

广西 IE 工作者（甲辰秋分号）

主办：广西工业工程师学会 <http://www.gxiie.org>

2024 第 4 期总 48 期

P1. 跨年细语，祝福 2025 更上一层楼！

P2. 数字化与精益 IE 化，谁更能促进生产效率的提升？

——给中国中小企业主的理性建议

P5. OEE 质疑



跨年细语，祝福 2025 更上一层楼！

作者：富士康大学校长陈振国博士

窗外爆炸声不绝于耳，电视上 CNN 的全球跨年烟火秀仍在上演，送上 2025 年第一个祝福，祝大家新年快乐！2025 年平安喜乐！送上 2025 年第一篇随笔，祝大家 2025 年顺风顺水、万事如意、更上一层楼！

Udemy《2025 全球学习与技能趋势报告》指出，BCG 2022 年调研发现，过去六年美国工作岗位所需的技能发生了 37% 的变化，其中五分之一是全新技能，这一变化发生在 ChatGPT 出现之前。光辉国际预计，2015 年至 2023 年期间，工作所需技能组合变化了 25%，到 2027 年将翻一番。技能是“指在特定专业领域执行任务、采取可观察到的行动以及展示熟练程度的能力。技能发展是一个持续学习的过程，旨在精炼特定领域的专业知识。”Udemy 通过验证其员工和客户的反馈，认为技能发展不仅仅是提供正式课程，以下是其推荐的五大原则：“(1) 设定明确的学习目标，通过预测评估了解现有知识，激发学习动力，确保学习者有效利用时间。(2) 获取指导，明确接下来需要学习的技能，以及如何学习。(3) 多方式练习新技能，通过个性化反馈巩固所学知识，并将其应用于实际情境。(4) 及时获取支持工具和资源，如故障排除提示，帮助更有效地发展新技能。(5) 验证学习进度和成果，增强自信，确保走在正确轨道上，并在必要时调整方向。”技能验证则是确认个人是否掌握所需技能的过程，应通过评估和知识检查等多种形式来实施。认证和证书可以表明技能掌握情况，但更重要的是了解员工的实际能力。技能验证和发展已经成为企业战略的重要组成部分，而非单纯的培训任务。为了成为一个技能型组织，人才流程必须不断发展，超越职位和职业阶梯，关注技能和跨部门流动。通过针对全员的学习计划，可以缩小技能差距，推动整体的技能发展和验证。

Udemy 2025 全球学习与技能趋势报告中的**商业技能**包含 10 大类技能：(1)Business operations(企业经营)；(2)Communication(沟通)；(3)Finance & accounting(财务与会计)；(4)Language learning(语言学习)；(5)Leadership & management(领导力与管理力)；(6)Marketing(市场营销)；(7)Office productivity(办公室生产力)；(8)Project & product management(项目与产品管理)；(9)Sales and customer services(销售与客户服务)；(10)Workplace & human resources(职场与人力资源)。**技术技能**则包括 5 大类技能：(1)Cloud computing(云计算)；(2)Cybersecurity(网络安全)；(3)Data science(数据科学)；(4)Design(设计)；(5)Development(开发)。还有 2025 年最热门的技术技能 AI 的认证准备(Certification preparation)。请参阅部分商业和技术技能课程成长与热门选修前 10。希望 2025 年的第一篇随笔能协助您在学习或培训课程规划上有所助益。

Happy New Year!

数字化与精益 IE 化，谁更能促进生产效率的提升？

——给中国中小企业主的理性建议

东风德纳 张 超 高级经济师

在当前制造业的变革浪潮中，“数字化工厂”和“智能工厂技术”成为热门趋势，各种新技术层出不穷，如协作机器人、AI 分析和大数据平台。在一些数字化专家的不断灌输下，好像不开展数字化，我们就无法生存，许多企业主被这些技术的宣传所吸引，认为这些“高科技”是提升生产效率的唯一出路。然而，现实中，我们常看到却是一个令人遗憾的现象：昂贵的设备和智能软件投入后，工厂的生产效率并未显著提升，反而因为系统复杂化，现场管理变得更加混乱。事实提醒我们，很多公司对精益生产系统毫无头绪，才是最要命的！

