

# ETHERNET ■■■■■■ **POWERLINK**

## 主流工业以太网的比较

王谨秋

POWERLINK 开发板，POWERLINK 协议软件和技术支持，IO 模块，运动控制器，工业机器人控制器。

QQ 群： 151181908

联系人： 王先生

手机： 13917489045（微信同号）

邮箱： [openpowerlink@163.com](mailto:openpowerlink@163.com)

网址： <http://www.openat.cn>

## 目 录

第一章 现有的实时以太网的比较.....	4
1.1 总线概述.....	4
1.2 几种典型总线的原理.....	5
1.3 POWERLINK 和 EtherCAT 的比较 .....	9
EtherCAT:.....	9
POWERLINK: .....	9

DRAFT

# 第一章 现有的实时以太网的比较

## 1.1 总线概述

现场总线由来已久，几种出现较早、应用较多的现场总线，如 CAN、RS485 等，这些总线传输速度慢、每帧传输的数据包小。随着工业自动化由低速向高速、由低精度向高精度、由集中式控制向分布式控制的发展，对现场总线的传输速度和数据量都提出了新的要求。于是就有很多厂家提出了基于以太网技术来实现现场总线，由此诞生了 POWERLINK、SERCOS、EtherNet/IP、ModBusTCP、ProfinetSRT、EtherCat、MECHATROLINK 等这些工业实时以太网的技术。

目前高速实时现场总线种类繁多，很多厂家都在推广自己的总线协议，这些协议从性能上可分为两类：高实时总线和低实时总线。

低实时性的总线：EtherNet/IP、ModBusTCP、ProfinetSRT

高实时性的总线：POWERLINK、EtherCat、MECHATROLINK、SERCOS。

在这三种总线中 EtherCat 和 MECHATROLINK 需要用专用的 ASIC 才能实现，之所以采用 ASIC 芯片来实现的原因之一是为了能够控制市场，使总线知识产权的拥有者处于有利地位，以便在将来可以垄断市场，控制竞争对手。众所周知，工业自动化行业的厂家在 2009、2010 年取得了大丰收，很多公司的业绩翻了一倍。他们不缺客户、不愁订单，但是发愁芯片，由于很多芯片采购不到，而不得不丢掉很多客户。提供 ASIC 解决方案的公司，目的就是通过 ASIC 来控制市场、控制竞争对手。

EtherCat 的 ASIC 芯片只提供了数据链路层和物理层，而没有实现应用层。用户买了 ASIC 芯片，还不得不自己来实现应用层（如 CANopen），这需要花费用户很长时间。此外不同用户实现的应用层往往不同，这就造成同样都是基于 EtherCat 的设备，却相互不能通信。

POWERLINK 是一个可以在普通以太网上实现的方案，无需 ASIC 芯片，用户可以在各种平台上实现 POWERLINK，如 FPGA、ARM、x86CPU 等，只要有以太网的地方，就可以实现 POWERLINK。

POWERLINK 公开了所有的源码，任何人都可以免费下载和使用（就像 Linux）。

POWERLINK 的源码里包含了物理层（标准以太网）、数据链路层（DLL）、应用层（CANopen）三层完整的代码，用户只需将 POWERLINK 的程序在已有的硬件平台上编译运行，就可以在几分钟内实现 POWERLINK。

POWERLINK 是一个易于实现的、高性能的、不被任何人垄断的、真正的互连互通的平台。

POWERLINK 定义了一个精简的、实时性极高的数据链路层协议，同时定义了 CANopen 为应用层协议。这样用户在实现了 POWERLINK 的同时，也实现了 CANopen。

