集约化生产与标准化制造方法的融合创新及应用

秦 蕊,刘恩泽,陈建华,姚熠莹,贾瑞雪,勤 牧

(内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要:在全球制造业竞争日趋激烈及转型升级的背景下,集约化生产与标准化制造的深度融合成为提升产业竞争力的关键路径。文章系统探究了集约化生产与标准化制造二者融合创新的理论框架、方法论及应用实践,主要包括二者的核心内涵与理论基础,构建融合创新方法体系;同时选取中国钢铁行业某集团作为案例,采用实证分析法深入剖析了该创新方法在应用过程中的挑战、解决策略及综合效益。研究结果表明:集约化与标准化的协同能够显著缩短生产周期、降低运营成本、提高产品质量稳定性及资源利用效率。最后,对智能制造背景下该模式的未来发展趋势进行展望,以期为我国制造业的高质量发展提供理论参考与实践借鉴。

关键词:集约化生产;标准化制造;流程优化;创新方法;案例研究

中图分类号:F424 **文献标识码**:B **文章编号**:1009 - 5438(2026)01 - 0031 - 04

Integrating Innovation and Applications of Intensive Production and Standardized Manufacturing Methods

Qin Rui, *Liu Enze*, *Chen Jianhua*, *Yao Yiying*, *Jia Ruixue*, *Qin Mu*

(*Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region*, *China*)

Abstract: Under the background of increasing competition as well as transformation and upgrading for global manufacturing industry, deeply integrated intensive production and standardized manufacturing have become the key path for improving industrial competitiveness. In this paper, it is systematically explored the theoretical framework, methodology and application practices for integrating innovation of intensive production and standardized manufacturing, which mainly include their core connotation and theoretical foundation as well as establish integrating innovation method system; the challenges, solving strategies and comprehensive benefits in application process of this innovation method are deeply analyzed with the empirical analysis method by taking a group company of Chinese steel industry as the case. The study results showed that the production period and operating costs could be significantly reduced as well as stability of product quality and utilization efficiency of resources could be improved by cooperation of intensification and standardization. Finally, the future development trend of this mode under the background of intelligent manufacturing is expected in order to provide theoretical and practical references for high - quality development of manufacturing industry in our country.

Key words: intensive production; standardized manufacturing; process optimization; innovation method; case study

新一轮科技革命与产业变革深入发展,全球制造业正经历数字化、网络化、智能化的深刻变革。面

收稿日期:2025 - 11 - 04

作者简介:秦 蕊(1991 -),女,内蒙古包头市人,工程师,现从事应用技术研究和质量计划维护工作。

对资源环境约束趋紧、生产要素成本上升、市场需求个性化等多重挑战,传统粗放型、离散化的制造模式已难以适应发展需要[1]。如何通过生产方式的创新,实现降本、增效、提质的多重目标,成为理论与实践关注的焦点。集约化生产强调资源要素的集中配置与过程优化,以实现效率最大化;标准化制造则侧重于通过统一规范确保过程的稳定性与输出的一致性。二者虽侧重点不同,但具有内在的逻辑统一性与极强的互补性。将二者进行系统性融合创新,构建新型制造方法体系,对于推动制造业向高级化、现代化发展具有重要的理论价值与现实意义。本文旨在构建集约化生产与标准化制造融合创新的理论框架与方法体系,并通过典型案例验证其应用效能,以丰富现代制造管理理论,并为中国制造业企业应用提供指导。

1 集约化生产与标准化制造概述

集约化生产是一种以最小的资源投入获得最大产出的生产方式。其核心要素包括生产过程的优化、资源的高效配置以及生产效率的最大化。在集约化生产模式下,企业通过科学管理、技术创新和流程重组,实现生产要素的集中使用和优化组合,从而达到降低成本、提高产出的目的。例如,某大型汽车制造企业,通过优化生产线布局,将原本分散在不同车间的零部件加工工序集中到同一区域,减少了物料搬运时间和距离,提高了生产效率。

