



恒润科技
HIRAIN TECHNOLOGIES

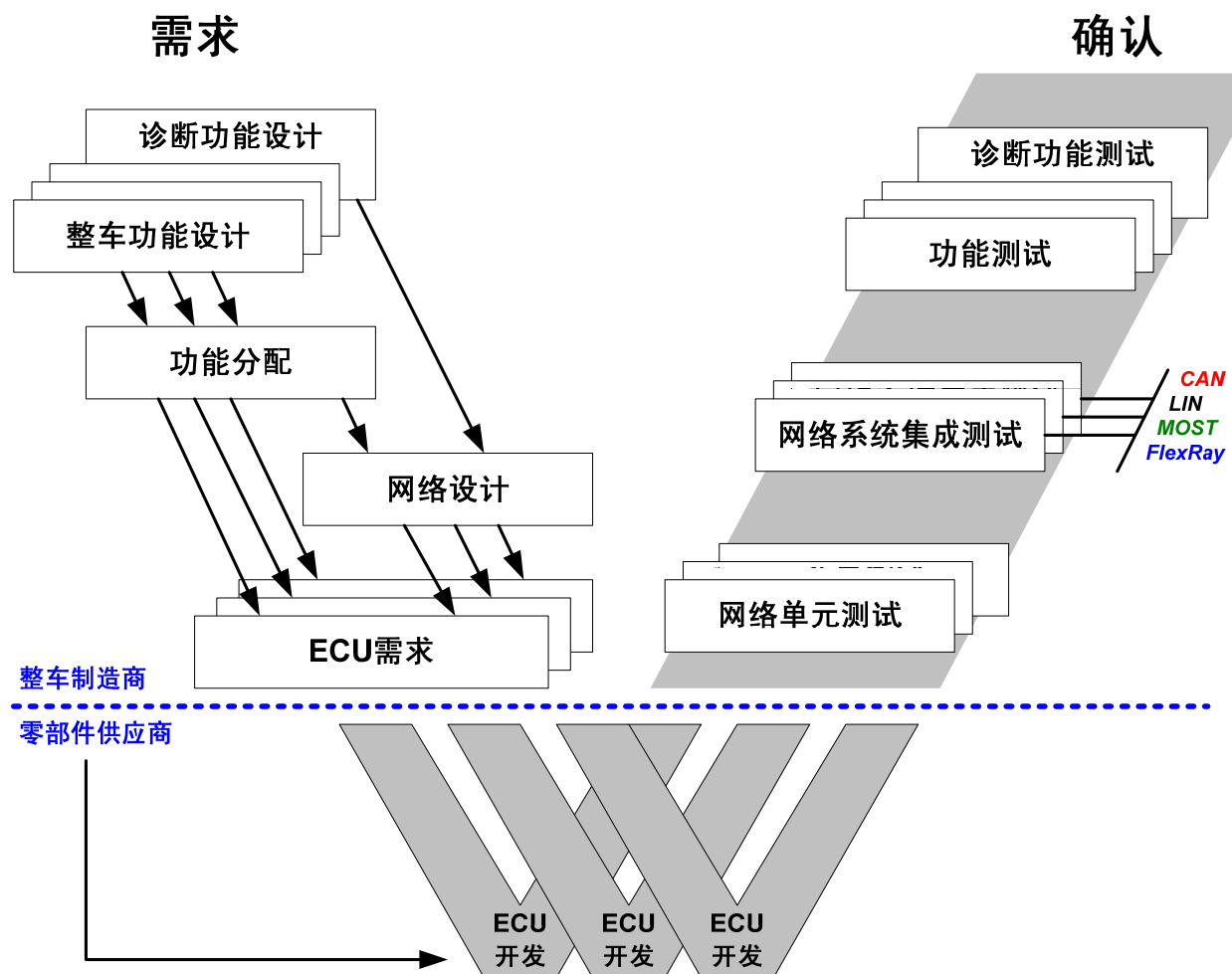
通信矩阵设计

北京经纬恒润科技有限公司
汽车电子事业部
2012年9月20日

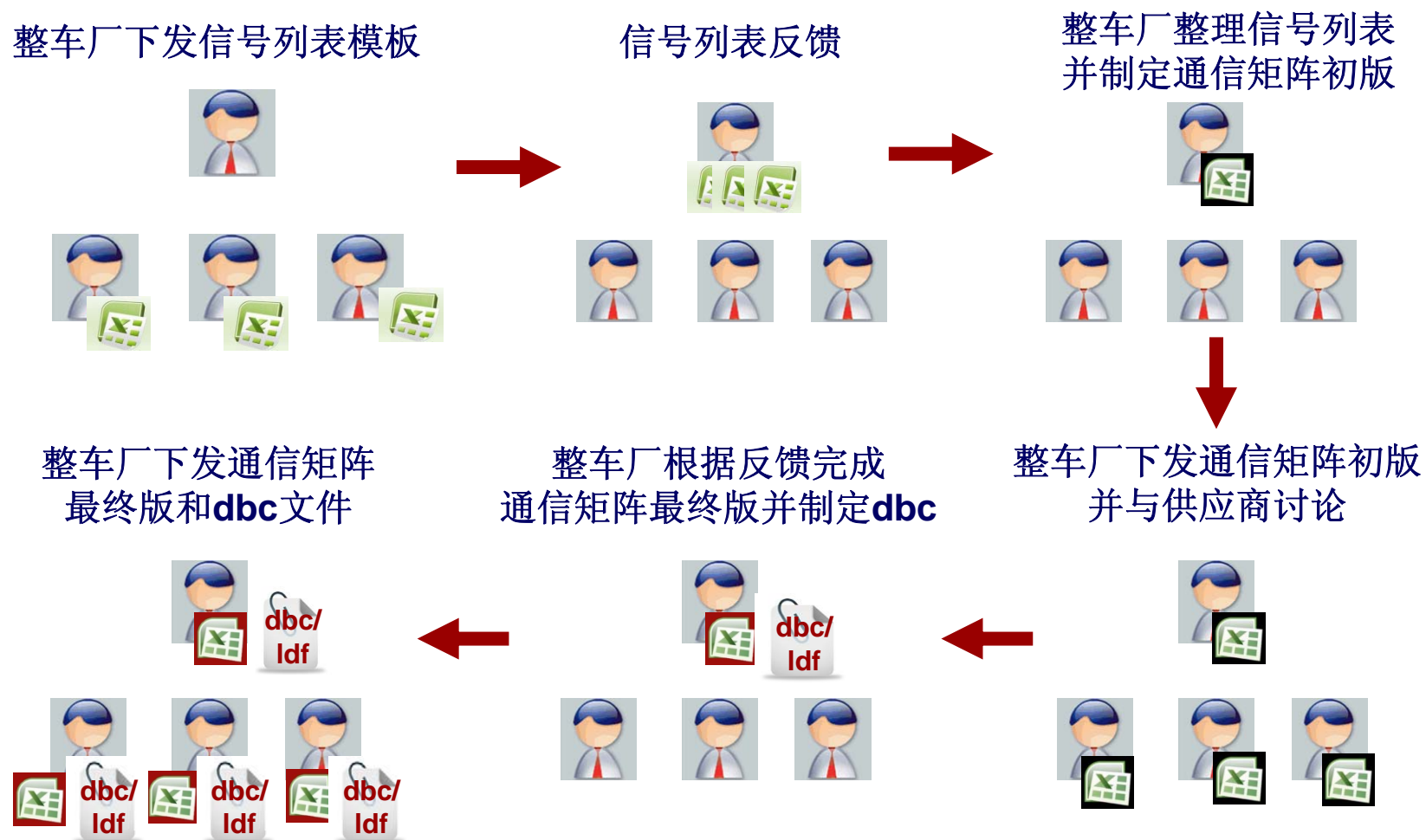
- 设计流程
- **CAN**通信矩阵设计
- 网关报文和路由设计

- 设计流程
- CAN通信矩阵设计
- 网关报文和路由设计

■ V模式开发流程



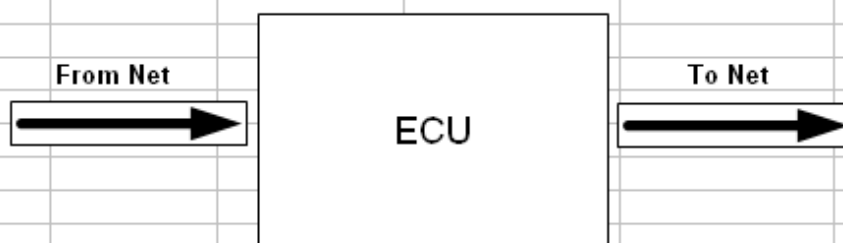
- 信号列表整理
- 通信矩阵设计 (**xls/dbc/ldf**)



- 设计流程简介
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ❖ 信号可靠性
 - ❖ 优化准则
- 网关报文和路由设计

■ 信号列表模板

List Of Net Logical Signals - 逻辑信号列表



从网络接收的信号 (输入-From Net)

| # | Signal Name 信号名称 | Bit Length 信号长度 | Resolution 精度 | Offset 偏移量 | Physical Range 物理值范围 | Default Value 默认值 | Invalid Value 无效值 | Unit 单位 | Period 希望周期 | Remarks 备注 |
|---|---------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------|----------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

发送的信号 (输出-To Net)

| # | Signal Name 信号名称 | Bit Length 信号长度 | Resolution 精度 | Offset 偏移量 | Physical Range 物理值范围 | Default Value 默认值 | Invalid Value 无效值 | Unit 单位 | Send Period 发送周期 | Remarks 备注 |
|---|---------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------|---------------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |

■ 信号描述

| 从网络接收的信号（输入-From Net） | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------|----------------|---------------|
