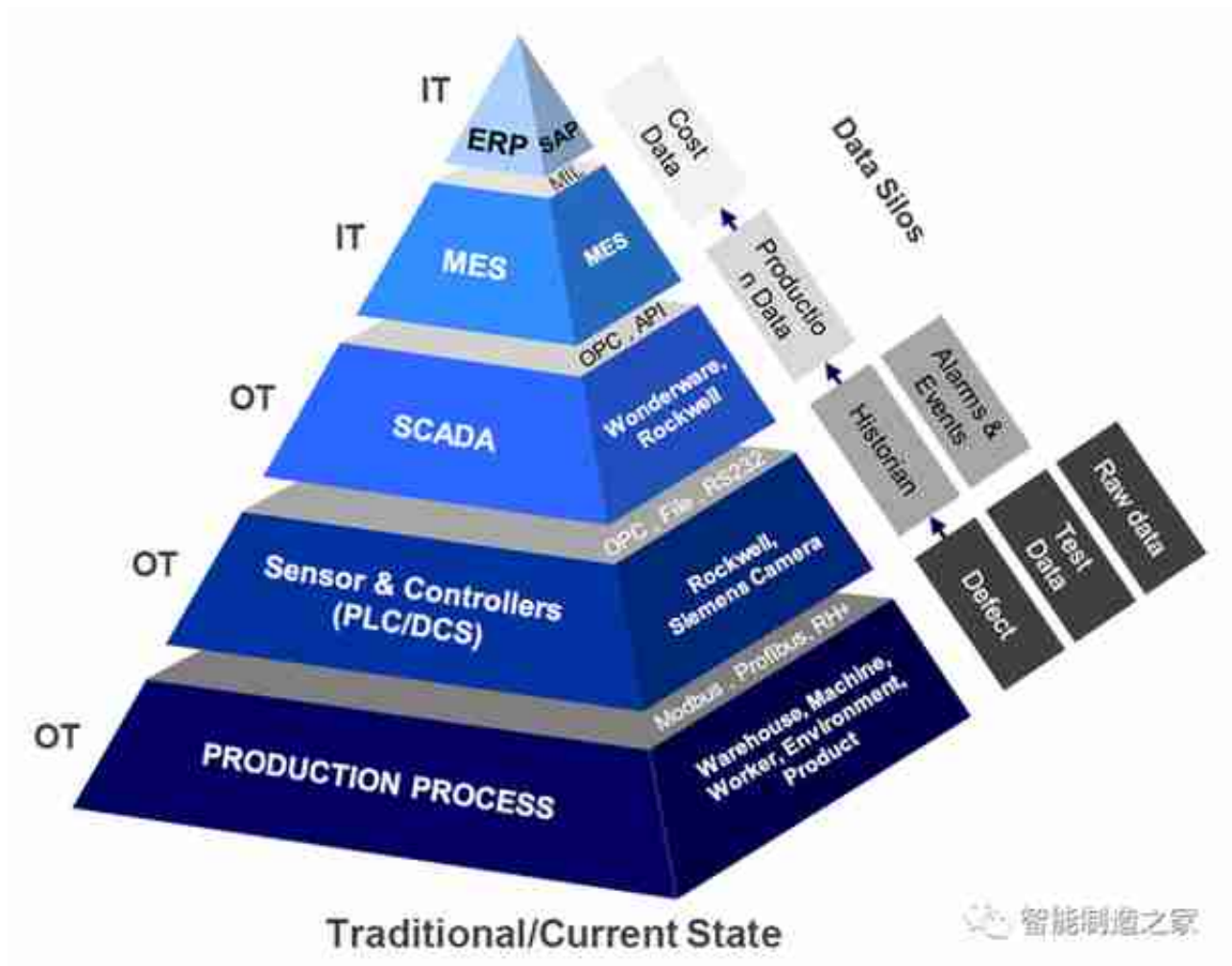


01 信息化三驾马车之MES

MES (Manufacturing Execution System) 即制造执行系统，是实现智能制造的核心系统之一。

与PLM、ERP并称为信息化三驾马车的MES。上接ERP、PLM、CAPP等系统，下接SCADA、PLC以及各类物理生产设备，主要负责生产管理和调度执行。





来源：西门子

一是离散工业 (Discrete Industry) ，主要特征为生产过程中基本没有发生物质改变，只是物料的形状和组合发生改变，典型包括汽车制造、机器人、机械制造等；

