

CAN XL 介绍

第三代CAN数据链路层协议



The image features the CAN XL logo in a large, bold, green font. The letters 'CAN' are dark green, while 'XL' is a lighter shade of green. A registered trademark symbol (®) is located at the bottom right of the 'L'. In the background, there is a large, light gray watermark of the word 'CAN'. The word 'Classic' is written in a light gray, sans-serif font across the middle of the background 'CAN'. The letters 'FD' are written in white on a dark gray rectangular background on the right side of the background 'CAN'.

Holger Zeltwanger
CAN in Automation

Holger Zeltwanger



- ◆ Electronic engineer (university of applied science)
- ◆ Technical journalist (editor) since more than 40 years
- ◆ Initiator of the nonprofit CiA (CAN user) organization
- ◆ Member of the CiA Board of Directors since 1992
- ◆ Convener of ISO TC22 SC31 WG3 (in-vehicle networks)
- ◆ Convener of ISO TC22 SC31 WG4 (network applications)
- ◆ Expert in other ISO working groups (e.g. TC23 SC19 WG1)
- ◆ Expert in IEC working groups
- ◆ Expert in DIN working groups (DIN 4630, DIN 14700 series)
- ◆ Member of SAE J1939 committee and task forces
- ◆ Member of SAE J2284 (CAN) task force
- ◆ Member of SAE J2602 (LIN) task force



CAN in Automation (CiA)

- ◆ 成立于1992年的非营利性用户和制造商团体，2021年有700多名成员。
- ◆ 目的是宣传CAN的形象，致力于CAN技术的未来发展。
- ◆ CiA组织联合活动，以开发不同应用领域的市场。社交网络、社区内的经验和知识交流是CiA的重要活动，特别是对中小型会员而言。
- ◆ 主要目标是制定规范和技术报告，以便开发可互操作的组件和设备。

