iCAN Industry CAN-bus Application Protocol

*i*CAN 协议规范

Rev 1.01

www.embedcontrol.com

广州致远电子有限公司 工业通讯网络事业部

ZHIYUAN ELECTRONICS ®

修订历史

版本	日期	原因
Rev X1	2007/06/12	内部制定初稿
Rev 1.00	2007/09/22	第一次发布
Rev 1.01	2007/12/17	更改波特率定义

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

目录

1. CAN 协议规范简介 6
2. *i*CAN 协议规范的介绍 8
2.1 iCAN 协议规范中专有名词解释 8
2.2 *i*CAN 网络的特性 9
2.2.1 电气传输介质 9
2.2.2 物理层 10
2.2.3 数据链路层 10
2.3 iCAN 协议规范中数据通讯的实现 11
2.3.1 数据通讯模型 11
2.3.2 *i*CAN 网络设备的编址 12
2.3.3 基于连接的通讯 12
2.4 设备模型 13
2.4.1 资源节点 14
2.4.2 资源子节点 16
3. *i*CAN 协议报文格式 17
3.1 *i*CAN 报文的格式说明 17
3.2 *i*CAN 报文标识符的分配 17
3.2.1 MAC ID（节点地址） 18
3.2.2 ACK（响应标识位） 19
3.2.3 FuncID（功能码） 19
3.2.4 Source ID（资源节点地址） 19
3.3 *i*CAN 帧数据部分定义 20
3.3.1 Byte0（SegFlag） 20
3.3.2 Byte1~Byte7（Para） 21
4. *i*CAN 通讯帧传输协议 23
4.1 *i*CAN 协议通讯模式 23
4.1.1 主从通讯模式 23
4.1.2 事件触发通讯模式 24
4.2 *i*CAN 协议报文处理流程 24
4.3 *i*CAN 报文传输协议 26
4.3.1 *i*CAN 帧格式 26
4.3.1.1 命令帧 26
4.3.1.2 正常响应帧 26
4.3.1.3 异常响应帧 26
4.3.2 *i*CAN 报文传输的一般规则 26
4.3.2.1 MAC ID 检测帧 27
4.3.2.2 广播帧 27

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

4.3.2.3 事件触发帧 28
4.3.3 iCAN 分段传输协议 28
4.3.3.1 iCAN 分段帧格式 28
4.3.3.2 iCAN 分段传输规则 29
4.4 iCAN 通讯帧格式解析 32
4.4.1 连续写端口命令：FuncID=0x01 32
4.4.1.1 命令帧格式 32
4.4.1.2 响应帧格式 32
4.4.1.3 示例 33
4.4.2 连续读端口命令：FuncID=0x02 34
4.4.2.1 命令帧格式 34
4.4.2.2 响应帧格式 35
4.4.2.3 示例 36
4.4.3 事件触发传送命令：FuncID=0x03 37
4.4.3.1 命令帧格式 37
4.4.3.2 示例 37
4.4.4 建立连接命令：FuncID=0x04 37
4.4.4.1 命令帧格式 37
4.4.4.2 响应帧格式 38
4.4.4.3 示例 38
4.4.5 删除连接命令：FuncID=0x05 39
4.4.5.1 命令帧格式 39
4.4.5.2 响应帧格式 39
4.4.5.3 示例 39
4.4.6 设备复位命令：FuncID=0x06 40
4.4.6.1 命令帧格式 40
4.4.6.2 响应帧格式 40
4.4.6.3 示例 40
4.4.7 MAC ID 检测命令：FuncID=0x07 41
4.4.7.1 命令帧格式 41
4.4.7.2 响应帧格式 41
4.4.7.3 示例 41
5. iCAN 协议规范中设备定义 43
5.1 I/O 资源说明 44
5.1.1 DI：数字量输入单元 44
5.1.2 DO：数字量输出单元 44
5.1.3 AI：模拟量输入单元 44
5.1.4 AO：模拟量输出单元 45
5.1.5 Serial Port：串口输入、输出单元 45
5.1.6 Others：其他应用单元 46
5.2 配置资源说明 46
5.2.1 设备标识资源 47

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

5.2.2 通讯参数资源 47
5.2.3 I/O 参数及设置 49

6. *i*CAN 协议网络管理 51

6.1 *i*CAN 设备网络访问状态机制 51
6.1.1 网络状态 52
6.1.1.1 发送 MAC ID 检测报文状态 52
6.1.1.2 等待 MAC ID 响应报文 52
6.1.1.3 可操作状态 52
6.1.1.4 错误状态 52
6.1.2 MAC ID 检测应用说明 52
6.2 *i*CAN 通讯的控制 53
6.2.1 MAC ID 检测定时器 53
6.2.2 连接定时器 54
6.2.2.1 主站通讯定时参数（CyclicMaster）定义 54
6.2.2.2 连接定时器应用规则 54
6.2.3 循环传送定时器 55
6.2.3.1 定时循环参数（CyclicParameter）定义 55
6.2.3.2 循环定时应用规则 55
6.2.4 事件触发时间管理 56

声明 57

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

1. CAN 协议规范简介

CAN-bus（ Controller Area Network） 即控制器局域网，是国际上应用最广泛的现场总线之一。最初 CAN-bus 被设计作为汽车环境中的微控制器通讯，在车载各电子控制装置 ECU 之间交换信息，形成汽车电子控制网络。比如发动机管理系统、变速箱控制器、仪表装备、电子主干系统中，均嵌入 CAN 控制装置。

CAN-bus 是一种多主方式的串行通讯总线，基本设计规范要求有高的位速率，高抗电磁干扰性而且能够检测出产生的任何错误。当信号传输距离达到 10Km 时，CAN-bus 仍可提供高达 5Kbps 的数据传输速率。由于 CAN 串行通讯总线具有这些特性，它很自然地在汽车制造业以及航空工业中受到广泛应用。

作为一种技术先进、可靠性高、功能完善、成本合理的远程网络通讯控制方式，CAN-bus 已被广泛应用到各个自动化控制系统中。从高速的网络到低价位的多路接线都可以使用 CAN-bus。 例如在汽车电子、自动控制、智能大厦、电力系统、安防监控等各领域，CAN-bus 都具有不可比拟的优越性。CAN-bus 的主要特性如下：

- 低成本；
- 多主结构，极高的总线利用率；
- 很远的数据传输距离（长达 10Km），高速的数据传输速率（高达 1M bit/s）；
- 短的报文长度：每个报文允许传输最高 8 个字节的数据；
- 引入报文滤波，可根据报文的标识符决定接收或屏蔽该报文；
- 报文不包含源地址或目标地址，仅用标识符来指示功能信息、优先级信息；
- 可靠的错误处理和检测机制，；发送的信息遭到破坏后，可自动重发；
- 节点在错误严重的情况下，具有自动退出总线的功能。

从 OSI 网络模型的角度来看，现场总线网络一般只实现了第 1 层（物理层）、第 2 层（数据链路层）、第 7 层（应用层）。CAN（Controller Area Network）现场总线仅仅定义了第 1 层：物理层以及第 2 层：数据链路层（参考 ISO11898 标准）。

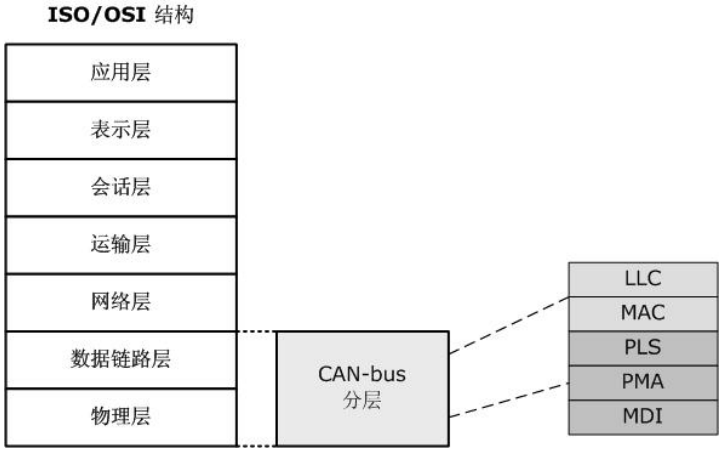


图 1.1 CAN-bus 的分层结构

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

由于 CAN 总线底层协议没有规定应用层，本身并不完整；在基于 CAN-bus 的分布式控制系统中，有些附加功能需要一个高层协议来实现，例如 CAN 报文中的 11/29 位标识符和 8 字节数据的使用，发送大于 8 个字节的数据块，如何响应或者确定报文的传送，网络的启动及监控，网络中 CAN 节点的标识和故障识别等。

因此有必要建立一个高层协议，即基于 CAN 总线的应用层协议，能够在 CAN 网络中实现统一的通讯模式，执行网络管理功能，以及提供设备功能描述方式。

目前在已经有一些可以使用的高层协议，例如：

- DeviceNet 协议， 制定组织：ODVA
- CANOpen 协议，制定组织：CiA
- CAL 协议，制定组织：CiA
- SDS 协议，制定组织：Honeywell
- CANKingdom 协议，制定组织：Kvaser

目前真正占领市场的两个应用层协议是：DeviceNet 协议和 CANOpen 协议。DeviceNet 协议适合于工业自动化控制。CANopen 协议适合于产品部件内部的嵌入式网络，在汽车、电梯、医疗仪器以及船舶运输等领域均有广泛的应用。但是 DeviceNet 和 CANopen 协议规范比较复杂，理解和开发的难度比较大，对于一些并不复杂的基于 CAN 总线的控制网络不太适合。因此有必要开发设计一种简单可靠的 CAN 高层协议，以适合于 CAN 的简单应用场合，iCAN 协议由此应运而生。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

2. *i*CAN 协议规范的介绍

*i*CAN 协议全称“Industry CAN-bus ApplicatI/On Protocol”，即工业 CAN-bus 应用层协议，它向工业控制领域提供了一种易于构建的 CAN-bus 网络，为工业现场设备（传感器、仪表等）与管理设备（工控机、PLC 等）之间的连接提供了一种低成本的通讯解决方案。

*i*CAN 协议详细的定义了 CAN 报文中 ID 以及数据的分配和应用，建立了一个统一的设备模型，定义了设备的 I/O 资源和访问规则，通信模型如图 2.1 所示。

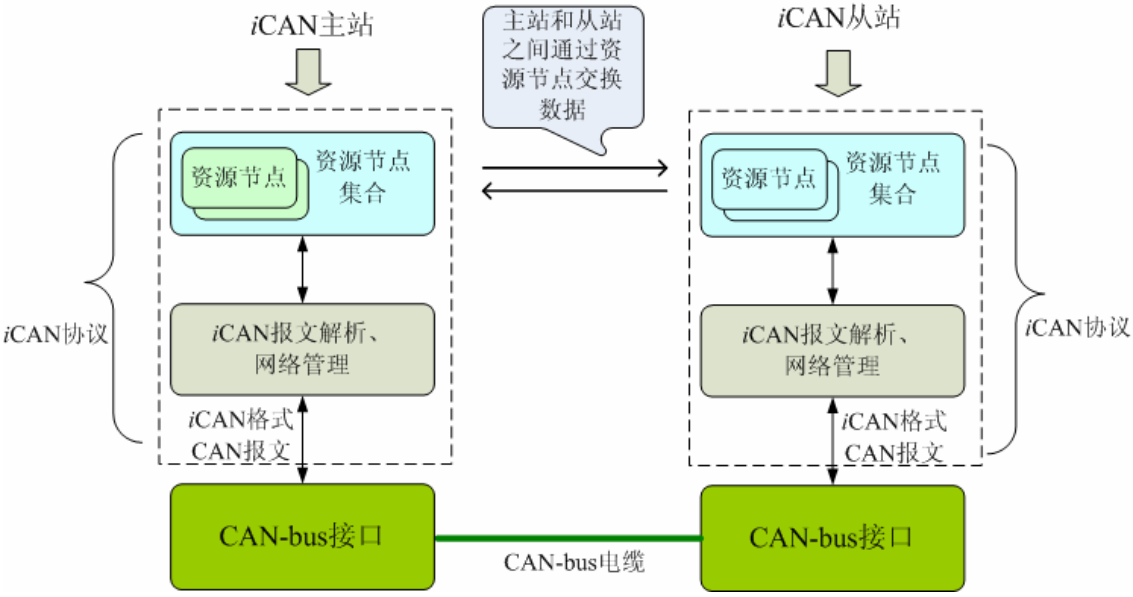


图 2.1 *i*CAN 协议通信模型

*i*CAN 协议规范主要描述了以下的内容：

- *i*CAN 报文格式定义：规定了 iCAN 协议规范中使用的 CAN 帧类型、以及帧 ID、报文数据的使用等；
- 报文传输协议：规定了基于 *i*CAN 协议的设备之间的通讯方式；
- 设备的定义：设备标识、设备应用单元、设备通讯以及应用参数以及定义标准设备类型，区分网络上设备具有的不同功能或者产品类型；
- 网络管理：规定了设备通讯监控以及错误管理。

2.1 iCAN 协议规范中专有名词解释

- 源节点：发送报文的节点。
- 目标节点：接收报文的节点。
- 主站（主控节点、主控设备、主站）：基于 *i*CAN 协议网络中的管理设备，负责管理整个网络中的通讯，可以为 PC 或者嵌入式设备。
- 从站（受控节点、受控设备、从站）：基于 *i*CAN 协议网络中的 I/O 设备单元，主站建立与从站的数据通讯，从从站获取输入数据，并向它分配输出数据。
- 节点：iCAN 网络中主站和从站。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

- 资源节点：指设备中特定的应用单元，如 I/O 端口。
- 资源子节点：指设备中特定配置单元中的子单元，如配置资源。
- MAC ID：Med*i*a Acess Control ID，媒体访问控制标识。*i*CAN 网络中节点的唯一标识。

2.2 *i*CAN 网络的特性

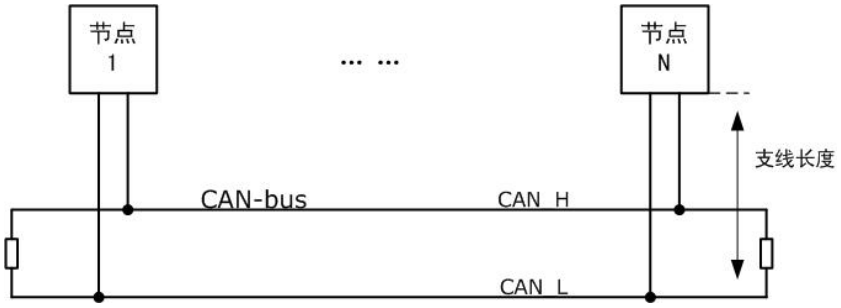


图 2.2 符合[ISO99-2]的总线拓扑结构

*i*CAN 网络使用如图 2.2 所示的符合 CAN 的高速标准[ISO99-2]规定的拓扑结构，终端电阻的标称值为 120Ω。

*i*CAN 网络最多支持 64 个节点（主站和从站总数不超过 64 个），节点与网络线缆之间用分支线连接。在实际应用时要求网络中的分支线尽可能短，在 1Mbps 速率下，分支线最长为 0.3m，在速率较低的情况下，分支线可以延长。*i*CAN 网络最大的通讯距离与网络中的通讯速率相关， *i*CAN 网络中位速率和最大总线长度之间的关系如表 2.1 所示。

表 2.1 位速率和最大总线长度

位速率/kbps	1000	500	250	125	100	50	20	10
最大距离/m	40	130	270	530	620	1300	3300	6700

2.2.1 电气传输介质

双绞线是用于实现 *i*CAN 网络的典型物理介质。采用双绞线传输时必须在总线的每一端接一个电阻（建议值为 120 欧）以避免出现信号反射。即使在非常低的信号电平下也能保证信号的可靠传输。此外，通过双绞线可以补偿电磁辐射的干扰，这样就提高了抗干扰的能力。