| # | Signal Name 信号名称 | Bit Length 信号长度 | Resolution 精度 | Offset 偏移量 | Physical Range 物理值范围 | Default Value 默认值 | Invalid Value 无效值 | Unit 单位 | Period 希望周期 | Remarks 备注 |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |

- 信号名称：一般以发送节点的名称开头；
 - ❖ 例如：**ABS_FrontLeftWheelSpeed**
- 信号长度：描述信号的长度，单位**bit**；

■ 信号描述

从网络接收的信号 (输入-From Net)

| # | Signal Name 信号名称 | Bit Length 信号长度 | Resolution 精度 | Offset 偏移量 | Physical Range 物理值范围 | Default Value 默认值 | Invalid Value 无效值 | Unit 单位 | Period 希望周期 | Remarks 备注 |
|---|---------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------|----------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |

- 精度/偏移量: 共同描述信号物理值的计算方法;
 - ❖ 信号物理值 = $x \times \text{精度} + \text{偏移量}$
 - ❖ 例如: **ABS_FrontLeftWheelSpeed**物理值计算:
 - $E = N \times 0.05625 + 0$
- 物理值范围: 经过物理值转换后的最大最小值;
 - ❖ 例如: **ABS_FrontLeftWheelSpeed**物理值范围为:
0~3686.2875

■ 信号描述

从网络接收的信号 (输入-From Net)

| # | Signal Name 信号名称 | Bit Length 信号长度 | Resolution 精度 | Offset 偏移量 | Physical Range 物理值范围 | Default Value 默认值 | Invalid Value 无效值 | Unit 单位 | Period 希望周期 | Remarks 备注 |
|---|---------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------|----------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |

■ 默认值:

❖ 根据通信需求规范, 接收节点在某些时候将信号默认值传递给应用程序;

□ 例如: 发送节点超时未发送、发送节点发送无效值等

■ 无效值:

❖ 根据通信需求规范, 发送节点在某些时候发送无效值;

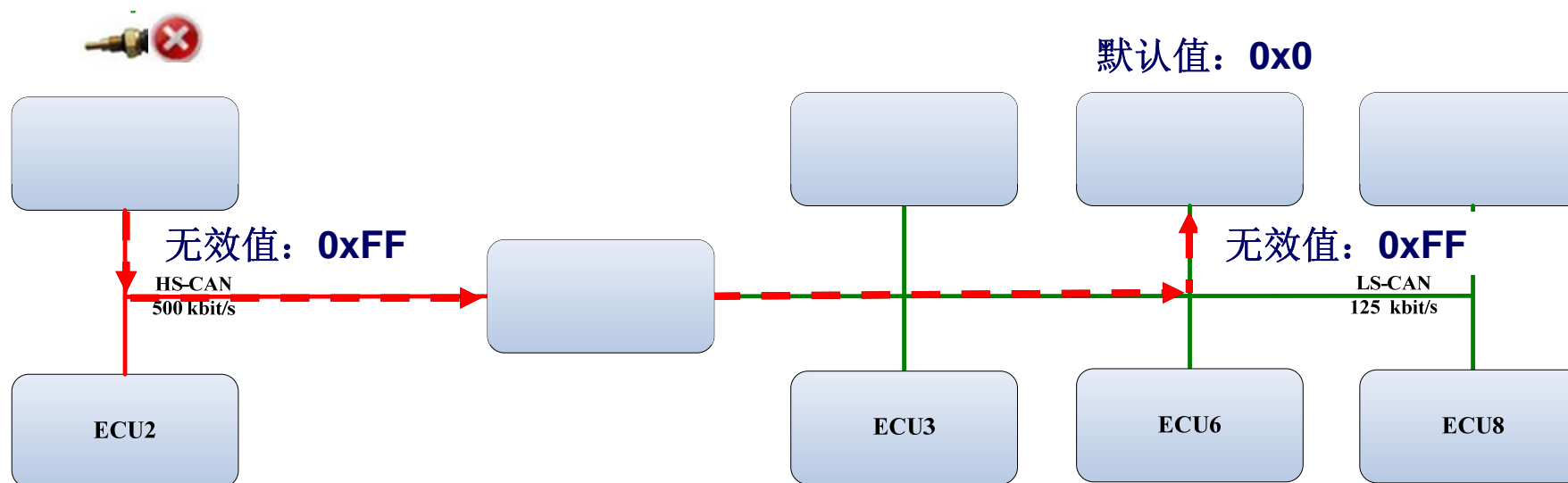
□ 例如: 传感器失效时

■ 单位:

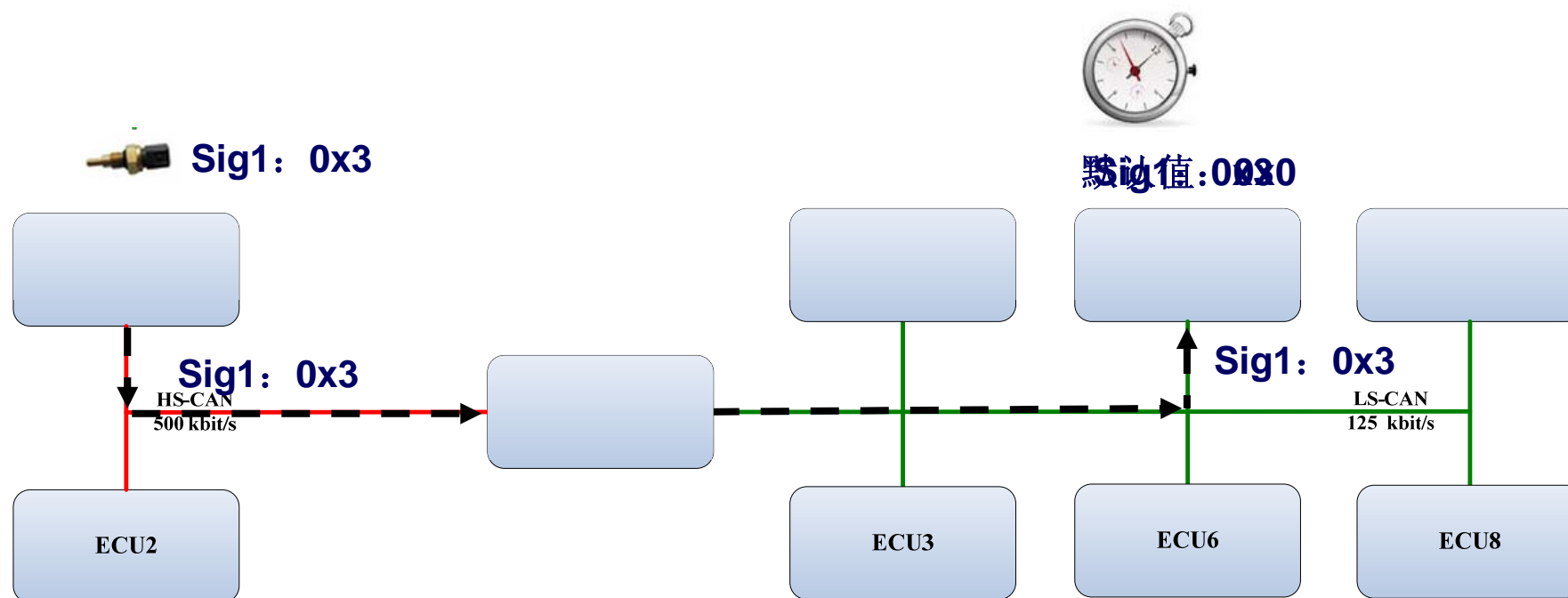
■ 希望周期:

■ 备注:

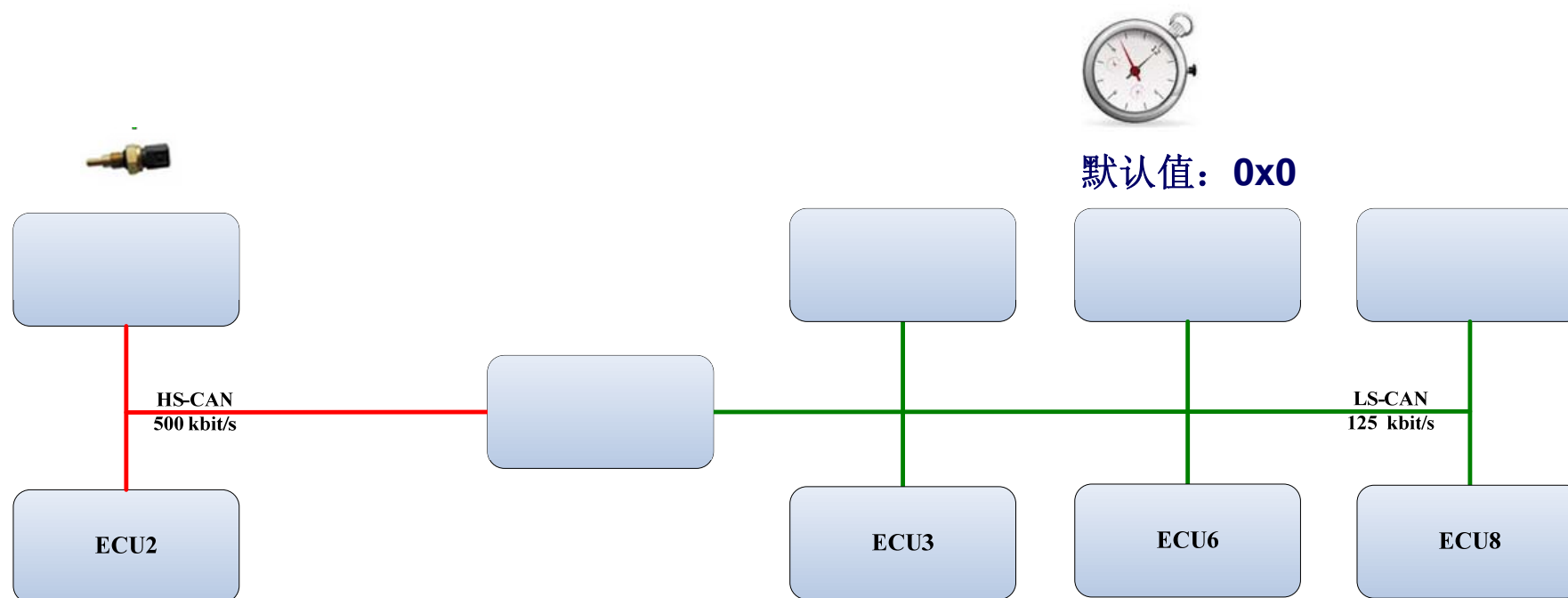
- 默认值和无效值
 - ❖ 情景一：传感器失效时



- 默认值和无效值
 - ❖ 情景二：报文超时未发送



- 默认值和无效值
 - ❖ 情景二：报文超时未发送



- 设计流程
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ❖ 信号可靠性
 - ❖ 优化准则
- LIN通信矩阵设计
- 网关报文和路由设计