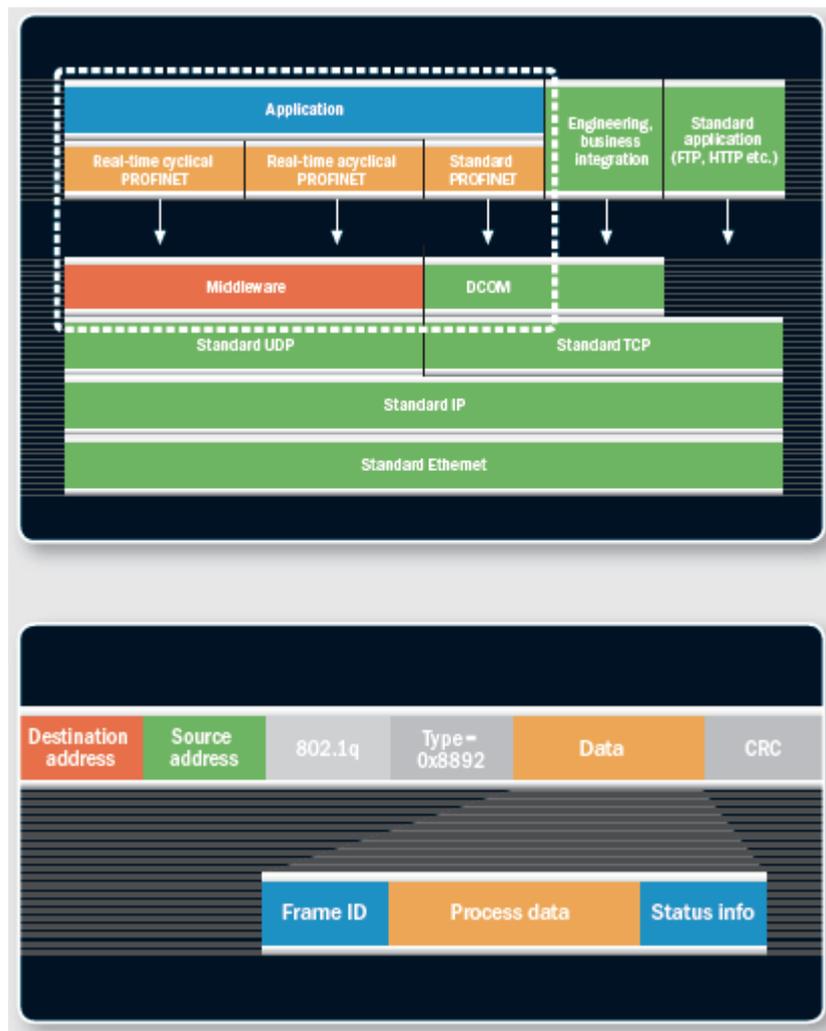
在纷繁的总线协议中，POWERLINK 将是实时以太网的未来，原因如下：

1. POWERLINK 是一项开源技术，开放性好，无需授权，无需购买。
2. POWERLINK 基于标准的以太网，无需专用的 ASIC 芯片，有以太网的地方，就可以实现 POWERLINK，硬件平台多种多样（ARM, FPGA, DSP, X86 等），不依赖于某一个公司。
3. POWERLINK 速度快，支持 100M/1000M 的以太网。以太网技术进步，POWERLINK 的技术就会跟着进步，因为 POWERLINK 站在标准以太网的肩膀上。
4. POWERLINK 性能卓越，使用价格低廉的 FPGA（几美元）来实现 POWERLINK，性能也能达到 100-200us 的循环周期。
5. POWERLINK 支持标准的网络设备，如交换机、HUB 等。支持所有以太网的拓扑结构，使得布线更自由、更灵活。
6. 数据吞吐量大，每个节点每个循环周期支持 1500 字节的输入和 1500 字节的输出。

## 1.2 几种典型总线的原理

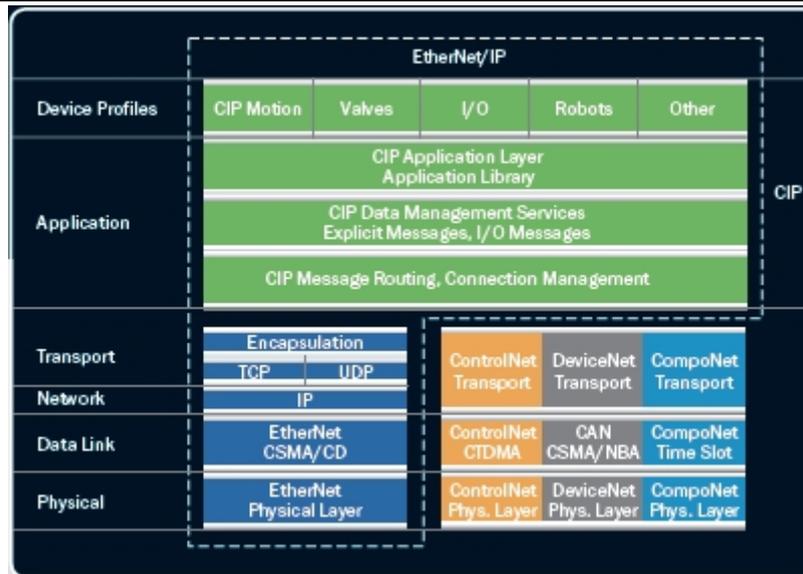
### 1. PROFINET

PROFINET（“过程现场网络”）按照对于确定性的需求而划分为三种不同的等级实现：PROFINET RT 用于软实时或没有实时性要求的应用，而 PROFNET IRT 则是针对硬实时需求的应用。该技术由 SIEMENS 和 PROFIBUS 用户组织 PNO 的成员公司共同开发，它是基于以太网的 PROFIBUS DP 的成功应用，PROFINET I/O 指定所有 I/O 控制器之间的数据传输以及参数化，诊断，和网络的布局。为了覆盖不同的性能等级，PROFINET 使得各协议和服务可自由采用生产者/消费者原则。高优先级的有效载荷数据通过以太网协议并以以太网帧 VLAN 的优先次序直接发送，而诊断和配置数据发送使用 UDP/IP。这使系统实现循环周期时间约 10 毫秒的 I/O 应用。对于时钟同步周期时间要求低于毫秒及运动控制应用，则提供 PROFNET IRT，它实现了一个分时复用的硬件同步开关—所谓的动态帧包装（DFP），为用户提供一个新的 PROFNET 周期时间的优化设计并在 2009 年发布此特性。



