

# 基于物联网“无人工厂”的设计与研究

李 强

霍尼韦尔（中国）有限公司 北京 100000

**摘 要：**随着工业4.0时代的掀起，物联网技术已在制造业中凸显出重要地位，以“无人工厂”概念为代表，正引领着制造行业向更高层次的科技化方向发展。文章主要围绕基于物联网的“无人工厂”设计理念以及具体实践展开讨论，以钢铁企业作为实例，探究其实施可行性、技术结构、系统构成及其功能实现，期望对制造业的科技转型有借鉴意义。

**关键词：**物联网；无人工厂；设计分析

## 引言

“无人工厂”作为尖端先进的智能制造体系，通过深度融合传统工业技术和新型信息技术，达到了在生产、经营以及管理层面的全自动以及智慧化。物联网技术成为了构建连通现实世界和虚拟世界的桥梁，它为“无人工厂”的实现带来了强大而有效的科技支撑。本文将从多个层次如设计构想，技术框架，系统构成以及功能实现等角度，对以物联网为基础的“无人工厂”进行细致入微的探讨和研究。

## 一、物联网“无人工厂”的可行性分析

### 1. 钢铁企业运行“无人工厂”的必然性

面对全球化及市场竞争加剧的大环境，以钢铁产业为主导的传统行业正在迎接空前挑战，同时也把握住了转型升级的历史契机。鉴于资源成本逐步攀升、环保标准日益严苛以及消费者需求日趋多样化，钢铁企业亟需探索新的转型道路。“无人工厂”这一智慧制造的巅峰之作，给了它们实现高效益、低能耗、智能化生产的机会<sup>[1]</sup>。

首先，高昂的人力成本无疑是促使钢铁业转型升级的催化剂。物联网技术的引进能自动智能化完成生产环节，大幅度削减对劳动力的过度依赖，进而有效控制人力开支。其次，物联网技术能显著提高生产效率和产品精度。借助实时监控和严谨的数据分析，尽早发现并纠正生产存在的问题，保持生产线正常运作，且优化生产工序，进一步提升产品的稳定性和合格率。再者，物联网技术有助于实现资源的精益化管理，降低能源消耗和污染物排放，满足可持续发展的需求。因此，钢铁企业实施“无人工厂”不仅是应对当下困境的必然选择，更是实现长期发展的唯一途径。物联网技术为钢铁企业的

转型升级提供了坚实的科技支撑，使“无人工厂”的设想从理论变为现实。

### 2. 物联网技术融合构建“无人工厂”

物联网技术的飞速发展，为“无人工厂”的建设奠定了良好的基础。物联网是近距离有线通信和无线通信技术相结合的一种新型物联网，它将生产设备、传感器和控制系统等物理实体紧密地连接在一起，构成了一个巨大的、高度集成的网络。该网络不仅实现了设备间的互联，而且实现了设备间数据的自由流通，为智能化的决策提供了丰富的数据资源。物联网技术是实现“无人工厂”建设的关键。首先，物联网使信息技术和无线通信技术深度融合，形成统一的控制体系；该系统能对生产现场的设备状况、生产进度、环境参数等进行实时采集与处理，为管理人员提供全方位的信息支持<sup>[2]</sup>。其次，物联网将企业的管理、控制和生产运营有机结合起来。采用智能化控制系统，实现了对生产线运行状态的远程监控，及时调整生产计划及工艺参数，保证了生产的稳定高效。

## 二、基于物联网“无人工厂”的技术架构

### 1. 系统层次划分

#### (1) 感知层

感知层作为“无人工厂”系统基石，主导着数据采集的源头工作。此环节采用了多类尖端感知设备，例如远红外传感器、激光探测器、高精度测温仪及测压仪等，分布于生产现场各要害部位，以实时、精确地获取生产过程中各类数据。这些数据涵盖设备运行状况、生产环境参数（如温度、湿度、压力等）、物料流动状况以及产品质量信息等方面。借助这些设备，感知层成功搭建了全方位的数据感知网络，为上层系统提供了丰富且精准

的基础数据支撑。

## (2) 网络层

网络层作为“无人工厂”架构中的信息枢纽，坐落于感知层上方。其职能在于对感知层生成的各类数据进行解析及传输，达成设备间、系统间数据的无缝连接和高速传递。为此，网络层运用了丰富的通信技术与协议，涵盖有线（如以太网、光纤通讯）和无线（如Wi-Fi、Zigbee、LoRa等）两大类，以适应多样化的制造环境及需求。更为重要的是，该层次拥有卓越的数据处理和分发能力，能够实时处理大规模数据，确保迅速且精确地将之传送至平台层，进一步展开深度分析及处理。

