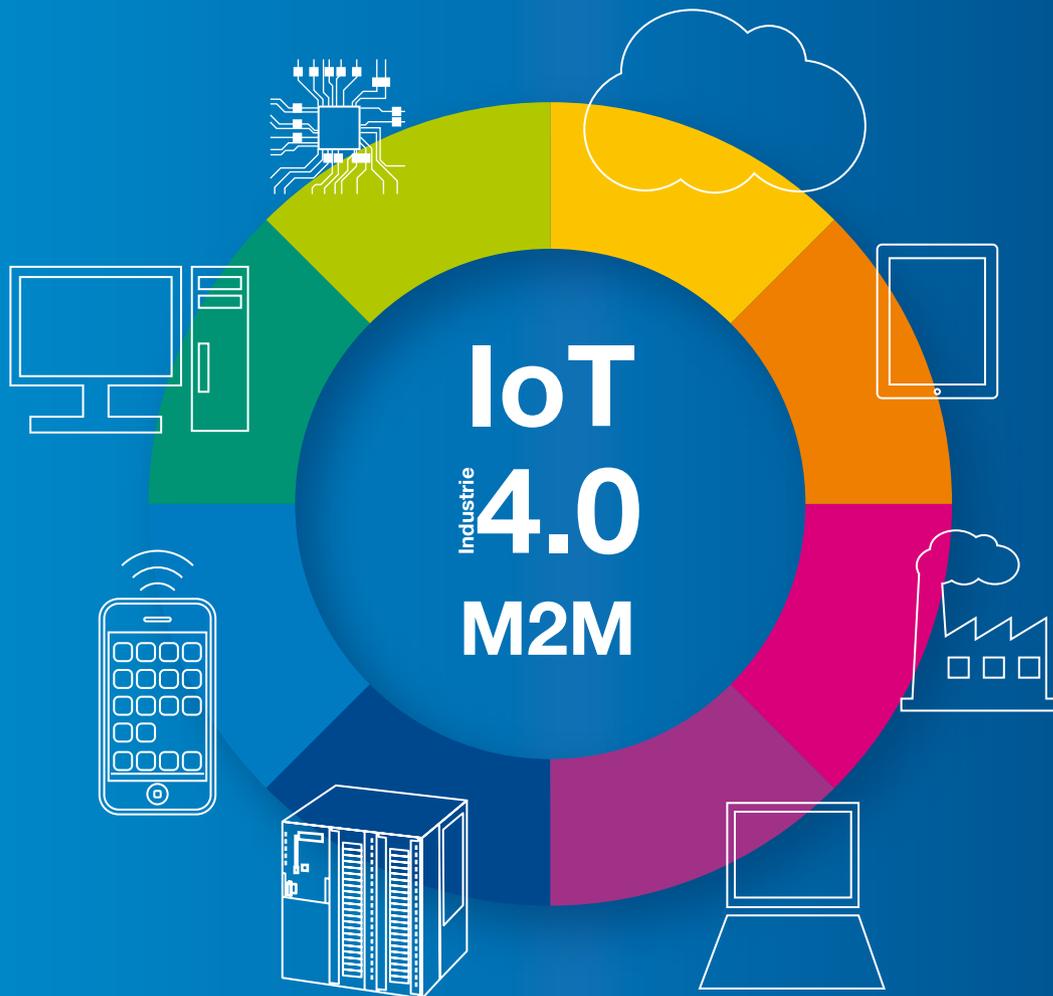


OPC 统一架构 (UA)

适用于工业 4.0 和物联网





欢迎您来到 OPC 基金会！作为全球跨平台通讯规范，OPC-UA 为智能设备提供了在全球交互的可行性。

Thomas J. Burke
OPC 基金会主席兼执行理事

OPC 统一架构（OPC-UA）是一套安全、可靠且独立于制造商和平台并用于工业通讯的数据交互规范。该规范使得不同操作系统和不同制造商的设备之间可以进行数据交互。OPC-UA 是由制造商、广大用户、研究学院以及行业协会共同参与制定的规范，目的是使得不同系统的数据可以进行安全交互。

OPC 在业内已经得到了广泛的应用，而且在其它市场中——如物联网（IoT）——也越来越受到青睐。从 2007 年起，工业自动化系统中提出了面向服务架构（SOA）的思想，OPC-UA，即集成了 Web 服务和安全统一的数据模型，为不同性能等级、跨平台交互提供了完整的解决方案。

OPC-UA 是一项 IEC 标准，因此特别适合于与其它组织机构合作。作为一个全球非盈利性组织，OPC 基金会与用户、制造商以及研究人员合作进行 OPC 规范的进一步开发。具体的活动包括：

- 开发和维护规范
- 认证和一致性测试规范
- 与其它标准组织合作

本宣传册简要介绍了 IoT、M2M（设备与设备的通讯）和工业 4.0 技术需求并用图解方式说明了基于 OPC-UA 的解决方案、技术细节和实施情况。

OPC-UA 提供的数据和信息交互标准获得了广大研究机构、行业和协会的广泛认可。

此致，

Thomas J. Burke

OPC 基金会主席兼执行理事

thomas.burke@opcfoundation.org

www.opcfoundation.org



目录

4 OPC-UA: 适用于物联网设备交互	OPC-UA 解决方案
7 工业 4.0要求 — OPC-UA 解决方案	36 可升级性:
引述	OPC-UA 在传感器中
8 IT 和工业领域	Alexandre Felt, 德国阿海珐有限公司
10 工业产品供应商及用户	(Areva GmbH)
12 组织机构 — 研究机构	37 可升级性:
	OPC-UA 在芯片级
	Prof. Jasperneite, Fraunhofer-Anwendungszentrum
	工业自动化有限公司 (IOSB-INA), Lemgo
14 OPC-UA 概览	38 智能计量:
16 OPC-UA 技术细节	消费数据: 从仪表直到会计信息系统
Karl-Heinz Deiretsbacher, 西门子和	CARSTEN LORENZ, ELSTER GMBH
Dr. Wolfgang Mahnke, ABB 集团	
23 由德国联邦信息安全局进行安全检查	39 横向通讯:
	OPC-UA 能够实现 M2M 通讯及物联网
OPC 基金会	Silvio Merz, 污水处理专家, 沃格兰
25 组织机构	40 可再生能源:
26 规范, 信息和活动	OPC-UA 用于监控海上风电
28 实验室 — 认证	EIKE GRÜNHAGEN, ADWEN GMBH
29 OPC-UA: 集成到产品中	41 纵向通讯:
合作	OPC-UA 从生产直到 SAP
31 AutomationML 标准	Roland Essmann, Elster GmbH
32 MDIS — 海上油气	42 云:
33 AIM-D — RFID 和其它 AutoID 系统	OPC-UA 基于云平台的物联网
34 PLCopen — 控制器中的客户端和服务端	Clemens Vasters, 微软公司
35 MES-DACH — MES 数据配置文件	43 人机交互:
	OPC-UA 基于浏览器模式
	PD Dr. Ing. Anerose Braune, 德累斯顿工业大学

OPC-UA：物联网的工业互操作性

数字化是一个非常重要且极具吸引力的快速发展的市场。其目标是将 IT 技术与产品、系统、解决方案和服务进行融合，贯穿于从研发设计到生产到技术维护的整个产业链。同时也带动了一些新兴的市场如数字化产品和系统数字化、软件解决方案和新数字化服务的快速发展。

物联网将一些传统行业与基于 IP 技术的行业进行整合，这是数字化发展的引擎，而标准化的核心是“机器到机器”（M2M）通讯。多年来，诸多公司和行业协会如 OPC 基金会一直参与并推动这些标准化发展。

设备交互

M2M 定义了两台设备之间或单台及多台智能设备和中央计算机之间的数据交互。通讯网络可以是有线网络，也可以是一个无线网络。如内嵌 SIM 卡的智能售货机使用蜂窝网络采用点对点模式直接与中控制器进行数据传输、故障报警交互。由此生成的业务模式主要围绕物流和维护以及专门的状态监测和预防性维护。如机场备件配送系统可以实时监测并控制飞机备件如涡轮机从仓库到机场维修站的时间节点，以节省维护时间和维护成本。

互联网

物联网设备必定具备远程访问功能。因此，M2M 是物联网的一部分，但不只限于智能设备之间的数据交换。它也包括来自传感器和执行器（即消费领域的可穿戴设备进行健康监测）的数据经过本地处理后通过网关（智能手机）传输给云中央控制系统。

一些复杂的智能设备网络系统正崭露头角。工业自动化解决方案中也有类似的技术：机器和现场设备不仅仅具备网络连接和数据传输能力。在一些计算能力较高的设备中，它们还可以处理和整合来自其它设备的数据。它们可以分析来自现场设备的信息，将计算结果传输给其他现场设备，为用户产生新的计算信息。最后，这些设备还可以依据历史数据进行自动分析计算并提供一些后续维护策略，而不仅仅是简单显示油压和温度数据。

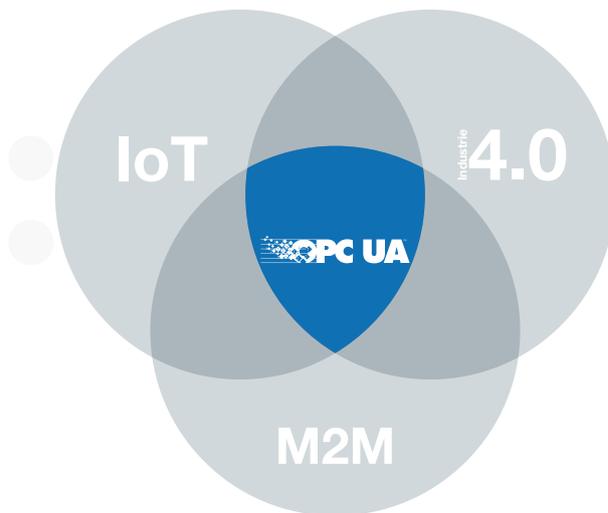


通讯

物联网内设备和服务的通讯要求与目前成熟的架构大不相同：物联网设备之间很少会直接进行通讯。传感器和设备信息将会被发布，消费者可以订阅这些信息（发布/订阅）。通常，这些设备和系统会通过 IP 网络进行通讯，以及与云大数据中心通讯。将这些智能设备和系统与服务结合在一起可以为用户带来更多好处。

OPC-UA 交互性

物联网其核心通讯组件必须是全球通用的通讯标准且可以满足复杂的应用需求才是有前途的。发布/订阅模型除了具有资源消耗低、一对多通讯功能之外，还需要一个面向安全连接的客户端/服务器通讯功能，以能够发送控制命令到执行器。此外，信息必须具备语义元数据模型的描述和目的来保证数据的最佳利用，由于在多个层上使用了元数据，因此标准统一化至关重要。因此需要所有层具备可升级、可集成和独立于供应商的特性。OPC-UA 为所有层远程数据访问提供了一个完整的解决方案。



远程访问（通过 OPC-UA）是 M2M、物联网和工业 4.0 的共同特性

OPC-UA — 第四次工业革命的先驱

挑战

为了保持现代工业国家的竞争能力，需要应对一系列挑战：通过更有效地利用能源和资源不断提升效率缩短产品周期、通过更快地以高度创新的周期生产出更复杂的产品缩短市场投放时间，以及通过个性化批量生产提高灵活性。

前景

第四次工业革命（工业 4.0）受先进的信息通信技术（ICT）的驱动，在工业自动化领域中的应用变得越来越普遍。数字化分布式智能系统的真实或虚拟的物理硬件或软件系统都融合到信息物理系统（CPS）中。这些信息物理系统联网并形成很多“智能”对象，也就组成了“智慧工厂”。随着处理性能和通讯能力的不断提高，生产单元可以自行组织并处理具体事宜，它们拥有所需信息

并可以独立获取信息。系统间会进行联网并可独立运行，它们具有自整定和自优化且可扩展（即插即生产）属性，无需人工干预。可以实时跟踪设备在整个生产过程、使用周期和价值创造过程中的状态。这类“智能”产品通过物联网彼此互联，并通过自学习能力来处理外部或内部事件。

