TPM：从“救火队长”到世界级设备管理的跨越

消费电子制造中挖掘产能与消除损失的战略指南

基于“TPM - A Route to World-Class Performance”的最佳实践

为什么要做TPM？—— 警惕“隐形工厂”

故障只是冰山一角。在消费电子行业，真正的产能杀手是水面下的“隐形损失”。“隐形工厂”消耗了我们本来拥有的产能。

重新定义TPM：一种管理思维的范式转变

旧观念（Old Mindset）

“我操作，你维修”

维修被视为成本中心。生产与工程部门对立。

TPM 观念（TPM Mindset）

“我们要照顾好我们的设备”

维修创造价值。合作伙伴关系与共同所有权。

TPM不仅仅是全员生产维护（Total Productive Maintenance），更是全员生产制造（Total Productive Manufacturing）。

“TPM promotes autonomous operator maintenance through day-to-day activities.”

最终目的：追求“零”的极限

零故障（Zero Breakdowns）

设备总是可用的。

零不良（Zero Defects）

第一次就把事情做对。

零事故（Zero Accidents）

安全是所有生产的前提。

核心指标 = OEE（设备综合效率）— 最大化每一台设备的附加值

TPM的最大价值：消灭OEE的六大杀手

解决这些问题不仅是修机器，而是释放被浪费的资本投资。

核心机制：TPM的五大支柱

NotebookLM

对设备管理的意义：像医生与病人一样分工

健康的设备就像健康的身体

操作员（Operator）= 病人（Patient）

- **日常预防：**清扫、加油、紧固 (Daily Prevention)

设备经理/技师（Manager/Technician）= 医生（Doctor）

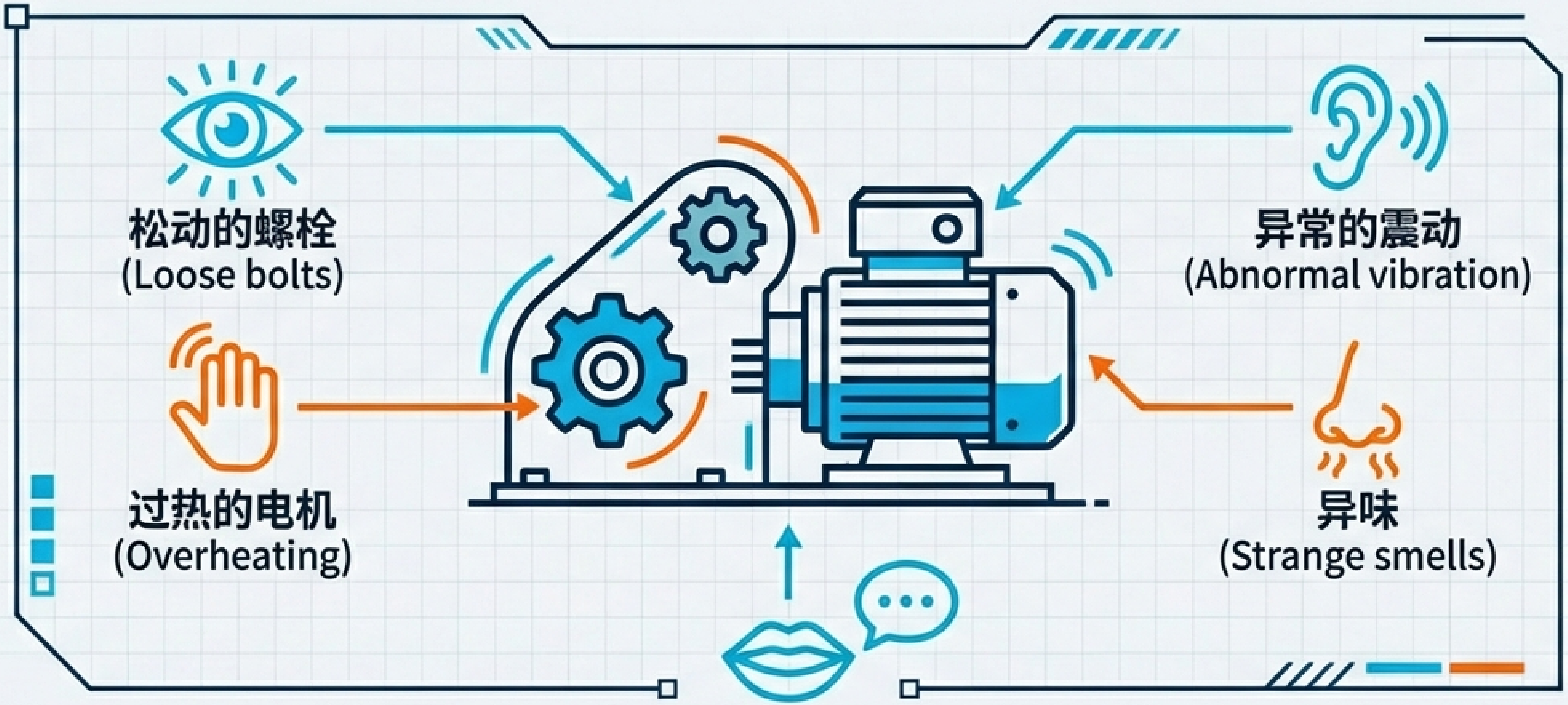
- **定期体检与手术：**专业诊断、劣化复原 (Specialized Diagnosis)

影响：

将设备经理从琐碎的日常“看护”中解放出来，专注于高价值的工程改善。

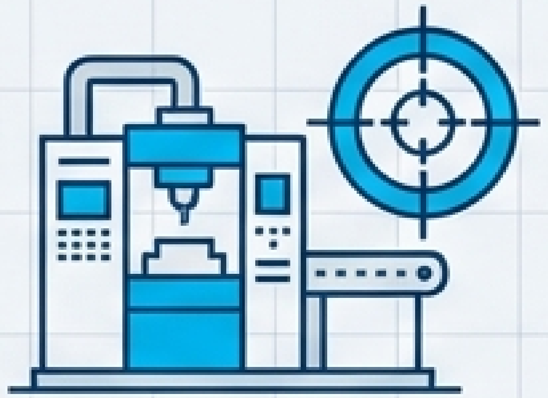
自主保全：第一道防线

清扫就是点检 (Cleaning is Inspection)



"Cleaning is inspection... spotting deterioration before it becomes catastrophic."

如何推进？——“样板区”策略

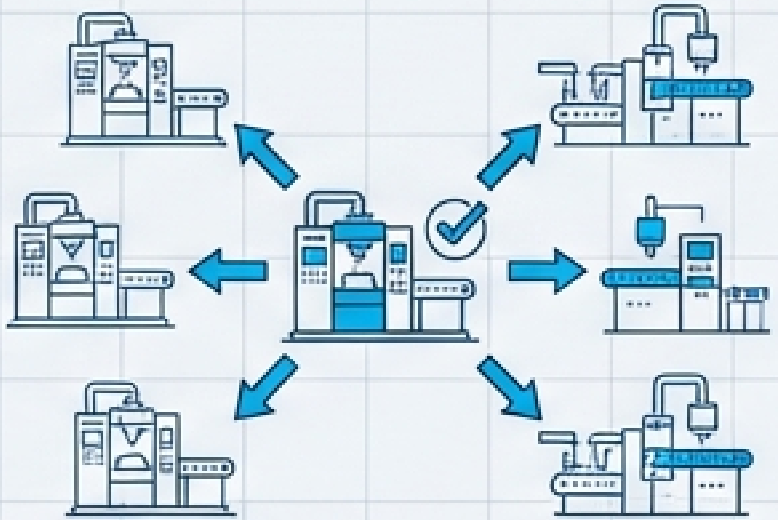


1. 选择样板 (Select Pilot)

选择一个瓶颈设备或关键流程

2. 建立示范 (Demonstrate Success)

集中资源，取得速赢 (Quick Wins)



3. 横向展开 (Roll-out)

复制成功标准到全厂

⚠ 策略：不要试图一次性在全厂推行 (Do not launch factory-wide immediately)

战术路线图：9步改善计划

测量 (Measurement Cycle)

1. 收集历史数据
2. 定义OEE与六大损失
3. 关键性评估

状态 (Condition Cycle)

4. 状态评估
5. 复原计划
6. 建立资产护理标准

预防 (Problem Prevention Cycle)

7. 最佳实践标准化
8. 解决顽固问题
9. 移交与持续改善

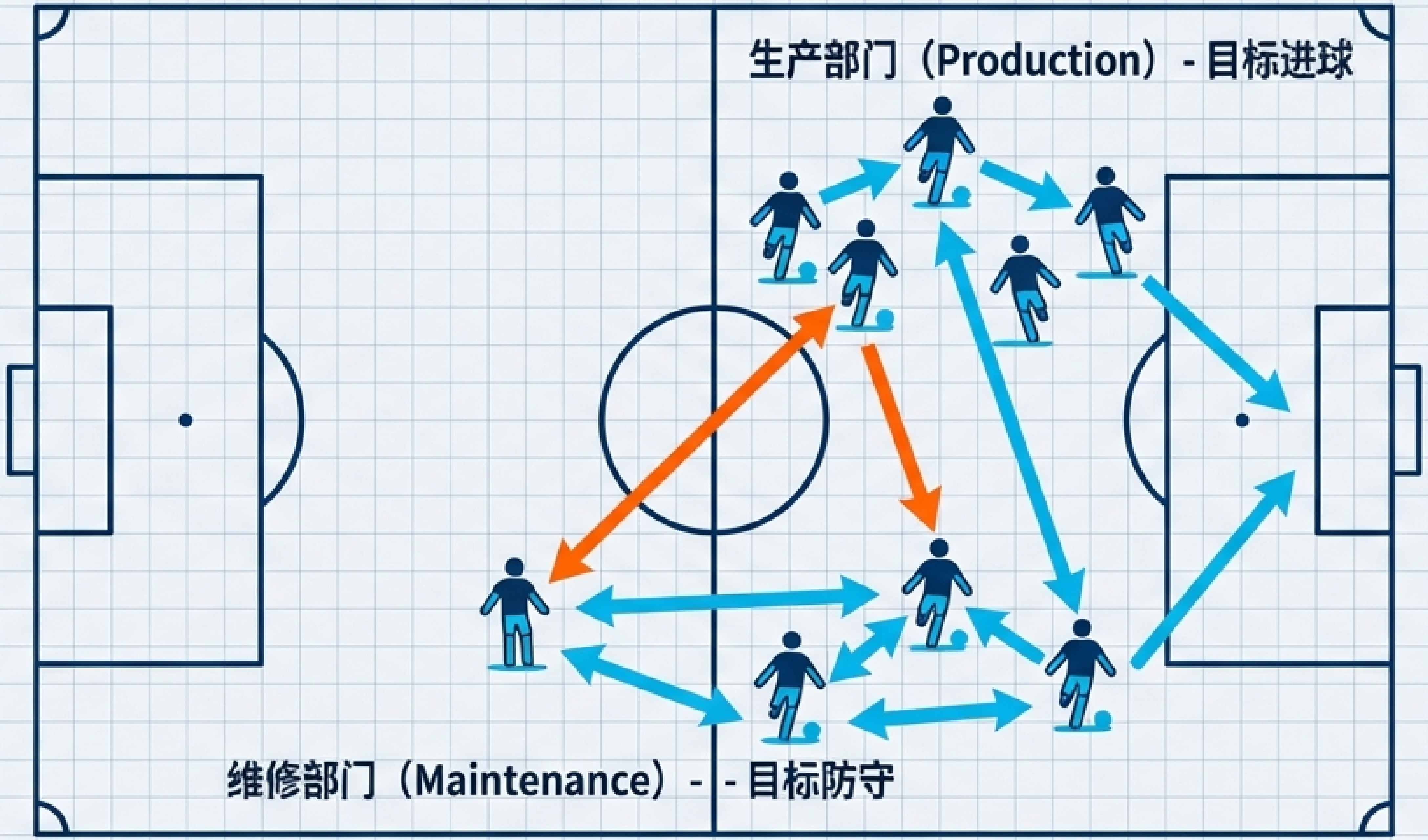
*Precision execution for operational excellence.

坚实的基础：5S 与 CAN DO

- **C** — Cleanliness (Seiso - 清扫)
- **A** — Arrangement (Seiton - 整顿)
- **N** — Neatness (Seiketsu - 清洁)
- **D** — Discipline (Shitsuke - 素养)
- **O** — Order (Seiri - 整理)

- 在高科技电子工厂，环境秩序直接影响设备精度。
- 彻底的清理是发现设备潜在缺陷的最佳时机。

克服文化阻力：足球队效应



如果前锋和后卫不交流，球队就会输。TPM强制全员“传球”。

共同的目标是赢得比赛（最大化OEE），而不仅仅是各司其职。

实证案例：Adams 工厂的质变

高速生产环境下的OEE提升

OEE 提升

69% → 78%

(3个月内)

成本节约

£210,000

(年度避免成本)

文化改变

维修与操作建立信任

设备经理的角色：从“维修工”到“TPM冠军”

关键职责（Key Responsibilities）：

1. 提供时间（Provide Time）
- 允许停机进行清扫和点检

2. 提供技能（Provide Skills）
- 培训操作员识别异常

3. 建立标准（Set Standards）
- 制定清晰的资产护理规范

> 你的价值不再是你修修好了多少台机器，而是你预防了多少次故障。

愿景：TPM = Today People Matter

T	P	M
Total → Today (今天)	Productive → People (人)	Maintenance → Matter (重要)

只有通过挖掘“人”的潜力，我们才能彻底释放“设备”的产能。

从今天开始选择您的样板区 (Start Your Pilot Today)

自主保全实战指南：迈向世界级现场绩效

解锁人与设备的潜能

基于 Willmott & McCarthy 的 TPM 方法论

理念转变：从“我操作，你维修”到“我的设备我负责”

