



基于无线传感网络的智能家居设计研究报告

组别：第七组

课题组成员：林百洲、韦浩彬、熊毅泓、姜志成

目录

一、课题背景.....	3
国内外智能家居研究现状.....	3
几种典型无线通信协议技术的对比.....	5
二、无线传感网络技术.....	6
无线传输特点.....	6
网络拓扑架构.....	9
层协议.....	13
通讯协议.....	20
数据传输.....	24
家居系统设计.....	27
三、传感器设计.....	27
传感器节点及功能.....	27
温湿度传感器.....	27
火灾检测传感器.....	31
煤气检测模块.....	37
Android 系统手机监控软件设计.....	40
3G 公共通信网络	40
Android 手机客户端软件	40
系统总体结构图示.....	49
四、参考文献:	49

一、课题背景

智能家居（smart home, home automation）是以住宅为平台，利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成，构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统，提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现环保节能的居住环境。家庭智能化系统起源于美国，在 20 世纪 90 年代，一家名为美国联合科技的公司（United Technologies Building System）将建筑设备概念设备化，信息化并应用于美国其中一个城市中，从此，才出现了第一栋智能型的建筑，揭开了智能家居的帷幕。随着社会经济的快速发展，社会信息化水平不断的提升，人工智能不断融入日常生活和商业推广，智能家电以更为微妙的方式持续推进消费升级。与传统家电相比，智能家电产品具有用户体验佳、智能化、环保节能、操控简易、易于维护、费用低等优点，并因此成为家电行业的首选。在此大环境下，本项目将从家居用户的使用体验和家居系统基本功能需求出发，设计一款基于无线传感网络的对家居环境的温湿度、火灾、煤气、家用电器等进行信息采集和监控的智能家居系统。

国内外智能家居研究现状

据 2018 年不完全数据统计，当前全球使用智能家居为总人口的 7.7%，其中美国占比稍大，约占 15%，英国则紧随其后，约占 8%，而中国却只占 1%。

从上述数据统计中我们可以看出，智能化家居在欧美等经济较发达的地区早已获得了实现，而这其中又以美国应用最为广泛。美国智能家居在功能方面大概分为五个方面：自动化功能、安全功能、文娱功能、环境辅助功能以及生活能源管理功能等。在社会市场容量的比较下家庭自动化、家庭安全和家庭文娱比重较大。据统计，美国已有近四万户家庭装置了这类的系统化家居，相信在不久的将来会有更多的家庭拥有这种智能化体系家居。至于亚洲地区，近几年三星也在中、韩两国同时推出自身研发的智能家居系统——是一个通过智能音箱和网络，实现家居自动化控制系统、信息家电、智能灯控及娱乐和信息中心这四大部分的一个完整的系统体系。

对比我国目前的家居发展现状来看，我国智能家居的研发还处于起步阶段。

我国智能家居的发展是立足于智能小区的开发基础之上的。智能小区属于房地产开发中一个比较特殊的群体，其开发对于技术水平的要求实际上是比较高的。而虽然已经有部分房地产开发商开始着力于智能小区的开发建设，但是其智能模式相对而言还是比较单一。目前，我国智能小区的通信制式方式所采用的多是 TCP/IP 形式，其以多维度管理机系统为基准，实现多梯级、众端口的数据化通信，在楼宇通信系统的室内终端中，开发出智能家居的层位平台，其具有多媒体管理，物理信息咨询，即时通讯等功能，在此基础上还具备某些家居功能，如环境协调、家电系统协调、气温调控等，其可以借助相应的电子设备进行远程控制。上述智能模式已经能够满足人们的基本智能居住需求，但是由于技术水平的制约，我国智能家居系统还不是十分的完善。系统存在着有诸多缺陷，同时使用成本比较高，配套设施不够健全，如电气、照明等系统都不是十分的完善。

以品牌为例，Crestron 是目前全球将家用电器、家庭影院影音设备、灯光空调、安防系统等功能与中控系统完美结合一体化，并做到较为先进的中控厂家之一。作为全球领先的智能中控系统生产厂家，Crestron 产品的应用范围广泛，甚至它还是唯一入驻美国白宫、五角大楼以及航空母舰上的操作系统，同时国内京东的总部大楼也采用了 Crestron 的中控系统，可见其产品稳定性、安全性口碑在业内出类拔萃。相对于 Crestron 广泛的业务范围，另一品牌 Control4 则大部分是以住宅项目的影响力而著称。Control4 中控系统与设备之间的联系主要通过 Zigbee 无线传输协议，它能让设备之间的信号互传，每个设备都是信号的发射端和接收端，而不需要再增置额外的接收设备。譬如智能灯光系统就是以 Zigbee 灯光模块与 Control4 控制主机组成，无线设备的状态能通过 Zigbee 随时传送到 Control4 控制主机，控制主机再通过 Wi-Fi 将信息传送到远程控制的手持、遥控器或操作面板。同样灯光系统在工作状态时（主人刚到家的状况），无线密码锁、移动红外线探测仪、安防系统等相关设备也会通过 Zigbee 与 Control4 中控系统通信而随之改变工作状态。

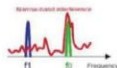




国内智能家居行业的发展已有一段时间，虽走过了概念普及期，但从主打的推广方式来看，依然是以单品形式受消费者欢迎的居多。像是小米、阿里等互联网公司以及传统家电厂商，均有不少相关产品进入普遍家庭之中。智能单品受欢迎的原因不光是这些品牌的影响力广泛，其更易入门与搭建的特性也让消费

者更易接受。国内智能家居行业起步比国外慢了几年，不过需求也衍生了无数系统集成商的萌芽生长，譬如聪普智能、璟睿、普光天宏……它们的工程、产品单价相对于国外品牌要低一些。这里以聪普智能为例，聪普智能成立于 2013 年，是目前国内知名的智能家居行业系统企业之一。聪普智能家居系统采用的是“有线+无线”的混合系统方案，还增加了支持第三方集成能力，令其在面对不同客户的需求上有更多弹性。聪普智能系统支持本地语音控制之余，还能够兼容第三方语音设备，包括目前流行的小米音箱、天猫精灵以及公子小白。而除了迎合潮流，聪普的一站式解决方案也是目前国内同业中做得较全面的。此外，来自广州本土的爱瑟菲也是其中一个实力品牌。爱瑟菲是广州世荣电子股份有限公司专门在智能家居、智能照明、智能酒店领域上的旗舰品牌，其在全国各地的商场、酒店、机场、写字楼等场所上拥有不少工程项目，包括广州市标志性的写字楼建筑周大福金融中心。

几种典型无线通信协议技术的对比

目前，智能家电产业发展的现状是：行业发展如火如荼，智能家电产品种类繁多，兼容性差，仅传输协议就有 Z-Wave、Zig Bee、Bluetooth、All Seen、Blooth Mesh、Weave/Thread、Open Io T、Hi Link 等十多种。智能家居是一个多行业交叉的技术领域，很多设备厂商按照不同的接口标准与协议生产设备；诸多智能家电企业在研发，产品设计过程中各自为营；不同的智能家电产品使用的无线协议不同等现状导致智能家电产品连入物联网时无法实现“互联互通”，形成行业孤岛，严重阻碍了智能家电产业的发展。因此智能家居领域面临的挑战不是设备的问题，而是标准与协议的问题。

目前用于智能家电的无线通信协议有很多，如：Zig Bee、Bluetooth、Wi-Fi、红外、PLC 等。这些协议在各自的领域各有优势，并各占一方市场。虽然在短时间内无法将智能家电的通信协议统一，但是相信未来智能家居产业发展的趋势是一个相互兼容的局面。我们现在来对现今几种典型的无线通信技术协议进行一个横向比对，如下图所示：

通信方式					
	PLC	ZigBee(IEEE802.15.4)	蓝牙4.0(IEEE802.15.1)	Wi-Fi(低功耗)(IEEE802.11)	红外(IrDA1.0)
传输速率	87bps-5.48Kbps	250Kbps	250K/500K1M/2Mbps	11-54Mbps	9600bps/115.2Kbps
通信频率	131K/263K/312K/416K	868M/915M/2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	38/56KHz
传输距离(无功耗)	500-1000m	200m	100m	30m	3m
组网	树状网	Mesh网	刚刚出现Mesh网	星状网	点对点
优势	不需要重新架设网络	低功耗	可与手机直接通信	传输速率高; 兼容性高, 可与手机直接通信	简单易控
劣势	易受干扰, 灵活性差	传输速率低	组网容量小	功耗相对较高; 扩展空间受限, 一般只支持15个	只能点对点通信

由图可知，目前使用最为广泛的是 Zigbee、Bluetooth、Wi-Fi 三种无线协议。下面我们则从安全性能、价格、使用频段、组网能力、功耗、具体应用等方面对这三种无线协议进行技术参数的优缺点比较。

名称	优点	缺点	具体应用
Zigbee	1.功耗低; 2.成本低, 价格便宜; 3.使用频段: 900MHz和2.4GHz, 灵活的工作频段; 4.掉线率低; 5.组网能力强; 6.设备连接能力: 50台; 7.安全度高, 信息安全密度高; 8.可自组网, 且独立网络。	1.传播距离近; 2.数据信息传输速率低; 3.会有延时性; 4.技术人员少, 本身受用范围小, 难以大规模普及。	适用于自动控制和远程控制领域, 可以嵌入各种设备, 如海尔、小米等
Bluetooth	1.功耗低且传输速度快; 2.价格适中; 3.使用频段: 2.4GHz; 4.建立连接的事件短; 5.设备连接能力: 7台; 6.稳定性好; 7.安全度高; 8.体积小, 受用群体广。	1.数据传输大小受限; 2.设备连接数量少; 3.蓝牙设备的单一连接性; 4.连接程度有限, 且只允许单一连接。	可对无数个搭配Bluetooth Smart的设备通过同一手机、平板电脑或PC进行互联或直接操控, 从而构建整体家居自动化
Wi-Fi	1.传输范围广; 2.价格贵; 9.使用频段: 2.4GHz; 3.传输速度快; 4.设备连接能力: 50台; 5.健康安全; 6.普及应用度高; 7.易实现, 受用范围大。	1.安全度低; 2.功耗太大, 体积太大, 部分产品受限。	一般人家中5个以上蓝牙灯泡或开关, 就可以形成全家无盲区覆盖

如上表所示，三种无线协议中 Wi-Fi 传输速率最快，虽然 PLC 具有最远的传输距离，但是由于受到传输速率低等因素的限制，近几年它的应用并不广泛。红外虽然操作简单，但是只能实现点对点的通信，不利于组网，使用也受到限制。Zig Bee 因为具有功耗极低等特点而被广泛使用。Zig Bee 功耗低至 μW 量级，约为 $5.6 \mu W$ ，若每天使用 Zig Bee 100 次，功率消耗仅为 $4m J/h$ ，与 Wi-Fi 对比，若连续收发 200m A，3V 的功耗约为 $2k J/h$ ，Zig Bee 的功耗只有 Wi-Fi 的十万分之一。Zig Bee 的基础功耗远低于 Wi-Fi 跟 Bluetooth，在智能家居的应用领域占有一定的优势。

二、无线传感网络技术

无线传输特点

无线传感器网络除了具有无线网络的移动性、断接性等共同特征以外，还具有很多其他鲜明的特点。

- 1) 传感节点体积小，成本低，计算能力有限。
- 2) 传感节点数量大、易失效，具有自适应性。
- 3) 通信半径小，带宽很低。
- 4) 电源能量是网络寿命的关键。
- 5) 数据管理与处理是传感器网络的核心技术。

无线传感器网络(Wireless Sensor Networks, WSN)是一种分布式传感网络，它的末梢是可以感知和检查外部世界的传感器。WSN 中的传感器通过无线方式通信，因此网络设置灵活，设备位置可以随时更改，还可以跟互联网进行有线或无线方式的连接。通过无线通信方式形成的一个多跳自组织的网络。

大规模

为了获取精确信息，在监测区域通常部署大量传感器节点，可能达到成千上万，甚至更多。传感器网络的大规模性包括两方面的含义：一方面是传感器节点分布在很大的地理区域内，如在原始大森林采用传感器网络进行森林防火和环境监测，需要部署大量的传感器节点；另一方面，传感器节点部署很密集，在面积较小的空间内，密集部署了大量的传感器节点。

传感器网络的大规模性具有如下优点：通过不同空间视角获得的信息具有更大的信噪比；通过分布式处理大量的采集信息能够提高监测的精确度，降低对单个节点传感器的精度要求；大量冗余节点的存在，使得系统具有很强的容错性能；大量节点能够增大覆盖的监测区域，减少洞穴或者盲区。

自组织

在传感器网络应用中，通常情况下传感器节点被放置在没有基础结构的地方，传感器节点的位置不能预先精确设定，节点之间的相互邻居关系预先也不知道，如通过飞机播撒大量传感器节点到面积广阔的原始森林中，或随意放置到人不可到达或危险的区域。这样就要求传感器节点具有自组织的能力，能够自动进行配置和管理，通过拓扑控制机制和网络协议自动形成转发监测数据的多跳无线网络系统。

在传感器网络使用过程中，部分传感器节点由于能量耗尽或环境因素造成失

效，也有一些节点为了弥补失效节点、增加监测精度而补充到网络中，这样在传感器网络中的节点个数就动态地增加或减少，从而使网络的拓扑结构随之动态地变化。传感器网络的自组织性要能够适应这种网络拓扑结构的动态变化。

动态性

传感器网络的拓扑结构可能因为下列因素而改变：①环境因素或电能耗尽造成的传感器节点故障或失效；②环境条件变化可能造成无线通信链路带宽变化，甚至时断时通；③传感器网络的传感器、感知对象和观察者这三要素都可能具有移动性；④新节点的加入。这就要求传感器网络系统要能够适应这种变化，具有动态的系统可重构性。

可靠性

WSN 特别适合部署在恶劣环境或人类不宜到达的区域，节点可能工作在露天环境中，遭受日晒、风吹、雨淋，甚至遭到人或动物的破坏。传感器节点往往采用随机部署，如通过飞机撒播或发射炮弹到指定区域进行部署。这些都要求传感器节点非常坚固，不易损坏，适应各种恶劣环境条件。

