

CANopen

Layer Setting Services and Protocol
(LSS)

CiA DSP 305

Version 1.0

目录

1 范围	3
2 标准参考.....	3
3 缩写和定义.....	3
3.1 缩写.....	3
3.2 定义.....	3
3.2.1 LSS接口和属性	4
3.2.1.1 LSS Master 接口.....	4
3.2.1.2 LSS Slave接口	4
3.3 LSS状态和服务	4
3.4 切换状态服务.....	5
3.4.1 切换全局状态(Switch Mode Global).....	5
3.4.2 切换选中状态(Qwitch Mode Selective).....	5
3.5 配置服务.....	6
3.5.1 配置节点地址(Configure Node-ID).....	6
3.5.2 配置位定时参数(Configure Bit Timing Parameters)	6
3.5.3 激活位定时参数(Activate Bit Timing Parameters).....	7
3.5.4 存储配置参数(Store Configured Parameters)	8
3.6 查询服务.....	8
3.6.1 查询LSS地址(Iquire LSS Address)	9
3.7 身份识别服务	9
3.7.1 LSS识别远程Slave节点(LSS Identify Remote Slaves)	9
3.7.2 LSS标识Slave(LSS Identify Slave)	9
3.8 LSS协议观点	9
3.8.1 LSS Slave节点同步	10
3.8.2 LSS协议描述.....	10
3.9 切换状态协议.....	10
3.9.1 切换全局状态	10
3.9.2 切换选中节点状态.....	11
3.10 配置协议.....	12
3.10.1 配置节点地址(Node-ID)协议	12
3.10.2 配置位定时(波特率)协议	13
3.10.3 激活位定时参数(波特率)协议	14
3.10.4 存储配置协议.....	14
3.11 查询协议.....	15
3.11.1 查询LSS地址协议	15
3.11.1.1 查询vendor-ID标识协议	15
3.11.1.2 查询product-code标识协议	16
3.11.1.3 查询revision-number标识协议.....	16
3.11.1.4 查询serial-number标识协议.....	17
3.12 身份识别协议.....	17
3.12.1 LSS标识远程Slave节点	17
3.12.2 LSS标识Slave协议	19
3.13 应用规则.....	19

1 范围

本文档的主要内容是 CANopen 的 LSS 协议

2 标准参考

- /1/ ISO 11898
- /2/ CiA DS 301

3 缩写和定义

3.1 缩写

- COB 通讯对象。CAN 网络的一个传输单元，数据要想在网路上传输必须封装在 COB 中，一个 COB 最多包含 8 字节数据。
- COB-ID CAN 网络中每个 COB 通过一个叫做 COB Identifier(COB-ID)的号码来唯一标识。COB-ID 决定 COB 的优先级。
- LMT Layer 管理。查询和改变参数设置的一种 CAL 模式。
- LSS Layer 设置服务。查询和改变参数设置的一种 CANopen 模式。
- MAC
- NMT 网络管理。在 CAN 网络中用于配置、初始化和处理网络错误。是应用层服务。

3.2 定义

LSS 提供查询和改变 CANopen 模块底层参数的功能，LSS Slave 用于某个 CANopen 模块，LSS Master 处理整个 CAN 网络。

LSS 能够查询和改变的参数如下：

- CANopen 从节点的地址(Node-ID)
- 物理层的位定时参数(波特率)

- LSS 地址(参考 DS 301 索引 1018H)

无需像 DIP 开关这样的设备，使用 LSS Slave 就可以实现相应的功能(设置节点地址和波特率等等)。LSS Slaves 配合 LSS-address 或非易失性存储设备就能够实现几种解决方案。

3.2.1 LSS接口和属性

LSS 功能占用两个接口。在支持 LSS 的 CANopen 网络中只能有一个带有 LSS Master 的节点。LSS Master 节点通过配置 CAN 节点底层参数通过节点上的 LSS Slave 实现。LSS Master 和 LSS Slave 之间通讯遵守 LSS 协议。

3.2.1.1 LSS Master 接口

通过CAN网络管理其他节点模块的节点功能模块叫LSS Master。网络上只能有一个LSS Master。且 LSS Mater 没有属性。

3.2.1.2 LSS Slave接口

受 LSS Master 管理的就叫 LSS Slave。带有 LSS Slave 的节点数没有限制。LSS Slave 有下列属性：

- LSS 地址

一个 LSS Slave 由一个 LSS 地址标识。一个 LSS 地址包括一个制造商 ID(vendor-id)，一个产品码(product-code)，一个版本修订码(revision-number)和一个序列号(serial-number)组成。制造商 ID 和产品码都是数字码。修订号包括数字的较大和较小修订号。序列号也是数字的。他们有如下语法：

<LSS-ADDRESS>	::=	<vendor-id><product-code><revision-number><serial-number>
<vendor-id>	::=	'UNSIGNED32'
<product-code>	::=	'UNSIGNED32'
<revision-number>	::=	'UNSIGNED32'
<serial-number>	::=	'UNSIGNED32'

制造商 ID 由 CiA 提供。产品码、修订号和序列号由模块商定义。对于 LSS-Address 要注意以下几点：

- LSS 地址由 CANopen 身份对象(1018H)标识。
- LSS Slave 的 LSS 地址可以被查询。
- 世界上不可能有相同<LSS-Address>的 LSS Slave 存在。

- LSS 模式

激活 LSS 功能需要将所有设备的状态置为停止状态。LSS Master 必须和 NMT-Master 在一个节点上。LSS 有配置和可操作两个状态。在配置状态中，所有 LSS 服务可用，而在可操作状态只有状态切换服务可用。