对于双绞线电缆参数的选择，可以参考表 2.2 中的 ISO/DIS 11898 推荐值。

表 2.2 与传输线长度相关的电缆直流参数推荐值

总线长度	电缆		终端电阻	最大波特率
	直流电阻	导线截面积		
0…40m	70mΩ/m	0.25 mm² ～0.34 mm² AWG23, AWG22	124Ω/1%	1Mb*i*t/s at 40m
40m…300m	<60mΩ/m	0.34 mm² ～0.6 mm² AWG22, AWG20	127Ω/1%	>500kb*i*t/s at 100m

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

300m…600m	<40mΩ/m	0.5 mm² ～0.6 mm² AWG20	127Ω/1%	>100kbit/s at 500m
600m…1km	<20mΩ/m	0.75 mm² ～0.8 mm² AWG18	127Ω/1%	>50kbit/s at 1km

- 电缆交流参数推荐值：120Ω 特征电阻、5ns/m 延时；
- 为了把电缆直流电阻引起的电压衰减降到最小，较大的终端电阻值（例如选用非标准的 150～300Ω；而在 ISO11898 标准中，提供的参考值为“118Ω<R_T<130Ω”范围）有助于增加总线长度。
- 当确定电缆的电压衰减后，连接器的传输电阻也需要考虑在电缆电阻中。依照生产商的规范，例如 DB9 连接器每个触点的容抗在 2.5mΩ 和 10mΩ 之间，每个插头的有效电阻增加 5mΩ 到 20mΩ。

2.2.2 物理层

*i*CAN 网络中采用符合 ISO11898-2 标准的 CAN 收发器，ISO11898-2 标准是一系列扩展标准的基础，它是工业自动化和汽车工业中 CAN 网络最重要的物理层标准。

在该标准中，CAN 总线采用两种互补的逻辑数值“显性”和“隐性”。“显性”（“Dam*i*nant”）数值表示逻辑“0”，而“隐性”（“Recess*i*ve”）表示逻辑“1”。

- 隐性位： -500mV ... +50mV（无负载）
- 显性位： +1.5V ... +3.0V（负载为 60Ω）

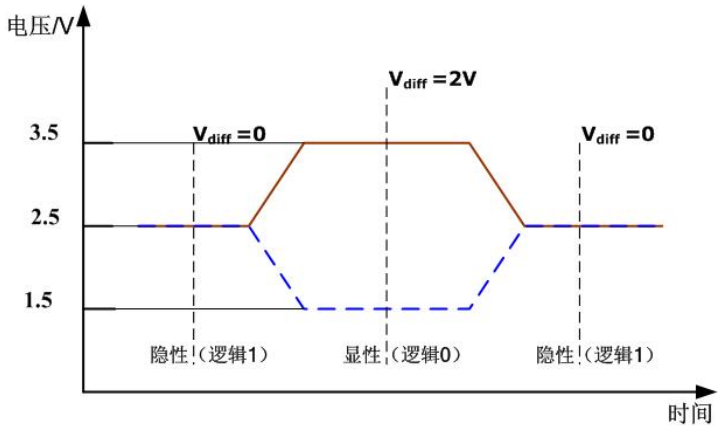


图 2.3 CAN 总线电平定义

2.2.3 数据链路层

*i*CAN 协议规范使用具有 29 位标识符的 CAN-bus 扩展帧，在该协议中不支持 11 位标识符的标准帧。但是在 *i*CAN 网络中，标准帧数据格式的报文传输并不会引起通讯错误。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

2.3 iCAN 协议规范中数据通讯的实现

2.3.1 数据通讯模型

对于一个通常意义上的网络，数据通讯的方式规定了网络中各设备之间数据交换的规则。CAN 报文的传输采用所谓的“生产者－消费者”模型，如图 2.4 所示。设备在没有被请求的情况下，将数据（例如以多点传送或广播报文的形式）提供给其它设备。这样一种通信服务就是所谓的“生产者－消费者”模型。

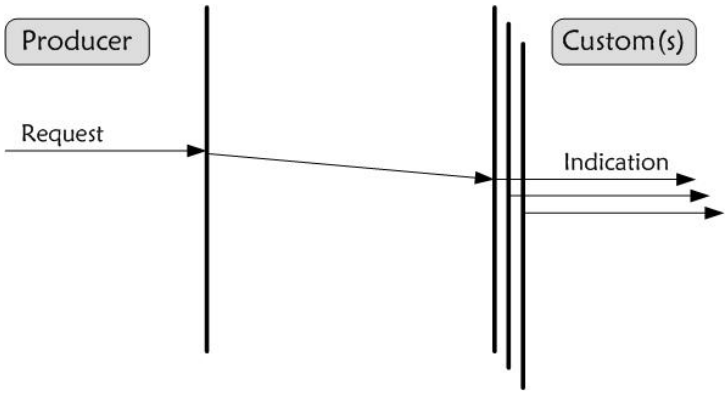


图 2.4 CAN 的通讯模式

生产者通过服务指示向其它设备提供服务，而这些设备可以接受（消费）或忽略服务。通常生产者通常并不认识消费者，所以不适合使用服务的确认。

为保证数据报文传输的确定性，在 *i*CAN 网络的通讯过程中采用命令/响应的方式。命令/响应通讯是一种主从方式的通讯，通信的发起方为主控设备（主站），通信的响应方为受控设备（从站）。

在基于命令/响应模式的 *i*CAN 网络中，由主控设备发送命令帧，受控设备接收到命令帧以后向主控设备发送响应帧，从而实现数据交换，如图 2.5 所示。 这种模式属于一种对服务进行确认的数据传输方式，可靠性好。

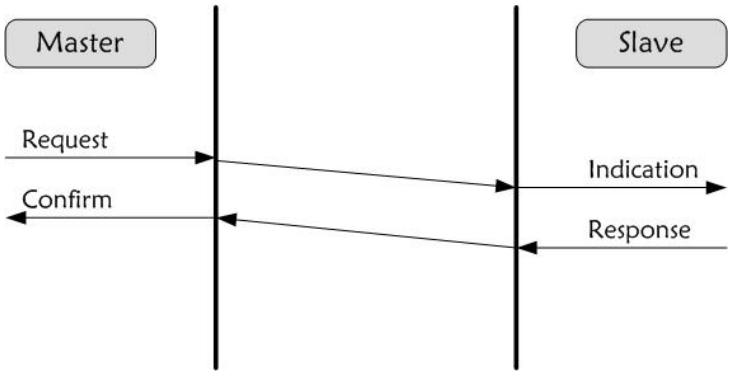


图 2.5 命令/响应式通讯

基于命令/响应模式的主从通讯只能由主控设备发起，对于总线的利用率较低。为弥补这一不足，根据 CAN 的“生产者－消费者”通讯模型，在 iCAN 协议规范中定义了另外一种传输方式－－事件触发传送。事件触发传送允许从站主动发送数据。从站可以根据时间状态触发传送或者 I/O 的状态触发传送；主控设备根据需要可以选择接收处理受控设备发送的

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

报文，如图 2.6 所示。

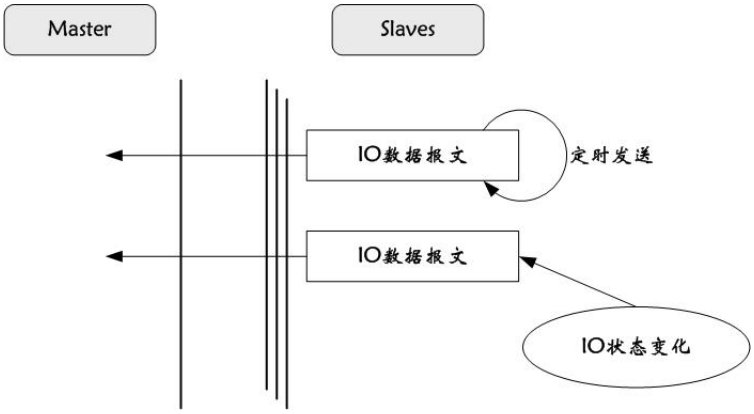


图 2.6 *i*CAN 事件触发传送

2.3.2 *i*CAN 网络设备的编址

在 iCAN 协议规范中，对于网络中的任何一个节点均有一个唯一的标识值 MAC ID，用于区分网络中不同的设备。MAC ID 的数值范围定义见下表：

表 2.3 MAC ID 数值范围

MACID 值范围	0~63（十进制数

在 *i*CAN 网络中每一个节点均有特定的 MAC ID，因此在 *i*CAN 网络中不同节点之间的数据交换是基于对节点的寻址实现的，如图 2.7 所示。

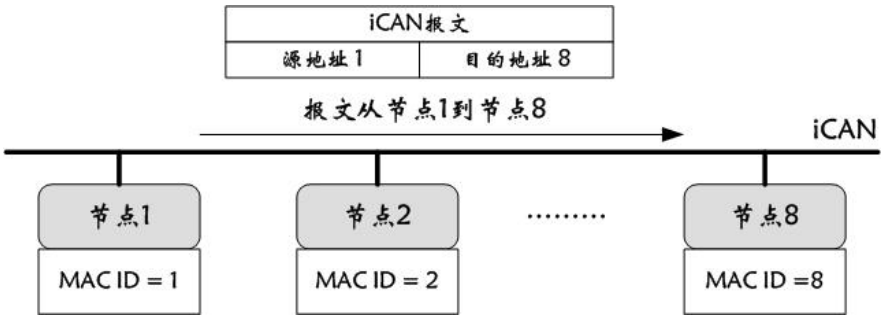


图 2.7 节点标识：MAC ID

在 CAN 网络中，通过报文的标识符进行信息的区分，因此可以通过报文的各种标识符分配来达到建立信息连接的目的。在网络中传输的 CAN 数据帧包含了目的地和源地址。因此，每个帧都是发往一个指定的节点或一组节点，网络中节点通过判断网络报文中的节点地址，决定是否对报文进行处理。此外 *i*CAN 协议还保留了特定的地址对一组节点或所有节点（广播）进行寻址并进行帧传输。

*i*CAN 协议基于节点寻址的通讯方式是通过连接和确认的数据通讯的基础。

2.3.3 基于连接的通讯

*i*CAN 网络为主从式的网络。在 *i*CAN 网络中通常有一个主控设备，用于管理网络上其

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

他的设备，并监控整个网络的功能。各从设备之间并不能够直接进行通讯。

*i*CAN 网络中设备之间的通讯是基于连接的。在这里连接就好比一座桥梁一样，起到沟通主站和从站的作用。在网络中任何一个参与通讯的从站都必须和主站之间建立一个独立的通讯连接。正由于 *i*CAN 网络中设备之间的通讯是基于连接的，这样也为对任何一个设备的通讯进行监控提供了可能。

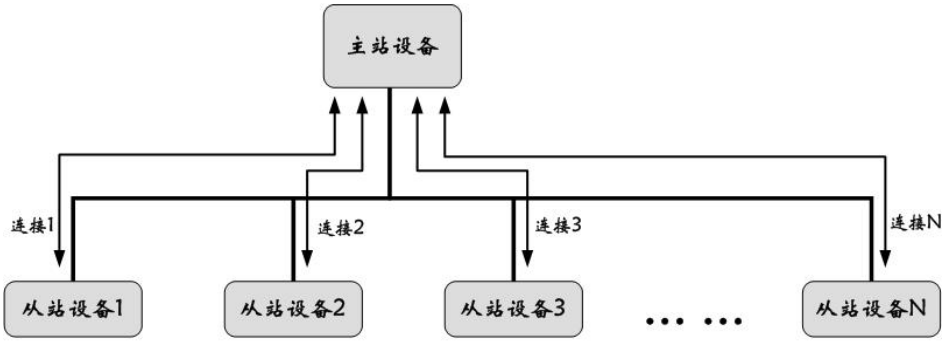


图 2.8 基于连接的 *i*CAN 网络

在 *i*CAN 网络中，主控设备和从设备之间的通讯并不能够随机进行。主控设备和从设备之间必须首先建立一个通讯连接。建立连接后，主控设备才能够与从设备进行通讯。如图 2.9 所示。

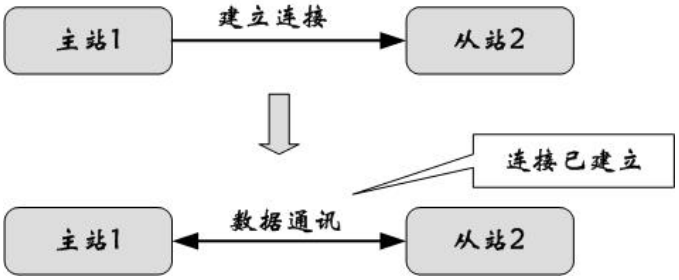


图 2.9 *i*CAN 基于连接的通讯示意图

2.4 设备模型

在 iCAN 协议规范中，设备的模型如下图 2.10 所示，*i*CAN 设备的结构由三部分组成：

- 通讯端口：通讯端口实现设备与 CAN-bus 网络的数据交换，接收网络中 CAN 报文，按照一定的规则进行处理，并发送 CAN 报文到 CAN-bus 网络。
- 资源节点：资源节点定义了与通讯和应用相关的一系列数据表格，资源节点决定了设备的通讯行为，应用端口属性。
- 应用端口：定义了设备与在实际应用中的功能，并描述了应用处理的相应过程。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

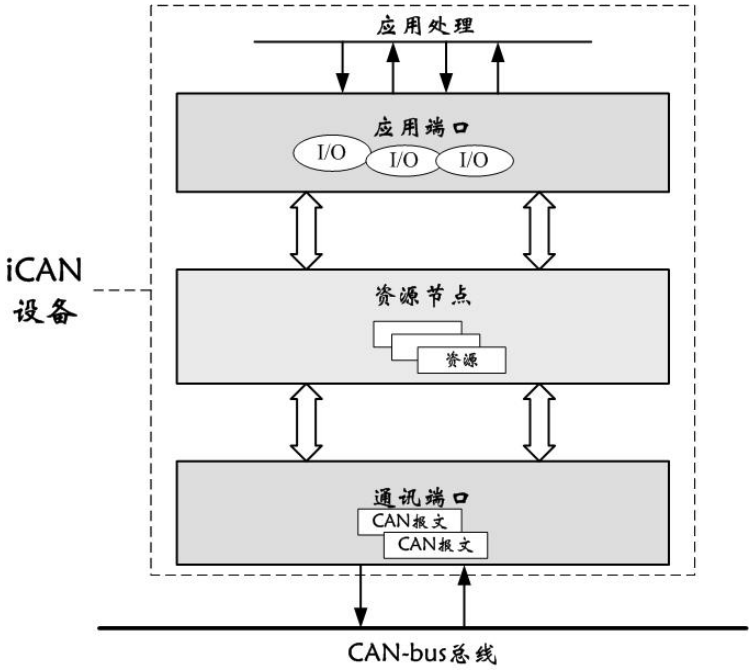


图 2.10 设备模型

2.4.1 资源节点

资源节点是 iCAN 协议规范中的一个重要组成部分，它提供了一个统一的设备描述以及设备访问方法。

每个 iCAN 从站的资源节点长度为 256 字节，包括从站 I/O 资源、从站设备标识、通讯参数和从站 I/O 配置资源四个部分，每个 I/O 配置资源又包含 256 个资源子节点，如图 2.11 所示。

