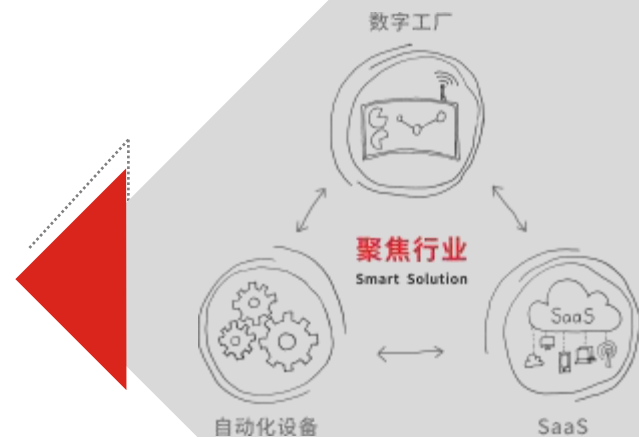


CANopen通讯基础-1

应用技术部
——李勇



2022



1 CAN概述

2 CAN基本原理

3 CANopen概述

4 CANopen对象词典

5 CANopen通讯标识符

CAN概述

什么是CAN?

- Controller Area Network, 控制器局域网, 是国际上应用最广泛的现场总线之一
- 是20世纪80年代初德国Bosch公司为解决现代汽车中众多控制单元、测试仪器之间的实时数据交换而开发的一种串行通信协议

CAN概述

CAN的发展史

- 1983年, Bosch开始研究车上网络技术
- 1986年, Bosch在SAE(美国汽车工程师学会)大会公布CAN协议
- 1987年, Intel和Philips先后推出CAN控制器芯片
- 1991年, Bosch颁布CAN 2.0技术规范, CAN2.0包括A和B两个部分
- 1991年, CAN总线最先在Benz S系列轿车上实现
- 1993年, ISO颁布CAN国际标准 ISO-11898
- 1994年, SAE颁布基于CAN的J1939标准
- 2003年, Maybach发布带76个ECU的新车型 (CAN, LIN, MOST)
- 2003年, VW发布带35个ECU的新型Golf

