

工业体系架构参考模型 及 相关工业互联技术标准解析

彭 瑜

PLCopen中国组织，上海自动化仪表研究院

王锡俊

中国机电一体化技术应用协会

2016.2 北京

内容提要

- **第四次工业革命**
- **中国制造2025**
- **德国工业4.0参考架构模型RAMI4.0**
- **工业4.0和智能制造对网络通信的要求**
- **PLCopen和OPC-UA解决方案**

制造业面临的压力

□ 市场：

- 用户需求多样化
- 产品多样化
- 竞争白热化
- 利润空间减小

□ 资源与环境：

- 资源相对短缺
- 环境压力加大

□ 成本：

- 原材料价格上涨
- 劳动力成本提高

各国纷纷出台制造业创新战略

□ 2012年：

- 美国GE工业互联网
- 美国先进制造业国家战略

□ 2013年：

- 德国工业4.0战略
- 英国未来制造业预测
- 新工业法国

□ 2015年：

- 中国制造2025
- 日本机器人新战略

第四次工业革命展望

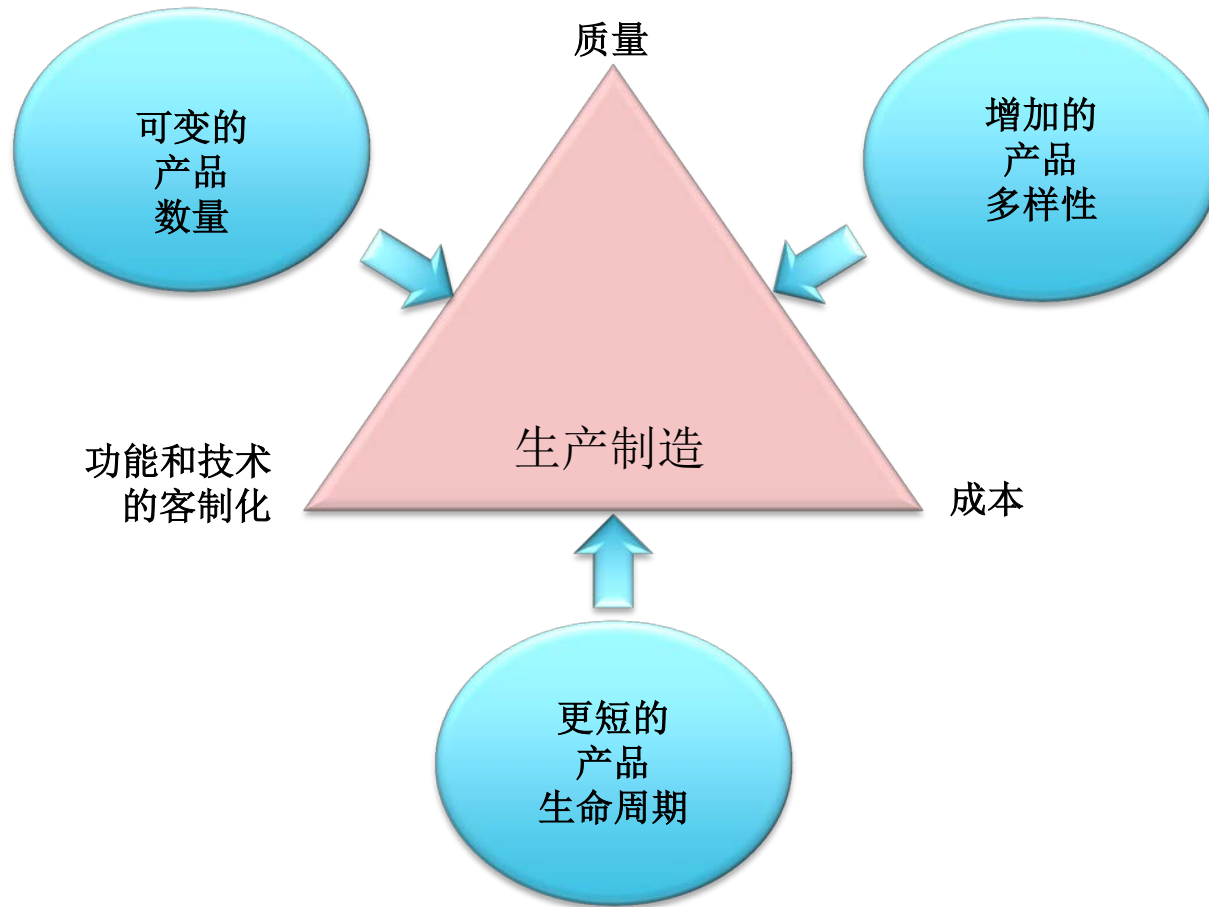
- 工业现场和生活设施全面数字化
- 产品和生产设施均以相似的方式连接
- 材料、产品、工厂相互交换其技能和需求
- 技术系统高度智能化，自动适应新需求



工业4.0 – 应对未来的挑战

- **大批量订制**：个性化生产兼具成本优势
- **模块化**：生产数量和顺序可自由配置
- **合作**：开发与生产基于同一数字化数据模型，齐头并进、相继完成
- **适应性**：设备和系统可灵活适应新情况
- **点对点通信**：人和设备直接通过以太网技术扁平化地通信
- **效率**：生产应经济、资源高效、可持续地进行

工业4.0 – 生产制造的挑战



内容提要

- 第四次工业革命
- 中国制造2025
- 德国工业4.0参考架构模型RAMI4.0
- 工业4.0和智能制造对网络通信的要求
- PLCopen和OPC-UA解决方案

中国制造2025发展规划

- **总体思路**：坚持走中国特色新型工业化道路
- **主题**：促进制造业创新发展
- **中心**：提质增效
- **主线**：加快新一代信息技术与制造业融合
- **主攻方向**：推进智能制造
- **目标**：满足经济社会发展和国防建设对重大技术装备的需求

制造强国建设三个十年三步走战略

□ 2015 - 2025 :

力争用十年时间，迈入制造强国行列。

□ 2025 - 2035 :

到2035年，我国制造业整体达到世界制造强国阵营中等水平。

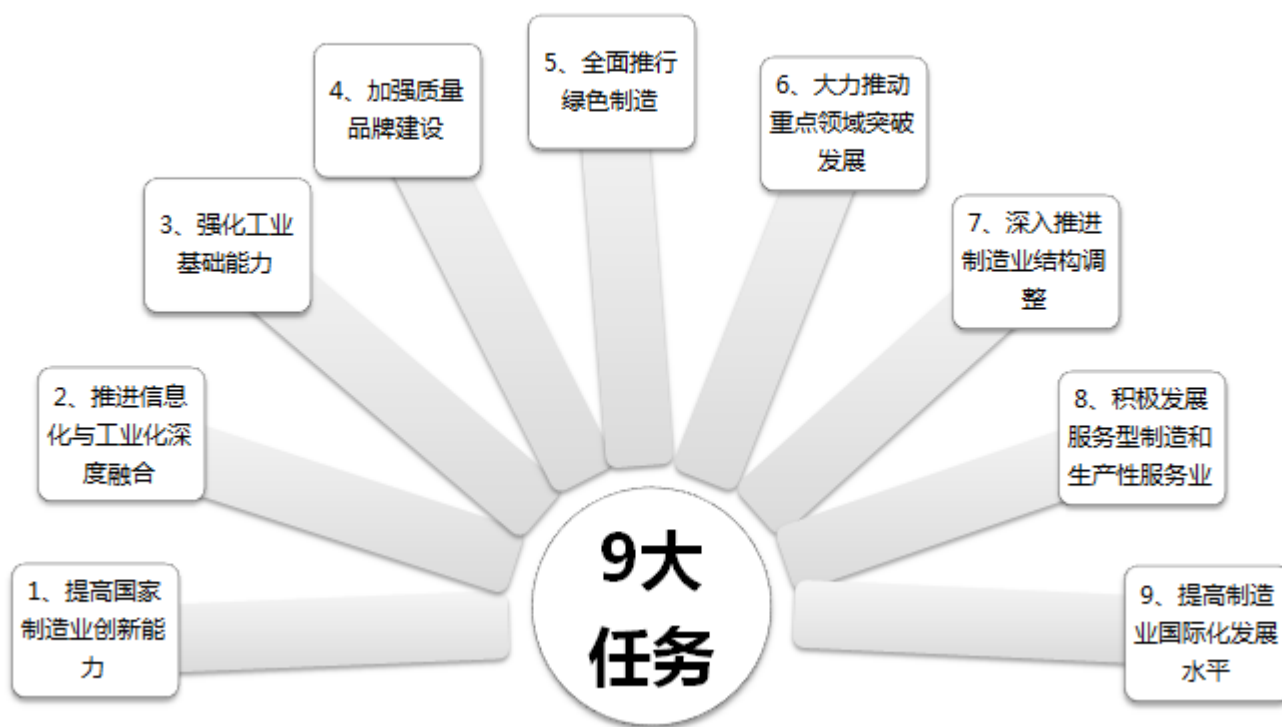
□ 2035 - 2045 :

