

CAN总线学习记录之二：系统结构与帧结构

CAN总线系统结构

CAN 控制器

接收控制单元中微处理器发出的数据，处理数据并传给 CAN 收发器

CAN 收发器

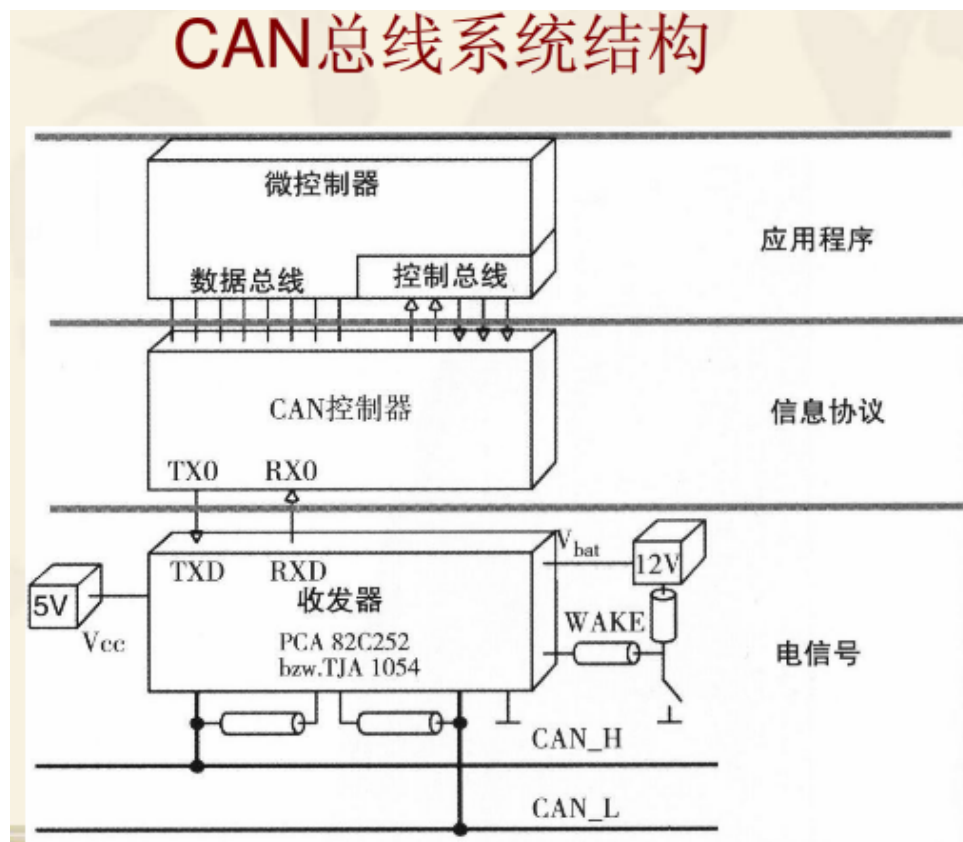
将数据传到总线 or 从总线接收数据给 CAN 控制器

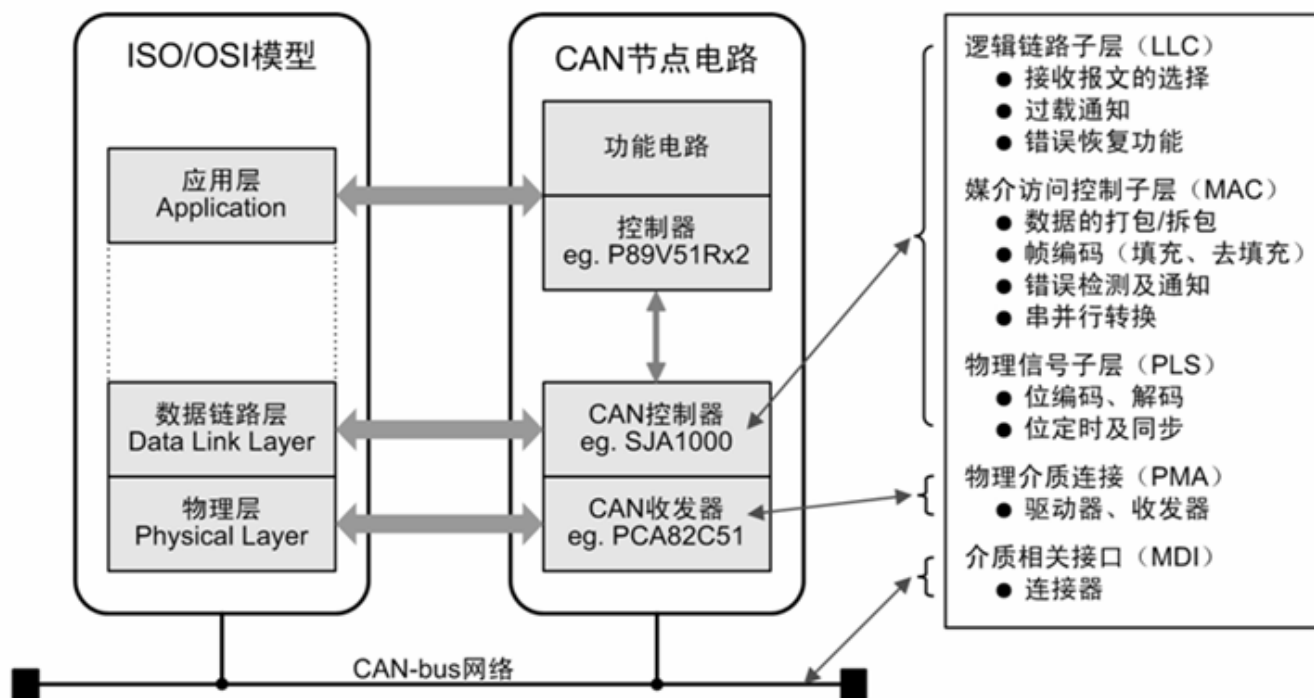
CAN 数据传递终端

避免数据传输终了反射回来

CAN 数据总线

传输数据的数据线，两根：CAN-high and CAN-low，差分信号





