

摘 要

油烟气体污染城市环境，危害人类的健康，目前我国已经严格制定了对城市油烟污染物的排放标准和管理办法，并研究对城市油烟气体的排放实施有效的治理。传统的油烟监测方法费时费力，已不再适合社会发展的需要，随着现代通讯技术的发展，远程无线监测技术已明显显示其优势，特别是GPRS网络技术的发展，凭借其永久在线、实时传输、费用低廉等优点，已经广泛使用在很多行业领域。

本文以“城市油烟气体浓度远程无线监测系统设计研究”为题，研究基于GPRS的无线网络数据远程传输系统，实现油烟气体监测中心计算机对城市烹饪饮食行业产生的油烟气体浓度进行远程实时监测，其意义在于不仅方便了环保部门对各污染物排放点的规范管理，而且对保证城市居民的健康也具有深远的意义。

本系统研究的主要设计思想是：在城市油烟气体监测点上安置油烟气体浓度信号监测终端，对油烟气体的排放进行实时监测，并与监测中心计算机进行远程无线通信。系统监测的主要参数是油烟气体的浓度信号，由数据采集终端采集并通过数据融合技术对信号进行处理与分析，得出油烟气体浓度特征。当检测到油烟气体的浓度超过设定标准时，系统在现场自动发出超标警示或驱动油烟净化设备，同时采集终端通过GPRS网络通信模块把油烟特征数据发送到远程的监测中心。监测中心也可以发送命令信息通过GPRS网络随时查询监测终端当前的检测情况。

系统设计分为监测终端设计和监测中心设计。监测终端采用市场上现有的油烟气体传感器TGS2100设计油烟气体浓度信号检测电路，并利用嵌入式技术设计基于ARM9的三星微处理器S3C2410为测控核心，以西门子的MC39i为通讯模块的数据采集、处理与无线传输硬件系统，并在硬件系统的基础上定制和移植实时嵌入式操作系统WinCE，使用软件EVC++进行应用程序编程，实现系统监测终端功能；系统的监测中心由计算机和GPRS模块组成，监测中心软件采用虚拟仪器软件LabVIEW设计开发。

本文研究中涉及的技术，不仅可以应用在城市油烟气体浓度的远程无线监测上，也可用在其它远程监测的领域，具有广阔的应用前景。

关键词：油烟气体浓度；GPRS 远程监测；ARM；WinCE；LabVIEW

Abstract

The urban environment is being polluted by the oil-fume gas, which has caused serious harm to human health. Our country has strictly formulated many emissions standards and management measures for the oil-fume pollution, and is researching some effective management to the city oil-fume emission. The traditional method of oil-fume monitoring is time-consuming and wastes of resources, which has not suited the needs of the development of the society. Along with the development of modern communication technology, remote wireless monitoring technology has obviously displayed its advantages, especial the development of GPRS networks technology. With its advantages of permanent online, real-time transmission and low cost, GPRS networks technology has been widely used in many industry fields.

The thesis'title is "Research on the Dsign of City Oil-fume Gas Concentration Remote Wireless Monitor System", and the wireless network data transmission system based on GPRS has been studied in this thesis. The function that monitoring center computer remotely real-time monitors the oil-fume gas generated from the cooking industry has been realized. The significance of this research is not only convenient to the environmental protection departments to manage the pollutant location, but also can ensure the healthy of city residents.

The main thought in this system is: the oil-fume gas signal acquisition terminals are installed on the city oil-fume gas monitor locations, and the emission of oil-fume gas is real-time monitored. The main parameter of monitoring is the oil-fume gas concentration. The sensor signal of oil-fume gas concentration is collected by the data acquisition terminal and processed and analyzed though data fusion technology, then the feature of oil-fume gas concentration is obtained. If the oil-fume gas concentration exceeds the set standards, the system can do the warning or drive the Oil-fume purification equipment on the spot automatically. The data acquisition terminal will send the feature data of oil-fume to the remote monitoring center at the same time. The monitoring center also can send

command information to the data acquisition terminal to inquire current situation of detection at any moment.

System design is divided into monitoring terminal design and the monitoring center design. In the design of monitoring terminal, the data acquisition, processing and wireless transmission hardware system has been built by the detection circuit for oil-fume gas concentration signal designed by using oil-fume gas sensor TGS2100 which can be available on the market in the system, and Samsung microprocessor S3C2410 based on ARM9 designed to be the measure and control core by using embedded technology, and Siemens MC39i used for communication module. The real-time operating system WinCE is costumed and transplanted to the hardware system, and the system monitoring terminal function is implemented by programming through using software EVC++. In the design of monitoring center, the monitoring center system consists of computer and GPRS module, and the monitoring center software is developed by Virtual instrument software LabVIEW.

The technologies involed in this thesis not only can be used in city oil-fume gas concentration remote wireless monitor, but also can be used in the application of signal remote monitoring in other fields, it has broad application prospect.

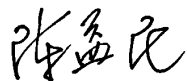
Keywords: oil-fume gas concentration; GPRS remote monitoring; ARM; WinCE; LabVIEW


独创性声明

秉承学校严谨的学风与优良的科学道德，本人声明所呈交的论文是我个人在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，不包含本人或其他用途使用过的成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明，并表示了谢意。

本学位论文成果是本人在广东工业大学读书期间在导师的指导下取得的，论文成果归广东工业大学所有。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任，特此声明。

指导教师签字： 

论文作者签字： 

2009年5月27日

第一章 绪论

1.1 本课题研究背景及意义

随着我国经济的高速发展, 第三产业突飞猛进, 城市饮食服务业出现空前繁荣的景象, 餐饮业的繁荣对推动城市经济的发展、丰富群众的生活起到了积极的作用。但因其场所多位于居民区和商业区, 大部分餐饮店也未采取有效的油烟净化措施, 产生的油烟更是未经处理就直接排放, 而一些已安装油烟净化器的单位其设备运行中也存在着缺陷, 不能做到稳定达标排放, 由此引发的环境污染问题日益增多, 居民对油烟污染的投诉呈逐年上升趋势。据统计, 餐饮业油烟的污染问题投诉占有所有环保投诉的30%以上^[1]。油烟严重影响人体的健康, 人体长期吸入高浓度油烟气会造成免疫功能下降, 严重的会导致呼吸系统病变和血液遗传病变。大量研究也表明, 油烟中的多种有毒化学成分含有致癌、致癌引发剂和原生毒物, 对人体的血液循环、肺脏功能、免疫功能均具有极大的危害^{[2][3]}。因此, 整治油烟污染整治已成为当前一项重要的环保工作。国家环境保护部门已经制定了饮食业油烟相关的标准和测量方法。1995年国家环境保护总局和国家工商管理局联合发出《关于加强饮食娱乐服务业环境管理的通知》(环监[1995]100号), 要求各级人民政府环境保护行政主管部门要切实加强对饮食服务业油烟污染防治的监督管理, 细化饮食业建设项目保护分类管理目录细目, 将饮食服务业单位纳入强制管理范围。2001年11月12日, 国家环保总局、国家质量监督检验检疫总局颁布了《饮食业油烟排放标准》(GW18493-2001), 文件规定了餐饮业单位油烟的最高允许排放浓度(不大于 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$)和油烟净化设备的最低去除效率(要求小型单位净化效率不小于60%, 中型单位不小于75%)。由此可见, 分析油烟的污染状况, 提出油烟治理新技术和新方法, 已刻不容缓^{[4][5]}。

早期的油烟气体监测方法是由工作人员对某区域进行分区、分时的油烟信号采集, 之后再进行分析处理获得该区域油烟污染的大致分布情况。这种方法获得的数据代表性和实时性较差, 且要耗费大量人力物力^[6]。有线网络技术成熟, 使得油烟远程监测成为可能, 它使用有线方式将现场设备测量的数据传送到环保

监测中心。但饮食服务业大多集中在城市居民密集区,中小型餐饮业数量多、分布广,在烹饪过程中产生的油烟污染虽然强度不大,由于其覆盖面广,污染源分散,这给油烟的监测及有线网络铺设带来了极大的困难,而环保主管部门由于人力所限,难以对其污染治理设备的运行情况进行全天候监督管理^[7],而且此种有线方式通信设施及通信费用比较高,所以采取有线远程监测的方式不够实际。

随着电子技术、通信技术、计算机及网络等技术的发展和运用,全球日益信息化,使实现各种信息的遥测、遥控以及信息的快速传输和处理成为可能^[8]。特别是GPRS无线传输技术日渐成熟,凭借其安装简便、费用低廉、实时性好等优点,在环保行业已经得到广泛使用。我国自从2002年中国移动GPRS商用化以后,GPRS网络覆盖面积越来越广,利用GPRS网络实现远程数据采集传送成为可能。这类监控的通信方式依托遍布全球的GPRS网络,它最大特点是打破了距离的限制,从而可以实现全国乃至全球漫游监控。GPRS技术传输速度快、永远在线,用GPRS技术实现的监控系统安全可靠,费用低廉,比传统的传输方式更经济、合理^{[9][10]}。把GPRS技术运用到油烟气体的远程监测上是一种既经济又可靠的选择。

本文研究设计的城市油烟气体浓度远程无线监测系统,通过监测终端采集现场油烟气体浓度信号,并把监测的数据通过GPRS无线网络传输到监测管理中心,实现对油烟气体浓度信息的连续监测和数据的远程无线传输。系统可以安装在餐饮业集中的户外,监测户外的油烟气体浓度情况,也可以与油烟净化设备结合直接对餐饮店内的油烟排放情况进行监控。系统不仅方便环境监测部门开展调查分析餐饮业油烟污染状况,实施监督工作,寻求有效的治理办法,同时也是创建和谐社会、环境友好生态城区的一项重要内容^[11]。

1.2 国内外研究现状

国外许多发达国家对环境治理起步较早,商业实验室较多,欧美国家和日本对自动监控系统的研究走在前列,他们在智能传感器、自动监测系统、监测的网络化等前沿科技上都有较快的发展。国外的油烟污染较轻,因为其餐饮业烹饪方法与我国有很大不相同,食物多为生吃或加工成半成品,所以厨房污染程度相对比较低,油烟浓度也低^[12],对油烟进行净化后对环境影响较小,所以虽然国外在信号的远程监测上比较成熟,但是对于油烟气体的远程监测的研究相对比较少。

我国对油烟污染以及监管问题的研究也比较早，文献[1]~[7]以及文献[11]~[16]阐述了国内在城市饮食业油烟的污染治理研究方面的进展和成果，但目前对于油烟排放这种污染源分散而尚未造成严重后果的污染，其治理手段还在研究中^[11]。可以看出，研究如何更好地对油烟污染进行监管仍然是当前研究的热点。目前油烟污染的监测基本上采取人工方式，需要环境监管部门组织专门的人到现场监测油烟污染情况，整个检测过程烦琐且需要大量的人力和时间，其自动化程度较低，样品采集也要受到地理位置等各种条件的限制，效率比较低。文献[16]提出的“油烟浓度监测系统”（北京工商大学机械自动化学院），是关于微机控制气体浓度监测报警的系统，它通过 PCI 数据采集卡 AD7202 实现多点多路气体浓度的显示、存储和查询^[16]，虽然采用自动监测程度提高了，但是其监测数据传输方式依然属于有线的传输，依然存在着种种的弊端。目前在国内对城市油烟气体浓度远程监测的研究还在进行中，本文所做的工作是对这项研究课题的一个探索。

1.3 本文研究的思路及论文结构安排

本文研究的思路是：针对油烟气体监测的特殊性，从油烟气体浓度信号数据采集和实时传输的目的出发，采用传感器技术、数据融合信息处理技术、嵌入式系统技术和GPRS技术相结合构建油烟气体浓度远程无线监测系统。

系统分为监测终端和监测中心两部分。监测终端利用高性能的32位微处理器 ARM 芯片 S3C2410，用油烟气体传感器 TGS2100 采集油烟气体浓度信息数据，借助 GPRS 无线网络实现信息的无线传输。监测终端采用 WinCE 嵌入式操作系统，并用 EVC++ 作为软件开发工具设计应用程序。监测终端还配备显示模块等，可以实时显示当前的监测信息。监测中心由计算机和 GPRS Modem 组成，两者通过串口线连接。当信号采集监测终端监测到油烟气体浓度超过设定标准时，监测终端通过 GPRS 网络把报警信号传输到监控中心，同时在现场发出警示。当监测中心需要查询终端当前检测的油烟气体信息时，可以向油烟信号采集监测终端发送命令，经过 GPRS 无线网络发送到监测终端，监测终端接收并检验命令，再把当前的监测信息反馈给监测中心。监控中心可以为环境监管部门提供开放的数据平台，使监管人员能够及时掌握油烟监测点的情况，实现对油烟气体监测点信息的实时监控，并及时

采取有效的措施。

论文的结构安排如下：

第一章介绍本课题研究的背景、意义，分析了国内外研究现状与发展情况，并说明了本论文的研究思路和论文的总体规划；

第二章介绍本文系统设计中用到的主要关键技术，重点讨论了油烟传感技术，多传感器数据融合技术和GPRS无线通信技术，为后面章节奠定理论基础；

第三章介绍系统的总体规划，通过方案比较论证了本文提出的油烟气体远程无线监测方案，说明了系统的特点、结构以及工作原理；

第四章介绍系统的硬件设计，提出以传感器作为信息获取手段，以ARM9芯片S3C2410作为中央处理器，GPRS无线网络作为信息传输手段的油烟远程无线监测系统的硬件设计方案，并设计了油烟气体监控终端的硬件电路；

第五章在系统硬件的基础上介绍了系统的软件设计，先简要介绍了WinCE操作系统及应用程序开发软件EVC++，然后分别介绍监测终端和监测中心的软件设计。监测终端的软件设计重点介绍了传感器数据采集，以及数据通过GPRS发送的程序设计，监测中心软件采用虚拟仪器软件LabVIEW来实现程序设计；

第六章介绍系统实验与实验结果分析；

最后总结论文的主要工作，指出本文研究内容的创新点，同时提出对系统进一步完善的研究工作。

1.4 本章小结

本章介绍了城市油烟气体浓度无线远程监测系统的研究背景、意义和发展现状，并简要介绍本文研究的主要思路和论文的结构安排。

第二章 油烟气体浓度远程无线监测系统关键技术

城市油烟气体浓度无线远程监测系统用到的主要关键技术是嵌入式系统技术、油烟气体传感技术、多传感器数据融合技术、GPRS 无线数据传输技术和虚拟仪器技术等，本章将重点介绍其中的几项关键技术。

2.1 油烟气体检测传感技术

2.1.1 油烟气体成分分析

从形态上来看，油烟其实包括气、液、固三相，既有气体成分，也有固体、液体颗粒，国内餐饮业外排的油烟是一种成分极其复杂的气溶胶^[14]。由于本文只要求研究的是油烟气体的浓度检测，故避开油烟中的固体以及液体成分的研究。

研究表明，在烹调油烟气中检测到的成分至少有300多种，具体成分因烹饪条件不同而各异，主要有脂肪酸、烷烃、烯烃、醛、酮、醇、酯、芳香化合物和杂环化合物等，油烟气中的最主要成分是脂肪酸、烷烃和烯烃；其次是醛类化合物，戊醛、己醛、庚醛，辛醛、壬醛普遍存在于各种油烟气中，其中己醛含量较高，这是由于亚油酸酯加热氧化产生己醛和戊烷，另外，庚醛和反-2-庚烯醛的含量也较高；再次是酮、酯、芳香化合物和杂环化合物等^{[15][16]}。