驾驶员（The Driver/Operator）

最先感知异常（声音、气味、振动）。不仅是开车，还要通过日常检查（如清洁火花塞）防止故障。

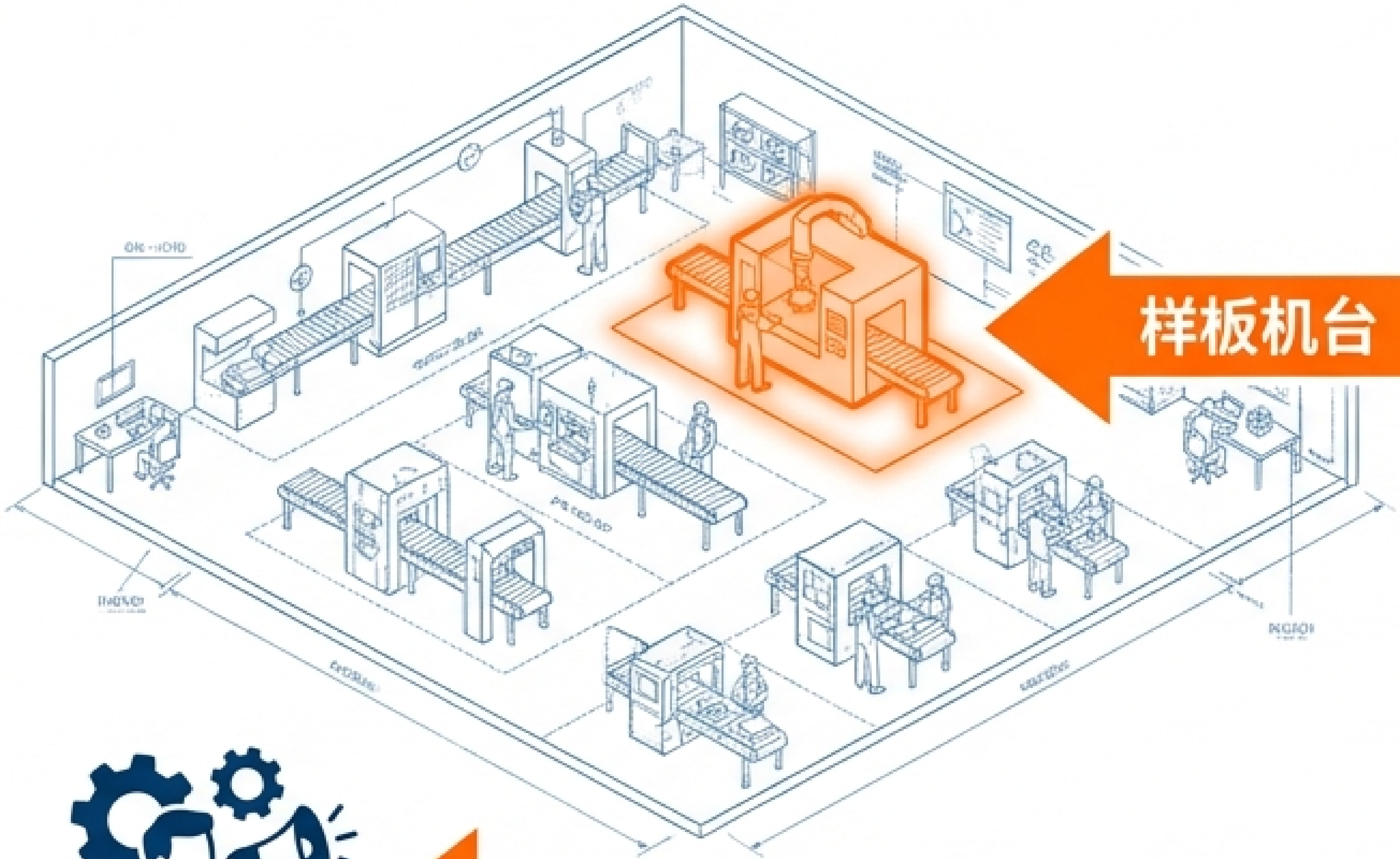
协作（Partnership）

维修工（The Mechanic/Maintainer）

处理需要专业技能的复杂修复，依赖驾驶员的反馈来快速诊断。

自主保全不是让操作员取代维修工，而是建立“车主”般的责任感。清洁即点检。

启动策略：样板先行与团队以此



样板机台

1. 样板机台的选择（Selecting the Pilot）

- 不要试图同时改变全厂。选择一台关键设备或一个区域作为“样板”。
- 目标：通过样板区暴露管理流程和习惯中的问题。

2. 团队构成（Team Composition）

提供时间、资源和快速响应

管理者

目标：零故障、零事故、零缺陷

Noto Sans SC：实施路线图：3大循环与9步法

Cycle 1: 测量循环 | **Cycle 2: 状态循环** | **Cycle 3: 预防循环**

Cycle 1: 测量循环
- 了解现状
- 计算OEE，评估六大损失

Cycle 2: 状态循环
- 设备复原
- 5S/CAN DO，关键性评估，缺陷修复

Cycle 3: 预防循环
- 保持成果
- 建立基准，目视化管理，持续改善

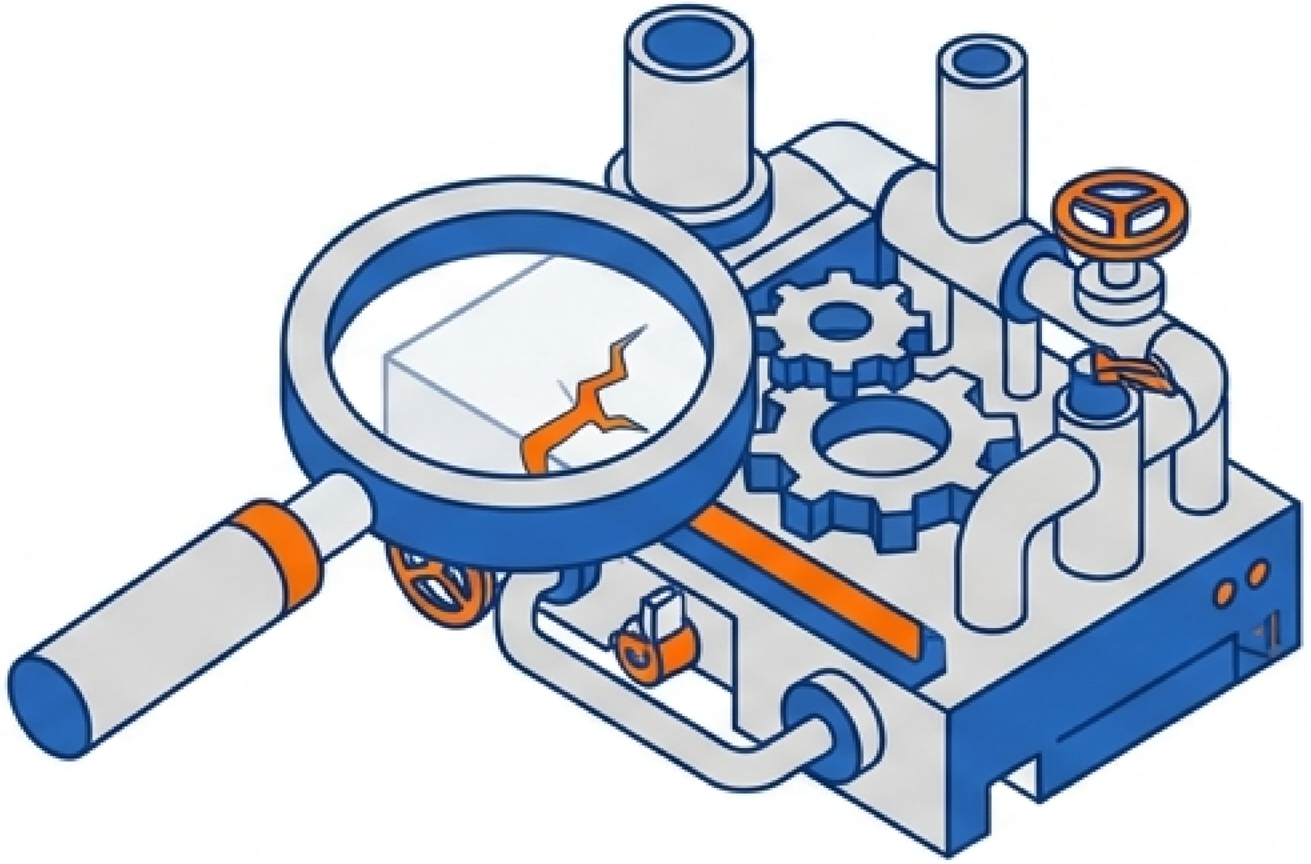
循环一：测量与“隐形工厂”

OEE = 可动率 × 性能 × 良品率

这是设备健康的“温度计”。

循环二：现场基础（5S / CAN DO）

清扫即点检（Cleaning is Inspection）



C - Cleanliness（清洁）：彻底清扫每一平方厘米，发现泄漏、松动和裂纹。

A - Arrangement（整理）：区分必需品和非必需品。

N - Neatness（整顿）：物归原位，一目了然。

D - Discipline（素养）：遵守标准。

O - Order（秩序）：保持无尘无垢的环境。

红牌（Red Tag）- 标记非必需品

F-Tag（缺陷标签）- 标记设备缺陷

循环二：关键性评估

关键性评估矩阵（Criticality Assessment Matrix）					
部件名称 (Component)	安全 (Safety)	质量 (Quality)	产量 (Output)	维修成本 (Cost)	总分 (Total)
液压泵 (Hydraulic Pump)	3	2	3	2	10
防护罩 (Guard)	3	1	1	1	6

评分标准：1 = 无影响, 2 = 些许影响, 3 = 重大影响

目标：识别出导致OEE损失最大的“痛点”，优先制定复原计划。

Industrial Editorial

循环二：状态评估与复原

将设备恢复至“如新”状态

状态评估（Condition Appraisal）

对照新机标准，检查磨损、腐蚀、松动。

复原计划（Refurbishment Plan）

针对发现的缺陷制定修复时间表。

角色分工（Roles）

操作员（Operators）：修复微小缺陷（如紧固螺栓、更换软管、简单清洁）。

维修工（Maintainers）：处理需要专业技能的重大修复。

循环三：建立自主保全基准

自主保全基准点检表
(Autonomous Maintenance Checklist)

	项目	标准	方法	频率	记录	
C-1	[illegible]	无油污，灰尘	[illegible]	[illegible]	☑	2024/05/20
L-1	主轴润滑	[illegible]	[illegible]	每日	☑	/
A-1	[illegible]	适中，1-2cm[illegible]	[illegible]	[illegible]	☑	/
A-2	[illegible]	[illegible]	测试	[illegible]	☐	/
					☐	/

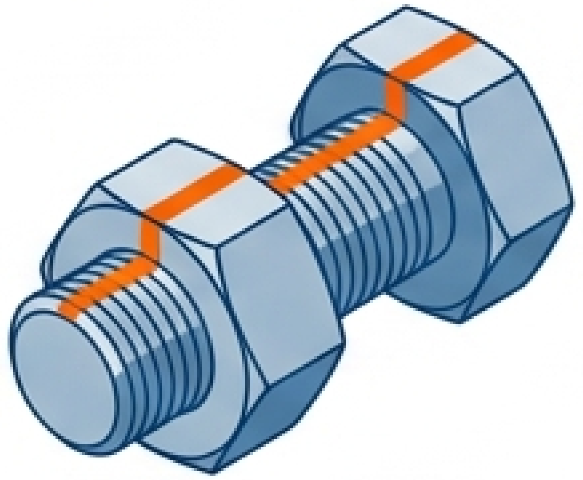
操作员签名	Signature	日期	2024/05/20

标准必须由操作员参与制定，而不是仅由管理者下达。
“如果是我的主意，我会去执行。”

工具箱：目视化管理

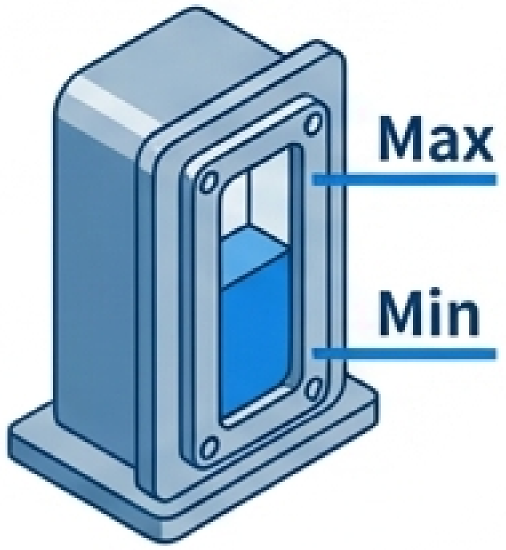
让异常一目了然

配合标记（Match-marks）



仪表色区（Color-coded Gauges）

液位视窗 (Sight Glasses)



形迹管理 (Shadow Boards)

工具箱：单点课程（SPL）

让知识在团队内快速流动

定义：

一页纸的视觉指南，专注于一个特定的知识点或技能。

类型：

- 基础知识（Basic Knowledge）
- 故障案例（Trouble Case）
- 改善案例（Improvement）

操作员教操作员，知识在团队内快速流动。

维持成果：活动看板与审计

审计与辅导 (Audit & Coaching)

- 不是为了“抓错”，而是为了支持和消除障碍。
- 定期回顾，确保标准得到执行。

管理层的角色：支持与教练

- 1. 给予时间（Give Time）：每天15分钟或每周固定的改善时间。
- 2. 快速响应（Fast Response）：对操作员发现的 F-Tag 迅速做出反应。
- 3. 认可与庆祝（Recognition）：庆祝每一个小的成功，建立信心。

“教练不上场踢球，但负责制定战术、训练球员、提供资源。”

成功案例（Proof it Works）

Case Study: 3M Aycliffe

- **问题：** 呼吸面罩焊接问题导致停机
- **对策：** 操作员通过TPM发现传感器和切割方法的问题
- **结果：** 每台机器每年节省£18,300

Case Study: Adams (Warner Lambert)

- **问题：** 包装机（Volpak）OEE 低于 69%
- **结果：** 3个月内 OEE 提升至78%，年节省成本£210,000

自主保全直接贡献于底线利润。

总结：自主保全不是终点，而是旅程

测量 (Measure)　　复原 (Restore)　　预防 (Prevent)

“TPM通过释放人的潜能，来释放设备的潜能。”

TPM unlocks the potential of your equipment by unlocking the potential of your people.

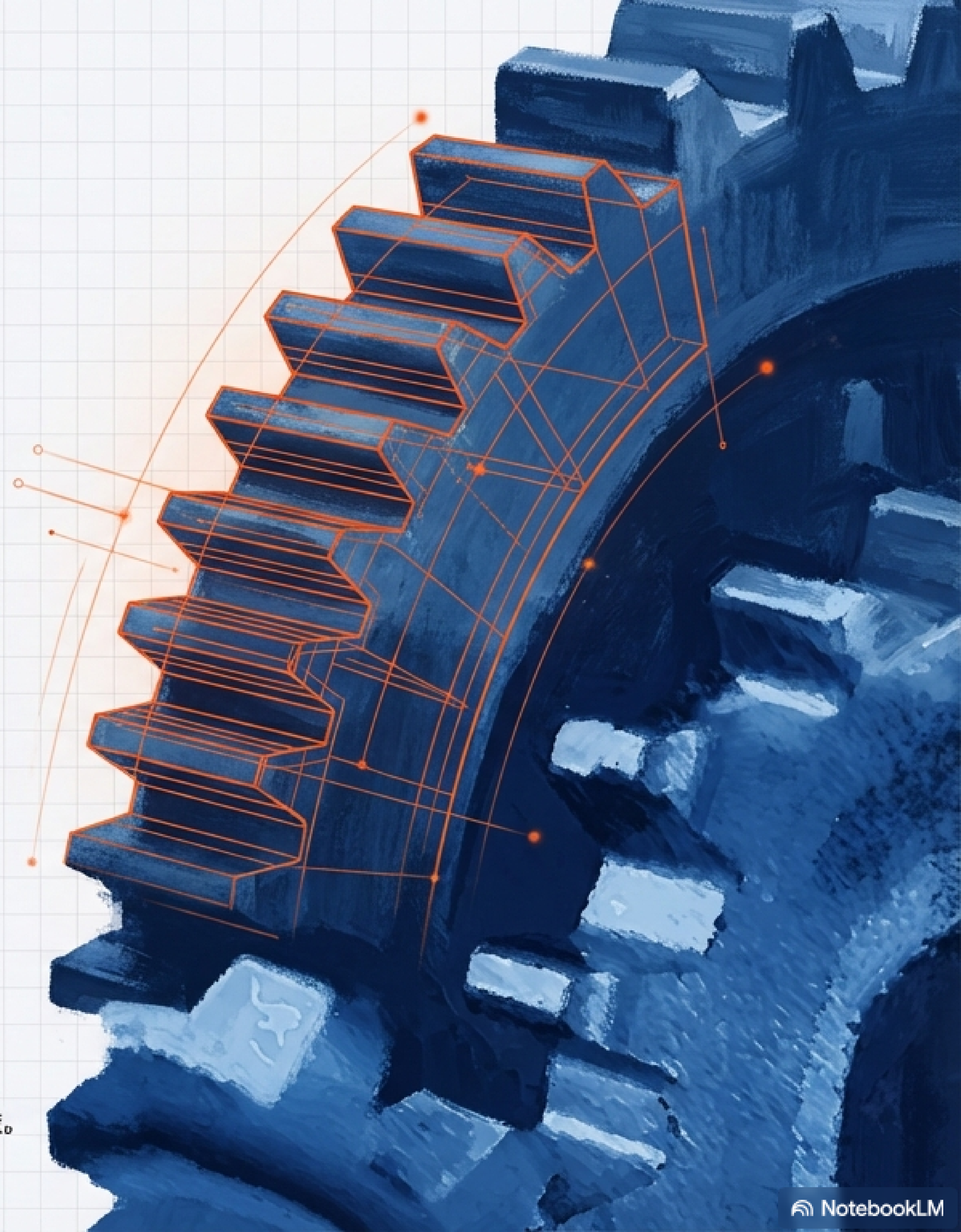
今天就开始您的“样板”项目

TPM与世界级绩效：六大损失与战略改善

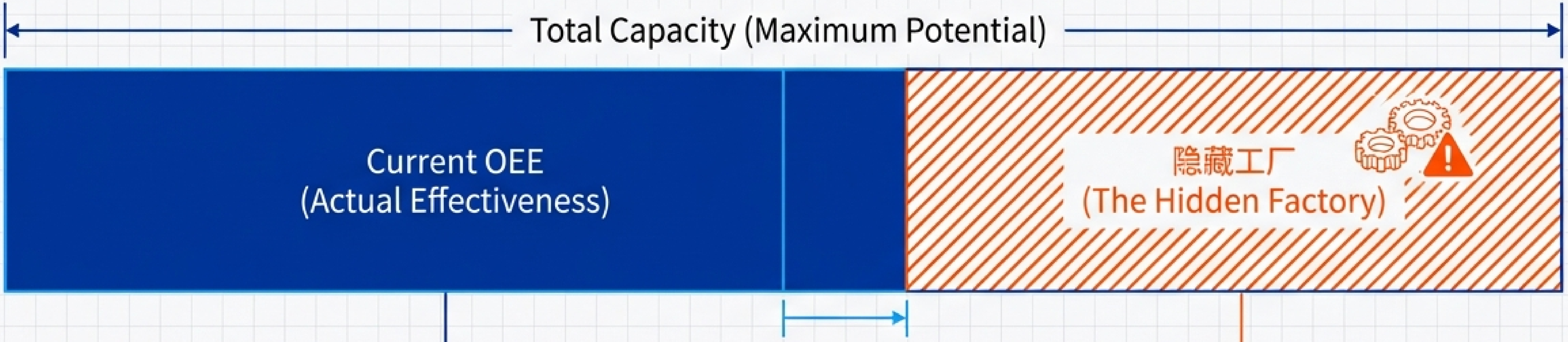
解锁“隐藏工厂”的产能与价值

Based on the methodology of Peter Willmott & Dennis McCarthy.

本报告旨在阐述如何识别生产过程中的隐性损失，并通过系统化的改善策略将其转化为企业的财务收益。



OEE：衡量“隐藏工厂”的标尺



OEE定义

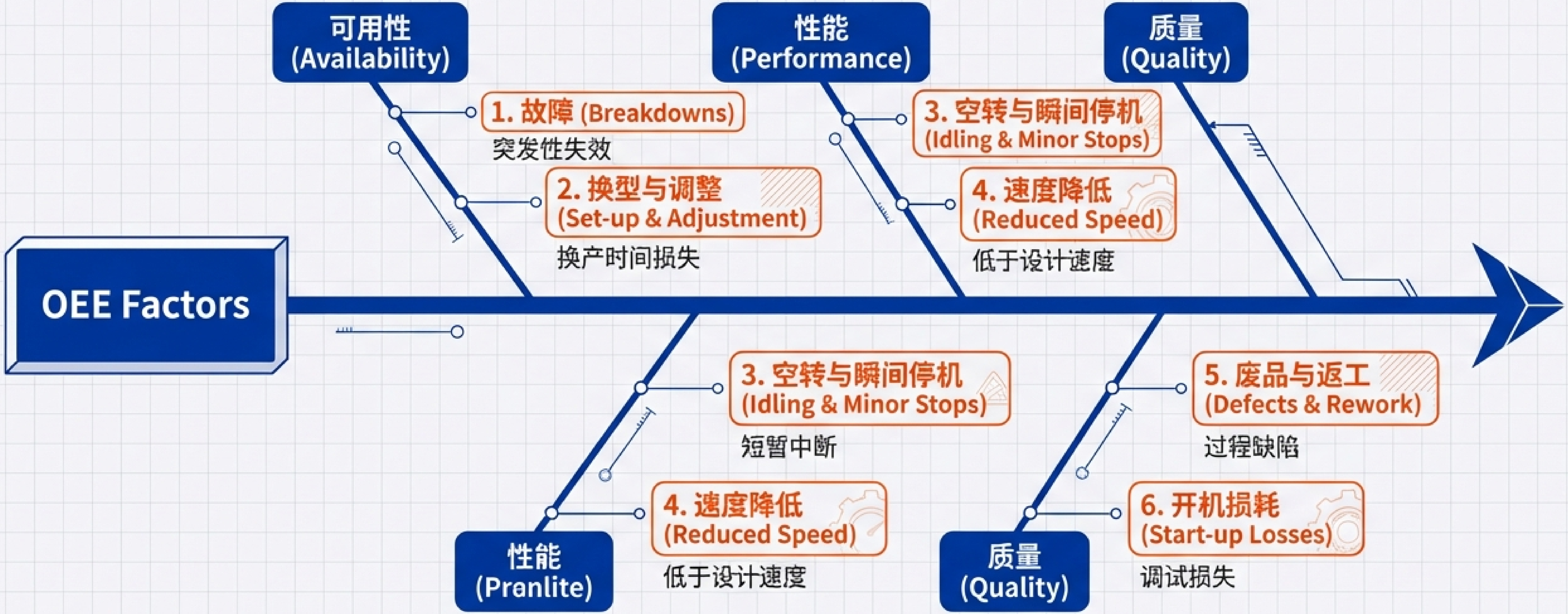
设备综合效率（Overall Equipment Effectiveness）是衡量设备实际效率的指标，综合考量了可用性、性能和质量。

隐藏工厂

当前OEE与最大潜能之间的差距即为“隐藏工厂”。这不仅是效率的损失，更是“不符合成本”。

不要仅仅将OEE视为管理层的考核基准，它首先是车间层面的问题解决工具。

六大损失的构成


可用性
(Availability)
性能
(Performance)
质量
(Quality)
1. 故障 (Breakdowns)
突发性失效
2. 换型与调整
(Set-up & Adjustment)
换产时间损失
3. 空转与瞬间停机
(Idling & Minor Stops)
4. 速度降低
(Reduced Speed)
低于设计速度
OEE Factors
3. 空转与瞬间停机
(Idling & Minor Stops)
短暂中断
4. 速度降低
(Reduced Speed)
低于设计速度
性能
(Pranlite)
5. 废品与返工
(Defects & Rework)
过程缺陷
6. 开机损耗
(Start-up Losses)
调试损失
质量
(Quality)

改善策略一：消除故障损失

从“突发性损失”到“零故障”

“零故障”是可以实现的现实。

Experience shows that effective asset care can detect 80% of potential component failures.