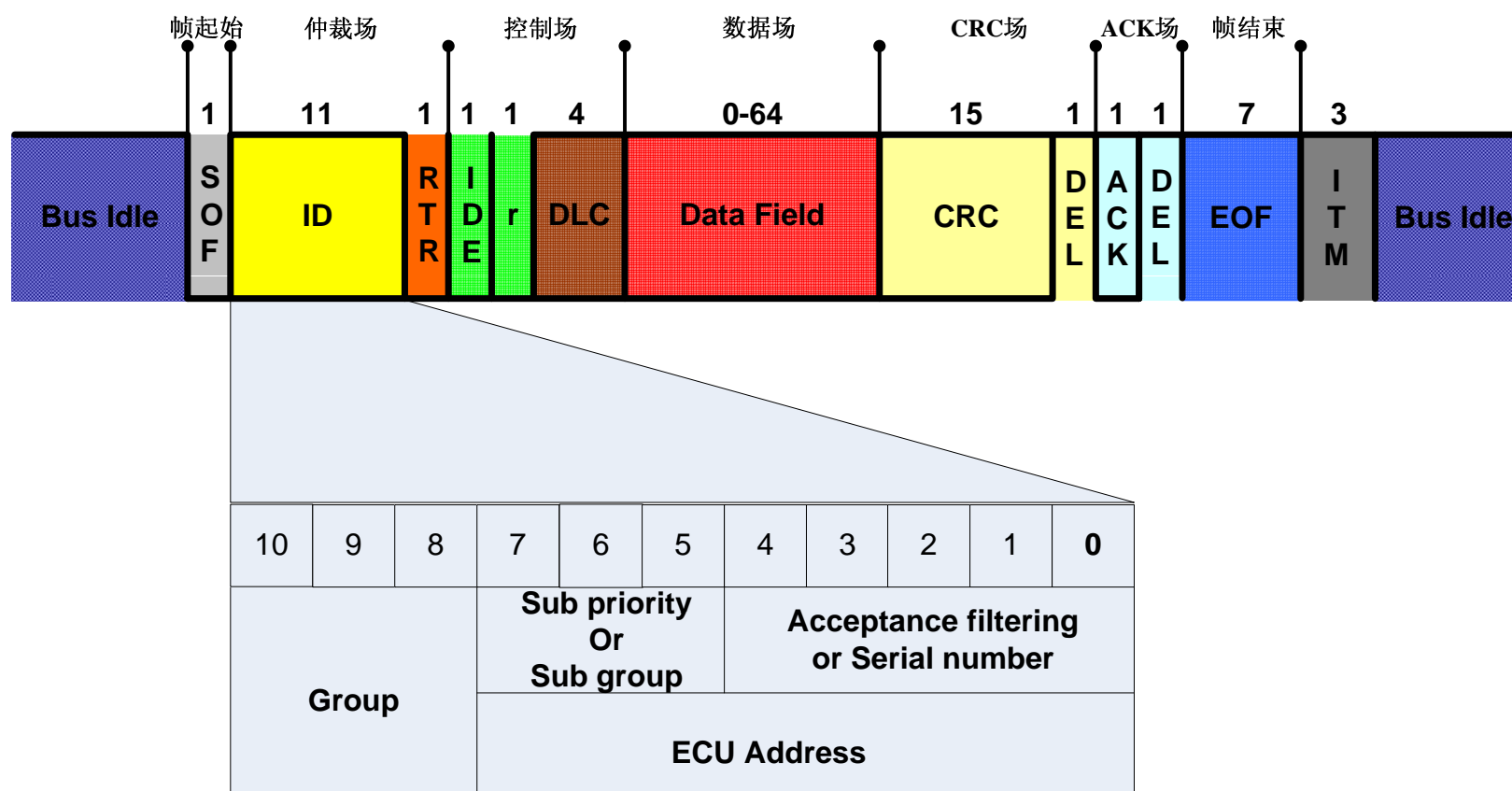
■ 通信矩阵相关参数

- ❖ ID
- ❖ 信号映射
- ❖ 发送方式

- 设计流程
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ID
 - 信号映射
 - 发送方式
 - ❖ 信号可靠性
 - ❖ 优化准则
- LIN通信矩阵设计
- 网关报文和路由设计

■ CAN ID

❖ 与优先级相关



■ CAN ID layout

| | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---------------------------------|---|---|--|---|---|---|---|
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Group | | | Sub priority Or Sub group | | | Acceptance filtering or Serial number | | | | |
| | | | ECU Address | | | | | | | |

❖ 8-10 bit 消息组

- ❑ 应用报文+发送类型(Application + Transmission Types)
- ❑ 网络管理(NM)
- ❑ 诊断(Diagnostic)
- ❑ 开发(Development)

■ CAN ID 范围示例:

| 消息组 | ID (Min) | ID (Max) |
|--|----------|----------|
| 应用报文- On event | 0x000 | 0x0FF |
| 应用报文- Periodic and on event | 0x100 | 0x1FF |
| 应用报文 - If active or Periodic and if active | 0x200 | 0x2FF |
| 应用报文 - Periodic | 0x300 | 0x3FF |
| 网络管理报文 - Network Management | 0x400 | 0x4FF |
| 应用报文 - 保留 | 0x500 | 0x5FF |
| 开发 | 0x600 | 0x6FF |
| 诊断报文 | 0x700 | 0x7FF |

■ ID layout

| | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|------------------------------|---|---|--|---|---|---|---|
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Group | | | Sub priority or Sub group | | | Acceptance filtering or Serial number | | | | |
| | | | ECU Address | | | | | | | |

❖ 0-7 bit 不同的消息组有不同的含义

- ❑ 应用报文：次级优先级或者次级消息组+用于报文过滤的寻址信息或者简单的序列号；
- ❑ 网络管理和诊断：**ECU**地址；
- ❑ 开发：次级消息组（**ECU**特有/标定）+序列号

- 设计流程
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ID
 - 信号映射
 - 发送方式
 - ❖ 信号可靠性
 - ❖ 优化准则
- 网关报文和路由设计

- 信号在报文中的位置取决于以下几个因素：
 - ❖ **bit**顺序；
 - ❖ **Byte**顺序；

■ bit顺序

- ❖ 在一个**Byte**中，**bit**可以升序或者降序排列，即最高有效位（**most significant bit**）处于**Byte**的最左边还是最右边；

- ❖ **bit**降序排列（**CAN**或者**FlexRay**）



- ❖ **bit**升序排列（**LIN**）



- 注： **msb: most significant bit; lsb: least significant bit**

■ Byte顺序

- ❖ 对于长度超过一个字节的信号，需要考虑在报文中的顺序；
- ❖ **Intel (小端模式)**



- ❖ **Motorola (大端模式)**



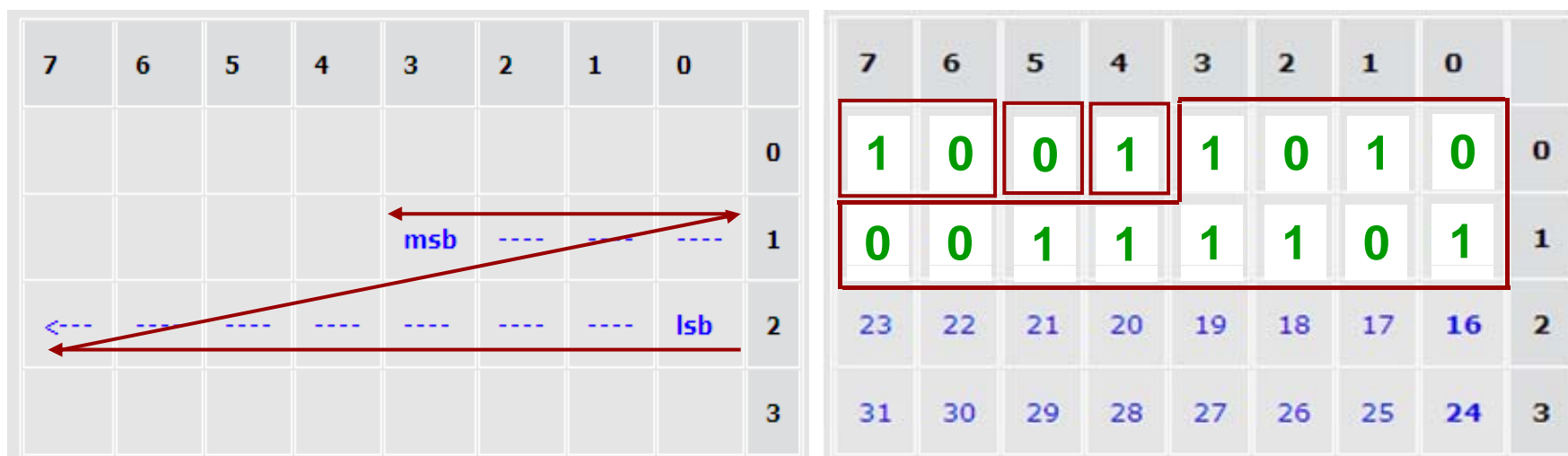
- 注：MSB: most significant byte; LSB: least significant byte

