

设备制造企业精益生产与智能创新融合

周昌玮

广州番禺电缆集团有限公司, 广东 广州 511400

DOI:10.61369/ME.2025040031

摘 要： 在当今制造业竞争日益激烈的背景下，设备制造企业面临着提高生产效率、降低成本、提升产品质量等多方面的挑战。精益生产作为一种以最大限度地减少企业生产所占用的资源和降低企业管理和运营成本为主要目标的生产方式，在设备制造企业中得到了广泛应用。同时，智能创新凭借其先进的信息技术和智能化手段，为企业的发展带来了新的机遇和活力。本文旨在探讨设备制造企业精益生产与智能创新融合的相关问题，分析两者融合的必要性和可行性，阐述融合的具体路径和策略，并通过实际案例验证融合的效果，以期设备制造企业实现可持续发展提供有益的参考和借鉴。

关 键 词： 设备制造企业；精益生产；智能创新

Integration of Lean Production and Intelligent Innovation in Equipment Manufacturing Enterprises

Zhou Changwei

Guangzhou Panyu Cable Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511400

Abstract： In the increasingly competitive manufacturing industry today, equipment manufacturing enterprises face multiple challenges such as improving production efficiency, reducing costs, and enhancing product quality. Lean production, as a production method that aims to minimize the resources occupied by enterprise production and reduce enterprise management and operating costs, has been widely used in equipment manufacturing enterprises. At the same time, intelligent innovation, with its advanced information technology and intelligent means, has brought new opportunities and vitality to the development of enterprises. This article explores the integration of lean production and intelligent innovation in equipment manufacturing enterprises, analyzes the necessity and feasibility of their integration, elaborates on specific paths and strategies for integration, and verifies the effectiveness of the integration through practical cases. It aims to provide useful references for equipment manufacturing enterprises to achieve sustainable development.

Keywords： equipment manufacturing enterprise; lean production; intelligent innovation

引言

随着全球经济一体化加速和科技飞速发展，设备制造企业市场环境变化深刻，消费者对产品个性化、高品质和快速交付需求增加，市场竞争激烈。在此背景下，企业需提升核心竞争力。精益生产源于日本丰田，强调消除浪费、优化流程、持续改进，引入我国后，在众多设备制造企业成效显著，助其降本提质增效。同时，智能创新推动制造业转型升级，物联网等先进技术带来变革，可实现设备自动化、智能化生产，增强企业创新与响应能力。但目前很多企业实施精益生产和智能创新时将两者孤立，未发挥协同效应。

一、精益生产与智能创新融合的理论基础与内在逻辑

（一）精益生产核心理念在智能时代的延续与拓展

精益生产核心理念，如“消除浪费”“持续改进”“准时化生产”“自动化（含自働化）”，在智能化背景下获得新途径与内涵。智能传感与数据分析技术让生产全流程监控更精细，能精准识别并量化浪费，为消除浪费提供目标与数据支持。智能算法为“持

续改进”注入活力，使改进成为数据驱动的持续过程，提升了效率与深度。

（二）智能创新对精益生产关键环节的支撑作用

智能创新的物联网、大数据分析、人工智能、数字孪生等技术，为精益生产提供支撑。智能传感器与物联网技术实现生产过程透明化，为“可视化”管理提供基础，便于快速发现和响应异常。大数据分析技术处理生产数据，支撑“准时化生产”。人工智

能技术辅助质量检测和工艺参数优化。数字孪生技术为精益改善提供低成本、高效率试验平台。

（三）两者融合的内在契合点与协同效应

精益生产“简化、高效、精准”的目标与智能制造“自动化、智能化、数据驱动”的特性内在一致，都旨在提升整体运营效率，这是两者融合的基础。融合产生协同效应，智能手段能更彻底快速消除浪费，精益生产理念为智能技术应用提供方向和优先级排序，确保技术投入产生最大效益，实现管理哲学与先进技术有机结合^[1]。

二、智能技术赋能精益生产实践的关键领域

（一）智能化设备与产线对精益生产效率的提升

智能化设备与柔性化生产线的应用，是提升精益生产效率的关键物理基础。自动化程度高的设备能够替代大量重复性、体力消耗大的操作，显著减少人工干预带来的不稳定因素和误差。通过精确控制加工参数和动作节拍，智能产线能够稳定并提高单位时间内的产出量，即生产节拍。同时，许多智能设备具备快速调整参数和工装的能力，使得生产从一种产品切换到另一种产品所需的时间，即换型时间，大幅缩短。这些因素共同作用，直接提升了衡量生产效率的综合指标——整体设备效率（OEE）。此外，先进的智能设备通常集成自诊断和预测性维护功能。设备能够实时监测自身运行状态，一旦检测到潜在故障或性能下降的早期迹象，系统可以自动报警甚至提示维护建议，甚至在某些情况下实现自我调整或基础维护。这种能力有效减少了非计划停机时间，保障了生产能够按照预定计划连续、稳定运行，从而更好地满足准时化生产的要求。