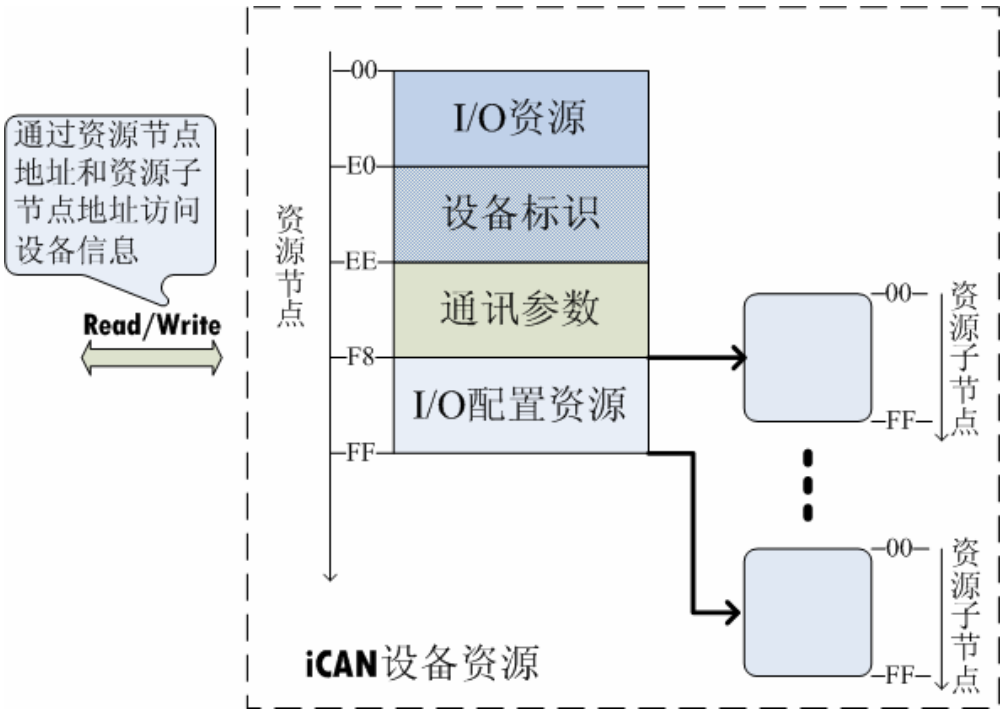


图 2.11 资源节点

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

资源节点采用表格的方式进行索引，对于资源节点中的任何一项具有唯一的地址与之对应，iCAN 主站通过在 iCAN 命令报文中指定资源节点地址的方式来完成对从站资源的访问，例如获取设备名称，I/O 数据等，如图 2.11 所示。资源节点地址 0xF8~0xFF 处的每个资源节点都包含 256 字节资源子节点，对这些资源子节点的访问通过在 iCAN 命令报文中指定资源节点地址和资源子节点来完成。

在 iCAN 协议规范中，iCAN 从站资源节点分为 I/O 数据资源和配置资源两部分，*i*CAN 从站资源节点详细定义如下表 2.4 所示。

表 2.4 资源节点分配表格

类型		资源节点地址	说明	
I/O 资源		0x00-0x1F	DI	开关量输入单元
		0x20-0x3F	DO	开关量输出单元
		0x40-0x5F	AI	模拟量输入单元
		0x60-0x7F	AO	模拟量输出单元
		0x80-0x9F	SeriialPort0	串口 0
		0xA0-0xBF	SeriialPort1	串口 1
		0xC0-0xdDF	Reserve	保留
配置资源	设备标识	0xE0～0xE1	Vendor ID	厂商代码，固定值
		0xE2～0xE3	Product Type	产品类型，固定值
		0xE4～0xE5	Product Code	产品型号，固定值
		0xE6～0xE7	Hardware Version	产品硬件版本
		0xE8～0xE9	Firmware Versin	产品固件版本
		0xEA～0xED	Serial Number	4 字节产品 SN 号码
	通讯参数	0xEE	MAC ID	本机节点的 ID 编号
		0xEF	BaudRate	CAN 波特率，值 0xFF 无效
		0xF0～0xF3	UserBaudrate Set	用户设置的特殊波特率值
		0xF4	CyclicParameter	循环模式(Cyclic)定时参数 时间单位为：10ms
		0xF5	CyclicMaster	主站通讯定时参数 时间单位为：10ms
		0xF6	COS type set	状态改变触发使能
		0xF7	Master MAC ID	主站 MAC ID
	I/O 属性	0xF8	I/O parameter	输入输出通道参数
	I/O 配置	0xF9	I/O configure	输入输出配置参数
		0xFA～0xFF	Reserve	保留

“I/O 资源”分为 7 个不同的 I/O 空间，占用资源节点 0x00–0xDF。“I/O 资源”包括开关量输入单元（DI）、开关量输出单元（DO）、模拟量输入单元（AI）、模拟量输出单元（AO）、

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

串行接口 0 单元、串行接口 1 单元以及保留部分。

“配置资源”用于设备标识、通讯参数以及 I/O 单元的配置，占用资源节点 0xE0~0xFF。“配置资源”包括设备标识、通讯参数、I/O 属性和 I/O 配置，通过配置资源节点可以获取 iCAN 从站设备的各种信息。

2.4.2 资源子节点

在“I/O 配置”资源部分（资源节点地址 0xF8~0xFF），每个资源节点中又可以包含 256 个资源子节点，因此，每个设备可以支持 7*256=1792 字节 I/O 配置数据。

*i*CAN 协议规范规定，对“I/O 配置”部分资源节点的资源子节点的访问使用带资源子节点的命令进行，细节参考“连续写端口”和“连续读端口”命令帧格式。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

3. *i*CAN 协议报文格式

*i*CAN 协议报文格式定义了 CAN 报文的标识符和数据部分使用原则和功能含义，通过对报文格式的定义，使网络中 CAN 报文的每个组成元素均有其特定的功能和意义。

CAN 报文格式的定义是 iCAN 协议规范中最基本的组成部分，包括报文标识符和报文数据部分的分配两个方面。

3.1 *i*CAN 报文的格式说明

在 iCAN 协议规范中，只使用了扩展帧格式 CAN 报文（CAN2.0B），标准帧格式 CAN 报文和远程帧格式报文都未使用。

*i*CAN 协议对扩展帧格式 CAN 报文的 29 位标识符和报文数据部分的使用作了详细的定义，其报文的格式定义如表 3.1 所示。

表 3.1 *i*CAN 报文帧格式

<table>
<tr><td rowspan="7">帧标识符</td><td>ID28</td><td>ID27</td><td>ID26</td><td>ID25</td><td>ID24</td><td>ID23</td><td>ID22</td><td>ID21</td><td colspan="5" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">00</td><td colspan="6">SrcMACID (源节点地址)</td></tr>
<tr><td>ID20</td><td>ID19</td><td>ID18</td><td>ID17</td><td>ID16</td><td>ID15</td><td>ID14</td><td>ID13</td></tr>
<tr><td colspan="2">00</td><td colspan="6">DestMACID (目标节点地址)</td></tr>
<tr><td>ID12</td><td>ID11</td><td>ID10</td><td>ID9</td><td>ID8</td><td>ID7</td><td>ID6</td><td>ID5</td><td>ID4</td><td>ID3</td><td>ID2</td><td>ID1</td><td>ID0</td></tr>
<tr><td>ACK</td><td colspan="3">FuncID (功能码)</td><td colspan="4">Source ID (资源节点地址)</td></tr>
<tr><td colspan="9" rowspan="9"></td></tr>
<tr><td colspan="8">RTR =0</td></tr>
<tr><td colspan="8">DLC</td></tr>
<tr><td rowspan="7">帧数据部分</td><td colspan="8">Byte 0(SegFlag)</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 1 (Length、ErrID)</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 2</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 3</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 4</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 5</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 6</td></tr>
<tr><td colspan="8">Byte 7</td></tr>
</table>

3.2 *i*CAN 报文标识符的分配

报文标识符指定了数据通讯中的源节点 MA ID 和目标节点 MACID，并指示了报文的功能以及所要访问的资源节点。报文标识符被分为 SrcMACID（源节点地址）、DestMACID（目

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

标节点地址)、ACK 位、FuncID（功能码）和 Source ID（资源节点地址）5 个部分，如表 3.2 所示。

表 3.2 *i*CAN 标识符分配

帧标识符	ID28	ID27	ID26——ID21	ID20	ID19	ID18——ID13	
	00		SrcMACID (源节点地址)	00		DestMACID (目标节点地址)	
	ID12	ID11——ID8		ID7——ID0			RTR
	ACK	FUNC ID (功能码)		Source ID (资源节点地址)			0

3.2.1 MAC ID（节点地址）

MAC ID（节点地址）为 *i*CAN 设备（包括主站和从站）在 *i*CAN 网络上的唯一标识，节点地址值的范围为 0x00-0x3F。由节点地址的分配可以知道一个 *i*CAN 网络中最多可容纳 64 个节点。

在 *i*CAN 报文的标识符中指定了发送节点（源节点 SrcMACID）和接收节点（目标节点 DestMACID）的编号。因此在每次的通讯过程中，通讯双方都必须检查 SrcMACID 和 DestMACID 的值与已知连接的两端点是否相同。

- SrcMACID (源节点地址)：发送 *i*CAN 报文的节点地址，占用标识符位 ID28~ID21，如表 3.3 所示。

表 3.3 源节点编号

帧 ID 位编号	ID28	ID27	ID26	ID25	ID24	ID23	ID22	ID21
功能定义	Reserve（00）		SrcMACID (目标节点地址)					

SrcMACID 的高 2 位固定为 0，数值范围为 0x00-0x3F。

- DestMACID (目标节点地址)：接收 *i*CAN 报文节点地址，占用标识符位 ID20~ID13，如表 3.4 所示。

表 3.4 目标节点标号

帧 ID 位编号	ID20	ID19	ID18	ID17	ID16	ID15	ID14	ID13
功能定义	Reserve（00）		DestMACID (目标节点地址)					

DestMACID 的高 2 位固定为 0，数值范围为 0x00-0x3F。当 DestMACID 的值为 0xFF 时，表示本次发送的帧是广播帧。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

注意：广播帧不需要应答

3.2.2 ACK（响应标识位）

ACK：响应标识位，分配 1 位，占用标识符位 ID12。该位用于区分帧类型为命令帧还是响应帧，并说明是否需要应答本帧，如表 3.5 所示。

表 3.5 响应标志位

ACK	含义
0	用于命令帧，本帧需要应答。但对于广播帧，此值无意义
1	用于响应帧，本帧不需要应答；或不需要应答的命令帧(如广播帧)。

3.2.3 FuncID（功能码）

FuncID：功能码，分配 4 位，占用标识符位 ID11~ID8，如表 3.6 所示。

表 3.6 功能码

帧 ID 位编号	ID11	ID10	ID9	ID8
功能定义	FuncID (功能码)			

功能码用于指示 *i*CAN 报文需要实现的功能，接收报文的节点根据报文中的功能码进行相应的处理。在 iCAN 协议规范中所使用的功能码如表 3.7 所示。

表 3.7 功能码列表

FuncID	功能	描述
0x00	Reserve	保留功能码
0x01	连续写端口	用于对单个或者多个资源节点的数据写入
0x02	连续读端口	用于读取单个或者多个资源节点的数据
0x03	事件触发传送	用于从站主动向已建立连接的主站传送数据
0x04	建立连接	用于和 *i*CAN 从站建立通讯连接
0x05	删除连接	用于删除与 *i*CAN 从站的通讯连接
0x06	设备复位	用于复位 *i*CAN 从站
0x07	MACID 检测	用于检测网络上是指定 MACID 从站是否存在
0x08-0x0e	Reserve	保留功能码
0x0f	异常响应	从站不能正确处理接收到的命令帧时，发送异常响应帧

3.2.4 Source ID（资源节点地址）

Source ID（资源节点地址）：用于指示所要访问的从站内部资源的起始地址，分配 8 位，

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

占用标识符位 ID7~ID0，如表 3.8 所示。

表 3.8 资源节点地址编号

帧 ID 位编号	ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0
功能定义	Source ID (资源节点地址)							

接收报文的从站根据报文中的资源节点地址对内部相应的资源进行操作。在 iCAN 协议规范中，从站的基本资源节点空间占用 256 字节。

3.3 *i*CAN 帧数据部分定义

在 iCAN 协议规范中，iCAN 报文的数据部分主要用于分段传输控制和传送与功能码相关的参数。

*i*CAN 报文数据部分最多可以传输 8 个字节数据，其中第 1 字节用于控制分段传输，剩余部分用来传输与功能码相关的参数，如表 3.9 所示。

表 3.9 *i*CAN 报文数据部分分配

*i*CAN 帧数据字节	功能说明
Byte 0(SegFlag)	分段码
Byte 1~Byte7	与功能码相关的参数

3.3.1 Byte0（SegFlag）

iCAN 报文数据部分第一个字节 Byte0 分配为分段代码（SegFlag）。分段代码 SegFlag 用于实现大于 7 个字节长度的数据传输。SegFlag 的格式定义如表 3.10 所示。

表 3.10 分段代码

SegFlag							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
SegPolo		SegNum					

SegPolo 表示分段标志，占用 SegFlag 的最高两位。SegNum 表示分段编号，占用 SegFlag 的最低 6 位，其含义如表 3.11 所示。

表 3.11 分段标志含义

SegPolo 位值	含义
00	本次数据传输没有分段。
01	批量数据传输的第 1 个分段；此时，SegNum=0x00 值。
10	中间分段。SegNum 值从 0x01 起，每次加 1，以区分段数。
11	最后分段。

当传送的数据长度不超过 7 个字节时，帧数据部分中 SegFlag = 0x00。当使用报文分段

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

传输时，接收节点(目标节点)只有在接收完最后分段后才做出响应。采用分段传输时，分段传输的最大报文长度为 64×7 =448 个字节。

3.3.2 Byte1~Byte7（Para）

iCAN 报文数据部分中的字节 Byte1~Byte7 通常作为功能码的参数，不同的功能码对应的参数意义不同，如表 3.12 所示。

表 3.12 iCAN 报文数据部分含义

功能码	iCAN 报文数据部分含义			
	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3~Byte7
0x01(连续写端口,访问资源子节点)	SegFlag	SubSourceID		
0x02(连续读端口,访问资源节点)	SegFlag	Length	-	
0x02(连续读端口,访问资源子节点)	SegFlag	SubSourceID	Length	-
0x0f(异常响应)	SegFlag	ErrID	-	

- Length（长度标志）

只在“连续读端口”命令中出现，Length 表示需要读出的字节数。在访问资源节点（iCAN 报文中的 SourceID 段的值小于 0xf9）时，Length 位于 iCAN 报文数据部分的 Byte1；在访问资源子节点（iCAN 报文中的 SourceID 段的值范围为 0xf9~0xFF）时，Length 位于 iCAN 报文数据部分的 Byte2，数据部分的 Byte1 用于说明要访问的资源子节点。

- SubSourceID（资源子节点）

在对 0xF9~0xFF 范围内资源节点的资源子节点访问时使用该参数，在“连续读端口”命令中，SubSourceID 位于 iCAN 报文数据部分的 Byte1；在“连续写端口”命令中，SubSourceID 位于 iCAN 报文数据部分的 Byte1，对于采用分段传输的“连续写端口”命令，SubSourceID 只出现在第一段命令报文中。

- ErrID（异常响应码）

在异常响应报文中使用，用于说明异常响应的类型：

表 3.13 异常响应码

ErrID	Description
01	功能码不存在。在以下情况下使用该异常响应码： 如果命令帧中，使用了未定义的功能码，*i*CAN 协议目前支持的功能码参见表 3.7。
02	资源不存在。在以下情况下使用该异常响应码： 如果命令帧中所要访问的资源节点在目标设备中并不存在。
03	命令不支持。在以下情况下使用该异常响应码： 目标设备不支持该功能码； 访问的资源不支持相应的功能码操作。例如向只读属性的资源进行写操作。
04	功能码参数非法。在以下情况下使用该异常响应码： 命令帧中功能码附加的参数参数为非法参数，例如参数的长度不对 。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

05	连接不存在。在以下情况下使用该异常响应码： 如果主站和从站之间的连接尚没建立时，从站在响应错误帧中使用该错误代码。
06	操作无效。在以下情况下使用该异常响应码： 对串口资源进行写操作时，如果从站的串口缓冲区满，使用此错误代码； 对串口资源进行读操作时，如果从站的串口缓冲区空，使用此错误代码。
07	分段传输过程出错

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

4. *i*CAN 通讯帧传输协议

*i*CAN 通讯帧传输协议详细定义了 iCAN 协议规范中的通讯规则，*i*CAN 网络中各个节点按照数据传输协议实现相互之间的数据交换。通过 *i*CAN 通讯帧传输协议能够保证 *i*CAN 网络中通讯数据传输的确定性和可靠性。