无线传感器网络

由于监测区域环境的限制以及传感器节点数目巨大，不可能人工“照顾”每个传感器节点，网络的维护十分困难甚至不可维护。传感器网络的通信保密性和安全性也十分重要，要防止监测数据被盗取和获取伪造的监测信息。因此，传感器网络的软硬件必须具有鲁棒性和容错性。

以数据为中心

互联网是先有计算机终端系统，然后再互联成为网络，终端系统可以脱离网络独立存在。在互联网中，网络设备用网络中惟一的 IP 地址标识，资源定位和信息传输依赖于终端、路由器、服务器等网络设备的 IP 地址。如果想访问互联网中的资源，首先要知道存放资源的服务器 IP 地址。可以说现有的互联网是一

个以地址为中心的网络。

传感器网络是任务型的网络,脱离传感器网络谈论传感器节点没有任何意义。传感器网络中的节点采用节点编号标识,节点编号是否需要全网惟一取决于网络通信协议的设计。由于传感器节点随机部署,构成的传感器网络与节点编号之间的关系是完全动态的,表现为节点编号与节点位置没有必然联系。用户使用传感器网络查询事件时,直接将所关心的事件通告给网络,而不是通告给某个确定编号的节点。网络在获得指定事件的信息后汇报给用户。这种以数据本身作为查询或传输线索的思想更接近于自然语言交流的习惯。所以通常说传感器网络是一个以数据为中心的网络。

例如,在应用于目标跟踪的传感器网络中,跟踪目标可能出现在任何地方,对目标感兴趣的用戶只关心目标出现的位置和时间,并不关心哪个节点监测到目标。事实上,在目标移动的过程中,必然是由不同的节点提供目标的位置消息。

网络拓扑架构

网络拓扑结构是指用传输媒体互连各种设备的物理布局,就是用什么方式把网络中的计算机等设备连接起来。拓扑图给出网络服务器、工作站的网络配置和相互间的连接,它的结构主要有星型结构、环型结构、总线结构、分布式结构、树型结构、网状结构、蜂窝状结构等。

星型

星型结构是最古老的一种连接方式,大家每天都使用的电话属于这种结构。一般网络环境都被设计成星型拓扑结构。星型网是广泛而又首选使用的网络拓扑设计之一。

星型结构是指各工作站以星型方式连接成网。网络有中央节点,其他节点(工作站、服务器)都与中央节点直接相连,这种结构以中央节点为中心,因此又称为集中式网络。

星型拓扑结构便于集中控制,因为端用户之间的通信必须经过中心站。由于这一特点,也带来了易于维护和安全等优点。端用户设备因为故障而停机时也不会影响其它端用户间的通信。同时星型拓扑结构的网络延迟时间较小,系统的可

靠性较高。

在星型拓扑结构中，网络中的各节点通过点到点的方式连接到一个中央节点（又称中央转接站，一般是集线器或交换机）上，由该中央节点向目的节点传送信息。中央节点执行集中式通信控制策略，因此中央节点相当复杂，负担比各节点重得多。在星型网中任何两个节点要进行通信都必须经过中央节点控制。

在星型网中任何两个节点要进行通信都必须经过中央节点控制。因此，中央节点的主要功能有三项：当要求通信的站点发出通信请求后，控制器要检查中央转接站是否有空闲的通路，被叫设备是否空闲，从而决定是否能建立双方的物理连接；在两台设备通信过程中要维持这一通路；当通信完成或者不成功要求拆线时，中央转接站应能拆除上述通道。

集中式

这种结构便于集中控制。同时它的网络延迟时间较小，传输误差较低。但这种结构非常不利的一点是，中心系统必须具有极高的可靠性，因为中心系统一旦损坏，整个系统便趋于瘫痪。对此中心系统通常采用双机热备份，以提高系统的可靠性。

环型

环型结构在 LAN 中使用较多。这种结构中的传输媒体从一个端用户到另一个端用户，直到将所有的端用户连成环型。数据在环路中沿着一个方向在各个节点间传输，信息从一个节点传到另一个节点。这种结构显而易见消除了端用户通信时对中心系统的依赖性。

环行结构的特点是：每个端用户都与两个相邻的端用户相连，因而存在着点到点链路，但总是以单向方式操作，于是便有上游端用户和下游端用户之称；信息流在网中是沿着固定方向流动的，两个节点仅有一条道路，故简化了路径选择的控制；环路上各节点都是自举控制，故控制软件简单；由于信息源在环路中是串行地穿过各个节点，当环中节点过多时，势必影响信息传输速率，使网络的响应时间延长；环路是封闭的，不便于扩充；可靠性低，一个节点故障，将会造成全网瘫痪；维护难，对分支节点故障定位较难。

单纯的环形拓扑结构非常不灵活或不易于扩展。当前的局域网几乎不使用单纯的环形拓扑结构。而环形拓扑结构的一种改变形式，也称为星形环拓扑结构流行于某些类型的网络中。

总线型

总线上传输信息通常多以基带形式串行传递，每个结点上的网络接口板硬件均具有收、发功能，接收器负责接收总线上的串行信息并转换成并行信息送到 PC 工作站；发送器是将并行信息转换成串行信息后广播发送到总线上，总线上发送信息的目的地址与某结点的接口地址相符合时，该结点的接收器便接收信息。由于各个结点之间通过电缆直接连接，所以总线型拓扑结构中所需要的电缆长度是最小的，但总线只有一定的负载能力，因此总线长度又有一定限制，一条总线只能连接一定数量的结点。

这种结构具有费用低、数据端用户入网灵活、站点或某个端用户失效不影响其它站点或端用户通信的优点。缺点是一次仅能一个端用户发送数据，其它端用户必须等待到获得发送权；媒体访问获取机制较复杂；维护难，分支结点故障查找难。尽管有上述一些缺点，但由于布线要求简单，扩充容易，端用户失效、增删不影响全网工作，所以是 LAN 技术中使用最普遍的一种。

分布式

分布式结构的网络是将分布在不同地点的计算机通过线路互连起来的一种网络形式。

分布式结构的网络具有如下特点：由于采用分散控制，即使整个网络中的某个局部出现故障，也不会影响全网的操作，因而具有很高的可靠性；网中的路径选择最短路径算法，故网上延迟时间少，传输速率高，但控制复杂；各个结点间均可以直接建立数据链路，信息流程最短；便于全网范围内的资源共享。缺点为连接线路用电缆长，造价高；网络管理软件复杂；报文分组交换、路径选择、流向控制复杂；在一般局域网中不采用这种结构。

树型

树型结构是分级的集中控制式网络, 与星型相比, 它的通信线路总长度短, 成本较低, 节点易于扩充, 寻找路径比较方便, 但除了叶节点及其相连的线路外, 任一节点或其相连的线路故障都会使系统受到影响。

网状

网状拓扑结构主要指各节点通过传输线互联连接起来, 并且每一个节点至少与其他两个节点相连. 网状拓扑结构具有较高的可靠性, 但其结构复杂, 实现起来费用较高, 不易管理和维护, 不常用于局域网!

将多个子网或多个网络连接起来构成网状拓扑结构。在一个子网中, 集线器、中继器将多个设备连接起来, 而桥接器、路由器及网关则将子网连接起来。根据组网硬件不同, 主要有三种网状拓扑:

网状网: 在一个大的区域内, 用无线电通信链路连接一个大型网络时, 网状网是最好的拓扑结构。通过路由器与路由器相连, 可让网络选择一条最快的路径传送数据。

主干网: 通过桥接器与路由器把不同的子网或 LAN 连接起来形成单个总线或环型拓扑结构, 这种网通常采用光纤做主干线。

星状相连网: 利用一些叫做超级集线器的设备将网络连接起来, 由于星型结构的特点, 网络中任一处的故障都可容易查找并修复

蜂窝

蜂窝拓扑结构是无线局域网中常用的结构。它以无线传输介质(微波、卫星、红外等)点到点和多点传输为特征, 是一种无线网, 适用于城市网、校园网、企业网。

混合型

将两种或几种网络拓扑结构混合起来构成的一种网络拓扑结构称为混合型拓扑结构(也有的称之为杂合型结构)。

这种网络拓扑结构是由星型结构和总线型结构的网络结合在一起的网络结

构，这样的拓扑结构更能满足较大网络的拓展，解决星型网络在传输距离上的局限，而同时又解决了总线型网络在连接用户数量的限制。这种网络拓扑结构同时兼顾了星型网与总线型网络的优点，在缺点方面得到了一定的弥补。

这种网络拓扑结构主要用于较大型的局域网中，结合星型网和总线型拓扑结构，在同一栋楼层我们采用双绞线的星型结构，而不同楼层我们采用同轴电缆的总线型结构，而在楼与楼之间我们也必须采用总线型，

输线系统除同轴电缆、双绞线、和光纤外，还有一种手段是根本不使用导线，这就是无线电通信，无线电通信利用电磁波或光波来传输信息，利用它不用敷设缆线就可以把网络连接起来。无线电通信包括两个独特的网络：移动网络和无线 LAN 网络。利用 LAN 网，机器可以通过发射机和接收机连接起来；利用移动网，机器可以通过蜂窝式通信系统连接起来，该通信系统由无线电通信部门提供。

网络可采用以太网的结构，物理上由服务器，路由器，工作站，操作终端通过集线器形成星型结构共同构成局域网。

层协议

	调制解	Bluetooth蓝牙	IEEE 802.11a/b/g/n (Wifi)	IEEE 802.15.4 (Zigbee)	Z-Wave
起源年代	1894	1998	1997	2001	2005
工作频率（Hz）	315M, 433M等	2.4G	2.4G	2.4G	908.42MHz(美国) 868.42MHz(欧洲)
调制方式	模拟 -> 数字GFSK	数字GFSK, π/4-DQPSK, 8DPSK	数字DSSS/OFDM等	数字BPSK/QPSK	数字FSK(BFSK/GFSK)
典型发射功率	5mW (7dBm)	2.5mW (4dBm)	终端36mW (16dBm) AP 320mW (25dBm)	1mW (0dBm)	1mW (0dBm)
典型传输距离	50~100米	10米	50~300米	5~100米	5~100米
网络结构	点对点	微微网(Piconet)和分布式网络 (Scatternet)	蜂窝	动态路由自组织网	动态路由自组织网
通讯速率（bps）	1.2K~19.2K	1M	1M~600M	250K	9.6K
网络容量	取决于协议	8，可扩展8*255	50，取决于AP性能	255，可扩展至65000	232
协议规范	无	蓝牙技术联盟	国际级IEEE 802.11	国际级IEEE 802.15.4	Z-wave联盟
安全与加密	无	密钥，加密机采用了四个线性反馈 移位寄存器（LFSR）	WEP，WPA等	循环冗余校验(CRC)， AES-128的加密算法	无加密
典型应用	遥控、门铃	鼠标、无线耳机、手机、电脑等消 费电子	无线局域网	物联网，涵盖智能家居、工业控制、医 疗、交通、安防、无线传感网络等领域	智能家居、消费电子

物理层

物理层是 OSI 的第一层，它虽然处于最底层，却是整个开放系统的基础。物

理层为设备之间的数据通信提供传输媒体及互连设备,为数据传输提供可靠的环境。

1.1 媒体和互连设备

物理层的媒体包括架空明线、平衡电缆、光纤、无线信道等。通信用的互连设备指 DTE 和 DCE 间的互连设备。DTE 即数据终端设备,又称物理设备,如计算机、终端等都包括在内。而 DCE 则是数据通信设备或电路连接设备,如调制解调器等。数据传输通常是经过 DTE—DCE,再经过 DCE—DTE 的路径。互连设备指将 DTE、DCE 连接起来的装置,如各种插头、插座。LAN 中的各种粗、细同轴电缆、T 型接、插头,接收器,发送器,中继器等都属物理层的媒体和连接器。

1.2 物理层的主要功能

1.2.1 为数据端设备提供传送数据的通路,数据通路可以是一个物理媒体,也可以是多个物理媒体连接而成。一次完整的数据传输,包括激活物理连接,传送数据,终止物理连接。所谓激活,就是不管有多少物理媒体参与,都要在通信的两个数据终端设备间连接起来,形成一条通路。

1.2.2 传输数据。物理层要形成适合数据传输需要的实体,为数据传送服务。一是要保证数据能在其上正确通过,二是要提供足够的带宽(带宽是指每秒钟内能通过的比特(BIT)数),以减少信道上的拥塞。传输数据的方式能满足点到点,一点到多点,串行或并行,半双工或全双工,同步或异步传输的需要。

1.3 物理层的一些重要标准

物理层的一些标准和协议早在 OSI/TC97/C16 分技术委员会成立之前就已制定并在应用了,OSI 也制定了一些标准并采用了一些已有的成果。下面将一些重要的标准列出,以便读者查阅。ISO2110:称为“数据通信——25 芯 DTE/DCE 接口连接器和插针分配”。它与 EIA(美国电子工业协会)的“RS-232-C”基本兼容。ISO2593:称为“数据通信——34 芯 DTE/DCE——接口连接器和插针分配”。ISO4092:称为“数据通信——37 芯 DTE/DEC——接口连接器和插针分配”。与 EIA RS-449 兼容。CCITT V.24:称为“数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备之间的接口电路定义表”。其功能与 EIA RS-232-C 及 RS-449 兼容于 100 序列线上。

数据链路层

数据链路可以粗略地理解为数据通道。物理层要为终端设备间的数据通信提供传输媒体及其连接。媒体是长期的,连接是有生存期的。在连接生存期内,收发两端可以进行不等的一次或多次数据通信。每次通信都要经过建立通信联络和拆除通信联络两过程。这种建立起来的数据收发关系就叫作数据链路。而在物理媒体上传输的数据难免受到各种不可靠因素的影响而产生差错,为了弥补物理层上的不足,为上层提供无差错的数据传输,就要能对数据进行检错和纠错。数据链路的建立,拆除,对数据的检错,纠错是数据链路层的基本任务。

2.1 链路层的主要功能

链路层是为网络层提供数据传送服务的,这种服务要依靠本层具备的功能来实现。链路层应具备如下功能:

2.1.1 链路连接的建立,拆除,分离。

2.1.2 帧定界和帧同步。链路层的数据传输单元是帧,协议不同,帧的长短和界面也有差别,但无论如何必须对帧进行定界。

2.1.3 顺序控制,指对帧的收发顺序的控制。

2.1.4 差错检测和恢复。还有链路标识,流量控制等等。差错检测多用方阵码校验和循环码校验来检测信道上数据的误码,而帧丢失等用序号检测。各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。

2.2 数据链路层的主要协议

数据链路层协议是为发对等实体间保持一致而制定的,也为了顺利完成对网络层的服务。主要协议如下:

2.2.1 ISO1745--1975:“数据通信系统的基本型控制规程”。这是一种面向字符的标准,利用 10 个控制字符完成链路的建立,拆除及数据交换。对帧的收发情况及差错恢复也是靠这些字符来完成。ISO1155, ISO1177, ISO2626, ISO2629 等标准的配合使用可形成多种链路控制和数据传输方式。

2.2.2 ISO3309--1984:称为“HDLC 帧结构”。ISO4335--1984:称为“HDLC 规程要素”。ISO7809--1984:称为“HDLC 规程类型汇编”。这 3 个标准都是为面向比特的数据传输控制而制定的。有人习惯上把这 3 个标准组合称为高级链路控制规程。

2.2.3 ISO7776:称为“DTE 数据链路层规程”.与 CCITT X.25LAB“平衡型链路访问规程”相兼容。

2.3 链路层产品

独立的链路产品中最常见的当属网卡,网桥也是链路产品。MODEM 的某些功能有人认为属于链路层,对此还有争议.数据链路层将本质上不可靠的传输媒体变成可靠的传输通路提供给网络层。在 IEEE802.3 情况下,数据链路层分成了两个子层,一个是逻辑链路控制,另一个是媒体访问控制。下图所示为 IEEE802.3LAN 体系结构。

AUI=连接单元接口 PMA=物理媒体连接

MAU=媒体连接单元 PLS=物理信令

MDI=媒体相关接口

网络层

网络层的产生也是网络发展的结果.在联机系统和线路交换的环境中,网络层的功能没有太大意义.当数据终端增多时.它们之间有中继设备相连.此时会出现一台终端要求不只是与唯一的一台而是能和多台终端通信的情况,这就是产生了把任意两台数据终端设备的数据链接起来的问题,也就是路由或者叫寻径。另外,当一条物理信道建立之后,被一对用户使用,往往有许多空闲时间被浪费掉.人们自然会希望让多对用户共用一条链路,为解决这一问题就出现了逻辑信道技术和虚拟电路技术。

3.1 网络层主要功能

网络层为建立网络连接和为上层提供服务,应具备以下主要功能:

- 3.1.1 路由选择和中继.
- 3.1.2 激活,终止网络连接.
- 3.1.3 在一条数据链路上复用多条网络连接,多采取分时复用技术 .
- 3.1.4 差错检测与恢复.
- 3.1.5 排序,流量控制.
- 3.1.6 服务选择.
- 3.1.7 网络管理.

3.2 网络层标准简介

网络层的一些主要标准如下：

3.2.1 ISO.DIS8208:称为“DTE 用的 X.25 分组级协议”

3.2.2 ISO.DIS8348:称为“CO 网络服务定义”(面向连接)

3.2.3 ISO.DIS8349:称为“CL 网络服务定义”(面向无连接)

3.2.4 ISO.DIS8473:称为“CL 网络协议”

3.2.5 ISO.DIS8348:称为“网络层寻址”

3.2.6 除上述标准外,还有许多标准。这些标准都只是解决网络层的部分功能,所以往往需要在网络层中同时使用几个标准才能完成整个网络层的功能。由于面对的网络不同,网络层将会采用不同的标准组合。

在具有开放特性的网络中的数据终端设备,都要配置网络层的功能。现在市场上销售的网络硬设备主要有网关和路由器。

传输层

传输层是两台计算机经过网络进行数据通信时,第一个端到端的层次,具有缓冲作用。当网络层服务质量不能满足要求时,它将服务加以提高,以满足高层的要求;当网络层服务质量较好时,它只用很少的工作。传输层还可进行复用,即在一个网络连接上创建多个逻辑连接。传输层也称为运输层。传输层只存在于端开放系统中,是介于低 3 层通信子网系统和高 3 层之间的一层,但是很重要的一层。因为它是源端到目的端对数据传送进行控制从低到高的最后一层。

有一个既存事实,即世界上各种通信子网在性能上存在着很大差异。例如电话交换网,分组交换网,公用数据交换网,局域网等通信子网都可互连,但它们提供的吞吐量,传输速率,数据延迟通信费用各不相同。对于会话层来说,却要求有一性能恒定的界面。传输层就承担了这一功能。它采用分流/合流,复用/解复用技术来调节上述通信子网的差异,使会话层感受不到。

此外传输层还要具备差错恢复,流量控制等功能,以此对会话层屏蔽通信子网在这些方面的细节与差异。传输层面对的数据对象已不是网络地址和主机地址,而是和会话层的界面端口。上述功能的最终目的是为会话提供可靠的,无误的数据传输。传输层的服务一般要经历传输连接建立阶段,数据传送阶段,传输连接释

放阶段 3 个阶段才算完成一个完整的服务过程. 而在数据传送阶段又分为一般数据传送和加速数据传送两种。传输层服务分成 5 种类型. 基本可以满足对传送质量, 传送速度, 传送费用的各种不同需要. 传输层的协议标准有以下几种:

ISO8072:称为“面向连接的传输服务定义”

ISO8072:称为“面向连接的传输协议规范”

会话层

会话层提供的服务可使应用建立和维持会话, 并能使会话获得同步。会话层使用校验点可使通信会话在通信失效时从校验点继续恢复通信。这种能力对于传送大的文件极为重要。会话层, 表示层, 应用层构成开放系统的高 3 层, 面对应用进程提供分布处理, 对话管理, 信息表示, 恢复最后的差错等。

会话层同样要担负应用进程服务要求, 而运输层不能完成的那部分工作, 给运输层功能差距以弥补. 主要的功能是对话管理, 数据流同步和重新同步。要完成这些功能, 需要由大量的服务单元功能组合, 已经制定的功能单元已有几十种. 现将会话层主要功能介绍如下。

5.1 为会话实体间建立连接。

为给两个对等会话服务用户建立一个会话连接, 应该做如下几项工作:

- 5.1.1 将会话地址映射为运输地址
- 5.1.2 选择需要的运输服务质量参数(QOS)
- 5.1.3 对会话参数进行协商; 识别各个会话连接
- 5.1.4 传送有限的透明用户数据

5.2 数据传输阶段

这个阶段是在两个会话用户之间实现有组织的, 同步的数据传输. 用户数据单元为 SSDU, 而协议数据单元为 SPDU. 会话用户之间的数据传送过程是将 SSDU 转变成 SPDU 进行的。

5.3 连接释放

连接释放是通过“有序释放”, “废弃”, “有限量透明用户数据传送”等功能单元来释放会话连接的. 会话层标准为了使会话连接建立阶段能进行功能协商, 也为了便于其它国际标准参考和引用, 定义了 12 种功能单元. 各个系统可根据自身

情况和需要，以核心功能服务单元为基础,选配其他功能单元组成合理的会话服务子集.会话层的主要标准有“DIS8236:会话服务定义”和“DIS8237:会话协议规范”。

表示层

表示层的作用之一是为异种机通信提供一种公共语言，以便能进行互操作。这种类型的服务之所以需要，是因为不同的计算机体系结构使用的数据表示法不同。例如，IBM 主机使用 EBCDIC 编码，而大部分 PC 机使用的是 ASCII 码。在这种情况下，便需要表示层来完成这种转换。

通过前面的介绍,我们可以看出,会话层以下 5 层完成了端到端的数据传送,并且是可靠,无差错的传送.但是数据传送只是手段而不是目的,最终是要实现对数据的使用.由于各种系统对数据的定义并不完全相同,最易明白的例子是键盘,其上的某些键的含义在许多系统中都有差异.这自然给利用其它系统的数据造成了障碍.表示层和应用层就担负了消除这种障碍的任务.

应用层

应用层向应用程序提供服务，这些服务按其向应用程序提供的特性分成组，并称为服务元素。有些可为多种应用程序共同使用，有些则为较少的一类应用程序使用。应用层是开放系统的最高层,是直接为应用进程提供服务的。其作用是在实现多个系统应用进程相互通信的同时,完成一系列业务处理所需的服务.其服务元素分为两类:公共应用服务元素 CASE 和特定应用服务元素 SASE. CASE 提供最基本的服务,它成为应用层中任何用户和任何服务元素的用户，主要为应用进程通信,分布系统实现提供基本的控制机制.特定服务 SASE 则要满足一些特定服务,如文卷传送,访问管理,作业传送,银行事务,订单输入等。

这些将涉及到虚拟终端,作业传送与操作,文卷传送及访问管理,远程数据库访问,图形核心系统,开放系统互连管理等等.应用层的标准有 DP8649“公共应用服务元素”,DP8650“公共应用服务元素用协议”,文件传送,访问和管理服务及协议。

分层优点:

- (1)人们可以很容易的讨论和学习协议的规范细节。
- (2)层间的标准接口方便了工程模块化。
- (3)创建了一个更好的互连环境。
- (4)降低了复杂度，使程序更容易修改，产品开发的速度更快。
- (5)每层利用紧邻的下层服务，更容易记住各层的功能。

大多数的计算机网络都采用层次式结构，即将一个计算机网络分为若干层次，处在高层次的系统仅是利用较低层次的系统提供的接口和功能，不需了解底层实现该功能所采用的算法和协议；较低层次也仅是使用从高层系统传送来的参数，这就是层次间的无关性。因为有了这种无关性，层次间的每个模块可以用一个新的模块取代，只要新的模块与旧的模块具有相同的功能和接口，即使它们使用的算法和协议都不一样。

网络中的计算机与终端间要想正确的传送信息和数据，必须在数据传输的顺序、数据的格式及内容等方面有一个约定或规则，这种约定或规则称作协议。

优点：

1. 使人们容易探讨和理解协议的许多细节。
2. 在各层间标准化接口，允许不同的产品只提供各层功能的一部分，（如路由器在一到三层），或者只提供协议功能的一部分。（如 Win95 中的 Microsoft TCP/IP）
3. 创建更好集成的环境。
4. 减少复杂性，允许更容易编程改变或快速评估。
5. 用各层的 headers 和 trailers 排错。
6. 较低的层为较高的层提供服务。
7. 把复杂的网络划分成为更容易管理的层。

通讯协议

一、ZigBee 协议：

1. 功耗低

对比 Bluetooth 与 WiFi，在相同的电量下(两节五号电池)可支持设备使用六个月至两年左右的时间，而 Bluetooth 只能工作几周，WiFi 仅能工作几小时。

2. 成本低

ZigBee 专利费免收，传输速率较小且协议简单，大大降低了 ZigBee 设备的成本。

3. 掉线率低

由于 ZigBee 的避免碰撞机制，且同时为通信业务的固定带宽预留了专用的时间空隙，使得在数据传输时不会发生竞争和冲突；可自组网的功能让其每个节点模块之间都能建立起联系，接收到的信息可通过每个节点模块间的线路进行传输，使得 ZigBee 传输信息的可靠性大大提高了，几乎可以认为是不会掉线的。

4. 组网能力强

ZigBee 的组网能力超群，建立的网络每个有 60,000 个节点。

5. 安全保密

ZigBee 提供了一套基于 128 位 AES 算法的安全类和软件，并集成了 IEEE 802.15.4 的安全元素。

6. 灵活的工作频段

2.4 GHz，868 MHz 及 915 MHz 的使用频段均为免执照频段。

ZigBee 的缺点如下：

1. 传播距离近

若在不适用功率放大器的情况下，一般 ZigBee 的有效传播距离一般在 10m-75m，主要还是适用于一些小型的区域，例如家庭和办公场所。但若在牺牲掉其低掉线率的优点的前提下，以节点模块作为接收端也作为发射端，便可实现较长距离的信息传输。

2. 数据信息传输速率低

处于 2.4 GHz 的频段时，ZigBee 也只有 250 Kb/s 的传播速度，而且这单单是链路上的速率且不包含帧头开销、信道竞争、应答和重传，去除掉这些后

实际可应用的速率会低于 100 Kb/s，在多个节点运行多个应用时速率还要被他们分享掉。

3. 会有延时性

ZigBee 在随机接入 MAC 层的同时不支持时分复用的信道接入方式，因此在支持一些实时的应用时会因为发送多跳和冲突会产生延时。

二、蓝牙

蓝牙的优点如下：

1. 功耗低且传输速率快 蓝牙的短数据封包特性是其低功耗技术特点的根本，传输速率可达到 1Mb/s，且所有连接均采用先进的嗅探性次额定功能模式以实现超低的负载循环。

2. 建立连接的时间短 蓝牙用应用程序打开到建立连接只需要短短的 3ms，同时能以数毫秒的传输速度完成经认可的数据传递后并立即关闭连接。

3. 稳定性好 蓝牙低功耗技术使用 24 位的循环重复检环(CRC)，能确保所有封包在受干扰时的最大稳定度。

4. 安全度高 CCM 的 AES-128 完全加密技术为数据封包提供高度加密性及认证度。

蓝牙的缺点如下：

1. 数据传输的大小受限 高速跳频使得蓝牙传输信息时有极高的安全性，但同时也限制了蓝牙传输过程中数据包不可能太大。即使在所谓的高保真蓝牙耳机中高低频部分也是会被严重压缩的。

2. 设备连接数量少 相对于 Wifi 与 ZigBee，蓝牙连接设备能力确实较差，理论上可连接 8 台设备，实际上也就只能做到 6——7 个设备连接。

3. 蓝牙设备的单一连接性 假设我用 A 手机连接了一个蓝牙设备，那么 B 手机是连接不上它的，一定要我与此蓝牙设备之间的握手协议断开 B 手机才能连接上它。

三、WiFi(无线保真协议)

