

【博客藏经济丛书】

# CAN总线

## 轻松入门与实践

李真花 崔健 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

# CAN总线

【博客·藤经阁丛书】

## 轻松入门与实践

李真花 崔健 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书以基于 51 单片机的 CAN 总线系统设计为讲解对象,在内容安排上兼顾理论与实践,循序渐进地将其呈现给读者。第 1~3 章主要讲述 CAN 总线底层协议规范、应用层协议以及 CAN 总线控制器和驱动器,为 CAN 总线系统设计奠定基础。第 4~9 章重点讲解 CAN 总线系统硬件设计和程序设计,以帮助读者熟悉该系统的硬件资源,也是单片机学习者很好的学习范例;同时给出 CAN 总线自收发、两点通信、多点通信、CAN-RS232 网桥、温控系统等综合实例,让读者在学习和实践中理解 CAN 总线的精髓。最后一章与读者分享作者的一些设计感悟,并对网友常见问题进行解答。

与本书相关的学习资料、电路原理图以及实验例程,可以在 CAN 总线学习小组和书友会 <http://group.ednchina.com/684/> 下载。

本书适合 CAN 总线设计的初学者、提高者,以及对 CAN 总线感兴趣的所有电子爱好者阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

CAN 总线轻松入门与实践 / 李真花,崔健编著. --

北京:北京航空航天大学出版社,2

ISBN 978-7-5124-0268-3

I. ①C… II. ①李… ②崔… III. ①总线—技术  
IV. ①TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 232844 号

版权所有,侵权必究。

### CAN 总线轻松入门与实践

李真花 崔健 编著

责任编辑 刘星

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:16 字数:358 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0268-3 定价:32.00 元

# 前 言

CAN 总线是近些年来非常流行的几种现场总线之一。CAN 总线是一种多主方式的串行总线,可以组建多主对等的总线通信系统;具有非破坏性总线仲裁技术,让优先级高的信息得到更加快速的处理;具有强大的错误检测机制,可以检测到总线上的任何错误;采用短帧结构、位填充和 CRC 校验等措施,使传输具有高可靠性。这些优点使 CAN 总线在众多工业领域,尤其是汽车、航天等产业中得到了广泛的推广和应用。

## 一、如何开始你的 CAN 总线学习

回想在做本科设计的时候,第一次接触到 CAN 总线,那个时候市面上讲解 CAN 总线技术的书籍很少,尤其缺少一种针对在校学生或是初学者的入门书籍。很多书籍的协议和理论讲解占其内容的大部分,而且这些协议和理论比较难理解,读起来是一头雾水;另外这些书籍的实例也比较难,不太适合初学者。

当时书中没有简单的实例可以参考,身边也没有这方面的高手指点,因此就只能一遍遍地阅读琢磨 CAN 总线的协议和理论,一次次地修改程序并进行验证性试验。当两个 CAN 总线节点第一次通信成功时,感觉无比兴奋;然后再进行不断的细化完善,使设计的通信系统更加稳定可靠。回头再阅读 CAN 总线协议,感觉它已经不像当初那么隐晦枯燥了,也真实地体会到 CAN 总线比 RS485 更加简单好用。

由于当初学习环境的限制,使得学习 CAN 总线的过程漫长且曲折,相信很多初学者都有与 PIAE 类似的学习经历和感受。后来,经过与许多 CAN 总线学习者的交流和沟通,PIAE 认为学习 CAN 总线是一个循序渐进的过程,不可急于求成。在此与大家分享一下 CAN 总线的学习方法:

① 准备合适的学习资源。这些资源包括:完整的 CAN 总线协议;稳定可靠的 CAN 总线硬件,可以用它进行通信试验;简单的通信实例;一些设计中需要注意的事项等。

② 必须要通读一遍 CAN 总线协议,了解 CAN 总线的一些特点和主要功能。对于初学者当然不可能完全理解,也不需要完全理解。

③ 在稳定的 CAN 总线硬件上进行简单通信试验,感受 CAN 总线通信成功带来的快乐,并且结合实例逐渐掌握之前不理解的地方。

④ 多次阅读 CAN 总线协议,并且设计针对性的试验不断加深对 CAN 总线的理解。

综上所述,整个学习过程就是不断地阅读总线协议,并通过实例验证加深理解的过程。一些初学者可能不太注重总线协议的学习,只关注硬件和程序的设计,其实这是一个误区。硬件和程序都是根据总线协议设计的,它们只是协议的实现实例,是初学者学习和实践的工具。因此,建议大家要注重 CAN 总线协议的学习和验证。