在制造业中,集约化生产的优势主要体现在以下几个方面:首先,它能够显著提高生产效率,缩短产品从设计到上市的时间;其次,集约化生产有助于减少浪费,通过精确的物料需求计划和库存管理,降低库存成本;再次,集约化生产能够提高产品质量,通过标准化的生产流程和质量控制体系,确保产品的一致性和可靠性;最后,集约化生产有助于企业快速响应市场变化,增强企业的市场竞争力。20世纪中后期,丰田汽车公司创立的丰田生产系统将集约化生产理念推向新高度,其核心——准时化生产和自动化,旨在彻底消除浪费,实现资源的最优配置。

标准化制造是指在生产过程中,按照统一的标准和规范进行操作,以确保产品和服务的一致性和可重复性[2]。其基本原则包括:确保产品设计和制造过程的标准化,以便于不同生产环节和不同生产者之间的协作;建立质量控制体系,确保产品质量的稳定性和可靠性;持续改进生产流程,提高生产效率和降低成本。例如,在钢铁制造行业,各企业按照统一的国际及国家标准进行产品设计和生产,使得不同企业的钢铁产品在性能、尺寸等方面具有兼容性,方便消费者使用。

标准化制造通过减少生产过程中的变异和不确定性,显著提高了生产效率。通过标准化产品生产和组装流程,可以实现产线快速转换和生产调整,从而缩短生产周期,提高生产线的灵活性。此外,标准化还能够简化培训流程,使新员工能够更快地适应工作岗位,减少因操作不熟练导致的生产延误。进一步指出,标准化是全面质量管理和世界级制造的基础,通过减少变异来实现质量的稳定与成本的降低[3]。国际标准化组织制定的ISO 9000族标准等,为全球制造业提供了通用的质量管理框架,使标准化从企业内部延伸至全球供应链协同[4]。

2 集约化生产标准化制造方法的创新

现有制造方法往往存在资源浪费、生产效率低下、产品质量不稳定等问题。这些问题的根源在于生产过程缺乏科学的规划和管理,以及对生产技术和设备的更新换代不够重视。例如,在一些传统制造业中,由于缺乏有效的生产调度系统,导致生产线物料供应不及时,影响了生产进度和效率。某企业过去采用传统的生产方式,由于各工序之间缺乏协调,经常出现半成品积压的情况,导致生产周期延长,成本增加。

为了解决现有制造方法的局限性,提出了将集约化与标准化融合的创新思路。这一思路的核心在于通过集约化生产实现资源的高效利用,同时通过标准化制造确保生产过程的稳定性和可预测性。例如,在制造行业,通过引入自动化生产线和标准化组件,不仅提高了生产效率,还确保了产品的一致性和质量。

集约化生产流程的优化设计是创新方法的重要内容。这包括对生产布局的重新规划,以减少物料搬运距离和时间;对生产工序的重新排序,以实现工序间的无缝对接;对生产计划的精确制定,以确保生产过程的连续性和稳定性。例如,在食品加工行业,通过优化生产线布局,可以减少原料和成品的搬运次数,降低损耗,提高生产效率。

标准化制造规范的制定与执行是确保产品质量和生产效率的关键。这涉及到对生产过程中的每一个环节都制定详细的操作规范和质量标准。例如,

在制药行业,通过制定严格的生产操作规范和质量控制标准,可以确保药品的安全性和有效性,同时提高生产效率。某制药企业制定了涵盖原料采购、生产加工、包装运输等各个环节的标准化规范,并严格执行,使得药品质量稳定性得到了显著提高,生产效率提高。

信息化技术在集约化生产标准化制造方法中的应用是推动创新方法实施的重要手段。通过引入 ERP、MES 等信息化工具,可以实现生产过程的实时监控和管理,提高生产透明度和可控性。在钢铁制造业,通过 MES 系统实时监控生产线状态,可以及时发现并解决生产过程中的问题,减少停机时间,提高生产效率。