CAN概述

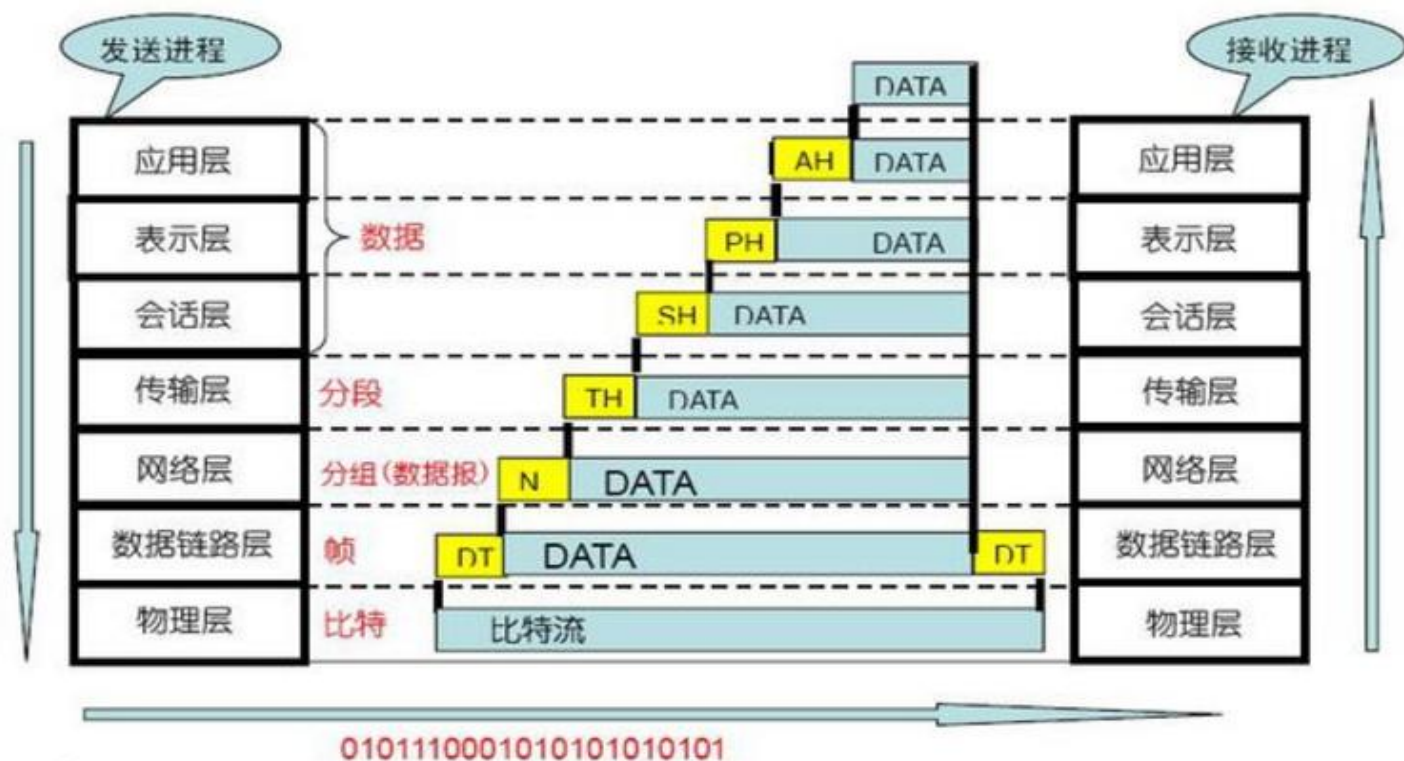
CiA组织

1992年，一些公司创建了非盈利性组织-CAN in Automation (CiA)，以提供与CAN相关的技术、产品和市场营销方面的信息。此举旨在提升CAN的形象，并且为CAN协议未来的发展铺平道路。到2020年年初，已有670家公司加入CiA组织。

CAN基本原理

CAN的OSI模型:

- 七层模型，亦称OSI（Open System Interconnection）。参考模型是国际标准化组织（ISO）制定的一个用于计算机或通信系统间互联的标准体系，一般称为OSI参考模型或七层模型
- 从 OSI 网络模型的角度来看同，现场总线网络一般只实现了第1层（物理层）、第2层（数据链路层）、第7层（应用层）。因为现场总线通常只包括一个网段，因此不需要第3层（传输层）和第4层（网络层），也不需要第5层（会话层）第6层（描述层）的作用
- CAN 只定义物理层和数据链路层，没有规定应用层

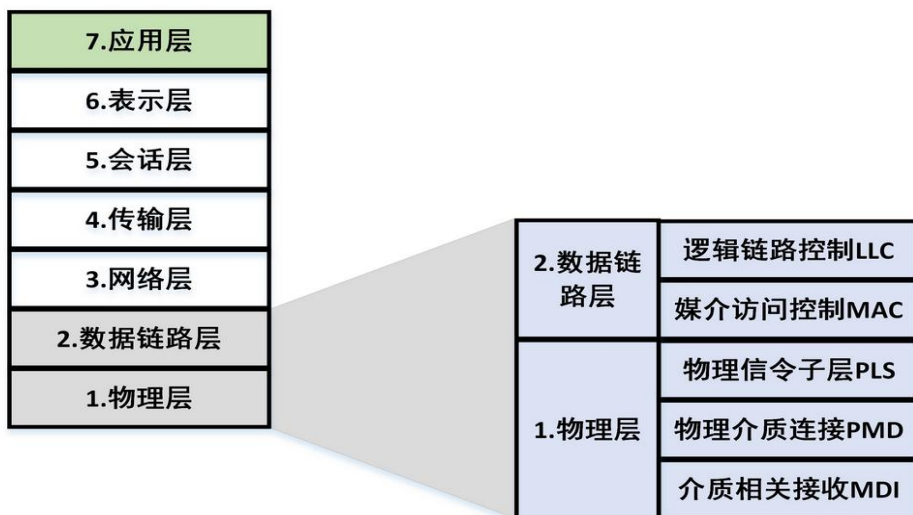


CAN基本原理

CAN的OSI模型:

- 数据链路层：包括介质访问控制（MAC）层和逻辑链路控制（LLC）层，关键是形成数据帧。
- 物理层：有时也称物理接口，是实现物理连接的功能描述和执行连接的规程，提供用于建立、保持和断开物理连接的机械、电气、功能和规程的条件，物理层有四个重要特性：
 - ❑ 机械特性——连接器、引脚数、引脚排列
 - ❑ 电气特性——信号电平高低、阻抗和阻抗匹配、传输速度和距离
 - ❑ 功能特性——信号线（数据、控制、地线）的功能分配和确切定义
 - ❑ 规程特性——各信号线的工作规则和时序

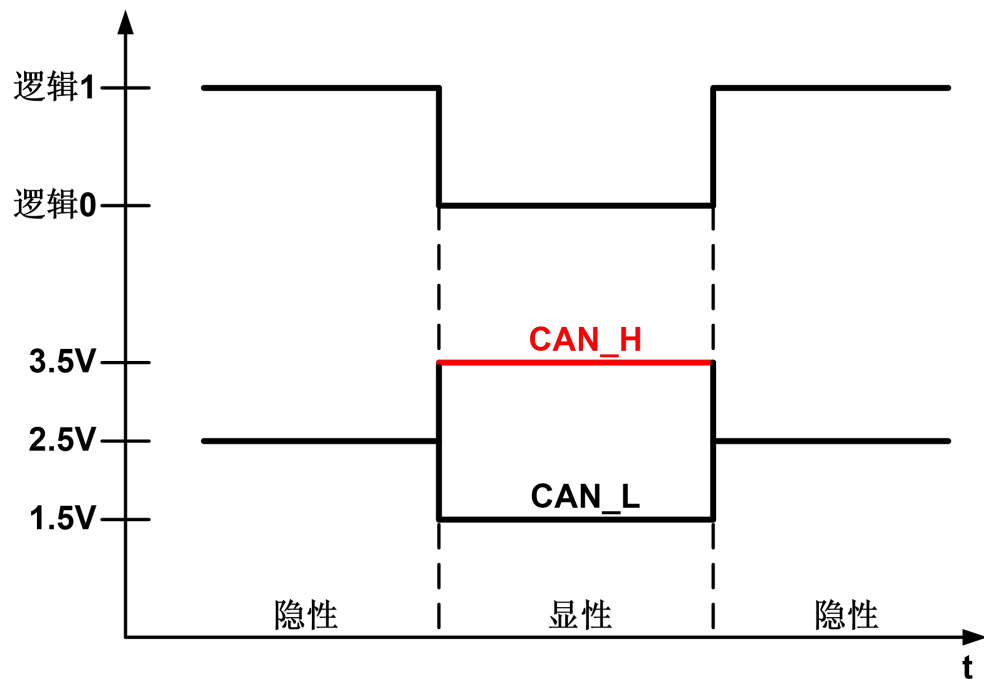
OSI参考模型



CAN基本原理

CAN的特性:

- 采用**双线差分信号**，两根线构成总线，CAN High与CAN Low，这两根线之间的电位差可以对应两个不同的逻辑状态进行编码
- 静态时均是2.5V 左右，此时状态表示为逻辑1，也可以叫做隐性位，用CAN_H 比CAN_L 高表示逻辑0，称为显性位，此时通常电压值为CAN_H = 3.5V 和CAN_L = 1.5V，竞争时显位优先



CAN基本原理

CAN的特性:

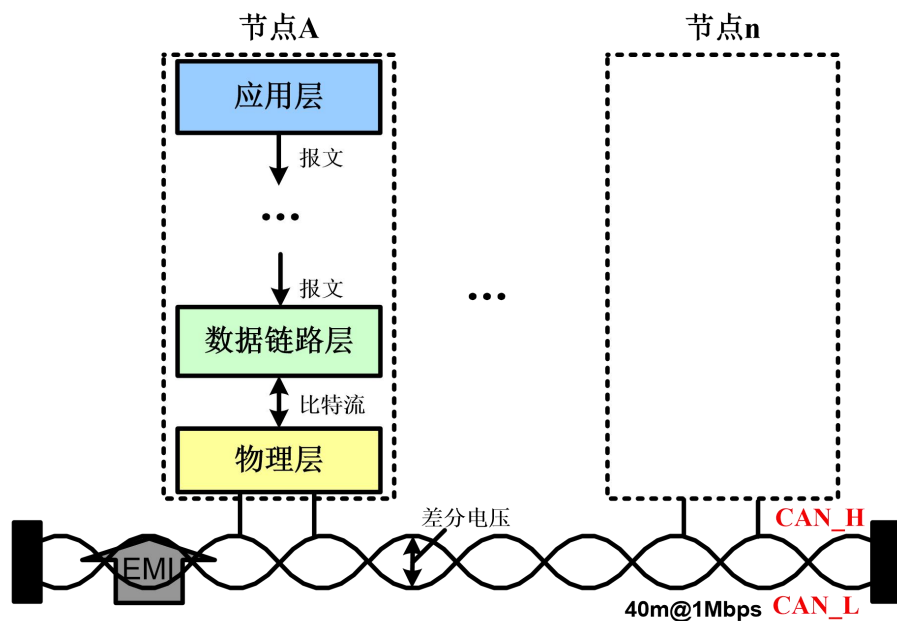
- 使用双绞线作为总线介质时, 总线长度 ≤ 40 米, 传输速率可达1Mbps

位速率 kbps	1000	500	250	125	100	50	20	10	5
最大距离m	40	130	270	530	620	1300	3300	6700	10000

CAN基本原理

CAN的特性:

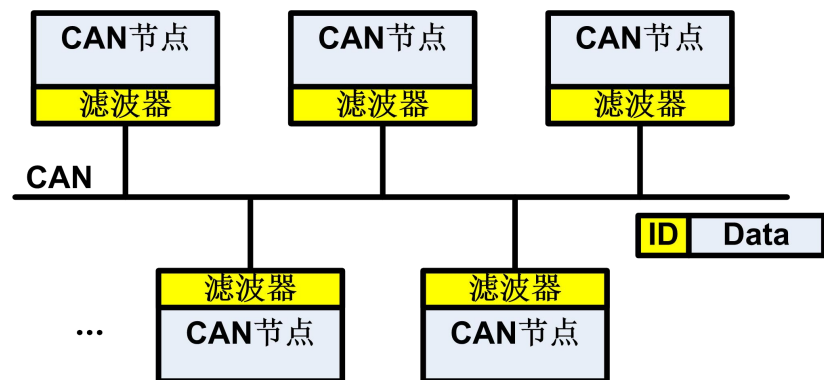
- 协议本身对节点的数量没有限制，实际应用中节点数目受网络硬件的电气特性所限制，总线上节点的数量可以动态改变，广播发送报文，报文可以被所有节点同时接收



CAN基本原理

CAN的特性:

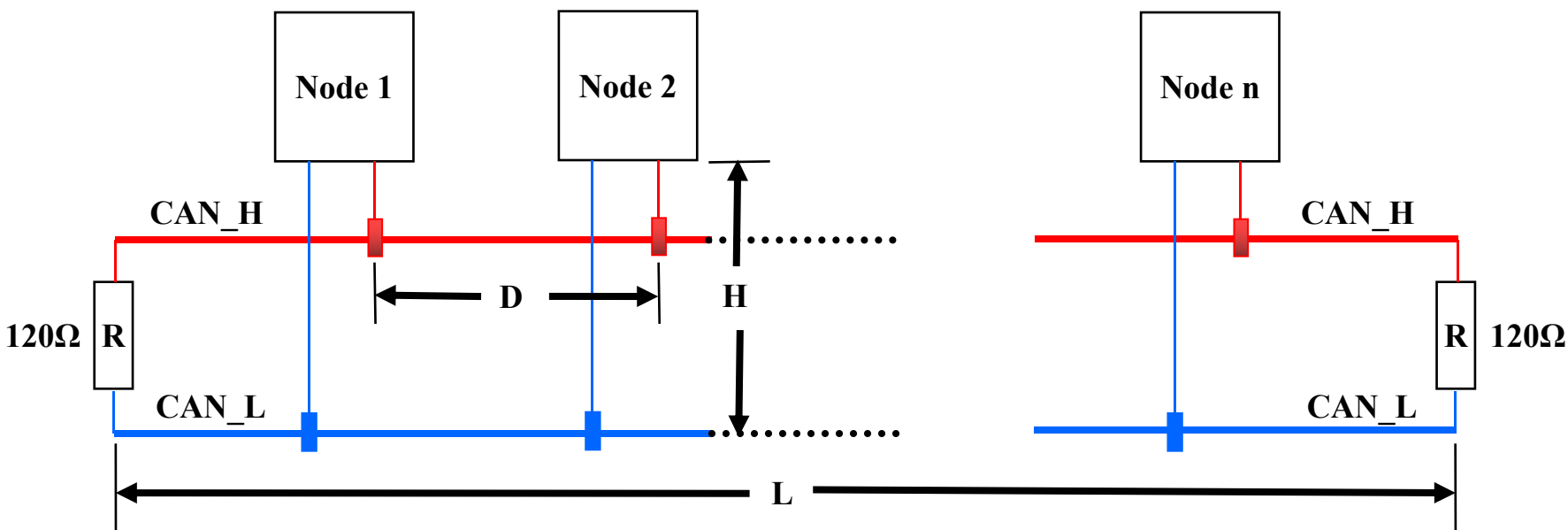
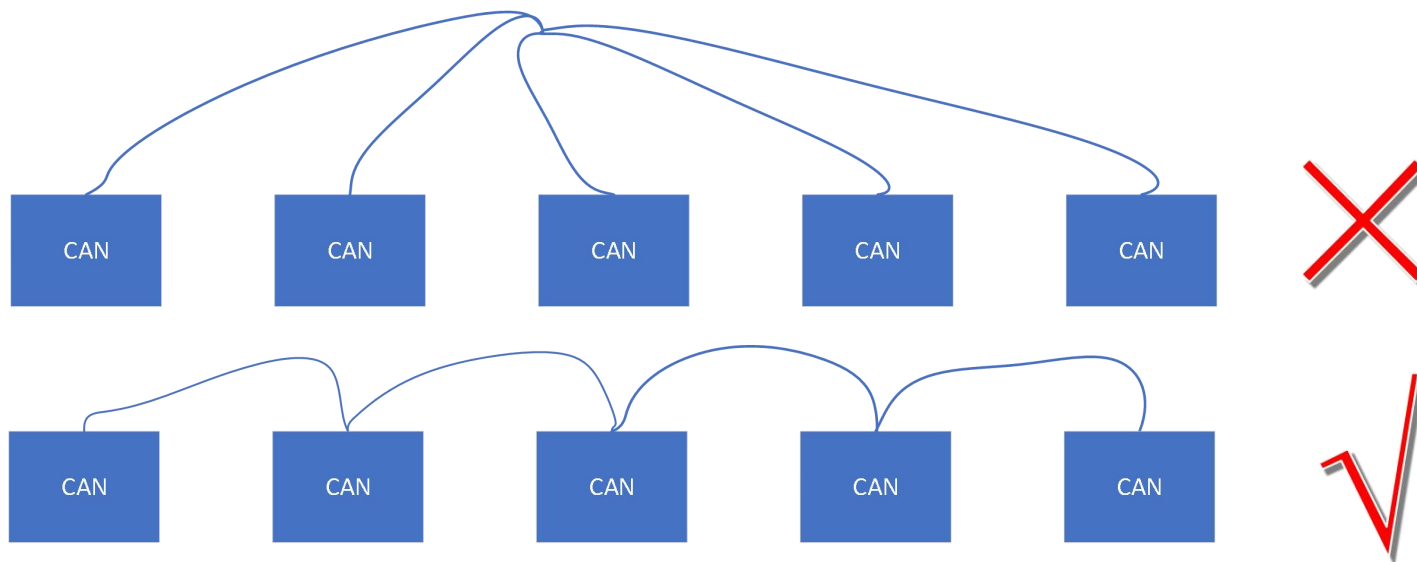
- 多主站结构
- 每个报文的内容通过标识符识别，标识符在网络中是唯一的
 - 标识符描述了数据的含义
 - 某些特定的应用对标识符的分配进行了标准化
- 根据需要可进行相关性报文过滤



CAN基本原理

CAN的拓扑结构:

- 总线长度L: 最大40m
- 支线长度H: 最大0.3m
- 节点距离D: 最大40m
- 终端电阻R: 120Ω



CAN基本原理

CAN的数据帧:

- 标识符（CAN Identifier）+8字节数据
- 标准CAN 的标识符长度是11 位，而扩展格式CAN 的标识符长度可达29 位。CAN 协议的2.0A 版本规定CAN 控制器必须有一个11 位的标识符，同时在2.0B 版本中规定CAN 控制器的标识符长度可以是11 位或29 位。遵循CAN2.0B 协议的CAN 控制器可以发送和接收11 位标识符的标准格式报文或29 位标识符的扩展格式报文。如果禁止CAN2.0B,则CAN 控制器只能发送和接收11 位标识符的标准格式报文，而忽略扩展格式的报文结构但不会出现错误
- CAN本身并不完整，没有定义CAN 报文中的 11/29 位标识符、8 字节数据的使用。

CAN Identifier		DLC	Data							
0	1		0	1	2	3	4	5	6	7
XX		8	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

CAN基本原理

常见的CAN应用层协议

名称	波特率	规格	适用领域
SAE J1939-11	250k	双线式、屏蔽双绞线	卡车、大客车
SAE J1939-12	250k	双线式、屏蔽双绞线、12V 供电	农用机械
SAE J2284	500k	双线式、双绞线（非屏蔽）	汽车 （高速：动力、传动系统）
SAE J24111	33.3k、83.3k	单线式	汽车 （低速：车身系统）
NMEA-2000	62.5k、125k、250k、 500k、1M	双线式、屏蔽双绞线 供电	船舶
DeviceNet	125k、250k、500k	双线式、屏蔽双绞线 24V 供电	工业设备
CANopen	10k、20k、50k、125k、 250k、500k、800k、1M	双线式、双绞线 可选（屏蔽、供电）	工业设备
SDS	125k、250k、500k、1M	双线式、屏蔽双绞线 可选（供电）	工业设备

CANopen概述

什么是CANopen?

- CAL (CAN Application Layer) 协议是目前基于 CAN 的高层通讯协议中的一种, 最早由 Philips 医疗设备部门制定。
- CAL 提供了所有的网络管理服务和报文传送协议, 但并没有定义通讯对象的内容或者正在通讯的对象类型 (它只定义了 how, 没有定义 what)。而这正是 CANopen 切入点。
- CANopen 是在 CAL 基础上开发的, 使用了 CAL 通讯和服务协议子集, 提供了分布式控制系统的一种实现方案。CANopen是CAN的一种应用层协议。
- CANopen 的核心概念是设备对象字典 (OD: Object Dictionary), 在其它现场总线 (Profibus, Interbus-S) 系统中也使用这种设备描述形式。
- 注意: 对象字典不是 CAL 的一部分, 而是在 CANopen 中实现的。
- CANopen协议是免许可证的, 任何组织和个人都可以开发支持CANopen协议的设备而不用支付版稅