新中国成立一百年之际，制造业大国地位更加巩固，综合实力进入世界制造强国前列

中国制造2025 – 五项方针



中国制造2025 – 九大任务



中国制造2025 – 十大重点领域

- 新一代信息通信技术产业
- 高档数控机床和机器人
- 航空航天装备
- 海洋工程装备及高技术船舶
- 先进轨道交通装备
- 节能与新能源汽车
- 电力装备
- 农机装备
- 新材料
- 生物医药及高性能医疗器械

中国制造2025 – 五项重点工程

- 国家制造业创新中心建设
- 智能制造
- 工业强基
- 绿色制造
- 高端装备创新

重点工程 — 制造业创新中心建设

制造业创新中心（工业技术研究基地）建设工程

围绕重点行业转型升级和新一代信息技术、智能制造、增材制造、新材料、生物医药等领域创新发展的重大共性需求

形成一批制造业创新中心（工业技术研究基地）

到2020年，重点形成15家左右制造业创新中心（工业技术研究基地），力争到2025年形成40家左右制造业创新中心（工业技术研究基地）。

重点开展行业基础和共性关键技术研发、成果产业化、人才培养等工作

制定完善制造业创新中心遴选、考核、管理的标准和程序

重点工程 - 智能制造

紧密围绕重点制造领域关键环节，开展新一代信息技术与制造装备融合的集成创新和工程应用。



支持政产学研用联合攻关，开发智能产品和自主可控的智能装置并实现产业化。



到2020年，制造业重点领域智能化水平显著提升，试点示范项目运营成本降低30%，产品生产周期缩短30%，不良品率降低30%。到2025年，制造业重点领域全面实现智能化，试点示范项目运营成本降低50%，产品生产周期缩短50%，不良品率降低50%。

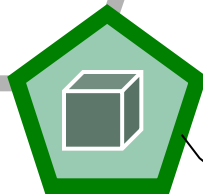
建立智能制造标准体系和信息安全保障系统，搭建智能制造网络系统平台。



依托优势企业，紧扣关键工序智能化、关键岗位机器人替代、生产过程智能优化控制、供应链优化，建设重点领域智能工厂/数字化车间。



在基础条件好、需求迫切的重点地区、行业和企业中，分类实施流程制造、离散制造、智能装备和产品、新业态新模式、智能化管理、智能化服务等试点示范及应用推广。



重点工程 — 工业强基

工业强基

- ◆到2020年，40%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，受制于人的局面逐步缓解，航天装备、通信装备、发电与输变电设备、工程机械、轨道交通装备、家用电器等产业急需的核心基础零部件（元器件）和关键基础材料的先进制造工艺得到推广应用。
- ◆到2025年，70%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，80种标志性先进工艺得到推广应用，部分达到国际领先水平，建成较为完善的产业技术基础服务体系，逐步形成整机牵引和基础支撑协调互动的产业创新发展格局。

开展示范应用，建立奖励和风险补偿机制，支持核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料的首批次或跨领域应用。

组织重点突破，针对重大工程和重点装备的关键技术和产品急需，支持优势企业开展政产学研用联合攻关，突破关键基础材料、核心基础零部件的工程化、产业化瓶颈。

强化平台支撑，布局和组建一批“四基”研究中心，创建一批公共服务平台，完善重点产业技术基础体系。

重点工程 — 绿色制造

组织实施传统制造业能效提升、清洁生产、节水治污、循环利用等专项技术改造。

开展重大节能环保、资源综合利用、再制造、低碳技术产业化示范。实施重点区域、流域、行业清洁生产水平提升计划，扎实推进大气、水、土壤污染源头防治专项。

制定绿色产品、绿色工厂、绿色园区、绿色企业标准体系，开展绿色评价。

到2020年，建成千家绿色示范工厂和百家绿色示范园区，部分重化工行业能源资源消耗出现拐点，重点行业主要污染物排放强度下降20%。到2025年，制造业绿色发展主要产品单耗达到世界先进水平，绿色制造体系基本建立。

重点工程 — 高端装备创新

组织实施大型飞机、航空发动机及燃气轮机、民用航天、智能绿色列车、节能与新能源汽车、海洋工程装备及高技术船舶、智能电网成套装备、高档数控机床、核电装备、高端诊疗设备等一批创新和产业化专项、重大工程。

到2020年，上述领域实现自主研制及应用。



到2025年，自主知识产权高端装备市场占有率大幅提升，核心技术对外依存度明显下降，基础配套能力显著增强，重要领域装备达到国际领先水平。

开发一批标志性、带动性强的重点产品和重大装备，提升自主设计水平和系统集成能力，突破共性关键技术与工程化、产业化瓶颈，组织开展应用试点和示范，提高创新发展能力和国际竞争力，抢占竞争制高点。

内容提要

- 第四次工业革命
- 中国制造2025
- 德国工业4.0参考架构模型RAMI4.0
- 工业4.0和智能制造对网络通信的要求
- PLCopen和OPC-UA解决方案

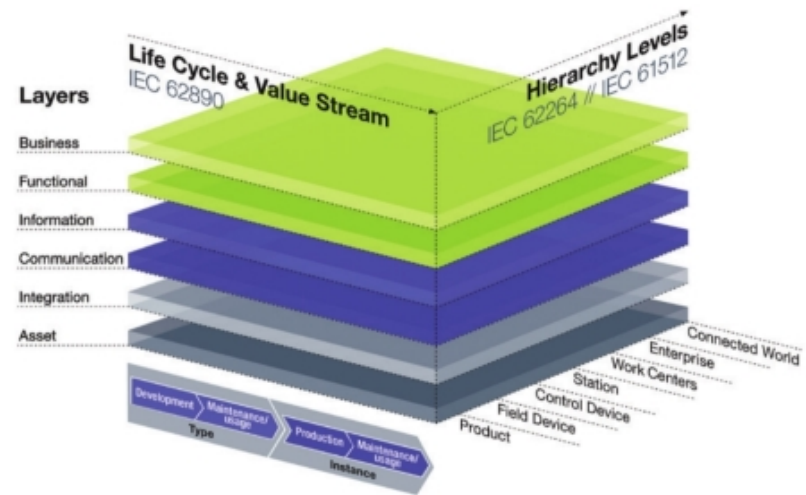
工业4.0的参考架构模型RAMI 4.0

- 为利于参考架构模型表达工业4.0的空间，采用三维模型。
- 纵轴分成多个层级，便于以不同的视角（如数据映射、功能描述、通信行为、硬件/资产、或业务流程）表达。这里借用IT行业将复杂项目划分为若干个可以管理的部分的思维。
- 左面的横轴表达产品生命周期及其所包含的价值链。这样便可在参考架构模型中表示整个生命周期内的相关性（例如持续的数据采集之间相关性）。
- 右面的横轴表达工厂的功能性和响应性，即工厂功能的分层结构。

RAMI 4.0的纵轴

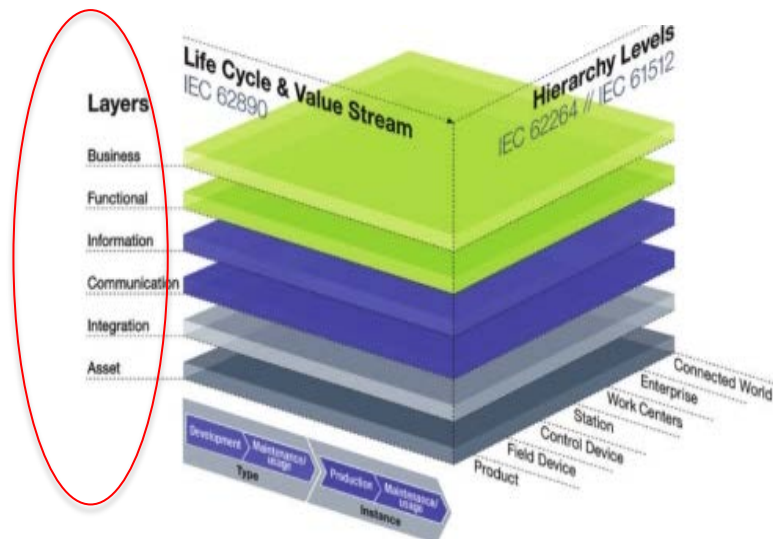
□ 为便于将物理系统按其功能特性分层进行虚拟映射，按照IT和通信技术常用的方法，将纵轴自上而下划分为6个层级：