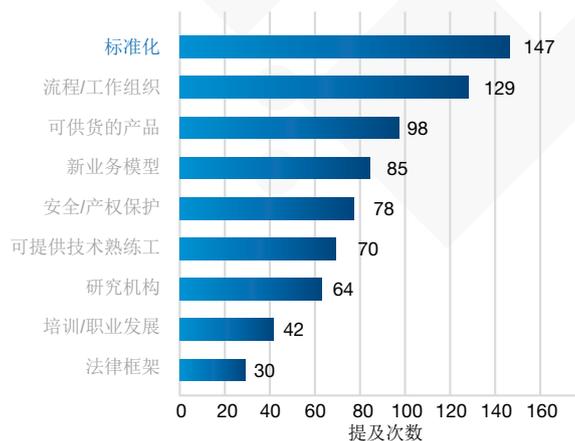
要求

成功实现工业 4.0 的目标需要付出相当大的努力。为了降低复杂性，需要全面的模块化、大范围的标准化以及统一的数字化。这些需求并不新，也不是革命性的，而是技术持续发展的结果。

这一演变是很久前就已经开始且持续发展的过程。下面列出的这些已有的解决方案是工业 4.0 的基础。

实施工业 4.0 所面临的挑战

（可能有多个答案）



BITKOM、VDMA 和 ZVEI 成员提供的调查结果显示标准化是工业 4.0 战略计划实施面临的**最大挑战**。





工业 4.0 要求 — OPC-UA 解决方案

工业 4.0 要求	OPC-UA 解决方案
独立于制造商、行业领域、操作系统、编程语言的通讯技术	OPC 基金会是一个独立于供应商的非盈利性组织。会员可以使用 OPC-UA 技术或开发 OPC-UA 产品。OPC 广泛应用于自动化领域，但在技术上独立于行业领域。OPC-UA 可在任何操作系统上运行——甚至可以基于芯片级而无需操作系统。OPC-UA 可使用任何编程语言，如 Ansi C/C++、.NET 和 Java 等语言。
可集成到最小的传感器、嵌入式设备和 PLC 控制器、PC、智能手机、大型主机和云应用程序中。贯穿于整个水平和垂直的通讯层。	OPC-UA 从 15 kB 大小（Fraunhofer Lemgo）扩展到采用各种 CPU 架构（Intel, ARM, PPC, 等等）的单核和多核硬件。OPC-UA 适用于嵌入式现场设备（如 RFID 阅读器、协议转换器，等）以及几乎所有控制器和 SCADA/HMI 产品以及 MES/ERP 系统中。这些项目已经在亚马逊云和微软 Azure 云中成功实施。
用户和应用级别的安全传输和权限	OPC-UA 采用 X.509 证书、Kerberos 协议或用户/密码进行身份验证。系统提供了数字签名和加密传输以及级别验证。
SOA，通过诸如 TCP/IP 等成熟标准进行传输，以交换实时数据和历史数据、命令和事件（事件/回调）	OPC-UA 独立于传输协议。目前，有两种协议可供选择：基于 TCP 协议采用二进制流模式，适合于高性能的应用、基于 HTTP/HTTPS Web 服务并采用二进制或 xml 编码的应用。采用发布/订阅通讯模型，确保数据传输的一致性。除了实时数据之外，OPC-UA 也对历史数据以及集合进行了标准化，此外，也可以采用复杂的参数调用，而且报警和事件触发也可以基于令牌机制进行传输。
对象属性与仿真模型采用内存映射进行数据交互，仿真模型用来模拟实际产品及其生产步骤。	OPC-UA 网络采用面向对象（分级网络和网状网络）的概念，包括元数据和对象描述。可以通过相互调用实例和一个可以通过继承扩展模式集成对象模型。由于服务器加载它们的实例和类型系统，客户端可以通过这一网络索引，来获取它们所需的所有信息，甚至是它们之前不认识的类型。这对即插即生产的功能来说是个基本要求，无需提前配置设备。
用于即插即生产的功能定义数据访问接口提供了自动参与到智能网络所具备的各种服务功能	OPC-UA 定义了不同的“发现”机制，在一个网络内识别和通知具有 OPC-UA 能力的设备及其功能。OPC-UA 访问者可以放在本地（在相同的主机上）、子网或全球网络（企业内）中。贯穿子网和智能、零配置程序（例如 Zeroconf）用于识别网络访问者并给它们分配地址。
集成到开发环境中 and 语义扩展	OPC 基金会已经与其它组织机构成功合作（PLCopen、BACnet、FDI、AIM, 等等），目前正在扩大其合作活动，如 MES-DACH、ISA95、MDIS（油气行业），等等。一个新的合作提议是与 Automation-ML 合作，旨在优化工程工具之间的互操作性。
验证是否符合定义的标准	OPC-UA 已经是一项 IEC 标准（IEC 62541），可以提供用于测试和认证一致性的工具和专业测试实验室。更多的测试活动（如 Plugfest）提升了质量，确保了一致性。扩展/修改（配套标准，语义）的测试以及其它各种有关数据安全和功能安全的验证由第三方测试和认证机构实施。



»OPC-UA 在开辟来自于产品、设备和传感器的数据到整个生产过程中的新机会起到重要作用，成为物联网领域洞察力、生产效率和新业务模型的推动力。为了保证我们对开放性和合作的承诺，微软全力支持 OPC-UA 及其在快速转换 OT/IT 中的发展。「

Rohit Bhargava, 微软公司 WW Manufacturing & Resources 部门首席技术官



»数字化领域的生产需要高度互联和智能化的方案，能够满足客户个性化需求，从而能够实现灵活的生产过程，给予生产工人很大的自由。为了实现这点，SAP 使用并支持诸如 OPC-UA 这样的标准，以确保在车间级进行简单、可扩展和安全的信息交换。「

Veronika Schmid-Lutz, SAP 公司首席产品经理, OPC 董事会成员

OPC-UA 在 IT 领域



»Oracle 公司早就认识到强大的数据和通讯标准的价值，就是开发安全和可扩展的、独立于平台的解决方案，以帮助开拓市场，发展业务。我们认识到 Oracle 的 Java 和 OPC-UA 对于使用安全、可扩展、独立于平台的方式寻找集成式系统的开发人员来说是一个强大的组合。从嵌入式系统到云，Oracle 的 Java 平台提供了一个统一的编程环境，它在与 OPC-UA 信息模型连接时具有极高的灵活性、易于集成性和极大的安全性。「

Scott Armour, Oracle 公司 Java 软件事业部全球执行副总裁



»工业 4.0 和物联网背景下，机器、产品、它们的组件和数字化服务的联网对于未来的协议和标准提出了很高的要求。它们必须支持“即插即用”方案，通过该方案能够动态集成到价值链和网络中。因此，组件需要具有能够自行描述它们的功能和特点的能力。作为一项标准，OPC-UA 现在已经提供了数据安全交换功能及用于描述功能特点的语义。这样，OPC-UA 就会具有必要的功能，该功能可以向着工业 4.0 的方向轻松迈进。平台独立性符合 HP 的 OpenStack 方案。「

Johannes Diemer, 惠普公司工业 4.0 项目经理



»工业物联网 IIOT 的一个重要思想是连接工业系统并对数据进行分析 and 执行相关动作，来提高性能和效率。工业物联网的实施需要在组织设计和扩展工业系统方面上有一个“革命性改变”。因此，通过标准、安全的通讯协议集成现有的或第三方自动化设备是至关重要的。OPC-UA 通过提供广泛应用于工厂车间里不同的加工单元和 IT 设备之间或操作安全性的行业标准成功迎接了这一挑战。美国国家仪器公司 (NI) 在其嵌入式设备系列中采用了 OPC-UA 技术，以促进工业物联网的发展，驱动信息物理系统 (CPS) 的互联。「

James Smith, 美国国家仪器公司嵌入式产品营销总监



»ABB 为其大部分产品使用传统的 OPC 接口，或使用传统的 OPC 来集成数据。

由于 OPC-UA 不仅能够进行数据交换，而且还能够提供有关建模能力的信息以及以安全、独立于平台的方式进行通讯，我们看到了它的巨大潜力并全身心地投入进来。OPC-UA 的使用将大大减少集成工作，提供新的应用场合，为我们的客户带来诸多好处。「

Thoralf Schulz, ABB 公司控制系统业务部全球技术经理

OPC-UA 在工业领域



»OPC DA 是自动化系统领域中最受欢迎、最成功的标准接口。Yokogawa 从一开始就加入了 OPC 基金会，为 OPC 接口的开发工作做出了很多贡献。现在，Yokogawa 全力投入于全新且前景看好的 OPC-UA 技术中，并像往常一样为其发展作出贡献。「

Nobuaki Konishi, 日本横河电机株式会社 (Yokogawa), 日本 OPC 协会主席, OPC 董事会成员



»OPC-UA 将为 M2M 和 M2H (人机交互) 通讯提供一个通用的技术和语义互操作层，它对实现工业互联网来说至关重要。通过建立互操作性标准，我们将能够为 GE 及其它企业提供一个可靠、可升级的平台，以建立工业互联网并能够为我们的客户提供价值和功能扩展。「

Danielle Merfeld, 通用电气公司全球研发技术总监



Rexroth
Bosch Group

»通过 OPC-UA 可以为工业领域提供一个面向未来且独立于制造商的通讯标准。它的可扩展性使得系统、机器和工艺流程的横向和纵向联网成为可能。博世力士乐一直将这一国际公认的开放式标准用作关键技术，为其产品提供扩展服务和语义信息模型。我们不断开发新功能，因此我们的客户能够非常理想地将力士乐产品集成到他们的自动化环境中——用于优化工业 4.0 的实施。«

Dr. Thomas Bürger, 博世力士乐公司工程自动化系统事业部副总裁



»OPC-UA 具有立即跨供应商实施工业 4.0 和所需基于互联网的服务的潜能。这一开放式标准的使用对于供应商和用户来说都是一个机会。专用的解决方案将无法产生足够的价值。«

Dr.-Ing. Reinhold Achatz, 公司研究与技术部主管, 创新与可持续发展, 蒂森克虏伯公司

自动化先驱



BECKHOFF

»工业 4.0 将自动化与 IT 和互联网紧密连接在一起，从而能够充分利用所产生的协同作用。联网即表示通讯，通讯则需要语言和相关的功能和服务。OPC-UA 提供了一个功能非常强大的全球认可的可适配标准依据。«

Hans Beckhoff, 德国倍福自动化有限公司总裁



SIEMENS

»西门子是世界领先的技术公司之一，在自动化系统领域是市场领导者。我们看到所有行业领域都正在进入数字化时代，而我们在其成形过程中正发挥着积极作用。

作为 OPC 基金会创始成员，西门子热衷于推动自动化技术的发展，优化来自不同系统供应商的技术之间的互操作性。而这一承诺已经开花结果：OPC 标准在我们的许多创新产品中得到应用，如 Sinema Server 网络管理解决方案、Simatic HMI（人机界面）、以及灵活的模块化 Simocode pro 电机管理系统。我们认为，OPC-UA 对于工业 4.0 的实施来说至关重要。这也是我们为什么总是在这一领域从一开始就非常活跃，而且是最早一批产品得到认证的公司之一。«

Thomas Hahn, 西门子股份有限公司, OPC 董事会成员



»施耐德电气有限公司认为工业物联网的诞生是一种“进化”，而不是“革命”。在一个我们的智能连接产品和系统作为大型系统的一部分运行的领域，移动数据的一致性很重要。更重要的是数据上下文的衔接。有了 OPC-UA，我们能够高效率地交付系统和应用程序 — 从而帮助我们的客户实现工业 4.0 的全部潜力。「