3.3 LSS状态和服务

LSS 服务可以按功能划分为三部分：

- 切换状态服务(switch mode services)为 LSS Master 和 LSS Slave 的逻辑连接提供途径。用来改变 LSS Slave 的状态（如图 1）。
- 配置服务(configuration services)用来配置 LSS Slave 的底层参数。该服务仅在配置状态可用。
- 查询服务(inquiry services)为 LSS Maste 确定底层参数提供途径。该服务仅在配置状态可用。

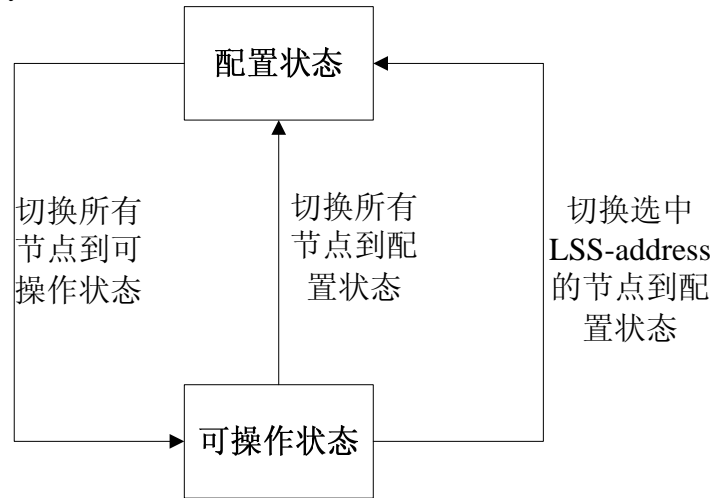


图 1：LSS 状态和切换过程

3.4 切换状态服务

切换状态服务控制 LSS Slave 的状态属性。LSS 提供两种途径来切换 LSS 的状态，切换所有 LSS Slave 节点进入配置状态和切换选中 LSS Slave 节点进入配置状态。

一些 LSS 配置和查询服务要求单个 LSS Slave 节点进入配置状态。

除了 LSS 切换状态服务可能还有其他(本地和模块指定)含义去切换单个 LSS Slave 状态，但不在本文讨论的范围之内。

3.4.1 切换全局状态(Switch Mode Global)

该服务用于网络上所有 LSS Slave 节点在可操作状态和配置状态之间切换。

参数	请求/指示
主题	必须
状态	必须
配置状态	选择
可操作状态	选择

3.4.2 切换选中状态(Qwitch Mode Selective)

该服务切换属性与 LSS_address 相等的 LSS 地址节点进入配置状态。

参数	请求/指示
主题	必须
LSS_address	必须

3.5 配置服务

配置服务仅在配置状态下可用，其中一些服务要求网络上仅一个 LSS Slave 节点处于在配置状态。

3.5.1 配置节点地址(Configure Node-ID)

通过该服务 LSS Master 节点配置一个 LSS Slave 节点的 NMT-address。

参数	请求/指示	请求/确认
主题 节点地址(Node-ID)	必须 必须	
远程结果 成功 失败 原因		必须 选择 选择 可选

该服务只允许一个 LSS Slave 在配置状态。远程节点应答成功或失败的结果。也可能有个可选的失败原因应答。

3.5.2 配置位定时参数(Configure Bit Timing Parameters)

通过设置位定时参数服务，LSS Master 节点将新的位定时参数设到 LSS Slave 中。

参数	请求/指示	请求/确认
主题 选定表(table_selector) 表索引(table_index)	必须 必须 必须	
远程结果 成功 失败 原因		必须 选择 选择 可选

Table_selector 意思是指定使用的位定时参数表。位定时参数表中的位定时参数就是不同波特率。Table_seletor 值为 0 表示选用 CiA 标准位定时参数表。table_index 用来选择所选表的入口(值为 0 表示最高波特率)。

CiA 标准位定时表:

波特率	表索引
1000kBit	0
800kBit	1
500kBit	2
250kBit	3
125kBit	4
100kBit	5
50kBit	6

20kBit	7
10kBit	8

该服务允许所有 LSS Slave 节点进入配置状态.该服务需要跟随一个位定时参数激活服务来激活配置的参数.在执行了位定时配置服务后节点除了执行配置位定时参数、激活位定时参数和切换状态等服务之外不允许再执行其他的远程 LSS 服务。

远程节点返回成功或失败的应答参数。可能还会返回失败原因。

3.5.3 激活位定时参数(Activate Bit Timing Parameters)

