

智能制造环境下的精益生产 实施策略

邬晓婷

宜宾凯翼汽车有限公司 四川宜宾 644000

摘要：根据我国企业智能化转型的智能精益管理体系架构，旨在探讨智能制造环境下精益生产的实施策略，以提高生产效率和质量。首先，对智能制造环境下的精益生产的概念进行了界定和解释以及智能制造环境下研究精益生产实施策略的重要性。然后，根据智能制造对精益生产的影响，提出了智能制造环境下精益生产的实施策略。最后，通过案例分析，验证了智能制造环境下精益生产实施策略的有效性和可行性。结果表明，通过合理利用智能制造技术和精益生产方法，企业可以实现生产效率和质量的双重提升，提高市场竞争力和可持续发展能力。

关键词：新质生产力；智能制造；精益生产；整车生产

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.09.002

精益生产作为一种优化生产流程、提高效率的管理方法，受到了广泛关注。研究智能制造环境下精益生产的影响与实施策略，对于推动企业生产方式的转型升级，提高生产效率和质量具有重要意义。

智能制造是一种基于先进技术和信息化手段的制造模式，它通过整合物联网、大数据、人工智能等技术，实现生产过程的智能化、自动化和柔性化。智能制造的目标是实现生产过程的实时监控、数据分析和智能决策，从而提高生产效率、质量和灵活性，以满足不断变化的市场需求。

精益生产是一种以消除浪费、优化价值流、持续

改进为核心的生产管理方法，旨在通过减少浪费和提高价值创造活动的效率，实现生产过程的优化。精益生产强调在生产过程中消除非价值增加的活动，提高工作流程的流畅性和效率，以实现更高的生产效率和质量水平。

智能制造环境下研究精益生产实施策略的重要性

首先，从智能制造和精益生产之间的关系方面，智能制造可以为精益生产提供技术支持和数据基础，实现生产过程的数字化管理和智能优化决策；而精益

生产则可以为智能制造提供管理理念和方法，帮助企业建立高效的生产体系和持续改进机制。

通过结合智能制造和精益生产的优势，企业可以实现生产过程的智能化管理和精益化运作：

1) 发挥智能化技术的优势。智能制造环境中，通过智能设备、MES系统和数据分析等技术，可以实时监测和控制生产过程，提供更精确的数据和指导，为精益生产提供了更好的实施条件和支持。

2) 提高生产效率和质量。精益生产的理念之一是提高流程效率，实现生产效率和质量的提升。在智能制造环境下，通过智能化技术的控制和应用，可以更好地优化生产流程，减少人为错误和变化点，提高生产效率和一次性合格率。

3) 实现柔性制造和定制化生产。智能制造环境下的精益生产实施策略可以帮助企业实现柔性制造，即快速调整生产线和生产流程，以适应市场需求的变化。智能技术的应用可以提供更灵活的生产环境和资源配置，实现定制化生产，满足个性化的客户需求。

4) 降低成本和提高竞争力。降低生产成本是精益生产的目标之一，在智能制造环境下，通过智能设备和数据分析的应用，可以更精准地识别和消除各种形式的浪费，进一步降低生产成本，增强客户满意度，从而提高企业的竞争力。

综上所述，在智能制造环境下研究精益生产实施策略具有重要的实践意义和经济效益。它可以帮助企业充分发挥智能化技术的优势，提高生产效率和质量，实现柔性制造和定制化生产，降低成本并提高竞争力。

智能制造环境对精益生产的影响

1. 智能制造环境下实施精益生产的影响因素

(1) 技术集成水平 智能制造技术在企业中的发展水平，将直接影响精益生产的实施效果和成本。智能制造涉及多种先进技术，如物联网、大数据、人工智能等，这些技术之间的集成以及与现有生产系统的兼容性，会直接影响精益生产的实施效果。如果技术无法有效整合或与现有系统冲突，不同设备和系统之间的互联互通困难，影响智能制造和精益生产的协同效果，可能导致生产流程中断、数据不准确等问题。