出现这一问题的根源在于，很多企业买椟还珠舍本逐末，忽略了生产效率提升的核心——基于 IE 理论基础上的精益改善。

本文将结合笔者多年工作中积累的丰田生产方式（TPS）工作经验与工业工程（IE）工作研究理论的学习，探讨数字化与促进生产效率提升的真实关系，实质是在熟练掌握工作研究技术的基础上，丰富丰田生产方式的系统化，然后才是导入数据化的最佳方式。因为笔者在本文提出一个“精益 IE 化”的口号，希望成为适合中小企业应循的方向和高效改善路径。

一、TPS 的核心：系统设计与持续改善

丰田生产方式（TPS）长期曾是全球制造业的标杆，其核心思想是通过消除浪费、持续改进和优化生产过程，实现高效、低成本的生产客户满意的产品。工业工程在其生产管理中扮演着至关重要的角色。TPS 的工业工程概念涵盖了系统设计、标准作业和现场管理等多个层面，通过这些方法，企业能够实现生产过程的优化与高效运作。

1. TPS（系统设计层面）：

1.1 单元设计与布局：合理设计生产单元，确保操作员与设备的高效协同，减少无效移动与浪费。

1.2 单件流设计：实现产品从原材料到成品的连续流动，降低在制品（WIP）库存与等待时间。

1.3 技术过程稳健性：强调工艺的稳定性和可靠性，确保生产过程的能力和可用性。

1.4 工装夹具设计：通过“Chaku-Chaku”（人机分离）和 Poka-Yoke（防错设计），减少失误与浪费。

1.5 来料定置：确保物料、工具等位置优化，便于操作员高效完成任务。

2. 标准作业（操作执行层面）：

节拍时间（Takt Time）原则：根据客户需求，设定需求节拍，确保生产系统同步、平衡运行。

2.1 时间动作分析：研究动作时间细节，以便进行优化。

2.2 工作平衡（Yamazumi 图）：通过任务分配平衡工序负荷，消除瓶颈。

2.3 标准作业组合：关注人机交互，将手工作业与设备加工时间相结合，以确保两者都能在规定时间内完成。

2.3. 5S 与目视化：通过视觉化的手段，使现场的问题一目了然。

2.4 小时产出管理：按时间段监控产出，及时发现问题并解决。

3. 现场管理（管理与协调层面）：

3.1 现场领导力：专注于 QCDSM，提升团队的执行力和工作氛围。

3.2 团队多技能培养：让员工灵活应对不同工序，提升整体效率。

3.3 问题解决与升级机制：快速响应现场问题并快速改善，维持现场稳定。

3.4 QRQC 支持：及时反馈和快速响应，确保生产质量和效率。

有必要说明的是，以上这些工作都可以归因到工业工程工作研究理论的程序分析 ECRS、作业分析、动作经济原则和生产计划与控制理论。工作研究（也叫基础工业工程）和生产计划与控制技术实践是经过验证的朴素部分理论，它贯穿了工业工程思维方法和思想，完全可以认为是构成生产效率提升的“关键驱动因素”，尤其适用于中小企业落地。^[1]

二、数字化转型：工具还是放大器？

百年制造业经历了工业化、信息化、数字化，目前正在进入智能化，数字化转型聚焦于自动化、数据化和智能化，旨在通过先进技术提升生产效率和灵活性。主要包括：

1. **数字化标准作业书**：取代纸质标准作业，通过屏幕展示工作指导，提升信息传递的效率和准确性。

2. **协作机器人与智能化设备**：辅助操作员执行部分任务，提升自动化程度和生产线的灵活性。

3. **数字化 Andon 系统**：通过数字化手段，实时反馈生产线的运行状况，确保及时响应和调整，

4. **大数据与 AI**：通过数据收集与分析，支持生产过程的监控与决策优化。

5. **物联网与传感器**：实时反馈设备状态，提供可视化管理和问题预警。

有必要讨论**数字化的局限性**：数字化技术的确拥有潜力，但它只是工具，而非解决方案。如果企业基础薄弱（例如缺乏标准作业或稳定流程），数字化则只能放大混乱，而不能解决问题。例如：1. 没有标准作业的情况下：即使部署昂贵的监控系统，得到的也只是“无序的数据”。2. 缺乏基础动作分析时：协作机器人就像刚入职的新手一样动作迟缓，并不能像熟练工一样行云流水地作业。

