

# 温湿度监控系统设计

谈敏

(江阴职业技术学院 电子信息工程系, 江苏 江阴 214405)

**摘要:** 针对环境温、湿度多点监测需要, 设计了基于 RS485 通信总线的下位机+上位机温、湿度多点监控系统, 下位机以 STC12C5A60S2 单片机为主控机节点, 从机节点使用的是 DHT21 数字温湿度传感器进行温湿度的数据采集, 温度精确到 0.1℃, 湿度精确到 1%, 通过 RS-485 总线传输到主控机后转发给上位机(PC机), 用户可通过 PC 机实时查看各节点数据; 文章着重介绍了电路和通信软件的设计和调试过程, 上位机终端软件采用 C++ 语言设计, 实现了温、湿度数据的实时数字和曲线显示以及上下限设置和控制功能; 该系统已在实验室实际使用, 实践表明该系统运行可靠, 具有体积小, 价格便宜等优点, 有一定的实用性, 可以在生活小区、工厂、楼宇等领域使用。

**关键词:** 单片机 STC12C5A60S2; 数字温湿度传感器 DHT21; RS485 总线; C++ 语言

## Design of Temperature and Humidity Monitoring and Controlling System

Tan Min

(Department of Electronic Information Engineering, Jiangyin Polytechnic College, Jiangyin 214405, China)

**Abstract:** For the specific needs of multi-point temperature and humidity monitoring system, this paper designs a multi-point temperature monitoring system, based on RS485 communication bus. STC12C5A60S2 single-chip microcomputer is used as mainly controlling node of the lower computer. The DHT21 digital sensor is used by slave node to collect data of temperature and humidity. The temperature is accurate to 0.1℃, and the humidity is accurate to 1%. The temperature data collected is transmitted to the PC by RS-485 bus, that users can view the real-time data of each node through personal PC in the greenhouse. This paper mainly introduces the design process and debugging of hardware and communication software. PC software is C++ designed. PC terminal enables to realize the real-time digital and curve display of the temperature and humidity data, the set and control function. This system has been used in the laboratory. The practice shows that the system runs reliably, has the advantages of small volume, cheap price and so on. It can be used in the areas of living quarters, factories and buildings.

**Keywords:** STC12C5A60S2; DHT21; RS485 bus; C++

### 0 引言

环境温湿度的变化会时刻影响着人们的日常生活, 而伴随着气候和环境问题的日益严峻, 人们对于温湿度这一基本环境要素愈加关注, 更希望可以实时获知一定范围内具体温湿度要素信息。多点分布式监控系统能够适用于该采集控制领域。但其具有采样节点多, 传输距离相对较远, 且工作环境较为恶劣的特点。

本课题根据设计需要, 构建了以 STC12C5A60S2 单片机为控制核心, 基于 RS-485 总线的温湿度监测与控制系统, 实现了 PC 上位机与多个终端检测节点之间的远距离通信功能。

主要设计内容有:

1) 提出一种基于 RS-485 总线的远程温湿度监测与控

制系统的方案, 该监控系统主要由 PC 上位机、232/485 转换接口以及终端温湿度检测节点组成;

2) 完成终端检测节点的硬件电路与软件设计, 温度精确到 0.1℃, 湿度精确到 1%, 在检测到数据之后, 通过控制风扇或加湿器实现对温湿度远程监测和控制, 将温湿度控制在设定阈值范围之内;

3) 设计基于 RS-485 总线通讯的通信协议, 完成多个终端检测点对环境温湿度的采集并通过 RS-485 总线传输到 PC 上位机;

4) 设计完成 PC 上位机监控界面, 能够对温湿度数据进行实时波形和数值显示, 此外还能够对环境温湿度设定阈值, 当环境温湿度变化超出了预设情况时, 工作人员可以通过系统对终端部分的温湿度进行实时调控。

本系统实现了多个终端检测节点环境温湿度的采集, 实现了采集数据的远距离通信, 基于 RS485 总线通信基础上的监控系统, 实现了环境温湿度的采集、处理、对所采集到的数据进行远距离的传输和处理, 通过对测试表明该系统的可靠性高、传输速度快、误码率低等优点, 基本上完成了实际工作需求。基于 RS485 总线构成通信网络能够