CAN 总线系统的数据传输

CAN 总线节点上的节点发送数据是以报文的形式广播给网络中所有节点。收发器接收到数据就把数据传送给控制器，再由控制器检查判断是不是所需数据。不是则忽略。

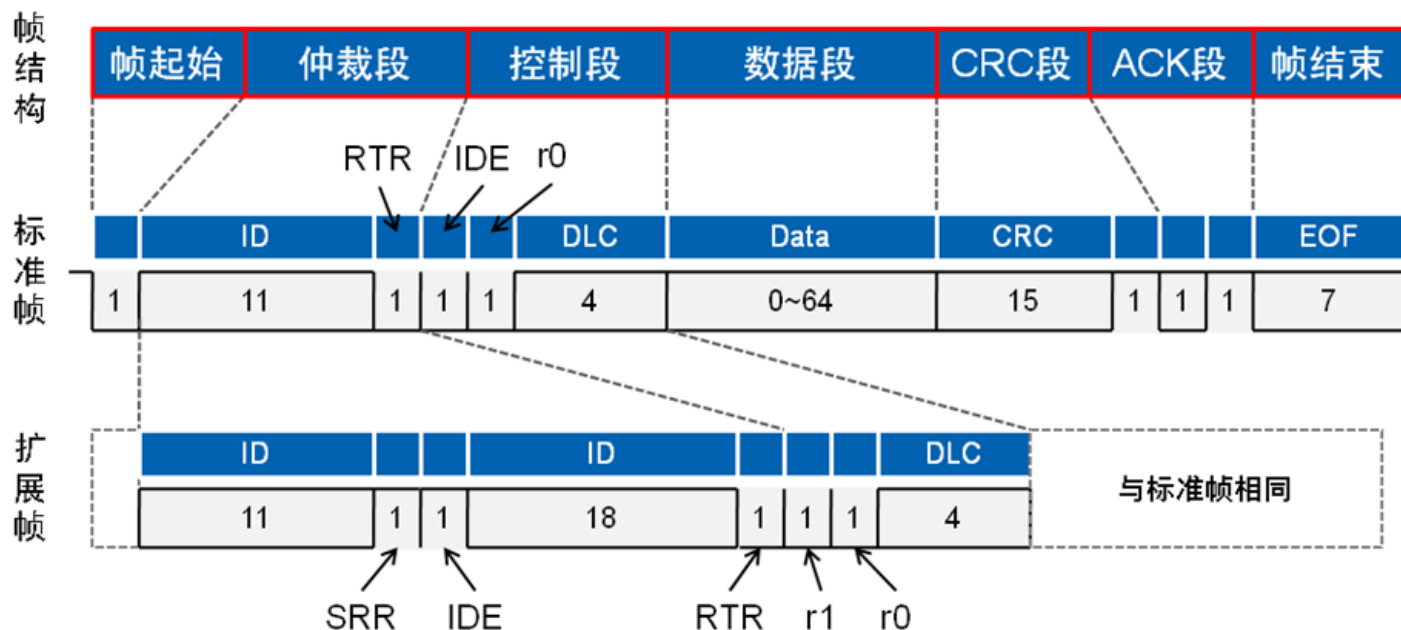
- 网络上任何一个节点在任何时候都可以发送数据
- 多个节点发送数据，优先级低主动退出发送
- 短帧结构，每帧数据信息为0~8字节（具体用户定义），对数据编码而不是地址编码
- CAN 每帧都有 CRC 校验和其他检验措施，严重错误的情况下具有自动关闭输出的功能

