



中国汽车工程学会

汽车工程图书出版专家委员会 推荐出版

汽车智能制造 典型案例选编 2018

TYPICAL CASES OF
AUTOMOBILE SMART
MANUFACTURING (2018)

中国汽车工程学会 组编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车智能制造典型案例选编 (2018)

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车智能制造典型案例选编: 2018/中国汽车工程学会组编. —北京:
北京理工大学出版社, 2018. 10

ISBN 978-7-5682-6367-2

I. ①汽… II. ①中… III. ①汽车制造厂-智能制造系统-案例-汇编
IV. ①U468. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 218850 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地大彩印有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 20. 75

字 数 / 362 千字

版 次 / 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷

定 价 / 168.00 元

责任编辑 / 张鑫星

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

序 言

近年来以信息技术与制造业深度融合为重要特征的新一轮科技和产业革命正在蓬勃兴起，推动着制造业的生产方式逐步发生深刻的变革。为顺应制造业这一发展趋势，世界上主要发达国家采取了一系列重大举措，希望依靠以智能制造为核心构建新的优势。智能制造是《中国制造 2025》确定的主攻方向，也是推动中国制造业转型升级的关键所在。近几年经过各方面共同努力，在全社会、全行业形成了协同推进智能制造的良好氛围，特别是在 2015 年工信部组织实施的智能制造综合标准化与新模式应用项目起到了很好的推动作用，智能制造标准体系更加完善，新模式推广应用成效显著，智能制造支撑能力进一步增强。另外，由中国汽车工程学会作为发起学会之一的国际智能制造联盟工作近来我也参与其中，目前正在筹备阶段，相信不久我们与国际的合作交流也将得到不断的深化。

汽车产业是展示国家强弱的标志，具有极强的时代特征。当前汽车产业正处于转型升级的关键时刻。汽车产业的低碳化、电动化、智能化、共享化成为新的发展趋势。2018 年进一步的改革开放，包括股比放开和关税下调，汽车产业处于空前激烈的市场竞争中。

本书在这个时候出版恰到好处，相信本书能够为广大主机厂和汽车零部件厂提供一些借鉴和参考，书中不仅包括了近年来国内整车智能化新工厂的建设项目，也包括了零部件和新能源汽车电池智能制造案例。本书收录了去年刚刚投产的华晨宝马新大东工厂项目，工厂生产过程通过大数据的运用，使柔性生产成为可能，据了解，该工厂只需在车身车间及总装车间对设备稍做改造，就能实现纯电动、混动以及传统燃油车的并线生产，这个项目被行业内认为是中德双方在汽车行业智能制造合作典范，非常值得国内厂商学习借鉴。此外，书中还包括国内自主品牌厂商的智能制造方案，比如长安汽车鱼嘴工厂智能制造基地通过柔性夹具切换、信息化质量控制、产线在线监控

等一系列关键技术在冲压、焊装线上的具体应用，长安汽车实现了具有自身特色的智能制造系统上的突破。

汽车产业的发展正在迎接新的技术革命和产业变革，柔性化、智能化和高度集成化是打造汽车企业未来核心竞争力的关键，我们需要在有限的时间内在汽车制造核心技术上有所作为、有所突破，在整个产业链上实现协同创新和合作。同时，我们也要看到我们的汽车产业体量很大，但国际市场的表现并不尽人意，所占的市场份额很小，未来我国汽车品牌想要走出国门必须苦练内功，通过提质增效打造中国制造品牌，而通过智能制造技术对产业进行升级就是实现“两提高、一降低”的途径。

本书凝聚了众多智能制造行业专家的智慧与心血，相信此书会给汽车产业相关从业人员带来启发或借鉴。借此机会，向参与本书撰写的各位专家表示衷心的感谢！感谢在百忙之中不辞辛苦、分享经验与成果。同时也向在编辑出版工作中付出辛劳的所有工作人员表示感谢！

中国汽车工程学会名誉理事长
中国汽车制造装备创新联盟理事长



前言

自 2006 年以来，日本、美国和德国等世界工业化强国相继推出发展先进制造技术的战略规划。2015 年中国政府提出《中国制造 2025》发展战略，这是我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领，其主线是以科技创新为主要驱动力，加快新一代信息技术与制造业的深度融合，主攻方向是智能制造。目前在世界范围内，制造业已成为经济竞争的制高点，而智能制造则是全球制造业发展的主要目标。

