

# 智能制造下汽车管路产品工艺装备改进方式研究

薛刚飞<sup>1</sup> 谭佳<sup>2</sup> 曹伟<sup>3</sup> 何博<sup>4</sup>

陕西万方汽车零部件有限公司 陕西 西安 710200

**摘要:**我国制造业走过了机械化、自动化、数字化等发展阶段,已经搭建起完备的制造业体系和基础设施,在全球产业链中具有重要地位,这也让我国具备了实现智能制造的可能性和基础实力。本文对智能制造与工艺水平的关系进行了论述,同时立足于本公司产品特性、工艺能力现状,通过流程再设计,对公司整车管路产品生产工艺流程中钢管管口卡套预装过程进行改进,实现了设备单元智能化改造,提升了产品工艺水平,使这一生产过程具备模块化智能联通、工作、控制、反馈的能力,初步实现了智能化制造。

**关键词:**智能制造;工艺装备改进;工艺水平;卡套预装

## 引言

本文将从全产业链的装备智能化入手,细分公司整车管路产品的工艺系统要素,最终通过工艺流程的优化和设备的智能改进,从而实现产品工艺流程的缩短、加工效率的大幅提升和产品质量的稳定。

### 1 背景

世界制造业经历了四个发展阶段:野蛮制造、标准化制造、精益制造、智能制造。每个阶段都不是孤立存在的,而是依托于一项管理方式,从经验管理、规范管理、精细化管理,再到数字化管理,而智能制造的前提就是数字化管理。不论是德国提出的“工业4.0”、美国的“工业互联网”,还是“中国制造2025”,都被称为是以“技术信息与制造技术深度融合”为主导的第四次工业革命,终将实现制造业向智能化的转型。

智能制造包含智能制造技术和智能制造系统,智能制造系统不仅能够在实践中不断地充实知识库,而且还具有自学习功能,还有搜集与理解环境信息和自身信息,并进行分析判断和规划自身行为的能力。智能制造的核心思想是人造智能系统,人造智能系统有五个典型特征,包括状态感知、实时分析、自主决策、精准执行,最后是学习提升。智能系统始于感知、精于计算、巧于决策、勤于执行、并善于学习。

### 2 智能制造与工艺水平关系

智能制造本身是一个系统概念,以工艺和装备为核心、以数据为基础,具有虚实融合、知识驱动、动态优化、安全高效、绿色低碳的特征<sup>[1]</sup>。工艺系统就是若干硬件的统一集合,包括劳动者、设备、夹具、量具、原材料、半成品以及其它辅助装置等。工艺是指劳动者利用各类生产工具对各种原材料、半成品进行加工或处理,最终使之成为成品的方法与过程。

由于设备生产能力、精度以及工人熟练程度等因素都大不相同,所以对于同一种产品而言,不同时期的工艺水平可能是不同的,因此工艺装备稳定性的保证、设备智能程度的提升、劳动者素养影响因素的持续弱化,是确保产品生产效率及品质的核心因素,而产品整个工艺系统智能制造的程度直接决定了工艺水平的先进性和经济性。

智能制造的本质是利用先进智能制造技术与智能装备进行生产模式再造,其目的是解决原有生产系统中存在的不确定性问题,如质量问题、绿色问题、效率问题、效益问题等,以提升企业的价值创造能力。国务院发布了《中国制造2025》行动纲领,提出“加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展,把智能制造作为两化深度融合的主攻方向”<sup>[2]</sup>。实现由要素驱动向创新驱动转变、实现低成本竞争优势向质量效益竞争优势转变,但不同企业,其企业的行业背景、产品特点、工艺水平(生产工艺、制造流程、员工技能水平和企业管理水平、数据方式及基础)不同,所需要应用的先进智能制造技术与智能装备也不同。

智能制造依托的管理方式是数字化管理,如何把物理实体变成数字虚体,以便指导我们的产品设计、生产线和工厂的设计以及智能化产品研制和产品工艺的设计。数字化管理是企业管理的终极阶段。

我们通过数字化创造智能工具,这些工具反过来帮助人们将物理实体建成模型,这个模型就是数字虚体,当我们把数字虚体嵌入到物理实体中,物理实体就具有智能,从而实现指导我们的产品设计和产品生产。

生产全流程相关业务中,工艺工作处于基础与先导地位。如果说设备是工厂的肌肉,传感器和网络是工厂的神经,那么工艺则是工厂的灵魂。因此,改进工艺工

装、提升系统工艺水平是必须环节。

智能制造与工艺水平的关系，应当是公司工艺水平越高智能制造实施难度越低，实施完成后效果越好。全产业链智能制造的革新，则完全改善工艺水平，使得其管理、产品、服务得到质变式的提升。

