TS-S2404 工业级时敏（TSN）网络交换机
产品规格书



版本：V1.1

发布日期：2026-10-13

江苏仟略信息技术有限公司

修订记录

序号	版本	日期	修改说明
1	V1.0	2026-10-13	初始版本，基于单颗国产 TSN 交换芯片方案与 24GE+4SFP+ 参考设计编写
2	V1.1	2026-10-20	参照芯片 Datasheet 规范重构：新增修订记录、图/表索引、电气特性与环境可靠性章节，统一为阿拉伯数字章节编号
3	V1.2	2026-10-21	插入 3 种常用的拓扑连接图

目录

第 1 章　产品概述 7
1.1　产品概述 7
1.2　产品特性 7
1.3　系统架构 7
第 2 章　技术规格 9
2.1　端口与接口配置 9
2.2　交换性能指标 9
2.3　时敏（TSN）特性 9
2.4　交换功能能力 10
2.5　网络安全能力 10
第 3 章　电气特性 11
第 4 章　环境与可靠性 12
第 5 章　结构与安装 13
第 6 章　应用场景与组网 14
6.1　应用场景 14
6.2　典型组网拓扑 14

图索引

图号	图名
图 1	TS-S2404 系统架构框图
图 2	树状拓扑
图 3	环网冗余拓扑
图 4	802.1CB FRER 冗余

本设备支持树型（级联）与环网两种组网方式。树型组网通过 10G SFP+ 光口向上级联核心/汇聚交换机，向下通过千兆电口接入工业终端，适用于一般工业接入与汇聚；环网组网将多台交换机首尾相连构成环，通过 MSTP 或 G.8032 ERPS 协议逻辑破环，正常时沿单一路径转发，链路故障时可在 50 ms 内倒换到备用路径，适用于对可靠性要求较高的工业现场。对时敏控制业务（SV/GOOSE、运动控制等），建议进一步采用 IEEE 802.1CB FRER 双路径冗余，关键帧从两条不相交路径同时收发，实现零倒换、零丢包。

表索引

表号	表名
表 1	文档控制信息
表 2	端口与接口配置
表 3	交换性能指标
表 4	时敏（TSN）特性
表 5	交换功能能力
表 6	网络安全能力
表 7	电气特性
表 8	环境与可靠性
表 9	结构与安装

文档信息与声明

表 1　文档控制信息

项目	内容
文档名称	TS-S2404 工业级时敏（TSN）网络交换机 产品规格书
产品型号	TS-S2404
产品系列	TS-S 系列（工业级时敏网络交换机）
产品形态	19 英寸 1U 标准机架
版本	V1.1
发布日期	2026-10-13
文档状态	评审稿
密级	内部使用，未经许可不得外传
出品厂商	江苏仟略科技有限公司

关于江苏仟略科技有限公司：公司专注于工业时敏网络（TSN）、确定性光接入（TS-PON）及通信接入设备的研发与生产，面向工业实时控制、智能电网、轨道交通、车载船舶等场景，提供低时延、低抖动、高可靠的网络交换与接入产品。

本文档所含技术信息仅供系统与软件实现者在授权范围内使用，未经许可不得向任何第三方披露或复制。本产品核心交换部件采用单颗国产工业级 TSN 交换芯片，其数据手册及参考设计资料版权归芯片原厂所有，相关标准（IEEE 802.1AS/802.1Qbv 等）版权归各标准组织所有。本文档所有参数以最终整机方案及量产配置为准，如有变更恕不另行通知。

第 1 章　产品概述

1.1　产品概述

TS-S2404 是 TS-S 系列工业级时敏（TSN）网络交换机，采用 19 英寸 1U 标准机架形态，提供 24 个 10/100/1000BASE-T 千兆以太网电口和 4 个 10GBASE-R 万兆 SFP+ 光口，是一款“24+4”纯 TSN 交换设备。设备以单颗国产自主可控工业级 TSN 交换芯片为核心，支持 IEEE 802.1AS 精确时间同步及 IEEE 802.1Qbv 等时敏调度协议，可为工业实时控制、智能电网、轨道交通、车载与船舶等确定性通信场景提供低时延、低抖动的线速交换能力。

TS-S2404 具备 65 Gbps 的芯片级交换容量，支持完整二三层交换、组播、VLAN、链路聚合、QoS 与网络安全等功能，可灵活接入各类工业以太网终端并作为确定性网络的接入/汇聚交换节点。

