

# 冷轧薄板智能车间探究与实践

杜金喜, 胡建强, 王 强, 董子仪

(河钢数字技术股份有限公司承德分公司, 承德 067102)

**摘 要:** 本文通过搭建冷轧薄板车间智能制造平台, 构建基于生产经营全流程的 MES 系统, 基于无人化库区管理的智慧天车系统, 基于生产流程化管控过的产线二级系统, 基于自助计量的进出厂计量和门禁系统, 实现冷轧薄板智能车间生产经营管理体系智能化。

**关键词:** 智慧车间; MES 系统; 无人天车; 无人值守

## Research and Practice of Intelligent Workshop for Cold Rolled Sheet

DU Jinxi, HU Jianqiang, WANG Qiang, DONG Ziyi

(HBIS Digital Co., LTD Chengde Branch, Chengde City, 067102, China)

**Abstract:** In this paper, by building an intelligent manufacturing platform for cold-rolled sheet metal workshop, building an MES system based on the whole production and operation process, a smart crane system based on unmanned reservoir area management, a second-level production line system based on production process control, and a self-metering metering and access control system to achieve intelligent production and operation management system for cold-rolled sheet metal intelligent workshop.

**Key words:** smart workshop; MES system; unmanned crane; unattended

### 1 综述

冷轧薄板智能车间, 依托车间工艺产线的生产装备和工艺条件, 以自动化、无人化、少人化、智慧化为目标, 搭建冷轧薄板车间智能制造平台。平台包括: 构建基于生产经营全流程的 MES 系统, 基于无人化库区管理的智慧天车系统, 基于生产流程化管控过程的产线二级系统, 基于自助计量的进出厂计量和门禁系统。通过数字化和自动化建设, 实现冷轧薄板车间生产经营管理体系智能化。

生产经营全流程的 MES 系统, 盖冷轧产品生产经营活动中的全过程, 实现自动化的生产组织和数据采集、精细的生产控制和物料跟踪以及有序、规范的生产管理, 实现冷轧生产、经营管理的一体管控; 无人化库区管理的智慧天车系统, 集信息化、自动化和智能化于一体, 将库区设备形成一个虚拟作业设备整体, 实现库区生产管理自动化、天车作业无人化、钢卷跟踪全寿命周期化, 达到冷轧库区的物料和设备的智能化、无人化管理, 促进生产物流的稳定和高效; 生产流程化管控过程的产线二级系统系统上传的生产实绩信息, 保障生产实时数据; 自助计量的进出厂计量和门禁系统, 实现进出厂物资无人计量, 消除认为的错误和作弊行为。

### 2 智能制造管理平台 MES 系统

#### 2.1 系统介绍

智能制造管理平台 MES 系统以全工艺流程制造管控为出发点, 涵盖冷轧产品生产经营活动中的全过程, 实现自动化的生产组织和数据采集、精细的生产控制和物料跟踪以及有序、规范的生产管理, 实现冷

轧生产、经营管理的一体管控。系统实施关键点：

- ①MMS(制造管理系统)与 PES（生产执行系统）的分层实施，利于系统扩展；
- ②对产品及其各道加工工序进行一贯质量设计，全面管控及跟踪产品各个生产节点的过程质量；
- ③实现冷轧订单、物料全流程跟踪；
- ④实现自动要料、自动准发、自动合同处理等功能；
- ⑤以 MES 为核心，与无人天车、物流、计量系统一体打造进出厂指挥物流体系与周边 12 个系统的接口。