John Conway, 施耐德电气有限公司战略合作部副总裁



»在未来标准化的接口生产过程中，OPC-UA 对于已经准备好即插即生产的智能组件的通讯和连接来说非常重要。我们从而将能够更轻松地将模块化和可扩展的生产设备连接到诸如 MES 或 ERP 等上位系统。在 2014 年举行的 OPC 欧洲日活动上，我们已经展示了我们的生产中实施的一项 OPC-UA 测试。同样，创新的 Multi-Carrier-System 输送系统和 CPX 自动化平台都有 OPC-UA 接口，用于集成到工业 4.0 主机中。「

Prof. Dr. Peter Post, 费斯托 (Festo) 公司研究和技术监督

业内巨头



»实践证明，OPC-UA 非常适合用于通过定义对象和语义实施工业 4.0 在自动化系统内的通讯和工业 4.0 组件之间的互操作性方面的功能。由于不同的自动化解决方案供应商提供的全球支持，该协议已在大量设备中使用，从传感器层到制造执行系统 (MES) 再到企业资源计划系统 (ERP)。全球认可和面向未来的技术基础将促使 OPC 不断发展 — OPC-UA 有这个能力。

Roland Bent, 菲尼克斯电气集团高级执行副总裁



数字化工厂面临的一个主要挑战就是各种系统和设备之间的互联互通。比如一个 MES 系统需要从生产线上的每个 PLC 中读取数据，这意味着巨大的成本。所幸 OPC UA 为互联互通提供可能，并且也极大地降低了成本。它为设备之间的数据连接提供了安全可靠的标准接口，并赋予其意义。因此，我们全面基于 OPC UA 研发了工业实时库套件 AicVision，并为数字化工厂提供全面的数据集成方案。

王培哲, 艾克信控 CEO



OMAC
The Organization for Machine
Automation and Control

»OPC-UA 是真正开放的通讯标准，没有它就没有工业 4.0，也不会有工业物联网。OPC-UA 与 OMAC 的倡议是一致的，将标准和功能结合在一起，以便缩小机器、控制平台和管理系统之间一直存在的差距。「

John Kowal, OMAC & PMMI 协会董事会成员
(贝加莱工业自动化有限公司)



PLCopen
for efficiency in automation

»通讯并不是关于数据的，而是关于信息和以简单、安全的方式存取信息。这就是 PLCopen 和 OPC 基金会合作所关注的一切。OPC-UA 技术让独立于网络的透明通讯成为了可能，而这是工业控制中新的通讯时代的基础。「

Eelco van der Wal, PLCopen 国际组织执行主席

与协会组织合作



<AutomationML/>
The Glue for Seamless
Automation Engineering

»工业系统的复杂性越来越高。为了在设计和应用内管理这一复杂性，需要有方法和技术来实现模块化及随后的结构构成。实践证明，OPC 技术及其最新产品 OPC-UA 在这一领域已有着成功应用。它得到了广泛应用，可以认为是在工业 4.0 战略方案中结合工程 and 应用的起点。「

Prof. Dr.- Ing. habil. Arndt Lüder, 马格德堡大学机械工程系, AutomationML e.V.
董事会



AIM
DEUTSCHLAND e.V.

»诸如物联网和工业 4.0 等未来概念的实施需要可靠的有关制造和物流过程中移动对象的跟踪数据。为了实现这类能够自动识别对象的数据系统，必须安装更多的记录环境数据的传感器和实时定位系统。OPC-UA 为将这类系统与企业中现有的 IT 场景整合在一起提供了合适的架构。OPC AIM 配套规范将大大简化这些任务。「

Wolf-Rüdiger Hansen, AIM 协会德国-奥地利-瑞士负责人



»BACnet 和 OPC-UA 正在合作探索工业自动化和楼宇自动化之间整合的新途径：能源数据通过 BACnet 进行语义上定义，并可以以互操作的方式方便地通过 OPC-UA 提供给企业系统：一个从传感器直到 IT 计费系统的理想标准。「

Frank Schubert, BACnet 欧洲利益集团顾问委员会成员



“OPC-UA 为 MDIS 信息模型提供了一个安全、可靠、具有互操作性并独立于平台的基础。简化的通讯连接和不断提升的数据质量为油气运营商带来了真正的附加值。”

Paul Hunkar, MDIS 网络的 OPC 顾问

研发和科学领域的思想领袖



»工业 4.0 的范式在每个层级上都需要标准，以便能够实行模块化具有即插即用功能的生产线。OPC-UA 是一项重要的标准，帮助我们能够以独立于供应商和安全的方式建设备组件间的通讯。由于产业驱动型标准化过程，我们看到了工业用户非常能够接受 OPC-UA 作为贯穿所有自动化金字塔层的平台。此外，OPC-UA 的信息模型是实现语义互操作性的基础。「

Prof. Dr. Dr. Detlef Zühlke, 创新工场系统 (IFS) 科学总监，就职于凯泽斯劳滕的德国人工智能研究中心



»实施工业 4.0 概念的一个关键部分是一个开放的、标准化的通讯平台。这是实现需要在全公司范围内贯穿不同层级的通讯的场景的唯一方法。OPC-UA 通过其独立于平台和语言的技术提供了合适且有前景的平台。自动化和信息系统学会 (AIS) 已经使用 OPC-UA 有多年历史。开放的架构以及对各种软件和硬件的支持是最重要的，特别是在研发环境中。关于这一点的一个例子是 PC 平台上的一个非实时上位代理服务器和 PLC 上的一个实时下位代理服务器之间的通讯。这样能够优化分配计算时间和速度。「

Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser, 自动化和信息系统学会会长，慕尼黑工业大学 (TUM)

OPC-UA 概览 — 安全、可靠及独立于平台的信息交换技术

安全、可靠及独立于平台的信息交换技术

OPC-UA 是 OPC 基金会最新一代技术，用于安全、可靠及独立于供应商地从传感器和现场层传输原始数据和预处理的信息给控制系统和生产规划系统。

有了 OPC-UA，可以随时随地为每个授权的使用者和每位授权使用者提供各种类型的信息。

独立于平台和供应商

OPC-UA 独立于生产或提供具体应用程序的供应商和系统供应商。通讯独立于具体的编程语言，也独立于应用程序运行的操作系统。它是一个不依赖任何事物，也不与专有技术或供应商绑定的开放式标准。

通过互联网 & 防火墙实现的标准通讯

OPC-UA 通过多个重要的功能（如平台独立性、可扩展性、高可用性和互联网能力）扩展上述 OPC 行业标准。OPC-UA 不再基于微软的 DCOM 技术：它已经重新搭建基于面向服务的架构（SOA）。因此，OPC-UA 适配起来非常简单。现在，OPC-UA 已经连接企业层和自动化组件的嵌入式系统 — 独立于微软、UNIX 或其它任何操作系统。OPC-UA 使用一个基于 TCP、优化的二进制协议通过一个用 IANA 注册的 4840 端口进行数据交换。也可选择支持 WEB 服务和 HTTP。可以轻松集成其它绑定诸如多播或消息列队的协议，不会中断现有的通讯方案。集成的加密机制确保通过互联网进行安全通讯。

面向服务的架构

OPC-UA 定义通用服务，在这种情况下，跟随面向服务的架构的（SOA）设计范例，通过它，服务供应商可以接收请求，处理这些请求并及时响应将结果回传。

与传统的 WEB 服务 — 通过 WSDL 描述它们的服务，因此与每个服务供应商不同 — 通用服务已经使用 OPC-UA 进行定义。

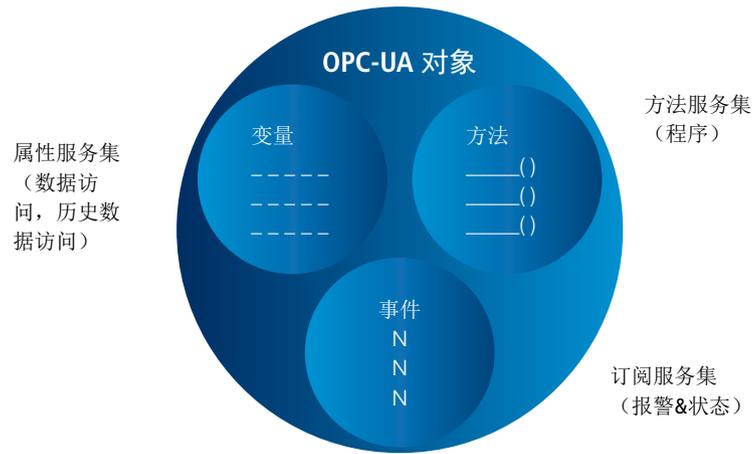
因此不需要 WSDL，因为服务是标准化的。因此，它们是可兼容和互操作的，调用者无需掌握有关特殊服务的结构或行为的知识。OPC-UA 为不同的功能定义各种服务组（读/写/发信号/执行，导航/搜索，连接/通信/安全）。OPC-UA 信息模型具有很高的灵活性。由于建立在一个基本模型上，任何所需的复杂的、面向对象的扩展可以在不损失进程中互操作性的方式下实现。

防止非授权用户的访问

OPC-UA 技术使用成熟的安全方案，可以防止非授权用户的访问，防止蓄意破坏和修改过程数据以及防止出现粗心的操作。OPC-UA 安全方案包含用户和应用程序验证、数字签名和传输数据的自行加密。OPC-UA 安全基于公认的标准，它也可用于互联网（如 SSL、TLS 和 AES）中的安全通讯。安全机制是标准的一个部分，供应商必须执行。用户可以根据其使用情况将各种安全功能整合在一起；因此，可扩展的安全与具体的应用相关。



统一的 OPC-UA 对象



可及性和可靠性

OPC-UA 定义了一个坚固耐用的架构，它具有可靠的通讯机制、可配置超时和自动故障检测功能。

故障排除机制自动恢复 OPC-UA 客户端和 OPC-UA 服务器之间的通讯连接，不会丢失数据。OPC-UA 提供冗余功能，它们可集成在客户端和服务器应用中，因此能够以最大的可靠性实施具有高可用性的系统。

通过统一进行简化

OPC-UA 定义了一个集成式地址空间和一个信息模型，在这个模型中，过程数据、报警和历史数据可以与功能调用一起呈现。OPC-UA 整合了所有传统的 OPC 功能，能够用统一的面向对象的组件描述复杂的程序和系统。仅支持基本规则的信息消费者可以处理数据，甚至不需要具备服务器复杂结构相互关系方面的知识。

应用领域

OPC-UA 技术的通用性能够实施全新的纵向集成方案。信息通过级联的 OPC-UA 组件安全、可靠地从生产层传输到 ERP 系统中。现场设备层的嵌入式 OPC-UA 服务器和企业层中 ERP 系统内的集成式 OPC-UA 客户端直接相互连接。OPC-UA 组件可以在地理位置上分别分配并通过防火墙相互独立。OPC-UA 让其他标准化组织能够使用 OPC-UA 服务作为他们自己的信息模型的传输机制。OPC 基金会已经与来自各个行业的多个不同组织合作，包括 PLCOPEN、AIM、BACNET、ISA 和 FDI。此外，还编译了其它包含共同的信息模型语义定义的规范。

OPC-UA 技术细节



Karl-Heinz Deiretsbacher, 西门子股份有限公司技术创新部
OPC-UA 技术顾问委员会董事

SIEMENS



Dr. Wolfgang Mahnke, 现场总线研发软件架构师
ABB 自动化技术股份有限公司

ABB

工业 4.0 通讯不仅基于纯数据，而且还基于语义信息的交换。此外，传输完整性是关键因素。这些任务是 OPC 统一架构的重要方面。OPC-UA 包含信息模型所需的综合的描述语言和通讯服务，因此具有通用性。

简介

自动化向着在标准化中包含通讯数据语义的趋势迈进。诸如 ISA 88（还有 IEC 61512，批处理）、ISA 95（还有 IEC 62264，MES 层）等标准或符合能源管理标准 IEC 61970 以及能源分配标准 IEC 61968 的公共信息模型（CIM）定义了这些领域中的数据语义。开始时，它在独立于数据传输规范的方式下发生。