2.1.2 半导体气敏传感器的工作原理

半导体气敏传感器可分为电阻型和非电阻型两类。电阻型是利用半导体气敏传感器电阻值的改变来反映被测气体的浓度，而非电阻型是利用半导体的功函数对气体的浓度进行直接或间接检测^[20]。本文选用是电阻型的半导体气敏传感器，它是利用待测气体与半导体(主要是金属氧化物)表面接触时，产生的电导率等物性变化来检测气体的。当半导体器件被加热到稳定状态时，气体接触半导体表面而被吸附，吸附的分子首先在表面自由扩散，失去运动能量，一部分分子被蒸发掉，另一部分残留分子产生热分解而固定在吸附处。当半导体的功函数小于吸附分子的电子亲和力时，吸附分子将从器件夺得电子而变成负离子吸附，半导体表

面呈现电荷层。具有负离子吸附倾向的气体，如 O_2 、 NO_x 等被称为氧化型气体或电子接收型气体。如果半导体的功函数大于吸附分子的离解能，则吸附分子将向器件释放出电子，而形成正离子吸附。具有正离子吸附倾向的气体有 H_2 、 CO 、碳氢化合物、醇类等，被称为还原型气体或电子供给型气体^[17]。

半导体气敏元件主要有 N 型和 P 型之分。N 型材料有 S_nO_2 、 ZnO 、 TiO 等，P 型材料有 MoO_2 、 CrO 等。当氧化型气体吸附到 N 型半导体上，还原型气体吸附到 P 型半导体上时，将使半导体载流子减少，而使电阻值增大；相反，当还原型气体吸附到 N 型半导体上，氧化型气体吸附到 P 型半导体上时，则载流子增多，使半导体电阻值下降^[18]。

2.1.3 油烟气体传感器原理及结构

油烟气体的检测方法很多，可以通过化学方法，比如红外光度法^[6]，也可以通过物理方法检测，比如用半导体气敏元件，本系统使用的油烟传感器，是日本 FIGARO 公司生产的半导体气体传感器 TGS2100，这种传感器主要使用半导体气敏材料，利用与其气体接触时使半导体的导电率等物理性质发生变化来检测待测气体的成分和浓度。这种传感器具有灵敏度高、响应时间和恢复时间快、使用寿命长等优点，能够灵敏地感知空气中的低浓度污染物的异味，具有成本低、体积小、选择性和稳定性好等特性。

TGS2100 油烟气体传感器所使用的气敏材料是二氧化锡 (S_nO_2)，这种材料的电导率在清洁空气中较低，当传感器所处环境中存在苯类等污染气体时，传感器的电导率随空气污染浓度的增大而增大，使用简单的电路即可将电导率的变化转换为该气体浓度相对应的输出信号，其典型的油烟检测范围为 $1\sim 30ppm$ 。

1. TGS2100 传感器基本测量电路

TGS2100 传感器基本测量电路^[19]如图 2-1 所示。

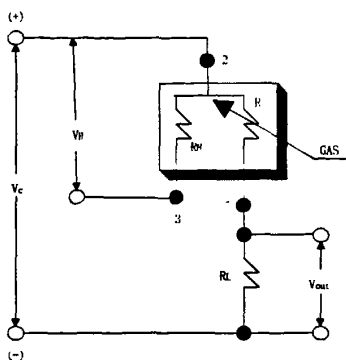


图 2-1 TGS2100 的基本测量电路

Fig. 2-1 The basic measuring circuit of TGS2100

此传感器要求有两个电压输入：加热器电压 V_H 和线路电压 V_C 。 V_H 是加在加热电阻 R_H 上的电压，保证传感器工作在合适的感应温度， V_C 是传感器的工作电压， V_C 和 V_H 可以使用同一个电源来满足传感器的电气需求，由于此传感器是有极性的，所以线路电压 V_C 必须是直流，保证在 $5.0 \pm 0.2V$ DC， R_s 是敏感电阻，烟气的浓度改变其电阻值也跟着改变， R_L 是负载电阻，它两端的电压是传感器的输出电压 V_{out} 。为保证传感器检测的精度，要求传感器工作时 R_s 的功耗 $P_s \leq 15mW$ ，当目标气体存在时，传感器功耗在 R_s 与 R_L 相等时最大。

2. 油烟传感器的参数特性

TGS2100 主要参数特性^[19]如下：

(1) 传感器电阻 R_0 和 R_s ，固有电阻 R_0 表示气体传感器在正常空气条件下（或洁净空气条件下）的阻值，又称为正常电阻。工作电阻 R_s 代表气体传感器在一定浓度下的检测气体中的阻值。

(2) 灵敏度，就物理意义而言，气体传感器的灵敏度是指传感器对被检测气体的敏感程度，通常用气体传感器在一定浓度的检测气体中的电阻与正常空气中的阻值比来表示灵敏度为：

$$K = R_s / R_0 \quad (2.1)$$

由于正常空气条件下往往不易获得，所以常用两种不同浓度中的元件电阻值之比来表示灵敏度。TGS2100 油烟气体传感器对苯系列气体具有较高的灵敏度，是一种低成本的传感器，如图 2-2 所示是该传感器典型的灵敏度特性曲线，图 2-2 中纵坐标是传感器的电阻比 (R_s/R_0)，横坐标表示气体浓度。

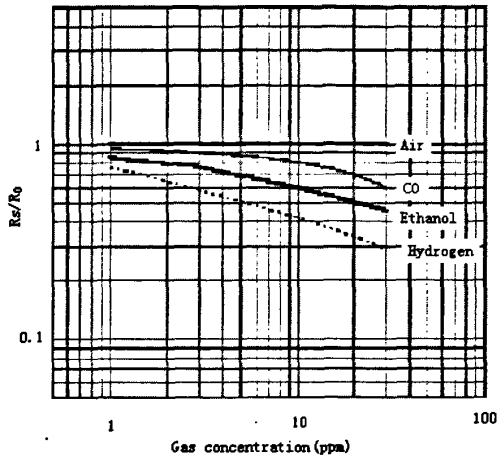


图 2-2 TGS2100 灵敏度特性

Fig. 2-2 Sensitivity characteristic of TGS2100

(3) 响应时间 t_{res} ，响应时间也是传感器的一个重要参数，它代表气体传感器对被测气体的响应速度，从原则上讲，响应速度越快越好，但实际上总要经过一定时间才能达到稳定值，一般认为从传感器接触到一定浓度的被测气体开始到其阻值达到该浓度下稳定阻值的时间就是响应时间。

(4) 加热电阻 R_H 和加热功率 P_H

为气体传感器提供工作温度的加热电阻成为加热电阻，用 R_H 表示，气体传感器正常工作时所需要的功率成为加热功率，用 P_H 表示。

(5) 洁净空气中的电压 U_0 ，在洁净空气中，将气体传感器负载电阻 R_L 上的电压值定义为洁净空气中的电压 U_0 ， U_0 与气体传感器的固有电阻 R_0 的关系为：

$$U_0 = \frac{U_C R_L}{R_0 + R_L} \quad (2.2)$$

其中 U_C 为测试回路电压。

TGS2100 油烟气体传感器若输入电压为 V_C ，传感器的电阻为 R_S ，负载电阻为 R_L ，则它的消耗功率 P_S 为：

$$P_S = \frac{V_C^2 R_S}{(R_S + R_L)^2} \quad (2.3)$$

其中它的电阻为：

$$R_S = (V_C / V_H - 1) \times R_L \quad (2.4)$$

3. 传感器受温度、湿度影响的典型曲线

油烟气体传感器 TGS2100 传感器受温度、湿度影响的典型曲线如图 2-3 所示。

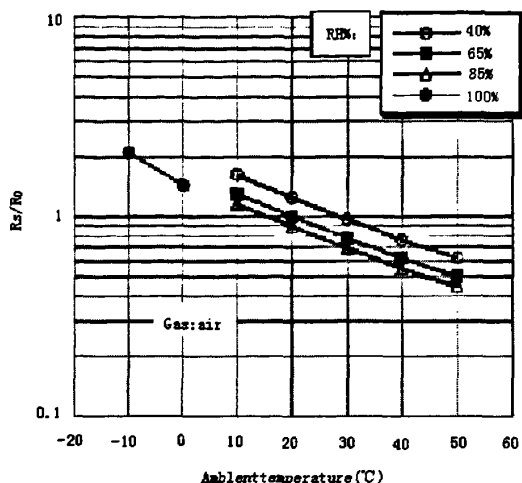


图 2-3 TGS2100 温、湿度特性

Fig.2-3 Temperature and humidity characteristic of TGS2100

4. 油烟传感器的参数指标

TGS2100 气体传感器的参数指标如表 2-1, 表 2-2, 表 2-3 所示。

表 2-1 标准回路条件及参数

Tab.2-1 Standard circuit conditions and parameters

符号	参数名称	技术条件	备注
V_c	回路电压	$5.0 \pm 0.2V$	DC
V_H	加热电压	$5.0 \pm 0.2V$	DC
R_L	负载电阻	可调	

表 2-2 标准工作条件

Tab.2-2 Standard working conditions

参数名称	技术条件	备注
气体条件	$20 \pm 2^\circ C$, $65 \pm 5\%RH$	普通空气
回路条件	$V_c = 5.0 \pm 0.01V$ $V_H = 5.0 \pm 0.05V$	DC
调节周期	7 days	使用前

表 2-3 标准工作条件下的电气特性

Tab.2-3 Electrical properties in standard conditions

符号	参数名称	技术条件	备注
R_H	加热电阻	$20 \pm 2 \Omega$	室温
P_H	加热功耗	$\leq 760\text{mW}$	
I_H	加热电流	152	
R_S	传感器电阻	$7\text{k} \sim 65\text{k} \Omega$	空气中
R_S / R_0	敏感度	0.2~0.6	10ppm 的氢气下的 R_S 与空气下的 R_0 的 比值

5. 油烟传感器的结构

图 2-4 为 TGS2100 的结构外形图：

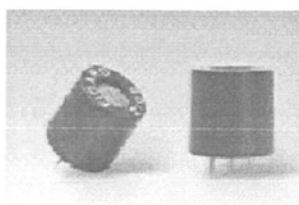


图 2-4 TGS2100 的外形图

Fig.2-4 Outside view of TGS2100

2.2 多传感器数据融合技术

2.2.1 多传感器数据融合的概念

数据融合是上世纪 80 年代形成和发展起来的一种自动化信息综合处理技术，数据融合又称作信息融合或多传感器数据融合，数据融合比较确切的定义可以概括为：充分利用不同时间与空间的多传感器信息资源，采用计算机技术对按照时序获得的多传感器观测信息在一定准则下加以自动分析、综合、支配和使用，获得对被测对象的一致性解释与描述，以完成所需的决策和估计任务，使系统获得比它的各组成部分更优越的性能。因此，多传感器系统是数据融合的基础，多源信息是数据融合的加工对象，协调优化和综合处理是数据融合的核心^[20]。

数据融合是许多传统学科和新技术的集成与应用。广义的数据融合涉及检测技术、信号处理、通信、模式识别、决策论、不确定性理论、估计理论、最优化理论、计算机科学、人工智能和神经网络等诸多学科，数据融合所采用的信息表示和处理方法也来自这些学科。表 2-4 归纳了常用的一些数据融合方法^[20]。

表 2-4 常用的一些数据融合方法

Tab.2-4 Some commonly used data fusion methods

经典方法		现代方法	
估计方法	统计方法	信息论方法	人工智能
加权平均法	经典推理法	聚类分析	模糊逻辑
极大似然估计	Bayes 参数估计	模板法	产生式规则
最小二乘法	品质因数法	嫡理论	人工神经网络
卡尔曼滤波	D-S 证据决策理论	遗传算法	模糊积分理论

其中典型的是 Bayes 参数估计、D-S (dempster-shafer) 证据决策理论。

2.2.2 多传感器自适应加权数据融合算法

自适应加权数据融合算法是一种对不等精度测量系统数据处理的重要估计算法。在多传感器监测系统中，有 n 个传感器对某一被测对象进行采集监测^{[22][23][24]}。自适应加权数据融合模型如图 2-6 所示：

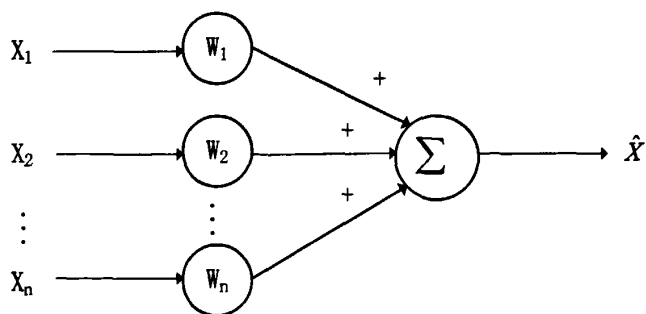


图 2-6 自适应加权数据融合模型

Fig.2-6 Self-adaptive weighted data fusion model

系统中的每一个传感器都赋予相应的加权因子，把由传感器检测出来误差小的数据赋予较大的加权因子，反之则赋予较小的加权因子。在总均方误差最小这

一最优条件下，根据各个传感器所得到的测量值以自适应的方式寻找其对应的最优加权因子，使融合后的 \hat{X} 达到最优，即最接近真值。下面是该算法的具体阐述：

[25][26]。

1. 最优加权因子及其均方误差

设 n 个传感器的方差分别为 σ_1^2 、 σ_2^2 、 \dots 、 σ_n^2 ，所要估计的真值为 \hat{X} ，各个的测量值分别为 X_1 、 X_2 、 \dots 、 X_n ，彼此相互独立，并且是 \hat{X} 的无偏估计；各个传感器的加权因子分别为 W_1 、 W_2 、 \dots 、 W_n 。融合后的值和加权因子满足以下关系：

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (2.5)$$

$$\hat{X} = [W_1 W_2 \dots W_n][X_1 X_2 \dots X_n]^T = \sum_{i=1}^n W_i X_i \quad (2.6)$$

总均方差为：

$$\sigma^2 = E[(X - \hat{X})^2] = E\left[\sum_{i=1}^n W_i^2 (X - X_i)^2 + 2 \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j}}^n W_i W_j (X - X_i)(X - X_j)\right] \quad (2.7)$$

从式 (2.7) 可知，总均方误差 σ^2 是关于各个加权因子的多元二次函数，因此必然存在最小值。该最小值的求取是加权因子 W_1 、 W_2 、 \dots 、 W_n 满足式 (2.6) 多元函数值的求取。根据多元函数求极值理论(拉格朗日定理)，可求出总均方差最小时所对应的加权因子为：

$$W_i' = \frac{1}{\sigma_i^2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2}} \quad (2.8)$$

此时所对应的最小均方差为：

$$\sigma_{\min}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2}} \quad (2.9)$$

2. 该算法的线性无偏最小方差

(1) 线性估计

由式 (2.6) 可以看出，融合后的估计是各传感器的测量值的线性函数。

(2) 无偏性估计

因为 X_i 为 X 的无偏估计，即

$$E[X - \hat{X}] = 0 (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.10)$$

所以由式(2.6)可得

$$E[X - \hat{X}] = E[X \sum_{i=1}^n W_i - \sum_{i=1}^n W_i X_i] = E[\sum_{i=1}^n W_i (X - X_i)] = 0 \quad (2.11)$$