1.2　产品特性

本节所列特性为 TS-S2404 依据核心交换芯片能力提供的功能，实际产品以量产配置为准。

分类	特性
硬件接口	24×10/100/1000BASE-T RJ45 电口 + 4×10GBASE-R SFP+ 光口；65 Gbps 交换容量
处理器	内置双核 525 MHz RISC-V CPU（L1 32 KB / L2 128 KB），支持外置 CPU（RK3576）扩展
内存与存储	最高 1 GB DDR3；QSPI Flash；I2C EEPROM
时敏能力	IEEE 802.1AS / Qav / Qbu / Qbv / Qci / Qcr / Qch / 802.1CB / 802.3br；IEEE 1588v2 + SyncE；cut-through；SV/GOOSE/MSE 时延累加
交换功能	L2 交换、VLAN、STP/RSTP/MSTP、链路聚合、L3 路由、组播、QoS
网络安全	安全启动（RSA2048/SM2）、802.1X、端口隔离、风暴抑制、攻击防护、ACL
管理与维护	MGT 管理口、Console（RS232）、USB、PPS/TOD 授时接口；内置温度/电压传感器
工业级可靠性	芯片工作温度 -40 ℃～85 ℃

1.3　系统架构

TS-S2404 的系统架构如图 1 所示。交换核心采用单颗国产 TSN 交换芯片，内含双核 RISC-V CPU（Soc 域）与 Switch core 交换域，二者通过内部总线互连；芯片内置 DDR3、QSPI Flash 与 I2C EEPROM，支持安全启动（RSA2048/SM2）及温度/电压监

测。管理接口（MGT、Console、USB、PPS/TOD）通过 I2C/UART 及授时通道与芯片交互，整机由 DC 12 V 供电并经二次电源转换为 5 V、3.3 V 电压轨。

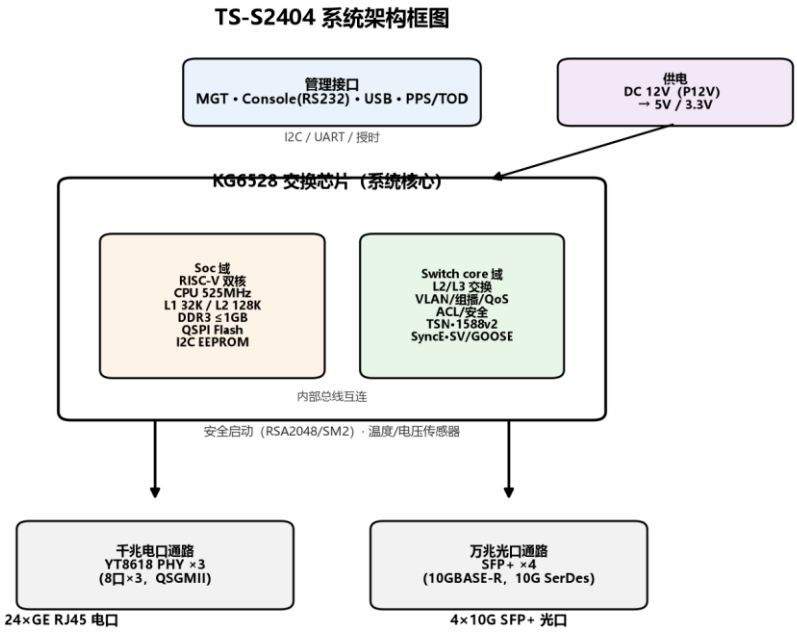


图 1　TS-S2404 系统架构框图

在数据通路层面，24 个千兆 RJ45 电口由 3 颗八口千兆物理层芯片（PHY）通过 QSGMII 上联至交换芯片；4 个万兆 SFP+ 光口通过 4 路 10G SerDes 直接接入。前面板提供 MGT 管理口、Console 调试口（RS232）、USB 接口，并预留 PPS/TOD 高精度授时同步接口；板载 I2C EEPROM 用于存放入网及配置信息。

第 2 章　技术规格

2.1　端口与接口配置

表 2　端口与接口配置

项目	规格
千兆电口	24×10/100/1000BASE-T RJ45（3×八口千兆 PHY，QSGMII 上联）
万兆光口	4×10GBASE-R SFP+（4×10G SerDes）
管理接口	1×MGT 管理口（RJ45）、1×Console 调试口（RS232）、1×USB
同步接口	PPS/TOD 高精度授时接口（IEEE 1588v2/PTP）
存储接口	QSPI Flash、I2C EEPROM
扩展接口	RGMII 外部 CPU 扩展（可选外置 CPU，如 RK3576）

