

2018国家智能制造论坛

智能制造评价方法及其在浙江的实践

报告人：卢建刚

**浙江省经济和信息化委员会
浙江省技术创新服务中心
浙 江 大 学**

2018年09月26日

研究背景

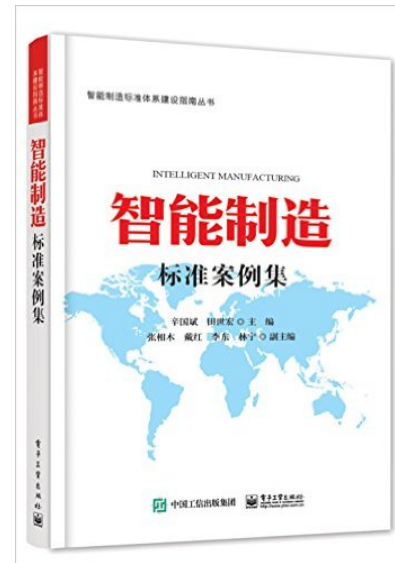
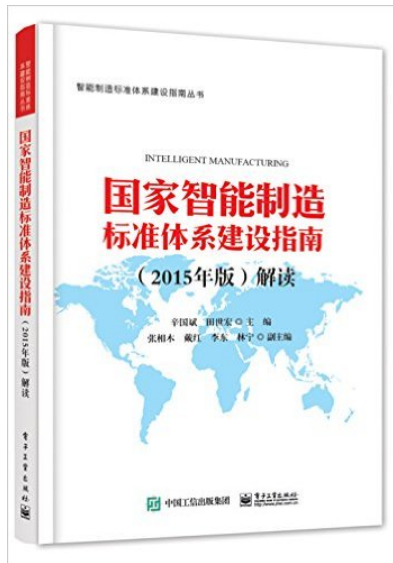
智能制造是基于物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术，贯穿于设计、生产、管理、服务等产品全生命周期，具有自感知、自适应、自决策、自执行等功能的新制造模式。

当前，我国制造业尚处于机械化、电气化、自动化、信息化并存，不同地区、不同行业、不同企业发展不平衡的阶段。浙江省也面临着工业2.0、工业3.0“补课”，又要在工业4.0“加课”的双重任务。

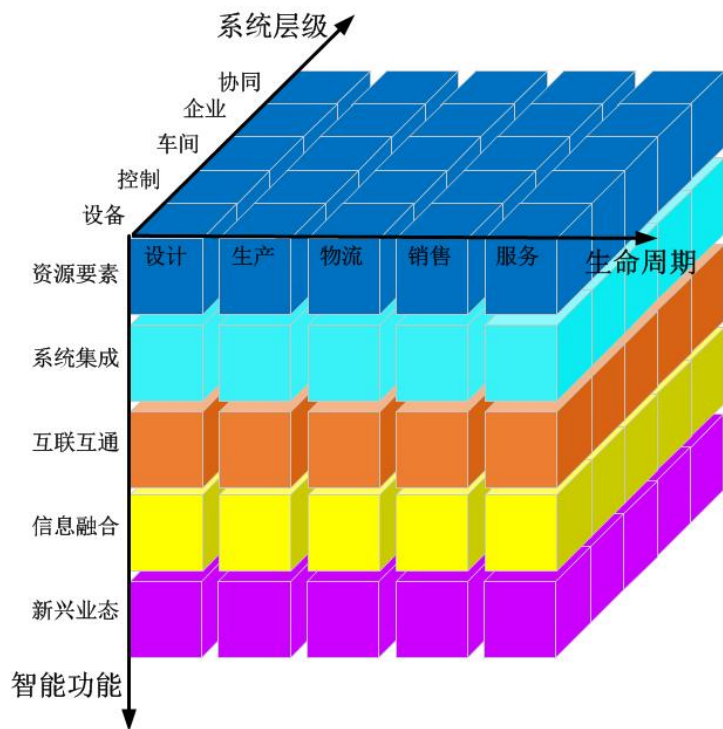
不同阶段的工业智能化需要不同的顶层设计与实施规划。建立**智能制造评价体系**，在浙江省分区域、分行业、分企业开展智能制造评价工作，按照地区不同、行业不同、企业发展阶段不同等进行分类并作出有针对性的评价，对科学化、系统化推进浙江省智能制造发展，提升整体智能制造水平具有十分重要意义。

