可以从不同位置进入。

如果你是企业或运营负责人，建议从 Part I 和 Part V 开始。它们解释数字计划与现实结果之间的距离、全书采用的 Work 单元，以及现金、释放能力、ESG 影响和分配结果如何衡量。

如果你是 maker、小型制造商或本地服务提供者，建议从 Part II 和 Appendix G 开始。它们说明普通材料、机器和技能，怎样在不要求你先建设完整软件平台或工厂级自动化系统的前提下，被描述成边界清晰的 Capability。

如果你是软件、AI 或 MCP 工程师，建议从 Part III 和 Part IV 开始。它们区分 Human Authority 与协议授权、HSIMC Resource 与 MCP resource、fresh observation 与 operation receipt，以及 Stateless 协议行为与持续存在的业务/物理状态。

如果你是硬件工程师或供应商，建议从 Part IV 和 Appendices C-E 开始。它们描述共同契约、Evidence Gate、T736 作为当前最短参考路线、可替换适配器、配置冻结以及第二地点复现。

如果你来自公共机构、ESG 团队、大学或发展合作组织，建议从 Part V、Appendix A 和 Appendix B 开始。它们展示怎样映射全部 17 个 SDG，同时不在缺乏 Evidence 时宣称“已经实现”，以及怎样把环境、社会和治理 Evidence 与营销语言分开。

如果你正在考虑加入这个网络，建议从 Part VI 和 Appendix G 开始。你不需要带着一个完整产品加入；一个真实任务，或一个可复现 Capability，就足够开始。

全书使用的 Evidence labels 在 Appendix F 中定义。版本与出版状态记录在书末，方便读者区分拟议方案、模拟、远程模拟、物理参考实例、物理交付配置和实际运行结果。

统一目录

前置部分 - 人前言：我已有的西始 - 执行摘要 - 如何阅读本白皮书

Part I - 机会：让智能进入日常制造 - Chapter 1 - 答案果之的距 - Chapter 2 - 以信用卡尺寸为起点 - Chapter 3 - 在 GenAI 物理时代，不让任何一个人掉队

Part II - 起始材料：人们已经懂得和拥有的东西 - Chapter 4 - 石的第二次生命 - Chapter 5 - 从针线到接口 - Chapter 6 - 从工艺经验到可复现 Capability

Part III - 作模型：People、 Tools、 Resources 与 Evidence - Chapter 7 - 人拥有 Authority - Chapter 8 - Tools、 Resources 与共同契约 - Chapter 9 - Stateless 请求，可追责结果

Part IV - 工程路径：共同开发，在现实中验证 - Chapter 10 - 硬件前就开始共同开发 - Chapter 11 - T736 参考路线 - Chapter 12 - 一个功能，多方共同完成

Part V - 价值：有用结果与可衡量的参与 - Chapter 13 - 现实旅程： Make、 Move、 Assist - Chapter 14 - 衡量价值，避免重复计算 - Chapter 15 - 十七个目标，具体贡献

Part VI - 邀请：由已有能力构成的全球网络 - Chapter 16 - 互能力成的开放网络 - Chapter 17 - 从参考结果到共同规范 - Chapter 18 - □ AI 成为现实的邀请

附录 - Appendix A - 17 个 SDG：相关性、贡献、 Evidence 与局限 - Appendix B - ESG 衡量框架 - Appendix C - Common Capability Contract - Appendix D - 物理接口与材料 Profile - Appendix E - Reference Engineering 与验收路线图 - Appendix F - Evidence Register 与来源说明 - Appendix G - 参与指南 - Appendix H - 多言 - 术语表 - 参考文献与 Source Register - Version and Evidence Register

Part I - 机会：让智能进入日常制造

Part I 概览

生成式 AI 能以越来越让物理世界难以追上的速度生成计划、代码、图纸、分析和替代方案。但材料仍要被找到，机器仍必须真的可用，夹具必须装得上，执行者必须拥有 Authority，结果仍要被接受、修复、交接、付款或拒绝。本白皮书所描述的机会，是让这些现实能力更容易被发现、组合和验证，同时不假装现实世界已经没有摩擦。

Part I 建立三个命题。

第一，答案与现实结果之间的距离不是暂时的不便，而是一个新的设计空间。当 AI 不只面对抽象计划，而能与明确的物理约束、负责方和 Evidence 一起工作时，工程、制造和服务工作的价值会进一步提高。

第二，一个人们熟悉的信用卡尺寸，可以成为务实的参与起点。这并不意味着所有功能都必须压缩进一张卡片，而是意味着一个小型、便携、容易理解的入口，可以连接印刷品、NFC 或 QR、本地电子模块、计算节点、现有机器和云服务。智能可以分布在不同层次，入口仍然保持可理解。

第三，广泛参与需要的不只是“接触到技术”，还需要 Authority、有意义的贡献，以及公平确认价值的方法。联合国“不让任何一个人掉队”的承诺提供了一个重要的人本原则：识别谁被排除、理解原因、让他们能够有意义地参与，并让责任保持可见。HSIMC 把这个原则用于 GenAI 物理时代的一个新问题：**谁能够帮助把计划变成有用 Capability？在什么条件下？所创造的价值又由谁分享？**

因此，后面的章节并不是产品规格书，而是在建立一套协作模型的基础；这套模型将通过材料、制造、工程、物流和现实执行来检验。

Chapter 1 - 答案与现实结果之间的距离

1.1 数字答案背后的物理工作

模型可以在几秒钟内回答问题。它可以提出电路、生成代码、比较材料、画出图纸、建议工艺路线，或生成一套测试方案。但这些输出本身都不是物理结果。

一个真正有用的物理结果，仍然依赖很多提示词里往往没有的信息：- 实际材料的牌号、厚度、含水率、表面状态或损伤情况；- 当地真正可用的机器、控制器、固件和工装；- 夹具或连接器的尺寸与公差；- 执行操作人员的技能和可用时间；- 现场空间、进入时段和安全规则；- 是否有权使用 Resource、修改物件或移动资产；- 当前库存、供电、网络或运输状态；- 以及结果怎样被检查和验收。

数字工作会隐藏大量物理劳动，因此我们很容易低估答案与现实结果之间的距离。一个 PDF 可以在任何人真正拿起一张纸之前就已经有几千页；几千个 QR 可以在任何人裁切、覆膜、冲卡或粘贴之前就已经生成；PCB 可以在工厂确认层叠、铜厚、钻孔极限和元件可得性之前就画完；仓库优化方案也可以在任何人确认通道是否畅通、地台板是否结构完好之前就完成。

这个 gap 并不是 AI 失败的证据，而是说明下一阶段的工程问题已经改变。

问题不再只是：**“模型能不能提出一个看起来合理的方案？”** 越来越重要的问题是：**“这个方案能不能连接到真实 Resource、真实 Authority、真实约束，以及一个可以验证的结果？”**

这正是 HSIMC 所面对的机会。

结果不仅仅是一个动作

本白皮书刻意使用一个非常具体的 Work 单元：

在明确的地点和时间、约定的条件下，由明确的负责方完成一个定义清楚的结果，并以 Evidence 验证。

结果可能是：- 一件按约定几何尺寸切割的样品；- 一个被放置在规定对位公差内的印刷标记；- 一种完成电气性能测量的导电纺织图案；- 一批材料从储位转移到机器；- 成品被放进一个明确标识的临时位置；- 行李在约定时间窗口内完成交接；- 空手推车被移出受限的旅客区域；- 或依据一个有版本的检验方法完成并记录一次检查。

这个定义刻意不限定工作究竟由人、机器、机器人、服务提供者还是它们的组合来完成。自动化只是可能的 Capability 之一，它不是价值本身的定义。

价值存在于**被接受的状态变化**。

1.2 十一月的工程邀请

2026 年 11 月 3 日，OpenAI 发布 *Accelerating engineering for the physical world*，介绍 AI 模型怎样支持机械设计、电气工程、软件、仿真以及端到端系统设计。文章特别强调，工程师必须把专业工具、制造要求以及跨学科变化组织在一起，并邀请工程师、工程组织与软件厂商围绕真实问题和真实工具共同塑造这项工作。

HSIMC 把这篇文章视为一个重要的工程信号，而不是 OpenAI 对 HSIMC 或本白皮书提案的认可。

互补机会非常清楚：前沿模型在设计和分析方面会越来越强，而把结果真正做出来所需的大量 Resource，仍然是本地的、分散的，并且很难用另一团队可以安全使用的方式描述出来。

一个小作坊可能拥有：- 一台激光切割机，却没有标准化 Capability Profile；- 一台缝纫机或刺绣机，却没有共同认可的电子测试方法；- 一台能做功能标记的打印设备，却没有版本化的对位程序；- 一台 CNC，而操作员对机器真实极限的理解比公开宣传册更准确；- 一盒可以复用的标签或材料，但当前状态只有一个人知道；- 一个非常有用、却只存在于实物中的夹具；- 或一个可靠的本地供应商，但它完全没有 API。

另一方面，一个全球工程团队可能拥有很强的代码、仿真与分析能力，却没有快速接入这些现实 Capability 的路径。

因此，机会不只是让 AI 更懂工程，也是让工程 Capability 更容易被 AI 和其他人理解。

从隐藏能力到可使用的贡献

一项 Capability 如果要跨团队产生价值，至少要回答五个问题：

1. **它能做什么?**
   功能、输入、输出和运行条件。
2. **它在哪里、什么时候可用?**
   地点、时间窗口、准备要求和当前状态。
3. **谁负责?**
   谁能够接受 Work，并在条件变化时作出响应。
4. **谁拥有 Authority?**
   谁可以查看数据、预留能力、操作设备、改变设定、释放结果或取消 Work。
5. **结果怎样被检查?**
   哪些 Evidence、测试、测量、检查或交接，能把“做过一件事”变成“一个被接受的结果”。

这些问题对一位只有缝纫机的人和一座大型自动化工厂同样重要。

因此 HSIMC 的工作模型围绕 **Resource、Authority、Evidence** 建立。- **Resource** 描述现实中存在什么，以及在什么条件下它可能有用；- **Authority** 描述谁可以决定、操作、分享、接受或撤回；- **Evidence** 描述实际观察、测试、交付或拒绝了什么。

这套模型刻意兼容“不完美的现实”。一个 Resource 可以已经登记却暂时不可用；一台机器原则上有某项能力，但在某个具体配置上还没有验证；一个文件已经存在，但实物实现仍未测试；一位专家只有很窄的时间窗口；一个本地供应商即使没有复杂软件系统，也仍能通过结构化 handoff 贡献价值。

这种弹性非常重要，因为大部分物理世界一开始都不是一个干净的 digital twin。

1.3 第一条设计原则：让下一步可以执行

最有价值的 AI 输出，往往不是一个巨大的完整总计划，而是另一个参与方现在真正能够执行的下一步。

例如，一个印刷样品需要完成对位和检查。

全球模型可以提出对位图案；本地印刷厂制作样品；夹具 maker 定义机械基准；视觉工程师编写 locate_marks 函数；相机集成人员接入真实设备；第二个作坊再独立复现测试。这些贡献者没有任何一个需要拥有整个系统。

当它们通过共同契约连接起来，协作才真正有价值：- 已知输入图像或真实相机 frame；- 已知图案版本；- 坐标系与单位；- 预期输出字段；- 可接受错误情况；- 标定状态；- 软件版本；- Evidence 文件或回执。

第一个作坊可能只交付印刷目标和夹具。如果这项贡献容易理解而且可以复现，这就已经足够。

这就是项目邀请更深层的含义：

带来你已有的能力。交付一个别人能够复现的功能。

它降低了有价值参与的门槛，同时提高交接质量。

为什么"现在"很重要

物理世界一直都存在分布式 Capability。GenAI 时代真正改变的，是围绕这些 Capability 进行设计、解释、编码、翻译与协调的速度。

本地作坊不再需要先准备一整套国际产品目录，远程工程师才有可能理解它能贡献什么。模型可以帮助翻译技术说明、生成接口示例、结构化测试计划、比较替代方案。远程团队可以在硬件仍在准备时先从模拟器开始。Evidence 也可以以另一个团队能够审阅的方式回传。

这不会消灭本地工作，反而会提高那些**能够被清楚描述的本地工作**的价值。

竞争变量开始从 **"谁能把单件做得最便宜？"** 转向一个更丰富的问题：

"谁能在正确的地点和时间提供正确的 Capability，并完成可靠交接和快速迭代？"

低成本在许多市场仍然很重要。但对原型、维修、定制、现场集成、紧急替换、小批量和本地服务来说，速度与协调本身就可能决定经济价值。

这种变化在高密度工业环境中特别明显：当地成熟设施往往早已具备印刷、激光加工、装配、包装和维修能力。机会是让这些设施连接到新的工程需求，而不是要求每个参与者先变成一家 full-stack 科技公司。

1.4 本白皮书不主张什么

一个可信的物理世界计划，必须同时说明什么还没有被证明。

本白皮书不声称：- 每个本地作坊都能安全生产电子产品；- 每种再生材料一定更环保；- 每种缝纫或印刷工艺都能变成电子制造工艺；- 每次 QR 或 NFC 交互都自动授权物理控制；- UWB 定位会自动让运动变得安全；- 模拟器结果可以证明真实设备行为；- 一次货运成功可以验证载人系统；- 信用卡尺寸概念已经等于一台卡片厚度的完整电脑；- 只要网站列出潜在 Resource，就等于已经形成全球网络。

我们提出的是一套推进方法：从 **拟议** → **已有文档证据** → **已模拟** → **已测量** → **已独立复现** → **已商业验收**，并在每一步保留真实 Evidence 等级。

这种 Evidence discipline 是整个机会的核心，因为它让雄心与工程可信度能够同时存在。

Chapter 2 - 以信用卡尺寸为起点

2.1 熟悉的平面尺寸，以及明确的设计目标

标准信用卡是日常生活中最熟悉的工程物件之一。ISO/IEC 7810 的 ID-1 格式名义尺寸为 85.60 mm × 53.98 mm。完整标准还包括平面尺寸以外的物理特性，因此本白皮书把这个尺寸作为**设计参考**，而不是声称每一种拟议设备已经符合完整卡片标准。

为什么从这里开始?

