



# 中华人民共和国新闻出版行业标准

CY/T XX—201X

## 印刷智能工厂参考模型

**Reference model of smart factory of printing**

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

（征求意见稿）

201X – XX – XX 发布

201X – XX – XX 实施

中华人民共和国国家新闻出版署 发布



## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由全国印刷标准化技术委员会（SAC/TC 170）提出并归口。

本标准主要起草单位：杭州科雷智能印刷科技有限责任公司、深圳市裕同包装科技股份有限公司、东莞金杯印刷有限公司、东莞职业技术学院、深圳印智互联信息技术有限公司、中国印刷科学技术研究院、鹤山雅图仕印刷有限公司、深圳职业技术学院、青岛市贤俊龙彩印有限公司、深圳劲嘉集团股份有限公司、平湖英厚机械有限公司、北京盛通印刷股份有限公司、山东鲁信天一印务有限公司、北京黎马敦太平洋包装有限公司、陕西北人印刷机械有限责任公司、浙江新华数码印务有限公司、西安理工大学、北京印刷学院、杭州电子科技大学、河北鑫宏源印刷包装有限责任公司、中荣印刷集团股份有限公司。

本标准主要起草人：项建龙、刘琳琳、赵辉、胡桂绵、曾勇松、杨国伟、王旭红、许云、赵鹏飞、叶壮志、黎博澧、何颂华、庄文躬、徐竞峰、李昂、杨勇、赵公文、蒋崇贞、谢军武、王艺、齐元胜、王强、谢怡雪、李健、李叶红。



# 印刷智能工厂参考模型

## 1 范围

本标准明确了印刷智能工厂的术语、定义和应用范围，定义了印刷智能工厂参考模型的一般要素及体系框架。

本标准适用于印刷企业认识和理解印刷智能工厂的要素、边界、各部分的层级关系和内在联系。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16980.1—1997 工业自动化 车间生产 第1部分：标准化参考模型和确定需求的方法论

## 3 术语和定义

### 3.1

**参考模型** reference model

通过使用图形和文字来描述制造活动和组成部分的一种手段。

[GB/T 16980.1—1997，术语2.2.1]

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

APS 高级计划与排程 (Advanced Planning and Scheduling)

CPS 信息物理系统 (Cyber—Physical Systems)

CRM 客户关系管理 (Customer Relationship Management)

ERP 企业资源计划 (Enterprise Resources Planning)

MES 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

SCM 供应链管理 (Supply Chain Management )

WMS 仓储管理系统 (Warehouse Management System)

## 5 印刷智能工厂的参考模型

### 5.1 参考模型概述

印刷智能工厂参考模型如图1所示。图中表明了印刷智能工厂的一个通用模型，该通用模型由3个维度、8个类、22个域和4个等级内容组成，提供了印刷智能工厂构成、联系和运行的一个框架，适用于印刷生产和服务。

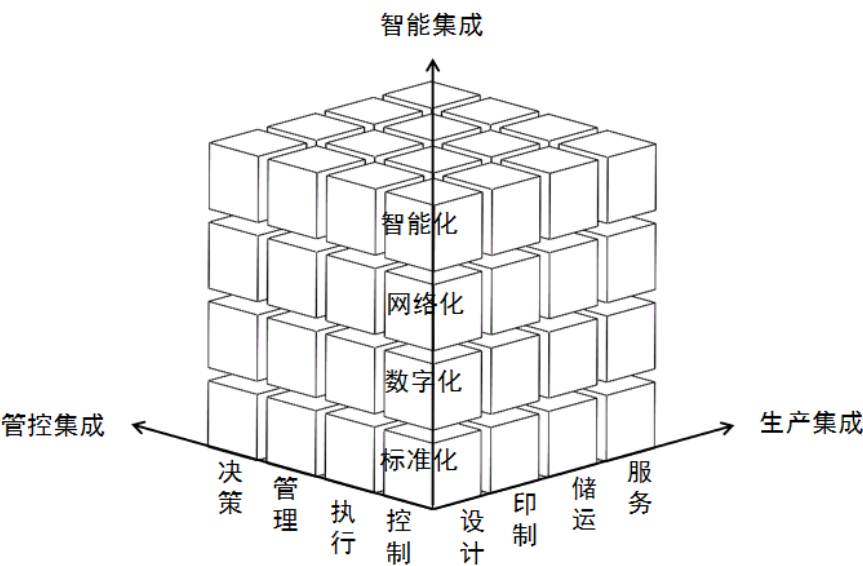


图 1 印刷智能工厂参考模型

其中，印刷品的设计、印制、储运、服务构成面向印刷品全生命周期的生产集成维度；印刷工厂内部的控制、执行、管理、决策构成面向印刷智能工厂的管控集成维度；印刷企业整体的标准化、数字化、网络化、智能化构成了面向印刷企业的智能集成维度。