2.2　交换性能指标

表 3　交换性能指标

指标	规格
交换容量	65 Gbps（芯片级，24×GE + 4×10G 线速转发）
Jumbo 帧长	10 kB
MAC 表容量	16 k（其中 8 k 可与主机路由共享）
L2 组播组数量	4 k
VLAN 数量	4096
主机路由	4 k IPv4 / 1 k IPv6（最大可扩至 8 k IPv4 / 2 k IPv6）
网段路由	0.5 k IPv4 + 0.5 k IPv6（最大 1.5 k IPv4 / 0.75 k IPv6）
L3 组播表	0.5 k
NAT/NAPT	1 k / 511
ECMP	128 组，每组 8 成员（最大 32，共享 1024 成员）
Trunk 组	16 组，每组 8 成员
ACL 表项	入方向 1.5 k，出方向 0.5 k
MSTP 实例	64
镜像会话	16（入向 8、出向 8）
Packet Buffer	12 Mb 包缓存
业务口队列	8 队列/口，支持 SP/WDRR 调度
硬件配置存储	内置 eFuse，用于存放硬件配置信息

2.3　时敏（TSN）特性

表 4　时敏（TSN）特性

协议/特性	说明
IEEE 802.1AS	gPTP 精确时间同步，实现全网纳秒级时间同步
IEEE 1588v2 / SyncE	PTP 精确时间协议与同步以太网，支持 PPS/TOD 授时接口
IEEE 802.1Qbv	时间感知整形（TAS），基于门控的确定性调度
IEEE 802.1Qav	基于信用的整形（CBS），保障音视频及流式业务带宽
IEEE 802.1Qbu / 802.3br	帧抢占，保障高优先级时敏帧的抢占传输

协议/特性	说明
IEEE 802.1Qci	流过滤与监管（PSFP），流量识别与准入控制
IEEE 802.1CB	帧复制与消除（FRER），实现无缝冗余传输
IEEE 802.1Qcr / Qch	异步整形与循环排队转发
Cut-through	直通快速转发，降低转发时延
SV/GOOSE/MSE	IEC 61850 采样值等时延累加，保障电力数据准确可靠
IEEE 802.1Qat SRP	流预留协议（MSRP），为音视频与时敏业务建立带宽预留通道
ECN	显式拥塞通知，配合 WRED 缓解 TCP 全局同步

2.4 交换功能能力

表 5　交换功能能力

功能类别	能力说明
二层交换	硬件 MAC 学习与老化，支持静态 MAC、MAC 优先级迁移、端口/VLAN 粒度学习控制
VLAN	IEEE 802.1Q / QinQ VLAN，4096 个 VLAN，VLAN 分类与转换，IVL/SVL
生成树	IEEE 802.1D STP / 802.1w RSTP / 802.1s MSTP（64 实例）
链路聚合	IEEE 802.3ad 链路聚合（16 组，每组 8 成员）
三层路由	IPv4/IPv6 主机路由、网段路由、策略路由，NAT/NAPT、ECMP、uRPF
组播	硬件 L2/L3 组播转发，IPv4/IPv6 组播到二层转发，RPF 检查
服务质量	L2-L4 分类、监管、整形、限速；SP/WDRR 调度；srTCM/trTCM；802.3x 反压与 WRED
网络管理	端口/VLAN/流镜像及 RSPAN；多类 MIB；RMU 远端管理；L2 组播路径监视
以太网 OAM	支持 IEEE 802.3ah EFM / 802.1ag CFM：OAM PDU 识别、环回检测与临终遗言，便于链路故障快速定位

2.5 网络安全能力

表 6　网络安全能力

功能	说明
安全启动	内置安全启动，支持 RSA2048 与 SM2
端口认证	802.1X 认证，支持 MAC/IP/Port/VLAN 绑定
端口隔离	端口隔离与 Private VLAN 隔离
风暴抑制	未知组播/已知组播/未知单播/广播风暴控制
攻击防护	LAND/Blat/DoS/Smurf/TCP Hag 等多种攻击保护
访问控制	入方向 1.5 k / 出方向 0.5 k ACL 表项，L2-L4 灵活匹配

第 3 章　电气特性

表 7　电气特性

项目	规格
板级供电	DC 12 V（P12V），内部二次电源 5 V / 3.3 V
整机供电	AC/DC 电源方案可定制（待整机结构方案确认）
芯片功耗	24×GE+4×10G 线速 < 3.5 W@25 ℃；< 4 W@125 ℃
整机功耗	以整机散热方案为准
管理口电平	MGT 千兆管理口（RJ45）、Console RS232、USB2.0

注：功耗数据为核心交换芯片线速工作时的功耗，整机功耗需叠加物理层芯片（PHY）、管理电路、电源转换及散热系统等功耗，以最终整机实测为准。

第 4 章　环境与可靠性

表 8　环境与可靠性

项目	规格
芯片工作温度	-40 ℃～85 ℃
整机工作温度	以整机结构与散热方案为准（工业级宽温）
存储温度	以整机方案为准
相对湿度	以整机方案为准（工业级，无冷凝）
可靠性	内置温度与电压传感器（1 路温度、3 路电压监测），安全启动