CAN 总线系统数据格式

CAN-bus 通信帧共分为数据帧、远程帧、错误帧、过载帧和帧间隔五种类型。

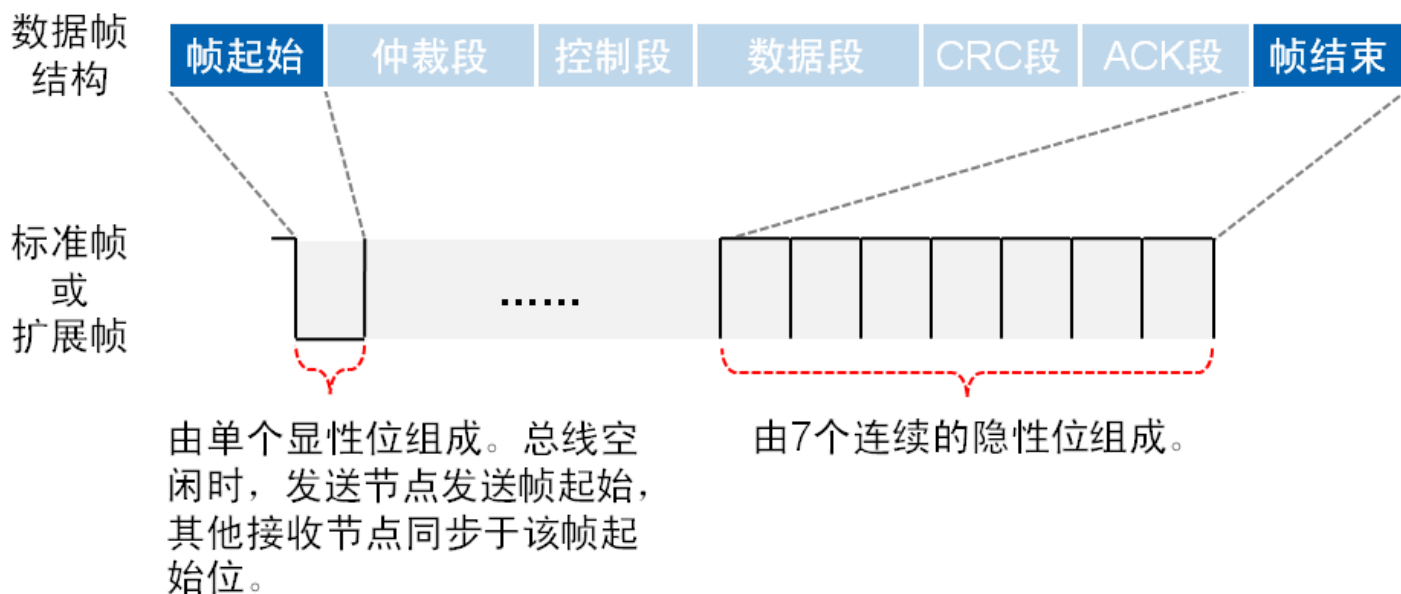
• 数据帧

结构上由7个段组成，其中根据仲裁段ID码长度的不同，分为标准帧（CAN2.0A）和扩展帧（CAN2.0B）。



帧起始、帧结束

帧起始和帧结束用于界定一个数据帧，无论是标准数据帧或扩展数据帧都包含这两个段。

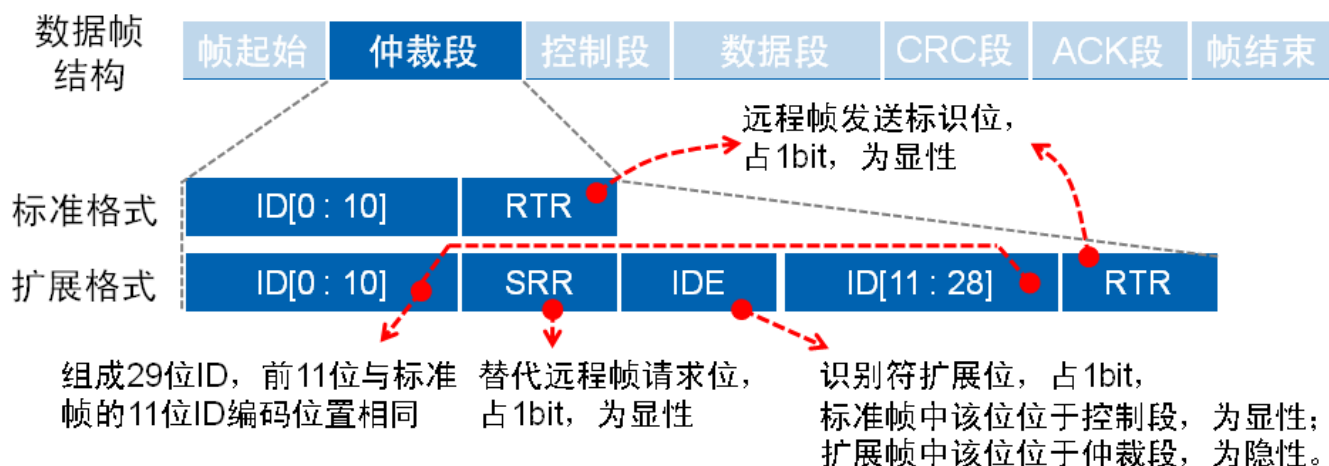


仲裁段



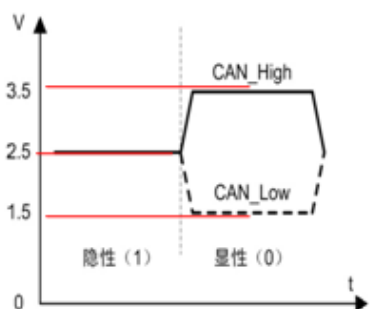
CAN-bus是如何解决多个节点同时发送数据，
即总线竞争的问题？该问题由仲裁段给出答案。

CAN-bus并没有规定节点的优先级，但通过仲裁段帧ID规定了数据帧的
优先级。根据CAN2.0标准版本不同，帧ID分为11位和29位两种。

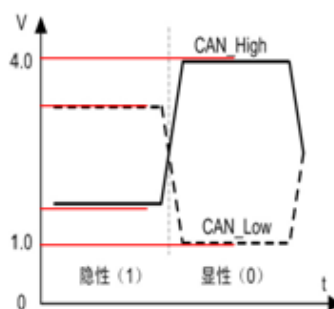


显性隐性

CAN-bus发布了ISO11898和ISO11519两个通信标准，此两个标准中差分电平的特性不相同。



ISO11898高速CAN电平

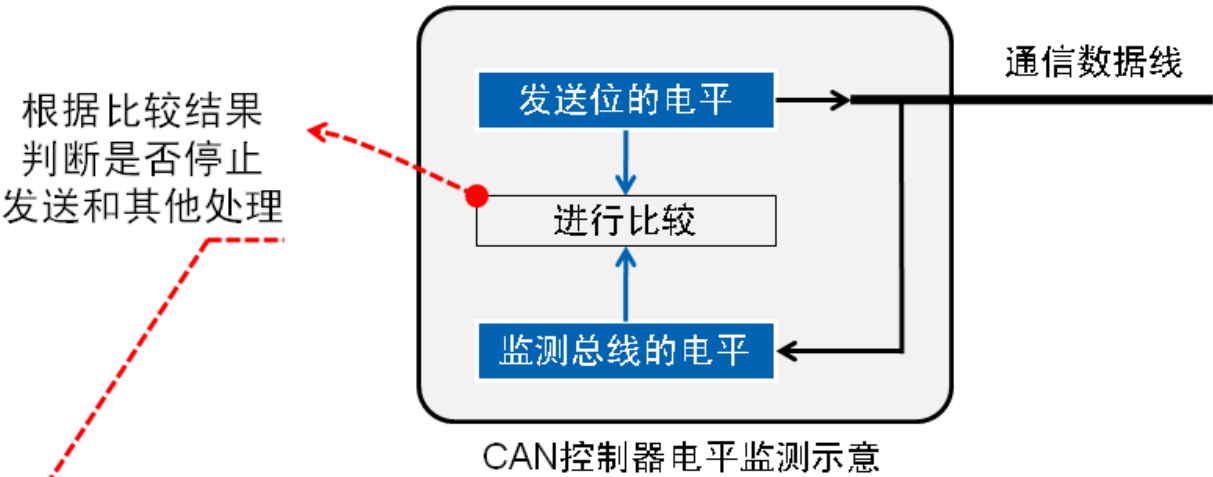


ISO11519-2低速CAN电平

物理层	ISO11898		ISO11519-2	
电平	显性	隐性	显性	隐性
CAH_H/V	3.50	3.00	4.00	1.75
CAN_H/V	1.50	3.00	1.00	3.25
电位差/V	2.00	0	3.00	-1.50

