

BECKHOFF 自动化新技术

EtherCAT G: 实现顶级的 I/O 性能



10 Gbit/s
1 Gbit/s
100 Mbit/s

Ether**CAT**[®]  **G**

“利用 EtherCAT G，我们希望帮助客户打造世界上最出色、性能最高的机器设备。”

2018年是EtherCAT具有纪念意义的年份。2003年，我们在汉诺威工业博览会上发布了EtherCAT技术。当时，自动化领域的专家们对此项新技术惊叹不已，并表现出极大的兴趣。我们专门为自动化应用设计研发了EtherCAT，它尤其适用于完成高速的、运动控制应用密集的自动化任务。同时，我们还优化了系统，以实现最大程度的易用性。计算机上集成的一个标准的RJ45以太网端口可快速连接CPU，并通过其扩展的过程映像区可靠地操作复杂设备，因此，不再需要专门的通信控制器来处理协议堆栈。大量的设备产生的从2 bit到64 kbyte的数据都可以轻松连接到线性拓扑中，而无需手动配置地址。这些性能被大量证实且令人信服。因此EtherCAT迅速扩展成为自动化行业的成功典范，并被接纳为国际标准。目前，有超过5000家公司加入EtherCAT技术协会，在很多国家，EtherCAT已经发展为最为广泛接受的自动化标准之一。除技术优势之外，EtherCAT还表现出极大的稳定性。EtherCAT协议被定义并完美实施了15年，以至于期间没有任何对协议进行修改的需求。其巨大的稳定性及出色的性能受到众多自动化供应商的青睐，并纷纷选择将其用作产品线通信接口。

向前飞跃的时刻到来了！

在2018年11月举行的SPS IPC Drives展会上，我们发布了EtherCAT G和EtherCAT G10，这两项技术将使得EtherCAT的性能更上一层楼：EtherCAT G以标准以太网1 Gbit/s的速率传输，EtherCAT G10以10 Gbits/s的速率传输。

比目前标准的EtherCAT技术（100 Mbit/s）快100倍！虽然有效增益取决于诸如延迟时间和部署的拓扑结构等因素，但在传输速率上的巨大进步将大幅提升数据吞吐量。出色的性能及简单易用性始终是EtherCAT的两大重要特性。我们在保持其易用性的同时，也努力为进一步增强该技术的性能提供巨大推动力。至关重要的是，我们在保留协议不变的前提下实现了这一目标：EtherCAT G/G10完全兼容传统的EtherCAT，并保留了EtherCAT所有久经考验的性能特征，包括飞速处理的传输机制及分布式时钟等。这些与传输速率提升相结合，将为客户打造更加强大的控制系统。EtherCAT可以与EtherCAT G及EtherCAT G10设备互连，例如，我们可以使用EK1400耦合器创建一个所谓的分支，它可以将数据传输率从1 Gbit/s降到100 Mbit/s。借助这种新的操作简单的分支模型，用户可以建立EtherCAT连接，改变传输速率，还可以实施

并行的EtherCAT网段。后一种功能可缩短信号延迟时间，从而缩短通信和循环时间。耦合器和其他分支设备被设计用于将整个100 Mbit/s的设备生态系统无缝集成于1 Gbit/s或10 Gbit/s网络中。因此，标准PLC应用的循环周期将被缩短；这还有助于实施带有更多轴数的复杂运动控制应用；数据密集型设备也可以被直接集成到EtherCAT系统中。比如，机器视觉相机或高采样率的测试测量设备会产生大量数据，EtherCAT可以在非常短的周期中高效读取这些数据。EtherCAT G和G10并不会取代标准的千兆EtherCAT。新的更高速率的EtherCAT技术是具备兼容性的系统扩展功能。我们可以很高兴地说，EtherCAT G和G10能将性能提升到新的高度，使我们的客户能够打造出世界上最出色、性能最高的机器设备。

如果您想将您的设备性能提升到新的高度，请与我们联系。

Hans Beckhoff
德国倍福自动化有限公司总裁





EtherCAT 发展历程

- 2003 年，EtherCAT 技术被引入市场
- 2005 年，Safety over EtherCAT 技术被引入市场
- 2007 年，EtherCAT 成为 IEC 标准
- 2016 年，EtherCAT P 集成通信和电源
- 2018 年，EtherCAT G 面世