4.1 *i*CAN 协议通讯模式

*i*CAN 协议采用灵活的通讯模式，支持主从方式通讯模式和事件触发通讯模式。主从通讯模式用于 *i*CAN 网络中的主站对于从站的访问。事件触发通讯模式用于从站主动向主站传送数据报文。

4.1.1 主从通讯模式

基于 *i*CAN 协议的 CAN 网络中，最常用的通讯方式是主从方式通讯，即命令/响应通讯方式。通讯由网络中的主站发起，接收到命令帧的从站返回响应帧。

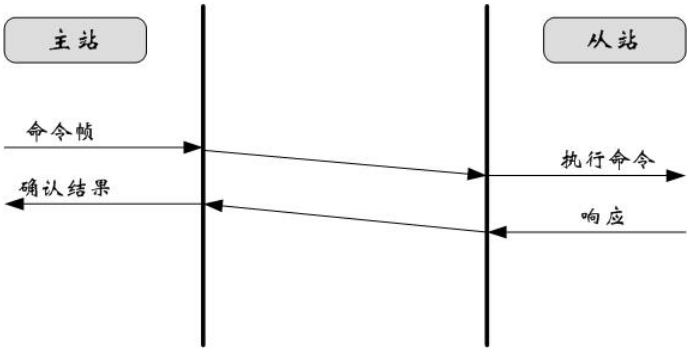


图 4.1 主从通讯

主从通讯模式又分为点对点方式和广播方式两种情况。

- 点对点方式

主站与一个从站进行通讯。从站接收到命令并处理完请求后，返回一个响应报文给主站。在这种模式中，一个完整的通讯过程包括主站的请求与从站的应答。每个从站必须有一个唯一的地址（从 0 到 63），因此能同其他的节点区别开来。在这种通讯方式下，从站节点在未接收到主站的请求时不会传输数据。

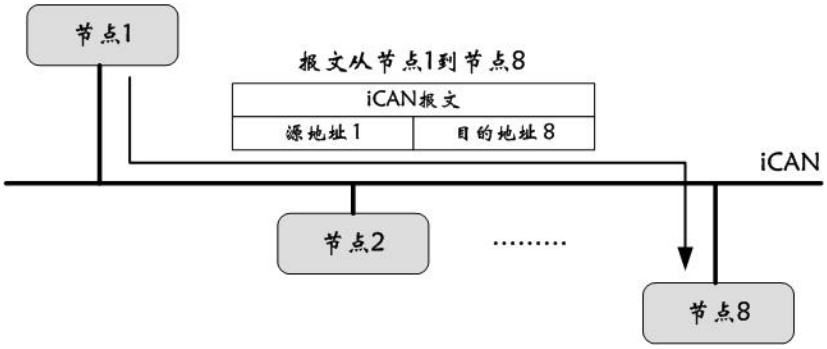


图 4.2 点对点传送

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

- 广播方式

主站发送请求给所有的从站。广播方式下主站的请求是没有回应的。所有的从站必须接收广播方式命令帧。地址 0xFF 用于识别广播通信，在广播报文中目标节点地址为 0xFF。

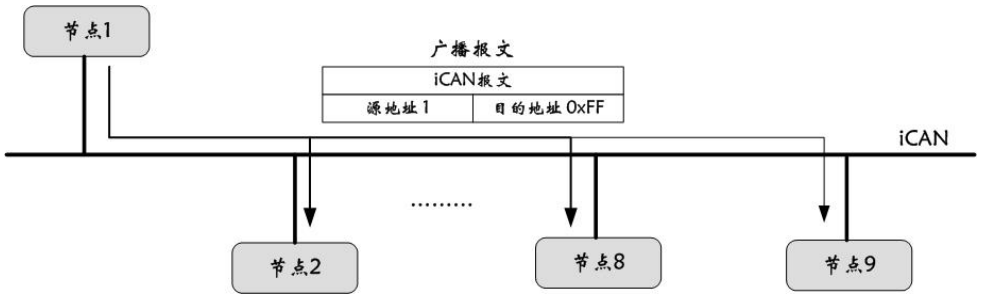


图 4.3 广播方式传送

在 *i*CAN 网络中，主从通讯模式用于主站对于从站的配置、管理等数据的传送，也可以用于向从站请求或者分配 I/O 数据。

4.1.2 事件触发通讯模式

事件触发通讯模式用于从站主动向主站发送数据，支持定时循环发送和状态改变发送两种传送模式，如图 4.4 所示。

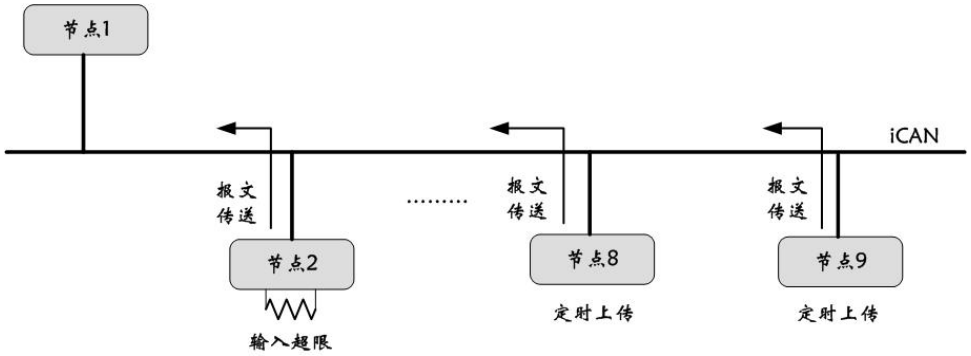


图 4.4 事件触发通讯模式

定时循环发送用于从站在固定时间间隔（由主站设置）向主站传送数据；状态改变发送用于从站在检测到报警条件时，主动向主站传送数据。定时循环发送和状态改变发送不能同时使用。

4.2 *i*CAN 协议报文处理流程

主站根据主站应用软件所需要的操作确定从站 MAC ID、功能码、所要操作的资源节点及数据参数后，按 iCAN 报文格式封装成带 29 位标识符的扩展帧 CAN 报文发送到 iCAN 网络上。然后等待从站的响应报文，以确定操作是否执行成功。

从站接收到主站的报文后，需要根据报文中的目标节点、功能码、资源节点以及数据参数进行判断，以决定该报文是否为合法的报文。如果为合法的报文则执行相应的操作，并返回正常的响应报文；如果为非法的报文，则丢弃接收的报文，返回异常响应报文，并根据错误在异常响应报文中指明错误代码，以供主站决定下一个操作，如图 4.5 所示。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

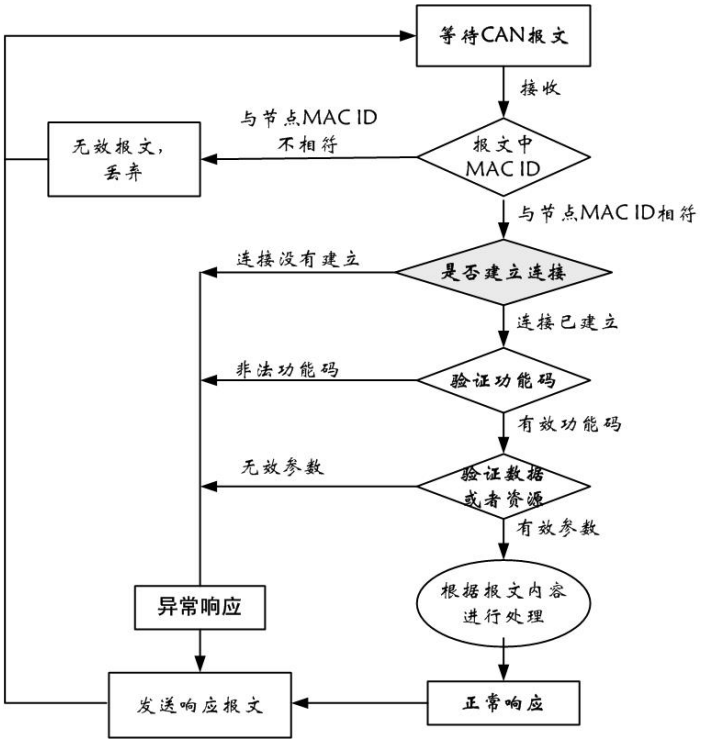


图 4.5 *i*CAN 报文处理流程

当从站应答主站时，功能码域表明是一个正常响应还是异常响应（有错误产生）。正常响应时，从站返回原样的功能码；异常响应的时候，功能码为异常功能码（0x0F），同时在响应报文中返回异常代码。

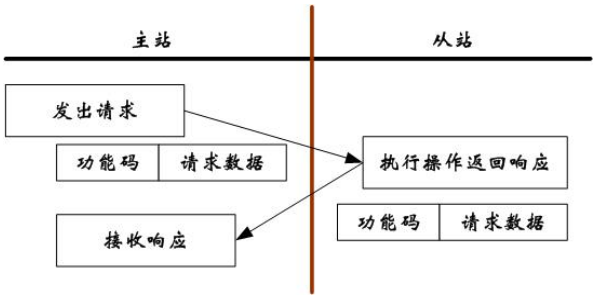


图 4.6 正常响应

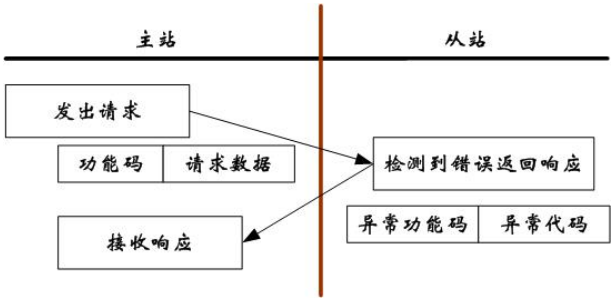


图 4.7 异常响应

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

4.3 *i*CAN 报文传输协议

4.3.1 *i*CAN 帧格式

4.3.1.1 命令帧

在 CAN 网络的源节点负责发起通讯，在网络上发送“命令帧”的一般是主控节点。

“命令帧”格式如下：

SrcMACID	DestMACID	ACK=0	FuncID	SuourceID	DLC		分段码	0~7 个数据

ACK=0 表示需要目标节点应答；当 DestMACID ＝ 0xFF 时命令帧为广播帧，广播帧时可以设置 ACK=1。

4.3.1.2 正常响应帧

如果 iCAN 网络的目标节点在收到“命令帧”，并成功处理后，目标节点发送“正常响应帧”至网络。

“正常响应帧”的格式如下：

SrcMACID	DestMACID	ACK=1	FuncID	SuourceID	DLC		分段码	0~7 个数据

ACK=1 表示为响应帧，无需应答。FuncID 与“命令帧”的 FuncID 相同，表示本帧为正常响应。

4.3.1.3 异常响应帧

如果 iCAN 网络的目标节点在收到“命令帧”后，无法对该命令帧进行处理（例如功能码不支持、参数错误时等），则发送“异常响应帧”至网络。

“异常响应帧”的格式如下：

SrcMACID	DestMACID	ACK=1	FuncID=0x0F	SourceID	DLC		分段码=0x00	ErrID

ACK=1 表示为响应帧，无需应答。FuncID=0x0F 表示本帧为回应错误代码。在“异常响应帧”中错误代码（ErrID）用于说明错误类型，现有的错误代码如下表 4.1。

表 4.1 错误代码

ErrID	Description
01	功能码不存在
02	资源不存在
03	命令不支持
04	参数非法
05	连接不存在
06	操作无效

4.3.2 *i*CAN 报文传输的一般规则

在 iCAN 协议规范中，报文传输遵从“命令/响应”的模式。即主站传输报文给从站，从站接收报文进行处理，并向主站发送响应报文，见图 4.8。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

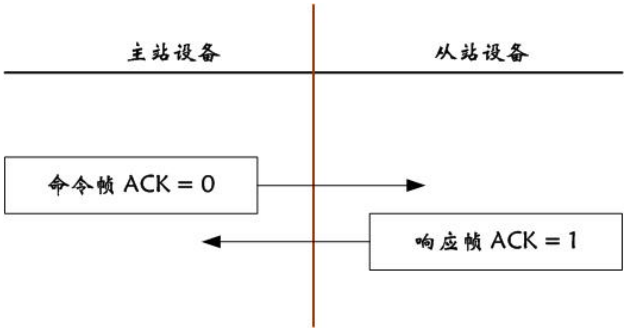


图 4.8 报文传输协议

通常把主站发送的报文称作命令帧，报文中 ACK ＝ 0；从站发送的响应报文称作响应帧，报文中 ACK ＝ 1。响应帧根据实际返回的信息，分为正常响应帧和异常响应帧。

在网络报文传输时，存在以下几种特殊情况：

4.3.2.1 MAC ID 检测帧

“MAC ID 检测帧”是指命令帧中功能码（FuncID）为 0x07 的报文，该报文用于检测网络中指定 MAC ID 地址的从站是否存在。iCAN 协议规定，从站在上电初始化完毕后向网络上发送“MACID 检测帧”，用来确定自身 MAC ID 是否被占用；收到与自身 MACID 相同的“MACID 检测帧”的从站发送响应报文，通知发送“MACID 检测帧”的从站，该 MACID 已被占用，见图 4.9。

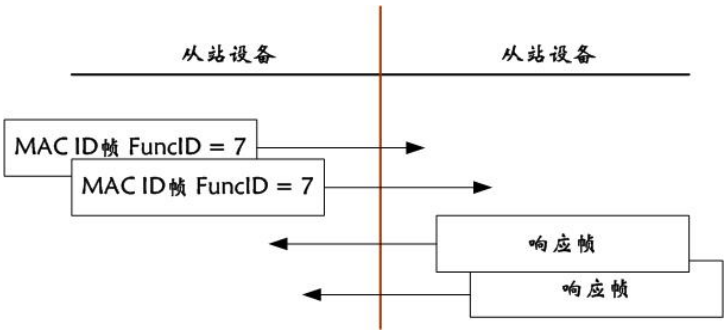


图 4.9 MAC ID 报文传输协议

4.3.2.2 广播帧

广播帧是指命令帧中目标节点（DestMACID）为 0xFF 的报文，对于广播帧从站不需要应答，见图 4.10。

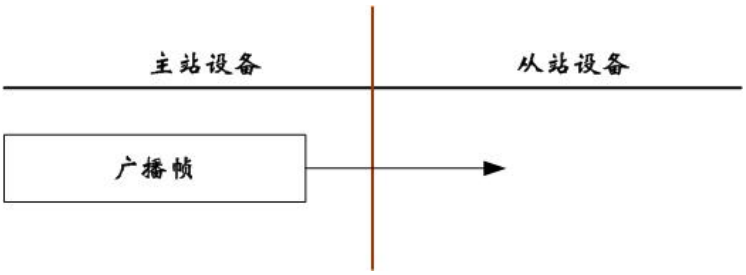


图 4.10 广播帧的传输

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

4.3.2.3 事件触发帧

事件触发帧是指由从站主动上传的报文，该报文的功能码 FuncID＝0x03，ACK＝1，见图 4.11。事件触发帧由连接该从站的主站处理。

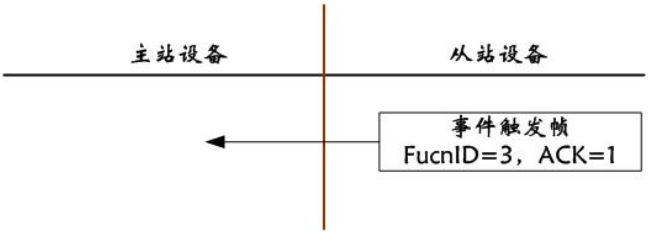


图 4.11 事件触发帧的传送

4.3.3 *i*CAN 分段传输协议

在普通的 iCAN 命令/响应帧中，最多可传送 7 字节数据，为实现多字节数据批量传输，iCAN 协议定义了分段传输协议。

4.3.3.1 *i*CAN 分段帧格式

“命令帧”格式如下：

SrcMACID	DestMACID	ACK=0	FuncID	SourceID	DLC		分段码 SegFlag	0~7 个数据

“响应帧”的格式如下：

SrcMACID	DestMACID	ACK=1	FuncID	SourceID	DLC		分段码 SegFlag	0~7 个数据

iCAN 协议使用 CAN 报文数据部分的第 1 字节用于指示分段传输，该字节的格式定义如表 4.2 所示。

表 4.2 分段代码格式

SegFlag							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
SegPolo		SegNum					