3. 消除强制劣化

清洁、紧固、润滑。

2. 资产护理 (Asset Care)

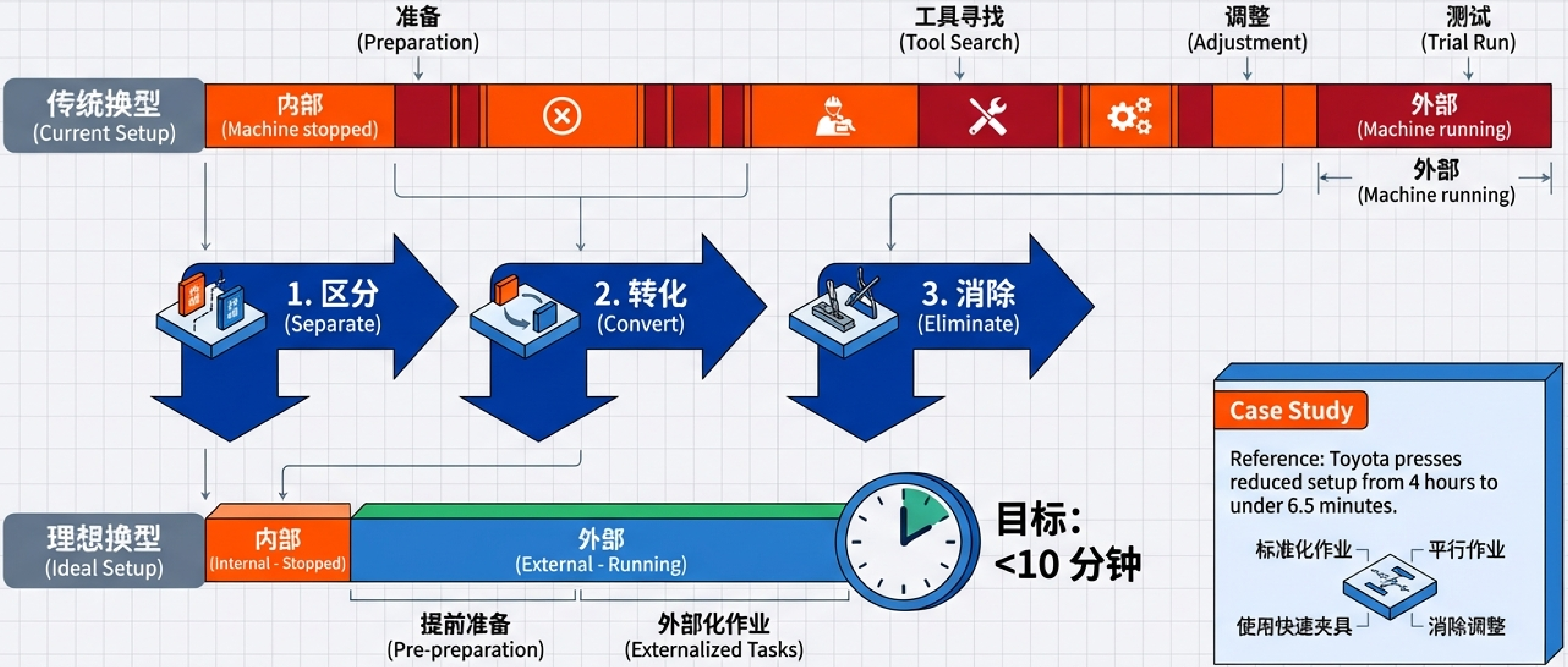
利用感官（看、听、摸、闻）提早发现异常。

1. 复原 (Restoration)

将设备恢复到“如新”的状态。

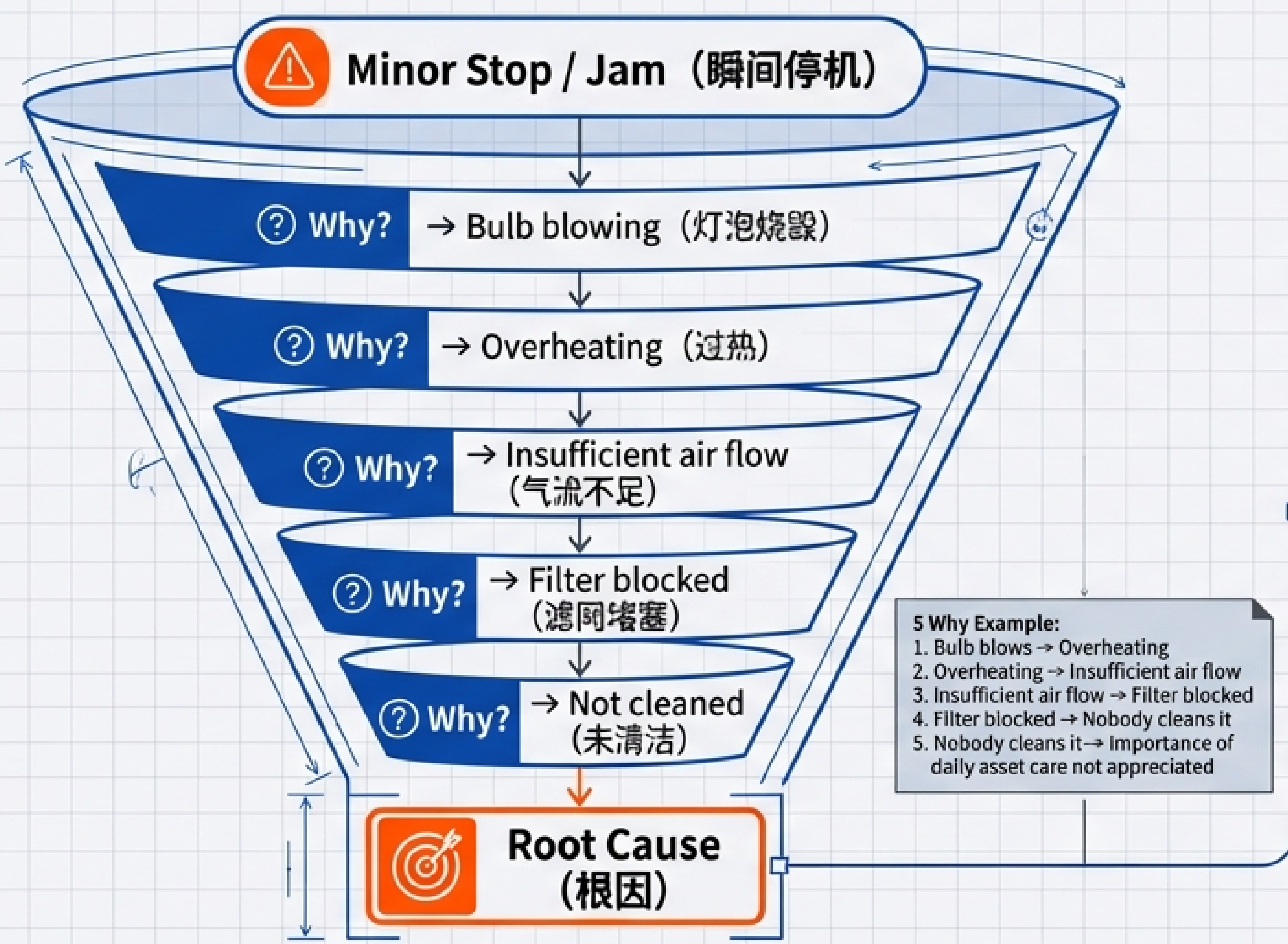
改善策略二：缩短换型与调整时间

SMED（快速换模）原则



改善策略三：应对性能损失

解决空转、瞬间停机和速度降低



3 Solution Pillars（三个解决方案支柱）

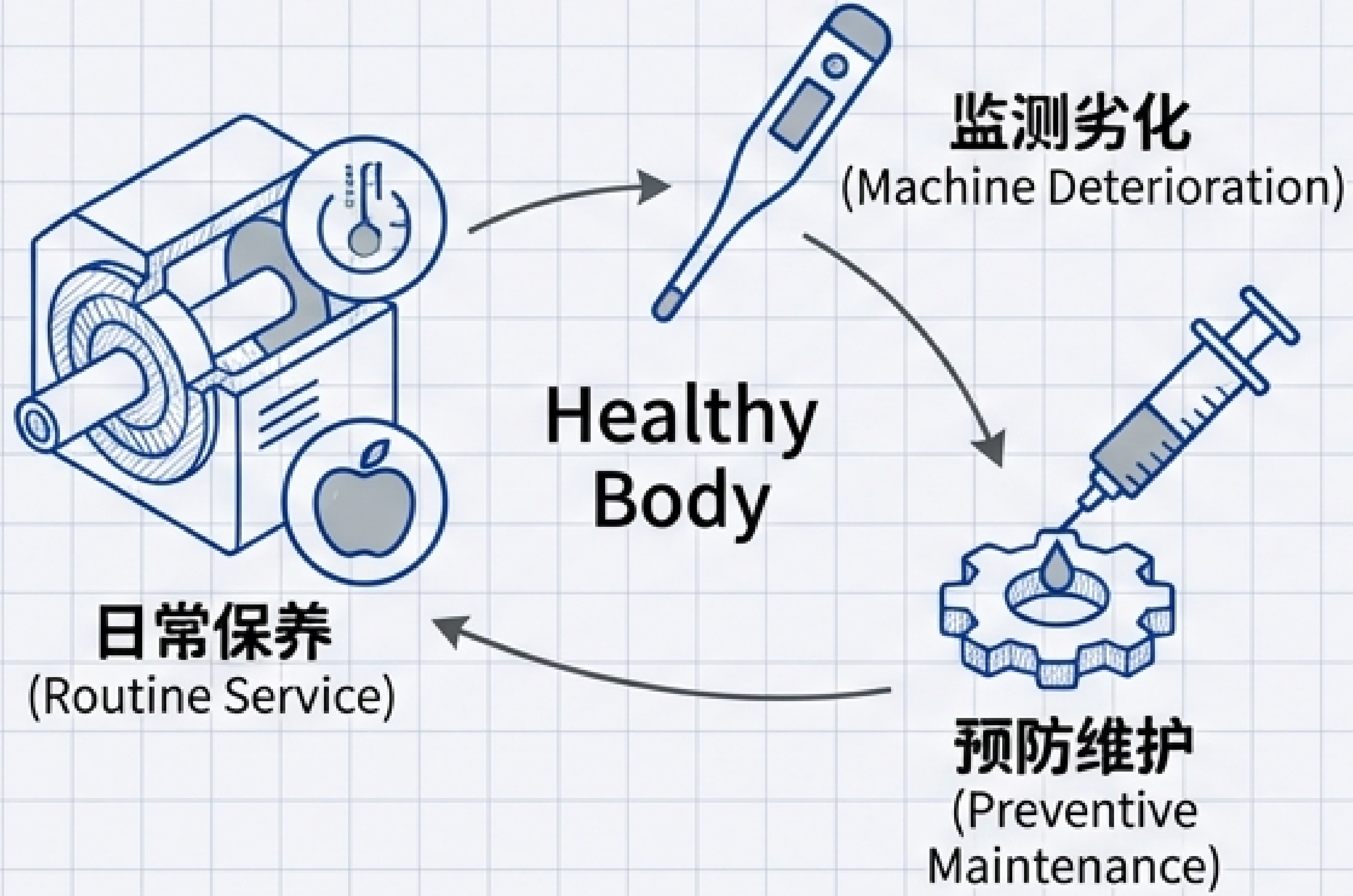
1. 可视化（Visualization）：
让微小的停机显性化（Andon/日志）

2. 根因分析（Root Cause Analysis）：
使用 5 Why 和 P-M 分析

3. 恢复设计速度（Restore Design Speed）：
复原设备精度，拒绝降速运行

改善策略四：消除质量损失

设备即质量（Equipment is Quality）

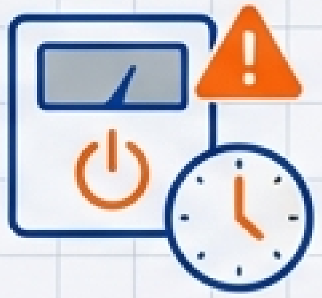


清洁即检查

方法论

标准化作业

建立SOP与单点课（SPL）。



开机损耗控制

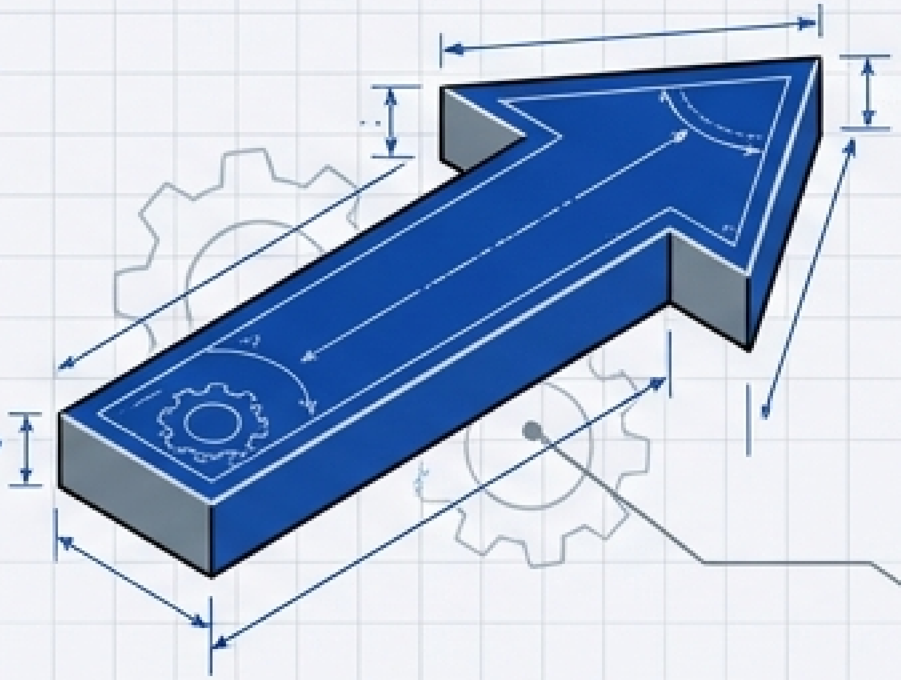
停机前清洁，减少启动废品

产品缺陷往往是设备精度丧失的结果。操作员通过日常清洁发现微小缺陷，防止其演变成质量事故。

战略衔接：损失模型与财务影响

1%

OEE Improvement



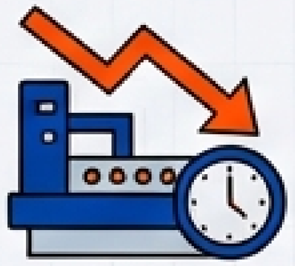
Financial Return

Loss Model Components (损失模型组件)

- **Direct Costs (直接成本)**

材料浪费、人工工时。

- **Lost Opportunity (机会损失)**



因停机或速度降低而错失的额外产能。

- **Strategic Value (战略价值)**

利用模型预测 ROI，制定年度战略重点。

上下同欲：绩效契约与目标分解

Performance Contract & Goal Cascading: Top-Down Strategy and Bottom-Up Delivery

聚焦改善：关键性评估

如何选择改善对象（Criticality Assessment）

Critical Assessment Matrix

安全 (Safety)	质量 (Quality)	瓶颈 (Bottlenecks)	成本 (Cost)

Scenario A:
战略目标：降低成本

优先改善：高废品率、高维修成本的设备。

Scenario B:
战略目标：增加产量

优先改善：瓶颈工序的可用性与速度。

形成年度焦点改善议题

Kobetsu Kaizen（个别改善）流程

1. 选题 (Scoping)

基于关键性评估与损失模型选定主题。

2. 组队 (Team)

跨职能团队（操作 + 维修 + 工程）。

3. 测量与分析 (Measure & Analyze)

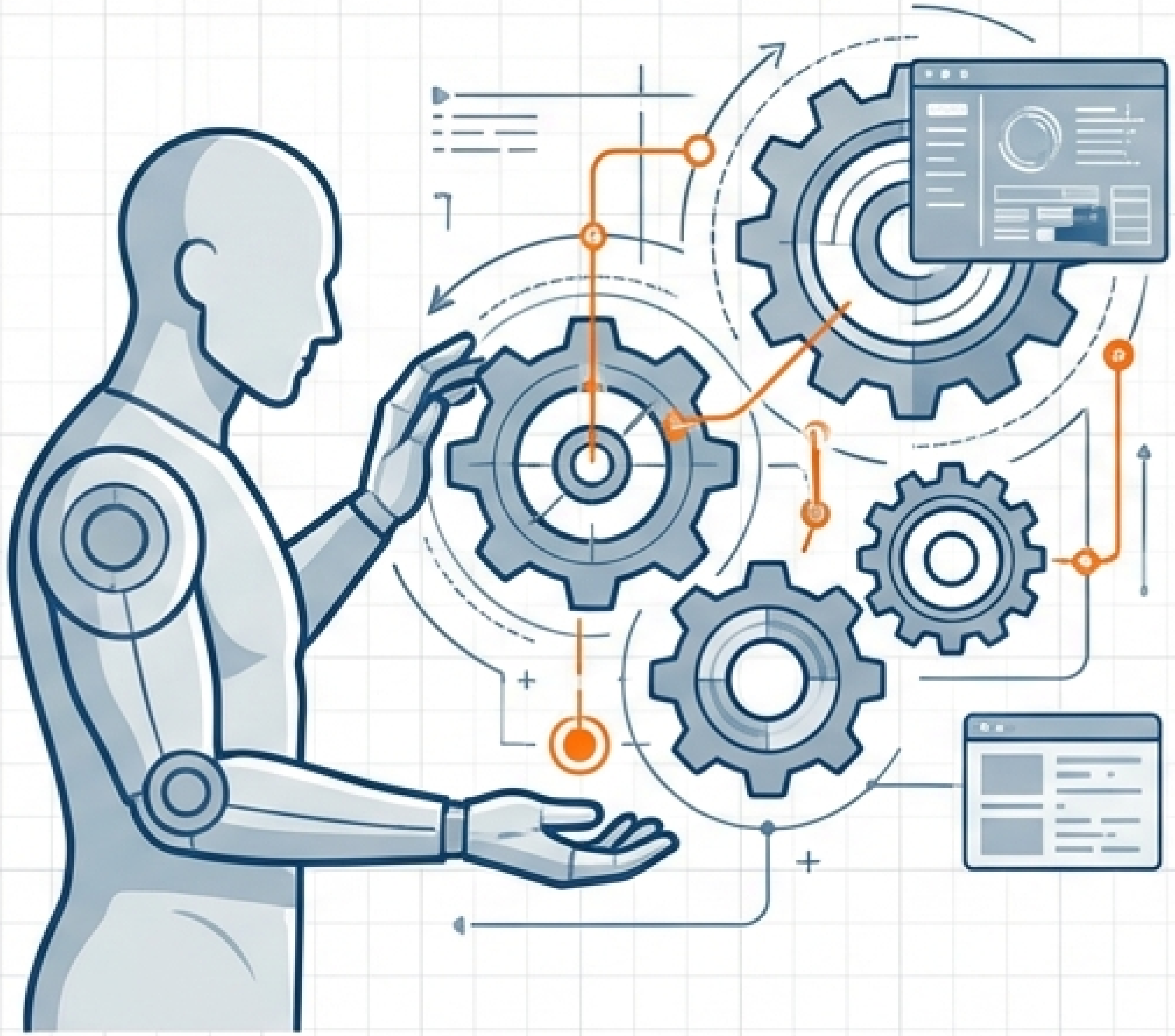
5 Why，PM分析，数据收集。

4. 执行与标准化 (Execute & Standardize)