CiA 服务



系统设计人员

咨询

产品指南

CAN行业会议

技术

研讨会

CiA 规范+技术报告

技术杂志

市场

国际CAN会议

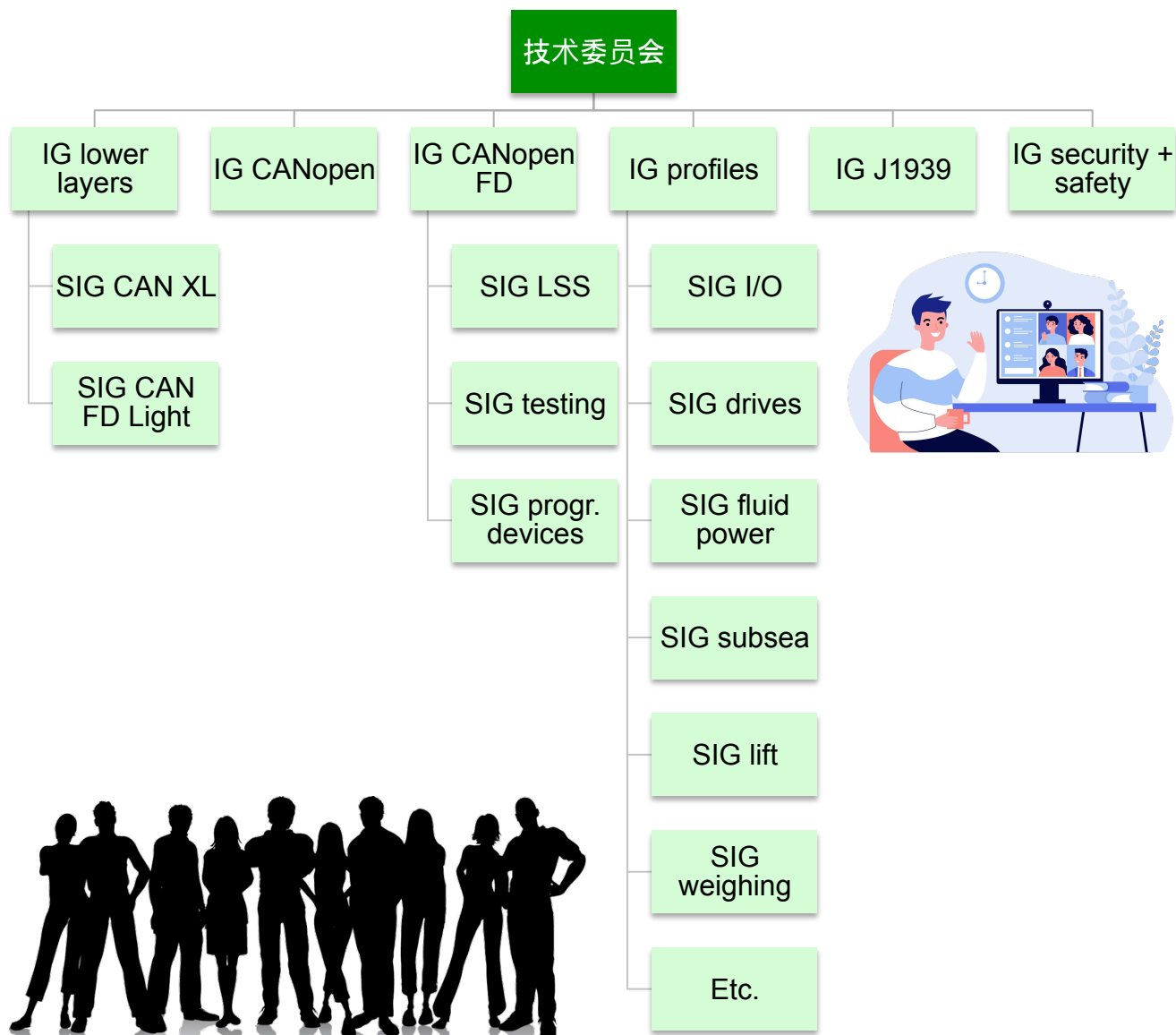
测试

宣传册

设备生产商



CiA 技术工作组



CAN协议发展历史

- ◆ 1988: Bosch发表CAN 1.1规范
- ◆ 1990: Bosch发表CAN 2.0 A/B规范
- ◆ 1993: ISO 11898 标准(第一代), 经典CAN协议
- ◆ 2015: ISO 11898-1 标准(第二代), 包含CAN FD协议
- ◆ 2021: CiA 610-1规范(第三代), CAN XL协议

Bosch和ISO文件之间有一些小的功能差异。

LLC 和 MAC 子层

与以太网相似, CAN标准 (ISO 11898 系列)规定了两个数据链路层子层:

- ◆ Logical link control (LLC): 位于OSI网络层和media access control (MAC)子层中间的层.
- ◆ Media access control (MAC): 负责将帧从LLC子层移动到Physical signaling sub-layer (PLS) 子层, 并通过位填充(stuff-bits)和CRC来保护帧的传输。

这两个DLL子层之间的接口以及通往PLS的接口通常是不可访问的。

新的LLC帧格式

LLC帧的场 (支持三代CAN协议)

Priority ID	RMF	IDE	FDF	XLF	BRS	ESI	SDT	SEC	DLC	VCID	AF	LLC data
11 + 18 bit	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit	8 bit	1 bit	11 bit	8 bit	32 bit	0 to 2048 byte

图例：

RMF: remote frame

IDE: identifier extension

FDF: flexible datarate field

XLF: extra large field

BRS: bit-rate switch

ESI: error state indicator

SDT: service data unit type

SEC: DLL security indication

DLC: data length code

VCID: virtual CAN network ID

AF: acceptance field

LLC data: logical link layer data

“绿色”字段由发送方的下一个高层提供，并交给接收方的下一个高层。

CAN XL LLC 帧格式

Priority ID	FDF (d)	XLF (d)	SDT	SEC	DLC	VCID	AF	LLC data
11	1 bit	1 bit	8 bit	1 bit	11 bit	8 bit	32 bit	1 to 2048 byte