SegPolo 表示分段标志，SegNum 表示分段编号，SegPolo 的位值定义如表 4.3 所示。

表 4.3 分段标志

SegPolo 位值	含义
00	本次数据传输没有分段。
01	批量数据传输的第 1 个分段；此时，SegNum=0x00 值。
10	中间分段。SegNum 值从 0x01 起，每次加 1，以区分段数。
11	最后分段。

采用分段传输时，第 1 分段的 SegFlag=0x40，最后的分段 SegFlag=0xC0 值。当报文分段传输时，接收节点(目标节点)只在接收完最后分段后才做出响应。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

4.3.3.2 *i*CAN 分段传输规则

在传送大于 7 个字节长度的数据时，需要采用分段传输报文的方法。当命令报文使用分段传输时，从站在接收完所有的分帧报文后才向主站回送响应报文，如图 4.12 所示。

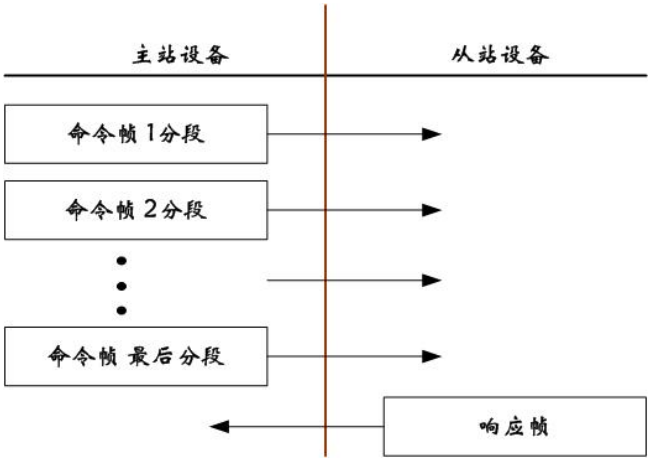


图 4.12 命令帧的分段传输

对从站响应帧的分段传输，主机在接收完最后分段报文后才进行数据处理，如图 4.13 所示。从站在发送分段报文时，不对通讯连接超时进行判断。

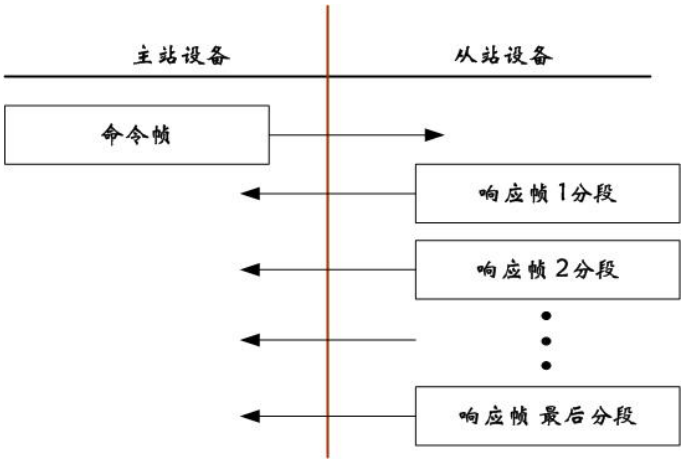


图 4.13 响应帧的分段传输

1. 分段报文传送规则

分段报文的传送规则见表 4.4，对于分段报文传送时需要根据传送的数据的长度将数据分成多帧 CAN 报文。通过分段标志用于区分不同的分段类型：起始分段、中间分段和最后分段，通过分段计数标识各个分段的次序。

表 4.4 分段报文的传送规则

事件	条件	动作
发送第一个分段	新的信息需要传送且传送数据大于 7 个字节	分段标志 ＝ 0x01，分段计数 ＝ 0x00，发送一个分段，根据事件建立下个分段。
	传送数据小于等于 7 个字节：无	分段标志 ＝ 0x00，分段计数 ＝ 0x00，发送这个信息。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

	分段传输	
发送中间分段	剩余数据大于 7 个字节	分段标志 ＝ 0x10，分段计数在先前的段计数上加 1，发送一个分段，根据事件建立下个分段。
发送最后分段	剩余数据小于等于 7 个字节	分段标志 ＝ 0x11，分段计数在先前的段计数上加 1，发送一个分段，完成信息发送。

2. 分段报文接收规则

分段报文的接收规则见表 4.5，分段报文接收方需要根据分段标志和分段计数将接收到的所有有效分段报文组合为完整的通讯数据，然后进行处理。在分段报文接收过程中，分段报文接收方需要判断分段报文的格式，例如对于起始分段的分段计数值必须为 0x00，中间分段的分段计数值为上一段计数值加 1，中间分段的资源节点必须与第一段相同等。

分段接收过程可能会被其它报文打断，对于在分段接收过程中的其它报文，处理规则如下：

如果在接收分段报文过程中接收到单段传输报文，分段报文的接收过程并不受到影响，在处理完该报文后继续等待分段传输的下一段报文，直到将完整的分段报文接收完毕。

如果在接收分段报文的过程中，接收到不符合规则的分段传输报文，则当前分段接收过程终止，并返回错误码为 0x07 的异常响应帧。。

表 4.5 分段报文的接收规则

事件	条件	动作
接收的段类型＝无分段传输	分段标志 ＝ 0x00， 分段计数 ＝ 0x00	存储当前的接收信息。
接收的分段，段类型＝第一分段	分段计数 ＝ 0x00	如果正在处理以前的分段信息，那么中断上述处理；存储当前的段计数以及相关的数据段，开始一个新的分段接收过程。
	分段计数 ！＝ 0x00	放弃该分段，中断当前的分段接收，继续等待下一传输的第一段，并返回错误码为 0x07 的异常响应帧。
接收的分段，段类型＝中间分段	第一分段已经接收； 报文中资源节点与当前分段接收使用的资源节点相同； 分段计数在数值上比先前接收到的段计数大 1； 接收到的包括此段数据在内的总数据长度未超过用户允许的最大长度。	存储这个分段的段计数以及相关的数据段，继续等待下一段报文。
	不符合以上条件的其他格式	放弃该分段，中断当前的分段接收，继续等待下一传输的第一段并返回错误码为 0x07 的异常响应帧。
接收的分段，段类型＝最后分段	第一分段已经接收； 报文中资源节点与当前分段接收使用的资源节点相同； 分段计数在数值上比先前接收到的段计数大 1； 接收到的包括此段数据在内的总数据长度未超过用户允许的最大长度。	存储该分段的数据段，整合所有接收到的数据段进行相应处理。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

	不符合以上条件的其他格式	放弃该分段，中断当前的分段接收，继续等待下一传输的第一段，并返回错误码为 0x07 的异常响应帧。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

4.4 *i*CAN 通讯帧格式解析

4.4.1 连续写端口命令：FuncID=0x01

“连续写端口”命令帧用于修改指定资源节点中的数据。在命令帧中指定了所要进行操作的资源的首地址以及数据。从站接收到“连续写端口”命令后，如果判断命令帧有效，就会保存命令中的数据到相应的资源节点位置。

4.4.1.1 命令帧格式

根据访问的资源节点的区域，“连续写端口”命令可分为访问资源节点的命令和访问资源子节点的命令。

- 访问资源节点命令帧

访问资源节点的“连续写端口”命令用于访问资源节点 0x00~0xF8，命令帧格式如下：

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x01	资源节点	分段码	1-7 个字节

说明：在访问资源节点的“连续写端口”命令帧中，报文数据部分第一个字节为分段码，第二个字节开始为所要写入的数据，当所要写入的数据超过 7 个字节时，则要使用分段传输。使用连续写端口命令访问资源节点时，最多允许修改 32 个资源节点的数据。

- 访问资源子节点命令帧

访问资源子节点的“连续写端口”命令用于访问资源节点 0xF9~0xFF 处的资源子节点，命令帧格式如下：

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分		
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x01	资源节点	分段码	资源子节点	1-6 个字节

说明：在访问资源子节点的“连续写端口”命令帧中，报文数据部分第一个字节为分段码，第二个字节为要访问的资源子节点，第三个字节开始为所要写入的数据。当所要写入的数据超过 6 个字节时，则要使用分段传输，使用分段传输时，只有第一段命令帧的数据部分包含资源子节点，中间和结尾段的命令帧的数据部分只包含分段码和传输的数据。使用连续写端口命令访问资源子节点时，最多允许修改 32 个资源子节点的数据。

4.4.1.2 响应帧格式

- 正常响应帧格式：

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x01	资源节点	分段码：0x00

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

说明：如果“连续写端口”命令帧中指定的资源段范围在从站中有效，从站在正确处理接收到的数据后返回正常响应。使用多段传输时，从站只有在接收完最后一段命令帧后才作出响应。

- 异常响应帧格式：

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x0F	资源节点	分段码：0x00	ERRID

- 错误类型

“连续写端口”命令异常响应中可能出现的错误类型码如下所示：

错误类型	错误说明
连接不存在（0x05）	从站尚未与发送命令的主机建立连接。
参数非法（0x04）	命令帧不符合规定格式； 要访问的资源段超出了从站的有效资源范围。
资源不存在（0x02）	要访问的资源段起始资源节点不在从站有效资源范围内。
命令不支持（0x03）	从站不支持该命令； 访问的资源不支持该命令的操作，如向只读属性资源进行写操作。
操作无效（0x06）	对从站串口资源写操作时，由于从站自身的原因（如缓冲区满）需要主站重新发送数据。

4.4.1.3 示例

- 示例 1——写单个资源节点

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的资源节点 0x80 写入 0x55 为例，加以说明。由于仅对 1 个资源节点进行操作，不涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧	0x00	0x15	0	0x01	0x80	0x02	0x00	0x55
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x01	0x80	0x01	0x00	-
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0x80	0x02	0x00	ERRID

- 示例 2——写多个资源节点

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的资源节点 0x80 连续写入 18 字节内容为例，加以说明。涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧（1）	0x00	0x15	0	0x01	0x80	0x08	0x40	数据 1-7
命令帧（2）	0x00	0x15	0	0x01	0x80	0x08	0x81	数据 8-14
命令帧（3）	0x00	0x15	0	0x01	0x80	0x05	0xC0	数据 15-18

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

正常响应帧	0x15	0x00	1	0x01	0x80	0x01	0x00	-
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0x80	0x02	0x00	ERRID

- 示例 3——写单个资源子节点

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的资源节点 0xf9 处的资源子节点 **0x05** 写入 0x55 为例，加以说明。由于仅对 1 个资源节点进行操作，不涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-6 个字节
命令帧	0x00	0x15	0	0x01	0xF9	0x03	0x00	**0x05**，0x55
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x01	0xF9	0x01	0x00	-
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0xF9	0x02	0x00	ERRID

- 示例 4——写多个资源子节点

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的资源节点 0xF9 处的资源子节点 **0x05** 处连续写入 18 字节内容为例，加以说明。涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧（1）	0x00	0x15	0	0x01	0xF9	0x08	0x40	**0x05**，数据 1-6
命令帧（2）	0x00	0x15	0	0x01	0xF9	0x08	0x81	数据 7-13
命令帧（3）	0x00	0x15	0	0x01	0xF9	0x06	0xC0	数据 14-18
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x01	0xF9	0x01	0x00	-
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0xF9	0x02	0x00	ERRID

4.4.2 连续读端口命令：FuncID=0x02

“连续读端口”命令帧用于读取指定资源节点中的数据。在命令帧中指定了所要读取的资源节点首地址和读取的数据长度。从站接收到“连续读端口”命令后，如果判断命令帧有效，就会将资源中的数据返回给主站。

4.4.2.1 命令帧格式

根据访问的资源区域，“连续读端口”命令可分为访问资源节点的命令和访问资源子节点的命令。

- 访问资源节点命令帧

访问资源节点的“连续读端口”命令用于访问资源节点 0x00~0xF8，命令帧格式如下：

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x02	资源节点	分段码：0x00	Length

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

说明：在访问资源节点的“连续读端口”命令帧中，报文数据部分第一个字节表示分段码（固定为 0x00），第二个字节为所要读出的数据长度（Length<=32）。使用“连续读端口”命令访问资源节点时，最多允许读出 32 个资源节点的数据。如果所读的字节数据超过 7 个字节，则从站使用分帧响应。

- 访问资源子节点命令帧

访问资源子节点的“连续读端口”命令用于访问资源节点 0xF9~0xFF 处的资源子节点，命令帧格式如下：

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分		
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x02	资源节点	分段码：0x00	SubIndex	Length

说明：在访问资源子节点的“连续读端口”命令帧中，报文数据部分第一个字节表示分段码（固定为 0x00）；第二个字节为所要读的资源子节点；第三个字节为所要读出的数据长度（Length<=32）。使用“连续读端口”命令访问资源子节点时，最多允许读出 32 个资源子节点的数据。如果所读的字节数据超过 7 个字节，则从站使用分帧响应。

4.4.2.2 响应帧格式

- 正常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x02	资源节点	分段码	1-7 个字节

说明：如果“连续读端口”命令帧中指定的资源段范围在从站中有效，从站使用正常响应返回主站读取的数据；当主站请求的数据超过 7 个字节时，从站使用分段传输。“连续读端口”命令最多允许读出 32 个资源节点的数据。

- 异常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x0F	资源节点	分段码：0x00	ERRID

- 错误类型

“连续读端口”命令异常响应中可能出现的错误类型码如下所示：

错误类型	错误说明
连接不存在（0x05）	从站尚未与发送命令的主机建立连接。
参数非法（0x04）	命令帧不符合规定格式； 要访问的资源段超出了从站的有效资源范围。
资源不存在（0x02）	要访问的资源段起始资源节点不在从站有效资源范围内。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

操作无效（0x06）	对从站串口资源读操作时，从站没有数据需要发送（串口缓冲区已空）。

4.4.2.3 示例

- 示例 1——读单个资源节点

以源节点(0x00)读取目标节点(0x15)的资源节点 0x00(内容为 0x55 值)为例，加以说明。由于仅对 1 个资源节点进行操作，不涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧	0x00	0x15	0	0x02	0x00	0x02	0x00	Len=0x01
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x02	0x00	0x02	0x00	0x55
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0x00	0x02	0x00	ERRID

- 示例 2——读多个资源节点

以源节点(0x00)连续读取目标节点(0x15)的资源节点 0x00 处开始的 18 个字节资源节点内容为例，加以说明。涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧	0x00	0x15	0	0x02	0x00	0x02	0x00	Len=0x12
响应帧（1）	0x15	0x00	1	0x02	0x00	0x08	0x40	数据 1-7
响应帧（2）	0x15	0x00	1	0x02	0x00	0x08	0x81	数据 8-14
响应帧（3）	0x15	0x00	1	0x02	0x00	0x05	0xC0	数据 15-18
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0x00	0x02	0x00	ERRID

- 示例 3——读单个资源子节点

以源节点(0x00)读取目标节点(0x15)的资源节点 0xf9 的子节点 **0x05**(内容为 0x55 值)为例，加以说明。由于仅对 1 个资源子节点进行操作，不涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分		
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节	
命令帧	0x00	0x15	0	0x02	0xf9	0x03	0x00	**0x05**	0x01
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x02	0xf9	0x02	0x00	0x55	
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0xf9	0x02	0x00	ERRID	

- 示例 4——读多个资源子节点

以源节点(0x00)连续读取目标节点(0x15)的资源节点 0xf9 的子节点 **0x05** 处开始的 18 个资源子节点内容为例，加以说明。涉及分帧处理的内容。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

命令帧	0x00	0x15	0	0x02	0xf9	0x02	0x00	**0x05**	0x12
响应帧（1）	0x15	0x00	1	0x02	0xf9	0x08	0x40	数据 1-7	
响应帧（2）	0x15	0x00	1	0x02	0xf9	0x08	0x81	数据 8-14	
响应帧（3）	0x15	0x00	1	0x02	0xf9	0x05	0xC0	数据 15-18	
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0xf9	0x02	0x00	ERRID	

