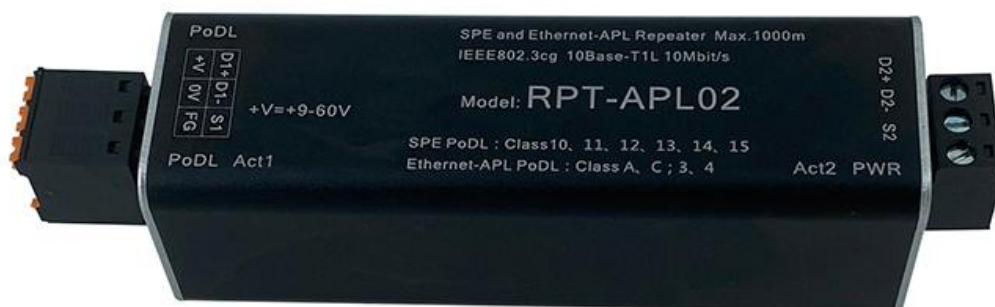


## 10BASE-T1L 单对以太网和 Ethernet-APL 通用中继器

# 使用手册

**产品型号：RPT-APL02**



德阳四星电子技术有限公司

**概述:**

单对以太网 (Single Pair Ethernet, 简称 SPE) 和 Ethernet-APL (以太网先进物理层) 是工业自动化数据传输应用的新趋势, 是工业物联网发展的基础。APL/SPE 技术突破了以太网传输的高空间占用和高传输成本的限制, 首次实现以太网以更少空间占用和更低成本的方式来满足从远端网络到应用现场设备的通讯。APL/SPE 仅通过一对双绞铜线进行以太网数据传输, 还可同时通过数据线供电 (Power over Data Line, 双绞线同时传输数据和电力, 简称 PoDL) 技术使用该对铜线对终端设备如各种传感器、执行器、摄像头等设备同时进行数据传输和供电。APL/SPE 为工业以太网和物联网数据传输带来了更多甚至无限的可能。

APL/SPE 物理层虽然为单对双绞线传输, 在协议层仍然保持了原有的 IEEE802.3 标准的各种上层协议, 特别是专为工业自动化和楼宇自动化量身打造的 10BASE-T1 标准 (该标准有二个变种: 10BASE-T1S 和 10BASE-T1L), 更良好的支持所有的各种上层工业以太网协议, 如 PROFINET、MODBUS TCP、Ethernet/IP、CC-Link IE、POWERLINK 等。

四星电子出品的 APL/SPE 通用单对以太网中继器 RPT-APL02, 是一种物理层 APL/SPE 中继器。使用一对双绞线双向延长 APL/SPE 最大通信距离到 1000 米, 具有 2 个符合 IEEE802.3cg-2019, 10Base-T1L 标准的 10M 单对以太网口 (采用 3Pin 接线端子), 支持数据线供电 (PoDL), 支持 SPE 单对以太网 PoDL 功率等级 Class10、11、12 和 Class13、14、15; 支持 APL 功率等级 Class A、C、3、4。工作电源电压 9~60VDC, -20°C~+75°C 工作温度, DIN35 标准导轨安装。本产品不仅可双向延长 APL/SPE 双绞线最大通信距离 1000 米, 而且当双绞线较长或较细引起电力传输能力不够时, 还可使用本中继器来接续电力传输。

四星电子 APL/SPE 中继器 RPT-APL02 的数据线供电 (PoDL) 省去了检测和功率分级过程, 采用拨码开关直接供电方式。

**应用**

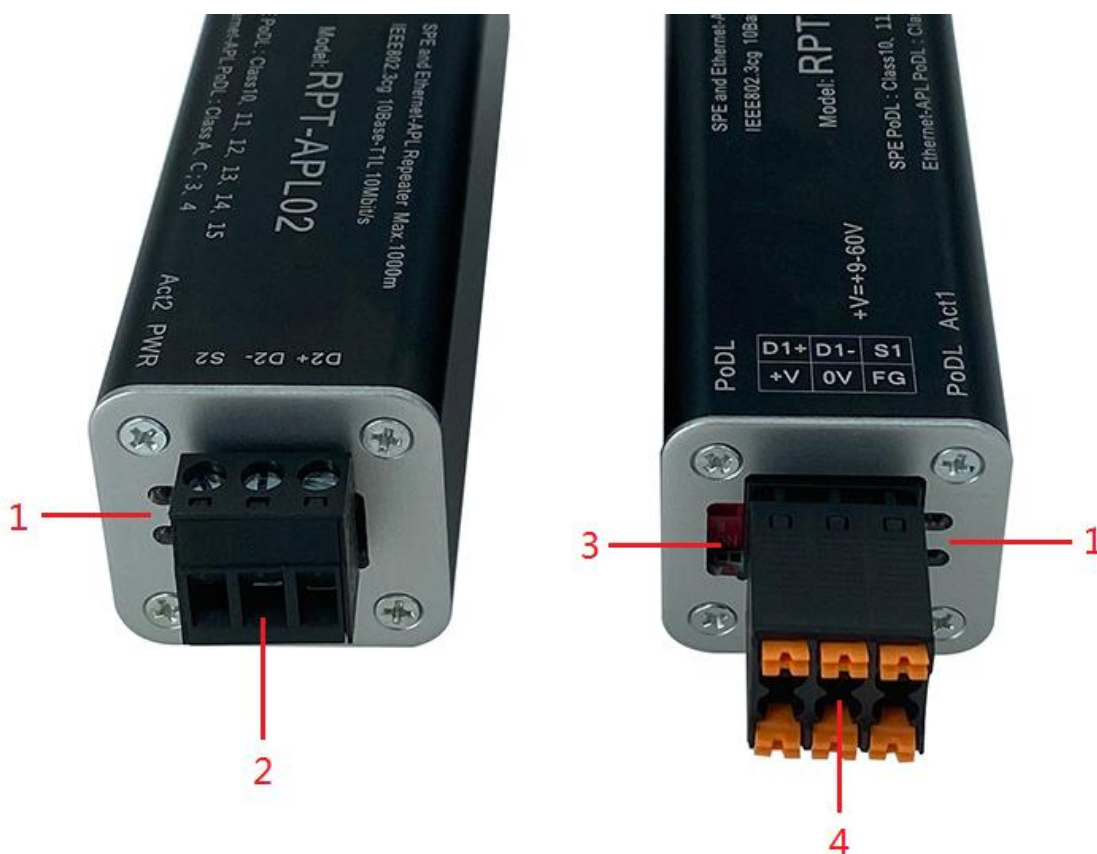
- 双向延长 APL/SPE 通信距离最大 1000 米
- APL/SPE 口接口电气隔离
- PoDL 电力中继
- 配合四星电子 IE-APL01 介质转换器, 可将传统以太网传输距离延长到 3000 米