WiFi 优点：

1. 传输范围广 WiFi 的电波覆盖范围半径高达 100 m，甚至连整栋大楼都可以覆盖，相对于半径只有 15m 蓝牙，优势相当明显。

2. 传输速度快 高达 54Mb/s 的传输速率

3. 健康安全 WiFi 设备在 IEEE 802.11 的规定下发射功率不能超过 100 mW，而实际的发射功率可能也就在 60~70 mW。与类似的通信设备相比，手机发射功率约在 200 mW~1 W，而手持式对讲机更是高达 5 W。相对于这两者 WiFi 产品的辐射更小。

4. 普及应用度高 现今配置 WiFi 的电子设备越来越多，手机、笔记本电脑、平板电脑、MP4 几乎都将 WiFi 列入了他们的主流标准配置。

WiFi 缺点： 1. 功耗大 2. 价格贵 3. 协议编码复杂

四、LPWAN（低功耗广域物联网）

五、UWB(Ultra Wideband)：

是一种无载波通信技术，利用纳秒至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据。通过在较宽的频谱上传送极低功率的信号，UWB 能在 10 米左右的范围内实现数百 Mbit/s 至数 Gbit/s 的数据传输速率。

六、Z-Wave 协议

七、RF 射频协议：较常见的应用有无线射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)，常称为感应式电子晶片或近接卡、感应卡、非接触卡、电子标签、电子条码等。其原理为由扫描器发射一特定频率之无线电波能量给接收器，用以驱动接收器电路将内部的代码送出，此时扫描器便接收此代码。

八、EnOcean 协议：国际电工技术委员会(International Electrotechnical Commission)将 EnOcean 无线通信标准采纳为国际标准 ISO/IEC 14543-3-10，这也是世界上唯一使用能量采集技术的无线国际标准。

九、ModBus 协议： ModBus 网络是一个工业通信系统，由带智能终端的可编程控制器和计算机通过公用线路或局部专用线路连接而成。其系统结构既包括硬件、亦包括软件。它可应用于各种数据采集和过程监控。

十、KNX 协议：该协议以 EIB 为基础，兼顾了 BatiBus 和 EHSA 的物理层规范，并吸收了 BatiBus 和 EHSA 中配置模式等优点，提供了家庭、楼宇自动化的完整解决方案

十一、Weave 协议（红外）：Weave 是一个低功耗、低带宽、低延迟、安全的设备间通信协议。

十二、Thread 协议（红外）

数据传输

数据传输是数据从一个地方传送到另一个地方的通信过程。数据传输系统通常由传输信道和信道两端的数据电路终接设备(DCE)组成，在某些情况下，还包括信道两端的复用设备。传输信道可以是一条专用的通信信道，也可以由数据交换网、电话交换网或其他类型的交换网路来提供。数据传输系统的输入输出设备为终端或计算机，统称数据终端设备(DTE)，它所发出的数据信息一般都是字母、数字和符号的组合，为了传送这些信息，就需将每一个字母、数字或符号用二进制代码来表示。常用的二进制代码有国际五号码(IA5)、EBCDIC 码、国际电报二号码(ITA2)和汉字信息交换码(见数据通信代码)。

传输分类

①基带传输是指由数据终端设备(DTE)送出的二进制“1”或“0”的电信号直接送到电路的传输方式。基带信号未经调制，可以经过码形变换(或波形变换)进行驱动后直接传输。基带信号的特点是频谱中含有直流、低频和高频分量，随着频率升高，其幅度相应减小，最后趋于零。基带传输多用在短距离的数据传输中，如近程计算机间数据通信或局域网中用双绞线或同轴电缆为介质的数据传输。

②大多数传输信道是带通型特性，基带信号通不过。采用调制方法把基带信号调制到信道带宽范围内进行传输，接收端通过解调方法再还原出基带信号的方式，称为频带传输。这种方式可实现远距离的数据通信，例如利用电话网可实现全国或全球范围的数据通信。

③数字数据传输是利用数字话路传输数据信号的一种方式。例如，利用PCM(脉冲编码调制)数字电话通路，每一个话路可以传输 64kbit/s 的数据信号，不需要调制，效率高，传输质量好，是数据通信很好的一种传输方式。

并行传输

并行传输是构成字符的二进制代码在并行信道上同时传输的方式。例如，8 单位代码字符要用 8 条信道并行同时传输，一次即可传一个字符，收、发双方不存在字符同步问题，速度快，但信道多、投资大，数据传输中很少采用。不适于做较长距离的通信，常用于计算机内部或在同一系统内设备间的通信。

串行传输

串行传输是构成字符的二进制代码在一条信道上以位(码元)为单位，按时间顺序逐位传输的方式。按位发送，逐位接收，同时还要确认字符，所以要采取同步措施。速度虽慢，但只需一条传输信道，投资小，易于实现，是数据传输采用的主要传输方式。也是计算机通信采取的一种主要方式。

异步传输

异步传输是字符同步传输的方式，又称起止式同步。当发送一个字符代码时，字符前面要加一个“起”信号，长度为 1 个码元宽，极性为“0”，即空号极性；而在发完一个字符后面加一个“止”信号，长度为 1，1.5(国际 2 号代码时用)或 2 个码元宽，极性为“1”，即传号极性。接收端通过检测起、止信号，即可区分出所传输的字符。字符可以连续发送，也可单独发送，不发送字符时，连续发送止信号。每一个字符起始时刻可以是任意的，一个字符内码元长度是相等的，接收端通过止信号到起信号的跳变(“1” “0”)来检测一个新字符的开始。该方式简单，收、发双方时钟信号不需要精确同步。缺点是增加起、止信号，效率低，使用于低速数据传输中。

同步传输

同步传输是位(码元)同步传输方式。该方式必须在收、发双方建立精确的位定时信号，以便正确区分每位数据信号。在传输中，数据要分成组(或称帧)，一帧含多个字符代码或多个独立码元。在发送数据前，在每帧开始必须加上规定的帧同步码元序列，接收端检测出该序列标志后，确定帧的开始，建立双方同步。接收端 DCE 从接收序列中提取位定时信号，从而达到位(码元)同步。同步传输不

加起、止信号，传输效率高，使用于 2 400 bit/s 以上数据传输，但技术比较复杂。

单工传输

单工传输指数据只能按单一方向发送和接收;半双工传输指数据可以在两个方向传输但不能同时进行，即交替收、发;全双工传输指数据可以在两个方向同时传输，即同时收和发。一般四线线路为全双工数据传输，二线线路可实现全双工数据传输。

数据传输

一、DCE 发送部分

DCE 发送部分的作用是将终端输入的二进制代码编码，变换成适合传输信道传送的电信号。对于模拟传输信道，DCE 的发送部分就是调制器，它将二进制数字信号变换成模拟信号，使发送信号的频谱与传输信道的频带相匹配，以便数据信号能在传输信道中有效地、可靠地传送。对于数字信道，DCE 通常称作数据服务单元(DSU)，其发送部分将输入的二进制数字信号，经过码型变换和电平变换，使输出波形适合数字信道的传输。

二、传输信道

以传输媒体为基础的信号通路。它可由一种传输媒体或几种不同的传输媒体链接组成。不同的传输信道对数据传输速率、传输质量影响很大。通常，传输信道的分类为：

①按传输媒体可分为有线信道与无线信道。有线信道包括明线、对称电缆、同轴电缆和光缆;无线信道包括微波、卫星、散射、超短波和短波信道。

②按允许通过的信号类型可分为模拟信道与数字信道。模拟信道允许通过幅值和时间都是连续的模拟信号，如模拟电话信道;数字信道只允许通过离散的数字信号，如脉冲编码调制(PCM)信道。

③按信道特性参数随时间的变化可分为恒参信道和变参信道。恒参信道的传输特性参数变化较慢，在相当长的时间可以把信道参数看成基本不变。通常将有线信道和微波、卫星信道作为恒参信道。变参信道的传输特性参数随时间变化较

快，短波、超短波和散射信道都属于变参信道。

④按信道的使用方法可分为专用信道和公用信道。专用信道是两个 DCE 之间固定连接的信道。通常是从电信局租用的信道，它适用于短距离或数据传输业务量比较大的情况。公用信道是需要通信时才通过交换机接通的信道，也称交换信道。其特点是通信路由不固定，线路利用率较高，它适用于数据传输业务量不太大的情况。

三、DCE 接收部分

DCE 接收部分的作用是将传输信道送来的线路信号正确地还原成二进制数字信号。对于模拟传输信道，它就是解调器。对于数字传输信道，它就是 DSU 的接收部分。

为了提高线路利用率，有时在发送端将若干个低速终端的数据流通过复用器集成成一高速数据流送往 DCE 的发送部分。接收端将来自 DCE 的高速数据流通过解复用器分隔出各路的低速数据送至相应的终端。这样的复用设备(例如时分复用器)也属于数据传输系统的组成部分。

家居系统设计

通讯协议：无线技术主要有：zigbee，z-wave，蓝牙，wifi，RF，EnOcean，UWB。

家居系统可用蓝牙或 WIFI 协议进行数据传输。

网络拓扑架构可使用星型或混合型

三、传感器设计

传感器节点及功能

温湿度传感器

随着近年来科技的不断发展，温湿度传感器技术的发展也越来越成熟，温湿度作为家庭环境中最基本的环境指标，不可忽视。与之前传统的比较基础功能湿敏元件相比，现在的传感器的技术更加的具有很显著的优点，具有更明显的稳定

性、扩展性和数字自动化。无线传感网络技术的不断发展，也为温湿度传感器的飞速发展奠定了稳定基础，在生活生产中推广开来。

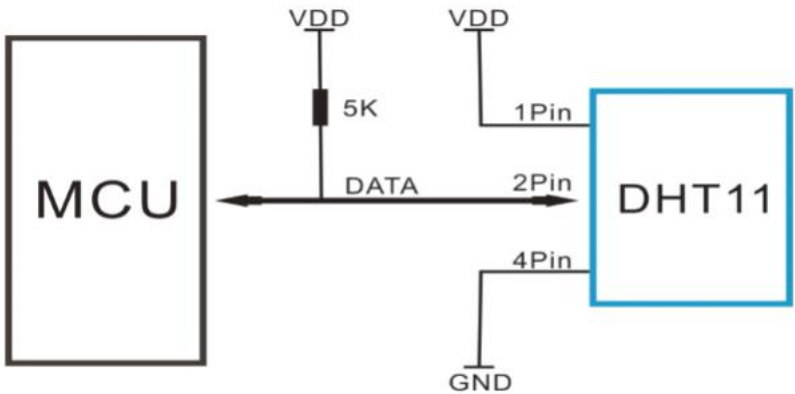
1、产品选型：

结合本设计系统的功能需要和温湿度传感器的种类特性和优缺点，本项目采用数字温湿度传感器 DHT11，DHT11 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，确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。传感器包括一个电阻式感湿元件和一个 NTC 测温元件，并与一个高性能 8 位单片机相连接。因此该产品具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、性价比极高等优点。每个 DHT11 传感器都在极为精确的湿度校验室中进行校准。校准系数以程序的形式储存在 OTP 内存中，传感器内部在检测信号的处理过程中要调用这些校准系数。单线制串行接口，使系统集成变得简易快捷。超小的体积、极低的功耗，信号传输距离可达 20 米以上，使其成为各类应用甚至最为苛刻的应用场合的最佳选则。产品为 4 针单排引脚封装。连接方便，特殊封装形式可根据用户需求而提供。

2、DHT11 引脚说明：

Pin	名称	注释
1	VDD	供电 3—5.5VDC
2	DATA	串行数据，单总线
3	NC	空脚，请悬空
4	GND	接地，电源负极

3、接线说明：



以上为 DHT11 的典型接线图。

DHT11 的供电电压为 3—5.5V。传感器上电后，要等待 1s 以越过不稳定状态在此期间无需发送任何指令。电源引脚（VDD，GND）之间可增加一个 100nF 的

电容，用以去耦滤波。

4、数据格式：

DATA 用于微处理器与 DHT11 之间的通讯和同步,采用单总线数据格式,一次通讯时间 4ms 左右,数据分小数部分和整数部分,具体格式在下面说明,当前小数部分用于以后扩展,现读数为零. 操作流程如下:

一次完整的数据传输为 40bit, 高位先出。

数据格式: 8bit 湿度整数数据+8bit 湿度小数数据

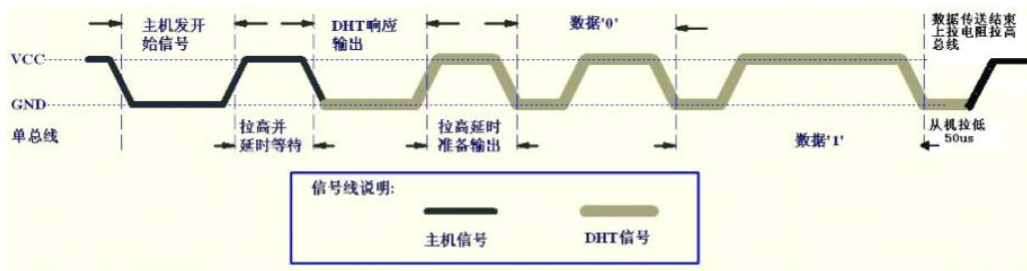
+8bit 温度整数数据+8bit 温度小数数据

+8bit 校验和

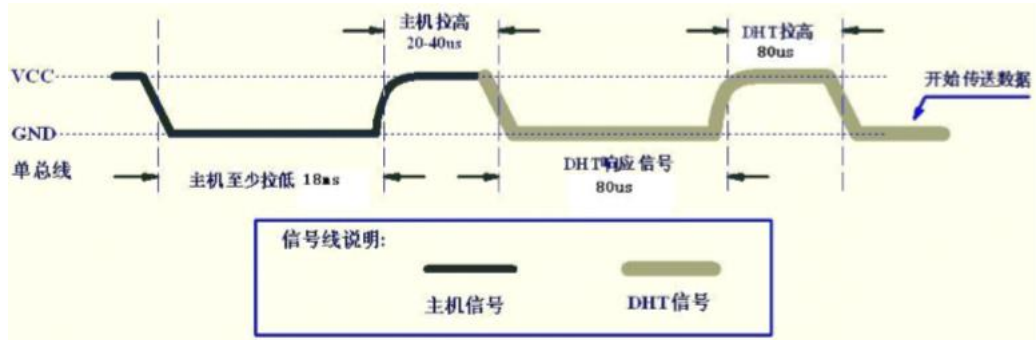
数据传送正确时校验和数据等于“8bit 湿度整数数据 +8bit 湿度小数数据 +8bit 温度整数数据+8bit 温度小数数据”所得结果的末 8 位。