4.4.3 事件触发传送命令：FuncID=0x03

“事件触发传送”命令用于 iCAN 从站主动向已建立连接的主站发送数据。iCAN 从站的“定时循环传送”和“事件触发传送”都使用该命令帧格式。

4.4.3.1 命令帧格式

- “事件触发传送”命令帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x03	资源节点	分段码	输入端口数据

说明：iCAN 从站根据输入端口的数据长度，决定是否采用分段传输。

4.4.3.2 示例

假设节点 0x15，具有 16 个数字量输入单元，则定时发送的循环报文帧为：

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
循环报文帧	0x15	0x00	1	0x03	0x00	0x03	0x00	DI0~DI15 (2Byte)

4.4.4 建立连接命令：FuncID=0x04

“建立连接”命令帧用于主站与从站之间的建立通讯连接。

4.4.4.1 命令帧格式

- “建立连接”命令帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分		
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x04	资源节点：0xF7	分段码：0x00	MasterMACID	CyclicMaster

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

说明：在“建立连接”命令帧中源节点地址为主站 MACID，报文数据长度为 3 个字节。报文数据部分第一个字节表示分段码（固定为 0x00）；报文数据第二个字节表示主站 MACID；报文数据的第三个字节表示主站定时循环参数（CyclicMaster）。

CyclicMaster 的单位为 10ms，当 CyclicMaster > 0 时，（CyclicMaster*4）时间为从站判断主站发送通讯报文的是否超时的时间间隔，在通讯过程中，如果从站在（CyclicMaster*4）时间内未收到主站的命令报文，将自动删除连接，退出通讯。当 CyclicMaster 为 0 时，从站不检测通讯超时，直到收到正确的“删除连接”命令帧时，才删除与主站的连接。

4.4.4.2 响应帧格式

- 正常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分				
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x04	资源节点：0xF7	分段码：0x00	DI Len	DO Len	AI Len	AO Len

说明：从站收到正确的“建立连接”命令，且当前未和其它主站建立连接时，返回正常响应。在响应帧数据部分中，第一个字节表示分段码（固定为 0x00）；第二个字节表示设备中 DI 单元长度；第三个字节表示设备中的 DO 单元长度；第四个字节表示设备中的 AI 单元长度；第五个字节表示设备中的 AO 单元长度，长度单位为字节。

- 异常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x0F	资源节点：0xF7	分段码：0x00	ERRID

- 错误类型

“建立连接”命令异常响应中可能出现的错误类型码如下所示：

错误类型	错误说明
参数非法（0x04）	命令帧不符合规定格式。
命令不支持（0x03）	从站已经处于连接状态。

4.4.4.3 示例

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的发出建立连接命令为例，加以说明。节点（0x15）为 8 数字量输入（长度为 1 字节）和 8 数字量输出（长度为 1 字节）单元，主站通讯定时参数设置为 0xFF。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧	0x00	0x15	0	0x04	0xF7	0x03	0x00	0x00，0xFF

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

正常响应帧	0x15	0x00	1	0x04	0xF7	0x05	0x00	0x01，0x01，0x00，0x00
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0xF7	0x02	0x00	ERRID

4.4.5 删除连接命令：FuncID=0x05

“删除连接”命令帧用于主站撤销与从站建立的通讯。

4.4.5.1 命令帧格式

- “删除连接”命令帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x05	资源节点：0xF7	分段码：0x00	Master MACID

说明：在“删除连接”命令帧中报文数据长度为 2 个字节，报文数据第一个字节表示分段码，报文数据第二个字节表示 Master MACID。

4.4.5.2 响应帧格式

- 正常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x05	资源节点：0xF7	分段码：0x00

说明：从站判断接收到的命令帧是合法的，且正确处理完毕，则返回正常响应。

- 异常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x0F	资源节点：0xF7	分段码：0x00	ERRID

- 错误类型

“删除连接”命令异常响应中可能出现的错误类型码如下所示：

错误类型	错误说明
连接不存在（0x05）	从站尚未与发送命令的主机建立连接。
参数非法（0x04）	命令帧不符合规定格式。

4.4.5.3 示例

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的发出删除连接命令为例，加以说明。

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

命令帧	0x00	0x15	0	0x05	0xF7	0x01	0x00	-
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x05	0xF7	0x01	0x00	-
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	0xF7	0x02	0x00	ERRID

4.4.6 设备复位命令：FuncID=0x06

“设备复位”命令帧用于复位从站设备。

4.4.6.1 命令帧格式

- “设备复位”命令帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x06	资源节点	分段码：0x00	DestMACID

说明：在“设备复位”命令帧中资源节点可以为任意地址，报文数据长度为 2 个字节，报文数据第一个字节表示分段码，报文数据第二个字节表示目标节点 MAC ID。

4.4.6.2 响应帧格式

- 正常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x06	资源节点	分段码：0x00

说明：从站收到正确的“设备复位”命令后，如果从站支持命令复位功能，返回正常响应，随后设备重启。

- 异常响应帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分	
源节点	目标节点	ACK：1	功能码：0x0F	资源节点	分段码：0x00	ERRID

- 错误类型

“连续写端口”命令异常响应中可能出现的错误类型码如下所示：

错误类型	错误说明
连接不存在（0x05）	从站尚未与发送命令的主机建立连接。
参数非法（0x04）	命令帧不符合规定格式。
命令不支持（0x03）	从站不支持该命令。

4.4.6.3 示例

以源节点(0x00)向目标节点(0x15)的发出设备复位命令为例，加以说明。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

帧类型	CAN 帧 ID					DLC	CAN 帧数据部分	
	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节
命令帧	0x00	0x15	0	0x06	任意值	0x02	0x00	0x15
正常响应帧	0x15	0x00	1	0x06	任意值	0x01	0x00	-
异常响应帧	0x15	0x00	1	0x0F	任意值	0x02	0x00	ERRID

4.4.7 MAC ID 检测命令：FuncID=0x07

“MAC ID 检测”命令帧用于检测网络中是否存在指定“节点地址”的从站。在 iCAN 网络中，具有该“节点地址”的从站在接收到“MAC ID 检测”命令帧后给出响应，告知命令发送节点，该“节点地址”已经存在。

4.4.7.1 命令帧格式

“MAC ID 检测”命令帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分		
源节点	目标节点	ACK：0	功能码：0x07	资源节点	分段码：0x00	MAC ID	序列号（4 字节）

说明：在“MAC ID 检测”命令帧中**资源节点为随机数**。报文数据长度为 6 个字节，报文数据第一个字节表示分段码（固定为 0）；第二个字节表示要检测的“节点地址”；第三至六字节为发送命令节点的设备序列号。

4.4.7.2 响应帧格式

“MAC ID 检测”响应帧帧格式

CAN 帧 ID					CAN 帧数据部分		
源节点	目标节点	ACK ：1	功能码：0x07	资源节点	分段码：0x00	MAC ID	产品序列号（4 字节）

说明：从站在收到格式正确的“MACID 检测”命令帧后，如果命令帧中的 MAC ID 与自身的“节点地址”相同，从站发送“MAC ID 检测”响应帧。对格式不正确的“MAC ID 检测”命令帧或命令帧中的 MAC ID 与自身的“节点地址”不同，从站忽略该“MAC ID 检测”命令帧，不产生任何响应报文。

“MAC ID 检测”响应帧数据部分的“MAC ID”表示发送响应报文节点的“节点地址”，4 字节的“产品序列号”为发送响应的节点的设备序列号。

4.4.7.3 示例

以节点(0x15)发送的“MAC ID 检测”报文为例，加以说明。

帧类型	CAN 帧 ID	DLC	CAN 帧数据部分

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

	SrcMACID	DestMACID	ACK	FuncID	SourceID		SegFlag	1-7 个字节	
MACID 检测帧	0x15	0x15	0	0x07	随机数	0x06	0x00	0x15	SN (4 字节)
MACID 响应帧	0x15	0x15	1	0x07	随机数	0x06	0x00	0x15	SN (4 字节)

iCAN 协议规定，加入 iCAN 网络中的从站在上电后需要通过发送“MACID 检测”命令帧，判断网络中是否有与自身 MACID 相同的从站存在。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

5. iCAN 协议规范中设备定义

在 iCAN 协议规范中，使用“资源节点”来统一对设备描述以及设备访问方法。在 iCAN 网络中，iCAN 设备对 iCAN 主站而言就是一些资源节点的集合，iCAN 主站与 iCAN 设备之间通过资源节点交换数据，iCAN 设备完成资源节点数据和设备应用单元功能的映射，如图 5.1 所示。

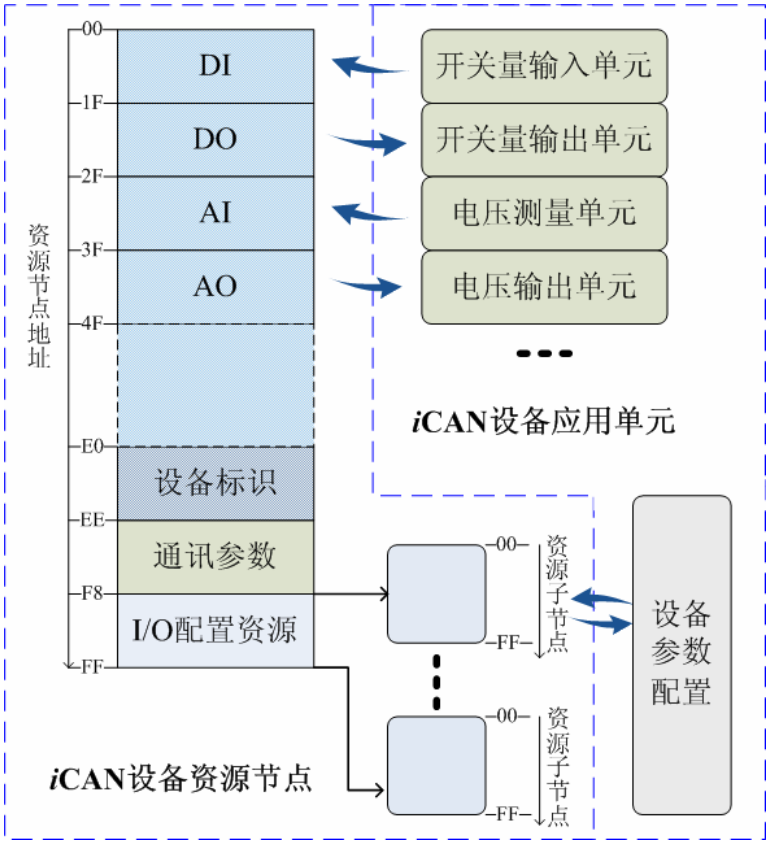


图 5.1 资源节点与应用单元的映射

设备的资源节点分为 I/O 数据资源以及配置资源两部分，如表 5.1 所示。

表 5.1 资源节点分配表格

DevNo	Index	Sub-Index	Function	Description	Data type
0	0x00-0x1F	-	DI	32 * 8bit 数字量输入单元	I/0 数据
1	0x20-0x3F	-	DO	32 * 8bit 数字量输出单元	
2	0x40-0x5F	-	AI	16ch * 16bit 模拟量输入单元	
3	0x60-0x7F	-	AO	16ch * 16bit 模拟量输出	
4	0x80-0x9F	-	Serial Port 0	32 byte 串口 0	
5	0xA0-0xBF	-	Serial Port 1	32 byte 串口 1	
6	0xC0-0xDF	-	Others	Reserve	

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

7	0xE0-0xFF	0x00-0xFF	Config Area	32byte 设备配置区域	配置数据

I/O 资源分为 7 个不同的 I/O 空间，占用 0x00−0xDF 资源节点，包括数字量输入单元（DI）、数字量输出单元（DO）、模拟量输入单元（AI）、模拟量输出单元（AO）、串行接口 0 单元、串行接口 1 单元以及保留部分。

配置资源占用 0xE0-0xFF 资源节点。包括设备标识信、通讯参数以及 I/O 配置参数。

5.1 I/O 资源说明

5.1.1 DI：数字量输入单元

DI 映射到 *i*CAN 设备中的数字量输入端口。资源节点地址范围为 0x00-0x1F，支持数字量输入单元的最大数目为 32*8=256 位。例如当 CAN 节点设备支持 8 路数字量输入单元时，资源节点地址 0x00 对应于节点设备中的 8 路数字量输入单元；

DI 区支持功能码：连续读端口（FuncID：0x03）和循环（FuncID：0x04）；对于 DI 区，每次至少读出 8 位(1byte)。

表 5.2 DI 支持功能码

FuncID	Function	Frame Description
0x02	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟 Length，说明要读出的数据长度
0x03	输入端口循环传送	循环上送数字量输入单元数据，数据长度与设备输入端口数目相关

5.1.2 DO：数字量输出单元

DO 映射到 *i*CAN 设备中的数字量输出端口。资源节点地址范围 0x20-0x3F，支持数字量输出单元的最大数目为 32*8=256。例如当 CAN 节点设备支持 8 路数字量输出单元时，资源节点地址 0x20 对应于节点设备中的 8 路数字量输出单元；

DO 区支持功能码：连续写端口（FuncID：0x02）。每次至少写入 8 位(1byte)。

表 5.3 DO 支持功能码

FuncID	Function	Frame Description
0x01	连续写端口	根据要输出的数据长度，决定是否采用分段传输

5.1.3 AI：模拟量输入单元

AI 映射到 *i*CAN 设备中的模拟量输入端口。资源节点地址范围 0x40-0x5F，模拟量输入单元长度为 16 位 bits，支持模拟量输入单元的最大数目为 16。例如当 CAN 节点设备支持 8 路模拟量输入单元时，资源节点地址 0x40-0x4f 对应于节点设备中的 8 路模拟量输入单元；

对于 AI 区，支持功能码：连续读端口（FuncID：0x03）和循环（FuncID：0x04）。AI 区每次至少读出 1 个通道(2byte)。软件获得的 AI 值与 AI 通道的分辨率、基准电压值有关。可以通过对于 I/O 配置寄存器（SourceID：0xF9）的访问获得目标节点的 AI 分辨率参数。同一节点的 AI 所有通道的分辨率一致。

表 5.4 AI 支持功能码

FuncID	Function	Frame Description

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

0x02	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟长度 Length，说明要读出的数据长度
0x03	输入端口循环传送	循环上送数字量输入单元数据，数据长度与设备输入端口数目相关

5.1.4 AO：模拟量输出单元

AO 映射到 *i*CAN 设备中的模拟量输出端口。资源节点地址范围 0x60-0x7F，模拟量输出单元长度为 16 位 bits，支持模拟量输出单元的最大数目为 16。例如当 CAN 节点设备支持 8 路模拟量输出单元时，资源节点地址 0x60-0x6f 对应于节点设备中的 8 路模拟量输入单元；

AO 区支持功能码：连续读端口（FuncID：0x02）。AO 区每次至少写入 1 个通道(2byte)。AO 输出参数有 AO 通道的分辨率、响应模式以及通讯超时时输出状态等。可以通过对于 I/O 配置寄存器（SourceID：0xF9）的读写来获得或者设置目标节点的 AO 参数。同一节点的 AO 所有通道的参数一致。

表 5.5 AO 支持功能码

FuncID	Function	Description
0x02	连续写端口	根据要输出的数据长度，决定是否采用分段传输

5.1.5 Serial Port：串口输入、输出单元

SerialPort 资源为主站和设备之间提供一个带流量控制的双向串行数据传输通道。iCAN 协议定义的应答和重试方式保证主站和设备间数据的无错传输。

- 主站向设备传输数据

主站发送数据阶段：主站准备好传送数据后，使用连续写端口命令向 SerialPort 资源节点写数据，主站一次最多可写 32 字节数据。

从站应答阶段：如果主站发送的数据被设备无错接收到，设备将返回以下响应帧中的一个。

  - 正常响应帧，表示数据被正确接收，主站可以继续发送数据；
  - 错误响应码为 0x06 的错误响应帧，表示数据被正确接收，但由于设备自身的原因（如缓冲区满）需要主站重新发送数据；
  - 错误响应码为 0x02 的错误响应帧，表示设备无 SerialPort 资源，通知主站不要重试传输。