- 经营业务
- 功能性
- 信息
- 通信
- 集成
- 资产



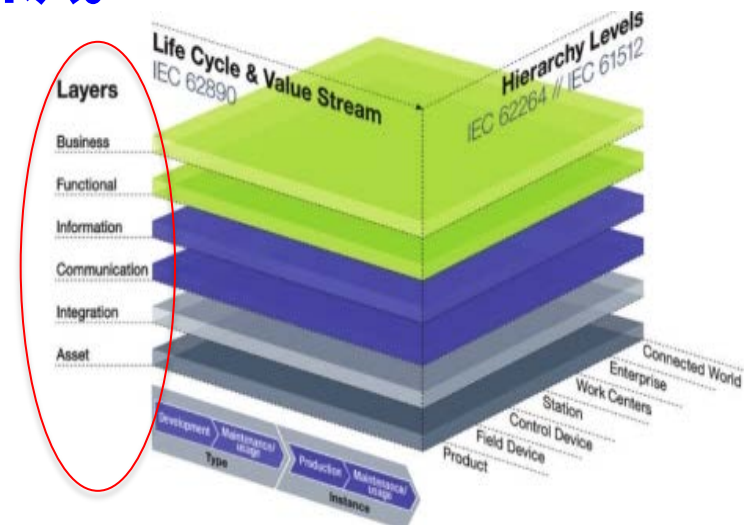
RAMI 4.0的纵轴 资产层和集成层

- ❑ 资产层处于最底层，连同其上层集成层一起被用来对各种资产进行数字化的虚拟表达。
- ❑ 用资产层来来表达物理部件/硬件/软件/文件等实体，物理部件如直线运动的轴、金属部件、电路图、技术文件、历史记录等等。人也作为资产层的一部份，通过集成层与虚拟世界相链接。资产与集成层的链接是无源（passive）连接。
- ❑ 集成层是以计算机能够处理的方式提供资产的信息，对技术过程进行计算机辅助的控制。
- ❑ 在集成层生成来自资产的事件。
- ❑ 集成层包含与IT系统相链接的元件，如RFID读入设备、HMI、传感器等。
- ❑ 与人的互动也发生在集成层，例如通过HMI。



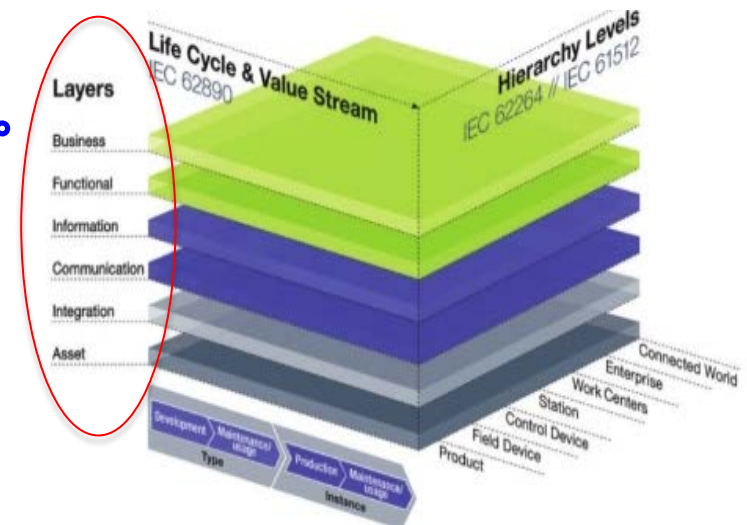
RAMI 4.0的纵轴 通信层和信息层

- 通信层用来处理通信协议，以及数据和文件的传输。在指向信息层的方向上采用统一的数据格式，使通信实现标准化；并为集成层的控制提供服务。
- 信息层容纳相关的数据，为事件的处理形成处理的环境，执行与事件相关的规则，并对这些规则进行正式的描述。
- 在信息层中必须将表达模型的数据持续保持，确保数据的完整性，进行不同数据的一致性的集成，并得到高一层的数据，即由数据得到信息，由信息上升为知识。
- 信息层还要通过服务接口提供结构化的数据；还要接收事件，并把它们转换为将在功能层使用的相匹配的数据。

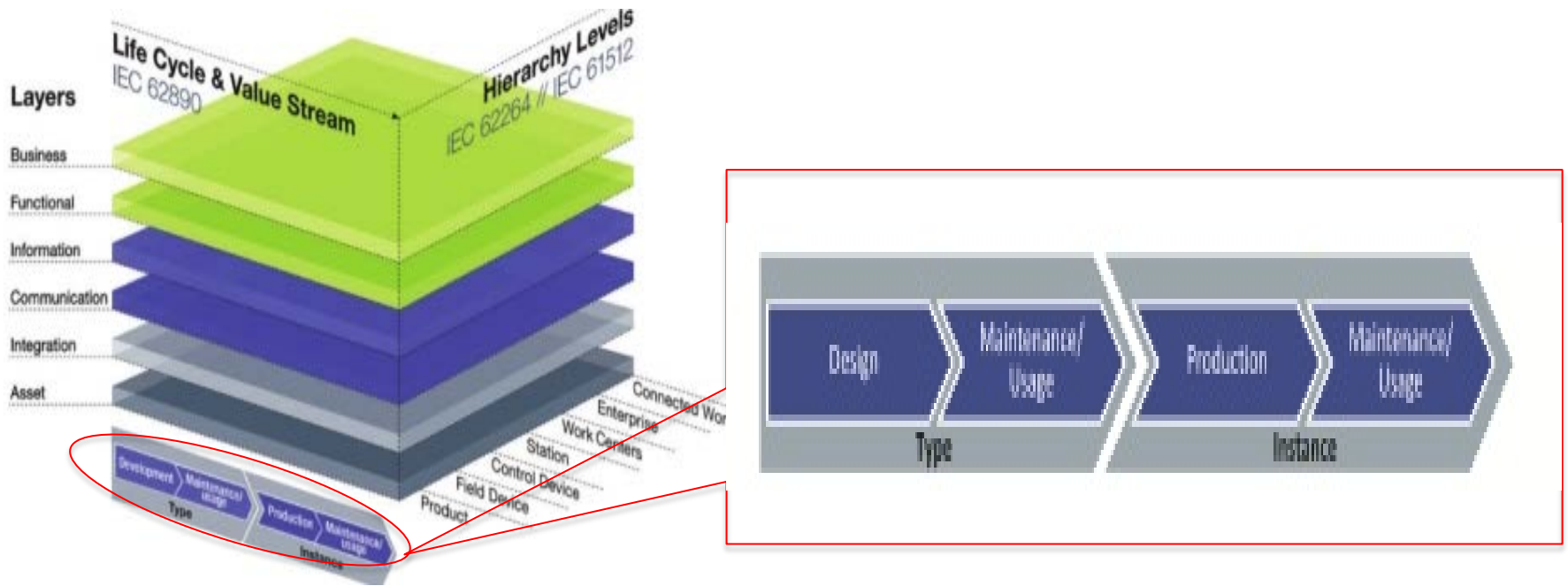


RAMI 4.0的纵轴 功能层和业务层

- ❑ 功能层处理各种必须的功能，由它进行功能的正式描述，并且是各种横向集成的平台，承担为支持业务过程的运行期和建模环境的服务，以及承担各种应用和技术功能性的运行期环境。
- ❑ 在功能层内生成规则和决策逻辑。而规则和决策逻辑的执行则在较低的层级（信息层或集成层）执行，这取决于应用案例。
- ❑ 远程存取和横向集成仅仅在功能层进行，这是为了保证在处理过程中信息和条件的完整性。
- ❑ 业务层要保证价值链中功能的完整性，并映射业务模型及其产生的全部流程。由于业务层没有具体的系统，即使像ERP这样的系统其位置应该在功能层。
- ❑ 业务层要对系统必须遵守的规则建模。还要对功能层的各种服务语义协调；将不同的业务过程链接；以及接收让业务过程进行的事件。