实施对策，固化SOP。

Industrial Editorial meets Precision Engineering

总结：人是变革的核心



T.P.M. = Today People Matter

- 六大损失: 识别浪费的显微镜。
- 改善策略: 消除浪费的工具。
- 战略衔接: 确保改善与商业目标统一。
- 只有释放员工的潜能，才能真正解锁“隐藏工厂”。

从“故障维修”到“全员生产制造”：构建设备健康管理体系

基于世界级TPM实践的预防保养、技能提升与绩效考核指南

TPM不仅仅是全员生产维护（Maintenance），更是全员生产制造（Manufacturing）。它是关于资产护理（Asset Care）的全新理念。

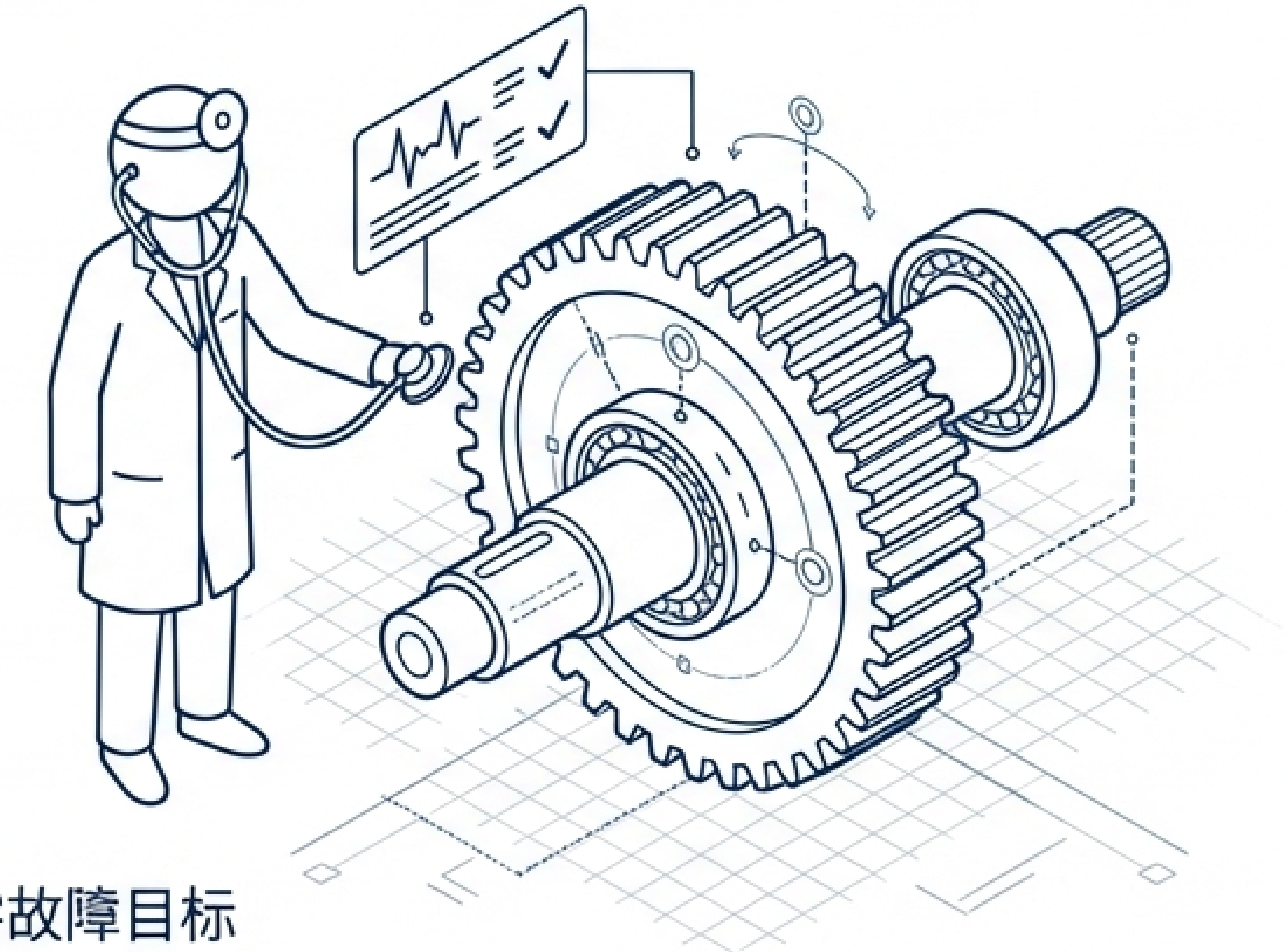
NotebookLM

观念转变：从“救火队员”到“健康专家”

旧模式：故障维修（Breakdown Maintenance）

- 等机器坏了再修
- 认为是维修部门的责任
- 定期大修（Fixed Interval Overhaul）

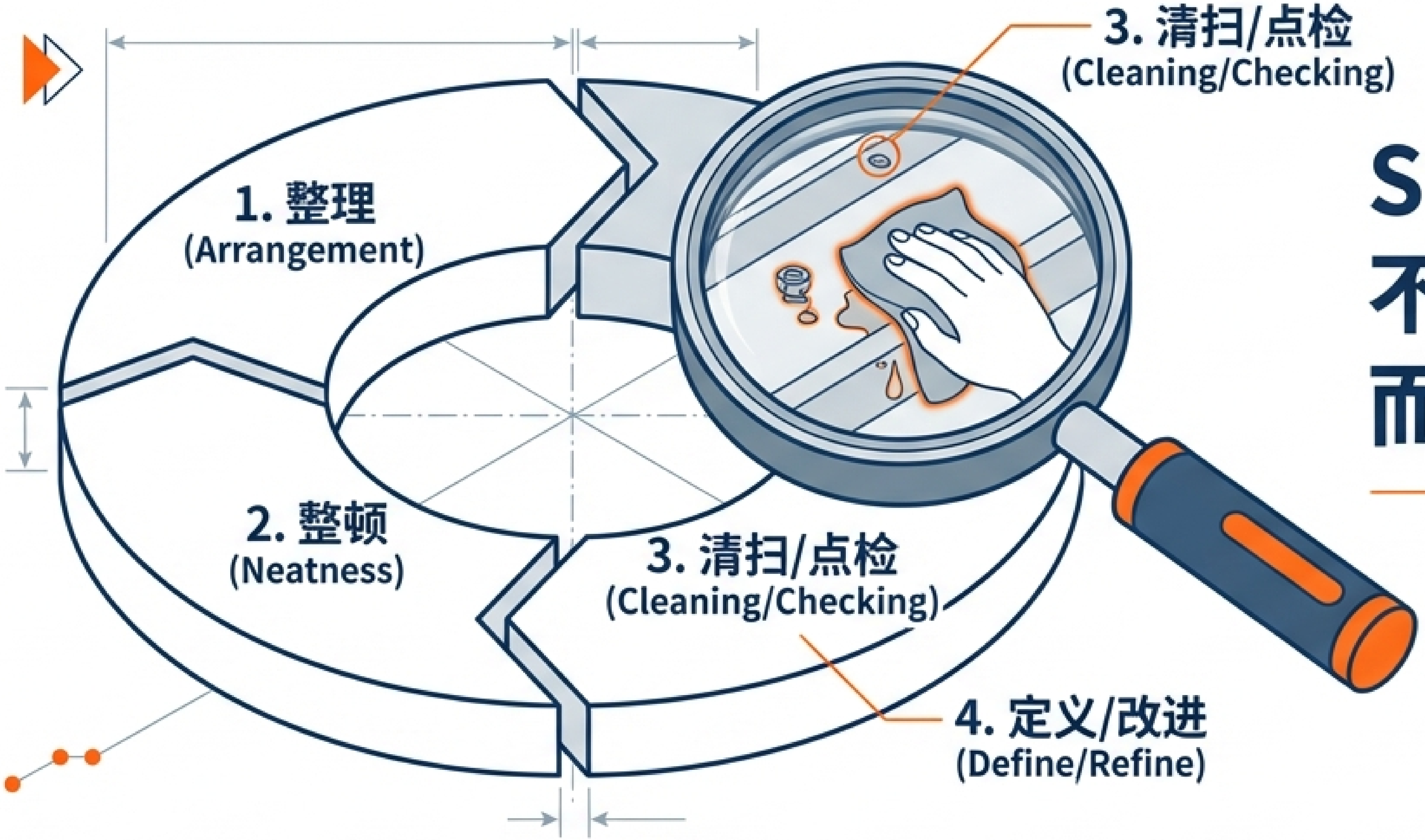
TPM模式：预防保养（Preventive Maintenance）



- 零故障目标
- 全员参与
- 基于状态的资产护理（Asset Care）

不要像不管身体是否健康都定期做手术一样对待机器。我们要转向按需护理。

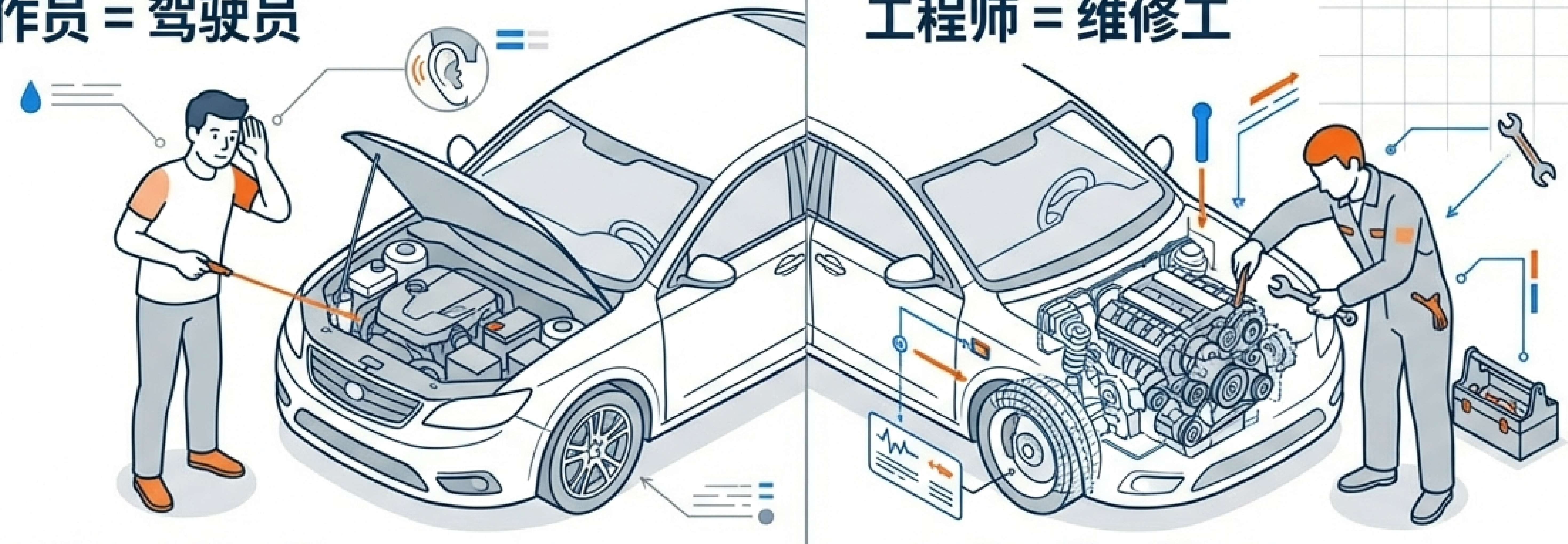
推进预防保养的第一步：清扫即点检



Seiso（清扫）不仅仅是为了美观，而是为了发现异常。

当我们擦拭机器时，我们是在触摸它。我们能发现微小的漏油、振动或松动的螺栓。
操作员必须亲自清扫设备，因为这不仅是清洁，更是通过接触进行检查。

驾驶员与维修工：建立合作伙伴关系



操作员 = 驾驶员

- 日常清洗、加油、检查
- 利用五感（眼、耳、鼻、手）发现异常
- 最先感知引擎异响或刹车异常

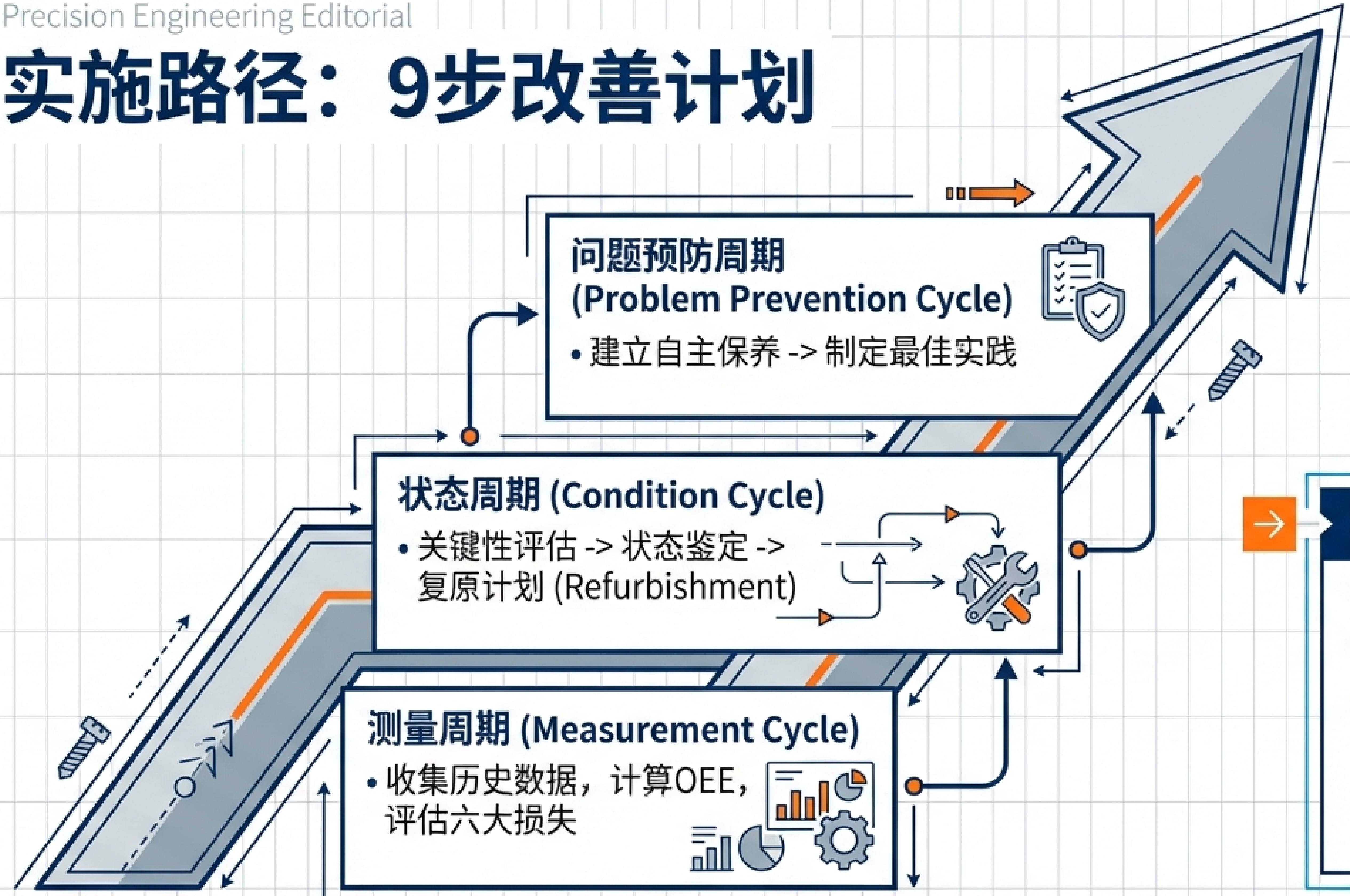
工程师 = 维修工

- 利用专业技能进行修复
- 处理驾驶员指出的具体问题
- 专注于高价值维护

{ 如果操作员不参与，维修部门永远忙于救火。}

Precision Engineering Editorial

实施路径：9步改善计划



核心提示

这是一个系统的旅程。一定要先"复原"设备（使其恢复到新机状态），然后再谈"改善"。

如何避免过度保养？首先识别“六大损失”

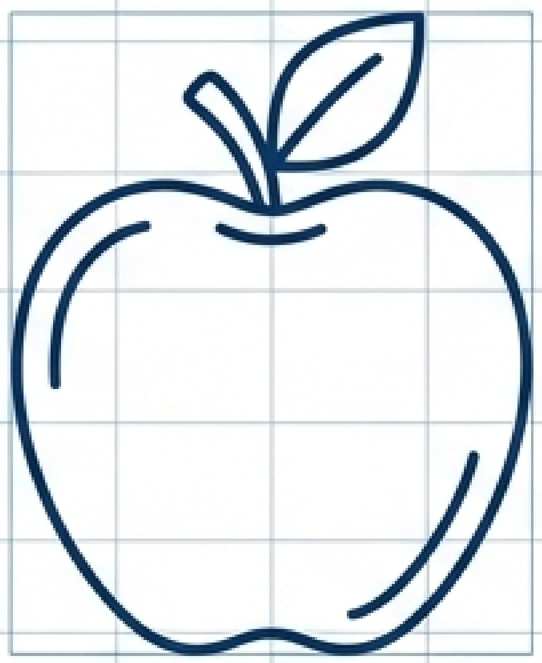
“Noto Sans SC Bold”

