

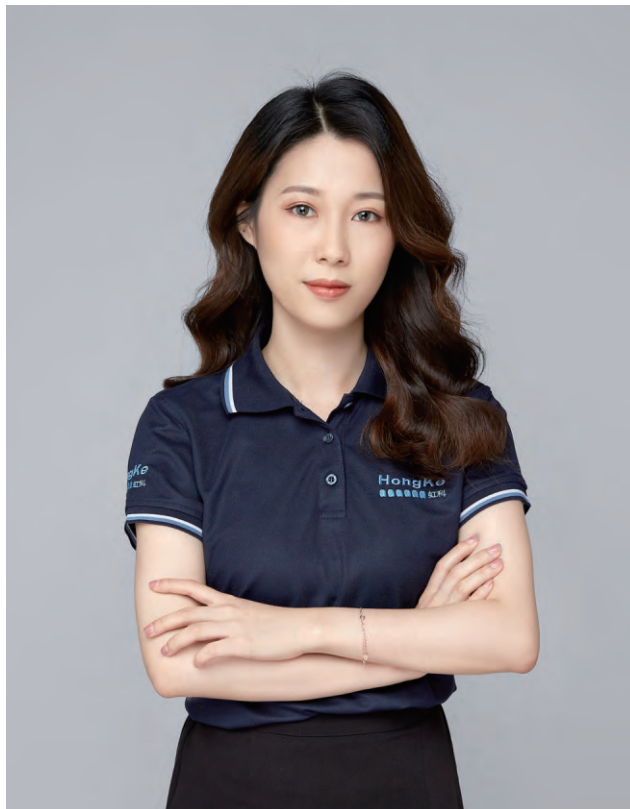
TSN推动OT与IT工业网络融合

文/广州虹科电子科技有限公司 江丽凤

虹科电子科技有限公司成立于1995年，总部位于广州，在上海、北京、台湾、香港及美国硅谷设有分公司，在西安、成都、苏州设有办事处，并在积极筹备韩国、日本办事处。虹科是一家高新技术公司，是广东省特批的“两高四新”“三个一批”企业，与全球顶尖公司有多领域的深度技术合作，专注于工业和制造业的自动化和数字化、汽车研发测试、自动驾驶领域。虹科致力于成为高科技领域内领先的资源整合及技术服务落地供应商，为行业客户提供创新产品和技术解决方案，为科技社会发展助力加码。

目前，虹科IO-LINK全球能力认证中心具有OPC&OPC UA国际培训认证资格，与PI、CiA、ETG、AR、TSN等国际培训中心有密切的合作，且是IBM、红帽、AWS、思科、中国移动等认证高级合作伙伴，也是华润集团工业物联网、5G、自动驾驶实验基地唯一合作伙伴，是华为、VIVO、蔚来和小鹏等公司的重点入库供应商。另外，虹科积极参与到行业协会的工作中，是PI协会及工业互联网产业联盟等协会组织会员，为推广先进技术做出了重要贡献。

虹科共有13个细化的业务模



江丽凤

广州虹科电子科技有限公司工业控制事业部部长

块，生态覆盖汽车、工业/制造业、电子半导体、医疗医药和航空军工等行业，为国内及亚太区市场的OEM、终端用户和系统集成商等提供技术领先、质量可靠的解决方案。

OT/IT工业网络的发展

在工业自动化和数字化深入发展的工业3.0阶段，生产和管理

之间相互关联的金字塔型拓扑结构是需要被重新定义的。如图1所示，在金字塔的底层，生产通常由定义输入和输出逻辑的PLC控制。在更高的层面上，SCADA和工业MES生产管理软件从底层的媒介工具接收信息。在金字塔的最高点，ERP类全方面资源管理软件将用于规划企业的整体业务操作。数字化进程的演变基于