LEGEND

FDF: flexible datarate field

XLF: extra large field

SDT: service data unit type

SEC: DLL security indication

DLC: data length code

VCID: virtual CAN ID

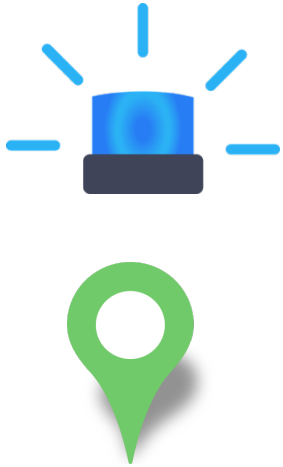
AF: acceptance field

LLC data: logical link layer data

根据定义，FDF和XLF一比特字段是显性的。LLC数据字段的长度从1位到2048位。

优先级和寻址

在经典的CAN和CAN FD中，CAN-ID字段(11位或29位)用于仲裁和寻址目的。在CAN XL中，这些函数是分开的。



- ◆ 11位优先级ID子字段(priority ID sub-field): 该字段提供了CAN XL数据帧的唯一优先级分配。
- ◆ 32位接受字段(acceptance field): 这个字段包含在CAN XL控制器的64位硬件接受过滤器中。它可能包含节点地址或内容指示信息。

注意，它可以用于包含传统CAN的高层协议。

与经典CAN和CAN FD相反，在CAN XL中，优先级和寻址是由两个不同的LLC字段组成。

Service data unit (SDU) 类型

8位的SDU类型指出所使用的下一个OSI层协议。它是在ISO 7498-4:1998中描述的嵌入式(OSI)层管理信息。

需要使用以下类型定义:

- ◆ 遗留的基于can的高层协议 (Legacy CAN-based higher-layer protocols)
- ◆ 以太网帧的隧道化 (Tunneling of Ethernet frames)
- ◆ 经典CAN和CAN FD帧的隧道化 (Tunneling of Classical CAN and CAN FD frames)
- ◆ TCP/IP段 (TCP/IP segments)
- ◆ CANopen/CANopen FD
- ◆ J1939-21/22消息
- ◆ 生产商自定义协议
- ◆ 等。

SDU类型类似于EtherType函数，表示所使用的下一个高层协议。

Virtual CAN network ID (VCID)

8位VCID字段允许运行多达256个逻辑网络在一个单一的CAN XL网络段。



- ◆ 这允许实现由SDU类型(service data unit type)确定的多个同构逻辑网络。
- ◆ 这个字段可以说是一个嵌入的(OSI)层管理信息, 如ISO 7498-4:1998所述。

CAN XL能够使用相同的SDU类型在同一条电缆上运行多个逻辑(虚拟)网络应用。

可选的DLL安全

SIG (special interest group) CAN XL工作组已经建立了TF(task force)网络安全。它将规范CADsec数据链路层安全协议:

- ◆ 控制字段中的SEC位表示, 这个CAN XL数据帧是否使用CADsec协议。
- ◆ CADsec协议具有一个4字节的header, 包含密码控制信息, CAN安全通道ID, 和一个新鲜度值。
- ◆ 16字节的trailer包含128位身份验证标记。

CAN XL具有可选择的数据链路层安全协议, 这增加了防止网络攻击的措施。

XL 格式下的MAC 帧

OSI data link layer protocol data unit (PDU)

SOF	Arbitration	Control	Data (field)	CRC	ACK	EOF
1	15 bit	81 bit	1 to 2048 byte	36 bit	6 bit	7 bit

Arbitration field

Priority ID	RRS	IDE	FDF	XLF
11 bit	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit

Control field

resXL	ADS (ADH, DH1/2, DL1)	SDT	SEC	DLC	SBC	PCRC	VCID	AF
1 bit	4 bit	8 bit	1 bit	11 bit	3 bit	13 bit	8 bit	32 bit

CRC field

Frame CRC	FCP
32 bit	4 bit

ACK field

DAS (DAH, AH1, AL2, AH2)	ACK	Dlm
4 bit	1 bit	1 bit

EOF field

End-of-frame
7 bit

ADS: arbitration-to-dataphase switch; FCP: format check pattern; DAS: dataphase-to-arbitration switch; PCRC: preface CRC (cyclic redundancy check); SBC: stuff-bit counter

级连CRC



CAN XL数据帧有两个CRC(循环冗余校验)字段:13位的前导式CRC (PCRC)和32位的帧CRC (FCRC)。



*Richard Wesley
Hamming
(1915 to 1998)*

- ◆ CRCs是级联的:这意味着FCRC也保护PCRC。
- ◆ 两个CRCs一起能够检测任意5个随机分布的比特错误。这个对应的汉明距离是6。
- ◆ 德国斯图加特大学和卡塞尔大学的专家已经评估了CAN XL数据帧的可靠性。

