

国内工业通信协议标准新突破，TSN 技术再进一步

通信行业

1、首批全 IP 化工业控制协议自动化总线系列国际标准正式发布

是目前国际上唯一基于时间敏感技术（TSN）和互联网协议第 6 版（IPv6）技术的两线制宽带总线国际标准。

2、工业网络连接标准间难以兼容，TSN 技术是打通 OT 与 IT 融合的技术基础

目前主流工业以太网协议主要包括 EtherCAT、PROFINET、EtherNet/IP、Sercos III，以及时间敏感网络（TSN）等。传统工业网络体系格局形成多生态形态，内部不断迭代优化，外部互不兼容。TSN 是工业互联网阶段打破封闭生态的重要技术基础，可以实现传统 OT 与 IT 的融合提供技术基础。

我们认为，随着越来越多无线工业网络解决方案被引入工厂自动化，无线通讯整体市场份额将保持高速增长水平，尤其是在替代电缆、无线访问机器人和连接移动工业设备中。其成本节约能力和网络灵活性也更适应于复杂的工厂环境。

同时，时间敏感网络（TSN）技术是以太网架构升级主要趋势之一。基于以太网的 TSN 技术持续发展，作为下一代工业网络演进方向，用以太网物理接口承载工业内有线连接，介于通用标准构建工业以太网数据链路层传输，为实现传统的 OT 与 IT 的融合提供技术基础。

3、相关产业链：

当前，工业以太网主流产业链主要分为芯片、通信设备（网卡、交换机等）和自动化厂商（测试床）等，其中芯片和自动化设备端主要以国外企业为主，主流芯片厂商包括 NXP、TI、瑞萨、ADI 等正在积极在芯片级支持各类 TSN 网络终端设备和交换设备的开发，而国内厂商主要集中在网络设备端。在网络设备侧主要包括 TTTech、思科、百通、摩莎、华为、新华三、菲菱科思、映翰通、东土科技和三旺通信、研华科技等。

4、通信板块本周持续推荐：

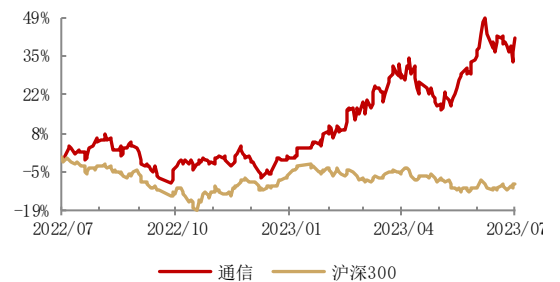
结合业绩确定性及估值两方面因素考虑，我们建议关注包括军工通信、面板以及低估的算力基础设施及工业互联网个股：