- 示例：CAN帧，Byte顺序：Intel模式
 - ❖ Signal 0: 1, 起始位置：0
 - ❖ Signal 1: 0, 起始位置：1
 - ❖ Signal 2: 11, 起始位置：2
 - ❖ Signal 3: 101000111101, 起始位置：4



■ 示例：CAN帧，Byte顺序：Motorola模式

- ❖ Signal 0: 1, 起始位置: 4
- ❖ Signal 1: 0, 起始位置: 5
- ❖ Signal 2: 10, 起始位置: 6
- ❖ Signal 3: 101000111101, 起始位置: 8



■ 报文封装原则

- ❖ 同一报文的所有信号须由同一节点提供
- ❖ 同一报文的所有信号的发送时机尽可能相同
 - 高速信号置于低速报文中，影响实时性
 - 低速信号置于高速报文中，浪费总线带宽
 - 如果高速报文中未填满，可放置低速信号
 - 同一报文中的信号应用场景尽量一致（避免跨网段）
- ❖ 小于或等于**8**位的信号不应跨越字节（Byte）边界
- ❖ 小于或等于**16**位的信号不应跨越字（Word）边界
- ❖ 信号从每个字节的起始位开始排列
- ❖ 信号排列应紧凑

■ 报文封装原则？

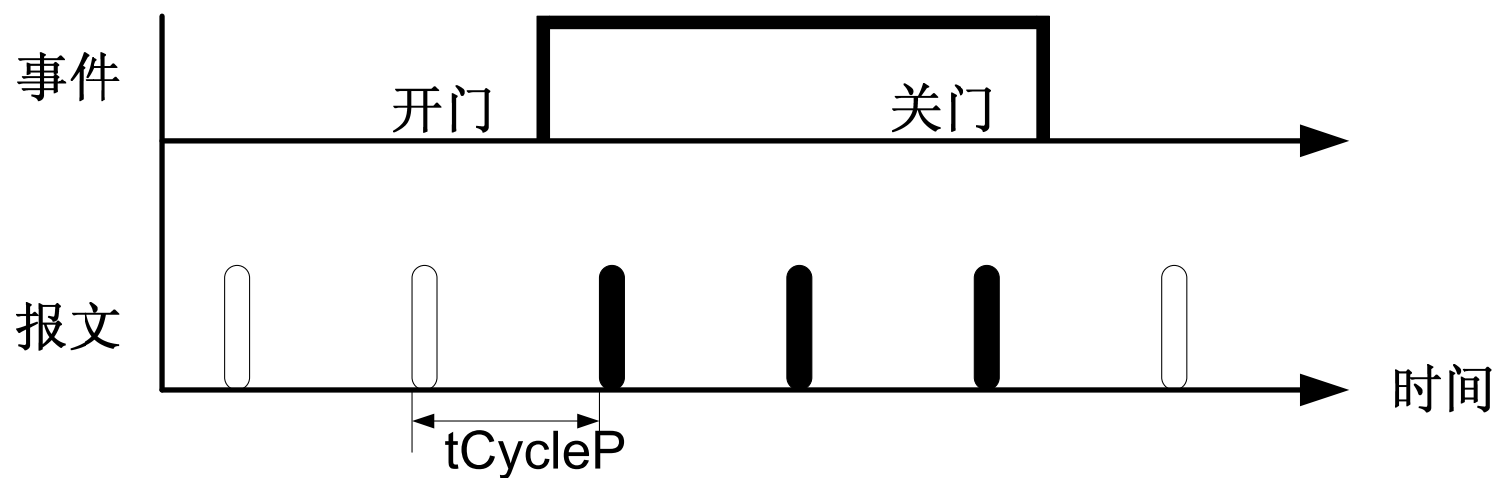


- 设计流程
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ID
 - 信号映射
 - 发送方式
 - ❖ 信号可靠性
 - ❖ 优化准则
- 网关报文和路由设计

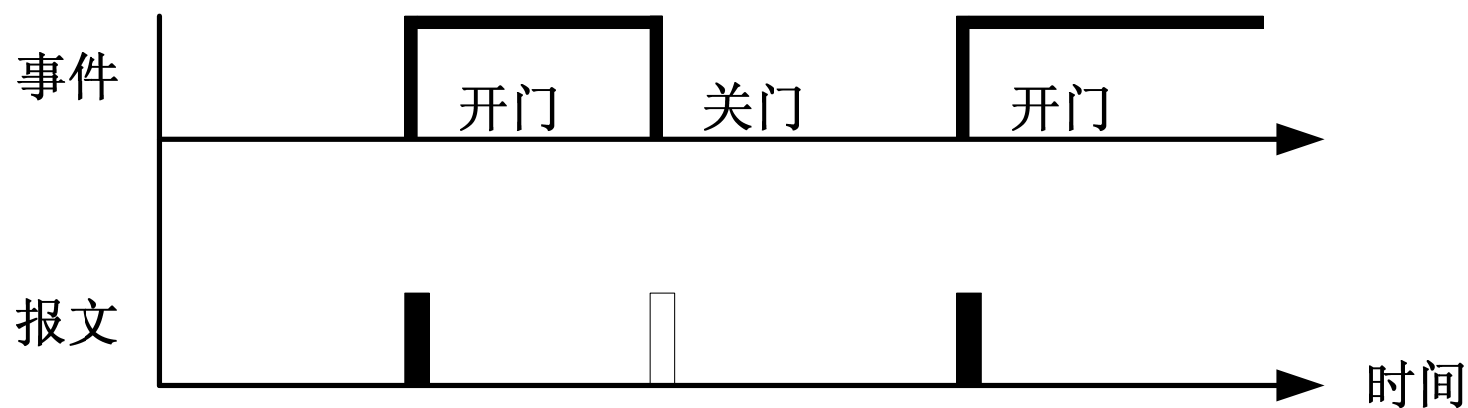
■ 应用报文发送类型-Transmission Types

- ❖ 周期型:
 - **Periodic**
- ❖ 事件型:
 - **On event**
- ❖ 使能型
 - **If active**
- ❖ 周期事件型:
 - **Periodic and on event**
- ❖ 周期使能型:
 - **Periodic and if active**