因为熟悉的物理尺度有很强的沟通力量。

人们可以马上想象：- 把它随身携带；- 固定到另一个物体上；- 放进钱包、包装或夹具；- 在上面印刷；- 加入 QR；- 嵌入 NFC inlay；- 与其他层叠加；- 把它作为身份与服务入口。

信用卡尺寸的起点，让抽象的基础设施讨论变成一个人可以拿在手中的东西。

但设计原则不是 **“把所有东西都塞进一张卡片。”**

而是：**“让入口小到足够容易理解，同时允许背后的 Capability 分布在不同地方。”**

这个区别防止 form factor 变成噱头。

2.2 卡片是入口，不是整台机器

整个物理堆栈可以理解为多个层次。

Layer A - 可见入口

它可以是一张印刷卡、标签、tag、patch、plate 或纺织表面。它可以承载：- 人类可读身份；- QR 入口；- NFC 入口；- 对位标记；- 使用说明；- 产品或 Resource 引用；- 版本或批次标记。

这些内容可以用成熟的本地工艺生产，不需要在同一个载体中放入完整计算系统。

Layer B - 功能表面或接口

这一层可以增加：- 导电线；- 印刷电极；- 简单天线；- 柔性导体；- 传感接点；- 连接器或 breakout；- 机械定位结构。

目的不是把传统工艺浪漫化，而是判断一种熟悉工艺是否能交付一个**可测量的功能**。

例如，导电刺绣可以形成天线几何，但最终仍需要兼容芯片或模块、电气匹配和测试；印刷可以生成标记或电极，但它的电气/光学性能仍取决于材料、几何和工艺控制。

当 maker 的功能与系统其他部分被分开描述时，他的贡献价值会更清楚。

Layer C - 电子模块

现成电子模块可以提供本地 maker 不需要重复发明的功能，例如：- NFC 或 RFID 接口；- UWB 测距或定位；- 相机或传感器输入；- USB 或串口转换；- 安全存储；- 无线连接；- 电源调理。

良好的架构应让这些模块可以替换、可以测试，而不是永久地与某一种单一工艺纠缠在一起。

Layer D - 本地计算节点

HSIMC 当前工程路线以 T736 系列作为便携计算与物理接口节点的最短参考路径。现有项目 Evidence 支持的是文档硬件基线和基于模拟器的工程路线，还不能证明一个已经完成的信用卡尺寸产品。

这个节点的角色比“手机”更宽。它可以作为：- 便携团队节点；- 桌面本地服务器；- 嵌入式接口节点；- 现有设备与云服务之间的 gateway；- 本地 Evidence 采集器；- 适配器和受限功能的 Runtime。

它的价值来自共同接口和工程工作流，而不是外壳上贴了什么产品名称。

Layer E - 现有设备与云端 Capability

卡片或本地节点可以连接：- 现有打印机；- 激光机；- 缝纫或刺绣机；- 相机；- 条码或 RFID 读写器；- UWB 模块；- 机器控制器；- 仓储位置；- 远程工程工作空间；- 云端模型或服务。

这就是一个很小的物理入口怎样打开一个更大 Capability 的地方。

2.3 为什么分布式智能很重要

物理世界存在大量已经成熟、但从未为现代 GenAI 工作流设计的机器。

把它们全部替换，在经济上和环境上都不现实。

更务实的做法，是把以下几层拆开：- 稳定的物理 Capability；- 可替换接口；- 本地计算与控制边界；- 远程模型或工作流；- 人对它们的使用 Authority。

这样可以增量地加入新的智能。

一台 20 年前的机器，可以继续完成它原本已经做得很好的运动；一个新适配器只暴露少量安全操作；T736 级节点可以转换数据、保存本地状态或连接相机；远程模型帮助生成设置或检查结果；现场人员继续对本地 Authority 和异常处理负责。

因此，这套架构把**现有事物看成潜在 Capability**，而不是等着被淘汰的旧基础设施。

这对小企业和本地 maker 尤其重要。他们的竞争优势往往不在专有数字平台，而在距离近、经验实、能使用设备、反应快，以及能够在已知约束中灵活解决问题。

真正的挑战，是把这种 tacit capability 变成另一个团队可以依赖的东西。

2.4 从石头到有用部件

标题中的“石头”并不是说建筑废料可以直接变成电子产品，而是代表本地制造最基础的一个问题：

当我们理解一种现有材料的来源、属性和加工条件以后，它能够承担什么有用功能?

来自建筑或制造的材料流可能包含矿物、聚合物、木材、金属或混合成分。每一种都需要独立的表征方法和合适的处理路线。负责任的项目不会只给某件东西贴上“recycled”标签，就假定环境论证已经完成。

有用的流程是：

在合理可行的范围内确认来源与组成；

定义预期功能；

按有版本的方法加工样品；

测量相关性能；

记录 yield、废料、能源、人工和成本；

与 baseline 方案比较；

决定材料是否适合该功能。

材料可以被用于：- 夹具本体；- 非电气结构板；- 展示或信息表面；- 保护部件；- 样品基材；- 包装；- 临时 jig；- 复合材料成分。

关键不是“可能用途很多”，而是每一种用途都能变成带 Evidence 的明确 Capability。

这就是一种“普通”材料怎样进入智能生产网络。

2.5 从针线到功能层

“针线”代表另一条路线：把人们熟悉的技能转化为可测量的技术贡献。

缝纫和刺绣是高度分布式 Capability：大型工厂、小作坊、学校、家庭和社区都可能具备。导电线则让人有机会用已经广泛存在的设备与技能探索电气图案。

贡献可能包括：- 刺绣天线几何；- 导电路径；- 可穿戴接点；- 缝制传感接口；- 小型电子模块的可重复放置方法。

但本白皮书刻意区分**做出图案**与**证明电子性能**。

maker 可能能够高度一致地复现针迹密度和几何；RF 工程师可能负责阻抗与天线性能；电子伙伴提供兼容芯片；另一个团队测试弯折或清洗后的耐久性。

这正是 GenAI 可以帮助协调的多方工程。

网络不要求一个人什么都会，而要求大家对“结果是什么”有共同定义，并在贡献者之间建立可靠 handoff。

2.6 卡片作为与物理世界的契约入口

卡片最终最重要的功能，可能既不是计算，也不是身份识别，而是**协调**。

一张物理卡片或 tag 可以指向一个持续存在的 Resource identity。获得授权的用户或 agent 可以进一步知道：- 这是什么；- 谁负责；- 有哪些 Capability；- 哪些文档是当前版本；- 已有什么 Evidence；- 可以请求哪些动作；- 需要什么权限；- 哪些 Work 正在进行。

物理入口保持简单，而入口背后的责任关系必须明确。

这也是 QR 和 NFC 有用但不充分的原因：它们解决发现和近距离交互，却不会自动解决 Authority、freshness、安全与 accountability。

因此，卡片是更大 Capability 的**前门**，而不是 Capability 本身。

Chapter 3 - 在 GenAI 物理时代，不让任何一个人掉队

3.1 技术转型中的人本原则

联合国 2030 Agenda 把 17 个可持续发展目标和 169 个 targets 定义为相互关联、不可分割，并承诺“不让任何一个人掉队”，优先触达那些落在最后的人。联合国发展系统的相关指引进一步把 Leave No One Behind 视为核心的转型承诺，强调识别谁被排除、为什么被排除，让其有意义地参与，并保持 accountability。

本白皮书并不声称 HSIMC 代表联合国，也不声称每一项项目活动都推进全部 SDG。

我们只是借鉴这个原则，提出一个很实际的问题：

当 GenAI 进入物理经济，谁获得参与新生产体系的能力？谁可能被留在体系之外？

这个问题重要，是因为技术变迁即使降低信息成本，也可能进一步集中 Capability。

一个人可能已经可以使用强大的 AI 模型，却仍缺少：- 机器；- 安全工作空间；- 在供应网络中被认可的身份；- 工装资金；- 语言可达性；- 稳定网络；- 证明质量的方法；- 获得有偿 Work 的渠道；- 对相关数据或设备的 Authority。

反过来，一个人也可能拥有很有价值的物理 Capability，却没有简单方法把它暴露给全球工程工作流。

裁缝可能掌握稳定重复的纺织生产，却从不把它描述成工程服务；退休技师可能比说明书更懂一台机器；小印刷店可能当天就做出一个对工程师很有价值的功能样品，而海外更便宜的批量货要几周后才到；现场人员可能知道某块地台板、某条走廊或某个夹具并不安全，即使数字计划说它“应该没问题”。

这些人不是“非技术人员”。他们拥有的 Capability，往往只是没有被数字系统识别。

3.2 参与不等于获得账号

给一个人 login 并不会自动产生有意义的参与。

有意义的参与至少需要四件事。

1. 参与者能理解 Work

任务必须用参与者能够理解的语言和形式表达。需要技术细节时可以深入，但第一层接口必须让预期结果清楚可懂。

这也是项目采用分层出版的原因之一：卡片、简要版、摘要和完整白皮书对应不同阅读深度。

同样原则也适用于工程：机器操作员需要知道验收条件；硬件工程师需要电气极限；软件工程师需要 function contract；客户需要知道结果、时间、价格与责任。

2. 参与者可以决定是否加入

Authority 必须保持可见。

Resource 可以被发现，并不表示别人可以使用；一个人的资料被列出，并不表示他已经接受 Work；机器技术上能做，不代表允许远程控制；文档可以阅读，也不代表有 Authority 修改物理系统。

因此 HSIMC 把 **Resource** 与 **Authority** 分开。

3. 贡献可以被识别与验证

贡献应留下可归属到负责方和版本的 Evidence。

Evidence 可以是：- 样品；- 测量结果；- 照片；- 机器日志；- code commit；- 测试报告；- handover receipt；- 检查结果；- 签署验收；- 可复现程序。

这很重要，因为不可见的工作最容易被低估。

4. 参与者能够分享价值

如果没有公平价值分配，“参与”可能只是另一种 extraction。

因此项目区分：- 有偿 Work；- 捐赠或赞助贡献；- 研究参与；- 实物材料；- 共享基础设施；- 智力贡献；- 未来商业权利。

不同项目不需要完全相同的条款，但必须明确到让参与者知道自己贡献了什么、可能获得什么。

3.3 Stateless 协作，持续现实责任

2026 年 7 月 28 日 MCP 规范引入 Stateless protocol core。实际含义是，每个请求可以携带处理它所需的信息，而不是依赖隐藏在 transport session 中的状态；如果应用需要跨请求保留状态，可以使用显式 handle 或 identifier。

这为全球工程协作提供了很强的基础。

工程师可以换一个 client 重新连接；请求可以通过可扩展基础设施路由；tool/resource catalog 可以发现和缓存；工作流不必依赖一个脆弱的长连接 session。

但 Stateless transport 不会消除现实责任。

物理系统仍然需要持续记录：- Resource identity；- 设备状态；- reservations；- work orders；- custody；- operation receipts；- authorization；- Evidence；- payment；- exceptions 与 recovery。

因此设计原则是：

Stateless request；现实责任持续存在。

这种拆分也有助于包容，因为参与不再被锁定在一段隐藏对话或某一个 client session 里。新团队只要在 Authority 范围内取得明确 Work，就能理解已经发生了什么并继续工作。

它同样保护参与者：历史 receipt 不能假装成 fresh observation；retry 不能产生第二次物理动作；过期权限不能静默复用；公开 Resource 描述不能自动授予设备控制权。

这就是可扩展协议怎样支持 accountability，而不是削弱它。

3.4 Human Authority · Local Capability · Global Participation

HSIMC 用三句话总结参与模式。

Human Authority

个人和组织保留定义其 Resource、数据、设备和 Work 允许怎样使用的权利。

Human Authority 并不意味着每一步都必须人工点击，而是自动化必须运行在明确委托的边界内，而且责任可以追溯。

Local Capability

有用的物理 Capability 存在于具体地点。

一台机器、一个房间、一位操作员、一批材料或一项配送服务，都有位置、可用时间、状态和负责方。全球 AI 无法消除这些事实，但可以帮助协调它们。

物理 Capability 的本地属性不是缺点，反而是它大量价值的来源。

Global Participation

设计、分析、翻译、软件、仿真、质量审核和商务协作可以来自任何地方，前提是参与者围绕共同接口和 Evidence boundary 工作。

全球参与并不要求所有数据都公开，而是要求在正确 Authority 下，把正确的信息提供给正确的参与者。

三者结合，可以形成这样一个网络：小型贡献者无需假装自己是一座全球工厂，全球团队也无需假装物理执行只是一个 API call。

3.5 SDG 是观察镜头，不是营销徽章

17 个可持续发展目标为社会、经济和环境结果提供了广泛框架。本白皮书会映射全部 17 个目标，但每个 Work 的相关性不同。

预期最强的早期关联包括：- **SDG 4 - 优质教育：**通过真实、可复现工程工作学习；- **SDG 8 - 体面工作和经济增长：**有偿参与、小企业 Capability 与生产性 Work；- **SDG 9 - 产业、创新和基础设施：**让小型参与者接入现代工程与生产体系；- **SDG 10 - 减少不平等：**减少地域、语言、资本、年龄和基础设施造成的障碍；- **SDG 12 - 负责任消费和生产：**维修、复用、材料 Evidence 与生命周期意识；- **SDG 17 - 促进目标实现的伙伴关系：**围绕技术、知识和实施的实际多方协作。

负责任的 SDG 映射必须有 claim boundary。

对每一项拟议贡献，都应追问：

与 baseline 相比，什么改变了？

谁受益？

谁承担了额外成本或风险？

什么 Evidence 支持结果？

什么仍然未知？

这样可以避免把 SDG 变成贴在普通商业活动上的装饰图标。

3.6 ESG 作为运营纪律

ESG 在这个项目中有价值，是因为它影响决策，而不是项目做完以后才补上去。

Environmental

项目应测量相关材料与能源变化，包括：- 新增材料；- 避免或产生的废物；- 维修与复用；- 工艺能源；- 运输；- 设备与电池生命周期；- end-of-life 处理。

使用再生输入，并不自动等于更低环境影响，必须看完整流程。

Social

项目应观察：- 谁能参与；- 谁获得有偿 Work；- 是否学习新技能；- 身体负担或等待是否减少；- 不同需求的人是否更容易获得服务；- 工人是增加还是失去 agency；- 系统是否把风险转移给更弱势的参与者。

Governance

项目应保留：- Resource 所有权或责任；- Authority 边界；- 版本历史；- acceptance Evidence；- payment 与贡献记录；- escalation 与 correction 路径；- privacy 与数据边界。

因此，同一套提高工程可靠性的 Evidence，也能够提高 ESG 可信度。

3.7 最小而有意义的全球动作

“全球生态”听起来可以非常庞大，因此项目刻意定义一个更小的起步动作。

参与者可以带来：- 一件材料样品；- 一种制造工艺；- 一小时机器时间；- 一个夹具；- 一张相机图像；- 一个软件适配器；- 一套测试方法；- 一个本地场地；- 一个物流时段；- 一个真实客户需求。

参与者再说明：- 能提供什么；- 在哪里和什么时候；- 谁负责；- 允许怎样使用；- 结果怎样检查。

这已经足够开始。

当第二方能够使用这项贡献，产生一个被接受的结果，并回传 Evidence，网络就开始变成真实。

再上一层，是另一个地点独立复现。

再上一层，是可以重复产生的经济价值。

这形成一条参与阶梯：不要求每一个贡献者都成为软件公司、拥有昂贵基础设施，或在贡献价值之前先理解整个系统。

3.8 Part I 结论 - 从包容走向 Capability

Part I 描述的机会，比单一硬件更大，又比抽象意识形态更小。

它比硬件更大，因为核心问题不是一张卡、一台电脑、一个机器人或一个协议，而是怎样围绕有用的物理结果协调人、tools、材料、机器、Authority 和 Evidence。

它比意识形态更小，因为可以一个功能一个功能地测试。

本地工艺能否做出另一团队可验证的样品?

远程工程师能否在最终硬件发货前开始工作?

一台现有机器能否在不被替换的情况下获得一个有用新接口?

一个只有普通工具的人能否贡献一个可衡量功能?

所有参与者能否理解价值、成本与责任?

如果这些问题逐步得到肯定答案，构想就获得实体基础。

Part II 将从“机会”进入起始材料本身：**石头、针线、印刷和其他熟悉工艺**，以及把它们从有趣可能性转化为可复现 Capability 所需要的工程纪律。

Part I 的 Evidence 边界

这是一个**独立 HSIMC 白皮书提案**。它不声称得到联合国、OpenAI、Model Context Protocol 项目、ISO 或任何具名生态伙伴的认可。

当前继承的工程 Evidence 保持不变：- **C0-005：**T736 文档硬件基线；- **C0-007：**来源已核验模拟器；- **C0-008：**2026 年 11 月 10 日 14/14 的历史 Azure 远程模拟记录；- **H0-001：**没有进行新的真实 T736 探测，当次 handoff 中 physical reference board 仍未绑定；- 信用卡尺寸硬件仍然是设计目标，不是成品声明。

探索性的移动、材料和本地制造案例，用于定义问题与协作模式。除非明确说明 Evidence 等级，否则不应被理解成已经验证的产品规格。

主要来源说明

OpenAI, *Accelerating engineering for the physical world*, 3 November 2026. https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/

Model Context Protocol, *The 2026-07-28 Specification*. https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/

Model Context Protocol, specification dated 28 July 2026. https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/

United Nations, *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://sdgs.un.org/2030agenda

United Nations Sustainable Development Group, *Leave No One Behind*. https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind

ISO/IEC 7810, Identification cards - Physical characteristics; ID-1 nominal dimensions are 85.60 mm × 53.98 mm. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7810:ed-3:v1:en

HSIMC, *Card Phone and Cloud Development - Cross-Project Hand Off H0-001*, 11 November 2026.

HSIMC, *White Paper Executive Summary W0-004*, 11 November 2026.