主要技术参数:

四星电子10BASE-T1L单对以太网和Ethernet-APL通用中继器RPT-APL02基本参数

参数分类	项 目	指 标
APL/SPE 单对以太 网接口 D2+、D2-	接口类型	3Pin5.08接线端子。
	传输速率	10Mbit/s全双工，10BASE-T1L，IEEE802.3cg-2019。
	APL/SPE 信号峰峰值	出厂默认信号峰峰值V <sub>pp</sub> =1.0V。 如需V <sub>pp</sub> =2.4V可取下电路板上插针J2的短路帽（跳线帽）。
	传输介质	SPE单对双绞线电缆，26AWG（0.14mm <sup>2</sup> ）~ 14AWG（2mm <sup>2</sup> ）。
	最大传输距离	1000米。
	连接指示	APL/SPE端口状态指示灯Act2、电源指示灯PWR。
	PoDL供电	该端口（D2+、D2-接口）没有PoDL供电。
APL/SPE 单对以太 网接口 D1+、D1-	接口类型	6Pin5.08接线端子。
	传输速率	10Mbit/s全双工，10BASE-T1L，IEEE802.3cg-2019。
	APL/SPE 信号峰峰值	出厂默认信号峰峰值V <sub>pp</sub> =1.0V。 如需V <sub>pp</sub> =2.4V可取下电路板上插针J1的短路帽（跳线帽）。
	传输介质	SPE单对双绞线电缆，26AWG（0.14mm <sup>2</sup> ）~ 14AWG（2mm <sup>2</sup> ）。
	最大传输距离	1000米。如果使用PoDL供电，则距离受功率和电缆截面积限制。
	连接指示	APL/SPE端口状态指示灯Act1、PoDL数据线供电指示灯。
	PoDL功率等级	支持PoDL供电输出或输入，即可作为供电端也可作为受电端。 工作电源电压为24VDC时支持SPE功率等级Class 10、11、12。 工作电源电压为54VDC时支持SPE功率等级Class 13、14、15。 工作电源电压为12VDC时支持APL功率等级Class A、C。 工作电源电压为50VDC时支持APL功率等级Class 3、4。
APL/SPE 通讯协议	IEEE802.3cg-2019，10Base-T1L，物理层数据透明传输，支持所有以太网上层协议，如PROFINET、MODBUS TCP/IP、Ethernet/IP、CC-Link IE、POWERLINK 等。	
通用参数	工作电压	9~60VDC之间任意电压，带电源极性接反保护和过载保护。
	功耗	本产品本身功耗约0.5W，使用PoDL供电时的功率为受电设备功率再加40%以上的富余量。
	接口隔离	D2+、D2-接口与D1+、D1-接口之间相互隔离，D2+、D2-接口与电源端口隔离，隔离电压1500VDC。D1+、D1-接口与输入工作电源端口之间没有电隔离。
	防护等级	IP20
	工作温度	-20℃~+75℃。
	外形尺寸	100mm×32mm×32（长×宽×高），重量100克。
	安装方式	DIN35mm标准导轨安装。

产品外形和各部件说明:



1、指示灯：面板上各发光二极管指示灯的名称和功能。

指示灯名称	指示灯状态		
	常 亮	闪 烁	熄 灭
PWR	电源工作正常	-	电源没有接通或硬件故障
Act2	APL/SPE2 口链接正常	APL/SPE2 口正在传输数据	APL/SPE2 口没有建立链接
Act1	APL/SPE1 口链接正常	APL/SPE1 口正在传输数据	APL/SPE1 口没有建立链接
PoDL	开启 APL/SPE1 口输出 PoDL 供电或收到供电	APL/SPE1 口 PoDL 供电过载或短路	关闭 APL/SPE1 口 PoDL 供电

2、APL/SPE2 接口接线端子，信号定义如下：

信号名称	功 能	类 型
D2+	APL/SPE2 接口信号正极	输入/输出
D2-	APL/SPE2 接口信号负极	输入/输出
S2	接 APL/SPE2 电缆屏蔽层	-