## 二、本书的由来

读研究生的时候,很多师弟师妹们问 PIAE 关于 CAN 系统设计的问题,有许多问题都被重复提到,所以当时就想干脆为实验室写个设计指南的小文章,省得自己总是回答同一个问题。碰巧这个时候,Lief 提出能不能做一个单片机的开发板来给初学者学习,PIAE 立即同意,并建议把 CAN 总线的功能加上去,于是最终设计了一个 CAN 总线的学习板。根据从菜鸟到入门再到后来逐渐进步的过程,我们开发了这款 CAN 总线学习板,同时写了相应的教程,并发布在 EDN 上。此板一经发售,立即得到了众多网友的大力支持,每天都有很多网友给我们写信讨论技术问题,建立的群也迅速爆满,这个效果是我们始料未及的。

这时 EDN 刚开展助学活动,比较有名的就是 wangjin 的 51 单片机助学和射频设计助学、圈圈的 USB 设计助学等。EDN 的负责人趁热打铁,直接联系我们建议也做一个 CAN 总线助学活动,让更多的网友能从中受益。我们觉得这是一件非常好的事情,于是欣然接受,在 EDN 上成立了 CAN 总线学习小组,当时我们非常兴奋,每天工作到很晚来整理小组的文章并回答网友们的提问。随着 CAN 助学活动的开展,我们小组的人气也越来越旺,这里非常感谢 EDN 网友对我们 CAN 小组的支持。

同时,随着技术文章越来越多,有的时候我们自己都找不到想要的帖子,而且还出现的一个问题就是:仍然有很多初学者问同样的问题。这时突然收到北京航空航天大学出版社编辑给我们的来信,说我们的活动很不错,能不能像圈圈一样写一本关于 CAN 总线学习的书籍。听后我们非常高兴,因为出书可以把我们这几年的设计经验同广大的朋友分享,而且也是对自己所学东西的一次全面总结。我们从学生年代走过来,非常知道初学者想看什么书,也知道初学者需要什么样的实例。因此在写这本书的时候,完全从初学者的角度来考虑;当然对于有一定基础的读者来说,本书也可以作为设计参考。

## 三、本书的主要内容

全书以基于 51 单片机的 CAN 总线系统为主体,分为 10 章。在内容安排上兼顾理论与实践,循序渐进地将其呈现给读者。

前两章为 CAN 的基本理论部分,使读者对 CAN 总线有一个基本的认识,尤其是对 CAN 总线通信机制的了解。

第 3 章结合前两章的理论详细介绍本书用到的 CAN 总线控制器 SJA1000 和驱动器



82C250,为后续的实例设计打好基础。

第4章结合CAN总线学习板的硬件资源,从实用性出发来介绍相关的硬件设计。

第5章是基础实验部分,主要是想通过一些基本实验使读者熟练掌握CAN总线学习板的硬件资源、程序调试以及下载软件的使用,为后面的综合实验打好基础。

第6~9章为4个经典的CAN实例设计,从简单的自收发开始,直到实用的CAN总线温控网络系统;只要理解并且掌握了这4个实例,读者一定有能力去设计自己的CAN总线网络系统。

最后一章是作者之前在网上发表的一些设计心得,受到了很多网友的肯定,于是又重新整理收于书中;同时根据这几年收到的初学者们的一些常见问题,进行了整理,汇编在10.3节“答网友问”。