研究背景

随着《中国制造2025》国家战略的推进、《国家智能制造标准体系建设指南（2015年版）》等国家权威文件的发布，我国各行各业实践智能制造的各种理念、技术、方法、案例、模式不断涌现。



研究背景



中国电子技术标准化研究院2016年9月20日发布
《智能制造能力成熟度模型白皮书(1.0版)》



某电子产品加工企业2016年智能制造能力成熟度评价得分表

2.64	得分	设计	生产	物流	销售	服务	资源要素	互联互通	系统集成	信息融合	新兴业态
5级	0.14	0.19	0.07	0	0.15	0.1	0.2	0.15	0.15	0.3	0.1
4级	0.36	0.25	0.4	0.35	0.35	0.25	0.4	0.35	0.45	0.42	/
3级	0.64	0.6	0.6	0.5	0.65	0.6	0.72	0.75	0.7	/	/
2级	0.81	0.8	0.75	0.82	0.8	0.83	0.88	/	/	/	/
1级	0.92	0.9	0.8	0.9	1	0.9	1	/	/	/	/

研究背景

为推动浙江省智能制造的发展，受浙江省经济和信息化委员会委托，浙江大学控制学院卢建刚教授团队与浙江省技术创新服务中心从2016年初开始紧密合作，经过广泛调研，形成了第一版的《浙江省智能制造评价方法(2016年试行版)》，并在2016年9月26日召开的“2016年中国(杭州)智能制造大会”上正式发布。

试行一年来，通过深度调查研究、广泛征求意见、不断完善提高，已推出第二版的《浙江省智能制造评价方法(2017年试行版)》。



智能制造评价方法及其在浙江的实践

智能制造评价方法

汇报提纲

- **离散型智能制造评价方法**
- **流程型智能制造评价方法**
- **大规模个性化定制型智能制造评价方法**
- **网络协同型智能制造评价方法**
- **远程运维服务型智能制造评价方法**

离散型智能制造评价方法 (总纲)

序号	项目	分值
1	工厂设计数字化	12
2	产品设计数字化	12
3	制造过程数字化	22
4	数据互联互通	12
5	制造执行系统MES	12
6	企业资源计划管理系统ERP	10
7	总体技术水平	15
8	综合经济指标	5

离散型智能制造评价方法 (1/8)

项目	评分内容	分值
工厂设计数字化 (12分)	建立工厂总体设计与工程设计的三维数字化模型	4
	建立工厂工艺流程及布局的三维数字化模型	5
	上述数字化模型相关数据进入企业数据平台	3

离散型智能制造评价方法 (2/8)

项目	评分内容	分值
产品设计数字化 (12分)	采用CAD、CAPP、设计和工艺路线仿真、可靠性评价等先进技术，实现产品数字化三维设计与工艺仿真	5
	建立产品数据管理系统PDM	3
	产品信息能够贯穿于设计、制造、质量、物流等环节，实现产品生命周期管理PLM	4

离散型智能制造评价方法 (3/8)

项目	评分内容	分值
制造过程数字化 (22分)	建立制造过程现场数据自动采集和分析系统，能够充分实现生产现场数据采集、制造进度分析、物料信息采集、质量检验、设备状态监测、能源监控、环保监测等功能	6
	采用机器视觉等智能感知先进技术，实现关键工艺质量参数在线测量与设备安全运行状态在线监测	4
	工业机器人等核心智能制造装备的创新应用水平与国内同行业平均水平的比较	3
	关键装备数控化率	3
	采用仓库管理系统WMS、物料清单BOM等信息化手段，实现生产制造现场物流与物料的精准管控	3
	制造过程自动化控制系统自主化率	3