即 \hat{X} 为 X 的无偏估计。

(3) 最小均方差估计

在上述的推导过程中, 是以均方差最小作为最优条件的, 为了进一步证明这点, 作如下推导, 用 n 个传感器中方差最小传感器 L 作为均值估计, 设传感器 L

的方差为 $\sigma_{L\min}^2$, 由 $\sigma_L^2 = \sigma_{L\min}^2$, $\sigma_{\min}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2}}$, 得:

$$\frac{\sigma_L^2}{\sigma_{\min}^2} = \sigma_{L\min}^2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2} = 1 + \sigma_{L\min}^2 \sum_{i=1, i \neq L}^n \frac{1}{\sigma_i^2} \geq 1 \quad (2.12)$$

所以 $\sigma_L^2 \geq \sigma_{L\min}^2$ 即自适应加权融合算法总均方差小于单个传感器均方差。

用多个传感器平均值做估计是用 n 个传感器测量数据的均值处理得到的估计, 即

$$\tilde{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.13)$$

此时的均方误差为:

$$\tilde{\sigma}^2 = E[(X - \tilde{X})^2] = E\left[\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i\right)^2\right] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E[(X - X_i)^2] = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad (2.14)$$

$$\frac{\tilde{\sigma}^2}{\sigma_{\min}^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad (2.15)$$

此时不妨设 $0 < \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2 \leq \sigma_n^2$, 按照各个传感器的方差进行排序, 则根据切比雪夫不等式有:

$$\frac{\tilde{\sigma}^2}{\sigma_{\min}^2} \geq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2} = 1 \quad (2.16)$$

所以 $\tilde{\sigma}^2 \geq \sigma_{\min}^2$, 即自适应加权数据融合算法总均方差小于各个传感器均值作估计的均方差。

3. 各个传感器方差 σ_i^2

从上述分析可以看出, 最佳加权因子 W_i 决定着各个传感器的方差 σ_i^2

($i=1, 2, \dots, n$), σ_i^2 一般是未知的, 可根据各传感器提供的测量值, 根据相应的算法求出。设有两个不同的任意传感器 i, j ($i, j=1, 2, \dots, n$), 其中测量值分别为 X_i, X_j , 其对应的测量误差分别为: $X_i = X_i + V_i; X_j = X_j + V_j$, 其中 V_i, V_j 为零均值平稳噪声, 则传感器 i 的方差为:

$$\sigma_i^2 = E[V_i^2] \quad (2.17)$$

因为 V_i, V_j 互不相关, 且均值为零, 与 X 也不相关, 所以他们的共协方差函数 R_{ij} 满足:

$$R_{ij} = E[X_i X_j] = E[X^2] \quad (2.18)$$

R_i 的自协方差函数 R_{ii} 满足:

$$R_{ii} = E[X_i X_i] = E[X^2] + E[V_i^2] \quad (2.19)$$

使(2.19)减去式(2.18)得

$$\sigma_i^2 = E[V_i^2] = R_{ii} - R_{ij} \quad (2.20)$$

R_{ii} 与 R_{ij} 的求取, 由其时域估计值得出。

假如传感器测量数据个数为 k 个, R_{ii} 的时域估计值为 $R_{ii}(k)$, R_{ij} 的时域估计值为 $R_{ij}(k)$, 则:

$$R_{ii}(k) = \frac{1}{k} \sum_{m=1}^k X_i(m) X_i(m) = \frac{1}{k} \sum_{m=1}^{k-1} X_i(m) X_i(m) + \frac{1}{k} X_i(k) X_i(k) = \frac{k-1}{k} R_{ii}(k-1) + \frac{1}{k} X_i(k) X_i(k) \quad (2.21)$$

同理可得:

$$R_{ij}(k) = \frac{1}{k-1} R_{ij}(k-1) + \frac{1}{k} X_i(k) X_j(k) \quad (2.22)$$

对于 R_{ij} 可进一步由 $R_{ij}(k)$ 的均值来做它的估计, 即:

$$R_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1, j \neq i}^n R_{ij}(k) \quad (2.23)$$

由上述可知, 依靠各个传感器的测量值即可求出 R_{ii} 和 R_{ij} 的时域估计值, 从而可估计出各传感器的方差 σ_i^2 。

2.2.3 自适应加权数据融合算法在油烟气体监测系统中的应用

由于油烟气体传感器所处的环境比较复杂, 如何保证和提高检测数据的可信

度, 是该系统研究的关键技术之一。许多研究应用表明, 采用多传感器数据融合技术能有效地消除检测中的不确定因素, 提高检测结果的准确性, 本系统采用多传感器自适应加权数据融合技术来研究油烟气体检测的准确与可靠性问题。

在油烟气体浓度监测系统中, 采用 3 个油烟传感器来检测油烟气体的浓度。其自适应加权数据融合的步骤是^[29]:

- (1) 求出传感器 i 进行 k 次测量后的平均值

$$\bar{X}_i(k) = \frac{1}{k} \sum X_i, (i=1,2,3) \quad (2.24)$$

- (2) 求出各个传感器 i 的方差

$$\sigma_i^2 = E[T_i^2] (i=1,2,3) \quad (2.25)$$

- (3) 求出最优加权因子

$$W_i = \frac{1}{\sigma_i^2 \sum_{i=1}^3 \frac{1}{\sigma_i^2}} (i=1,2,3) \quad (2.26)$$

- (4) 计算出融合估计值

$$\hat{X} = \sum_{i=1}^3 \frac{1}{\sigma_i^2 \sum_{i=1}^3 \frac{1}{\sigma_i^2}} \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k X_j = \sum_{i=1}^3 W_i \bar{X}_i(k) (i=1,2,3) \quad (2.27)$$

利用自适应加权估计方法对同类型的多个油烟气体传感器的测量数据进行融合处理, 能够提供可靠的测量信息, 与只用单一个传感器来测量油烟气体信息的系统相比较, 自适应加权数据融合技术充分利用了多源信息, 提高了测量的精度与可靠性。

2.3 GPRS 无线数据传输技术

2.3.1 GPRS 简介

GPRS (General Packet Radio Service, 通用无线分组业务) 作为第二代移动通信技术 GSM 向第三代移动通信 (3G) 的过渡技术, 是一种基于 GSM 的移动分组数据业务, 面向用户提供移动分组的 IP 或者 X.25 连接。GPRS 与 GSM 系统最根本的区别是: GSM 是一种电路交换系统, 在整个连接期内, 用户无论是否传送数据都

EIR(设备标识寄存器); MSC(移动交换中心); VLR(访问位置寄存器); SMS(短消息服务); BSS(包括基站收发信台(BTS)和基站控制器(BSC)), HLR(Home Location Register, 位置寄存器); MSC/VLR(移动交换中心/访问位置寄存器); SMS-GMSC: 消息业务网关移动交换中心; SMS-IW MSC: 短消息业务互通移动交换中心^[22]。

GPRS是在原有GSM系统建立起来的,其数据业务主要是在新引入的网络单元中进行。新引入的网络单元可分为无线部分和数据部分。如PCU属于无线管理部分,是嵌入在BSS(Base Station Subsystem, 基站子系统)中;SGSN属于无线管理和数据管理公用部分;GGSN则完全属于数据管理部分。GSM网络主要由移动台(MS)基站子系统(BSS)和网络子系统(NSS)组成。MS(移动台),由MT和TE组成,BSS包括基站收发信台(BTS)和基站控制器(BSC),一个BSC可以管理多个BTS。NSS主要由移动交换中心(MSC)、归属位置寄存器(HLR)、访问位置寄存器(VLR)和鉴权中心(AUC)组成。GPRS业务的提供涉及MS,BSS,SGSN,HLR以及外部PDN(Public Data Network, 公用数据网)等实体,还涉及MSC/VLR, SMS-GMSC等实体。GPRS的主要功能是由SGSN, GGSN与MS, HLR, PDN等相关实体配合实现的。

在应用设计中,最关键的接口是Um接口、Gi参考点(reference point)以及R参考点,Um是MT和GPRS网络进行无线连接的空中接口。Gi是GPRS网与外部数据网(指分组数据网如Internet,和其它网络如X.25,X.75等)的数据通信接口。R参考点则把TE和MT结合为MS^{[22][24][25]}。

2.3.3 GPRS数据无线传输模式

(1) GPRS网内无线传输

GPRS移动用户使用GPRS网进行网内数据无线传输如图2-11所示。

GPRS用户数据终端MS(mobile station,移动台)与BSS(包括基站收发信台(BTS)和基站控制器(BSC))、MSC(移动交换中心)建立连接,发送数据时产生了一个分组数据单元(PDU),这个PDU经过SNDC层处理,称为SNDC数据单元。然后经过LLC层处理为LLC帧,通过空中接口送到GSM网络中移动台所处的SGSN(Serving GSN,服务GSN)。SGSN把数据送到GGSN,GGSN把收到的消息进行解装处理,转换为可在公用数据网中传送的格式(如PSPDN的PDU),最终送给公用数据网的用户。

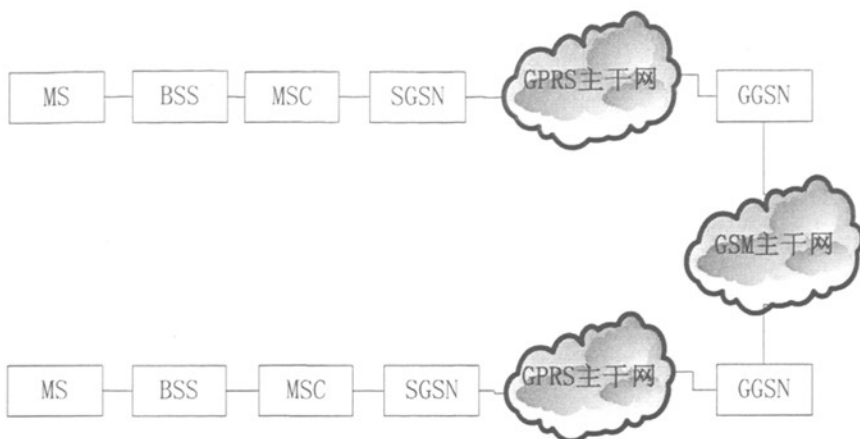


图 2-11 GPRS 网内无线传输示意图

Fig.2-11 The schematic diagram of wireless transmission in GPRS network

GPRS 移动用户接收数据时首先通过数据网的标准协议建立数据网和 GGSN 之间的路由。数据网用户发出的数据单元(如 PSPDN 中的 PDU), 通过建立好的路由把数据单元 PDU 送给 GGSN。而 GGSN 再把 PDU 送给移动台所在的 SGSN, GSN 把 PDU 封装成 SNDC 数据单元, 再经 LLC 层处理为 LLC 帧单元, 最终经空中接口送给目的移动台^{[36][37]}。

(2) GPRS 网接入 Internet 无线传输

GPRS 网接入 Internet 进行数据无线传输的示意图如图 2-12 所示。

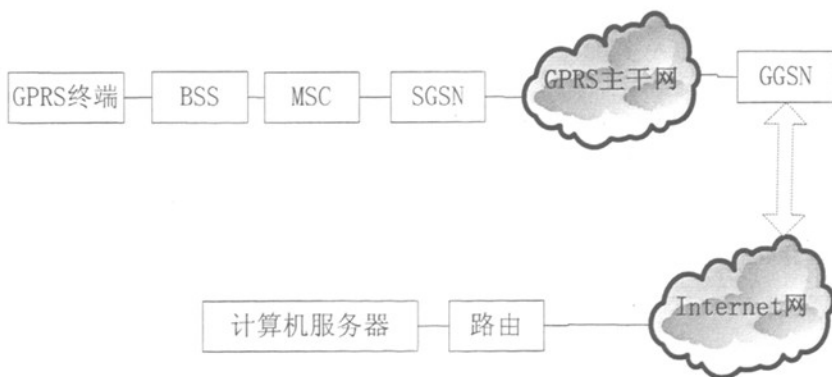


图 2-12 GPRS 接入 Internet 示意图

Fig.2-12 The schematic diagram of GPRS connect to Internet

数据以 GPRS 分组数据的形式通过 GSM 基站 (BSS) 发送到 GPRS 服务支持节点 (SGSN), 然后 SGSN 与 GPRS 网关支持节点 (GGSN) 进行通讯, GGSN 对分组的数据进

行相应的处理，再发送到连在 Internet 上的服务器。

2.4 本章小结

本章介绍了系统设计中的应用到的主要关键技术，包括油烟气体传感原理，重点介绍了本文系统设计中用到的油烟传感器 TGS2100，另外还介绍了多传感器数据融合技术，特别讨论了自适应加权数据融合算法并说明在本文中的应用，最后介绍了 GPRS 技术。这些关键技术为系统的设计奠定了理论基础。

第三章 系统总体设计

本章在前面对油烟传感技术、数据融合技术和 GPRS 网络技术分析的基础上，分析整个监测系统总体的功能和实现原理，并设计系统的方案。

3.1 系统功能

本系统采用油烟气体传感器采集油烟信号，利用多传感器数据融合技术和 GPRS 无线通信技术、高性能微处理器技术，嵌入式操作系统技术等实现现场油烟信号参数的实时检测和无线网络传输。系统要完成的功能如下：

(1) 系统能够实时监测油烟信号模拟量的输入，对模拟量进行模数转换，经过对数据进行分析检测后得到油烟气体浓度的特征信号，分别为低水平 LOW，正常水平 NORMAL，以及报警 WARN 三个等级；

(2) 当发生油烟浓度超标时，系统主动驱动外部设备进行警示或者驱动油烟净化设备，同时把油烟的特征信号与发生警示的地点信号发送到监测管理中心；

(3) 当监测中心需要查询现场的油烟浓度情况时，监测中心可以发送命令到油烟监测终端，监测终端确认后返回当时监测的油烟特征信号给监测中心。

3.2 系统方案的比较与选取

城市油烟气体浓度远程监测系统采用无线数据传输方式，GPRS 无线数据传输网络，包括数据监测终端的网络接入和监测中心的网络接入。数据监测终端通过 GPRS 模块接入传输网络，可以选择 CMNET（中国移动 IP 网）和 APN (ACCESS Point Name) 方式接入，CMNET 通常用于公众用户接入 Internet，APN 是针对相关行业用户使用，通常在一个网内需要设定用户名和密码，具有更好的安全性；而监测中心有接入网络的总的来说有好两种，一种是以 Internet 通信方式接入，一种是以非 Internet 方式接入，后者又分以 GPRS Modem 方式接入 GPRS 网络，以专线接入 GPRS 网络和直接接入 GPRS 网络方式四种。接入方案的选择应考虑 GPRS 自身的特点和应用领域的具体要求，例如业务数据量、可靠性、保密性等。

专线接入的方式是用户通过接入中国移动的路由器，接入 GPRS 的 GGSN 节点来实现接入 GPRS 网络；而直接接入是用户通过 GRE（通用路由封装）路由器不经过 GPRS 防火墙直接进入 GPRS 内部网络。这两种方式用于对安全性要求很高的企业，例如金融、证券等行业。

1. 方案的比较

对于本系统来讲，有以下两种方案：

(1) 方案一

此方案为 GPRS 网内数据传输方案，数据监测终端和监测中心都没有接入 Internet，油烟气体采集终端的数据在移动公司 GPRS 数据网络内部传递。

此方案的系统示意图如图 3-1 所示。



图 3-1 GPRS 网内数据传输方案

Fig.3-1 Scheme of data translation in GPRS

方案一是针对总数据带宽要求不大的情况下的应用，全部数据在 GPRS 网内运行，所有的 GPRS 模块终端接入到同一个专有 APN，监测中心的 GPRS 模块终端接入点绑定 GPRS 内部固定 IP 地址，所以必须提供一个绑定移动内网固定 IP 地址的 SIM 卡，为此用户需向电信申请 APN 业务。对于传输的数据量不大而且要求实时性不高的情况下此可以选择此方案。