(2) 数据管理与分析能力 智能制造产生大量的数据，能否有效地收集、存储、管理和分析这些数据至关重要。准确的数据是做出精益决策的基础，如果数据质量差、分析能力不足，就难以发现生产中的浪费和改进机会。

(3) 供应链协同及安全 精益生产强调供应链的紧密协同。在智能制造环境中，与供应商和合作伙伴之间的实时数据共享、协同计划和快速响应能力，对于实现精益的物料供应和生产流程至关重要。同时数据安全和隐私保护也成为重要问题，任何安全漏洞都可能影响生产的正常运行，并损害企业的利益。

(4) 员工技能与培训 员工需要具备新的技能和知识，以适应智能制造环境下的工作方式和精益生产理念。包括对新技术的操作和维护能力、数据分析能力、问题解决能力等。缺乏相关培训可能导致员工无法充分发挥智能制造系统的优势，影响精益生产的推进。

(5) 企业文化与组织变革 公司的组织文化和价值观念，对精益生产理念的接受程度和执行力度起着关键作用，如果企业内部存在抵制变革的文化，或者缺乏有效的变革管理策略，可能会阻碍精益生产的顺利实施。

2. 智能制造环境下实施精益生产时的关键要素

(1) 先进的技术基础设施 包括高性能的工业网络、强大的数据存储和处理能力，以及可靠的自动化设备和传感器，以确保生产数据的准确采集和实时传输，实现生产流程的自动化和灵活性，以减少浪费和提高生产效率。

(2) 精准的数据采集与分析 通过智能传感器、物联网等技术，实现对生产过程中各类数据的全面、精确采集，并运用数据分析工具和算法，挖掘有价值的信息，为精益决策提供依据。

(3) 敏捷的供应链管理及信息安全保障 与供应商建立紧密的合作关系，实现供应链的可视化和快速响应，以减少库存成本和生产周期以及供应中断的风险。采取严格的信息安全措施，保护企业的知识产权和生产数据，防止数据泄露和网络攻击。

(4) 持续的员工培训与教育 培养员工的精益生产意识，提供培训和参与决策的机会，确保员工掌握

智能制造相关技术和精益生产理念，能够熟练操作智能设备，并具备运用数据进行改进的能力。

(5) 持续改进文化及跨部门协同 建立持续改进的文化氛围，鼓励员工提出改进建议和创新思路，不断优化生产流程和管理方法，营造支持精益生产的组织氛围。智能制造涉及研发、生产、销售及售后等多个部门，需要打破部门壁垒，形成高效的协同工作机制，共同推动精益生产的实施。

(6) 灵活的流程设计和完善的质量体系 能够快速调整生产线，适应产品的多样化和定制化需求，减少生产切换时间和浪费；借助智能检测设备和数据分析，实现对产品质量的实时监控和预测性维护，提高产品质量稳定性。

智能制造环境下精益生产的实施策略

1. 数字化精益工具的应用

精益生产的落地离不开工具软件的支持，例如拉式、闭环计划管理需要APS和MES系统的支持、产品生命周期需要PLM系统管理、透明可视化的生产需要智能管理控制塔等，某企业详细的数字化系统架构如图1所示。

1) 利用制造执行系统（MES）实现生产过程的实时监控、调度和管理，精确掌握生产进度、质量和资源利用情况。

2) 引入企业资源规划（ERP）系统。整合企业内部的财务、采购、销售、库存等业务流程，提高资源

配置效率和决策准确性，实现供应链各环节的信息实时共享，优化供应商选择、采购流程和物流配送，确保原材料及时供应，降低供应链成本。

3) 应用产品生命周期管理（PLM）软件，从产品设计、开发到退役的全生命周期进行管理，优化产品研发过程，减少设计变更和浪费。

4) 导入高级计划和智能排程系统（APS）。利用先进的算法和数据分析工具，实现更精确的生产计划和排程，考虑订单需求、设备能力、物料供应等多方面因素，减少生产等待时间和库存积压。