RAMI 4.0的生命周期和价值链横轴



- ❑ 工业4.0为整个产品、机械装备和工厂的生命周期的改善提供了巨大的潜力。为了使这些关系可视化和标准化，参考模型的第二个轴需要表达生命周期及其相关的价值链。
- ❑ 基本参照IEC 62890（即ISA 105）生命周期管理国际标准。不过将它划分为两个阶段：设计开发和样机研发阶段（type）和实际实现阶段（instance）。

RAMI 4.0的生命周期和价值链横轴

- 在type阶段，从初始的设想到初样的开发，再到样机的试制、测试和验证以至试用，最后该型号产品得以定型，可以转至批量工业生产。
- 在instance阶段，产品以工业生产的方式和规模进行制造。每一个制造出来的产品表示这种型号产品的一种实现，具有其唯一的生产串号。向用户提供的是该型号产品的实现。从销售阶段起，对产品改善的要求将返回制造厂，可对该产品的技术文件予以修正。由此导致产生新型号的产品，用于制造厂造出新的实现。

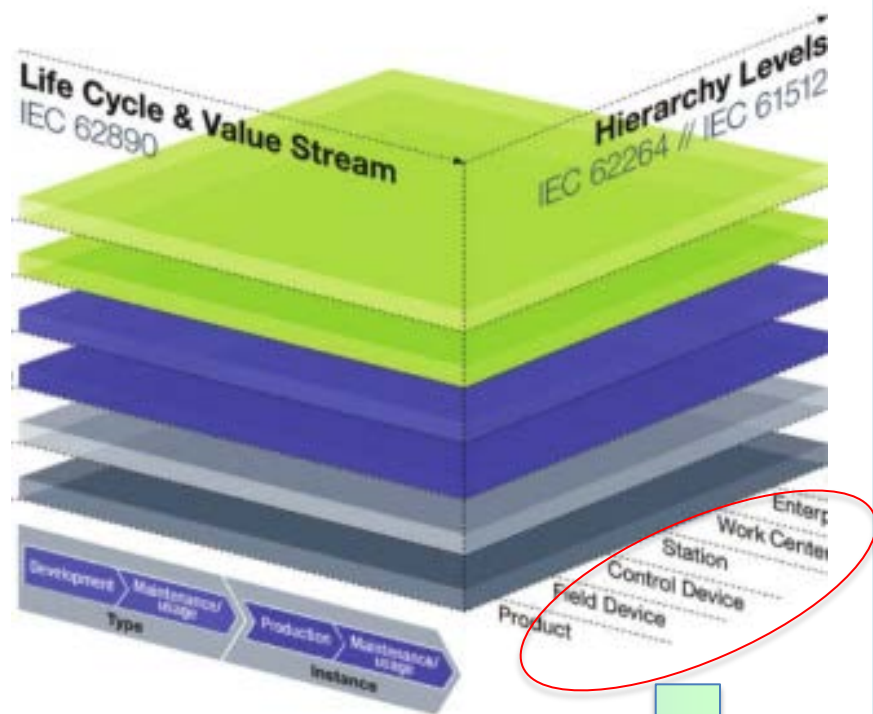


RAMI 4.0的生命周期和价值链横轴

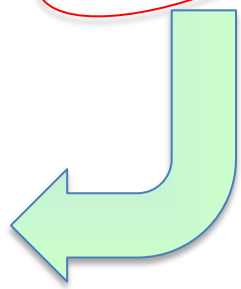
- 在工业4.0中，价值链的数字化和链接蕴藏巨大的改善潜力。在此连接中，各种功能的链接跨度具有决定性的重要意义。
- 物流数据可用于装配过程，企业内或工厂内的物流则依据未交货订单对物流进行调度。采购部门可实时查看库存，同时可在任意时间点了解哪些零部件的供货商及时共获得情况。而客户可以知道订购定的产品在生产过程中完成的的进度。
- 把采购、订货计划、装配、物流、维护、供货商和客户等各个方面都链接在一起，会产生巨大的改善潜力。由此生命周期必须与其所包括的增值过程紧密结合在一起，而不再以相互隔离的方式只看到一个工厂生产的情况，而是把所有相关的工厂和合作伙伴，从制造工程到零部件供应商一直到客户全部紧密链连在一起。



RAMI 4.0的第三轴 - 功能分层



跨企业互联
企 业
工 厂
车间/工段
现场设备
产 品



- 参考架构模型的第三个轴描述在工业4.0的各种环境下功能分类的多层级。
- 按照IEC 62264 (即ISA S95) 和IEC 61512 (即ISA S88) 企业信息集成国际标准的功能层级划分。
- 不过, 根据工业4.0的概念, 在最底层增加了“产品”层, 在最顶层增加了“跨企业互联”层。

工业4.0的参考架构模型(RAMI 4.0)

RAMI4.0

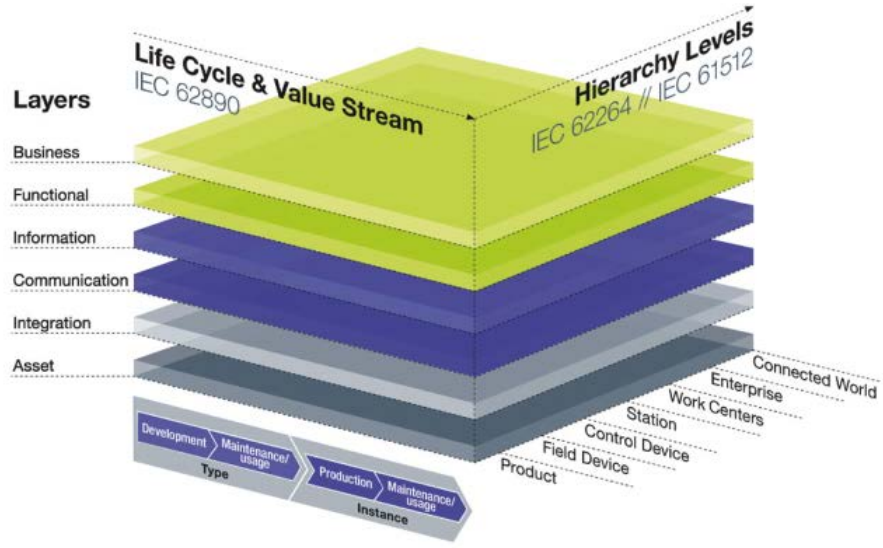


Abbildung 15: Referenzarchitekturmodell / Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

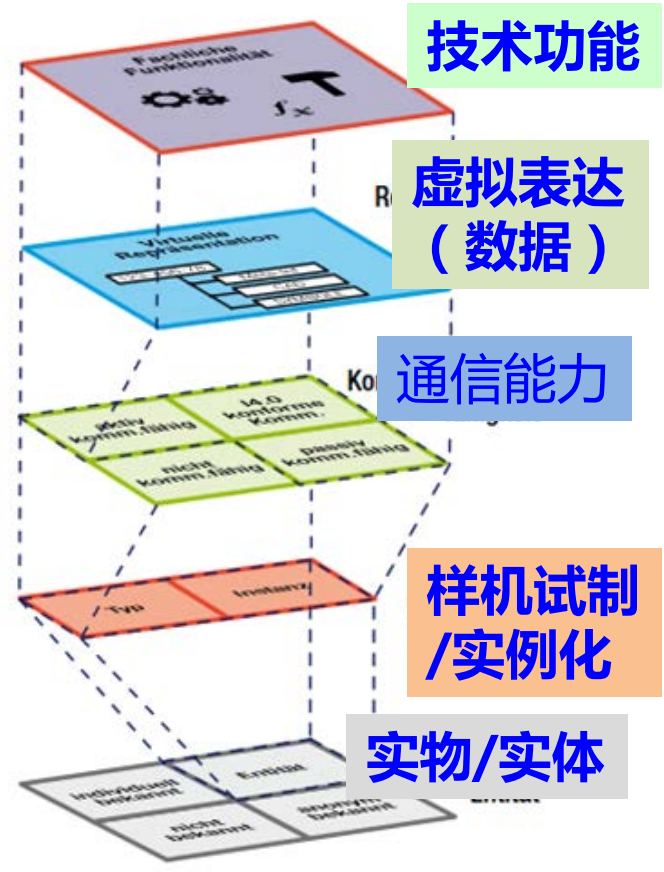
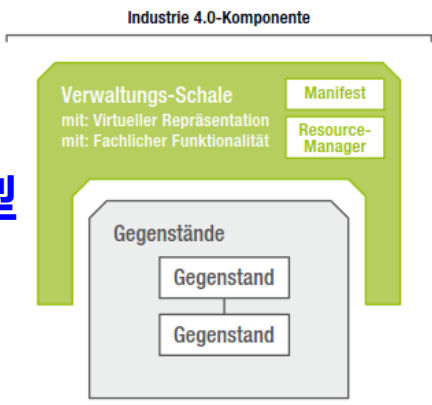


