

基于机械制造过程的追溯管理智能化与产业化研究

贾 冕

中车福伊特传动技术(北京)有限公司 北京 102202

摘 要: 随着后工业化时代的到来,传统机械制造业向智能化、数字化转型的趋势日益明显。其中机械制造环节中的工件追溯智能化是制造业智能化转型中的一个重要环节。零件标识作为追溯载体在传统制造过程中目前仍需依赖大量的人工操作,极易产生标识错漏等问题,严重影响生产效率与企业效益。本文提出一种标识智能管理系统,由工业软件结合硬件设备组成,以二维码打标设备作为硬件设备,以工业级信息管理平台为软件,两者结合实现工件在生产过程中的标识自动生成并且注打,在工序流转过程中通过实时扫描可对工艺状态、尺寸参数等进行过程追溯。通过相关行业与背景分析、市场定位与产业模式论证,综合阐述该产品的技术方案、市场潜力与产业化发展路径。该系统可有效解决人工标识的痛点,提升传统制造业的智能化水平,具备较好的应用价值与市场前景。

关键词: 零件标识;激光打标;追溯管理;智能制造;工业软件

引言:设计思路源于一个生产案例:某厂生产的零件需要经过复杂的加工顺序以及多厂合作加工才能完成,在零件加工过程中对零件的检查、跟踪、转厂、记录都由人工来完成,在一次批量生产中由于人工操作的误差造成工件标识注打错误,使得零件在生产完成后丢失。由于标识信息写错,各生产车间便无法相互核对信息,造成无法对这批零件进行追溯,给工厂带来巨大损失。

目前多数传统工业制造厂对于在制过程中的工件的检查、跟踪、记录均由人工来完成,由于操作人员职业能力差异,在此过程中容易出现错漏,对企业效益造成直接影响。为有效解决上述问题,亟需设计一种智能化系统代替人工来进行标识的编制与注打,并通过线上模式管理工件标识来实现产品的制造过程追溯。

本文以标识智能管理系统为研究对象,围绕技术设计、市场分析与定位、产业化发展、风险管控等方面展开研究。

1 相关技术与行业背景分析

1.1 政策背景

自“十四五”规划实施以来,中央及地方政府围绕智能制造相关产业出台了多项扶持政策。《“十四五”规划》中提出,要深入实施智能制造和绿色制造工程,推动制造业高端化智能化绿色化;深入实施增强制造业核心竞争力和技术改造专项,鼓励企业应用先进适用技术、加强设备更新和新产品规模化应用^[1]。《“十四五”智能制造发展规划》中提到,“十四五”及未来相当长一段时期,推进智能制造,要立足制造本质,紧扣智能特征,以工艺、装备为核心,以数据为基础,依托制造单元、车间、工厂、供应链等载体,构建虚实融合、知

识驱动、动态优化、安全高效、绿色低碳的智能制造系统,推动制造业实现数字化转型、网络化协同、智能化变革^[2]。政府围绕标准规范制定与战略规划落地两大主线,形成了智能制造政策支持体系,为智能制造行业的可持续发展提供了制度保障。

1.2 市场与行业背景

根据中国产业研究院发布的数据,2023年智能制造装备产业规模已超过3.2万亿元^[3]。到2027年,工业领域设备投资规模较2023年增长25%以上,规模以上工业企业数字化研发设计工具普及率、关键工序数控化率分别超过90%、75%,工业大省大市和重点园区规上工业企业数字化改造全覆盖^[4]。可见智能制造业的市场规模不断扩大。然而制造业面临的痛点集中于劳动力成本上升、产品同质化严重、质量管控薄弱、高耗能高污染模式不可持续等。当前行业特征是工业软件行业技术壁垒高、需求个性化强、竞争格局分散,传统手段难以满足过程管理需求,新型一体化解决方案具备显著市场缺口。因此制造业对智能化、数字化转型需求极为迫切。

1.3 技术背景

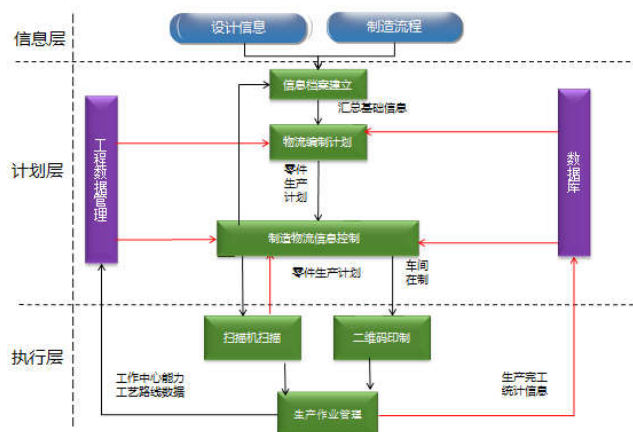
当前市场中的便携式打标设备具备成本低廉,一机多用的特点,小体积的便携式打标设备可实现一机多用,打标的效果好,具有清晰度高、性能稳定、使用寿命长、耗电量小、基本无耗材等优势。便携式打标设备使用更加灵活,手持的操作方式,使得操作装置轻巧而实用,可以保证标识内容无论移动速度快慢都可打印均匀美观,并且操作过程可以手握操作,移动灵活方便。国内工业软件集成能力逐步提升,面向个性化需求场景提供解决方案的能力逐步加强,但存在核心技术缺失、

