

电力终端智能制造模式下的生产管理创新

纪清

深圳市国电科技通信有限公司, 广东 深圳 518100

DOI:10.61369/ME.2025040022

摘 要 : 在科技飞速发展的当今时代, 电力终端智能制造模式渐成电力行业发展重要趋势。本研究聚焦该模式下的生产管理创新, 旨在探讨创新生产管理方式以提升电力终端生产效率、质量与竞争力。先分析其特点与优势, 如高度自动化、智能化、数据驱动等; 接着研究此模式下生产管理面临的挑战, 如生产流程优化、人员技能升级、设备维护管理等问题。通过结合实际案例分析与理论研究, 提出一系列创新策略, 包括生产计划与调度智能化、质量管理数字化、强化供应链协同及创新人才培养模式等。研究表明, 实施这些策略可提高电力终端生产整体效益、降低成本、增强企业市场应变能力。本文为电力终端制造企业在智能制造模式下实现生产管理转型升级提供了有价值参考。

关 键 词 : 电力终端; 智能制造模式; 生产管理创新

Innovation in Production Management under the Smart Manufacturing Model of Power Terminals

Ji Qing

Shenzhen Guodian Technology and Communication Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518100

Abstract : In the current era of rapid technological development, the smart manufacturing model of power terminals has gradually become an important trend in the development of the power industry. This study focuses on production management innovation under this model, aiming to explore innovative production management methods to improve the efficiency, quality, and competitiveness of power terminal production. Firstly, it analyzes its characteristics and advantages, such as high automation, intelligence, and data-driven capabilities. Then, it examines the challenges faced by production management under this model, including issues such as production process optimization, personnel skill upgrading, and equipment maintenance management. Through a combination of practical case studies and theoretical research, a series of innovative strategies are proposed, including intelligent production planning and scheduling, digital quality management, strengthening supply chain collaboration, and innovative talent training models. The research shows that implementing these strategies can improve the overall efficiency of power terminal production, reduce costs, and enhance the enterprise's ability to respond to market changes. This article provides valuable references for power terminal manufacturing enterprises to achieve production management transformation and upgrading under the smart manufacturing model.

Keywords : power terminal; smart manufacturing model; production management innovation

引言

随着全球科技革命和产业变革加速, 智能制造成制造业趋势。电力终端制造智能化升级对电力系统意义重大。电力终端智能制造模式借助先进技术实现生产自动化、智能化和数字化, 能提升效率、降低成本、提高质量。但该模式应用给生产管理带来新挑战, 传统管理方式应对乏力, 如生产计划调度精准化、大数据和人工智能用于质量管理、加强供应链协同等问题待企业探索。在此背景下, 研究电力终端智能制造模式下生产管理创新意义重大, 创新管理方式可发挥模式优势, 提升企业竞争力, 推动行业升级和电力行业可持续发展。因此, 本文将深入研究其生产管理创新, 为企业提供可行策略和方法。

一、电力终端制造传统生产管理模式及其挑战

（一）传统生产管理模式特征

在智能制造理念尚未大规模引入电力终端制造行业的时期，该领域普遍沿袭着一套相对固化的生产管理体系。这种传统模式在生产计划制定环节，主要依靠生产主管基于长期工作经验的主观判断，或者仅能借助功能较为单一、算法基础的信息系统进行简单的生产排程，既缺乏对市场需求波动的实时感知能力，也难以建立科学的需求预测模型。整个生产流程通常采用刚性设计，各工序之间的衔接方式和资源配置方案一旦确定，在短期内很难根据实际情况进行灵活调整。在质量管控方面，则主要采取定期抽检的方式评估产品合格率，这种事后检验的模式使得生产过程中的质量异常难以及时发现和纠正，往往造成批量性质量问题。深入分析这种传统生产管理模式，可以归纳出以下几个显著特征：首先，各类信息系统（如 ERP、MES 等）之间缺乏有效的接口对接和数据集成，形成了多个相互割裂的“信息孤岛”，导致生产数据无法在企业内部实现顺畅流通和共享，管理层难以获取全面、准确、实时的生产运营状态信息。其次，由于计划调整机制僵化和流程变更周期较长，整个生产系统对市场需求变化或突发性事件的响应速度明显滞后，常常错失最佳应对时机。再次，在资源配置方面缺乏精细化管理手段，设备、人力、物料等生产要素的利用效率普遍偏低，经常出现部分设备长期闲置而另一些设备超负荷运转的不均衡现象，这种资源配置的不合理直接导致了整体运营成本的居高不下^[1]。

