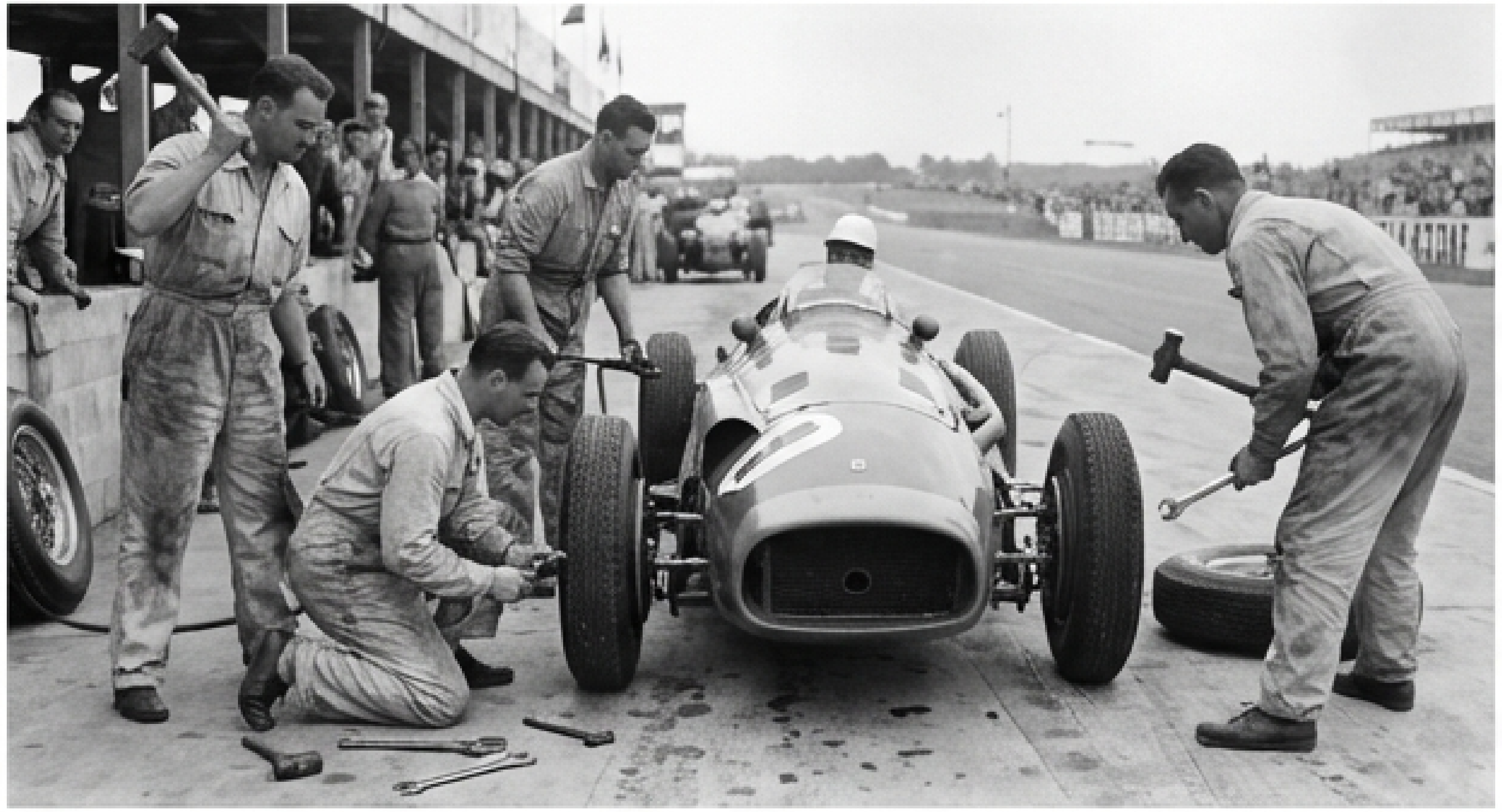
追求极致的流动：SMED（快速换模）实战与精益价值

消费电子制造视角的精益改善简报

速度即货币：从 F1 赛道到生产线

1950s



换胎时间：分钟级（Minutes）

Modern F1

F1换轮胎典型时间 5-10秒

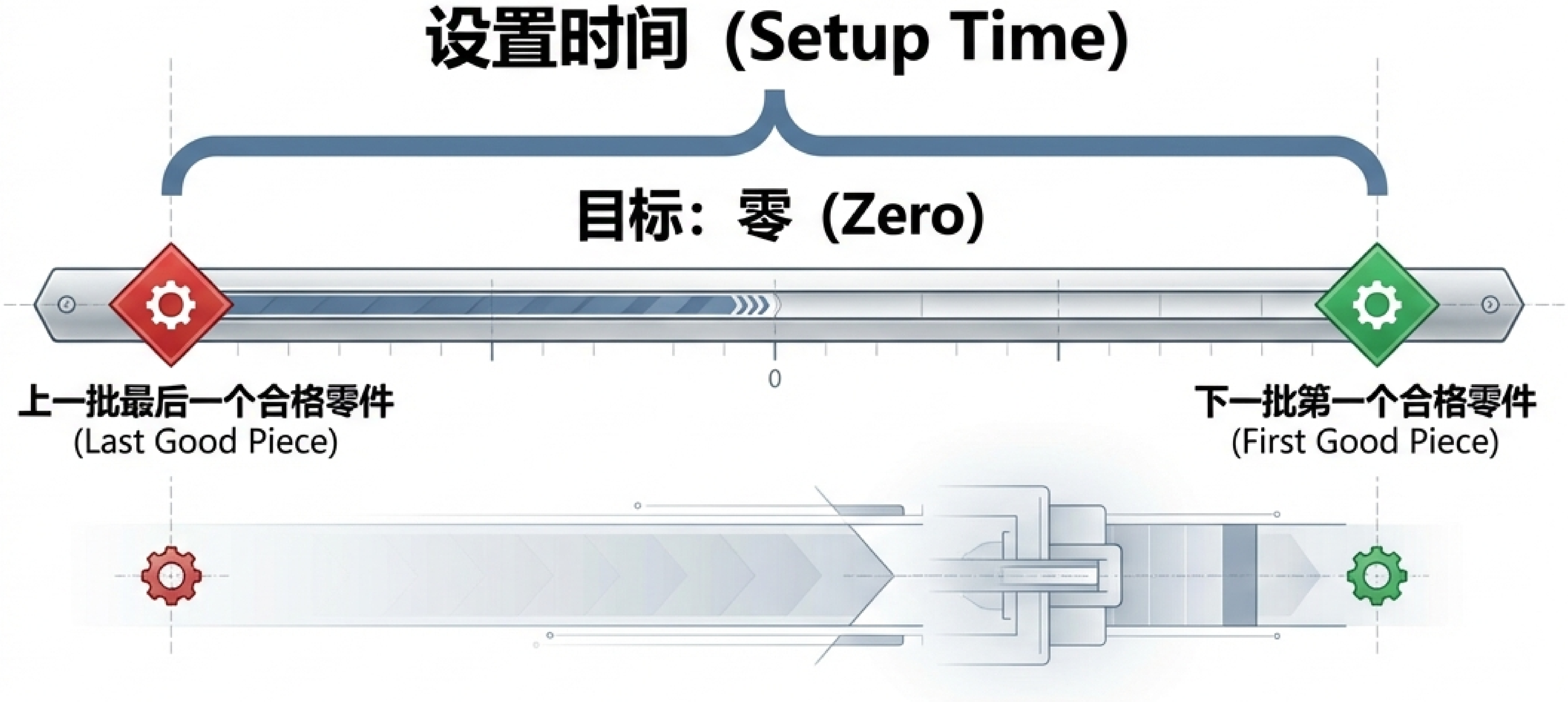
如同赛车运动，消费电子制造的胜负取决于我们能在多短的时间内恢复‘全速竞赛’（生产）。停机即是浪费。

定义目标：什么是真正的 SMED?

起源：
1950s Japan

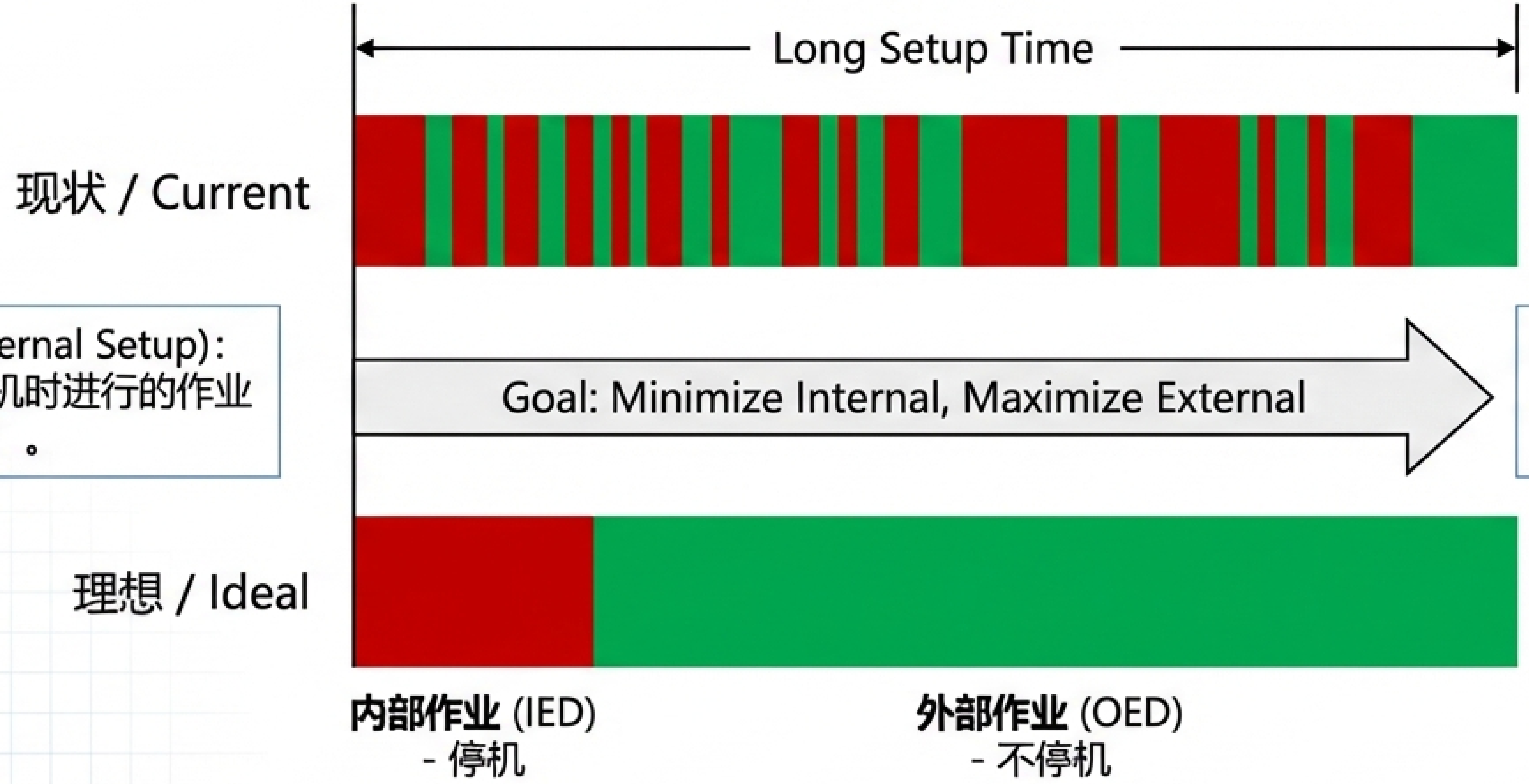
创始人：
新乡重夫
（Shigeo Shingo)

核心概念：
Single Minute
Exchange of Die
（单分钟 = 个位数
< 10分钟)



核心方法论：内部作业 vs. 外部作业

Strictly using Red | internal/stop & Green for external/run



内部作业（Internal Setup）：必须在设备停机时进行的作业（如：换模具）。

外部作业（External Setup）：设备运转中可以进行的作业（如：准备下一套模具）。

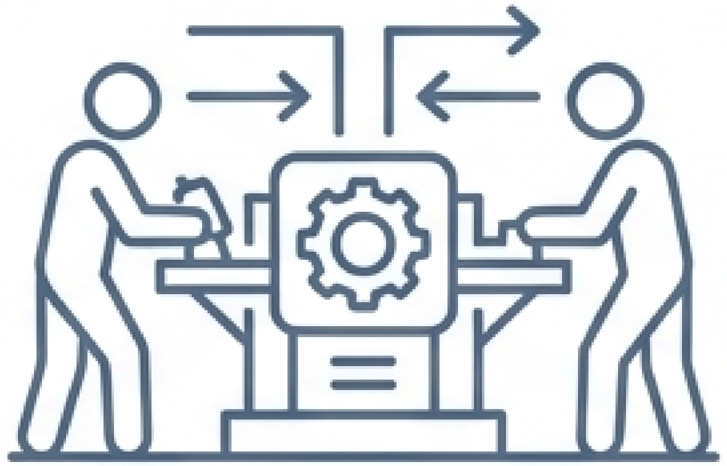
实施路径：SMED 标准六步法

1. **Observe & Document (观察与记录)**
   观察目前的换模设定并做成文件记录（录像/意大利面条图）。
2. **Separate (分离)**
   将外部及内部换模设定过程分别列出。
3. **Improve (改善)**
   改善每一个换模设定过程（内转外）。
4. **Observe New Process (观察新流程)**
   观察新的换模设定并做成文件记录。
5. **Standardize (标准化)**
   将新的换模设定程序步骤标准化（SOP）。
6. **Celebrate (庆祝)**
   庆祝你们的成功！