1) 持续推荐算力基础设施

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：宋辉

邮箱：songhui@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519080003

联系电话：

分析师：柳珏廷

邮箱：liujt@hx168.com.cn

SAC NO: S1120520040002

联系电话：

服务器等设备商：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯等；

算力中心：光环新网；

算力硬科技产业链：新雷能（服务器电源）；

2) 军工通信：烽火电子（华西通信&军工联合覆盖）、海格通信（华西通信&军工联合覆盖）、七一二等；

3) 工业互联：金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）等；

4) 液晶面板拐点：TCL 科技（华西通信&电子联合覆盖）等。

5、风险提示：

工业自动化、智能化推动不及预期；协议生态发展不及预期；应用推广不及预期；系统性风险。

1. 工业化转向智能化

1.1. 首批全 IP 化工业控制协议自动化总线系列国际标准正式发布

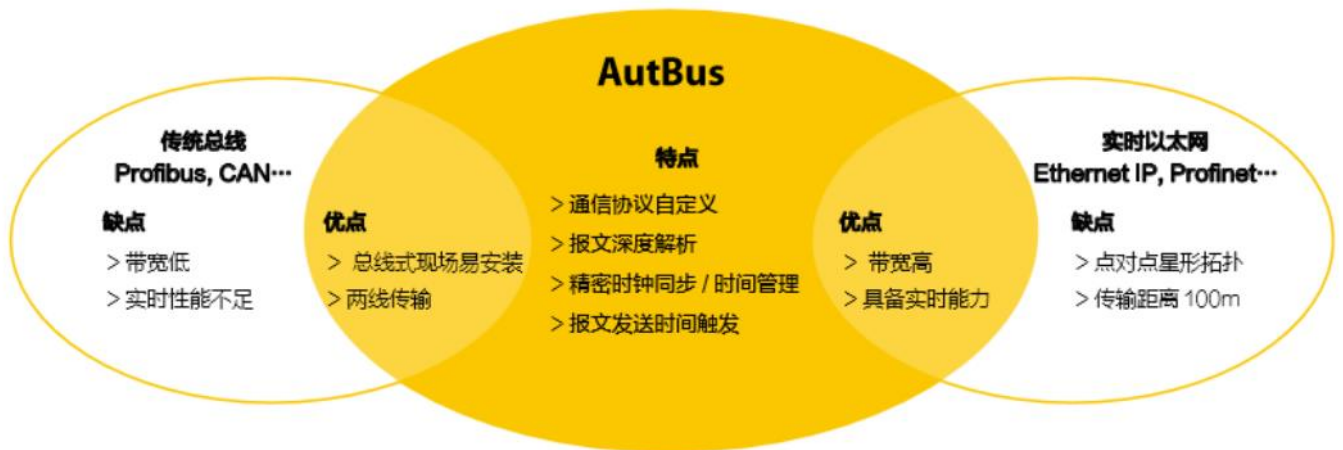
根据工信部装备工业一司信息，首批全互联网协议（IP）化工业控制协议自动化总线（AUTBUS）系列国际标准正式发布。

AUTBUS 系列标准是在工信部统筹支持下，由全国工业过程测量控制及自动化标准化技术委员会（SAC/TC124）组织优势团队制定而成。是目前国际上唯一基于时间敏感技术和互联网协议第 6 版（IPv6）技术的两线制宽带总线国际标准。

该系列标准解决了 IPv6 统一寻址和确定性通信问题，实现 IT 协议与 OT 协议的全 IP 化，支持工业通信领域多协议的互联互通操作，以及控制数据、视频、图片等大数据在控制层的同步宽带传输，可有效满足智能制造高带宽、高实时等通信需求。

目前，基于该系列标准的芯片 KY3000 已研制成功，可广泛应用于机器人、汽车、船舶、航空等智能制造相关领域。

图 1 AutBus 优势比较



资料来源：东土科技，华西证券研究所

1.2. 工业网络连接标准间难以兼容，TSN 技术是打通 OT 与 IT 融合的技术基础

传统工业网络体系格局形成多生态形态，内部不断迭代优化，外部互不兼容。在工业互联网体系下，网络作为基础支撑技术，需要具备更为强大的互联互通、高质量传输和智能运维能力。老式工业控制系统内部互联采用现场总线技术，伴随承载需求提升，基于以太网的工业控制网络产生。其遵从 TCP/IP 框架，具有接口简单、协议开放、可靠性高、传输速率快、互通便捷等优势，并逐步演变成 21 世纪工业网络主流技术。但由于工业应用场景繁杂，工业总线和以太网均形成了不同的系列标准。同时不同工业集成商巨头主导了不同生态圈，网络设备与协议绑定，各公司基于各自协议对工业控制网络进行持续优化，但彼此之间相对封闭，互不兼容。

表 1 目前主流以太协议

协议名称	运作组织	代表厂家
EtherNet/IP	ODVA	罗克韦尔自动化（美国）
PROFINET	PROFIBUS 国际组织	西门子
Modbus-TCP	Modbus-IDA	施耐德
Ethernet POWERLINK	Ethernet POWERLINK 标准组织	ABB
EtherCAT	EtherCAT 协会	德国倍福
CC-LINK	CC-LINK 协会	日本三菱

资料来源：工业互联网产业联盟，华西证券研究所整理

目前主流工业以太网协议主要包括 EtherCAT、PROFINET、EtherNet/IP、Sercos III，以及时间敏感网络（TSN）等。

- (1) **EtherCat**: MAC 层协议，由德国倍福自动化开发，一直处于一家工业现场总线组织 EtherCat 技术协会框架之下。是一项开放但不开源的技术，任何相关设备的开发，都需要向其获取相关授权。

EtherCAT 技术突破了其他以太网解决方案的系统限制：通过该项技术，无需接收以太网数据包，过程数据可以直接插入至报文中，整个过程在硬件中处理，因此，报文只有几纳秒的时间延迟，从而实现极短的响应时间。