CAN XL能够检测数据帧中5个随机分布的位错误。

“CAN XL” 物理层

CAN XL数据帧以两个不同的比特速率传输，类似于CAN FD数据帧的传输。低速传输遵循经典的CAN仲裁(仲裁阶段)的规则，而高速的数据段在仲裁段之后使用。

- ◆ 在仲裁阶段，最大比特率是1 Mbit/s。
所选的比特率决定网络长度(比特率越高，可能的网络长度越短，反之亦然)。
- ◆ 在数据阶段，最大比特率不受网络长度的限制。它可以是10 Mbit /s甚至更多，这取决于收发器的能力和所选的其他物理层组件(例如电缆、连接器、保护电路)。

CAN XL SIC收发器能够发送和接收频率高达10 Mbit/s以上的信号。

CAN SIC XL收发器

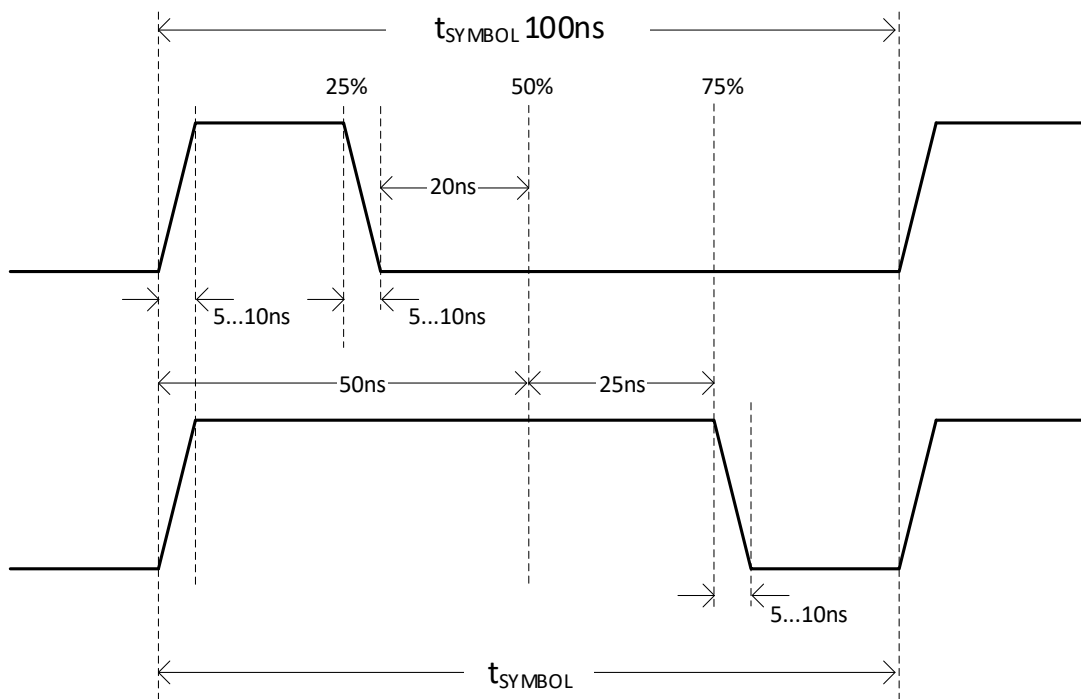
CAN XL网络可以使用符合ISO 11898-2:2016的任何类型的收发器, 或者CiA 601-4(2.0.0版本)中规定的CAN SIC(信号改进功能)收发器。对于更高的比特率(10Mbit /s以上), 将定义在CiA 610系列中新的CAN SIC XL收发器可以胜任。

- ◆ **CAN SIC XL收发器有两种模式:慢和快。在慢速模式中, 有显性和隐性的位元(正如从经典CAN中所知)。在快速模式下, 有不同电压等级的1级和0级信号。**
- ◆ **CAN SIC XL收发器必须支持MICI接口 (medium-independent CAN interface)。**

