

# CAN 总线之六 BOSCH CAN 比特位填充 (编码规则)、归零编码(RZ)和不归零编码(NRZ)

原创 ZC·Shou 于 2019-06-13 19:55:25 发布 10498 收藏 55 版权

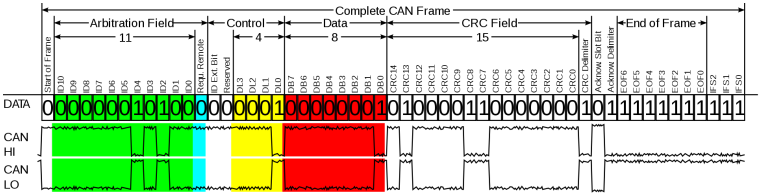
分类专栏: CAN 总线 文章标签: CAN CAN2.0 BIT Stuffing NBZ BZ

CAN 总线 专栏收录该内容

85 订阅 7 篇文章 订阅专栏

## 帧格式

在 CAN 总线中，为了确保足够的转换以保持同步，在相同极性的 5 个连续位之后使用位填充。下面以 标准格式来进行说明，先看下面标准格式的帧的图示：



在某些文档中，将 CAN 帧分为以下部分：

- **Header ( H )**：由 Start of Frame (SOF)、Arbitration Field、Control Field 组成。
- **Data field ( D )**：即数据域
- **CRC field ( R )**：即 CRC 域的 CRC 部分。其内容由 CAN 控制器在运行时计算，因此不能由应用程序直接修改。
- **Unstuffed trailer ( U )**：由 CRC delimiter、the ACK slot、the ACK delimiter、the End of Frame (EOF) field. 组成。

## 位填充

BOSCH CAN2.0 规范规定，DATA FRAME 或 REMOTE FRAME 中的位字段 START OF FRAME, ARBITRATION FIELD, CONTROL FIELD, DATA FIELD 和 CRC SEQUENCE 都需要通过**比特填充**的方法编码。每当发送器在要发送的比特流中检测到相同值的**五个连续比特**时，则自动在实际发送的比特流中**插入一个相反的比特位**，这种方法被称为**位填充**。

原始数据流：

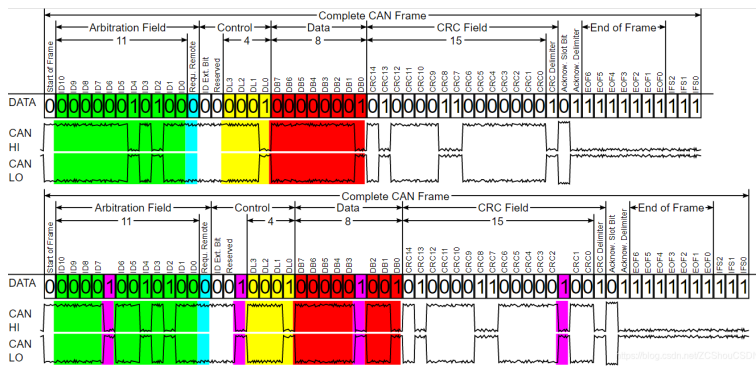
1111111111110111111101111110

位填充后：

11111011111101101111101011111010

DATA FRAME 或 REMOTE FRAME 的剩余位字段 CRC DELIMITER, ACK FIELD 和 END OF FRAME 是固定的格式，不需要填充。ERROR FRAME 和 OVERLOAD FRAME 也是固定格式，不通过位填充方法编码。

消息中的比特流根据不归零 (Non-Return-to-Zero, NRZ) 法进行编码。这意味着在总比特时间内，生成的比特电平要么是“显性”要么是“隐性”。下图为一个填充示意图：



在使用比特填充的字段中，相同极性的六个连续比特（111111或000000）被认为是错误。当检测到错误时，节点可以发送主动错误标志。主动错误标志由6个连续的比特位的显性电平组成，这违反了位填充规则。

位填充方案的一个副作用是，接收到的消息中的少量位错误可能会破坏解填充过程（接收器需要去除填充位），从而导致大量错误在解填充消息中传播。这降低了CRC针对原始错误提供的保护级别。该协议的不足之处已经在CAN FD帧中得到了解决，具体方法是使用固定填充比特和记录插入的填充比特数的计数器的组合。