经过近几十年的快速发展，我国制造业已建立起门类齐全、独立完整的制造体系，规模跃居世界第一位，成为支撑我国经济社会发展的重要基石和促进世界经济发展的重要力量。尽管如此，我们应该清醒地认识到，我国仍处于工业化进程中，与先进国家相比还有较大差距。总体来说制造业大而不强，自主创新能力弱。具体表现为关键核心技术与高端装备对外依存度高，以企业为主体的制造业创新体系仍不够完善；此外，还存在产业结构不合理，高端装备制造业和生产性服务业发展滞后，特别是制造业信息化水平不高，与工业化融合深度尚不够。这些都是在大力推进制造强国建设的进程中必须着力加以解决的问题。

尽管在国际上对于智能制造并没有十分明确的定义，但无疑人工智能、机器人和数字化制造三大技术为智能制造提供了技术基础，其数字化和网络化的特征已构成新一轮工业革命的核心技术。几年来的实践使我们对智能制造有了更明晰和深刻的认识。中国制造业发展的当务之急是鼓励加快发展智能制造装备和产品，从而推进制造过程的智能化，包括在重点领域试点建设智能工厂/数字化车间，加快人机智能交互、工业机器人、智能物流管理、增材制造等技术和装备在生产过程中的应用，促进制造工艺的仿真优化、数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制。

汽车业是综合性较强的行业，同时也是资金密集和技术密集的行业，所

以一个国家汽车产业的水平可以反映这个国家的综合实力。一直以来汽车行业给予智能制造更多的关注。我国汽车整车生产有完整的标准化生产体系，自动化生产水平非常高，在制造业中智能化水平处于领先。在中国整车及零部件生产企业中，不少企业已经开始实施智能制造，并取得了很不错的效果。智能化工厂的建设基础良好，利用国内外企业提供的软、硬件装备进行系统集成，完成从自动化生产线到数字化车间、甚至数字化工厂的升级或者新建工作。国内整车企业已经 100% 实现了核心工艺自动化。

在大数据、物联网、云技术和机器人等几项技术的支持下，近年来中国汽车行业智能制造的实践表明，一些重点企业，特别是国内多家汽车自助品牌的生产企业在智能制造的不同领域进行了大胆和有益的尝试，他们的积极探索和取得的宝贵经验亟待进行及时总结并进行大力推广。基于此目的，我们特别收集、整理和编辑本书，通过一些企业在汽车智能制造实践中具体的典型案例和技术应用，以期在汽车和机床以及相关行业内得到同行有益的借鉴，同时促进汽车智能制造领域科技工作者的技术交流，共同推动汽车行业智能制造技术的发展。

本书共收集 19 篇文章，分别以汽车智能制造新工厂建设案例、汽车智能化制造工艺案例和汽车智能制造案例与技术应用等几方面进行归纳和分类。其内容涉及智能制造的多种内涵和关键技术，除了智能工厂、智能车间、智能生产线和汽车制造的传统工艺外，还包括智能管理、智能服务和智能物流与供应链及软件等诸多方面。这些典型的案例和技术应用基本反映出目前国内在汽车智能制造领域的水平和现状。

此外，特约稿《新一代智能加工系统——智能工艺中心》一文，以独特的工业视角诠释智能制造，提出一种面向未来的智能加工系统的理论框架和技术构想。同时，结合中国轻量化加工的实际需求和欧洲最新技术动向以及厂商应用案例，探讨新一代轻量化加工设备的技术路线。

希望通过本书的出版，对于在汽车制造企业中的决策者，能够在研究和制定智能制造发展战略，促进科技成果的产业化以及深化互联网在制造领域的应用能够有所帮助；特别是在汽车行业加快推动新一代信息技术与制造技术融合的发展中起到积极的促进作用。

目 录

第一篇 汽车智能制造新工厂建设案例

1. 长安乘用车智能制造基地建设 彭小刚 / 3
2. 长城汽车智能工厂与高端智能装备 臧传福 王 周 张光辉 / 31
3. 华晨宝马智能制造技术与集成应用 刘来超等 / 46
4. 吉利汽车智能制造战略的创新实施 李瑞方 张 喆 石文玲 / 61
5. 宇通客车智能制造实践探索 谢群鹏 李建凯 / 80