CAN XL在仲裁和数据阶段的比特时间方面是可扩展的。它可以不使用不同的CAN收发器技术。

MICI接口

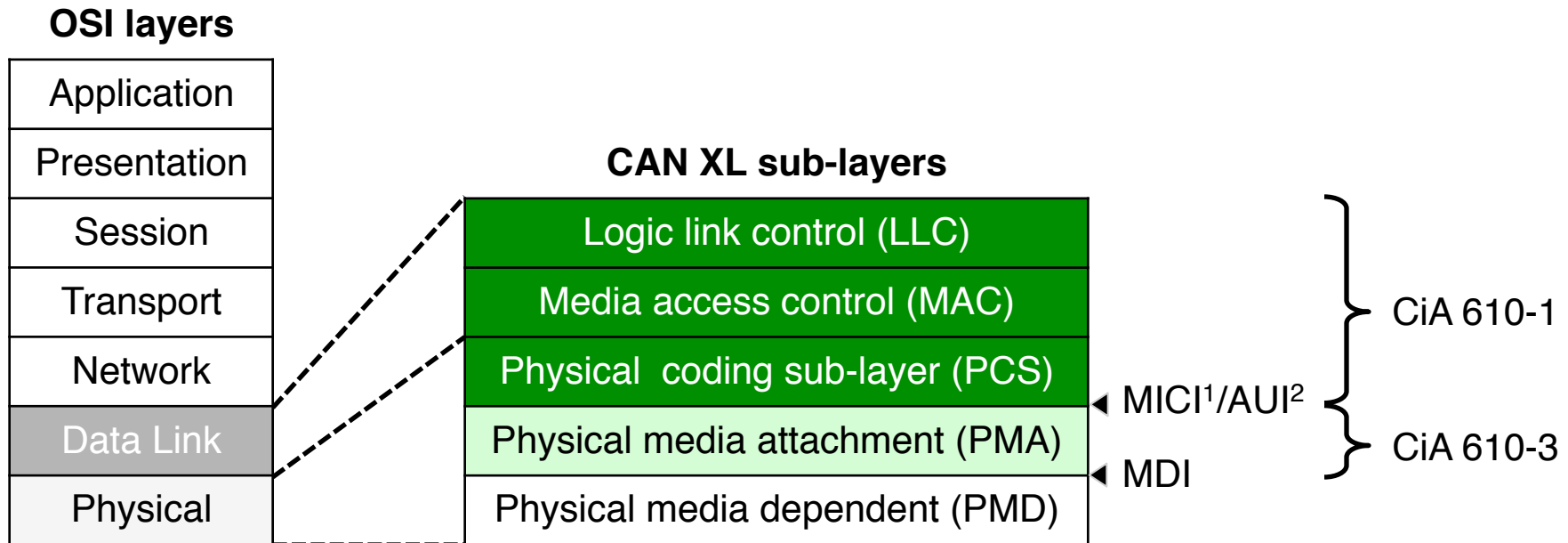
在CAN SIC XL收发器和CAN XL协议控制器之间的MICI接口 (medium-independent CAN interface) 使用基于发送端的单路径PWM(脉宽调制)信号。