CANopen概述

CANopen网络模型

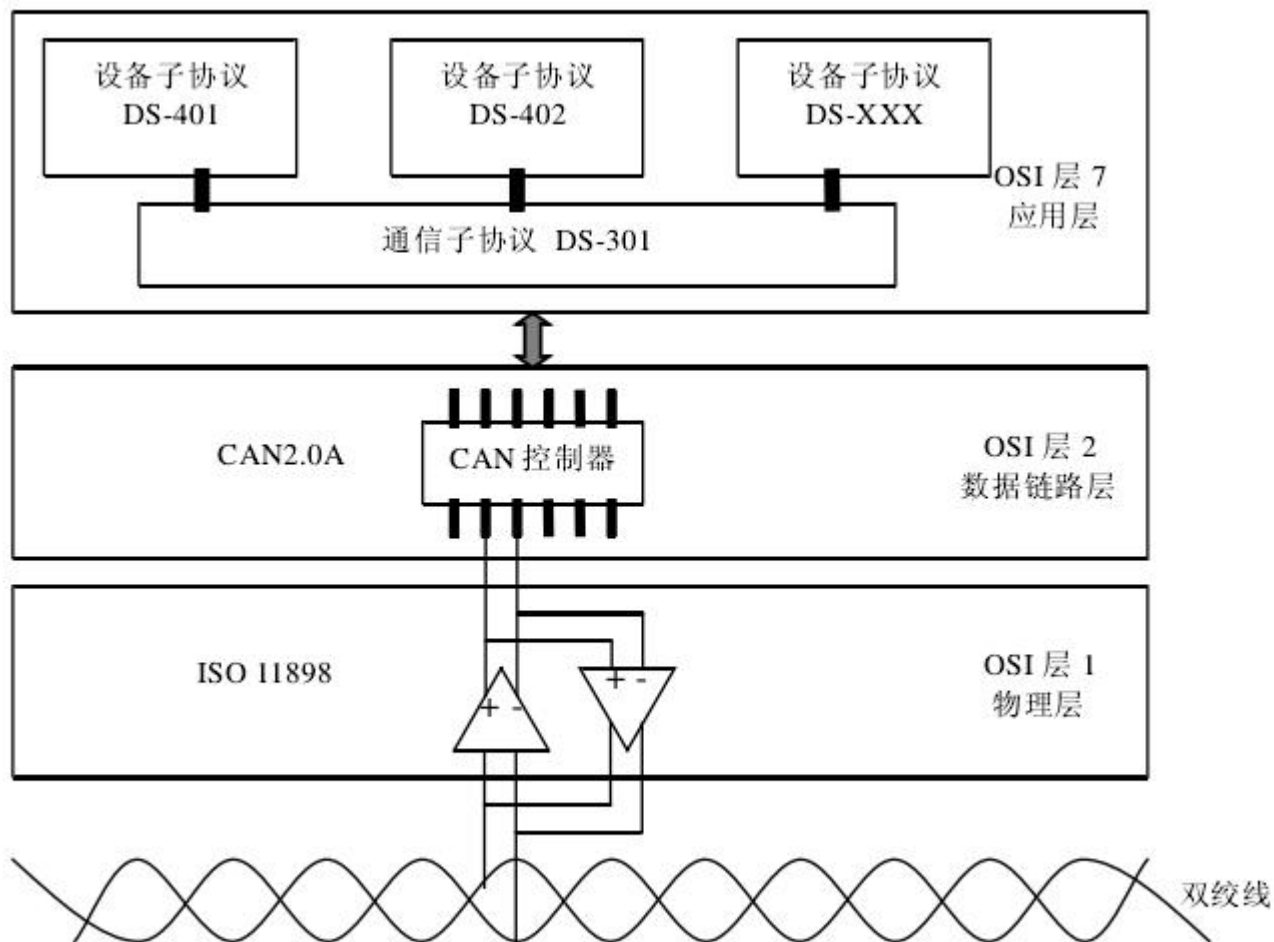


图 2.1 CANopen 层模型

CANopen概述

CANopen常见规范:

- CANopen协议是CAN-in-Automation(CiA)定义的标准之一，在欧洲，CANopen协议被认为是在基于CAN的工业系统中占领导地位的标准。大多数重要的设备类型，例如数字和模拟的输入输出模块、驱动设备、操作设备、控制器、可编程控制器或编码器，都在称为“设备描述”的协议中进行描述；“设备描述”定义了不同类型的标准设备及其相应的功能。
- 依靠CANopen协议的支持，可以对不同厂商的设备通过总线进行配置。

CiA 401: CANopen profile for generic I/O modules – 通用 I/O 单元

CiA 402: CANopen profile for drives and motion controllers – 驱动和运动控制单元

CiA 404: CANopen profile for measuring devices and closed-loop – 测量和闭环控制

CiA 405: CANopen profile for IEC 61131-3 programmable devices – PLC 可编程设备类

CiA 406: CANopen profile for rotary and linear encoders – 转动和线性编码

CiA 408: CANopen profile for fluid power devices – 液体动力设备

CiA 411: CANopen profile for inclinometer – 倾斜仪

CiA 412: CANopen profile for medical devices – 医疗设备

CiA 414: CANopen profiles for weaving machines – 纺织机

CiA 415: CANopen profile for asphalt paving machines – 沥青铺路机

CiA 416: CANopen profile for building doors – 楼宇门禁

CANopen对象词典

Object Dictionary (OD 对象字典) :