3、PoDL 数据线供电拨码开关：

RPT-APL02 中继器作为供电设备时，该拨码开关设置 PoDL 供电的开启与关闭。拨码开关按箭头方向往下拨为 ON，APL/SPE1 口开启 PoDL 供电，同时 PoDL 指示灯点亮，此时 APL/SPE1 口向电缆传输数据和电力，其输出的电压就是本产品输入电源电压；向上拨为 OFF，APL/SPE1 口关闭 PoDL 供电，同时 PoDL 指示灯熄灭，此时的 APL/SPE1 口只传输数据，没有电力供出。

RPT-APL02 中继器作为受电设备时，该开关可在任意位置（通常拨到 OFF），当收到上游交换机的电力时，PoDL 灯点亮。对于上游是 SPE 交换机时，需关闭 SCCP，设置成强制供电模式。

本产品的 PoDL 供电没有 PD 检测和功率分级（SCCP）过程，当 PoDL 开关为 ON 时，上电后即开始通过 APL/SPE 电缆给终端受电设备供电，因此用户需确认终端受电设备是支持数据线供电的设备，且终端设备的工作电源电压与本产品接入的工作电源电压相同。如果不开启 PoDL 供电则无需考虑这些问题。

4、APL/SPE1 接口接线端子和工作电源接线端子，D1+、D1- 支持 PoDL 供电输出或输入，即可作为供电端也可作为受电端。

信号定义如下：

端子外形	符号	说 明	类型
	D1+	APL/SPE1 信号正极	输入/输出
	D1-	APL/SPE1 信号负极	输入/输出
	S1	接 APL/SPE1 电缆屏蔽层	-
	+V	接 9-60V 之间的直流电源正极	输入
	0V	接 9-60V 之间的直流电源负极	输入
	FG	机壳地（大地）	-

本产品的工作电源电压支持 9~60V 之间的任意电压，当设置开启 PoDL 供电时，请确保接入本产品的工作电源电压与终端受电设备（称为 PD 设备）的工作电源电压相同。

工作电源电压为 24VDC 时支持 SPE 功率等级 Class 10、11、12。

工作电源电压为 54VDC 时支持 SPE 功率等级 Class 13、14、15。

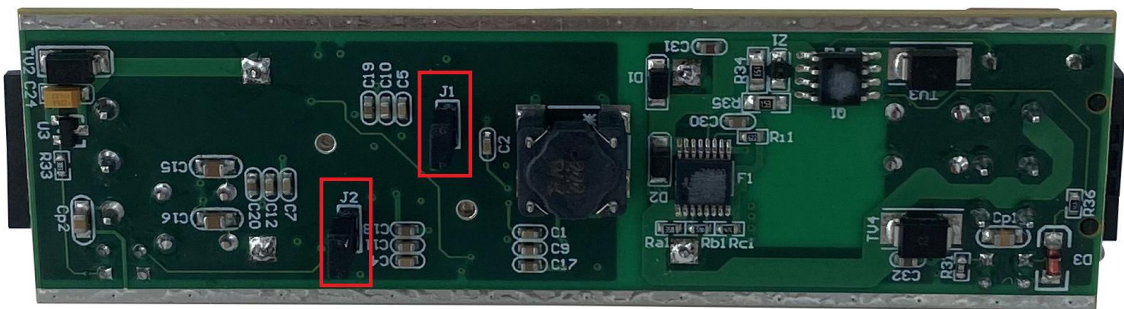
工作电源电压为 12VDC 时（用于 APL 支线）支持 APL 功率等级 Class A、C。

工作电源电压为 50VDC 时（用于 APL 干线）支持 APL 功率等级 Class 3、4。

**特别说明：**设置开启 PoDL 供电时，如果本产品接入的电源电压为 54V，则切记不要用 APL/SPE1 口的电缆连接 24V 或 12V 的终端受电设备，否则可能损坏终端受电设备。

开启 PoDL 供电时，本产品所需工作电源的功率，应大于终端受电设备的功率，通常再加 40% 以上的富余量，如果不使用 PoDL 供电，则本产品的功耗不大于 1 瓦。本产品的 SPE1 口的 PoDL 输出电力功率最高极限为 92W。

电路板上有两个插针 J1、J2，这是设置 APL/SPE 输出信号峰峰值的，出厂默认设置是插上短路帽短接上的，即 APL/SPE 输出信号峰峰值出厂设置为  $V_{pp}=1.0V$ 。信号峰峰值是根据所连接的信号自动协商的，如果所连接的信号峰峰值是 1.0V 则按 1.0V 连接通信，如果所连接的信号峰峰值是 2.4V 就按 2.4V 连接通信，就高不就低，通常无需更改短路帽的设置。



J1	短路（出厂设置）	D1+、D1- 信号峰峰值 $V_{pp}=1.0V$
	断开	D1+、D1- 信号峰峰值 $V_{pp}=2.4V$
J2	短路（出厂设置）	D2+、D2- 信号峰峰值 $V_{pp}=1.0V$
	断开	D2+、D2- 信号峰峰值 $V_{pp}=2.4V$

**安装使用指南**

不使用PoDL供电时，对双绞线电缆的截面积没什么要求（截面积约0.3mm<sup>2</sup>即可），需使用特性阻抗为100~120欧姆的的双绞线，最大传输距离为1000米。需把关两个重要参数：