Abbildung 21: Ebenen einer Industrie 4.0-Komponente nach GMA 7.21

工业4.0的基本单元 (component) 模型



Source: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 der Plattform Industrie 4.0

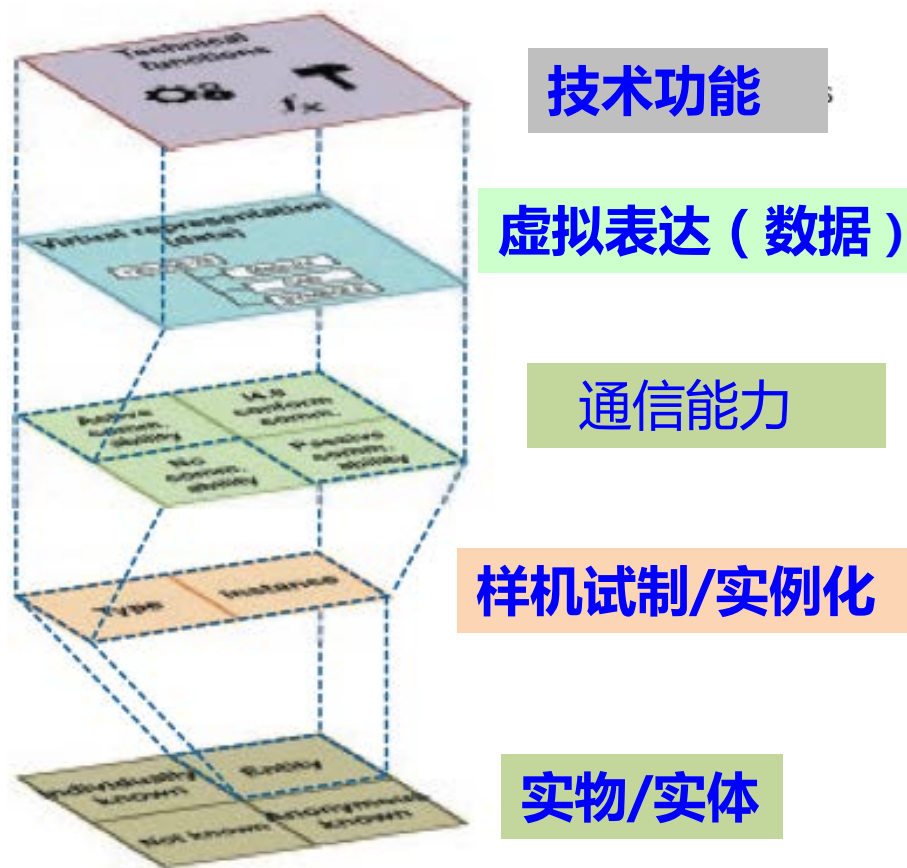
内容提要

- 第四次工业革命
- 中国制造2025
- 德国工业4.0参考架构模型RAMI4.0
- 工业4.0和智能制造对网络通信的要求
- PLCopen和OPC-UA联合解决方案

工业4.0和智能制造的各个环节 都依赖于网络通信

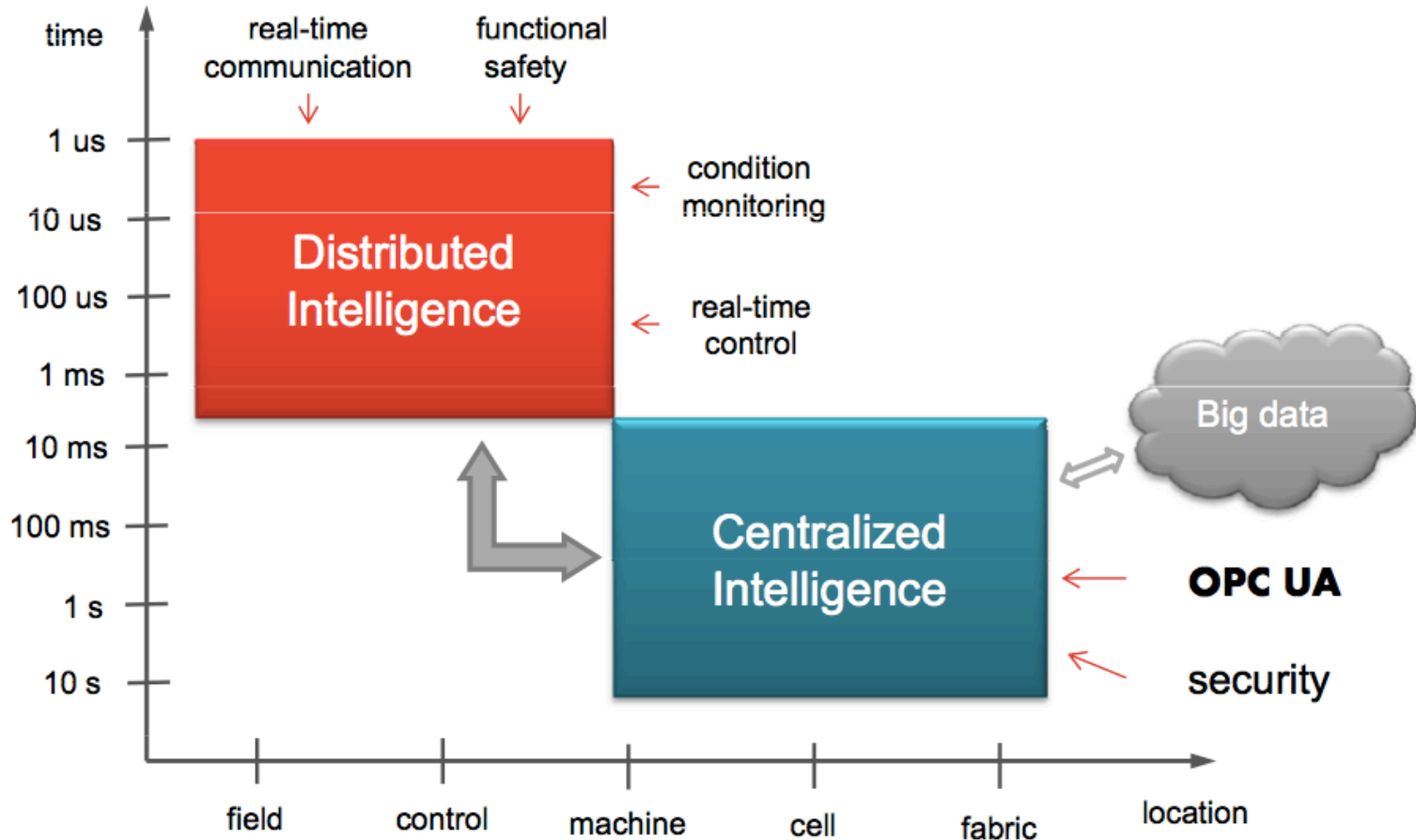


满足工业4.0基本单元要求的通信



- 工业4.0的基本单元既要在工厂的控制、运营管理层次，又要在企业的管理层次上，全面满足实现工业4.0的要求，因此工业4.0的基本单元的结构也是如左图那样分成5个层级。
- 其第三个层级是通信能力，就必须具备：既能在其对象本身对其实体属性充分表达，又能在其上位的IT系统中虚拟表达每个工业4.0的基本单元。

分散智能和集中智能对通信的要求



分散智能和集中智能对通信的要求

□ 时间响应

- 分散智能：在1微秒至几个毫秒
- 集中智能：在几个毫秒至10秒

□ 应用场合

- 分散智能：现场、控制、机械装备
- 集中智能：机械装备、工段或生产线、工厂、.....