离散型智能制造评价方法 (4/8)

项目	评分内容	分值
数据互联互通 (12分)	工厂建立企业数据平台	2
	企业数据平台与制造过程自动化控制系统实现互通集成, 建立车间级的工业通信网络, 在系统、装备、零部件以及人员之间实现信息互联互通和有效集成	4
	企业数据平台与车间制造执行系统MES实现互通集成	2
	工厂生产实现基于工业互联网的现场数据可视化、信息共享及优化管理	2
	数据互联互通系统自主化率	2

离散型智能制造评价方法 (5/8)

项目	评分内容	分值
制造执行系统 MES (12分)	建立车间制造执行系统MES，与企业数据平台互联互通，实现计划、排产、生产、检验的全过程闭环管理	5
	车间制造执行系统MES与企业资源计划管理系统ERP、产品生命周期管理PLM实现互通集成	4
	车间制造执行系统MES自主化率	3

离散型智能制造评价方法 (6/8)

项目	评分内容	分值
企业资源计划 管理系统 ERP (10分)	建立企业资源计划管理系统ERP，其中供应链管理SCM模块能实现采购、外协、物流的管理与优化	3
	利用大数据、工业云、人工智能等新一代信息技术，实现企业经营、管理和决策的智能优化	2
	建立可靠的信息安全系统，确保智能工厂的信息安全	2
	企业资源计划管理系统ERP自主化率	3

离散型智能制造评价方法 (7/8)

项目	评分内容	分值
总体技术水平 (15分)	生产线自动化成熟度	4
	装备层智能化成熟度：在装备层实现信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行	2
	车间层智能化成熟度：在车间层实现信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行	3
	企业层智能化成熟度：在企业层实现信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行	4
	创新应用大规模个性化定制型、网络协同型、远程运维服务型等智能制造新模式	2

离散型智能制造评价方法 (8/8)

项目	评分内容	分值
综合经济指标 (5分)	近三年劳动生产率年均递增水平	3
	与国内同行业平均水平的比较	2

汇报提纲

- **离散型智能制造评价方法**
- **流程型智能制造评价方法**
- **大规模个性化定制型智能制造评价方法**
- **网络协同型智能制造评价方法**
- **远程运维服务型智能制造评价方法**

流程型智能制造评价方法 (总纲)

序号	项目	分值
1	工厂设计数字化	12
2	生产过程自动化	28
3	数据互联互通	15
4	制造执行系统MES	15
5	企业资源计划管理系统ERP	10
6	总体技术水平	15
7	综合经济指标	5

流程型智能制造评价方法 (1/7)

项目	评分内容	分值
工厂设计数字化 (12分)	建立工厂总体设计与工程设计的三维数字化模型	4
	建立工厂工艺流程及布局的三维数字化模型	5
	上述数字化模型相关数据进入企业数据平台	3

流程型智能制造评价方法 (2/7)

项目	评分内容	分值
生产过程自动化 (28分)	生产工艺数据、能源监控数据、环保监测数据等现场信息的自动数采率90%以上	6
	工厂自控投用率90%以上	4
	采用在线分析仪/智能传感器/软测量等先进检测技术,实现关键质量指标/关键工艺参数/设备安全运行状态的智能感知	6
	关键生产环节实施先进过程控制APC	4
	关键生产环节实施实时优化RTO	4
	生产过程自动化系统自主化率	4

流程型智能制造评价方法 (3/7)

项目	评分内容	分值
数据互联互通 (15分)	工厂建立企业数据平台	3
	企业数据平台与生产过程自动化控制系统实现互通集成	4
	企业数据平台与车间制造执行系统MES实现互通集成	2
	工厂生产实现基于工业互联网的现场数据可视化、信息共享及优化管理	2
	数据互联互通系统自主化率	4