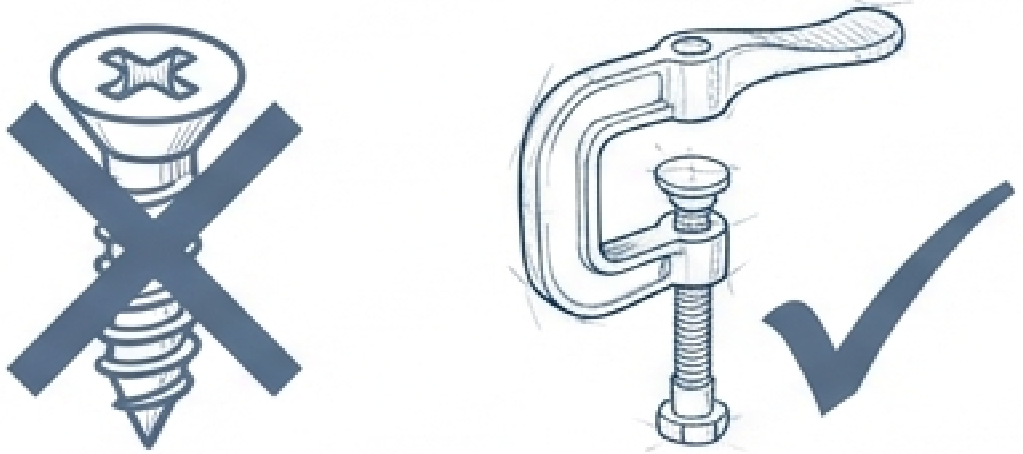
战术落地：工业工程（IE）方法的应用

先动脑，再动钱。

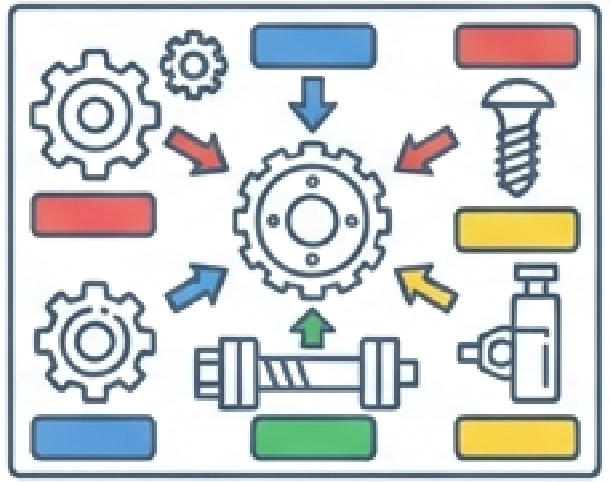
平行作业（Parallel Operations）



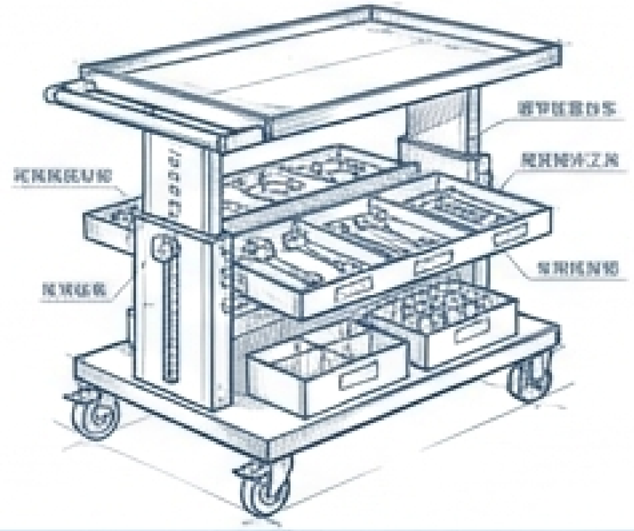
工装夹具（Functional Clamps）



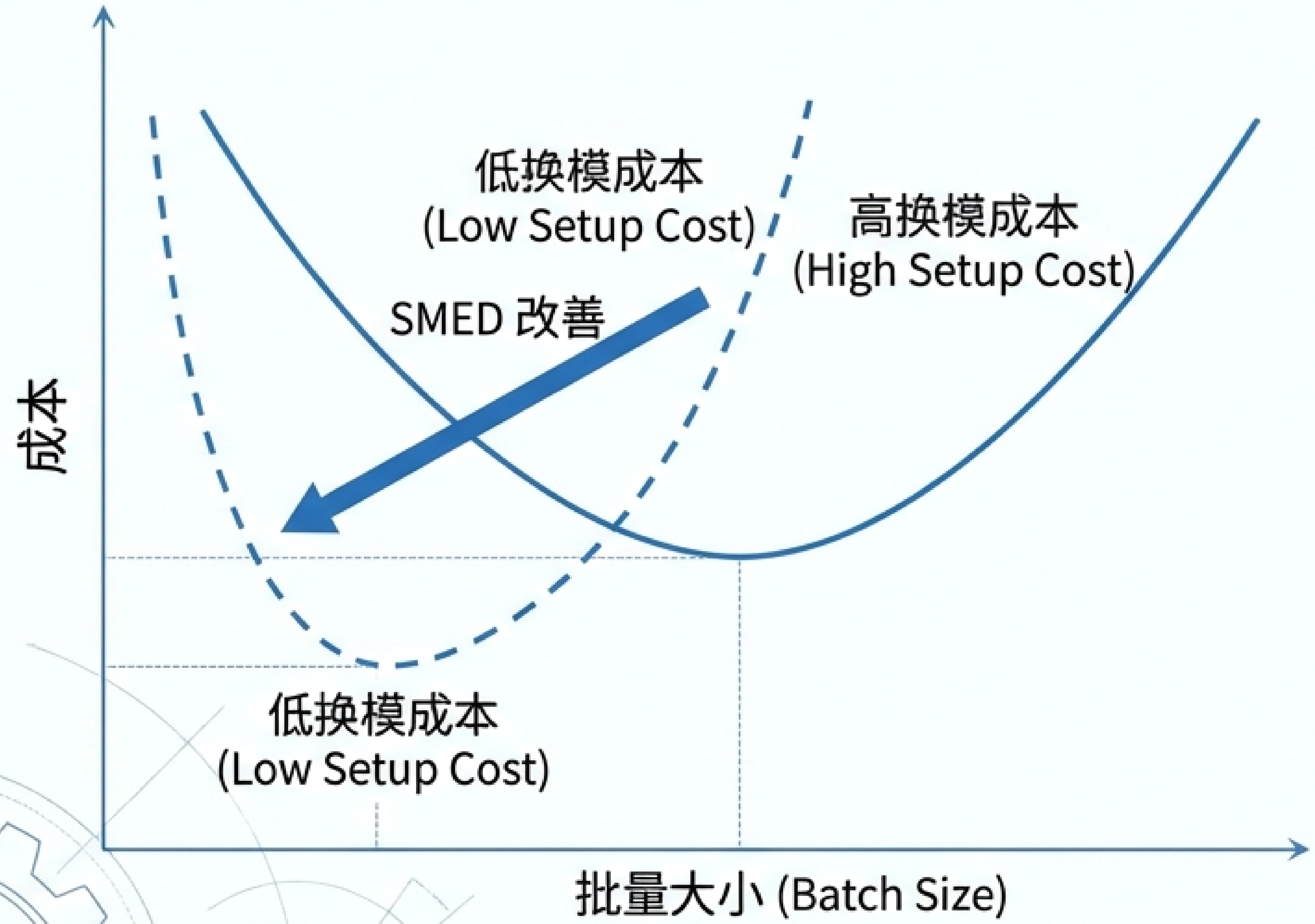
可视化管理（Visual Management）



专用台车（Dedicated Carts）



打破批量逻辑：SMED 与 周期时间（Cycle Time）



战略循环（The Loop）

快速换模（Fast Setup）→

小批量（Small Batches）→

低库存（Low Inventory）→

缩短交付周期 (Short Lead Time)

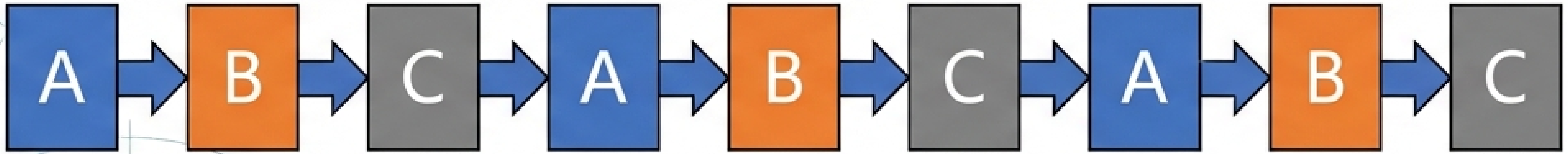
均衡化生产（Heijunka）的先决条件

传统大批量生产 / Mass Production

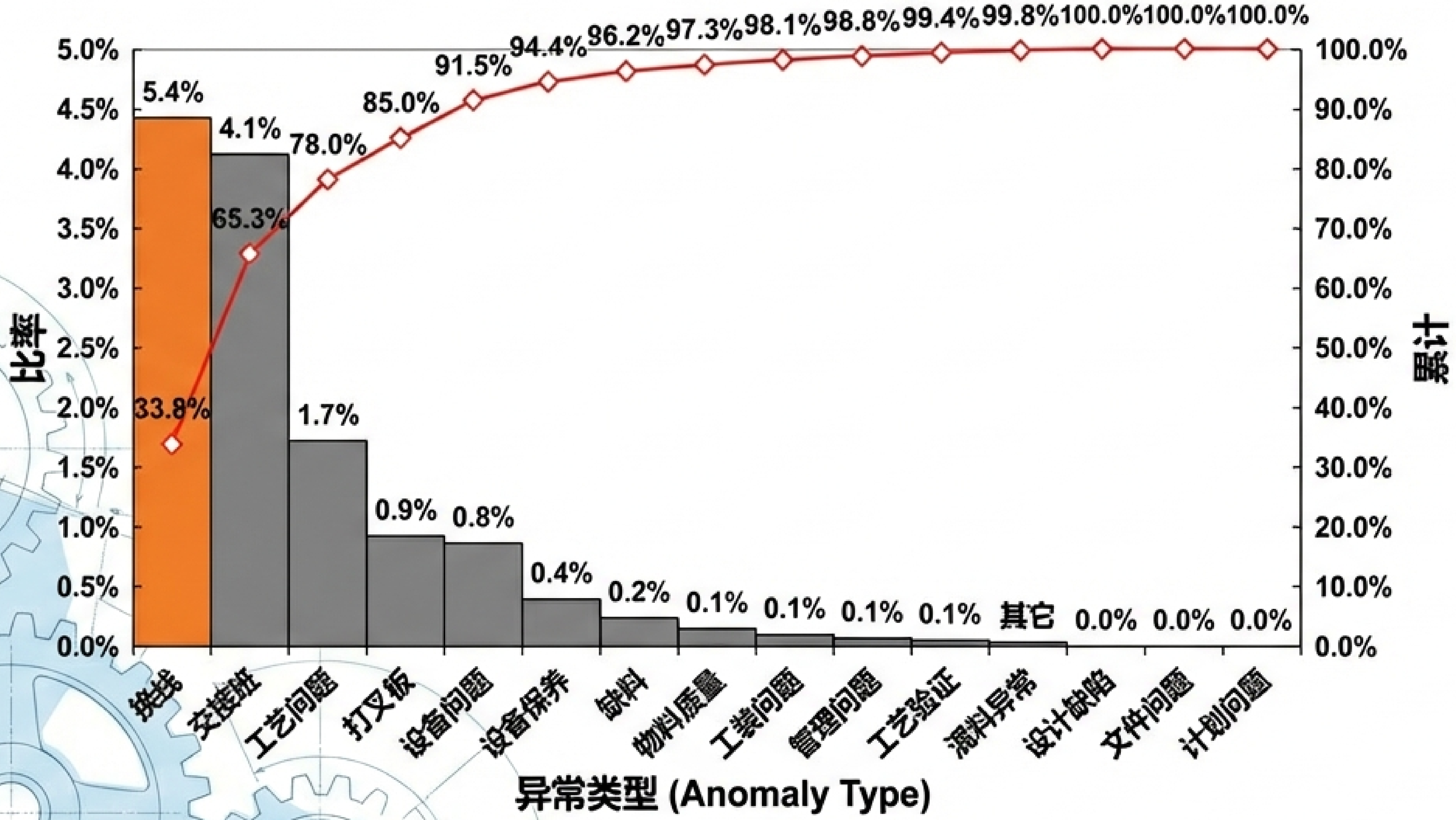
没有 SMED，均衡化无法实现。

SMED 降低了“换线惩罚”，使我们能够按客户需求(**超市拉动系统**)进行混流生产。

均衡化生产 / Heijunka



SMED 对 TPM 与 OEE 的贡献

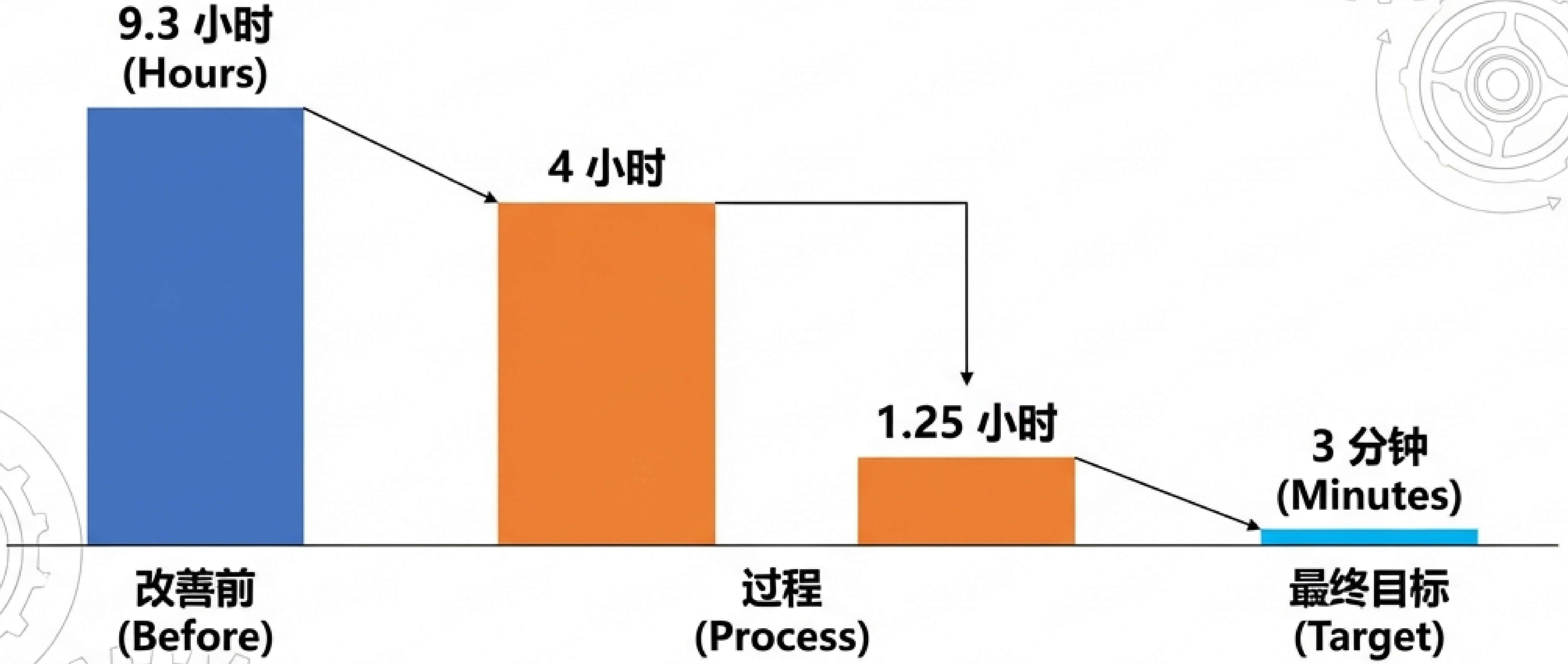


OEE 影响： 换线时间属于“六大损失”中的稼动损失 (Availability Loss)。

TPM 协同： 标准化换模能减少设备损坏（“零损坏”）和调整废品 (Scrap)。

改善实证：从小时级到分钟级

铸模机换模时间改善案例



Level 1：无概念

Level 2：单分钟（<10 min）

Level 3：一触即发（<1 min）

团队文化：Kaizen 改善周原则

1. 没有等级之分（No Rank)
– Everyone is equal.

2. 保持开放的心态（Open Mind)
- Embrace change.

3. Just Do It!
- 不要让完美阻碍了更好。

4. 无责备的环境
(Blameless Environment)
- Focus on the process, not the person.

总结：打造敏捷的消费电子工厂

高灵活性
(High Mix/Low Volume)

效率提升
(UPPH & OEE)

现金流优化
(Lower Inventory)

> *“SMED 不仅仅是缩短时间，它是我们将工厂从‘笨重的大象’转变为‘敏捷的猎豹’的关键能力。”*

SMT产线SMED快速换模推进实战方案

基于消费电子工厂视角的效率与柔性提升

“SMED是一个基于团队的改进过程”

为什么我们需要SMED?