EtherCAT G：终极 I/O 速度

100 Mbit/s、1 Gbit/s 和 10 Gbit/s 的 EtherCAT 报文处理原理 “Ethernet

100 Mbit/s EtherCAT®

- 100BASE-TX
- 广泛的组件选择

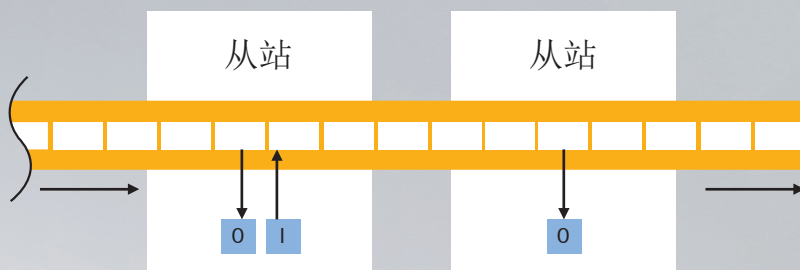
1 Gbit/s EtherCAT® G

- 1000BASE-T
- 集成高数据密集型设备
- 高带宽

10 Gbit/s EtherCAT® G10

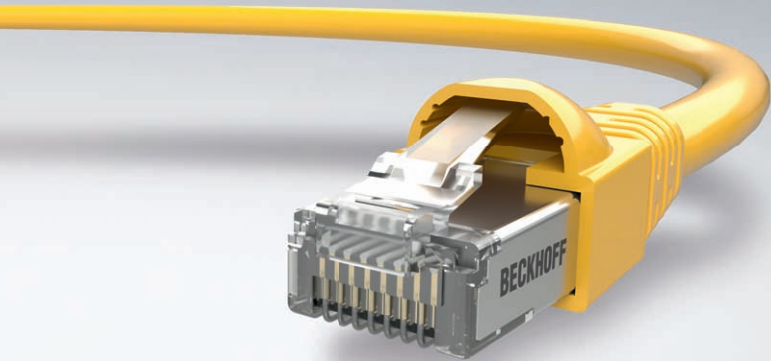
- 10GBASE-T
- 集成 EtherCAT G 网段
- 顶级带宽

飞速传输的处理方式

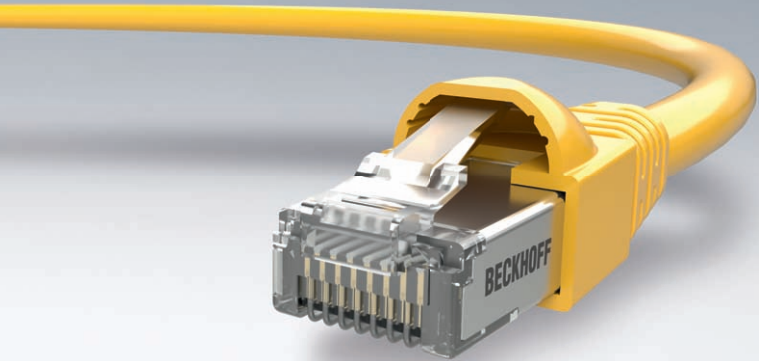


EtherCAT G 基于成功的 EtherCAT 技术运行原理，同时将数据速率提升到 1 Gbit/s 和 10 Gbit/s。EtherCAT 协议本身保持不变，和以前一样，网络中的所有设备都会收到由 EtherCAT 主站发送的报文。每个 EtherCAT 从站都会以“on the fly”的方式读取寻址到该设备的数据，并将其需要交换的数据插入到继续向下游传送的帧中；现在，所有这一切都以 1 Gbit/s 或 10 Gbit/s 的速率进行。硬件产生的延迟是造成报文处理延迟的唯一因素。在子

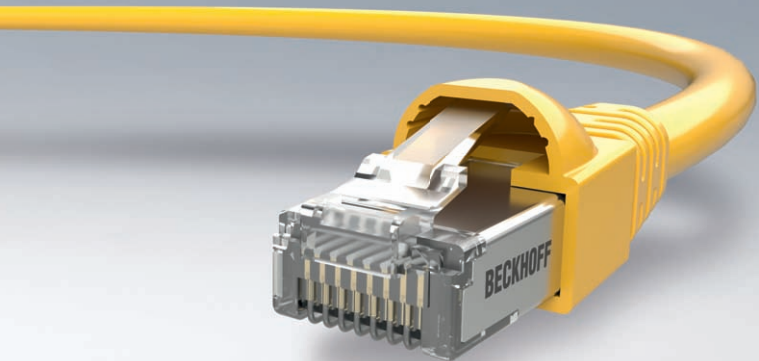
on the fly



最小报文长度 (0-46 byte 用户数据) * = 6.08 μs
最大报文长度 (1500 byte 用户数据) * = 122.40 μs



最小报文长度 (0-46 byte 用户数据) * = 0.61 μs
最大报文长度 (1500 byte 用户数据) * = 12.24 μs



最小报文长度 (0-46 byte 用户数据) * = 0.06 μs
最大报文长度 (1500 byte 用户数据) * = 1.22 μs

* 包括报文头和 VLAN tag 的数据

网段中的最后一个设备或者末端分支识别到开放端口时，利用以太网物理层的全双工特性将报文传回主站。

EtherCAT G 和 EtherCAT G10 仍然保持 EtherCAT 的所有特性。带有三个或者四个端口的设备（分支耦合器）方便用户灵活配置网络拓扑，并完全满足设备结构的需求。可选的机器模块可通过热连接功能接入系统或者从系统中移除。网络诊断功能可以最小化设备的

停机时间并提高可用性。内置的分布式时钟仍可确保设备小于 100 ns 的高精确同步性能。

共同特征

- 直达 I/O 层的实时以太网
- 灵活的拓扑
- 出色的诊断功能
- 小于 100 ns 的精确同步性
- 非常简单的组态
- 低系统成本
- 最大化性能
- 集成功能安全特性
- 符合 IEEE-802.3 标准

EtherCAT G：专为高性能设备和高度复杂

1000 个轴的刷新周期为 30 μs ，2000 个数字量 I/O 的刷新周期为 15 μs



测量测试技术

- 超采样技术可以获取更高分辨率的信号，并与控制周期无关
- 采样频率为 100 50 kHz



运动控制

- 大量伺服（耦合）轴的高动态性运动控制及精确同步



XFC

- 极速控制
- I/O 响应时间 < 100 μs
- 采用 EtherCAT G/G10 获得更高分辨率

在带有几百个设备且循环时间极短的大型系统应用中，跨网络报文延迟时间至关重要

EtherCAT 技术最早于 2003 年入市，其出色的性能满足了几乎所有行业用户对工业通信的各类需求。从高动态机床、复杂的包装系统，到物流中心。机器视觉、状态监测与类似 XTS 及 XPlanar 的创新传输系统都依赖于可靠地将每个节点每个循环产生的

的应用而设计



机器视觉

- 传输由高速帧速率采集到的高分辨率图片
- 过程同步触发图像采集



XTS

- 以极短的循环时间传输动子的实际位置和设定值（每米 XTS 轨道产生 25 Mbit/s 的数据），实现非常高的数据传输速率



平面磁悬浮输送系统

- 六自由度无限可变定位，要求高数据速率及快速响应时间



几百字节的过程数据进行传输，而这要求循环时间小于等于 1 微秒及高数据带宽。采用 EtherCAT G，诸如上述系统和应用仅需一台 EtherCAT G 主站控制，并同时与其他自动化设备和驱动器进行协同。为 EtherCAT G 开发的最新分支控制器模式可以满足日益增