流程型智能制造评价方法 (4/7)

项目	评分内容	分值
制造执行系统 MES (15分)	建立车间制造执行系统MES，与企业数据平台互联互通，实现计划、排产、生产、检验的全过程闭环管理	8
	车间制造执行系统MES与企业资源计划管理系统ERP实现互通集成	3
	车间制造执行系统MES自主化率	4

流程型智能制造评价方法 (5/7)

项目	评分内容	分值
企业资源计划 管理系统 ERP (10分)	建立企业资源计划管理系统ERP，其中供应链管理SCM模块能实现采购、外协、物流的管理与优化	3
	利用大数据、工业云、人工智能等新一代信息技术，实现企业经营、管理和决策的智能优化	2
	建立可靠的信息安全系统，确保智能工厂的信息安全	2
	企业资源计划管理系统ERP自主化率	3

流程型智能制造评价方法 (6/7)

项目	评分内容	分值
总体技术水平 (15分)	生产线自动化成熟度	4
	装备层智能化成熟度：在装备层实现信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行	2
	车间层智能化成熟度：在车间层实现信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行	3
	企业层智能化成熟度：在企业层实现信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行	4
	创新应用大规模个性化定制型、网络协同型、远程运维服务型等智能制造新模式	2

流程型智能制造评价方法 (7/7)

项目	评分内容	分值
综合经济指标 (5分)	近三年劳动生产率年均递增水平	3
	与国内同行业平均水平的比较	2

汇报提纲

- **离散型智能制造评价方法**
- **流程型智能制造评价方法**
- **大规模个性化定制型智能制造评价方法**
- **网络协同型智能制造评价方法**
- **远程运维服务型智能制造评价方法**

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (总纲)

序号	项目	分值
1	模块化设计方法	15
2	个性化定制平台	15
3	个性化产品数据库	20
4	敏捷柔性智能制造	30
5	总体技术水平	15
6	综合经济指标	5

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (1/6)

项目	评分内容	分值
模块化设计方法 (15分)	产品采用模块化设计，可通过差异化的定制参数，组合形成个性化产品	15

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (2/6)

项目	评分内容	分值
个性化定制平台 (15分)	建立基于网络的开放式个性化定制平台，并与用户实现深度交互，定制要素具有引导性和有效性	15

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (3/6)

项目	评分内容	分值
个性化产品 数据库 (20分)	利用大数据技术对用户的个性化需求数据进行数据挖掘和分析，建立个性化产品数据库，以利于快速生成产品定制方案	20

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (4/6)

项目	评分内容	分值
敏捷柔性 智能制造 (30分)	企业的设计、生产、供应链管理、服务体系与个性化定制需求相匹配，产品设计、计划排产、柔性制造、物流配送和售后服务实现集成和协同优化	30

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (5/6)

项目	评分内容	分值
总体技术水平 (15分)	模块化设计方法的组合性	3
	个性化定制平台的交互性	3
	个性化产品数据库的完备性	3
	敏捷柔性智能制造的敏捷性	3
	大规模个性化定制型智能制造平台的自主化率	3

大规模个性化定制型智能制造评价方法 (6/6)

项目	评分内容	分值
综合经济指标 (5分)	近三年劳动生产率年均递增水平	3
	与国内同行业平均水平的比较	2

汇报提纲

- **离散型智能制造评价方法**
- **流程型智能制造评价方法**
- **大规模个性化定制型智能制造评价方法**
- **网络协同型智能制造评价方法**
- **远程运维服务型智能制造评价方法**

网络协同型智能制造评价方法 (总纲)

序号	项目	分值
1	网络协同型智能制造平台	30
2	并行工程技术	20
3	资源配置功能	30
4	总体技术水平	15
5	综合经济指标	5

网络协同型智能制造评价方法 (1/5)