- 电缆是纯铜（无氧铜）材质，可用电阻公式验证 $R=\rho L/S$ ，R：电缆的电阻（Ω）、ρ：铜的电阻率（0.017Ω·mm<sup>2</sup>/m）、L：电缆长度（m）、S：电缆截面积（mm<sup>2</sup>）。
- 2、双绞线的线间电容：需小于50pF/米。

开启PoDL供电时，由于APL/SPE1电缆中流过功率电流，会在电缆上产生一定的压降，功率电流越大压降越大，电缆电阻越大压降越大，所以在不同受电设备PD的功率等级下，SPE1电缆的截面积决定了最大传输距离，参考下表IEEE802.3cg标准。

**IEEE 802.3cg Class Power Requirements Matrix for PSE and PDs**

Class Symbol and Unit	Class Description	Class 10	Class 11	Class 12	Class 13	Class 14	Class 15
$V_{PSE}$ (V)	PSE output voltage	20 to 30			50 to 58		
$I_{PI(MAX)}$ (mA)	Cable current	92	240	632	231	600	1579
$P_{CLASS(MIN)}$ (W)	PSE output power	1.85	4.8	12.63	11.54	30	79
$V_{PD(MIN)}$ (V)	PD input voltage	14			35		
$P_{PD(MAX)}$ (W)	PD power	1.23	3.2	8.4	7.7	20	52
$R_{LINK\_SEG\_LOOP}$ (Ω)	Cable resistance	65	25	9.5	65	25	9.5

**IEEE 802.3cg Class Power Requirements Matrix Example Link Segment Maximum Distances**

Example Cable	Maximum Lengths (m)					
	Class 10	Class 11	Class 12	Class 13	Class 14	Class 15
14AWG, 14 Gauge Cable	1000 <sup>1</sup>	1000	400	1000 <sup>1</sup>	1000	400
18AWG, 18 Gauge Cable	1000	400	158	1000	400	158
24AWG, 24 Gauge Cable	300	100	40	300	100	40

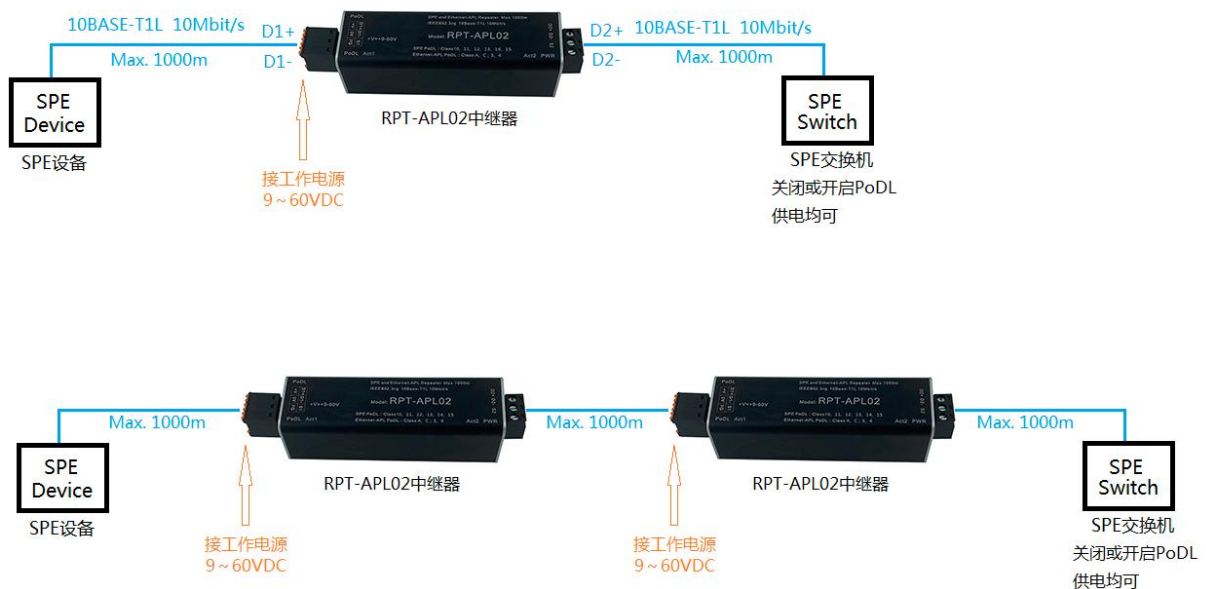
APL/SPE中继器RPT-APL02的应用连接拓扑:

四星电子RPT-APL02单对以太网中继器是一种物理层的SPE中继器,实现APL/SPE单对以太网之间数据双向透明传输,支持所有工业以太网上层协议,如PROFINET、MODBUS TCP/IP、Ethernet/IP、CC-Link IE、POWERLINK 等,在这些上层协议的网络软件拓扑组态配置时,不需作为通信设备参与组态配置,只需将其视为一根物理电缆即可,透明模式下的中继器并不需要IP地址。