长的对集成大量设备的扩展系统的更短循环周期的需求。如今，即使是更大型的系统也可由一个中央主站进行同步和运行。

EtherCAT G：扩展了 EtherCAT 技术的应用领域

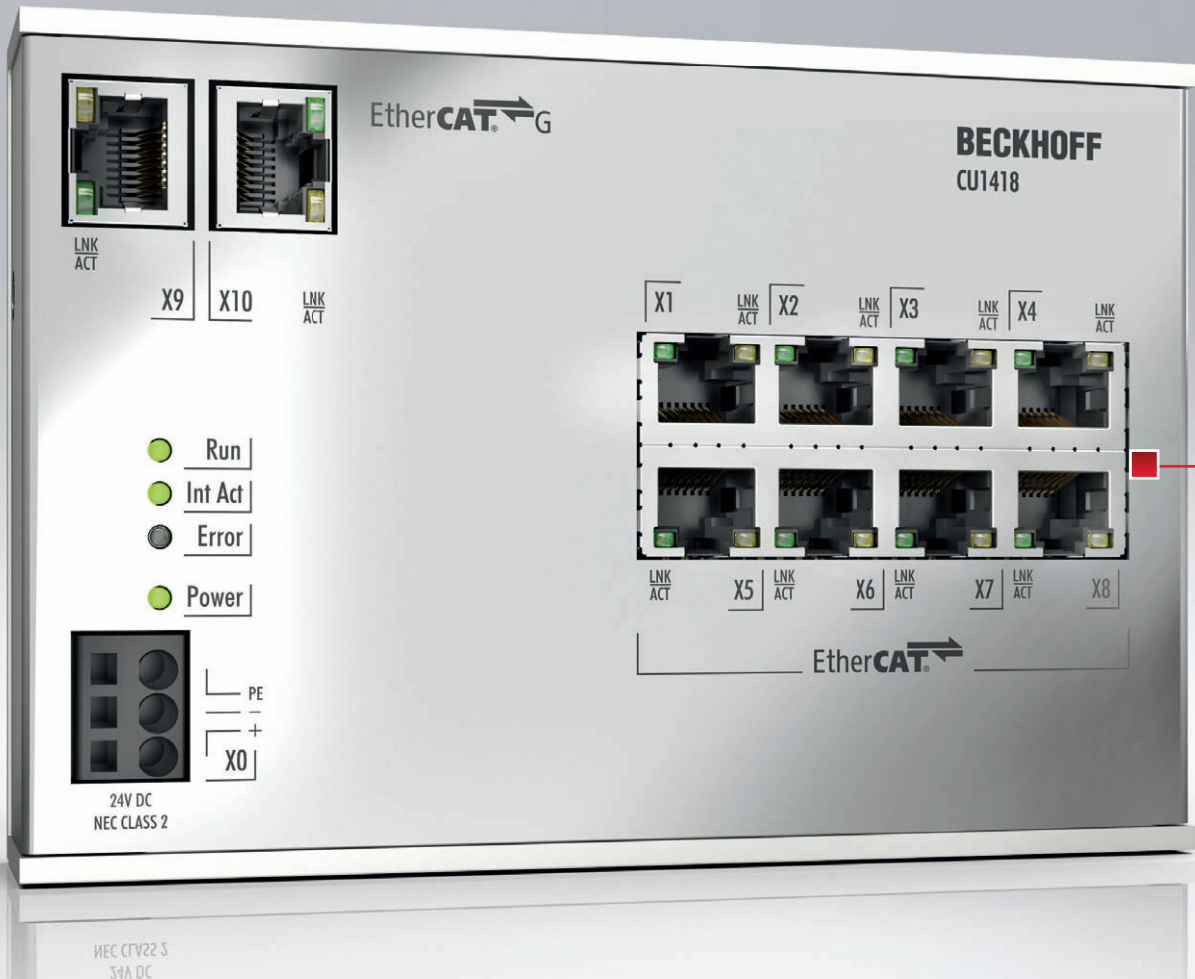
- 高分辨率的机器视觉
- 高采样率的高端测量测试技术
- 复杂的运动控制应用
- XTS 和 XPlanar 中对更高数据传输速率和更短刷新周期的要求