## 5.2 模型架构

印刷智能工厂参考模型将“生产集成+管控集成”两个核心维度，分为8个类，进一步细化分为22个要素域，每个域对应“智能集成”维度的4个等级，共同构成多维度智能等级矩阵。智能等级矩阵是印刷智能工厂参考模型组成部件的展现，涵盖了参考模型所涉及的核心内容，模型架构与矩阵的关系如图2所示。

“生产集成+管控集成”两个维度是论述印刷智能工厂参考模型的起点，代表了对智能制造本质的理解。类和域是印刷智能工厂关注的核心要素，代表了智能制造核心能力要素的分解。本模型中类和域是“生产集成+管控集成”两个核心维度的展开和深度诠释。其中，域是对类的进一步分解。等级是第三个维度“智能集成”的具体形式，也是类、域在不同维度下的具体表现。印刷智能工厂参考模型对最小级单位的域从标准化、数字化、网络化、智能化四个等级进行场景化描述。



图 2 印刷智能工厂模型架构

5.3 生产集成维度

5.3.1 设计类

5.3.1.1 产品设计

5.3.1.1.1 标准化

基于设计资源开展印刷产品功能、结构、外观（版式，图文信息）、材料、工艺要求等内部协同设计，制定符合生产工艺的设计模版，实现设计规范化。

5.3.1.1.2 数字化

基于数字化设计工具，构建集成产品设计信息和制造信息的产品模型，进行关键环节的设计仿真与优化，实现产品设计与工艺设计的并行协同。

5.3.1.1.3 网络化

基于网络化平台和分布知识库开展众包设计、异地协同设计，实现便捷化、垂直化、专业化、个性化的产品全生命周期设计。

5.3.1.1.4 智能化

基于大数据、知识库和智能设计系统完成产品设计云服务，实现多领域、多区域、跨平台的产品最优设计及全面协同。

5.3.1.2 工艺设计

5.3.1.2.1 标准化

基于标准作业流程和规范，实现印制工艺设计和生产规划的内部协同。

#### 5.3.1.2.2 数字化

基于数字设计平台进行印制工艺设计及关键环节仿真与优化,实现工艺设计与产品设计间的信息交互、并行协同。

#### 5.3.1.2.3 网络化

基于知识库的印制工艺设计与仿真,实现工艺设计与制造资源的协同,提高工艺设计的精确性和敏捷性。

#### 5.3.1.2.4 智能化

基于知识库的自主设计和工艺创新推理,实现统一印制作业定义格式的设计、制造、检验、运维等业务协同。

### 5.3.2 印制类

#### 5.3.2.1 物料采购

##### 5.3.2.1.1 标准化

基于标准流程,规范采购业务,实现供应商管理、比价采购、合同管理等企业级采购管理和数据共享。

##### 5.3.2.1.2 数字化

基于流程导向的采购策略和工具,通过采购信息管理系统与生产、仓储、财务管理系统的集成,实现计划、物流、库存的数据同步。

##### 5.3.2.1.3 网络化

基于内外部数据集成和便捷在线工具,实现采购与供应、销售过程协同,与供应链企业合作实现数据共享和预测性供给。

##### 5.3.2.1.4 智能化

基于数据模型获取产业趋势,通过采购和仓储的精确管控、科学评估、分析决策,实现实时制定采购计划、自动执行相似任务。

#### 5.3.2.2 计划与调度

##### 5.3.2.2.1 标准化

基于标准计划流程和标准工时数据库,从销售订单生成主生产计划及调度方案,调整物料需求计划 and 生产计划,控制各环节完工时间。

##### 5.3.2.2.2 数字化

基于信息系统的订单或工单数据,自动分解作业任务,下达到相应机台,结合机台运行状态,形成可视化、可预计的生产计划。

##### 5.3.2.2.3 网络化



基于实时的生产进程掌控和全面的产能负荷分析，通过可视化动态看板和反馈机制，设立生产异常预警，提前干预异常现象；建立柔性生产调动，提升生产协同力。

#### 5.3.2.2.4 智能化

基于生产过程的实时监控和联动生产数据预测，建立工艺顺序、物料资源、工作时间等约束条件下的生产调度模型，通过最优时间路径和最佳产线配置，实现产能平衡。

#### 5.3.2.3 生产作业

##### 5.3.2.3.1 标准化

基于标准作业流程和质量规范，完成印制各工序生产。

##### 5.3.2.3.2 数字化

基于数字化设备、柔性生产线、现场控制系统等，采用信息化技术手段将作业信息传送到生产执行单元，采集生产作业数据，完成印制作业。