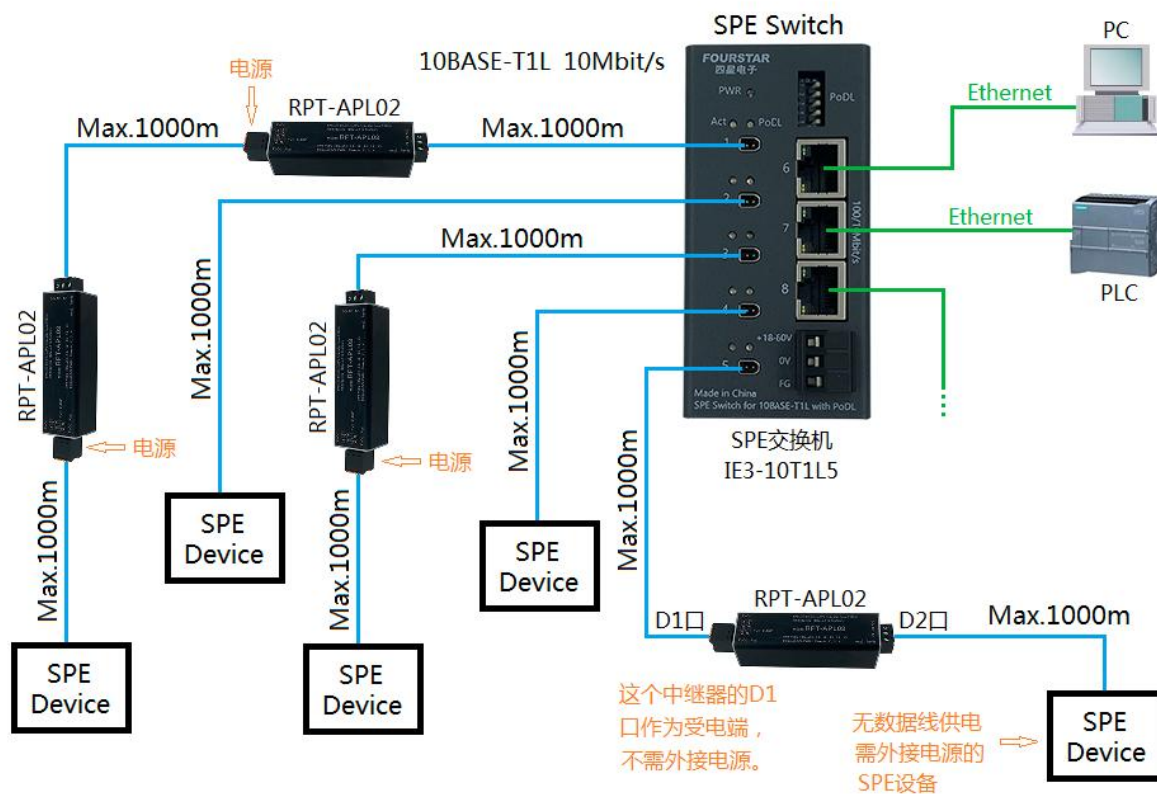
四星电子RPT-APL02中继器还实现了上游交换机和下游终端仪表之间的电气隔离,大大的减少了线路上的地线环路干扰;不仅可单个使用,也可多个串联使用,串联的数量并无限制。

1、双向延长单对以太网SPE传输距离:

用于单对以太网SPE,如果SPE终端设备的功率等级是Class10、11、12,RPT-APL02接24VDC工作电源;如果SPE终端设备的功率等级是Class13、14、15,则RPT-APL02接54VDC工作电源。如果SPE终端设备是无PoDL供电的,则关闭RPT-APL02中继器上的PoDL供电开关。