降低库存 (Inventory Reduction)

减少换型时间 → 降低WIP库存 → 减少资金占用

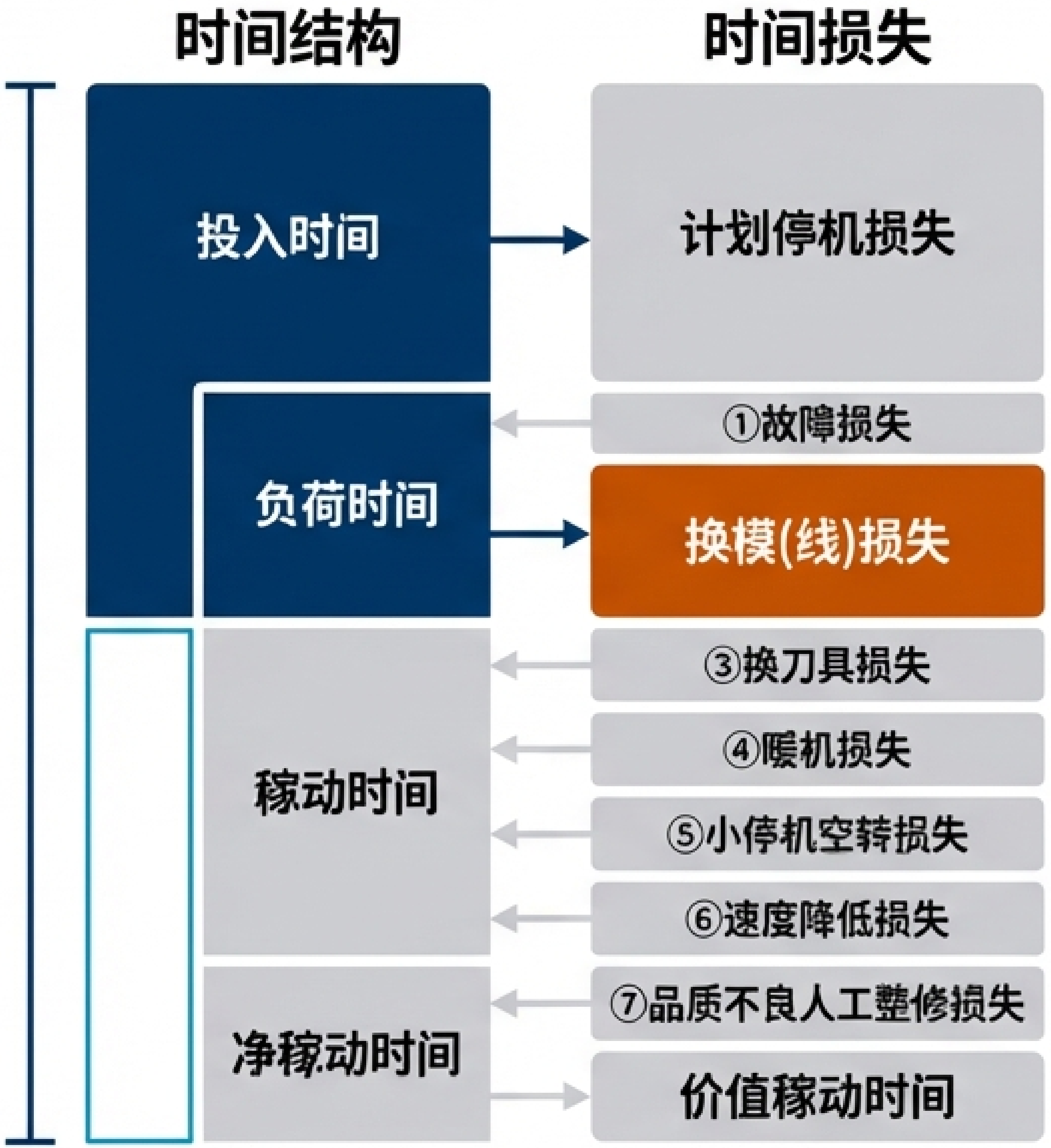
提升柔性 (Flexibility)

支持小批量(Small Batch)生产，不牺牲产能

稳定品质 (Quality)

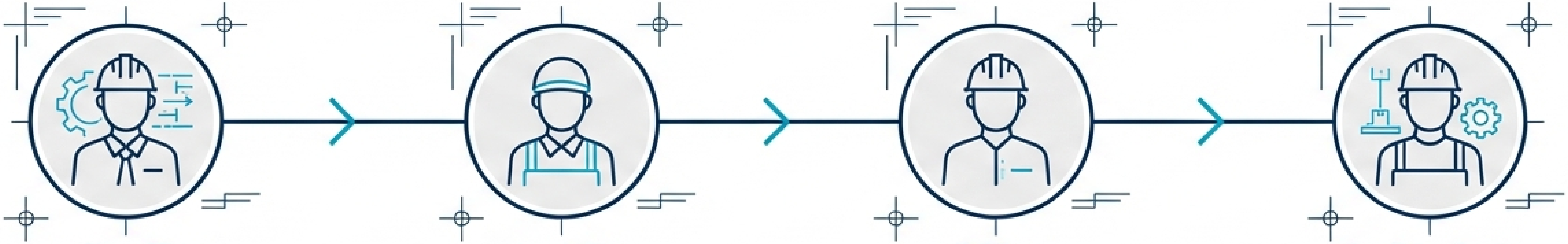
操作条件的事先准备，可以帮助产品品质的稳定性

Investment vs. Loss



组建改善团队：打破层级

团队成员之间没有等级之分



工艺工程师
(SOP & Standards)

操作员
(Execution & Insight)

物料员
(External Logistics)

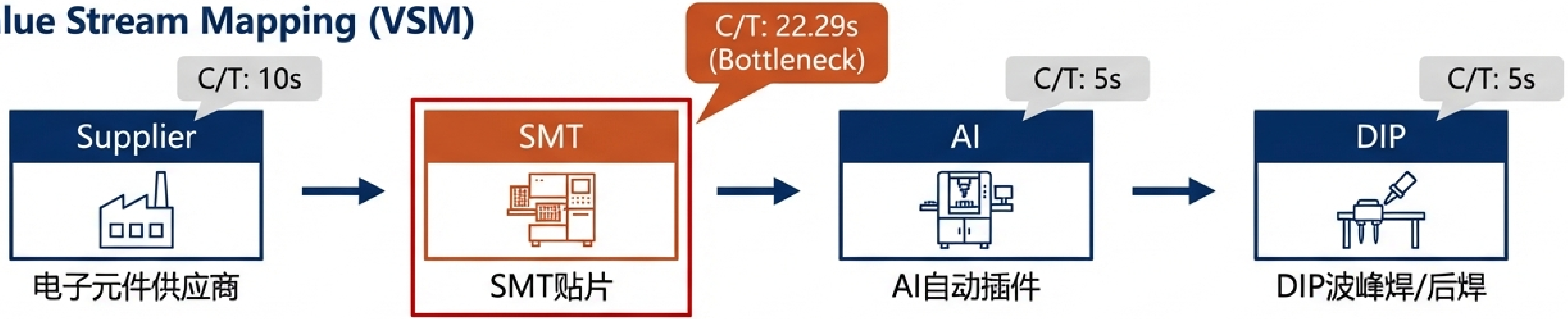
设备技术员
(Technical Adjustment)

Kaizen Rules
改善规则

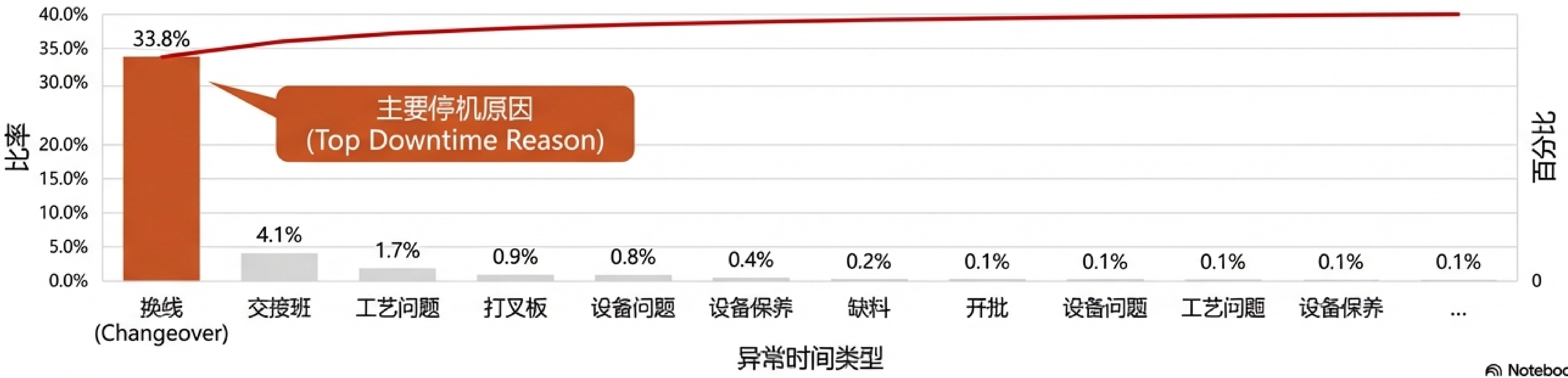
- 不用责备方式管理的工作环境（Blameless Environment)
- 先动脑，后花钱（Reach for the mind before the wallet)
- 计划只有在成果得以保持时才算成功（Sustain the gains)

现状分析：看见浪费

Value Stream Mapping (VSM)



Pareto Analysis of Downtime



Industrial Editorial

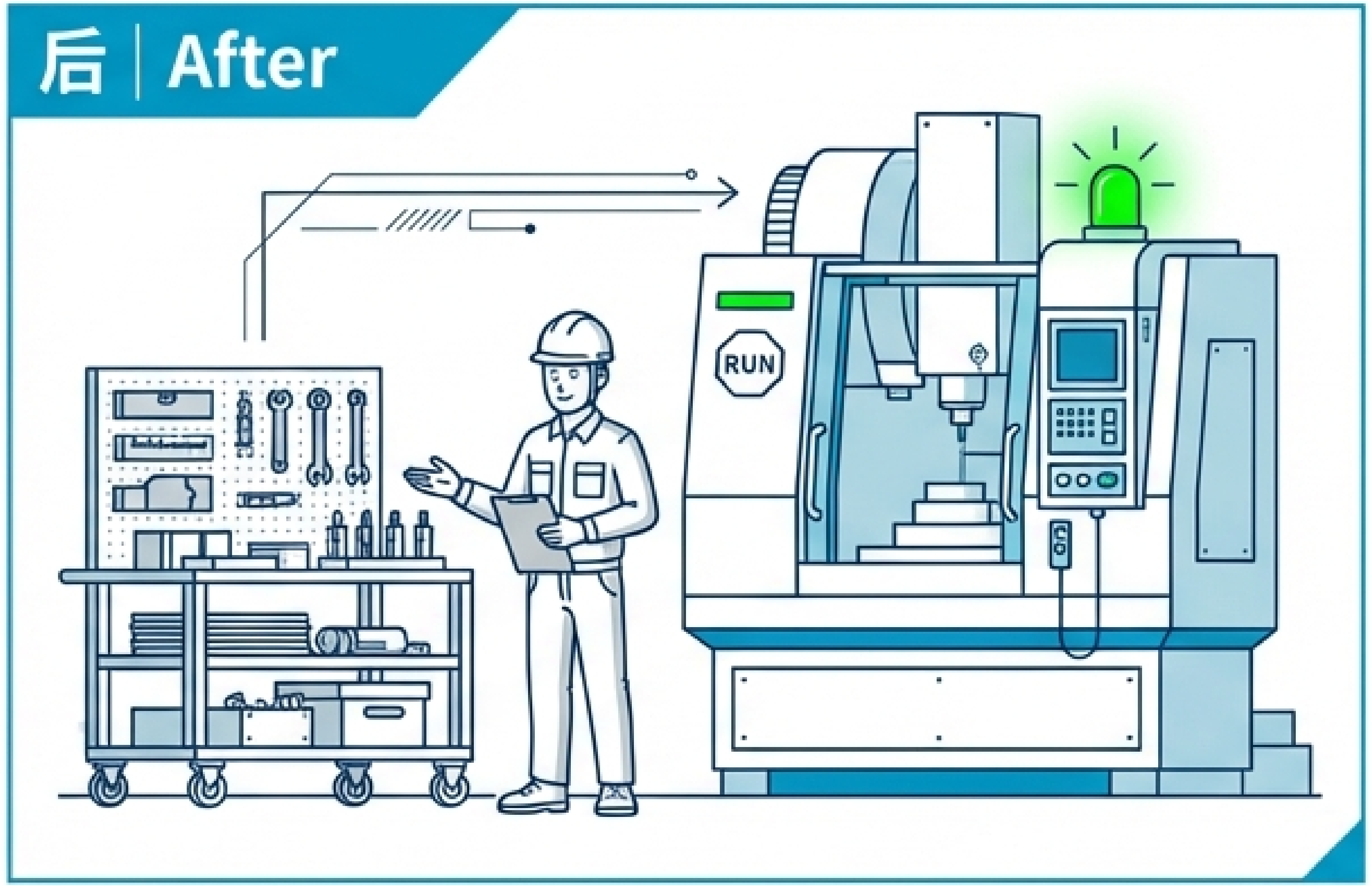
核心方法论：内部 vs 外部作业

内部作业 (Internal)：
须将机器停机后无法作正常生产
(e.g., 拆卸模具，更换吸嘴)

外部作业 (External)：
机器在正常生产运转时,可同时进行
(e.g., 备料，治具清洗)

步骤一：区分与转移 (Step 1: Separate & Convert)