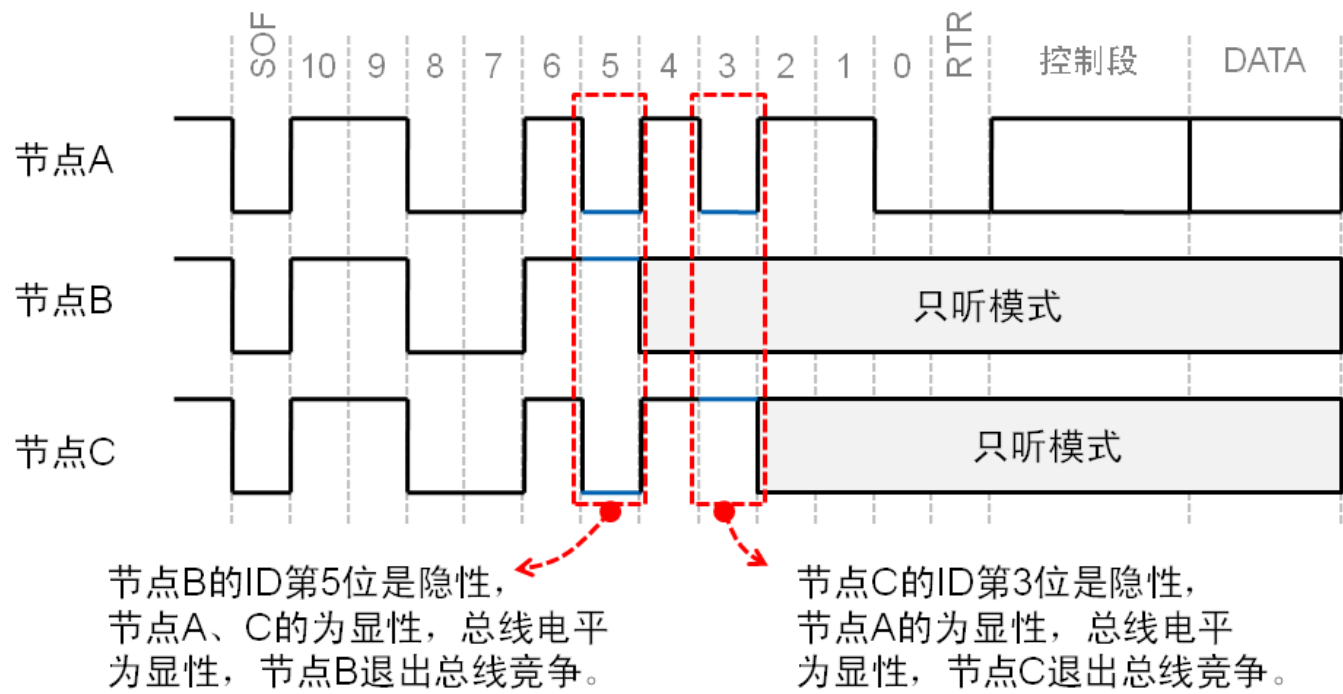
总线仲裁

CAN控制器在发送数据的同时监测数据线的电平是否与发送数据对应电平相同，如果不同，则停止发送并做其他处理。



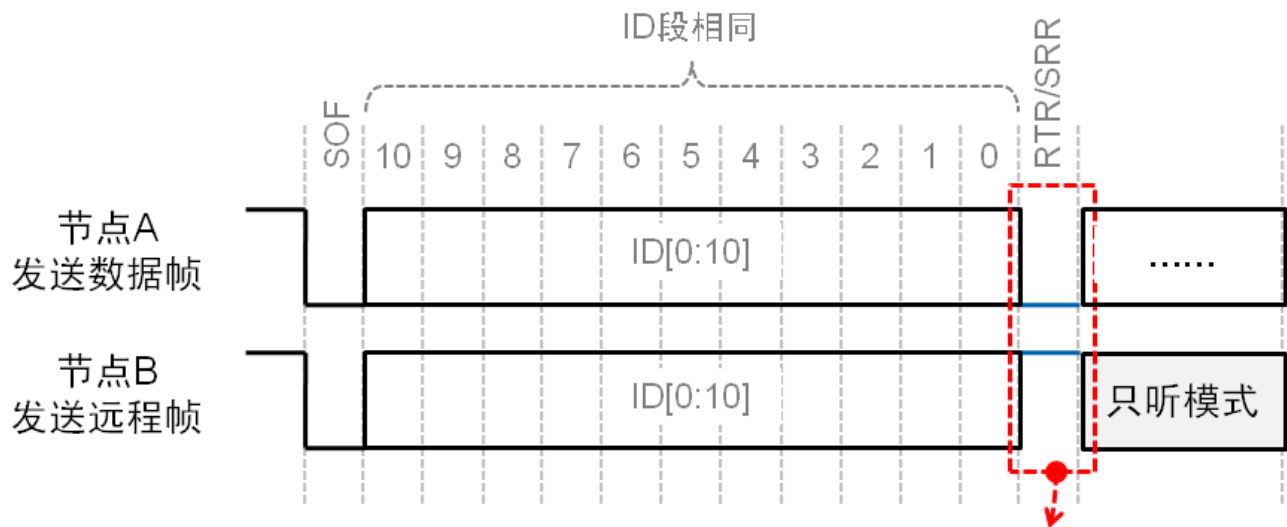
- 如果该位属于仲裁段，则退出总线竞争；
- 如果处于其他段，则产生错误事件（帧ACK时间段或被动错误标志传输期间除外）。