5) 采用质量管理体系（QMS），实时监控生产产品质量状况，形成一车一档质量档案，并建立质量追溯系统，实现对产品质量的全过程追溯，快速定位和解决质量问题。利用机器学习和大数据分析，对产品质量进行预测，提前采取措施避免次品产生；对设备进行预防性维护，减少设备故障导致的生产中断；同时采用自动化质量检测系统：如机器视觉检测，提高检测精度和效率，降低次品率等。

2. 智能生产线布局优化

1) 采用单元化生产布局，根据产品类型或工艺流程，将生产线划分为多个相对独立的生产单元，减少物料搬运和在制品库存。

2) 结合自动化物流输送系统，如 AGV（自动导引车）、输送线等，实现物料的自动配送，提高物流效率。

3) 考虑人机协作的工作空间设计，使操作人员



图1 某企业IT数字化系统架构

与智能设备能够高效协同工作，保障工作安全和舒适性。

4) 预留可扩展的空间，以适应未来生产规模扩大或产品线调整的需求。

3.人员培训提升

1) 开展定期的内部培训课程，涵盖智能制造技术、精益生产方法、数据分析技能等方面，培养多技能、具备创新思维和问题解决能力的员工队伍。

2) 组织外部专家讲座和研讨会，让员工了解行业最新趋势和最佳实践。

3) 实施师徒制，经验丰富的员工指导新员工，传承精益生产的实践经验。

4) 设立激励机制，鼓励员工自主学习和创新，对在精益生产改进中有突出贡献的员工给予奖励。

5) 进行跨部门交流和轮岗，培养员工的全局视野和团队协作能力。

案例分析

汽车主机厂是一个典型的大规模生产行业，对生产效率和质量要求极高。在面对市场竞争日益激烈、成本压力变大的情况下，某主机厂全面推进数字化转型，采用智能精益制造系统（见图2）通过智能制造技术和精益生产方法共同来提升竞争力。

智能制造整体思路是在精益生产的基础上，运用大数据、AI智能、机器视觉及工业互联网等新技术，开展流程化、自动化、柔性化及信息化建设，实现生

产制造的数字化转型升级，打造智能的生产制造体系。基于此思路，完成了“8+1”系统的规划，搭建了“企业层+工厂层+车间层+设备层”四层管理体系（见图3），实施涵盖报表管理、实时监控、告警管理及统计分析等的全方位、多维度监测，极大释放了人力。

1.搭建数字化工艺管理平台

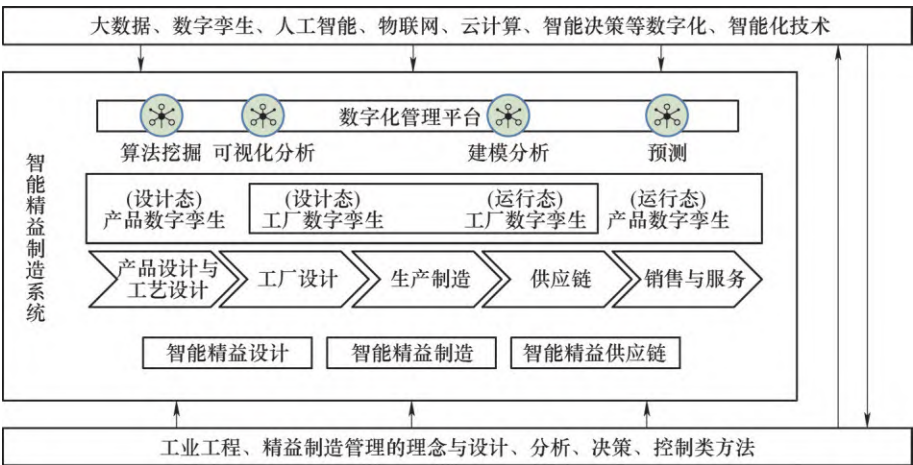
从精益生产价值角度出发，以客户为中心，建立公司级数字化工艺管理平台，进行项目全流程管理，打通各协同单位信息孤岛，实现研发-工艺-制造-研发的闭环工艺变更管理体系，提高了各部门协同能力，同时也实现了工艺标准化与工艺数据的积累和运用，减少了开发周期、错误浪费。