用户 MCU 发送一次开始信号后, DHT11 从低功耗模式转换到高速模式, 等待主机开始信号结束后, DHT11 发送响应信号, 送出 40bit 的数据, 并触发一次信号采集, 用户可选择读取部分数据。从模式下, DHT11 接收到开始信号触发一次温湿度采集, 如果没有接收到主机发送开始信号, DHT11 不会主动进行温湿度采集。采集数据后, 转换到低速模式。

5、通讯过程：

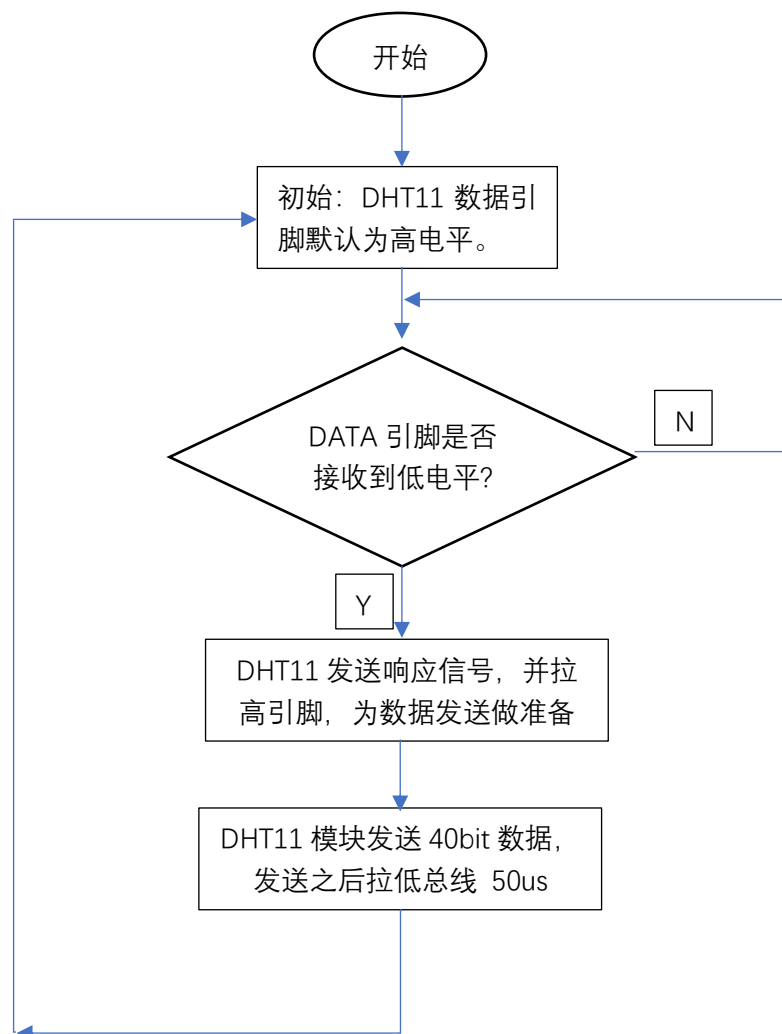


总线空闲状态为高电平,主机把总线拉低等待 DHT11 响应,主机把总线拉低必须大于 18 毫秒,保证 DHT11 能检测到起始信号。DHT11 接收到主机的开始信号后, 等待主机开始信号结束, 然后发送 80us 低电平响应信号. 主机发送开始信号结束后, 延时等待 20-40us 后, 读取 DHT11 的响应信号, 主机发送开始信号后, 可以切换到输入模式, 或者输出高电平均可, 总线由上拉电阻拉高。



总线为低电平, 说明 DHT11 发送响应信号, DHT11 发送响应信号后, 再把总线拉高 80us, 准备发送数据, 每一 bit 数据都以 50us 低电平时隙开始, 高电平的长短定了数据位是 0 还是 1. 如果读取响应信号为高电平, 则 DHT11 没有响应, 请检查线路是否连接正常. 当最后一 bit 数据传送完毕后, DHT11 拉低总线 50us, 随后总线由上拉电阻拉高进入空闲状态。

6、程序流程图:

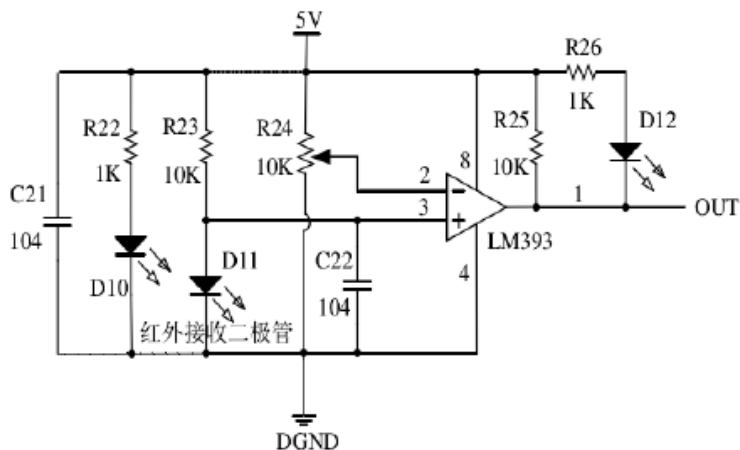


火灾检测传感器

在人们的日常生活中火灾是一项非常大的安全问题，需要人们高度的关注，所以说对火灾的监测是智能家居系统设计的基本任务之一。智能家居系统中的火灾监测传感器能够对日常生活中的环境进行监测，有效的监控和防止火灾的发生。随着传感技术发展的不断成熟和现有的对火灾侦测技术的日趋发展，现有的火灾监测技术主要包括：火焰探测器、烟雾检测模块、感烟探测器、火灾特殊气体探测器等多种技术探测模块。现在有的技术主要是针对日常生活中的家居环境的监测，为了在家居环境中能够更加精准和快速的发现火灾隐患，现有技术通常会选择多种传感技术进行监测，确保其准确性。针对这一原则，本设计采用火焰监测模块、烟雾探测模块两种传感器进行火灾模块的设计，提高火灾检测准确度。

1) 火焰监测模块

本系统设计中的火焰监测模块在红外接收技术的基础上进行设计，采用火灾发生之前产生的火焰中的辐射波长进行检测。当家居环境中发生火灾情况有火焰的信息时，传感器模块通过接收到的火焰辐射波信号，传感器模块的电阻值会变小。火焰模块在实时通信中的电阻值是随着所感应辐射波的信号的变化而变化的。当没有红外信号时，二极管的阻值很高，而当接收中感应到的辐射波红外信号强度越大，电阻就会越小。如下图所示，火焰监测模块电路中的分压电路是由其中的红外接收二极管 D11 和电阻 R23 所组成的。电路中还添加采用了双电压比较器 LM393，并利用二极管将电路中 D11 两端的无线传感网络信号节点，设置为同向和反向这两个端口进行基准电压的确定。当家居环境中所监测到的红外信号达到阈值时，电阻会减小。比较器的输出电平是由 D11 两端电压所控制的，当基准电压小的时候为高电平，小于基准电压时比较器为低电平，指示灯此时被点亮。电路的基准电压在一定程度上受到电位器的影响，而且基准电压还决定着火焰监测的准确灵敏度，在这里设置电压范围为 0-5V。信号经过红外接收模块之后的数据能够作为模拟量进行数据的信号输出。



1、模块描述

本智能家居系统使用的火焰监测传感器模块为 YL-38。YL-38 模块描述如下：

- ①可以检测火焰或者波长在 760 纳米~1100 纳米范围内的光源
- ②探测角度 60 度左右，对火焰光谱特别灵敏
- ③灵敏度可调（图中蓝色数字电位器调节）
- ④对火焰的探测距离：跟灵敏度和火焰强度有关，一般 1m 以内适用（以打火机火焰测试，半米内能够触发传感器）
- ⑤工作电压 3.3V-5V
- ⑥输出形式：a 模拟量电压输出；b 数字开关量输出（0 和 1）
- ⑦小板 PCB 尺寸：3cm * 1.6cm
- ⑧标准双面板，布局美观大方

2、YL-38 接口引脚说明

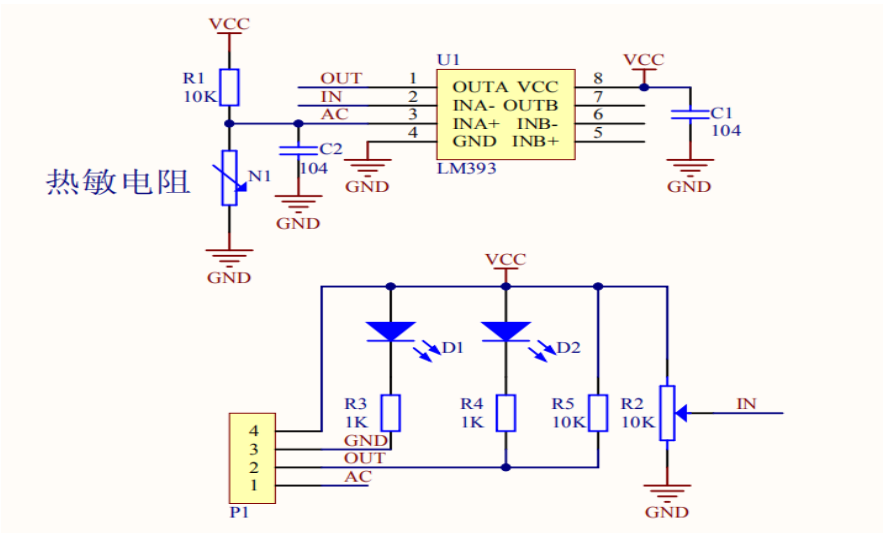
引脚号	标识	描述
1	VCC	外接 3.3V-5V 电压（可以直接与 5v 单片机和 3.3v 单片机相连）
2	GND	外接 GND

3	D0	小板数字量输出接口（0和 1）
4	A0	小板模拟量输出接口

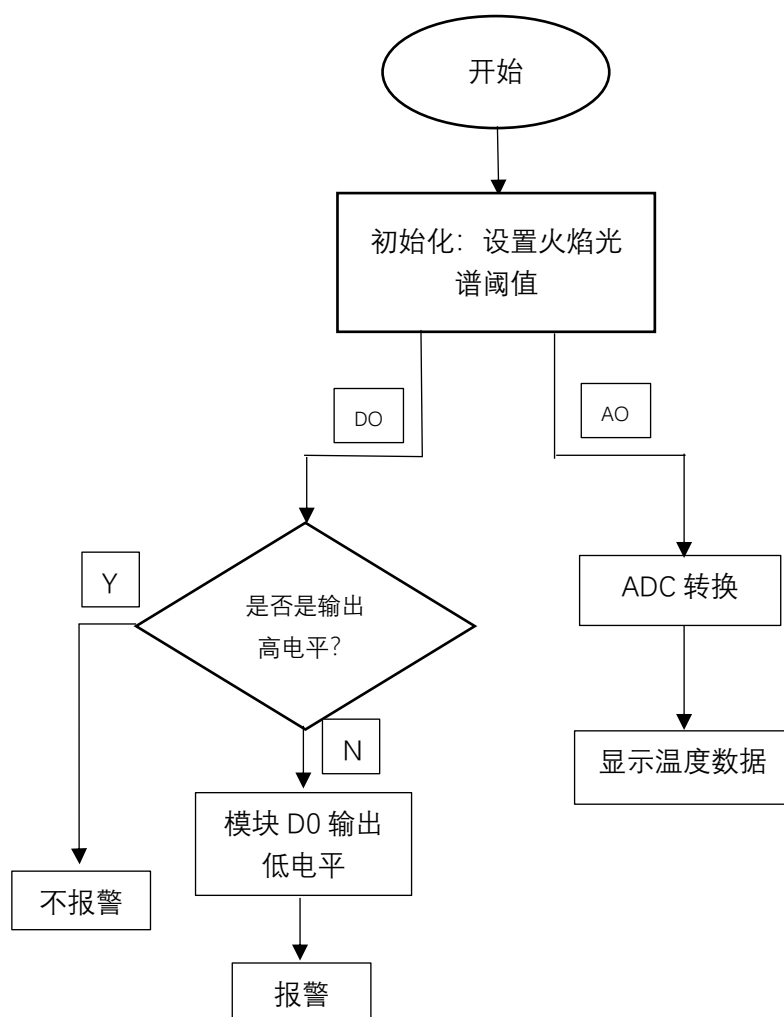
3、YL-38 工作原理

- ①热敏电阻模块对环境温度最敏感，一般用来检测周围环境的温度。
- ②模块在环境火焰光谱或者光源达不到设定阈值时，D0 口输出高电平，当外界环境火焰光谱或者光源超过设定阈值时，模块 D0 输出低电平；
- ③模块数字量输出 D0 可以与单片机直接相连，通过单片机来检测高低电平，由此来检测环境的温度改变；
- ④小板数字量输出 D0 可以直接驱动继电器模块，由此可以组成一个火焰开关；
- ⑤小板模拟量输出 A0 可以和 AD 模块相连，通过 AD 转换，可以获得环境温度更精准的数值。