OPC-UA — 同时发布为 IEC 62541 — 能够交换具有任何复杂性的信息模型 — 实例和类型（元数据）。因此，它完善了上述标准，并能够在语义层实现互操作性。

设计目标

OPC-UA 设计用于支持各种系统，从生产中的 PLC 到企业服务器。这些系统在大小、性能和功能性方面具有多样性特点。

为了实现这些目标，为 OPC-UA 指定了下述基本功能：

- 传输 — 用于 OPC-UA 应用程序之间的数据交换机制。不同的传输协议用于满足不同的需求（优化用于速度和吞吐量 = 带 UA 二进制的 UA TCP；好用的防火墙 = HTTP + Soap）；
- 元模型 — 为通过 OPC-UA 发布一个信息模型来指定规则和基本组件。它也包含各种基本节点和基本类型；
- 服务 — 它们建立了一个作为信息提供者的服务器和一个用作这一信息用户的客户之间的接口。

信息模型遵从的是一个分层方法。每个高阶类型都基于特定的基本规则。这样，尽管如此，仅知道和实施这一基本规则的客户也可以处理复杂的信息模型。

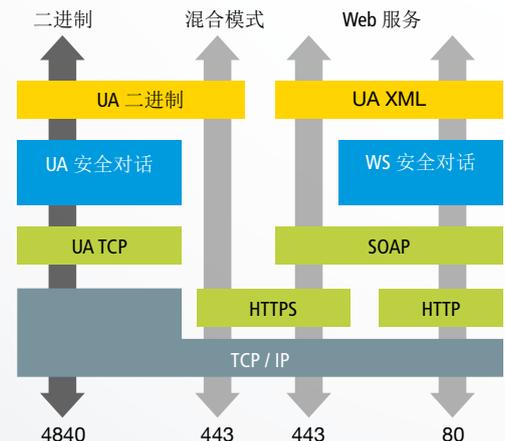
虽然他们并不了解更深层的关系，但他们可以通过地址空间导航来读写数据变量。

集成式地址空间模型

对象模型让生产数据、报警、事件和历史数据集成到同一个 OPC-UA 服务器中。这样能够，例如，将一个温度测量设备视为一个具有其温度值、报警参数和相应报警极限值的对象。



OPC-UA 层模型



OPC-UA 传输规范

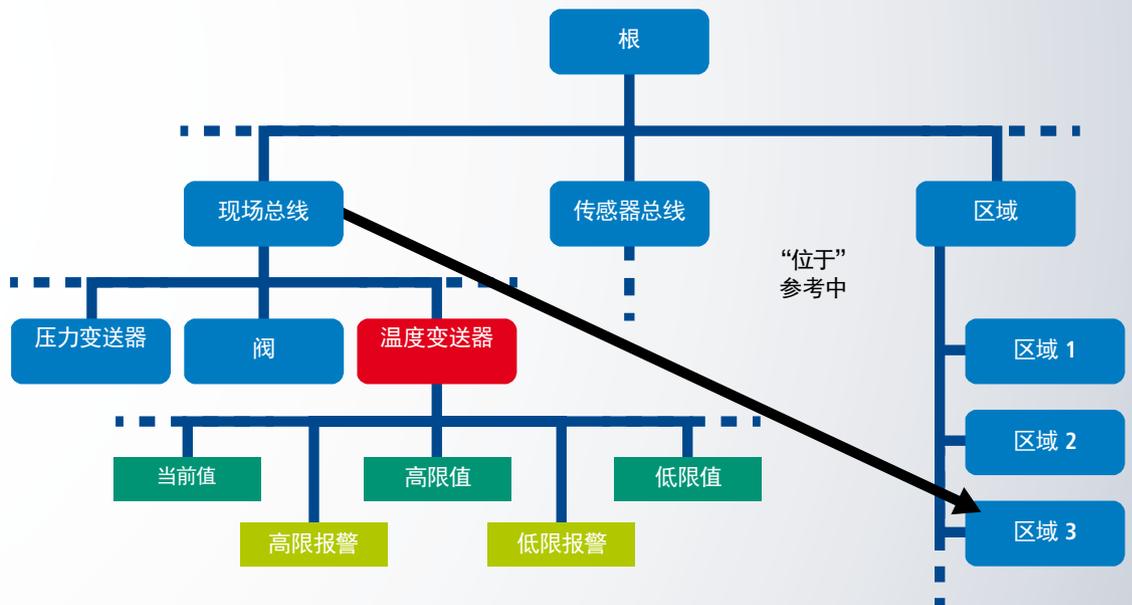


OPC-UA 集成和标准化了不同的地址空间和服务，因此，OPC-UA 应用程序仅需要一个导航接口。

达。其中，它们可以具有其它参考，从而地址空间形成了一个紧密连接的节点网络。

OPC-UA 地址空间采用分层设计，以促进客户端和服务器的互操作性。最高层针对所有服务器进行了标准化。地址空间中的所有节点可以通过层次结构到

OPC-UA 地址空间不仅包含实例（实例空间），而且包含实例类型（类型空间）。



一致的地址空间

集成化服务

OPC-UA 以命名空间来限定服务需求，读写变量或者订阅事件方式来更新数据。通过逻辑组合来组织 OPC-UA 服务，即所谓的**服务集**。通过客户端和服务器的服务请求完成信息交换。

OPC-UA 信息交互既可通过基于 TCP/IP 的二进制方式来进行，也可以依据 WEB SERVICE 来实现。应用通常支持这两种协议，系统开发人员可以依据实际需求选择最适合的一种。

OPC-UA 总共提供 9 个基本服务集。这些服务集的简要介绍如下。配置文件能够适用服务器支持的所有服务子集。这里就不详细介绍配置文件了。

→安全通道（SECURECHANNEL）服务集

该服务集包含确定一台服务器安全配置的服务，并建立通讯通道，在这个通道中保证了交换信息的机密性和完整性。这些服务并不在 OPC-UA 应用程序中直接实现，而是通过所使用的通讯栈实现。

→通信（SESSION）服务集

该服务集定义了与特定用户在应用层建立连接（会话）的服务。

→节点管理（NODEMANAGEMENT）服务集

该服务集为服务器配置提供了一个接口，它允许客户端能够添加、修改和删除地址空间中的节点。

→视图（VIEW）服务集

视图服务集让客户端能够通过浏览方式发现节点，浏览方式使得客户端能够向上或向下定位各节点，或者定位两节点之间的对象。这样，客户端就能够定位结构体的地址空间。

→属性（ATTRIBUTE）服务集

属性服务集提供了对象属性读写的功能，而属性则是由 OPC-UA 定义的原始节点。

→方法（METHOD）服务集

方法服务集指提供的功能函数可以被对象所调用，调用完成后返回结果。方法服务集定义了调用函数的方式。

→监控项（MONITOREDITEM）服务集

该服务集可以用于定义地址空间内的哪些项可以被客户端使用，以便通过客户端进行修改，或哪些事件是客户端感兴趣的。

→订阅（SUBSCRIPTION）服务集

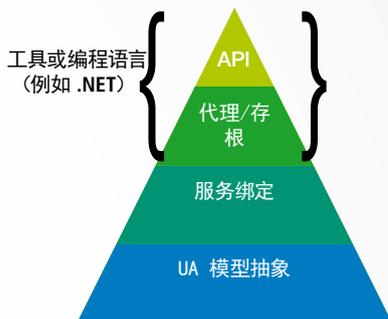
可以用于生成、修改或删除监控项信息。

→查询（QUERY）服务集

客户端能够使用这些服务并采用特定滤波方式从标准地址空间中获取指定节点。

平台独立性

与“传统的 OPC”基于 DCOM 技术不同，DCOM 技术不可避免地与 WINDOWS 平台及其支持的语言有关，OPC-UA 技术不依赖于任何编程语言或应用平台。



服务独立于模型

→在最底层是 OPC-UA 模型和服务的抽象，包括完整的地址空间、各种对象和变量结构、报警模型等等。

→上一层（服务绑定）用于定义服务与特定协议的映射。目前可提供 TCP（UATCP）和 HTTP（OPC-UA WebServices）的映射。未来新的技术成熟后就无需修改 OPC-UA 模型和服务模型即可进行映射，映射是标准化的，这些协议已经在很多平台上得到应用。

→再上一层是依据平台和语言来实现。OPC 基金会提供三种这类实现方式，即 Java、.NET 和 AnsiC/C++。

最后一个选项包含平台适配层。

性能

OPC-UA 服务可以基于不同的技术。当前，有两种技术：UA-TCP 和 HTTPS。在以太网技术上使用 UA-TCP 确保了高性能。

服务自身的设计是考虑了大数据吞吐量。例如，一次读取调用可以获取上千变量值。订阅服务在变量发生改变和超出设定值时发出通知事件。

OPC-UA 信息模型

OPC-UA 元模型

→重点：OPC-UA 模型描述了客户端是如何访问读取服务器的信息，它并不关心这些信息在服务器端是如何存在的。例如，这些信息可以在一个子站或一个数据库中。

OPC-UA 对象模型定义了一组标准化节点类型，它可以是地址空间内的任意对象。该模型描述了对象的变量（数据/属性）、方法、事件及它们与其它对象的关系。

OPC-UA 定义的节点通过属性来描述。属性是服务器拥有数据的唯一元素。属性的数据类型可以是简单类型，也可以是复杂类型。

OPC-UA 能够建模任何对象和变量类型以及它们之间的关系。地址空间服务器限定语义，并可以通过客户端获取。类型定义可以是标准的或供应商自定义的，其可以定义每种数据类型的标识。

通用的 OPC-UA 信息模型

OPC-UA 已经定义了一些通用（例如报警或自动化数据）模型。在基本模型的基础上实现更高级功能的模型。因此，针对基本模型编程的客户端也能够一定程度上实现特殊的模型。

1.数据存取（DA）

数据存取，简称为 DA，实时数据模型描述，即描述底层工业或业务处理数据的当前状态和行为。它包括模拟量和数字量的定义、工程和代码。数据源为传感器、控制器、位置编码器等，它们能够通过本地 I/O 或通过串口和现场总线连接远程设置。

2.报警与条件（AC）

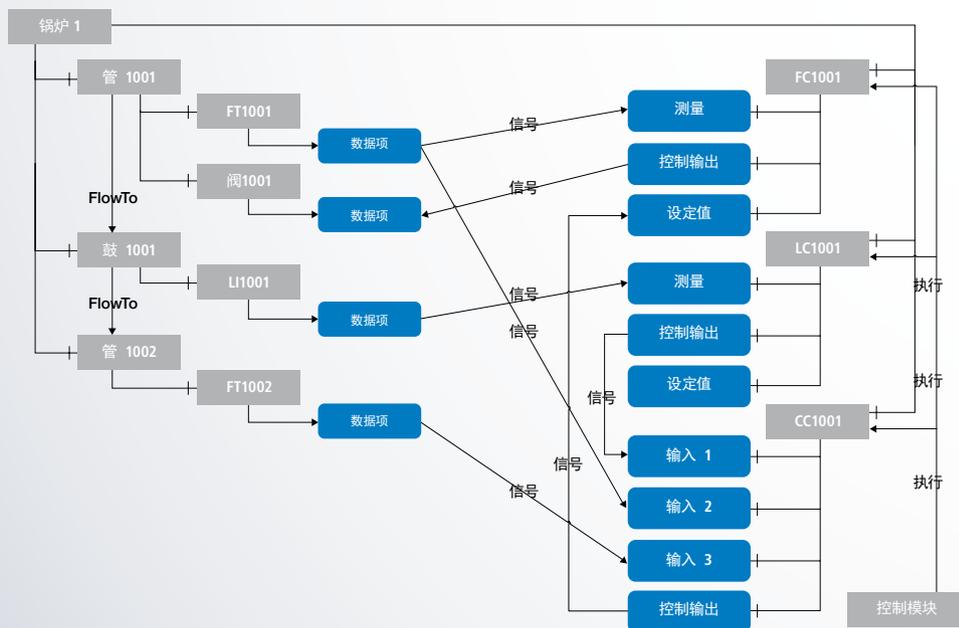
信息模型定义了状态（对话，报警）是如何被处理的。状态的改变会触发一个事件。客户端可以注册该事件，并选择自由选择想要获取的变量信息（例如消息文本，行为确认）。