EtherCAT G：分支控制器

EtherCAT 分支管理

- 在 EtherCAT G 网络中集成百兆设备及网段
- 并行处理各网段数据，显著缩短延迟时间
- 仍然支持通用的诊断和同步功能

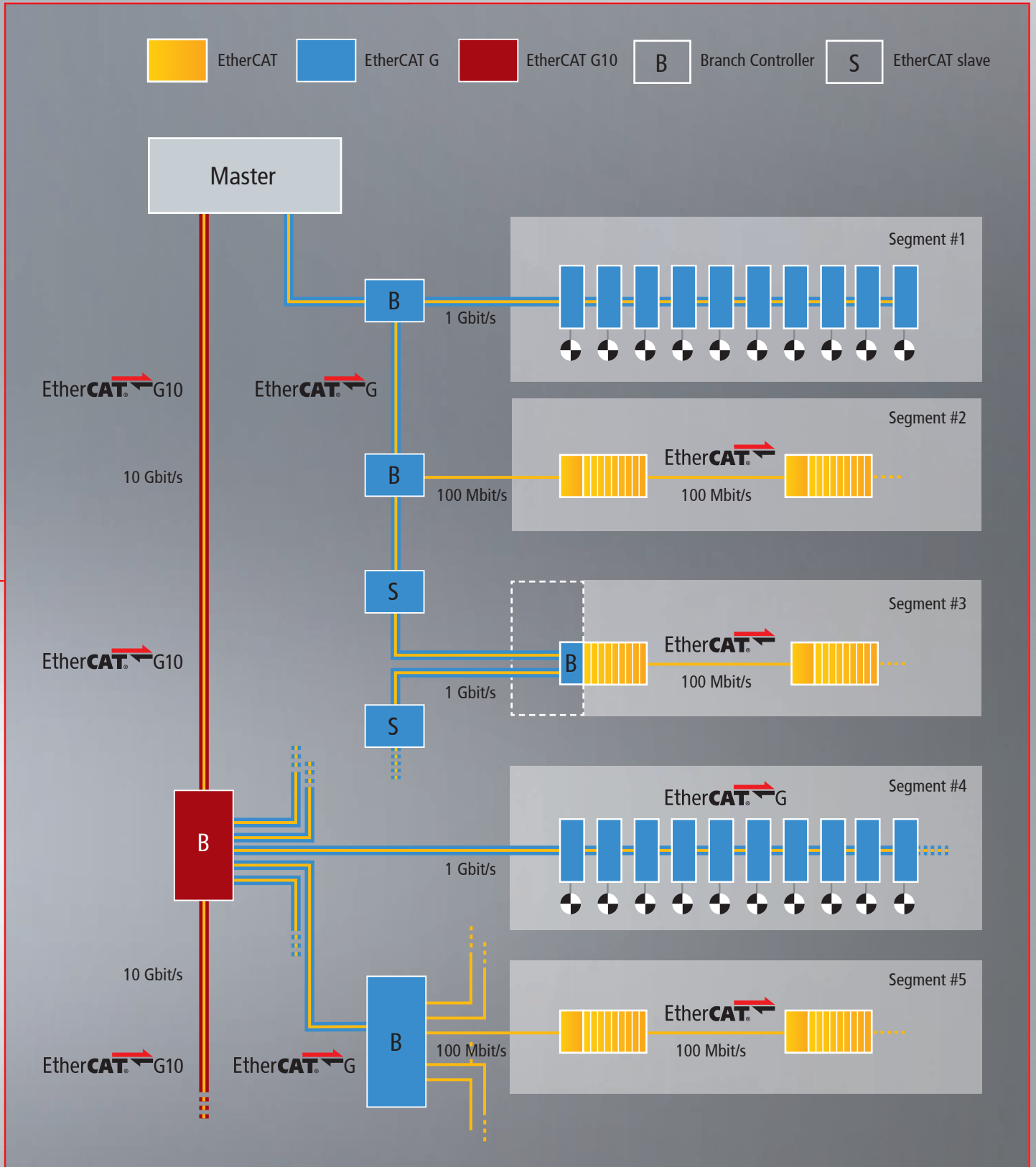
CU1418 8 端口 EtherCAT G 分支控制器



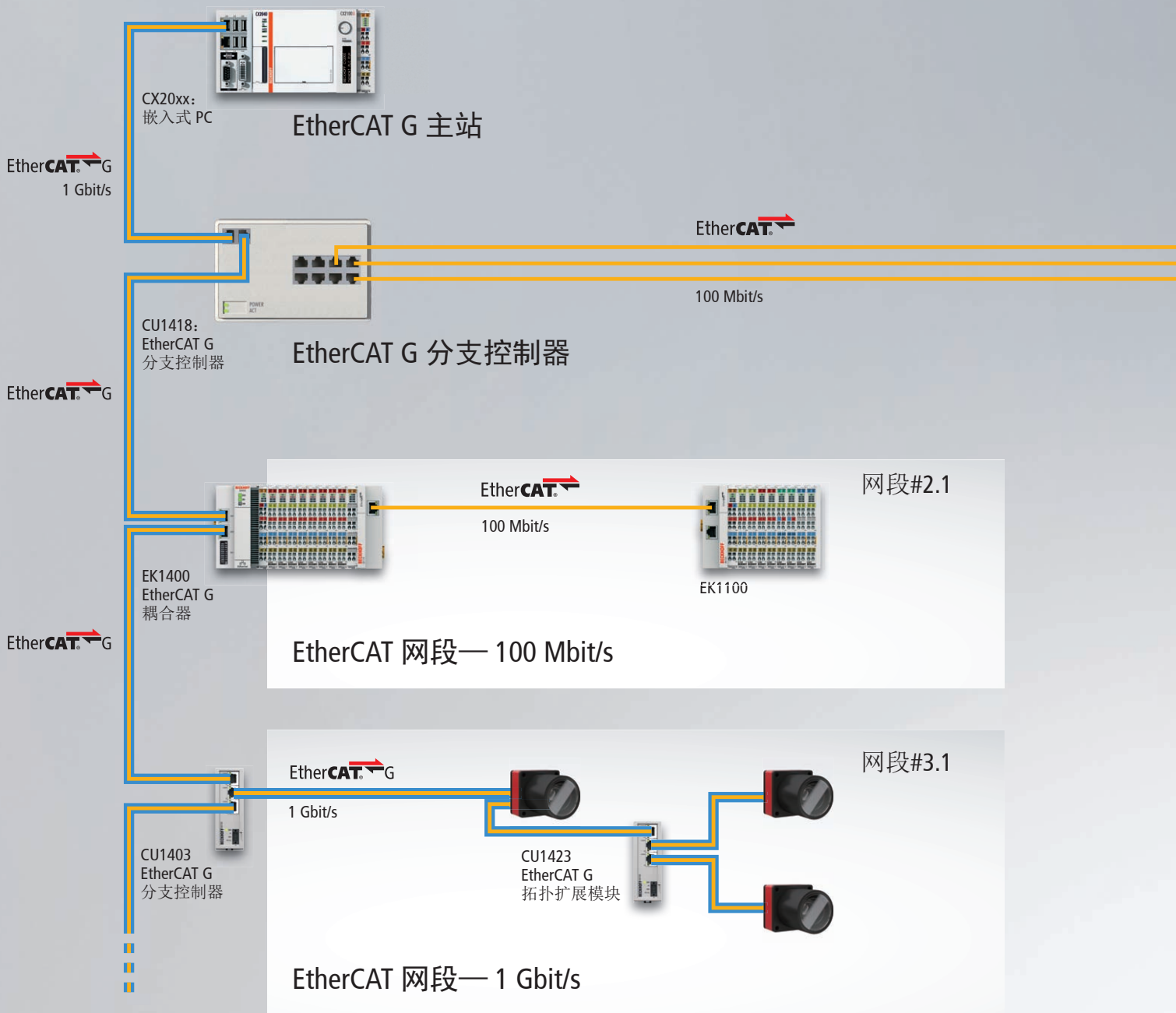
EtherCAT 是工业自动化行业中领先的通信标准，这意味着今天的设备制造商们可以从广泛的、不同层次的、成千上万的产品中选择互相兼容的设备。设备的兼容性是 EtherCAT G/G10 技术扩展的核心。专门为此而设计的新型分支模型可以将百兆 Ethernet 网段集成到 EtherCAT G 网络中。这些网段中的流量转

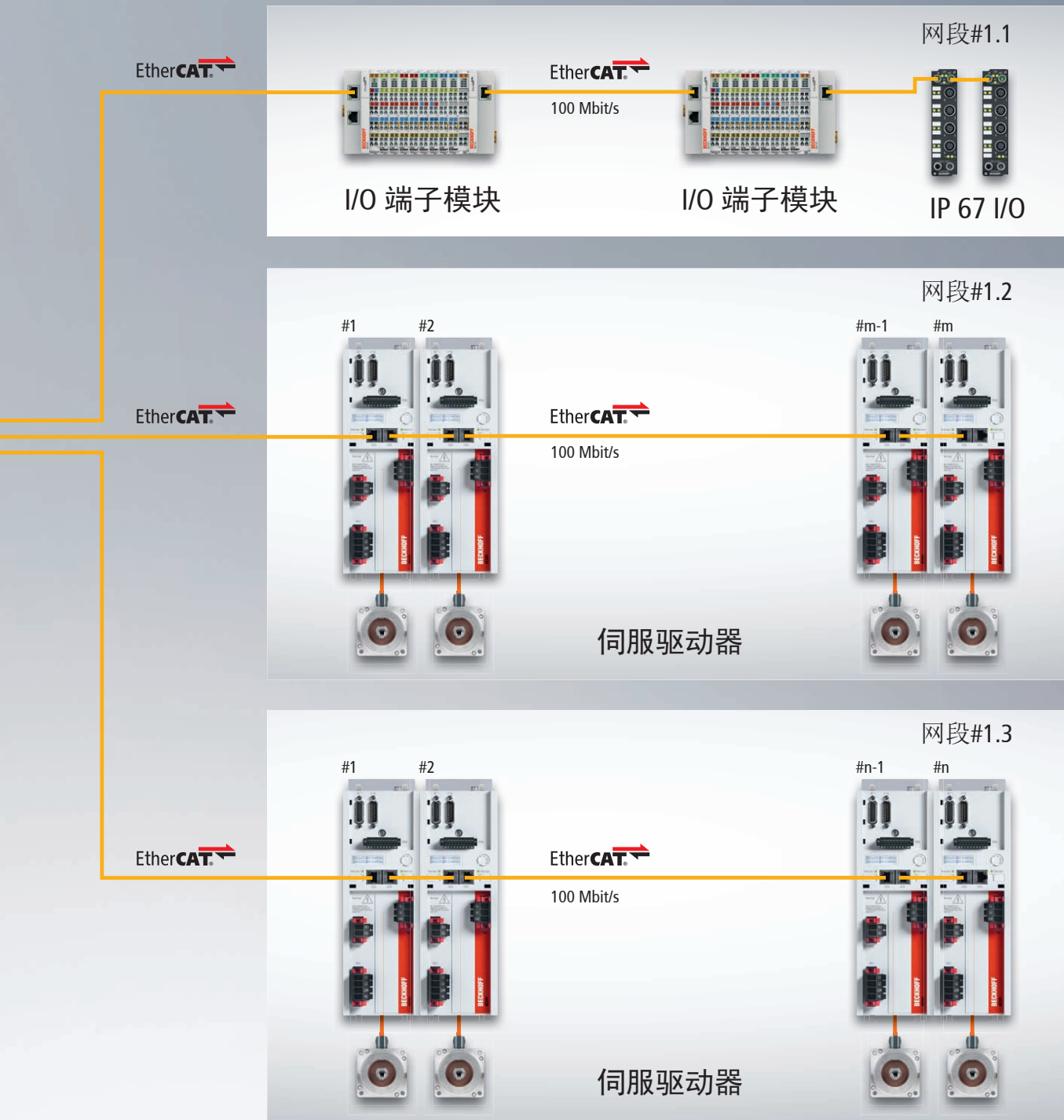
发基于优先和/或时间驱动。由于每个分支都被认为是一个单独的 EtherCAT 网段，因此报文并不需要顺序通过所有的网段。相反，这些网段被并行处理，显著减少了大型网络的延迟时间。同样，从 EtherCAT G 到 EtherCAT G 分支的结合为应用提供了便利。与 EtherCAT 一样，分支控制器可以通过 Eth-