## (3) 平台层

平台层作为“无人工厂”体系的中枢环节，负责着数据处理、剖析以及决策制定等关键职能<sup>[3]</sup>。借助于云计算及大数据科技的强大实力，该层次成功地对网络层所搜集到的浩瀚数据进行深入的解析，淘洗出宝贵的情报和规则，这为生产过程提供了权威性的参考依据。平台层不仅能持续监控和统计所有生产数据，而且运用如机器学习及人工智能等先进算法进行精准预测和优化，助管理者作出更加高效明智的决策。更为重要的是，该层提供了集中化的数据接口和API，支援与其他系统或应用的整合和交互运作，从而实现数据共享并充分发挥其价值。

## (4) 应用层

应用层是面向用户的“无人工厂”系统的终端接口，它包括各种功能模块，满足不同用户的实际需要。在生产管理中，应用层实现了生产计划的制定，生产进度的跟踪，资源的调配；在设备监测中，应用层可以对设备的运行状态进行实时显示，对故障信息进行预警，并对设备进行远程维修；在故障诊断中，应用层采用智能算法快速定位故障并分析故障原因；在远程维护中，应用层为技术人员提供了一种基于远程连接的设备诊断与维修的方法。

## 2. 无人工厂设计的关键技术

### (1) 云计算与大数据技术

云计算及大数据技术乃现代数据处理和分析的两大支柱。云计算依靠其按需服务、弹性扩展以及资源共享等特性，对物联网等大型应用场景给予充沛的计算资源与存储空间。借助业务处理迁移至云网络，使用者得以随时随地接触并处理数据，从而大幅削减本地硬件投入及其维护费用。相较之下，大数据技术更为重视海量数据的高效处理及分析，运用诸如分布式计算、数据挖掘、

机器学习等尖端科技，从繁复的数据中提取宝贵的信息和规律，为智能决策和优化调度提供坚实基础。在物联网领域，云计算与大数据技术的协同运作，可实现对大量设备数据的实时处理和分析，为系统智能化管理和优化提供强有力支撑。

### (2) 人工智能技术

人工智能作为当代前沿科技领域一大创新模块，其旨在模仿人类智能活动与决策流程，实现自动化掌控与智能化管理。尤其在物联网领域，人工智能发挥着关键作用，如数据解析、预测性维护及故障诊断等环节。借助机器学习算法以及深度学习模型，系统能够自动识别并分析设备运行状况与性能数据，预判潜在故障并预先开展维护工作。此外，人工智能还能依据实时数据与市场动态，自动调整生产规划与资源配置，从而实现生产过程的智能化管理与优化。

### (3) 5G/4G/WIFI等通信技术

以5G、4G、WIFI为代表的无线通信技术是现代无线通信技术的重要组成部分，为实现物联网数据实时传输与远程监测提供了有力支撑。5G由于具有高速率、低时延、大容量等优点，将为物联网应用提供更高效率、更可靠的通信方案<sup>[4]</sup>。在5G网络环境下，设备可实现高清视频和海量数据的实时传输，满足了远程监控和智能控制等应用需求。另外，4G、WIFI等无线通信技术已经成熟，对物联网的应用也起到了很大的作用。它的应用范围很广，为设备之间的数据通讯提供了方便的途径。

## 三、系统组成与功能实现

### 1. 工厂设备无人值守系统

#### (1) 实时监控

对无人值守设备进行实时监控，是保证连续生产、高效运行的基础。该系统利用在生产线上部署的工业智能网关，利用物联网技术对现场设备或PLC控制器进行实时不间断的采集，包括设备运行状态（在线/离线）、生产模式（工作/停机）、健康（正常/失效）等。这些数据以可视化的界面显示出来，使生产管理人员能够快速掌握整个生产线的整体情况，达到对生产过程透明管理的目的。另外，本系统具有历史数据回溯功能，可对生产趋势进行分析，并对生产过程进行优化。

#### (2) 故障预警

本系统引入高科技故障预报体系，以防备因设备故障引发的生产停滞。一旦设备数据偏离安全范围，或者呈现出反常信号，系统将迅速识别并启动警报程序。此类报警信息会立即通过多途径发布给多级管理员及重