第二篇 汽车智能制造信息化案例

1. 4 000 吨高效智能压铸岛及生产管理信息化系统 康运江 高梅香 / 95
2. 智能制造在车身装焊工艺开发和生产中的应用 信振宇 高琳琳 / 106
3. 立足制造本质，打造智能工厂——北京宝沃发动机厂
..... 李奉珠 包树楠 匡 野 / 119
4. VC 虚拟调试——汽车行业中的 VR 丁裕冬 / 158
5. 节能与新能源汽车智能柔性焊接系统解决方案
..... 刘铸斌 彭小刚 刘亚飞 / 168
6. 汽车行业智能制造实现路径与解决方案 万 波 / 181
7. 新松机器人在汽车智能制造中的应用 王金涛 / 198

第三篇 汽车智能制造案例与技术应用

1. 汽车精密阀类部件的智能装配与检测
..... 樊 悦 邓 媞 赵 奇 刘 昆 檀学莹 刘国状 / 211
2. 智能仓储物流系统在离散制造业中的应用
..... 吴 双 杨 骁 武名虎 / 222
3. 自主研发的双离合自动变速器（DCT）装配测试数字化车间
..... 王淑旺 屠庆松 汪 波 王 瑞 / 235
4. 新能源汽车锂电池模组线和 PACK 线智能制造新模式
..... 曹云翔 王明睿 刘振国 金武飞 郭 瑞 谢兵兵 / 253
5. 生产线智能管理系统的开发 樊峻杉 宋 阳 索 强 / 272
6. 高效环保型发动机智能制造技术研究与应用
..... 李小青 刘 成 / 283

特邀稿

1. 新一代智能加工系统——智能工艺中心 吴昊阳 / 303

第一篇

汽车智能制造新工厂 建设案例



长安乘用车智能制造基地建设

重庆长安汽车股份有限公司 彭小刚

一、实施背景与状况

在智能化、“互联网+”的大背景下，汽车产业形态正在发生深刻的变化，互联网、虚拟仿真、柔性化制造等技术的广泛应用，使汽车产业正在被重新定义。长安汽车以智能制造的发展战略为牵引，以智能化工厂、智能化产品、智能新模式、智能化管理等着力点，全面推进智能制造工作，已初步建成以产品全生命周期管理支撑企业战略和业务发展的大型数字化制造企业。

长安汽车智能制造以“大批量个性化定制生产模式”为目标，以数字化、信息化、自动化为智能制造的手段，以产品平台化设计、精益化制造解决大批量定制化效率问题和成本问题。采用“一车、一单、一 BOM（物料清单）、一工艺、一物流、一配送、一装配、一检验”的技术理念，搭建产品代码解析系统，自动解析客户订单为制造代码，指导设备运行、物流配送、人工作业的智能执行。

鱼嘴乘用车基地是长安汽车建设智能化工厂的首次尝试。该工厂建设规划阶段，初步以“自动化信息化融合”“柔性平台化”“智能化产品”为定位，设计建设过程中逐步融入“数字化设计”“虚拟制造仿真”“大数据决策”“机器自适应”等技术。信息化方面全面运用自动化、物联网技术、制造执行平台，将机器、设备、网络系统与先进传感器和穿戴应用服务相连，实现人机交互，由系统进行管理、组织生产。数字化设计方面，运用 PD、PS、Plant 对产品全生命周期中的工艺设计和制造过程进行模拟、验证、优化，使生产过程和制造过程最优、生产状态更稳定。

二、长安智能制造的主要技术路径

1. 数字化

平台体系：建立 TC 数字化制造管理平台，实现主数据（BOP）在工艺开

发（SE、CAE 等），数字化工厂设计，生产制造各阶段的同源共享；采用“虚实双胞胎”的技术路线，推进“数字化工厂与实物工厂的交互控制、等效验证”。

落地情况：已应用在长安汽车冲压、焊接、涂装、整车总装四大专业，优化了汽车工艺规划、人机工程、生产效率。

2. 信息化

系统路线：互联网+融合到全产业链，将客户、主机厂、零部件供应商、4S 店集成，实现全产业链的协同。

数据管理路线：在重庆鱼嘴基地建设长安全球数据中心，逐步建成车联网云、电商云、基础设施云，挖掘应用五国八地研发数据、9 个整车基地和 9 条发动机基地的制造数据、全球客户数据。

业务技术路线：以产品 28 位代码为基础，运用超级 BOM 手段将客户选配订单转换为制造执行代码，指挥生产制造。

制造环节信息化：构建 IT（信息技术）网络集群、工业控制、物联网集群，实现底层工艺设备到企业上层管理系统之间的贯通。业务逻辑植入信息化系统，自动运行，实现制造业务从“人管理”到“系统自动执行”的变革。