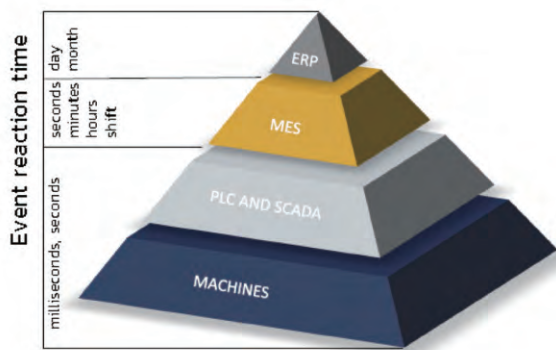


图1 金字塔型拓扑结构

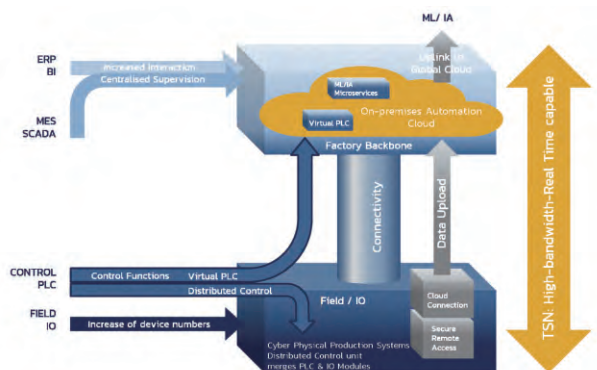


图2 OT/IT互联网络

对“数据”的大量使用，并旨在通过对产品和生产的全面了解，获得更大的生产力。这种正在全球推进的行业数字化正迫使OT和IT技术通过网关技术互连。在OT和IT两个世界中，部署的技术通常完全不同，并且通常不可互操作，这种不匹配导致了大量异构设备的出现。

然而，OT/IT的融合并没有因此而停滞。随着机器人、人工智能的升温，工业4.0成为工业自动化领域最受关注的话题，赋予了工业更高的要求，驱动了工业自动化的数字化变革，为工业自动化的数字化变革，为工业自动化的数字化变革带来新机遇。它提出了一种在链路层使用对OT/IT两个世界都有有效的通信技术解决方案。通过这种方式，在同质工厂中实现对全数据交换拓扑是可行的。如图2所示，在底部靠近生产装置附近放置了一个基于分布式控制的结构，即基于一定的智能和通信能力的输入/输出单元。这种称为现场输入输出的结构与强大的计算和通信边缘计算设备以及本地服务器连接构成了本地云。传统的基于层的通信和网络安全计划不再有效，包括在现场I/O中的单元将直接与应用和服务进行通信，因而需要一个单一的OT与IT互连网络，即所谓的工厂主干网。然而，要从理论走向实践，

则需要一种有效的通信技术来支持OT流量的实时行为和IT应用所需的大带宽。此外，它必须是安全的，甚至是可互操作的、标准化的和免许可的。而时间敏感网络技术——TSN，则是成为这一需求的最佳方案。

TSN协议规范

TSN技术是由IEEE研究制定的，主要有两个工作组，一个是802.1的TSN工作组，另一个是IEEE和IEC联合成立的60802的工作组。前面的TSN工作组比较偏重于TSN基础协议的研究，60802工作组则更偏重于工业应用场景的TSN定义和研究。IEEE在2002年发布了1588精确时间同步协议，2006年成立了AVB工作组，开始制定基于以太网架构的音视频领域的协议集，解决数据在以太网中传输的实时性。制定低延迟和

流量整形的相关标准。2012年成立了TSN工作组，开发TSN相关的协议，比如时钟同步、流量调度和网络配置等一系列的标准集，2015年有更多的协会机构参加了TSN的技术研究，搭建了多个测试床。2017年成立了60802，即工业应用工作组，接着开发在各个领域的TSN。TSN并不是一项全新的技术，是由AVB领域延伸过来的，对应的应用范围从原来的音视频领域扩展到工业、车载网络等对传输时间有更高要求的领域中。TSN协议架构如图3所示。