erCAT 主站进行配置，而无需使用其他配置工具。分支控制器支持诊断和分布式时钟同步功能，并透明地将数据转发到所连接的网段中。在创建网络拓扑时，具有多路分支的分支控制器为用户提供了极大的灵活性，任何现有的 EL、ELX 及 ELM 端子模块都可以通过 EtherCAT G 耦合器的 E-bus 端轻松接入系统。



EtherCAT G: 系统规模从百兆扩展到万兆





任何配置有标准千兆网口的倍福工业 PC 都可以作为 EtherCAT G 主站。TwinCAT 负责端口控制，对于用户来说，这与之前的应用并没有什么区别。EtherCAT 和 EtherCAT G 通过一个 3 个端口的 CU1403 分支控制器实现互连。分支可以以百兆速率或者千兆速率运行，具体取决于其所连接的设备。

8 端口的分支控制器 CU1418 可以支持更多数量的分支，因此也支持更多种类的拓扑结构。此外，最多可以支持 8 个分支作为独立的 EtherCAT 或者 EtherCAT G 网段运行，并确保即使在连接大量设备下仍然具有较短的循环时间。而 EtherCAT G 拓扑扩展模块 CU1423 被设计为在不改变传输速率的情况下扩展

给定网段的网络拓扑结构，它也可以支持没有分支的功能。在搭建一个 EtherCAT G 网络时，可以使用 EtherCAT G 耦合器 EK1400 连接所有倍福的 EtherCAT 端子模块。此外，通过使用 EK1110 扩展模块可以扩展网段并独立运行。