□ 分散智能要求实时通信，需要保证功能安全

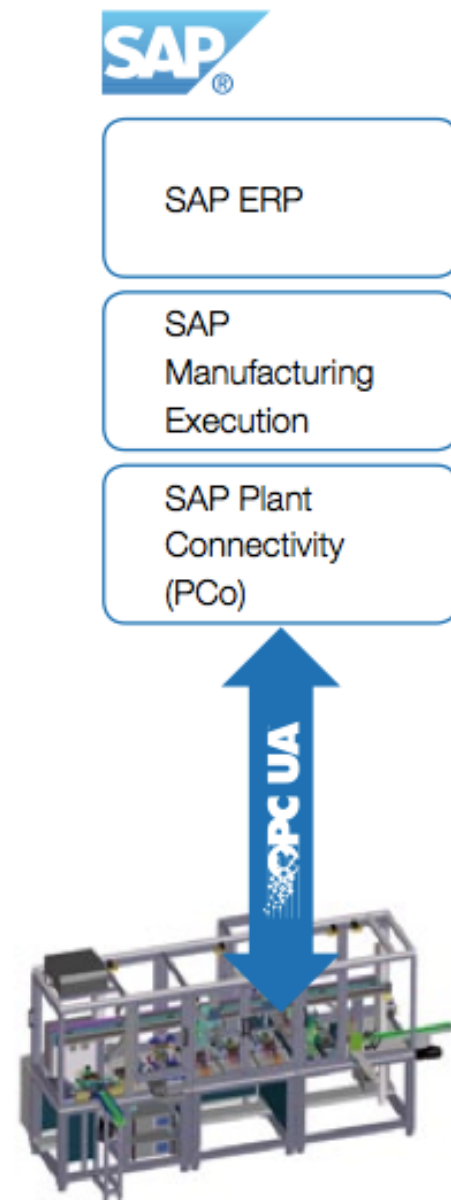
□ 分散智能主要应用于状态监控和实时控制

□ 集中智能要求信息安全，采用OPC UA

□ 集中智能主要应用性能优化、大数据分析、.....

工业4.0要求打破多层递阶的信息流

- ❑ 在传统的控制架构中数据请求或是事件驱动、或是循环发送，这都是响应上一级设备或软件系统的请求，下一级则总是充当服务者或响应者。譬如HMI可向PLC请求发送其状态，或者向PLC下达一个新的生产配方。
- ❑ 完成的过程往往是将传感器的电信号转换为数字形式，然后由PLC赋予时间戳，再把信息传送到MES IT层，以进一步提供相关服务。
- ❑ 在工业4.0的环境中，多层级的严格分隔和信息流的自上而下的方法将会软化和混合。在一个智能的网络中，每个设备或者每个服务都能自动的启动与其它服务的通信。

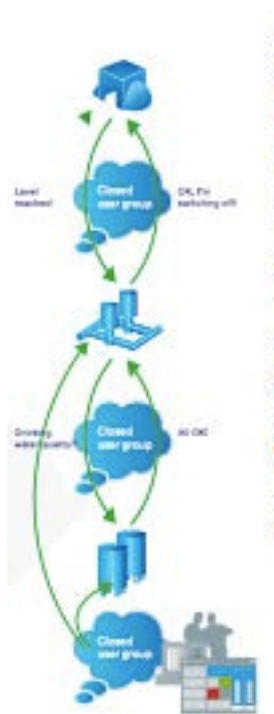


工业4.0要求打破多层递阶的信息流

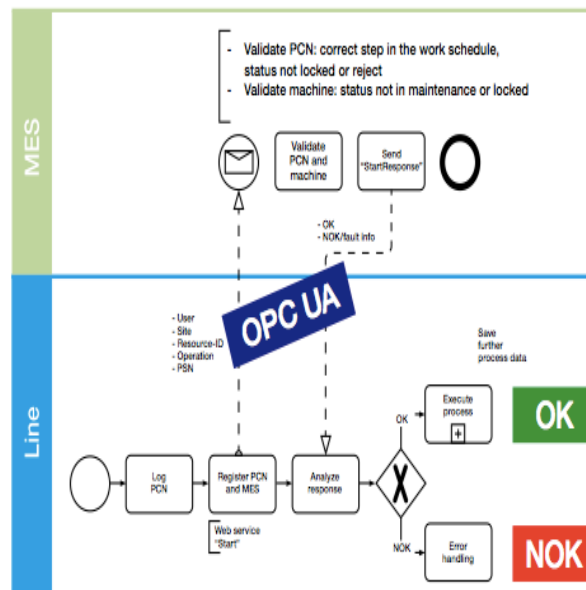
- 传感器、测量仪表、RFID芯片、PLC、HMI、MES和ERP系统所有这些设备和软测量仪表资产，都为企业提供重要的生产数据。