从图3中可以看出，TSN主要分为4个部分，首先是时钟同步，其次是流量管理，然后是流量控制和可靠性保障。

时钟同步。图3中的这两种协议主要是用802.1 AS，时间同步通过IEEE 802.1 AS独立标准完成，使用了IEEE 1588-2008的专用配

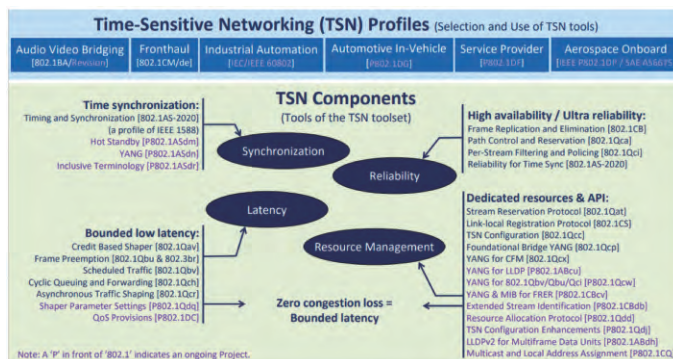


图3 TSN协议架构

置文件Gptp, gPTP的主要工作方式是建立一个主从式的时钟树, 然后在一个LAN中选择一个主时钟, 其他的节点通过与GM的信息交互, 实现时间同步。

流量管理。主要是对普通网络资源进行资源配置和管理, 有了这部分协议, 就可以在同一个网络中配置一系列其他的TSN子协议, 来合理分配网络上的资源, 从而正常运行。

流量控制。流量控制会涉及延时, 因为TSN流不仅要保证数据流的到达, 还要保证数据流的低延时的传输。低延时的实现过程可以通过优化控制时间敏感流或者尽力而为流, 以及不同优先级之间的数据流(因为时间敏感流也是会区分优先级的), 保证数据流的传输。在这个过程中, 用得比较多的机制就是整形机制, 比较典型的是Qav和Qbv。

可靠性保障。CB主要涉及冗余的过程, 通过冗余来提供网络可靠性, 避免因为设备故障导致帧的丢失。大致的流程是通过数据冗余的备份, 在电路中设置冗余电路来进行传输, 从而提高可靠性。通过在不相交的网络路径上发送关键流量的重复副本, 从而最大限度地减少了拥塞和设备故障的影响, 实现了无缝数据冗余, 但是因为出现了多链

路的数据传输, 因此会对带宽造成额外的消耗。该协议根据流量类别和TSN流标识获取路径信息以及序列生成功能, 选择数据包复制, 确定要丢弃的帧和传递的帧, 确保正确的帧恢复和合并。

以太网与TSN技术的服务质量相比。以太网采用串行的方式进行数据传输, 带宽由很多设备共享组成的, 具有一定的弊端, 发送端没有基于时间流量控制机制, 都是基于尽力而为的机制, 曲线有长尾效应, 拥塞时最大延时难以控制, 降低最大延时要求则意味着丢失分组或资源的过度预约。而TSN没有长尾效应, 关键性流量不会因为拥塞而丢包, 延时有确定上限, 分组会在确定的时间出现在确定的位置, 非常适用于确定性网络场景。

TSN/OT/IT解决方案

在图4所示的工业自动化金字塔架构图中可以明显看出, 以控制级、工厂级为界, 往下是OT技术, 往上是IT技术。OT技术实现底层的设备控制, 是工业4.0的重要基础之一。OT通过PLC、工业现场总线及以太网等技术实现对现场设备的控制, 比如传感器、执行器、机器人、数控机床及机器视觉等。IT技术实现工业设备的互联, 是工业4.0的关键环节。

IT通过MES, 也就是生产制造执行、SCADA数据采集监控、DCS控制系统、HMI人机界面和边缘计算(网关)等将数据上传到工厂企业, 以此来进行下一步动作。

虹科在工业自动化领域, 特别是在工业总线通信行业, 已有超过15年的行业经验。虹科工业控制事业部跟欧洲和美国的世界知名工业通信和工业控制的专家展开深度合作, 并且为客户提供业内顶尖水平的通信协议的软硬件解决方案, 通信技术类型涉及CAN、CANopen、Modbus、EtherCAT、Profibus、Profinet、Ethernet/IP和CC-Link等, 解决方案类型覆盖了代码级芯片、模块、板卡及网关, 还有IO以及相关的测试培训服务等。

虹科是国内少数的在OT领域深耕多年且技术经验比较全面的供应商。面向开发设备商, 虹科提供工业总线和工业以太网的协议开发包、芯片和核心模块的开发方案及抓包诊断工具等; 面向应用型客户, 虹科提供现场总线协议和工业以太网的板卡、网关及IO等, 以实现数据采集和数据转换等; 面向TSN等比较新的以太网的方向, 虹科提供支持多种标准的相关开发和应用的解决方案, 目前已经被工业自动化、汽车、铁路、航空航天和国防等领域的客户广泛使用。EA

(本文源自《2022数字化车间和智能工厂》在线论坛第二期: 数据采集和数据分析优化生产运营, 编辑整理: 朱金凤)



图4 工业自动化金字塔架构图



扫描二维码了解更多