SPE中继器RPT-APL02连接拓扑1

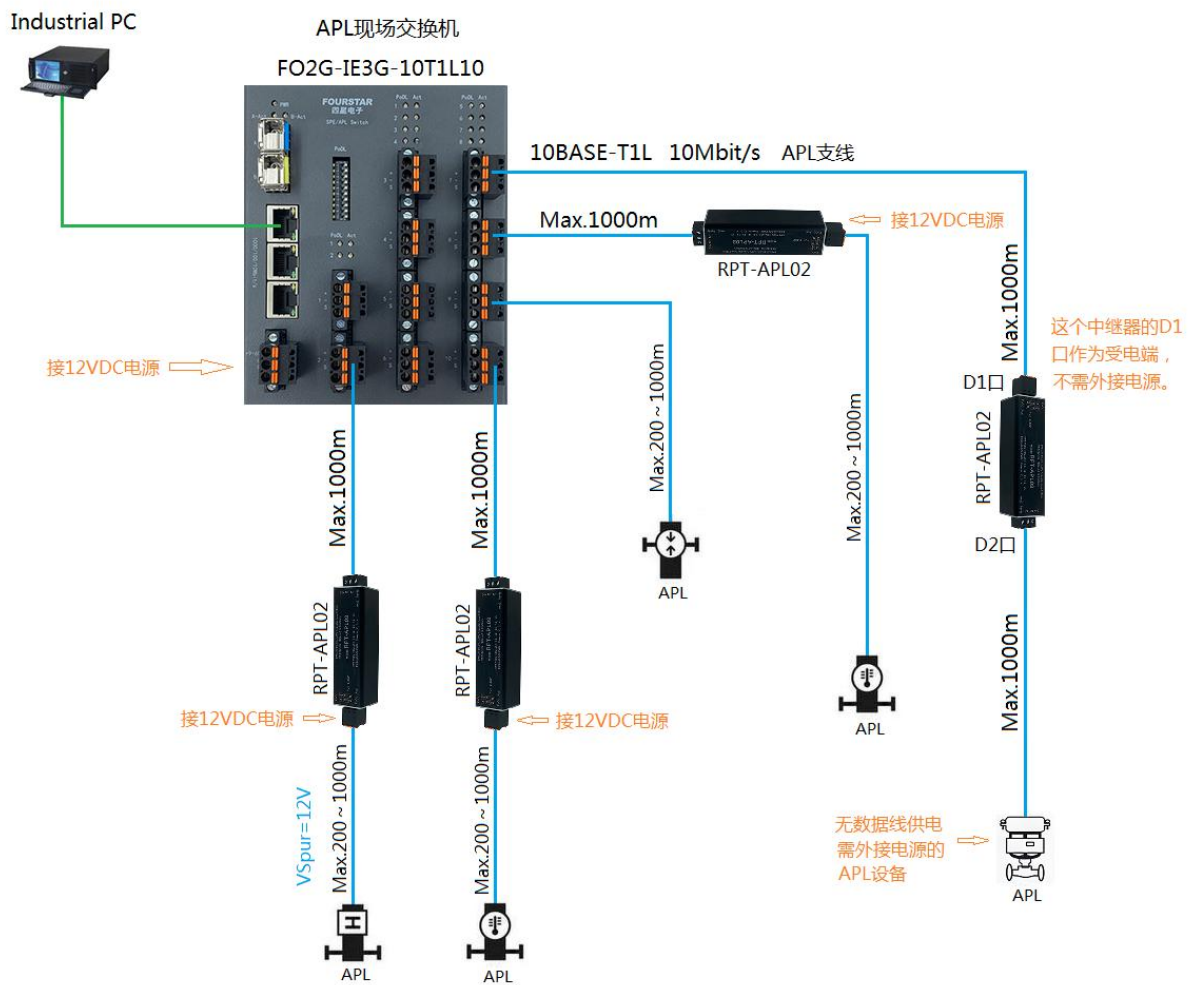


SPE中继器RPT-APL02连接拓扑2

2、双向延长APL支线传输距离：

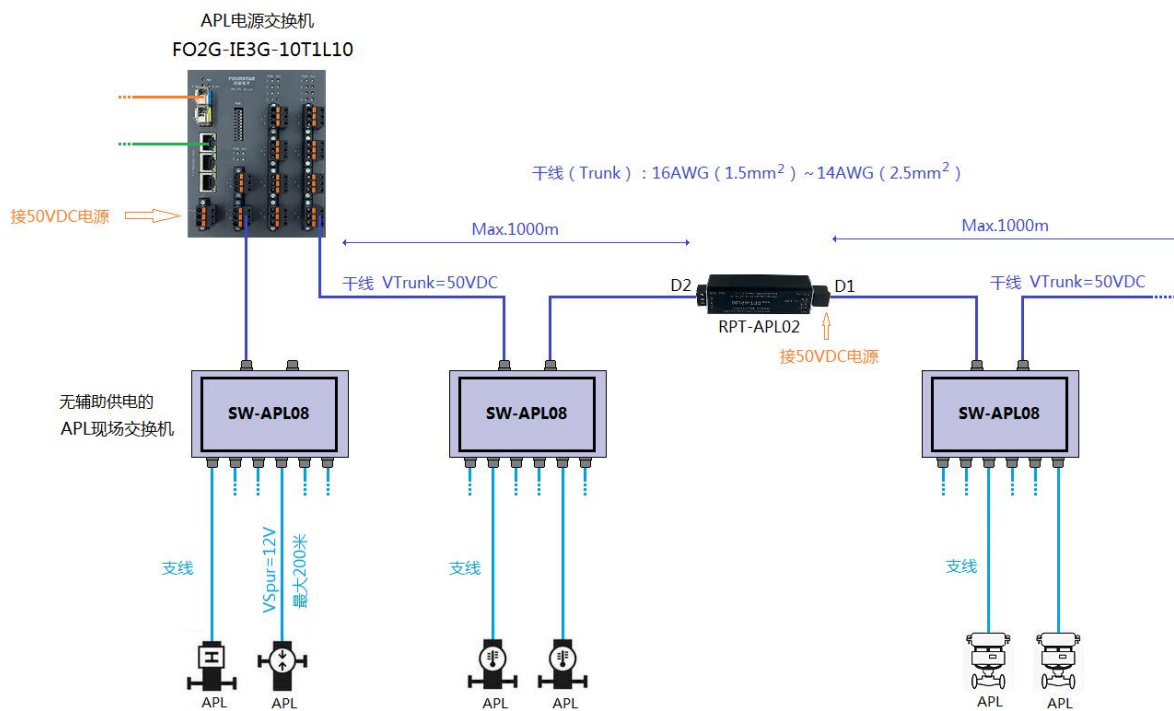
用于APL支线时，RPT-APL02需接12VDC工作电源，与APL终端仪表的数据线供电电压相符。