- 周期型：
 - ❖ 报文以一定的间隔时间**tCycleP**发送

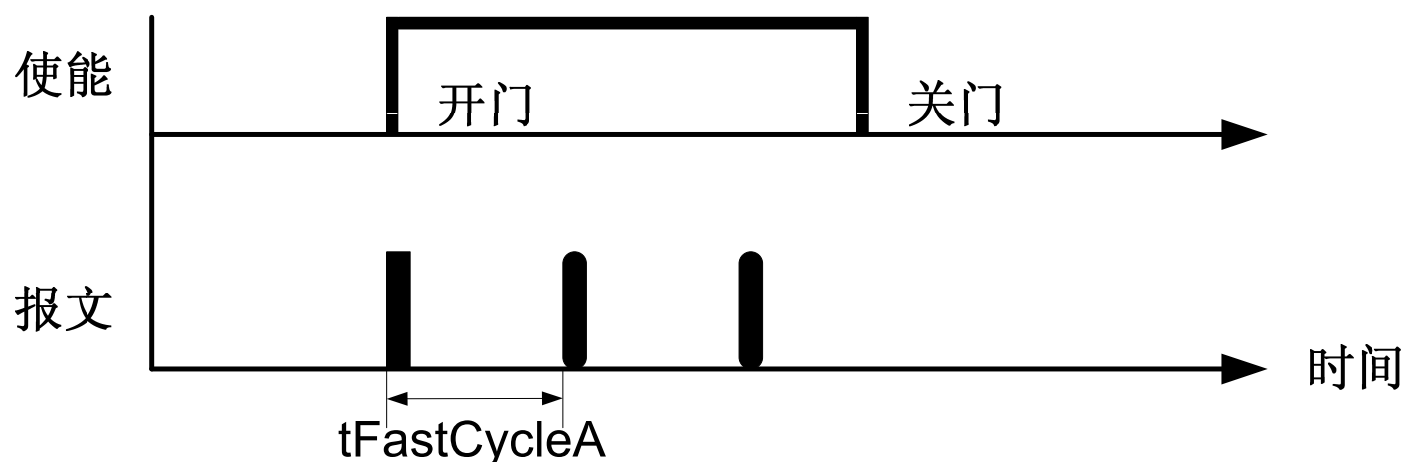


- 事件型：
 - ❖ 事件触发指报文中所规定的信号值发生改变。



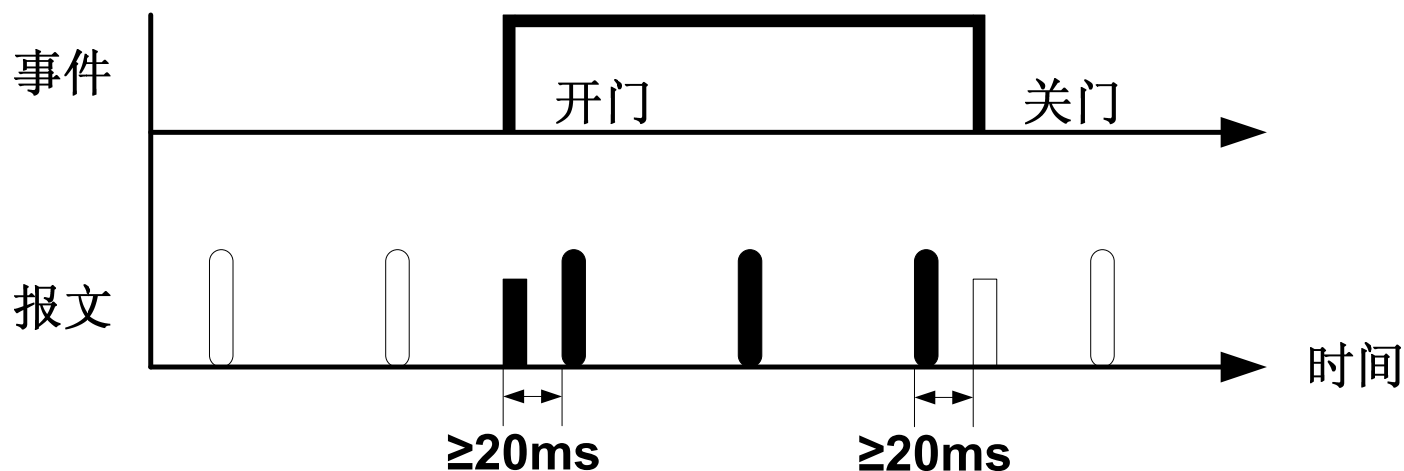
■ 使能型

- ❖ 报文在只要有一个触发信号的信号约束条件满足，须以快速周期时间**tFastCycleA**发送。



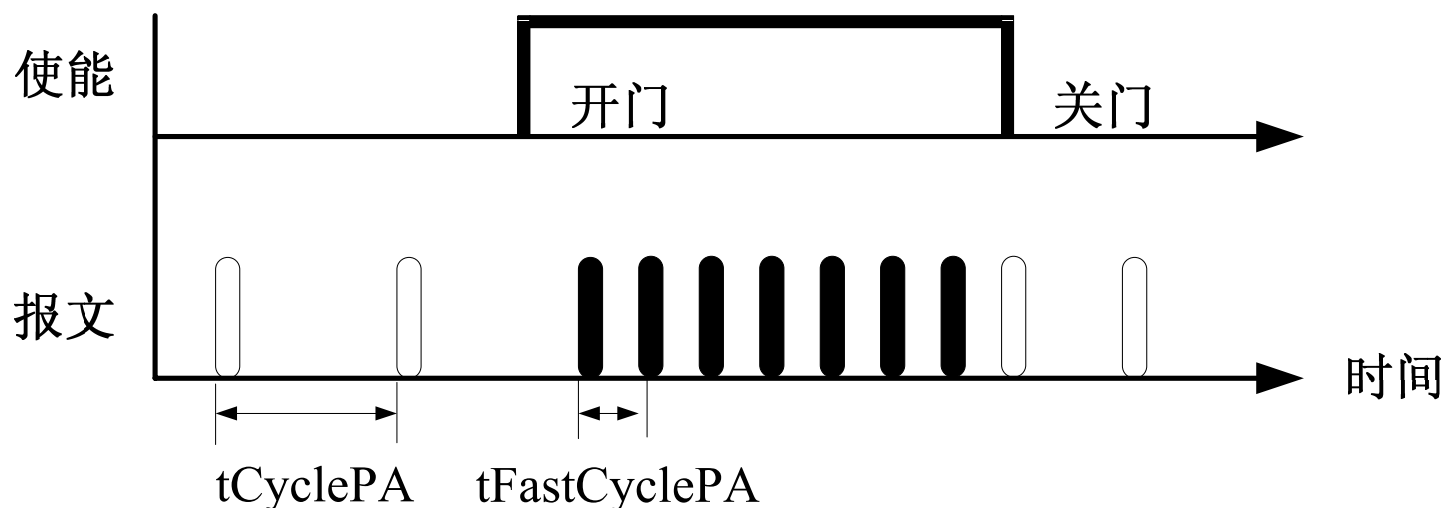
■ 周期事件型：

- ❖ 周期型+事件型；
- ❖ 报文以周期时间**tCyclePOE**周期性发送，当事件触发时，在周期报文中插入事件报文。



■ 周期使能型：

- ❖ 周期型+使能型
- ❖ 报文以周期时间**tCyclePA**周期性发送，只要有一个触发信号的信号约束条件满足，以快速周期时间**tFastCyclePA**发送