停机后才开始找工具/备料

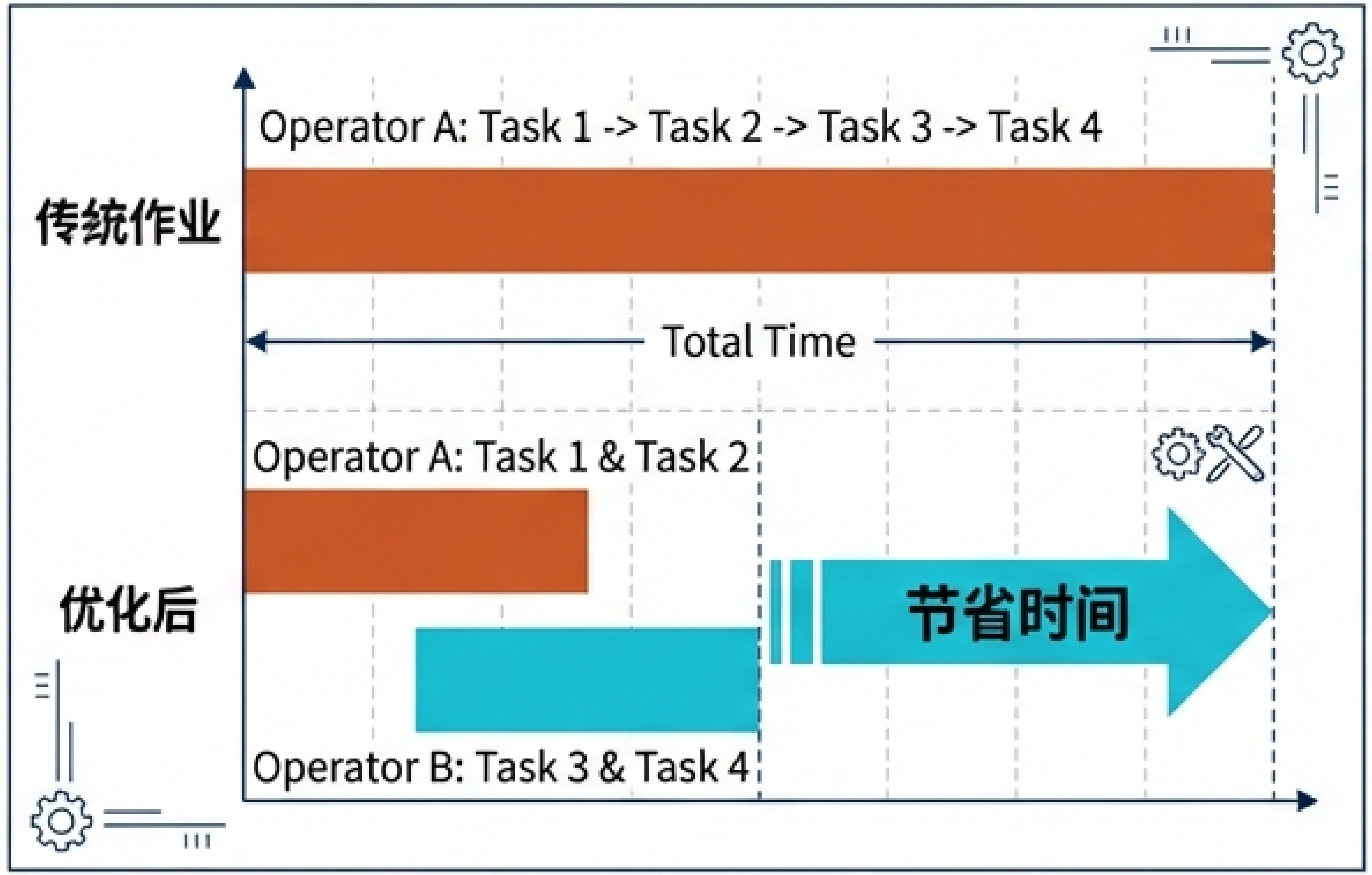


停机前完成所有准备工作

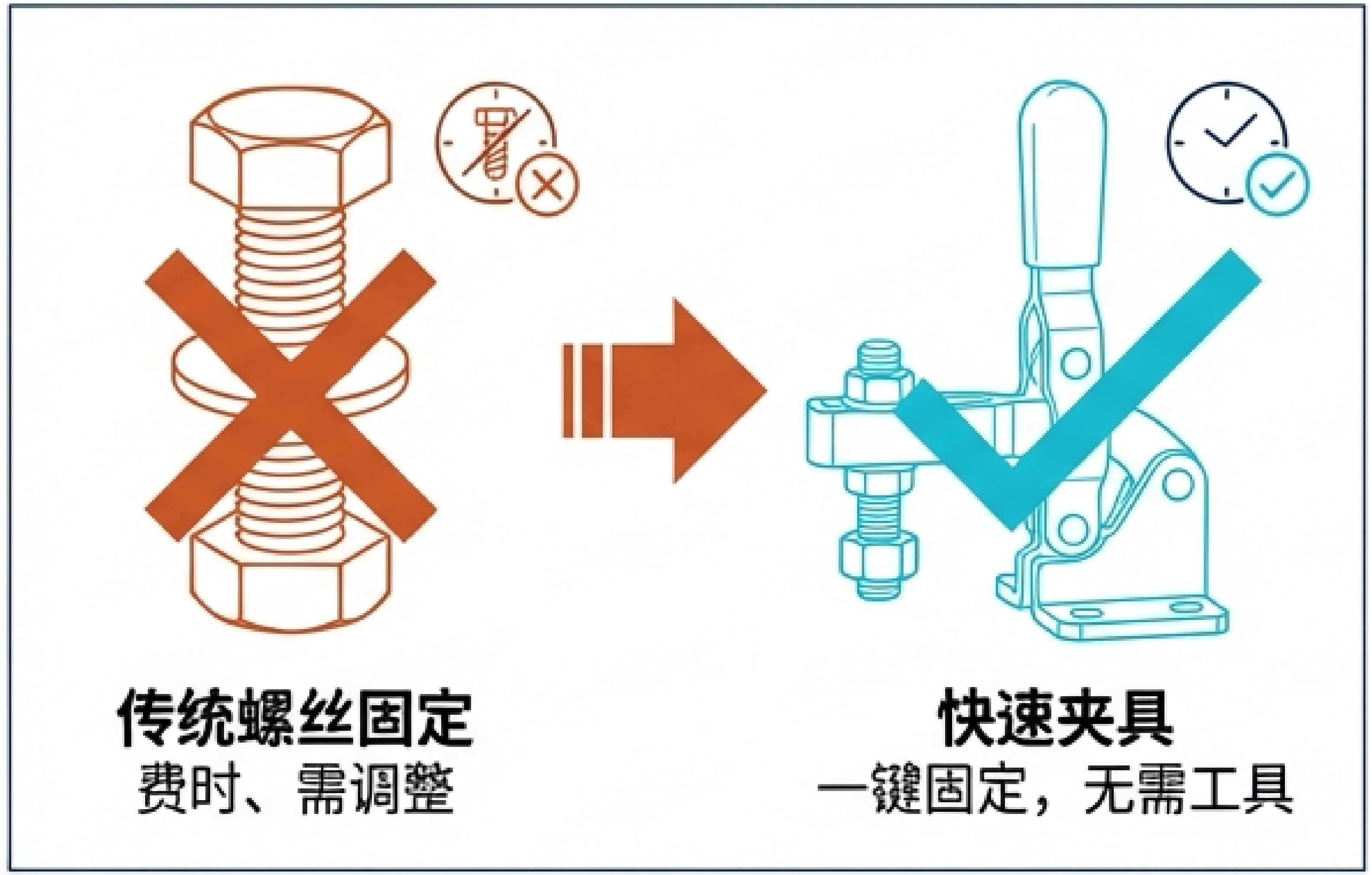
行动要点

- ☑ 建立换型事前检查表 (Pre-flight Checklist)
- ☑ 将备料与供料器安装移至外部时间 (Staging)
- ☑ 使用中间台车 (Use intermediate jigs/carts)

步骤二：优化内部作业



平行作业
(Parallel Processing)



消除螺丝拆装，使用快速夹具
(Eliminate Screwing)

消除调整 (Eliminate Adjustments)：设置定位销，无需调试，一发即中。

实战工具 1：可视化5S管理

问题：

寻找工具占用大量停机时间

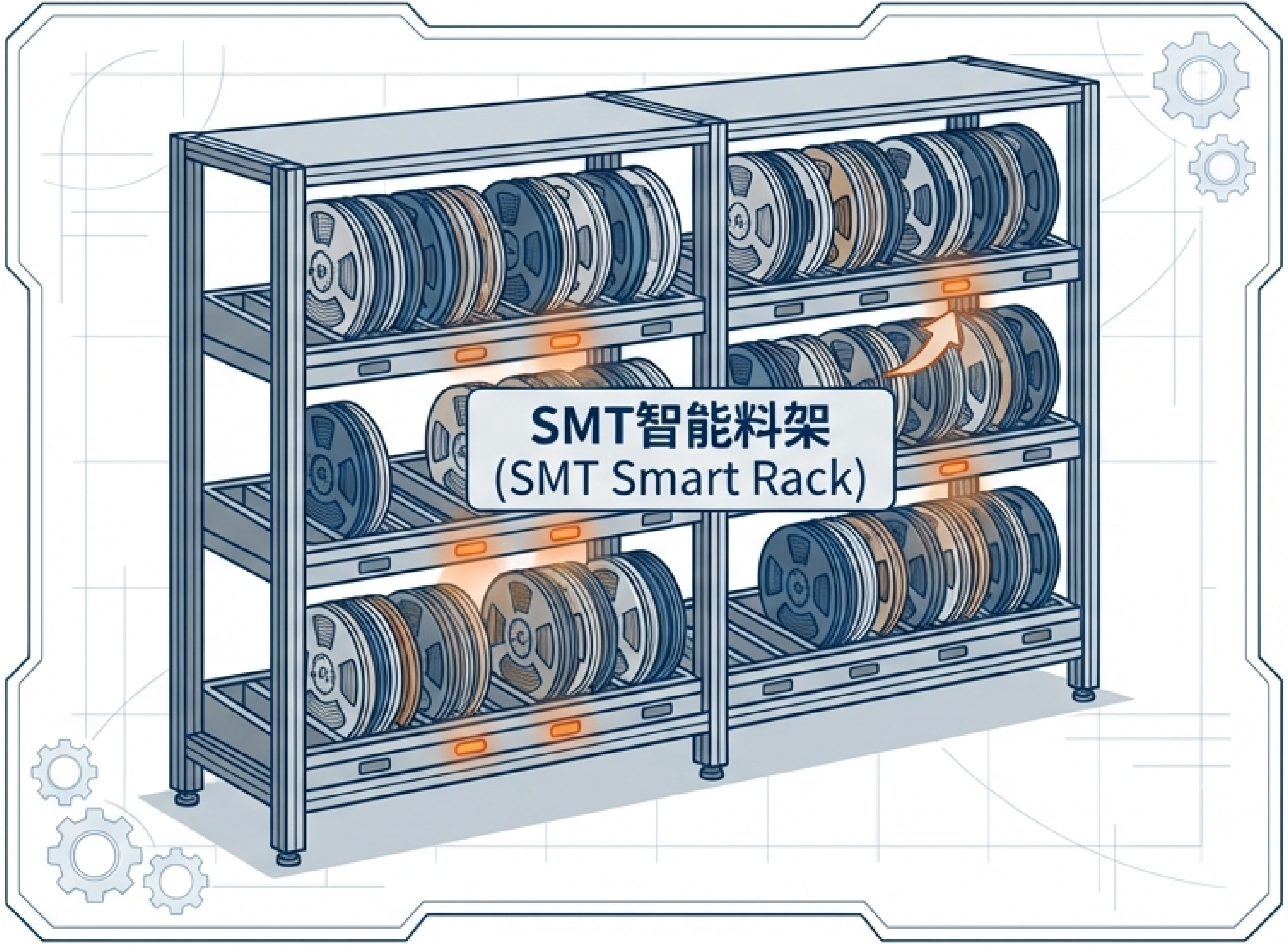
解决方案：

AI工具柜 + 形迹管理（Shadow Boards）

效果：

工具位置一目了然，取放时间<3秒

实战工具 2：拉动式物料系统



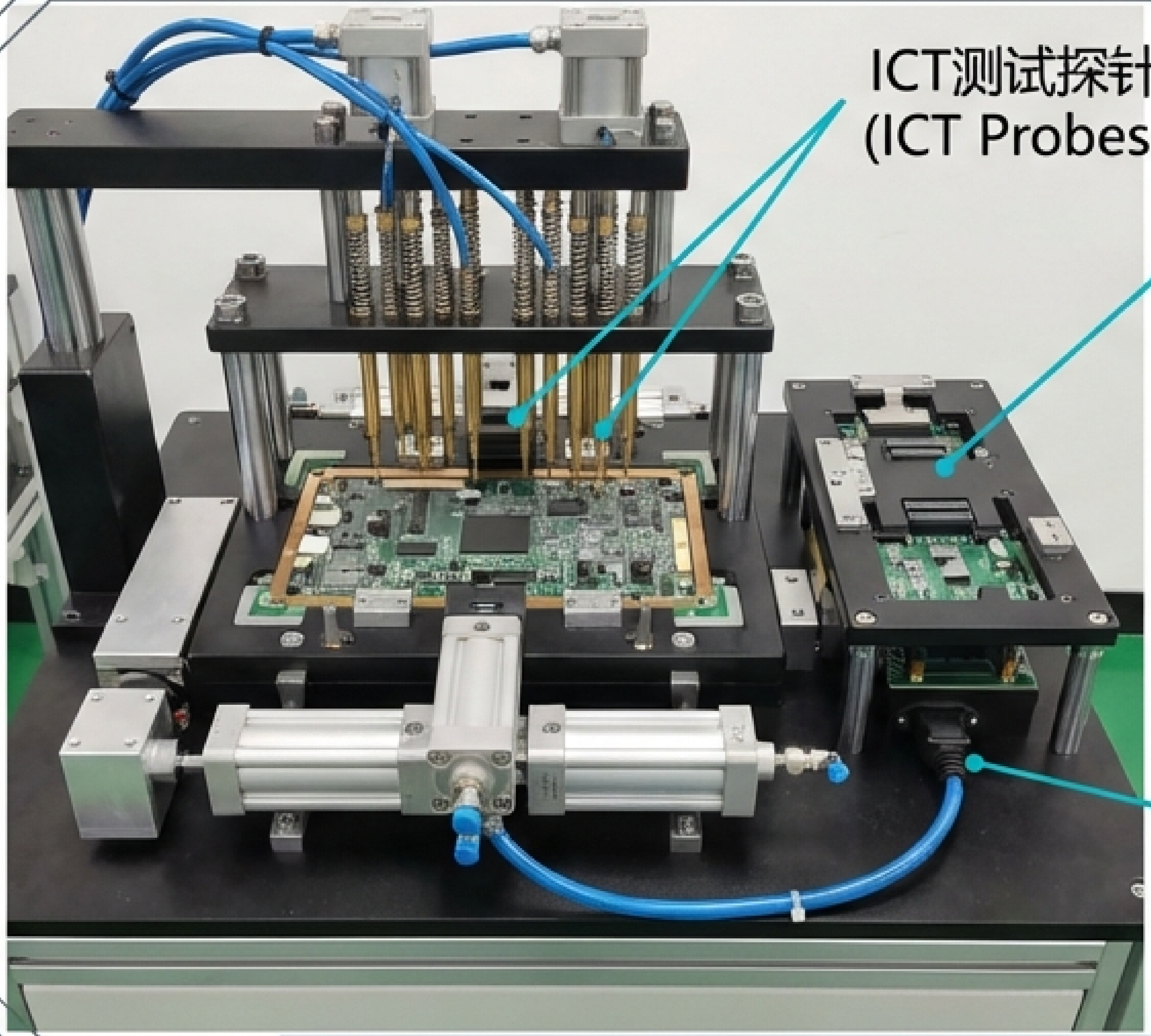
物料拉动系统
(Pull Material System)

1. 物料拉动区域
(Dedicated Pull Area)

2. 亮灯指引
(Light-Guided Picking)

3. 防止拿错，减少寻找时间
(Error-proofing & Zero Search Time)

实战工具 3：工序合并与自动化

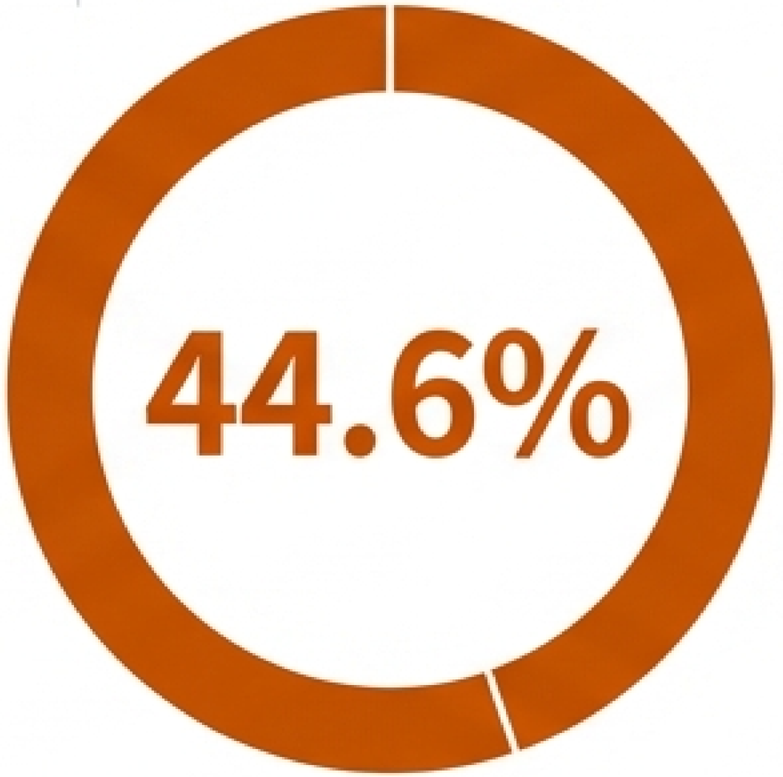


显示盒ICT/FCT一体化 (Integration)