EtherCAT G：终极性能

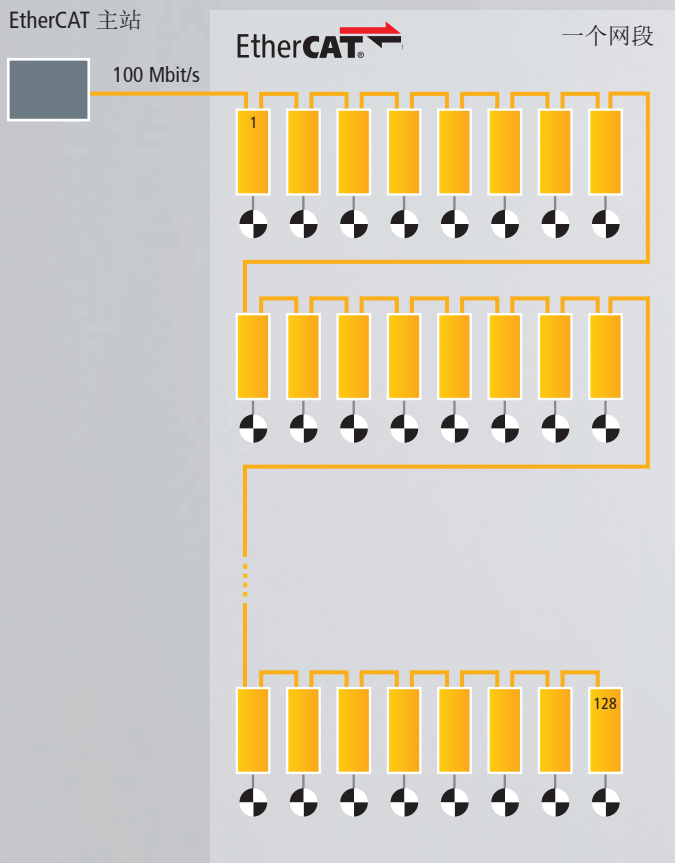
128 个伺服轴的刷新时间：34 μ s

应用：采用了 128 个伺服轴的大型机器网络

- 每个轴 8 byte 输入数据/8 byte 输出数据
- 每个周期 1024 byte 输入/输出数据

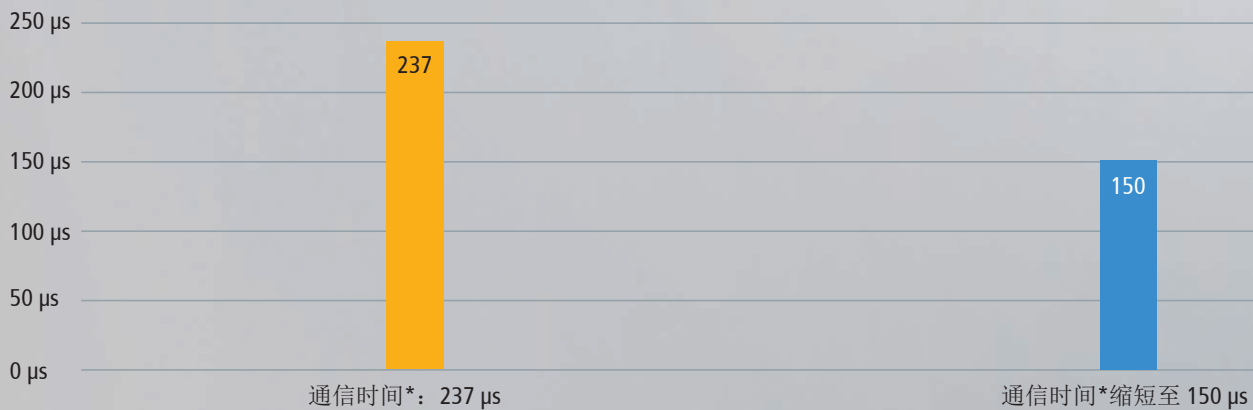
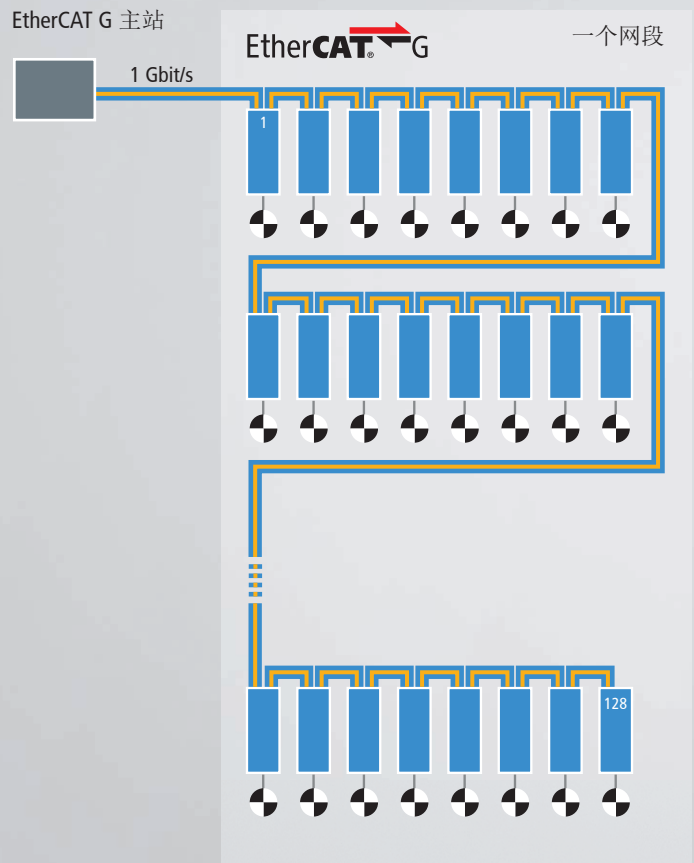
EtherCAT 线型拓扑