（二）数据驱动的精益过程监控与优化

物联网技术、遍布生产现场的传感器以及连接它们的网络，构成了数据采集的基础设施，能够实时、准确地捕获生产线上各个环节的数据，包括设备运行参数、加工过程中的物理量、产品质量检测数据等。这些海量数据被传输到大数据分析平台进行分析和处理。通过对这些数据的挖掘和建模，管理者可以实现对生产过程状态、产品质量稳定性以及设备健康状态的全面、实时监控，打破了传统管理中信息滞后或不透明的局面。数据分析结果能够帮助精准定位生产瓶颈所在的工序，识别导致生产效率波动的异常因素，以及找出影响产品质量的具体环节和原因。这些基于数据的洞察为精益改善活动提供了客观、具体的依据，使得改进措施能够有的放矢，避免盲目性。决策者可以依据数据分析结果做出更精准的判断，快速调整生产计划、工艺参数或资源配置，实现对生产异常的快速响应和处理，从而持续优化生产流程^[2]。

（三）智能供应链与精益库存管理

智能仓储系统以及自动化物流设备，例如自动导引车（AGV）、智能分拣机器人等，显著提升了物料于仓库内部以及车间之间的流转效能。AGV 可依据指令自动且精准地将物料从仓库运送至指定工位，或者把成品运送至下一环节或出库区域，削减了人工搬运的距离、时间以及出错率，切实降低了搬运过程中产

生的资源浪费。基于大数据的需求预测模型以及由智能算法支撑的供应链协同平台，能够更为精准地预测市场需求的波动情况，并及时将预测信息共享给供应商以及企业内部各相关部门。这使得供应链上的各个节点能够实现更优的协同运作，供应商可更精确地安排生产与交付事宜，企业内部则能够更合理地规划采购并投入生产。通过此项优化，企业能够将原材料、在制品以及成品的库存水平控制在更为理想的区间，达成更趋近于按需供应的模式，大幅减少积压库存，进而降低所占用的流动资金以及仓储管理成本。

三、融合过程中面临的挑战与精益管理角色的演进

（一）技术集成与数据壁垒的挑战

不同智能系统、新旧设备之间的集成存在显著难度。在设备制造企业中，智能系统往往来自不同供应商，其接口协议、数据格式存在差异，导致系统间难以实现无缝对接。例如，某汽车零部件制造企业引入了新的智能仓储系统与原有 ERP 系统，由于两者数据交互协议不兼容，使得原材料入库信息无法实时同步至生产计划模块，影响了生产排程的准确性。新旧设备的集成同样棘手，老设备缺乏数据采集功能，需额外加装传感器才能接入智能管理平台，而加装过程可能对设备原有结构造成影响，甚至导致生产中断。

数据标准不统一和数据孤岛问题严重阻碍融合进程。企业内部不同部门、不同生产环节的数据往往由各自的系统管理，数据标准不统一，如生产部门的产品编码规则与采购部门存在差异，导致数据汇总分析时需进行大量转换工作。数据孤岛则使得信息无法流通，某重型机械制造企业的焊接车间与装配车间分别使用独立的管理系统，焊接工序的质量数据无法及时传递至装配车间，导致装配过程中多次出现因焊接缺陷引发的返工。据 2022 年中国机械工业联合会发布的《设备制造业智能化发展报告》显示，国内 80% 以上的设备制造企业存在不同程度的数据孤岛问题，其中 30% 的企业因数据无法有效共享，导致生产效率损失超过 10%^[3]。

技术复杂性给员工操作和维护带来诸多挑战。智能设备和系统的操作需要员工具备一定的数字化技能，而部分老员工难以快速掌握新设备的操作方法。某机床制造企业引进智能加工中心后，有 20% 的操作工因不熟悉触摸屏操作和程序设置，导致设备初期利用率不足 60%。在维护方面，智能系统的故障排查涉及软件、硬件、网络等多个层面，传统维修工缺乏相关知识储备，某自动化生产线的智能控制系统出现故障后，企业花了 3 天时间才找到问题根源，造成生产停滞。

（二）组织文化与人才能力的挑战

传统精益文化向数字化、智能化文化转变存在困难。传统精益文化强调现场改善、消除浪费，而智能化文化更注重数据驱动决策和跨部门协同，两者在理念上存在差异。部分员工对智能化改造持抵触态度，认为智能系统会取代人工，某轴承制造企业推进智能车间建设时，有 15% 的员工担心失业，工作积极性明显下