项目	评分内容	分值
网络协同型智能制造平台 (30分)	建立网络协同型智能制造平台，实现产业链不同环节企业间资源、信息共享，企业间、企业部门间的创新资源与生产能力按市场需求实现集聚与对接，设计、供应、制造和服务环节实现并行组织和协同优化	30

网络协同型智能制造评价方法 (2/5)

项目	评分内容	分值
并行工程技术 (20分)	围绕重点产品，采用并行工程，实现异地的设计、研发、测试、人力等资源的有效统筹与协同	20

网络协同型智能制造评价方法 (3/5)

项目	评分内容	分值
资源配置功能 (30分)	针对制造需求和社会化制造资源，开展动态分析，在企业内实现制造资源的弹性配置，在企业间实现网络化协同制造	30

网络协同型智能制造评价方法 (4/5)

项目	评分内容	分值
总体技术水平 (15分)	网络平台先进性 : 信息、资源的高效统筹与异地共享, 制造需求和制造资源的高度优化	4
	企业间协同水平 : 企业之间在研发、生产、测试等环节实施过程中跨界、跨区域协同的能力	4
	企业内协同水平 : 企业内部的生产组织管理架构实现敏捷响应和动态重组的能力	4
	网络协同型智能制造平台自主化率	3

网络协同型智能制造评价方法 (5/5)

项目	评分内容	分值
综合经济指标 (5分)	近三年劳动生产率年均递增水平	3
	与国内同行业平均水平的比较	2

汇报提纲

- **离散型智能制造评价方法**
- **流程型智能制造评价方法**
- **大规模个性化定制型智能制造评价方法**
- **网络协同型智能制造评价方法**
- **远程运维服务型智能制造评价方法**

远程运维服务型智能制造评价方法 (总纲)

序号	项目	分值
1	远程运维服务平台	20
2	远程运维服务软件	30
3	远程运维服务核心模型	30
4	总体技术水平	15
5	综合经济指标	5

远程运维服务型智能制造评价方法 (1/5)

项目	评分内容	分值
远程运维 服务平台 (20分)	建立远程运维服务平台（云服务平台），具有多通道并行接入能力，对装备运行数据与用户使用习惯数据进行采集	10
	应用大数据分析、移动互联网等技术，自动生成装备运行与应用状态报告，并推送至用户端	8
	建立可靠的云服务平台信息安全系统	2

远程运维服务型智能制造评价方法 (2/5)

项目	评分内容	分值
远程运维 服务软件 (30分)	以云服务平台和应用软件为创新载体，为用户提供在线监测、远程升级、故障预测与诊断、健康状态评价等服务	15
	提供装备远程无人操控、运行性能优化、基于预知维修决策、备件库存管理优化等增值服务	15

远程运维服务型智能制造评价方法 (3/5)

项目	评分内容	分值
远程运维服务 核心模型 (30分)	装备生命周期分析模型	6
	装备核心部件生命周期分析模型	3
	用户使用习惯信息模型	3
	基于专家系统的故障预测模型	3
	基于新一代人工智能的故障预测模型	3
	基于预知维修决策模型	6
	装备运行性能优化模型	6

远程运维服务型智能制造评价方法 (4/5)

项目	评分内容	分值
总体技术水平 (15分)	远程运维服务平台的可靠性	4
	远程运维服务软件的完备性	4
	远程运维服务核心模型的先进性	4
	远程运维型智能制造平台的自主化率	3

远程运维服务型智能制造评价方法 (5/5)

项目	评分内容	分值
综合经济指标 (5分)	近三年劳动生产率年均递增水平	3
	与国内同行业平均水平的比较	2

浙江省智能制造评价方法 (附加分20分)