假设节点A、B和C都发送相同格式相同类型的帧，如标准格式数据帧，它们竞争总线的过程是：



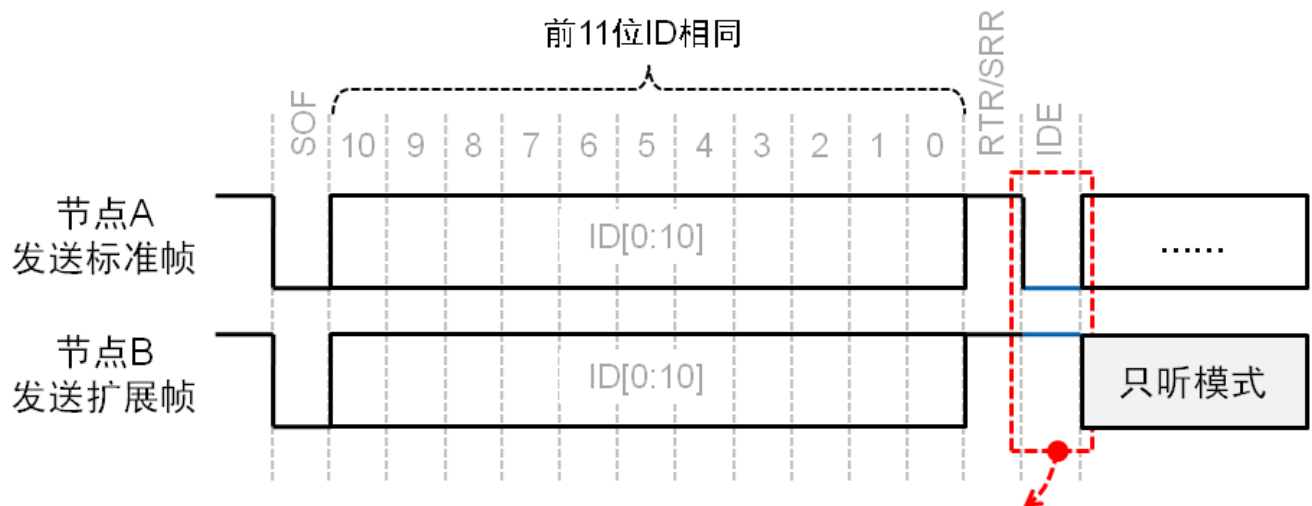
- 从该分析过程得出结论是：帧 ID 值越小，优先级越高
- 对于同为扩展格式数据帧、标准格式远程帧和扩展格式远程帧的情况同理。

由于数据帧的RTR位为显性电平，远程帧的RTR位为隐性电平，所以帧格式和帧ID都相同情况下，数据帧的优先级比远程帧优先级高：



- 节点A仲裁失败退出发送，进入只听模式；
- 节点B获得总线，继续发送剩余数据。

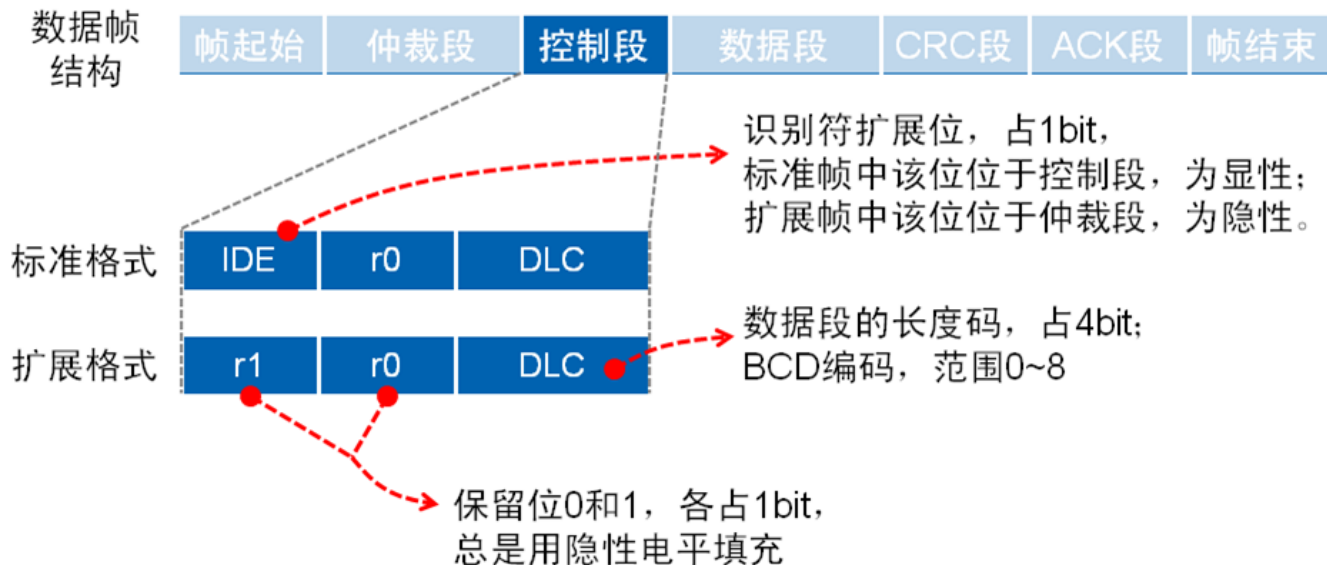
由于标准帧的IDE位为显性电平，扩展帧的IDE位为隐性电平，对于前11位ID相同的标准帧和扩展帧，标准帧优先级比扩展帧高。