支持APL支线功率等级ClassA、C。

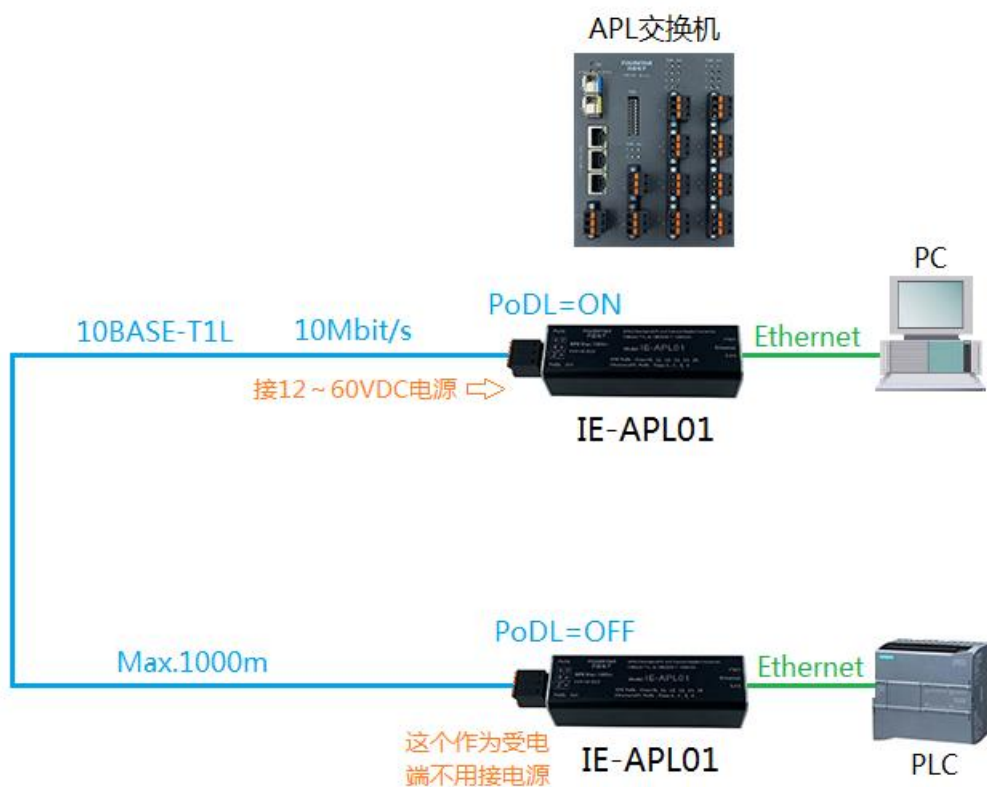


3、双向延长APL干线传输距离：

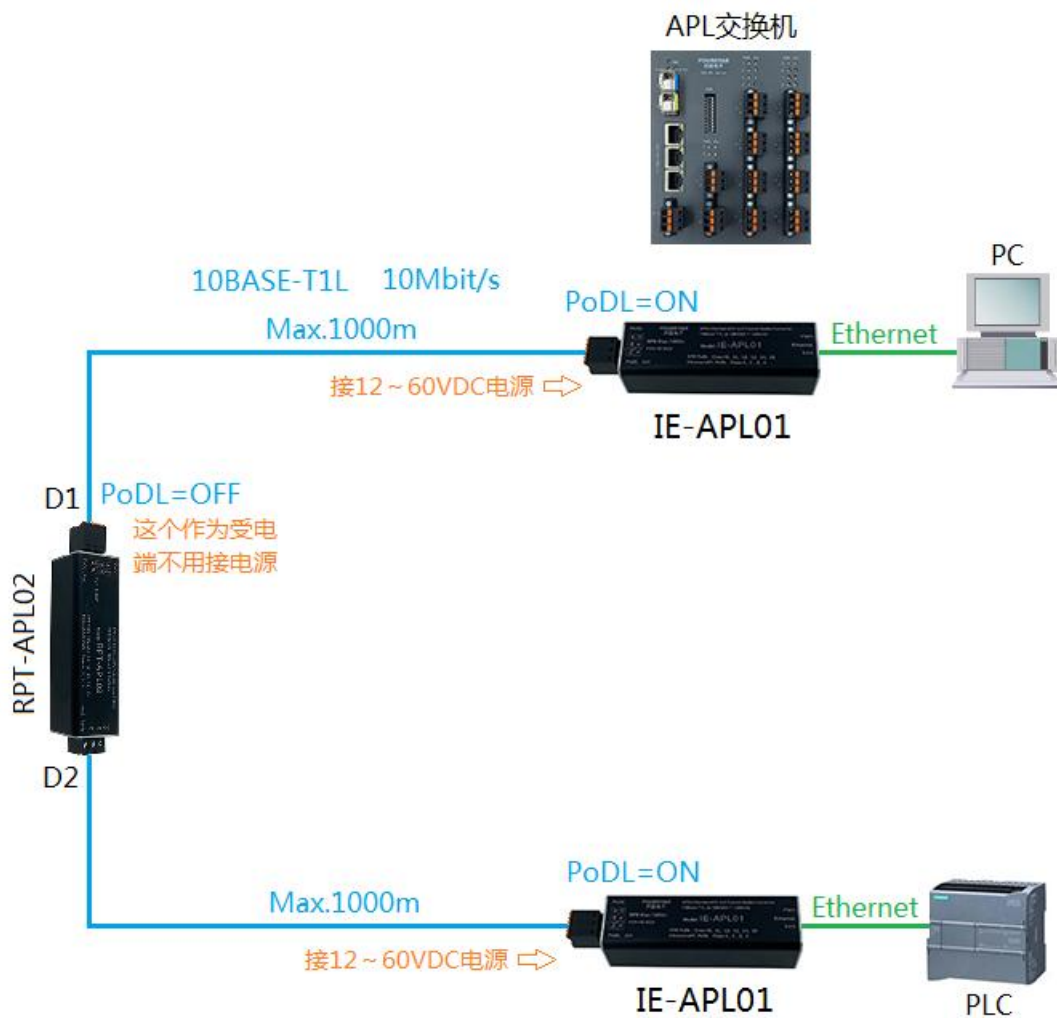
用于APL干线时，RPT-APL02需接50VDC工作电源，与APL干线的数据线供电电压相符。支持APL干线功率等级Class3、4。