序号	近五年项目成果评价	分值
1	制订智能制造相关的基础共性和关键技术标准或行业应用基础性标准	6
2	研制具有自主知识产权的核心技术装备或关键短板装备	4
3	拥有智能制造相关的授权发明专利或软件著作权	4
4	承担两化深度融合、智能制造、工业云、互联网+协同制造、工业互联网标识解析系统等试点示范项目	3
5	工信部两化融合管理体系贯标评定	3
6	组织架构与人才队伍：企业在规划、部署、组织、实施智能制造发展战略方面的组织架构与人才队伍情况	定性描述

浙江省智能制造评价方法 (术语解读)

评价术语	近五年项目成果评价
自主化率	<p>若为国产化系统，则自主化率为100%； 若为进口系统，则将该系统实施团队中的中方人员所完成贡献的占比视为自主化率。</p>
生产线自动化成熟度	<p>选取本企业最具代表性车间进行考核，以该车间加工最具代表性产品的总工序数作为分母；在所有工序中，完全自动化无人操作的每道工序记为权重1，半自动化操作[主要操作由机器承担，但是离不开人工监控]的每道工序记为权重0.5，主要由人工操作的每道工序记为权重0，累积所有工序的权重值作为分子；分子与分母的比值即为自动化成熟度。</p>

智能制造评价方法及其在浙江的实践

智能制造评价方法的浙江实践

参评企业

评价对象主要为2015年-2017年获得国家智能制造专项、省级智能制造试点示范等项目的承担企业，共计127家浙江省企业。

智能制造模式	评价企业数量	百分比
离散型	99	78.0%
流程型	20	15.7%
大规模个性化定制型	8	6.3%
网络协同型	过少, 暂不列入	/
远程运维服务型	过少, 暂不列入	/
总数	127	

参评企业的行业分布

行业	离散型	流程型	个性化
数控机床、物流装备、电气机械和器材、农业机械、机械关键基础件、汽车零部件、汽车整车、仪器仪表、动力电池、纺织服装、照明器具、家电、家具、鞋业、造纸及纸制品、轻工机械、新材料、新一代信息技术	99		
化纤、化工、石油炼化、医药、新材料、食品、皮革		20	
纺织服装、家具、鞋业、轻工机械、增材制造			8

参评企业的区域分布

地区	离散型	流程型	个性化定制型	合计
杭州	14	5	2	22
宁波	13	2	1	16
温州	7		3	11
嘉兴	9	5	1	15
湖州	17	1		20
绍兴	12			12
金华	10	2		12
衢州	4	3	1	8
台州	8			8
丽水	3	2		5
舟山	2			2
合计	99	20	8	127

离散型智能制造评价情况

序号	项目	平均分 / 满分 (%)
1	工厂设计数字化	60 %
2	产品设计数字化	78 %
3	制造过程数字化	75 %
4	数据互联互通	70 %
5	制造执行系统MES	70 %
6	企业资源计划管理系统ERP	60 %

流程型智能制造评价情况

序号	项目	平均分 / 满分 (%)
1	工厂设计数字化	73 %
2	生产过程自动化	79 %
3	数据互联互通	80 %
4	制造执行系统MES	72 %
5	企业资源计划管理系统ERP	76 %

大规模个性化定制型智能制造评价情况

序号	项目	平均分 / 满分 (%)
1	模块化设计方法	80 %
2	个性化定制平台	90 %
3	个性化产品数据库	85 %
4	敏捷柔性智能制造	78 %

参评企业智能制造水平的总体情况

评价等级	离散型企业	流程型企业	个性化企业	企业数合计	百分比
优秀 (90+)	6	4	3	13	10 %
良好 (80+)	18	7	3	28	22 %
中等及以下 (80-)	75	9	2	86	68 %

结束语

智能制造是一个发展进程，随着智能制造**新理念、新技术、新方法、新案例、新模式、新标准**的不断涌现，智能制造评价方法也将不断完善。

智能制造在路上，评价方法完善中

**欢迎各位专家
提出宝贵意见!**

