

基于 CAN 的测控网络在智能小区中的应用^①

The Application of Measure and Control Network Based on CAN - bus in Intelligent Community

韩 杰 (山东师范大学管理学院 山东济南 250014)

邵增珍 (山东师范大学信息科学与技术学院 山东济南 250014)

赵庆祯 (山东师范大学管理学院 山东济南 250014)

王文平 (山东师范大学信息科学与技术学院 山东济南 250014)

摘要:测控网络是智能小区系统的重要组成部分。根据测控网络本身的特点,本文首先介绍了基于 CAN 总线技术的测控网络拓扑结构,并给出了编码方案和设备地址,然后实现了标志符的分配方案和滤波器参数设置,最后给出了该系统在某小区的具体应用。

关键词:CAN 总线 智能小区 标志符方案 滤波器

1 引言

20 世纪 80 年代以来,我国相继建成了一系列智能化小区。智能化小区^{[2][5]}一般包括周边防范报警系统、电子巡更系统、电视监控系统、可视对讲联网系统、家居电子防盗报警系统等,家庭内部安装了门磁、窗磁、报警装置以及阳台红外探测器、紧急求助报警按钮等设备,有效地保证了住户安全。我们开发并实现了一个基于现场总线 CAN 的智能小区系统。

2 基于 CAN 的智能小区系统架构

2.1 系统构架

我们将智能小区系统划分为 5 层,从下到上依次是现场设备层,现场控制层,测控网络层,数据层和应用层,系统架构如图 1 所示。

其中,现场设备层是指外购的现场设备;现场控制层是指对设备的控制和数据采集;测控网络层即数据传输层;数据层是指多数据库、多协议的应用;应用层是指对数据层的应用。驱动程序接口主要是进行应用层发送的命令数据和数据库中的数据之间的转换;数据翻译接口主要是进行硬件数据和数据库中的数据

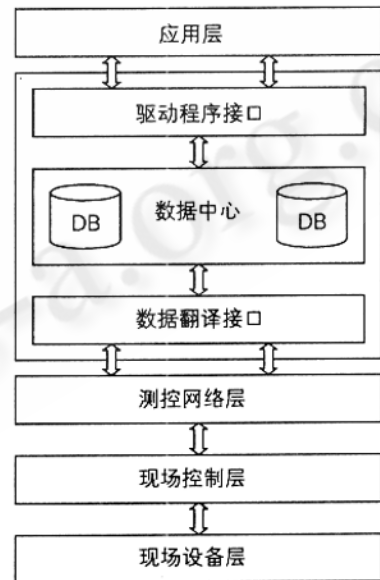


图 1 系统架构图

之间的转换。例如,应用层发送命令数据,通过数据中心,经数据翻译接口转换为硬件数据,对现场设备进行控制。同理,现场控制层采集现场设备数据,经数据翻译接口转换为数据库数据,最后与应用层进行交互。

这 5 层是相互依赖,相互联系的,但属测控网络层

① 项目基金编号:03218315.1

最为重要。因为用户对智能小区系统的一个很重要的评价指标便是数据传输速率和数据出错率,并且该系统中的各种控制命令及报警信息都需要很强的实时性和及时性,而发送各种短信便要求很强的准确性,这样测控网络的总线选择问题便成为要解决的关键问题。

对该系统中用到的术语的定义:

上位机:指的是管理平台,管理端;

下位机:指的是智能终端设备;

上行:指数据从下位机到上位机;

下行:指数据从上位机到下位机;

点对点发送:是指由一个节点发出报文,网络上只有另外一个节点可以正确接收该报文;

组播发送:是指由一个节点发出报文,网络上可以有多个节点接收该报文;