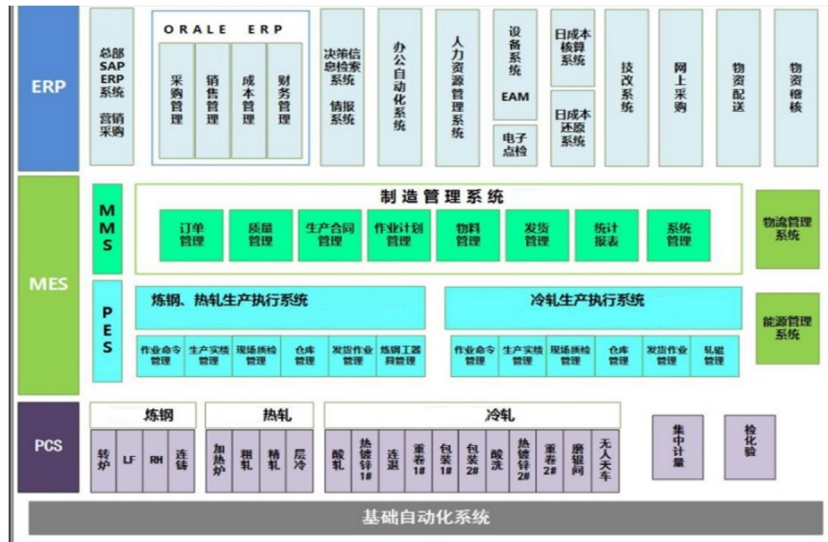


图 1 智能制造管理品台 MES 系统概图

## 2.2 系统功能模块概述

系统功能模块包括：订单管理、生产合同管理、质量管理、作业计划管理、物料管理、仓库管理、发货管理、轧辊管理、工序成本管理、统计报表、系统管理。

主要业务功能流程是接收 ERP 系统下发的订单(或 MES 录入),经过合同设计(质量设计及生产设计)、合同归并、合同计划、生产计划等过程组织生产，并向各 L2（生产过程自动化）系统下达生产指令，生产结束后，收集和处理各 L2（生产过程自动化）系统上传的生产实绩信息，完成物料的入库、综判及发货出库流程。

## 2.3 功能模块介绍

### 2.3.1 订单管理

订单管理支持企业各类产品，如板坯、热轧卷、冷轧板卷等产品的用户期货合同、现货合同、销售预售合同以及生产内部合同的订单接收/录入、订单质量评审、订单变更、订单结案等功能。

### 2.3.2 质量管理

质量管理包含质量工艺管理及产品质量管理，贯穿炼钢、热轧、冷轧等各工序生产组织的全过程，遵循并且强化“集中一贯管理”的管理理念。系统设计时考虑一贯质量管理的原则和按“标准+ $\alpha$ ”组织生产的原则。主要包括产品规范管理、制造规范管理、合同处理、检化验管理、质量判定与处置、质保书管理等功能。

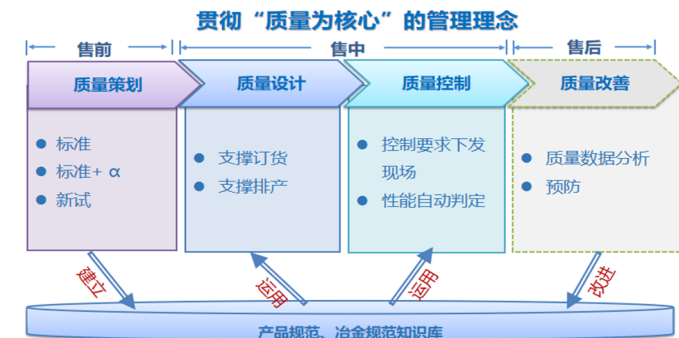


图 2 系统质量管理理念

### 2.3.3 生产合同

在产品规范与冶金规范体系的支持下，为每一份销售订单建立对应的生产质量信息，即实现销售订单向生产合同的转换，其中包含一整套涵盖全过程的质量/生产控制目标数据，从而保证合同的生产可行性，为生产管理实现“按合同组织生产”提供必要的合同资料准备<sup>[1]</sup>。

### 2.3.4 作业计划

根据合同计划确定的品种、数量及工序计划生产时间，在工艺约束条件下，滚动进行工序级的详细排程。作业计划经过编制、调整，形成符合机组作业规程、优化的作业顺序，释放生产后形成作业指令，向过程控制系统、生产厂的操作人员发出明确的含订单“标准 + $\alpha$ ”( $\alpha$ 即用户在标准以外提出的附加技术条件)要求所转换的具体工艺的作业指令，有效地控制现场生产，确保精细化生产、生产任务完成及物流的畅通、库存的合理。分为正常卷计划、过渡卷计划和返修卷计划三种。

### 2.3.5 物料管理

物料管理是 MES 系统的核心基础模块，其主要目的是依据各工序生产实绩，对物料进行动态跟踪与一贯管理，上下游工序之间物料信息完全共享，其整个生产过程中的每一个物料形态及每个物料所发生的事件信息都有完整的记录，所有事件的基本单位都是单个的物料。管理对象涵盖冷轧产线区域所有的在制品和成品，包括热卷、冷卷。实现物料从炉次到成品的全程跟踪及可追溯管理。

### 2.3.6 仓库管理

仓库管理支持对库区、库位动态划分，做到库位属性可配置，提供库位的可识别标识。在此基础上支持与无人天车系统的实时信息交互，实现出库、入库、倒垛、清盘库等业务。MES 系统依据堆垛原则（如产品状态等）、下工序作业计划及发运要求，根据优化堆垛的原则，自动生成吊运作业命令并发送无人天车系统，吊运作业完成后 MES 系统接收无人天车系统反馈的作业实绩，自动更新仓储物流情况。

### 2.3.7 发货管理

实现与物流系统、计量系统、无人天车系统的无缝集成。在冷轧 MES 系统中做发运提单时，就具体到卷号，发运提单在物流系统中匹配车号和预报号，在无人天车系统中司机只需要执行扫描汽车鞍座，无人天车就会自动吊运装车，库管做完发运提单后，后续全程，包括计量复检委托、出厂码单打印、汽车交卡出厂等环节都无法冷轧厂人员干预，真正实现智能物流和无人库区。