“Cool Slate Grey” Noto Serif SC Light

过度保养 = 进行任何不能减少这六大损失的维护活动。

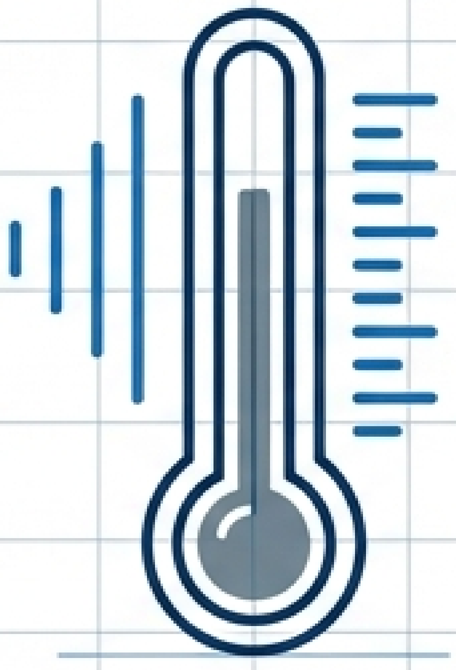
关键是“按需保养”：健康的身体类比

每日预防



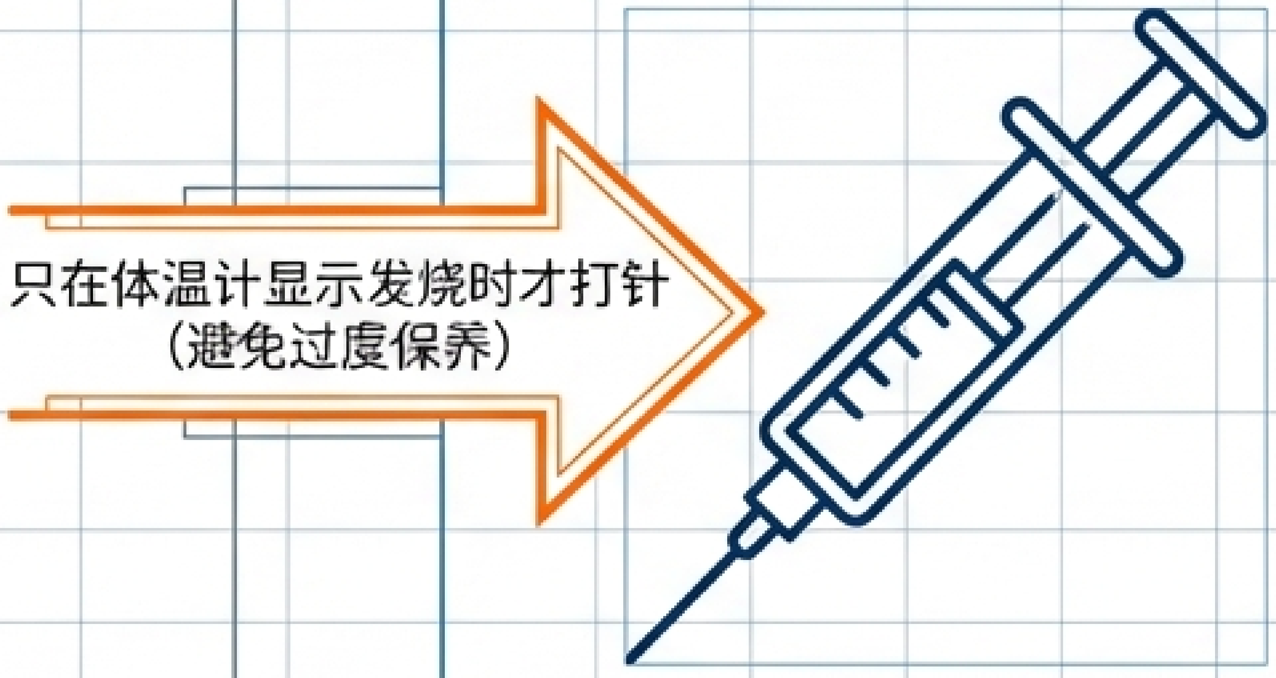
清扫、润滑、紧固
（操作员职责）

测量劣化



基于状态的监测（CBM）
- 振动、温度、噪音

及时治疗



专业维修干预
（工程师职责）

并非所有设备都生而平等：关键性评估

Criticality Assessment Matrix

设备名称	安全 (Safety)	质量 (Quality)	产量 (Availability)	总分 (Total)
主压缩机	3	3	3	9
传送带	2	1	2	5
液压泵	1	2	1	4
冷却塔	2	2	2	6

策略规则

- 高关键度（High Criticality）：必须实施预测性维护（CBM）和严格预防保养。
- 低关键度（Low Criticality）：允许事后维修（Run to Failure），避免资源浪费。

提升工程师技能：从“修理工”到“改善专家”

过去：更换零件、紧急救火、简单润滑

未来：高价值维护 (High Value Maintenance)

过去：更换零件、紧急救火、简单润滑

未来：高价值维护（High Value Maintenance）
- 根本原因分析（Root Cause Analysis）
- 早期设备管理（EEM）
- 消除慢性损失

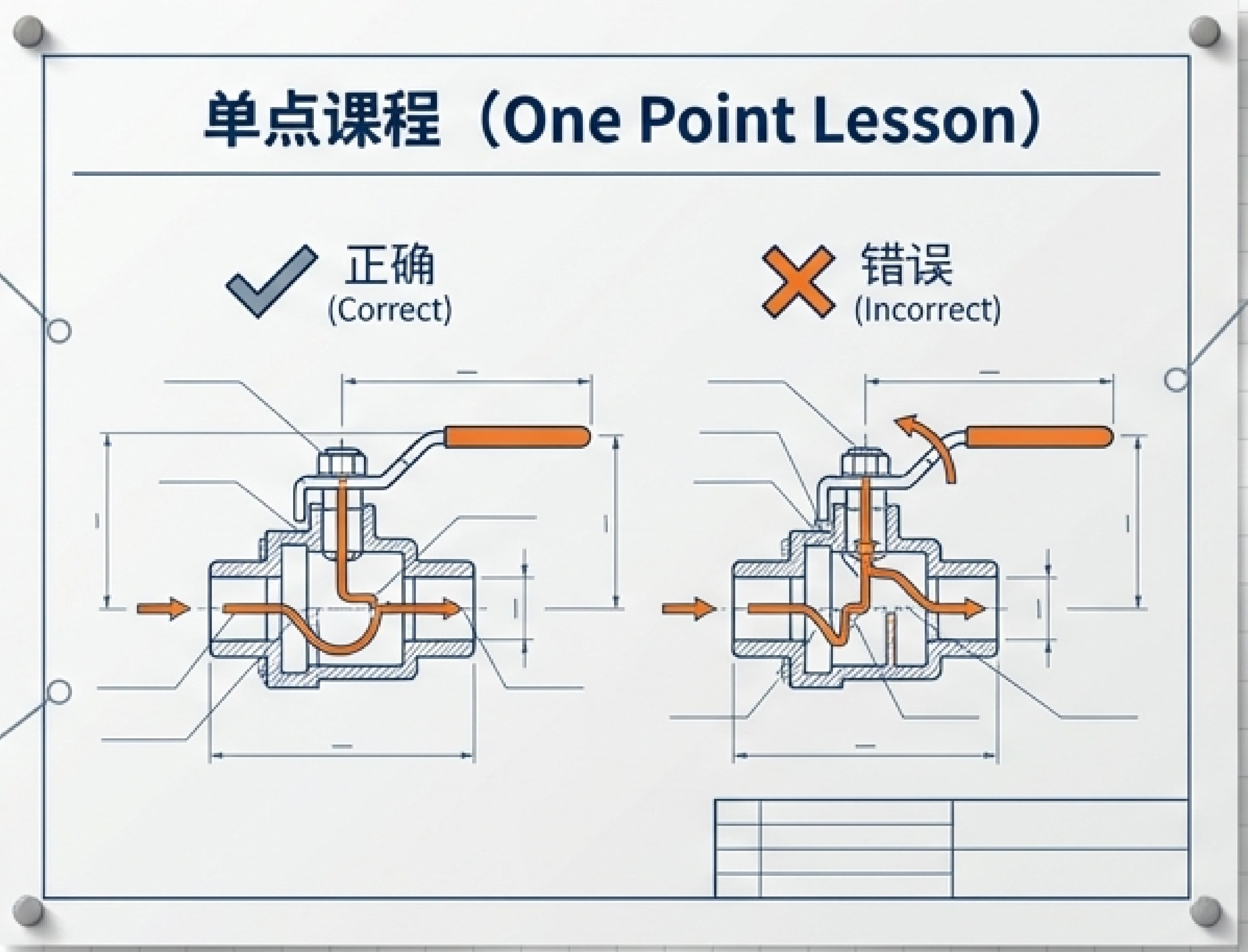
工程师的新目标：不仅是修得更快，而是设计出不再发生故障的设备。

Precision Engineering Editorial

技能传承的工具：单点课程（SPL）

将隐性知识转化为显性标准

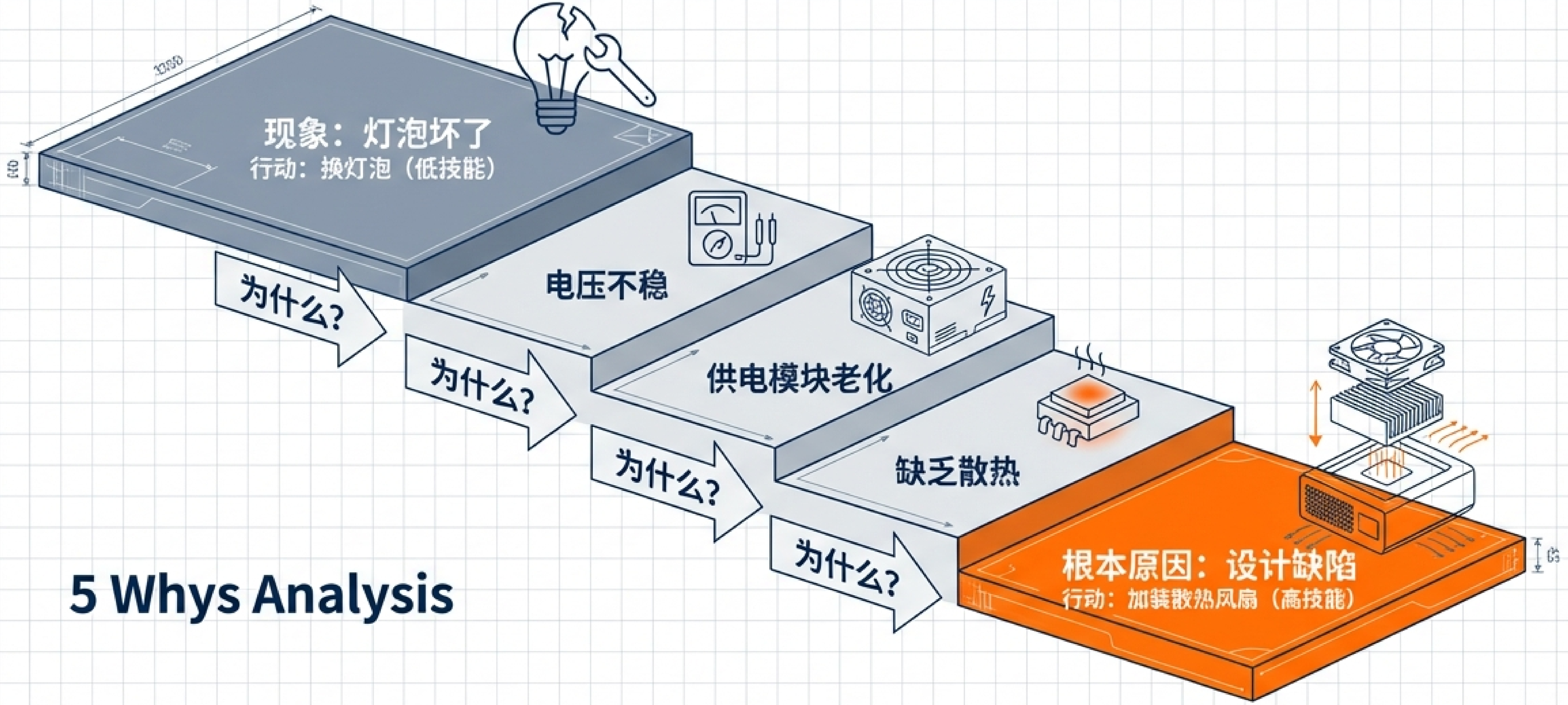
用于培训操作员掌握基础技能



团队成员自己编写，自己教自己

Precision Engineering Editorial

深化技能：解决慢性损失与5个为什么



5 Whys Analysis

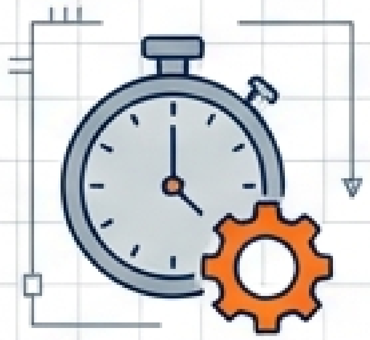
“在TPM中，我们不仅要修好它，更要问它为什么会坏。”

Precision Engineering Editorial

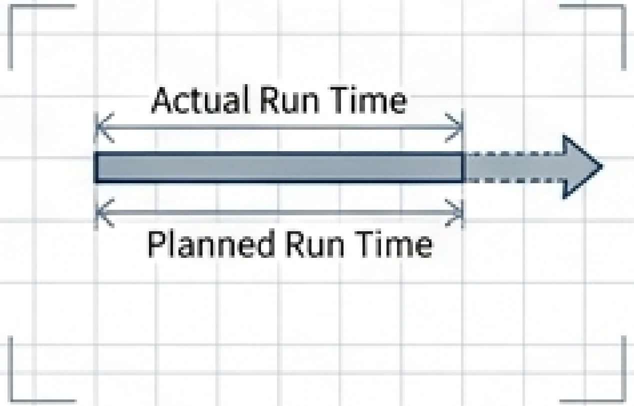
如何考核设备部门？核心指标 OEE

OEE = 可用率 (Availability) × 表现性 (Performance) × 质量 (Quality)

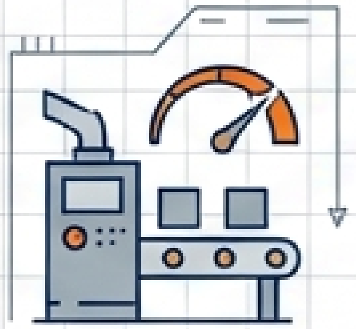
可用率 (Availability)



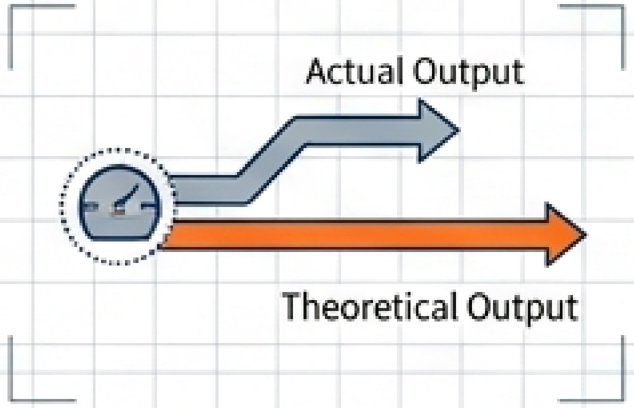
实际运行时间/计划运行时间



表现性 (Performance)

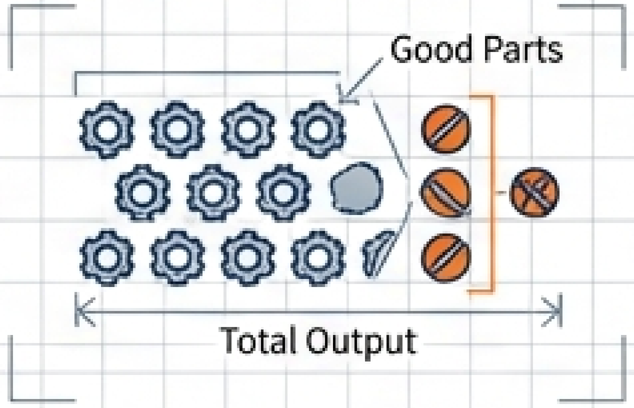


实际产出/理论产出



质量 (Quality)