收稿日期:2018-05-03; 修回日期:2018-05-25。

基金项目:现代职业教育提升项目(2017-PPZY-A-D-23)。

作者简介:谈敏(1980-),女,江苏常州人,硕士,讲师,主要从事电子技术的教学与研究工作方向的研究。

支持该系统的稳定运行和可靠传输,可以实现主机对从机的监测和控制。

## 1 系统结构及原理

### 1.1 RS-485 串行总线标准

单片机、PC 及其他设备之间进行的信息交换称为数据通信,数据通信的方式有并行数据通信和串行数据通信两种,实际应用中具体采用哪种方式,要根据数据传送的距离来决定。如果是 PC 和外围设备之间的数据通信,距离小于 30 m 时,可以采用并行数据通信;而距离大于 30 m 时,则应采用串行数据通信。如果是单片机或 PC 与测量仪器之间的数据通信,距离小于 15 m 时,可以采用并行数据通信;而距离大于 15 m 时,则应采用串行数据通信<sup>[1]</sup>。

在通信距离要求为几十米到上千米时,通常采用 RS-485 串行总线标准格式。485 总线采用了平衡发送和差分接收的接口标准。在发送端将串行口的 TTL 电平信号转换成差分信号由 A、B 两线输出,经过双绞线传输到接收端后,再将差分信号还原成 TTL 电平信号。由于总线上传输的是一对差分信号,为稳定信号传输,通常采用外加屏蔽层的双绞线传输数据,屏蔽层可靠接地。同时,总线上的收发器灵敏度相对较高,具有较强的抗共模干扰能力,因此传输的数据信号经过远距离传输也都可以完好恢复。

本设计是基于 RS485 的远程温度监测系统,属于远距离的数据通信,所以采用串行数据通信的通信方式

### 1.2 多机通信

多机通信是目前通信控制领域里的主流通讯方式,点对点的通信形式相较于多机通信而言已经无法满足人们对于现代数据通讯的需要。基于单片机的多机通信的网络拓扑结构由两台及以上的单片机构成,单片机之间的相互通讯以及对于某一过程的控制采用串行通信方式实现。主流的多机通信的形式有以下 4 种形式及星型、环型、串行总线型以及主从多机型<sup>[2]</sup>。

RS-485 总线能够支持多机通信模式,其工作方式是半双工方式。对于远距离信号传输而言,总线上会产生影响数据稳定的反射回波信号,因此,为了能够稳定工作,RS-485 总线通常在总线网络的首尾两端即开始端口和结束端口都并接 120 Ω 的电阻,构成终端匹配的总线型网络拓扑结构。

本系统的通信方式是一点对多点的通信方式,也就是说主机读取从机的信息,并且可以控制从机做出相应动作。为了区别各从机,需要对每台从机进行编号,如 1 号机是 0x01、2 号机是 0x02、3 号机是 0x03,主机根据相应的编号识别从机,而从机也根据编号识别由主机通过 485 总线上发送的命令是否是本机的。

本系统以 STC12C5A60S2 单片机为核心设计电路,采用主从式多机型,是一种分散型的拓扑网络布线结构。本设计采用软硬件相结合的方式,具有接口简单和使用灵活等优点。图 1 为主从式基于 RS485 总线的单片机多机通信系统框图。