要技术专家,包括微信推送、手机短信、电子邮件等途径。这种迅捷的通信手段保证了故障信息的瞬时传播,使相关人员得以迅速作出反应,落实必要的防护措施,从而有效地规避或降低设备故障对于生产运营的伤害度。另外,系统还具备故障评估标准的自动化设定功能,助力管理员优先处理至关重要的报警,有效提升应急处置效能。

### (3) 远程维护

工厂设备无人值守系统凭借其出色的远程维护性能,有效降低了现场维护成本及难度。技术人员可通过稳定的5G/4G/WiFi或以太网通信接入设备控制系统,进行远程定位、程序上传下载、编程调试等操作<sup>[5]</sup>。这种非接触式维护模式不仅节约了大量人力物力,更避免了因设备停机导致的生产损失。系统支持丰富的远程维护工具,包括远程桌面操控、文件传输以及在线编程环境等,从而为技术人员提供坚实的远程作业支援。另外,该系统还具备详实的操作日志记录和回放功能,方便追溯维护过程,全面提升维护效率与品质。

### (4) 数据安全

随着数据作为关键资产的地位日益突出,其安全保障更显重大。工厂设备无人值守系统从诞生之日起便将数据安全与完整性置于首要考量。该系统实施多网互备策略,以保证数据传输路径的多元性及稳定性,规避因单一网络故障引发的数据传输停滞。同时,系统具备断点续传功能,在数据传输过程中遭遇网络中断,能自动保存传输进度,待网络恢复后继续传输,从而确保数据的完整性与连贯性。

## 2. 智能化管理与决策支持系统

### (1) 数据深度挖掘与分析

首先,利用云计算平台强大的计算与存储能力,对生产过程中的数据进行集中管理与处理;这些数据包括许多方面,如设备操作状况,生产率,材料消耗,质量控制,等等。其次,借助大数据技术,该系统可以快速地对海量数据进行清洗、集成和转化,构建多维度数据分析模型。利用聚类分析、关联规则挖掘、时序分析等先进的分析方法,揭示数据中隐含的规律与规律。如:通过对生产历史数据进行分析,找出设备失效率、人员技术水平等影响生产效率的主要因素。

### (2) 预测生产趋势与优化生产计划

凭借深度挖掘及分析的成果,本系统能为企业提供精确的生产趋势预判。通过建立预测模型,可对未来一定时期内的产能、成本、收益等核心数据进行预测,从

而为企业制定生产计划提供科学依据。在此基础上,系统还能自动优化生产方案。综合考虑市场需求、原材料供应以及设备状况等多重因素,系统将智能化地调整生产顺序、规模和时间,以实现生产效益和资源利用的最大化。举例来说,系统可根据市场需求的突然变动,自动调整生产线配置;或通过优化生产批次,降低生产转换时间和物料消耗。

### (3) 智能决策与自动化控制

智能决策支持系统具有较强的智能化决策能力。该系统集成了线性规划、遗传算法、神经网络等多个决策模型与算法,可根据预先设定的规则与算法,对生产参数及控制策略进行自动调整。该系统能对生产数据进行实时监控,并与预先设定的阈值、规则相匹配。当发现异常状况或者偏离预先设定的目标时,系统会立即启动相应的反应机制,自动调整生产参数或者启动应急处理流程。如当设备失效率超出预定阈值时,可自动调整生产计划或发出维修通知;当产品质量发生变化时,系统能自动调整工艺参数,启动品质检查流程。

## 结论

综上,“无人工厂”,即基于物联网的智能化制造系统,已是现今制造业转型升级的关键手段和重要趋势。该项目的核心在于打造高度自动化与智能化的制造系统,实现无人操作及智能决策支援,其所带来的经济和社会利益不可忽视。预计在未来,随着物联网技术的不断完善和进步,“无人工厂”将广泛应用于各个行业,引领制造业走向新的高峰。然而,也需关注物联网技术应用中的潜在安全隐患以及数据隐私保护等问题,加强相关技术研究和规定的制定,确保物联网技术的稳健发展。

## 参考文献

- [1] 栾峻苇.基于物联网的无人工厂技术探究[J].通讯世界,2019,26(4):260-261.
- [2] 吴越,林垂真.基于物联网的无人工厂技术探究[J].中外企业家,2022(18):1-3.
- [3] 高玉珍.基于物联网“无人工厂”的研究与探索[J].数字技术与应用,2015(10):218.
- [4] 亿利生态大数据有限公司.一种基于物联网的智慧工厂无人巡检装置:CN202220432037.1[P].2023-02-10.
- [5] 眉山天投新材料有限公司.一种基于物联网控制的无人值守智能工厂管控装置:CN202121810233.X[P].2022-02-15.