

COOLED

6 口单对以太网+2 口双对以太网 CLSW-6PSE-2ETH 工业交换机 使用说明书



上海酷蓝电子科技有限公司

info@cooled.com.cn

一 技术背景

单对以太网 (Single-Pair Ethernet, SPE) 是一种仅使用一对双绞线进行数据传输的以太网技术，它通过精简线缆数量，在保持以太网高效通信的同时，显著降低了布线的复杂度、成本与空间占用，特别为工业自动化、汽车电子等领域带来了变革。

SPE 的革新性体现在以下几个核心方面：

- **极简布线：**与传统以太网需要四对或两对双绞线相比，SPE 仅用一对双绞线即可完成数据传输，这直接降低了线缆的重量、体积和成本。
- **数据线供电 (PoDL)：** SPE 支持通过同一对双绞线为远端设备（如传感器、执行器）提供直流供电，省去了独立的电源线，极大地简化了安装。
- **长距离传输与高带宽：** SPE 技术在距离和带宽之间提供了多样化的选择。例如，从 10BASE-T1S 的 15 米，到 10BASE-T1L 的长达 1 公里，10BASE-T1L 的速率可达 10 Mb/s。
- **无缝融入以太网生态：** SPE 遵循标准的以太网协议 (OSI 模型第 2-7 层)，这意味着现有基于以太网的上层软件、协议（如 TCP/IP）无需修改即可直接使用，实现了从信息层到现场设备层的端到端无缝连。

凭借上述技术特点，SPE 正在多个领域快速普及：

- **工业自动化：** 在工厂中，SPE 能够直接将现场的传感器、执行器和 I/O 模块连接到 PLC 或控制器，简化了传统复杂的层级网络，实现了从传感器到云的直连。它既能替代传统的现场总线，也能作为现有多对以太网的轻量化替代方案。
- **汽车电子：** SPE 最初因汽车需求而标准化，现已成为连接车载摄像头、雷达、激光雷达 (LiDAR) 及信息娱乐组件的理想选择，有助于减轻线束重量和复杂度。
- **流程工业：** 基于 10BASE-T1L 的 Ethernet-APL 技术，能够长距离为现场仪器（如压力传感器、流量计）提供通信和供电，即使在危险区域也能安全运行，是实现预测性维护等高级应用的关键。
- **建筑与基础设施：** 在楼宇自动化中，SPE 可以简化照明控制、暖通空调 (HVAC)、安防传感器等设备的连接，通过更细的线缆实现以太网接入。



单对以太网（SPE）通过“化繁为简”的设计哲学，将以太网的能力延伸到了此前难以触及的角落。它不仅是线缆的简化，更是推动运营技术（OT）与信息技术（IT）网络深度融合，实现工业物联网（IIoT）和“工业 4.0”愿景的关键桥梁。随着技术的持续演进，SPE 有望在更多场景中取代传统总线和技术，成为构建全连接世界的底层基石。

酷蓝公司推出的 CLSW 系列 SPE 和以太网交换机，内部构成包括两个部分，物理介质转换与数据交换。它与 SPE（单对以太网）技术是相辅相成的关系—SPE 解决了“最后一公里”的物理连接问题，而交换机则是在汇聚点对这些连接进行智能管理和数据交换。使得 SPE 设备可以无缝地接入现有的标准以太网网络，是构建从现场传感器到云平台端到端以太网架构的理想解决方案。

- 物理介质转换：实现物理层的介质和信号编码方式。它将 10BASE-T1L 的 SPE 信号 100BASE-TX 或 1000BASE-T 的标准以太网信号进行相互转换。采用 ADI（亚德诺半导体）的最新 ADIN1100 芯片作为 PSE 的物理层接口芯片。
- 数据交换，基于数据链路层（OSI 第二层）进行数据交换，二层交换机是一个智能的、基于硬件的数据帧转发设备。它通过“学习 MAC 地址，按需精准转发”的核心机制，高效地组织了局域网内部的通信。

它具有6个符合IEEE802.3cg-2019 10Base-T1L 标准的10Mbit/s 单对以太网口，最大SPE传输距离1500 米。2个100M/10M 自适应标准以太网口，采用RJ45接口。交换机的6个SPE 端口支持通过双绞线电缆PoDL供电，允许对连接远程SPE 终端设备供电，例如各种现场传感器、执行器、网络摄像头等。支持PoDL 功率等级Class10、Class11、Class12 和Class13、Class14。各个SPE端口之间采用公共的输入电源电压，相互之间没有电源隔离，但与SPE信号通道隔离。供电省去了复杂检测和功率分级过程，采用拨码开关选择，通过交换机内部的半导体开关切换供电，由相应的红色LED指示供电状态。每个SPE 口输出的PoDL 电源电压等于本交换机输入的工作电源电压。需要注意6个SPE 口输出的电源总功率需要小于本交换机输入的电源总功率。