成效：直接**减少**一道测试工序，每条线**缩减1人**（Eliminated one step, Reduced headcount by 1）。

案例研究：美的家用空调电子分厂

挑战与目标（The Challenge）



SMT OEE
（设备综合效率）

Cycle Time
（瓶颈节拍）

年均换型频率/线
（Changeovers/Year）

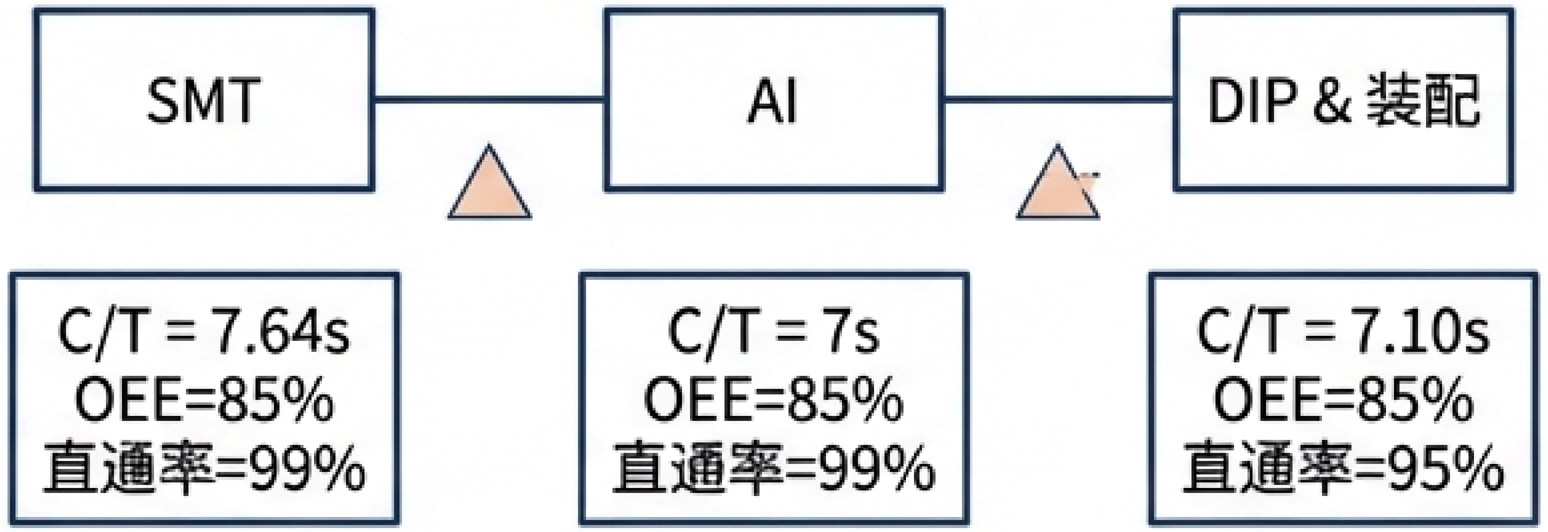
目标：效率逐年递增30%

改善成果：数据说话

Before vs. After

指标	改善前	改善后	提升幅度
SMT Cycle Time	22.29s	7.64s	65% ↓
OEE	44.6%	85.0%	90% ↑
增值比例 (Value Added Ratio)	Low	High	Significant ↑

Future State VSM



Industrial Editorial

Midea

成果固化：标准化作业

- 标准化（Standardization）：建立新的换模SOP
- 点检表（Checklists）：强制执行换型点检
- 培训（Training）：覆盖所有班次（All Shifts）

“计划只有在成果得以保持时才算成功。”

持续改进：永无止境

质量第一

Our foundation, non-negotiable.

我们以事实做为管理基础

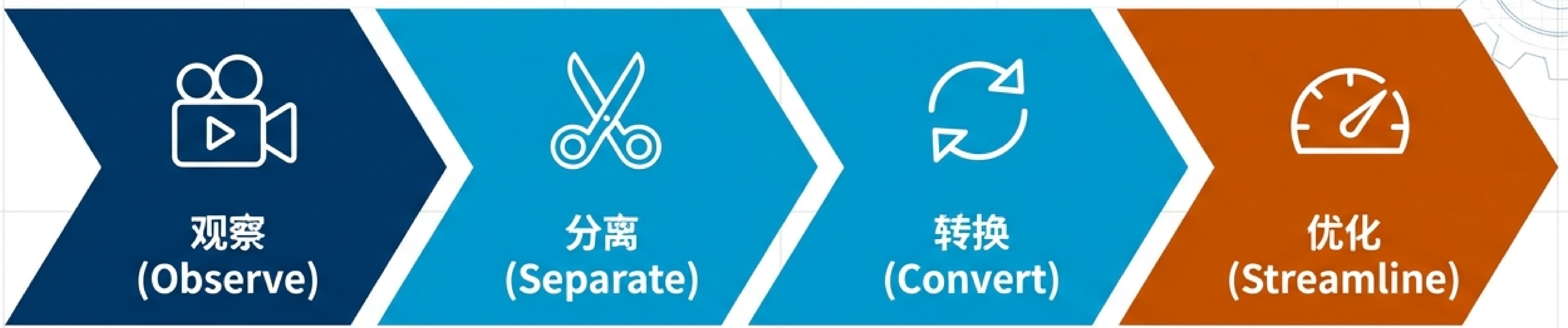
Data-driven decisions for measurable impact.

要生活就要持续改善

Never settle; innovation is our culture.

立即行动：拍摄你的第一次换模视频

总结：SMED实施路线图



拍摄视频，VSM分析

区分内部与外部作业

将内部作业移至外部

平行作业，快速夹具

终极目标：换型时间 < Takt Time

SMED
快速换模系统

精益生产的核心：从“小时”到“分钟”的飞跃

基于 Danaher Business System (DBS) 与标杆精益方法论

標杆精益
BENCHMARK LEAN

时间就是金钱：速度的极致

普通换胎（Traditional）

10 - 20 分钟

- 依赖个人技能
- 缺乏流程
- 工具寻找浪费

F1 赛车进站（SMED）

< 10 秒

- 团队协作
- 工具标准化
- 流程精确到毫秒

换模时间不仅仅是“停机时间”，它是企业的生产能力和灵活性。

什么是 SMED（单分钟快速换模）？

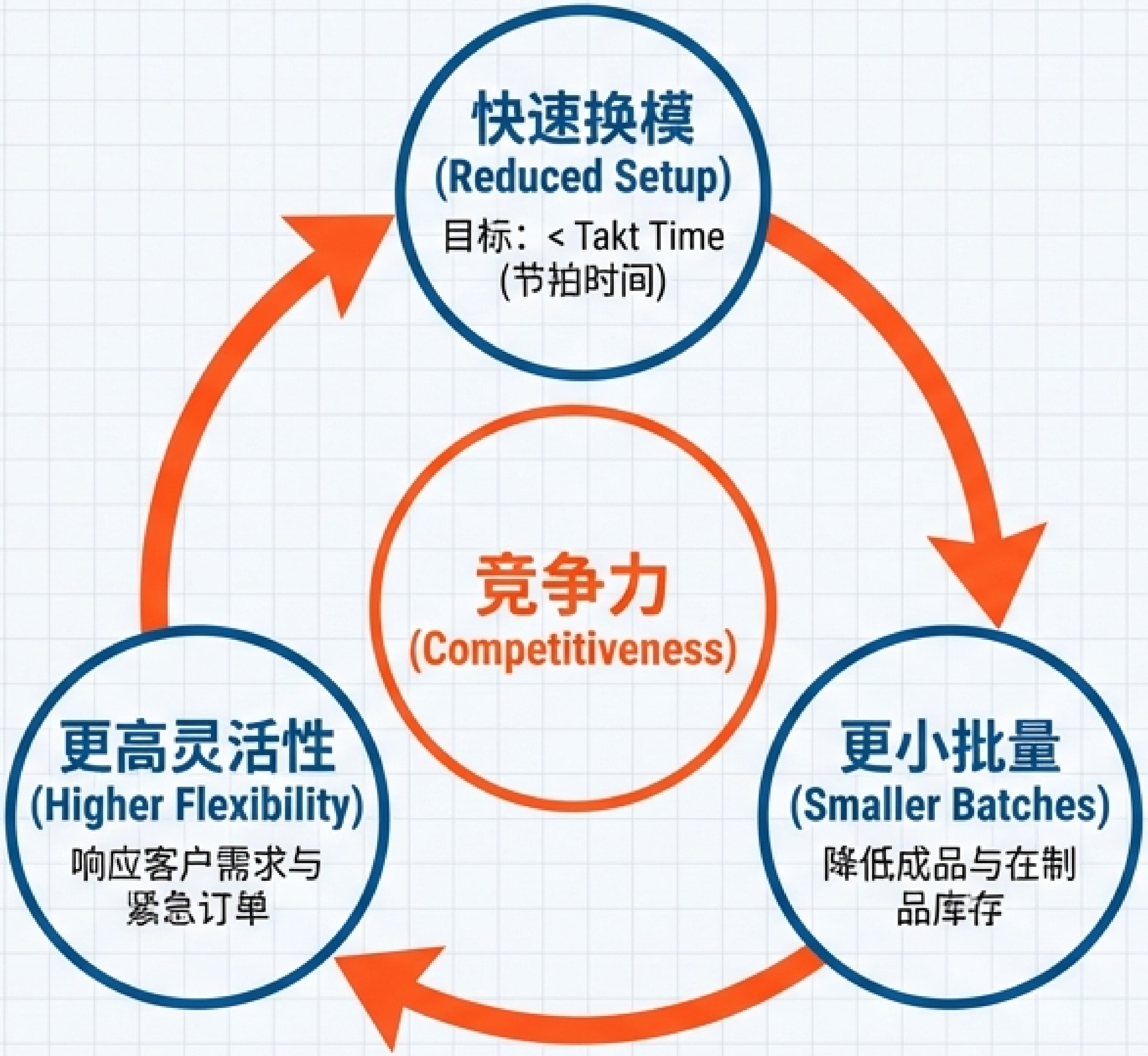
定义： SMED（Single Minute Exchange of Die）是一种旨在将换模时间缩短至10分钟以内（个位数分钟）的系统方法。

起源（Origins）

由丰田生产体系（TPS）创始人之一Shigeo Shingo（新乡重夫）提出。

“零损坏是品质要求的最高极限，但很少有公司致力于降低换模本身所需的技能和时间。”

为什么要实施 SMED?



1.	**降低库存** 减少资金占用。
2.	**提高灵活性** 实现小批量、多品种生产。
3.	**提升品质** 减少试模废品。
4.	**释放产能** 减少停机 = 增加生产。

核心概念：内部作业 vs. 外部作业

内部作业（Internal Setup）

必须在机器停机状态下才能进行的操作。

- 拆卸模具
- 安装新刀具
- 调整中心点

外部作业（External Setup）

可以在机器运转时进行的操作。

- 准备下一批模具
- 寻找工具
- 模具预热

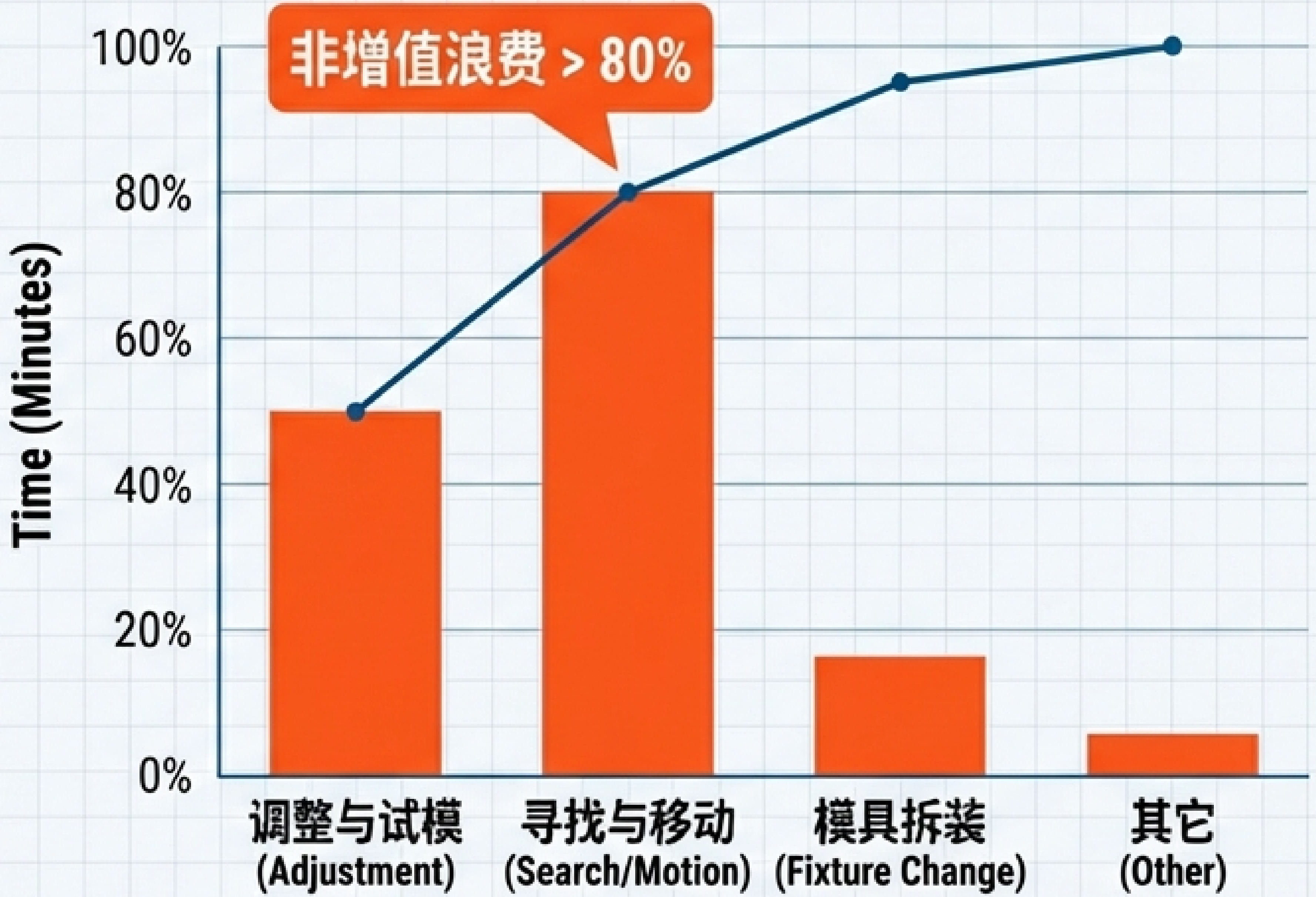
基本法则：一旦机器停机，操作员绝不能离开机器去进行任何“外部作业”的工作（如找扳手）。

传统换模的痛点与浪费

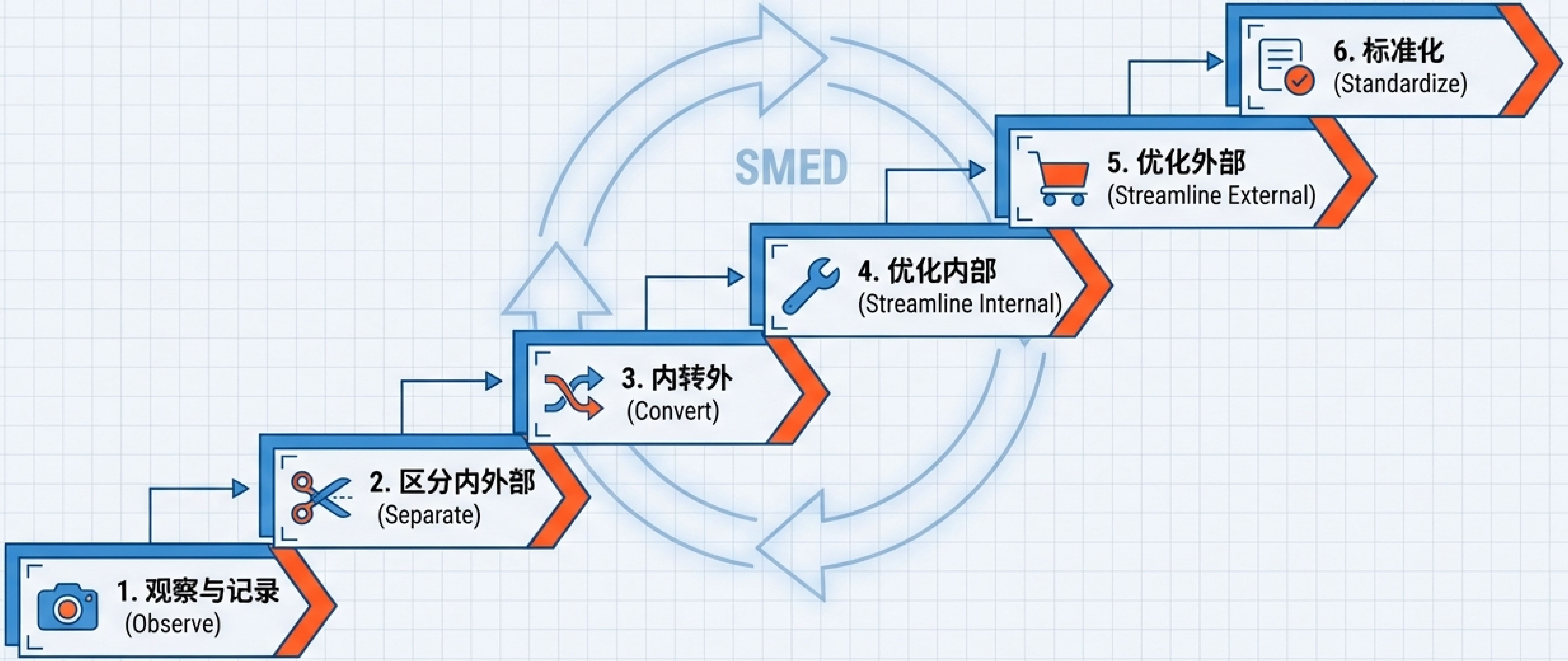
换模的七大浪费

- **1. 寻找 (Searching)：**
  停机后才开始找工具。
- **2. 移动 (Motion)：**
  往返于工具室。
- **3. 调整 (Adjustment)：**
  依靠感觉微调（占比最大）。
- **4. 缺陷 (Defects)：**
  首件不合格。

时间去哪了？(Where did the time go?)