- 对设备的操作基于“Object Dictionary”，所有的参数、参数值和功能都是通过16位index和8位sub-index组成的地址来访问和存取。通俗的理解就是CANopen通讯的地址。

名称	Index	Sub_Index	Bits	属性	含义
Controlword	6040	00	10	RW	设备状态控制字
Modes of Operation	6060	00	08	RW	工作模式
Target_position	607A	00	20	W	目标位置

- CANopen网络中每个节点都有一个对象字典。对象字典包含了描述这个设备和它的网络行为的所有参数。
- 一个节点的对象字典(包含通讯功能、通讯对象、与设备相关的对象以及对象的缺省值等)是在电子数据文档（EDS: Electronic Data Sheet）中描述或者记录在纸上。

CANopen对象词典

Object Dictionary (OD 对象字典) :

- CANopen对象词典的通用结构
- 对象字典中描述通讯参数部分对所有CANopen设备（例如在OD中的对象是相同的，对象值不必一定相同）都是一样的。

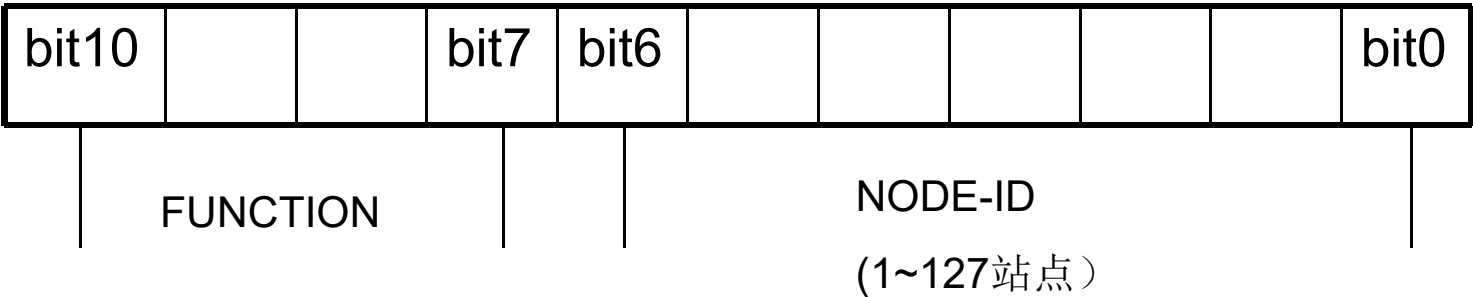
CANopen 对象字典通用结构

索引	对象
0000	Not used
0001 - 001F	静态数据类型（标准数据类型，如 Boolean, Integer 16）
0020 - 003F	复杂数据类型 (预定义由简单类型组合成的结构如 PDOCommPar, SDOParameter)
0040 - 005F	制造商规定的复杂数据类型
0060 - 007F	设备子协议规定的静态数据类型
0080 - 009F	设备子协议规定的复杂数据类型
00A0 - 0FFF	Reserved
1000 - 1FFF	通讯子协议区域 (如设备类型, 错误寄存器, 支持的 PDO 数量)
2000 - 5FFF	制造商特定子协议区域
6000 - 9FFF	标准的设备子协议区域 (例如 “DSP-401 I/O 模块设备子协议”: Read State 8 Input Lines 等)
A000 - FFFF	Reserved

CANopen通讯标识符

Communication Object Identifier (COB_ID)

- 通讯标识符
- CAN ID—>CANOPEN COB_ID
- 每个CANopen帧都以COB-ID开头，COB-ID是数据帧的唯一标识符
- COB_ID包括功能段（FUNCTION）和地址段（NODE-ID）
- Node-ID由系统集成商定义，例如通过拨码开关设置。Node-ID范围是1~127（0不允许被使用）
- COB_ID越小报文优先级别越高。CANopen的COB_ID范围从0-77F。



COB_ID		DLC	Data							
0	1		0	1	2	3	4	5	6	7
XX		8	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX



谢谢

Thank you

Kinco 步科

聚焦行业与客户深度链接

www.kinco.cn
sales@kinco.cn