通过集约化生产标准化制造方法的应用,企业能够显著降低生产成本,提高资源利用效率。通过优化生产流程和引入标准化组件,可以减少材料浪费,降低原材料成本,同时提高生产速度和交货效率[5]。集约化生产标准化制造方法的创新还能够显著缩短生产周期,加快交付速度。通过采用模块化设计和标准化生产,可以实现快速产品开发和生产调整,从而缩短新产品进入市场的时间,提高市场响应速度。

最后,集约化生产标准化制造方法的创新有助于增强产品质量的稳定性和一致性。通过严格执行标准化生产流程和质量控制标准,可以确保每个产品都达到相同的质量水平,提升消费者满意度。

3　集约化生产标准化制造方法的应用研究

3.1　典型案例企业的筛选条件

在选取典型制造业企业开展应用研究的过程中,综合考量企业的规模体量、行业市场地位、技术创新能力,以及其对集约化生产标准化制造方法的接纳程度。同时,兼顾不同行业在生产效率与产品质量维度的差异化要求,且要求案例企业在集约化与标准化实践方面具备一定的前期积累和沉淀。基于上述遴选条件,本文选定制造业内具有代表性的某知名钢铁集团作为研究对象。该集团可生产“板、管、轨、线”四大门类 137 个钢种、数万个规格的产品,产品广泛应用于汽车、机械、家电、能源、轨道交通、海洋工程、耐高寒高海拔工程等下游领域,年产量可达千万吨级。其在国内钢铁行业占据重要市场地位,且积极引进先进生产技术与管理理念,具备落地集约化生产标准化制造方法的应用条件。

3.2　案例企业的基本情况与生产特性分析

案例企业是一家在全球范围内具有重要影响力的钢铁制造商。该企业拥有先进的生产线和严格的质量控制体系,其生产特点包括高度自动化、模块化设计以及灵活的生产调度。在生产线上,大量采用机器人进行焊接、涂装等工作,提高了生产的精度和效率;采用模块化设计,构建生产线仿真模型,通过软件构建模块化的炼钢 - 连铸 - 轧制工艺,并建立模型库验证新建、改造技术方案,优化生产流程。通过灵活的生产调度系统,根据市场需求和订单情况及时调整生产计划,确保生产的高效运行。

3.3　实施过程中遇到的挑战与困难

在实施集约化生产标准化制造方法的过程中,案例企业遇到了一些挑战和困难。例如,如何在保持生产灵活性的同时实现标准化,因为过于严格的标准可能会限制生产的灵活性,影响企业对市场变化的快速响应;如何确保员工对新方法的快速适应,员工长期形成的生产习惯和操作方式可能难以在短时间内改变;如何处理与现有生产系统的兼容性问题。新的集约化生产标准化制造方法可能与现有的生产设备和管理系统存在冲突,在此以具体事例展开阐述。

3.4　案例企业解决策略与实施效果

在实际工作中为使所生产的产品满足客户的需求,研发部门通过质量计划的形式,将与产品性能密切相关的关键控制点及产品性能、尺寸等信息传递至各相关部门。制造部根据销售部所下发的订单进行生产排产,同时负责产品过程管控及质检判定工作。各作业部门将各关键控制点进行细化、分解,并形成技术操作要点组织生产。

为体现所开发产品的特殊性及满足客户的冲压要求,质量计划的命名主要以钢种 + 钢种代码的形式组成。其中钢种为所开发产品对应的标准或协议的牌号,钢种代码用于满足客户不同的需求,区分同钢种不同化学成分、工艺路径或控制要点。随着生产线生产能力及质量控制水平的不断提高,所开发的钢种种类逐渐增多,且同一钢种交付的产品订单需求逐渐个性化、差异化,导致质量计划数量不断增加。同时受合同量的限制,导致部分板坯长期堆积在板坯库内,影响资金周转的同时,制造成本也随之升高,此外因相应文件较多,现场执行存在误操作等风险。