3.历史数据存取（HA）

HA 让客户端能够获取历史变量值和历史事件，它可以读写或修改这些数据。数据可以位于数据库中，一个文档或另一个存储系统中。各种聚合功能使得在服务器中进行预处理成为可能。

4.程序单元

一个“程序单元”代表一个复杂的任务，如操作和批处理。每个程序单元包含一个状态机。并把触发消息传输给客户端。



以一个锅炉的 UA 建模为例



技术特定的信息模型

自动控制/自动化技术标准化委员会负责信息模型制定，例如 IEC61804 (EDDL)、ISA SP 103 (现场设备工具)、ISA-S88、ISA-S95 和 IEC-TC57-CIM。这些规范很重要，因为它们规范了特定领域的单元描述、关系、 workflow。OPC 基金会热切地希望能与其它组织机构共同合作开发新的标准。联合工作组规定了将这些组织机构的信息模型映射到 OPC-UA (配套标准) 的规范。

下面的配套标准是目前已经存在或正在开发中的：

- OPC-UA for Devices (IEC 62541-100)
- OPC-UA for Analyser Devices
- OPC-UA for Field Device Integration
- OPC-UA for Programmable Controllers, 符合 IEC61131-3 标准
- OPC-UA for Enterprise and Control Systems, 符合 ISA 95 标准
- OPC-UA for Machine Tool Connectivity (MTConnect)
- OPC-UA for AutoID (AIM)
- OPC-UA for BACnet (楼宇自动化)

工业 4.0：对未来的展望

OPC-UA 是一项成熟的标准，满足了工业 4.0 在互操作性方面的要求。OPC-UA 提供的协议和服务为发布综合信息模型 (“什么”) 以及在独立开发的应用程序之间交换复杂数据提供了依据。

尽管各种重要的信息模型已经存在，但仍然需要行动起来：

- 例如，温度传感器或一个值控制单元是如何标识它自己的？
- 哪些对象、方法、变量和事件定义配置、初始化、诊断功能和运行接口？

安全模型

概览

安全性是 OPC-UA 的基本要求，因此被集成在该架构中，并有详细的危险分析机制（安全概念类似于 W3C）。

OPC-UA 安全机制处理客户端和服务器的授权验证、交换数据的完整性和加密算法的一致性以及功能配置文件的正确性。

OPC-UA 安全机制也是大多数网络平台的安全架构的补充，安全架构图如下，分为三层，包括用户层安全、应用程序层安全、传输层安全。

在通信建立时需要执行 OPC-UA 用户层安全机制。客户端将加密的安全令牌传输给服务器以做身份验证。服务器根据令牌验证用户身份并授权相关功能给客户端。OPC-UA 规范没有规定诸如访问控制列表的授权机制，因为这些由应用程序和/或系统来授权。

在通信建立时，OPC-UA 应用程序层也要进行安全和交换数字签名的验证。实例证书与具体的安装有关。软件证书用来验证客户端和服务器软件以及

OPC-UA 配置文件。软件证书描述了服务器的功能，如支持的特定信息模型。

传输层用于实现消息签名以及消息本身的加密。这样可以防止交换信息被泄露并确保信息不能被复制。

OPC-UA 安全机制作为 OPC-UA 功能的一个部分，也就是说，它们包含在 OPC 基金会提供的软件包中并准备好给客户端和服务器使用。

可扩展的安全性

安全机制是有代价的，会对性能有所影响。因此，安全机制只有在真正需要的情况下才使用。是否使用安全机制不应该由开发人员/产品经理决定，而应该是由系统操作人员（系统管理员）来决定。

OPC-UA 安全机制是可扩展的。OPC-UA 服务器提供代表不同安全性层的终点。也可能有无安全性的终点（“NoSecurity”配置文件）。系统管理员可以撤消某些终点（如具有 NoSecurity 配置文件的终点。）在运行期间，OPC-UA 客户端的操作人员可以在连接已建立时选择适合各自行动的终点。



可扩展的安全方案



OPC-UA 客户端自己可以确保它们总是选择具有安全性的终点，以访问敏感数据。

安全通道

安全通道用于定义安全模式和安全策略。安全模式描述的是信息是如何加密的。可以提供三个由 OPC-UA 规定的选项：“无”、“签名”以及“签名并加密”。安全策略定义信息加密的算法。

对于设置，客户端需要服务器实例证书的公共密钥。然后，客户端传输其自己的实例证书，在这一基础上，服务器决定是否信任客户端。



由德国联邦信息安全局进行安全检查

Holger Junker, 德国联邦信息安全局（简称 BSI）C12 部门主管

在一个智能及互联的世界，OPC-UA 对于工业设施及更多的应用场景而言是最终要的现代标准之一。OPC-UA 被认为是通向工业 4.0 的重要基石。它让自动化金字塔（从传感器直到 ERP 系统）各个层之间的整合成为可能。这是统一的、全球公认的行业协议的首次使用，它为一个安全的智慧工厂分配所需的加密机制。

为了进一步提升 OPC-UA 中的信任等级，BSI 目前正

在进行一个全面、独立的安全检查。

首先是对 OPC-UA 规范进行彻底分析。然后将会对所选的参考实施进行安全相关的测试。项目的目标是给出一个详细的、有意义的 OPC-UA 分析，对可能需要改善的地方给出建议书，以及给设备生产商、集成商和制造商提出建议。OPC 基金会在 BSI 进行的安全检查工作上给予了大力支持。检查的结果将于 2015 年底与 OPC 基金会进行讨论。接下来，将会公布初步结果以及相应的建议。

»我现在所知道的工厂中使用的唯一一项拥有隐藏的安全功能和应对工业 4.0 的调整的潜能的通讯技术就是 OPC-UA。«

Holger Junker, BSI

扩展通讯方式

OPC-UA 工作组目前正在将更多的通讯方式集成到 OPC-UA 标准中。它们将使用众所周知的发布者/订阅者模式—在这一模式中，服务器（发布者）可以发布其数据给任意数量的客户端（订阅者）—扩展客户端-服务器架构。这将提高 OPC-UA 在诸如 M2M（机器对机器通讯）和 IoT（物联网）等应用领域的可用性。

有两个不同的方式将可以提供用于支持不同的场景：

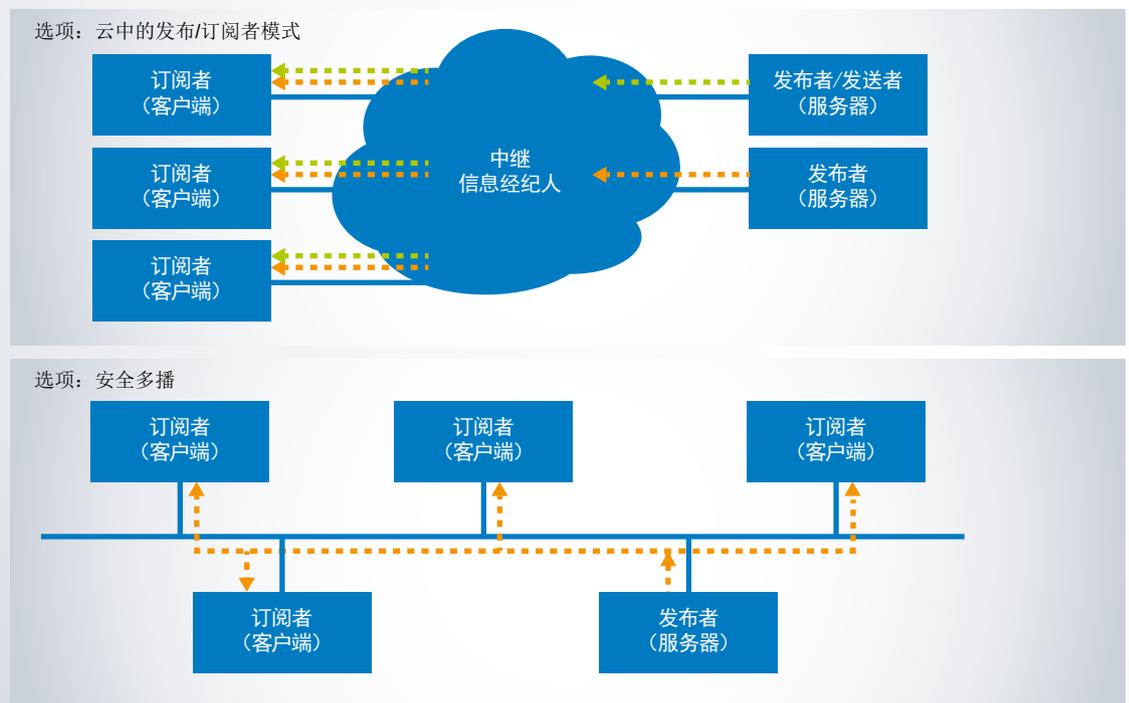
→1.发布者/订阅者通过高速、本地通讯介质

这一方式目标是本地网络。数据将通过 UDP 安全多播发送一次（发布）并由任意数量的客户端（订阅者）接收。它能够极为有效地分配数据。

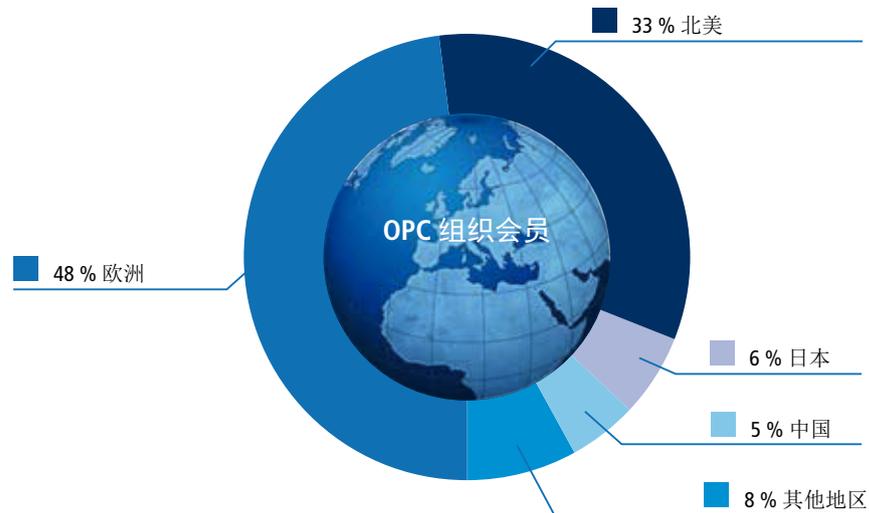
→2.发布者/订阅者用于在全球网络（云）中进行信息交换

这一模型支持 OPC-UA 不同网络中的应用程序之间的连接，或需要将数据发布给“云中”的客户端，以及中继、信息经纪人或事件中心能够在其中实行数据传输的网络拓扑结构。它可以将任意数量的服务器与任意数量的客户端连接在一起。

这两个添加项无缝集成到 OPC-UA 的多层架构中，在这里，可扩展性是设计的一部分。就像已经存在的客户端-服务器通讯方式一样，新的 OPC-UA 发布-订阅者方式将使用成熟的协议。例如，对于安全多播，重点放在数据报文协议（UDP）和时间敏感网络（TSN）上。对于全球网络中的发布/订阅者模式，工作组将重点放在高级消息队列协议（AMQP）上。这两个添加项也仅可以用于传输数据，不能传输应用程序的信息模型。也就是说，它所暴露的应用程序和信