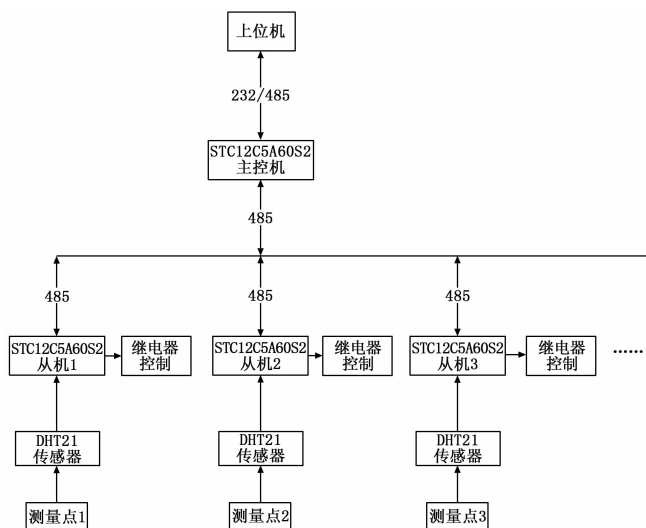


图 1 基于 RS-485 总线单片机多机通信系统框图

主控机通过 RS485 转 RS232 与上位机进行串口通讯,借助 RS485 总线与从机电路构成采集、控制通讯网络。每个从机都能实时对环境周围的温湿度进行采集,并且将所采集到的数据发送给主控机;而主控机可以对接收到的每个从机所发送的信息进行相应的处理后转发给上位机,并且向所需要控制的从机发送上位机的相应命令。

### 1.3 RS232/RS485

由于上位机和主控机之间的串口电气特性不同,不能直接相通,因此需要将 RS232C 接口信号转换为 RS485 接口信号。本系统借助 MAX232 和 MAX485 芯片来实现两者之间的电平转换,转换器能够将 RS-232 串行口的 TXD 和 RXD 信号转换成平衡的半双工的 RS-485 信号实现串口通信链接<sup>[3]</sup>。

具体电路图如图 2 所示。

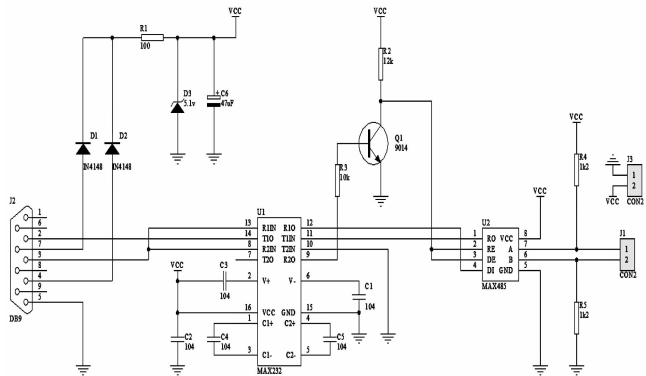


图 2 RS232/RS485 电路原理图

## 2 系统硬件电路设计

整个监测系统硬件电路部分主要分为两个部分:主控机系统和从机系统两部分。

### 2.1 主控机部分

根据系统的要求,主控机部分需要完成的功能:是读取并转发从机采集回来的实时数据信息,并且对从机的外

设进行控制。主控机系统原理图如下图 3 所示。

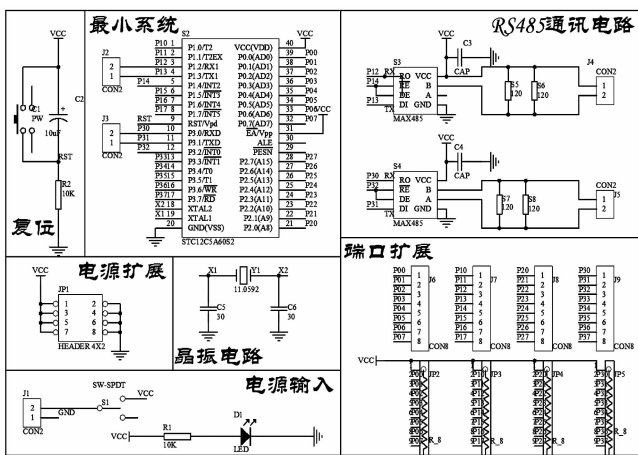


图 3 主控机系统原理图

在 主 控 机 系 统 中，STC12C5A60S2 单 片 机 是 整 个 主 控 机 系 统 的 核 心，整 个 主 控 机 系 统 运 行 的 控 制 由 单 片 机 进 行 处 理。它 既 协 调 整 机 工 作，又 处 理 数 据，是 软 硬 件 系 统 连 接 的 桥 梁。