自主研发能力薄弱、行业实践成果不足、标准体系不完善等问题,国外软件占据高端市场,国产一体化系统具备替代空间。

2 标识智能管理系统设计

2.1 标识智能管理系统结构设计

系统采用硬件终端+软件平台+网络传输三层架构,实现信息层、计划层、执行层协同作业。信息层内建立零件信息档案,汇总基础数据,完成编码的生成;计划层内制定生产计划、物流计划、工艺规程、质量计划,进行工程数据管理与制造信息控制;执行层内通过打标设备完成二维码注打,各工序终端扫描设备采集工序信息,实现生产过程监控与完工统计。硬件终端为一套用于标识电子注打以及扫描读取的设备;应用软件为一个集成制造数据,生成对应标识信息,对零件生产过程监控的管理系统。硬件用来代替人工进行注打标识,应用软件用来对大量零件生产信息进行管理,系统支持工业以太网传输,硬件与软件实时互通。系统架构如下图。



管理系统涉及到自动化生产线以及非自动化生产线生产产品的标识注打类型。自动化生产线由于其使用工业机器人,工控制造仪器较多,故使用工业控制的打标设备能够实现自动化现场的标识注打与追溯管理工作。而对于更多传统制造行业,生产线自动化程度并不高,故人工操作行为更多,则需要手持的打标设备,以便操作更加灵活。使用机械臂打标设备需要事先进行编程控制,才能进行控制。手持式的打标设备由于其使用的灵活性更能运用于普通的制造现场。

系统工作的流程具体为制造指令下发后,在系统中录入工件加工工艺流程信息,质量控制尺寸信息、物流计划等物料信息,并对来料工件生成单独的编码信息,原材料采购入库后,对每一个工件注打二维码标识,工件进入生产工序后,每一个工序的操作者使用扫描设备对工件扫码识别并采集信息后进行加工,完成后在系统

中录入加工信息并向后工序流转,流转过程信息通过以太网传输,实现在系统平台中监控管理,使得工件加工过程的生命周期能够追溯。

2.2 标识智能管理系统的优势

与产品生产无缝衔接的追溯管理系统具有以下优势:

(1) 使用二维码对生产过程中的产品进行识别以及跟踪管理;有效避免制造过程中人工注打错误的痛点,同时使得工业应用软件不单单存在于电脑中,而是与生产一线无缝对接。

(2) 实现产品制造过程中的规范化,明确产品制造过程。

(3) 控制产品制造过程,保证产品制造质量。

(4) 实现产品制造数据收集、分类、管理、分析。

(5) 实现产品数据一体化,为生产及时、准确提供所需数据。

(6) 手持式打标设备加入了无线通讯的功能,与软件实时通讯,更方便快捷。

(7) 避免发生产品标识转移可能出现的问题。

3 市场分析与定位

标识智能管理系统涉及的行业市场包括二维码打标设备、工业软件的研发、生产与销售行业。它具有一些特征,一是技术难度较高,技术是进入行业的关键因素,我国智能制造装备行业年均增速9.1%^[5],工业软件市场规模持续扩大,目前掌握研发工业软件以及物联网开发能力的企业逐渐增多,物联网技术研发的资源更加丰富,市场具备进一步研发的能力。二是市场需求个性化程度较高,产品定位于创新的要求高,与传统制造业规模生产过程不同,软件企业基本上都是单产品定制的过程,当前市场以单一打标设备或纯管理软件为主,软硬一体的智能标识系统存在明显缺口。国内厂商(用友等)侧重管理软件,国外厂商的MES系统成熟但成本高、本土化不足。而且只有那些基础的产品像如系统软件,数据库软件等等才能进入规模化生产,而标识智能管理系统很难进入那个阶段,这就导致了其市场要求个性化,以细分场景、软硬融合、高性价比形成差异化竞争力。三是目前所处市场竞争不激烈,由于技术难度高,而且国内在产品制造过程这一领域内多数还是沿用着传统的手段,很多企业期望有这种产品能够改变制造现状,但并没有完全成熟的产品出现,因此市场潜力巨大。四是受国家政策的影响,我国坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展,这意味着企业必然要逐步向智能化过渡,这为工业智能化管理系统的发展提供了有力支持。