2.质量门精准控制产品质量

总装拧紧机实现自动数据采集和上传功能；四轮定位信息、检测线质检信息与质量门实时推送，实现整车安全项数据的精准追溯；同时也引入智能化设备如通视觉检测等，提高对质量的把控，赋予机器人眼睛，实现车间和产线的数字化的高质量管理。

3.有序可控的可视化展示

为了提高沟通效率和管理效率，实现数据信息的合理利用，构建不同层级的智能管理平台，实现实时生产数据监控、异常检测报警、风险预警等功能，同时也和供应商建立了紧密的合作关系，实现了供应链的信息共享和协同优化，实现了零库存生产和按需生



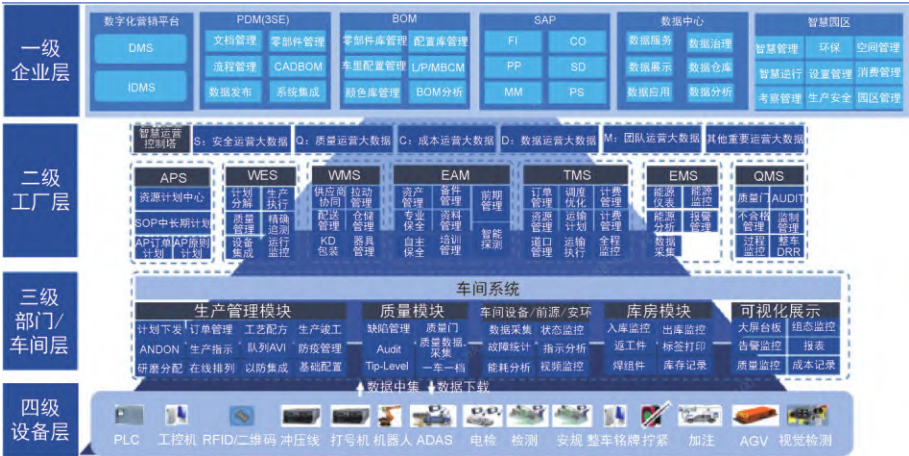


图3 某企业四层管理体系

产，减少了库存成本和生产周期。不仅提高了生产效率，也使生产过程透明可视、有序可控。

4.建设智能物流系统

在智能物流方面通过WMS系统将供应商发货货物信息、运输车辆信息、车辆运行状态、仓库收货道口及排队信息等实现连接，实现信息共享、减少等待和库存。

5.员工参与培训

定期组织员工进行智能制造与精益生产培训，并提供实践和决策机会，鼓励员工创新发展，员工被鼓励提出改进建议和创新思路，参与到数字化型及持续改进的过程中。

6.实施效果

(1) 生产效率的提升 通过优化生产流程、减少不必要的环节和浪费，智能制造技术能实现更精确的生产计划和调度，减少生产人员的线下沟通，缩减了工作量，从而大幅提高生产效率，缩短了生产周期。与供应商实现更紧密的信息共享和协同合作，提高供应链的响应速度和稳定性。

(2) 生产成本的降低 减少了库存、降低废品率、优化人力和设备资源的利用。同时由于能够更精准的控制生产过程中的质量参数，及时发现和解决质量问题，减少了返工、返修，从而降低生产成本。在能源管理方面，通过精细化的生产管理和智能能源监

控系统，识别能源消耗关键工序，重点监控，实现节能减排，降低企业的环境成本。

(3) 数据驱动的决策 通过智能系统和设备收集和分析大量的生产数据，为管理层提供准确、及时的信息，支持更明智的决策制定。

(4) 员工技能的提升 员工能够从重复性、低价值的工作中解放出来，专注于更具创造性和高附加值的任务，提升员工的工作满意度和技能水平。通过培训培养了一批既懂精益生产理念又掌握智能技术的复合型人才，以推动精益生产在智能制造中的有效应用。

(5) 市场竞争力的提升 通过智能产线能够快速响应市场需求的变化，实现小批量、多品种的定制化、准时化生产，大大提高企业的市场适应能力；高质量、低成本、短交期的实力也让企业在行业内更具竞争力。