- 当发送IDE位时，由于线与的原理，总线上出现显性电平，
- 节点B仲裁失败，进入只听模式。
 - 节点A获得总线，继续发送剩余数据。

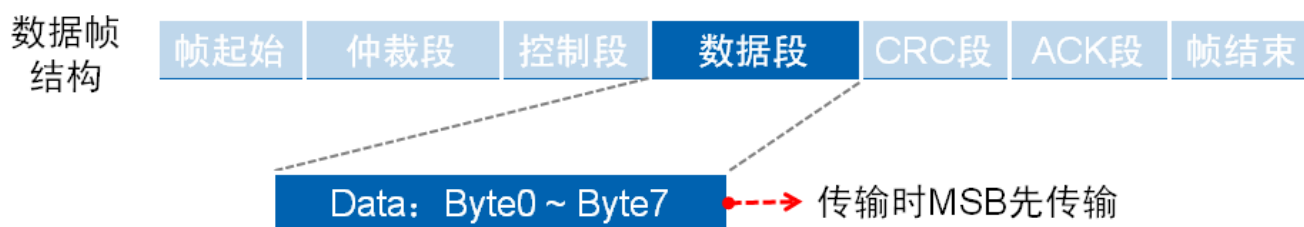
控制段

控制段共6位，标准帧的控制段由扩展帧标志位IDE、保留位r0和数据长度代码DLC组成；扩展帧控制段则由IDE、r1、r0和DLC组成。



数据段

一个数据帧传输的数据量为0~8个字节，这种短帧结构使得CAN-bus实时性很高，非常适合汽车和工控应用场合。



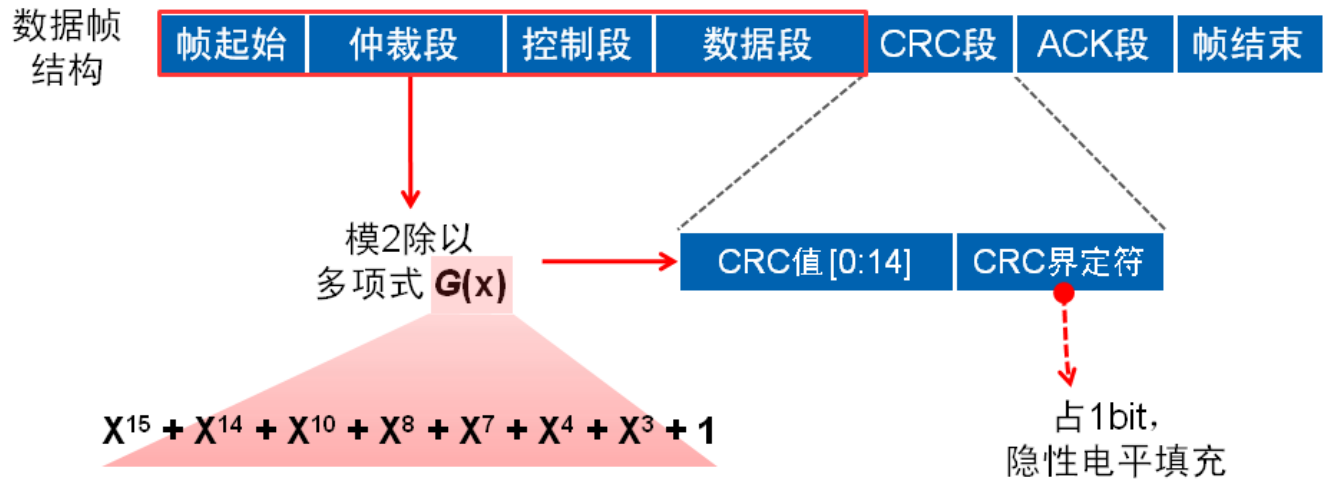
与其他总线协议相比，CAN-bus的短帧结构具有以下优势：

优势 1： 数据量小，发送和接收时间短，实时性高。

优势 2： 数据量小，被干扰的概率小，抗干扰能力强。

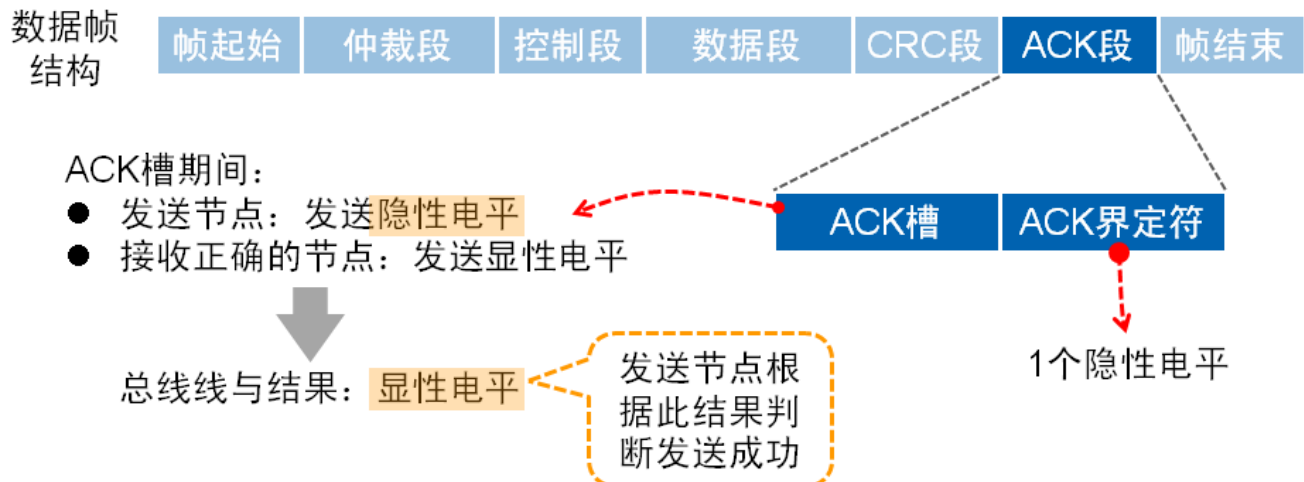
CRC段

CAN-bus使用CRC校验进行数据检错，CRC校验值存放于CRC段。