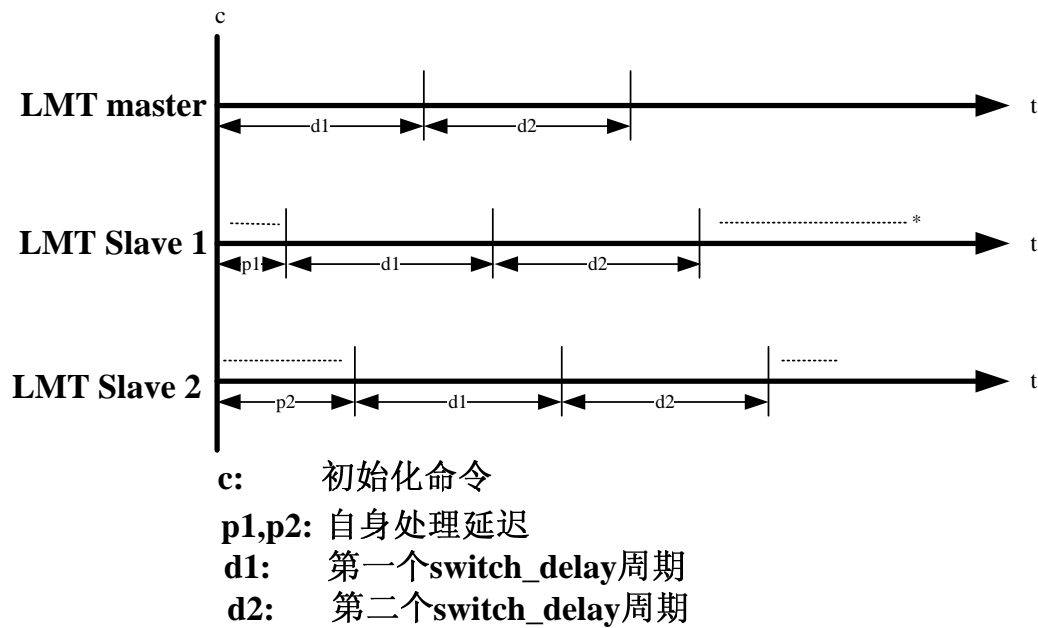
通过该服务激活 LSS Master 由配置位定时参数服务所设置的位定时参数。

参数	请求/指示
主题	必须
切换延迟(switch_delay)	必须

Switch_delay 参数指定相等长度的两个延迟周期长度，该参数是为了避免总线上出现不同的位定时参数(波特率)。每个节点在收到命令后'switch_delay'毫秒后应用新的位定时参数。在应用新参数后，节点在第二个'switch_delay'毫秒定时到之前不发送任何报文。

注意

各节点处理位定时激活命令需要的时间可能不同，而且激活命令之前的的报文可能还爱节点的接收队列中。意思就是某个节点在处理延时的过程中可能还会以旧的波特率来传输 CAN 报文。因此 swith_delay 要比网络上任何一个节点的处理时间都要长，这样才能避免一个节点已经改变了波特率，而另一个节点还在以旧的波特率工作。在第一次经过 switch_delay 指定的时间长度后，每个节点每个节点必须在第二个 switch_delay 期间完成到新波特率的切换。因而在经过了第二个 switch_delay 后，所有的节点都必须保证以新的波特率监听网络。图 2 显示了本地的两个 switch_delay 周期。



带*的那种虚线表示节点可能发送报文的时间段

图 2：两个 switch_delay 延迟定义

3.5.4 存储配置参数(Store Configured Parameters)

存储配置参数服务实际上是用于将配置参数存入非易失性存储器。

参数	请求/指示	请求/确认
主题	必须	
远程结果		必须
成功		选择
失败		选择
原因		可选

远程节点返回成功或失败的应答参数。可能还会返回失败原因。

3.6 查询服务

该服务只在配置状态下可用。

3.6.1 查询LSS地址(Iquire LSS Address)

该服务允许确定一个在配置状态下的 LSS Slave 节点的 LSS-address 参数。

参数	请求/指示	请求/确认
主题	必须	
远程结果		必须
LSS_address		选择
制造商 ID(vendor-id)		必须
产品码(product-code)		必须
修订号(revision-number)		必须
序列号(serial-number)		必须
失败		选择
原因		可选

该服务执行时要确保网络上有一个 LSS Slave 节点处于配置状态。远程 LSS Slave 节点在配置状态应答 LSS 地址或失败。可能还会返回失败原因。

3.7 身份识别服务

3.7.1 LSS识别远程Slave节点(LSS Identify Remote Slaves)

LSS Master 请求所有 LSS Slave 节点, 谁的 LSS 地址在 LSS_Address_sel 范围内就通过'LSS Identify Slave'服务报告自己匹配了。LSS_Address_sel 包含制造商、产品名和一个序列号范围。该服务无应答。

参数	请求/指示
主题	必须
LSS_Address_sel	必须

3.7.2 LSS标识Slave(LSS Identify Slave)

通过该服务, 一个 LSS Slave 向 LSS Master 报告, 我的 LSS 地址跟你之前发出的'LSS Identify Remote Slave'服务中的 LSS_Address_sel 匹配了, 在其范围内。该服务无返回。

参数	请求/指示
主题	必须

3.8 LSS协议观点

LSS 协议实在 LSS Master 节点和每个 LSS Slave 节点间执行的一组服务。

3.8.1 LSS Slave节点同步

在 LSS 协议中所有 LSS Slave 节点都通过相同的 COB 与 LSS Master 节点交流，但在一个时刻只能有一个 LSS Slave 与 LSS Master 通讯。在所有 LSS Master 主导的协议通讯中，LSS Slave 只能在网络上只有自己处于配置状态后才被允许提供应答服务。也就是在一个时刻最多只能有一个 LSS 服务确认，同步被建立。

3.8.2 LSS协议描述

协议描述为实现 LSS 服务的细节而在 LSS Master 节点和 LSS Slave 节点间交换的 COB 序列及其格式。

请求报文(LSS Master 发出)使用 COB-ID 2021。应答报文(LSS Slave 发出)使用 COB-ID 2020。

LSS 使用命令说明符来标识命令。命令说明符从 0-07FH 被预留用于 LMT，部分用于 LSS。0-3FH 的范围预留用于 LMT 服务。040H-07FH 预留用于标准的 LSS 服务。命令说明符从 080H-0FFH 由应用自由指定并可能只用在处于配置状态的一个 LSS Slave 节点。