SMED 实施六步法



系统的改进路径，每一步都是为了消除浪费。

第一步：观察与记录现状

行动指南 (Action Guide)

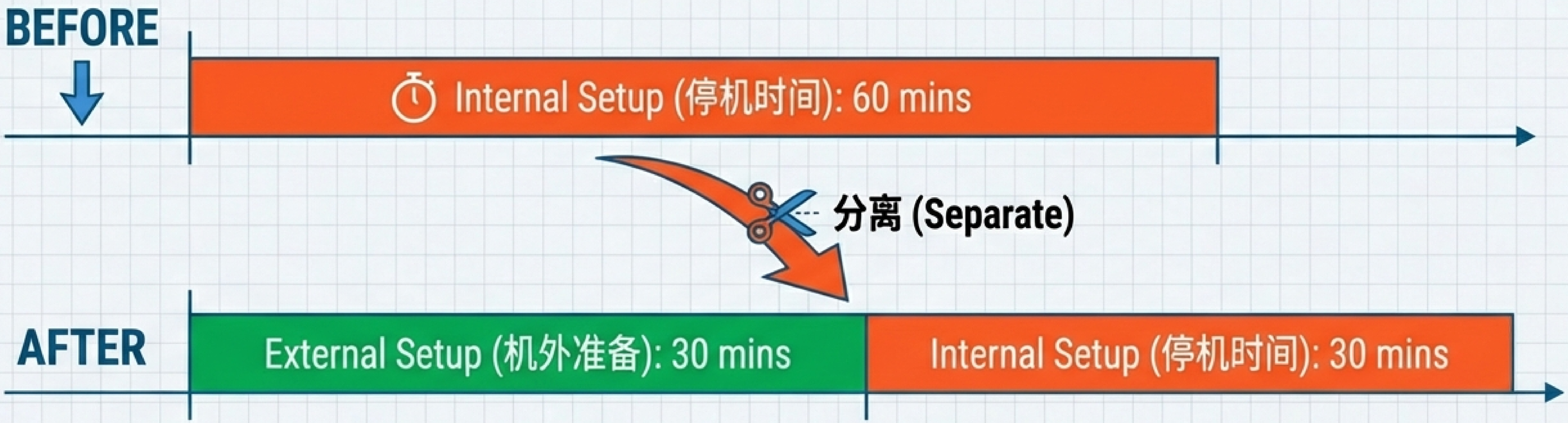
- **组建 Kaizen 团队**
  (不同职级参与)
- **全程录像**
  (Video the process)
- **绘制帕累托图**
  (Pareto Chart)
- **目标:** 用数据说话，识别浪费。

换模作业分析表 (Set-up Operations Analysis Chart)

Step No.	Element (动作)	Elapsed Time (耗时)	Type (类型)
1	Pick-up tools (寻找工具)	19 min	Internal (内)
2	Remove Fixture (拆卸模具)	15 min	Internal (内)
3	Look for bolts (寻找螺栓)	5 min	Internal (内)

寻找与移动是巨大的浪费！

第二步：区分内部与外部作业



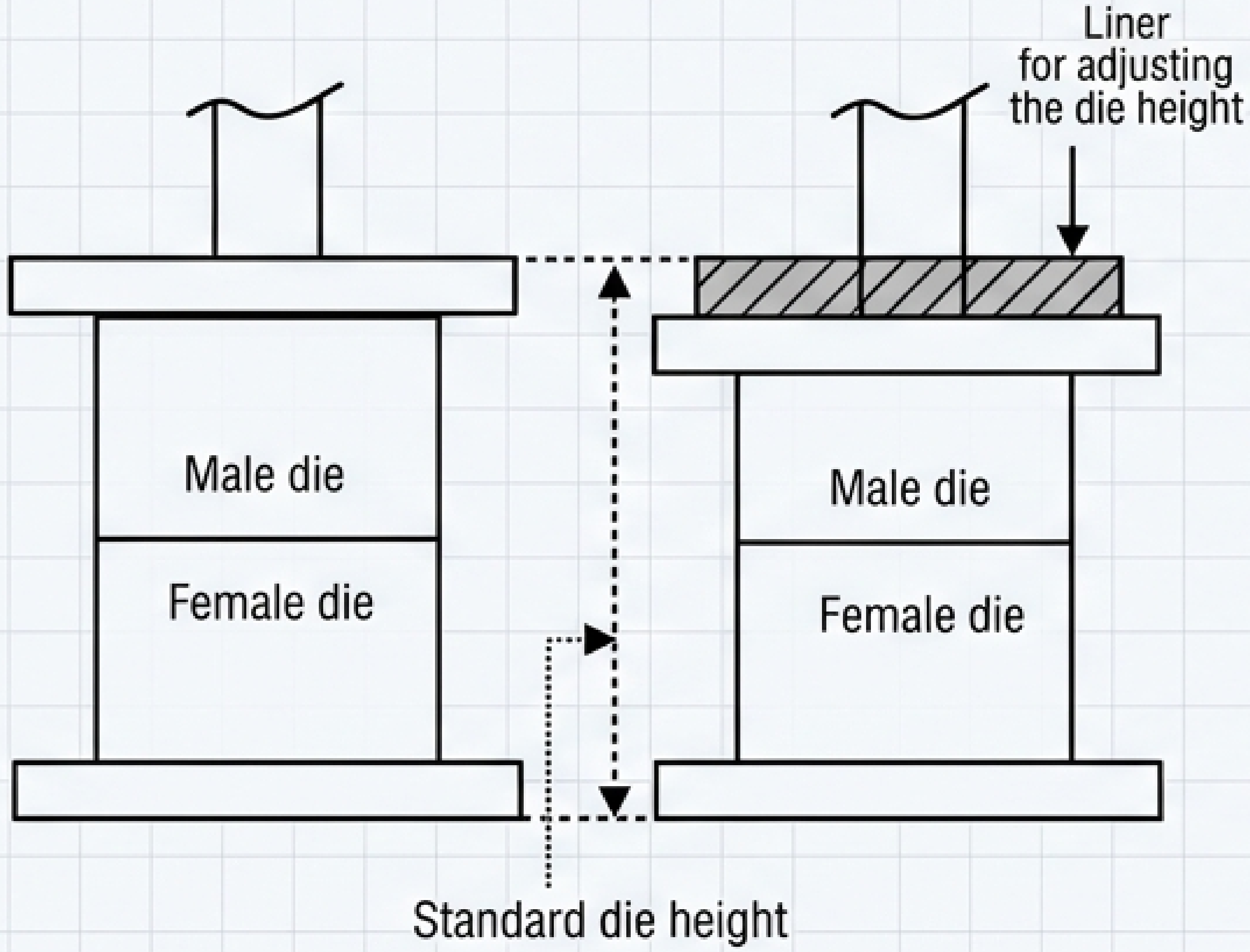
- **原则：** 凡是机器运行时能做的事，决不在停机时做。

- ☐ 模具是否在停机前运到了机台旁？
- ☐ 工具是否在停机前准备好了？
- ☐ 吊车/叉车是否提前就位？

立竿见影：减少 30%-50% 换模时间

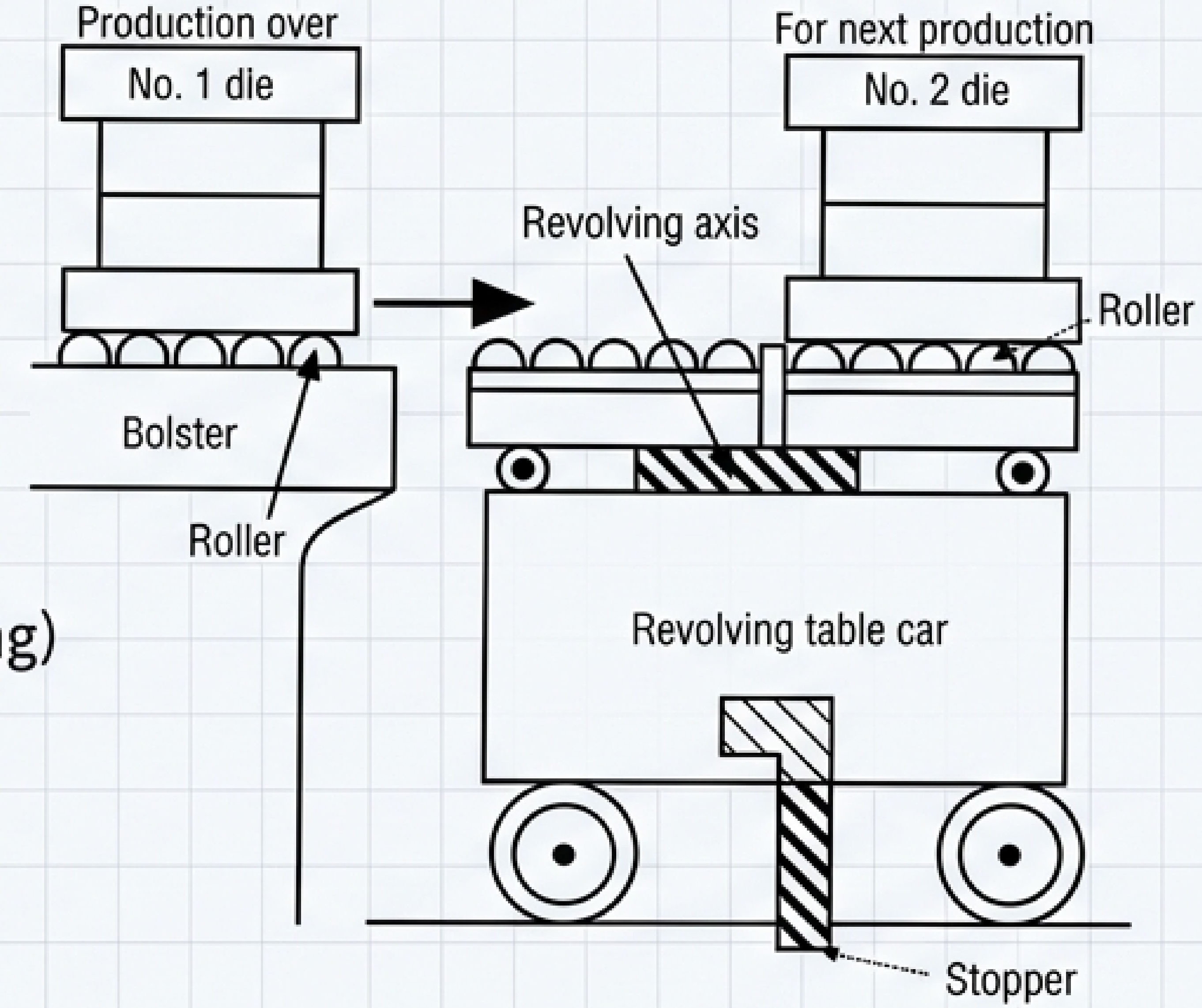
第三步：内部作业向外部转化

核心策略：通过技术手段，将必须停机做的事移到机外做。



功能标准化：统一模具高度，消除行程调整。

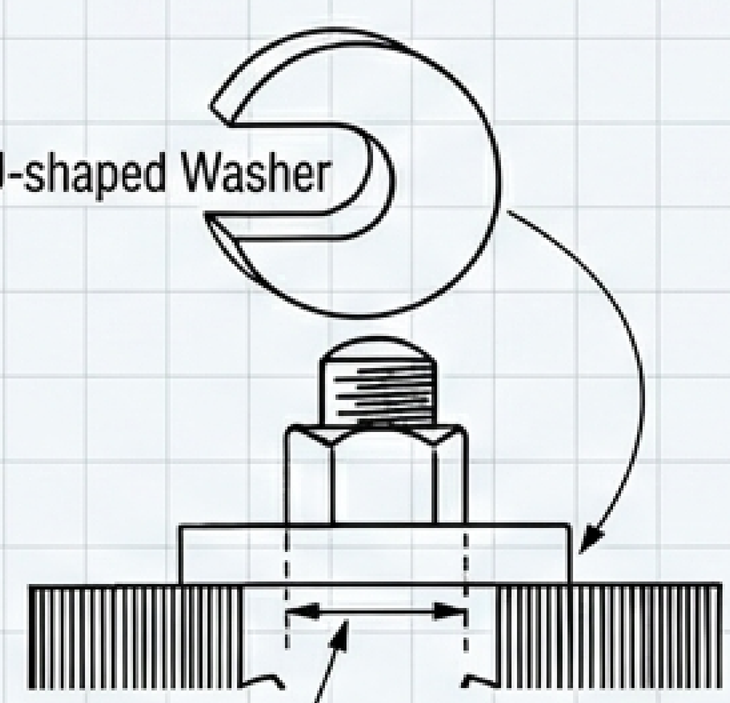
- **模具预热**
  (Pre-heating)
- **机外预对刀**
  (Off-line Presetting)