3. 自动化

长安汽车从“提升自动化率+全生命周期管理+品牌统一、降成本”三个方向推荐自动化工作落地。搭建设备管理系统，采集关键自动化设备（机器人、NC、压机等）的电流衰减、精度变化等内部数据，通过大数据分析预测维护，提升自动化产线的开动率。

4. 产品平台化

定义长安平台“3+1”模块、整合长安汽车全球研发资源、开展前置前驱模块化平台架构开发。3+1 模块——动力系统：动力系统及机舱实现标准化布置，主要零部件通用化，实现 P3 平台轿车、SUV（运动型多用途汽车）、MPV（多用途汽车）等同平台开发。

底盘系统：按整车属性目标选择系统和硬点，与车身接口实现标准化、系列化。

电气系统：电子电器架构搭建和完善以及智能化开发。

下车体：研究同平台车身架构衍生以及车身结构轻量化设计。

5. 制造平台化

将平台内车型的工艺流程、工艺方法、制造工时、传输定位等制造要素整合，实现平台内车型的通用化设计，从而实现同平台车型在相应的平台基地“0”改造共线生产，工装设备通用化程度提升、生产管理简化、制造成本降低。

三、主要实施内容和措施

1. 工厂级信息化系统

工厂智能制造系统根据业务通用性，分为“工厂级”系统与“车间级”系统，如图 1 所示。

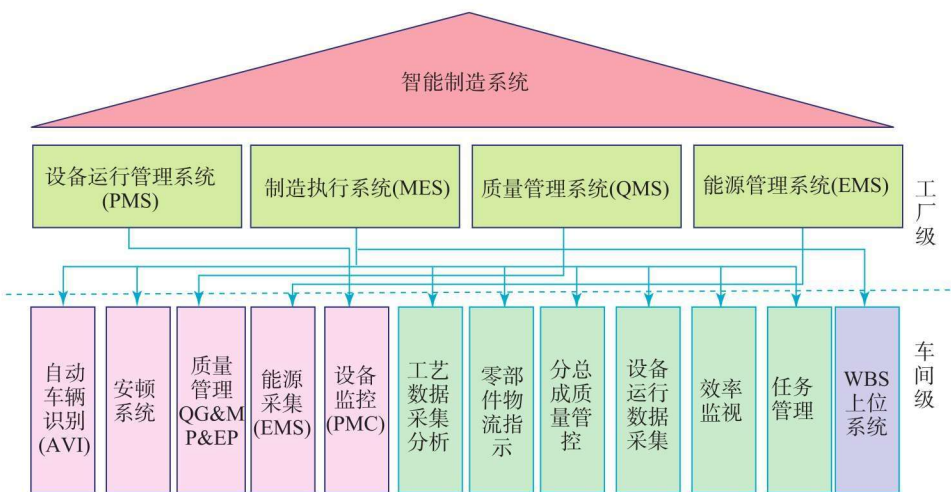


图 1 智能制造系统组成

工厂级，统一建设整车制造四大专业，均涉及“设备运行管理”“制造执行”“质量管理”“能源管理”系统。

设备运行管理系统（PMS）：与企业级设备资产管理系统并行，补足设备技术管理的空白。通过对设备运行状态数据进行分析，自动监控和分析异常，判断故障点，开展预防、预测维护，实现“基于经验的被动维护转变为基于状态的主动维护”；运用 IT 技术、业务管理植入系统，实现系统自决策。以设备关节/部件为核心构建精准维护系统（设备的关节/部件负荷强度不同，应针对性考虑维护内容、维护周期），改变目前以整体设备为核心的粗放式维护模式。采集机器人、NC、电动机等关重设备各关节/部件的电流衰减、精度衰减、转速、轴偏差等核心内部参数，通过大数据趋势分析，提前判断设备运行风险、故障点及出故障时间，进行预测性、精准性维护。

制造执行系统（MES）：工厂层制造执行系统主要实现乘用车基地与股份公司核心业务流程的贯通，与企业级上层系统包括 ERP（企业资源计划）、SRM（供应链管理）、LES（物流执行系统）、Portal 等进行数据交互，实时准确地将生产任务分解下发到各车间，再由各车间级智能制造系统承接，组织