Part II - 起始材料：人们已经懂得和拥有的东西

Part II 概览

Part I 说明，AI 生成答案与物理结果之间的距离并不是暂时的不便，而是材料、工具、人员、Authority、时间和 Evidence 必须重新被组织起来的地方。

Part II 从一个非常实际的问题出发：**如果参与不是从新建一座工厂开始，而是从人们已经会做、已经拥有的东西开始，会怎样?**

一个小作坊可能拥有石材边角料、包装材料、缝纫机、刺绣机、打印机、激光打标机、铜箔、手工具、手机、相机、夹具、一盒旧标签，或者只是掌握一种可以稳定重复做成某件东西的方法。这些资产本身都不是“GenAI 制造”，但只要把它的功能、条件、接口和 Evidence 说清楚，就可以成为 AI 赋能生产网络的一部分。

本篇提出三个命题。

第一，材料的价值不能只由原来的市场分类决定。被丢弃的矿物板、建筑材料或边角料，只要来源、状态、加工限制和新功能得到理解，就可能获得第二次生命。同样原则也适用于矿物填充的纸状复合材料、再生塑料、金属及其他材料流。任何“reuse / recycled”主张，都必须连接到真实材料身份和测得的性能，而不是依赖好听的标签。

第二，熟悉的传统工艺可以获得工程功能，同时仍然保留其工艺本质。线可以导电，刺绣可以受控放置导电路径，印刷可以放置导电、介电或视觉层，铜箔可以快速形成原型导体。但在材料中加入导电成分，并不会让一台缝纫机或打印机自动变成电子工厂；电子功能仍取决于几何、电阻、匹配、连接、绝缘、固化、耐久和测试。

第三，真正的转型是从**工艺经验走向可复现 Capability**。有价值的贡献不只是“我会缝”“我有打印机”或“我能切这块材料”，而是一项有版本的功能：另一方可以请求、理解、检查，并在明确条件下复现。

这就是本地制造与全球参与的基础。

Chapter 4 - 石头的第二次生命

4.1 从材料来源到定义清楚的用途

本白皮书中的“石头”刻意采用广义含义：天然石材、矿物填充片材、建筑边角料、混凝土碎片、陶瓷、瓷砖、矿物复合材料，或其他以无机成分为主、原用途已经结束的材料。

重点不是把这些材料混成一个类别，而是说明：当材料身份与下一项功能被描述到足够清楚时，一种本地材料怎样变成另一方能够实际使用的 Resource。

建筑及拆除废物说明了这一机会的规模。欧盟委员会指出，该废物流包含混凝土、砖、木材、玻璃、金属和塑料等，并占欧盟产生废物的三分之一以上；其中一些成分具有较高资源价值，也可能被再加工为新产品，但危险物质和低质量分类会直接削弱 reuse/recycling 的可能性。

因此，HSIMC 采用一个重要边界：**被丢弃的材料不会自动成为 Resource。只有当它的状态、风险和可能用途被理解以后，它才真正成为 Resource。**

有用的材料记录至少包括：- 来源及以前用途；- 已知的近似成分或产品身份；- 尺寸、厚度、质量；- 可见损伤、污染、含水或表面处理；- 是否切割、涂漆、覆膜或化学处理；- 谁拥有并可授权 reuse；- 当前存放地点与可用时间；- 已做过哪些测试；- 哪些用途明确仍未验证。

照片可以帮助判断，但照片不是材料规格。产品名称可以帮助判断，但名称不是当前状态报告。以前用于建筑也不能证明它适合新的承载、电气、卫生或防火功能。

Resource record 的价值不是把不确定变成确定，而是让不确定性本身可见。

本地例子：从废弃表面到功能样品

假设从装修现场取得一小块矿物边角料。第一个真正有用的问题可能不是“能不能把它做成一个新商业产品”，而是“它能不能作为某项明确测试的稳定样品底板、夹具板、安装表面、标牌、垫片或 fixture？”

如果第二用途可以替代一次新采购，而且准备成本足够低，即使用途很朴素，也可能具有经济和环境价值。同一块材料可能完全不适合结构件，却很适合作为非结构性的测试夹具。

Capability 因此不应该写成“回收石头”，而可以明确写成：

准备一块平整矿物样品基板，名义平面尺寸 85.60 × 53.98 mm，在约定厚度和边缘条件内，用于指定的非结构性测试。

这样就自然形成 Evidence 路线：

识别来源材料；

检查污染与缺陷；

切割或加工样品；

测量最终尺寸；

记录质量、厚度和表面状态；

执行预期测试；

保存有版本的结果。

只有简单切割和修整工具的 maker 也可以贡献；远程工程师定义几何和 acceptance criteria；本地相机或测量工具产生 Evidence；第二个作坊可以用另一种材料复现同样样品并比较结果。

智能并不在石头里面，而在于**大家共同定义这块材料要完成什么，以及用什么 Evidence 证明它真的完成了。**

4.2 石头纸、复合材料与建筑废物：三条不同路线

“stone paper / 石头纸”这个词很吸引人，因为它似乎把矿物和熟悉的纸状产品连接起来，但它也很容易造成混淆。

商业矿物填充纸状片材通常是有明确配方和制造工艺的工程复合材料；建筑矿物废料是高度异质的废物流；天然石材又是另一类。三者不能被静默地合并。

HSIMC 的做法是把它们分别作为不同 Resource 与 process profile 管理。

Path A：现成商业矿物填充片材

如果能取得商业矿物填充片材，应该关注：- 厂商声明的成分与数据；- 厚度和尺寸稳定性；- 表面能与可印刷性；- 热敏感性；- 激光、刀切或冲孔兼容性；- 油墨、覆膜、NFC inlay 或标签附着力；- 折叠、撕裂和耐磨；- 实际市场中的回收或处置路线。

然后再验证它是否适合卡片、标签、套、礼品内页、夹具、包装部件等具体功能。

Path B：本地配制矿物复合材料

如果目标是用矿物粉和 binder 自己配制新片材或模压件，这就是一个材料研发项目。必须声明配方、颗粒特征、binder system、混合与成形、固化、机械测试和重复性。

“from stone to card” 这句话本身不构成 Evidence。一个手工样品偶然成功一次，还不能称为 Manufacturing Capability。

最低有用 Evidence 包括：- 输入材料身份与批次；- 质量比例或配方范围；- 工艺方法和设备；- 温度、压力、时间及相关参数；- 样品厚度与密度；- 工艺后尺寸变化；- 与目标功能相关的强度、柔韧、耐磨等性能；- failure mode；- 样品数量和 observed variation。

Path C：直接 reuse 建筑材料

第三条路线完全不制造新复合材料，而是直接切割和 reuse 已有瓷砖、板材、石材边角等。

这可能是最快的本地路线，因为 transformation 最少，但同时更依赖检查、分类，以及针对来源材料不规则性的适配。

三条路线的环境逻辑也不同：直接 reuse 可能减少新材料，却仍需要运输和切割；新复合材料会增加 binder、能源和后处理；商业矿物填充片材又有自己的上游影响和终端处置方式。

因此本白皮书不宣称哪条路线天然“更绿色”，而要求围绕具体功能测量比较。

一个实际的比较记录

对信用卡尺寸样品，可以至少记录：来源、准备过程、新增材料、尺寸一致性、印刷表面、所需 Evidence 和当前状态。reuse 边角料的状态高度依赖来源；商业片材通常尺寸更稳定但仍需验证；新本地复合材料在达到重复性之前应保持为 R&D。

4.3 衡量 yield、耐久、成本与环境影响

Yield

材料利用率必须以实际 accepted result 计算，而不是仅看理论面积。记录输入件数/质量、合格输出、废料、返工和失败原因。

Durability

耐久应针对真实用途测试：尺寸变化、翘曲、裂纹、磨损、层间分离、受潮、折弯或循环次数。仅凭“看起来很耐用”不能构成工程结果。

每个被接受结果的完整成本

一个实用公式是：

每个被接受结果的完整成本 = 材料 + 人工 + 机器 + 能源 + 工装 + 检查 + 失败输出成本，再除以合格数量。

这对小批量本地制造尤其重要。材料单价可能远不如 setup、alignment 和 rework 成本重要。

它也解释了为什么速度有时比低单价更重要。本地作坊每张材料可能更贵，但今天就能完成修订样品，让全球工程团队立即继续工作；经济价值存在于 iteration time，而不只在材料价格。

不自动宣称环境收益

任何环境主张都必须有明确 baseline。reuse 材料替代新板材时，应记录：真正避免了什么新材料、运输多远、需要什么清洗/切割/涂层、产生多少准备废物、是否真正延寿、是否让后续分离更困难、是否把未知或危险成分带进新场景。

从环境故事到可复现 Evidence

强的 sustainability 叙事往往并不夸张。例如：

这一批使用 12 块本地回收边角料；8 块达到样品标准，4 块被拒绝；8 块合格样品替代了本测试系列中的 8 块新购板；切割消耗的机器时间和废料质量都已记录。

这种陈述可以持续改进、比较、审计，并直接影响下一次决定，比“zero waste”或“green”这类无 Evidence 标签有用得多。

Chapter 5 - 从针线到接口

5.1 导电线与纺织天线

缝纫机是世界上最熟悉的生产工具之一，也非常适合说明一种已有传统 Capability 怎样获得新的工程角色。

普通线用于连接、加固和装饰；导电线还可以传导电流，成为天线、电极或传感器的一部分；刺绣机则可以把它放置成可重复几何。

已有刺绣 NFC 天线研究清楚展示了潜力和边界。University of Manchester 的研究在棉布上用银、不锈钢等金属导电纱线制作 NFC 天线原型，对不同刺绣方式和 DC resistance 进行了比较，并把刺绣 coil 与特定 NFC microchip 进行匹配。结论不是“任何金属线都能变 NFC”，而是：明确线材、针迹几何、天线形状与芯片可以被一起工程设计并测量。

这个区别是本白皮书的核心。

缝纫机贡献的是受控放置 Capability

缝纫/刺绣机不需要理解 NFC protocol。它的贡献可以更窄：

在指定 textile substrate 上，按有版本的路径放置指定 conductive thread，声明 stitch parameters，并返回检查 Evidence。

其他人可以负责天线设计、芯片选择、RF 模型、read range 测试，或把它机械连接到 cable、gift、garment 或 card sleeve。

这就是普通机器怎样进入全球工程工作流，而不假装自己承担了完整系统功能。

关键变量

导电纺织功能常见变量包括：- 线材材料、镀层和直径；- 单位长度电阻；- 基材类型、厚度与延展；- 针迹类型、pitch、张力和 passes；- 导电路径几何和间距；- 与元件/连接器的连接方法；- 绝缘与 strain relief；- 弯折、清洗、耐磨、湿度要求；- 相关的天线/传感 tuning；- 检查与 acceptance method。

远程工程师可以定义变量，本地 maker 回报机器真正能做到什么，然后通过 Evidence 收敛设计，而不是靠假设。

装饰与电子功能可以同时存在

刺绣还说明，电子功能不必采用“工业实验室”视觉。研究已经展示：彩色纱线形成可见 logo，导电线隐藏在背面，同时实现 RF/RFID 功能。

因此 HSIMC 提出：

功能接口可以继续保留本地文化、美学和商业表达。

酒店礼品、球队服装、活动 badge 或 cable accessory，不必因为带有数字入口或导体就长得像实验样机。

5.2 印刷标记、电极和功能表面

印刷是另一种成熟工艺；当沉积材料本身具备功能属性时，它可以成为电子与感知制造的一部分。

printed electronics 文献描述了 conductive、semiconducting、dielectric ink 通过 screen printing、inkjet 等方式沉积到 substrate，之后常需要 curing/sintering。性能不只由 ink 决定，也取决于 substrate roughness、porosity、wetting、drying 和 post-processing。

这为传统印刷业和电子原型提供了很自然的桥梁。

从最简单的功能层开始

第一项功能贡献不必是 transistor 或完整 circuit，可以只是：- 高对比视觉 alignment mark；- conductive pad；- capacitive touch electrode；- antenna trace；- resistive element；- connector footprint；-

dielectric separator；- printed calibration target；- 连接 Resource identity 的 QR；- 让后续工艺精准对位的 registration layer。

每一种功能都有不同验收方法：QR 看能否 optical decode；导电线测 resistance/continuity；电容电极用已知 controller 测试；天线要做 tuning/read performance；registration mark 要做 geometry measurement。

本地印刷厂不必对最终整机负责，但必须对约定印刷结果负责。

Substrate 是工艺的一部分

在 coated PET 上很好印的设计，在粗糙纸、纺织或矿物片材上可能失败；导电墨水会渗入多孔基材，也可能在弯折时开裂；适合一个材料的固化温度可能会让另一种材料变形。

因此 functional print 必须绑定 substrate profile，至少包含：材料身份/厚度、表面处理/涂层/覆膜、印刷设备与方法、ink/paste 身份和批次、网版/喷嘴/分辨率等参数、固化/干燥条件、最终几何、电气/光学测试、环境与操作限制。

这也是本地印刷经验的价值所在。操作员常常通过多年实践知道哪种材料走纸稳定、哪种涂层容易脱落、湿度如何影响干燥，以及某台机器的 registration 怎样漂移。GenAI 可以把这些观察结构化和比较，但 Evidence 仍由本地工艺产生。

铜箔、薄膜与快速迭代

铜箔提供另一条可达的原型路线。导电图案可以通过切割、蚀刻、贴合等方式形成，而不必一开始就进入 conventional multilayer PCB。

它的价值是速度和可达性：本地团队可以立刻做一次 antenna、electrode、jumper 或低复杂度电路图案。

局限也必须同时写清：foil prototype 不等于 production PCB；粘接、minimum feature、绝缘、氧化、电流承载、弯折、连接器可靠性、RF 行为和制造公差都可能不同。

因此正确流程是：

快速 prototype → 测量 → 学习 → 决定继续使用本地方法，还是转入更可控的制造工艺。

实验结果不是对某种制造技术的长期承诺，而是帮助下一步缩小决策范围的 Evidence。

5.3 把传统工艺、电子模块与计算连接起来

本章最重要的模式，是把角色拆开。

一个功能对象可以由不同人贡献不同层：

material layer - textile、paper、mineral sheet、plastic、metal 等；

functional surface - printed conductor、embroidered thread、foil trace、marker、electrode；

electronic module - NFC chip、sensor、reader、controller、radio、interface board；

compute node - phone、T736 node、local computer 或其他 Runtime；

cloud and model layer - design、analysis、planning、versioning、collaboration；

human authority - 允许使用、修改、分享或操作结果的主体；

evidence layer - 证明实际制造和测试了什么的测量与记录。

这种分层方式让本地 maker 无需承担整机责任，同时也让全球工程团队能够围绕清楚边界组合能力。

一个信用卡尺寸的例子

可以把矿物/塑料/纸状片材作为 substrate，印刷 QR 和 alignment marks；用导电线或铜箔加入简单 functional path；贴装一个现成 NFC module；由手机或 T736 节点读取/配置；云端维护设计、版本和 Work。每一层都有自己的 Evidence 和 Authority。

礼品也可以成为 Capability 入口

礼品、包装、服装、cable accessory 或 badge 如果带 QR/NFC，可以成为长期服务入口，但实体礼品、材料认证、数字服务、访问权限和设备控制应继续保持不同记录。一个 NFC 入口只是发现和互动入口，不自动等于控制权。

Chapter 6 - 从工艺经验到可复现 Capability

6.1 一个功能、一个接口、一个可重复结果

真正可复用的贡献，需要从“我会做”升级成一个别人可以请求的有边界功能。

一份最小 Capability 应说明：- function；- input；- output；- conditions；- interface；- Authority；- Evidence；- version；- cost/time；- limits。

例如，不是“我有刺绣机”，而是：

我可以在这些 substrate 上，按这个版本的 path 刺绣这种 conductive thread，在这些工艺条件下完成，并返回这些 measurement。

