

# 设施农业环境监控网络扩展

王风云<sup>1</sup>, 朱建华<sup>1</sup>, 赵一民<sup>2</sup>, 尚明华<sup>1</sup>, 封文杰<sup>1</sup>

(1. 山东省农业科学院科技信息工程技术研究中心, 济南 250100;  
2. 济南高新开发区东晨大街 山东胜利生物工程园质量保证部, 济南 250101)

**摘要:** 随着设施农业的发展, 环境监控网络不断扩大, 由于RS-485总线具有结构简单、使用方便、通信距离和数据传输速率适当及可靠性较高等特点在农业环境监控中得到广泛应用。但TIA/EIA-485规定一个连接最多可以有32个单位负载, 为解决环境监控网络节点多于32个的问题, 该文研究了基于单片机AT89C51的RS-485总线网络扩展方法, 可以根据实际需要把RS-485总线扩展至4支路、8支路和12支路, 该设计十分简单, 成本也比较低, 电路运行稳定可靠。

**关键词:** 设施农业; RS-485总线; 总线扩展; 单片机

**中图分类号:** S625.5<sup>+</sup>1; TP273<sup>+</sup>.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2005)11-0168-03

王风云, 朱建华, 赵一民, 等. 设施农业环境监控网络扩展[J]. 农业工程学报, 2005, 21(11): 168-170

Wang Fengyun, Zhu Jianhua, Zhao Yimin, et al. Bus network topology for environmental control of protected agriculture[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(11): 168-170 (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

目前, 对设施农业环境参数检测及传输的研究, 有基于CAN总线的, 有基于Lonworks总线的, 但研究使用最多的还是RS-485总线。RS-485通信模式由于具有结构简单、价格低廉、使用方便、通信距离和数据传输速率适当及可靠性较高等特点而被广泛应用于仪器仪表、智能化传感器、集散控制、监控报警和电力数据采集等领域。在设施农业中使用RS485总线模式比较多, 中国农业大学(东区)与顺义示范区合作采用了基于RS-485总线的温室控制系统。中国农业大学的成果“设施农业分布式网络控制技术与开发”中, 使用RS-485总线作为现场数据传输方式, 在山东、河南、北京、内蒙、山西等地3hm<sup>2</sup>多的大型温室中运行。

RS-485总线属于BITBUS总线, 传输距离约为1200m, 传输速率达76.8kbps, 多达30个节点并行连网。TIA/EIA-485规定一个连接最多可以有32个单位负载或者驱动器/接收器对, 如果实际需要的负载或者驱动器/接收器对超过了这个限制, 就必须采用合适的方法来扩展网络。本文提出了一种基于单片机AT89C51的RS-485网络扩展方法, 可以根据需要适当调整扩展能力, 从而满足多于30个节点的控制系统的。

## 1 硬件组成及工作原理

本系统采用AT89C51单片机, 主要由通信电路、监控电路、光电隔离电路等组成。系统如图1所示(光隔部分未画出)。AT89C51是一个低功耗高性能单片机, 40个引脚, 32个外部双向输入/输出(I/O)端口, 同时内含2个外中断口, 2个16位可编程定时计数器, 1个全双工串行通信口, AT89C51可以按照常规方法进行编程, 也可以在线编程。AT89C51将通用的微处理器和Flash存储器结合在一起, 特别是可反复擦写的Flash存储器可有效地降低开发成本。该设计主要使用AT89C51芯片的3个输入输出P0口、P1口和P2口, 串行口的接收功能。通过AT89C51芯片来控制RS-485总线支路的选择。

收稿日期: 2004-09-14 修订日期: 2005-07-06

基金项目: 国家863计划项目(2003AA209070)

作者简介: 王风云(1974-), 助理研究员, 硕士, 主要从事农业信息化、温室智能控制研究。济南 山东省农业科学院科技信息工程技术研究中心, 250100。Email: wfyilly@jnc.com

### 1.1 通信电路

通信芯片使用美国MAXM公司的MAX491, 它是带驱动器和接收器使能的全双工方式的RS-485接口芯片, 可达到10Mbps的数据传输速率, 在总线上允许多达32个收发器。MAX491的引脚与典型连接图如图2。在实际使用时, 可根据需要适当调整通讯电路, 扩充至需要的分支数, 合理使用资源。

### 1.2 监控电路

监控电路采用美国Xicor公司的X25045芯片, 它包括看门狗定时器、电压监控电路和E2PROM存储器。为防止在现场复杂恶劣环境条件的情况下, 引起原程序机器码读误, 造成程序执行混乱, 出现“跑飞”或“死循环”, 导致整个系统故障, 监控电路为AT89C51掉电时提供RESET信号, 当程序紊乱或电压失常时启动内部的“看门狗”对系统进行监控, 防止死机。

### 1.3 其它电路

使用TLP521-4组成光电隔离电路, 减少现场信号干扰, 确保系统稳定运行。为更好的监视仪表的工作, 设计指示灯电路, 它完成两个功能: 一是监视电源是否正常工作, 二是监视CPU AT89C51的工作状态。