因此标识智能管理系统的定位面向传统机械、航空航天、轨道交通、动力装备等多工序精密制造领域,尤其适用于跨厂区协同加工场景。提供标识生成、注打、追溯、管理一体化解决方案。初期主要作用为提供零件加工标识的统一编码生成、印制以及生产过程中各工序之间的加工监控与跟踪。随着研发与需求地不断上升,硬件部分扫描设备增加图像获取功能,管理系统内以标识为基础集成基于不同产品的采购流程、审核流程、检测流程,研发数据库统计分析功能,为企业提供产品质量分析报告、大数据分析功能,进而拓展至全生命周期管理。

4 产业化与风险

4.1 研发战略

中期(4-6年):主要设计目标集中于硬件设备小型化、集成化,提升打标精度与稳定性;完善管理系统运行能力,提高采集监测灵敏度,提升产品追随管理能力。

长期(6-8年):管理系统拓展图像采集、大数据分析功能,对标国际水平并开拓海外市场。

4.2 定价原则

基于竞争、成本和市场定位等关键要素,“高品质”作为管理系统的定价原则,即工业制造现场的必备型工业系统。致力于技术领先和高性能价格比,定价考虑的因素包括合理的毛利率、逐步扩大销售额、提高市场占有率、大客户积极性,采取竞争定价及规定折扣体系的策略,确定有竞争优势及较大降价空间的定价。

4.3 市场目标

短期目标是在占有全国市场份额12%的基础上,以高于市场平均增长率快速增长,用三年时间占领全国市场份额的30%。中期市场目标是健全和完善全国营销网络,保持销量快速增长,在本期末占领全国同类产品市场35%以上的份额,为下一步进军国际市场做准备。长期市场目标是主导产品占领全国同类产品45%以上的市场份额,确立国内市场主导地位,研究开发新产品,并适时开拓国际市场。

4.4 产业风险

在进入市场初期面临的重大任务是让客户接受工业生产标识智能管理系统,此阶段的主要风险是如何打开市场,主要包括一是客户认可,目前工业制造领域内的产品标识还停留在传统人工注打和管理阶段,即使出现了自动打标设备,但是仍然没有实现线上跟踪管理的模

式,并且由于企业长时间保留的传统打标方式,不能马上做出转变,故要打开客户市场还存在一定的困难。二是市场营销,在市场开拓、建立品牌、建立口碑方面将会付出较大代价;系统要实现落地盈利,最终要创立企业以销售产品。企业内部管理制度和控制体系的形成和完善需要一个过程;建立顾客的忠诚度则需要更长的时间。从长期来看为了快速占领更大的市场,企业会招募更多合伙人,进一步扩大市场,企业也将面临管理上新的挑战。由于产品市场容量、资本规模及增长能力、研发与生产能力有限,同时考虑竞争对手可能做出的反应和市场风险,预计短期内难以达到上市条件,但企业价值的高增长性和广阔的市场前景可能会促使企业采用股权回购和偿付协议的风险资本退出方式,寻求其他企业购买风险投资股份相结合的方式撤出风险投资。此策略的采用,不仅能改变企业股权结构,掌握企业控制权,而且能继续吸收社会投资,以利于持续经营。

5 结束语

本文设计的基于机械制造过程的追溯管理系统,以打标设备与终端扫描为载体、工业管理软件为核心,实现零件标识生成与注打自动化、过程追溯数字化、生产管理智能化,有效解决传统人工标识的效率低、错误率高、追溯性难等痛点。系统适配多场景、多行业制造需求,符合国家智能制造战略,市场潜力显著。

未来,随着产业技术持续的迭代更新,市场不断地加速拓展,笔者认为,该系统将向机械制造全生命周期管理、工业大数据智能分析、跨企业协同追溯等方向全面升级,这将进一步推动制造业向数字化转型,为我国工业软件与智能装备产业的发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]国务院.中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[Z].2021.
- [2]工业和信息化部,国家发展和改革委员会,教育部等.关于印发《“十四五”智能制造发展规划》的通知:工信部联规〔2021〕207号[Z].2021.
- [3]中国产业研究院.2024-2029年中国智能制造装备行业分析及发展报告[R].2024.
- [4]工业和信息化部.《推动工业领域设备更新实施方案》[Z].2024.
- [5]人民日报.“十四五”时期装备制造业销售收入年均增9.1%[N].2026.