这几年 EtherCAT 发展迅速，据 ETG 最新的数据，除模块化 I/O 设备外，ETG 估计全球 EtherCAT 节点数量为 5910 万个，而近期增长尤为明显。自 2014 年以来，EtherCAT 节点数量呈指数级增长，仅 2022 年就增加了 1840 万个节点。

- (2) **EtherNet/IP**: TCP/IP 的应用层协议，采用商业以太网通信芯片、物理介质和星型拓扑结构，采用以太网交换机实现各设备间的点对点连接，能同时支持 10Mbps 和 100Mbps 以太网商用产品。

EtherNet/IP 兼容多个标准互联网和以太网协议，但其实时和确定性功能比较有限。因此，它可以用在一些可容许偶尔出现少量非确定性的自动化网络当中。

- (3) **PROFINET**：一种开放式的以太网通信协议。主要有西门子和 PROFINUS&PROFINET 国际协会提出，是一种将 PROFIBUS 总线型的主从结构和 etherNET 的拓扑结构相结合的产物。

包含三种类别，PROFINET A 类可通过代理访问 PROFINUS 网络，借助 TCP/IP 上的远程过程调用来桥接以太网和 PROFINUS，典型应用包括基础设施和楼宇自动化；PROFINET B 类也成为 PROFINET 实时，用于工厂自动化和过程自动化；PROFINET C 类是等时实时传输。其中 B 类可用于 PLC 型应用，而 C 类非常适合运动应用。

- (4) **POWERLINK**：在标准以太网上的实时通信协议，是 Ethernet 的扩展，且可以在多平台（包括 FPGA、Arm、x86 CPU 等）实现，源代码公开，是真正的开源工业以太网协议。

- (5) **Sercos III**：提供实时以太网和标准 TCP/IP 通信。是老牌工厂自动化应用领域（尤其是机械工程和建筑）应用三十多年的 Sercos 第三代协议。

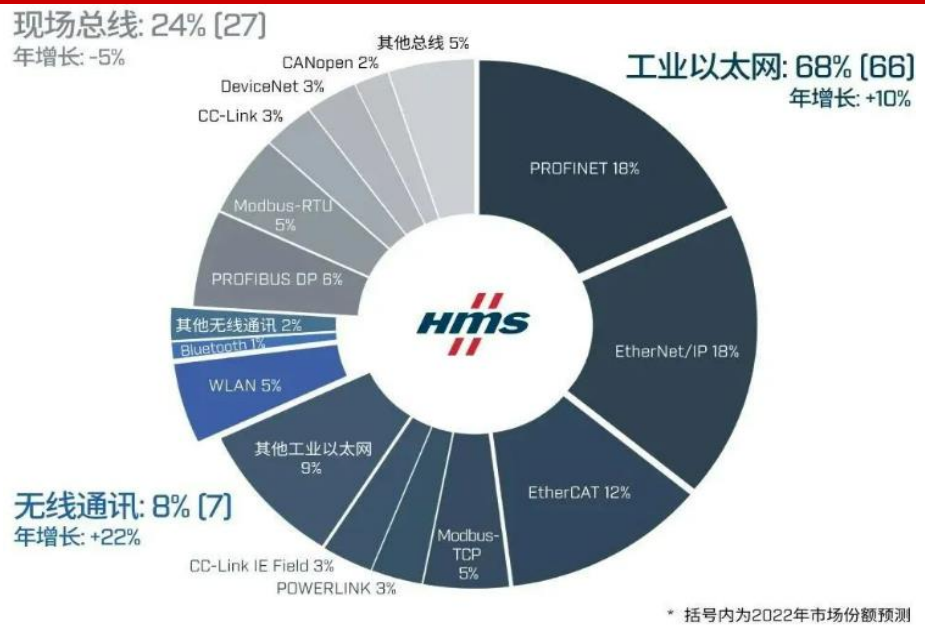
- (6) **TSN**：是 TSN 工作组开发的一套协议标准，旨在非确定性的以太网络中实现确定性的最小时间延迟。它定义了以太网数据传输的时间敏感机制，为标准以太网增加了确定性和可靠性，以确保数据实时、确定和可靠地传输。

但其作为 ISO/OS 中第二层的数据通信，不是完整的实时协议，不会取代 PROFINET、EtherNet/IP 及类似的以太网协议。相反，这些工业以太网协

议长期而言将支持第 2 层 TSN，因此传统工业以太网协议不会消失，但未来将建立在 TSN 之上。因此，TSN 是工业互联网阶段打破封闭生态的重要技术基础，可以实现传统 OT 与 IT 的融合提供技术基础。