降。企业需要通过培训、沟通等方式转变员工观念，但这一过程耗时较长，某工程机械企业花了 2 年时间才让员工普遍接受智能化生产模式。

员工对新技术的接受度和应用能力不足制约融合发展。新技术的应用改变了传统的工作方式，需要员工主动学习和适应，但部分员工因年龄、知识结构等原因，接受度较低。某齿轮制造企业引入智能检测设备后，有 30% 的质检人员仍习惯采用传统抽检方式，对智能设备的全检数据持怀疑态度，导致设备的检测效率未得到充分发挥。员工应用能力的不足还体现在对数据的分析利用上，多数企业的员工仅能完成数据的收集和简单统计，无法通过数据分析发现生产中的问题，某泵阀制造企业的生产数据平台建成后，因员工不会使用数据分析工具，平台的使用率不足 40%^[4]。

复合型人才短缺是融合过程中的突出瓶颈。既懂精益生产又掌握智能技术的人才能够有效推动两者融合，但目前这类人才供给严重不足。据 2021 年人社部发布的《制造业人才发展规划指南》显示，我国设备制造业中复合型人才缺口超过 200 万，其中具备精益管理经验和智能化技能的人才供需比达到 1:5。企业在招聘时难以找到合适的人才，某汽车底盘制造企业的智能工厂项目因缺乏既懂精益生产又能规划智能产线的人才，导致项目延期 6 个月。内部培养则需要较长周期，某农机制造企业通过与高校合作开展定向培养，花了 3 年时间才为企业输送了 50 名符合要求的复合型人才。

（三）精益管理角色在融合中的新定位

精益管理者不再仅仅是流程优化者，还需要具备数据解读能力和技术理解能力，以引导智能技术的有效应用。在数据解读方面，精益管理者要能从海量数据中提取有价值的信息，指导生产改善。某压缩机制造企业的精益经理通过分析智能系统采集的设备运行数据，发现某型号压缩机的装配工序存在瓶颈，通过调整作业顺序，使生产效率提升 15%。在技术理解方面，精益管理者需了解智能技术的功能和局限性，确保技术应用符合精益目标。某电机制造企业计划引入自动化搬运机器人时，精益经理发现机器人的运行路径会增加物料搬运距离，不符合精益中的“短距离

搬运”原则，建议优化机器人路径后再投入使用，避免了资源浪费。

精益思想在引导智能系统设计和评估智能项目价值方面具有重要作用。在智能系统设计阶段，精益思想能确保系统功能符合生产实际需求，避免过度智能化。某仪表制造企业在设计智能管理系统时，精益团队提出要以消除生产瓶颈为核心，否决了研发部门提出的增加不必要功能的方案，使系统开发成本降低 20%。在评估智能项目价值时，精益思想强调从投入产出比、对生产效率和质量的提升效果等方面进行考量，某压力容器制造企业的智能焊接项目通过精益评估，剔除了华而不实的功能模块，使项目投资回收期缩短至 2 年。

精益管理角色的演进确保了技术投入不偏离管理本质。在融合过程中，部分企业盲目追求技术先进，忽视了管理的核心目标。精益管理者通过把控技术应用方向，使智能创新服务于提高生产效率、降低成本、提升质量等管理目标。某管件制造企业引入智能调度系统后，精益团队定期评估系统运行效果，发现系统在某些情况下会优先考虑设备利用率而忽视订单交付期，及时对系统算法进行调整，保证了订单的按时交付。这种以管理本质为导向的技术应用，使精益生产与智能创新的融合更加高效、务实^[5]。

四、结语

设备制造企业实现精益生产与智能创新融合，是顺应时代、提升竞争力的必然选择。此融合理论基础坚实、实践能提效益，但面临技术集成与数据壁垒、组织文化与人才能力等挑战。企业需积极应对，技术上加大研发投入，加强系统与设备集成研究，统一数据标准，降低技术复杂性影响；组织文化上推动传统精益文化向数字化、智能化转变，加强员工培训，培养复合型人才。同时，精益管理者要明确新定位，提升数据与技术能力，以精益思想引导智能技术应用。未来，随着科技进步和智能技术成熟，该融合将不断深化，有望推动企业高质量、高效率、可持续发展，为我国制造业转型升级贡献力量。企业应抓住机遇，积极探索实践，实现自身长远发展。

参考文献

- [1] 张志芳. 工业 4.0 时代的精益化生产与智能发展探讨 [C]// 第十届中国金属学会青年学术年会暨第四届辽宁青年科学家论坛. 中冶京诚工程技术有限公司轧钢与金属加工工程技术所, 2020.
- [2] 刘德龙. 基于精益生产的制造业企业管理创新模式 [J]. 电子乐园, 2022(002):000.
- [3] 李红艳. 基于 MFCA 理论的 S 企业乳胶手套生产线精益生产研究与应用 [D]. 天津大学, 2020.
- [4] 王军奎, 王凯, 张叶同, 等. 电力装备制造业智能工厂规划与实践 [J]. 智能制造, 2022(4):52-57.
- [5] 王盼, 苏醒, 冯景浦. 井工刮板输送机智能制造的现状与未来 [J]. 装备制造技术, 2023(10):247-250.