不是“我能印刷”，而是：

我可以在指定材料上，用指定版本图案生成这些 registration marks，并返回 geometry/scan Evidence。

当功能用这种方式被描述，另一团队才可能真正安排 Work，而不是依赖熟人之间的隐含知识。

Reproducible 不等于全球所有地方都完全一样

第二个地点可以使用不同机器、不同夹具或不同本地工艺，只要它仍然满足共同 input/output、acceptance 和 Evidence 边界。

标准化的目标不是抹平本地差异，而是让差异可见、可比较、可管理。

6.2 Skill、sample、process condition 与 acceptance

1. Skill

记录实际技能：机器类型、人员经验、熟悉材料、可做几何、常见限制和异常处理。不要只写“experienced supplier”。

2. Sample

保留真实样品身份、版本、材料批次、图案、照片和测量。样品是 Evidence，不是装饰。

3. Process condition

记录机器/工具、关键设定、环境、准备、fixture、耗时以及真正影响结果的变量。必要时标注“未知”。

4. Acceptance

在 Work 开始前尽量明确怎样算完成：尺寸、电阻、视觉定位误差、读取成功率、表面状态、文件 hash、交接时间窗等。

6.3 从制造到使用的参与

参与不仅发生在“制造者”一端。需求方、设计者、工程师、现场执行者、检验者、服务人员和第二地点复现团队，都可以成为一个 Work 的贡献者。

参与不是免费劳动

每一项贡献都应该区分：paid work、sponsored/donated contribution、research participation、in-kind contribution、future rights。尤其要记录实际投入工时，避免把 founder/学生/小供应商的免费劳动隐藏成“零成本创新”。

参与应创造 Capability，而不是制造依赖

一个好的项目完成后，本地参与者应该更清楚自己会做什么、怎样描述、怎样报价、怎样证明，而不是永远依赖一个中心团队解释。

从本地证明到全球参与

第一地点完成后，下一步不是立刻宣称规模化，而是让第二团队/第二地点拿到版本化 package，独立复现并记录需要澄清的 hidden knowledge。能够被复现的结果，才开始成为网络资产。

第一个经济问题：什么真的改变了？

应比较 baseline 与新方法：setup time、waiting、failure、inspection、accepted quantity、cash cost、released capacity，以及谁承担额外成本/风险。没有这种比较，就无法判断“新技术”是否创造了净价值。

一个紧凑的参与包

一个参与者可以只提交：

1 个 function + 1 件 sample + 1 页 process note + 1 个 acceptance method + 1 份 Authority statement + 实际 time/cost。

这已经足够成为网络中的第一项 Capability。

通向 Part III 的桥

Part II 解决的是“人们已经有什么，以及怎样把它变成可复现 Capability”。下一步必须回答：这些 Capability 在全球环境中怎样被发现、请求、授权、组合和持续追责。

这就是 Part III 的主题：People、Tools、Resources 与 Evidence 的协作模型。

Part II 来源说明

本篇使用的外部背景包括欧盟委员会对 construction/demolition waste 的说明、University of Manchester 对 embroidered NFC antenna 的研究，以及 printed electronics 和 functional textile 研究。正式来源身份与 URL 统一保留在 W0-011 Source Register 中；译本不改变原 source ID。

Evidence 边界

本篇所述本地材料、stone paper、矿物复合材料、铜箔、导电线、印刷功能表面等，属于**工程路线、参考研究与拟议 Capability**。除非特别标明实测 Evidence，不应被理解为 HSIMC 已经验证了某一种具体材料配方、天线、导体、电子性能或量产工艺。

Part III - 协作模型：People、 Tools、 Resources 与 Evidence

Part III 概览

Part II 说明了普通材料、机器和工艺怎样被重构为边界清楚、可以复现的 Capability。Part III 继续回答一个更困难的问题：当这些 Capability 来自不同的人、公司、地点、客户端与设备时，怎样把它们连接起来，同时保持责任清楚?

本篇建立三个原则。

第一，**Human Authority 不等于技术授权机制本身**。 OAuth、token、ACL 或 MCP authorization 可以帮助实现访问控制，但现实业务中的 Authority 还包括谁有权接受 Work、谁能把资源预留给别人、谁可以停止执行、谁能验收结果、谁承担责任和谁有权撤回贡献。

第二，**HSIMC Resource 不等于 MCP resource**。 HSIMC Resource 可以是现实中的人、地点、机器、材料、库存位置、服务或 Capability；MCP resource 是协议术语，表示 server 向 client 暴露的数据/上下文。一个真实 Resource 可以有多个数字表面：网页、MCP resource、tool、文档、状态 API、二维码入口或本地控制器。

第三，**Stateless 协议不等于 Stateless 应用**。 请求可以无状态，但现实 Work、设备状态、reservation、custody、payment、operation receipt 与 Evidence 必须持续保存。

本篇的目标，是让“全球连接”不会以牺牲“现实责任”为代价。

Chapter 7 - 人拥有 Authority

7.1 M-Person、组织与 M-Teams

HSIMC 使用 M-Person 表示一个拥有明确身份、关系和 Work-specific Authority 的真实参与者。它不是“数字替身取代真人”的主张，而是为了让一个人在不同 Work 中的角色、授权和责任能够被准确表达。

同一个人可以在一个 Work 中是客户，在另一个 Work 中是制造者、审核者、顾问或 Resource owner。身份可以持续，但 Authority 随 Work 改变。

组织同样如此。一个公司可以拥有设备、签合同、雇员或付款能力，但具体执行仍要落到具名责任、可验证动作和明确验收上。

M-Team 则是围绕具体 Work 临时组合起来的团队：人、模型、software tools、本地 Capability、设备、服务商都可以进入；组合结束后角色可以改变。

Identity 是连续性，不是 permission

识别“这是谁/这是什么”与“现在允许做什么”必须分开。

Card ID、QR、NFC、Runtime ID、Resource ID、账号或设备序列号可以提供 continuity，但它们本身都不是设备控制权限。

公开 QR 可以让人发现一个 Resource，却不能自动授权写 NFC、改变机器参数、释放库存或移动载具。一个 Runtime 可以证明某部署身份存在，却不能证明调用者有 Authority 控制它。

因此，系统需要把身份、关系、Authority、状态和 Evidence 分开记录，再在 Work 中组合。

M-Team 应让责任更清楚，而不是更模糊

当模型、agent、软件和多人一起工作时，最容易发生的错误，是把责任归给一个抽象“AI team”。

一个可追责的 M-Team 至少需要知道：谁提出需求、谁拥有 Resource、谁提供技术、谁接受执行、谁批准敏感动作、谁验收、谁负责异常与 recovery、谁付款或获得价值。

模型可以建议、生成、比较或调用 tool，但现实责任不能因为“AI 参与”而消失。

7.2 文档访问、设备控制与贡献权利

Authority 可以按动作分层，而不是简单地只有“有权限/没权限”。常见层次包括：

Discover → Read → Contribute → Reserve → Configure → Execute → Stop/Recover → Accept/Release → Administer

一个参与者可能被允许发现某台机器和查看说明书，但不允许执行；另一个人可以提交参数建议，但不能直接改变设备；现场 operator 可以执行/急停，但不能更改商业规则；客户可以验收结果，但不能管理 Runtime。

这种分层特别适合跨团队、跨公司协作，因为它避免为了“方便”而把所有权限一次性打开。

文档授权不等于设备授权

读取 PDF、CAD、BOM 或 OneDrive 目录，只说明允许读取那些资料。它不应被推导为允许控制设备、访问客户数据、改写固件或启动物理动作。

同样，能调用模拟器也不等于能调用 physical reference；能查询设备状态也不等于能修改状态。

因此发布版本、交付副本、部署版本和控制 Authority 都要独立记录。

贡献权利和访问权同样重要

参与者不仅需要知道“我可以看什么”，还要知道“我贡献的东西别人以后可以怎样用”。

设计、工艺参数、代码、夹具、照片、样品、测试数据、经验说明都可能有不同的 reuse boundary。贡献可以是开放的、项目限定的、客户限定的、有偿许可的，或只允许用于某次 Work。

贡献权利应跟随 Work 和 Evidence 一起记录，避免贡献者失去对后续使用的理解。

最小 Authority，明确 step-up

默认应给完成当前动作所需的最小 Authority。需要更高权限时，显式 step-up，并记录谁批准、为什么、有效多久、适用于哪个 Resource/operation。

这既提高安全，也提高参与者信任，因为系统不会把一次普通阅读悄悄升级成全局控制。

7.3 责任、付款、申诉与撤回

全球协作如果只描述技术，而不描述责任与经济事件，就很难形成长期网络。

Acceptance 是独立动作

“执行成功”与“客户/验收方接受结果”不是同一件事。

机器报告完成，只说明机器动作结束；检验结果合格、客户接受、交接完成，才进入相应 acceptance 状态。拒收也应保留 Evidence 和原因。

Payment 应对应明确的经济事件

付款可以对应 accepted output、完成的服务时段、已交付 Capability、里程碑、订阅或其他约定事件。避免把“调用了 API”“模型生成了回答”直接等同于商业价值。

同一 Work 中还要区分：现金付款、赞助、in-kind contribution、无偿研究参与、未来权利或收益分配。

Redress 与 correction

参与者应有提出错误、纠正身份、质疑结果、申诉费用、报告安全问题和请求重新检查的路径。Evidence 不能只保存成功，还应保存被拒绝、纠正和 recovery。

Withdrawal 不会逆转物理世界

参与者可以撤回未来授权或退出网络，但已经切割的材料、已经运输的货物、已经支付的钱、已经发生的物理副作用不会自动倒退。

因此 withdrawal 必须定义对未来访问、未开始 Work、进行中 Work、已完成 Work 和已发布 Evidence 分别怎样处理。

Chapter 8 - Tools、 Resources 与共同契约

8.1 Tools 用于动作；resources 用于上下文

在 MCP 中，tool 是 server 暴露的可调用操作；resource 是 client 可读取的数据或上下文。二者都很有用，但不能与现实 Resource 混成同一个概念。

一个现实机器可以被表示为 HSIMC Resource；它的说明书、Profile、当前状态或标定数据可以作为 MCP resources；get_status、prepare_job、submit_job、stop 等可以作为 tools。

协议表面只是现实对象的一个入口。

一个真实 Resource 可以拥有多个数字表面

同一台机器可能同时有：网页、QR/NFC 入口、文档目录、MCP resource、MCP tools、本地 adapter、PLC/serial protocol、维护 UI、Evidence folder。

这些表面可以随技术演进改变，但现实 Resource identity 应保持连续。

这也意味着，不应该因为更换 API、MCP server 或客户端，就创建一个“新的机器身份”。

8.2 MCP resources 与 HSIMC Resource objects

HSIMC Resource object 的目标，是描述现实/业务对象：身份、类型、位置、负责方、当前或最近观察、Capability、Authority 链接、Evidence、Work 占用、版本和来源。

MCP resource 则只承担“向 client 暴露上下文数据”的协议角色。

两者可以连接，但不能互相替代。

Resource object 应能跨接口变化继续存在

一个工位今天通过 REST，明天通过 MCP，后天通过本地 T736 adapter；其业务 identity 不应因此改变。

稳定 identity 能让 Evidence、历史 Work、维护、付款和责任继续连接。

Fresh observation 与 historical receipt

“昨天 09:00 机器报告 idle”是历史 Evidence，不是“现在机器 idle”。

因此观察记录必须包含：observed_at、received_at、source、version、validity/freshness；需要当前状态的 Work，应产生新的 observation 或满足明确 freshness requirement。

operation receipt 证明某次 operation 发生过什么，也不能自动被解释为 current state。

8.3 跨硬件和软件的 function contract

共同契约把不同实现连接到同一功能。至少应定义：function、input schema、output schema、units、error cases、side effects、resource locks、Authority requirement、freshness、acceptance、recovery、version 和 Evidence。

例如：

在这台机器 Profile、这个 time window 和这个 Authority 下，把这个版本标识加工到这批材料上，并返回这些验收 Evidence。

硬件可以不同，软件可以不同，执行者可以不同，但如果都满足同一 contract，就有机会互操作。

最终硬件完成前，契约就可以存在

这是并行工程的关键。locate_marks 可以先在固定图像上开发；camera adapter 后来接真实相机；T736 以后绑定成 physical target；第二地点再使用另一相机复现。

共同 contract 允许“执行目标可替换”，而不是要求所有团队等待最终机器。

物理副作用需要显式 identity

任何可能改变现实的操作都需要稳定 operation identity / idempotency 语义。网络不确定时先查询原 operation；同一个 operation ID 如果携带不同 effect，应拒绝冲突。

这适用于加工、写卡、移动、支付、释放库存、发货等。

Shared contract 不是 universal permission

共享契约只说明“怎样正确执行这个功能”，不说明“任何人都可以执行”。真正执行仍然受 Resource、Authority、time window、local safety、reservation 和当前状态约束。

Chapter 9 - Stateless 请求，可追责结果

9.1 2026 年 7 月 28 日：上下文随请求携带

MCP 2026-07-28 把协议核心进一步推进为 Stateless：调用所需的重要上下文随请求携带，而不是依赖隐藏的 transport-session 状态；如果应用必须跨请求保存状态，则使用显式 handle/identifier。

这种变化对全球工程非常有意义：client 可以变化、网络可以变化、服务可以水平扩展，Work 不必绑定一条长连接。

Stateless protocol 不等于 Stateless application

物理世界仍然有状态。库存会被占用；机器会处于 running/fault；货物有 custody；付款有状态；Work 会开始、完成、取消或失败；Evidence 会产生并持续存在。

因此 HSIMC 采用：

Stateless request；persistent real-world responsibility。

Header-based routing 可以帮助治理

2026-07-28 的协议方向允许把方法/工具信息放进 HTTP routing/policy 所需的明确上下文。这为 API gateway、audit、rate limit、策略分流提供更清楚的边界，但它并不替代业务 Authority。

9.2 Fresh observations、operation receipts 与 retries

全球远程执行最危险的错误之一，是把“没有收到结果”理解成“动作没有发生”。

一个 operation 应有稳定 identity，并且把 transport success 与 business/physical result 分开。

建议的 operation states

可以使用类似：

proposed → accepted → prepared → running → completed / failed / result_unknown

以及取消路径：

cancel_requested → cancel_acknowledged → physical_stop_confirmed / recovery_required

具体状态可以因场景调整，但必须避免把“请求发送成功”直接等同“现实动作成功”。

Cancellation 不等于 physical stop

模型或 client 发出 cancel，只说明取消请求已经进入系统。真正安全状态必须由本地 executor 或设备确认；必要时还要有制动、回收、人工接管或重新对位。

Freshness 属于 contract

不同 Work 对 freshness 要求不同。库存数量可能要求 5 分钟内观察；UWB 位置可能要求 100 ms 级；机器维护状态可能一天仍有效。

因此 freshness 不应是系统隐藏假设，而应成为 function contract 的字段。

Multi Round-Trip Requests 与显式确认

有些操作需要在执行前补充输入、让人选择或再次确认。多轮交互应该围绕同一个 Work / operation identity 延续，而不是依赖一段不可寻址的聊天历史。

9.3 跨 client 和角色变化的持续责任

Work object 是连续性的锚点

一个 Work 把 demand、responsible parties、Resource、conditions、Authority、execution、acceptance、value Evidence 连在一起。

人可以换设备，模型可以换版本，client 可以从 ChatGPT 变成另一个工具，但 Work identity 继续存在。

从全球 planning 到本地 execution

全球模型可以设计、分析、比较、生成代码或提出 scheduling；真正物理执行由已授权的本地 Capability 完成。两者通过明确 contract 和 Evidence 连接。

这种分层让全球参与和本地责任能够同时成立。

Evidence 是 trust 与 scale 之间的桥

一次结果如果只存在于“某个人说成功了”，很难被第二地点使用；如果保留版本、输入、过程条件、输出、异常和验收，信任就可以随着 Evidence 流动。

规模化不应以隐藏例外为代价。失败、拒收、异常和不适用条件同样应该进入 Evidence。

No One Left Behind 需要可见 Authority 与可见价值

如果参与者不知道谁可以决定、自己的贡献怎样被使用、报酬怎样产生、失败怎样申诉，那么技术上的“连接”并不等于有意义参与。

因此包容性与工程治理不是两个主题，而是同一个系统问题。

Part III 结论 - 从连接走向可追责协作

Part III 的核心不是“连接更多 API”，而是建立一套跨人、模型、工具、设备和组织仍然能够保持责任清楚的方法。

Identity 提供连续性，Authority 定义允许范围，Contract 定义怎样交付，Work 提供业务锚点，Evidence 证明发生了什么。

当这些元素分开又能够重新组合时，Stateless 协议才真正有助于全球现实协作。

Part IV 将进一步回答：不同工程团队怎样围绕这些共同契约并行开发，在最终硬件发货前开始工作，并逐层从 Documented/Simulated 走向 Physical reference、Physical delivered 和 Operational。