OPC 基金会 — 组织



OPC 基金会有 450 多名会员，是全球领先的组织机构，旨在根据 OPC 规范提供互操作性解决方案。

所有会员，包括公司会员、最终用户和非投票会员致力于实现工业自动化环境中软件驱动型设备之间的集成、可兼容的通讯，包括 CPS。

OPC 基金会通过电子报刊、网站和各种培训和技术活动为制造商提供 OPC 技术的自动化解决方案。会员单位为 OPC 技术的最终用户提供培训和技术支持。合作公司和合作个人负责将用户反馈和需求整合到规范中。

独立性

OPC 基金会是一个非盈利性组织机构，独立于具体的制造商或专有技术商。工作组成员由会员单位自愿提供。该组织机构的经费完全由会费供给，没有接受过任何政府补助拨款。该组织在全球运营，在各大陆都有区域联系人。会员不论规模大小，每个会员都享有同等投票权利。

会员分布

虽然基金会总部位于亚利桑那州的菲尼克斯，大部分会员（约 50%）在欧洲。约有三分之一的会员位于北美。所有重要的德国自动化产品制造商都是 OPC 基金会的会员，并已经在他们的产品中提供 OPC 技术。

会员权益

OPC 基金会的会员对于最新的 OPC 规范和初始版本都有完全访问权限。他们可以参加所有工作组，提出要求和建议。会员可以免费使用核心代码和示例代码。此外，基金会还会提供基于脚本的测试和分析工具。

制造商可以对具有 OPC 功能的产品进行认证。开发人员和用户可以当面或通过网络进行交流。每年举办三次为期一周的互操作性研讨会（IOP），在研讨会上介绍和测试最新产品。

OPC 基金会提供规范和帮助文档

资源

技术的分配取决于用户对功能的理解和技术细节，加之简单示例、验证和认证。OPC 基金会为用户，特别是会员，提供大量信息资源、文档、工具和示例代码。

OPC-UA 规范和 IEC 62541

信息的主要来源是规范，是基于 IEC 标准系列（IEC 62541）公开的规范，目前共有 13 种 OPC-UA 规范，分为三组。

→1.基本规范。包含 OPC-UA 技术和安全模型的基本概念，以及 OPC-UA 元模型和 OPC-UA 的抽象描述。此外，还描述了具体的 OPC-UA 信息模型及其建模规则，以及协议层上的具体映射和扩展功能用的配置文件的方案。

→2.存取模型。包含针对通用数据访问、报警、信息、历史数据和编程模型等。

→3.扩展规范。包含发现网络中所有 OPC-UA 的设备和相关信息，以及函数功能的描述和处理历史信息。

网站和活动

另一信息来源是 OPC 基金会的全球网站以及 OPC 日本和中国的网站。会员可以在网站上提供产品信息并发布他们的认证结果。有关技术和合作的信息以不同语言呈现。此外，网站上还会有 OPC 基金会自己及其会员组织的活动的相关信息。

核心规范部分

第一部分 — 概念

第二部分 — 安全模型

第三部分 — 地址空间模型

第四部分 — 服务

第五部分 — 信息模型

第六部分 — 服务映射

第七部分 — 配置文件

访问类型规范部分

第八部分 — 数据存取

第九部分 — 报警与条件

第十部分 — 程序

第十一部分 — 历史数据访问

实用类型规范部分

第十二部分 — 发现

第十三部分 — 聚合

源代码和认证

源代码和测试工具

为了确保可兼容性，OPC 基金会提供通讯协议的具体实现，以及一套认证程序，包括规范验证和测试所需的工具。

→1.OPC-UA 堆栈。

通讯堆栈可以使用三种编程语言：ANSI C 几乎适用所有设备，托管的 C# 适用于微软 .Net 框架的应用程序，以及具有解释特点的 Java 语言。这三种语言确保网络中的基本通讯。它们相互兼容并由 OPC 基金会负责维护。

→2.示例代码。除了包含基本的通讯协议实现部分，OPC 基金会还提供示例程序。示例包含源代码（主要是 C#），可以用于评估 OPC-UA 技术和概念验证，以及快速实现和演示程序。如果希望把 OPC-UA 集成在专业的标准化的产品中，OPC 基金会建议使用由各个 OPC 会员单位提供的商业工具和软件开发包（SDK）。



→3.认证程序。对于测试和认证过程，OPC 基金会提供一款测试软件（一致性测试工具）。它可以用于测试代码逻辑和 OPC-UA 规范。在独立的认证实验室，制造商们可以按照指定的程序验证他们的 OPC-UA 产品。除了一致性之外，还会测试故障触发时的行为及与其它产品的互操作性。

→4.互操作性研讨会。

OPC 基金会每年举办三次为期一周的互操作性研讨会（IOP），在研讨会上，每个会员单位都可以测试自己产品的交互性。IOP 欧洲站于秋季在纽伦堡的西门子股份公司举行。其它 IOP 在北美和日本举行。这些会议为 60-100 种产品提供综合测试环境，让开发人员和测试人员可以齐聚一堂。



实验室 — 认证

鼓励最终用户和集成商在生产设备中只使用经过认证的 OPC 产品。OPC 服务器和客户端产品已在一个独立的认证实验室内进行过测试，且贴有“已认证”标识。这些认证实验室已得到 OPC 基金会授权，按照特定的测试场景，保证您的产品符合下列条件：



- 符合 OPC 规范
- 与其它供应商产品的互操作性
- 鲁棒性和从错误情况恢复
- CPU 的效率，RAM 和带宽等等
- 可用性确保有一个良好的用户体验

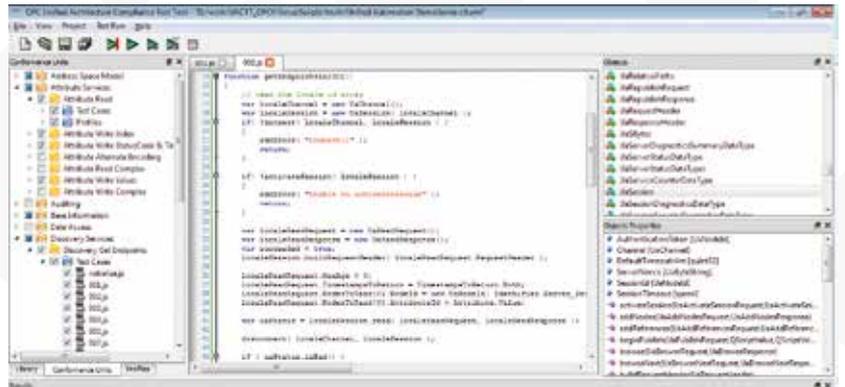
测试工具和质保

有不同的测试工具可对 OPC-UA 服务器或客户端产品的功能正确性进行测试。OPC 会员能够获取所有工具，并能够轻松搭建一个综合测试环境。特别是 OPC 一致性测试工具（CTT）可以实施数百个测试情景，并提供一个具有较大测试覆盖率的功能测试。基于脚本的灵活的测试工具可以测试一些新功能，提升了测试覆盖率。此外还可以测试一些自定义的功能，CTT 测试平台可以完美集成到您公司的自动化测试系统和回归测试系统中。



»认证程序是 OPC 基金会会员能够享受到的最大益处。通过 CTT 实现的种类丰富的功能测试和在实验室中进行互操作性测试帮助我们研发了最高质量的产品。«

Liam Power, MatrikonOPC



OPC-UA：集成到产品中

代码和建议

OPC 基金会负责维护三种 OPC-UA 通讯组件（C、.NET 和 JAVA），以确保协议层的互操作性。尽管会员能够修改堆栈的源代码，但他们中很多都使用了商业工具包，因为除了 OPC-UA 应用的通讯层外，还要实现其它特定的管理功能。

这就是工具包的用武之地，可以加强诸如连接管理、证书管理和安全功能等通用功能。通过使用工具包可以降低开发难度并缩短开发时间。

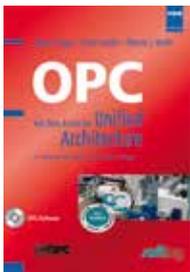
专业知识

全球很多公司都为在已有产品中集成 OPC-UA 技术和新产品的实施提供商业支持，从建议和开发人员培训到软件库销售和开发支持再到长期后续支持和维护。

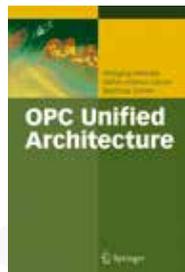
开发框架（例如工具包）能够以更高性价比作为二进制“黑盒子”组件或包含完整的源代码提供。除了用于 OPC 基金会的 OPC-UA 堆栈的源代码之外，商用工具包提供简化和方便的功能。通用的 OPC-UA 功能封装在一个 API 后面。因此，应用程序开发人员不需要具备复杂的 OPC-UA 专业知识。稳定的测试软件库让它们能够将重点放在他们自己的核心竞争力上。

质量和功能

OPC-UA 工具包用于工业环境中的各种应用场景。因此，它们坚固耐用，经过认证，且功能正不断增强。工具包供应商为各种编程语言提供专业和优化的开发框架。工具包在它们的 OPC-UA 特定的功能及其应用程序、用例和运行环境方面各不相同。所有工具包都提供专业的支持和开发服务。更多信息可由工具包制造商提供。



OPC
从数据访问到统一架构只有 OPC 基金会能够提供



OPC
统一架构
ISBN: 978-3540688983



OPC-UA 成分：
基本 ISBN: 978-1482375886

更多有关工具包的信息可以来自 ...

→ HBSoftSolution, MatrikonOPC, OPC-Labs, ProSys OPC, Softing Industrial Automation GmbH, Software Toolbox, Unified Automation GmbH

合作

OPC 基金会与来自各行业的组织机构和协会紧密合作。其他标准化组织采用 OPC-UA 实现的特定信息模型，因此变得非常容易。组织机构定义应该与“什么”通讯。OPC-UA 负责“如何”安全和有

效的传输并提供访问权限和通用互操作性。因此，能够实现跨行业和领域的交流，而不会受特别的、语义上的、行业特定的对象和类型限制。



合作

第 31 页: AUTOMATIONML

第 32 页: MDIS — 海上油气

第 33 页: AIM-D — AUTO-ID

第 34 页: PLCOPEN

第 35 页: MES-DACH



开发环境：将 AutomationML 与 PC-UA 整合在一起实现互操作

»未来工厂的要求«



Dr. Olaf Sauer, 弗劳恩霍夫光电研究所, 系统技术和图像开发 (IOSB), “AutomationML 和 OPC-UA” 联合工作组创始人



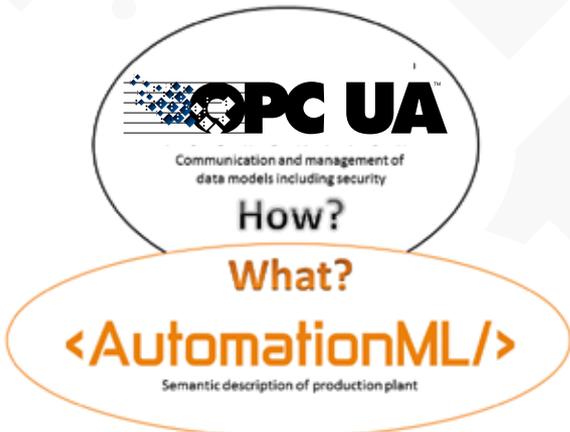
未来工厂必须能够依据客户定制需求而生产全新产品。开发环境和生产过程必须能够及时适应客户需求的变化, 即使是在有新订单进入后, 也要灵活适应。市场的不确定性需要工厂和生产设备的多样化。工业 4.0 是德国工业在其制造领域和生产车间内坚持发展数字化的战略合作框架。可以提供各种工业适用的标准, 需要有目的地进行整合。

工业 4.0 ICT 架构也需要能够适用各种变化 — 既可以增加新设备或生产流程到系统中, 也可以改变现有的生产系统, 例如, 在需要生产更多新的产品型号时。在未来, 如果工件、机器或物流系统相互通讯, 它们需要一个共同的语言和一个通用的传输通道。只有这两个部分加起来才能是互操作的完整解决方案。