良品数/总产出数



> 单纯考核“停机时间”会导致创可贴式维修。OEE强迫我们关注设备的实际产出能力。

Precision Engineering Editorial

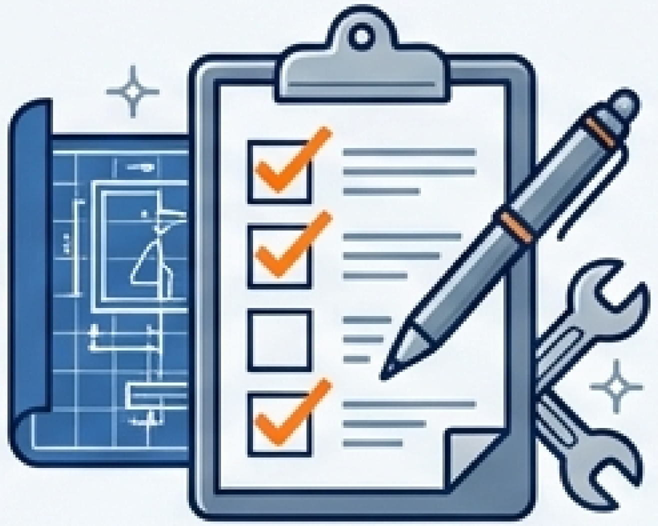
考核过程与行为：不仅看结果

KPI Dashboard

MTBF（平均故障间隔时间）

衡量可靠性而非修复速度

计划工作完成率



预防保养的执行纪律

SPL 生成数量

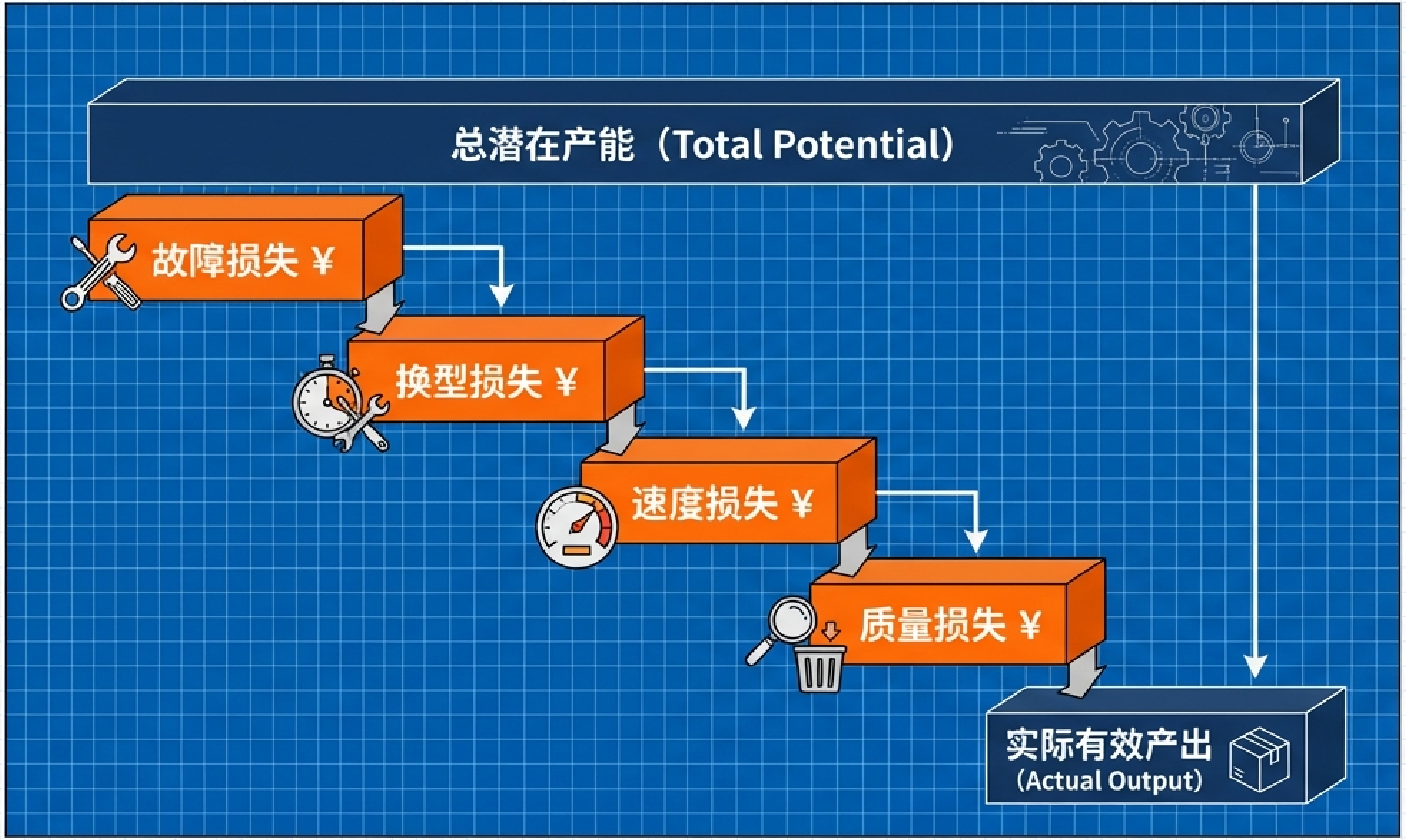
技能传承与知识库建立

自主保养（AM）审核得分

对操作员的支持程度

Process & Behavior KPIs

财务视角：损失模型与成本部署



> 设备部门的最终考核是：每单位产品的维护成本 + 避免的损失价值。

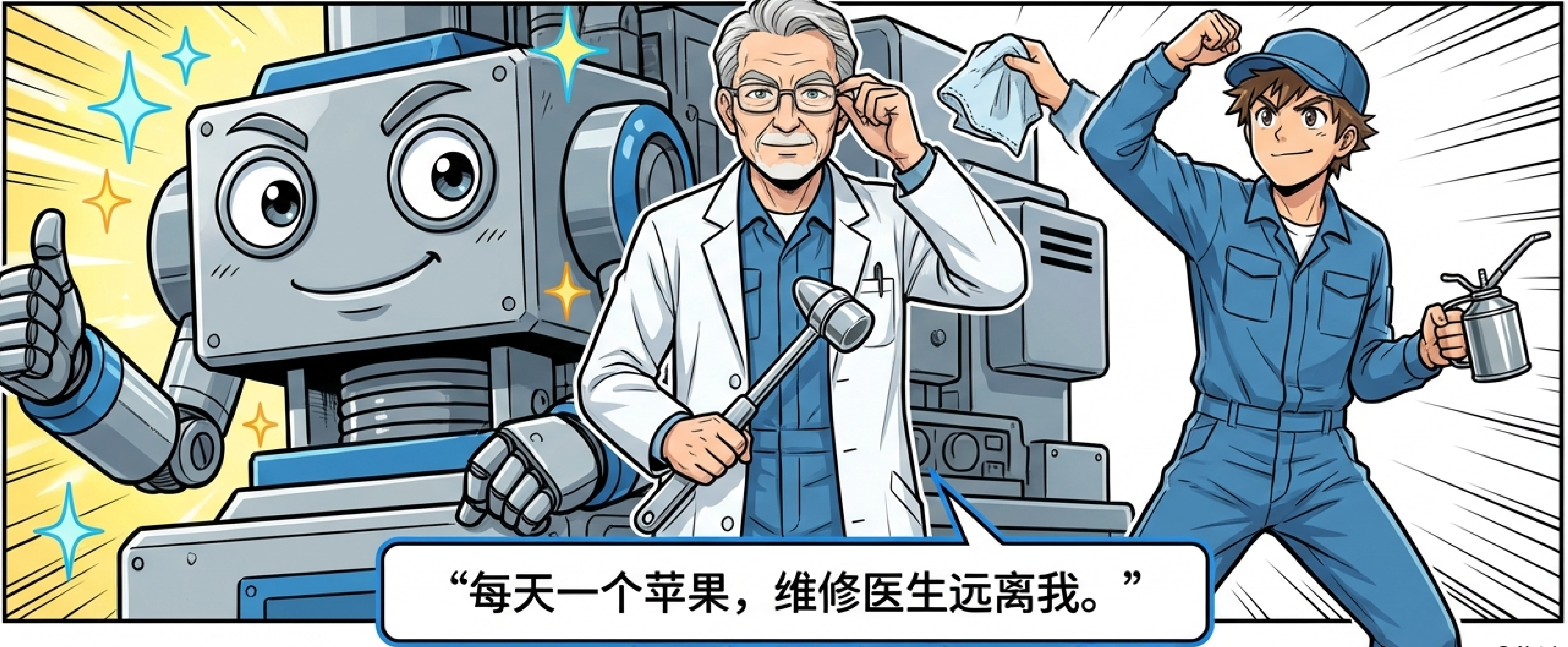
结论：全员参与的文化

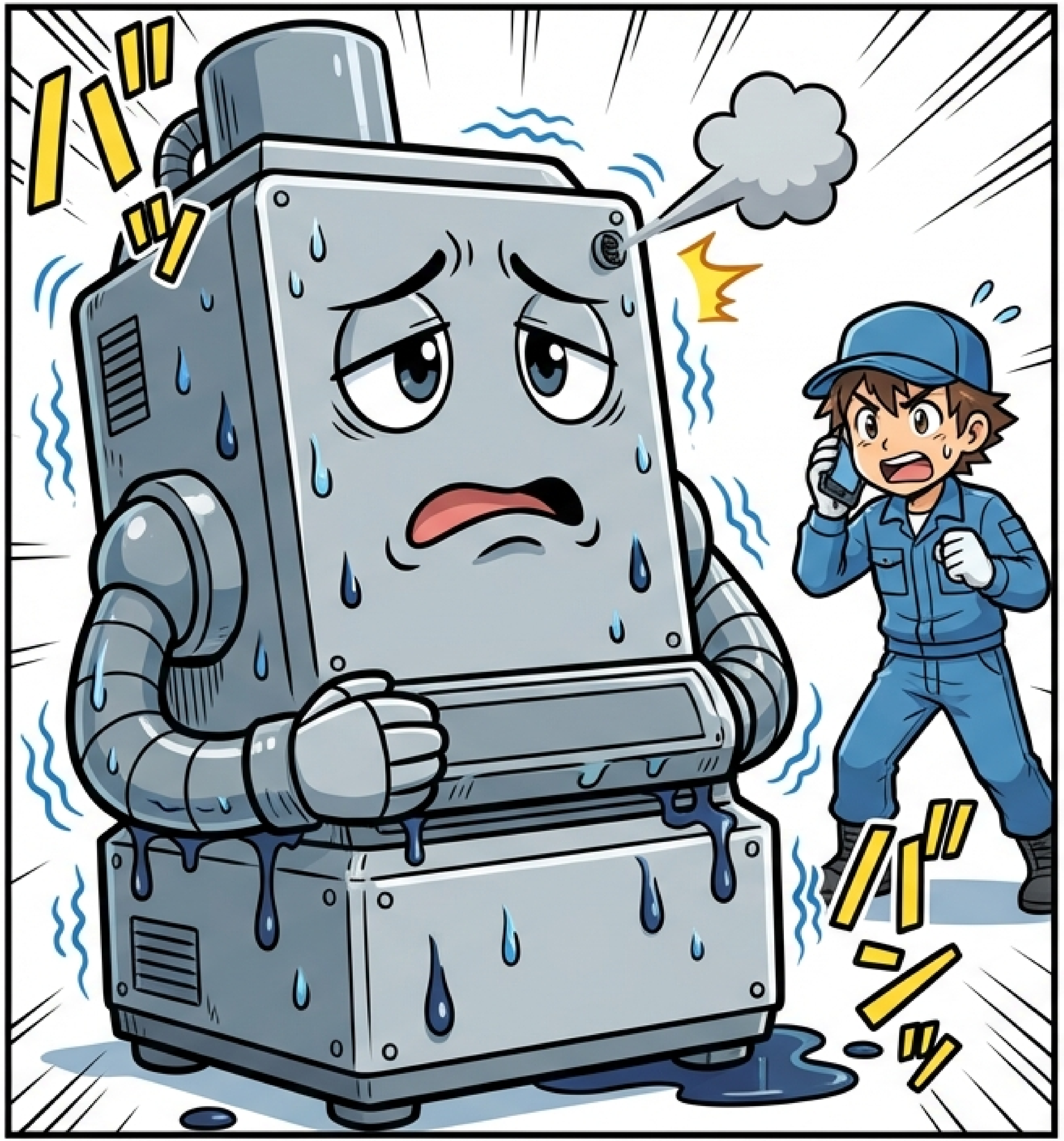
Precision Engineering Editorial

“TPM通过释放员工的潜力，来释放设备的生产潜力。
因为今天，人最重要 (Today People Matter)。”

机器长寿的秘密：设备健康管理指南

像医生一样思考：用TPM给你的设备“延年益寿”





您的“家人”生病了吗？

在工厂里，设备不仅仅是冷冰冰的钢铁，
它们是有生命的“病人”。

- “发烧”（Fever）= 过热
- “颤抖”（Shivering）= 异常震动
- “流血”（Bleeding）= 漏油或漏气
- “消化不良”（Indigestion）= 产出次品

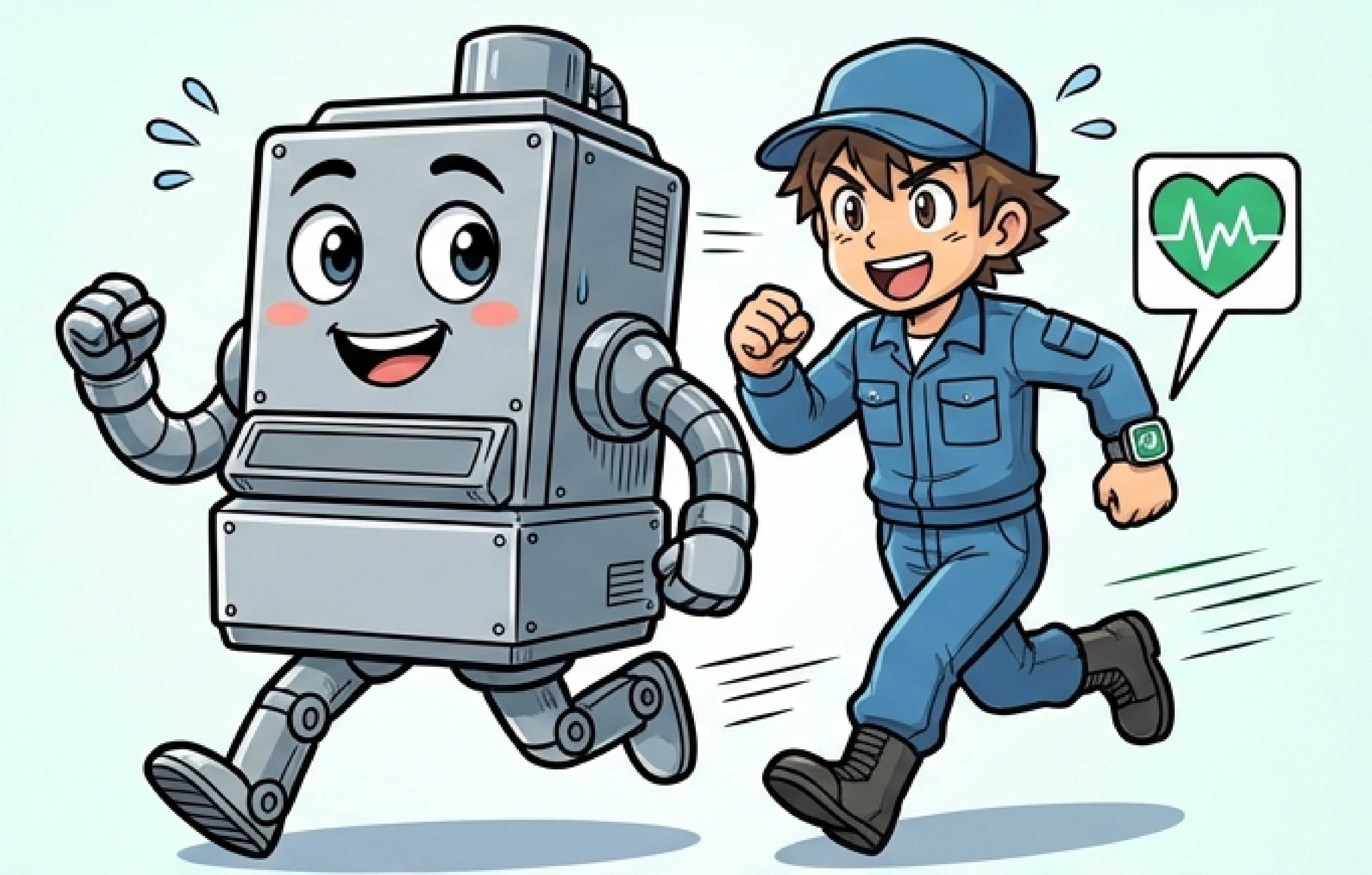
设备故障不是偶然的，它是
长期“亚健康”积累的结果。

告别“急诊室”，拥抱“健康管理”

过去： 故障维修 = 急诊手术

坏了再修。就像从来不体检，病倒了才去医院。

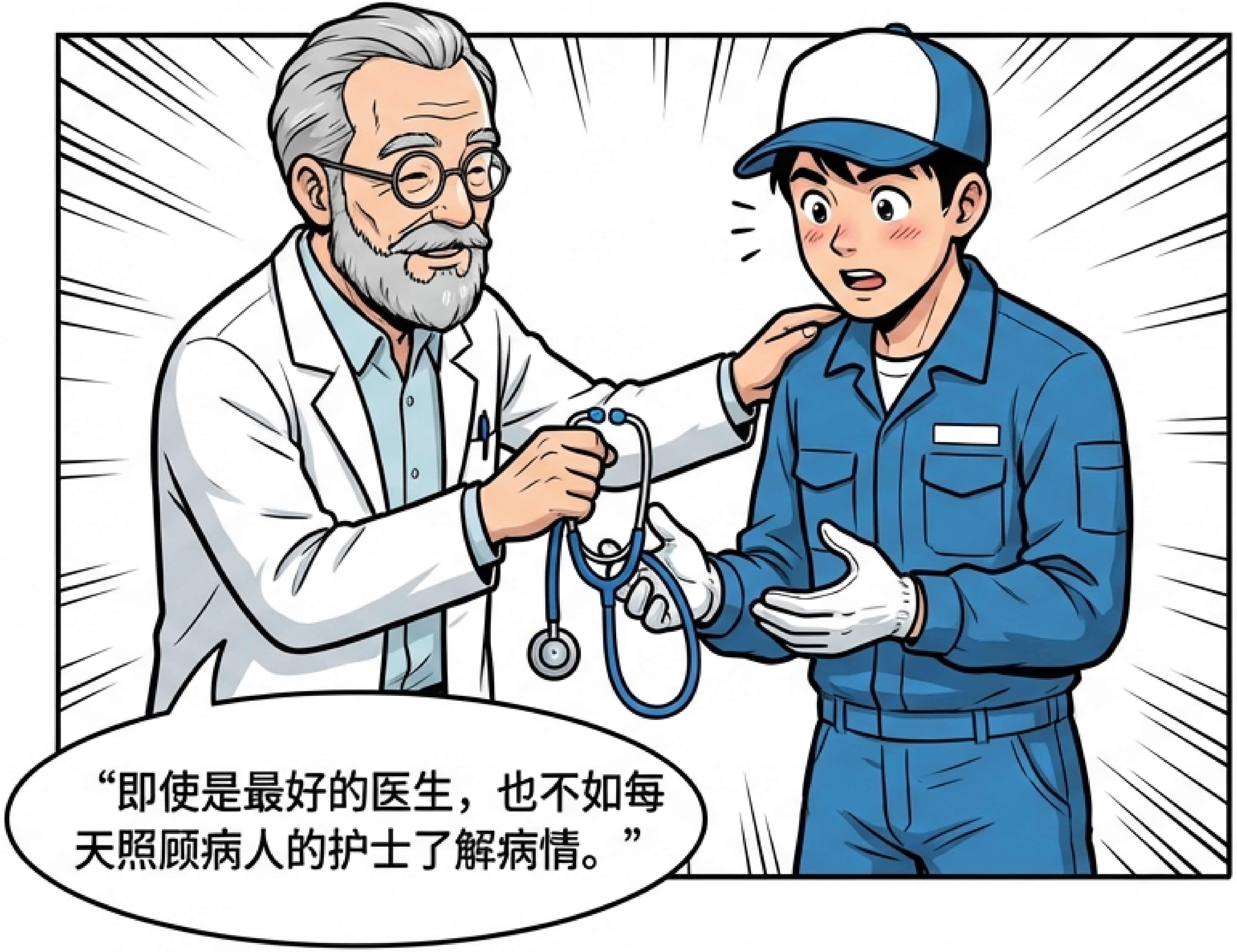
现在（TPM）： 全员生产维护 = 健康生活方式



预防为主。就像每天锻炼、均衡饮食和定期体检。

目标：零故障（Zero Breakdowns）

您是设备的“第一监护人”



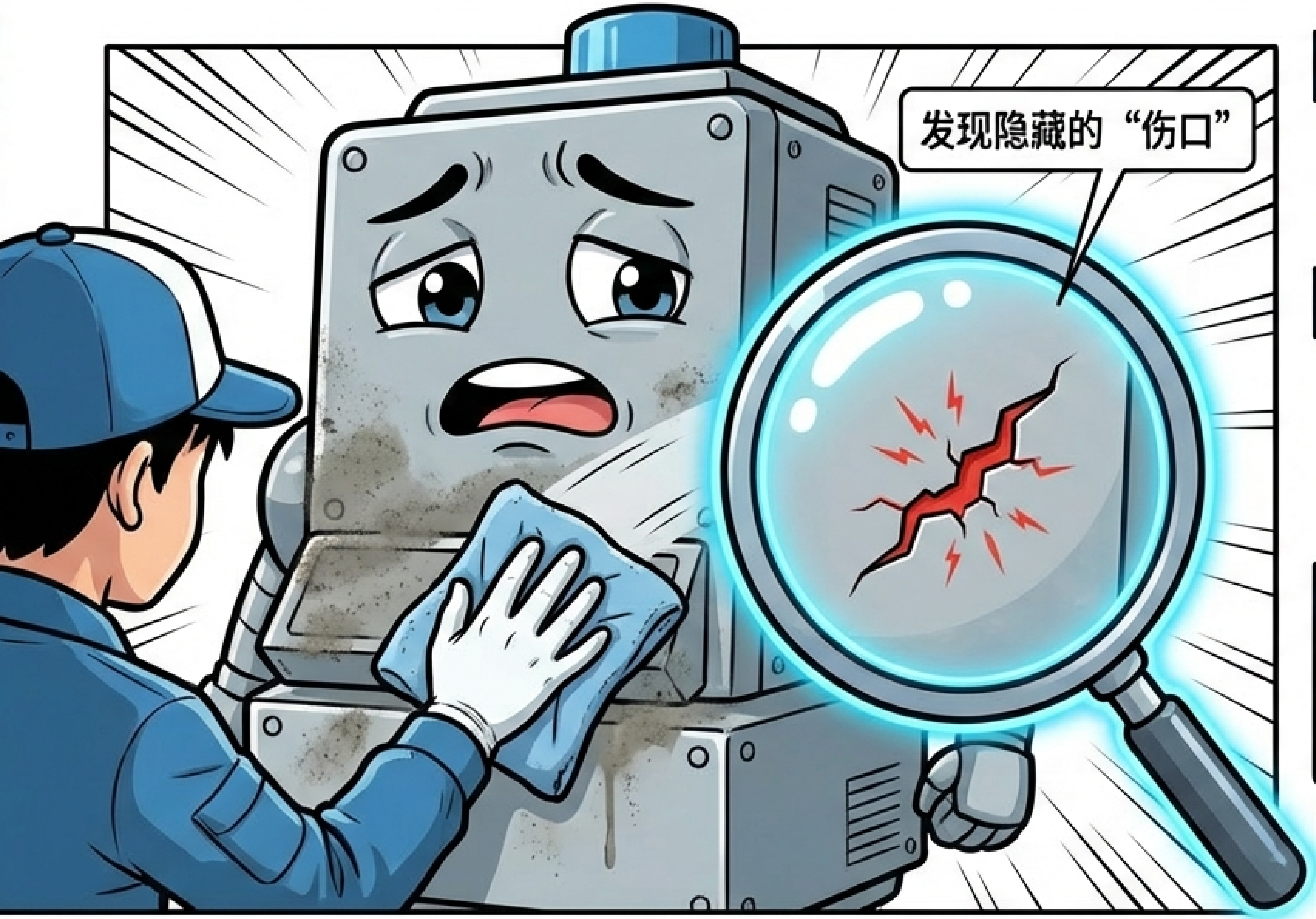
误区：“我只管操作，你负责维修。”

真相：操作员每天和设备在一起，最了解它的脾气。

您的职责 (Operator Asset Care)：

- ⚠️ 日常清洁
- ⚠️ 简单点检
- ⚠️ 发现异常

每日卫生：清扫就是点检



概念：

清扫不仅仅是为了好看，而是为了像体检一样抚摸设备的每一寸“肌肤”。

为什么清扫?