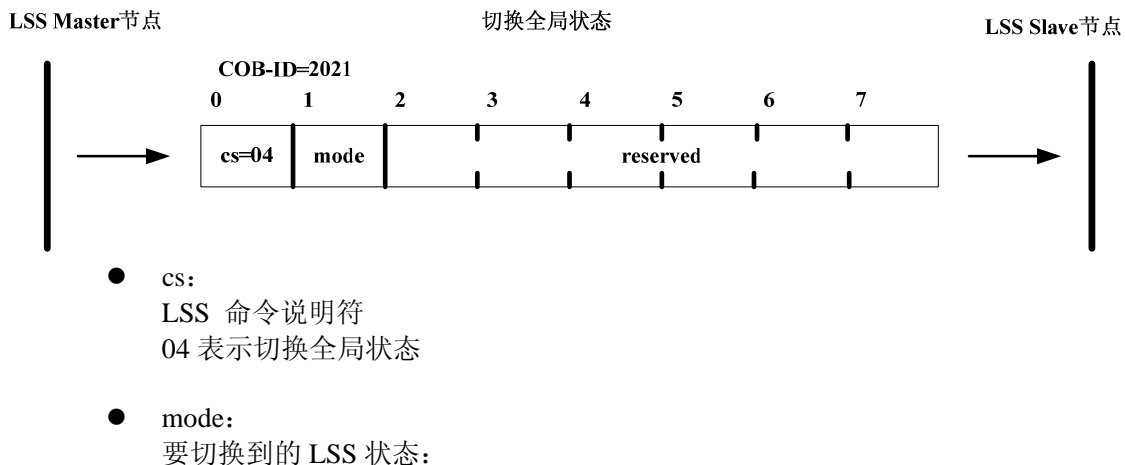
在 COB 数据格式描述中，字节数从 0 到 7(包括 7)。字节中的位数从 0 到 7(包括 7)。字节 0 先发送，字节 7 最后发送。一个字节里，位 0 最不重要(least significant bit)，位 7 最重要(most significant bit)。(觉得应该是低位在前高位在后)

‘lsb’和‘msb’相对于‘least significant byte’和‘most significant byte’，用于定义一个多于一个字节的整形数是怎样在 LSS 协议中定义的。命令和重要性的递增从 lsb 到 msb。(不明白)