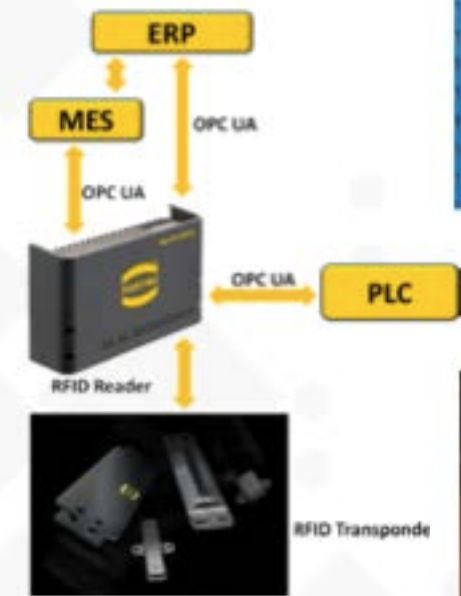
OPC用于测量仪表通信



OPC用于M2M通信



OPC用于MES通信

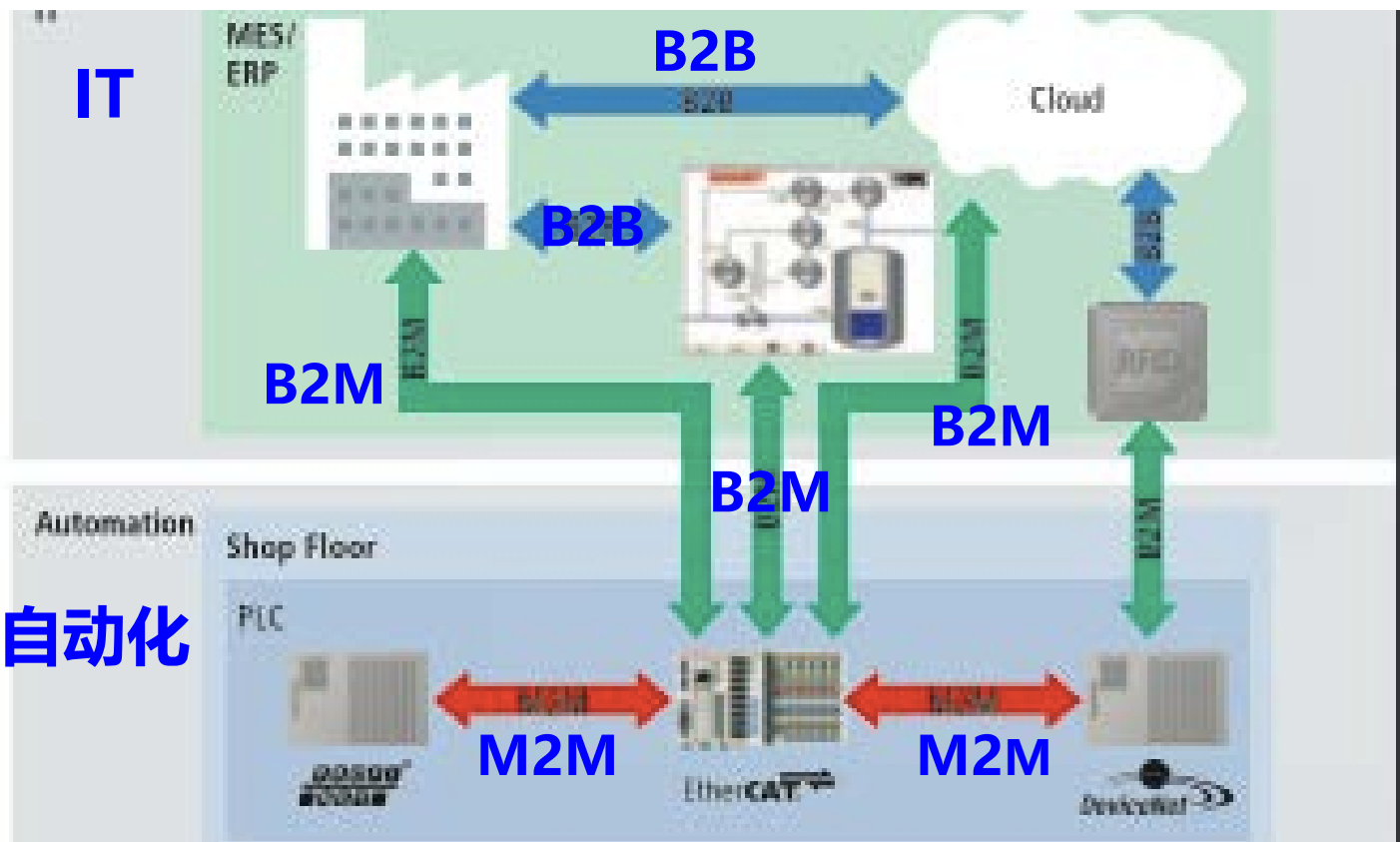


OPC用于RFID通信



OPC用于芯片组通信

工业4.0环境下三类通信：B2B、B2M和M2M



- 在工业4.0的背景下，可以把生产管理IT和自动化之间的通信分为三类：
 - B2B } 软实时通信：毫秒级至几分钟
 - B2M }
 - M2M } 硬实时通信

三类通信事务：B2B B2M M2M

□ 德国工业4.0的WG2执行委员会精确定义了三类通信事务：

■ **B2B通信** 两类业务过程相互通信。信息交换所需时间由几个毫秒到几分钟。例如：

◆ ERP应用与MES应用的信息交换

◆ HMI和MES的信息交换

◆ MES与另一MES的信息交换

◆ 或者传感器与云的交换

■ **B2M通信** 软实时过程与硬实时过程的通信。所需的交换时间由几毫秒到几分钟。例如：业务应用过程与机械装备间的信息交换

◆ HMI与PLC

◆ MES与PLC的信息交换

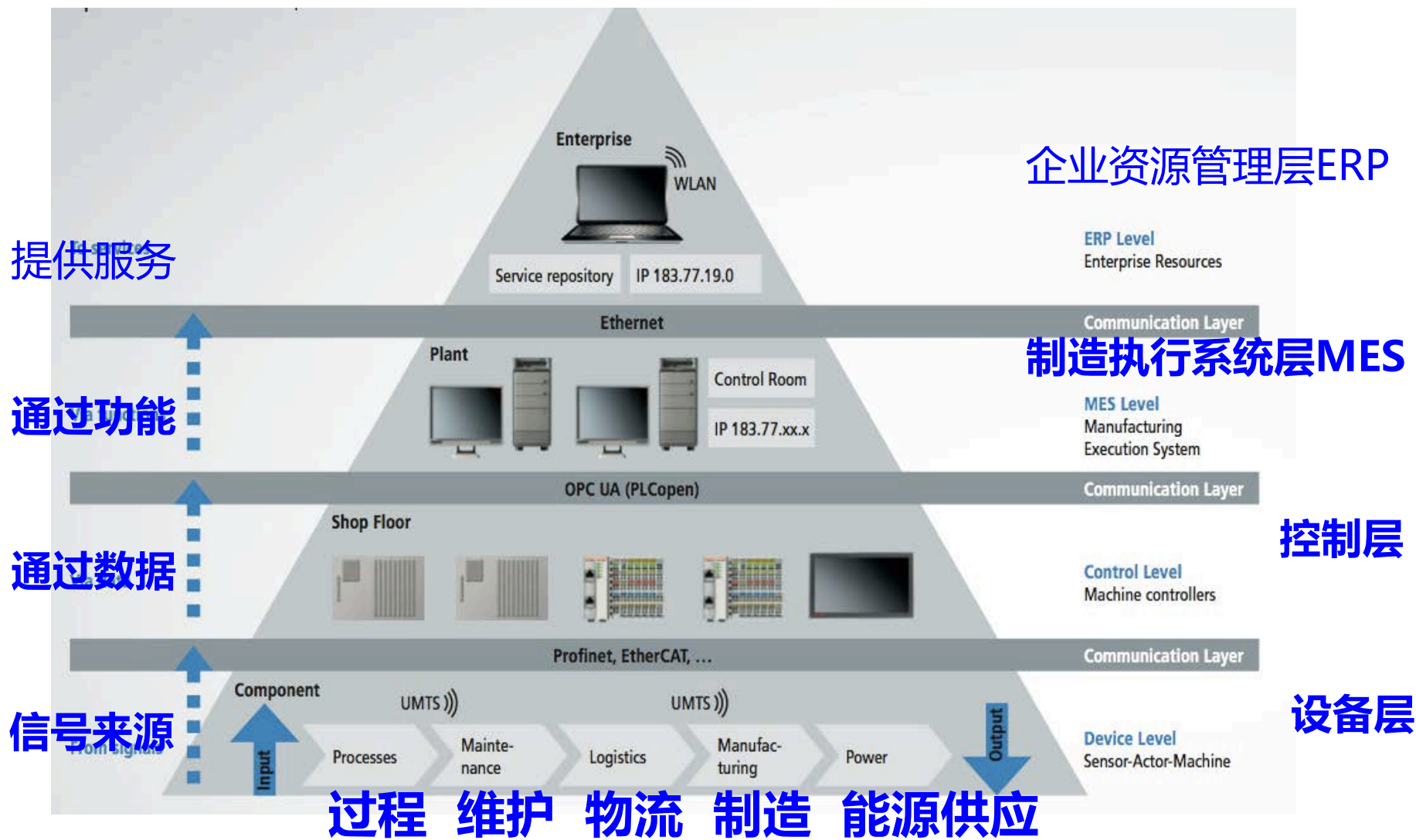
三类通信事务：B2B B2M M2M

- **M2M通信** 在自动化环境下两个过程的通信，这些过程可以是硬实时过程与硬实时过程的通信，也可以是软实时过程与硬实时过程的通信。例如：
 - ◆ 一个机器人平台控制器与一个手持式机器人控制器之间的横向通信。其交换信息的时间由微秒至几个毫秒，必须发生在硬实时、且为确定性的循环内。也可以把确定性看成是具有一定时间要求的QoS（服务质量），即在一个有保证的时间间隔（如100微妙）完成响应。
 - ◆ 另一个例子是两个控制器之间的横向通信（软实时的快速、循环、独立于现场总线的通信）。
 - ◆ 已经实现运用无线移动通信完成M2M，这里是指一个设备的接口（即装载设备上的SIM卡）通过移动通信与某个IT过程进行通信

内容提要

- 第四次工业革命
- 中国制造2025
- 德国工业4.0参考架构模型RAMI4.0
- 工业4.0和智能制造对网络通信的要求
- PLCopen和OPC-UA联合解决方案

传统的自动化金字塔多级分层结构 难以适应工业4.0的要求



用OPC UA将多级递阶系统集成成为一个自动化服务网络



工业4.0下的自动化网络将通过OPC UA在各个层级集成为一个自动化服务网络

如何使PLC成为 实现工业4.0和工业物联网的先行者

- 工业4.0和工业物联网的基本概念要求在设备和服务之间建立高度融合的网络化和通信。高速而且动态的生产显然需要适当的联网和通信支持，以满足从传感器到企业IT管理之间大量数据的实时和即时的交换。
- 这类通信一定是通信方之间能够直接进行。目前用于PC控制的对应的协议和标准是可以满足这一任务的。
- 开发一种能满足面向服务架构SOA (service-oriented architecture) 的PLC也是实现工业4.0和工业物联网的一种现实途径。PLC提供互联网服务、进行数据存取并不是新概念，但把SOA和PLC结合，或许就会为智能制造、工业4.0和工业物联网大大提升附加值。

OPC UA正在为企业信息集成的通信走出一条新路

- ISA 95是由美国ISA学会开发的企业信息集成系列标准，现在已被IEC和ISO接受为国际标准（IEC/ISO 62264）。而B2MML是这个系列标准的XML实现。B2MML包括一系列用W3C的XML语言XML格式规范。
- 美国的ISA学会又与OPC基金会合作开发基于B2MML接口标准的OPC UA/ISA 95伙伴规范。
- 这样一来，过去控制工程师使用OPC UA对象进行控制层、MES层和ERP层之间的通信碰到的难题即将迎刃而解，即在处理关键数据的存取时，如何在在制造运营管理（MOM）系统的高速要求与企业信息系统的慢速而又随机存取的要求之间构筑一种顺畅通达的桥梁，成为可能而又可行。