（二）面临的主要挑战

随着电力终端产品市场的快速发展和转型升级，产品特性呈现出日益复杂化的趋势：客户定制化需求持续增长且个性化程度不断提高，产品质量标准日趋严苛并逐步向零缺陷目标靠拢，生产环境本身也变得更加复杂多变（可能涉及多种工艺路线并行、多种物料协同配送、多品种产品混线生产等复杂场景）。这些新特点使得传统生产管理模式在效率、成本、质量和柔性等多个关键维度上都遭遇了前所未有的发展瓶颈和运营挑战。在生产效率方面，僵化的固定流程和经验主导的计划模式难以适应多品种、小批量、高频次切换的定制化生产需求，导致单个订单的生产周期不断延长，订单交付延迟现象频发。在成本控制方面，信息系统的割裂状态和资源利用的低效性直接推高了单位产品的制造成本，而大量的事后抽样检验和频繁的返工返修更是显著增加了质量管控成本。在质量保证方面，由于缺乏对生产过程的实时监控和质量异常的预警机制，难以确保每一件出厂产品都能稳定达到客户要求的严苛质量标准，存在较高的偶发性质量事故风险。在生产柔性方面，面对市场需求快速变化和客户个性化要求日益增多的新形势，传统模式下的生产线布局固化、设备功能单一、工艺路线固定等问题凸显，导致企业难以快速实现不同规格产品或定制化需求的柔性切换。这些日益凸显的运营挑战，不仅制约了电力终端制造企业的市场竞争力提升，更构成了推动该行业生产管理模式向智能化、数字化、柔性化方向转型升级的内在驱动力，迫使企业必须积极探索更高效、更灵活、更可靠的新型生产

管理方法和智能制造解决方案。

二、智能制造模式对生产管理要素的重塑

（一）生产计划的智能化与柔性化发展

在智能制造模式的深度推进下，生产计划的制定与执行方式正经历着前所未有的智能化转型。现代制造企业通过在生产线各个环节广泛部署高精度传感器、智能终端设备以及自动化数据采集系统，构建起全方位的数据感知网络。这一网络能够实时捕获包括销售订单动态、库存实时状态、设备运行参数、供应商交付进度以及能源消耗等多维度的运营数据。依托强大的云计算平台和分布式计算能力，企业可以对这些海量数据进行深度挖掘和智能分析，运用机器学习算法建立精准的需求预测模型，从而显著提升物料需求计划（MRP）的准确性。这种数据驱动的计划模式不仅能够有效规避传统计划中常见的库存积压或物料短缺问题，更能实现库存周转率的最优化。更为关键的是，智能制造系统整合先进工具，可在虚拟环境中模拟和评估多种生产排程方案，全面考量关键绩效指标表现。这种智能化计划系统打破传统生产计划刚性特征，具备动态响应能力：面临异常情况时，系统能基于实时数据分析和预设规则，短时间内生成并执行最优调整方案。这种高度柔性的生产计划模式，为企业在 VUCA 商业环境中保持竞争优势提供支撑，也为满足个性化定制需求创造技术条件^[2]。

（二）生产过程的实时监控与动态优化机制

智能制造体系在生产过程管理方面实现了从被动应对到主动调控的质的飞跃。通过构建覆盖全厂的工业物联网（IIoT）平台，将生产现场的贴片机、镭雕机、工业机器人、AGV 小车、检测设备等各类智能装备，以及工位终端、物料储位和在制品等生产要素全面互联互通。配合部署的温度传感器、振动传感器、视觉检测系统、RFID 读写设备等感知层设备，系统能够毫秒级采集设备的电流、电压、温度、振动等运行参数，工艺执行过程中的压力、速度、精度等关键质量数据，以及在制品的流转路径、停留时间等状态信息。实时数据经工业以太网或 5G 网络传输至边缘计算节点和中央控制系统，经清洗、特征提取和关联分析后，以可视化看板呈现给各级管理者，实现生产现场透明化管理与精准掌控。基于这些数据构建的闭环反馈系统是智能制造动态优化核心机制，系统建立数字模型，设定参数正常波动范围和预警阈值。当检测到异常信号，如车间温湿度异常、分板刀具磨损超标、关键尺寸偏离公差带等质量风险时，不仅触发声光报警，还能按预设规则自动调控，如调整设备参数、切换备用刀具等。这种数据驱动的即时干预机制，降低生产中断风险，压缩非计划停机时间。

（三）质量管理的预防性控制与全流程追溯体系

智能制造为质量管理领域带来了革命性的模式创新。通过将大数据分析、机器学习、知识图谱等人工智能技术与质量管理深度融合，企业的质量管理体系正从传统的“事后检验”向“事前预防-过程控制-持续改进”的全新范式转变。在预防性质量控制方面，系统对海量历史质量数据、实时工艺参数、设备状态数据进

行多维度关联分析与特征提取,运用随机森林、神经网络等算法构建质量预测模型。这些模型能识别影响产品关键特性的过程参数及相互作用关系,建立精确质量控制限。当实时监测数据异常或接近控制限时,系统提前 12 - 24 小时发出质量风险预警,并基于知识库推荐最优调整方案,有效预防质量问题。在追溯性管理方面,智能制造采用数字化标识技术为产品赋予唯一身份标识 SN 码,配合 MES 系统记录的全要素生产履历,构建贯穿产品全生命周期的数字孪生^[3]。