该 单 片 机 有 两 个 串 口，其 中 串 口 1 用 来 和 从 机 进 行 通 讯，串 口 2 用 来 和 上 位 机 进 行 通 讯。

2.2 从机部分

从 机 部 分 负 责 采 集 相 关 信 息，等 待 主 控 机 的 控 制 命 令。以 STC12C5A60S2 单 片 机 为 核 心，温 湿 度 传 感 器 采 用 DHT21。主 要 的 功 能 是：正 常 模 块 下 循 环 采 集 传 感 器 的 数 据，并 且 处 于 监 听 状 态，通 过 串 口 1 来 监 听 主 控 机 是 否 发 送 上 传 数 据 命 令 或 者 控 制 继 电 器 命 令<sup>[4]</sup>。根 据 这 些 要 求，从 机 系 统 的 原 理 图 如 下 图 4 所 示。

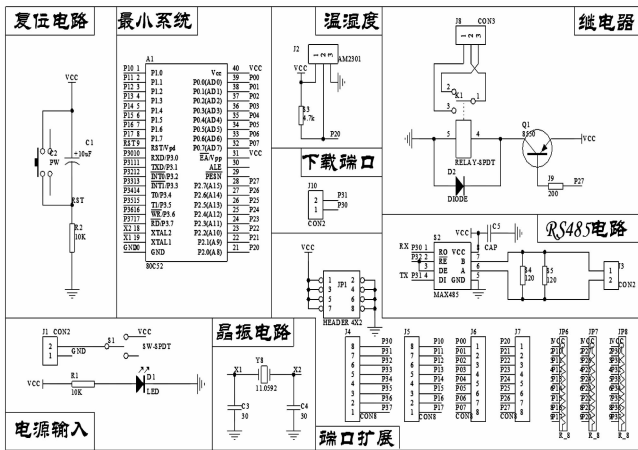
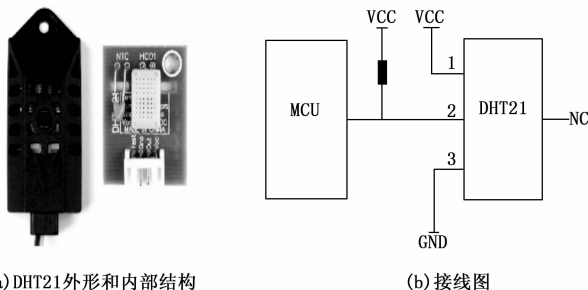


图 4 从机系统原理图

2.2.1 温度采集电路设计

DHT21 数 字 温 湿 度 传 感 器 是 一 款 含 有 已 校 准 数 字 信 号 输 出 的 温 湿 度 复 合 传 感 器。它 应 用 专 用 的 数 字 模 块 采 集 技 术 和 温 湿 度 传 感 技 术，以 保 证 产 品 具 有 极 高 的 可 靠 性 与 卓 越 的 长 期 稳 定 性。

图 5 (a) 为 DHT21 传 感 器 的 外 形 和 内 部 结 构 图，该 传



(a) DHT21 外形和内部结构

(b) 接线图

图 5 DHT21 外观和接线

感 器 内 部 含 有 一 个 8 位 的 高 性 能 的 单 片 机，它 与 传 感 器 内 嵌 的 电 容 型 的 感 湿 器 件 和 NTC 型 感 温 器 件 相 互 连 接，采 集 到 的 温 湿 度 值 以 数 字 形 式 输 出。每 个 DHT21 传 感 器 都 经 过 校 验，内 部 在 信 号 处 理 的 过 程 中 通 过 调 用 标 准 系 数 来 修 正 测 量 数 值，从 而 确 保 产 品 的 测 量 数 据 稳 定 和 可 靠。该 传 感 器 的 数 据 输 出 接 口 采 用 单 总 线 制 型，传 输 有 效 距 离 可 达 20 米 以 上，其 抗 干 扰 和 性 价 比 相 对 较 高。通 常，产 品 的 封 装 采 用 4 针 单 排 结 构，与 单 片 机 连 接 的 参 考 方 式 可 以 如 图 5 (b) 所 示。