Part III 的 Evidence 与来源说明

本篇对 MCP 2026-07-28 的描述依据官方规范/发布资料；Resource/Authority/Evidence、M-Person、M-Team、Work contract 和 operation state 等属于 HSIMC 的业务/工程设计，除非明确引用外部实现，不应被解释成 MCP 官方对象或国际标准。

当前真实 T736 Evidence boundary 继续沿用 H0-001/C0-005~008，不因本篇架构描述而升级。

Evidence discipline

每个数字表面都应回答：来源是什么、观察时间是什么、版本是什么、它证明什么、不证明什么。只有这样，全球协作才不会把历史记录、模型建议或文件可见性误写成当前物理事实。

Part IV - 工程路径：共同开发，在现实中验证

Part IV 概览

前三篇已经建立机会、起始材料和协作模型。Part IV 把这些原则变成一条工程路线：**先围绕共同契约并行开发，再通过逐级 Evidence 把模拟能力绑定到真实硬件和本地运行**。

核心不是“所有人等同一块硬件寄到以后才开始”，也不是“模拟成功就算产品完成”。真正目标是让 application、hardware、fixture、local process、Evidence 和第二地点复现围绕同一版本边界同时推进。

本篇采用的 Evidence 阶梯是：

Documented → Simulated → Remote simulated → Physical reference → Configuration freeze → Physical delivered → Operational → Independently reproduced

任何阶段都不能因为叙事需要被自动升级。

Chapter 10 - 硬件发货前就开始共同开发

10.1 Application、hardware 与 process 并行推进

传统硬件项目常把软件团队放到最后：硬件设计、打样、调试完成后，应用才开始。这种顺序在 GenAI 与全球协作时代会浪费大量并行机会。

更适合 HSIMC 的方式，是先冻结最小 function contract、输入输出、错误、side effects、Evidence 和 Authority，再让不同团队各自推进。

Application 与 model work

应用/模型团队可以先针对固定输入、模拟 Resource、reference data 开发：业务流程、UI、多语言、算法、test vector、error handling、Evidence reader 等。它们必须明确 simulation，不能假装已经接真实设备。

Hardware 与 interface work

硬件团队同时解决载板、电源、connector、接口复用、驱动、thermal、mechanical envelope、adapter 等。只有真正与具体 BOM/board/configuration 绑定的能力，才进入 physical evidence。

本地 process 与 fixture work

观塘、深圳或其他本地 maker 可以同时做样品、夹具、mark、线束、外壳、功能表面和工艺试片，并用共同 acceptance 方法返回 Evidence。

Evidence work

Evidence 不是项目最后才补的报告。每一条工程线从一开始就要记录 source、version、input、conditions、result、failure 和 boundary。

一个实用的并行矩阵

同一功能可以同时存在：cloud simulator、desktop test、local sample、hardware carrier design、camera/adapter work、reference-board preparation、second-site reproduction plan。它们共享 contract，却有不同 Evidence level。

10.2 远程 reference validation 与 configuration freeze

远程 reference board 的价值，不是让所有人长期 remote-control 一台机器，而是提供一个共同物理基准，让软件/硬件/接口在发货前得到一次可重复验证。

验证应覆盖：target identity、hardware/BOM、OS/image、Runtime、adapter、protocol version、input/output、side effects、busy/locking、retry、stop/recovery、Evidence readback。

可替换的 execution target

同一个 function contract 可以先绑定 simulator，后来绑定 physical reference，再绑定 physical delivered。每次换目标都要重新声明 latency、bandwidth、driver、电气、并发和 safety boundary。

“同一个 tool 名称”不能证明不同 target 的物理行为完全一致。

Freeze 是配置，不是文件名

真正的 configuration freeze 至少包括：hardware/BOM revision、PCB/adapter、firmware、OS/image、Runtime、contract/Profile、application、calibration、test vector、acceptance result、recovery material、dependency 和 hash。

只保存一个 ZIP 文件名不构成 freeze。

Freeze Evidence 必须让下一团队能读懂

下一团队应能知道：冻结了什么、为什么接受、哪些问题仍 open、哪些 Evidence 是模拟、哪些是真实 board、怎样重新测试、怎样恢复到已知状态。

10.3 发货、本地绑定、recovery 与继续运行

发货不是工程终点。真正的 delivered system 必须把收到的具体实物与之前的 configuration freeze 绑定起来。

绑定 delivered instance

到达现场后记录 physical Resource identity、serial/BOM、image/Runtime version、网络、本地 adapter、接线、calibration、site conditions，并重新跑 agreed acceptance。

本地运行不应依赖永远在线的 cloud session

对适合本地执行的功能，断网后应保留必要状态、safe stop、operator control、Evidence 缓存和恢复能力。cloud 可以帮助 planning、更新和协作，但本地 safety 不应依赖一条永不掉线的远程连接。

Recovery 是产品的一部分

恢复方法必须与 normal operation 一起设计：怎样进入 service mode、怎样恢复 image、怎样读 operation ledger、怎样处理 result_unknown、怎样人工接管、怎样回滚到 last known good configuration。

Chapter 11 - T736 参考路线

11.1 现有模块与最小共同接口

T736 是当前最短参考路线，因为已经有核心模块、供应商设计资料、参考载板与工程积累。这个选择不是永久锁死；只有出现具体阻塞 Evidence 时才重新开芯片/平台选型。

C0-005 的文档基线显示 HelperT736C 核心模块约 60 × 40 × 3.0 mm，参考载板约 150 × 105 mm；85.6 × 53.9/53.98 mm 仍然只是 portable/card-sized 设计目标，而不是已经实现的整机尺寸。

的最小 common carrier

首轮可以围绕：- 已定义的 power input/protection；- USB0 recovery/FEL/maintenance；- UART0 service；- 一条明确 network path；- 有 power budget 的 USB Host；- 一条有意分配的 serial expansion。

这些是拟议范围，不是已冻结 pinout。

Power 必须按 configuration 描述

参考载板 12V 输入、模块 5VIN、1.5A 文档表述冲突、PK bank 不同电平描述等，都说明供电不能用一句“12V board”概括。必须区分 input range、rail limit、peak、external load、thermal 和实际 BOM。

Interface name 不是 electrical guarantee

UART 逻辑电平与 RS-232/485 不同；HDMI TX 是输出；USB/PHY/M.2/miniPCIe 外形也不能单凭 connector 名称推断协议。每个接口要有具体 electrical Profile。

11.2 相机、标签、定位与控制器 adapters

Adapter 把共同 contract 与具体设备/协议连接。

Camera adapters

从 fixed image/simulator 迁移到真实相机，需要验证 driver、format、resolution、timestamp、exposure、calibration、latency 和 performance。首轮优先采用实际兼容、容易日志化的 USB 路径，而不是因为 CSI 在文档里存在就假设它已可用。

NFC 、UHF RFID 与 UWB adapters

三者必须分开。NFC 面向近场交互；UHF RFID 常用于批量/远距离物品识别；UWB 提供 ranging/positioning 能力。具体 reader/module、antenna、firmware、protocol、measurement quality 和 installation 都需要 Profile。

Machine 与 motion-controller adapters

T736 可以作为上层计算/接口节点，但实时 deterministic motion、servo loop、hard stop 等应留在适合的本地控制链。Adapter 负责受限命令、状态、Evidence 与 protocol conversion，而不是把云端模型直接接到 motor current loop。

Adapter 同时也是商业边界

不同合作伙伴可以只对自己 adapter 的质量、支持、许可和维护负责，而无需拥有整套系统。这为生态合作创造模块化商业接口。

11.3 Documented Capability、simulation 与 physical Evidence

文档说明的是“可能 Capability”；simulation 说明 contract/逻辑在模拟条件下工作；只有具体 physical instance 的测试，才能证明该实例在给定条件下做到了什么。

C0-007 的价值恰恰在于它有限

C0-007 是来源已核验 simulator，提供 Profile、sim operation、operation ledger、idempotency/busy 等测试。它明确对 real hardware 返回 PHYSICAL_UNBOUND。这种诚实边界让软件能够提前开发，同时不冒充真实硬件。

C0-008 是 remote path record ，不是 hardware acceptance

C0-008 保存 2026-11-10 工程 client 经 SSH 到 Azure stdio simulator 的 14/14 记录。真实 736 当次不可达，因此该结果证明的是 remote simulation path，不是 physical board。

下一道 physical-reference gate

真正参考板恢复后，需要重新取得带时间的 Resource identity、hardware/BOM/OS、Runtime/protocol、工具目录和 target path，并分别验证 prepare/start/query/stop、retry、busy、disconnect/recovery 和真实外设路径。

Chapter 12 - 一个功能，多方共同完成

12.1 拟议的 locate_marks contract

第一条参考 function 选择“样品对位与核验”：给定有版本的图像和 marker definition，找出预期标记位置，并返回支持结果的 Evidence。

它只负责 observation，不直接控制激光、运动或加工。

为什么这是好的第一条 reference

它同时连接本地印刷/夹具、图像算法、cloud simulation、相机、T736 adapter、第二地点复现，而且物理风险较低、结果容易可视化。

Candidate input contract

输入可包括：operation/work identity、image 或 camera reference、marker profile/version、coordinate system、calibration reference、expected marker count、quality threshold、execution mode 和 Authority context。

Candidate output contract

输出可包括：marker IDs、pixel coordinates、optional physical coordinates（只有存在有效 calibration 时）、confidence/quality、algorithm version、image/frame identity、timestamp、Evidence references、warnings/errors。

Observation，不是 control

locate_marks 的输出只是 observation。任何后续 move/laser/print action 必须另有 contract、Authority 和 safety boundary。

12.2 从 synthetic image 到真实样品

Stage A - 固定 synthetic/generated input

先用有 hash 的图像建立 deterministic test vector，验证 contract、errors、versioning、repeatability。

Stage B - 本地印刷 sample 与 jig

观塘或其他 maker 按版本图案制作实物，拍摄/扫描并返回 material、fixture、print process、image Evidence。算法开始面对真实畸变、光照和工艺误差。

Stage C - T736 reference camera path

参考板可用后绑定具体 camera/driver，记录 frame format、timestamp、calibration、latency、CPU/memory 和 failure behavior。

Stage D - 受限 downstream use

当 observation 可信后，可以让另一个有 Authority 的 tool 使用结果，例如生成 alignment proposal 或 operator guidance。真正 machine movement 仍是独立 action。

12.3 第二地点独立复现

第二团队得到什么

应该得到：START_HERE、contract/Profile、test images/sample spec、software/version、environment、expected output、Evidence template、known limits、source/hashes。

第二团队必须返回什么

返回：实际环境、所用 hardware/software、输入 identity、结果、误差、失败、clarification questions、复现时间和 acceptance。

Reproduction time 是产品指标

一个很重要的 KPI 是：**从收到版本包，到另一个团队在没有原作者现场陪同的情况下独立复现 agreed function，需要多久?**

澄清次数和 hidden knowledge 同样应记录。

Many makers，一条 Evidence chain

打印者、夹具 maker、视觉工程师、T736 工程师、现场 operator、第二地点都可以贡献不同 Evidence。共同 version/contract 把它们连接成一条可审计链。

从一个 function 到 Capability network

当更多 functions 采用同样方法：register → contract → simulate → physical reference → freeze → deliver → reproduce，网络就开始拥有可复用的工程资产，而不是一次性 Demo。

Part IV 结论 - 品是可的路

真正的“产品”不仅是某块板、某个 app 或某台机器，还包括让下一团队能够理解、运行、验证、恢复和继续改进的路径。

Build together before hardware ships；verify in reality before claims scale。

Part IV Evidence 与来源说明

本篇继续沿用 H0-001、C0-005~008 的工程边界。T736 是参考路线，不是已完成 card phone 的声明；locate_marks 是拟议 contract/reference function，只有后续真实 camera/T736/second-site Evidence 才能提升其 Evidence level。

Part V - 价值：有用结果与可衡量的参与

Part V 概览

前四篇说明为什么有机会、已有 Capability 从哪里来、协作怎样保持责任清楚，以及工程团队怎样并行验证。Part V 回到最现实的问题：**发生了什么有用变化？谁因此受益？谁付出成本？怎样避免把同一价值重复计算？**

价值不能被压缩成一个“ROI 大数字”。本篇把现金、释放 Capability、用户/服务结果、环境/材料影响、治理/Evidence 分开记录，再在明确边界内综合判断。

同时，本篇把全部 17 个 SDG 纳入 relevance/evidence matrix，但坚持：**relevance ≠ achievement；ESG intention ≠ performance；一个 Work 的 Evidence ≠ 整个平台的 Evidence**。

Chapter 13 - 现实旅程：Make、 Move、 Assist

13.1 Make：从现有材料到被接受的输出

Make 的核心不是“机器动了”，而是输入经过受控 transformation，成为满足 agreed acceptance 的输出。

一条最小链可以写成：

Demand → confirmed input → preparation → process → inspection → accepted output → storage / next handover

材料、机器、operator、fixture、software、Evidence 可以来自不同团队，但每一步必须有 identity、conditions、responsible party 和 handover。

Demand 、inventory 、process 应保持分离

客户说“需要 100 张卡”是 demand；仓库里有 120 个 blank 是 inventory observation；机器理论上每小时能做 60 张是 capability/profile；某时段真正接受生产 100 张则是 Work/commitment。混在一起会产生重复预留和错误承诺。

低频也可以形成有价值的共享网络

单个小企业每周只需要一次加工或搬运，并不代表网络没有价值。关键在于不同需求是否可以共享一个稀缺 Capability，以及时间窗口是否冲突。总利用率、setup/transfer cost、waiting 和 fallback human capability 都要计算。

Transformation Evidence packet

一笔 Make Work 最好返回：input/batch identity、process version、machine/operator、时间、accepted/rejected quantity、inspection、failures、cost/time、next custody/location。

13.2 Move：从仓库到机器、机场到酒店，以及从一个 custodian 到另一个

Move 的价值不是“位置变化”本身，而是：

正确对象，在正确时间到正确地点，custody 清楚，状态被接收。

仓库→机器→暂存→3PL，机场→酒店→GuestReady，或空 trolley 离开阻塞区，都可以用同一 Work/Evidence 方法描述。

已有旅行服务说明各个部件已经存在

香港机场已经存在收费行李送递、MyTAG RFID/QR 关联和手推车监测等独立能力。这说明 transport、identity、notification、trolley operation 并非从零开始，但不意味着 HSIMC 的 GuestReady 或自动清障方案已经部署。

拟议 airport-hotel journey

把状态分成：

RoomReady ≠ BagReady ≠ GuestReady

机场/运输方可以完成“行李已到酒店”；酒店可以完成“行李已保管”；客人再决定何时/何处愿意接收。这样可避免客人刚进房、休息、洗澡或处理私人事务时被强制敲门，也能让经济型酒店用预约/集中时段提供服务。

Identity 不等于 custody

航空条码、LPN、RFID、QR/NFC 可以帮助识别，但不能单独证明谁当前保管行李。custody handover 需要数量、状态、交出方、接收方、时间/地点和异常 Evidence。

拟议 airport trolley journey

第一问题不是“把手推车排得更整齐”，而是旅客在电梯、安检、上车等手推车不能继续的边界交还后，**交接点多快恢复可用**。可以先人工确认空车/无遗留物，再测试短距离移到授权暂存区；自动化只有在 baseline 价值成立后再加入。

AI 已经进入旅行 planning layer

IATA 2026 Global Passenger Survey 显示相当比例旅客已经使用 AI 规划旅行。这提供时代背景：下一步不是让 AI 只给建议，而是怎样把被授权的计划连接到真实服务。