三、电力终端智能制造生产管理创新的关键实践

(一) 跨部门协同的深化

智能制造平台通过搭建统一的数据交互架构,打破了设计、采购、生产、物流、售后等部门间的信息壁垒。设计部门在完成电力终端产品的三维模型设计后,模型数据可实时同步至采购部门,采购部门依据模型中的物料清单自动匹配供应商库存与报价信息;生产部门则能提前获取设计参数,制定对应的生产工序与设备调试方案。物流部门通过平台接入生产进度数据,精准规划原材料入库与成品出库的时间节点,避免库存积压或短缺。售后部门在接收到客户反馈的产品运行问题时,可直接调取该产品的设计参数、生产检测记录及物流信息,快速定位问题根源。

这种协同模式优化了资源配置,缩短了交付周期。以国家电网有限公司位于深圳的电力设备智能制造基地为例,该基地 2021 年引入智能制造协同平台后,设计部门与生产部门的图纸传递效率提升 60%,采购部门的物料匹配准确率从 82% 提高至 97%,产品从设计完成到批量交付的周期平均缩短 25 天。同时,各部门基于实时数据调整资源投入,生产设备的有效利用率提升 18%,整体运营成本降低 12%,充分体现了跨部门协同对生产管理效率提升的实际价值^[4]。

(二) 人力资源角色的转变与技能提升

在高度自动化的生产环境中,操作人员的工作内容从传统的重复性组装、搬运等劳动,转向对自动化生产线的实时监控、设备维护及异常处理。例如,以往需要多名工人手动装配的智能电表机芯,如今由机器人完成,操作人员只需通过监控屏幕观察机器人的运行状态,当系统发出零件抓取偏差警报时,及时排查机械臂校准参数或零件定位装置的问题。管理人员的角色则从现场调度转向数据分析与流程优化,通过查看生产数据看板,分析设备停机原因、生产瓶颈环节,制定针对性的改进方案。

企业需调整人力资源策略以适应这种转变。广东某电力终端制造企业 2020 年启动技能提升计划,针对操作人员开设自动化设备维护、传感器数据解读等课程,对管理人员开展数据分析工具应用培训。培训后,该企业操作人员处理设备异常的响应时间从平均 40 分钟缩短至 15 分钟,管理人员制定的生产优化方案实施后,生产线的单位能耗降低 9%。据《中国电力企业管理》2022 年发布的数据,该企业通过人力资源角色调整与技能提升,生产效率较转型前提升 30%,产品不良率下降 22%。

(三) 数据驱动的决策文化

生产管理各环节已形成依赖实时、准确数据进行决策的机制,而非仅凭经验。在生产计划制定阶段,系统会依据历史生产数据、订单需求、设备产能等信息,自动生成多套排产方案,并计算各方案的成本与交付周期,供管理者选择。在质量控制环节,每台电力终端在生产过程中会经过 12 个检测节点,每个节点的检测数据实时上传至系统,当某批次产品的某个参数出现微小波动时,系统会自动预警,管理者可立即调取该批次的原材料数据、设备运行参数进行分析,及时调整生产工艺。

数据可视化、分析工具的应用提升了管理者的洞察力。浙江某电力终端企业 2021 年引入生产数据可视化平台后,管理者通过电脑或移动端即可查看各生产线的实时产量、设备利用率、能耗等指标的动态图表。当某条生产线的能耗突然上升时,平台会自动关联该时段的设备运行日志与原材料配方数据,辅助管理者快速定位原因。据该企业公开数据显示,应用数据工具后,管理者做出生产调整决策的时间从平均 8 小时缩短至 2 小时,因决策失误导致的生产浪费减少 35%,生产计划的达成率从 85% 提升至 96%,实现了更科学、更敏捷的管理决策^[5]。

四、结语

电力终端智能制造模式下的生产管理创新,是电力行业发展至特定阶段的必然抉择,亦是企业增强自身竞争力、顺应市场变化的关键举措。尽管目前已取得一定成效,但仍存在较大发展空间,且有诸多问题亟待解决。未来,企业需持续深入推进创新策略的实施。电力终端制造企业应坚定不移地走智能制造与生产管理创新之路,不断探索实践,以创新驱动发展,为电力行业的转型升级与可持续发展贡献更多力量。相信在各方共同努力下,电力终端智能制造模式将迎来更为辉煌的发展前景,为社会经济发展提供更为稳定、高效的电力支撑。

参考文献

- [1] 杨成玮. A 公司智能制造生产管理体系构建研究 [D]. 吉林大学, 2019.
- [2] 罗卫强, 唐斌, 陈勇军. 智能终端精密外观结构件离散型智能工厂规划 [J]. 机电工程技术, 2022(009): 051.
- [3] 薛源, 臧冀原, 孔德婧, 等. 面向智能制造的产业模式演变与创新应用 [J]. 机械工程学报, 2022, 58(18): 16.
- [4] 盛敏. 中小型制造企业“智慧车间”的设计构思 [J]. 电脑知识与技术, 2020.
- [5] 谢静. 低压配电柜的创新与发展研究 [J]. 轻松学电脑, 2021, 000(011): P.1-2.