CRC校验段由15位CRC值和1位CRC界定符构成。



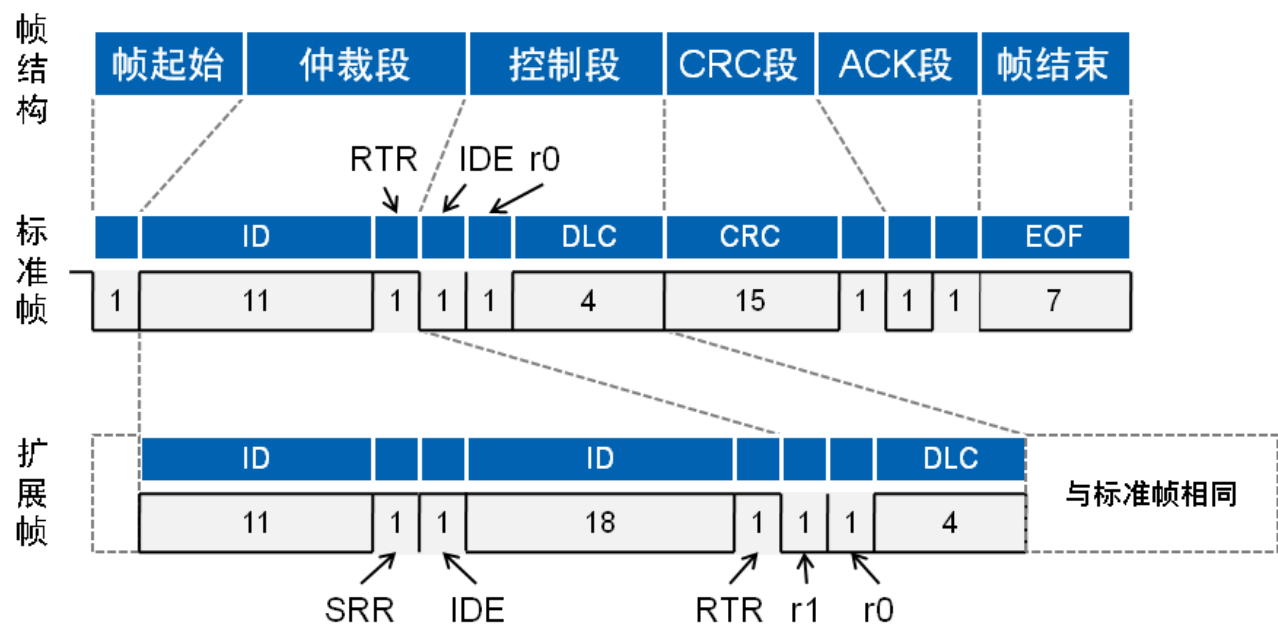
ACK段

当一个接收节点接收的帧起始到CRC段之间的内容没发生错误时，它将在ACK段发送一个显性电平。



远程帧

与数据帧相比，远程帧结构上无数据段，由6个段组成，同理分为标准格式和扩展格式，且RTR位为1（隐性电平）。

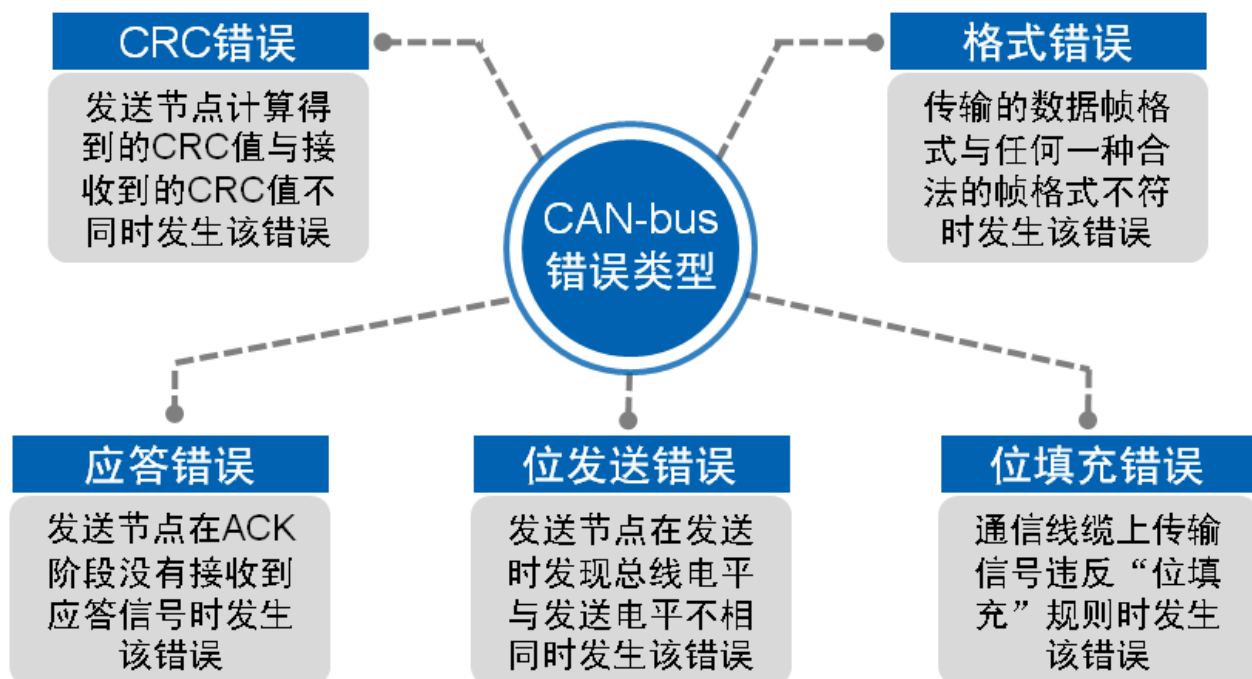


数据帧与远程帧的区别

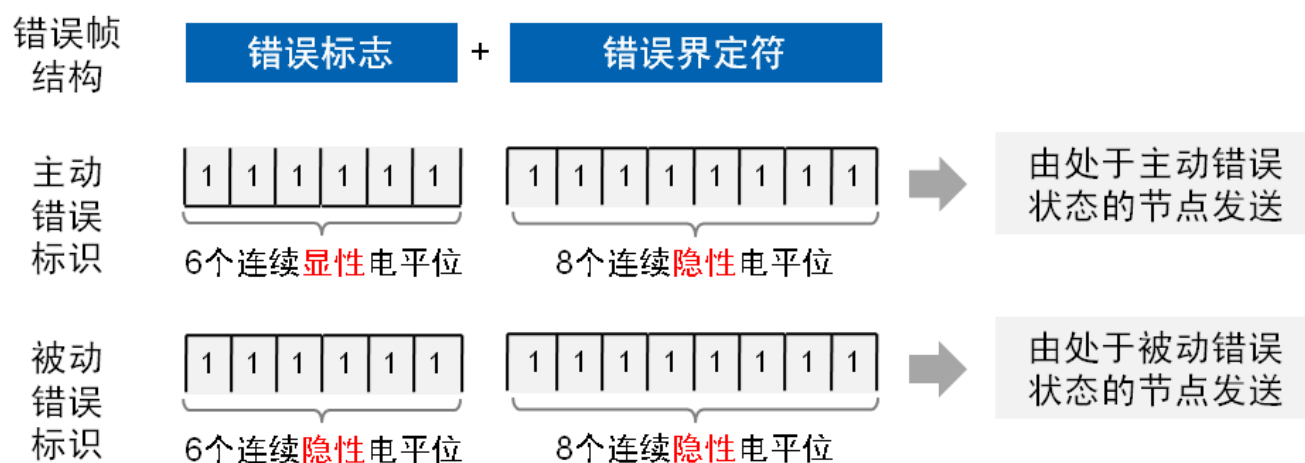
比较内容	数据帧	远程帧
ID	发送节点的ID	被请求发送节点的ID
SRR	0（显性电平）	1（隐性电平）
RTR	0（显性电平）	1（隐性电平）
DLC	发送数据长度	请求的数据长度
是否有数据段	是	否
CRC校验范围	帧起始 + 仲裁段 + 控制段 + 数据段	帧起始 + 仲裁段 + 控制段