#### 四、本书的读者对象和相关资源

本书主要针对即将步入CAN总线设计的初学者,但阅读本书也需要一定的电子技术基础和编程基础。如果读者具备单片机的基本开发技能,可事半功倍地阅读本书。同时与大家分享CAN学习板的电路图、书中所讲解的完整程序代码以及一些相关的开发小软件的下载地址,相应的资源可以到我们EDN上的博客或是CAN学习小组里去下载,也可以到北京航空航天大学出版社网站“下载中心”下载。

全书由李真花和崔健编写;李朋对全书的电路图进行了校对,并调试和验证了相关例程;赵倩和李黎在校对全文、部分素材的翻译和整理方面做了大量的工作,在此一并对他们表示感谢!由于时间有限,加之作者水平有限,书中难免有一些不足之处,欢迎广大读者批评和指正,我们会非常感谢和珍惜大家所提出的建议并尽最大的努力去改正。如果读者发现错误或者有关建议可以到我们的博客上去留言,也可以加入我们的CAN总线学习小组和书友会来发帖进行讨论。

个人博客地址: <http://blog.ednchina.com/PIAE/>。

CAN总线学习小组和书友会: <http://group.ednchina.com/684/>。

#### 五、致 谢

在此特别感谢北京航空航天大学出版社工作人员对本书的关心和支持,使作者有机会把自己多年的开发经验同广大读者分享;

感谢EDN的敬荣强、彩云和黄娜对CAN总线学习小组的支持,没有你们,我们不会有这么好的一个技术平台来进行交流;

感谢CAN总线学习小组的组员们,没有大家的支持,小组不会这么热闹,这么充满生机;最后感谢所有给过我们帮助的人,正因为有了你们的支持,才能让我们走得更远。

PIAE

2010年10月于北京



# 目 录

<b>第 1 章 CAN 总线概述与协议规范</b> .....	1
1.1 计算机网络体系结构与拓扑结构 .....	1
1.1.1 计算机网络体系结构 .....	1
1.1.2 网络互联设备 .....	6
1.1.3 网络拓扑结构 .....	7
1.2 CAN 总线简介 .....	9
1.2.1 CAN 总线是什么 .....	9
1.2.2 CAN 总线的特点 .....	10
1.2.3 CAN 总线传输介质 .....	11
1.2.4 CAN 总线拓扑结构与设备 .....	13
1.3 报文传输 .....	14
1.3.1 帧类型 .....	14
1.3.2 帧格式 .....	15
1.3.3 帧优先级仲裁 .....	21
1.4 报文滤波与校验 .....	22
1.5 编码——位填充 .....	23
1.6 错误处理与故障界定 .....	23
1.6.1 错误类型 .....	23
1.6.2 节点错误处理 .....	25
1.6.3 故障界定方法 .....	25
1.7 位定时要求 .....	26
本章小结 .....	29
<b>第 2 章 CAN 总线应用层协议</b> .....	30
2.1 为什么构建 CAN 应用层协议 .....	30

## 目 录

2.2	常用的 CAN 总线应用层协议 .....	30
2.3	iCAN 总线协议概要 .....	32
2.4	iCAN 协议的报文格式 .....	33
2.4.1	iCAN 报文标识符分配 .....	34
2.4.2	iCAN 报文数据部分定义 .....	36
2.4.3	iCAN 报文格式详细说明 .....	38
2.5	iCAN 协议的报文传输协议 .....	42
2.5.1	iCAN 协议通信模式 .....	42
2.5.2	iCAN 协议报文处理流程 .....	45
2.6	iCAN 协议的设备定义 .....	46
2.6.1	I/O 资源说明 .....	47
2.6.2	配置资源说明 .....	49
2.7	iCAN 网络管理 .....	51
2.7.1	节点控制 .....	52
2.7.2	通信控制 .....	53
	本章小结 .....	56
<b>第 3 章</b>	<b>CAN 控制器和驱动器 .....</b>	<b>57</b>
3.1	CAN 控制器和驱动器作用 .....	57
3.2	CAN 总线控制器和驱动器选型 .....	57
3.3	CAN 控制器 SJA1000 芯片详述 .....	60
3.3.1	芯片 SJA1000 性能 .....	60
3.3.2	SJA1000 的引脚定义 .....	61
3.3.3	SJA1000 的内部结构及各个模块功能 .....	62
3.3.4	BasicCAN 和 PeliCAN 模式的区别 .....	64
3.3.5	BasicCAN 的寄存器及其功能详述 .....	65
3.3.6	PeliCAN 的寄存器及其功能详述 .....	77
3.3.7	公共寄存器 .....	103
3.4	CAN 总线驱动器 82C250 详述 .....	108
3.4.1	82C250 特性 .....	108
3.4.2	82C250 功能框图 .....	109
3.4.3	82C250 功能详述 .....	110
	本章小结 .....	111
<b>第 4 章</b>	<b>硬件系统设计与实践 .....</b>	<b>112</b>
4.1	总线通信系统的硬件构成 .....	112