(2) 方案二

监测终端采集的油烟气体信号通过 GPRS 局域网进入 Internet 互联网，监测中心接入 Internet，在互联网上实现监测终端与监测中心的通信。

此方案的系统示意图如图 3-2 所示。

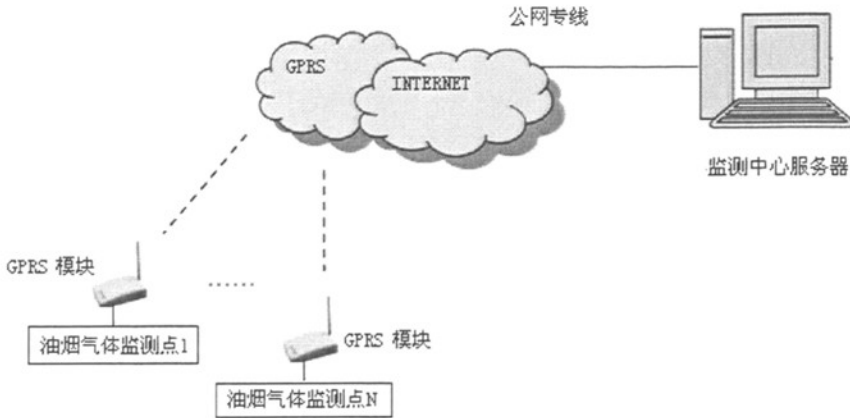


图 3-2 GPRS 接入 Internet 数据传输方案

Fig. 3-2 Scheme of data translation through GPRS connect to Internet

方案二与方案一不同的地方在于监测终端不用再配置 GPRS 模块，由于是与 Internet 连接，所以这种连接方式不存在跨区域的问题，而且这种方式带宽大，延时小，速度快，但是它要求监测中心而且必须有静态的 IP 地址。监测终端连接 Internet 如果以 ADSL 方式开通，IP 地址是动态分配的，不利于与监测终端的通信，但有两种方式可以解决：一种可以通过域名解析技术来获得固定的 IP 地址，即数据监测中心要通过域名服务器来获取静态的 IP 地址；一种是通过短信的方式，即在监测中心连接到 Internet 并获得公网动态 IP 地址时通过短信息发送监测中心的 IP 地址给数据采集监测终端的 GPRS 模块，监测终端得到 IP 地址后才能经过 Internet 与监测中心建立数据通道。如果服务器在局域网内（比如校园网），则必须做端口映射，有个固定的端口才能与监测终端通信。

2. 方案的选取

两个方案都各有所长，考虑到系统的功能要求以及实验的实际条件，本文采取方案一的通信方式来研究。监测中心没有连接 Internet，而是连接 GPRS Modem，这种方式虽然传输的数据量不大，但是满足了系统的功能要求，不必担心获取网络上的固定 IP 地址问题，也不必担心 Internet 网络安全问题，监测中心只要在

GPRS 网覆盖的范围内就可以无线与监测终端通信，不必连接网线，灵活性与自由度比较高。

本系统在监测终端与监测中心各配备 GPRS 模块,数据传输采取短信息的的方式，监测终端与监测中心都有一个自己的电话号码。而且监测模块的号码可以代表其所在监测地点，监测中心在收到监测终端的短信后可以获得的信息包括油烟发生地时间即发送短信的时间，油烟发生地点即信息的来源也就是监测终端的电话号码，油烟气体的情况特征即发送的短信内容。

3.3 系统的组成和结构原理

整个系统由监测中心、通信网络、油烟气体信号采集终端三个部分组成。

1. 油烟监测中心：由服务器、GPRS 数据传输模块、监测系统软件组成。
2. 通信网络：移动公司 GPRS 网络。
3. 油烟气体信号采集终端：由油烟信号采集模块、基于 ARM 的嵌入式系统、GPRS 数据传输模块、显示模块、外部设备驱动电路示模块组成。

系统的原理如图 3-3 所示。

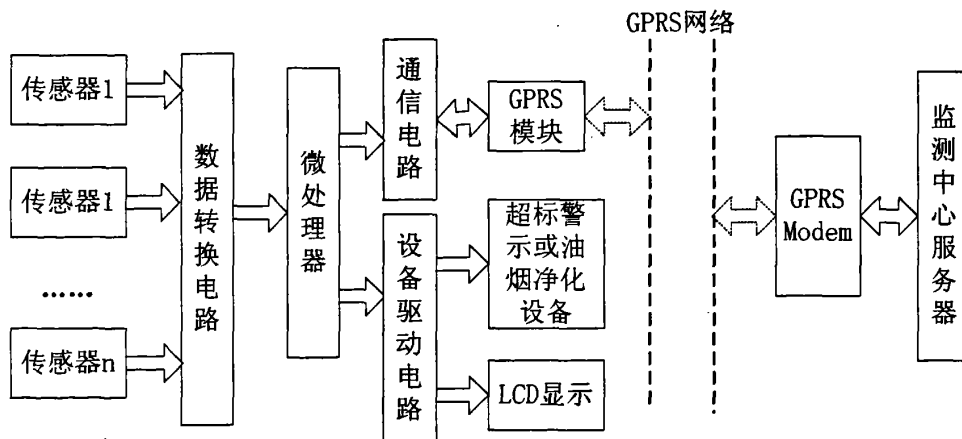


图 3-3 系统结构原理图

Fig. 3-3 Schematic diagram of system structure

城市油烟气体浓度远程无线监测系统的原理是：油烟气体浓度信号由多个油烟传感器获得并传输给微处理器，处理器接收到信号后，经过数据融合处理，得出油烟气体的浓度特征，当油烟监测终端探测到油烟浓度超过指标时，将特征信

号通过串口发给 GPRS 模块,再由 GPRS 模块把数据发到 GPRS 网络并传送到监测中心,同时系统采集终端驱动外部设备(警示设备或者油烟净化设备)工作。当监测中心需要监测当前的油烟浓度状况是可以发送控制命令传给监测中心的 GPRS 模块通过 GPRS 网络发送给监测终端的 GPRS 模块,再由监测终端的 GPRS 模块传送到微控制器去执行相应的命令操作。

3.4 本章小结

本章首先介绍了系统的功能,对系统进行方案的对比与选择,最后介绍本系统的组成和结构原理,为后面章节的硬件和软件设计提供一个总体框架。

第四章 系统监测终端硬件设计

本章研究系统监测终端硬件的设计，包括硬件总体设计，以及系统中各个主要模块的设计，包括嵌入式系统测控主板的设计、油烟气体传感器信号采集电路设计、GPRS 模块的选型及接口电路设计、LCD 显示接口电路设计、外部设备控制信号输出电路设计。

4.1 监测终端的硬件总体设计

监测终端的硬件设计整体框图如图 4-1 所示。

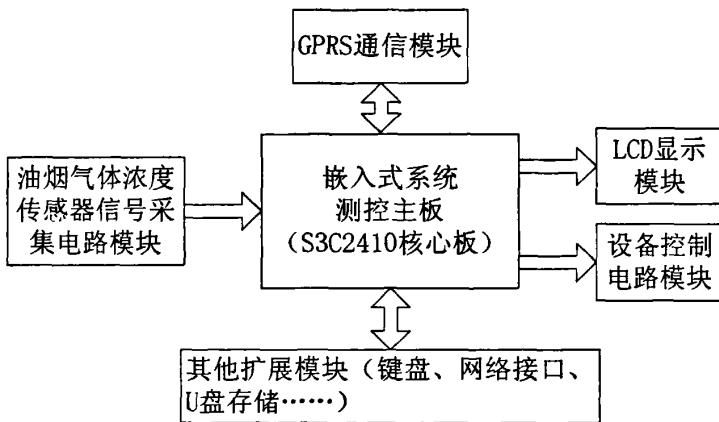


图 4-1 系统硬件框图

Fig. 4-1 System hardware block diagram

硬件系统主要可分为油烟气体传感器信号采集模块、嵌入式系统测控主板、GPRS 无线传输模块、LCD 显示模块、设备控制电路模块。

(1) 传感器数据采集模块: 采用 TGS2100 油烟传感器来对油烟信息进行采集, 传感器信号经过信号采集后传输给微处理器;

(2) 嵌入式系统测控主板: 采用核心板加底板的开发模式如图 4-2 所示:

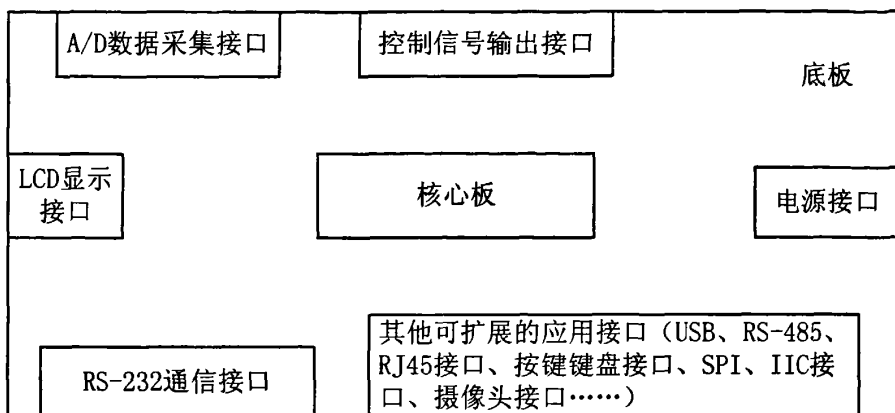


图 4-2 嵌入式系统测控主板

Fig. 4-2 Embedded system measure and control mainboard

核心板使用市面上已经有的产品，底板可以根据系统的需要定制，这种开发模式可以方便系统开发，并且缩短开发周期；

(3) 系统 GPRS 模块：采用的是 Simens 的 MC39i 通讯模块，MC39i 与控制模块通过串行口进行通信，中间经过 RS-232 电平转换；

(4) 显示模块：采用 LCD 显示；

(5) 设备控制电路模块：由系统的 GPIO 口引出，通过开关控制电路驱动警示设备或者油烟净化设备。

4.2 硬件主要模块设计介绍

4.2.1 核心板单元设计

本系统采用的核心板满足以下要求：CPU 工作电源为 1.8V 和 3.3V，包含 Flash，SDRAM 等存储器，晶振电路和 JTAG 调试接口等，如图所示。核心板引出资源包括：16 位数据线，23 位地址线，控制信号线和片选、中断信号等。核心板结构示意图如图 4-3 所示。

核心板的微处理器采用三星 S3C2410 是 32 位 RISC ARM 微处理器，内嵌 ARM920 内核，最高可以运行到 266MHz，这个工作频率能够使处理器轻松运行 WinCE，Linux 等操作系统以及进行较为复杂的信息处理。S3C2410 芯片拥有独立的 16KB 指令和 16KB 数据缓存；MMU 虚存管理单元，LCD 控制器（支持 STN&TFT）；NAND Flash

BootLoader; 系统管理单元; 3 通道 UART; 4 通道 DMA; 4 通道具备 PWM 功能的定时器; I/O 口; RTC(实时时钟); 8 通道 10bit 精度 ADC; 触摸屏控制器; IIC 总线接口; IIS 数字音频总线接口; USB 主机; USB 设备; SD / MMC 卡控制器; 2 通道 SPI 和 PLL 数字锁相环。ARM920T 有两个内部协处理器: CP14 和 CP15。CP14 用于调试控制, CP15 用于存储系统控制以及测试控制。S3C2410 具有高性能、低功耗、低成本, 小体积等优点, 适用于手持设备等移动计算领域^[20]。

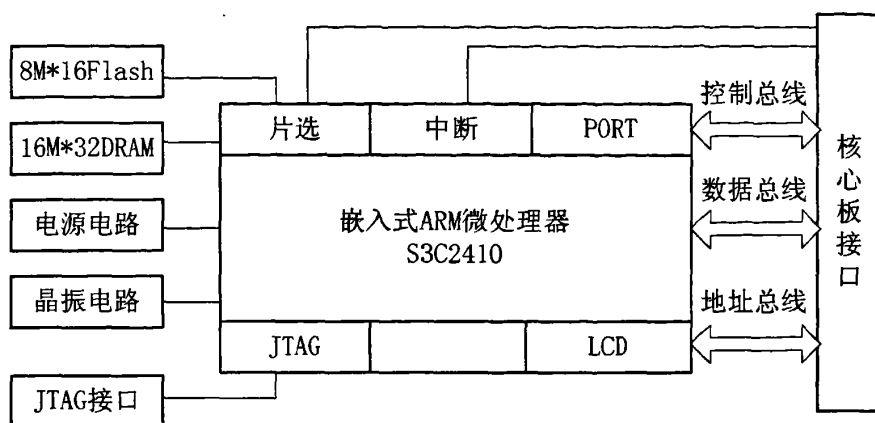


图 4-3 核心板结构示意图

Fig. 4-3 The sketch map of coreboard

本系统核心板的微处理器采用 ARM9 32 位处理器, 而不是采用普通的 8 位或 16 位的单片机, 其原因是基于系统的扩展能力与信息处理能力考虑的。在本系统的方案中监测的只有油烟传感器的信号, 信号量很少, 用一般的单片机就可以实现, 但是如果系统扩展了现场摄像监测的功能, 其信息的处理和传输量就比较大; 另外, 使用高性能微处理器并嵌入操作系统, 可以使得系统的运作更加稳定可靠。

4.2.2 油烟气体浓度信号采集电路设计

(1) 油烟气体传感器的选择

本文监测对象主要为油烟气体 (CO , SO_2 , CO_2 , HCHO 等气体) 的浓度, 采样的信号属于模拟量信号, 需要同时综合采样。所以油烟传感器采用现有的综合式空气品质传感器, 它采用半导体敏感技术, 可以测试空气中的氢、烃、一氧化碳、苯等气体。本系统中油烟气体传感器的型号选用 TGS2100。

(2) 油烟气体浓度信号采集电路

油烟气体浓度传感器的测量电路由三部分组成：输入级、信号放大级和输出级。如图 4-4 所示。

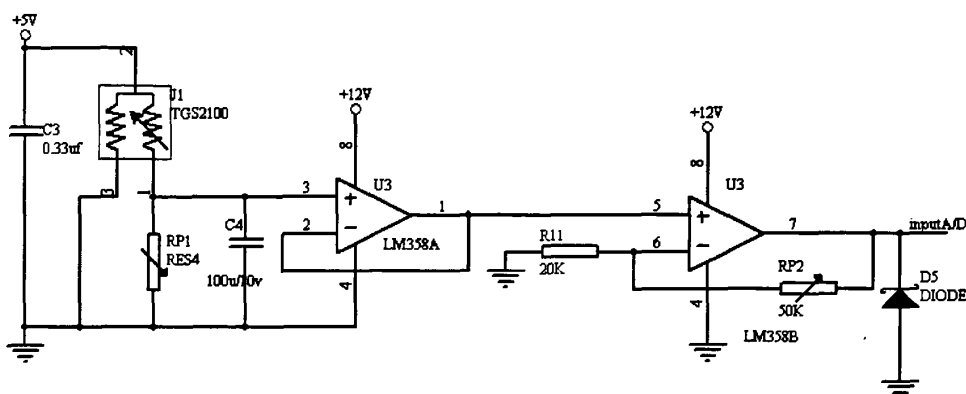


图 4-4 油烟气体浓度信号采集电路

Fig. 4-4 Measuring circuit of Oil-fume gas concentration

输入级是油烟气体浓度传感器，出来的信号很微弱，必须经过放大与稳压之后再输入给微处理器单元，电路中放大器 LM358A 做电压跟随器，LM358B 接成比例放大器，用可调电阻 RP2 调节传感器输出的电压放大的倍数，由于微处理器输入信号的电压为 0~3.3V，所以电路最后在输出端加上 3.3V 的稳压二极管，可以避免输入系统测控主板的电压超过 3.3V。