### 1.4 工作原理

参见图1。系统主要使用到AT89C51的P0口、P1口和P2口来选择网络分支, 根据实际需要可以使用部分端口, 不一定把3个I/O口都使用上。

单片机AT89C51内部的串行接口是全双工的, 这里仅使用其接收数据的功能, RxD端接收上位机送来的支路控制字, 控制字通过P0口、P1口和P2口分别控制通信芯片的使能端RE和DE, 从而选择有效分支。连接总线的通信芯片U5的接收使能端始终有效, 发送使能端DE由连接各个分支的通信芯片的接收使能端信号RE通过八输入与非门74LS30与非后控制, 只要有一支路打开, 连接总线的发送使能端DE就有效。上位机需要现场实时数据时, 通过总线发出命令控制字给转发器, 当转发器中的单片机AT89C51接收到命令控制字, 通过P0口、P1口和P2口打开相应的支路后, 上位机采集现场数据。

## 2 软件设计

根据硬件电路图, 每一支路的选择由通讯芯片MAX491的RE和DE端控制, 例如支路1打开时, P1口的输出应为1010100B, 即0a9H, 同理其它支路的控制字也可写出, 并送到相应的I/O口。为传输总线稳定地传输数据, 在打开某分支前关闭

所有支路的导通, 所有支路都被关闭时, P0 口、P1 口和 P2 口的输出应为 10101010B 即 0aaH。为选择该总线, 需要约定该总线的

命令控制字, 例如控制字 0eeH, 控制字的选择过程中注意不要产生控制字的冲突。

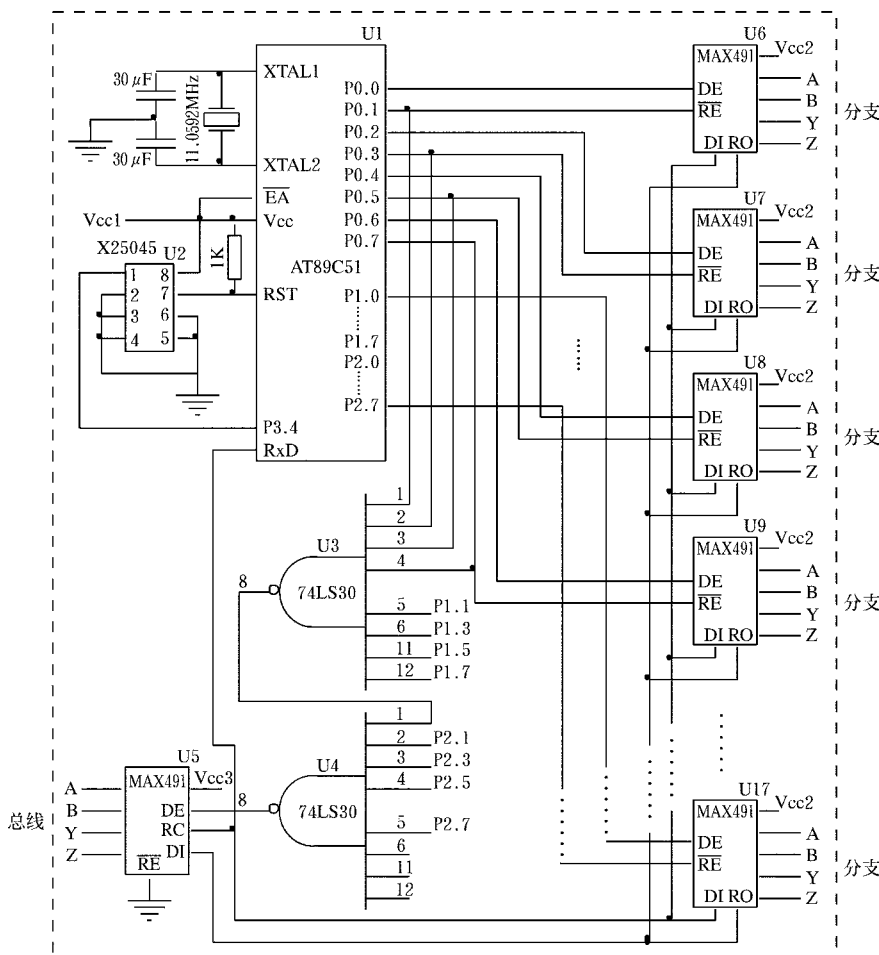


图 1 电路系统图

Fig 1 Circuit schematic diagram

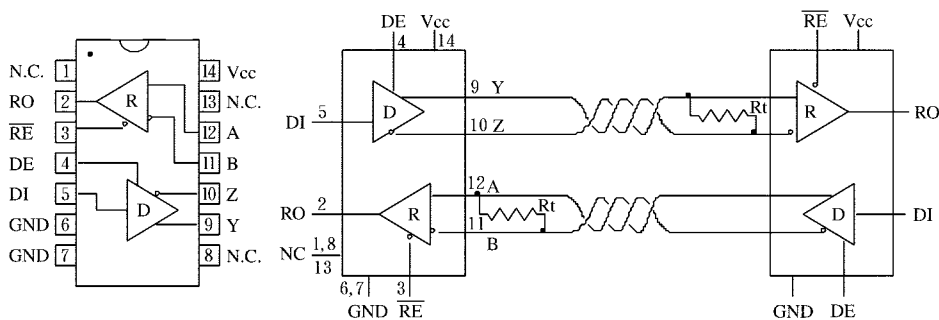


图 2 MAX491 的引脚与典型连接图

Fig 2 MAX491 pin configuration and typical operating circuit

单片机 AT89C51 的通讯采用串行口工作方式 1, 被控制为波特率可变的 8 位异步通信接口, 定时器 T1 为可自动装入参数的工作方式 2, 采用串行口中断方式, 波特率设置与上位机匹配, 在本设计中使用 2400bit/s。晶振频率使用 11.0592MHz, SMOD=0, 由公式 (1) 可计算出定时器 T1 的溢出率, 从而求得 TH1=0F4H。中断程序流程图如图 3。

$$\text{波特率} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} (\text{定时器 T1 的溢出率}) \quad (1)$$

$$\text{定时器 T1 的溢出率} = \frac{\text{晶振频率}}{12 \times (2^8 - \text{TH1})} \quad (2)$$

本设计上位机软件采用 Visual Basic 6.0 编写, 主要完成选择总线、支路和接收数据的功能, 在实际应用中根据不同的控制系统所用软件, 可用不同语言编写。单片机软件采用汇编语言编写, 固化在 AT89C51 内。

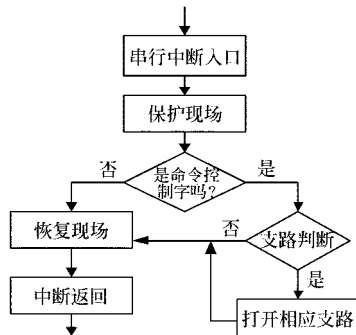


图3 中断服务程序流程图

Fig 3 Flow chart of interrupt service program

### 3 结论

随着设施农业的发展,控制环节的增多,系统必然要求在结构和功能方面可方便地进行扩展。基于目前RS-485总线在国内设施农业方面的研究与使用情况,本设计为RS-485总线的网络扩展提供了一种很好的扩展方法。

该设计简易,成本较低,根据系统需要,可以扩展至4支路、8支路和12支路,目前该设计在农业中还没有推广,在楼宇自控中使用稳定可靠。由于RS-485总线与传统的DCS、PLC兼容等特

点,在一般控制系统中,上、下位机的串行通讯也多采用此总线,因此该设计具有广泛的应用范围。

#### [参考文献]

- [1] 郑文钢,赵春江,王纪华. 温室智能控制的研究进展[EB/OL]. <http://www.agri.ac.cn/manager/12831001/2004524143151.htm>, 2004-05-04/2004-07-25.
- [2] 杜尚丰,李迎霞,马承伟,等. 中国温室环境控制硬件系统研究进展[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 7-12.