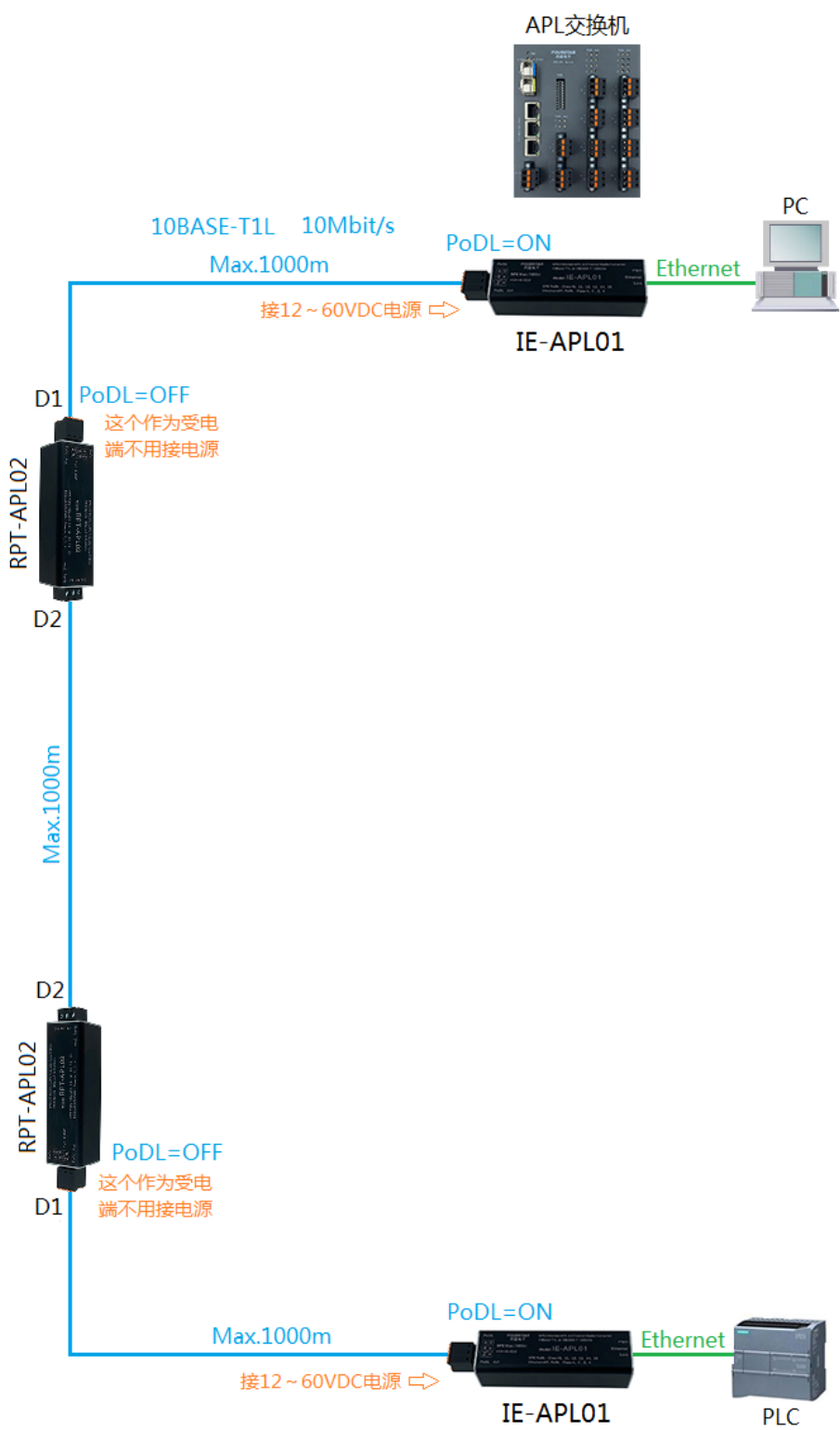
4、配合四星电子IE-APL01介质转换器或APL/SPE交换机，可将传统以太网传输距离延长到3000米，且中途无需供电。常用于煤矿、矿山、船舶等不便于铺设光纤的场合。



将传统以太网延长到最长1000米且中途无需供电



将传统以太网延长到最长2000米且中途无需供电



将传统以太网延长到最长3000米且中途无需供电

声明：本文档为用户使用型号为 RPT-APL02 单对以太网中继器提供指导，由于新技术在飞速发展，产品的功能以实际为准。德阳四星电子技术有限公司保留在不经任何声明的情况下对该文档进行修改的权利。

## 德阳四星电子技术有限公司

地 址：四川省德阳市庐山南路二段 88 号 H 栋二楼

电 话：+86-838-2515543 2515549

传 真：+86-838-2515546

网 站：<http://www.fourstar-dy.com>