二 技术参数

通用参数	输入电压 (V)	DC 18-60V
	功率 (W)	交换机功能 <5W
	PoDL供电	6口独立控制PoDL供电, Class 10 to Class 14; IPI(MAX) = 600mA with PPD(MAX) = 20W. 总的6口总消耗功率需要小于供电电源功率
	SPE 端口	6 端口Port AWG20-AWG24, 具有接口极性检测和自动校正功能,
	以太网口	2 Port RJ45
	信号隔离	供电电源与交换机内部电源隔离, SPE端口之间隔离, SPE 端口和以太网口隔离, 以太网口之间隔离,
	交换机原理	物理层数据透传, 基于MAC地址端口交换
SPE端口	传输速率	10Mbit/s全双工
	标准	IEEE802.3cg-2019, 10Base-T1L,
	线缆	线缆长度1500 m, 1.0 V p-p 和 2.4 V p-p
	LED指示	6个SPE口工作指示, 绿灯, 6个SPE端口供电指示,
以太网端口	传输速率	100/10Mbit/s 自适应
	标准	IEEE802.3, 100Base-TX/10BASE-T 以太网标准Ethernet Standard
	线缆	线缆长度 5类四芯双绞线 100米
	LED指示	以太网端口状态
工作环境	工作温度	-40~80 摄氏度
	安全及电磁辐射标准	CCC, CE, UL
	寿命 Life Time	>100000 小时
其他	尺寸	122*104*45mm
	安装方式	DIN35mm 导轨安装 Rail Installment, 挂耳式安装, Ear Fixing Installment, IP20 防护等级 Protection Level

三 接线方式

- 6端口SPE 10BaseT1L 电源输入 接线示意图

+接 PSE 线缆正，-接 PSE 线缆负，S 接屏蔽线。SPE 线缆可以采用 AWG22（0.3 平方 mm），或者 AWG20（0.5 平方 mm），拨皮 8mm 左右，如果是多股线需要搪锡处理，要用一字螺丝刀按下橙色按钮，插入对应孔内，松开橙色按钮，导线即被插座内部簧片卡紧。电源进线采用 AWG18（1 平方 mm），同样方式接入 DC 电源输入插座。

- PoDL 选择开关 LED 指示灯 RJ45 端口

电源指示红灯在电源上电时点亮。

PoDL 供电选择开关选择 1–6SPE 端口是否由交换机对远端 SPE 设备供电，开关拨到下方对应供电使能，相应通道的红色 LED 灯点亮。

绿色 LED 表示对应的 SPE 端口已与远端 SPE 设备建立了连接，绿灯闪烁表示有数据传送。

RJ45 端口接双对以太网线缆。对应的 LED 闪烁表示建立了连接并有数据传送。

四 网络连接拓扑

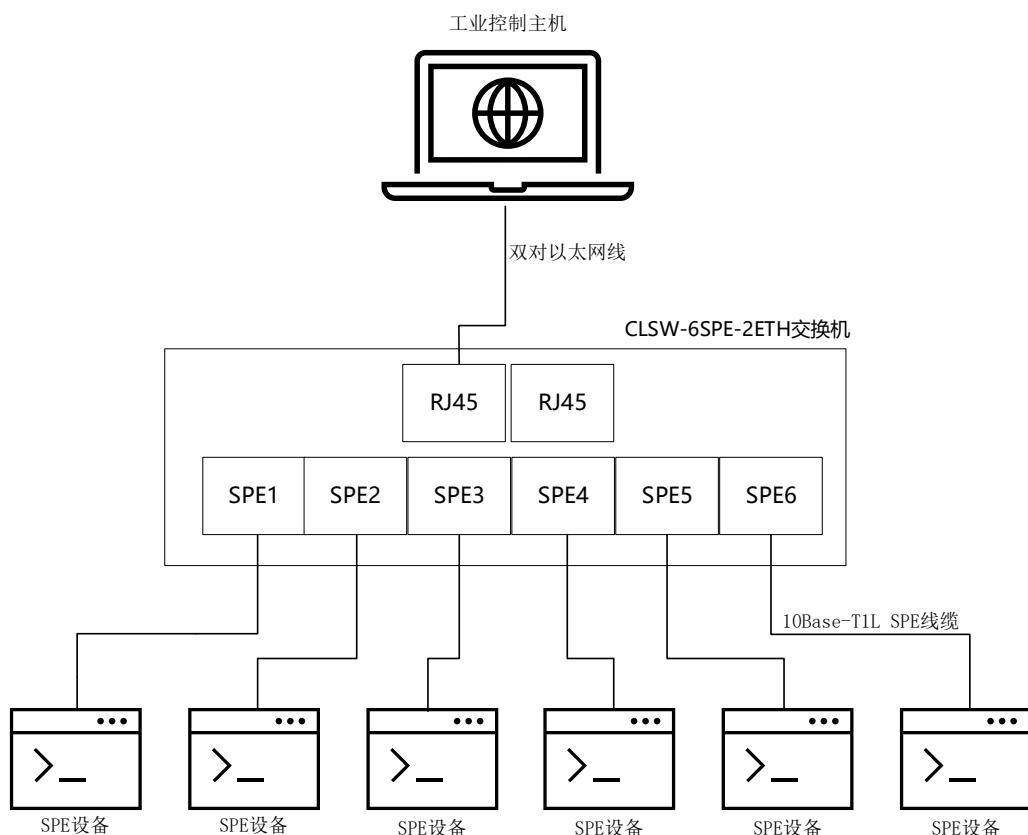
CLSW-6SPE-2ETH 交换机是一种在物理层的交换机，实现 SPE 信号和以太网信号的双向透明转换，支持所有工业以太网的上层协议，如 Ethernet/IP、PROFINET、MODBUS TCP/IP、EtherCAT、CC-Link IE、POWERLINK HART/IP、OPC UA、QTT 协议等。在这些上层协议的组态配置时，本交换机只负责中间数据转换，不需要配置 IP 地址和进行网络管理。