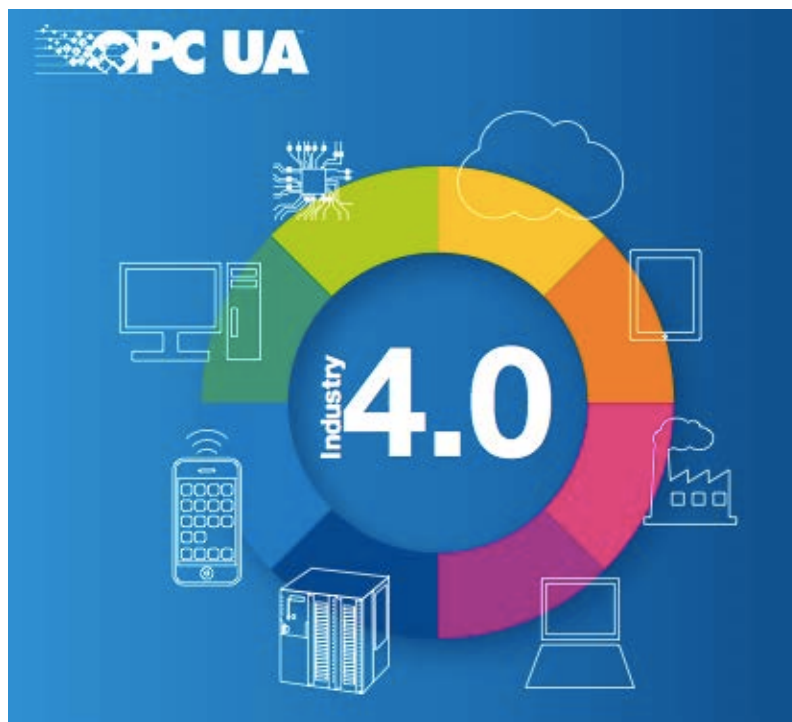
PLCopen和OPC基金会合作开发的 通信标准的生态系统（1）

- 多年来PLCopen一直坚持与开放标准化组织合作建立一种开放标准的生态系统。
 - 譬如与OPC基金会合作开发的：
 - IEC 61131-3的信息模型（2010.5发布）
 - IEC 61131-3 的OPC UA Client FB客户端功能块（2015.3发布）
 - IEC 61131-3的OPC UA Server FB服务端功能块（2015.3发布）
- 已经成功的应用于包装行业建立PackML系列规范，大大简化了包装机械与上位生产管理系统的通信。
- 这些标准提升了如今广泛运用于计算技术行业的SOA面向服务的架构的应用范围；同时也推进了一度落后于计算技术和软件的自动化系统技术，快速跟上IT技术的进展。

PLCopen和OPC基金会合作开发的 通信标准的生态系统（2）

- 工业互联网、工业物联网、工业4.0和智慧工厂的应用，如今正在快速推进和实现。尽管有一些由供应商所开发的数据交换协议，但都不能提供可互操作性，使控制器与企业信息系统、云端之间的信息传输畅通无阻，而运用PLCopen的OPC UA功能块，使之大为简化和改善。
- 开放的PLCopen规范和标准改善了自动化控制系统的设备可互操作性；运用基于IEC 61131-3的OPC UA Server FB服务端功能块，将简化了由传智能传感器、控制器
 - 与企业管理系统和生产调度执行系统通信
 - 与云端通信
 - 与互联网通信

满足工业4.0要求的 OPC UA解决方案



满足工业4.0要求的OPC UA解决方案（1/8）

工业4.0的要求

- 通信技术和方法与制造厂、使用范围、操作系统、编程语言无关

OPC UA的解决方案

- OPC基金会是独立于供应商的非盈利组织。成员可以是制造厂商，也可以是使用方。
- OPC UA广泛运用于自动化领域，也可以用于信息领域。它与使用范围无关。
- OPC UA可在所有的操作系统中运行，即使在芯片级没有操作系统也一样可以实现。
- OPC UA的实现可以使用任何编程语言，常用ANSI C/C+、.NET和JAVA

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案 (2/8)

工业4.0的要求

- 联网集成的规模可根据需要任意剪裁，联网设备小至传感器、嵌入式设备、PLC、PC机、移动手机，大至大型主计算机、云系统，均可使用。完成各个层级的纵向集成和横向集成。

OPC UA的解决方案

- OPC UA的最小实现只要求15KB存储空间，目前流行的CPU结构（如Intel、ARM、PPC等）无论是单核还是多核硬件均可使用。
- OPC UA可用在各种嵌入式设备，譬如RFID读入器、协议转换器等，实际上也可在任意控制器、SCADA/HMI产品、MES / ERP系统。
- 在一些运用Amazon（亚马逊）云和微软Azure云的项目中已经成功的使用了OPC UA

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案 (3/8)

工业4.0的要求

- 在应用层面和用户侧，保证安全的传输和传输认证

OPC UA的解决方案

- 在应用上，OPC UA采用X509（非常通用的证书格式，所有的证书都符合ITU-T X.509国际标准）、Kerberos（为TCP/IP网络系统设计的可信的第三方认证协议）认证或用户/密码。
- 采用符号传输和封装的传输，以及在堆栈中已经提供带审查功能性的、在数据点级别的权限。

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案 (4/8)

工业4.0的要求

- 面向服务的架构
SOA
- 通过已经采用的标准（如TCP/IP）
为传送当前数据和
历史数据、命令和
事件（事件/回调
callback）

OPC UA的解决方案

- OPC UA是一种独立的传输方法。
当前绑定了两种可用的协议：
 - 基于优化的TCP/IP二进制协议，
供高性能应用
 - 具有XML代码的消息的
HTTP/HTTPS的Web服务
- 正在计划绑定其他的协议，如
XMPP
- 堆栈保证所有数据和程序引数的一
致性传输，以及基于令牌的事
件的一致性传输

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案（5/8）

工业4.0的要求

- 为表达实际产品及其生产步骤的虚拟对象的模型化（建模），要能映射任意复杂度的信息内容

OPC UA的解决方案

- OPC UA不但提供多级分层网络系统，而且也支持包括全网格化的网络，其全网络化和面向对象概念的命名空间，还支持对象描述的元数据。
- 对象结构可经由相互间引用实例和其类型、类型模型（可通过继承加以扩展）得以生成。
- 由于服务器携带它们的实例和类型系统，客户端可通过网络导航，得到它们需要的信息。即使是这些客户端以前未知类的信息型，一样可以得到。

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案（6/8）

工业4.0的要求

- 在智能网络化的结构/基本部件的组合中，应提供自组织的参与网络的性能。也就是说，具备即插即产生的功能，使那些未经计划的自组织的通信可以进行。
- 即插即产生的功能具有存取数据的描述和所能提供的服务功能的描述。

OPC UA的解决方案

- OPC UA定义了不同的发现机制，使其能识别在子网中那些具有OPC UA通信能力的设备及其功能/特性。
- 通过子网的集结和智能的、无需组态的步骤和程序（如Zeroconf），可以识别网络新参与者及其地址。

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案（7/8）

工业4.0的要求

- 要求集成进入工程工具和语义的扩展

OPC UA的解决方案

- OPC基金会已经与像PLCopen、BACnet、FDI这样的组织成功的进行了合作。
- 现在有扩展了与其它组织的合作，如ISA95、MES - DACH、MDIS（石油天然气工业组织）。
- 一个新的合作已经启动，通过与AutomationML的合作，有助于在工程平台工具上优化其可互操作性。

满足工业4.0要求的OPC UA解决方案（8/8）

工业4.0的要求

- 具有与已经定义并应用的标准符合性进行验证的能力

OPC UA的解决方案

- OPC UA已经成为IEC的标准（IEC 62541）。而且已经能够提供开发工具和验证其符合性的实验室。
- 还有一些附加的测试工具（如Plugfest），以提高质量和保证其兼容性。
- 如果还要符合其它的伙伴标准和语义规范，还需要做进一步的测试。

The End

谢谢！欢迎提问和讨论

pengyu@sipai.com