- [3] 蔡美琴,张为民,沈新群,等. MCS-51系列单片机系统及应用(第1版)[M]. 北京:高等教育出版社, 1992: 270.
- [4] 张华. X25045编程器的制作[J]. 力源电子工程, 1999, (1): 69-70.
- [5] Jan Axelsson 著,精英科技译. 串行端口大全(第1版)[M]. 北京:中国电力出版社, 2001: 304.
- [6] 刘建业,薛增涛,梁永春,等. 温室智能控制关键技术研究动向[J]. 河北工业科技, 2004, 21(2): 13-17.
- [7] 陈建恩,王立人,苗香雯. 温室数据采集系统远程通信接口设计研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 259-263.
- [8] 陈英俊,张红兵. RS-232C、RS-485/USB转换器的最简设计[J]. 航空精密制造技术, 2003, 39(3): 17-20.
- [9] 杜尚丰,赵兴炳,李迎霞. 基于RS-485总线的温室环境控制系统研制[J]. 微计算机信息, 2003, 19(9): 23-24.
- [10] 齐文新,周学文. 分布式智能型温室计算机控制系统的一种设计与实现[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 246-249.

## Bus network topology for environmental control of protected agriculture

Wang Fengyun<sup>1</sup>, Zhu Jianhua<sup>1</sup>, Zhao Yin<sup>2</sup>, Shang Minghua<sup>1</sup>, Feng Wenjie<sup>1</sup>

(1. Information Engineering Technological Research Center, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China; 2. Quality Assurance Department of Shandong Shengli Co., Ltd., Jinan 250101, China)

**Abstract** With the development of protected agriculture, the size of environment control system is larger and larger. The RS-485 bus has the virtues of simpleness, convenience to use, appropriate distance of communication, proper rate of transmission and high reliability. It is widely used in the control of agricultural environment. But TIA/EIA-485 stipulates that an RS-485 connection has no more than 32 nodes. To solve the problem of more than 32 nodes in the communication network, a method of RS-485 bus topology based on single chip is put forward in the paper. The method adds the capacity of RS-485 bus. The bus network can extend to four, eight and twelve branches according to the concrete case. The design is simple and the cost is low. The circuit runs smoothly and reliably.

**Key words:** protected agriculture; RS-485 bus; bus topology; single chip microprocessor