在 本 系 统 中，该 单 总 线 制 输 出 的 DHT21 温 湿 度 传 感 器 与 STC12C5A60S2 单 片 机 连 接 的 外 围 电 路 相 对 较 为 简 单，1 号 脚 5 V 电 源，3 号 脚 接 电 线，2 号 脚 是 数 据 脚，为 信 号 的 稳 定 输 出，数 据 脚 接 了 一 个 上 拉 电 阻 S3 (4.7 K) 与 STC12C5A60S2 单 片 机 的 P2.0 口 相 连，通 过 这 条 数 据 线 接 收 数 字 式 的 温 湿 度 测 量 值。4 号 脚 悬 空 不 用。

2.2.2 继电器控制电路设计

该 部 分 主 要 是 对 所 采 集 到 的 温 湿 度 指 标 来 做 出 相 应 的 响 应。该 电 路 直 接 与 单 片 机 的 P2.7 口 相 连，由 单 片 机 的 P2.7 口 进 行 直 接 控 制。设 置 为 低 电 平 时 吸 合 继 电 器，即 当 P2.7 为 低 电 平 时，三 极 管 (Q1) 工 作，此 时 三 极 管 (Q1) 的 集 电 极 为 高 电 平，这 样 线 圈 就 得 电 吸 合 继 电 器。如 果 P2.7 为 高 电 平，此 时 三 极 管 (Q1) 不 工 作，三 极 管 (Q1) 的 集 电 极 为 低 电 平，继 电 器 不 工 作

3 系统软件程序设计

控 制 系 统 主 要 由 三 部 分 组 成：上 位 机 部 分、主 控 机 部 分 和 从 机 部 分。其 中 上 位 机 部 分 采 用 C++ 语 言 编 写。从 前 面 可 以 看 出，本 系 统 的 上 位 机 采 用 C++ 语 言 编 写，从 机 端 软 件 包 括 温 湿 度 采 集 和 RS-485 总 线 通 信 程 序，主 控 端 软 件 主 要 包 括 RS-485 总 线 通 信 程 序。整 个 程 序 的 流 程 和 协 议 设 计 密 切 相 关<sup>[5]</sup>。

3.1 通信协议设计

对 于 任 何 涉 及 通 信 或 者 数 据 交 换 的 系 统，通 信 协 议 的 设 计 都 是 软 件 设 计 的 前 提 和 关 键。整 个 系 统 软 件 分 为 上 位 机 端 和 主 控 机 (单 片 机) 端、主 控 机 (单 片 机) 端 和 从 机 (单 片 机) 端 两 部 分。

对 于 协 议 设 计 而 言，最 重 要 的 就 是 数 据 帧 结 构 的 设 计。本 系 统 中 数 据 帧 结 构 的 定 义 如 下 列 表 格 所 示。

上位机端和主控机端之间的数据帧协议如下：

|   |          |          |           |   |          |          |           |          |
|---|----------|----------|-----------|---|----------|----------|-----------|----------|
| R | 湿度<br>十位 | 湿度<br>个位 | 湿度<br>小数位 | T | 温度<br>十位 | 温度<br>个位 | 温度<br>小数位 | 设备<br>代码 |
|---|----------|----------|-----------|---|----------|----------|-----------|----------|

其中：湿度以 R 开头，含一个小数位，温度以 T 开头，含一个小数位，设备代码如 1 号从机则为 A，2 号从机则为 B。

如当前温度为 16.1 度，湿度为 73.9%，1 号机上传，那么它的数据帧表示为：

|      |      |
|------|------|
| 设备代码 | 指令代码 |
|------|------|

上位机端和主控机端之间的控制帧协议如下：设备代码指令代码其中：设备代码如 1 号从机则为 A，2 号从机则为 B。增加湿度为 0xf1、降低湿度为 0xf2 停止为 0xf3。

主控机端和从机端之间的协议如下：

|      |          |          |           |          |          |           |      |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|------|
| 0xf7 | 湿度<br>十位 | 湿度<br>个位 | 湿度<br>小数位 | 温度<br>十位 | 温度<br>个位 | 温度<br>小数位 | 0xf3 |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|------|