现场执行生产任务。

质量管理系统（QMS）：将生产过程中与质量有关的数据（生产过程质量、全检、抽检区域问题）及时准确录入系统中，实现进货质量管理中控制计划涵盖各风险零部件、杜绝进货质量管理中必检零件（新品）的未检漏入，实现产品生产过程质量数据分析，及时对操作者进行指示，对管理者进行预警。便于质量问题跟踪、追溯、分析达到提升过程质量的目的，提高生产现场管理人员过程质量控制管理水平。质量管理系统业务模型如图 2 所示。

能源管理系统（EMS）：采用数字化智能电表、流量计、水气表等，分别建设设备级、产线级、车间级、能源站级能源监控网络，实时采集四大工艺车间能耗数据，结合动态能源价格，分析用能量、用能形式等，指导能源采购、用能管理、能耗分析，系统性地提高工厂能源利用率，减少能源损耗，提升能源供给的计划性，减少企业能源支出。

2. 冲焊涂总车间级智能制造系统

互联互通：构建 IT 网络集群、工业控制、物联网集群，实现底层工艺设备到企业上层管理系统之间的贯通。

业务集成：将生产、质量、工艺、设备、能源等管理逻辑融入系统、自动运行，实现工艺业务“人管理”到“系统管理”变革。

数据集成：车间底层数据（生产、工艺质量、设备）全采集，实现大数据驱动生产管理。

冲压车间智能制造系统：原冲压车间与整车生产制造信息沟通严重脱节，生产资源占用大，不能满足整车生产高速、柔性、精益化生产需求。冲压车间智能制造系统深入整合核心业务，包括工艺、物流、制造、质量、设备核心业务 30 余项，车间管理 KPI（关键绩效指标）及算法 40 余项，形成了以智能化任务管理、智能排产、物料管理等 15 个核心功能块为主的系统功能构架，如图 3 所示。

冲压智能制造系统主要基于智能传感、智能识别、工业以太网、Scada 等关键技术，引进先进的智能制造技术 Ampla、Citect 平台，将车间高速压机、高速传输设备、端拾器、工装模具、自动化立体仓库、高精度视觉检测设备、自动识别物流盛具等硬件集成为智能“物联网”系统，将智能“物联网”系统与工厂级 MES 管理系统的生产计划与制造信息同步共享，实现以整车生产需求为拉动的智能化冲压生产模式。同时，冲压智能制造系统为车间必要的人工工位提供人机交互界面，将系统指令通过声音、亮灯、HMI（人机接口）等设备下发到工位，实现车间业务自动化管理执行。同时将人工作业数据采集进系统，冲压车间现场业务数据全采集，为管理层提供精确可靠的车间运行数据，支撑数据驱动管理。