工业 4.0 的中心思想是对生产对象的标识和性能进行综合描述, 如果生产系统中添加了新的组件、机器或设备, 或者生产中出现了更改, 合适的软件模型就可以快速、高效地调整 ICT 系统的配置。

针对工业 4.0 的自动化 MLTM 和 OPC-UA 技术

自配置通过使用自动化 ML 描述组件和机器以及 OPC-UA 的能力实现, 使得它们可以相互通讯。由 OPC 基金会和 AutomationML e. V. 共同开发的配套标准旨在将这两项技术结合起来, 以适应当前正在进行的通讯数据的修改。为此, 功能和能力在每个组件内存储为 AutomationML 对象。因此, 它们已经能够在物理集成时作为 OPC-UA 信息模型提供给控制系统。组件供应商事先识别需要用来实现此目的的信息并将其包含在组件自身中。因此, 在根据“即插即用”原理第一次启动或为组件的物理和非正式的一体化修改机器和生产系统, 机器制造商或系统集成商可以节约 20% 的时间。由于数据流全部是自动完成的, 因此大大减少了配置错误。如果配置一个 HMI 或添加的 MES 所需的数据从它们作为依据的工程系统获取, 并直接作为 AutomationML 对象存储在 OPC-UA 信息模型中, 那么这样就能够挖掘更大的潜能。





海上油气：针对 MDIS 的 OPC-UA 模型

»主控系统（MCS）和分布式控制系统（DCS）之间的标准化使得连接变得更加简单«

Paul Hunkar, DS 互操作性, MDIS Network 的 OPC 顾问 MDIS Network



MDIS 网络:

ABB
Aker Solutions
BP
Chevron
ConocoPhillips
Dril-Quip
Emerson
ENGlobal
ExxonMobil
FMC Technologies
GE Oil and Gas
Honeywell
Kongsberg
MOOG
OneSubsea
Petrobras
Prediktor
ProServ
Rockwell Automation
Shell
Siemens
Statoil
Total
W-Industries
Woodside
Yokogawa



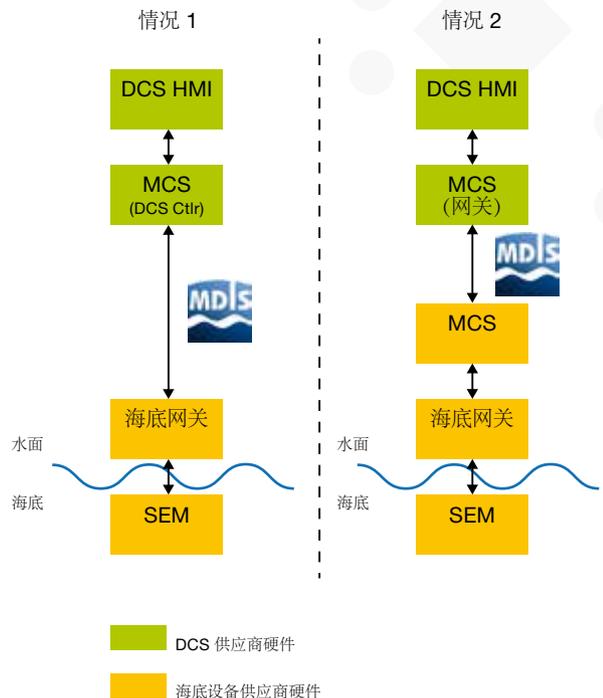
© Georg Lehmerer - fotolia.com

在石油和天然气行业中，主要的运营公司、油气服务公司、DCS 供应商、海底设备供应商和系统集成商在他们自己的软件和硬件系统中都有自己的要求和规则。但在海上油气平台上，所有这些系统都必须协作并稳定运行。此外，这些海上平台通常处于严苛的环境中，如北海，或者很难靠近的区域，比如直升机才能到达的区域。

通常，开始时，这些工程平台工作需要耗时超过一年，需要花费数百万美元。这之后，售出的系统更改需要花费巨额费用。2010 年，油气公司紧密地合作，成立了一个名为 MDIS Network 的组织，以实现通讯接口标准化并开发一系列对象来连接海底网关、MCS 和 DCS。

MDIS 并不希望开发全新的协议，只需要选择一个并可以在此基础上实现他们自己的标准的协议。他们一开始列出了很多协议，然后通过性能评估和详细的技术分析进行筛选，最终选择了 OPC-UA。

按照每个 MDIS 会员的要求，能够对重要功能包括多平台支持和信息建模实现共享，这促使了该组织决定使用 OPC-UA 技术。





识别：OPC-UA 在 RFID 中应用

»统一的通讯标准给 AutoID 行业带来了革命性变化«



Olaf Wilmsmeier, HARTING IT 软件开发股份有限公司

自动化程度的提高对异构系统的要求越来越高。只有在通讯层能够灵活地直接交换所有相关的信息时才能够应对新的挑战 and 任务。

UHF RFID 和其它 AutoID 技术很显然是实现“集成化产业”的关键技术。这也是为什么要尽可能简单地将这些技术集成到如此重要的完整解决方案中。

由于这一优势和广大供应商的广泛认可，OPC-UA 在自动化行业中作为一个多适应的通讯标准出现。OPC-UA 诸多好处中的一个就是能够在相关设备组中对数据模型进行预定义。这些规范包含基本功能，包括各个变量的数据类型描述、传输参数和返回参数。

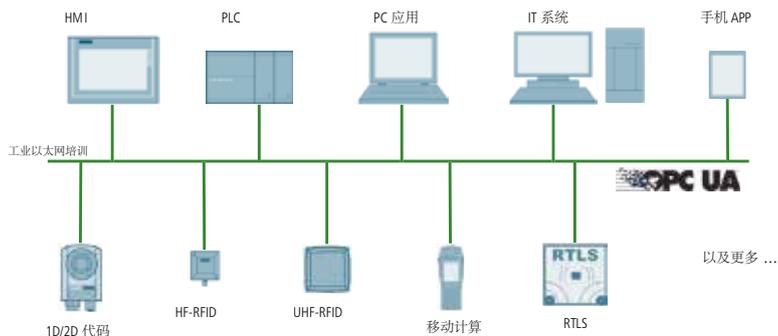
早在 2013 年，HARTING 就已经针对 AutoID 行业提出了这类跨供应商标准化建议。一个通用的标准化 AutoID 设备的通讯接口将使得系统集成商的工作效率显著提高，受这一认知的驱动，HARTING 和西门

子于 2014 年初在 AIM 德国（自动识别和行动技术协会）工作组提出了 OPC-UA 技术这一课题。与其他行业领导者一起，这一协会决定与 OPC 基金会合作，为 AutoID 设备定义一个配套规范。

现在，经过所有参与人员一年的精心努力下，这一目标成为了现实。这个用于 AutoID 设备的统一通讯接口的第一份正式草案在 2015 年的汉诺威工业博览会上正式面世。

这一配套规范带来的好处相当明显。随着更多的制造商采纳了这一建议并相应地在他们的设备中使用了该通讯接口，可以将各种设备——甚至是来自不同的制造商——更加快速地集成到新的应用中。这既节省了时间，又为我们的客户投资提供了保障。

这一规范也可适用于特定设备或特定供应商的定制化服务扩展，因为 OPC-UA 采用的是面向对象的设计。因此，制造商可以保留他们独特的功能，同时仍然适用于一个公共的、广泛接受的通讯平台。



采用 OPC-UA 技术的 AutoID 拓扑结构



集成：控制器中的 OPC-UA 客户端和服务

»OPC-UA：从控制器通过语义信息建模到云«

Stefan Hoppe, 德国倍福自动化有限公司, PLCopen & OPC 基金会联合工作组主席, 欧洲 OPC 主席

BECKHOFF



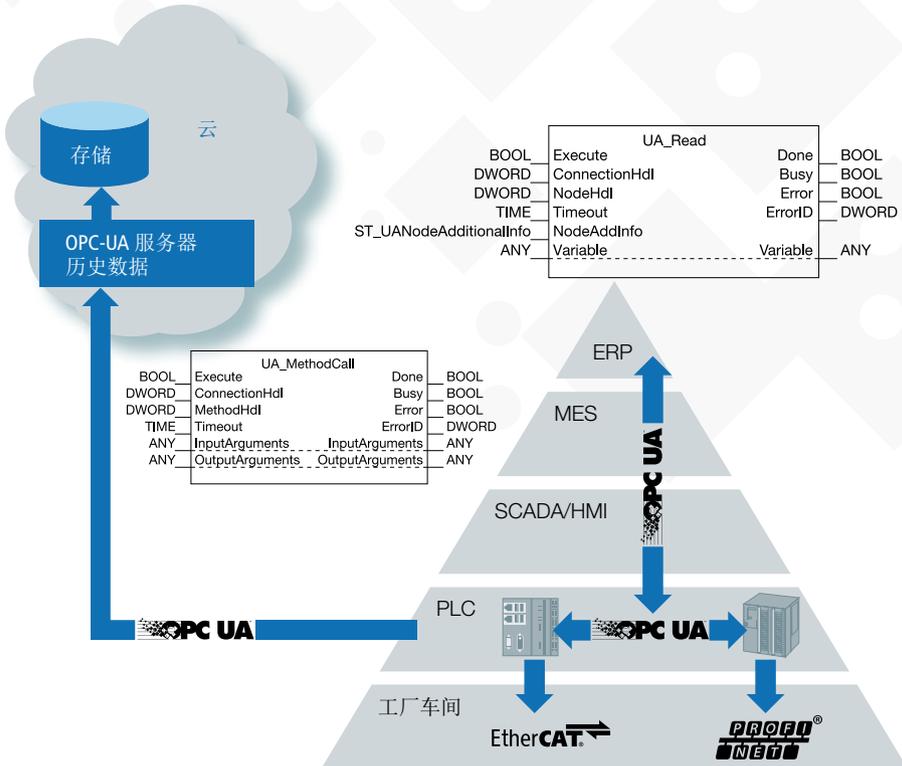
IT 和自动化技术领域之间的交互当然并不是革命性的，而是基于自动化金字塔的成熟模型：上层（作为一个客户端）发起与下层数据通讯请求，下层（作为服务器）可以周期性或通过事件驱动进行响应：例如，可视化界面可以获取 PLC 状态数据或传输新的生产配方到 PLC。有了工业 4.0，这种严格的层级分离和自上而下的信息流将形成：在一个智能网络中，每台设备或服务都可以自主地与其它服务端进行通讯。

PLC 控制器发起横向和纵向通讯

与 OPC 基金会合作，PLCopen（基于 IEC6-1131-3 标准的控制器制造商协会）已经定义了相应的 OPC-UA 客户端功能块。通过这种方式，控制器可以发挥主动、引导作用，或成为分布式系统的替代方案。因此，PLC 可以与其它控制器横向交换复杂的数据结构或在 MES/ERP 系统中与 OPC UA 服务器纵向交换数据，例如，以检索新的产品订单或将数据写入云服务器中。这样使得生产线更加积极主动 — 集成了 OPC-UA — 迈向工业 4.0 的关键一步。

语义互操作性

两个组织负责将 IEC61131-3 软件模型映射到 OPC-UA 服务器地址空间进行标准化：对于用户来说，好处是如果一个 PLC 程序在来自不同制造商的不同控制器上执行，OPC-UA 客户端就可以在语义上完全相同地访问，不管它们的功能如何：数据结构总是相同和一致的，从而大大简化了系统工程。其他组织已经使用了行业特定的语义标准化，这是工业 4.0 的真正挑战。





可扩展性：OPC-UA 集成在传感器中

»将 OPC-UA 集成到我们的测量仪器中为我们的客户提供了综合、安全的通讯«

Alexandre Felt, 德国阿海珐有限公司项目经理

可扩展性：阿海珐从集成有 OPC-UA 协议的传感器中受益

综述，端到端跨层联网是工业 4.0 面临的一项挑战。作为迈向实现第四次工业革命和物联网的进化步骤，公司已经朝着嵌入式 OPC-UA 的正确方向迈出了决定性一步。阿海珐很早就意识到 OPC-UA 的潜力，并开始将它们集成到传感器、监测仪器（SIPLUG®）及其相关的驱动系统中。该解决方案用于核工业中，用于远程监测关键系统，不会给系统的可用性带来负面影响。