四、电路原理图



五、流程图



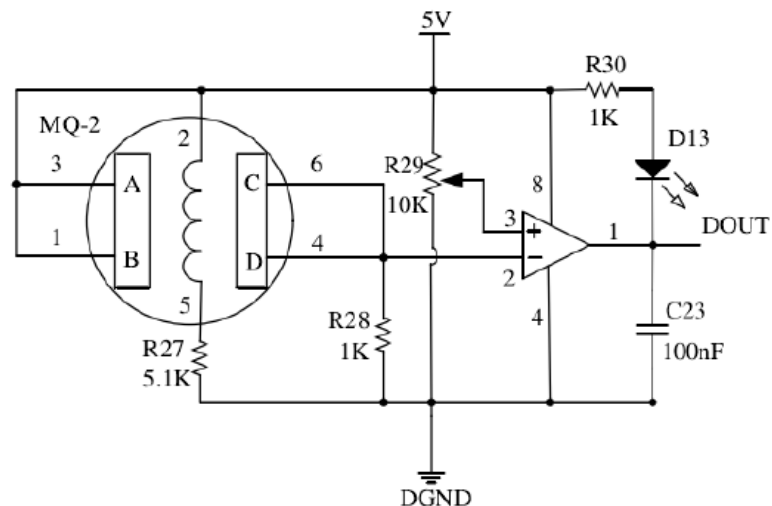
2) 烟雾检测模块

为了高效的监测到火灾信号，防止火灾隐患的发生，除了采用火焰监测模块，本设计还在其基础上加入了烟雾传感器模块。烟雾传感监测模块的引入能够在火灾发生之前察觉，更能有效的预防火灾灾害的发生，对该系统的设计有很大的意义。

1. 产品选型：

本火灾监测系统采用的是 MQ-2 来进行烟雾探测，其电路结构图如下图所示。作为火灾的烟雾探测模块，MQ-2 是依托于模块中所嵌入的感光电机来进行烟雾感知工作的。在家居系统正常工作，没有烟雾信号时，电机在不断发射电信号，表明环境正常。当产生烟雾信号后，会对电机所发送的信号产生发送阻碍。当火灾监测模块接收不到电信号时可以得知异常情况的发生，对情况进行处理。本家居系统所选择的烟雾探测装置 MQ-2 在功能和性价比方面都有很大的优势。MQ-2 模块自身的功能能量消耗很低，成本相较于同性能产品也比较低，而且 MQ-2 的功能性也比较好。在工作过程中，其获得的家居信息为模拟信号，需要通过设

备对数据进行处理得到数字信号。该烟雾传感器属于气敏元件，根据家居环境中的空间烟雾气体密度，气体的密度变化会引起电路中的电阻阻值变化，也就是电阻型气敏元件。本设计中在烟雾检测模块的输出端连接一个比较器 LM393，根据其阻值变化导致的电压变化得出环境中的气体烟雾浓度，从而精确感知火灾。



2、MQ-2 烟雾传感器模块特点：

具有信号输出指示。

双路信号输出（模拟量输出及 TTL 电平输出）。

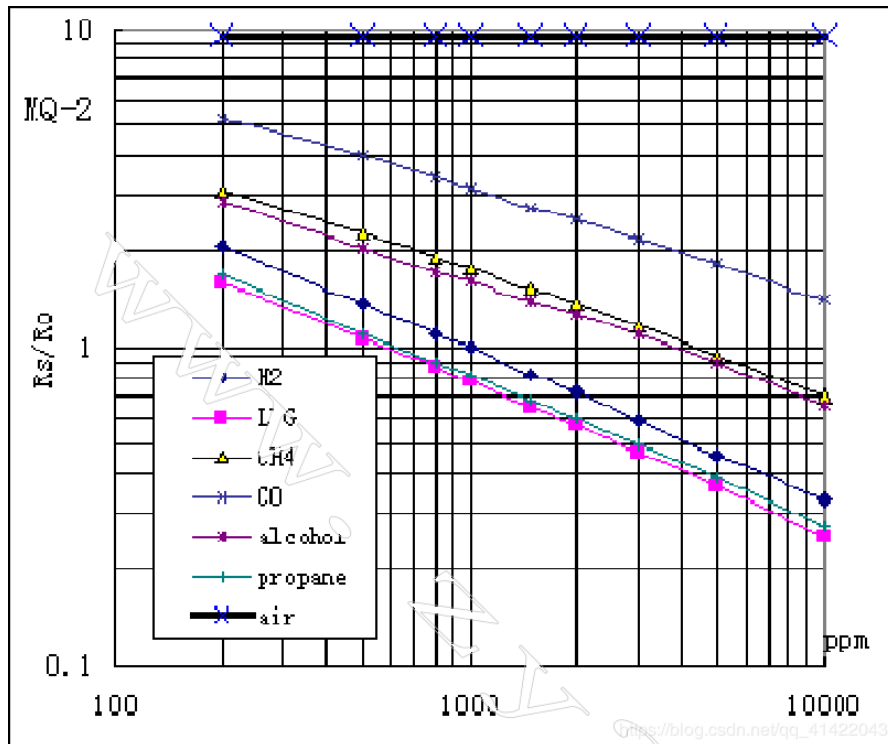
TTL 输出有效信号为低电平。（当输出低电平时信号灯亮，可直接接单片机）

模拟量输出 0~5V 电压，浓度越高电压越高。

对液化气，天然气，城市煤气有较好的灵敏度。

结果受温湿度影响。

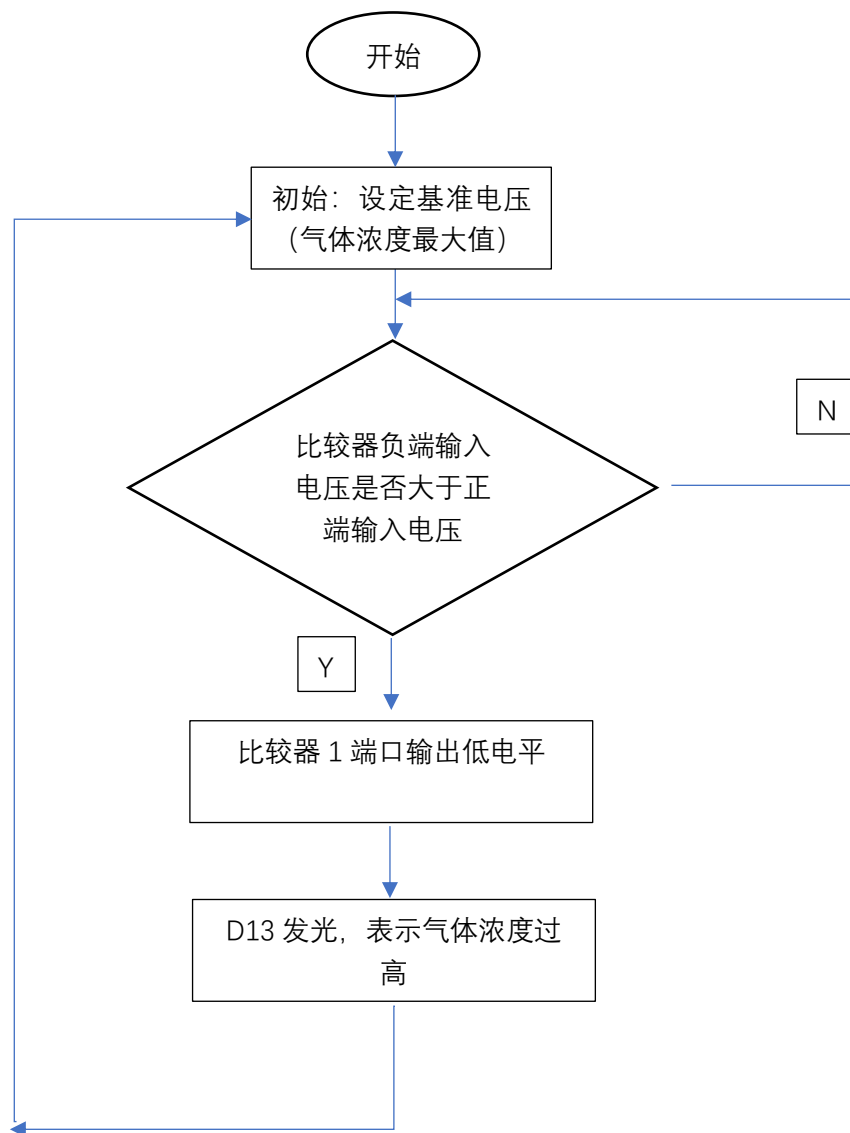
3、MQ-2 灵敏度特性曲线



4、工作原理：

电导率随着气体浓度的增大而增大（电导率是电阻的倒数），即电阻是随之减小的，其特性相当于一个滑动变阻器。图中，R28 是传感器的体电阻。若气体浓度上升，必导致 R28 下降。而 R28 的下降则会导致 MQ2 的 4 脚、6 脚对地输出的电压增大。再通过比较器 LM393 后，若其电压大于基准电压，则 D13 二极管发光，表示气体浓度过高。

5、流程图：



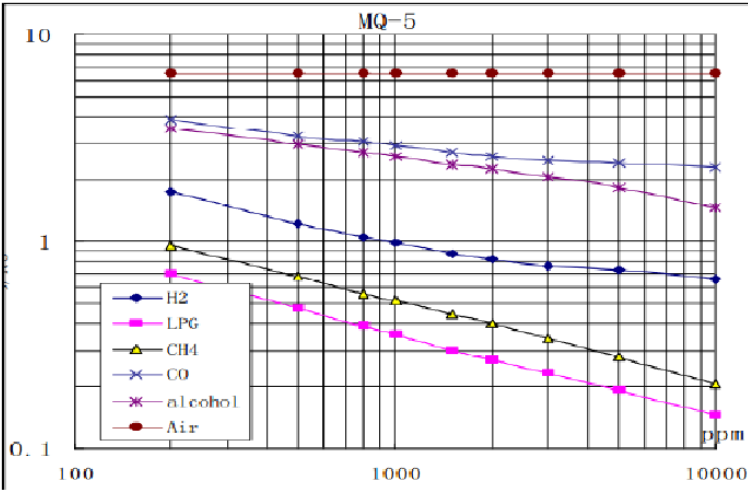
煤气检测模块

在日常生活中，厨房很多使用的都是煤气、天然气等。日常家居生活中煤气确实为生活提供了便利，但是同时也存在很大的危险性，甚至会对家居用户带来生命威胁。所以针对家庭内部环境的煤气浓度进行监测感知，可以有效防止煤气泄漏危险的发生，这是非常重要的。针对这一要求，本智能家居系统的设计中加入了煤气检测模块。

1、产品选型：

本系统的煤气检测模块采用 MQ-5 气体传感器，MQ-5 气体传感器所使用的

气敏材料是在清洁空气中电导率较低的二氧化锡(SnO₂)。它功能全面,可以对日常生活中的多种特殊气体进行监测,例如煤气、液化气、天然气、一氧化碳等多种可燃气体的感知。而且选择 MQ-5 的另一个重要原因为其抗烟雾干扰性,并不会对烟雾等产生影响,和上述烟雾检测模块互不影响和干扰,不会存在烟雾误报等情况。SnO₂ 作为一种多晶材料,在普通环境中的电阻率相对较低,但是当所处环境中出现可燃性气体时,该材料的内部结构受可燃气体的影响造成电阻率的变化。电阻率随着空气中的可燃性气体密度的升高而升高。通过这种原理和结构特殊性,电阻率的变化可以直接反应空气中的可燃性气体的变化,从而实现智能家居系统的煤气检测功能。图 4.15 为 MQ-5 对各种气体的灵敏度曲线图,由图可知 MQ-5 传感器对氢气、甲烷、一氧化碳有比较高的灵敏度。

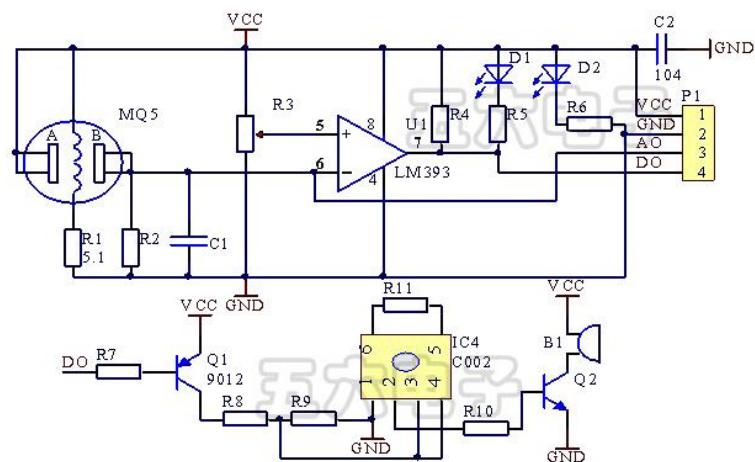


MQ-5 传感器通过对家居用户中的空气进行感知检测,当监测到空气中有煤气泄漏发生时,首先对家居用户中的空气中煤气浓度设定最高值,超过该值之后,传感器发出信号告知用户这一消息。MQ-5 传感器感知空气中的煤气浓度超高是通过自身元件电路功能获得,发送给用户则是利用系统中的 ZigBee 网络和公共通信网络。

2、MQ-5 引脚说明:

引脚号	标识	描述
1	DOUT	数字量输出
2	AOUT	模拟量输出
3	GND	电源地
4	VCC	电源正 (2.5V-5.0V)

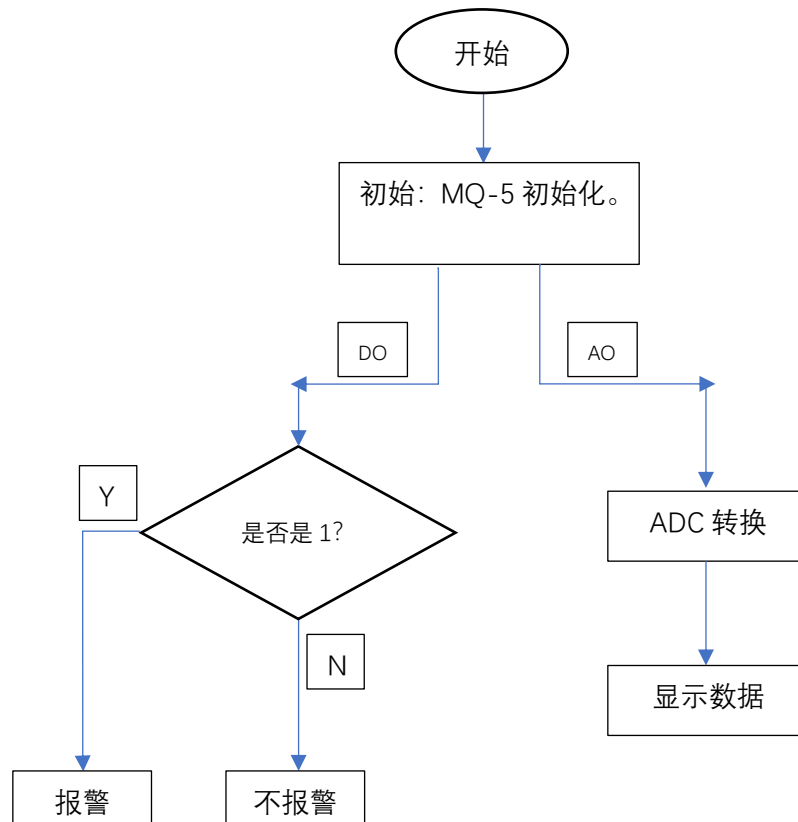
3、原理图：



4、 通讯过程:

MQ-5 模块具有两个输出口，分别为模拟量输出和数字量输出，其中数字量输出非常简单，为 0/1，代表当前环境是否发生了煤气泄露；而模拟量可以观测当前空气中煤气的含量，不过应用较为复杂，需要控制装置具有 ADC 功能，将模拟信号转化为数字信号，以便观察及处理。

五、 流程图:



Android 系统手机监控软件设计

3G 公共通信网络

3G 的全称为 3rdGeneration，中文含义就是指第三代数字通信。1995 年问世的第一代数字手机只能进行语音通话；而 1996 到 1997 年出现的第二代数字手机便增加了接收数据的功能，如接受电子邮件或网页；第三代与前两代的主要区别是在传输声音和数据的速度上的提升，它能够处理图像、音乐、视频流等多种媒体形式，提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务。

基于 3G 手机控制的智能家居系统，由 3G 手机作为上位机，由单片机或其他系统组成智能控制中心，由温湿度、火灾、煤气、家用电器、以及光线调节模块等传感器作为输入前端，由家用电器等作为系统控制终端，实现家居环境的全智能控制。

Android 手机客户端软件

基于 Android 平台开发设计一款智能家居手机监控客户端应用程序。由于我们小组对于安卓开发并不擅长，因此在网络上通过搜索收集了以下教程资料，步骤如下：

通过设置 IP 地址和端口号，与服务器进行通信，实现对家居环境参数的远程监测和家用电器的远程控制。在设计前，先下载安装 JDK(Java Development Kit)、Android SDK、Eclipse、ADT 等软件，搭建 Android 应用开发环境。

(1) Android 系统手机开发平台的搭建

Eclipse 是 Java 开发集成工具之一，它的特点和优势在于其开源性和可扩展性。Eclipse 提供了一个 Java 程序开发环境一流的编程平台，它的架构是基于插件概念的构建，并配备了一套标准的插件。而插件则是 Eclipse 平台最鲜明的特点，通过丰富的插件可以实现多种功能，例如通过支持 C 或 C++的插件，可以进行 C/C++语言的开发。

构建 Android 的软件开发环境，基本步骤有：安装 JDK，配置系统环境，安装 ADT-Bundle，配置 SDK manager 和 AVD 的参数，具体方法过程如下：

1. 下载和安装 JDK 的安装包。

从 Sun 的官方网站：<http://java.sun.com/j2se/downloads.html>，下载可执行文件完成后，安装。目前官方最新的版本是 JDK-8。

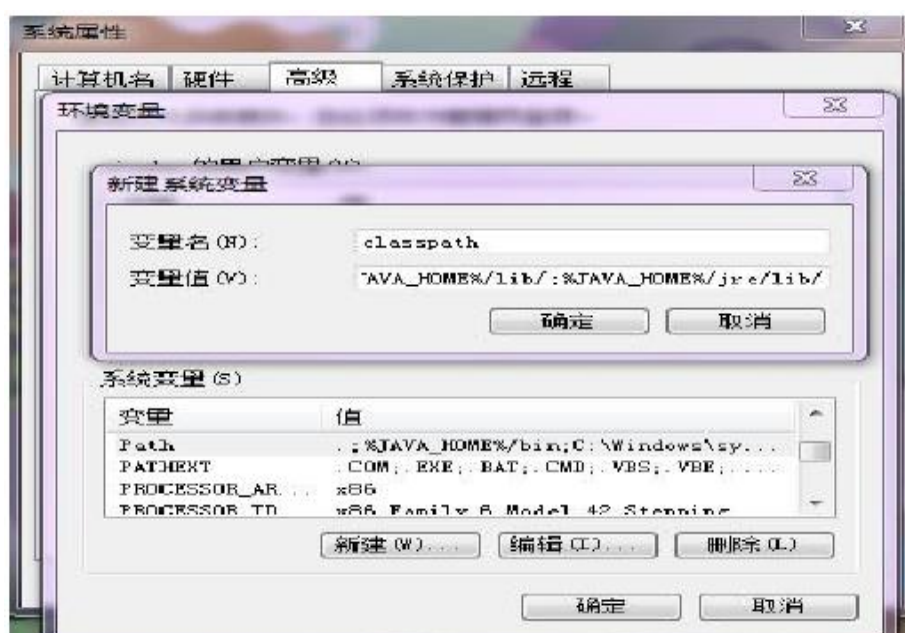


JAVA JDK 安装过程

2. 配置 Java 环境。根据如下顺序路径打开系统变量，“我的电脑->属性->高级->环境变量->系统变量”，在系统变量中进行如下设置：

新建 java_home，把它的值设置为：“D: download\android\java”（安装 JDK 所在的目

录）；添加 jre_home，把它的值设置为：“D: mine\download\android\java\jre8”；在 path 路径值的最后添加：“java _home%\bin;”。



JAVA JDK 环境变量配置

3. 监测环境是否搭建成功。打开 Windows cmd 命令窗口，在光标闪烁处输入“java”，按下回车键执行，即可看到测试结果，若能正常显示 JDK 相关信息，则表示 Java 环境搭建成功。

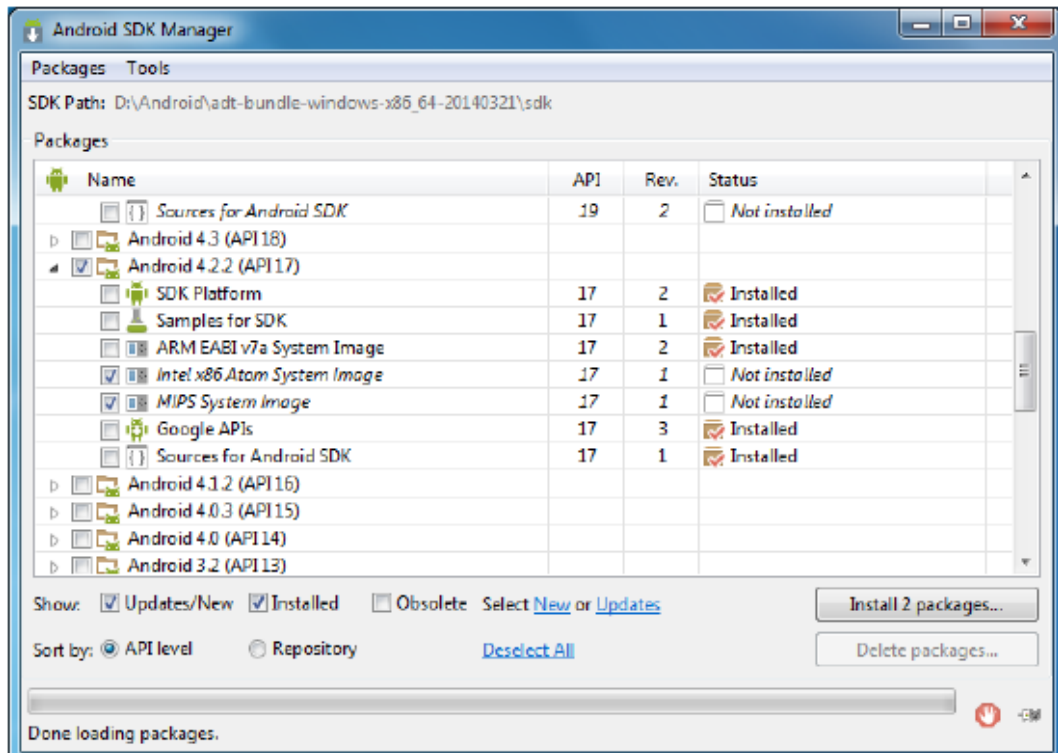
4. 下载并安装 Windows 版本的 ADT-Bundle。官方下载的地址为：<http://developer.android.com/sdk/index.html#download>。

(2) SDK 和 AVD 配置

ADT-Bundle 压缩包中会自带发布的最新版本，Android SDKadt-bundle-windows-x86_64-20140321 中带的 Android SDK 版本是 Android 4.4.2(API 19)，目前主流的大部分最新安卓手机用的版本是 Android 4.2.2 (API 17)，所以本课题使用的 Android SDK 版本是 Android 4.2.2 (API 17)。从下图中可以看出，Android 4.4.2(API 17)的 SDK 包中包括：SDK Platform、Samples for SDK、ARM EABI v7a system image、google API 和 source for Android SDK 必选组件，还有 Intel X86 Atom system image 和 MIPS system image 两个可选组件。有两种方法下载和配置安卓的 SDK，推荐使用第一种方法：

第一种，通过找到 Eclipse 工具栏中的 SDK Manager 自动 download 和 configuration SDK。

1. 找到并运行在 SDK 下载安装器 SDK Manager。
2. 启动 SDK Manager 之后，会自动检查更新包，选择你的要求自行选择所需安装的 Android SDK 底包版本，然后点击“安装”按钮进行安装。不同版本的 Android SDK 包大小不同，版本越高包的大小越大，功能越多。

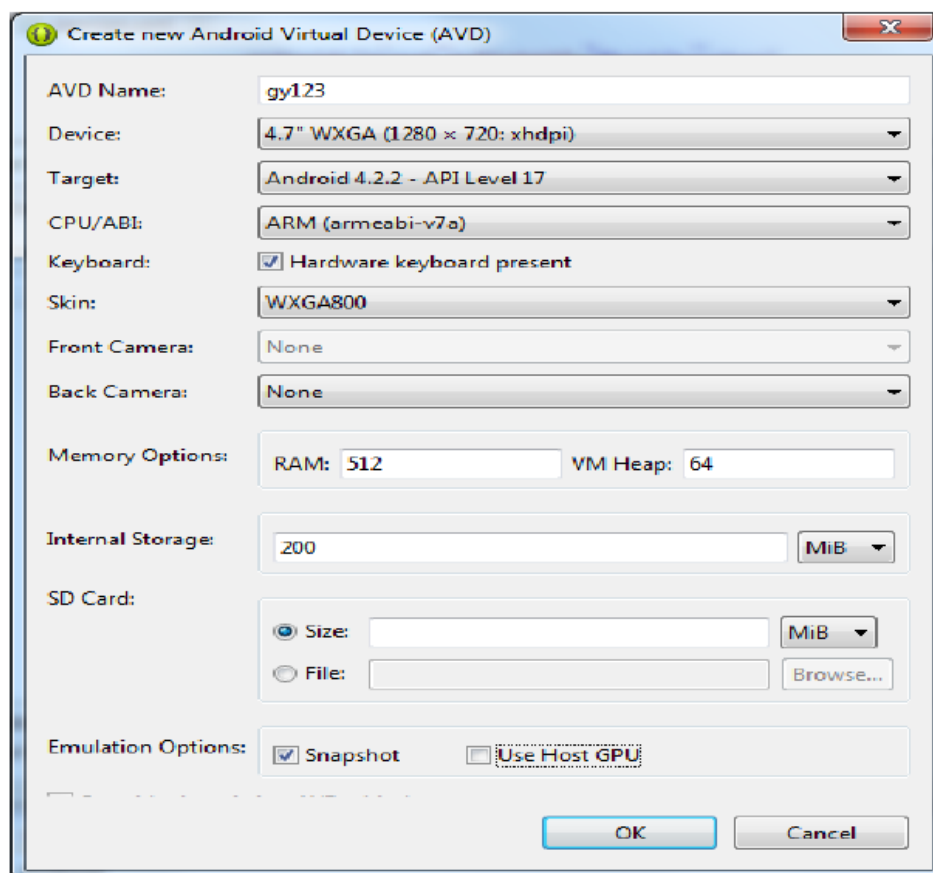


SDK 管理器

3. 单击“安装软件包”按钮之后，会出现下面的对话框中，选择要安装的软件包，接受协议，单击“安装”，系统会自动下载和安装 SDK 包。

第二种，手动配置。该方法比较复杂，可以在网络搜索相关教程，这里不再赘述。AVD，就是在个人电脑上所运行的安卓虚拟机，也叫安卓模拟器。在 eclipse 中开发的 Android APP 可以在 AVD 上进行调试，可以配置许多项目运行在每个 AVD 上。通过 Eclipse 开发环境配置 AVD 的方法步骤如下：

1. 在 Eclipse 工具栏中找到并且启动 AVD Manager。



如上图所示，这是一个 AVD 的基本配置。

AVD name: Android 模拟器的名称，这里可以自己自由定义。

Device: 选择要模拟的安卓设备。

Target: 安卓操作版本选择的是目前较多使用的 4.2.2 版本, API 级别—17 。

CPU/ABI: 选择安卓设备的 CPU—ARM 处理器或者 Intel 处理器。

Keyboard: 选择是否用 PC 的硬件键盘。

Skin: 手机分辨率的大小。

Front Camera and Back Camera: 可选可不选

Memory Opinion: 可以设置手机 RAM 大小和 VM Heap。

SD Card: SD 卡的大小。

(3) 串口转 WIFI 模块的配置

为了节约成本，同时也要达到研究效果，使用了串口转 WIFI 模块，使用 PC 端的串口调试助手通过电脑串口发到串口转 WIFI 模块，然后该模块再将数据通过无线网络传送给手机客户端，依次来模拟将多个无线传感器采集的数据通过无线网络发送到手机客户端。

1) 产品选型:

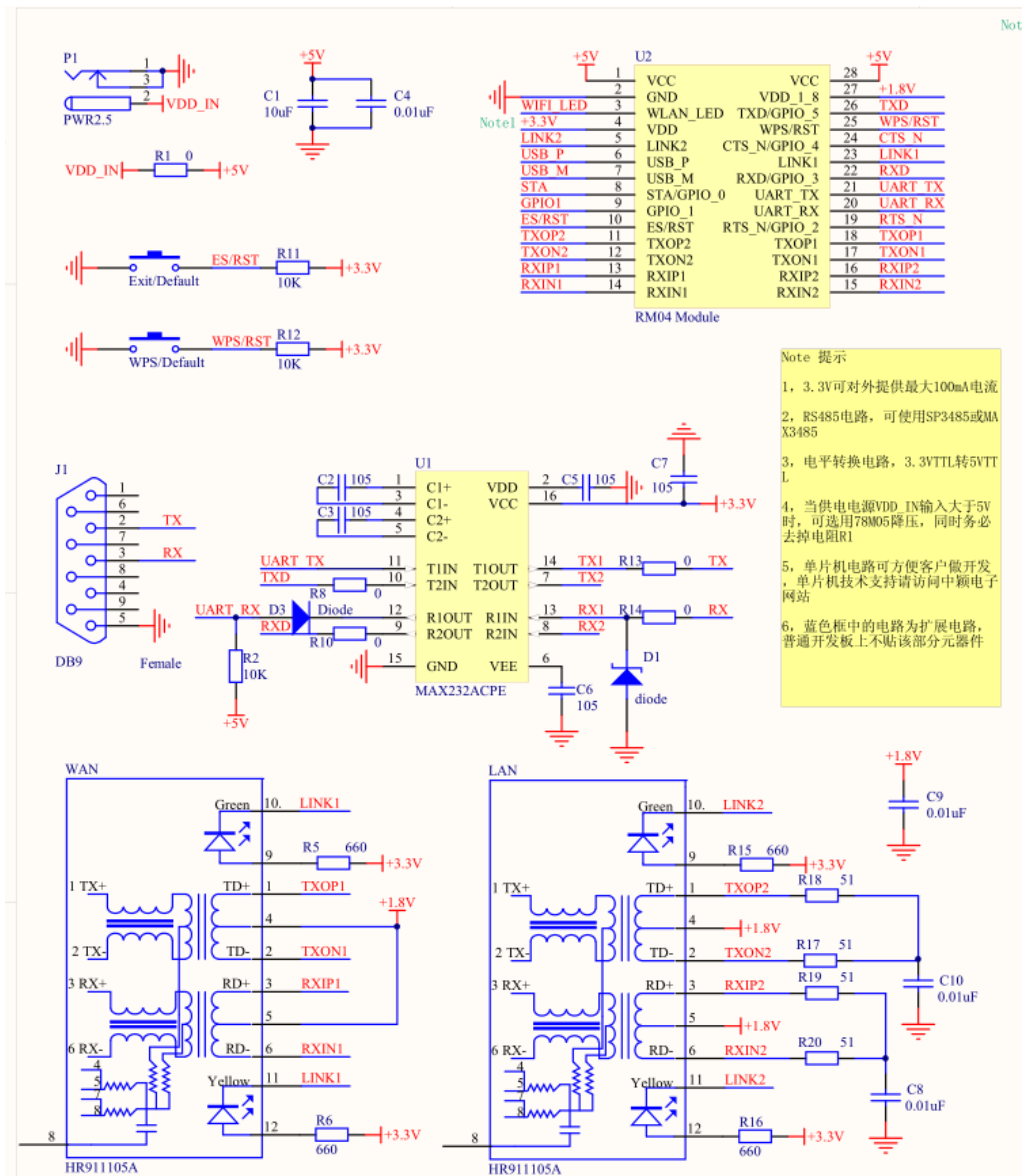
在本部分，本项目使用的模块的型号是 hlk-rm04。hlk-rm04 是一个可以将电脑串口转成以太网、无线服务器和无线客户端等功能的硬件模块。这个模块可以用于串行设备，将数据传输给以太网的用户，为此提供了一个非常便捷与快速的解决方案。该模块有 3 种模式：默认模式，串口到以太网，串口到无线服务器。在无线安全方面，该模块支持所有现有的加密方式。

2) HLK-RM04 引脚说明:

号码	功 能	方 向	说 明
1	VDD5V	A	5 电源输入
2	GND	GND	电源地
3	WLAN_LED	0	WIFI 启动指示灯
4	3.3V	I	3.3V 电源输出
5	LINK1	I/O	网口 1 LED 指示
6	USB_P		USB 信号
7	USB_M		USB 信号
8	I2S_SD		I2C DATA/GPIO
9	I2S_CLK		I2C CLK/GPIO
10	GIOP0	I/O	通用 GPIO
11	TXOP1	I/O	网口 1 TX-P
12	TXON1	I/O	网口 1 TX-N
13	RXIP2	I/O	网口 2 RX-P
14	RXIN2	I/O	网口 2 RX-N
15	RXIN1	I/O	网口 1 RX-P
16	RXIP1	I/O	网口 1 RX-P
17	TXON2	I/O	网口 2 TX-N
18	TXOP2	I/O	网口 2 TX-P
19	RTS_N	I	全功能串口 RTS
20	UART_RX	I	简易串口 RX

21	UART_TX	0	简易串口 TX
22	RXD	I	全功能串口 RX
23	LINK2	I/O	网口 2 LED 指示 I/O
24	CTS_N	0	全功能串口 CTS
25	RIN	I	GPIO
26	TXD	0	全功能串口 TX
27	1.8V	Power Out	网口 1.8V 输出
28	VDD5V	Power In	5V 输入

3) 原理图:



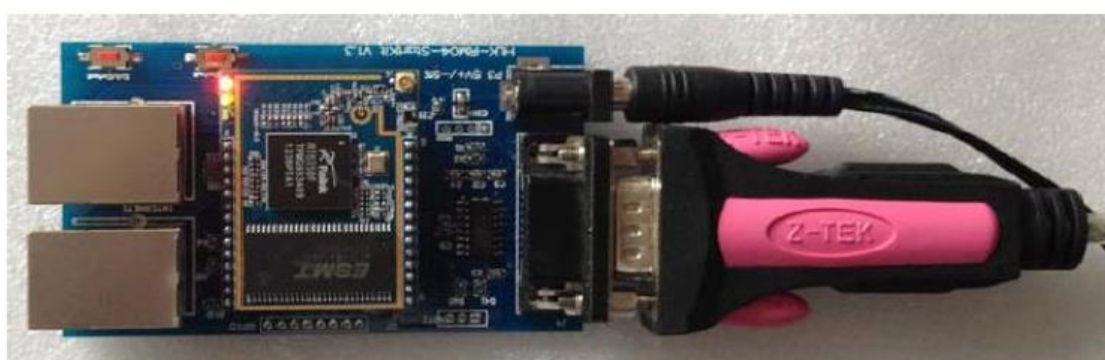
4) 通讯过程:

在默认模式下,无线可以使用,并且工作在无线服务器模式下,eth1 和 eth2 两个端口也可以使用,eth1 连接广域网使用,而 eth2 则连接局域网使用。如果进行适当的配置,设备的串口就可以和网络进行数据之间的相互交换。在这种模式下,支持无线连接的设备都可以与模块连接,并且加入局域网,该模块会自动分配给设备 IP 地址。WAN 端默认动态 IP 地址方式。LAN、WIFI 为同一局域网,默认开启 DHCP 服务器。

在串行端口的以太网模式,eth1 端口可以使用,eth2 和 WIFI 的功能是关闭的。如果进行适当的配置,设备的串口就可以和网络进行数据之间的相互交换。在这个模式下,以太网可以配置成动态 IP 地址 (DHCP),也可以配置为静态 IP 地址 (STATIC)。

串口到无线服务器。无线可以使用,eth1、eth2 这两个端口是不可以使用的。如果进行适当的配置,设备的串口就可以和网络进行数据之间的相互交换。出厂默认 WiFi 网络都是开放的,功率消耗比较大,本文采用串行 WiFi (AP 模式),可通过串行端口配置。具体步骤:

- ① 先确保模块是出厂默认值。给模块上电,等待模块黄色灯开始闪烁后,按住底部两个按钮之一,超过 6 秒恢复出厂设置。
- ② 重新给模块上电,待模块上的黄色的灯闪烁后。使用串口线将 DB9 串口与计算机串口相连接,或直接使用 USB 转串口线直接连接。



HLK-RM04 模块

- ③ 短按如图所示左上角的按钮,然后打开从他们公司网站上下载的专用管理软件,选择串口 4,搜索该模块。在命令执行与回复返回框里有找到设备的提示出现,证明找到模块。

④配置参数

操作模式选择：无线 AP。

网络协议选择：TCP 服务器。

远端 IP：作为服务器时，远端 IP 不起作用。

端口：TCP 服务开启的监听端口。

串口参数：按照上图所示参数配置。

网络参数：默认的 IP 地址是 192.168.16.254。

无线参数：可以设置网络名称，加密方式和密钥。

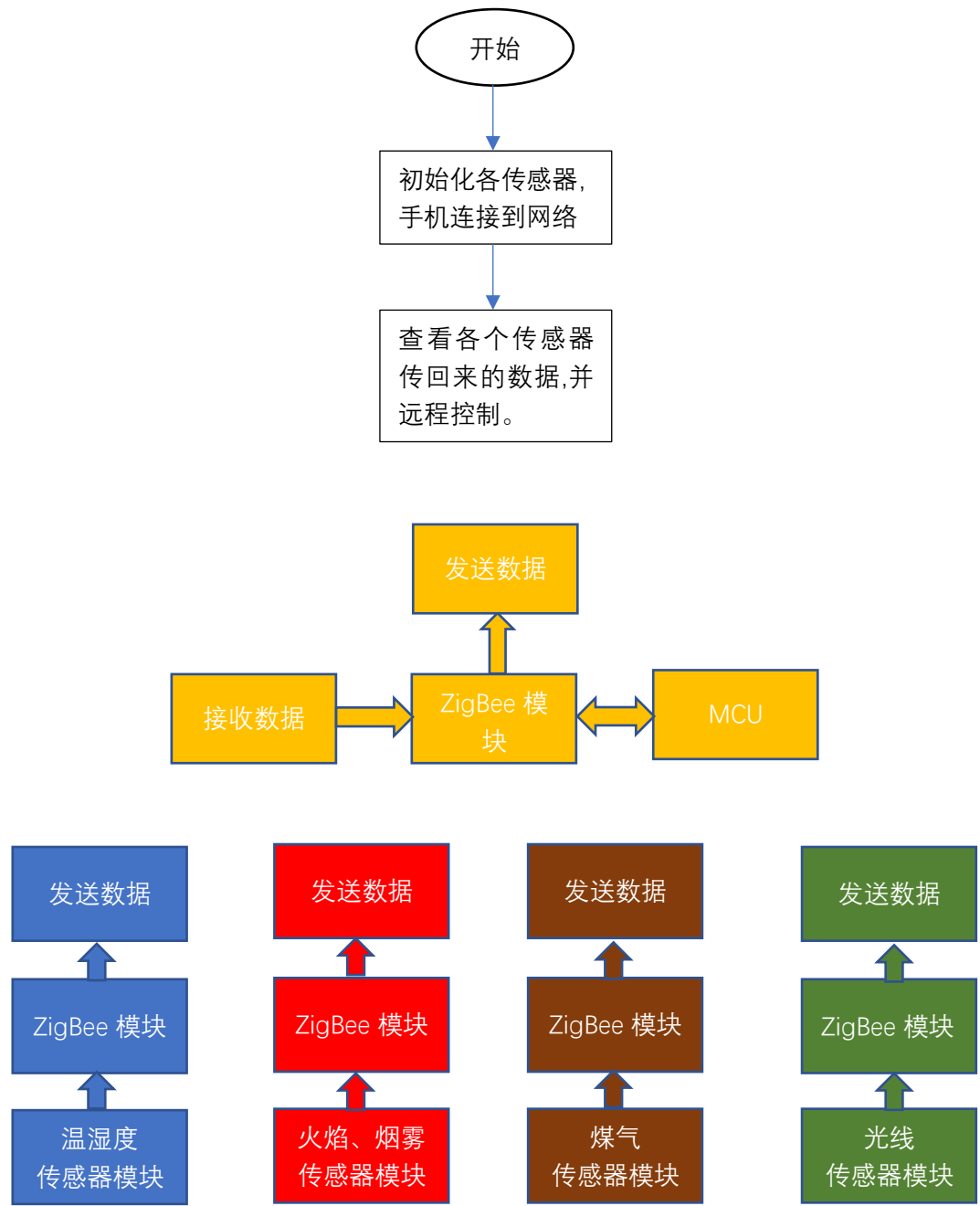
选择好配置参数后，提交配置。

⑤用电脑搜索 WIFI 会发现设置好的无线信号，并且可以连接成功。到此串口转 WIFI 模块配置成功。

5) 流程图：



系统总体结构图示



四、参考文献:

- 【1】 邓妍. 浅析国内外智能家居系统的特色与功能 [J]. 家庭影院技术, 2019 (04) :80-83.
- 【2】 陈柏霖, 石浦. 智能家居的普及以及受众分析 [J]. 住宅与房地产, 2019 (24) :43.

- 【3】 赵瑞, 许晨露, 成志杰. 中国智能家居的现状与发展趋势[J]. 计算机产品与流通, 2019(06):99.
- 【4】 孙晶晶, 何曙, 袁雅青. 智能家电之无线协议探讨[J]. 家电科技, 2017(11):26-28.
- 【5】 3G 通讯 百度百科: [https://baike.baidu.com/item/3G 通讯/5045461?fr=aladdin](https://baike.baidu.com/item/3G%20通讯/5045461?fr=aladdin)
- 【6】 李刚. 基于无线传感器网络的智能家居系统设计[J]. 中国新通信, 2017, 19(17):57. DOI:10.3969/j.issn.1673-4866.2017.17.042.
- 【7】 张越. 基于无线传感技术的智能家居系统设计研究[J]. 电子世界, 2017, (15):142-143. DOI:10.3969/j.issn.1003-0522.2017.15.098.