- 通信矩阵设计流程
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ❖ **信号可靠性**
 - ❖ 优化准则
- 网关报文和路由设计

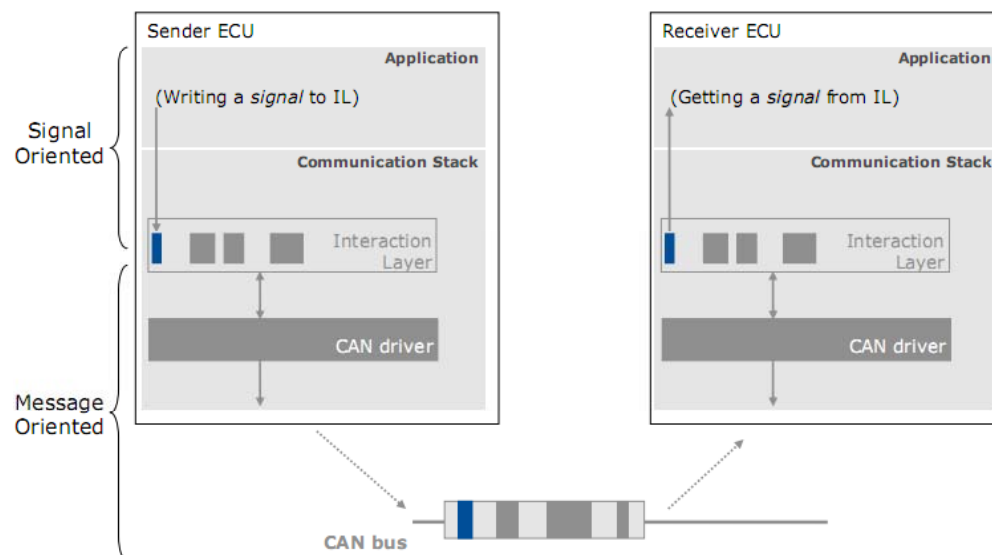
■ 信号可靠性

❖ Checksum

- ❑ 防止信号改变
- ❑ 例如: **Checksum = (byte0+byte1+...+ byte 6) XOR 0xFF**

❖ Heartbeat信号

- ❑ 防止报文丢失
- ❑ 避免应用程序误操作
- ❑ 例如: 扭矩请求报文



- 通信矩阵设计流程
- **CAN通信矩阵设计**
 - ❖ 信号列表
 - ❖ 通信矩阵
 - ❖ 信号可靠性
 - ❖ 优化准则
- 网关报文和路由设计

- 首要准则
 - ❖ 延时
 - ❖ 负载率
 - ❖ **CPU**负载
- 次要准则
 - ❖ 灵活性和复用性
 - ❖ 鲁棒性
 - ❖ 网关路由

■ 通信矩阵相关参数与首要准则

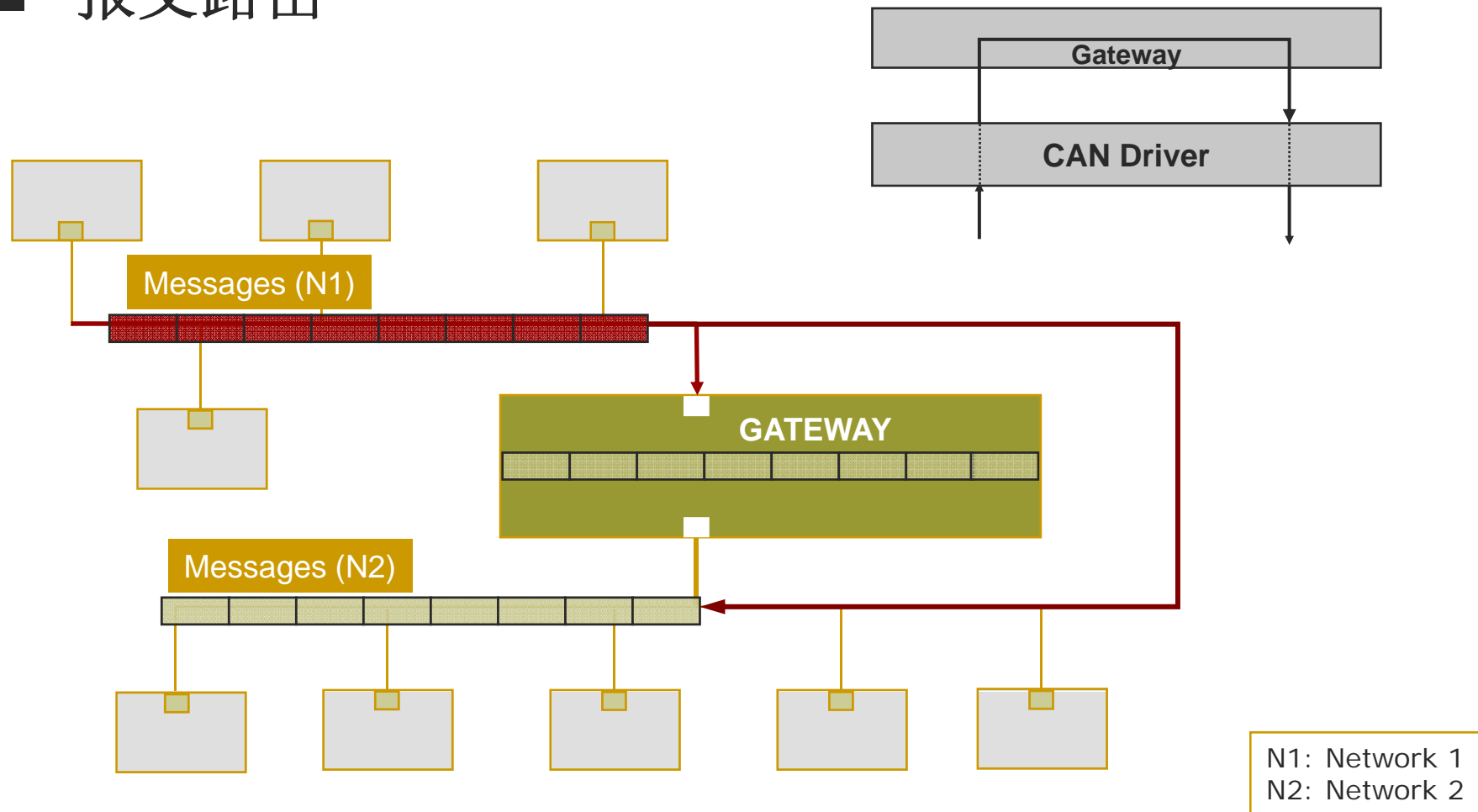
| | 延时 | 总线负载率 | CPU负载率 |
|--------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| ID | 优先级 | - | 硬件滤波 |
| 信号映射 | 短报文传送得更快； 短的报文占用更少的总线仲裁时间。 | 长报文减少帧 header信息 (ID,DLC,CRC) | 同一 ECU 接收的信号放在同一报文中 |
| 报文填充方式 | - | 如果使用该准则， 尽量避免位填充 | - |