- 主站从设备读取数据

主站发送读数据命令阶段：主站准备好接收数据后，使用连续读端口命令从 SerialPort 资源节点读取数据，主站一次最多可读 32 字节数据。

从站应答阶段：如果主站发送的命令被设备无错接收到，设备将返回以下响应帧中的一个。

  - 正常响应帧，返回设备中需要传输的数据。注意，设备返回的数据长度可能会比要主站读取数据的长度短；
  - 错误响应码为 0x06 的错误响应帧，表示设备由于设备自身的原因（如缓冲区空）暂时无数据传输；
  - 错误响应码为 0x02 的错误响应帧，表示设备无 SerialPort 资源，通知主站不要重试传输。

iCAN 设备定义了两个 Serial Port0 资源，其资源节点范围如下：

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

Serial Port0：串口 1：资源节点地址范围 0x80-0x9F；
Serial Port1：串口 2：资源节点地址范围 0xA0-0xBF。

FuncID	Function	Frame Description
0x01	连续写端口	
0x02	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟长度 Length，说明要读出的数据长度

5.1.6 Others：其他应用单元

资源节点地址范围 0xC0-0xDF，该部分为保留单元，用于扩展，用户可自定义其功能。

FuncID	Function	Frame Description
0x01	连续写端口	
0x02	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟长度 Length，说明要读出的数据长度

5.2 配置资源说明

配置资源节点地址范围 0xE0-0xFF；配置单元包括设备的标识信息、通讯参数以及 I/O 配置参数。配置资源列表如表 5.6 所示。

表 5.6 iCAN 设备配置资源列表

Index	Bytes	Function	Attrib	Description	SubIndex
0xE0～0xE1	2	Vendor ID	RO	厂商代码，固定值	-
0xE2～0xE3	2	Product Type	RO	产品类型，固定值	-
0xE4～0xE5	2	Product Code	RO	产品型号，固定值	-
0xE6～0xE7	2	Hardware Version	RO	产品硬件版本	-
0xE8～0xE9	2	Firmware Versin	RO	产品固件版本	-
0xEA～0xED	4	Serial Number	RO	4 字节产品 SN 号码	-
0xEE	1	MAC ID	R/W	本机节点的 ID 编号	
0xEF	1	BaudRate	R/W	CAN 波特率，值 0xFF 无效	
0xF0～0xF3	4	UserBaudrate Set	R/W	用户设置的特殊波特率值	-
0xF4	1	CyclicParameter	R/W	循环模式(Cyclic)定时参数 时间单位为：10ms	-
0xF5	1	CyclicMaster	R/W	主站通讯定时参数 时间单位为：10ms	-
0xF6	1	COS type set	R/W	状态改变触发使能	-

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

0xF7	1	Master MAC ID	R/W	主站 MAC ID	-
0xF8	1	I/O parameter	RO	输入输出通道参数	0x00～0x05
0xF9	1	I/O configure	R/W	输入输出配置参数	0x00～0xBF
0xFA～0xFF	6	Reserve	-	-	0x00~0xFF-

5.2.1 设备标识资源

设备标识资源用于说明产品的一般信息，包括以下几个资源节点：

表 5.7 设备标识资源

资源类型	Bytes	Function	Attrib	Index	SubIndex
设备标识 DevIdentity	2	Vendor ID	RO	0xE0	—
	2	Product Type	RO	0xE2	—
	2	Product Code	RO	0xE4	—
	2	Hardware Version	RO	0xE6	—
	2	Firmware Versin	RO	0xE8	—
	4	Serial Number	RO	0xEA	—

说明如下：

- Vendor ID：用于标识产品供应商；
- Product Type：用于表示产品的类型以及功能；
- Product Code：产品型号，用于区分同一系列产品中的不同型号；
- Hardware Version：产品的硬件版本；
- Firmware Version：产品的固件版本；
- Serial Number：产品序列号。

设备标识资源支持功能码：连续读端口（FuncID：0x03）。对于设备表示资源的访问注意不同设备标识资源的长度是并不一致的。

表 5.8 DevIdentity 支持功能码

FuncID	Function	Frame Description
0x01	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟长度 Length，说明要读出的数据长度

5.2.2 通讯参数资源

通讯参数资源用于说明 iCAN 设备的通讯参数，包括以下几个资源节点：

表 5.9 通讯参数资源列表

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

资源类型	Bytes	Function	Attrib	Index	SubIndex
通讯参数 CommPara	1	MAC ID	R/W	0xEE	—
	1	BaudRate	R/W	0xEF	—
	4	UserBaudrate Set	R/W	0xF0～0xF3	—
	1	CyclicParameter	R/W	0xF4	—
	1	CyclicMaster	R/W	0xF5	—
	1	COS type set	R/W	0xF6	—
	1	Master MAC ID	R/W	0xF7	—

说明如下：

- MAC ID ：节点地址，为设备在网络上的唯一标识，范围为：0x00~0x3F；
- BaudRate：节点 CAN 通讯波特率；

表 5.10 节点 CAN 通讯波特率定义

BaudRate 值	0x00	0x01	0x02	0xFF
对应 CAN 波特率	500Kbps	100Kbps	10Kbps	BaudRate 设定值无效，采用用户波特率设定值

- UserBaudrate Set ：用户设定波特率值，当 BaudRate=0xFF 时，用户设定值有效；
- CyclicParameter：定时循环参数，当 CyclicParameter>0 时，按照 CyclicParameter 设定定时参数，循环传送 I/O 数据值；
- CyclicMaster：主站通讯定时参数，当 CyclicMaster>0 时，（CyclicMaster*4）时间为从站判断主站发送通讯报文的是否超时的时间间隔；

注意：如果从站判断主站通讯报文超时，将自动删除连接，退出通讯

- COS type Set ：状态改变配置参数；
- Master MAC ID：网络上主站的编号，范围为：0x00-0x3F。

注意：对于定时循环参数 CyclicParameter 和主站通讯定时参数 CyclicMaster 的时间单位为 10ms；即 CyclicParameter 和 CyclicMaster 支持的最大时间为：255 × 10 = 2550 ms，即 2.55 秒。

对于支持 iCAN 协议的设备，不能够同时支持定时循环模式和状态改变模式。

通讯参数支持功能码：连续写端口（FuncID：0x02），连续读端口（FuncID：0x03）。对于通讯参数资源的访问注意不同通讯参数的长度是并不一致的。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

表 5.11 CommPara 功能码

FuncID	Function	Frame Description
0x00	连续写端口	根据要输出的数据长度，决定是否采用分段传输
0x01	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟长度 Length，说明要读出的数据长度

5.2.3 I/O 参数及设置

在 iCAN 协议规范中，资源节点占用 256 字节空间。对于任意 I/O 数据的访问只需指定资源节点地址，但对于配置资源中的 I/O 配置单元需要通过资源节点地址以及子节点的方式访问，如图 5.2 所示。

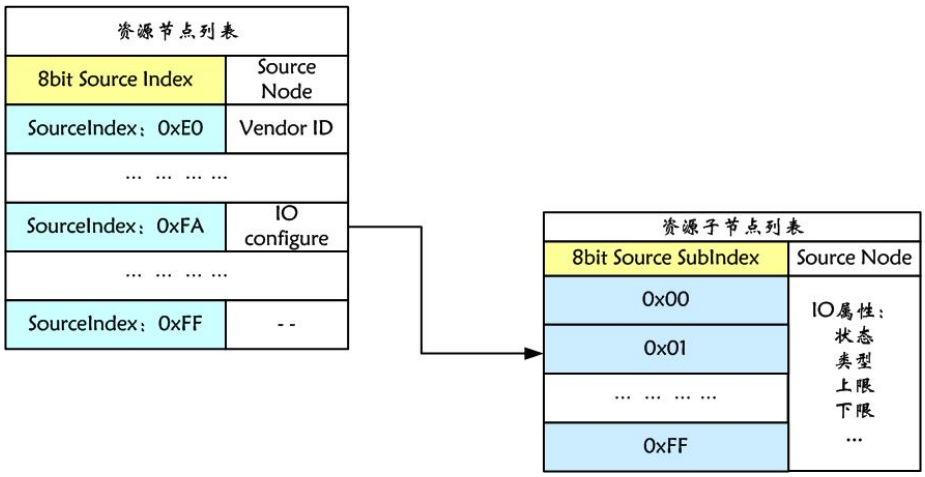


图 5.2 配置资源寻址机制

I/O 配置单元通过子节点指定不同的配置区域或者配置功能，从而使 I/O 配置单元资源节点地址可达 65536 字节空间，方便以后对 iCAN 协议规范中设备功能的扩充。

I/O 参数资源用于说明 *i*CAN 设备的 I/O 参数，并可以对输入输出通道进行配置，包括以下几个资源节点：

表 5.12 I/O 参数及设置资源列表

资源类型	Bytes	Function	Attrib	Index	SubIndex
I/O 参数及设置	1	I/O parameter	RO	0xF8	0x00～0x05
	1	I/O configure	R/W	0xF9	0x00～0xBF

说明如下：

- I/O parameter ：I/O 通道的参数，主要为 I/O 通道的长度；对于输入输出通道参数还需要指定访问的子节点：

表 5.13 输入输出通道参数索引号

Index	Bytes	Function	Attrib	Description
0xF8	1	I/O parameter	RO	输入输出通道参数

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

表 5.14 输入输出通道参数子索引号

SubIndex	Bytes	Function	Attrib	Description
0x00	1	DI length	RO	DI 单元数目
0x01	1	D0 length	RO	D0 单元数目
0x02	1	AI length	RO	AI 单元数目
0x03	1	AO length	RO	AO 单元数目

I/O parameter 支持功能码：连续读端口（FuncID：0x03），注意读取 I/O parameter 时读取得数据长度为 4 字节，**目前 I/O parameter 暂不支持对于子索引地址的访问**。

表 5.15 I/O parameter 支持功能码

FuncID	Function	Frame Description
0x01	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟 Length=4，说明要读出的数据长度.为 4 字节

- I/O config ：I/O 通道的配置参数，配置输出通道在通讯未连接时的输出值，配置模拟量通道的属性：测量范围，分辨率等。对于输入输出配置参数的访问，还需要指定访问的子节点：

表 5.16 输入输出配置参数索引号

Index	Bytes	Function	Attrib	Description
0xF9	1	I/O configure	R/W	输入输出配置参数

表 5.17 输入输出配置参数子索引号

SubIndex	Bytes	Function	Attrib	Description
0x00-0xFF	256	I/O configure	R/W	I/O 单元配置参数

输入输出配置参数支持功能码：连续写端口（FuncID：0x02），连续读端口（FuncID：0x03）。对于输入输出配置参数的访问，还需要指定访问的子节点。

FuncID	**Function**	**Frame Description**
0x00	连续写端口	根据要输出的数据长度，决定是否采用分段传输
0x01	连续读端口	帧中 SegFlag 后跟 Length，说明要读出的数据长度

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

6. *i*CAN 协议网络管理

对于整个 *i*CAN 网络，由于应用是分布的所以必须处理某些事件（如应用部件的故障或节点的故障）。因此，对于 *i*CAN 网络管理，其主要任务是检测和显示网络中的错误，并通过服务以一协调的方式控制各个从站的通讯状态

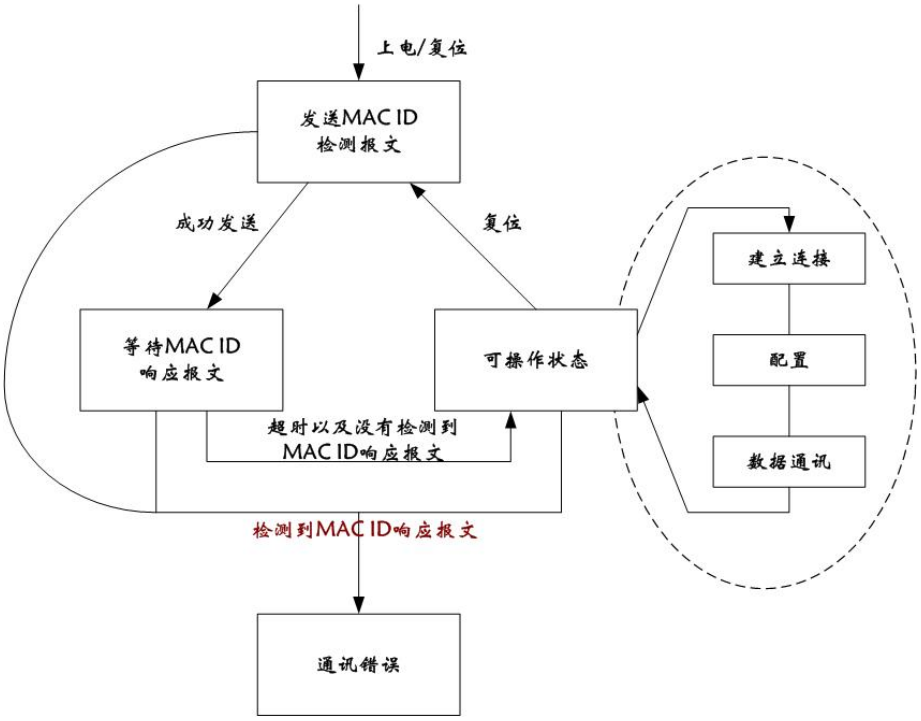
为保证通讯的正常，网络中的每一个通讯都需要进行监控，并在通讯出现异常时，采用适当的方式恢复通讯。例如对于每个通讯均可通过监控其信息到达节点的时间，通过判断是否“超时”决定通讯是否异常，并采取相应的“行动”。由于在 *i*CAN 网络中，每个从站与主站之间均有一个独立的连接，因此也为对 *i*CAN 网络中每个通讯进行监控提供了可能。在 *i*CAN 网络中通讯的监控是基于对连接的监控实现的。

*i*CAN 网络管理包括以下两部分：

- 节点控制：这些服务用于控制想要参与分布式应用的节点的初始化。这样就可对单个或所有节点的通信状态进行同步控制。对于 *i*CAN 网络中的节点控制是通过定义 *i*CAN 设备的网络访问状态机制实现的。*i*CAN 网络访问状态机制规定了节点在网络中启动时的必须执行的状态图，详细规定了节点各状态之间切换的规则，并可以通过特定的报文对节点进行控制。
- 通讯控制：这些服务使能对节点通信状态进行连续的监控。在 iCAN 协议规范中，对于每个通讯均进行了监控，保证在通讯异常时，通过适当的方式能够恢复通讯。

6.1 *i*CAN 设备网络访问状态机制

这里定义了基于 *i*CAN 协议的网络设备必须执行的网络初始化过程。网络初始化过程定义了为实现通讯设备必须完成的任务，以及可能影响产品通讯的事件。



©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

图 6.1 *i*CAN 设备网络初始化过程

6.1.1 网络状态

由上图 6.1 可知基于 *i*CAN 协议的设备上电后网络初始化过程包括 3 种状态：

6.1.1.1 发送 MAC ID 检测报文状态

设备上电或者复位后进入发送 MAC ID 检测报文状态。设备首先发送 MAC ID 检测报文用于判断网络上是否有相同 MACID 的节点。在该状态下，如果接收到有 MAC ID 响应报文则自动进入通讯错误状态。

当 MAC ID 检测报文发送成功，并且没有接收到有 MAC ID 响应报文，设备进入到下一个状态：等待 MAC ID 响应报文。

在该状态下，设备除了进行发送 MAC ID 检测报文以外，并进行其他的任何通讯。即使接收到报文（非 MAC ID 响应报文），也不做任何处理。

6.1.1.2 等待 MAC ID 响应报文

在该状态下，设备只是检测是否有 MAC ID 响应报文接收，如果接收到 MAC ID 响应报文则自动进入通讯错误状态。

在该状态下，设备启动一个定时器，计时长度为 1 秒。如果在定时器运行超时时，没有接收到 MAC ID 响应报文，则设备自动进入可操作状态。

在该状态下，设备除了进行等待 MAC ID 检测响应报文以外，并进行其他的任何通讯。即使接收到报文（非 MAC ID 响应报文），也不做任何处理。

6.1.1.3 可操作状态

在该状态下，设备可以进行网络通讯，以实现对于设备的配置或者 I/O 数据的传送。为实现与设备的通讯，主控设备必须首先建立与设备的通讯连接，然后才可以与设备进行数据交换。