二是流程工业 (Process Industry) ，即生产过程中被加工对象不间断地通过各类生产设备，经过混合、分里、粉碎、加热等物理或化学方法使原材料进行增值，得到最终产品，典型包括石油化工、化工、钢铁制造等；

三是混合工业 (Hybrid Industry) ，如果流程型制造企业的最终输出产物不是通过管道直接运输走，一般就需要包装等环节，且包装环节价值在产品中价值占比较高，即为混合型制造企业。前期生产是流程、后期包装是离散、例如制药、造纸等。

下面我们从生产计划，数据采集，自动化水平等方面来对离散和流程工业进行横向对比：

离散型制造企业与流程型制造企业

离散型制造企业

流程型制造企业

多品种，小批量，生产设备的布置不是按产品而是按照工艺布置，需要对所	品种固定、批量大，生产设备投资高，而且按照产品进行布置，对工业过程
-----------------------------------	-----------------------------------

产品品质和批量	加工的物料进行调度	参数把控更严格
产品结构和生产模型要求	最终产品一定是由固定个数的零件或部件组成	产品结构往往不是很固定，对工业条件的监控较为重要
自动化水平	产品的质量 and 生产率很大程度上依赖于工人的技术水平，自动化水平相对较低	大多采用大规模生产方式，生产工艺技术成熟，生产过程多是自动化的
数据采集方式	以手工上报为主，结合条形码、RFID采集等半自动信息采集技术	自动化程度较高，重点在于自动化设备接口，如果自动化设备没有接口，需要使用工业视觉识别等Add-on方案来解决，不太容易通过扫码枪的方式解决
生产计划的管理	生产计划更灵活、更短期，需要具有良好的计划能力	生产计划更长期，年度计划更具有重要性
设备管理	可以将单台设备停下来检修，并不会影响整个系统生产	设备投资较大，工艺流程固定，生产线上的设备维护特别重要。故而更关注设备的可靠性和使用寿命，价格相对不敏感
生产批号管理和质量测试	产品可以逐个测试，即使缺失了对物料的追踪，也能在最后的质检把握产品质量	会产生各种协产品、副产品、废品、回流品等，对物资的管理需要有严格的批号记录
作业指令的下达方式	一般采用派工单、施工单等书面方式，或采用电子看板方式	不仅要下达作业指令，还要将作业指令转化为各个机组及设备的操作指令和各种基础自动化设备的控制参数
	离散行业生产过程中遇到的问题更为复杂，因为涉及物料搬运、中间库存、小品种多批量、生产切换和柔性等问题，而这些问题也是精益理念和智能制	