13.3 Assist：让现有移动与工作更轻松，同时不抹去安全边界

Assist 包括轮椅、推车、电动助力、搬运、定位提示等，但载人和载货不能用同一 safety case。

必须保留 person 与 cargo 的差异

货物成功移动不能验证轮椅；空车回位不能验证载人自主驾驶；UWB positioning 不能自动证明 motion safe。载人场景需要独立的 braking、stability、human override、failure、comfort、regulatory 和现场验收。

Human effort 不自动等于必须消除的成本

有些人工判断、服务与沟通本身就是价值。系统应减少不必要体力、等待和重复工作，而不是以“减少人数”作为唯一目标。

当 dignity 与 choice 是服务的一部分时，也要测量

对于长者、残障人士、旅客和酒店客人，可以记录：是否能够选择服务时间/方式、是否减少非预期打扰、是否保留人工 alternative、是否更容易表达 Authority、是否增加独立行动能力。

Chapter 14 - 衡量价值，避免重复计算

14.1 先分账，再讲综合故事

本白皮书建议至少五本 ledger。

Ledger 1 - Cash

记录：new realized revenue + verified avoided cash expense - incremental operating cash expense。初始投入单列；没有实际减少现金支出的“节省工时”不能直接当现金收益。

Ledger 2 - Released capability

记录 setup、waiting、travel、handling、inspection 等节省/增加的时间，以及因此多完成多少 Work、增加多少 capacity。

Ledger 3 - User and service outcome

记录客户等待、准时率、选择权、成功交接、非预期打扰、access、quality、dignity 等。

Ledger 4 - Environmental and material effect

记录实际 material flow、energy、transport、repair/reuse、lifecycle、waste 与 baseline。不要把“用了 recycled material”直接等于减排。

Ledger 5 - Governance and Evidence

记录 Authority、custody、acceptance、Evidence quality、dispute、correction、recovery、privacy 和 auditability。

14.2 Baseline、attribution，以及 transfer 与 creation 的区别

没有 baseline，就无法知道 improvement 来自哪里。

Participant accounting 与 network accounting 不同

酒店付 HKD 100 给物流伙伴：酒店账是 -100，物流伙伴账是 +100；如果把双方合并成网络，不应该把它算成“新创造 HKD 200”。这是内部 transfer。

网络净价值要看外部收入、真实避免成本、外部投入和产生的用户/社会/环境结果。

节省时间不自动等于节省工资

员工从 30 分钟缩短到 10 分钟，首先证明释放 20 分钟 Capability。只有真正减少 overtime/outsourcing 或用这些时间完成额外付费 Work，才进入 cash ledger。

避免重复计算同一环境收益

企业 Scope inventory、项目 avoided emissions、产品 lifecycle 都有不同 accounting boundary。一个 reuse 项目的 comparative benefit 不应随意从多个账本重复扣减。

Attribution 应跟随 Evidence，而不是最大的品牌

一个结果可能由客户、local maker、model team、supplier、operator、sponsor 一起产生。应根据真实 contribution/contract/Evidence 说明谁贡献了什么，而不是把全部结果归给最有名的机构。

14.3 用 marginal value 与 marginal burden 决定是否 scale

Gate 1 - 问题能观察吗？

先记录 baseline：发生频率、时间、成本、失败、用户痛点。看不见的问题不适合立刻自动化。

Gate 2 - 不增加定制硬件，最小服务能改善吗？

先用人工、QR、已有设备、简单 adapter 试出价值。若流程本身没有价值，复杂硬件也不会救它。

Gate 3 - 新 tool 是否改善完整结果？

加入 UWB、T736、robot、NFC 后，要比较 full outcome，而不是只看某个技术指标。

Gate 4 - 共享是否提高利用率，还是 coordination cost 抵消收益？

低频共享要计入预约冲突、转场、准备、维护和人工 fallback。

Gate 5 - 第二地点能复现价值吗？

只有第二团队用同一方法得到相近改善，才开始具备 scale 证据。

一个实际 value dashboard

可以同时显示：cash contribution、released minutes/capacity、service outcome、material/energy、Evidence completeness、participant distribution、open risks。不要强迫所有指标换算成一个分数。

Chapter 15 - 十七个目标，具体贡献

15.1 把 SDG 当 relevance/evidence map，而不是徽章集合

17 个 SDG 是整体性的结果框架。本项目对每个 Goal 都记录：为什么可能相关、通过什么具体 Work 产生贡献、需要什么 Evidence、目前有什么局限。

最强初始 cluster 是：

SDG 4 优质教育：通过真实工程 Work 学习并能独立复现；

SDG 8 体面工作和经济增长：有偿参与、小企业 Capability、生产性 Work；

SDG 9 产业、创新和基础设施：让小型 maker 连接现代工程与生产系统；

SDG 10 减少不平等：减少语言、地域、资本、设备和能力障碍；

SDG 12 负责任消费和生产：材料证据、repair/reuse、lifecycle；

SDG 17 促进目标实现的伙伴关系：真实多方 knowledge/technology/resource collaboration。

Application-dependent Goals 必须保持 application-dependent

SDG 1、2、3、5、6、7、11、13、14、15、16 等可能在具体农业、健康、性别、水、能源、城市、气候、生态或治理 Work 中相关，但不能因为平台“理论上可用”就宣称结果。

15.2 ESG 是运营观察镜头，不替代 SDG

Environmental：物理负担改变了什么？

看实际材料、能源、运输、waste、maintenance、lifetime、end-of-life 和 baseline。

Social：谁获得 Capability、收入、access 或 dignity？

看参与、paid work、技能、身体负担、选择权、语言/设备 alternative，以及新风险由谁承担。

Governance：谁决定、谁能检查、谁能纠正？

看 Authority、version、Evidence、acceptance、payment、privacy、dispute 和 recovery。

15.3 当分配结果可见，No One Left Behind 才可测

每个 Work 后可以问：谁原本预期受益？谁实际参与？谁因为语言、价格、账号、网络、身体能力或企业规模被排除？谁得到现金？谁贡献无偿时间？谁承担新负担？谁有决定权？是否有非智能手机/非英语/人工替代路径？失败是否被记录并反馈到下一版本？

Relevance 不等于 achievement

SDG relevance is not SDG achievement. 只有明确 baseline、结果和 Evidence 时，才讨论实际贡献。

Contribution statement 模板

一个负责任的表述可以写成：

在 [Work/period/location] 中，项目通过 [specific change] 与 SDG X 的 [relevant target/theme] 相关；当前 Evidence 为 [measured result]；尚未证明 [limits].

Partnership 的价值是 executed interface

Goal 17 不是伙伴 Logo 越多越好。真正伙伴关系是：一方提供真实需求，另一方提供真实 Capability，Authority 明确，Work 被接受，结果交付，Evidence 保存，Value 可计算，下一团队能继续。

Part V 之后的邀请

因此邀请升级为:

Bring your existing capability.
Deliver one reproducible function.
Measure one useful outcome.
Make GenAI plans become real value - now, here, globally.

Part V 来源说明

本篇使用联合国 2030 Agenda/SDGs/LNOB、GHG Protocol、IATA 2026 Global Passenger Survey、香港国际机场行李送递/MyTAG/智能机场资料作为外部背景。HSIMC 的机场-酒店 journey、trolley clearance、value ledgers 和 contribution model 属于 HSIMC 提案，除非明确说明已有外部实现。

Part VI - 邀请：由已有 Capability 构成的全球网络

Part VI 概览

最后一篇不再增加更多“远景”，而是回答三个行动问题：这个网络怎样加入？怎样从一次参考结果走向可复用共同规范？什么时候才有资格讨论正式标准化？

核心邀请不是要求每个参与者建立完整 AI 平台，而是：**带来一项已有 Capability 或一个真实任务，以明确边界完成一个可复现结果**。

Chapter 16 - 互补 Capability 构成的开放网络

16.1 互补现有生态，而不是重建它们

全球已经存在模型、creative tools、cloud workspace、hardware platform、manufacturing network、logistics、payment、standards 和 local services。HSIMC 的价值不应是重新复制所有这些生态，而是把 model-level plan 连接到一条可追责 local capability chain。

OpenAI 的工程信号

Accelerating engineering for the physical world 强调 mechanical/electrical/software/simulation/manufacturing 的跨专业协作和真实工具。HSIMC 把自己的路线定位为独立互补：提供现实任务、本地 Resource、接口、Authority、Evidence 和第二地点复现。

MCP 的信号

2026-07-28 Stateless core、显式 context、routing、extensions 等，让不同 client/servers 更容易组合，但协议互操作本身不自动等于业务/物理责任完成。HSIMC 在上层保留 Work、Resource、Authority、custody 和 Evidence。

互补性必须在 Work 里可见

如果某合作方只是被放在网站 Logo 上，却没有明确贡献、Authority、acceptance 和 value event，就不应被描述成执行伙伴。

16.2 一项 Capability 就足够加入

网络入口可以很小。参与者可以提交 Capability Note：能做什么、在哪里、什么时候、谁负责、条件/限制、怎样验收、预计 cost/time。

从 Capability Note 到 Capability Profile

当 Work 重复出现，就逐渐把轻量说明升级为版本化 Profile：input/output、interface、conditions、Evidence、known limits、compatibility、maintenance。

没有 API 的人也能参与

本地 maker 可以用网页、表格、照片、QR/NFC、人工 handoff 或 HSIMC operator 进入；以后再根据频率决定是否建立 API/MCP adapter。数字成熟度不是参与资格。

Participation 可以本地，discovery 可以全球

材料、机器和服务仍在具体地点；全球模型/工程师可以发现与计划，但真正承诺必须由本地负责方接受。

一项 Capability 可以属于多个 ecosystem

同一个 printing/laser/UWB/T736/logistics capability 可以同时服务 OpenAI、Microsoft、Adobe、Google、Apple 或客户自有 workflow，只要 identity、rights、contract 和 Evidence 不冲突。

16.3 参与必须创造留下来的公平理由

长期网络需要让参与者看到：收入、学习、客户、资产利用率、数据/方法权利、品牌、公共价值或其他真实回报。

Contribution rights 应随 Work 流动

每项贡献应记录 reuse/license/visibility/attribution/payment boundary；共享 reference 不等于必须开源所有 IP。

一个 Work 中可以共存五类 participant role

需求方、Capability provider、engineering/model contributor、operator/executor、reviewer/acceptor 可以由不同主体承担，也可能同一主体承担多个角色，但必须显式记录。

Goal 17 是有用 frame，不是 badge

真正 multi-stakeholder partnership 应共享 knowledge、expertise、technology、resource 并产生 executed interface，而不是只共享宣传。

Chapter 17 - □ Reference Results 到共同规范

17.1 一次成功 Demo 还不是标准

“跑通一次”只说明在某组条件下得到一个结果。要变成别人可依赖的共同规则，需要更长成熟路线。

Reference result

保存有版本的输入、条件、输出、Evidence、failures、acceptance，供别人比较。

Versioned Profile

把 Capability/conditions 抽象成可重复描述：required/optional fields、units、limits、compatibility。

Conformance method

定义怎样测试一个 implementation 是否满足 Profile，包含 test vector、measurement、tolerance、failure criteria、Evidence format。

Multi-implementation compatibility

至少两个独立团队/实现围绕同一 Profile 工作，记录哪些相同、哪些本地差异、互操作失败在哪里。

17.2 Shared specification 应从 Evidence 生长

只有当 repeated Work、independent reproduction 和市场需求证明共同接口有价值，才值得冻结更正式 shared specification。

尽量把 business semantics 与 transport 分开

Work、Authority、acceptance 等业务含义不应过度绑死某一种 REST/MCP/queue transport，以便未来协议升级而业务 identity 继续存在。

Versioning 是 governance 功能

任何 breaking/non-breaking change、deprecated field、migration、evidence requirement 都要有 version/changelog，而不是悄悄修改线上含义。

Negative results 属于共同知识

失败材料、不可兼容机器、不稳定参数、错误公差、不能复现的结果也必须记录。一个只保存成功案例的 specification 会非常脆弱。

17.3 从 shared specification 到 formal standardization

HSIMC 自己的 Profile/contract/reference method 不应自动被称为国际标准。

一个实际标准化阶梯

Observation → Reference Method → Versioned Profile → Conformance Pack → Independent Implementations → Shared Specification → Formal Standardization, when justified

进入最后一层通常需要明确市场/社会需求、多个利益相关方、成熟技术基础、正式程序和共识机制。

Open reference 不要求 open everything

测试方法、接口和 reference profile 可以开放，同时参与方仍保留专有算法、工艺诀窍、客户数据或商业条款。关键是明确哪个层次需要开放才能互操作。

Global relevance 仍可能需要 local options

电压、语言、连接器、法规、材料、劳务流程和文化习惯可以不同。共同规范应该让本地差异可表达，而不是假装不存在。

Chapter 18 - □ AI 成为现实的邀请

18.1 五种加入方式

1. Bring a real task

带来一个有人真正关心、能观察 baseline、有人愿意验收的现实问题。

2. Bring a local capability

带来人、设备、材料、空间、机器时间、物流、制造、维修、服务等本地 Capability。

3. Bring an engineering or model function

贡献软件、算法、设计、仿真、适配、翻译、quality review 或 analysis。

4. Buy or sponsor a useful result

客户、企业、政府、基金或研究伙伴可以为明确 Work 提供采购/赞助，而不是资助抽象“创新”。

5. Reproduce and review

第二团队/地点负责独立复现、找出 hidden knowledge、比较 value 和提出 correction。

18.2 从一个 Work 开始，再用 Evidence 赢得 scale 的资格

前 30 天：让 interface 变成真的

确认 demand、Resource、Authority、contract、baseline、acceptance，完成第一项有 Evidence 的 Work。

31-60 天：复现并比较

第二团队/设备/地点按同一版本执行，记录 clarification、difference、failure 和 value。

61-90 天：决定 scale、standardize 或 stop

如果 marginal burden 超过 value，就停止或重新设计。一个能淘汰弱想法的网络，比把所有 pilot 都包装成成功更可信。

第一项可见的全球测试

选择一个低风险、有实物、有清楚验收的 function，让一个地点制作/执行，另一个地点复现，全球模型/工程师围绕同一 contract 协作；发布 Evidence 而不是只发布故事。

18.3 Make AI real - without leaving people behind

技术变强时，人的 Authority、贡献、收益和退出权更应该可见。

No One Left Behind 是设计要求

系统要问：没有 API、不会英语、没有昂贵算力、没有指定账号、行动不便、规模很小的人，是否仍有参与路径?

Local Capability 应保持足够"本地"才有意义

全球网络不应把本地 maker 变成匿名低价劳动力。位置、经验、速度、文化、美学、服务关系和现场判断本身就是 Capability。

自动化越强，Human Authority 越要可见

谁允许？谁可以 stop？谁承担异常？谁验收？这些问题不能因为 agent 更智能而隐藏。

Evidence 应让 trust 可携带

第二团队不必“相信品牌故事”，可以读取版本、测试、失败、acceptance、source、boundary，从而把 trust 从人际关系逐步变成可携带 Evidence。

信用卡尺寸的起点再次回到这里

一张小卡/标签只是入口：它可以把人带到 Resource、Capability、Authority、Evidence 和 Work。真正的“智能”分布在本地材料、电子模块、T736/其他计算、现有机器、cloud/model 和人之间。

最终邀请

Bring your existing capability.
Deliver one reproducible function.
Measure one useful outcome.
Make GenAI plans become real value - now, here, globally.