广播发送:是指由一个节点发出报文,网络中的其余所有节点都可以接收该报文。

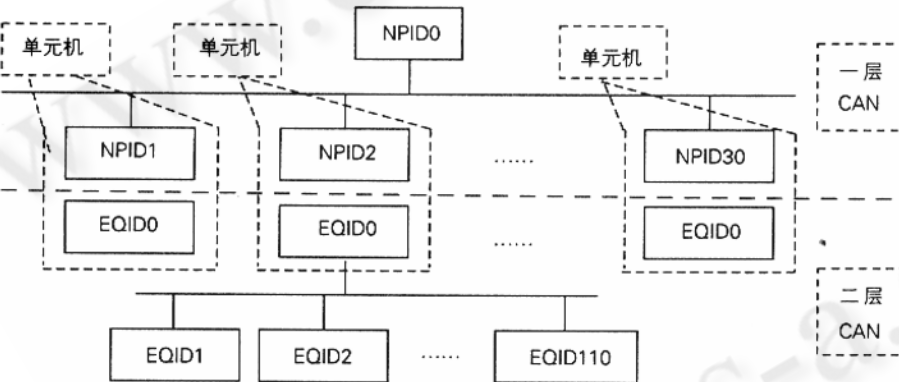


图 2 测控网络拓扑结构图

退出发送;

(4) CAN 总线只需通过对报文的标志符滤波即可实现点对点、组播及全局广播等几种方式传送接收数据;

(5) 报文采用短帧结构,传输时间短,受干扰概率低,保证了数据出错率极低。

(6) CAN 节点在错误严重的情况下具有自动关闭的功能。

因此本文主要讲述基于 CAN 总线的智能小区的测控网络的实现。

3 智能小区测控网络结构

3.1 测控网络拓扑结构图

本测控网络共分为两层,一层是网段层,一层是设备层,其拓扑结构如图 2 所示。

如图 2 所示,以中间的虚线为分割线,上面为一层 CAN,称为网段层,下面为二层 CAN,称为设备层,我们

称这种结构为 CAN 树。其中,第一层主要用于测控中心向各住宅楼的各单元、小区公共设备的测控网络进行连接。由于 CAN 的传输距离的限制,我们用 5 位来表示网段层地址,用 NPIDn (Network Paragraph ID) ($n = 0, 1, \dots, 31$) 表示各个网段编号,即最多可以接入 32 个独立的 CAN 网段。这样可以适用于 4 单元的 5~7 座楼。若由于需要网段数目增多,则可以再建立一棵

CAN 树。第二层主要用于单元到各家居、单元内的公共设备的测控网络进行连接。由于 CAN 总线最多能挂接 110 个节点,所以从单元连接到各家居、单元公共设备的数量最多为 110 个。我们用 EQIDn (Equipment ID) ($n = 0, 1, \dots, 127$) 表示各个设备编号,是真正的智能终端编号。其中, NPID0 是此 CAN 树的树根, NPID1 和 EQID0 共同组成一个单元机,一般位于一个楼宇单元中,同理, NPID2 和 EQID0 也组成一个单元机,位于另一个单元中,所有的 EQID0 不是指同一个设备,而是由于它们位于不同的网段中,所以用同一个编号来表示所有单元机下行 CAN 设备。EQID1 ~ EQID110 表示各个具体的智能终端设备,一般一个住户家只拥有一个该

2.2 CAN 总线优点

为保证测控网络实时性、准确性要求,我们采用国际标准的现场总线技术—CAN。CAN 是 Rober Bosch 公司为满足汽车工程的要求而提出的,现在已经成为国际标准,并且在机械工业、机器人、数控机床、家用电器和传感器等方面都有着广泛的应用。CAN 具有以下优点^{[1][4]}:

(1) CAN 主要采用多主工作方式,网络上任一节点在任意时刻都可以向其他节点发送信息而不分主从;

(2) CAN 标志符可以区分节点的优先级;

(3) CAN 采用非破坏性仲裁技术,当多个节点同时向总线发送信息出现冲突时,优先级低的节点主动

设备。

3.2 编址方式

我们用 5 位表示网段层地址,所有网段统一编址。

00000:分配给 CAN 树根,也就是上图中的 NPID0,是本测控网络中最重要的设备,网络内几乎所有的下行信息都是由它发出的,并且所有的上行信息都要上传到该设备