总结

造需要解决的问题

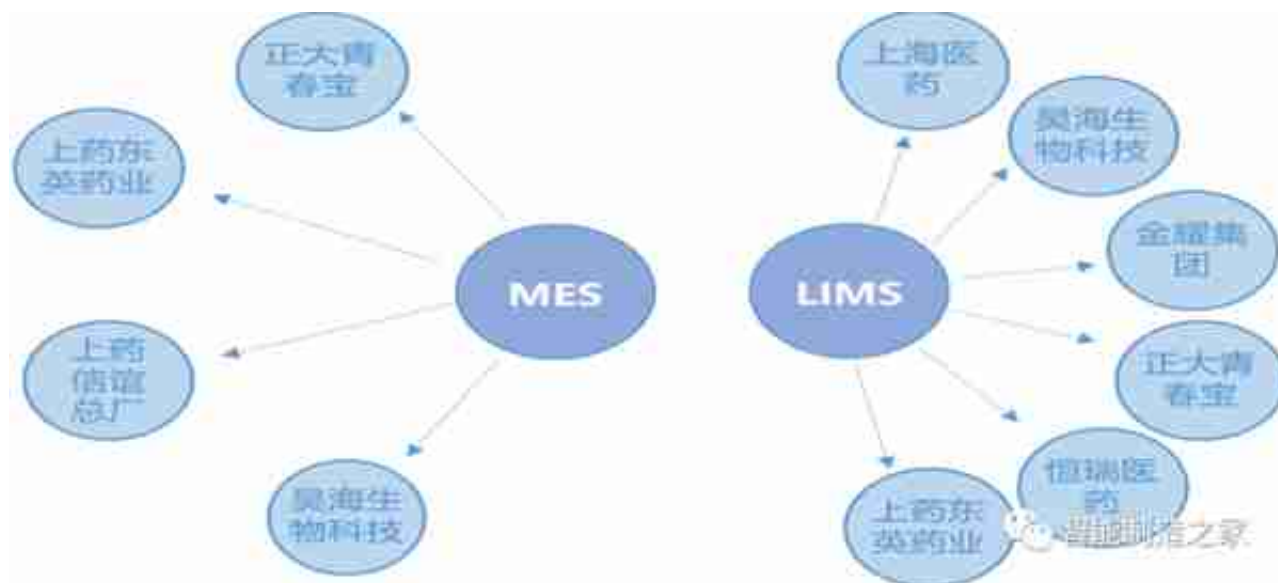
来源：《落地生根 让智能制造回归价值》于琪著

正因为在产品品质和批量、产品结构和生产模型要求、生产计划管理、设备管理等方面离散工业与流程工业存在着巨大的差异，因此诸多MES厂商针对于流程工业和离散工业都有对应的解决方案套件

Siemens Opcenter Execution (制造执行系统)	Opcenter EX FN OEM基础平台
	Opcenter EX DS 离散行业套件
	Opcenter EX PR 流程行业套件
	Opcenter EX PH 生物制药套件
	Opcenter EX EL 高科技电子套件
	Opcenter EX MDD 医疗器械套件
	Opcenter EX SM 半导体套件