PWM编码和解码:在CAN XL控制器端,利用现有的时间量子过采样产生~25%或~75%的脉宽周期。

MICI用于连接CAN XL控制器和CAN XL SIC收发器。它基于基于TX的单路径PWM信号。

CAN XL 和 OSI 模型



Key

AUI attachment unit interface

MDI media dependent interface

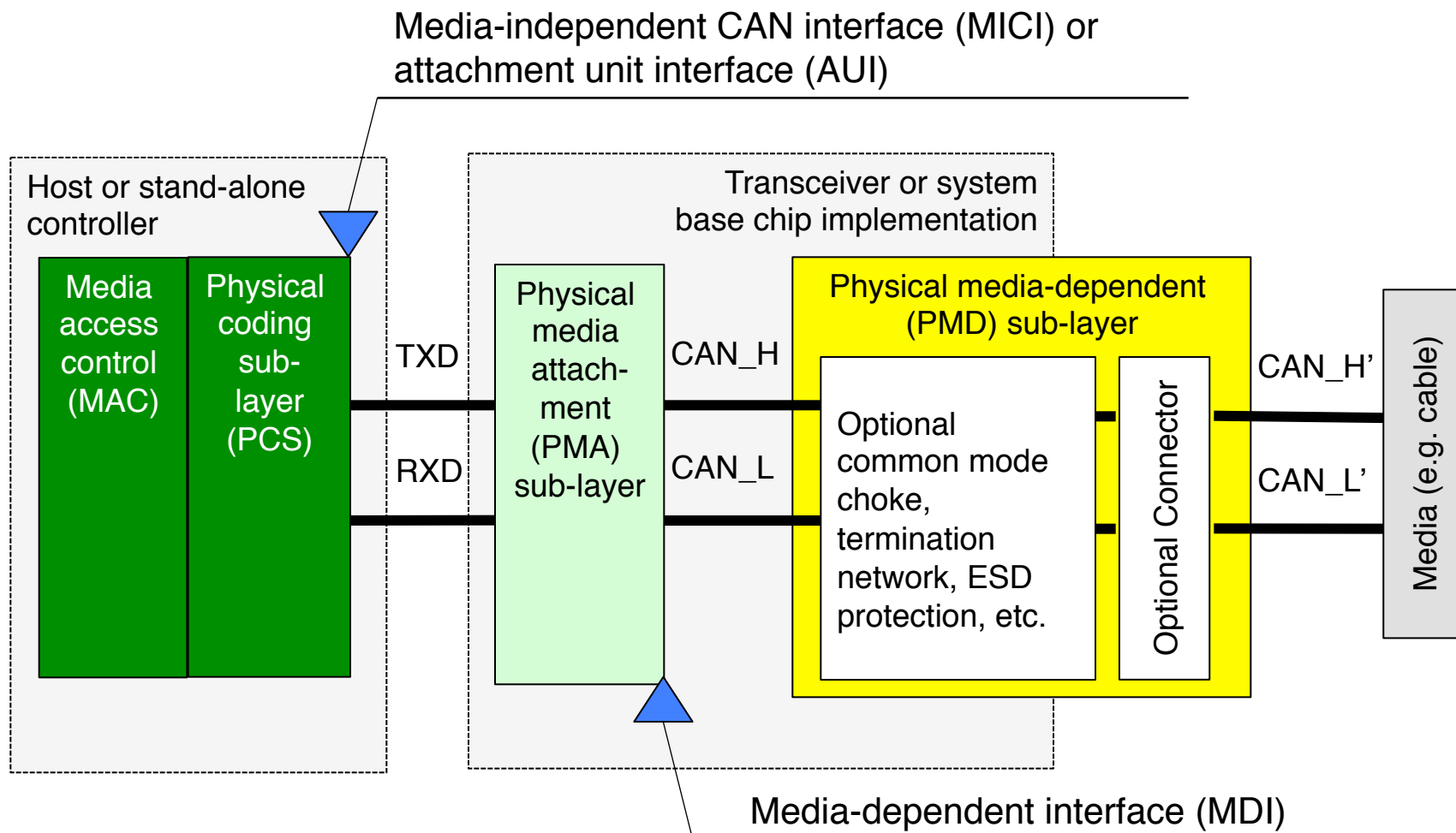
MICI media independent CAN interface

1 CiA 610-1/3

2 ISO 11898-2/CiA 601-4

CiA规定了CAN XL控制器(CiA 610-1)和CAN XL SIC收发器 (CiA 610-3)。

CAN XL 设备



CAN XL控制器可以连接到所有提供AUI或MICI接口的标准化CAN收发器技术。

高层协议

高层协议的标准化对于使用具有CAN XL连接的设备
的可互操作性至关重要。因此，

- ◆ CiA将指定一些SDU类型和相应的地址字段使用情况(例如legacy CAN (FD)的使用情况);
- ◆ CiA将支持开发一个改进的ISO 15765-2传输协议, 使用2048字节的LLC数据字段;
- ◆ CiA将为同构和异构应用程序层规定multi-PDU;
- ◆ CiA将制定以太网帧隧道的规范。

CAN XL旨在支持各种的高层协议, 包括支持多种虚拟网络应用的方法。

CAN FD 和 CAN XL

- ◆ **CAN FD**将随着技术发展逐步替代经典CAN，特别是在带宽(大于1 Mbit)和有效载荷(大于8字节/数据帧)要求不能满足的情况下。
- ◆ **CAN XL**适用于高带宽要求和附加功能，如虚拟网络，多协议支持，数据链路层安全等。

注意：CAN FD和CAN XL可以为不同问题提供解决方案，彼此完成。CAN XL将主要用作复杂网络体系结构中的骨干网络，而CAN FD将完全替代经典CAN网络，并能够支持网络安全和功能安全。

CAN FD取代了经典CAN，CAN XL将完善复杂网络结构的应用。

Questions and answers