- 灵活性和复用性
 - ❖ 保持重用**ECU ID**的稳定性
 - ❖ 将含义类似的信号组合
- 鲁棒性
 - ❖ 重要的信息周期发送（周期事件型）
- 网关路由
 - ❖ 将网关路由的信号组合

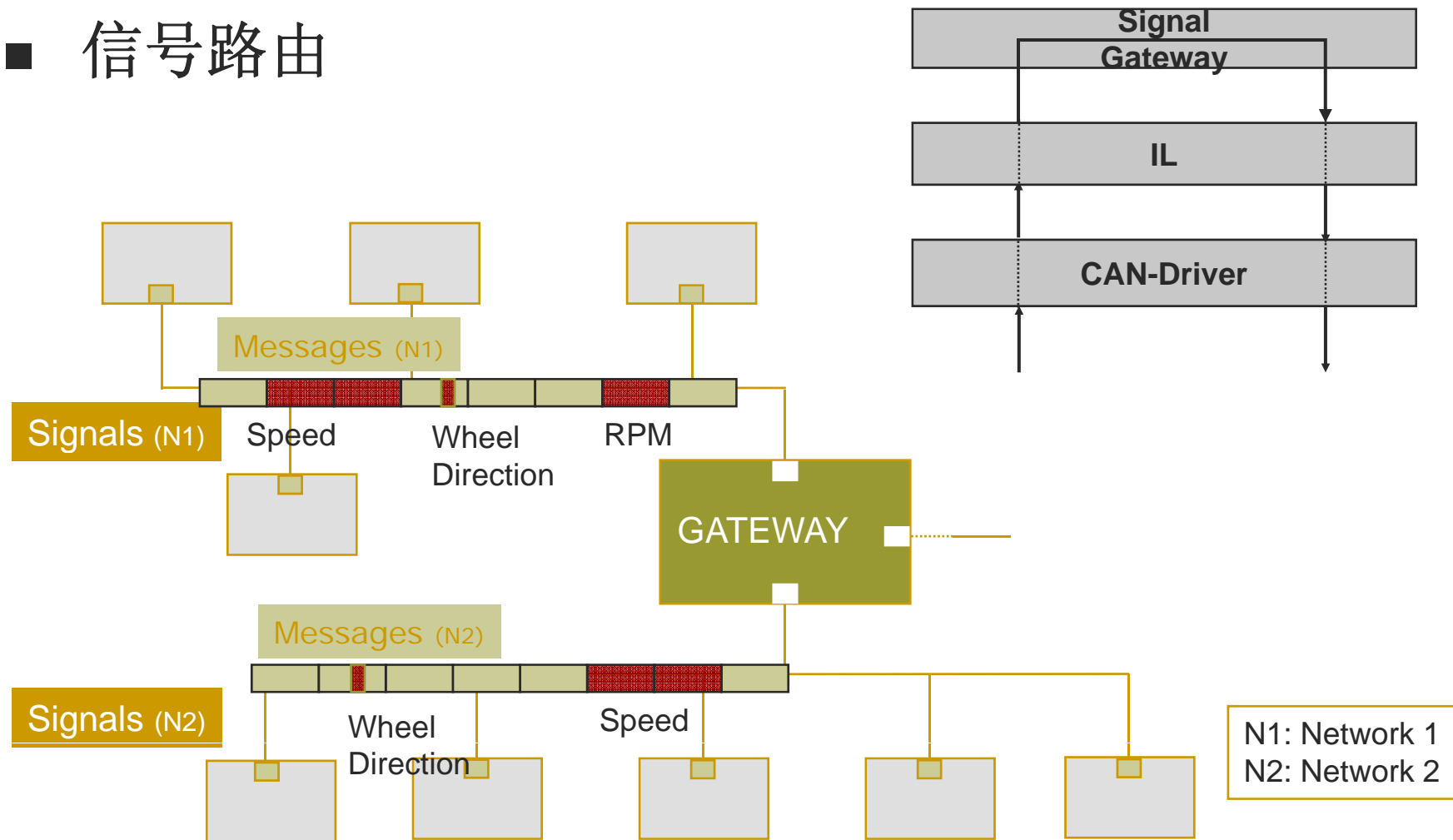
- 通信矩阵设计流程
- CAN通信矩阵设计
- 网关报文和路由设计

- 网关报文设计
 - ❖ 报文路由
 - ❖ 信号路由
- 路由方式选择
 - ❖ 输入无关
 - ❖ 输入触发

■ 报文路由



■ 信号路由



■ 网关报文设计

❖ 报文路由

- ❑ 将完整报文从一个网段传输到另一个网段
- ❑ 实现简单，网关负担较低
- ❑ 通常将一些无关信号也转发到目标网段，增加目标网段的负载率

❖ 信号路由

- ❑ 只转发目标网段需要的信号
- ❑ 需要信号的重新组合，网关负担较重
- ❑ 避免增加目标网段不必要的负载率
- ❑ 由于网关需要重新组合信号，延时时间稍长

■ 路由方式设计

❖ 输入无关

- 不管源网络是否接收到报文，网关需要执行使用“**输入无关**”操作
- 可更改发送周期
- 可更改报文长度
- 源网段超时监测

❖ 输入触发

- 事件发生的报文须**立即**路由
- **无需**源网络报文超时监测

■ 网关路由表

| Message Name 报文名称 | CAN ID CAN标识符 | DLC 数据长度 | Send Type 发送方式 | Source Period 源周期 | Destination Period 目标周期 |
|----------------------|------------------|-------------|-------------------|----------------------|----------------------------|
| Message1 | 0x4D4 | 8 | 周期/事件 | — | — |
| Message2 | 0x2D7 | 8 | 周期/事件 | — | — |
| Message3 | 0x130 | 8 | 周期/事件 | — | — |
| Message4 | 0x268 | 4 | 周期/事件 | — | — |
| | | | | | |
| Message4 | 0x28A | 5 | 周期 | 100ms | 100ms |
| Message5 | 0x094 | 8 | 周期 | 10ms | 100ms |
| Message6 | 0x288 | 7 | 周期 | 100ms | 100ms |
| Message7 | 0x120 | 8 | 周期 | 10ms | 100ms |

| Source Network 源网络 | Destination Network 目标网络 | Routing Method 路由方式 | Input indep/triggered 输入无关/触发 |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|
| BCAN | PCAN | 基于报文方式 | 输入触发方式 |
| BCAN | PCAN | 基于报文方式 | 输入触发方式 |
| BCAN | PCAN | 基于报文方式 | 输入触发方式 |
| BCAN | PCAN | 基于报文方式 | 输入触发方式 |
| | | | |
| PCAN | BCAN | 基于报文方式 | 输入触发方式 |
| PCAN | BCAN | 基于报文方式 | 输入无关方式 |
| PCAN | BCAN | 基于报文方式 | 输入触发方式 |
| PCAN | BCAN | 基于报文方式 | 输入无关方式 |

- 通信矩阵设计流程
- **CAN**通信矩阵设计
- 网关报文和路由设计

谢 谢