又比如另一工业巨头罗克韦尔的汽车行业套件 (AutoSuite)、制药行业套件(PharmaSuite)、快消行业行业套件(CPGSuite)等 (如下图)：



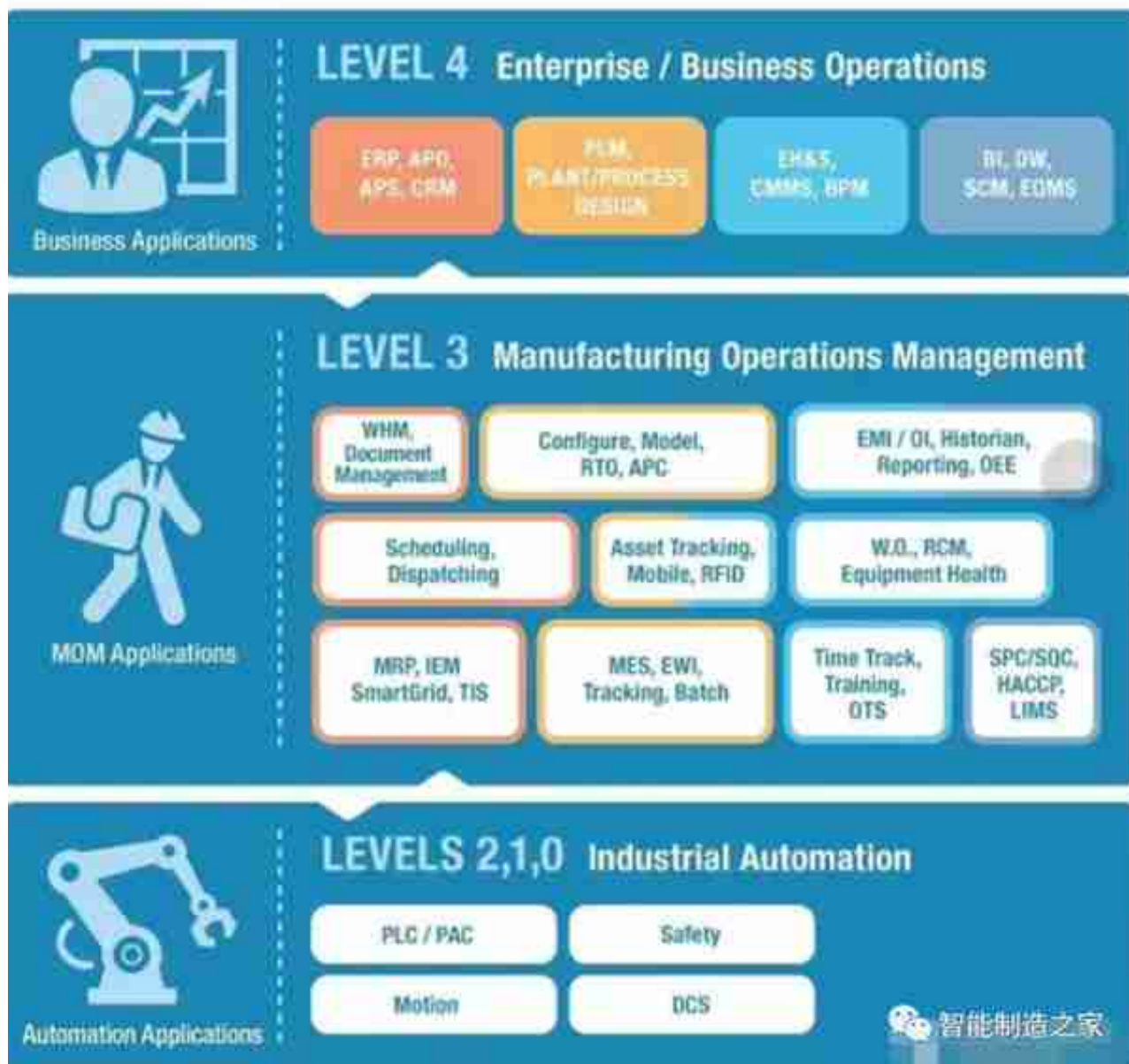
来源：宝武集团官网，信达证券

当然，国内制造业的自动化水平极不均衡。整体上看流程工业自动化水平高于离散工业，不过比如离散制造中国的汽车制造，却也是离散制造制造之中的标杆，其自动化和信息化水准均走在制造业前列~