数字化技术的确具备潜力，但它只是生产系统的“**放大器**”。如果基础的系统设计、标准作业和现场管理未做好，数字化反而会放大现场的浪费与不稳定。比如一条产线如果没有标准作业，操作工人用不同方式完成工作，即便部署昂贵的数字化监控系统，得到的只是“一堆混乱的数据”，并不会解决根本问题。

因此，数字化并不是效率改善的起点，而是效率优化的放大器。对于中小企业来说，过早追求数字化反而可能造成资源浪费。对于大多数中小企业来说，过早追求数字化，反而容易“吃力不讨好”，增加成本负担，而精益 IE 改善才是生产效率提升的关键突破口。

三、为什么精益 IE 化更适合中小企业？

关于工业工程、精益生产、丰田生产方式的关系，笔者推荐广西工业工程师学会朱捷高级经济师的归纳：工业工程是理论教科书、丰田生产方式是工业工程理论的应用、精益生产是麻省理工学院依托对丰田为代表的美、日、欧典型企业生产方式调查研究以后得到的抽象理念。如果企业真的要做精益生产，那么从学

习工业工程朴素 IE 入手将会事半功倍。

这样，在中小企业的资源相对有限，管理基础也尚不完善的情况下，进行通俗描述的“精益 IE 化”，就是说明使用工业工程朴素 IE 理论来支撑和强化企业生产运营管理工作，能快速带来以下四大收益：

1. 低成本高回报：精益 IE 改善的核心在于“无成本”或“低成本”的优化。例如，通过工序分析消除多余动作、改善工作站布局提升效率，几乎不需要额外投资。

2. 立竿见影的效果：精益 IE 工具如动作经济原则、ECRS、5W1H 标准工时分析、生产线平衡、快速换模、POKA-YOKE、5S 管理等，能快速识别浪费并实施改善，通常在短时间内即可看到明显的生产效率提升。

3. 提升员工积极性与技能：通过精益改善，员工不仅能参与问题解决，还能逐步提升多技能水平，激发团队活力，打造企业内部改善文化。

4. 为未来数字化打基础：在精益 IE 的基础上，标准作业与系统流程明确后，数字化工具才能真正发挥作用，实现信息透明化与决策高效化。

四、行动建议：从精益 IE 改善开始

对于中小企业主，一定要先夯实基础，再逐步数字化。具体步骤如下：

1. 开展精益企业诊断：识别现场的七大浪费（如等待、过度加工、不必要的动作等）。

2. 优化系统设计：

2.1 推行单件流与工序平衡，减少在制品与瓶颈环节。

2.2 优化设备布局，缩短物流与搬运距离。

3. 建立标准作业：

3.1 制定详细的操作标准，消除工作中的波动。

3.2 培训员工，确保标准作业的一致执行。

4. 强化现场管理：

4.1 实施 5S 管理，创造整洁高效的工作环境。

4.2 建立问题快速响应机制，及时解决生产现场的问题。

5. 逐步引入数字化工具：在精益基础之上，有选择性地引入数字化工具，如生产监控系统、数据分析工具等，进一步提升决策效率与信息透明度。

五、结语

数字化与精益 IE 化两者是相辅相成的。精益 IE 化是系统，而数字化只是工具。对于大多数中小企业而言，必须先通过精益 IE 改善打牢基础，消除浪费、优化流程，再逐步引入合适的数字化工具，才能真正实现生产效率的持续提升。

正如丰田生产方式所强调的那样：简单的工具，持续的改善，才是高效制造的本质。

希望广大中国中小企业主们警惕推行数字化就能提升生产力的“大忽悠”，不要盲目追求数字化神话，先从精益 IE 化做起，您会发现生产效率的提升其实触手可及。

参考书籍：

[1]薛伟, 蒋祖华. 工业工程概论（第一版）[M]. 机械工业出版社.