- 灰尘会掩盖裂纹和泄漏。
- 脏污进入轴承会导致磨损（像病毒入侵）。

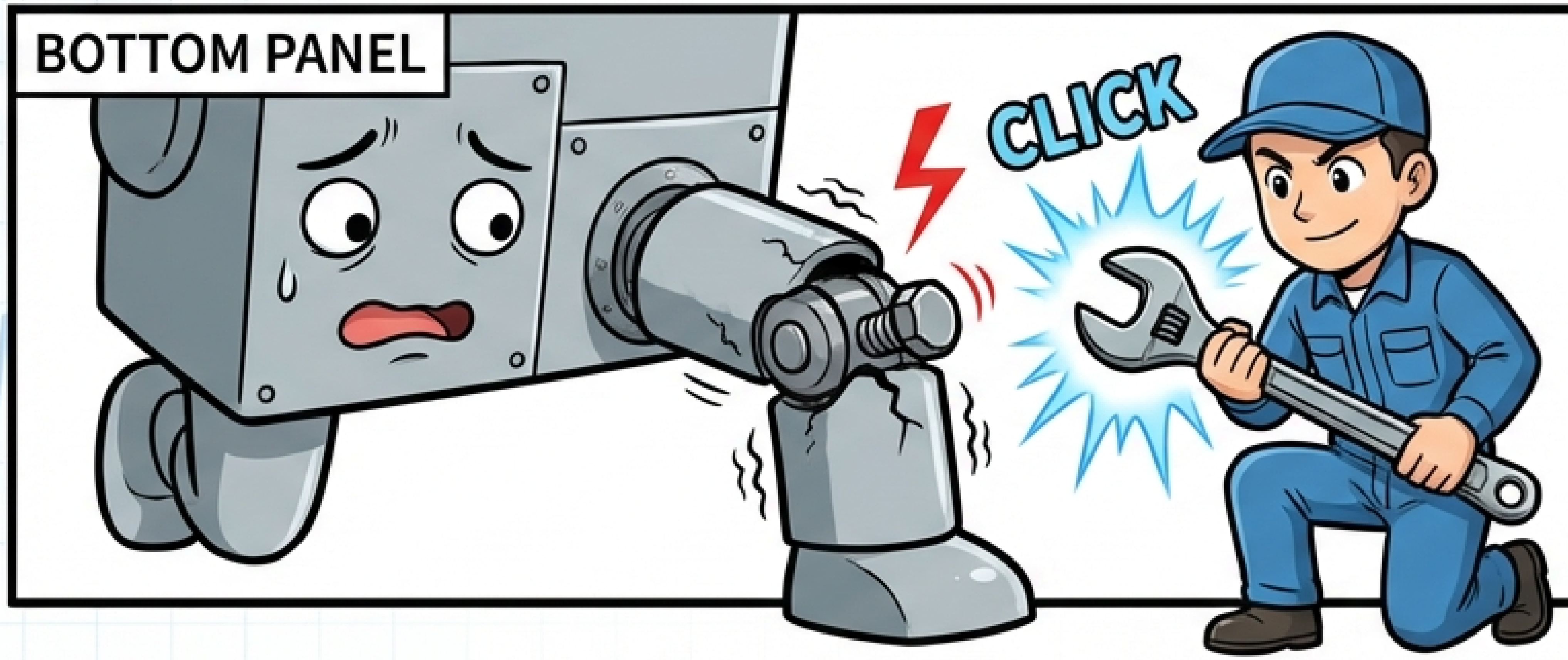
行动：

在擦洗的同时，用眼看、用手摸、用耳听。

营养与强身：润滑与紧固

润滑 = 血液与营养

缺油会导致设备“关节炎”（磨损）和“发烧”（过热）。



紧固 = 骨骼健康

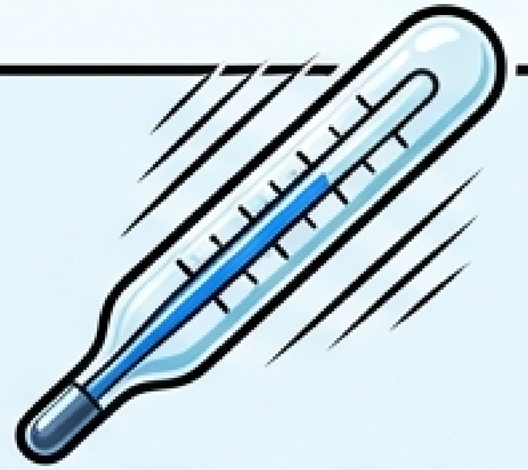
震动会让螺丝松动，必须及时紧固，防止小病变大病。

保持设备健康的“三件法宝”

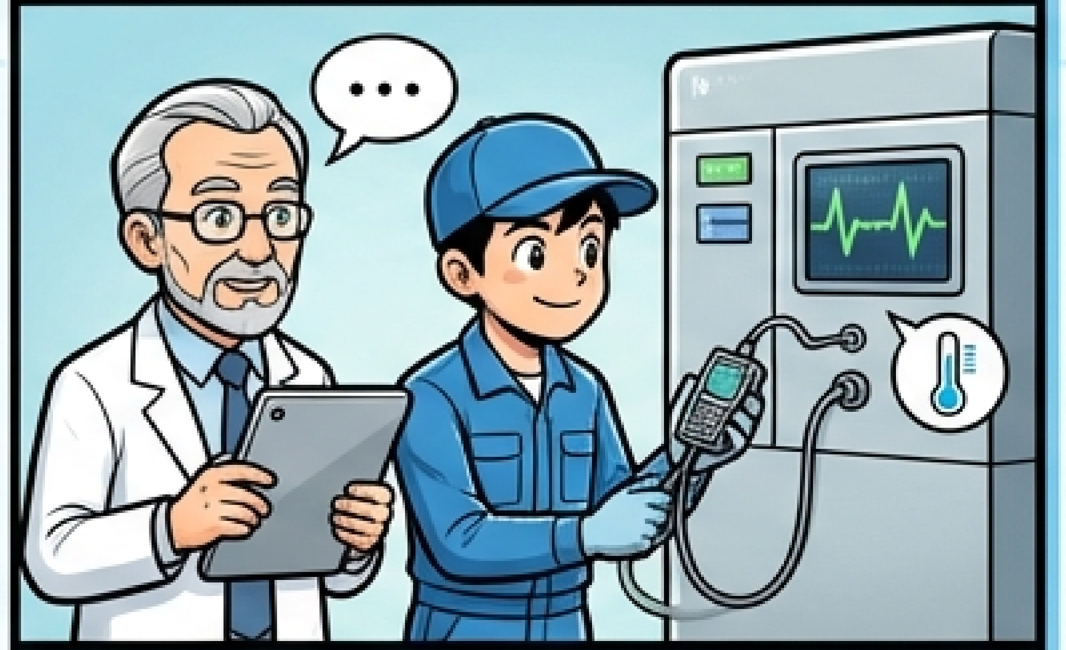
日常预防
(Daily Prevention)

就像每天吃苹果。
清扫、润滑、调整。

(Role: Operator)



监测健康
(Measure Deterioration)



就像量体温。
监测趋势和异常。

(Role: Shared)

提前打针
(Inject before breakdown)

就像打疫苗。
及时预防性维修。

(Role: Maintenance)

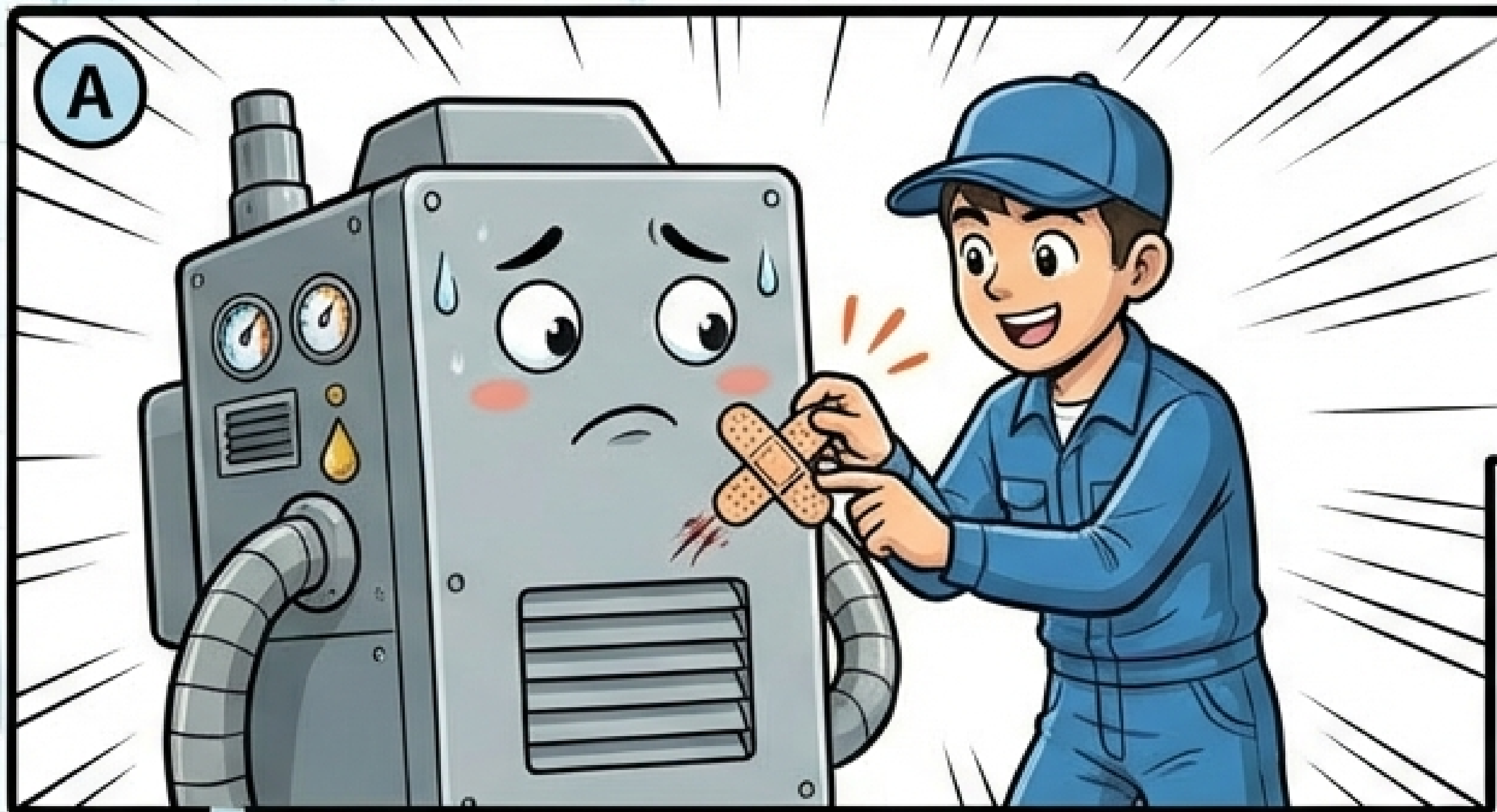
防止设备恶化是通往零故障的第一步。

什么时候量体温?

早期发现是治愈的关键!

设备体检报告 (Medical Report)
设备的"体检报告":OEE
时间稼动率 (Availability)
它今天醒着工作了吗?
(Impacted by Breakdowns)
性能稼动率 (Performance)
它跑得够快吗?
(Impacted by Minor Stops)
良品率 (Quality)
它的脸色好吗?
(Impacted by Defects)
OEE = 可用性 x 性能 x 质量
NotebookLM

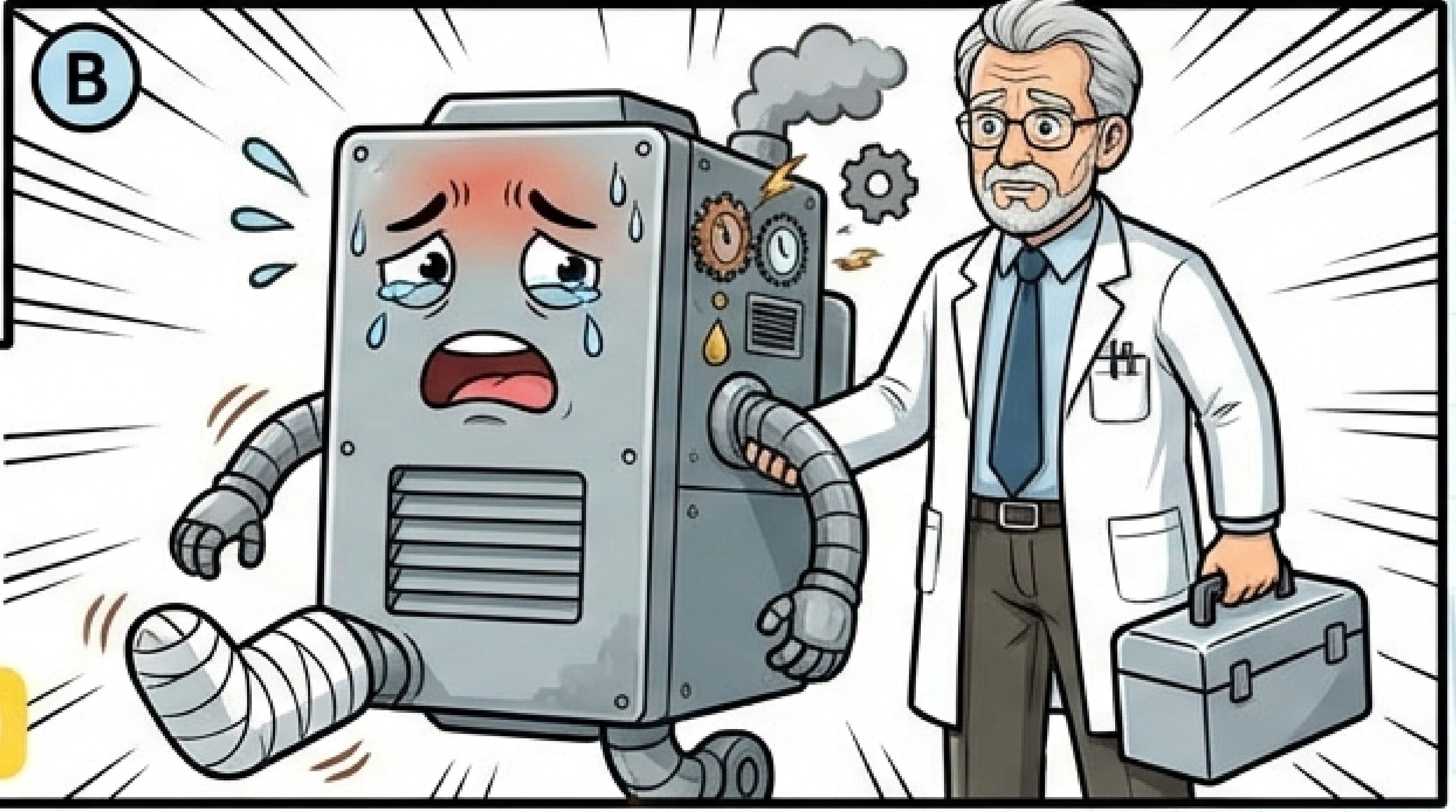
什么时候需要看医生？



小病（Minor Illness)

小停机/简单调整

–> 操作员解决 (Autonomous Maintenance)



大病（Major Illness)

内部零件损坏/突发故障

–> 呼叫维修 (Professional Maintenance)