03 系统认识MES/MOM与其功能

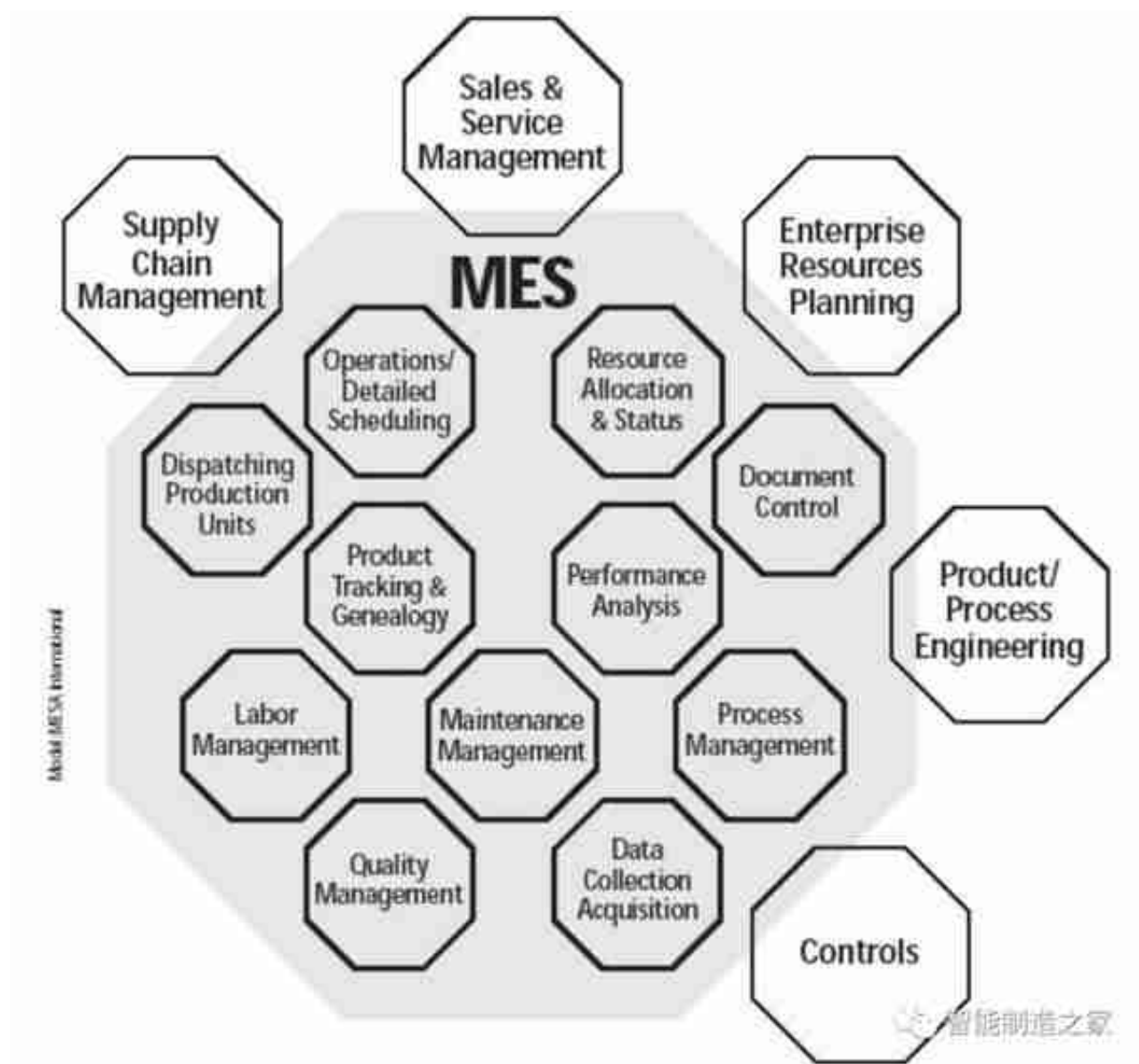
对于MES的定义与标准，前面我们就介绍过，按照时间顺序，大致是下图所示这样的。其中以MESA International提出的MESA标准和仪表、系统和自动化协会的ISA-95最为知名（当然也有德国的VDI 5600等，以及国内信息产业部搞出的的MES规范，不过相比较前两大标准，知名度不高）