3.9 切换状态协议

3.9.1 切换全局状态

该协议用于执行‘Switch Mode Global’服务。

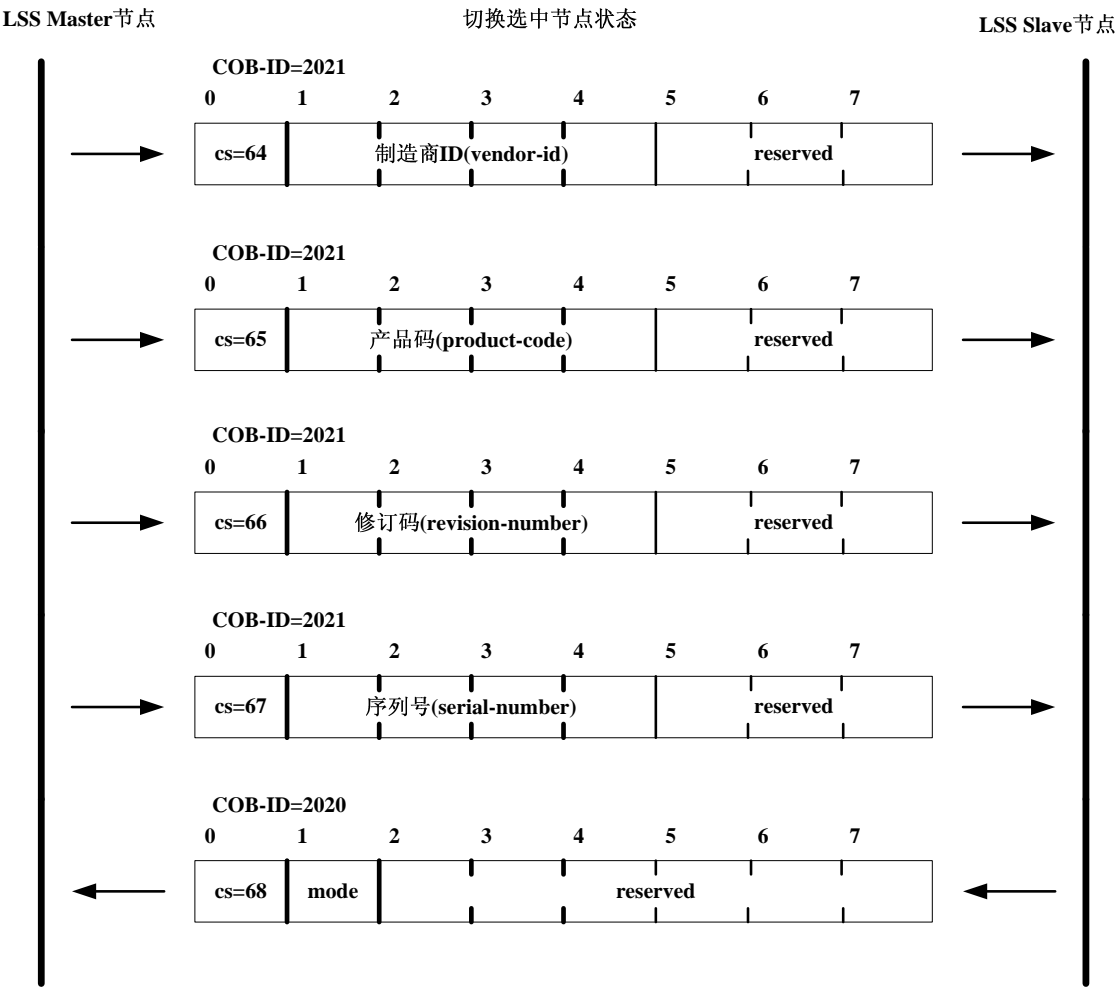


- 0: 切换到可操作状态
- 1: 切换到配置状态

- reserved:
CiA 预留

3.9.2 切换选中节点状态

该协议用于执行 ‘Switch Mode Selective’ 服务。



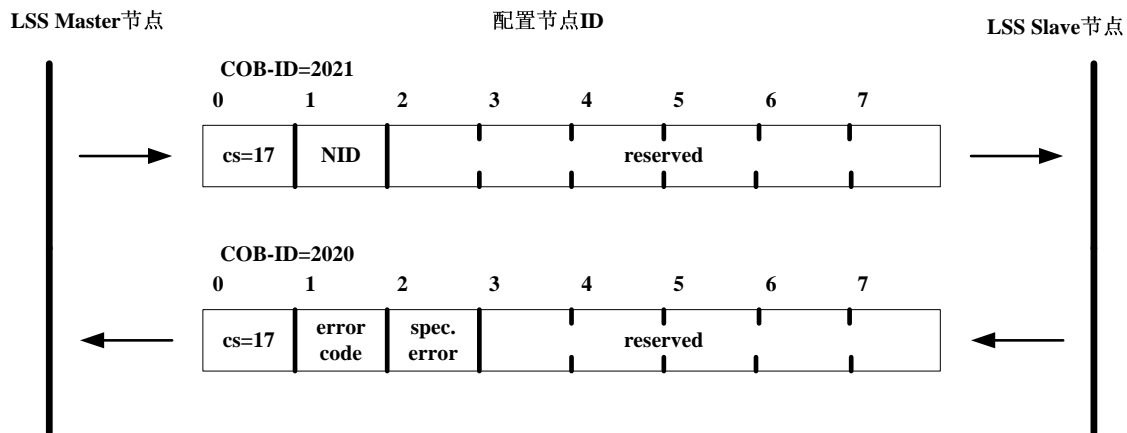
- cs:
LSS 命令说明符
64-68 用于 Switch Mode Selective
- vendor-id:
制造商名, LSS 地址的一部分, 就是对象字典中索引 1018H 的子索引 1
- product-code:
产品名, LSS 地址的一部分, 就是对象字典中索引 1018H 的子索引 2

- **revision-number:**
修订号, LSS 地址的一部分, 就是对象字典中索引 1018H 的子索引 3
- **serial-number:**
序列号, LSS 地址的一部分, 就是对象字典中索引 1018H 的子索引 4
- **mode:**
LSSSlave 的当前状态:
0: 切换到可操作状态
1: 切换到配置状态
- **reserved:**
CiA 预留

3.10 配置协议

3.10.1 配置节点地址(Node-ID)协议

该协议用于执行 ‘Configure Node-ID’ 服务, 用于节点 ID 的配置。



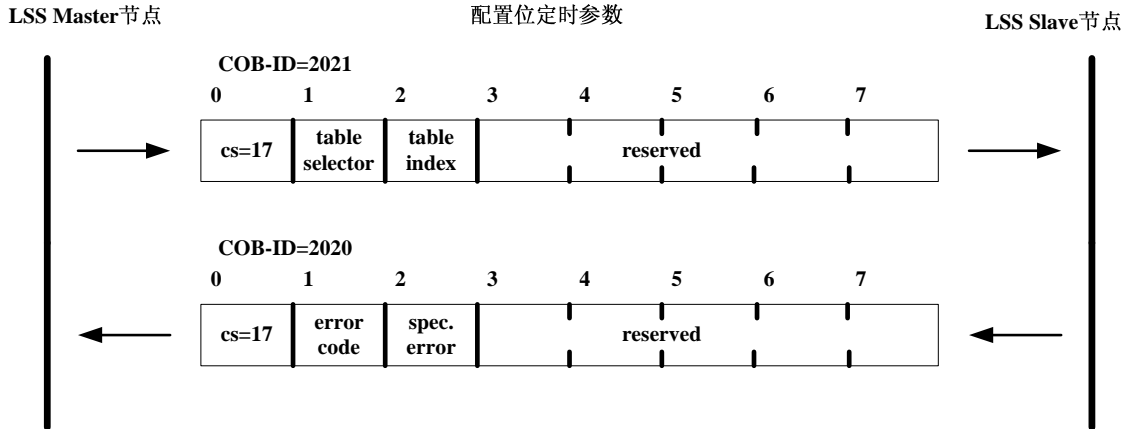
- **cs:**
LSS 命令说明符
17 用于配置节点 ID
- **NID:**
配置的新节点 ID
- **error_code:**
0: 协议成功完成
1: 节点 ID 超出范围
2...254: CiA 预留
255: 发生特定错误
- **specific_error_code:**

如果 `error_code` 等于 255, `specific_error_code` 给出一个特定的错误代码, 否则由 CiA 预留。

- `reserved`:
CiA 预留

3.10.2 配置位定时(波特率)协议

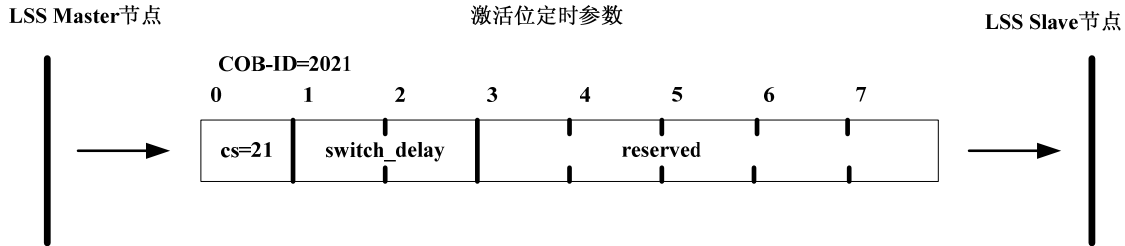
该协议用于执行 ‘Configure Bit Timing Parameters’ 服务。



- `cs`:
LSS 命令说明符
19 用于配置位定时参数
- `table_selector`:
选择使用哪个位定时表
0: 标准 CiA 位定时表
1..127: CiA 预留
128..255: 用于制造商指定的位定时表
- `table_index`:
选择所选参数表入口
- `error_code`:
0: 协议成功完成
1: 不支持位定时功能
2...254: CiA 预留
255: 发生特定错误
- `specific_error_code`:
如果 `error_code` 等于 255, `specific_error_code` 给出一个特定的错误代码, 否则由 CiA 预留。
- `reserved`:
CiA 预留