00001 ~ 11110:可以使用的 30 个网段地址,也就是上图中的 NPID1 ~ NPID30。NPID1 是 00001, NPID2 是 00010,依次类推。

11111:全网广播即过滤时用,不作为真实的网段编号。

我们用 7 位表示设备层地址,所有设备统一编址。

0000000:分配给单元机下行 CAN 口,即上图中的 EQID0;

0000001 ~ 1111110:可以使用的 126 个设备编号;但由于 CAN 的挂接设备的能力,我们最多可以使用其中的 110 个设备编号,也就是上图中的 EQID1 ~ EQID110。EQID1 是 0000001, EQID110 是 1101110 等,也可以根据需要对它们分配其他的设备编号。

1111111:全网广播即过滤时用,不作为真实设备编号。

3.3 标志符分配方案

CAN 技术规范包括 CAN2.0A 和 CAN2.0B 两个部分, CAN2.0B 有两种不同的帧格式:含有 11 位标志符的帧称之为标准帧,含有 29 位标志符的帧称之为扩展帧。前者的标志符比后者的标志符少 2 个字节,传输速度比较快,在本系统中我们采用扩展帧格式。因为^[1]:

(1) 按每帧数据平均 10 个字节的通信量计算,标准帧节省 2 个字节对通信速度的提高并不明显;

(2) 采用标准帧标志符仅 11 位,在组网的灵活性、方便性和可扩充性等方面,远远不如采用 29 位标志符的扩展帧。

标志符是唯一标志网络设备的类型和在网络中位置的识别码,因此标志符的定义十分重要。在本系统中,我们充分利用了扩展帧的 29 位标志符,这些标志符包括目标设备地址,源设备地址和命令包数。其中目标设备地址共 12 位,包括网段编号 5 位和设备编号 7 位;源设备地址共 12 位,包括网段编号 5 位和设备编号 7 位;命令包数 5 位。结构如表 1 所示。

表 1 标志符分配方案

目标地址		源地址		命令包数
目标网段编号	目标设备编号	源网段编号	源设备编号	命令包数
ID28 ~ ID24	ID23 ~ ID17	ID16 ~ ID12	ID11 ~ ID5	ID4 ~ ID0

其中,源地址是指发送报文到网络上的设备的地址,目标地址是指成功接收网络上的报文的设备的地址。命令包数也是本系统的一个特色,没有放到数据域里,而是充分利用了标志符,用标志符的剩余 5 位来表示命令包数,最多可以有 32 包,由 4.2 可知双滤波器最多只能过滤标志符的前 16 位,也就是说标志符中的源地址和命令包数始终没有参与过滤工作。

3.4 滤波器参数设置

在 CAN 控制器中有 4 个验收代码寄存器 (ACRn, n=1,2,3,4) 和 4 个验收屏蔽寄存器 (AMRn, n=1,2,3,4)。验收滤波器便由验收代码寄存器和验收屏蔽寄存器定义。对于验收屏蔽寄存器是 0 的位置,只要报文标志符的相应位置和验收代码寄存器的相应位置一样便可以接收此报文。验收滤波器可以有两种,一种是单滤波器,一种是双滤波器。单滤波器由于只能过滤一种信息,不适合应用在我们本系统中,因为我们既要实现点对点发送,也要实现广播发送,因此我们采用双滤波器,由于在双滤波器中,只要报文标志符能通过一个滤波器,则该报文即被接收,这样我们可以使用其中一个滤波器接收点对点信息,可以使用另外一个滤波器接收广播信息,达到了我们设计的目的。