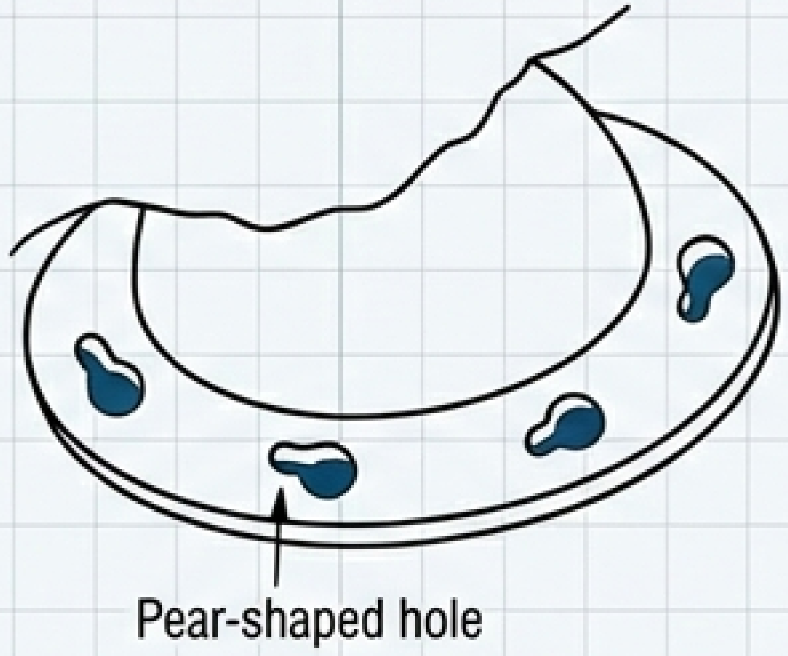
机外准备：使用换模车提前定位模具。

第四步：优化内部作业 — 螺栓是敌人！

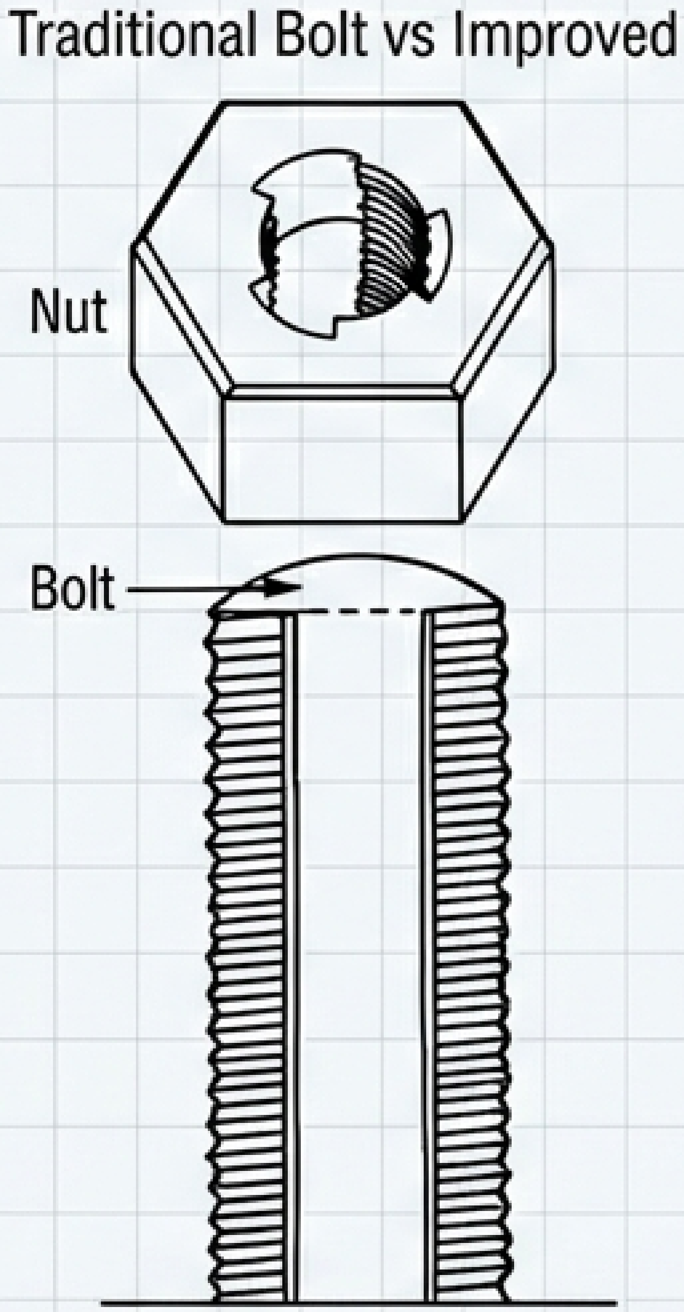
SMED 铁律：螺栓是我们的敌人 (Bolts are our enemies)



只需拧松一圈即可拆卸



一挂即锁



- **减少旋转**：避免完全卸下螺母。
- 使用**功能性夹具**：一触即扣（One-touch clamps）。
- **平行作业**：多人协作减少总时长。

第五步：优化外部作业 — 5S 是基础

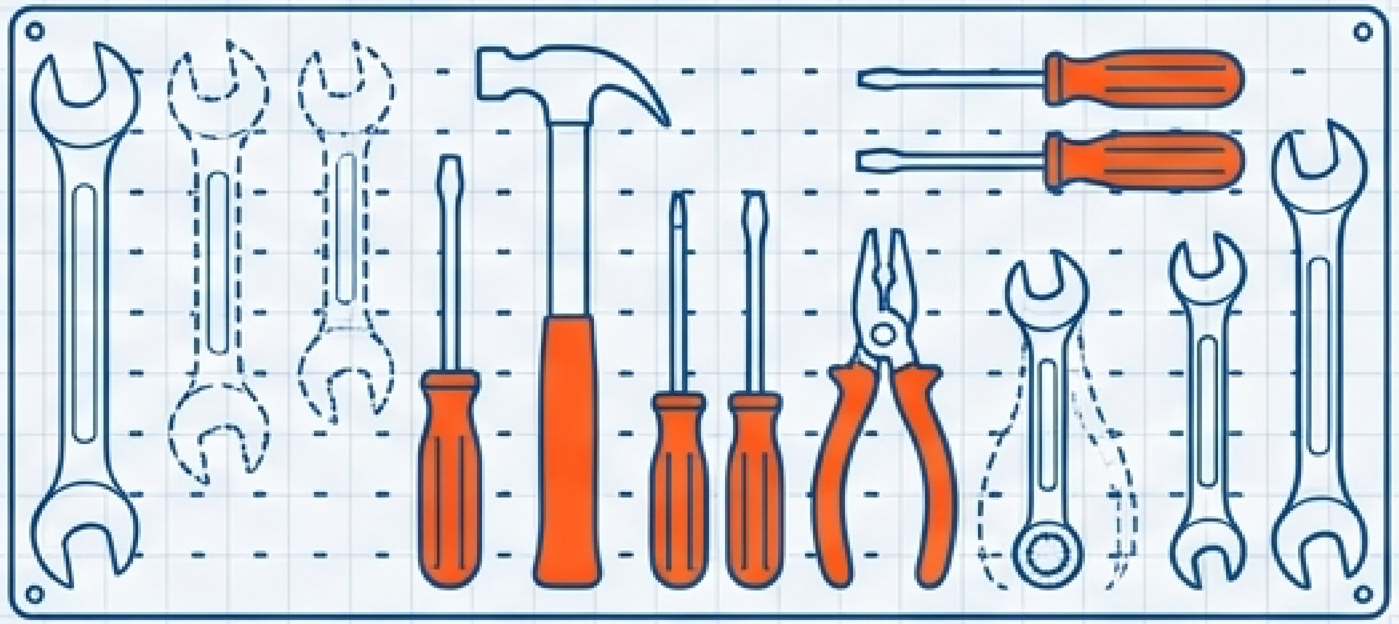
The Foundation: 5S is Essential for SMED Success

运动浪费：没有组织的寻找与移动
(Motion Waste: Unorganized Searching & Movement)

没有良好的 5S，SMED 无法成功。

行动清单：

- 1. **专用台车（SMED Cart）**：设计换模专用车，所有工具、模具“定置、定位”。
- 2. **目视化管理（Visual Management）**：颜色编码，一眼就能看出工具是否齐全。
- 3. **事前检查（Pre-check）**：在停机前，确认所有模具和工具完好无损（防止螺纹滑丝等突发状况）。



目视化管理：影子板
(Visual Management: Shadow Board)

第六步：标准化与维持 (Step 6: Standardization & Sustainment)

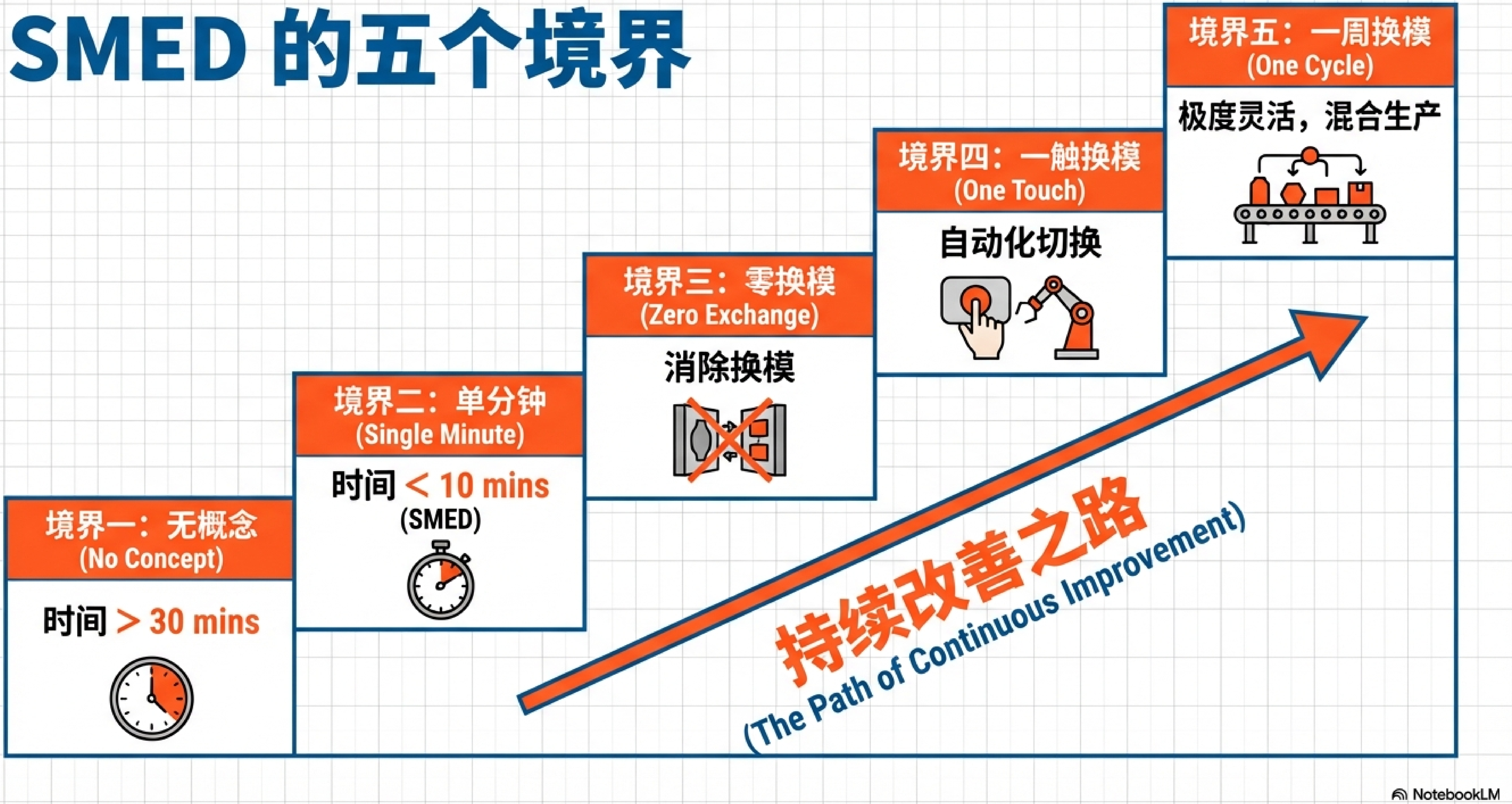
换模作业指导书
(Standard Work Sheet)

步骤 (Steps)	时间 (Time)	关鍵点 (Key Points)
1. 准备工具 (Prepare Tools)	2 min	使用SMED台车 (Use SMED Cart)
2. 拆卸旧模 (Remove Old Mold)	4 min	一次性拧松 (One-touch Loosening)
3. 安装新模 (Install New Mold)	5 min	对齐标记 (Align Marks)
4. 调试确认 (Debug & Confirm)	3 min	检查首件 (Check First Piece)

- **建立标准 (Create Standard)：将优化后的流程固化为文件。**
  (Document the optimized process into formal procedures.)
- **培训 (Training)：确保所有班次的操作员都掌握新流程。**
  (Ensure operators on all shifts master the new process.)
- **消除“技巧”(Eliminate Knack)：换模应像配方一样精确，不再依赖老师傅的“特殊手感”。**
  (Changeover should be precise like a recipe, no longer relying on the 'special feel' of experienced masters.)

规则：标准就是标准，必须严格执行，直到下一次改进。

SMED 的五个境界


境界一：无概念
(No Concept)
时间 > 30 mins
境界二：单分钟
(Single Minute)
时间 < 10 mins
(SMED)
境界三：零换模
(Zero Exchange)
消除换模
境界四：一触换模
(One Touch)
自动化切换
境界五：一周换模
(One Cycle)
极度灵活，混合生产
持续改善之路
(The Path of Continuous Improvement)
NotebookLM

Kaizen Pran 改善精神与行动准则

- 不要让“完美”阻碍“更好”(Don't let perfect get in the way of better)
- 先动脑，再动钱 (Reach for the mind before the wallet)
- 抛弃固有观念，问“为什么？”(Discard fixed ideas, ask Why?)
- Just Do It!（立即行动）

SMED 不仅仅是技术的改进，更是态度的转变。
从今天开始，挑战每一颗螺栓，消除每一秒浪费。

极致速度：从赛车P房到工厂的“一键切换”