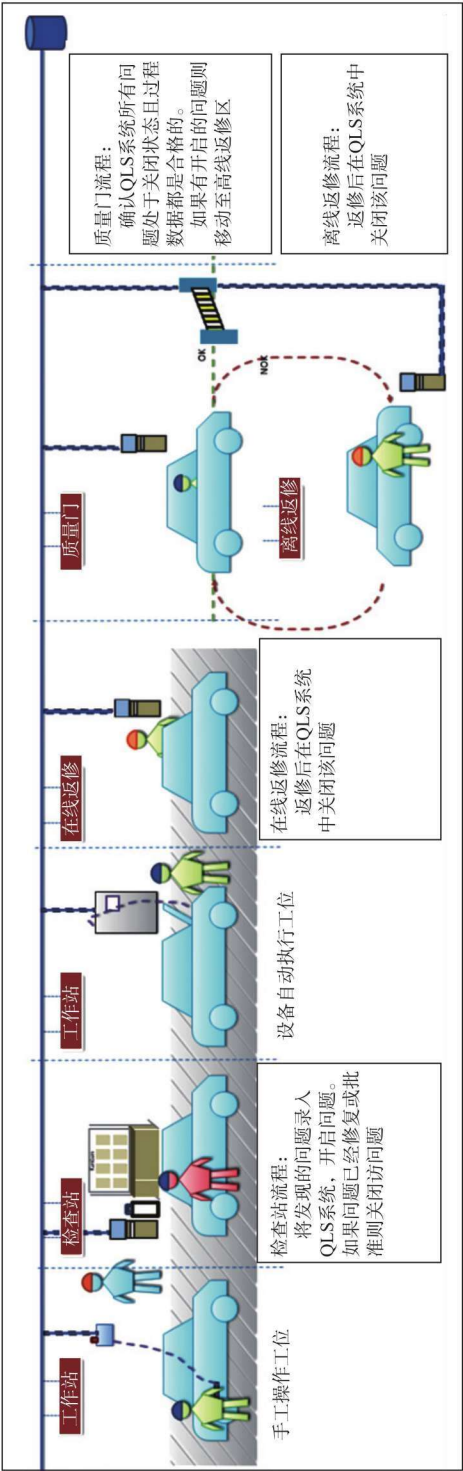


图2 质量管理体系业务模型

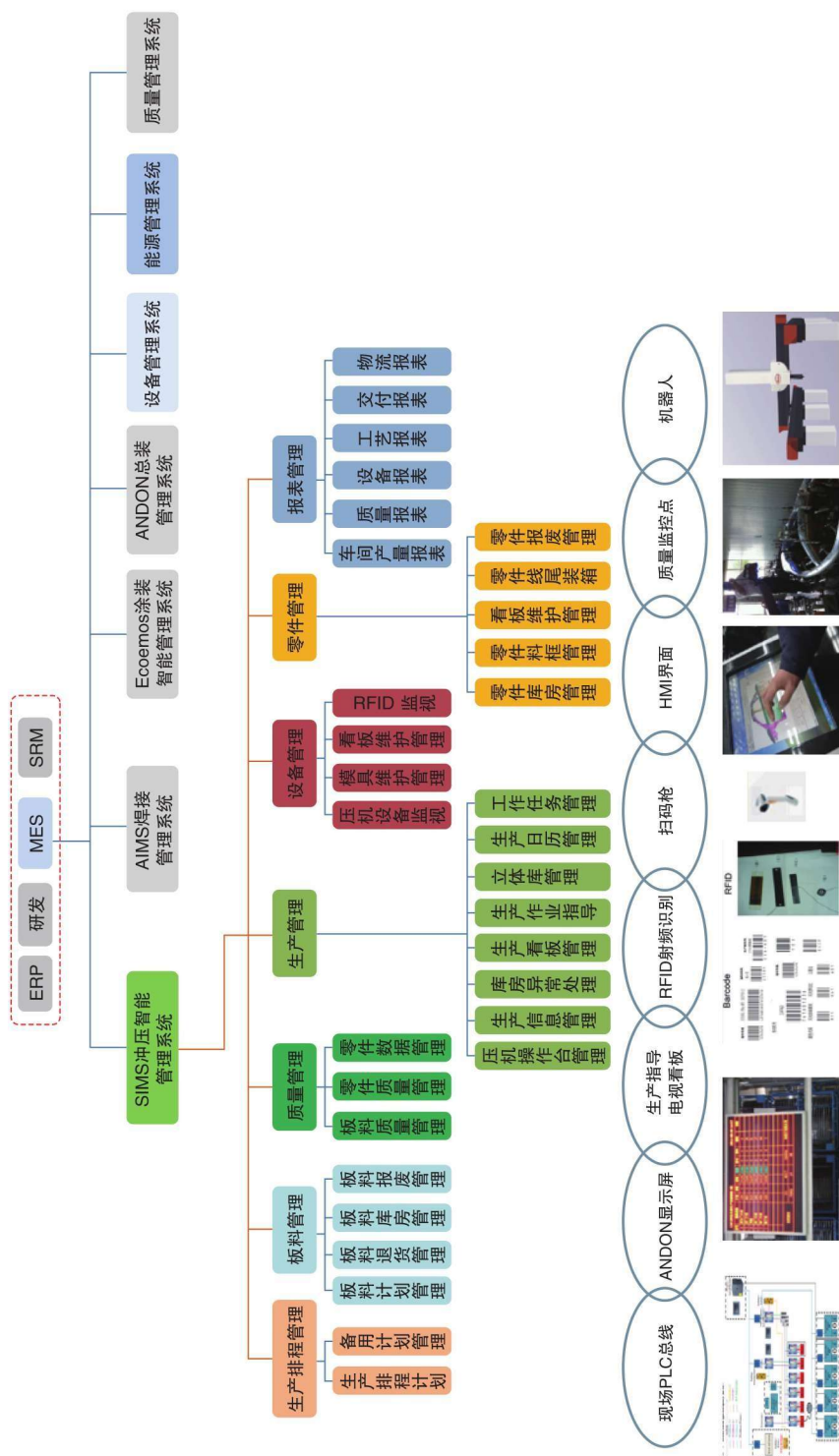


图3 冲压车间SIMS系统功能结构