- 1 x 100 Mbit/s EtherCAT 网络，带 128 个伺服驱动器



EtherCAT G 线型拓扑

- 1 x 1 Gbit/s EtherCAT 网络，带 128 个伺服驱动器



*通信时间 = 发出帧 + 传输延迟 + 接收帧



EtherCAT



EtherCAT G



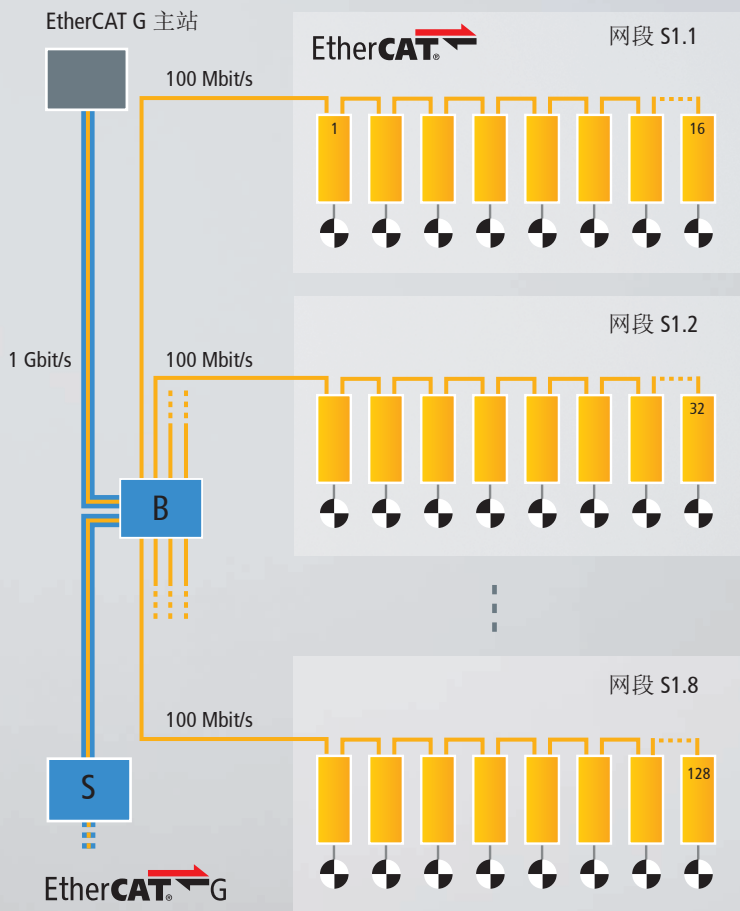
分支控制器



EtherCAT 从站

EtherCAT 带 100 Mbit/s 分支

- 8 个 100 Mbit/s EtherCAT 网段，每个网段带 16 个伺服驱动器



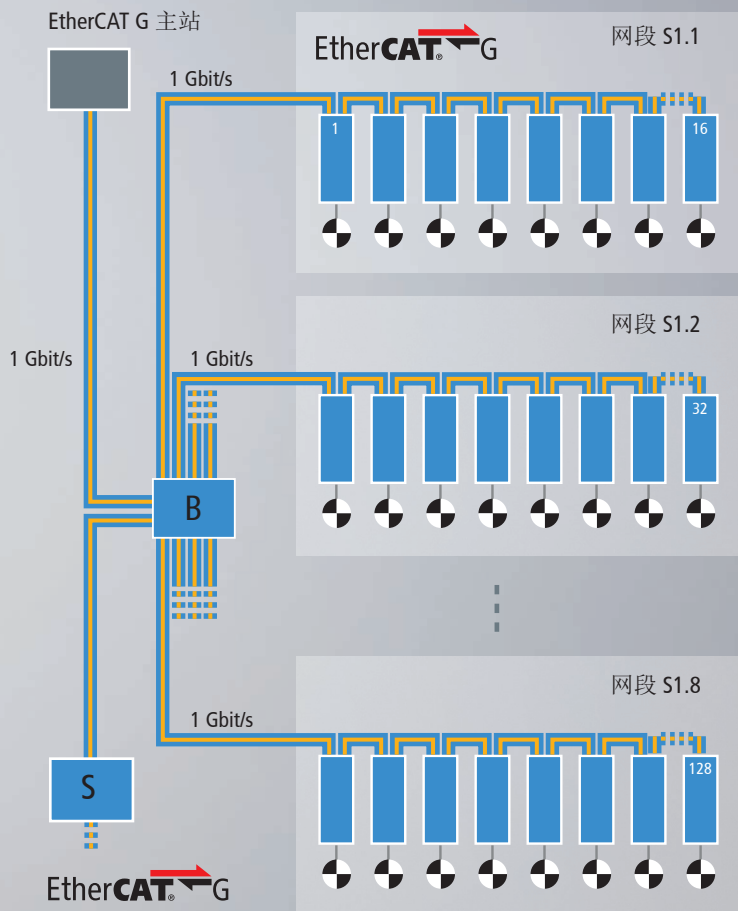
速度快 5 倍

49

网段的并行数据处理显著缩短了通信时间：49 μ s

EtherCAT G 带 1 Gbit/s 分支

- 8 个 1 Gbit/s EtherCAT G 网段，每个网段带 16 个伺服驱动器



速度快 7 倍

34

EtherCAT G 网段进一步将通信时间缩短至：34 μ s

EtherCAT G：终极性能

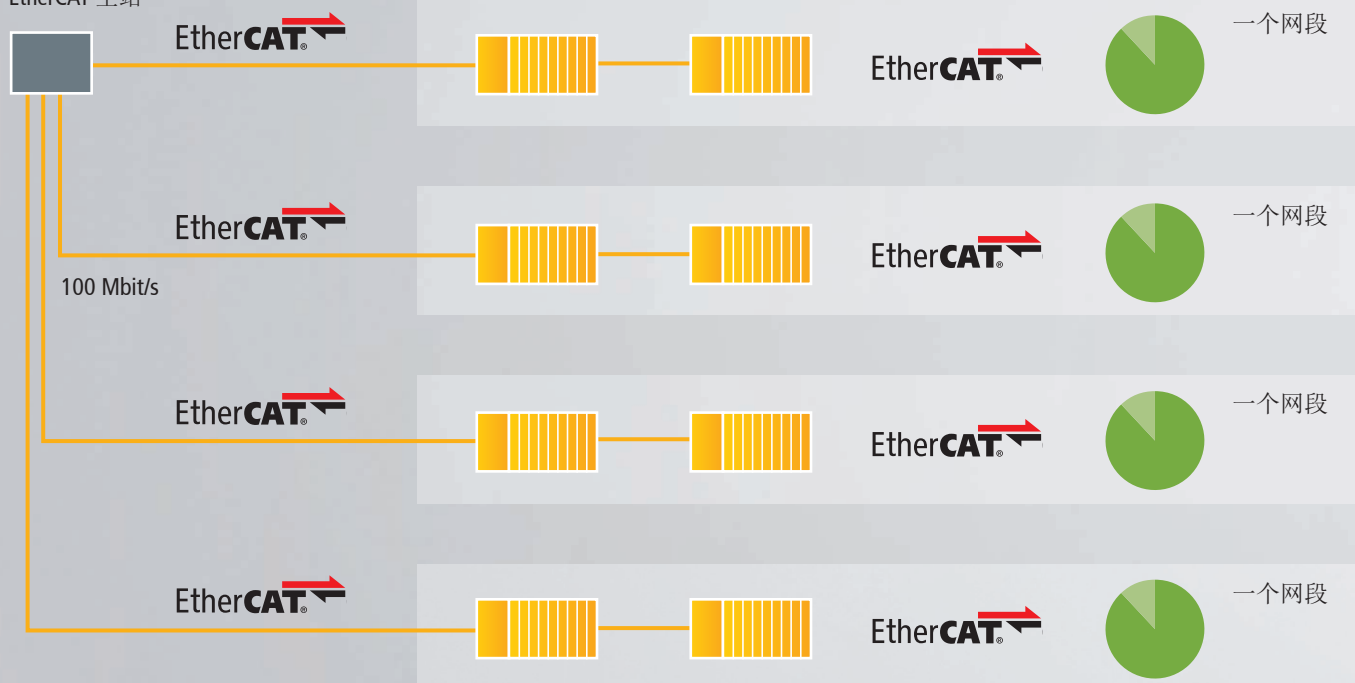
200 个模拟量输入，采样速率 100 kHz

应用：测量测试技术，状态监测

- 200 个通道 10 V 模拟量输入，每个通道采样速率 100,000 Hz（测量间隔 10 μ s），周期时间 1 ms
 - 需要占用 322 Mbit/s 用户数据带宽

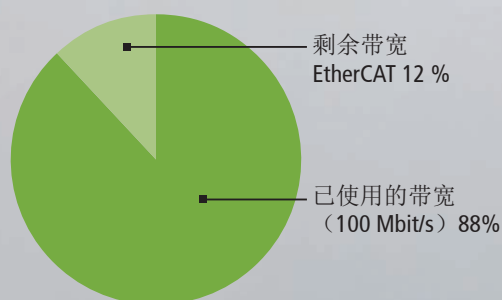
EtherCAT

EtherCAT 主站



目前的方案：

- 4 个 100 Mbit/s EtherCAT 网段
 - 每个网段带有 26 个 EL3702 端子模块
 - 8 个 1313 byte 报文



每个网段中已使用 88% 的带宽



EtherCAT



EtherCAT G



分支控制器



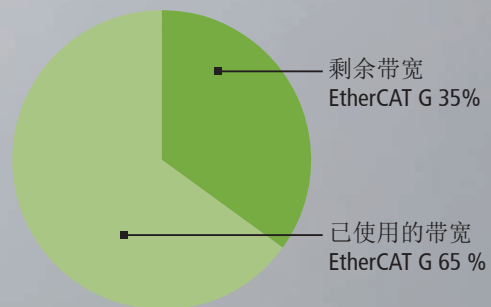
EtherCAT 从站

EtherCAT G



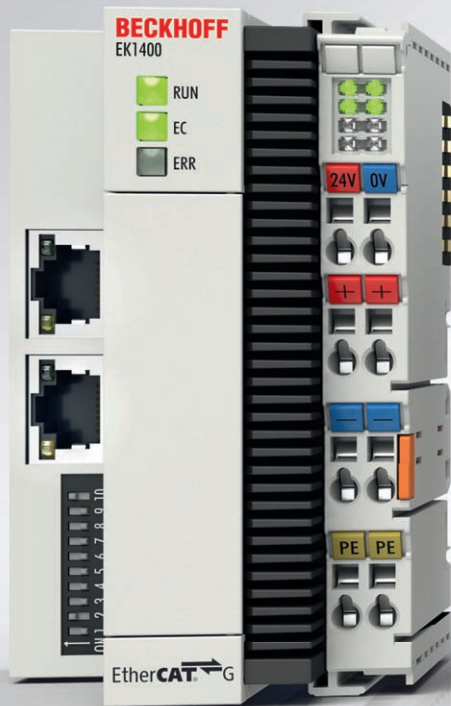
新的方案：一个 EtherCAT G 网段

- EtherCAT G 耦合器 EK1400 替代 EK1100 总线耦合器
- 连接有标准 EtherCAT IO 端子模块 (EL3702) 的网段保留
- 通信时间：812 μ s