基于精益数字化视角的技术演进路线图

工厂精益数字化经理技术分享

探讨从传统SMED到自动化改造，再到数字化协同的技术跨越。

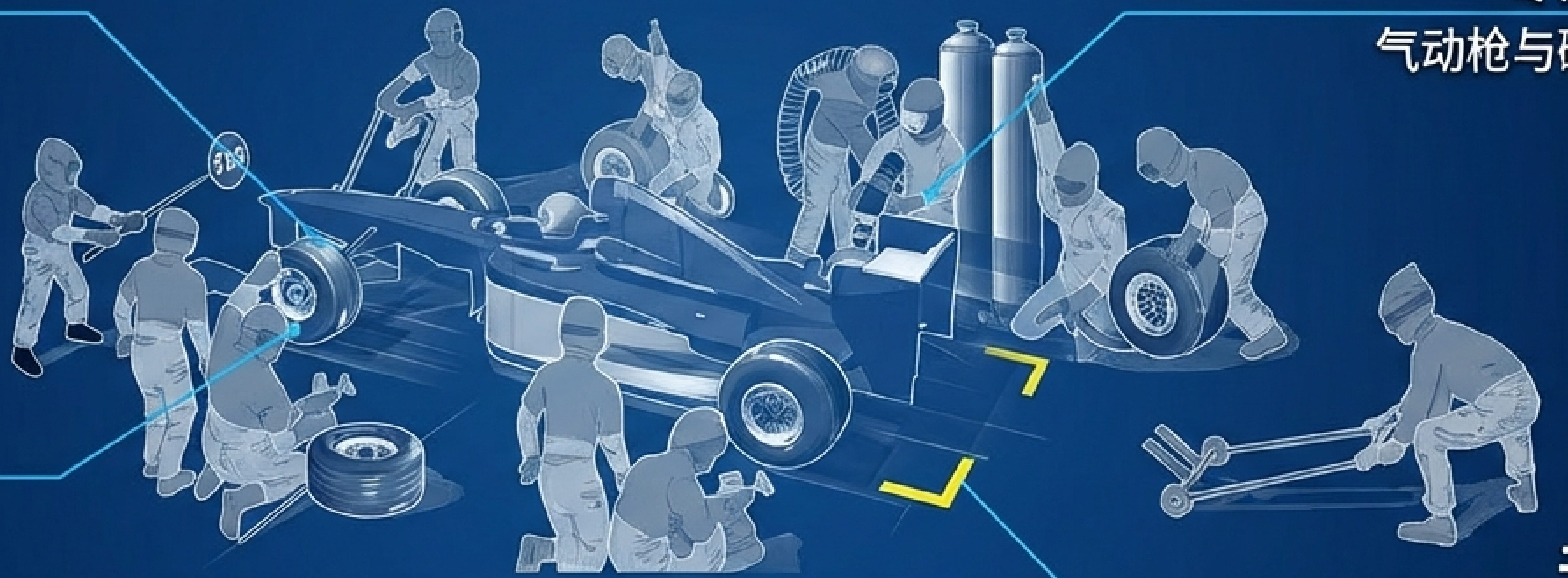
7秒的基准：为什么我们还在以“小时”计？

传统换轮胎时间：120分钟 vs 标准换轮胎时间：小于15秒

是人更快了，还是系统更强了？

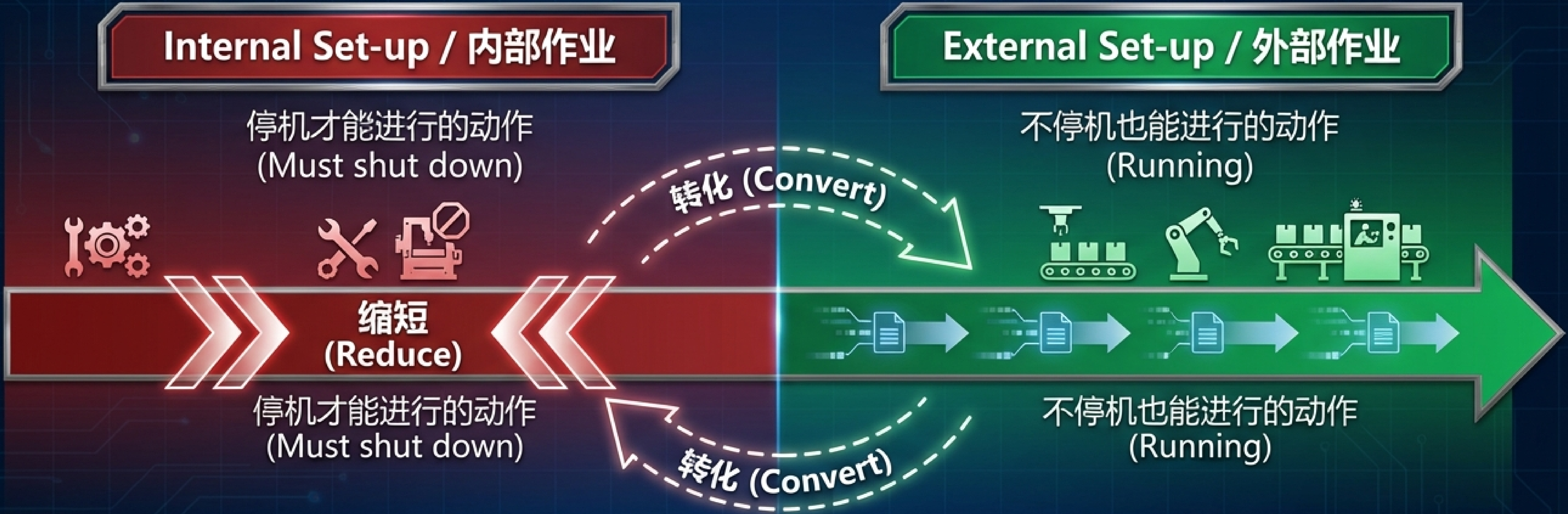
从两个小时到几秒钟的差距，不仅是熟练度的问题，更是技术与设计的问题。

解构速度背后的技术基因



F1的启示：速度来源于消除“调整”与“等待”，并利用工具替代人工动作。

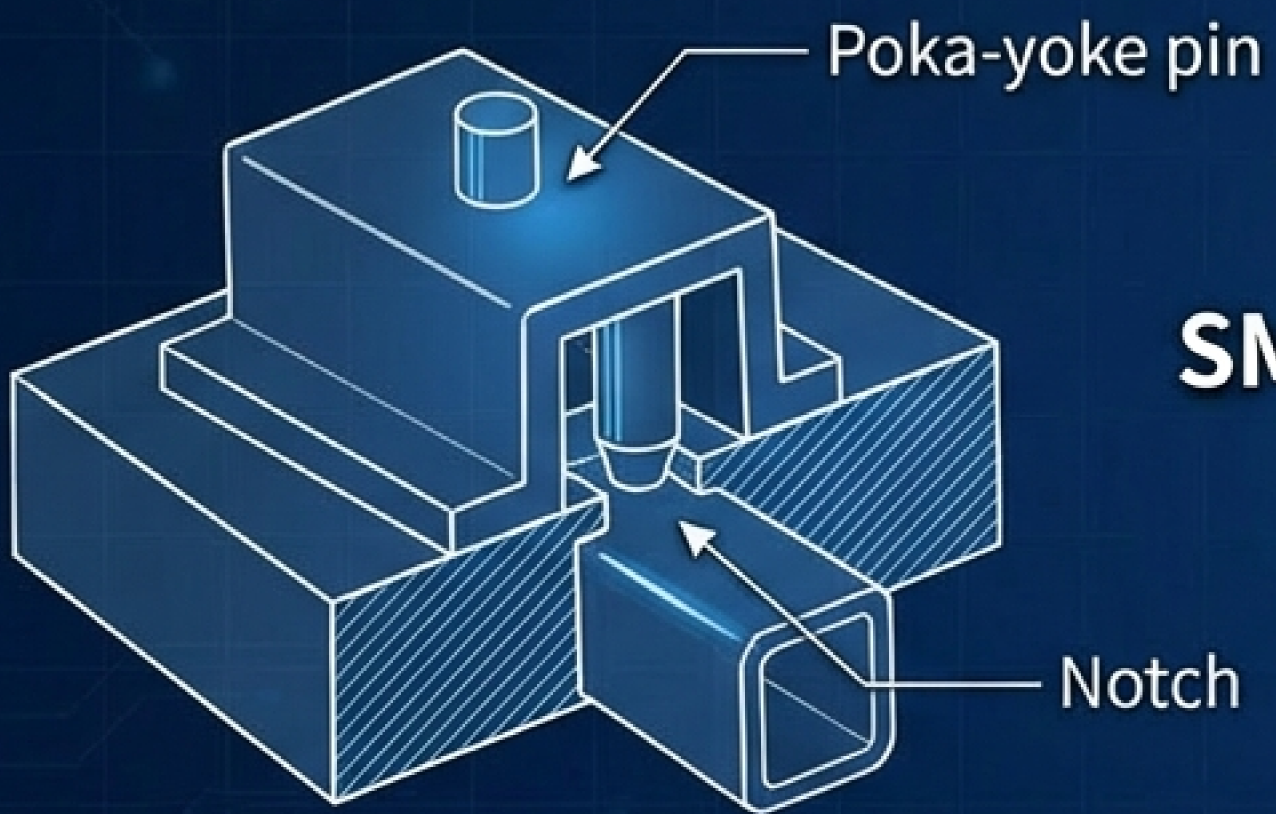
数字化改造的前提：理清内部与外部作业



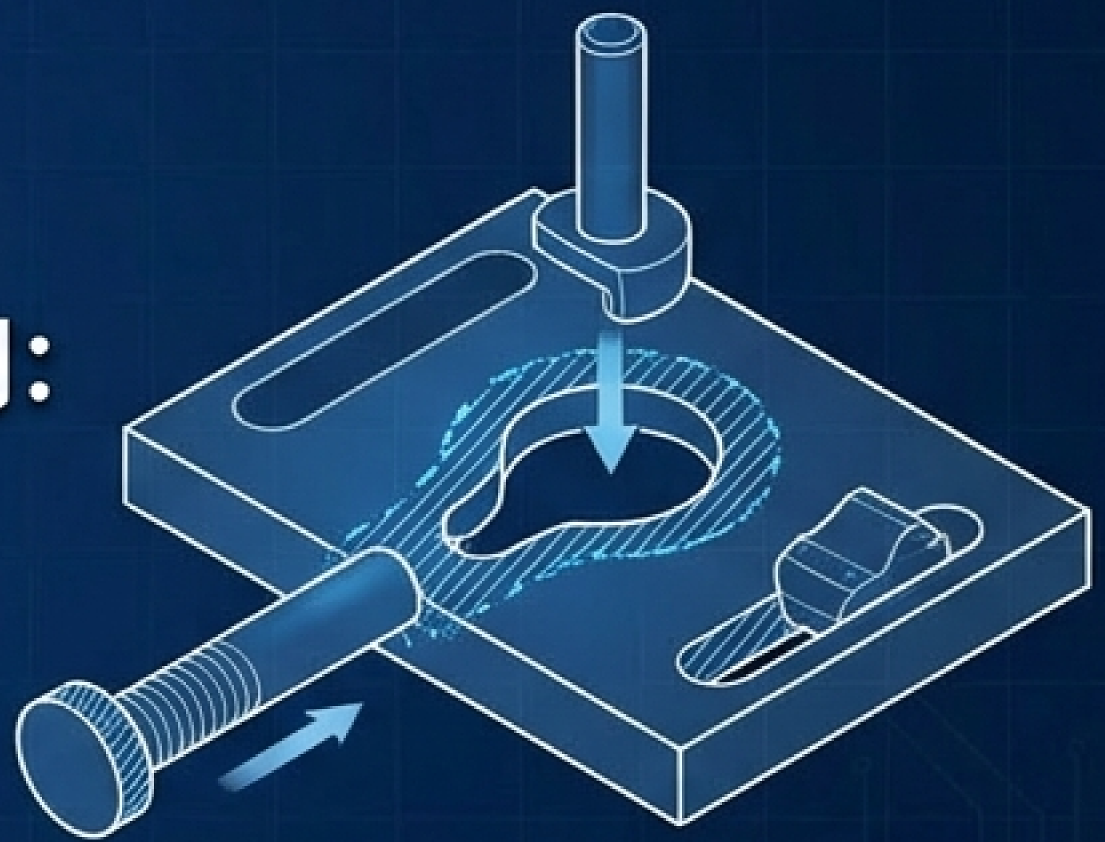
无法自动化的混乱是零效率的。先优化流程，再引入技术。

自动化改造 I：从手动螺栓到“一转即定”

无需调整（No Adjustment）– 定位销



功能性夹具 (Functional Clamping) – 梨形孔



SMED的基本法则：
一转即定

将紧固时间从‘分钟级’压缩至‘秒级’。

自动化改造 II：重型模具的快速交换系统

Data Sheet

技术规格（Technical Specifications）

- **问题**：依靠行车（Crane）吊装效率低下
- **解决方案**：自动化换模台车
- **核心技术**：滚轮传送与液压升降

✓ **优势**：常用、轻便且便于更换的自动化设备

跨越鸿沟：从机械化到数字化“一键切换”

信息预加载
(Information Pre-loading)

协同可视化
(Collaboration Visualization)

单点触控
(One-Touch)

当硬件不再是瓶颈，信息流的延迟成为了最大浪费。

数字化外部作业：电子叫料系统的应用

产线缺料
(Line Shortage)

电子指令
(Digital Signal)

仓库接收
(Warehouse Receives)

恰时配送
(JIT Delivery)

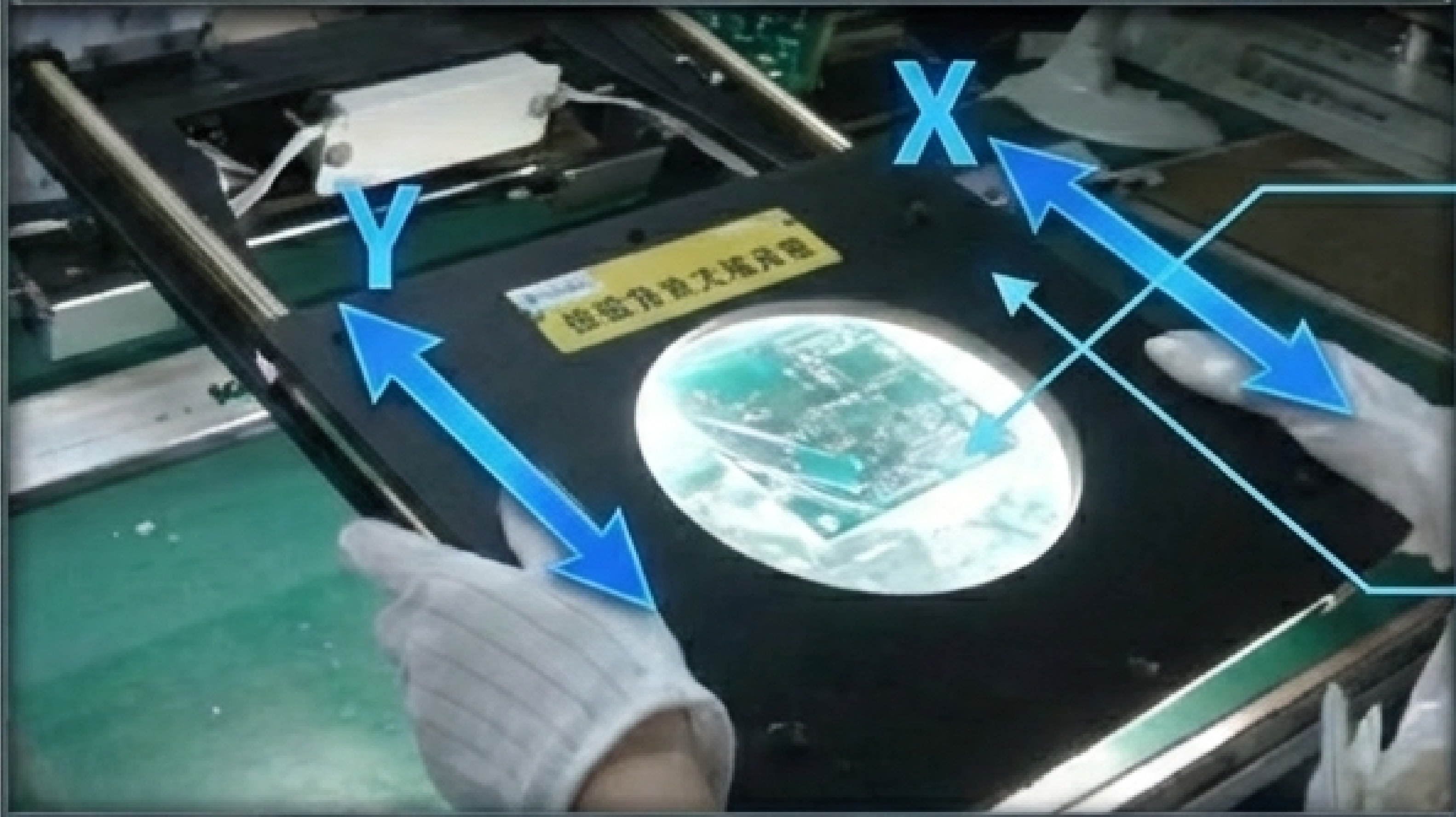
案例： 美的小家电 - 电子分厂案例

创新点： 将“缺料”信息转化为数据指令，实现恰时配送，消除停机等待。

实时可视化：Andon系统与生产看板

- 集成电子信息化看板与Andon系统
- 监控：UPPH，直通率（ICT/FCT），运行状态
- 价值：为“2小时检讨”提供数据支撑，确保换线窗口期的精准预测。

消除调整浪费：工装设备的精细化革新



聚焦固定
(Fixed Focus)

轨道式移动
(Rail-mounted)

- **问题：** 换线后的调试与首件检验往往耗时最长。
- **解决方案：** 轨道式外观检验放大镜 - 提升不良检出率，减少操作员眩晕，实现首件‘即插即用’。

终极愿景：构建“一键切换”的智能工厂

从SMED方法论出发，结合自动化硬实力与数字化软实力，这是未来工厂的速度。

总结：变革的三个台阶

智能化（Intelligentize）

利用MES、Andon与电子叫料实现系统协同。

机械化（Mechanize）

引入工装夹具与辅助设备（如Enerpac）。

标准化（Standardize）

向F1学习，理清内外部作业。

天下武功，唯快不破。在工业4.0时代，速度即是竞争力。