## 2. EtherNet / IP

EtherNet / IP在标准以太网硬件上运行，并同时使用TCP/ IP和UDP/ IP进行数据传输。由于生产者/消费者模式为CIP协议所支持，EtherNet / IP采用不同的通信机制来处理，例如周期性轮询，时间或事件触发，多播或仅采用点对点连接方式。“CIP应用协议区分“隐性”I / O消息和“显性的”请求/应答报文配置和数据采集。当显性信息嵌入到TCP帧，实时应用数据通过UDP由于发送后者的协议更紧凑的格式和更小的开销。形成一个中心星型拓扑结构网络，开关设备防止数据碰撞挂钩，通过点至点连接。EtherNet / IP网络通常实现10ms左右的软实时性能，而CIP Sync和CIP Motion及精确的节点同步则通过在IEEE 1588标准定义的分布式时钟方法可以达到极低的循环周期和抖动，使得它能够用于伺服电机的控制与驱动。

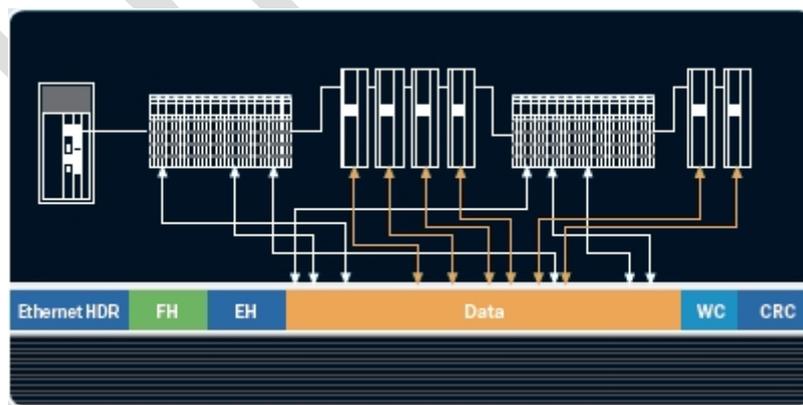


### 3. EtherCAT

**EtherCAT**是基于集束帧方法：**EtherCAT**主站发送包含网络所有从站数据的数据包，这个帧按照顺序通过网络上的所有节点，当它到达最后一个帧，帧将被再次返回。因此，**EtherCAT**网络拓扑总是构成一个逻辑环。

当数据帧通过节点时，节点会处理帧中的数据，每个节点读出要接收的数据并将相应要发送的数据插入到帧中。这种处理方式，的确加快了数据的传输速度，降低了通信的循环周期。不足之处是，这种对数据帧的高速处理，要求很高。每个节点在对数据帧处理时，即使有一点偏差也会造成整个数据帧的CRC错误，从而使整个数据帧被丢掉。这使得对产品本身的EMC，以及使用现场的环境，线缆等的要求都很高。为了支持100 Mbit / s的波特率，必须使用专用的ASIC或基于FPGA的硬件来高速处理数据。