3.10.3 激活位定时参数(波特率)协议

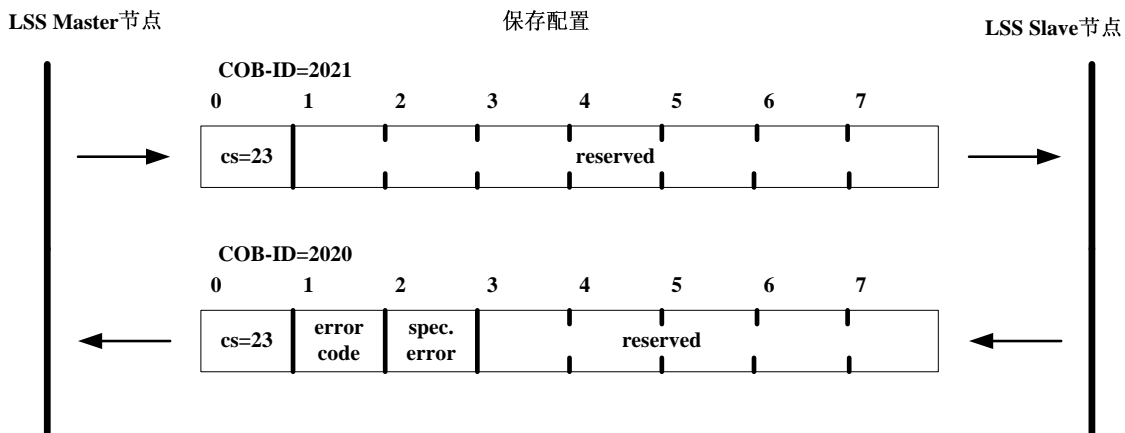
该协议用于执行 ‘Activate Bit Timing Parameters’ 服务。



- **cs:**
LSS 命令说明符
21 用于激活位定时参数
- **switch_delay:**
两个周期的时间等待位定时参数切换完成(第一个周期)和在传输 CAN 报文前新的位定时(波特率)已经被应用(第二个周期)。切换延迟的时间单位是 1ms。
- **reserved:**
CiA 预留

3.10.4 存储配置协议

该协议用于执行 ‘Store Configured Parameters’ 服务。



- **cs:**
LSS 命令说明符
23 用于保存配置
- **error_code:**
0: 协议成功完成
1: 不支持保存配置功能

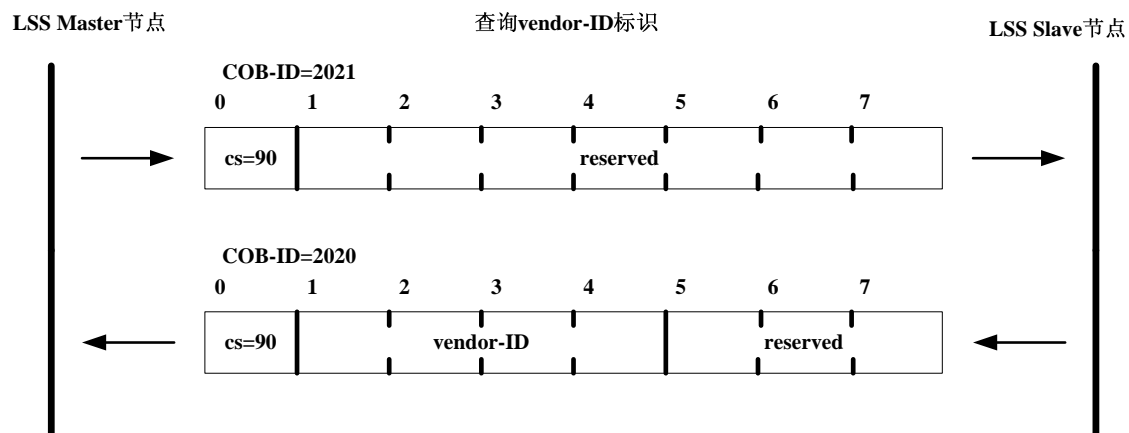
- 2: 保存介质访问错误
- 3..254: CiA 预留
- 255: 发生特定错误
- specific_error_code:
如果 error_code 等于 255, specific_error_code 给出一个特定的错误代码, 否则由 CiA 预留。
- reserved:
CiA 预留

3.11 查询协议

3.11.1 查询LSS地址协议

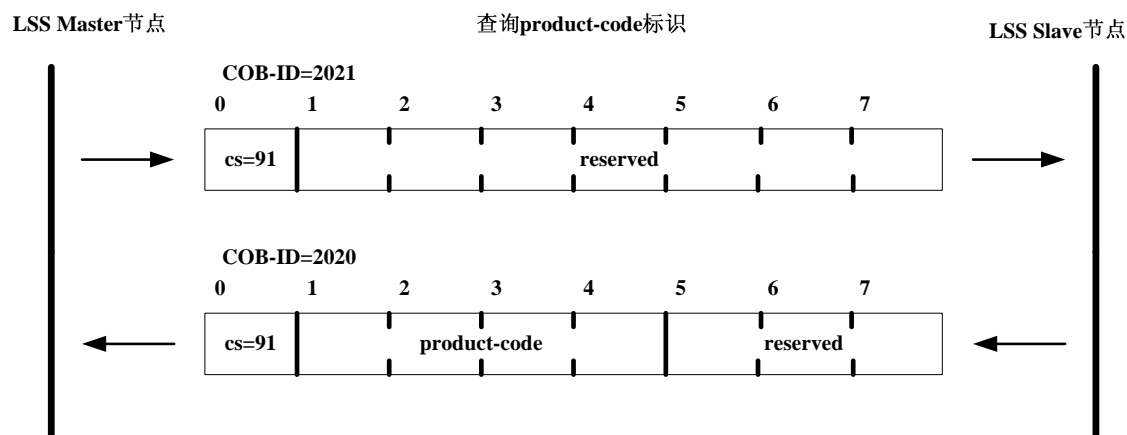
该协议用于执行 ‘Inquire LSS Address service’ 服务。执行了该服务, 接下来的三个协议都要被执行。