这个邀请的目标不是让每个人拥有一台机器人，而是让更多人能够向复杂产品/服务贡献一个**有用、有边界、可验证的功能**。

Part VI 来源说明

本篇引用 OpenAI physical-world engineering publication、MCP 2026-07-28、UN SDG 17/multi-stakeholder partnership、ISO standard-development/consensus 等作为外部背景。HSIMC Capability Note、maturity ladder、30/60/90 pattern 和全球参与模型属于 HSIMC 提案；formal standard 仍需适当标准组织及共识程序。

Appendix A - 17 个 SDG：相关性、贡献、Evidence 与局限

本白皮书把 17 个可持续发展目标作为 relevance/evidence map 使用，并不声称 HSIMC 已经实现任何 Goal。每个公开案例都应说明具体 target/outcome pathway、baseline、observed result、谁受益、谁承担负担，以及该案例不能证明什么。

A.1 - 1 - 无贫穷

初始相关性：取决于具体应用。
可能贡献路径：低收入参与者的净收入、韧性或基本服务负担得到可验证改善。
最低 Evidence：参与者 baseline、实际净收入/成本变化、收益与负担分配。
局限：不能仅凭“创造工作”或“增加收入”推断减贫影响。

A.2 - 2 - 零饥饿

初始相关性：取决于具体应用。
可能贡献路径：农业、食品处理、储存或物流 Work 可测量地减少损耗或改善可达性。
最低 Evidence：食品数量/质量、损耗率、时间、成本、受益者和供应链记录。
局限：不能因为合作伙伴有农场，就把所有非食品 Work 都关联到本目标。

A.3 - 3 - 良好健康与福祉

初始相关性：取决于应用 / safety-critical。
可能贡献路径：辅助移动、减少不安全人工搬运、改善服务可达性。
最低 Evidence：明确定义人群、安全论证、incident data、service outcome 与 human oversight。
局限：货物/物流 Evidence 绝不能替代载人安全 Evidence。

A.4 - 4 - 优质教育

初始相关性：直接相关。
可能贡献路径：Capability 学习、可复现工程任务、第二团队复现与技能传递。
最低 Evidence：培训内容、前后 Capability、独立完成、复现时间和技能保留。
局限：仅参加培训不能证明学会。

A.5 - 5 - 性别平等

初始相关性：跨领域。
可能贡献路径：按适当群体观察参与、报酬、决策权与负担。
最低 Evidence：在合法合适前提下，分组参与、compensation、Authority、安全与发展数据。
局限：不能假设“中性技术”自然产生平等结果。

A.6 - 6 - 水和生施

初始相关性：取决于应用。
可能贡献路径：材料/工艺用水、产生废水，或直接服务水与卫生 Work 时相关。
最低 Evidence：process-water inputs、排放路径、污染物、处理和 baseline 比较。
局限：没有明确 water boundary 就不能提出水相关主张。

A.7 - 7 - 经济适用的清洁能源

初始相关性：取决于应用。
可能贡献路径：能源效率、共享设备利用率、可再生能源本地运行、每个 accepted result 能耗下降。
最低 Evidence：metered energy、output quantity、baseline、grid/fuel context、新增设备能耗。
局限：设备体积小不等于系统层面节能。

A.8 - 8 - 体面工作和经济增长

初始相关性：直接相关。
可能贡献路径：有偿贡献、更安全工作、更高 Capability、SME 参与、生产性时间。
最低 Evidence：实际报酬、工作时间、加班、安全、技能进步和增量收入/成本。
局限：释放时间不自动等于工资节省或体面工作结果。

A.9 - 9 - 产业、创新和基础设施

初始相关性：直接相关。
可能贡献路径：SME/local maker 通过版本化接口、数字工具、硬件 Profile 和可复现工程进入现代生产。
最低 Evidence：被接受的 Capability Profile、conformance result、第二地点复现、利用率与 business continuity。
局限：一个 prototype 不能证明 resilient infrastructure。

A.10 - 10 - 减少不平等

初始相关性：直接相关。
可能贡献路径：降低语言、设备、地域、公司规模、残障或没有 API 所造成的障碍。
最低 Evidence：谁参与、谁被排除、替代路径、Authority 与收益分配。
局限：打开网页不等于有意义参与。

A.11 - 11 - 可持续城市和社区

初始相关性：取决于应用。
可能贡献路径：本地维修、共享移动、楼宇/机场/酒店物流、reuse 与 accessibility Work。
最低 Evidence：本地 baseline、空间/时间效果、安全、服务可得性、材料与运输影响。
局限：城市尺度主张需要城市尺度 Evidence。

A.12 - 12 - 负责任消费和生产

初始相关性：直接相关。
可能贡献路径：reuse、repair、material traceability、yield、waste、life extension、responsible sourcing。
最低 Evidence：材料身份、mass flow、yield、scrap、lifetime、repair、disposal 和 comparative baseline。
局限：reuse 不自动等于环境更优。

A.13 - 13 - 气候行动

初始相关性：取决于应用。
可能贡献路径：存在明确 baseline/boundary 时的 comparative GHG reduction 或 climate-related Capability。
最低 Evidence：认可的 accounting method、activity data、emission factors、life-cycle boundary、

uncertainty。
局限：avoided-emissions 与组织 inventory accounting 必须分开。

A.14 - 14 - 水下生物

初始相关性：guardrail / application-dependent。
可能贡献路径：材料泄漏、废水、包装或沿海/海洋应用存在可信路径时。
最低 Evidence：材料/废物流向、排放、leakage risk、mitigation。
局限：不能仅凭 recycling 宣称海洋收益。

A.15 - 15 - 陆地生物

初始相关性：guardrail / application-dependent。
可能贡献路径：sourcing、land use、agriculture、biodiversity、disposal。
最低 Evidence：来源、土地/生态背景、材料选择、运营影响和 baseline。
局限：本地 reuse 也可能把负担转移到别处。

A.16 - 16 - 和平、正义与强大机构

初始相关性：跨领域治理相关。
可能贡献路径：透明 Authority、可审计、纠正、申诉、数据责任和 accountable decisions。
最低 Evidence：permission trail、disputes、incident/recovery、audit access、correction process。
局限：项目治理不能证明国家层面的制度改革。

A.17 - 17 - 促进目标实现的伙伴关系

初始相关性：直接相关。
可能贡献路径：真正执行的多方接口，共享 knowledge、expertise、technology、resources，并完成可衡量 Work。
最低 Evidence：具名角色、accepted commitments、delivered result、value/burden、reproducibility、data quality。
局限：伙伴 Logo 或 MoU 本身不是 executed partnership Evidence。

A.18 SDG 述的 Evidence □□

一个有用的 SDG contribution statement 应包含：**Work、participants、baseline、observed result、distribution、method、evidence stage、relevant Goal/target、limits**。缺少关键元素时，应表述为 hypothesis/relevance assessment，而不是 verified impact。

A.19 最强初始 cluster

最直接关联 operating model 的初始 cluster 是 SDG 4、8、9、10、12、17，对应学习与 Capability、体面工作/小企业、包容产业参与、降低障碍、负责任生产和多方伙伴。即便如此，所有结果仍然是 Work-specific。

Appendix B - ESG 衡量框架

ESG 在本白皮书中是 operating measurement framework，不替代 SDG，也不压缩成一个 composite score。

B.1 五本 ledger

Cash ledger

记录 realized revenue、verified avoided cash expense、new operating expense 和 initial investment。不要把 forecast value、released time 或 network internal payment 当成新现金价值。

Released-capability ledger

记录 waiting、setup、rework、throughput、释放的 staff time 和 second-team reproduction。只有实际现金发生变化，released time 才进入 cash saving。

User/service-outcome ledger

记录 timing、choice、access、error、disruption、completion、dignity/convenience 等被定义为服务结果的指标。

Environmental/material ledger

记录 material input/output、reuse、scrap、energy、transport、repair、lifetime、disposal。reuse 不自动等于净环境收益。

Governance/evidence ledger

记录 Authority、custody、acceptance、incident、retry、dispute、recovery、provenance。良好治理 Evidence 不能替代技术性能。

B.2 Cash 与 network accounting

对参与者 j 在明确期间：

Incremental cash contribution(j) = new realized cash revenue + verified avoided cash expense - new incremental operating cash expense.

initial investment 单列；若非零，可以报告 simple period ROI，但不能自动年化。

网络层必须抵销内部付款：酒店付服务商 HKD 100，一方 -100、另一方 +100；网络不能记成新创造 HKD 200。

B.3 Baseline discipline

所有 comparative claim 应声明 functional unit、boundary、baseline/counterfactual、observation period、allocation rule、uncertainty。

B.4 Environmental reporting

产品环境工作考虑 raw materials、manufacturing、transportation、storage、use、repair/reuse、disposal。project/intervention avoided-emissions 与 organization inventory 分开。

B.5 Social reporting

最低应回答：预期谁受益、谁实际参与、谁无法参加及原因、谁获得报酬、谁贡献无偿时间/设备、身体/排程负担是否转移、留下了什么独立 Capability、没有首选设备/语言/账号/技能的人是否有替代路径。

B.6 Governance reporting

说明谁授权每项动作、谁接受 Work、使用哪个版本、不确定结果怎样处理、cancel/recovery 怎样完成、参与者如何 dispute/correct record。

B.7 Scaling gate

不要因为 Demo 看起来震撼就 scale。只有 marginal useful outcome 持续大于 marginal burden，并且第二团队/地点能在声明条件下复现，才进入规模化。

Appendix C - Common Capability Contract

Common Capability Contract 是让不同团队在最终硬件完成前共同工作的 shared boundary，描述的是 function，不是无限使用某 Resource 的 permission。

C.Field - contract_id

稳定 contract/Profile identifier。 ## C.Field - function 人类可读动作/结果，例如 locate_marks。 ## C.Field - input_schema 版本化输入对象、单位、范围和必需文件。 ## C.Field - output_schema 版本化结果、quality fields、units、Evidence refs、error states。 ## C.Field - resource_target HSIMC Resource 或 target class；真实 physical instance 单独绑定。 ## C.Field - execution_mode simulation / physical_reference / physical_delivered / operational。 ## C.Field - conditions 环境、tooling、calibration、material、prerequisites。 ## C.Field - authority_required discover/read/reserve/configure/execute/stop/accept/administer 所需最低 Authority。 ## C.Field - effect_identity 独立于短期 credential 的 intended physical effect digest/identifier。 ## C.Field - operation_id 用于 retry/read-back 的稳定物理副作用请求 identity。 ## C.Field - freshness_requirement 用于 planning/authorization 的 observation 最大可接受年龄。 ## C.Field - resource_locking reservation、lease、busy/conflict 和 release rule。 ## C.Field - safety_boundary 必须留在本地/deterministic、不委托远程模型的条件。 ## C.Field - acceptance measurement、tolerance、Evidence 与 human/organization acceptance。 ## C.Field - recovery stop、unknown-result、network interruption、restart behavior。 ## C.Field - version contract、adapter、algorithm、hardware/BOM、calibration、deployment refs。 ## C.Field - cost_time 预期/实际时间、材料、能源、money cost。 ## C.Field - rights contribution、reuse、attribution、confidentiality、withdrawal constraints。

C.1 示例 - locate_marks


```
{
 "contract_id": "hsimc.locate_marks.v0",
 "function": "locate_marks",
 "input": {"image_ref": "sha256:...", "marker_profile": "marker-profile-v3", "calibration_ref": null},
 "target": {"resource_id": null, "mode": "simulation"},
 "authority": {"subject": "bound-at-runtime", "scope": ["read_input", "run_observation"]},
 "output": {"coordinate_space": "pixels", "marks": [], "quality": {}, "evidence_refs": []},
 "limits": ["No millimetre conversion without calibration evidence", "Observation only; no machine motion or laser action"]
}
```


同一 contract 可以运行于 fixed image、cloud simulator、remote reference camera 或 delivered device，但每个 target 都需要自己的 adapter 和 Evidence。

C.2 Retry/effect rule

请求相同 physical effect 时 retry 复用原 operation_id；结果未知时先 query 原 operation，再考虑新 effect。更新 credential/token 本身不会创建新的 physical Work。

Appendix D - 物理接口与材料 Profiles

D.1 Profile principle

Profile 描述声明条件下的“可能 Capability”；具体 physical instance 仍需观察/绑定后，Profile 才能成为关于该实例的 Evidence。

D.2 Material Profile - 最低字段

Identity

来源、supplier/product（如已知）、batch/lot、previous use、owner。 ### Physical condition 尺寸、质量、厚度、表面、缺陷、污染、含水。 ### Composition 声明成分、coating、binder、conductive material、unknowns。 ### Process history cutting、heat、lamination、printing、cleaning、chemical treatment。 ### Intended function fixture、card layer、packaging、antenna substrate、non-structural sample 等。 ### Tests and limits 尺寸、电阻、附着、耐磨、RF response、durability 等；未验证 load/fire/hygiene/electrical/environmental/regulatory 条件必须显式记录。 ### Evidence 照片、测量、test report、operator、timestamp、version。

D.3 Functional-surface Profile

printed/embroidered/foil/conductive surface 记录 geometry、line/thread/material、process settings、substrate、bonding/curing、measured functional property、connection、inspection image、acceptance limit。

D.4 Hardware/adapter Profile

相机、NFC、UHF RFID、UWB、machine interface、motion controller 记录 exact model/BOM/revision、connector/pin、电气标准/电平、driver/OS/Runtime、protocol/timing、power budget/peak、calibration/frame、failure/timeout/recovery、concurrency/conflict、Evidence stage。

D.5 T736 reference design boundary

当前文档基线为 HelperT736C 核心模块约 60 × 40 × 3.0 mm 和更大的 reference carrier；信用卡尺寸仍是设计目标。拟议 minimum carrier 保留 power、recovery/USB0、UART0、选定 network、powered USB Host 和有意分配的 serial expansion；exact connector/rail/power/interface multiplexing/thermal/device-tree 仍属 configuration-specific engineering。

D.6 Interface name 不是 electrical guarantee

UART logic ≠ RS-232 ≠ RS-485；miniPCIe 外形 ≠ PCIe signal；camera connector ≠ driver/format/timing/calibration compatibility。Profile 必须记录真实 electrical/software contract。

Appendix E - Reference Engineering 与验收路线图

E.1 - 0. Problem and Work definition

回答：Demand、Authority、acceptance、baseline、responsible parties 明确。
最低 Evidence：versioned Work brief。

E.2 - 1. Documented

回答：source documents 支持可能 Capability。
最低 Evidence：document hash、Profile、conflicts/unknowns。

E.3 - 2. Simulated

回答：contract 在无物理副作用的 controlled simulator 中成立。
最低 Evidence：test vectors、receipts、deterministic errors。

E.4 - 3. Remote simulated

回答：remote client 经目标 route 到达 simulator。
最低 Evidence：route、client、protocol/Runtime、remote receipts。

E.5 - 4. Physical reference

回答：绑定 reference device 在受控条件下执行有限真实 observation/action。
最低 Evidence：Physical Resource ID、BOM/OS/driver、tests、stop/recovery。

E.6 - 5. Configuration freeze

回答：hardware、image/Runtime、adapters、contracts、test pack 冻结供发货。
最低 Evidence：freeze manifest、recovery procedure。

E.7 - 6. Physical delivered

回答：delivered instance 完成绑定并在目的地复现 acceptance。
最低 Evidence：delivered identity、installation、local test、handover。

E.8 - 7. Operational

回答：在明确期间完成真实 Work，并有 incident/value records。
最低 Evidence：operational log、outcomes、cost/value、maintenance、incidents。

E.9 - 8. Independent reproduction

回答：第二团队/地点复现 agreed function。
最低 Evidence：reproduction time、deviations、clarification count、comparative Evidence。

E.10 Configuration freeze

freeze 至少绑定 hardware revision/BOM、image/OS、Runtime、driver set、adapter versions、contracts、application version、calibration、test pack、known limits、recovery、Evidence hashes。

E.11 Shipping rule

参考配置完成发货前验收以后再 ship；shipping 不会把 reference identity 变成 delivered identity。delivered unit 获取独立 Resource identity 和 local binding。

E.12 Local operation

需要本地连续性的场景，基本 operation/safe stop/recovery 不应依赖永远打开的 cloud session。cloud 可协调/更新/收 Evidence，但不能成为所有实时物理行为的隐藏单点控制。

E.13 Second-site reproduction

第二地点返回的不只是 pass/fail，还包括 reproduce time、substitutions、environment differences、hidden assumptions、questions、failed attempts、final Evidence，并反馈到下一版 Profile。