第 5 章　结构与安装

表 9　结构与安装

项目	规格
产品形态	19 英寸 1U 标准机架
尺寸（高×深×宽）	以整机结构方案为准
重量	以整机结构方案为准
安装方式	标准机柜（机架）安装

第 6 章　应用场景与组网

6.1　应用场景

TS-S2404 广泛适用于对时延、抖动和确定性有严格要求的工业通信场景，包括但不限于：

工业实时控制网络：机器人、运动控制、高速智能制造设备的高可靠实时数据交换；

智能电网：变电站 IEC 61850 采样值（SV）、面向通用对象的变电站事件（GOOSE）确定性传输；

轨道交通与车载/船舶：列车、车辆、船舶内部数据与控制通信；

工业数据采集与视频监控：多业务融合接入，构建低时延、大带宽、高可靠的确定性工业以太网；

电力调度与广域同步：结合 PPS/TOD 授时接口实现全网时间同步。

6.2　典型组网拓扑

TS-S2404 可作为确定性工业以太网的接入/汇聚交换机部署：4 个 10G SFP+ 光口向上与核心/汇聚交换机或时敏汇聚设备互联，24 个千兆电口向下接入工业控制器、采集终端、摄像头及现场设备；设备通过 PPS/TOD 接口接入高精度时间源，基于 IEEE 802.1AS 实现全网时间同步，并配合 802.1Qbv 门控调度为关键业务提供确定性低时延通道。

常用的拓扑结构，有如下 3 种方式。1 是典型的树状结构，2 是环网保护冗余传输。3 是通过 TSN 协议自带的 8021.1CB FRER 冗余传输模式，详细拓扑见下图 2，图 3，和图 4：

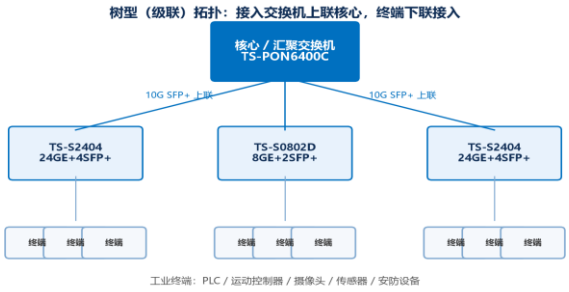


图 2　树型（级联）拓扑：接入交换机上联核心，终端下联接入

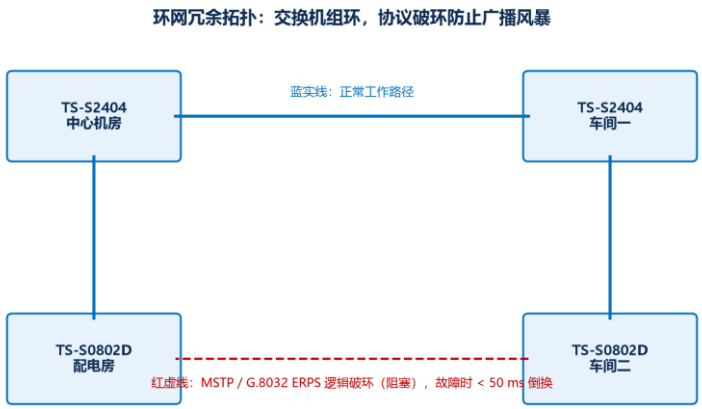


图 2　环网保护拓扑图

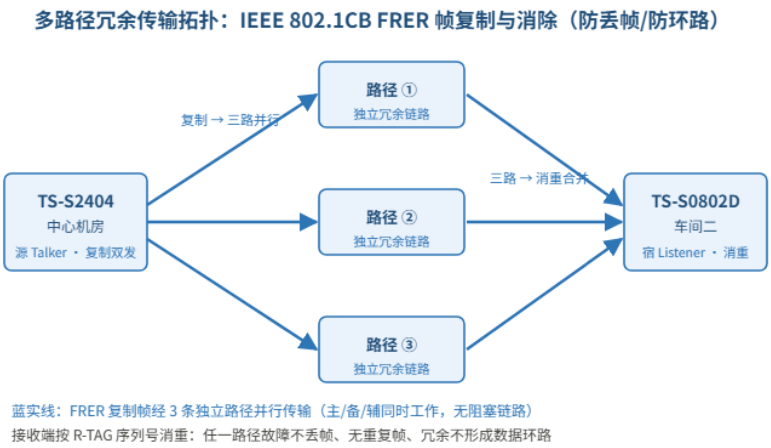


图 3 多路径传输图