CLSW-6SPE-2ETH 交换机可单独使用，也可通过标准以太网口级联连接多个交换机，扩展的数量没有限制。

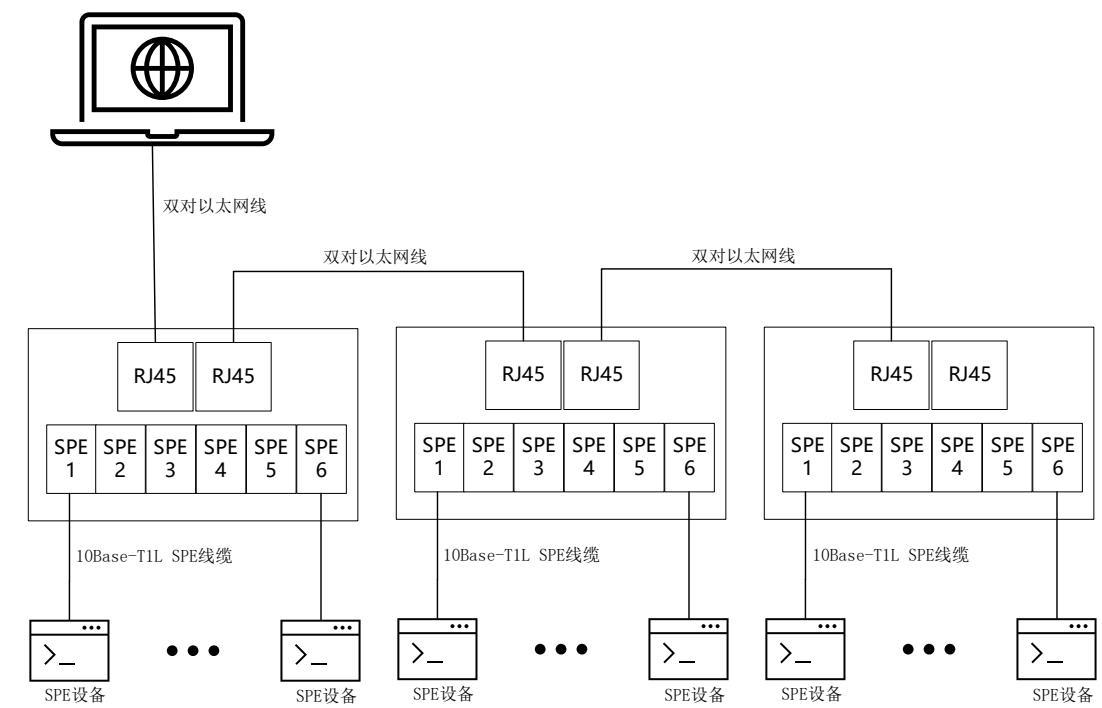
对于不支持 SPE 但具有 RJ45 接口的设备，可以通过酷蓝 CLMC-SPE-ETH 转换器接入到 SPE 设备，充分利用 SPE 协议可远距离长达 1500 米通讯的特点。CLMC-SPE-ETH 转换器可以通过 PoDL 方式由 CLSW-6SPE-2ETH 交换机进行供电。

对于支持 MODBUS-RTU 设备，可以选择酷蓝 CLMC-MOSBUS-PSE 转换器接入到 SPE 交换机，充分利用 SPE 支持远距离通讯的特点。CLMC-MOSBUS-PSE 转换器通过 PoDL 方式由 CLSW-6SPE-2ETH 交换机进行供电。MODBUS-RTU 设备在转为 PSE 设备的同时，通讯协议也转换为了 MODBUS Over TCP 协议，上位机可以直接使用 MODBUS Over TCP 的驱动程序进行通讯。

- 单机使用拓扑



- 多个交换机连接拓扑1



- 多个交换机连接拓扑2