Appendix F - Evidence Register 与来源说明

F.1 部 Evidence Register

H0-001 / 2026-11-11 - Cross-Project Hand Off

Evidence class：Documented handoff。
边界：汇总既有决策/Evidence；没有重新探测真实 T736，也没有部署 firmware/device。

C0-005 / 2026-11-09 - T736 hardware standardization baseline

Evidence class：Documented。
边界：供应商文档审阅、pin/interface mapping、冲突；没有新增 bench measurement。

C0-006 / 2026-11-09 - Remote engineering plan

Evidence class：Planned architecture。
边界：cloud simulation → remote reference board → freeze → ship → local bind/accept。

C0-007 / 2026-11-10 - Source-verified simulator

Evidence class：Simulated。
边界：simulator source/receipts；physical target unbound；不证明 hardware。

C0-008 / 2026-11-10 - Recorded Azure remote simulation

Evidence class：Remote simulated。
边界：14/14 remote simulation；该记录中真实 736 不可达。

W0-003 / P1

Evidence class：Published digital。卡片/一页 Brief 数字发布与 QR 已验证；实物 print/NFC read-back 延后。 ### W0-004 / P2 **Evidence class：**Published digital。英文 Executive Summary HTML/PDF 已发布验证。 ### W0-005 / P3-A **Evidence class：**Published digital。Part I 已发布验证。 ### W0-006 / P3-B **Evidence class：**Published digital / 当前已知 public baseline。Part II 已发布验证。 ### W0-007 / P3-C **Evidence class：**Generated and archived。发布包完成，remote deploy 延后。 ### W0-008 / P3-D **Evidence class：**Generated and archived。发布包完成，remote deploy 延后。 ### W0-009 / P3-E **Evidence class：**Generated and archived。发布包完成，remote deploy 延后。 ### W0-010 / P3-F **Evidence class：**Generated and archived。发布包完成，remote deploy 延后。 ### W0-011 / P4 **Evidence class：**Generated master。汇总 Parts I-VI、front matter、Appendices A-H、glossary、source/version registers。

F.2 Evidence labels

Proposed - 拟议：待测试的设计、架构、路线或主张。

Documented - 已有文档证据：由来源文档支持，不一定证明具体物理实例。

Simulated - 已模拟：在 simulator/synthetic environment 测试。

Remote simulated - 已远程模拟：通过目标 remote route 测试，但未完成 physical target acceptance。

Physical reference - 物理参考实例：在明确识别的 reference instance 上受控验证。

Physical delivered - 物理交付实例：在目的地 delivered instance 上完成绑定/验收。

Operational - 已投入运行：在明确期间真实 Work 中观察。

Independently reproduced - 已独立复现：第二团队/地点按发布边界复现。

F.3 Observation 与 receipt

operation receipt 是某次 operation 的 Evidence；fresh observation 是当前/近期 state Evidence。对象应带 observation time、receipt time、source、method、version、freshness limit。

F.4 Source hierarchy

Evidence 冲突时保留冲突，不静默“统一”。实用层级：bound instance 的当前 physical measurement；当前 manufacturer/BOM-specific data；versioned engineering documentation；simulator behavior；design proposal。不同来源可能回答不同问题。

Appendix G - 参与指南

参与者可以从一个真实 task 或一项真实 Capability 开始，不需要完整平台。

G.1 五种加入方式

Bring a real task - 有人真正需要并能验收的结果。

Bring a local capability - 材料、机器、空间、人员、储存、运输或服务。

Bring an engineering or model function - software、model、design、simulation、adapter、translation、analysis。

Buy or sponsor a useful result - 为有 acceptance condition 的 Work 付款/赞助。

Reproduce and review - 独立复现、测试、挑战或改进 reference result。

G.2 Minimum Capability Note

Capability：你能做什么?
Location：在哪里发生?
Availability：什么时候/多少可用?
Responsible party：谁能接受 Work?
Conditions：什么输入、工具或限制?
Evidence：什么证明完成?
Cost/time：一个 accepted result 需要多少?
Rights：使用、reuse、confidentiality、attribution 有什么条件?

G.3 First Work

第一笔 Work 应刻意小：把一个 interface 做实，产生足够 Evidence 让第二团队理解。不要因为“演示最震撼”就优先选择最复杂 autonomous use case。

G.4 30 / 60 / 90 day pattern

1-30 天：定义 Work、baseline、Authority、contract、first accepted result。
31-60 天：第二团队/设备/maker/地点复现，记录差异和 hidden assumptions。
61-90 天：决定 scale、standardize、改 interface、保持 local，或 stop。

能够停止弱想法的网络，比把每个 pilot 都变成成功故事更可信。

G.5 Contribution 与 value

贡献可以是 paid service、sponsored work、in-kind equipment、research contribution 等明确安排。无偿贡献应可见。IP、reuse、attribution、confidentiality 随具体 Work/贡献协议管理。

Appendix H - 多语言编辑规则

W0-011 English Master 是下一语言层唯一语义来源。

H.1 定

Part、Chapter、section、appendix numbering 与英文保持对应；stable IDs、Runtime、Card ID、Resource ID、hash、version 不变；只翻译描述性 label，不翻译用于技术寻址的 identifier。

H.2 Evidence words 为受控词汇

Proposed、Documented、Simulated、Remote simulated、Physical reference、Physical delivered、Operational、Independently reproduced 使用各语言维护的 glossary；翻译不得升级或弱化 Evidence status。

H.3 Proper names 与 standards

首次出现时，在本地译名可能产生歧义的情况下保留官方英文名称。ISO、MCP、OpenAI、SDG 数字、产品/型号和法律主体名称发布前核对权威用法。

H.4 Numbers 与 units

数字、日期、单位、公差、公式、version identifiers 与英文保持等价；仅在不改变技术含义时本地化标点/排版。

H.5 Chinese

联合国官方语言包括中文。简体中文作为大陆工程/制造受众的首版；繁体中文作为香港等市场的区域书写变体；两者都映射同一 English Master revision。

H.6 Arabic 与 RTL

阿拉伯文必须做 RTL layout test；URL、code、formula、model number、identifier 在适当位置保持 LTR。

H.7 Source citations

译本引用同一 underlying source，而不是 source 的机器翻译副本；如果存在官方本地语言来源，可增加 link，但保留原 source identity。

H.8 Change control

英文 Master 更新后生成 translation delta：changed section IDs、factual changes、evidence-status changes、new/removed sources、terminology changes。禁止六种语言各自静默 patch。

术语表

Authority

业务层面的授权与责任边界：个人/组织可以 discover、read、contribute、reserve、configure、execute、stop、accept、release 或 administer 什么。 ## Capability 在声明条件下能够产生定义结果的有边界功能。 ## Capability Note 轻量、人类可读说明：能提供什么、在哪里、何时、由谁、什么条件、有什么 Evidence。 ## Capability Profile 有版本、较正式的 Capability 描述，包括 input/output/interface/conditions/Evidence。 ## Common Capability Contract 不同 implementation 交付同一 function 时共享的技术/业务边界。 ## Conformance implementation 在声明 test conditions 下满足 Profile/specification 的 Evidence。 ## Custody 明确期间或 handover 中，对实物持有/处理的责任。 ## Evidence 对 observed/tested/delivered/accepted/rejected/recovered 的版本化记录。 ## Evidence boundary 明确一份 Evidence 能证明什么、不能证明什么。 ## Fresh observation 其 age/source 满足 Work freshness requirement 的 state observation。 ## HSIMC Resource 现实/业务对象，如 person、place、machine、material、inventory position、service、Capability。 ## MCP resource MCP 术语中 server 暴露给 client 读取的数据/上下文，与 HSIMC Resource 不同。 ## MCP tool MCP server 暴露的可调用 operation。 ## M-Person HSIMC 参与概念：以明确 identity/relationships 与 Work-specific Authority 表示真实个人，不代表数字表示取代真人。 ## M-Team 围绕具体 Work 组合 people、models、software tools、local capabilities，并保持明确责任。 ## Operation 具有稳定 identity 的 request/action，尤其适用于可能产生物理副作用的情形。 ## Operation receipt 关于特定 operation 的 Evidence，不自动代表 current state。 ## Physical delivered 已交付 physical instance 在目的地完成绑定与 acceptance 的 Evidence class。 ## Physical reference 明确 physical reference instance 在受控条件下测试的 Evidence class。 ## Profile 有版本的 Capability/conditions 描述，本身不证明每个当前实例都符合。 ## Reference result 作为可复现比较基础的 result + Evidence pack，本身不是 standard。 ## Resource 通用词；本文按上下文区分 HSIMC Resource 与 MCP resource。 ## Runtime HSIMC project 的部署 execution identity/configuration；Runtime identity 本身不是设备控制 Authority。 ## Stateless protocol 每个请求携带处理所需上下文，而不是依赖隐藏 transport-session state 的协议行为。 ## Work 连接 demand、responsible parties、Resource、conditions、Authority、execution、acceptance、value Evidence 的一笔已接受工作单元。 ## Work contract 定义 Work input/output/conditions/roles/acceptance/recovery 的版本化 agreement/record。

参考文献与 Source Register

Source Register 标识用于外部事实背景的资料。除非 source 明确描述已有外部实现，否则 HSIMC architectures、Work structures、Capability contracts、participation models 和 proposed application journeys 均属于 HSIMC 提案。

S01 - OpenAI: Accelerating engineering for the physical world

日期/状态：2026-11-03
URL：https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/
本白皮书用途：工程/物理世界背景与协作邀请。 ## S02 - Model Context Protocol: The 2026-07-28 Specification **日期/状态：**2026-07-28
URL：https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/
用途：Stateless core、routing、MRTR、extensions、authorization hardening、deprecation 背景。 ## S03 - Model Context Protocol: 2026-07-28 Specification
URL：https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/
用途：协议术语的规范来源。 ## S04 - MCP 2026-07-28 Release Candidate **日期：**2026-05-21
URL：https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28-release-candidate/
用途：重大协议修订的迁移/部署背景。 ## S05 - United Nations DESA: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development **日期：**2015
URL：https://sdgs.un.org/2030agenda
用途：17 SDGs、integrated/indivisible、LNOB pledge、Goal 17。 ## S06 - UN Sustainable Development Group: Leave No One Behind **URL：**https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind
用途：meaningful participation、Evidence、disaggregation、transparency、privacy、accountability。 ## S07 - United Nations DESA: Goal 17 **URL：**https://sdgs.un.org/goals/goal17
用途：partnership、science/technology cooperation、multi-stakeholder、data targets。 ## S08 - United Nations DESA: Multi-stakeholder partnerships **URL：**https://sdgs.un.org/topics/multi-stakeholder-partnerships
用途：围绕 pooled knowledge/expertise/technology/resources 的 partnership。 ## S09 - ISO/IEC 7810 Identification cards - Physical characteristics **URL：**https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7810:ed-3:v1:en
用途：ID-1 名义 85.60 × 53.98 mm 平面参考；完整标准包含更多物理要求。 ## S10 - ISO: Developing standards **URL：**https://www.iso.org/developing-standards.html
用途：市场需求、多方专家开发、consensus process。 ## S11 - ISO/IEC Directives - consolidated **URL：**https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/
用途：正式标准开发程序与 consensus framework。 ## S12 - European Commission: Construction and demolition waste **URL：**https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en
用途：废物流组成、规模、资源价值、分类/危险物质。 ## S13 - University of Manchester: e-Textile Embroidered Wearable Near Field Communication RFID Antennas
URL：https://research.manchester.ac.uk/files/76660584/e_Textile_Embroidered_Wearable_Near_Field_Communication_RFID_Antennas.pdf
用途：conductive-thread embroidery、fabrication、resistance、NFC matching。 ## S14 - MDPI embroidered antenna research **URL：**https://www.mdpi.com/2224-2708/4/4/371 ## S15 - MDPI printed electronics review **URL：**https://www.mdpi.com/2504-4494/5/3/89 ## S16 - MDPI functional/printed materials research **URL：**https://www.mdpi.com/2673-3978/6/2/7 ## S17 - GHG

Protocol: Product Standard **URL：**https://ghgprotocol.org/product-standard
用途：raw materials、manufacturing、transport、storage、use、disposal 的 product lifecycle emissions。 ## S18 - GHG Protocol: Inventory and Project Accounting
URL：https://ghgprotocol.org/blog/inventory-and-project-accounting ## S19 - GHG Protocol: Estimating and Reporting Avoided Emissions **URL：**https://ghgprotocol.org/estimating-and-reporting-avoided-emissions ## S20 - IATA: 2026 Global Passenger Survey **日期：**2026-10-28
URL：https://www.iata.org/en/pressroom/2026-releases/10-28-iata-2026-global-passenger-survey-travelers-biometrics-ai-entry-requirements/
用途：全球旅客使用 AI 做旅行 planning 的调查背景。 ## S21 - Hong Kong International Airport: Baggage Pick-up and Delivery
URL：https://www.hongkongairport.com/en/passenger-guide/airport-facilities-services/baggage-pick-up-and-delivery ## S22 - Hong Kong International Airport: MyTAG
URL：https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/html/MyTag/en/mytagseries.html ## S23 - Hong Kong International Airport: About Us / smart airport history
URL：https://www.hongkongairport.com/en/about-us/?section=our-history ## S24 - MCP TypeScript SDK support/migration for 2026-07-28
URL：https://ts.sdk.modelcontextprotocol.io/v2/migration/support-2026-07-28 ## S25 - ISO: Glossary
URL：https://www.iso.org/glossary.html

Internal project source set

英文母版还使用 HSIMC 内部项目记录，尤其 H0-001、C0-005~008 Evidence chain 以及 W0-001~W0-010 出版版本；统一记录在 Appendix F 和 Version/Evidence Register。

Version and Evidence Register

Publication versions

W0-001 - Editorial master / TOC - 2026-11-11 - Planning - 六 Parts、18 Chapters、Appendices 英文架构。

W0-002 - Publication production plan - 2026-11-11 - Planning - 四种阅读深度、HTML/PDF、QR/NFC、语言顺序。

W0-003 - P1 - Published digital - Invitation Card + One-Page Brief；physical print/NFC read-back deferred。

W0-004 - P2 - Published digital - English Executive Summary。

W0-005 - P3-A - Published digital - Chapters 1-3。

W0-006 - P3-B - Published digital / 当前已知 public baseline - Chapters 4-6。

W0-007 - P3-C - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 7-9。

W0-008 - P3-D - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 10-12。

W0-009 - P3-E - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 13-15。

W0-010 - P3-F - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 16-18。

W0-011 - P4 - English Master generated；deployment deferred - Front matter、Parts I-VI、Appendices A-H、Glossary、Bibliography、Registers。

W0-011 继承的当前工程 Evidence boundary

C0-005：documentary hardware baseline；不代表新增 bench measurement。

C0-007：source-verified simulator；physical target 除非另行验证仍未绑定。

C0-008：2026-11-10 14/14 Azure remote simulation；不是 physical-board acceptance。

H0-001：cross-project handoff；没有重新 probe physical T736，也没有把 design target 变成 delivered product。

Credit-card-sized hardware：仍是 design target；ID-1 平面尺寸只是共同 starting reference。

Deployment status

P4 consolidation 时，已知公开白皮书 baseline 为 W0-006（Parts I-II）。W0-007~010 已生成归档但 remote deploy 延后；W0-011 已准备在统一 review 后从 verified W0-006 直接升级到 consolidated English master。

Translation baseline

联合国六语工作默认以 W0-011 English Master 为语义来源，除非以后显式冻结更高英文版本。translation status 与 deployment status 独立维护。

Colophon

Title：From Stone and Thread to Shared Intelligence
Subtitle：A Credit-Card-Sized Starting Point for Local Making and Global Participation
Author：Benny (Yan) Liao - Founder, HSIMC
English master：W0-011
Translation system：W0-012
Date：12 November 2026
Publisher/initiative：HSIMC
Working principles：Human Authority · Local Capability · Global Participation
Mission statement：No One Left Behind in the GenAI Physical Era

本母版用于数字 HTML、A4 PDF、后续书版和多语言衍生版本。实体印刷与 NFC 实物写入/读回仍是独立于数字出版的生产步骤。