### 2.3.8 工序成本管理

工序成本是企业管理的重要内容，体现工序（机台）作业真实成本，可以有力支持企业内部成本控制和成本考核、管理效率的分析、提高对经营决策的支持程度。

### 2.3.9 接口管理

在整体考虑智能制造整体规划方案的基础上，进行系统间的合理功能分担，充分考虑系统与系统间的信息交互，只有在信息交互通畅的情况下，每一个系统才不至于成为信息孤岛，各个“分散”的信息系统才能集成为一个“综合性”系统。

## 3 库区无人管理智慧天车系统

### 3.1 系统介绍

库区无人管理智慧天车系统，集信息化、自动化和智能化于一体，将库区设备形成一个虚拟作业设备整体，实现库区生产管理自动化、天车作业无人化、钢卷跟踪全生命周期化，达到冷轧库区的物料和设备的智能化、无人化管理，促进生产物流的稳定和高效。

系统实现了酸洗成品库区的物料和设备进行智能化管理，采用库区自动化、车辆自动识别、天车智能调度、天车自动吊物、天车无人驾驶、天车运输路径计算、安全防撞等技术手段、有效地将库区设备：车辆、天车、过跨车、障碍物、钢卷、步进梁、打包机等紧密地联系在一起。实现库区生产管理自动化、天车作业无人化、钢卷跟踪全生命周期化，促进智能制造水平的提高。

### 3.2 系统创新功能介绍

- ①开发钢卷垛位堆放优化模型，实现钢卷垛位自动选择；
- ②通过夹钳传感器，电子防摇摆控制技术的应用，实现钢卷自动夹取和落卷；

- ③开发路径规划算法，实现钢卷移动路径的优化选择；
- ④通过激光三维成像扫描技术的应用，结合 MES 系统、物流系统实现汽车运输的自动卸卷和自动装车<sup>[2]</sup>；
- ⑤实现与产线步进梁联动，实现钢卷自动下线和自动上料；
- ⑥解决同跨 2 部以上天车的自动调度和安全防撞问题；
- ⑦设计钢卷运动过程规避障碍物算法，达到无人天车运行安全、路径最短和效率最大化；
- ⑧实现多设备无线通讯技术，解决库区各区域、各设备的实时通讯需求。

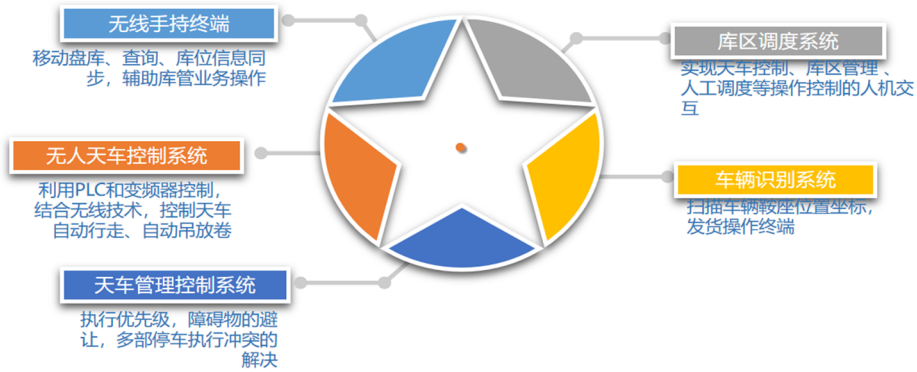


图 3 无人天车功能图

### 3.3 系统核心技术介绍

#### 3.3.1 多部天车动态防撞

采用激光测距方式，设计了天车间运行自动检测和防撞功能，可根据天车运行状态对防撞距离进行动态设定，保证安全的同时，提高天车运行效率<sup>[3]</sup>。

#### 3.3.2 障碍物自动避让

障碍物坐标模型自动计算，规划避让路径；进出打包区设计拐点。规划路径如图 4 所示。

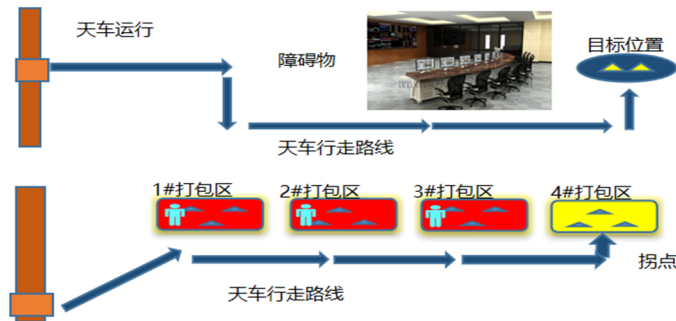


图 4 障碍物自动避让示意图

#### 3.3.3 天车防晃控制

天车运行特性：天车运行耗时较长；高频动作缩短设备使用寿命；摆动降低了安全性。系统通过控制器控制行车速度，保证吊具摆动角度 $\pm 0.5^\circ$ 以内，实现快速稳钩，快速起、放吊。