3.11.1.1 查询vendor-ID标识协议



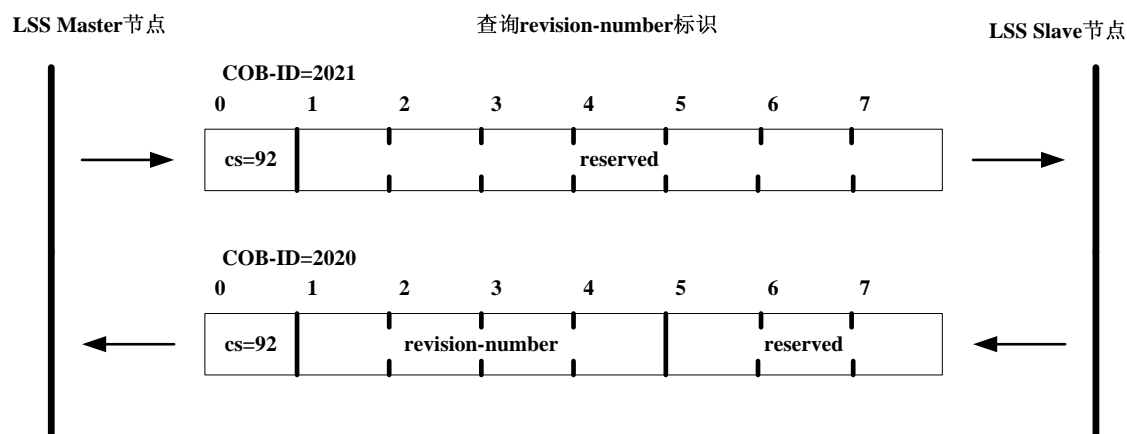
- cs:
LSS 命令说明符
90 用于查询制造商名
- vendor-ID:
所选模块的 vendor-id
- reserved:
CiA 预留

3.11.1.2 查询product-code标识协议



- **cs:**
LSS 命令说明符
91 用于产品名
- **product-code:**
所选模块的 product-code
- **reserved:**
CiA 预留