##### 5.3.2.3.3 网络化

基于资源管理、计划与调度、生产作业、仓储、物流业务集成，采集生产过程实时数据，提供实时制造过程的数据分析，控制与优化印制作业。

##### 5.3.2.3.4 智能化

基于技术深度融合，监控生产作业过程，自动预警，修正异常，实现生产作业的自感知、自学习、自决策、自执行、自适应。

#### 5.3.2.4 质量控制

##### 5.3.2.4.1 标准化

基于印品质量标准和流程规范，实现印制生产质量的可控性和稳定性。

##### 5.3.2.4.2 数字化

基于印品质量控制体系，采用质量检测设备和信息技术手段进行质量检验，完成对检验数据的获取、统计、分析。

##### 5.3.2.4.3 网络化

基于动态闭环印制质量反馈控制，实现印制作业、质量检测集成，通过质量数据分析和数据模型，完成对印制作业的预判预警和生产参数自动调整。

##### 5.3.2.4.4 智能化

基于印品质量知识库、数据模型、检测数据，分析预测产品质量，通过数据挖掘和推理机制，主动提供质量控制和提升的综合解决方案。

#### 5.3.2.5 安全与环保

##### 5.3.2.5.1 标准化

基于标准化操作，进行印制过程风险、隐患、应急等安全管理及废气、废液、固废排放等环保管理，实现对超标及时预警，确保生产安全、环保。

#### 5.3.2.5.2 数字化

基于安全培训、生产隐患、应急方案等安全信息化管理，对印制流程各环节进行监测统计，实现从清洁生产到末端治理的全过程管控。

#### 5.3.2.5.3 网络化

基于印制生产现场的多源信息融合，建立安全环保生产模型，实现监控数据与生产数据、设备数据的集成，生成环保印制优化方案。

#### 5.3.2.5.4 智能化

基于实时的监测数据，预测印制生产环境情况，应用知识库、作业分析与决策、预防性治理，实现一体化的安全作业与风险管控。

### 5.3.3 储运类

#### 5.3.3.1 仓储与运输

##### 5.3.3.1.1 标准化

基于标准储运流程，实现对原材料、版具、在制品、半成品、成品的库存、运输、盘点的规范化管理。

##### 5.3.3.1.2 数字化

基于仓储信息管理系统和自动化设备，实现对原材料、版具、在制品、半成品、成品的数字化标识与管理。

##### 5.3.3.1.3 网络化

基于仓储配送与计划调度、生产作业以及企业资源管理等业务的集成，与自动化仓储、搬运设备连接，实现物料的自动储运。

##### 5.3.3.1.4 智能化

基于印制生产过程的数据监控，建立仓储模型，根据产品需求和工单变化，协调储运过程，实现与印制过程协同的最优库存和即时供货。

#### 5.3.3.2 物流管理

##### 5.3.3.2.1 标准化

基于标准物流流程，实现计划调度、分拣配送、信息跟踪和运力资源的规范化管理。

##### 5.3.3.2.2 数字化

基于物流管理系统和数字化标识技术，实现成品分拣、出库、运输、交付的信息管理。

##### 5.3.3.2.3 网络化

基于物流资源的互联与交互，实现企业物流应用环境中的跨业务组织之间的协同。

#### 5.3.3.2.4 智能化

基于物流知识模型和产品的实时位置和状态信息，建立物流过程虚拟映射，实现成品智能分拣、配送路径的最优化和物流资源的最优配置。

### 5.3.4 服务类

#### 5.3.4.1 销售管理

##### 5.3.4.1.1 标准化

基于标准业务流程，实现对销售方案分析、销售计划执行和控制的全过程规范化管理。

##### 5.3.4.1.2 数字化

基于业务信息化系统，实现对销售计划制定、执行过程的监督控制、评估、修订的信息化管理。

##### 5.3.4.1.3 网络化

基于电子商务平台，及时获取客户需求，通过销售和生产、仓储业务的集成管理，实现客户渠道拓展、拉动式生产。

##### 5.3.4.1.4 智能化

基于电子商务平台的大数据分析，建立销售预测模型，制定更为准确的销售计划，根据需求预测和实时数据自动调整生产、采购和物流计划。

#### 5.3.4.2 客户服务

##### 5.3.4.2.1 标准化

基于标准化服务流程和制度，建立专业服务队伍，实现客户服务的规范化管理。