CAN-bus 错误类型

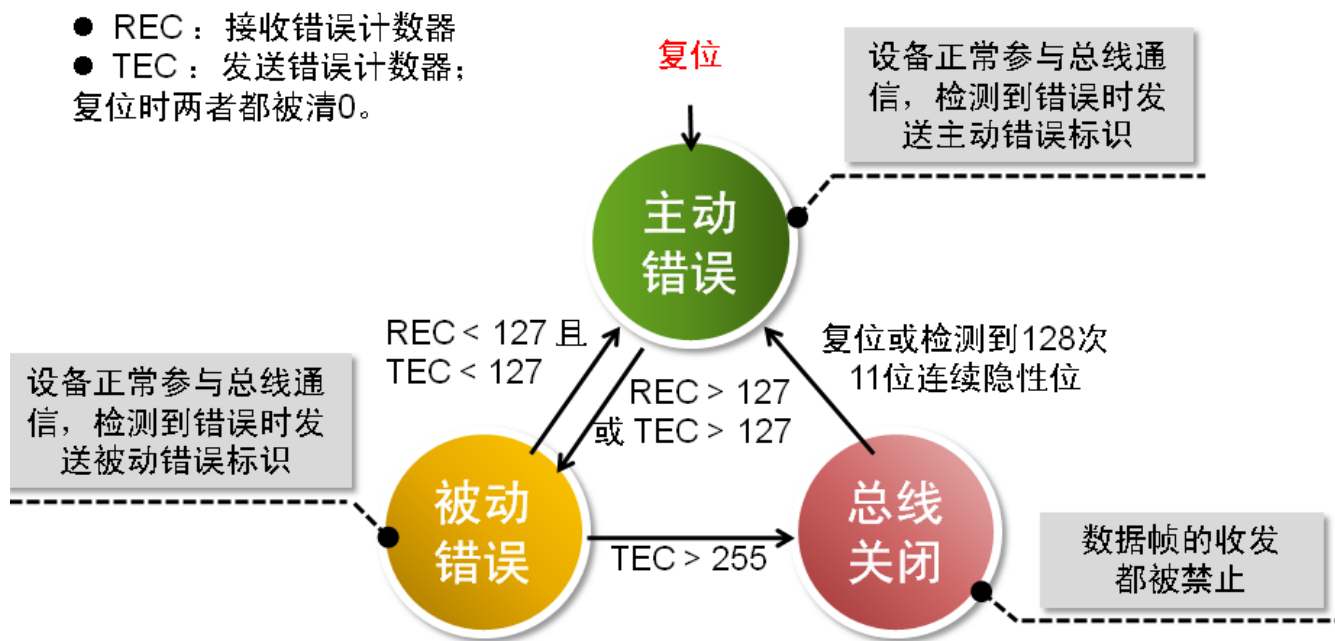
尽管CAN-bus是可靠性很高的总线，但依然可能出现错误；CAN-bus的错误类型共有5种。



当出现5种错误类型之一时，发送或接收节点将发送错误帧。错误帧的结构如下，其中错误标识分为主动错误标识和被动错误标识。

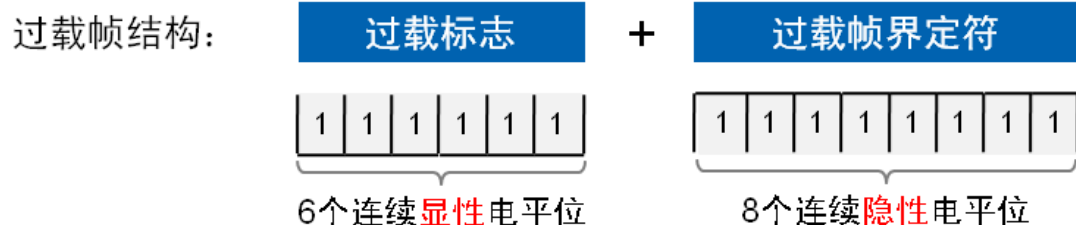


为防止自身由于某些原因导致无法正常接收的节点一直发送错误帧，干扰其他节点通信，CAN-bus规定了节点的3种状态及其行为。

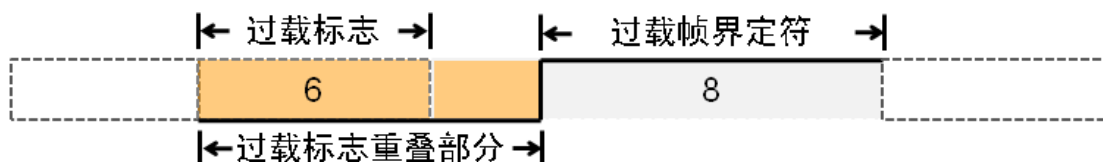


过载帧

当某个接收节点没有做好接收下一帧数据的准备时，将发送过载帧以通知发送节点；过载帧由过载标志和过载帧界定符组成。

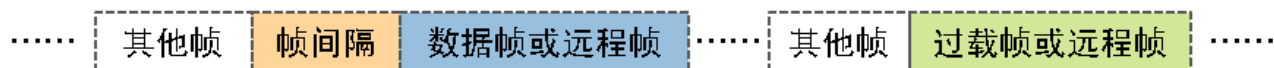


由于存在多个节点同时过载且过载帧发送有时间差问题，可能出现过载标志叠加后超过6个位的现象。

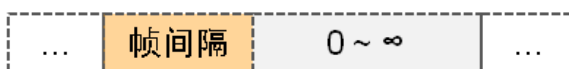


帧间隔

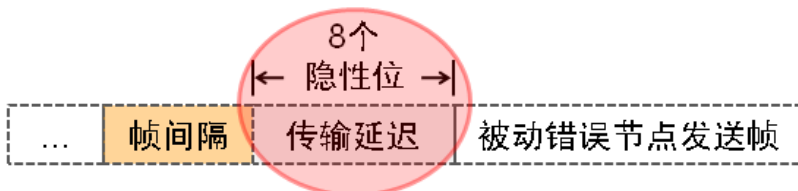
帧间隔用于将数据帧或远程帧和他们之前的帧分离开，但过载帧和错误帧前面不会插入帧间隔。



- 1: 帧间隔过后，如果无节点发送帧，则总线进入空闲。



- 2: 帧间隔过后，如果被动错误节点要发送帧，则先发送8个隐性电平的传输延迟，再发送帧。



保证主动错误节点优先发送，
避免被动错误节点因硬件故障干扰整个网络

CAN-bus整个链路层处理数据的流程是：