[2]吴爱华, 张绪柱、王平. 生产计划与控制[M]. 机械工业出版社.

[3]新乡重夫. 以工业工程的视角考察丰田生产方式[M]. 同济大学出版社.

OEE 质疑

接触企业设备管理足有四十年，改革开放以后有一个洋名词叫 OEE 的名词一直不甚了了。近期一位 IE 青年出了一道 OEE 计算题来问我，不得不认真了一下，谁知故事来了。

在网上随便一搜，就可以查到漫山遍野、铺天盖地的 OEE 公式如下：

$$OEE = \text{时间开动率} \times \text{性能开动率} \times \text{合格品率}$$

其中：

1. 时间开动率 = 开动时间 / 负荷时间。而

负荷时间 = 日历工作时间 - 计划停机时间

开动时间 = 负荷时间 - 故障停机时间 - 设备调整初始化时间（包括更换产品规格、更换工装模具、更换刀具等活动所用时间）

2. 性能开动率 = 净开动率 $\times$ 速度开动率

而其中，净开动率 = 加工数量 $\times$ 实际加工周期 / 开动时间；速度开动率 = 理论加工周期 / 实际加工周期

3. 合格品率 = 合格品数量 / 加工数量

显然，第 1 和第 3 两项没有疑问。第 2 项中的速度开动率也应该没有疑问。

第 2 项“净开动率 = 加工数量 $\times$ 实际加工周期 / 开动时间”则存在疑问，我们把公式 2 约分后得到

性能开动率 = 加工数量 $\times$ 理论加工周期 / 开动时间

网上对什么是理论加工周期基本上没有定义，从物理学知识我们知道周期时间是秒或其它度量值如分、小时、天等。那么

疑问 1：数量（件或个） $\times$ 周期（秒）/ 开动时间（秒），单位件或个除不尽？

疑问 2：假设这里的周期是专用名词，例如为件 / 秒或秒/个，前者得到终极计量单位是件/秒，后者倒是可以除尽计量单位，但是管理常识立即告诉我们，理论周期一般是大于实际周期的，就会出现性能开动率大于 100%，不合逻辑；如果理论周期小于实际周期则显然操作工人得到的工时先天就不够，是不是既不合情也不合理？

除上面公式外，还有另一种公式是把周期写成时间的，即性能开动率 = 加工数量 $\times$ 理论加工时间 / 开动时间，这个明显无法除尽计量单位，属于疑问 1 不需赘述。

用小学的算术法则来说，单位除不尽的数是不能形成百分比的，这就形成了我对 OEE 正确度和可靠性的疑问。至少我认为它把简单问题复杂化了，或者是引入到大陆来时出了什么疏漏。

如果公式本身都不能满足数学推导，则这样的公式得出的数据可靠性是至少不宜指导实际工作的。

与 OEE 相关的设备管理术语其实还有两个，稼动率和可动率。改革开放以前中国国营企业主要采用的管理指标一般也是两个，设备利用率和设备完好率。

1. 设备利用率 = 实际开动时间 / 日历制度时间

2. 设备完好率 = (日历制度时间 - 故障停机时间) / 日历制度时间 = 100%

其中实际开动时间=日历制度时间-计划维修时间-封存时间。

我认为设备利用率和设备完好率就是分别对应的台湾稼动率和可动率，但是设备利用率和设备完好率理解和使用都比较容易，不会把简单问题复杂化。

（作者为广西工业工程师学会首席发起人朱捷高级经济师）

编后语：

只有当企业培养出一群属于自己的有 IE 背景的人才时，才会让 5S、TPS、6sigma、Lean-6Sigma、SPC、TPM、FMEA、QFD、TRIZ、CIMS、精益生产、并行生产、敏捷制造、虚拟制造、世界级制造等各种先进制造技术插上翅膀；而目前最快捷、最有效、最低成本的途径就是为企业在职工程技术人员和管理骨干提供工业工程继续教育——培养企业自己有 IE 背景的复合型骨干人才队伍！而培养企业自己有 IE 背景的复合型骨干人才队伍的最有效途径就是，从学习 IE 理论的朴素部分入手！