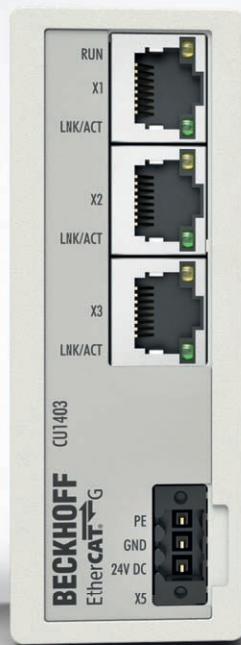
已使用 350 Mbit/s 带宽
剩余 650 Mbit/s 带宽

EtherCAT G: 产品系列



EK1400 | EtherCAT G 耦合器

- 将 EtherCAT 端子模块接入到 EtherCAT G 网络中
- EtherCAT G 分支控制器功能
- 预计供货时间：2019 年第三季度

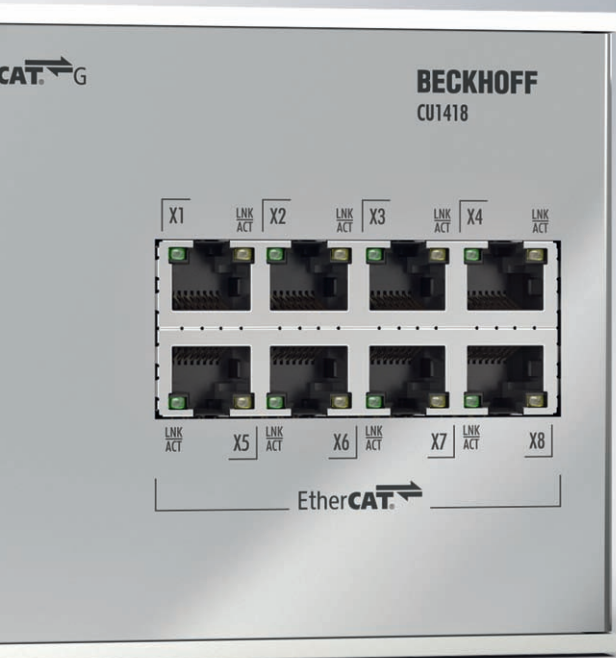


CU1403 | EtherCAT G 分支控制器，3 个端口

- 将 EtherCAT 和 EtherCAT G 网段连接到 EtherCAT G 网络
- 可连接 3 个分支
- 透明转换 EtherCAT G 和 EtherCAT 的传输速率
- 预计供货时间：2019 年第三季度



有关可供货状态说明，
请登录：www.beckhoff.com.cn



CU1418 | EtherCAT G 分支控制器，8 个端口

- 将 EtherCAT 网段连接到 EtherCAT G 网络
- 可连接 8 个分支
- 透明转换 EtherCAT G 和 EtherCAT 的传输速率
- 预计供货时间：2019 年第三季度

CU1423 | EtherCAT G 拓扑扩展模块，3 通道

- EtherCAT G 拓扑扩展模块
- 扩展拓扑结构，无需改变传输速率
- 预计供货时间：2019 年第三季度

FB1400 | EtherCAT G 板载控制卡

- EtherCAT G 评估平台
- 与 EL9800 评估板兼容
- 预计供货时间：2019 年第二季度

FB1450 | EtherCAT G10 板载控制卡

- EtherCAT G10 评估平台
- 与 EL9800 评估板兼容
- 预计供货时间：2019 年第三季度

EtherCAT： 超高速通信标准

2003

在汉诺威展会上发布
EtherCAT 技术



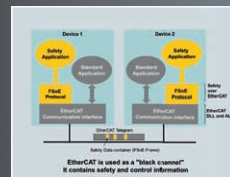
2003

在 SPS IPC Drives 展会上 EtherCAT 技术协会
宣布成立



2005

Safety over EtherCAT



EtherCAT 国际标准



2007

EtherCAT 成为 IEC 标准



2016

EtherCAT P: 将超高速通信及供电集成于一根电缆



2018

EtherCAT G: 新一代性能达千兆的 EtherCAT 通信



2003 年，倍福向市场引入了其最新的 EtherCAT 技术。同年，EtherCAT 技术协会（ETG）宣布成立，最初有 33 家创始会员。ETG 旨在将 EtherCAT 进行标准化及维持该技术发展。协会目前已发展成为全球最大的现场总线组织，拥有 5000 多家*会员单位。2005 年，ETG 发布了基于 EtherCAT 的功能安全标准 Safety over EtherCAT 协议，拓展了 EtherCAT 规范以实现安全相关控制数据的安全传输。精简的协议采用所谓的黑色通道方式，使得

*截止到 2018 年 11 月

安全数据的传输完全独立于通信系统。2007 年，EtherCAT 成为 IEC 国际标准，强调了该技术的开放性。目前，EtherCAT 协议仍然保持稳定不变；但是该技术仍在不断扩展并保持兼容性。因此，即使在 2003 年开发的 EtherCAT 设备，仍然可与今天最新开发的 EtherCAT 设备兼容，并运行在同一个网络中。

2016 年发布的 EtherCAT P 技术是 EtherCAT 发展历程中的又一个里程碑，采用 EtherCAT P

可以将供电（2 x 24 V）和 EtherCAT 通信集成在一根标准的 Cat 5 电缆中。该技术为不需要设备控制柜的机器应用提供了可能。2018 年发布的 EtherCAT G 可提供更高的数据传输速率。与现有的百兆 EtherCAT 技术兼容是首要要求，因此需要采取措施实现集成，包括引入所谓的分支控制模型。

EtherCAT G: 为您的机器设备提供新一代性能

► www.beckhoff.com.cn/ethercatg

德国

总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Huelshorstweg 20

33415 Verl

Germany

电话: + 49 (0) 52 46 / 9 63 - 0

info@beckhoff.de

www.beckhoff.de

倍福中国

Beckhoff Automation (Shanghai) Co., Ltd.

德国倍福自动化有限公司

上海市静安区汶水路 299 弄 9-10 号

(市北智汇园 4 号楼) (200072)

电话: 021 / 66 31 26 66

info@beckhoff.com.cn

www.beckhoff.com.cn

24小时技术服务热线: 400-820-7388

Beckhoff®、TwinCAT®、EtherCAT®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC® 和 XTS® 是德国倍福自动化有限公司的注册商标。本手册中所使用的其它名称可能是商标名称，任何第三方为其自身目的而引用，都可能触犯商标所有者的权利。

© 德国倍福自动化有限公司 11/2018，版权所有。

本手册中所包含的信息仅是一般描述或性能特征简介，在实际应用中并不总是与所述完全一致或者可能由于产品的进一步开发而不完全适用。仅在书面认同情况下，才提供相关特性信息。



倍福官方微信