当设备进入可操作状态时，主站可以通过建立连接命令与从站建立通讯连接。通讯连接建立以后，主站即可与从站进行通讯，实现对于从站的配置以及 I/O 数据的获取。如果从站没有任何已建立的连接，不会与其他任何设备进行数据的交换。

6.1.1.4 错误状态

设备进入错误状态，表明网络上至少有两个相同 MAC ID 的设备，因此进入错误状态的设备通常建议采用手动复位，并排除网络上存在的重复节点 MAC ID 的问题。

6.1.2 MAC ID 检测应用说明

对于 MAC ID 报文检测的应用规则，可以参考图 6.2 和图 6.3 进行。这两图中分别进行了一次 MAC ID 报文检测和两次 MAC ID 报文检测。一次 MAC ID 检测进入可操作状态所用的时间短，使设备能够较快的进行通讯；而采用两次 MAC ID 检测对于网络的整个 MAC ID 的检测较为完整和严谨。在实际应用中，可以根据实际需要进行选择。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

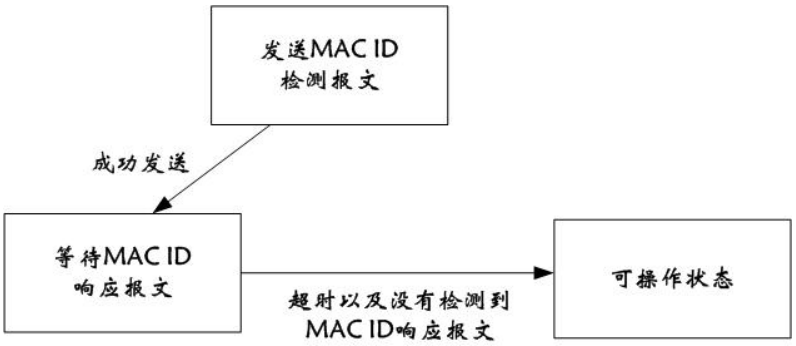


图 6.2 一次 MAC ID 报文检测状态切换

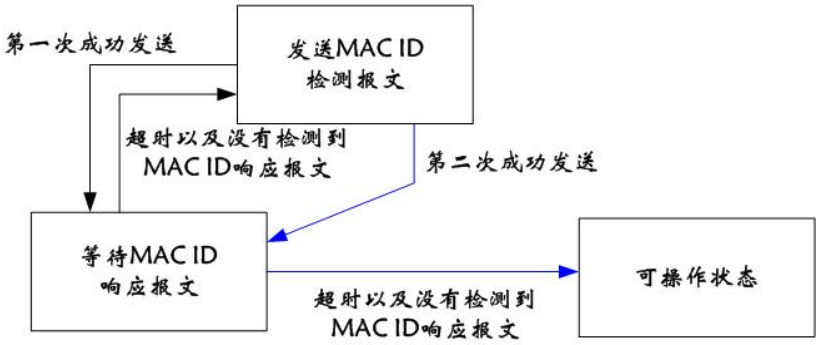


图 6.3 两次 MAC ID 报文检测状态切换

6.2 *i*CAN 通讯的控制

通讯的控制用于对网络的通讯报文进行监控。保证在通讯异常时，通过适当的方式能够恢复通讯。

通讯的控制是以主站和从站之间的通讯时间间隔作为依据的。因此在 *i*CAN 网络中，通讯是否异常是通过“超时机制”判断的。为实现通讯的控制，在 iCAN 协议规范中定义了如下几个定时器：

- MAC ID 检测定时器
- 连接定时器
- 循环传送定时器

6.2.1 MAC ID 检测定时器

在 MAC ID 检测中会使用到一个固定时间长度的定时器：MAC ID 检测定时器，其定时时间为 1S。

对于 *i*CAN 设备在成功发送 MAC ID 检测报文后，会启动 MAC ID 检测定时器，如果定时器计时时间到达 1S 时，如果设备没有接收到 MAC ID 检测报文，则进入可操作状态。参考图 6.4 所示。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

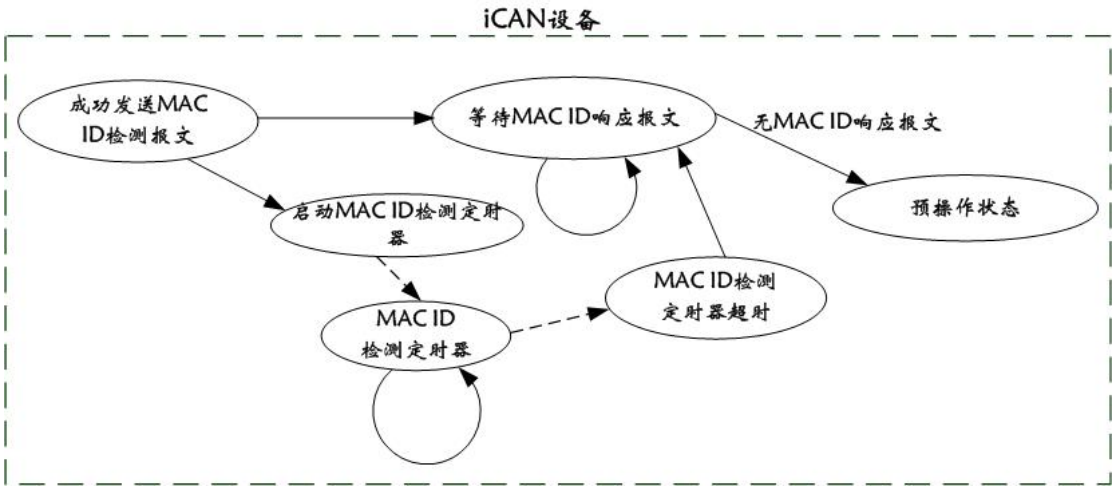


图 6.4 MAC ID 检测定时器

6.2.2 连接定时器

在一个连接中通过连接定时器实现连接通讯响应的超时机制。该连接定时器通过主站通讯定时参数（Cyclic*i*cMaster）进行设定。

6.2.2.1 主站通讯定时参数（Cyclic*i*cMaster）定义

主站通讯定时参数（Cyclic*i*cMaster）为资源节点 0xF5：

表 6.1 主站循环参数资源列表

资源类型	Bytes	Function	Attrib	Index	SubIndex
	1	CyclicMaster	R/W	0xF5	—

- Cyclic*i*cMaster：主站通讯定时参数，当 Cyclic*i*cMaster>0 时，（Cyclic*i*cMaster*4）时间为从站判断主站发送通讯报文的是否超时的时间间隔；

注意：如果从站判断主站通讯报文超时，将自动删除连接，退出通讯

- 对于主站通讯定时参数 Cyclic*i*cMaster 的时间单位为 10ms；即 Cyclic*i*cMaster 支持的最大时间为：255 × 10 = 2550 ms，即 2.55 秒。

6.2.2.2 连接定时器应用规则

通过建立连接命令，主站与从站可以建立通讯连接，同时主站设置了从站的主站通讯定时参数（Cyclic*i*cMaster）。

当 Cyclic*i*cMaster = 0 时，从站的连接定时器不用装载，此时连接不存在超时判断，连接建立后可以随时进行通讯。

当 Cyclic*i*cMaster > 0 时，从站的连接定时器定时参数装载值为（Cyclic*i*cMaster*4）（单位为 10ms）。

当连接建立时，从站的连接定时器被激活。当检测到已经接收一个合法的报文时，连接

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

将立即执行下列任务：

- 从站复位连接定时器，停止连接定时器，将定时器值恢复为初始装载值；
- 从站重新启动连接定时器

如果在通讯过程中，连接定时器计满则意味着通讯事件超时，则此时从站会自动删除连接。参考图 6.5 所示。

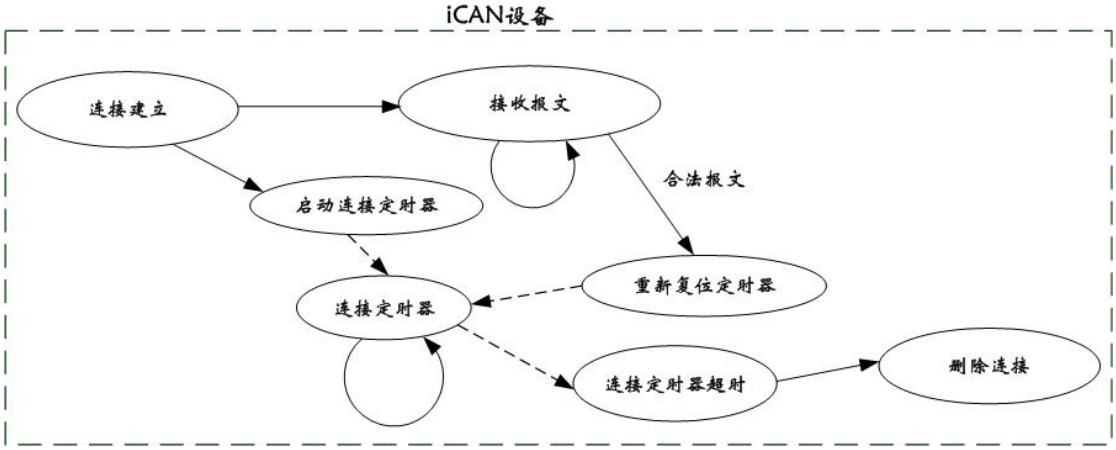


图 6.5 连接定时器

6.2.3 循环传送定时器

循环传送定时器用于时间触发传送。在一个连接中当循环传送定时超时后，从站发送报文。循环传送定时器通过定时循环参数（Cyclic*i*cParameter）进行设定。

6.2.3.1 定时循环参数（Cyclic*i*cParameter）定义

定时循环参数（Cyclic*i*cParameter）为资源节点 0xF4：

表 6.2 定时循环参数资源列表

资源类型	Bytes	Function	Attrib	Index	SubIndex
	1	CyclicParameter	R/W	0xF4	—

- Cyclic*i*cParameter：定时循环参数，当 Cyclic*i*cParameter>0 时，按照 Cyclic*i*cParameter 设定定时参数，循环传送 I/O 数据值；
- 对于定时循环参数 Cyclic*i*cParameter 的时间单位为 10ms；即 Cyclic*i*cParameter 支持的最大时间为：255 × 10 = 2550 ms，即 2.55 秒。

6.2.3.2 循环定时应用规则

建立连接后，主站可以通过写命令对资源节点定时循环参数（Cyclic*i*cParameter）进行操作，设置循环定时参数。在一个连接中当循环传送定时超时后，从站发送报文。

当 Cyclic*i*cParameter = 0 时，从站的循环传送定时器不用装载，此时连接不存在基于时间触发的通讯。

当 Cyclic*i*cParameter > 0 时，从站的循环传送定时器定时参数装载值为 Cyclic*i*cParameter（单

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

位为 10ms）。

当连接建立时，并设置了循环定时参数后，从站的循环传送定时器被激活。当从站的循环传送定时器超时后，连接将执行以下任务，参考图 6.6 所示：

- 从站发送报文
- 从站复位循环传送定时器，停止定时器，将定时器值恢复为初始装载值
- 从站重新循环传送定时器

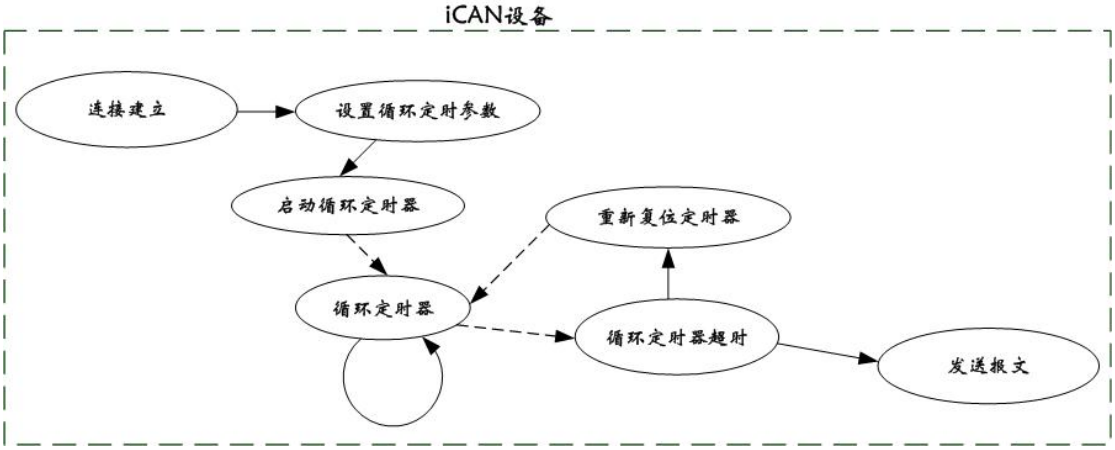


图 6.6 循环传送定时器

6.2.4 事件触发时间管理

对于事件触发时间管理在 iCAN 协议规范中并没有明确的定义。但是由于事件触发机制会使从站主动上传数据报文，因此如果从站由于根据触发事件不断发送报文会导致从站过多地占据总线。因此对于从站的事件触发间隔时间也必须进行管理。

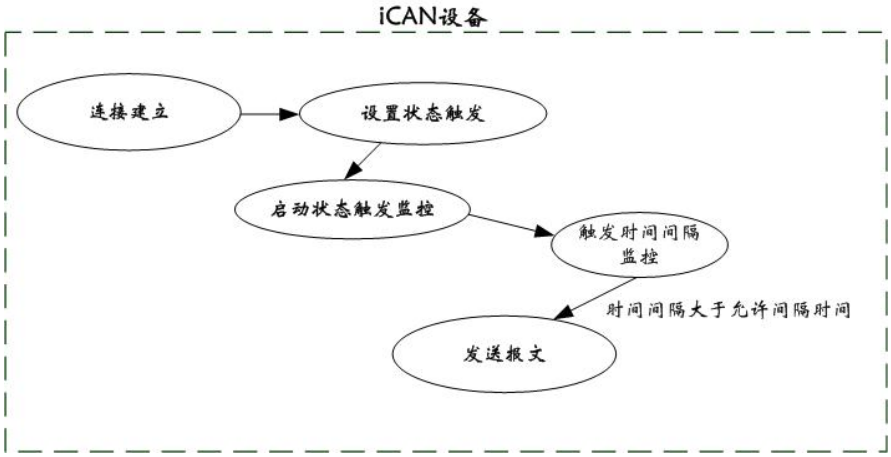


图 6.7 事件触发时间管理

图 6.7 说明了事件触发时间管理的流程，如果 *i*CAN 设备设置了状态触发使能，则如果满足事件触发的条件，在传送事件触发报文之前，必须对这次触发和上次触发的时间间隔进行处理，如果时间间隔不小于允许的时间间隔，则可以发送事件触发报文。一般允许的事件间隔时间设定为 10ms。

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.

声明

版权

*i*CAN协议及相关软件版权均属广州致远电子有限公司所有，其产权受国家法律绝对保护，未经本公司授权，其它公司、单位、代理商及个人不得非法使用和拷贝，否则将受到国家法律的严厉制裁。

修改文档的权利

广州致远电子有限公司保留任何时候在不事先声明的情况下对本文档的修改的权力。

公司：广州致远电子有限公司 工业通讯网络事业部
地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区七栋二楼（研发部）
邮编：510660
电话：+86 (020) 28872344 22644381 22644382
传真：+86 (020) 38601859
网站：www.icansys.org
Email：ican@embedcontrol.com

Zhiyuan Electronics CO., LTD.
Second floor, Building No.3
Huangzhou Industrial Park

©2007 Guangzhou Zhiyuan Electronics CO., LTD.