在这之前，SIPLUG® 使用的是一个专用的数据交换协议，然而在类似于核能源领域中的应用——这也意味着集成现有的设施基础架构是很困难的，各个方面的花费，如数据缓存或数据分析，总是会带来额外的成本。

内嵌 OPC-UA 的好处

从最终用户角度来说，OPC-UA 的本地连通性使得阿海珐产品能够直接嵌入到基础架构中，无需添加组件：解决方案使得阿海珐的报告和趋势监测系统能够直接存取 SIPLUG® 数据。这表示完全无需添加驱动程序和基础架构。此外，可以轻松利用在工厂层提供的其它值（如压力和温度值），以便提高数据分析精度。



通过阿海珐，OPC-UA 可以给一个开放的国际标准（IEC62541）SIPLUG® 提供数据——因此，“端到端数据可用性”问题通过 OPC-UA 得以解决。

通过阿海珐，OPC-UA 可以给一个开放的国际标准（IEC62541）SIPLUG® 提供数据——因此，“端到端数据可用性”问题通过 OPC-UA 得以解决。

最小尺寸——集成安全性

除了数据的可靠性之外，集成安全性也是 OPC-UA 的使用的一个重要方面。最小的内存要求，从 240 KB 闪存到 35 KB RAM，都可集成到阿海珐的最小设备里。



可扩展性：OPC-UA 在芯片层

»OPC-UA 在芯片层作为工业 4.0 的推动者«



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite, 工业自动化技术研究所 (inIT) 所长, 东威斯特法伦-利普应用技术大学和弗劳恩霍夫工业自动化应用中心 (IOSB-INA)



工业 4.0 通过诸如未来自适应预测系统中的自由化、自配置和自诊断等功能描述了智能技术系统的发展前景。这类系统与它们的环境交互, 并可通过学习进行自适应。这样可以带来具有多样化、资源高效和用户友好等特点的全新解决方案。除了不光只是自动化技术中现在常用的反射性信息处理的认知信息处理之外, 智能联网也非常重要。

在今天的自动化技术中, 已经建立了各种优化用于实例的通讯技术 (例如实时以太网, WLAN), 但从传感器层直到物联网的纵向信息流仍然经常受到技术差异的限制。现在, 借助 OPC-UA 就可以解决这一问题。2012 年, 弗劳恩霍夫应用中心 IOSB INA 与东威斯特法伦-利普应用技术大学的 inIT (工业 IT 技术研究所) 一起展示了一个与物联网相关的欧盟项目的一个部分, 在这个项目中, OPC-UA 可在一个 RAM 仅为 15 Kbyte 和 ROM 为 10 kbyte 的 OPC-UA 服务

器能够直接在芯片上实施的层上扩展。OPC 基金会的“微型嵌入式设备服务器配置文件”一直用于实现此目的。协议堆栈在 ANSI C 中实施, 由约 2000 行代码组成, 并使用一个基本的 TCP/IP 功能。现在, 随着 OPC-UA 客户端的使用, 能够直接与现场设备通讯。信息的压缩和服务器的聚合也可实现。这个概念的一个重要部分是, 对于时间紧急、面向机器的数据传输, OPC-UA 通讯可以与实时通讯同时发生。下一步, 可以使用 OPC-UA 强大的信息建模和互操作性相关的功能来实现现场设备的即插即用功能。为此, 需要一个能够描述、定位和动态编排服务的语义互操作性。这样可以大大减少自动化系统的重建和调试工作, 从而提高制造公司适应变化的能力。

»OPC-UA 是一项可高度扩展的技术, 能够无缝交换传感器、控制器和 ERP 系统之间的信息。接下来, OPC-UA 将会用来描述针对智慧工厂的各种服务的语义。« Jürgen Jasperneite



智能计量：消费数据：从仪表直到 IT 会计系统

»安全，灵活：通过 OPC-UA 采集仪表数据«

Carsten Lorenz, Elster 公司 AMR (自动抄表) 经理



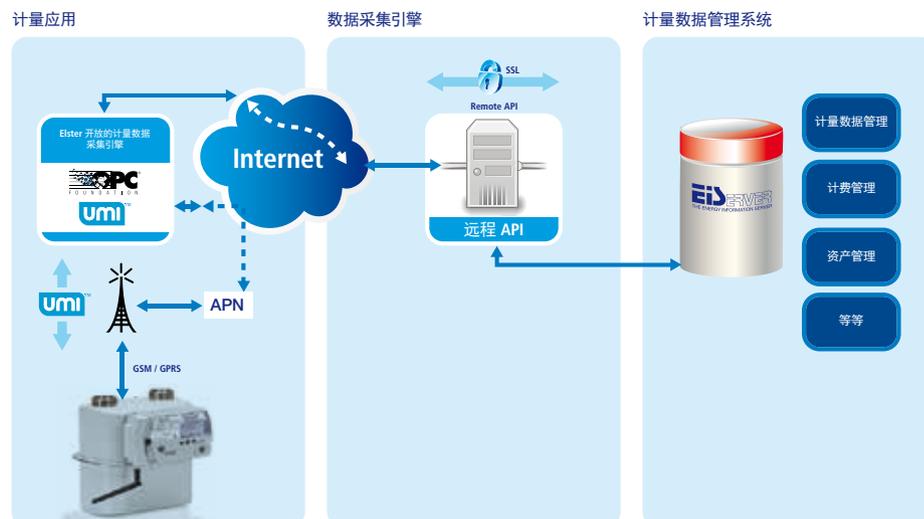
“一个安全、可靠的通讯协议在智能计量中发挥重要作用。” Elster 公司 — 领先的智能水表、电表和煤气表供应商 — AMR (自动抄表) 经理 Carsten Lorenz 说道。我们的 UMI (通用计量接口) 协议确保优化能效，提高网络中的电池寿命。在 Elster 公司，我们为我们自己的系统以及其它前端系统提供了一个带 OPC-UA 接口的软件，因为很多系统已经支持这一成熟的标准。敏感仪表数据的集成加密是选择 OPC-UA 的一个重要考虑。

在引入智能计量时，安全性和个人数据加密是必须的。这意味着：相应的安全方案必须与现有和新系统中的智能计量一起引入。他们需要考虑新的工艺技术，如制造商和能源供应商之间的加密机制交换。

通讯协议以加密的形式传送给煤气表。这意味着：个人数据和关键的指令，如仪表中集成的阀的开和关，对于第三方来说是看不见的，不能拦截或仿真。

通讯协议支持不对称和对称的先进加密方法，如高级加密标准 (AES)。AES 加密在美国已经非常成熟，用于以最高安全等级加密政府文件。

智能计量是未来能源基础架构的先导。在线透明显示消费数据为客户优化他们的能耗和按照他们的设备和能源混合利用灵活的收费标准提供了选择。





可再生能源

OPC-UA 用于监测海上风场

»OPC-UA 确保在海上的高可用性«



Eike Grünhagen, Adwen GmbH



在距离德国海岸 45 公里的北海的 ‘Alpha Ventus’ 海上风场测试基地上采用 OPC-UA 技术是一项很不错的选择。全自动风力发电机组由采用 Windows Embedded CE 操作系统并带 IEC6-1131-3 逻辑的控制器控制，OPC-UA 服务器与陆上控制室内的一个基于 .NET 的 OPC-UA 客户端应用程序连接。与其它开放式标准相比，OPC-UA 固有的安全和验证机制是促成这一决定的决定性因素。对于一个包括不同的子网和域的复杂网络基础架构 — 通过路由连接并通过防火墙保护 — 配置和管理变成一个困难、耗时的任务。过去，使用的是 VPN 通道进行安全传输和远程桌面连接。现在，通过加密传输，用户验证和审核功能集成到 OPC-UA 中，可以访问具体的数据点。

»将 OPC-UA 客户端功能集成到我们的 SCADA 软件中是向着安全控制和监测整个远程网络（根据海上风电领域的需要）迈出的重要一步。系统访问的高可用性特别是在海上风电领域不可或缺。« Eike Grünhagen



云：OPC-UA 基于云平台的物联网

»OPC-UA — 工业领域云计算的引路人«

Clemens Vasters, 微软 Azure 物联网架构师



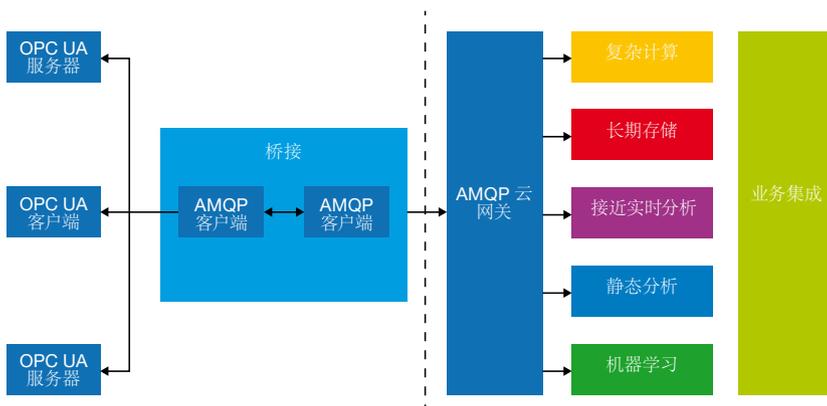
Microsoft Azure

“物联网”、“工业以太网”和“工业 4.0”都预示着操作技术和信息技术融合的趋势越来越明显。OPC 基金会是推动这一技术融合的重要成员，为各种工业设备提供了一个统一的软件和元数据接口。从 IT 角度来看，OPC-UA 是一个标准化的编程接口（API），是一个工业设备互联的统一接口。

OPC-UA 通过标准化来简化应用，根本上实现了更经济高效、坚固耐用和安全的集成。是 IIoT 和工业 4.0 应用关键所在。OPC-UA 还是工业自动化云计算、数据管理、数据存储和高级分析的理想网关。云计算能够根据要求访问计算机、数据存储和做高级分析，这对于单台设备来说是很难的。现在借助云服务能够进行全球设备生产管理、运行统计、设备维护的工作。设备和服务供应商可以围绕产品和工艺平台开创全新的业务模式。

其标准化接口使得它可以非常轻松地创建一个云链接，其中有些已经由 OPC 会员提供。桥接能力是一个软件组件，作为客户端可以连接一台或多台 OPC-UA 服务器，将数据中继给一个具有云功能的通讯网关，通常使用 ISO/IEC 标准化 AMQP 1.0 协议。从云到机器的通讯可以通过将信息放到该网关来传输数据，由网关通讯模型负责数据传输，该模型像任何 VPN 一样安全地提供一个通讯通路。

作为我们开放性和合作承诺的一部分，微软一直与 OPC 基金会合作，为 OPC-UA 的工业应用提供一个可靠、安全的平台：从工厂设备到基于开放的标准技术的云。





总部/美国
OPC 基金会
16101 N. 82ND STREET
SUITE 3B
SCOTTSDALE, AZ 85260-1868
电话: (1) 480 483-6644
OFFICE@OPCFUNDATION.ORG

欧洲 OPC
HUELHORSTWEG 30
33415 VERL
GERMANY
STEFAN.HOPPE@OPCFUNDATION.ORG

日本 OPC
C/O MICROSOFT JAPAN CO., LTD
2-16-3 KONAN MINATO-KU, TOKYO
1080075 JAPAN
OPCJAPAN@MICROSOFT.COM

中国 OPC
北京市海淀区
紫竹院路 116 号
嘉豪国际中心
B 座 8 层
OPCCHINA@OPCFUNDATION.ORG
V3

www.opcfoundation.org