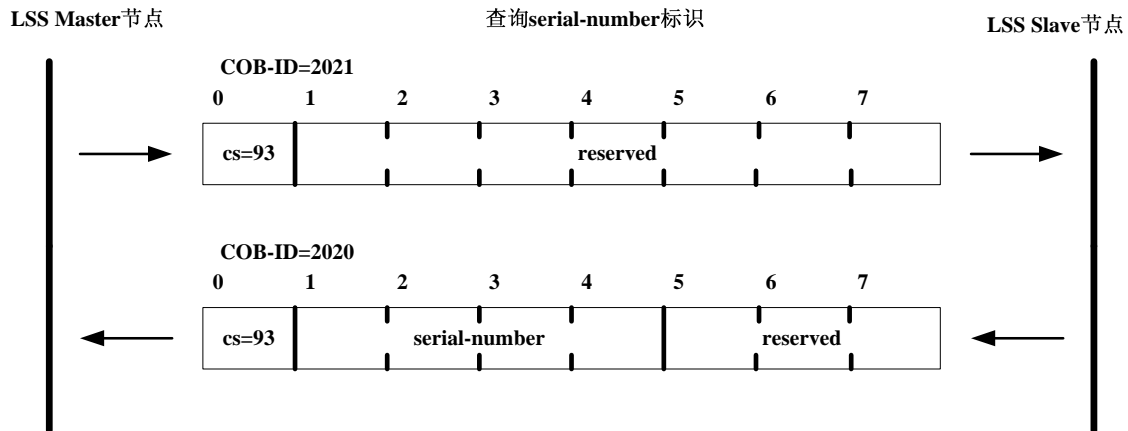
3.11.1.3 查询revision-number标识协议



- **cs:**
LSS 命令说明符
92 用于查询修订号
- **revision-number:**
所选模块的 revision-number

- reserved:
CiA 预留

3.11.1.4 查询serial-number标识协议

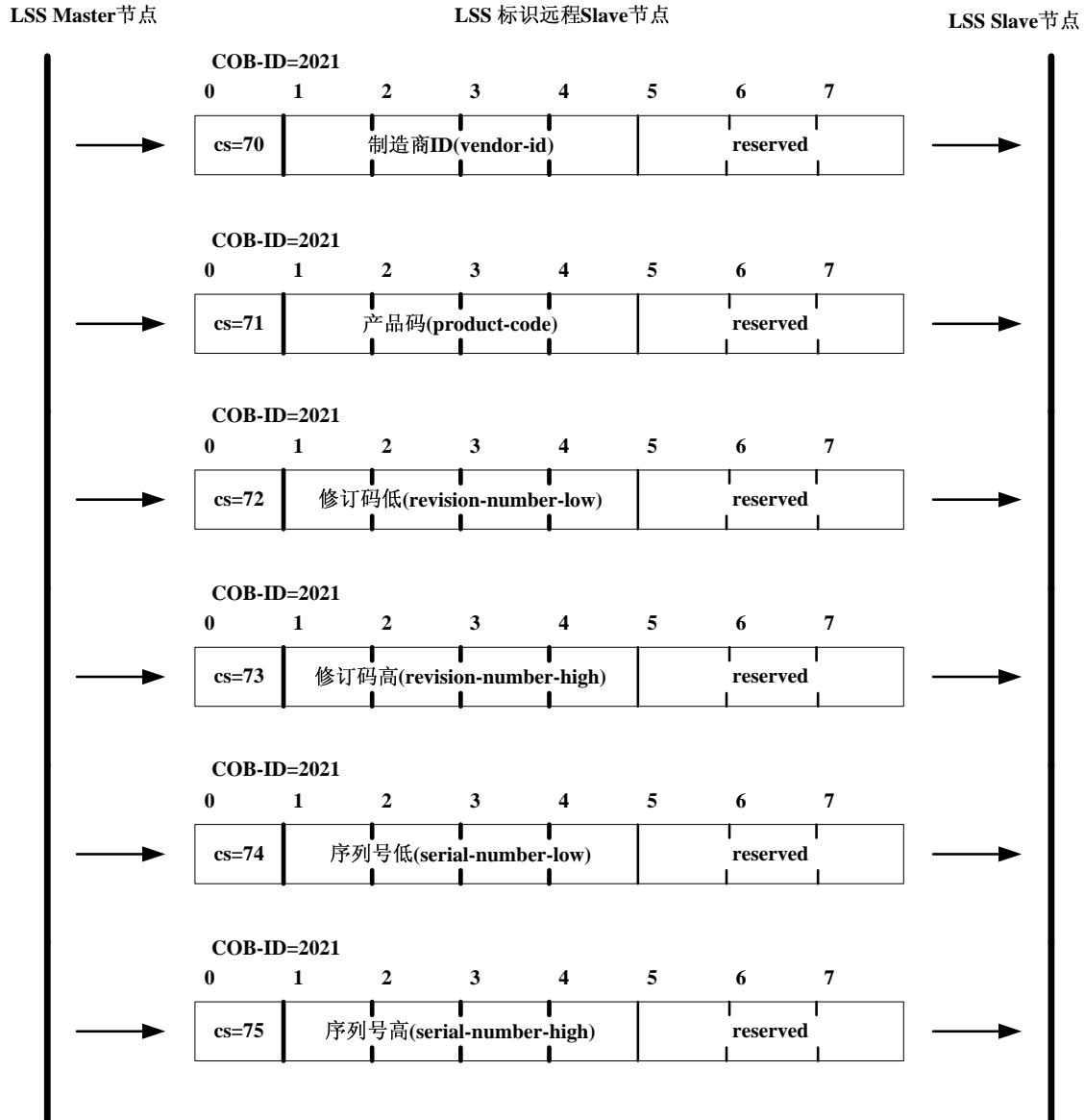


- cs:
LSS 命令说明符
93 用于查询序列号
- serial-number:
所选模块的 serial-number
- reserved:
CiA 预留

3.12 身份识别协议

3.12.1 LSS标识远程Slave节点

该协议用于执行 ‘LSS Identify Remote Slaves’ 服务。



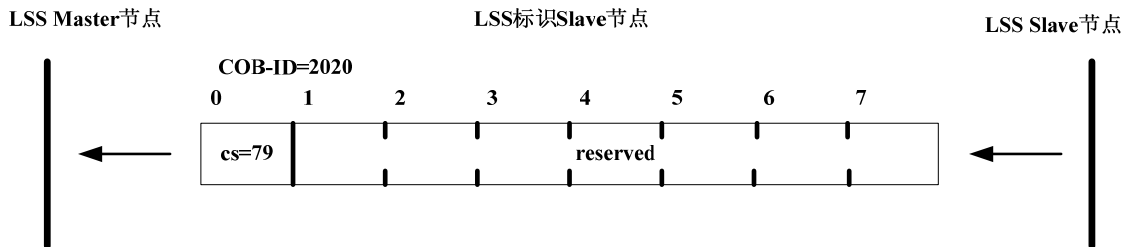
- **cs:**
LSS 命令说明符
70-75 用于标识远程 Slave 节点
- **vendor-id:**
制造商名, LSS 地址的一部分
- **product-code:**
产品名, LSS 地址的一部分
- **revision-number-low:**
所请求的修订号的下边界。最小值是 0000H
- **revision-number-high:**
所请求的修订号的上边界。最大值是 FFFFH

- **serial-number-low:**
所请求的序列号的下边界
- **serial-number-high:**
所请求的序列号的上边界
- **mode:**
LSSSlave 的当前状态:
0: 切换到可操作状态
1: 切换到配置状态
- **reserved:**
CiA 预留

边界值包括在内。所有匹配 vendor-id、product-code 和上下边界范围内的 revision-number、serial-number 的节点都会标识自身提供 LSS 标识 Slave 服务(LSS Identify Slave service)。

3.12.2 LSS标识Slave协议

该协议用于 ‘LSS Identify Slave’ 服务。



- **cs:**
LSS 命令说明符
79 用于 Slave 标识
- **reserved:**
所有字节置 0

3.13 应用规则

应用 LSS 协议时，要一起遵守下面的几方面规则：

CAL Layer 管理(LMT)

要区别 LMT 与 LSS，所有的 LSS 服务命令说明符都在 040H-07FH 范围内。

无效的 COB

一个 COB 的 COB-ID 是 LSS 协议使用的但是包含 LSS 协议不可识别的参数那么该 COB 是无效的。这样的 COB 会造成数据链路层或执行错误。无效 COB 必须以非 CiA DS 301 协议范围的方式去处理。对于 LSS 协议而言，无效的 COB 应该被忽略。

超时

COB 有可能忽略，所以 LSS 协议可能永远接收不到确认。服务的使用者应该提供一个超时机制。超时不是 LSS 服务的应答。超时表示服务还没能完成。应用程序必须处理这种情形。超时值由应用来指定，不在 CiA DS 301 的协议范围内。推荐超时值的选择根据不同的应用需求而定。