根据 HMS 预测数据，2023 年工业网络中，工业以太网年增长将保持 10% 以上，总市场份额达到 68% (2022 年 66%)，无线通信年增长保持 22% 以上，市场份额达到 8%，现场总线萎缩，市场份额由 2022 年 27% 缩减至 2023 年 24%。

图 2 2023 年工业网络（工业以太网、现场总线及无线）市场份额预测



资料来源: HMS Networks, 华西证券研究所

我们认为，随着越来越多无线工业网络解决方案被引入工厂自动化，无线通讯整体市场份额将保持高速增长水平，尤其是在替代电缆、无线访问机器人和连接移动工业设备中。其成本节约能力和网络灵活性也更适应于复杂的工厂环境。

同时，时间敏感网络 (TSN) 技术是以太网络架构升级主要趋势之一。基于以太网的 TSN 技术持续发展，作为下一代工业网络演进方向，用以太网物理接口承载工业内有网连接，介于通用标准构建工业以太网数据链路层传输，为实现传统的 OT 与 IT 的融合提供技术基础。

1.3. 相关产业链梳理

当前，工业以太网主流产业链主要分为芯片、通信设备（网卡、交换机等）和自动化厂商（测试床）等，其中芯片和自动化设备端主要以国外企业为主，主流芯片厂商包括 NXP、TI、瑞萨、ADI 等正在积极在芯片级支持各类 TSN 网络终端设备和交换设备的开发，而国内厂商主要集中在网络设备端。在网络设备侧主要包括 TTTech、思科、百通、摩莎、华为、新华三、菲菱科思、映翰通、东土科技和三旺通信、研华科技等。

表 2 TSN 技术车载和工业领域应用产业图谱

工业应用	芯片厂商	NXP 瑞萨电子 Renesas ADI 德州仪器 TI TTTech 博通 Broadcom
	交换机	华为 新华三 (紫光股份) 思科 菲菱科思 映翰通 TTTech 摩莎科技 Moxa 思博伦 Spirent 百通 Belden ADI (多模交换模块) 研华科技 三旺通信 东土科技
	通信模块	贝加莱 B&R (ABB) 西门子 Siemens 三菱 Mitsubishi 博世 Bosch 通用电气 GE 倍福 Beckhoff 洛克威尔 Rockwell Automation 国家仪器 NI Sercos 三星 Sumsung 施耐德电气 Schneider Electric Perfection in Automation
	自动化厂商	

资料来源：华西证券研究所整理

2. 近期通信板块观点及推荐逻辑

2.1. 本周持续推荐：

结合业绩确定性及估值两方面因素考虑，我们建议关注包括军工通信、面板以及低估的算力基础设施及工业互联网个股：

1) 持续推荐算力基础设施

服务器等设备商：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯等；

算力中心：光环新网；

算力硬科技产业链：新雷能（服务器电源）；

2) 军工通信：烽火电子（华西通信&军工联合覆盖）、海格通信（华西通信&军工联合覆盖）、七一二等；

3) 工业互联：金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）等；

4) 液晶面板拐点：TCL 科技（华西通信&电子联合覆盖）等；

2.2. 中长期产业相关受益公司

- 1) 设备商：中兴通讯、烽火通信、海能达、紫光股份、星网锐捷等；
- 2) 军工通信：新雷能、七一二、上海瀚迅、海格通信等；
- 3) 光通信：中天科技、亨通光电、中际旭创、天孚通信、新易盛、光迅科技等；
- 4) 卫星互联网：雷科防务、震有科技、康拓红外等；
- 5) 5G 应用层面：高鸿股份、光环新网、亿联网络、会畅通讯、东方国信、天源迪科等；
- 6) 其他低估值标的：平治信息、航天信息等。

3. 风险提示

工业自动化、智能化推动不及预期；协议生态发展不及预期；应用推广不及预期；系统性风险。

分析师与研究助理简介

宋辉：3年电信运营商及互联网工作经验，6年证券研究经验，主要研究方向电信运营商、电信设备商、5G产业、光通信等领域；

柳珏廷：理学硕士，3年证券研究经验，主要关注云和5G相关产业链研究。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。