##### 5.3.4.2.2 数字化

基于客户信息管理系统，采集、分析客户需求，实现以客户为中心的服务信息化管理。

##### 5.3.4.2.3 网络化

基于云平台搭建客户管理系统，有效获取客户需求信息，实现面向客户的个性化服务和精细化管理，提升服务质量，实现客户价值管理。

##### 5.3.4.2.4 智能化

基于大数据分析，预测客户个性化需求，主动提供增值服务、衍生服务，拓展印刷生产服务价值链。

#### 5.3.4.3 产品服务

##### 5.3.4.3.1 标准化

基于产品标准服务流程，通过专业服务团队为用户提供规范的售前、售中、售后服务。

##### 5.3.4.3.2 数字化

基于数字化标识技术和信息化管理系统，通过与其他系统的集成，实现产品服务信息反馈。

#### 5.3.4.3.3 网络化

基于远程运维服务平台，提供需求反馈、在线检测、故障预警、预测性维护、运行优化、远程升级服务。

#### 5.3.4.3.4 智能化

基于物联网技术、增强现实/虚拟现实技术、云计算、大数据分析、人工智能等先进技术，实现产品全生命周期服务。

### 5.4 管控集成维度

#### 5.4.1 控制类

##### 5.4.1.1 设备控制

###### 5.4.1.1.1 标准化

基于标准流程的设备管理，建立规范的设备采购、验收、培训、操作、维保、处置管理体系。

###### 5.4.1.1.2 数字化

基于设备信息化管理系统，对设备的各种信息进行数据管理，实现设备运行参数、生产统计、故障监控、环境监测、视频监控的全生命周期管理。

###### 5.4.1.1.3 网络化

基于设备联网系统，建立设备运行模型，实现远程作业下达、参数预置、实时监控、数据备份、维护保养、诊断排障、权限管理。

###### 5.4.1.1.4 智能化

基于人工智能、智能监测、自我学习等技术，通过感知功能、思维与判断功能、执行功能，实现异构设备的情境感知、任务迁移、智能协作和多通道交互。

##### 5.4.1.2 通信控制

###### 5.4.1.2.1 标准化

基于标准通信的规范化管理，实现工业环境的网络组件和通信的标准化。

###### 5.4.1.2.2 数字化

基于信息化手段，实现设备、信息化系统的信息采集与通讯。

###### 5.4.1.2.3 网络化

基于数据接口及通信协议，通过局域网或工业互联网，实现人、设备、信息化系统之间的信息交互。

###### 5.4.1.2.4 智能化

基于新一代信息通信技术和人工智能技术，通过生产加工系统、信息化系统融为一体，形成联动，实现印刷制造过程的智能化。

##### 5.4.1.3 系统控制

#### 5.4.1.3.1 标准化

基于标准化的中央控制系统，实现生产任务下发、作业执行、现场监控的规范化。

#### 5.4.1.3.2 数字化

基于数字化的控制系统，通过印刷制造系统的人、设备、物料等资源的信息采集和管理，实现生产过程的数字化、可视化。

#### 5.4.1.3.3 网络化

基于生产设备、信息管理系统等互联互通，通过生产过程的动态管理、远程管控，实现生产与经营的无缝集成。

#### 5.4.1.3.4 智能化

基于企业生产系统模型，结合大数据分析，实现印刷生产全过程、全产业链的资源配置优化和智能化协同。

### 5.4.2 执行类

#### 5.4.2.1 制造执行系统

##### 5.4.2.1.1 标准化

基于业务和生产流程的标准化，建立完善的生产管理制度。

##### 5.4.2.1.2 数字化

基于信息化管理系统，采集生产数据信息和设备状态信息，通过人员、物料、设备、能源、版具的资源数字化，生产计划、作业、质量的管理数字化，实现生产过程透明化、可视化。

##### 5.4.2.1.3 网络化

基于物联网及工业互联网平台，对生产过程数据进行实时采集、分析，通过与上层业务计划层和底层过程控制层的物流、信息流的交互，实现人、设备、信息系统之间的协同。

##### 5.4.2.1.4 智能化

基于大数据分析进行智能决策，通过对制造过程的实时事件及时响应和处理，指导生产过程，实现自适应管理。