MANUFACTURING OPERATIONS MANAGEMENT Software / Application View



MES主要能够帮助制造企业解决如何生产的问题，例如，帮助企业提高设备利用率、降低交货周期、实现质量保障与追溯等目标。具体而言，如下图所示，MES的主要功能包括生产运营管理、产品质量管理、生产实时管控、生产动态调度等，对生产现场的“人、机、料、法、环、测”均实现了有效管理，紧扣质量管理理论中的六要素。

下面为国内数字化工厂解决方案提供商锐制软件的MOM制造运营系统功能清单



MESA标准下的MES功能

来源：网络



VDI5600标准下的MES功能

来源：网络

不论参照哪一个标准，MES作为一个重要的生产过程管理与监控者，承接了

上层管理系统和下层执行系统的集成。在数据越来越重要的今天，起着极其关键的作用。下图为《

机·智：从数字化车间走向智能制造》丛中总结的MES功能框架：

04 MES实施之殇

我们知道，MES能够帮助制造企业解决如何生产的问题，例如，帮助企业提高设备利用率、降低交货周期、实现质量保障与追溯等目标。但是在MES实施过程中，会有各种各样的难点与痛点，因此导致国内MES的成功率并不是太高，我总结了以下几个在MES实施过程中的重点与难点：

1) 工艺建模

2) 工厂建模

3) 数据采集与解析

4) 行业know-how

5) 管理模式

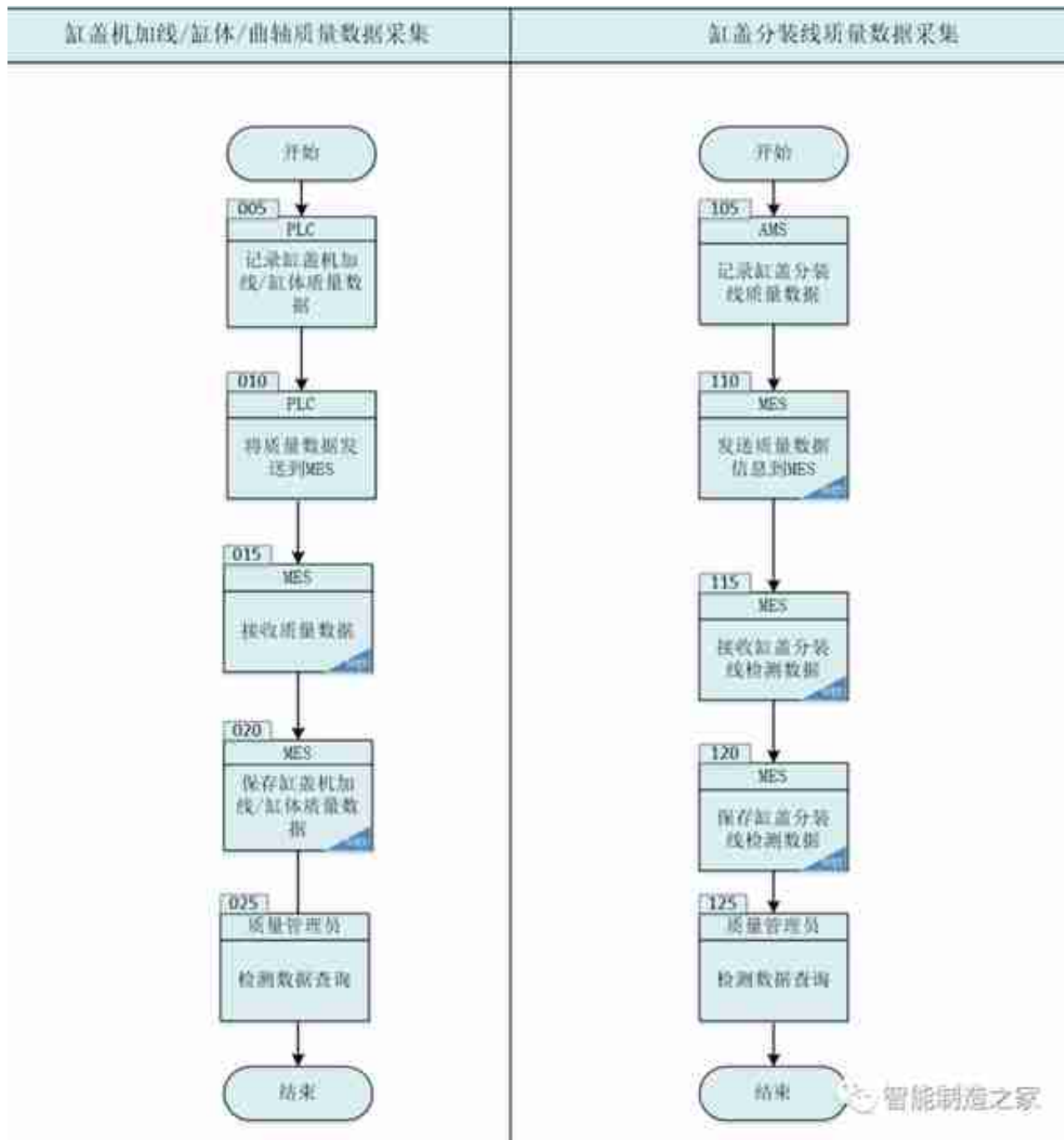
MES贯穿了整个生产流程，从制造业信息化的角度，需要对整个生产流程建模

。为了让不了解制造业的朋友有一个比较具象化的了解，我们以GE这份制造业生产过程的整体业务流程(如下图

) 为例来讲解，

MES系统主要负责其中从原材料到产成品的全过程，包括生产调度、工单协调与执行、现场生产控制与监控、设备管理、质量监控等过程。

MES整体业务流程



实现自动化的数据采集与解析需要MES厂商对各类硬件设备所支持的通讯协议（数据采集）以及设备输出数据的含义（数据解析）有较深入的了解，而这需要对各类通讯协议以及行业Know-How有持续的研究。（如下图）

究。（如下图）

国内某汽车发动机工厂罗克韦尔FTPC工艺路径配置界面

如，根据《机械行业标准：机械制造工艺方法分类与代码》，机械制造工艺共有9大 类，共710细分种类。不同细分工艺的组合就构成的不同企业的制造工艺流程。

因此，标准化的、同时适用于多个企业的MES系统基本不存在，需要MES厂商为每个企业量身定制符合其自身工艺流程的MES系统，这对MES厂商的工艺流程理解能力提出了较高要求，同时也延长了MES的实施周期。

机械制造工艺种类

工艺	细分种类	标准
铸造	47	JB5992.2-1992
压力加工	129	JB5992.3-1992
电焊	89	JB5992.4-1992
切削加工	141	JB5992.5-1992
特种加工	37	JB5992.6-1992
热处理	70	JB5992.7-1992
覆盖层	85	JB5992.8-1992
装配与包装	47	JB5992.9-1992
其它工艺方法	65	JB5992.10-1992

来源：机械制造工艺方法分类与代码

3. 工厂建模

工艺建模仅是建立从原材料到产成品的变化路径，而推动原材料质变或形变需要企业人员的干预，即使在自动化、智能化程度较高的阶段。例如，紧急加工一批短缺产品时，需要对当前生产任务进行中断，这就需要各级生产管理人员的审批。

因此，工厂建模就必不可少。简单理解，工厂建模即对工厂管理中的生产组织方式（例如车间各级人员架构、管理与从属关系、不同岗位工作职责）、生产流程进行建模，其中需要考虑的是企业本身自动化和信息化水

平、员工技能等多个因素。

即使工艺完全一样，生产类似产品的制造企业的生产流程建模也不会完全一样，因为各企业生产组织方式、自动化和信息化水平等方面可能都不一样。这就使得MES厂商在实施过程中需要反复向企业确认其生产流程、不同岗位人员职责等个性化特点，并且，项目实施周期也将随之延长。