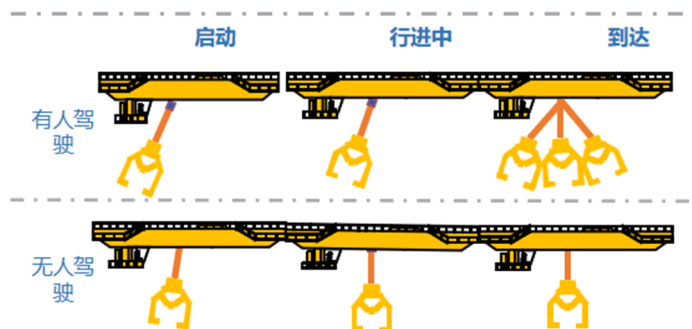


图 5 天车防晃示意图

### 3.3.4 装卸车自动识别

实现司机自助操作，完成天车自动卸车和装卷作业。通过车号识别、车辆鞍座扫描、鞍座定位，实现装卸车自动。

## 4 物流管理无人值守计量系统

物流管理无人值守计量系统,根据 MES 汽车提单进行车辆预报, 在入厂制卡环节将配车信息发送给 MES 系统。进厂车辆检空时, 计量系统将车辆达到信息发送给 MES 系统, 由 MES 系统再发送给无人天车系统。计量系统接收 MES 的装车信息, 在检重完成后, 将计量复检结构反馈给 MES 系统。MES 收到计量复检通过点后, 触发自动出厂动作, 然后将此信息返回物流系统。门岗验证出厂信息与车辆信息是否一致后, 司机交卡出厂。

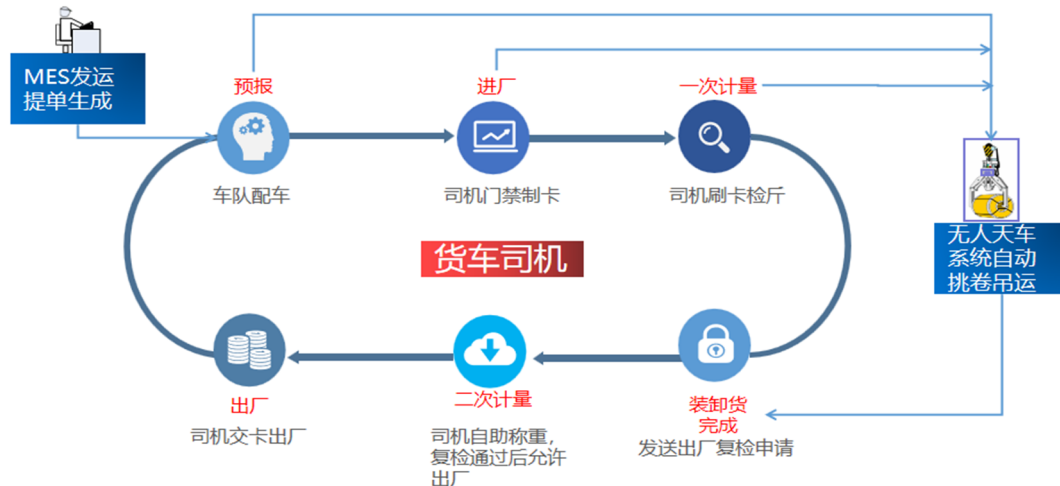


图 6 物流管理无人值守计量系统图

## 5 综述

通过以上系统实现上下连通企业管理平台与现场生产设备, 前后贯通热轧、冷轧工序, 集成企业内部生产环节信息, 实现了“产、销、研、用”一体化的质量一贯制管控模式。

搭建冷轧厂智能制造的网络、视频、数字平台, 建设成功以冷轧 MES 系统、无人天车系统、自助计量系统、物流系统为核心的智能信息化系统, 实现了冷轧厂整个制造体系的垂直整合, 大幅减少产线操作岗位, 优化人力成本, 提高了作业效率, 打造少人、无人的“黑灯工厂”, 实现降本增效。

### 参考文献:

- [1] 孙永武. 企业 ERP 与 MES 系统集成的研究与实现[J]. 硕士电子期刊信息科技专题, 2015(4): 16-17.
- [2] 张灿. 无人天车自动精准定位系统的研究与应用[J]. 中国设备工程, 2018(10): 32-33.
- [3] 张科科. 无人天车自动装卸车系统优化[J]. 电子世界, 2018(7): 66-67.