4.2.3 A/D 转换接口电路设计

S3C2410 内部集成了一个 8 通道 10Bit 的 ADC 转换模块(其中第 5、第 6 通道可用于支持触摸屏接口)。ADC 模块最大转换速率可达 500KSPS，A/D 转换器以片上采样、保持的方式工作，支持掉电模式，其测量模拟输入电压范围为 0~3.3V。A/D 转换电路如图 4-5 所示。

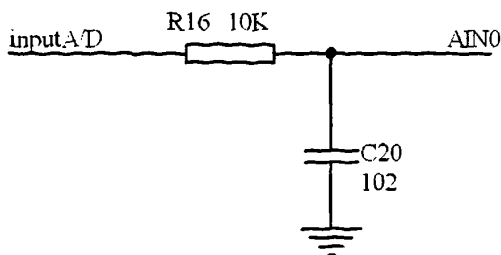


图 4-5 A/D 转换电路

Fig.4-5 ADC circuit

4.2.4 外部设备控制信号输出电路设计

鉴于系统终端的安装场合，要控制的外部设备主要有两部分，警示设备以及油烟净化设备，警示设备主要是 LED 灯，油烟净化设备是油烟净化器。

警示设备控制信号由 GPIO 口引出，触发三极管，LED 发光管。输出电路如图 4-6 所示。

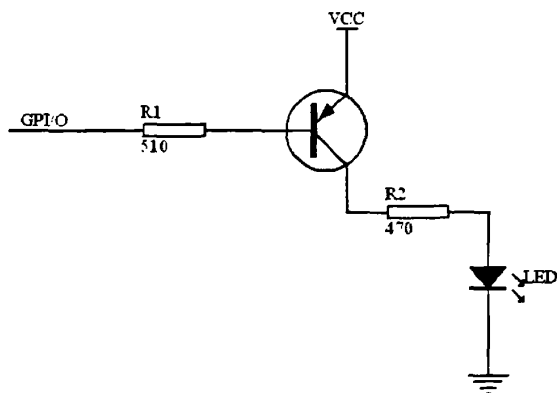


图 4-6 警示控制信号输出电路

Fig.4-6 Caution output circuit control signal

油烟净化设备的控制信号也是由 GPIO 口引出，触发三极管控制控制继电器，从而控制油烟净化设备的运作。输出电路如图 4-7 所示。

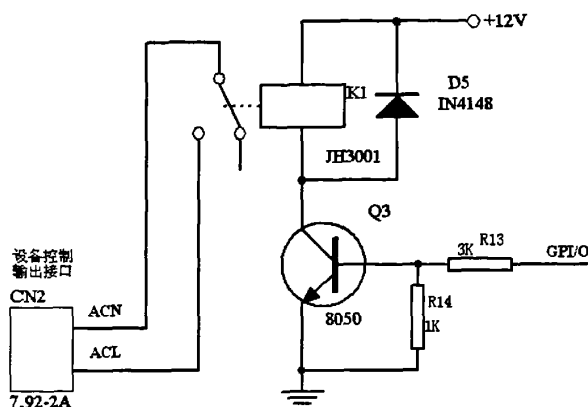


图 4-7 油烟净化设备控制信号输出电路

Fig.4-7 Oil-fume purification equipment output circuit control signal

4. 2. 5 GPRS 模块通信电路设计

本文采用 GPRS 模块采用西门子公司推出的 GPRS 通讯模块 MC39i,它支持语音通讯,具有 GPRS, USSD 和 CSD 三种数据传输方式以及 SMS 和 FAX 功能。模块具有体积小、重量轻、功耗低等特点。MC39i 的工作电压为 3.3 伏-4.8 伏,典型电压为 4.2 伏,最大工作电流为 2 安。模块可以工作在 EGSM900 和 GSM1800 两个频段。工作于 EGSM900 时功耗为 2 瓦,工作于 GSM1800 时功耗为 1 瓦,利用 AT 指令进行控制。MC39i 具有 40 脚的 ZIF 接口,主要有电源接口、标准 RS232 双向串口、SIM 3 伏接口和模拟语音接口等。MC39i 与测控主板的接线简图如图 4-8 示^{[40][46]}。

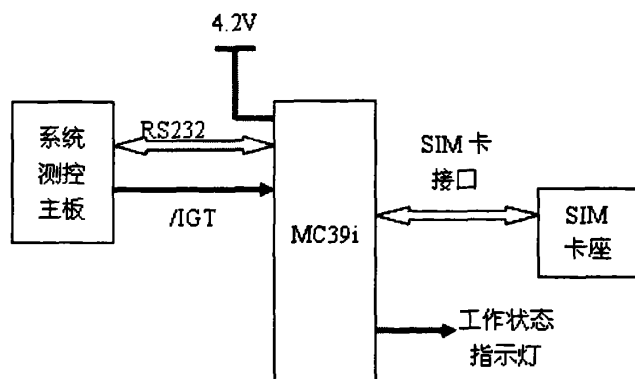


图4-8 MC39i的接线简图

Fig.4-8 Sketch map of MC39i connection

设计时采用三线制(RXD/TXD/GND)的方式连接MC39i与S3C2410。对于标准RS223中未使用的引脚,如果为输出引脚则浮空,如果为输入引脚则通过10K欧姆电阻上拉。/IGT引脚用于启动GPSR引擎模块,为下降沿有效⁽⁴⁾。/IGT引脚与S3C2410通用端口相连,利用软件启动MC39i。

MC39i 串口电气特性采用 ITU-T V. 24 协议,此协议规定 0V 表示逻辑 0, 2. 65V 表示逻辑 1, 与 TTL/COMS 电平兼容, 因此 MC39i 不需要任何电平转换即可与系统的串口直接连接。但为了方便调试, 这里还将 MC39i 的串口通过 D 型连接器与上位机连接。由于上位机使用的 RS-232-C 标准所定义的高低电平信号与 GPRS 模块定义的 TL/COMS 电平所定义的高低电平信号完全不同 (RS-232-C 标准采用负逻辑方式, 标准逻辑“1”对应-5~-15V 电平, 标准逻辑“0”对应+5~+15V 电平), 显然两者之间要进行通信必须经过信号电平的转换。MC39i 串口电路如图 4-9 所示。

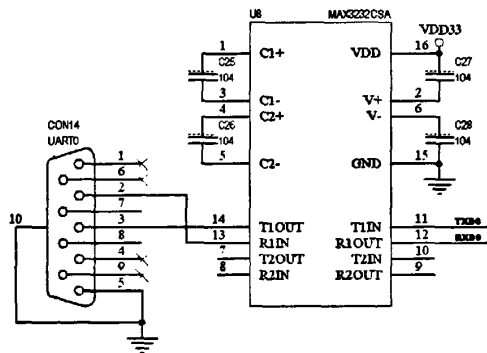


图 4-9 MC39i 串口电路

Fig. 4-9 Serial interface of MC39i

4. 2. 6 液晶显示接口电路设计

S3C2410内部自带一个LCD驱动控制器,其接口可以与单色、灰度、彩色STN型和彩色TFT型的LCD直接相连,可根据所连接的LCD的类型设置相应寄存器中的显示模式。本文显示模块采用LQ080V3DGO1,它是Sharp公司的TFT-LCD,其分辨率为640 * 480。LQ080V3DGO1要求其电源电压V_{dd}典型值为3. 3V/5V,并且LCD数据和控制信号的高电平输入电压V_{iH}在[2. 3V, 5. 5V]范围内,低电平输入电压V_{iL}在

[-0.3V, 0.9V]范围内，故可以直接与S3C2410相连^{[42][43]}。电路图如图4-10所示。

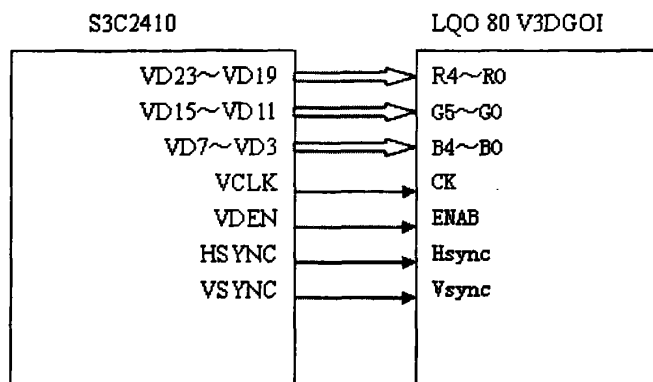


图4-9 LCD显示接口电路

Fig. 4-9 interface circuit of LCD display

4.3 本章小结

本章介绍了系统的监测终端的硬件设计，主要介绍了硬件总体结构，以及系统的主要模块的硬件电路设计。

第五章 系统软件设计

为了实现系统功能，本章将研究系统的软件设计，包括监测终端和监测中心的软件设计。监测终端采用了嵌入式操作系统 WinCE，监测中心采用虚拟仪器软件 LabVIEW 来实现。

5.1 系统监测终端软件设计

5.1.1 基于 WinCE.net 嵌入式操作系统的系统软件开发

5.1.1.1 WinCE 嵌入式实时操作系统概述

WinCE.net是Microsoft开发的一款嵌入式操作系统，它具有多任务、实时性、模块化和具有强大通讯功能的优点，微软为WinCE.net的开发提供了完整的系统定制开发环境，使得WinCE得到快速发展。它具有微内核（一般需要4M~8M的ROM，核心代码只有500K），易移植性、模块化，兼容大部分Win32的APIs，并且有大量的开发工具支持（开发语言有Embedded Visual Basic/C++，可使用的工具有Remote debugger, emulators，使用的技术有COM, DCOM, ATL, MFC, Winsock等），连接性（支持与PC机之间、WinCE设备之间、以及和Internet之间的连接具有很多的通讯开发API，串口，LAN， modem， 红外等），实时性等优点。鉴于以上的优点，WinCE操作系统能很好的满足文本系统设计需要。

WinCE操作系统的层次结构模型^[44]如图5-1所示。它主要有下面的几个主要组成层：

(1) 硬件层：指CPU、板卡等硬件设备组成的硬件系统。

(2) OEM层：OEM层是硬件和操作系统之间的一个接口，能对硬件进行抽象，屏蔽硬件之间的差异，帮助操作系统在不同的开发平台之间进行移植。OEM层使WinCE实现广泛的硬件支持，在实际的系统中，它包括CPS、BSP和驱动程序，其中CSP支持不同的处理器体系结构，BSP支持不同的硬件底板（I/O、总线等），CSP和BSP合起来组成了OAL，可以用来帮助系统的移植。设备驱动程序用来支持不同

的外设，帮助WinCE提供对设备的控制，包括串口、输入输出设备、Modem等。在OEM层中还要包含的一个重要组成部分是Bootloader。Bootloader是在操作系统运行之前运行的一小段程序。通过这一小段程序，我们可以实现初始化硬件设备，建立内存空间的映射图，从而将系统的硬件设备环境设置成一个适合的状态，为操作系统的运行准备好正确的环境。

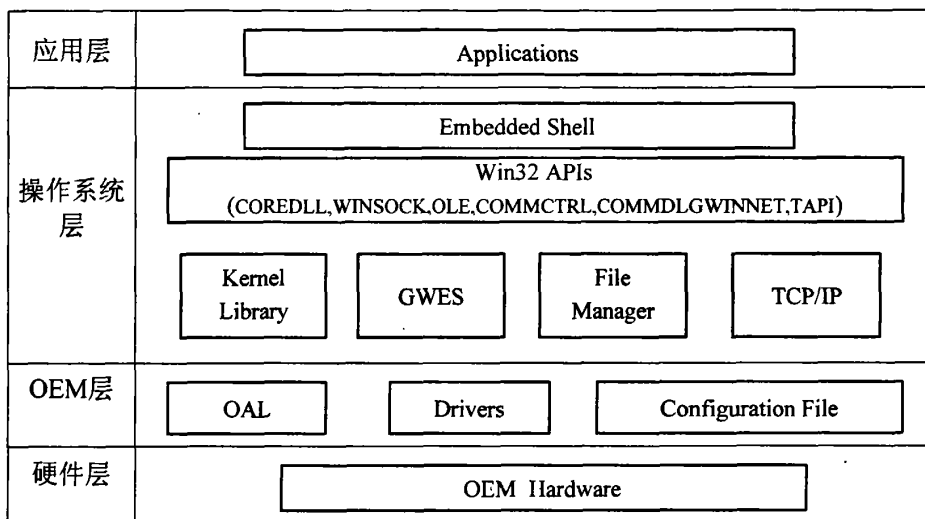


图5-1 WinCE操作系统的层次结构模型

Fig. 5-1 Hierarchical structure model of WinCE operating system

(3) 操作系统层的核心部分主要由四个模块组成：核心模块、GWES（图形窗口和事件系统）模块、文件管理模块和通讯网络服务模块。这四个基本模块实现了系统的基本功能，并通过API接口和WinCE的shell外壳程序提供系统服务。

(4) 应用层：主要包括WinCE应用程序，客户应用程序，Internet客户服务和国际化的用户接口等部分。

5.1.1.2 基于 WinCE.net 的嵌入式系统开发简介

嵌入式系统的设计是使用一组物理硬件和软件来完成所需功能的过程，所以在设计过程中，软件设计和硬件设计是紧密结合、相互协调的。嵌入式系统通常又是一个资源受限的系统，直接在嵌入式系统的硬件平台上编写软件很困难，目前一般采用宿主主机/目标机模式，即首先在通用计算机上编写程序，然后通过交叉编译生成目标平台上可运行的二进制文件，最后下载到目标平台上运行。在进行

嵌入式开发之前, 首先应该建立和配置好交叉开发环境。本文采用 Windows CE.net 来建立交叉开发环境。

一个基于 Windows CE 的嵌入式系统开发的主要内容有: 设计系统硬件; 将 Windows CE 操作系统移植到目标硬件平台上; 建立交叉调试通道; 编写和调试应用程序代码。Windows CE 开发的目的是生成对应于硬件层的 BSP(板级支持包)、定制适合最终应用的 OS, 最终生成提供给用户的 Custom SDK, 同时提供的还有测试程序及测试范例代码。

嵌入式系统层软件开发过程对应于 Windows CE 操作系统在目标硬件平台上的移植和定制过程, 嵌入式应用层软件的实现即 Windows CE 应用程序的开发过程。我们可以用图 5-2 来描述 Windows CE 的开发流程^[49]:

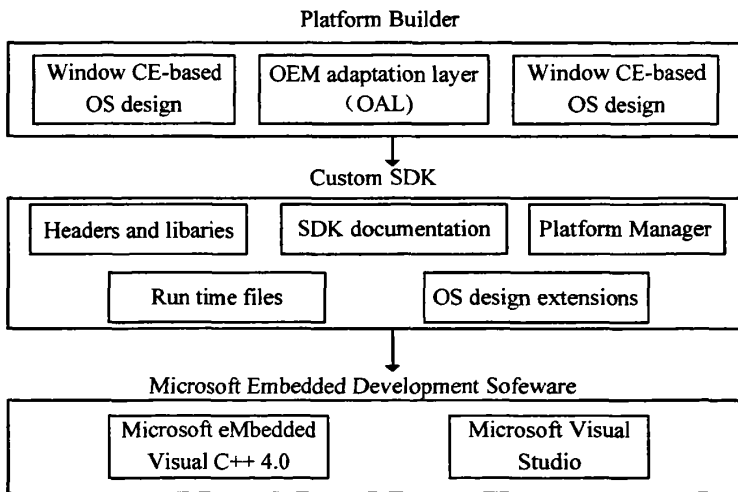


图5-2 Windows CE开发流程

Fig. 5-2 The development process of Windows CE

基于 Windows CE 的软件开发模式比较统一, 通常使用 Platform Builder 定制出针对特定硬件平台的操作系统映像文件 NK.bin, 使用 Embedded VC++ 或 Visual Studio.net 开发上层的应用软件。利用 Platform Builder 定制 Windows CE 嵌入式操作系统的一般流程:

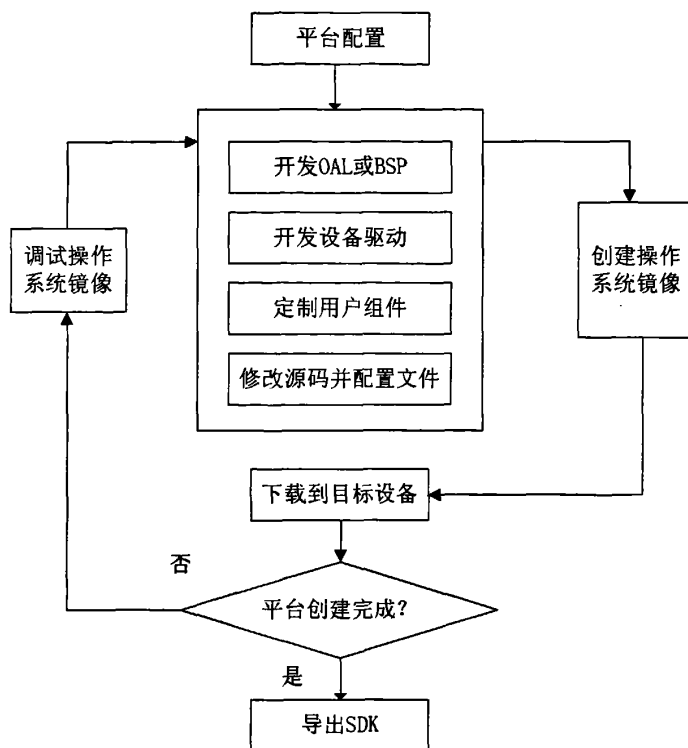


图5-3 Platform Builder定制Windows CE嵌入式操作系统的流程

Fig. 5-3 Flow chart of Platform Builder customizes Windows CE embedded operating system

5.1.1.3 基于EVC的应用程序设计简介

微软为Windows CE.net设计的软件开发工具中Embedded Visual C++ (简称EVC) 最受欢迎, 应用也很广泛, 很适合开发WinCE环境下的软件开发工具^[46]。

EVC集成开发环境的主界面同VC集成开发环境的主界面几乎一致, 熟悉VC的开发者能够很快适应EVC的开发, 可以说, EVC只是VC的一个子集。当打开一个MFC工程文件后, EVC的主界面如图5-4所示。

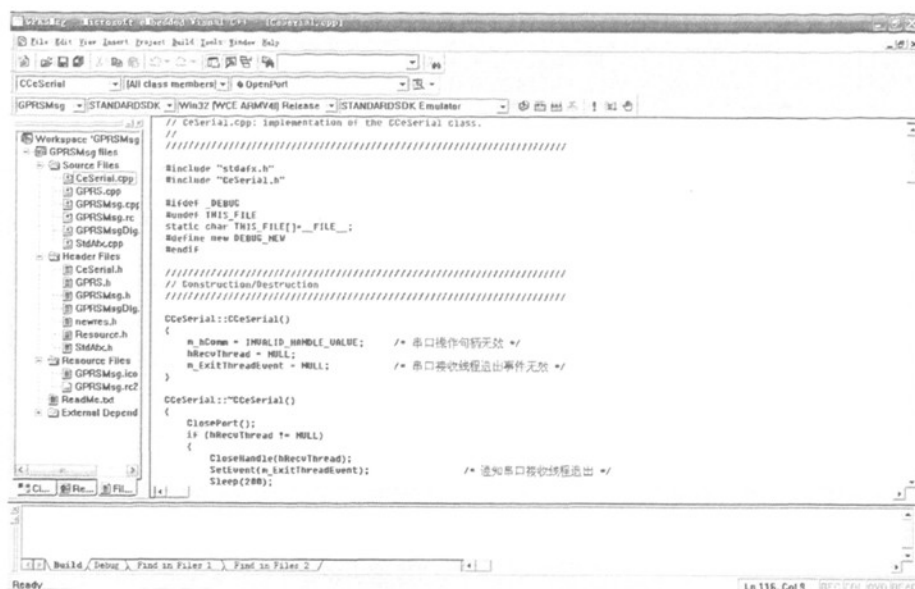


图5-4 EVC集成开发环境的主界面

Fig.5-4 Main interface EVC integrated developing environment

5.1.2 系统监测终端软件总体设计方案

系统开机后先进行初始化，加载设备的驱动，并检查GPRS模块是否与网络相连接，然后实时监测传感器信号，把采集的油烟特征信号传给微处理器，信号经过微处理器处理后显示出来，同时微处理器与GPRS模块进行通信，判断是否有来自监测中心的查询终端当前状态的命令，有则执行命令，没有命令的到来则只有在监测终端检测到油烟气体浓度超过设定的标准时才主动发送警示信号到监测中心，同时监测终端执行外部设备控制驱动驱动程序。

系统监测终端软件总体设计方案如图5-5所示。

程序设计在EVC++编译环境下完成，编程中首先创建一个CGPRS类文件，对GPRS模块进行操作^[47]。CGPRS类文件里包括串口的设置，主要的程序函数有：

(1) 打开串口

BOOL OpenPort(LPCTSTR Port, int BaudRate, int DataBits, int StopBits, int Parity, BOOL bDTRShake, BOOL bRTSShake, DWORD UserParam);

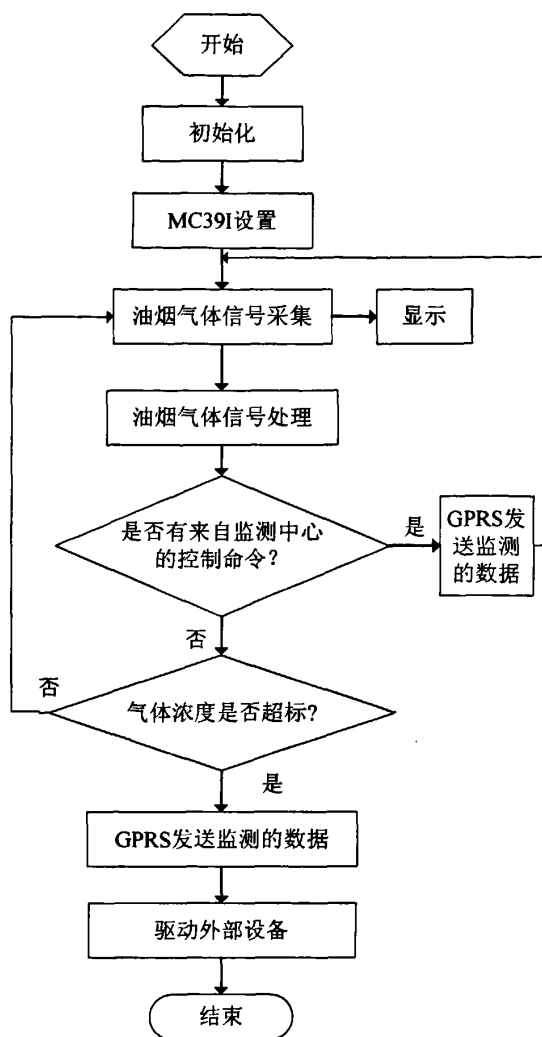


图5-5 系统监测终端软件设计总体方案

Fig. 5-5 Overall scheme of system monitoring terminal software design

(2) 串口是否打开

BOOL IsPortOpen();

(3) 关闭串口

BOOL ClosePort(void);

(4) 串口发送数据

void Senddata(BYTE *sendbuf, DWORD length);

(5) 串口接收数据成功回调函数

```
typedef void (CALLBACK *ONCOMMRECV) (DWORD UserParam, BYTE *buf,
DWORD buflen);
```

CGPRS类文件还包括GPRS通信文件，主要程序函数包括：

(1) GPRS初始化

```
BOOL GPRS_Init(LPCTSTR Port, int BaudRate, DWORD UserParam);
```

设置一些参数，主要是设置串口号，如“COM1:”，串口波特率，如115200，用户传递的参数。

(2) GPRS读取短信息

```
BOOL GPRS_ReadShortMessage(DWORD num, CString *strTelCode, CString
*Msg);
```

(3) GPRS发送短信息

```
BOOL GPRS_SendShortMessage(CString strTelNum, CString Msg);
```

(4) GPRS删除短信息

```
BOOL GPRS_DeleteShortMsg(DWORD num);
```

5.1.3 监测终端主要应用程序设计

5.1.3.1 AT 指令介绍

AT 即Attention，AT指令(AT Commands)由Hayes公司首先推出，现在已成为事实上的标准，GPRS模块与微处理器或计算机之间的通信通过一些AT指令来完成。每条指令命令以字母“AT”开头，以回车结尾。每个命令执行成功与否都有相应的返回(返回结果码的类型、格式等可设置)。其他一些非预期的信息(如有人拨号进来，线路无信号等)，模块将有对应的一些信息提示，接收端可以做相应的处理。AT指令集主要有常用命令，呼叫控制命令、网络服务命令、安全命令、电话簿命令、短消息命令、数据和传真命令等。利用GPRS模块的串行接口收发一系列的AT命令，就能达到控制模块收发短信的目的。常用于短信收发控制的主要AT指令^④见表5-1。

表5-1 短消息常使用的AT指令

Tab. 5-1 Short message used commands

AT 指令	作用
AT+CMGC	发送一条短消息命令
AT+CMGS	发送短消息
AT+CMGL	列出 SIM 卡中的短消息 PDU 代码: AT+CMGL =0 表示未读, 1 表示已读, 2 表示待发, 3 表示已发, 4 表示列出全部的短消息
AT+CMGR	列出指定序号的短信息 PDU 代码
AT+CMGD	删除 SIM 卡内存的短信
AT+CMGF	选择短消息信息格式: AT+CMGF=0 表示 PDU 模式, 1 表示 Text 文本模式
AT+CMGW	向 SIM 内存写入待发的短消息
AT+CMSS	从 SIM 内存中发送短消息
AT+CNMI	显示新收到的短消息
AT+CPMS	选择短消息内存
AT+CSCA	短消息中心地址
AT+CSCB	选择蜂窝广播消息
CSMP	设置短消息文本模式参数
CSMS	选择短消息服务

5.1.3.2 传感器数据采集与发送程序设计

油烟气体浓度传感器把油烟气体浓度信号转化为电压模拟信号, 传入S3C2410的ADC通道并进行模数转换, 得到数字信号。在程序中设定阈值对电压信号进行分等级, 并对不同的等级赋予不同的特征描述。分别为: “LOW”、“NORMAL”和“WARN”, 当出现“WARN”等级特征时, 表示油烟气体浓度超过设定的标准时, 监测终端就主动发送警示信号“WARN”到监测中心, 同时监测终端执行设备控制驱动程序。

(1) A/D信号采集的部分代码如下:

```
HANDLE hFile = INVALID_HANDLE_VALUE; /* 驱动程序设备句柄 */
// 打开 ADC 驱动
hFile = CreateFile(TEXT("ADC1:"), GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, 0,
```

```

        NULL, OPEN_EXISTING, 0, 0);
if (hFile == INVALID_HANDLE_VALUE)
{
    MessageBox(_T("打开 ADC 驱动失败!"));
    return;
}
else
    MessageBox(_T("打开 ADC 驱动成功!!"));
    .....
SetTimer(1, 20, NULL);          /* 启动定时器, 进行采样 */
    .....

```

(2) 数据处理与发送程序的部分代码

```

DWORD actlen,
int k;
BOOL ret, ret2;
BYTE channel = 0;
float v0, v1, v2, Xf;
float X[3][100];
float w1, w2, w3; /*权值*/
CString strFeture1="LOW"; /*设置监测特征描述*/
CString strFeture2="NORMAL";
CString strFeture3="WARN";
CString strFeture;
for(k=0;k<100;k++) /*采集100个数*/
{
    ret = ::DeviceIoControl(hFile, IOCTL_SET_ADC_CHANNEL,
        &channel, 1, NULL, 0, NULL, NULL);/* 设置当前转换通道
为0 */
    if (ret != TRUE)
    {

```

```
        KillTimer(1);
        MessageBox(_T("设置ADC通道0失败 !"));
        goto END;
    }

    ret = ::ReadFile(hFile, &m_DispAIN0, 1, &actlen, NULL);/* 读取通道0采样值 */
    if (ret != TRUE)
    {
        KillTimer(1);
        MessageBox(_T("读取ADC通道0失败 !"));
        goto END;
    }
    v0 = (float)(m_DispAIN0) / 1024; /* 转换为小数值 */
    X[0][K]=v0;
    // 采样电压值v1
        .....
    v1 = (float)(m_DispAIN1) / 1024;
    X[1][K]=v1;
    // 采样电压值v2
        .....
    v2 = (float)(m_DispAIN2) / 1024;
    X[2][K]=v2;
}
w1=data_fusion(X[0]);
w2=data_fusion(X[1]);
w3=data_fusion(X[2]);
Xf=(q1*v0+q2*v1+q3*v2) /* 数据融合后的电压值*/
if(Xf * 3300<500 ) /*采集的实际范围是0~3300mv, 这里设置几个
阈值来划分等级特征*/
{
```

```

        SetDlgItemText(IDC_DISP_GRADE, strFeture1); //显示
        strFeture=strFeture1;    //把等级特征传给公共变量strFeture,
用来作为发送短信的内容
    }
    if((Xf*3300>500 )&& (Xf*3300<2000 ))
    {
        SetDlgItemText(IDC_DISP_GRADE, strFeture2);
        strFeture=strFeture2;
    if(Xf * 3300>2000 )
    {
        LED_alarm();//驱动GPIO口, 启动警示。
        Purify_drive();//启动油烟净化设备
        SetDlgItemText(IDC_DISP_GRADE, strFeture2);
        strFeture=strFeture3;
        GetDlgItemText(IDC_EDIT_TELODE, strTelCode);//获取发送短信电
话号码
        ret2=m_GPRS.GPRS_SendMessage(strTelCode, strFeture);/* 发送
短信 */

        if(ret2= =TURE)
            MessageBox(_T(“短信发送成功”));
        else
            MessageBox(_T(“短信发送失败”));
    }
}

```

(3) 外部设备驱动控制程序的部分代码

```

// 打开 GPIO 驱动
hGPIOFile = CreateFile(TEXT(“PIO1:”), GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
0, NULL, OPEN_EXISTING, 0, 0);
.....
// 设置 GPE11为输出口