MES工厂建模示意图



对于MES而言，也只有自身的管理思维与执行跟得上，才能得到最终期待的结果，关于M

ES系统的规划与实施，

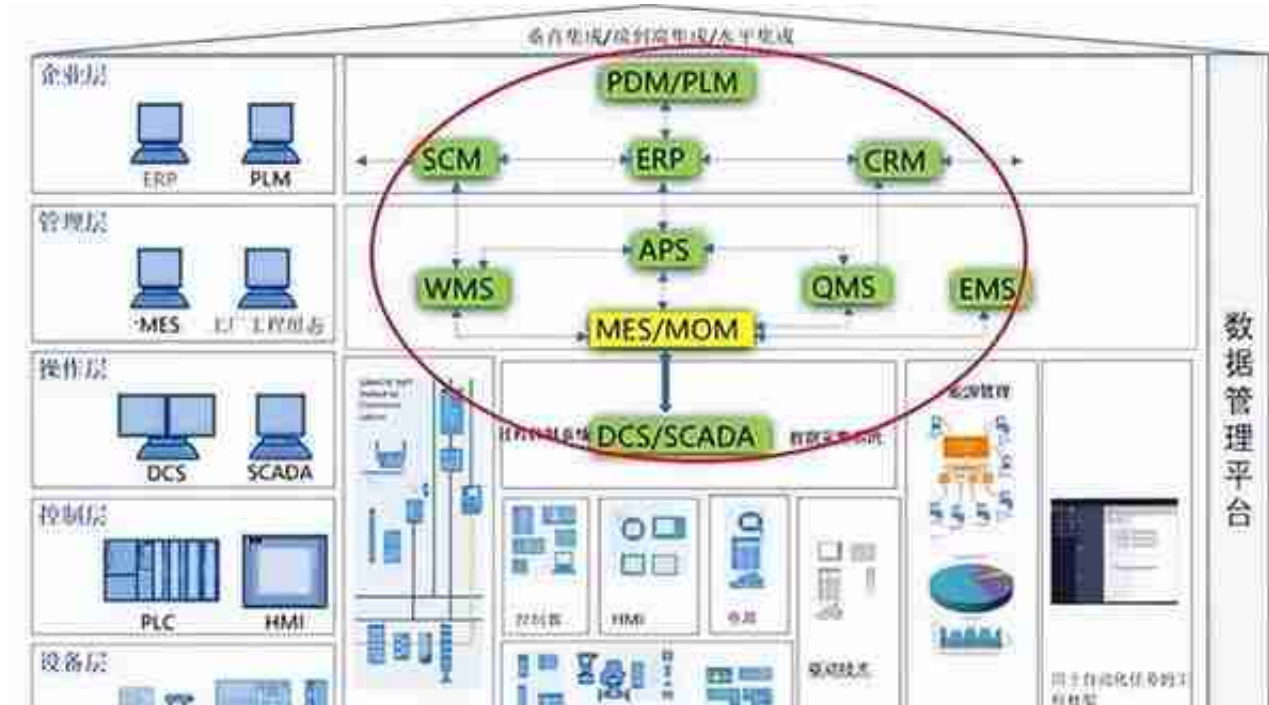
更多可以参见我们前面的文章：

MES从来不止是乙方的事：浅谈MES系统规划及实施原则

5. 行业Know-How

行业Know-How在MES的搭建过程中至关重要。就像前面我们说到的西门子、罗克韦尔的工业巨头MES的不同行业套件一样，MES本质还是依靠IT工具实现的一套浓缩了精益理念的管理系统，帮助客户进行管理上的升级。在缺乏行业Know-How时，即使完成了工艺建模、工厂建模、数据采集与解析，客户也很可能并不认可最终搭建完成的MES。只有通过对行业生产工艺、工厂岗位设定、生产设备数据以及生产管理体系等多方面的深入理解，并结合精益管理理念与IT工具，才能真正使MES的作用发挥出来，使其与公司的、生产、工艺与

管理等更加匹配~



(1)初始为企业层软件（ERP、PLM等）供应商，后通过收购或自研等方式逐步由上至下拓展至MES，典型如SAP、Oracle以及国内的鼎捷、用友等；

(2)成立之初即为MES厂商，专注于部分细分行业，例如专注于食品饮料、消费包装等行业的MountainSystem（后被GEFanuc收购）；专注于食品行业的CompexITplantsolution（后被西门子收购）；