结语

在智能制造环境下开展精益生产，将消除浪费、持续改进等与先进的制造技术如自动化、数字化等相结合，能够达到简化流程、消除浪费、提高效率及降低成本的目的。然而，制造环境下实施精益生产策略需要综合考虑多个方面，包括技术应用、人员管理、供应链协同等，通过持续的优化改进和创新，实现企业的高效、高质量发展。

在技术不断进步与时长日新月异的变化下，不得不思考未来精益生产的发展方向，以下是一些可能的
(下转第56页)

改进措施和效果验证

1. 制定改善措施

通过以上的综合分析，确认的改善对策如下：

1) 增加预脱脂工序和清洁度检查工序，包括预脱脂、脱脂、水洗1、水洗2、热水洗、烘干以及清洁度检查共七道工序。

2) 预脱脂和磷化后用答因笔检测法确认表面油脂是否去干净，检测标准如图5所示。

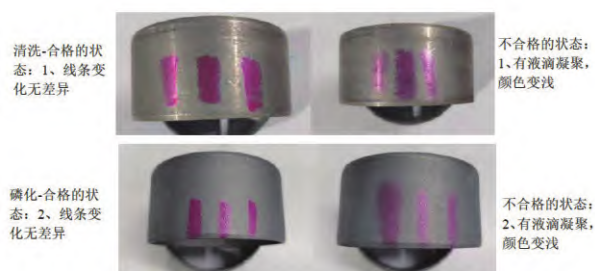


图5 清洗和磷化后的检测标准

3) 要求外套管供应商出厂前进行初步的油脂清洗，运转的物流器具上增加盖章，起到防尘以及防潮的作用。

2. 验证改善效果

改善措施实施后，对生产出来的衬套，随机抽取5个批次，每批次20件，经验证拉脱面积均在90%以上，拉脱力符合设计要求。抽取3个衬套搭载整车耐久（帕斯卡1坏路+帕斯卡2高速试验）共计3.6万km，衬套无开裂、脱胶等问题，改进措施验证通过。

结语

通过对前控制臂后衬套脱胶问题的分析，发现清洁度对橡胶黏结力影响较大，尤其是内外套管上的油污，如果没有进行有效的脱脂和清洁度检验，硫化后很容易出现拉脱力不足的缺陷。因此在生产工艺控制过程中要严格控制内外套管的清洁度，做好表面油脂的处理及检验。

参考文献：

- [1] 内田治，吉富公彦编.图表解质量管理QC改善活动与QC七大工具应用[M].北京：机械工业出版社，2024. **AUTO1950**

（上接第51页）

未来研究方向：

1) 深度融合智能化技术。随着人工智能、大数据、物联网等技术的不断发展，精益生产将与这些技术深度融合，实现更精准的需求预测、更智能的生产排程和更高效的资源配置。

2) 持续优化的自学习系统。智能制造环境下的精益生产系统将具备自学习和自我优化的能力，能够根据实时数据和反馈不断调整生产策略和流程，以适应不断变化的市场和内部条件。

3) 绿色精益生产。在环保要求日益严格的背景下，精益生产将更加注重节能减排和资源的循环利用，实现可持续发展的绿色制造。

4) 跨行业的精益经验借鉴。不同行业之间的精益生产经验和最佳实践将得到更广泛的交流和借鉴，促进精益生产在各制造领域的创新和发展。

综上所述，精益生产在智能制造中的未来发展前景广阔，将为制造业带来更高的效率、质量和竞争力。

参考文献

- [1] 齐二石，霍艳芳，刘洪伟.面向智能制造的工业工程和精益管理[J].中国机械工程，2022，33（21）：2521-2530.
- [2] 欧阳生，孔德洋.工业4.0时代中国制造业新出路——《精益智能制造》推荐阅读[J].中国机械工程，2018，29（16）：2010-2015.
- [3] 梁中豪，金悦萌，杨洋.人工智能背景下的大数据技术及其应用[J].电子技术与软件工程，2021（12）：162-163.
- [4] 江志斌.论新时期工业工程学科发展[J].工业工程与管理，2015，20（7）：1-7. **AUTO1950**