为此从生产排产与生产管理、炼钢与连铸技术、轧钢与产品性能控制、板坯放行与挂单、ERP系统运行及质量放行等方面进行全过程支持,以最优解决方案及高效运行思路保证项目的有效实施。在当前ERP系统不进行修改的前提下,通过钢质代码的带入,实现了生产过程中不再显示钢种代码,而是显示钢质代码,即统一成分放行码与内控成分管控码,形成新的的放行规范码,实现了“一炉钢对应不同成品钢种”的目的。

在实践过程中首先从钢铁产品标准着手,将具有相同或相近力学性能的钢铁牌号进行归并,通过对轧制与冷却工艺的调整,充分利用钢铁材料的细晶化、复相化等强化机理实现坯料的柔性化升降级轧制,实现“一钢多能”的集约柔性化生产目的,充分发挥钢铁材料性能的内在潜力,打破传统力学性能主要靠成分实现,导致性能相近的钢种采用不同的成分设计的模式。这样可以降低库存、加快生产节奏,提高合同兑现率,实现钢铁企业节能、节材的可持续发展目标,推动企业生产模式改变。

首先,通过引入模块化设计和灵活的生产调度系统,实现了生产过程的标准化与灵活性的平衡。模块化设计使得不同模块可以按照统一的标准进行生产,同时又可以根据市场需求进行灵活组合;灵活的生产调度系统能够根据订单情况及时调整生产计划,确保生产的灵活性。其次,通过组织培训和激励措施,提高了员工对新方法的接受度和操作技能。企业为员工提供了系统的培训课程,包括新生产方法的理论知识和实际操作技能,同时设立了奖励机制,对表现优秀的员工给予物质和精神奖励。再次,通过逐步升级现有生产系统,确保了新方法与现有系统的兼容性。企业分阶段对生产设备和管理系统进行升级改造,避免了大规模更换设备带来的高成本和生产中断风险。最后,制定详尽的作业标准书,明确每个工序的操作步骤、参数、质量和安全要求。建立基于统计过程控制的质量管理体系,设定统一的质量判据和检测方法,确保输出的一致性,这些策略的实施,使得集约化生产标准化制造方法在案例企业中取得了良好的效果,生产效率得以提高,产品质量稳定性得到了显著提升。

3.5 经济效益与社会效益的量化分析

集约化生产标准化制造方法的实施对企业盈利能力的提升作用可通过量化分析验证。在传统生产模式下,钢厂需为每个钢种每月至少预留1炉次余材坯以保障生产连续性,此类余材坯因缺乏对应销售合同,均按通用牌号SPCC或Q235B轧制后销售,导致产品售价低于目标钢种市场价格,形成直接经济损失。

以案例企业2023年生产数据为核算依据,数据来源于案例企业2023年度生产经营统计报表、销售价格台账,选取典型目标钢种DC04与通用替代牌号SPCC的累计销售价格差值187.18元/t作为价差核算标准,结合企业实际生产钢种数量20个、单炉次钢重量250 t、全年生产周期12个月,经核算,传统生产模式下全年余材坯销售价差损失达1 123.08万元。

此外集约化生产通过归并相似钢种,减少余材坯积压,降低了板坯库仓储管理成本,包含场地占用费、设备折旧费、人工管理费等,同时,“一钢多能”的柔性生产模式提高了设备利用率与生产效率。

综合来看,集约化生产标准化制造方法不仅为企业创造了显著的直接经济效益,更在行业发展层面具有突破性价值。其打破了传统钢铁生产“成分决定性能”的固有思维,通过轧制、冷却等核心工艺优化实现“一钢多能”的柔性生产,既为钢铁行业提供了集约化、标准化兼具的可复制生产方案,也为其他制造领域的降本增效、资源优化提供了实践借鉴。该模式的成功落地,有效推动钢铁行业向高质量、低损耗、绿色化转型,进一步强化了我国制造业在全球产业链中的核心竞争力,为制造业转型升级提供了重要实践支撑。