(3)初始为行业头部厂商产品的实施服务商。在实施的过程中，随着经验及技术的积累，这些厂商通常会从较边缘的功能模块开始，尝试自主开发，甚至最终推出自主全套MES产品。典型公司包括赛意信息、汉得信息等。

(4)初始业务主要为硬件设备数据采集与展示，后逐步向MES拓展，典型即为Wonderware（后并入施耐德，目前属于AVEVA），其成立之初的核心产品为InTouch，一款HMI软件；

(5)

由硬件设备厂商发展而来，典型如西门子、施耐德等，这类厂商一般较长的发展历史，且硬件基因较重，往往倾向于通过并购补强其MES能力。

整体而言，MES市场依然及其分散，并没有真正的具有绝对优势的巨头，前面在文章：

工业软件：一文讲透国内外MES/MOM市场格局，主流厂商及其优势行业

当中列举了一些国内外比较知名厂商，但MES这样的行业，只有合适的才是最好的，不要过度迷信于其外在宣传和知名度

，相比于霍尼韦尔、西门子、达索系统、GE、ABB、罗克韦尔等国际大厂商，或许国内MES厂商的知名度并不算高，但是国内众多MES厂商通过多年的深耕，在部分行业和市场却具有更大的灵活性与优势，MES和CAD/CAE/CAM等工业软件不一样，外国的月亮还真不一定比国内圆，比如宝信软件靠着多年积累就在钢铁行业占有极高的市场份额，某些国外大牌厂商看着再高大上的平台，忽悠得多么牛逼的技术，最后也是落得一地鸡毛~

3.2 MES国内主流厂商市值、优势行业与典型客户

表4: MES国内主流厂商市值、优势行业与典型客户

企业名称	总市值(亿元)	优势行业	典型客户
宝信软件	653.89	钢铁、交通、制药、化工	宝钢建材、宝山钢铁、湛江钢铁、广东韶钢、梅山钢铁、泰山钢铁、中国东方航空集团、成都地铁、龙溪集团、东英药业、天津药业、浙江新安化等
柏楚电子	232.31	激光产业	晋盛激光、晋源激光、飞跃之光、雄韬激光、CHN-LASER、迅耀激光、伏源激光、海目星激光、大足超群、密山激光、天弘激光等
康捷软件	84.25	机械装备制造、橡胶/塑料、电子通讯、汽车、半导体、金属、表具	通顺铆钉、上海博裕电子有限公司、中物科技、勤志电子、新灵光电科技、安瑞光电、精益塑业、志高铁路、东明化工、维开安等
航天股份	56.01	航空航天、兵器军工、船舶重工、电子、汽车制造	中国航发、安通康、航天科工火箭技术有限公司、航天控制技术有限公司、利星行汽车、中国航天科工集团公司、中国石油、中国海油、首钢集团、电光科技、武汉钢铁、中国国电集团公司等
赛鼎信息	49.31	电子、通讯、石化、机械装备、医疗、轨道交通、汽车、印制电路板、家电	时代中国、日华集团、美的、索拜豆、欧派、广电运通、共达电声、TCL电子、春秋电子、康迪乐、复星医药、科华生物、生工生物、中研制药、德恩贝
中控技术	无	石化、油气、造纸、食品饮料、电力、建材、核能、冶金、制药、煤化工	中国海洋石油集团、浙江传化化学集团、国家能源集团、新安化工、江苏长青、海源集团、热电集团、江西五星纸业

数据来源：Wind、公开资料、智行理财网整理



大家经常所听说的IT与OT融合，其实也就源于此。随着智能化的不断发展，现有体系架构的问题也逐渐暴露，主要问题有两点：

一是信息孤岛问题仍然存在，无法形成对海量数据的统一管理 & 处理，而这也阻碍了大数据、人工智能等技术在工业领域的应用；

二是灵活性欠缺，ERP、MES系统均属于重应用，即若企业业务发生变化时，需再次定制化开发，无法动态组装及时响应。

因此，从更长的周期看，或许工业互联网平台将逐步取代或部分取代以ISA-95为代表的金字塔体系架构，具体或将有两大的演进趋势：

(1)传统ERP、MES、PLM等信息化产品的边界将被打破，平台化架构+更轻量级更灵活的工业APP将成为主流，支持企业快速适应市场变化、满足客户个性化需求；

(2)数据成为制造企业智能化发展的核心驱动，大数据、人工智能等新兴技术将在更大程度上赋能制造企业，而这需要以数据采集与管理平台为底座。