下面以双滤波器过滤扩展帧为例,介绍一下双滤波器配置的原理^[1],如图 3。过滤器 1 由 ACR0, AMR0, ACR1, AMR1 组成,共 16 位,即可以过滤标志符的高 16 位。过滤器 2 由 ACR2, AMR2, ACR3, AMR3 组成,共 16 位,也可以过滤标志符的高 16 位。这样,我们知道标志符中最终参与过滤的只有高 16 位(前两个字节)。为了能成功接受报文,所有单个位的比较结果至少有一个滤波器表示为“接受”。

过滤器参数设置实际上是对每一个网络设备(包括所有的 NPID 表示设备,以及所有的 EQID 表示设备)的 8 个寄存器 ACR0 ~ 3, AMR0 ~ 3 进行设置,以确保设备能收到应该收到的报文,拒绝不应该收到的报文。

(1) 第一层 CAN 寄存器参数设置:

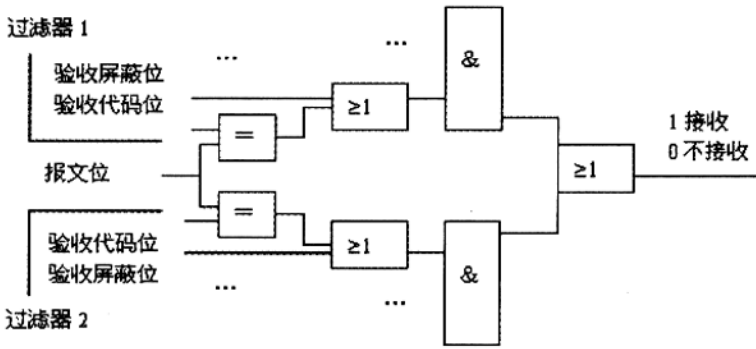


图 3 双滤波器配置原理图

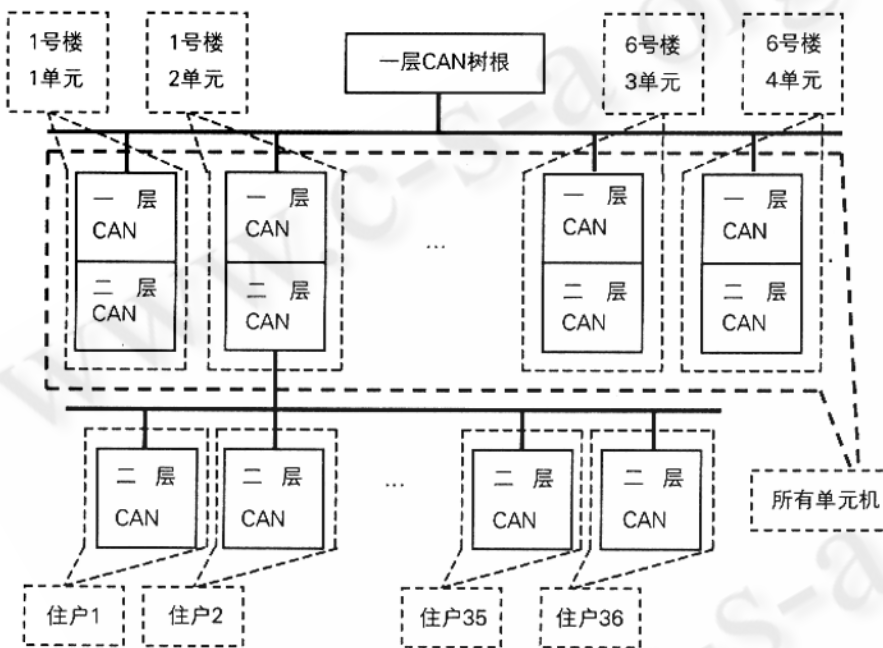


图 4 某小区测控网络拓扑结构

AMR:07 FF 00 00H

ACR: 第一个字节:前 5 位网段编号,后 3 位为 000
 第二个字节:00H
 第三个字节:FFH
 第四个字节:FFH

(2) 第二层单元 CAN 口寄存器参数设置:

对于 EQIDO 由于起着承上启下的作用,所以寄存器设置比较特殊,但是由于在分界处没有采用 CAN 机制,所以信息上行或下行时,可以不用过滤机制,但是为了形式一致,我们也采用过滤的形式来定义 AMR 和 ACR

AMR:07 FF F8 0F

ACR: 第一个字节:前 5 位网段号,后 3 位为 0;

第二个字节:00H

第三个字节:00H

第四个字节:00H

(3) 第二层 CAN 寄存器参数设置:

AMR:F8 0F 00 00H

ACR: 第一二个字节:前 5 位为 0,中间 7 位为设备编号,后 4 位为 0

第三个字节:FFH

第四个字节:FFH

4 应用

本架构已被成功应用于多个智能小区项目中,并在网络可靠性、实时性等方面都表现良好。本节我们以某小区为例来讲述该架构的具体应用。该小区共包括 6 座大楼,每座大楼有 4 个单元,每个单元有 $12 \times 3 = 36$ 户。由于 $6 * 4 = 24$ 个单元,其测控网络拓扑结构图如图 4 所示:

(1) 对该小区各个设备的编址方式按 3.2 进行设置:

一层 CAN 树根:00000

其余一层 CAN:1 号楼 1 单元是 00001;1 号楼 2 单元是 00010;……;6 号楼 4 单元是 11000

所有单元机二层 CAN:0000000

其余二层 CAN:住户 1 是 0000001;住户 2 是 0000010;……;住户 36 是 0100100

(2) 对于各个滤波寄存器参数按 3.4 进行设置

比如,1 号楼 2 单元一层 CAN 可以这样设置:

AMR:00000111 11111111 00000000 00000000

ACR:00010000 00000000 11111111 11111111

(3) 报文发送举例

本系统中有三种情况的报文发送:一是 CAN 树根向某终端设备定点发送,称之为下行点对点报文发送;二是某终端设备向 CAN 树根定点发送,称为上行点对

点报文发送;三是 CAN 树根向所有终端设备广播,称为下行广播发送。

① 下行点对点报文传输

假设网络上有标志符为 00010000 00100000 00000000 000000 的报文由 CAN 树根发送,我们发现,在第一层网络中,只有 1 号楼 2 单元一层 CAN 能接收,然后单元 CAN 接收,最后由住户 1 二层 CAN 接收。

② 上行点对点报文传输

假设现在有标志符 00000000 00000000 10000001 000000 由住户 1 二层 CAN 发送,只有单元 CAN 能接收,发给 1 号楼 2 单元一层 CAN,然后再发送只有 CAN 树根能接收到。

③ 下行广播报文传输

假设现在有标志符 11111111 11111111 00000000 000000 由 CAN 树根发送,则所有的一层 CAN 都能接收,然后发送给单元 CAN,再发送,所有的二层 CAN 都能接收到,实现了广播方式。

(4) 系统性能

该系统投入使用后性能表现良好,数据传送速度快,可靠性高,并且对于各种控制命令和报警信息都能做到较强的实时性和及时性。该架构还具有很强的可扩展性,当有新住户时,我们只需为该住户安装

一个二层 CAN,同时为设备编址、设置寄存器参数即可。

5 结束语

本文主要讨论了基于现场总线 CAN 的智能小区中的测控网络的实现。该测控网络的架构已被成功应用到了多个小区中,效果表现良好,网络数据传输不仅速度快、准确性高,而且具备较强的伸缩性。本系统没有考虑组播方式,有待于在以后的研究中根据实际情况加以改善。

参考文献

- 1 饶运涛、邹继军、郑勇芸,现场总线 CAN 原理与应用技术,北京航空航天大学出版社,2003.
- 2 陈振明,“建筑智能化”的持续发展必须以人为本,智能建筑资讯,2001(3).
- 3 罗国杰,智能建筑系统工程,北京机械工业出版社,2000.
- 4 雷霆,现场总线控制网络技术,北京电子工业出版社,2004.
- 5 马鸿雁、李惠昇,智能住宅小区,北京机械工业出版社,2003.