此外由于网络上所有节点的输入和输出数据共用同一个数据帧，一个以太网的数据帧容量有限，这就使得**EtherCAT**不能被用于大数据量的应用场合。

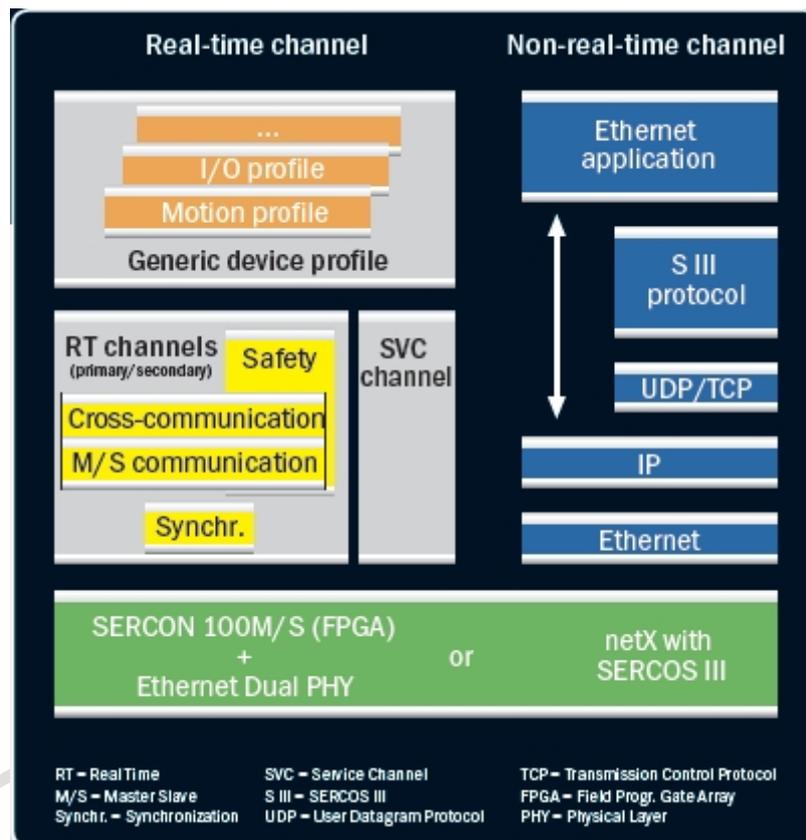


#### **EtherCAT**过程同步

每个从站通过由主站提供的一个类似于**IEEE1588**的实时时钟进行同步。有处理实时和非实时的机制。在物理层，**EtherCAT**协议不仅在以太网上运行，也可以采用LVDS（低压差分信号）。**EtherCAT**采用带有标准以太网接口的PC作为一个主站。**EtherCAT**没有定义应用层协议，因此用户需要自己开发应用层，如**CANopen**等。

## 4. SERCOSIII

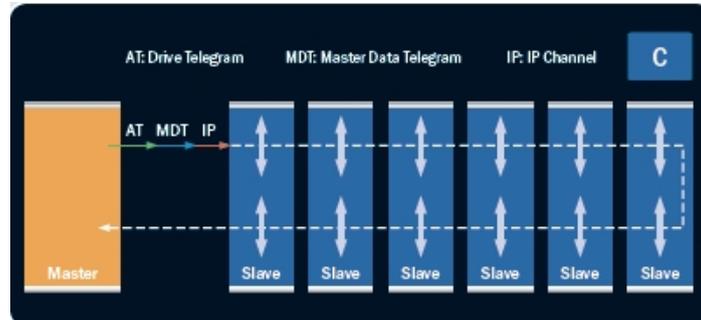
这是一个免费提供的面向数字驱动接口的实时通信标准，SERCOSIII不仅有特定的物理层连接的硬件架构，同时SERCOS接口的协议结构和应用规范的定义也是特定的。SERCOSIII是SERCOS的第三代，SERCOS是1985年被推向市场，是一个标准的遵循IEEE802.3的数据传输协议，这个通信系统最初使用在基于运动控制的自动化系统，一个已注册的协会-SERCOS国际协会,支持这项技术的发展并保持标准的一致性。



SERCOSIII在主站和从站均采用特定的硬件，这些SERCOSIII硬件减轻了主CPU的通信任务，并确保快速的实时数据处理和基于硬件的同步，同时，从站需要特殊的硬件，而主站可以基于软件方案，SERCOS用户组织提供SERCOSIII的IP Core给基于FPGA的SERCOSIII硬件开发者，SERCOSIII采用集束帧方式来传输，网络节点必须采用菊花链或封闭的环形来拓扑，由于Ethernet的全双工能力，菊花链实际上可以由一个独立的环构成，对于一个正确的环形拓扑将提供一个双环，允许冗余数据传输，直接交叉通信能力是由每个节点上的两个端口来实现，在菊花链网络，实时报文在他们向前和向后时经过每个节点，因此，他们在每个循环上处理两次，设备具有在同一个通信循环里进行两次通信的能力，无需经过主站对数据进行路由。

除了实时通道（它也使用时间槽方式去避免数据碰撞），SERCOSIII也提供可选的非实时通道来传递异步数据。在通信循环的第一个实时报文初期，主站同步报文MST被嵌入到第一个报文，确保在100nS的高精度时钟同步，基于硬件的过程补偿了实时延迟和由于以

以太网硬件造成的偏差，不同的网络片将使用不同的循环时钟直到实现所有的同步运行。



### 1.3 POWERLINK 和 EtherCAT 的比较

#### EtherCAT:

由 EtherCAT 的原理可知，他适用于较小的系统，整个系统所有节点的接收和发射字节数不超过 1500 Bytes。系统的可靠性要求不高，拓扑结构为菊花链。典型的应用场合为运动控制，一个控制器带多个伺服驱动器，以及 IO。

#### POWERLINK:

可用于小系统，也可用于大系统。典型的应用场合为运动控制（以贝加莱和 ABB 为代表），以及过程控制，DCS 系统（和利时，阿尔斯通，东方电气，正泰，中车等）。对于过程控制，要求可靠性高，系统通信量大。