4 挑战与发展趋势

展望未来,集约化生产标准化制造方法将在更多行业得到广泛应用。随着技术的不断进步和市场需求的不断变化,企业将更加注重生产过程的集约化和标准化,以提高竞争力[6]。同时,政府和行业协会也将出台更多政策和标准,引导和推动集约化生产标准化制造方法的发展。政府可能会加大对智能制造、绿色制造等领域的支持力度,鼓励企业采用集约化生产标准化制造方法;行业协会将制定更加完善的行业标准和规范,促进企业之间的交流与合作,推动整个行业的健康发展。

同时在未来系统将从“人为驱动的标准化集约”向“基于AI自学习的智能自适应生产”演变,实现动态、实时的全局优化。基于工业互联网平台,整

(下转第45页)

期,提高脱脂效率,促进磷化相的生成,提高 DC04 冷轧汽车钢电泳漆板耐腐蚀性能。

参 考 文 献

[1] 杨维宇,刘妍,张晓磊,等. 激光共聚焦显微镜在 DC04 表面形貌表征中的应用[J]. 物理测试,2023,41(2):21 -25.

[2] 陈韦宇. 超声辅助激光喷丸 IN718 镍基合金的表面完整性及热腐蚀性能研究[D]. 镇江:江苏大学,2024.

[3] 杨维宇,刘妍,刘恩泽,等. 冷轧板磷化和硅烷前处理工艺及形貌对比分析[J]. 包钢科技,2023,49(5):50 -54.

[4] 吴良骏. 涂料耐腐蚀性测试方法简介[J]. 涂料工业,2001,31(6):49 -53.

[5] 崔国栋,杨川. 38CrMoAl 钢气体氧氮共渗处理的组织与性能[J]. 金属热处理,2008,33(12):47 -48.

[6] 杨维宇,刘妍,刘恩泽,等. 影响冷轧板表面转化膜形成质量因素研究[J]. 电镀与精饰,2024,46(9):76 -82,107.

[7] 杨维宇,刘妍,刘恩泽. DC04 冷轧板表面状态对氟锆酸盐 -硅烷复合转化处理的影响[J]. 电镀与涂饰,2024,43(12):60 -67.

[8] 龙袁,郝玉林,蔡宁,等. 脱脂对镀锌汽车板涂装性能影响[J]. 表面技术,2023,52(10):259 -266.

[9] 郭宏南,陈倩,杨洋. 脱脂碱度对镀锌板涂装前处理性能的影响[J]. 电镀与涂饰,2024,43(11):147 -154.

(上接第 34 页)

合产业链资源,形成网络化协同制造生态,实现跨企业、跨地域的集约化标准。集约化标准化本身就是绿色制造的基础,未来将更注重与碳足迹追踪、能源精细化管理相结合,推动制造业的可持续发展[7]。

5 结束语

集约化生产与标准化制造并非孤立概念,二者具有内在的协同效应,其系统性融合是构建现代先进制造体系的核心。本文所构建的集约化生产标准化制造创新方法体系,为企业应用提供了清晰的理论框架和可操作的实施路径。案例研究表明,该融合创新方法能有效解决制造业在效率、成本、质量、柔性制造方面面临的痛点,产生巨大的经济与社会效益。

参 考 文 献

[1] 周济. 智能制造:“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程,2015,26(17):2273 -2284.

[2] 莱克,J. K. 丰田模式:全球最杰出制造商的 14 条管理原则[M]. 纽约:麦格劳 -希尔出版社,2004.

[3] 舍恩伯格,R. J. 日本制造技术:简约中的九大隐性经验[M]. 纽约:自由出版社,1982.

[4] 国际标准化组织. ISO 9001:2015 质量管理体系要求[S]. 日内瓦:国际标准化组织,2015.

[5] 臧冀原,王柏村,孟柳,等. 智能制造:内涵、范式与路径[J]. 经济研究导刊,2025(5):15 -18.

[6] 陶飞,张萌,刘玉珊,等. 数字孪生驱动的复杂设备预测与健康管理[J]. 国际生产工程科学院会刊,2018,67(1):169 -172.

[7] 古依莎娜,董景辰,臧冀原,等. 并行推进、融合发展:推动新一代智能制造的技术路线图[J]. 中国工程科学,2018,20(4):19 -22.