4.2	CAN 总线学习板介绍	114
4.3	单片机及其最小系统	115
4.3.1	回顾一下老朋友——五彩缤纷的单片机	115
4.3.2	单片机最小系统设计	118
4.3.3	复位电路	119
4.3.4	时钟电路	121
4.3.5	EA 引脚的设置	122
4.4	系统人机界面设计	122
4.4.1	数码管显示设计	122
4.4.2	LED 灯显示设计	124
4.4.3	按键接口设计	127
4.5	电源部分	128
4.6	RS232 串口通信接口设计	132
4.6.1	RS232 总线简介	132
4.6.2	RS232 通信电路设计	133
4.7	RS485 通信接口设计	136
4.7.1	RS485 总线简介	137
4.7.2	RS485 通信电路设计	138
4.8	单总线温度传感器——DS18B20	139
4.9	继电器及无线扩展口部分	139
4.10	SJA1000 与单片机的连接设计	141
4.11	电路的安装、焊接与调试	143
4.12	CAN 总线系统的抗干扰设计	147
4.12.1	电源和地隔离技术	147
4.12.2	输入/输出通道隔离技术	148
4.12.3	PCB 设计的一些注意事项	148
4.12.4	软件抗干扰技术	150
	本章小结	150
<b>第 5 章</b>	<b>基础实验实践</b>	<b>151</b>
5.1	开发需要哪些软件	151
5.1.1	Keil 开发环境简介	151
5.1.2	如何建立一个工程	151
5.1.3	STC 单片机下载软件使用	157
5.1.4	串口通信软件使用	159

5.2 第1个实例：点亮一盏“灯” .....	160
5.2.1 实例讲解 .....	160
5.2.2 程序设计 .....	160
5.2.3 操作调试及结果 .....	161
5.3 第2个实例：数码管显示 .....	161
5.3.1 实例讲解 .....	161
5.3.2 程序设计 .....	161
5.3.3 操作调试及结果 .....	163
5.4 第3个实例：用按键实现中断 .....	163
5.4.1 实例讲解 .....	163
5.4.2 程序设计 .....	164
5.4.3 操作调试及结果 .....	166
5.5 第4个实例：与PC机通信——串口驱动编写 .....	166
5.5.1 实例讲解 .....	166
5.5.2 程序设计 .....	166
5.5.3 操作调试及结果 .....	171
5.6 第5个实例：RS485通信 .....	171
5.6.1 实例讲解 .....	171
5.6.2 程序设计 .....	171
5.6.3 操作调试及结果 .....	176
5.7 第6个实例：电子温度计 .....	177
5.7.1 实例讲解 .....	177
5.7.2 程序设计 .....	177
5.7.3 操作调试及结果 .....	183
本章小结 .....	183
<b>第6章 CAN总线节点的自收发实例设计 .....</b>	<b>184</b>
6.1 系统设计目的及要求 .....	184
6.2 程序设计 .....	184
6.2.1 实例功能分析 .....	184
6.2.2 程序流程规划 .....	185
6.2.3 CAN节点初始化 .....	186
6.2.4 CAN节点发送程序设计 .....	188
6.2.5 CAN节点接收程序设计 .....	190
6.3 系统调试与结果 .....	191