### 5.4.3 管理类

#### 5.4.3.1 系统集成管理

##### 5.4.3.1.1 标准化

基于标准化系统集成平台和规范化的设备通信接口，实现数据库、软硬件、云服务技术等不同系统接口协议的标准化。

##### 5.4.3.1.2 数字化

基于设备和信息管理系统的数字化技术，实现硬件系统和软件系统之间的集成和应用。

#### 5.4.3.1.3 网络化

基于网络通信技术，统筹管理与系统集成相关的设备和应用，实现企业的数据共享，缩短信息流通的时间。

#### 5.4.3.1.4 智能化

基于大数据分析，通过不同业务模块的相关活动自动触发，实现各业务系统和上下游相关方的信息互通、资源共享、协同运作。

### 5.4.3.2 信息管理

#### 5.4.3.2.1 标准化

基于业务规则、业务流程、生产过程等环节标准化，构建企业的生产、运营的管理规范化。

#### 5.4.3.2.2 数字化

基于信息管理系统的应用，实现对产品管理、业务流程、生产过程管控的数字化。

#### 5.4.3.2.3 网络化

基于信息终端连接与集成，打通各个管理系统的信息孤岛，建立网络信息安全机制，实现异构系统的信息交互，满足多用户并发操作。

#### 5.4.3.2.4 智能化

基于业务规则、信息挖掘和反馈体系，及时感知条件变化，主动触发相关工作流，并进行自我适应与调整，实现信息化和工业化融合。

### 5.4.4 决策类

#### 5.4.4.1 数据管理与建模

##### 5.4.4.1.1 标准化

基于标准化数据的规范管理，建立规范化的数据库存储、管理和调用，实现数据的有效性、可用性、完整性、合规性以及安全性进行全面管理。

##### 5.4.4.1.2 数字化

基于信息化管理手段，对各种业务进行数据分析加速处理，实现各种数据的快速访问与计算。

##### 5.4.4.1.3 网络化

基于企业云平台，结合业务场景和数据场景，通过各数据系统间的网络化集成与传递，实现数据在不同系统之间的无缝传输。

##### 5.4.4.1.4 智能化

基于CPS、大数据分析技术等，构建多功能数据模型，建立数据治理政策和程序，实现业务流程优化和数据商业化应用。

#### 5.4.4.2 数据挖掘与分析

#### 5.4.4.2.1 标准化

基于标准化印刷流程，通过企业数据标准化、数据库的规范化集成与应用，实现不同层级的数据分析。

#### 5.4.4.2.2 数字化

基于数据挖掘分析软件和信息化处理手段，通过可视化图表，挖掘、整合、分析生产过程实时信息，预测未知错误和潜在问题。

#### 5.4.4.2.3 网络化

基于实时数据采集系统与数据仓库，通过异构系统、不同数据库间的交互，实现企业不同部门间和企业内外部数据的交互和解析。

#### 5.4.4.2.4 智能化

基于数据连接、过程分析、行为分析、管理语义分析等大数据挖掘技术，实时捕获数据，制定数据生命周期的管理策略、完善的备份和恢复策略，发挥数据价值。

### 5.4.4.3 认知决策

#### 5.4.4.3.1 标准化

基于标准的决策流程和规范的指标体系，对产生的产品技术数据、生产经营数据、设备运维数据、销售服务数据等，进行收集、过滤、分析，为各级决策者提供科学的决策信息。

#### 5.4.4.3.2 数字化

基于无线通信、传感技术、总线通信等信息技术，通过汇聚ERP、MES、PLM、SRM等信息系统的信息，协助决策者认知、判断、决策。

#### 5.4.4.3.3 网络化

基于企业决策平台和数据深度加工，对生产全过程数据、管理运营数据、商业管理数据进行集成，实现从数据到信息、从信息到知识、从知识到决策的转化。

#### 5.4.4.3.4 智能化

基于大数据分析进行生产决策，建立智能决策系统和应用知识模型，对各种信息进行判断、分析等处理，实现企业运营、管理和决策的智能化。

### 5.4.4.4 协同制造

#### 5.4.4.4.1 标准化

基于企业标准化流程，建立业务协同规范，实现资源、信息、技术等要素的协同。

#### 5.4.4.4.2 数字化

基于信息化管理手段，建立全生产链协同共享的产品溯源体系，实现企业间涵盖产品生产制造与运维服务等环节的信息溯源服务。