其中：0xf7 为数据帧头，0xf3 为数据帧尾，总共 8 个字节。

如当前温度为 16.1 度，湿度为 73.9%，1 号机上传，那么它的数据帧表示为：

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0xf7 | 0x07 | 0x03 | 0x09 | 0x01 | 0x06 | 0x01 | 0xf3 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

### 3.2 下位机程序设计

主控机主导整个通信过程。由主控机轮询各个节点处的从机，并要求这些从机提交其相对应的采集温湿度信息，同时根据上位机的控制命令，对相应从机转发控制命令<sup>[6]</sup>。

#### 3.2.1 主控机程序设计

系统主控机主要软件设计思想是：先进行相关参数的初始化（串口、看门狗、当前状态），然后依次轮循发送从机地址，在等待过程中，主控机将从机上传的温湿度数据按照帧格式的要求上传至上位机，同时主控机接收上位机发送的控制命令<sup>[7]</sup>。主控机的主流程图如图 6 所示。

#### 3.2.2 从机程序设计

对于从机而言，它的工作与主机密切相关，它是完全被动的，根据主机的指令执行相应的操作。总的流程是：先进行相关参数的初始化（串口、看门狗），然后实时收集环境的温湿度信息，当从机收到主机发送的从机地址时，首先判断是不是它的地址，如果是，则从机按照数据帧要求发送温湿度数据给主控机，如果不是，该从机将不发送。同时从机还接收主控机发送的控制命令<sup>[8]</sup>。从机的主流程图如图 7 所示。

### 3.3 上位机结构拓扑图

在上位机 C++ 程序的编写中，最重要的是串口的初始化程序和接收触发程序的设计。本程序使用 C++6.0 的通用串口控件 MSComm 来对发送到串口的数据进行采集处理。主要结构拓扑图如图 8 所示。

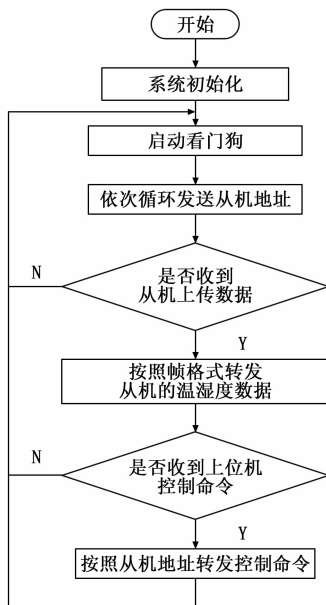


图 6 主控机主流程图

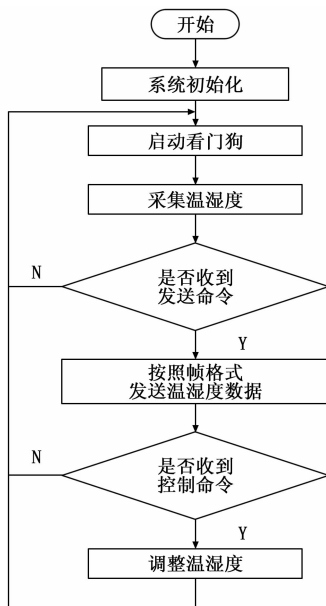


图 7 从机主流程图

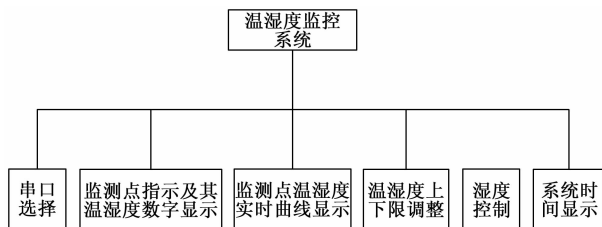


图 8 上位机系统拓扑图

打开上位机软件，开始设置串口，在上位机接通正常的情况下，上位机可以数字和实时曲线两种方式显示当前的从机温湿度信息，并能够指示从机号，调制温湿度上下

（下转第 144 页）