6.4 扩展实例：自接收模式参数验证 .....	192
6.4.1 试验目的和要求 .....	192
6.4.2 配置参数及验证结果 .....	192
本章小结 .....	195
<b>第7章 CAN 总线两节点通信实例设计 .....</b>	<b>196</b>
7.1 系统设计目的和要求 .....	196
7.2 通信协议设计 .....	196
7.2.1 协议报文格式 .....	197
7.2.2 通信模式 .....	198
7.2.3 基于本节实例的参数设计 .....	198
7.3 通信程序设计 .....	199
7.3.1 程序流程规划 .....	199
7.3.2 CAN 节点初始化 .....	200
7.3.3 CAN 节点发送程序设计 .....	207
7.3.4 CAN 节点接收程序设计 .....	208
7.4 系统调试与结果 .....	210
7.5 扩展实例：多节点通信 .....	210
7.5.1 试验目的和要求 .....	210
7.5.2 配置参数 .....	211
7.5.3 验证 .....	211
本章小结 .....	212
<b>第8章 CAN - RS232 网桥设计 .....</b>	<b>213</b>
8.1 系统设计目的和要求 .....	213
8.2 CAN - RS232 网桥硬件结构 .....	213
8.3 CAN - RS232 网桥通信协议设计 .....	214
8.4 程序流程设计 .....	215
8.5 扩展实例：CAN 总线简单分析仪设计 .....	218
本章小结 .....	219
<b>第9章 基于 iCAN 协议的温控系统设计 .....</b>	<b>220</b>
9.1 系统设计目的和要求 .....	220
9.2 系统网络结构 .....	221
9.3 通信协议和系统网络参数配置 .....	222
9.4 检测节点设计 .....	223

# 目 录

9.4.1 硬件设计方案 .....	223
9.4.2 节点程序流程设计 .....	225
9.5 上层软件设计 .....	227
本章小结 .....	227
<b>第 10 章 感悟设计 .....</b>	<b>228</b>
10.1 培养我们的项目工程意识 .....	228
10.1.1 电子类项目的指标及其分类 .....	228
10.1.2 如何进行资料搜索 .....	230
10.1.3 硬件及软件设计的一些建议 .....	231
10.1.4 开始你的文档整理 .....	232
10.2 关于电子类学生如何在大学中学习 .....	233
10.2.1 关于专业 .....	233
10.2.2 关于电子类专业学生的学习 .....	234
10.2.3 关于单片机学习 .....	236
10.3 答网友问 .....	237
10.3.1 问题 1——单片机型号兼容 .....	237
10.3.2 问题 2——远程帧功能 .....	237
10.3.3 问题 3——SJA1000 的读/写控制 .....	238
10.3.4 问题 4——SJA1000 初始化程序 .....	239
10.3.5 问题 5——CAN 总线的关闭 .....	239
10.3.6 问题 6——广播通信功能 .....	239
10.3.7 问题 7——PCA82C250 发热 .....	239
<b>附 录 邮政系统与 CAN 总线通信系统对比 .....</b>	<b>241</b>
<b>后 记 .....</b>	<b>243</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>244</b>

# 第 1 章

## CAN 总线概述与协议规范

本章首先简单介绍计算机网络体系架构和拓扑结构,让读者了解网络中每层的功能和网络节点的连接方式,为将要讲解的 CAN 总线协议做准备;然后重点讲解 CAN 总线的特点和协议规范。

### 1.1 计算机网络体系结构与拓扑结构

本节重点介绍网络体系结构、网络拓扑结构以及在网络连接中用到的设备。

#### 1.1.1 计算机网络体系结构

计算机网络的体系结构是指计算机网络层次结构模型和各层协议的集合,也就是计算机网络及其部件所应实现的功能定义和抽象。网络协议是指为了进行计算机网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定的集合,是计算机网络中不可缺少的组成部分。它包括语法、语义和时序 3 个要素。语法是指用户数据与控制信息的结构和格式;语义是指需要发送何种控制信息,以及完成的动作与所做出的响应;时序是指对事件实现顺序的详细说明。