## 帧长度

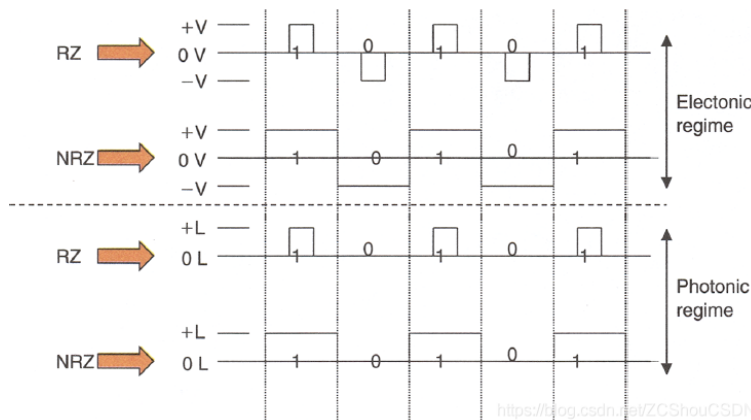
在位填充之后，CAN帧的大小将增大。填充位本身可以是五个连续相同位中的第一个，因此在最坏的情况下，每四个原始位有一个填充位。帧大小可以使用如下公式表示：

$$8s + 47 + \left\lceil \frac{34 + 8s - 1}{4} \right\rceil$$

- $s$ ：由控制域中DLC定义的数据域的长度
- $8s$ ：数据域的比特位数
- $47$ ：从SOF开始到帧间隔（3个比特位的隐性电平），除去数据域部分（ $8s$ 单独表示）
- $8s + 47$ ：表示填充之前帧的大小。
- $34$ ：根据规范的要求，可能受到位填充的位的数量。去除了不可填充的部分和某些固定位。在最坏情况下，原数据除了第一个4位后，在每个4位后增加1位（所以分子减去1）

## 归零编码(RZ)和不归零编码(NRZ)

无论是归零编码（return-to-zero, RZ）还是不归零编码（non-return to zero, NRZ），信号都是在正(+V)和负(-V)电压之间交替。逻辑1表示正电压下的信号，逻辑0表示负电压下的信号。然而，在NRZ方法中，从逻辑0到逻辑1的转换（反之亦然），直接跨越零电压电平，而在RZ方法中，转换暂时停留在零电压电平上。如下图所示：

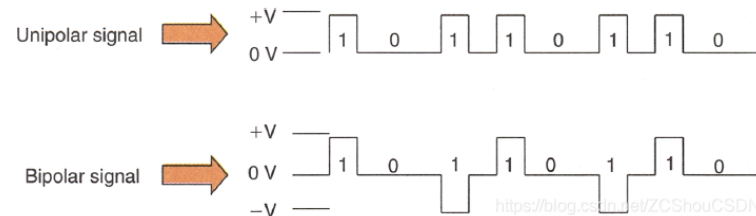


在光通信中，术语 RZ 和 NRZ 使用与以上含义不同，因为没有负光。NRZ 意味着逻辑值 1 (光脉冲) 的一个位在位周期的边界上改变它的值(从光到无光或反之亦然)。相反，RZ 表示光脉冲比比特周期窄。在光信号中，逻辑 1 导通大约三分之一的位周期并且关闭大约三分之二。逻辑 0 在比特周期的三分之二时间内保持关闭状态。

## 双极信号和单极信号

**双极信号 (bipolar signal)** 是一个三电压级的信号，通常在正电压和负电压之间摇摆。双极信号可以是 RZ 或 NRZ。在数字双极信号中，正电压和负电压交替出现。这导致输电线路上的零直流分量。

**单极信号 (unipolar signal)** 是一种两级信号，通常在零级和正级之间波动。单极信号被认为是一种开关信号，可以应用于电信号或光学信号。在电力传输中，假设统计上有相同数量的1和0，那么直流分量可能达到峰值正电压的一半。对于长距离传输，这种直流分量是不可取的。在光学传输中，单极信号也称为开关键控。



还有一类是多级信号。在这种情况下，可以使用几个电压电平(例如，8)，每个电平对应8个代码中的一个。尽管多级信号由于其固有的编码压缩特性而具有很大的吸引力，但它们并不用于通信网络的传输。在光传输中，不存在多电平信号。