#### 5.4.4.4.3 网络化

基于网络化制造资源协同平台，通过企业间研发系统、设计系统、生产系统、服务系统的协同与创新资源、设计能力的集成和对接，实现企业资源与供应链统一的柔性协调和管控。

#### 5.4.4.4 智能化

基于敏捷制造、协同商务、智能制造、云制造等，通过企业间、部门间创新资源、设计能力、生产能力等的共享，实现产业链各环节的并行组织和协同优化。

## 6 模型应用

### 6.1 整体模型应用

整体模型应用是指印刷企业通过改进某些关键域集合，递进式提升智能工厂的建设水平。

整体模型主要面向大中型企业，用于衡量企业智能制造的综合能力，兼顾生产集成和管控集成两个维度。在模型中，将企业智能制造能力划分为4个等级，等级越高智能制造能力越强。本参考模型中，企业智能制造水平是由低到高逐步递进，较高等级以较低等级为基础，兼容较低等级，不宜越级发展。

### 6.2 单项能力模型应用

单项能力模型应用是指印刷企业能够针对其选定的某一类关键域逐步改进、递进提升智能工厂的建设水平。

单项能力模型主要面向中小型企业或者只在生产或管控的某些环节有智能化提升需求的企业，用于衡量企业在生产或管控的某一关键业务环节的智能化能力，侧重生产维或管控维的实施。模型中，将生产或管控环节的智能制造能力分为4级，等级越高智能制造能力越强。选择一个类进行建设，按照等级递进提升。

### 6.3 应用场景

印刷智能工厂参考模型可用于诊断评估、统计分析以及改进提升，供印刷生产企业、产业主管部门、解决方案提供商、第三方机构等四类主体使用。适用于出版物印刷企业、包装/标签印刷企业、商业印刷企业等不同类型的印刷企业。各场景应用具体如下：

诊断评估包括如下两项内容：

- 与模型要求对标，判断智能制造当前水平；
- 与智能等级描述的内容进行比较，了解并分析差距，发现问题，可与自身、同类型、同规模的情况进行比较分析。

统计分析包括如下两项内容：

- 形成量化数据，掌握区域或行业智能制造整体现状；
- 形成关键指数，了解重要指标的实现情况。

改进提升包括如下四项内容：

- 明确未来发展方向，设计智能制造战略目标以及行动规划；
- 掌握实施方法，提升自身能力；
- 因企施策，选择适宜的解决方案和服务；
- 根据自身规模、目标和规划，采用不同的实施模式。



## 参 考 文 献

- [1] 智能制造能力成熟度白皮书 1.0[R], 中国电子技术标准化研究院, 2016
  - [2] 《2016 年智能制造试点示范项目要素条件》, 工业和信息化部, 2016.
  - [3] 《国家智能制造标准体系建设指南》, 工业和信息化部、国家标准化管理委员会, 2018.
  - [4] [www.sei.cmu.edu/cmmi](http://www.sei.cmu.edu/cmmi) , 卡内基梅隆大学软件工程研究所 ( SEI ), 2016.
  - [5] 《智能电网成熟度模型 (Smart Grid Maturity Model)》, NWPPS E&O Conference, IBM, 2009.
  - [6] 《工业 4.0 时代——如何在第四次工业革命中成功》, 罗兰贝格, 2014.
  - [7] Yan Lu, KC Morris, Simon Frechette, 《Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems》, 美国国家标准化研究所 (NIST) 工程实验室, 2016.
  - [8] Lindner, T&W, Manfred. INDUSTRIE 4.0 READINESS[R]. Frankfurt: VDMA' s IMPULS—Stiftung, 2015.
  - [9] 战德臣, 程臻, 赵曦滨, 聂兰顺, 徐晓飞, 《制造服务及其成熟度模型》, 计算机集成制造系统, 2012.
  - [10] The OSD Manufacturing Technology Program, the Joint Service/Industry MRL Working Group. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook. 2012
-