国际标准化组织(ISO)在 1977 年成立了专门机构来研究网络体系结构和网络协议的国际标准化问题。在此不久,ISO 就提出了开放系统互连参考模型 OSI - RM(Open Systems Interconnection Reference Model),“开放”是指遵循 OSI 标准的任何系统之间均可通信,“系统”是指各系统中与互联有关的部分。这一标准定义了网络互联的 7 层框架,ISO 开放系统互联模型实现了系统间的互联性、互操作性和可移植性。

开放系统互联模型是一个抽象的概念,在 OSI 参考模型中,包括了体系结构、服务定义和协议规范 3 级抽象,如图 1.1.1 所示。

OSI 体系结构定义了一个 7 层模型,用以进行进程间的通信,并作为一个概念性框架来协调各层标准的制定;OSI 服务定义了每一层提供的服务,某一层的服务是指该层及其以下各层提供给上一层的服务,层间的服务通过定义好的层间抽象接口完成,交互时使



图 1.1.1 OSI 的 3 个抽象层次图

## 第1章 CAN总线概述与协议规范

用服务原语,各种服务不考虑服务的具体实现;OSI协议规范说明控制信息的内容。

OSI整个网络分为7层,划分的原则是:

- ① 网络各节点都有相同的层次,相同层次具有相同的功能。
- ② 同一节点内相邻层次间通过接口通信。
- ③ 每一层使用下层提供的服务,并向上层提供服务。
- ④ 不同节点的同等层按照协议实现对等层之间的通信。

OSI开放系统互联参考模型的7层次依次为:物理层(Physical layer)、数据链路层(Data-link layer)、网络层(Network layer)、传输层(Transport layer)、会话层(Session layer)、表示层(Presentation layer)、应用层(Application layer),如图1.1.2所示。

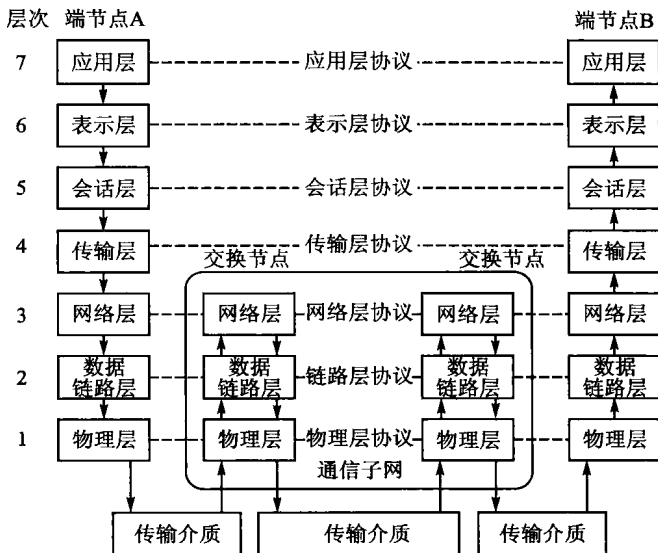


图 1.1.2 OSI参考模型分层结构图

层次越靠上,其与信息处理的关系越密切;层次越靠下,其与通信的关系越密切。因为在两个端点通信时,上层使用下层提供的服务,同一层通过对应的协议通信,所以同一层次通信时,并不关心下层的具体实现,这就是网络通信中的“相对透明”。

下面介绍每层的功能,并与日常生活中熟悉的信件邮递系统对比说明。邮政系统与CAN总线通信系统对比见附录。

### (1) 物理层

物理层并不是物理媒体本身,它是开放系统利用物理传输介质实现物理连接的功能描述和执行连接的规程。物理层提供用于建立、保持和断开物理连接的机械的、电气的、功能的和规程的条件。总之,物理层为数据链路层提供物理连接,透明地传输比特流。