## 48/58, 88/108 CODING

4B/5B 代码将 4 位转换成 16 个预定的 5 位代码之一。因此，即使原始的 4 位代码是 0000，它也被转换为 5 位非全零代码。此方法避免在任何代码中都包含所有零。它也可以设计成连续模式避免某些字符串。4B/5B 意味着转换后的初始 1 Gb/s 比特率由于增加了比特而增加到 1.25 Gb/s。也就是说，有 25% 的开销带宽损失。类似地，8B/10B 代码将 8 位转换成 256 个预定的 10 位代码之一。带宽损失也是 25%。

## 参考

1. 维基百科——CAN BUS
2. BOSCH CAN2.0 规范 Part A 部分
3. Preventing bit stuffing in CAN - Gianluca Cena, Ivan Cibrario Bertolotti, Tingting Hu, and Adriano Valenzano, CNR-IEIIT
4. Using bit-stuffing distributions in CAN analysis - Thomas Nolte, Student member, IEEE, Hans Hansson, Member, IEEE, Christer Norström, Member, IEEE, Sasikumar Punnekkat, Member, IEEE



技术干货

深入研究，分享最纯粹的技术干货

微信公众号 >

### HDB3编码规则的PPT讲解

04-01

1、观察NRZ码、RZ码、BRZ码、BNRZ码、AMI码、CMI码、HDB3码、BPH码的波形。2、...

### 《计算机网络》——几种编码形式

蘑菇炖墨菲 8234

一、定义 调制：把数据变换为模拟信号的过程称为调制。编码：把数据变换为数据信号的过程...

### 计算机网络(编码与调制)详解\_计算机网络编码方式\_依然范特嘻的博客...

7-6

4.归零编码【RZ】信号电平在一个码元之内都要恢复到零的这种编码成编码方式。(不推荐使...

### ...单双级(不归零码)\_单极性归零编码\_苏某的橡皮擦的博客

7-11

常见数字编码 常见的几种数字编码有:单极性不归零编码(NRZ)、单极性归零编码(RZ)、双...

### CAN总线中的位填充(Bit Stuffing)与错误帧(Error Frame)

u013391094的博客 907

在了解CAN总线中的错误帧之前，首先需要了解什么是**位填充(Bit Stuffing)**, 这是一项非常重要...

CAN的**填充**机制解释及其延伸知识 **最新发布** WE\_BIG的博客 192  
这种方法缺点在于可是你手机的时间出现偏差，你的时间提前了半小时，早上七点半你发送信...

几种**编码**方案\_单极性**归零**码\_Tyson2462的博客 7-1  
双极性**编码**:1在正负电平间变化,零电平表示0 **归零**码(Return Zero,**RZ**): 正电平到零电平表示0,...

**编码**与调制\_时钟格式 **nrz**和**nf\_shouko\_mai**的博客 7-20  
在**归零**编码****中用高电平代表1,低电平代表0。(或者相反)每个时钟周期的中间均跳变到低电平,即...

liu2.rar\_**nrz** power\_不**归零** 07-15  
画出单极性不**归零**码及其功率谱 即在通信原理中经典的应用

2.4 **编码**与调制 DNA\_China 的博客 1805  
**编码**与调制

数字信号的**编码**方式\_**nrz-l**\_csuzhucong的博客 7-22  
不**归零****编码**(**NRZ**)、**归零****编码**(**RZ**)、曼彻斯特**编码**、差分曼彻斯特**编码**。其中**NRZ** 分为 **NRZ-L**...

CAN通信基础 我是齐潇啊 230  
CAN通信基础学习笔记

不**归零**制**编码**、**归零**制**编码**、**NRZI** sunming的博客 4056  
USB 对这个问题的解决办法，就是强制插 0，也就是传说中的 **bit-stuffing**，如果要传输的数据...

计算机网络之数字数据**编码**为数字信号 m0\_43405302的博客 2962  
常见的**编码**方式包括有：1.**归零**码、2.非**归零**码、3.反向非**归零**码、4.曼彻斯特**编码**和5.差分的...

**RZ**(**归0**码)、**NRZ**(不**归0**码) **热门推荐** qq\_37790902的博客 1万+  
1.**RZ** **编码** (Return-to-zero Code) ，即**归零****编码**。。其特点是在每个信号单元的中间均有跳变...

**NRZ**modulate.rar\_matlab 单极性码\_modulation\_**nrz**\_不**归零**\_单极性**归零**码 07-14  
单极性不**归零**码的调制和功率谱估计，包括眼图

cmi**编解码**\_quartusII\_**NRZ**序列\_**NRZ****编码**\_vpr格式**解码**\_cmiverilog\_ 09-28  
将随机序列编写为**NRZ**序列，分频之后**编码**为**CMI****编码**，之后进行**CMI****解码**。运行环境QuartusI...