### 3 产品特性及分析

#### 3.1 产品类型及特点

公司承制中重型商用车底盘气制动钢管、转向油管类产品，其特点为产品结构简单、形状复杂、品种多、批量少、更改频繁，产品外观质量、内腔清洁度及一致性要求高。

#### 3.2 工艺流程分析及分析方法

产品主要工艺流程：下料—倒角—清理—标识—弯曲—卡套预装—清理—包装，整个工艺过程中下料、弯曲、卡套预装、清理为产品质量过程控制要点，通过5why分析法工具，对标智能制造、智能生产，逐项分析影响工艺水平提升的人、机、料、法、环、工序流，从单元——系统、逐项分析为什么还要存在、可否取消、有什么更好方法，同时结合行业现状、考虑是否具备再改进的能力。

#### 3.3 智能制造在工艺流程过程的方法分析

先进智能制造技术与智能装备是通过集成知识工程、制造软件系统、机器人视觉和机器控制对制造技工的技能和专家知识进行建模，以使智能机器人在没有人工干预的情况下进行生产<sup>[3]</sup>。

使用5why分析法对影响工艺水平中关键因素（设备、控制要素、数据元等）逐项分析，引入现有的先进视觉系统、传感系统、智能控制系统、软件系统进行闭环方式可改进深入分析，形成最终改进方案。

### 4 智能改造改进

通过系统级工艺性分析现有扣压设备具备改进可行性。结合产品生产过程特点、产品特性、车间整体工艺水平，进行有限智能控制单元改进，通过单个工序单元智能改进，最终通过MES或WMS实现全系统智能制造。

4.1 单个工序单元（钢管卡套预装）改进提升分析升级目标、内容（表1）

可以自动实现卡套预装工序的自动预装、检测、产品计数、报警、数据元的收集，自动化延伸后全产品过程中“清理”工序，按工序要素，实现能力一并自动合并设备。

表1

序号	分类	增加内容			
1	传感系统	公斤力传感器	动作计数器	视觉扫描	人机互动界面
2	控制系统	PLC控制系统	私服比例阀	有冷却系统	
3	固件增加	油水分离器	0.7MPa气源	机器人	控制定位工装
4	智能控制	MES或WMS管理系统	软件系统1（数据传输控制）	软件系统2（视觉分析转换）	

#### 4.2 改进效率、质量、成本分析

对比改进前钢管卡套预装设备，设备达到行业先进水平、实现工序工艺水平提升；工序“清理”+“扣压”自动智能合并后，“清理”工序消失，工序过程流转、工序工时均不在产生产品总成生产效率提升30%；

影响产品质量的工序过程要素：产品内腔清理时间、压力，卡套预装公斤力、设备动作时间均100%控制（异常自动报警）；产品压装过程关键特性卡套压装力

（公斤力）误差 $\pm 2\%$ 内；单工序改进效率、质量、成本均大幅提升。

由产品多批次、少批量特点，日生产100余种产品、1~10件/批占比品种数60%，最大200件/批，全面实行本工序或全工序智能化，其过程准备将远远 $>$ 过程制造。结合环境及生产过程要素，对全智能化进行保留，待整体工序流程工艺水平提升、再改进，成本最优。最终改进方案见表2

表2

序号	分类	增加内容			
1	传感系统	公斤力传感器	动作计数器	人机互动界面	人机互动界面
2	控制系统	PLC控制系统	私服比例阀	有冷却系统	/
3	固件增加	油水分离器	0.7MPa气源	限位工装改进	/
4	智能控制	/	/	/	/

### 结束语

智能制造模式下的工业生产装备需要与信息技术和人工智能等技术进行集成与融合,从而使传统生产装备具有感知、学习、分析与执行能力。生产企业在装备智能化转型过程中可以从单机智能化或者单机装备互联形成智能生产线或者智能车间两方面着手。随着大数据、云计算等互联网技术、移动通讯技术以及智能设备的成熟,管理智能化也成为可能。在整个智能制造系统中,企业管理者使用物联网、互联网等实现智能生产的横向集成,再利用移动通讯技术与智能设备实现整个智能生产价值链的数字化集成,从而形成完整的智能管理系统。结合生产模式、产品特点从单机智能装备最终形成

生产线或者智能车间整体实施均可着手。本文通过产品特性、工艺过程能力改进,贴近实际的进行单机智能化改进,未来最终通过互联网、移动通讯技术、公司MES推进及深入逐步实现智能车间,最终实现资料利用率、管理效率、工艺水平的提升,运营成本的降低。

### 参考文献

- [1]董鹏.“十四五”智能制造发展规划解读及趋势研判.[R],赛迪智库产业政策研究所.2020
- [2]国务院.中国制造.2025[R],国发(2015)28号,2015.
- [3]怀特、布恩(D.A.Bourne).智能制造.[J].工业技术,2019.2: 21