物理层的功能主要包括:物理连接的建立与拆除,当数据链路层实体提出建立连接的请求时,物理层使用相关的协议完成连接的建立过程,在数据信号传输过程中维持这个连接,传输结束后拆除这个连接;物理层数据单元的传送,物理层定义了编码的类型、位同步方式、数据传输速率,采用的单工、半双工、全双工传输方式也在物理层说明;另外,物理层还包括传输中出现差错后的处理等管理功能。通信系统的物理层就如同邮政系统使用的公路、水路、航空等交通路线;其单工、半双工、全双工传输方式是系统布线方面的考虑,而目前邮政系统的交通比较发达,资源比较丰富,完全采用全双工或者多双工方式;通信系统物理层的驱动能力,就好像邮政系统使用的汽车、轮船、飞机等交通工具的运输能力。

物理层接口协议重点定义了通信设备的一些特性,这些特性包括:机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。其中机械特性详细规定了插头和插座的形状和尺寸,插针或者插孔的数目及其排列,固定或锁定装置等。电气特性规定了在物理连接传输二进制比特流时线路上信号电平高低,驱动器与接收器的阻抗及阻抗匹配、传输速率与接口线距离限制等。功能特性规定了设备间各条接口信号线的功能分配和确切定义。规程特性规定了利用信号线进行二进制比特流传输的一组操作过程。常用的物理接口标准有 RS232、RS422、RS485 等。

## (2) 数据链路层

数据链路层是 OSI 参考模型中的第 2 层,介于物理层和网络层之间。设立数据链路层的目的是在物理层提供的物理链路连接和比特流传输功能的基础上,为网络层之间建立、维持和释放点对点的数据链路连接和传输提供方法。总之,数据链路层的功能是为网络层提供透明的、可靠的数据传输服务。数据链路层通常分为上下两个子层:逻辑链路控制(LLC, Logic Link Control)子层和介质访问控制(MAC, Media Access Control)子层。

数据链路层的主要功能包括:链路管理、帧同步、寻址、访问控制、差错控制和流量控制、透明传输。通信系统的数据链路层功能如同邮政系统中信封上的信息功能,用于标识该信件的写信地址和收信地址等。

### ① 链路管理。

链路管理是指在两端点通信之前,通过必要的信息交换建立起数据链路连接;在数据传输阶段要维持该数据链路的连接;在数据传输结束后还要释放这一连接。数据链路的建立、维持和释放称为链路管理。

### ② 帧同步。

数据链路层传输数据的单元称为帧,它将物理层传输的比特流按一定格式分割形成信息块。帧同步就是接收方可以从接收到的比特流中准确区分出一帧的开始和结束,确定帧的边界位置。

### ③ 寻址。

数据链路层的帧包含必要的信息部分,这部分保证每一帧都能发送到正确的目的站,而且目的站也能知道发送方是哪个站。



## 第1章 CAN总线概述与协议规范

### ④ 访问控制。

当多个设备连接到同一条链路上时,数据链路层协议能够决定出哪个设备可以取得链路的控制权。

### ⑤ 差错控制和流量控制。

由于信道中干扰的存在,就会不可避免地出现数据传输错误,数据链路层可以通过纠错或检错重发两种办法实现差错控制,差错控制还包括传输过程中帧的丢失和帧的重复接收处理;流量控制是发送方的发送速率高于接收方的接收速率时,为避免由于过载造成的数据丢失而采取的控制措施。

### ⑥ 透明传输。

透明传输是指无论链路上传输的是何种比特组合,都能够正常传输。当所传数据中的比特组合恰巧与某个控制信息完全一样时,必须采取有效措施,使接收方不会误将数据信息当作控制信息,从而保证数据链路层的透明传输。根据传输中的信息的基本单位,数据链路层的传输控制分为面向字符型的数据链路控制和面向比特型的数据链路控制。

## (3) 网络层

网络层是OSI参考模型中的第3层,介于数据链路层和传输层之间。设立网络层的目的是:使报文分组以最佳路径通过通信子网达到目的主机,网络用户不必关心网络拓扑结构及所使用的通信介质,通过网络层的控制实现不同网络之间的数据交换。网络层的主要功能包括:寻址;路由选择与中继;流量控制;网络连接建立与管理。通信系统的网络层类似于邮政系统的邮局,为所收集到的信件选择最佳的路径到达目的地址。