Manchester.rar\_**NRZ****编码** VHDL\_manchester **nrz** vhdI\_**nrz**的VHDL\_曼彻斯... 07-15  
运行于Altera Cyclone FPGA平台,由VHDL编写的**NRZ**到曼彻斯特**编码**和曼彻斯特**编码**到**NRZ**解...

【计算机网络期末复习】 Jeekzhang的博客 2116  
2022秋计算机网络期末复习文档

计算机网络**归零****编码**,数字数据**编码** weixin\_39825045的博客 1945  
1)不**归零**制码(**NRZ**: Non-Return to Zero)即用两种不同的电平分别表示二进制信息"0"和"1", ...

CAN**总线**学习总结1——**位**定时与同步 u014156403的博客 4798  
CAN**总线**——**位**定时与同步 一: **位**时间 **总线**管理功能管理功能执行在**位**时间范围内，如CAN...

不**归零**码**位**填充技术\_一种用于**填充**星级的简单JavaScript... Web design 教程小屋 386  
在这个简短的教程中，我们将介绍一种简单而有用的方法，用于使用HTML，CSS和JavaScript...

汽车电子学习笔记---**RZ**、**NRZ**、**NRZ1**、曼彻斯特**编码** weixin\_42399934的博客 2834  
汽车电子学习笔记—**RZ**、**NRZ**、**NRZ1**、曼彻斯特**编码** 1、**RZ**(Return Zero Code)**编码** 也称为...

**归零**码、非**归零**码、反向不**归零**码、曼彻斯特**编码** 05-18  
这四种**编码**方式都是数字信号的**编码**方式，用于将数字信号转换为模拟信号或数字信号传输。 ...

“相关推荐”对你有帮助么？  
🙄 非常没帮助 🙄 没帮助 😐 一般 😊 有帮助 😄 非常有帮助



ZC-Shou

码龄9年

1 专家

暂无认证

144

6649

2317

193万+



原创

周排名

总排名

访问

等级

1万+

4159

2148

502

1万+

积分

粉丝

获赞

评论

收藏




































私信

关注


搜博主文章




### 热门文章

- Python 之 pip安装 及 使用详解  248943
- Network 之二 Ethernet (以太网) 中的  
MAC、MII、PHY 详解  150588
- STM32 之一 HAL库、标准外设库、LL库  
(STM32 Embedded Software)   
111679
- STM32 之二 HAL库详解 及 手动移植   
103870
- Visual Studio Code (VSCode) 之 C/C++  
调试配置详解  75626


### 分类专栏

- 


Linux

13篇
- 


U-Boot

7篇
- 


ARM

15篇
- 


STM32

18篇
- 

Network

14篇
- 

FreeRTOS

8篇
- 

### 最新评论

- LwIP 之四 超时处理 (timeouts.c/h) 、 ...  
Qian Fa.: 还有就是上述diff的值，在插入第  
四个节点之后，此时的timeout应该是 3( ...
- LwIP 之四 超时处理 (timeouts.c/h) 、 ...  
Qian Fa.: 这个定时器注册sys\_timeout函  
数，在之前的版本是使用了一个宏，#de ...
- U-Boot 之七 详解 Driver Model 架构、配...  
duanyu002: 六呢大哥 🤔
- 华大 MCU 之四 使用问题记录  
兴趣使然.: 麻蛋, 我说为什么在线调试时,  
复位程序后不能再触发中断了, 原来是因 ...
- Network 之二 Ethernet (以太网) 中的 M...  
ID2442512720: 学习了, 感谢!

您愿意向朋友推荐“博客详情页”吗？



强烈不推荐 不推荐 一般般 推荐 强烈推荐

最新文章

- Network 之十三 NC-SI 原理、拓扑结构、RBT 接口及仲裁、协议格式
- Network 之十二 iPXE 源码、编译过程、Linker tables 机制、移植新驱动、固件使用
- LwIP 之七 详解 PBUF 结构、通信数据流、性能优化

2023年 11篇	2022年 21篇
2021年 22篇	2020年 12篇
2019年 25篇	2018年 46篇
2017年 19篇	

目录

- 帧格式
- 位填充
- 帧长度
- 归零编码(RZ)和不归零编码(NRZ)
- 双极信号和单极信号
- 48/58, 88/108 CODING
- 参考