目标：做好“小病护理”，避免“大病”发生。

疫苗与预防针：计划保全

概念：

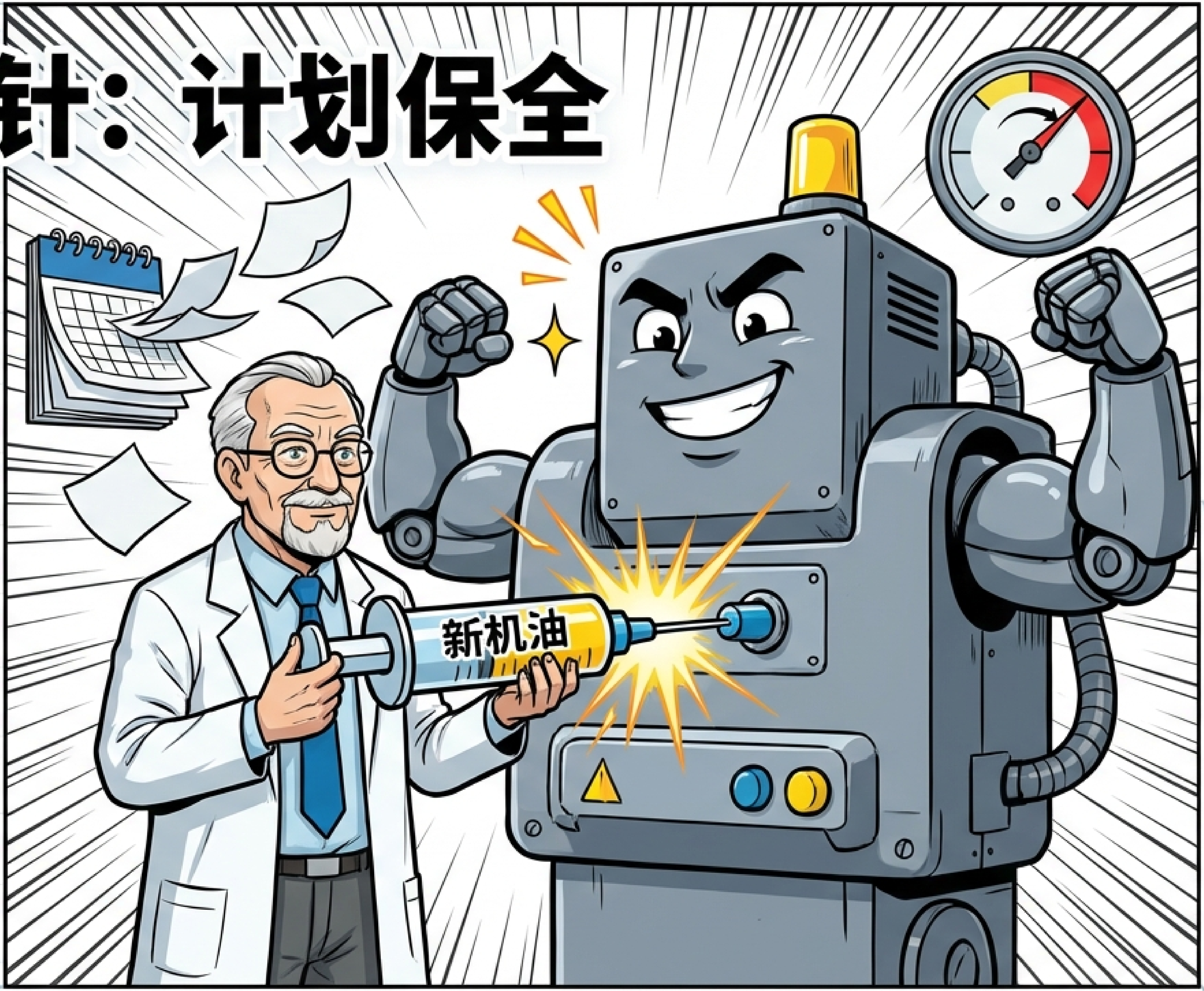
在故障发生前注射。

1. 基于时间 (Time-based)：

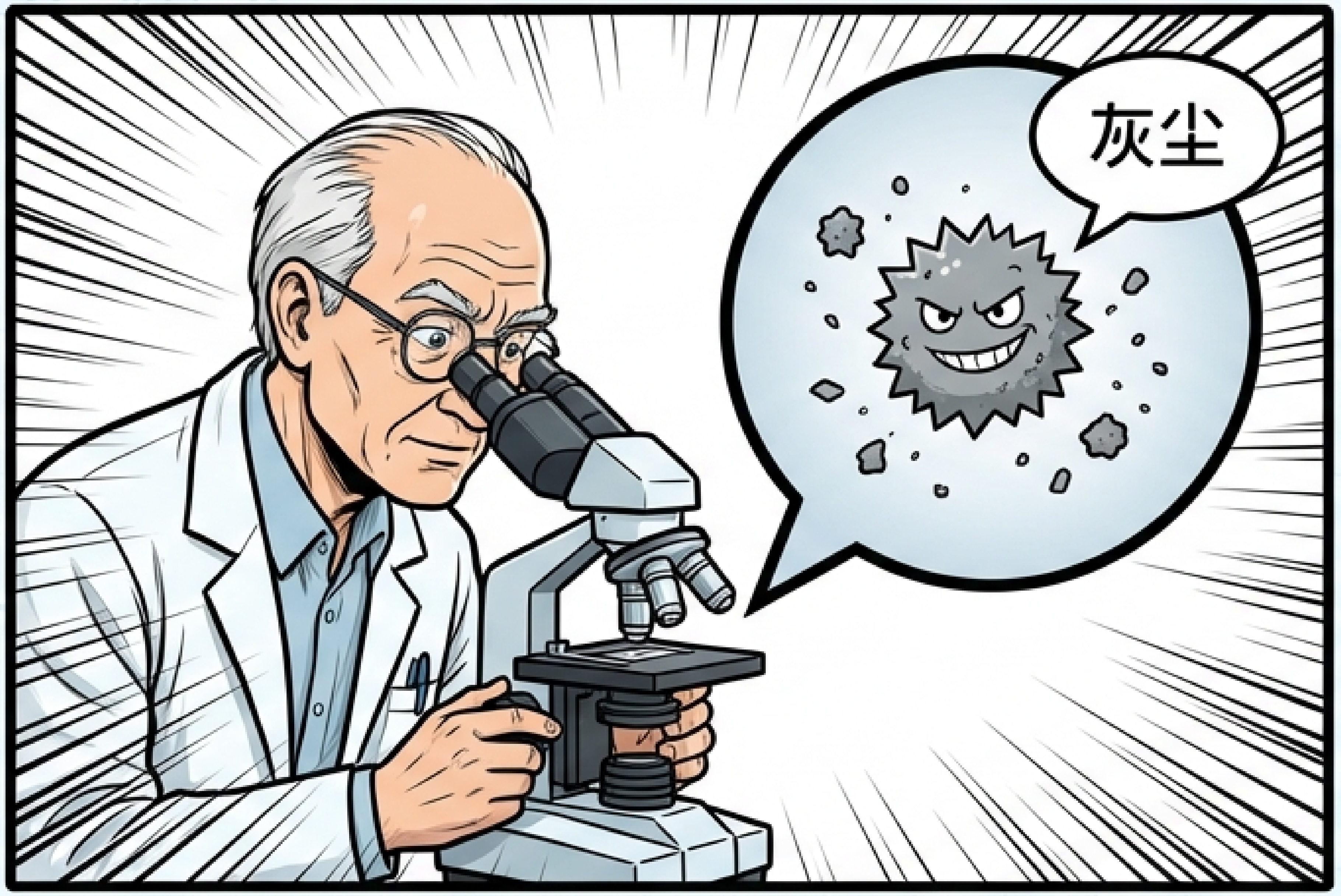
就像流感疫苗。
按计划/季节更换零件。

2. 基于状态 (Condition-based)：

当体温（震动/温度）
升高时立即干预。



根治病因，不仅仅是止痛



不要只吃止痛药（重启机器），要找到病毒（根源）。

问题：灯泡为什么坏了？

Why? -> 过热

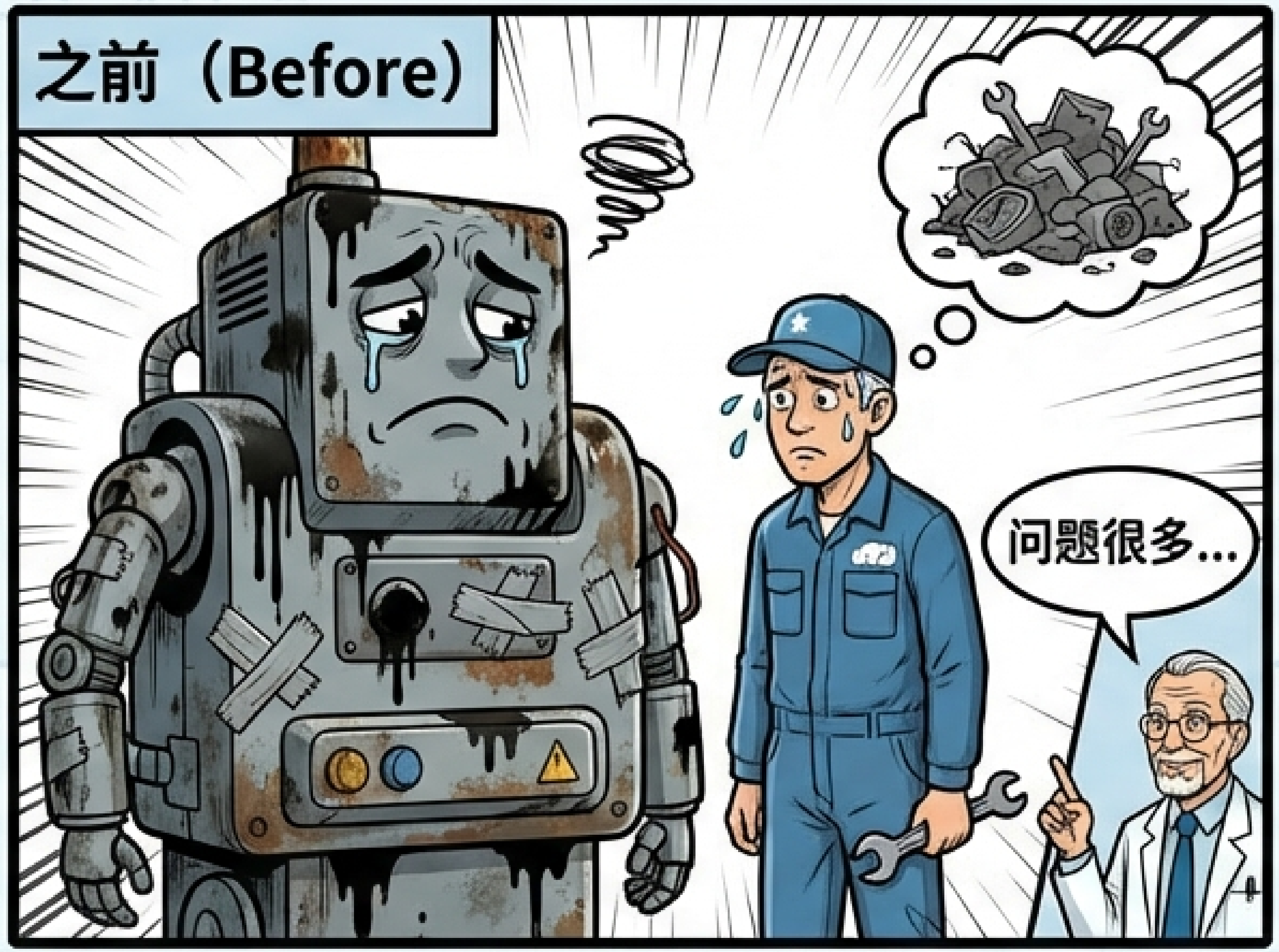
Why? -> 风量不足

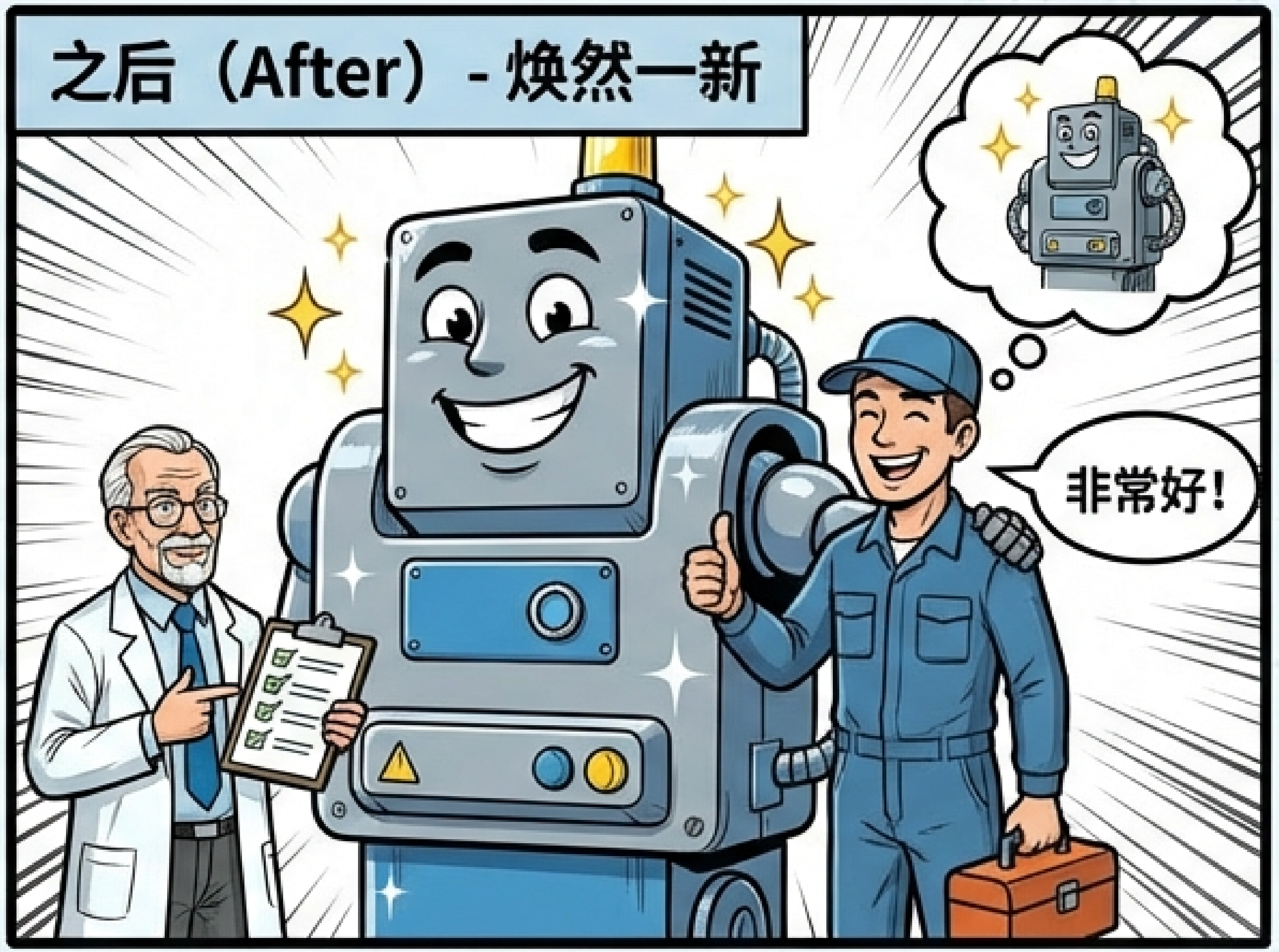
Why? -> 过滤器堵塞

Why? -> 没人清理

根源（Root Cause）
缺乏清理标准！

设备康复计划：让设备焕然一新





初期清扫 (Initial Cleaning)：

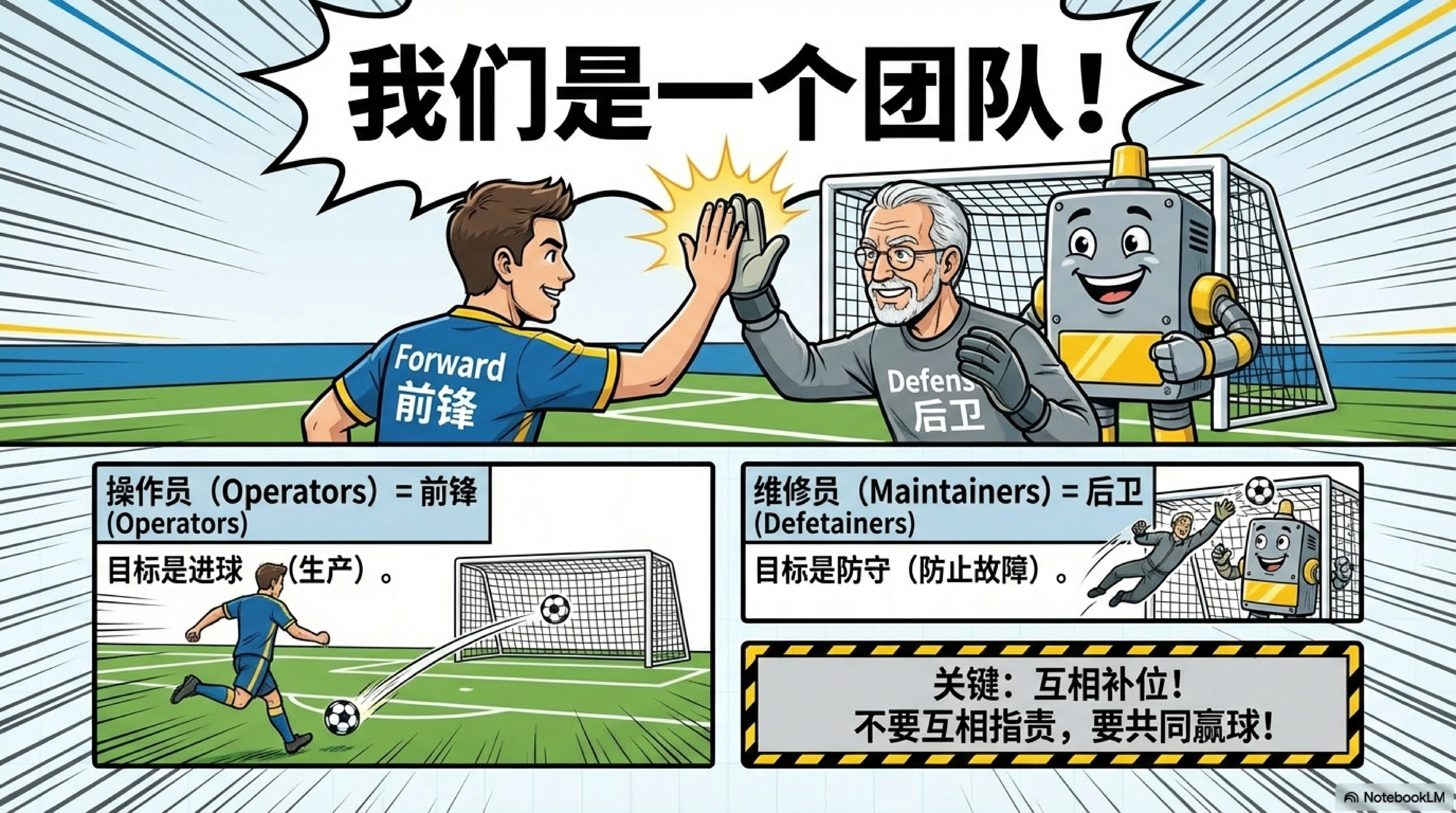
彻底清除多年的油污和灰尘。

复原 (Restoration)：

修复所有微小的缺陷（松动的螺栓、磨损的皮带）。

为什么？

就像你无法在泥地里发现针一样，你无法在脏机器上发现泄漏。



我们是一个团队！
Forward
前锋
Defens
后卫
操作员（Operators）= 前锋
(Operators)
目标是进球（生产）。
维修员（Maintainers）= 后卫
(Defetainers)
目标是防守（防止故障）。
关键：互相补位！
不要互相指责，要共同赢球！
NotebookLM

健康的设备 = 快乐的工作

处方（The Prescription）

1. 爱护它：像家人一样照顾设备。
2. 清洁它：清扫就是检查。
3. 监测它：关注微小的变化。
4. 合作：医患配合，长治久安。

全员参与，由我做起！