```

```

DWORD GPemask = (0x01 << 11)
ret = ::DeviceIoControl(hGPIOFile, IOCTL_GPE_SET_MULTI_PIN_OUT,
&GPemask, 1, NULL, NULL, NULL, NULL);
.....
BOOL ret2;
BYTE pinnum;
pinnum = 11;
ret2 = ::DeviceIoControl(hGPIOFile, IOCTL_GPE_SET_PIN, &pinnum, 1,
NULL, NULL, NULL, NULL);
return TRUE;
    
```

5.1.3.3 监测终端响应监测中心远程查询的程序设计

本程序实现监测终端收到监测中心发过来短信内容为“CHECK”时，及时把当前监测的油烟气体浓度情况发给监测中心。程序流程图如图5-6所示。

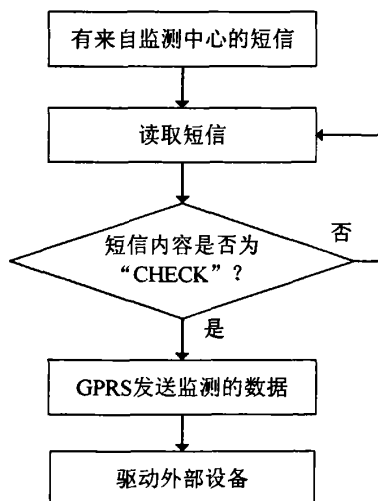


图5-6 监测终端响应监测中心查询命令流程图

Fig. 5-6 Flow chart of monitoring terminal responses the query command of monitoring center

部分程序代码如下：

```

BOOL ret;
    
```



```

    BOOL ret2;
    CString strTelCode, strMsg;
    char buf[5], i;
    ret = m_GPRS.GPRS_ReadShortMessage(1, &strTelCode, &strMsg);
    if (ret == TRUE)
    {
        SetDlgItemText(IDC_RECVMSG_TELCODE, strTelCode); /*显示电话号码*/
        SetDlgItemText(IDC_DISP_RECVMSG, strMsg); /* 显示短信内容 */
        for (i = 0; i < 5; i++)
            buf[i] = (char)strMsg.GetAt(i); /* 取出短信的前 5 个字符 */
        if( (buf[0] == 'C') || (buf[0] == 'c') )
            if( (buf[1] == 'H') || (buf[1] == 'h') )
                if( (buf[2] == 'E') || (buf[2] == 'e') )
                    if( (buf[3] == 'C') || (buf[3] == 'c') )
                        if( (buf[4] == 'K') || (buf[4] == 'k') )
                            {
                                ret2=m_GPRS.GPRS_SendMessage(strTelCode, strFeture); /*发送
当前监测终端监测的油烟气体浓度特征短信*/
                                if(ret2==TURE)
                                    MessageBox(_T("短信发送成功"));
                                else
                                    MessageBox(_T("短信发送失败"));
                            }
                                m_GPRS.GPRS_DeleteShortMsg(1); /* 删除收到的短信 */
                        }
    }
}

```

5.2 系统监测中心监测软件设计

5.2.1 基于 LabVIEW 的监测中心软件开发

监控中心软件基于LabVIEW而开发，采用面向对象的开发思想。监控中心管理

系统主要由三大部分组成：油烟气体浓度超标报警实时监测、现场当前状态监测情况实时查询、历史数据查询。油烟气体超标实时监测是当终端监测到油烟气体超标时监测中心接受监测终端发送过来的短信；当需要检查当前现场的监测情况时可以发送命令给监测终端，监测终端会返回现场的信息；历史数据查看部分可以方便地查询到具体的某一监测点的变化数据，统计油烟污染最为严重的地点，为油烟气体污染的治理提供依据。

监测中心软件结构如图5-7。

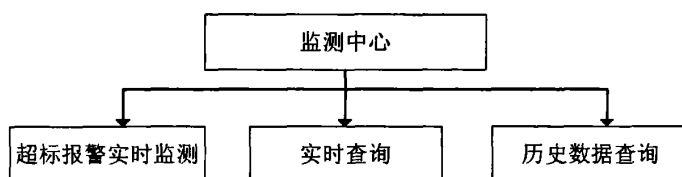


图5-7 监测中心程序结构

Fig. 5-7 Monitoring center program structure

监测中心的软件设计主要是通过软件LabVIEW控制计算机与监测中心的GPRS模块的通信，只要是通过在计算机端发送AT指令与GPRS模块端的通信。

程序流程图如图5-8所示：

程序开始时先对串口进行初始化，设置串口的选择、波特率、奇偶校验、停止位等，然后根据用户的选择的命令执行相应的任务。如果是实时监测报警信息的命令，则执行读取信息的AT指令，读到短信后显示出来；如果是发送命令给监测终端，则执行发送信息的AT指令，获取信息的内容并发生；如果是查询历史记录的命令，则执行查询短信的收件箱，把历史短信显示出来。

考虑到软件的实时性和开放性，程序采用VISA接口来进行编程。程序中调用VISA Configure Serial Port完成串口参数的设置，使用VISA Write发送数据，使用VISA Read接收数据。在接收数据之前使用VISA Bytes at Serial Port 查询当前串口接收缓冲区中的数据字节数；串口使用结束后，用VISA Close结束与VISA resource name 指定的串口之间连接对话。程序的显示部分采用数组显示实时的信息，程序中还调用了子程序对接收的短信进行解析，并把信息直观地显示在表格中。

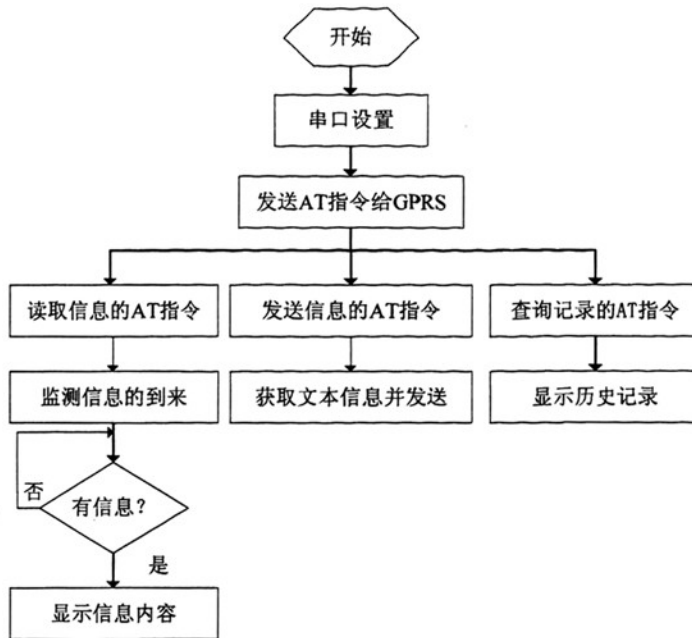


图5-8 监测中心软件设计流程图

Fig. 5-8 Flow chart of monitoring center software design

使用LabVIEW编程的监测中心短信发送和接收的程序^{[49][50]}如图5-9所示。

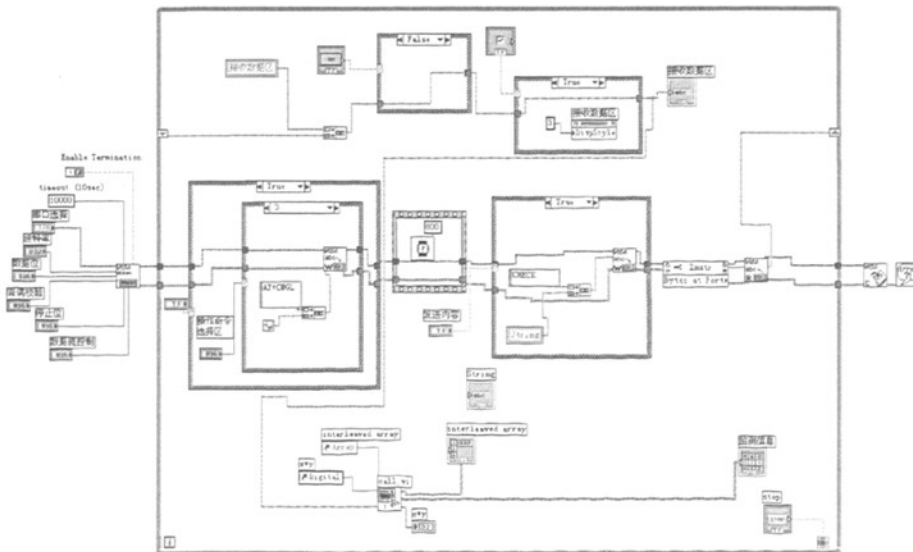


图5-9 基于LabVIEW的监测中心软件程序设计

Fig. 5-9 Monitoring center software program design based on LabVIEW

5.3 本章小结

本章主要介绍了系统软件的设计，包括监测终端的程序设计和监测中心的软件设计，监测终端的程序是在 WinCE 平台下使用 EVC++开发的，可分为终端主程序设计、数据采集和发送程序和监测终端响应监测中心远程查询的程序设计；监测中心的程序使用虚拟仪器软件 LabVIEW 图形化编程，通过计算机串口与 GPRS 模块通信实现数据的远程监测。

第六章 系统实验

在前面的几章里，论文对城市油烟远程无线监测系统的总体方案以及系统的软、硬件的设计进行了论述，为了验证系统是否达到要求，需要对其进行实验。系统以GPRS网络为无线通信载体，针对短消息在监测终端与监测中心之间的传送进行实验。

6.1 实验系统结构

实验系统中，监测中心由个人电脑和一个GPRS模块组成，两者通过串口线连接；监测终端由油烟气体浓度传感器、嵌入式系统测控主板和GPRS模块组成。实验系统的基本结构如图6-1所示。

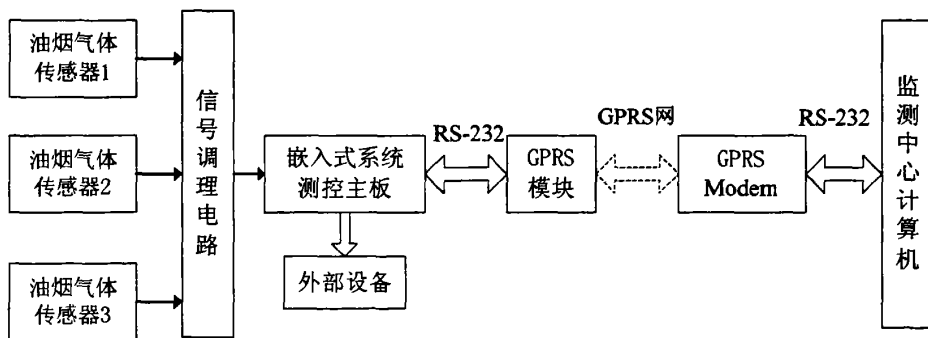


图6-1 实验系统结构

Fig. 6-1 Structure of experiment system

本实验中只用了一个监测终端，也就是只在一个监测点上监测，实际当中可以有多个监测终端对应一个监测中心。

6.2 监测终端实验结果

1. 传感器测试

打开电源给油烟传感器供电使其加热，由于传感器的材料采用电导率较低的二氧化锡，需要加热后一段时间后才能正常工作，大概经过10分钟后，使用万用表在传感器数据采集的输出端（经过放大器放大后）简单测量一下输出的数据，

经过测量如下表:

表6-1 油烟气体传感器数据采集实验数据

Tab.6-1 Oil-fume Gas sensor data acquisition of experimental data

外界环境	输出电压
在清洁空气下	36.75mV
油烟气体	1.954V (此数值随着气体浓度变化而变化, 但是不会超过3.3V, 这里只是实验中的一个数据)

上表是简单地测试传感器的输出, 确定传感器有信号输出并能够正常工作。

2. WinCE系统的定制

使用软件Platform Builder 5.0, 进行系统的定制, 首先新建一个平台, 选择BSP, 选择平台配置, 本文选择了Mobile Handheld, 然后根据需要选择应用程序、多媒体、网络和通信等。接下来根据实际需要选择要生成映像的种类, 本文中选择了Release配置。最后通过Bulld进行编译, 操作系统镜像的生成最后得到NK.nb0和NK.bin文件, 将其烧写到Flash中, 使WinCE操作系统在硬件设备上运行, 系统的运行画面如图6-2所示。

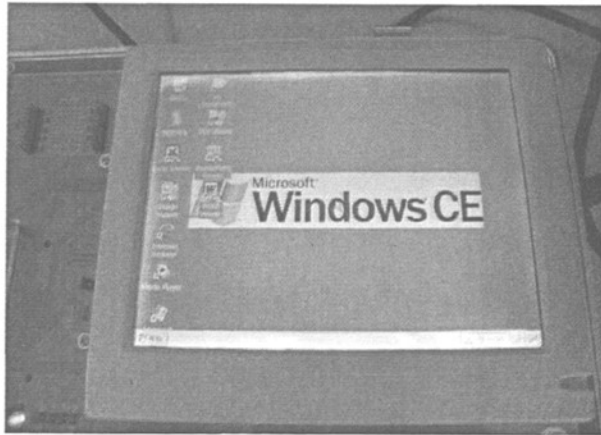


图6-2 WinCE运行界面

Fig.6-2 WinCE running interface

3. 油烟气体浓度监测终端监测结果演示

使用EVC++软件编程, 包括传感器数据采集程序以及GPRS上网无线发送程序, 程序经过编译后生成可执行文件并下载在FLASH, 在WinCE操作系统下LCD显示其运行结果如图6-3所示:

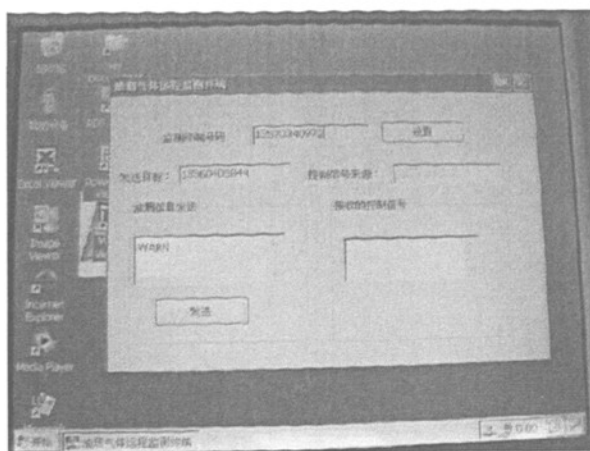


图6-3 监测终端运行

Fig. 6-3 Monitoring terminal running

6.3 监测中心实验结果

使用LabVIEW编写的监测中心软件，其运行界面如图6-4所示。

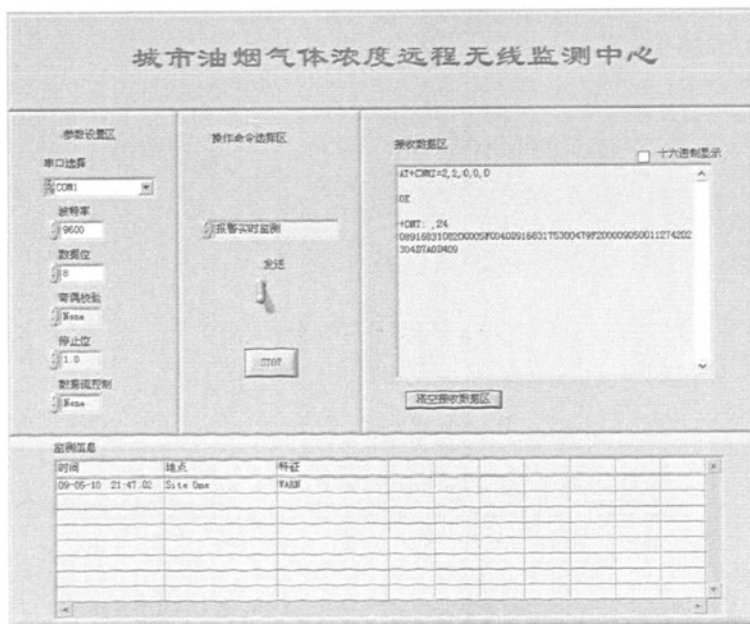


图6-4 监测中心软件运行界面

Fig. 6-4 Monitoring center software running interface

其中接受区的代码:

“0891683108200005F0040D91683175300479F200009050301275112304D7A0D409”是一段PDU码,需要解码才能看出其内容,里面包括发送短信的SIM卡的号码,发送的具体时间以及发送的信息内容等,在界面“监测信息”一栏里包括收到信息时的时间,发信息的地点,以及信息的内容即油烟气体的情况特征。其中的地点其实是代表着SIM卡的号码,因为监测的地点固定,号码也不变,所以可以用号码代表地点,只要在程序编程中转换就可以。在代码的最后“D7A0D409”,表示短信的内容,它代表的PDU码是:“WARN”。在实验中,油烟的情况特征还有“LOW”和“NORMAL”,在接收到短信时也有其PDU码,“LOW”的PDU码为CCE715,“NORMAL”的PDU码为CEA7B4196402。

在上面的界面中用户可以在命令选择区中选择操作的选项,如图6-5所示。

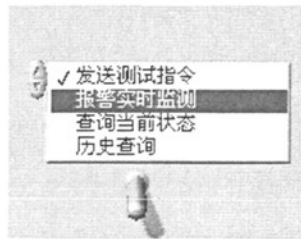


图6-5 用户命令选择

Fig.6-5 User command options

6.4 实验调试中的问题及解决

系统在实验调试中出现的主要的问题和解决方法如下:

(1) 系统刚开机时,采集到的油烟气体传感器信号不正常,表现在开始时采集的电压信号在采集终端的LCD显示上总出现“WARN”。这是因为油烟气体传感器的所用的材料采用的是电导率较低的二氧化锡,要正常工作必须先给它加热。传感器的测量电路有两个电压,一个是加热器电压(V_h),另一个是回路电压(V_c), V_h 用于维持敏感材料处于与对象气体相适应的特定温度而施加在加热器上的。 V_c 则是用于测定与传感器串联的负载电阻上的两端电压。所以解决的办法是即先给传感器施加加热器电压,然后再施加回路电压,这样测出来的电压才正常。一般在实验中给加热器通电十分钟以上后,传感器就可以正常工作了。

(2) 在用 LabVIEW 编程时, 发送短信时, 确定信息发送是在发送的内容后面加上“CTRL+Z”通过串口传给 GPRS Modem 的, 但是在软件中找不到组合键“CTRL+Z”, 通过键盘操作也不行, 因为“CTRL+Z”是“撤销”的组合键。通过查找 ASCII 码表得知组合键的值是十六进制数 1A, 这样在编程中就可以用这个值来发送, 但是 LabVIEW 里通过串口只能发送字符, 不能发送数值, 在试验中如果把 1A 这个值当做字符来发送, 发送的其实不是十六进制数, 发送结果是不成功的。解决的办法是在 LabVIEW 中的字符控件以十六进制显示, 然后再把 1A 填写上去, 再发送就成功了。

6.5 本章小结

本章主要是对系统的监测终端和监测中心进行试验, 并对实验结果进行了简要分析, 实验结果表明了系统的可行性。

结论与展望

利用传感器技术、信号处理技术、网络通信技术、嵌入式系统技术和计算机技术结合的方法处理现代远程监测的问题，已经成为当今测控领域的一个趋势，本文研究的城市油烟气体浓度远程无线监测系统，应用这些技术，通过系统的设计和实验，得出了以下的结论。

1. 本文的主要研究工作

(1) 通过查阅课题相关文献，分析城市油烟气体的危害性以及对其进行监测的必要性，并对城市油烟气体浓度远程监测方面的国内外现状和发展趋势进行了综述，提出采用GPRS网络为数据传输载体的城市油烟气体浓度远程无线监测方案；

(2) 研究油烟气体浓度传感原理，以及多传感器数据融合技术在油烟气体信息处理中的应用；

(3) 设计了油烟气体信号采集和处理电路；

(4) 研究设计基于ARM9TDMI核的嵌入式系统测控主板，并结合GPRS模块设计用于油烟气体浓度远程监测终端硬件系统；

(5) 使用Platform Builder定制了WinCE操作系统，并成功移植到了硬件系统上；

(6) 使用EVC++软件开发了油烟传感器信号采集与发送软件，并能够实现监测终端与监测中心的计算机通过短信进行通信；

(7) 使用虚拟仪器软件LabVIEW开发系统监测中心软件。

2. 本文研究的特色和创新点

本文对城市油烟气体浓度的远程无线监测系统进行研究，论文的特色和创新之处有：

(1) 对油烟气体浓度的检测采用多传感器数据融合技术，使得采集的数据处理后更加准确可靠；

(2) 针对油烟气体浓度的监测，利用高性能的32位ARM微处理器和WinCE嵌入式操作系统，增强了系统的数据处理能力和系统的扩展能力；

(3) 采用虚拟仪器图形化编程软件LabVIEW和GPRS模块结合的方法开发油

烟气体浓度远程监控中心软件。

3. 进一步研究的展望

课题有待于进一步深入和完善，需做以下研究工作：

(1) 在系统的功能上可以考虑在监测终端安装摄像头，利用处理器的数据处理能力，当监测终端监测到油烟气体超过设定的标准的时候能够拍摄现场的照片并传输到监测中心并显示出来。实现的方法使用类似于手机发彩信的功能，监测终端拍到图片后先对图片进行 PDU 编码然后发送到监测中心，监测中心再对收到的信息进行 PDU 解码最终显示还原出现场拍摄的图片；

(2) 本系统现在的研究工作结果只能实现少量数据的传输，不能充分发挥系统强大的数据处理能力和网络传输能力，所以在以后的研究工作中有待完善，一方面增大系统的监测终端存储能力，另一方面监测终端的软件有待进一步完善，使软件按系统变得更加人性化，比如完善软件系统的数据库等；

(3) 由于现场环境的影响，如何保护传感器使其保持稳定性与可靠性，也是有待研究的一项工作，比如可以增加防护网，减少现场腐蚀性气体对传感器本身的腐蚀与老化作用；

(4) 油烟的成分比较复杂，不仅有气体，还有固体和液体颗粒，现场的情况也复杂，反映气体特征参数除了浓度外，还有温度、湿度等，本系统从气体浓度方面来研究还不够全面，另外气体浓度检测的标准也是系统开发者在实验中所定，而有关文件规定的油烟排放标准是针对油烟的整体成分，而不仅仅是气体。所以这些情况在后续的工作中还要注意并完善；

(5) 本文所研究的远程无线数据传输是在两个 GPRS 模块之间的通信，在传输的数据量少，而且通信的次数不多的情况下有优势，如果系统扩展后要传输大量的数据，必须考虑采用监测终端以无线方式接入 Internet 的方案，这样系统的稳定可靠性和实时传输能力会增强。

参考文献

- [1] 相震. 餐饮业油烟污染及治理[J]. 青海环境. 第 13 卷第 3 期, 2003 年 9 月
- [2] 陈晗, 洪强华. 餐饮业油烟污染现状及防治对策[J]. 环境科学与管理. 第 31 卷第 3 期 2006 年 6 月
- [3] 吸入烹调油对机体免疫功能影响[J]. 预防医学情报, 1990, (2):56-58
- [4] 《饮食业油烟排放标准》(GW18493-2001)
- [5] 段玉环, 谢超颖, 方恒. 餐饮业油烟污染及治理技术浅议[J]. 环境污染治理技术与设备. 第 3 卷第 11 期. 2002 年 11 月
- [6] 洪强华. 城市餐饮业油烟污染及监测方法初探[J]. 青海环境. 第 12 卷第 2 期 (总第 44 期) 2002 年 6 月
- [7] 林艳星. 中小餐饮业油烟污染的特点与防治[J]. 中国科技信息. 2006 年第 13 期: 第 37 页和第 40 页
- [8] Guillemont M. Microkernel design yields realtime in a distributed environment Computer. Technology Review[Z]. 1990, (3):13-19.
- [9] 向前. 基于 ARM 的远程数据采集终端的研究及实现[D]. 中南大学. 2007 年 5 月
- [10] 韩斌杰. GPRS 原理及其网络优化[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003:25-27
- [11] 刘强, 史鉴洪, 刘英迪. 城市餐饮业油烟污染状况的分析与对策[J]. 中国环境管理干部学院学报. 第 16 卷第 2 期, 2006 年 6 月
- [12] 黄太山. 对烹调油烟污染及其净化技术的探讨[J]. 江西化工. 2005 年第 1 期
- [13] 燕中凯, 易斌. 饮食业油烟治理技术的发展及应用[J]. 中国环保产业. 2003 年 5 月: 42-43
- [14] 庞明军, 黎定标, 孙 懋. 油烟净化方法及净化机理[J]. 南昌水专学报. 第 22 卷第 1 期, 2003 年 3 月
- [15] 王凯雄, 朱杏冬. 烹调油烟气的成分及其分析方法[J]. 上海环境科学. 第 18 卷第 11 期, 1999 年 11 月
- [16] 张辉, 沈晓红. 油烟浓度监测系统的设计[J]. 北京工商大学学报. 第 23 卷第 3 期 2005 年 5 月:27-29

- [17] 刘崇进, 郑大叻. 气体传感器的发展概况和发展方向[J]. 计算机自动测量与控制. 1999, 7(2): 54-55
- [18] 刘畅生. 传感器简明手册及应用电路[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2005
- [19] TGS 2100—for the detection of Air Contaminants.FIGRO GROUP 2004
- [20] 唐露新. 传感与检测技术[M]. 科学出版社. 2006年7月
- [21] 温卫敏. 室内有毒气体监测系统研制[D]. 西安科技大学. 2008年4月
- [22] 阎馨, 屠乃威. 基于多传感器数据融合技术的瓦斯监测系统[J]. 计算机测量与控制. 2004. 12(12): 140-142
- [23] 温卫敏, 汪梅. 基于自适应加权数据融合室内有毒气体检测系统[J]. 仪器仪表增刊. 2007, 8
- [24] 杨万海. 多传感器数据融合及其应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.
- [25] 滕召胜, 罗隆福. 智能检测系统与数据融合[M]. 北京: 机械工业出版社. 2000. 225-227
- [26] Hall D. Mathematical techniques in multisensor data fusion. Boston: Artech House, 1992
- [27] 钟章. GPRS 通用分组无线业务[M]. 人民邮电出版社, 2001. 9
- [28] 韩斌杰. GPRS 原理及其网络优化[M]. 机械工业出版社, 2003, 1
- [29] 宋健, 王直杰, 张 珏. 基于 WindowsCE.NET 下的 GPRS 模块的研究与开发[J]. 微计算机信息. 2006 年第 22 卷第 22 期:86-87 页
- [30] Novatel Wireless. Inc. GPRS Technology overview Novatel Wireless. Inc. 2002, 11
- [31] 李华, 李学云, 区细成, 卢斌等著. 现代移动通信新技术 GPRS 系统[M]. 华南理工大学出版社, 2002, 4
- [32] 徐建君. 基于 GPRS 的路灯节能控制系统[D]. 河海大学. 2008 年 3 月
- [33] Haung, Yieh-Ran; Ho, Jan-Ming. Overload control for short message transfer in
- [34] GPRS/UMTS networks[J]. Information Sciences, 2005, 170(3): 235-249
- [35] Ning Chai, Boon Sain Yeo and Yong Huat Chew Location management far

- GPRS[J]. Computer Networks, 2006, 50(15): 2888-2901
- [36] 童旺. GPRS 数据终端的设计与实现[D]. 北方工业大学. 2007 年 6 月
- [37] 秦大兴, 刘建, 郑喜凤. 基于 GPRS 模块 MC35I 的监测系统设计与实现[J]. 仪表技术与传感器. 2007 年第 2 期: 20-22
- [38] USER'S MANUAL. S3C2410X 32-Bit RISC Microprocessor[Z]. Korea: Samsung Electronics. 2003
- [39] 王昌锋. 基于 GPRS 的数据监测与控制[D]. 中北大学, 2006 年 6 月
- [40] SIEMENS. MC35i Hardware Interface Description, version 01.02, 2003. 04. 15
- [41] 傅中君. 嵌入式 GPRS 无线通信模块的设计与实现[J]. 计算机工程与应用. 2004, (14): 163-166
- [42] 王成儒, 朱振涛. 基于 S3C2410 的 LCD 显示系统设计[J]. 仪器仪表学报 第 27 卷第 6 期增刊 2006 年 6 月: 2547-2548
- [43] LQ080V3DG01 TFT_LCD Module Specifications[Z]. Japan: Sharp corporation, 2002.
- [44] 周毓林, 宁杨, 陆贵强, 付林林. Windows CE.net 内核定制及应用开发[M]. 北京: 电子工业出版社. 2004
- [45] 何宗键. WindowsCE 嵌入式系统[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社 2006. 09
- [46] 汪兵 等. EVC 高级编程及其应用开发[M]. 中国水利水电出版社. 2005 年 3 月
- [47] 周立功 等. ARM&WinCE 实验与实践—基于 S3C2410[M]. 北京航空航天大学出版社. 2007 年 7 月
- [48] Siemens. AT Command Set Siemens Cellular Engines[Z]. Siemens Mobile. 2002
- [49] Kring James. LabVIEW for Everyone[M]. Prentice Hall. Aug, 2006
- [50] National Instruments Corporation. LabVIEW help Document[Z]. Copyright 2001

攻读学位期间发表的论文

1. 许建龙, 陈益民, 骆德汉. 基于 GPRS 的油烟远程无线监控系统设计. 现代电子技术. 2009 年第 10 期
2. 陈益民, 许建龙, 骆德汉. 基于 LabVIEW 的测控技术综合实验教学平台设计. 中国现代教育装备. 2009 年第 04 期

致 谢

在毕业论文完成之际，我真诚地向在我攻读硕士学位期间曾经指导过我，帮助过我的老师、同学、朋友们、家人表示衷心的感谢！

首先，感谢我的导师陈益民副教授。本论文是在导师的悉心指导下完成的。导师从学习、工作等方面都给予我积极鼓励和支持。导师渊博的知识、丰富的教学经验、严谨的治学态度使我深受启发，在此谨向陈老师致以最真诚的谢意！

同时，我要感谢导师组的骆德汉教授，本论文的完成同样离不开骆教授的帮助和指导。在我读研期间，在学习、生活和工作上骆教授同样也给予了我莫大的帮助和支持，在此我向骆教授表示深深的谢意！

感谢瑞德实业电子有限公司的程绍玉高级工程师，感谢他对我学业的支持和帮助，同时也要感谢公司里其他帮助过我的人。

还要感谢同实验室的同学邹宇华、赖应杰、金智远，师弟余庆悦、钟健波、庄家俊，师妹聂蓉，感谢他们在本课题科研试验和论文工作中的配合和帮助。

感谢06级信息工程学院的研究生同学们，同学们之间的真挚友谊让我难以忘怀。

最后，我要深深地感谢一直默默支持和爱护我的家人，是他们在精神上和物质上给予了我极大地鼓励和支持，让我能够顺利地度过这人生难忘的三年！

许建龙

2009年5月于广州