### ① 寻址。

数据链路层完成的寻址是处理网络内的寻址问题,如果传输信息的发送者和接收者属于不同的网络,就需要网络层参与解决寻址问题。

### ② 路由选择与中继。

当传输的数据单元经过通信子网时,各个中继节点在存储转发数据的过程中,采用合适的路由选择算法,保证数据单元以某些指标最优的方式通过子网,路由选择就是网络层的主要功能之一。

### ③ 流量控制。

网络层的流量控制是对进入分组交换网的通信量进行控制,使通信子网稳定运行,尽量防止通信量过大造成通信子网性能下降。

### ④ 网络连接建立与管理。

网络层的服务可以划分为面向连接的网络服务(CONS, Connection-Oriented Network Service)和无连接的网络服务(CLNS, Connectionless Network Service)。在面向连接服务中,网络连接是指传输实体之间传递数据逻辑、贯通通信子网的端对端通信通道。



#### (4) 传输层

传输层是 OSI 参考模型中的第 4 层,介于网络层和会话层之间。在 OSI 参考模型中,通常称 1~3 层的功能为低层功能,它们是通信网络完成数据通信功能的集合;通常称 5~7 层的功能为高层功能,它们是由各端系统内部进程完成的面向应用的集合。传输层位于通信子网和资源子网之间,是低层与高层之间的特殊一层,从面向通信和面向信息处理角度来看,传输层应划在低层;而从用户功能和网络功能角度分类,传输层应划在高层。

设立传输层的目的是通过补充和完善下层网络通信服务质量的差异和不足,向上一层提供统一服务质量(QOS)的、透明的数据传输服务。总之,传输层为主机进程之间提供可靠的端对端通信,向会话层提供独立于网络的运输服务。因此传输层的主要功能是:对一个进行的对话或连接提供可靠的运输服务,在通向网络的单一物理连接上实现该连接的复用,在单一连接上提供端到端的序号与流量控制、端到端的差错控制及恢复等服务。该层的功能类似于邮政系统为了更好地实现信件的传递而增加的一些其他辅助工具或者措施。

#### (5) 会话层

会话层是 OSI 参考模型中的第 5 层,介于传输层和表示层之间。设立会话层的目的是:在两个应用进程进行相互通信时组织它们的会话,为它们之间的交互过程创建一个十分协调的环境。会话层的主要功能包括:提供会话双方之间的会话连接建立、数据传送和释放功能;管理会话双方的对话活动,主要是对令牌管理及单工、半双工或全双工数据传送方式的设立;在数据传送中插入适当的同步点,发生差错时,会话可以在双方同意的同步点重新开始;适当中断一个对话,在预定好的同步点重新开始。通信系统会话层的作用类似于在信件交流中通用规则的作用。比如通常情况下,当甲给乙发了一封信后,乙会给甲回一封信;而当乙收到银行发的账单信函时,乙不会回信给银行。

#### (6) 表示层

表示层是 OSI 参考模型中的第 6 层,介于会话层和应用层之间。设立表示层的目的是:处理通信中的语法,解决通信双方之间的数据表示问题,使描述的数据结构与机器无关,按照一些编码规则定义,在通信中传送这些信息所需要的编码。因此表示层的功能包括:语法转换(将抽象语法转换成传输语法,并在对方实现相反的转换);语法协商(根据应用层的要求协商选用合适的上下文,即确定传输语法并传送);连接管理(利用会话层服务建立表示连接,管理在这个连接之上的数据传输和同步控制,以及正常或异常地终止这个连接)。通信系统的表示层类似于信件中使用的语言。如果写信双方在信件中使用对方不懂的语言,他们可能能够收到对方的来信,但不能理解对方的意思。

#### (7) 应用层

应用层是 OSI 参考模型中的第 7 层,也是最高的一个功能层。其直接面向用户,是计算机网络与本地操作环境和应用系统间的界面。功能包括:为应用进程访问 OSI 环境提供手段;为应用进程提供服务。应用层提供的服务包括文件传输访问和管理(FTAM)、电子文电