



全国大学生 嵌入式系统专题竞赛 优秀作品选编 (2002)

全国大学生嵌入式系统专题竞赛组委会 编

上海交通大学出版社

全国大学生嵌入式系统专题竞赛 优秀作品选编（2002）

全国大学生嵌入式系统专题竞赛组委会 编

上海交通大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

全国大学生嵌入式系统专题竞赛优秀作品选编. 2002 /
全国大学生嵌入式系统专题竞赛组委会编. —上海: 上
海交通大学出版社, 2004
ISBN 7-313-03629-9

I .全... II .全... III .微型计算机—系统设计
IV .TP36

中国版本图书馆CIP数据核字 (2003) 第107748号

全国大学生嵌入式系统专题竞赛

优秀作品选编(2002)

全国大学生嵌入式系统专题竞赛组委会 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.75 字数:333千字

2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

印数:1—3 050

ISBN7-313-03629-9/TP·584 定价:23.00元

版权所有 侵权必究

序

全国大学生电子设计竞赛是在教育部高等教育司和信息产业部人事司倡导下，按照“政府主办、专家主导、学生主体、社会参与”及“公开、公正、重在参与”的原则，在社会各方的大力支持下，目前已成为广受学生欢迎、社会公认并对信息领域高等教育改革发展起一定促进作用的比较成功的全国性大学生竞赛之一，但全国组委会和专家组都清楚地认识到，在我国以信息化带动现代化的伟大工程中的工作是无止境的，更何况竞赛本身还不是尽善尽美的，仍有很多不足之处，例如每两年组织大三学生参加的，使有的年级学生失去参赛的机会，造成学生参赛机会的不均等，另外，面对基础知识的命题竞赛，又使一些优秀大学生不能尽显才华等等，诸如此类的问题，使我们萌生了弥补改进的想法！

2002年在二次大赛期间首次举行的全国大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题邀请赛便是在上述理念驱使下的一次试验，它的对象是一些即将毕业的优秀大学生、竞赛领域确定在信息科技嵌入式本质特征有关的计算高级嵌入式系统，专家组没有具体命题，采取大学生自由命题，但要求有创意，设计完成后还必须制造调试出预期功能的机样，在大多数学校尚未开出相关课程，主要靠学生自学钻研，在一定的时间限制下，构成了对大学生基本能力的严峻考验，同时组织者亦承受着很大的压力，即一旦大部分参赛队做不出样机而失败则会产生很大的负面影响！但在很多学生经历了“山穷水尽疑无路，花明柳暗又一村”的过程后，绝大多数参赛队都圆满地完成了样机，这使得各方面即高兴又惊奇，事实证明我国信息领域高等基础教育体系中有其重要的成功因素，增强了我们的信心，我们也看到了优秀大学生的巨大潜能，应继续挖掘和教育教学改革应不间断持续进行下去的必要性，在这本集子里集中选载了一些获奖作品供社会各界共览，并希望得到更多的支持以便邀请赛的试验得以

继续。在此，我代表组委会对以北京大学沈伯弘教授为首的专家组和上海交通大学徐国治教授为首的研究室，以及 Intel 公司的支持表示感谢！最后愿以人人知晓的著名诗句再补加四个字作为序言之结束并由衷地与大家共勉！

“数风流人物，还看今朝。” 后浪超前浪。

第一届全国大学生电子设计竞赛
嵌入式系统专题竞赛组委会主任
中国科学院、中国工程院院士
北京理工大学名誉校长

王 越

序

我在英特尔中国软件实验室服务的日子里接触了不少大学生，他们的聪明才智与优秀素质时时令我惊喜，而他们冒险创新力度的不足却屡屡令我诧异。考虑再三，又蒙徐国治教授指教，愈感提供学子创新设计机会之迫切需要。经徐国治教授的奔走，两院院士王越教授的领导，沈伯弘教授的号召，全国大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题竞赛（英特尔杯）得以及时诞生。

2002年的首届竞赛共有15所院校的20多支参赛队参加，经多轮评审，最终有25个项目获奖。各作品创意新颖、实用度高，充分证明了只要有发挥的机会，中国大学生在创新的方面也可以非常出色。英特尔资深院士 Richard Wirt 博士曾亲临交大评审现场，对获奖作品夸奖有加，印象深刻。

现将25个获奖作品结集成册提供给未来学子创新设计参考，意义十分重大。谨代表英特尔公司为王越院士、徐国治教授、沈伯弘教授及组委会、专家组先进们的伟大付出与贡献表示万分的敬意与感谢，也为获奖同学的创意与毅力表示祝贺。本人也对我的同事朱文利、奚纪成、李眈、李志明为此次竞赛的细心投入表示万分的感谢。

我深深地相信这次成功的竞赛只是一个开端，它将为国内学子开启更多创新设计的机会，且让此竞赛作品集为美好的创新设计未来画下胜利的第一页！

英特尔公司核心软件部总监
王文汉 博士

前言

全国大学生电子设计竞赛在国家教委高教司、信息产业部人教司共同倡导和大力支持下,自1994年以来已经成功举办五届(两年一届),得到了全国大多数设有电子信息类专业高等学校的重视和积极响应,规模和影响越来越大,已经成为目前实践中非常成功和被社会普遍认可的大学生学科竞赛之一。

在此基础上,全国大学生电子设计竞赛上海赛区和英特尔公司策划了嵌入式系统专题竞赛。该想法得到了全国竞赛组委会及教育部高教司、信息产业部人事司领导的大力支持,决定扩展为全国性的部分高校首届大学生嵌入式系统专题竞赛。

本次专题竞赛由全国大学生电子设计竞赛组织委员会主办,全国大学生电子设计竞赛上海赛区组织委员会及上海交通大学承办,英特尔(中国)有限公司协办,并得到ARM(中国),微软亚洲研究院,微软全球技术中心教育计划的支持。全国大学生电子设计竞赛组委会主任、中国科学院院士、中国工程院院士、北京理工大学名誉校长王越教授说:“2002年全国大学生电子设计竞赛英特尔嵌入式系统专题竞赛的召开为在校生提供了更加广泛的与世界前沿科技接触、培养动手和实践能力的机会;同时,嵌入式系统是目前国内外教学改革广为关注的内容之一,该专题竞赛的开展将对电子信息类专业基础课教学内容的更新、整合、改革以及课程建设起到促进作用。”

英特尔公司核心软件部总监(英特尔中国软件实验室前任总经理)王文汉博士说:“英特尔公司于2000年底推出的英特尔PCA是专为加速新一代无线互联网用户端装置研发和部署的开放式架构。此次嵌入式系统竞赛旨在鼓励学生开发基于这一架构的面向手持式终端的多媒体和无线连接应用的嵌入式系统,真正实现与世界先进技术的同步。同时,英特尔中国将继续积极参与和支持中国的教育事业。此次专题竞赛将与英特尔在中国的高等教育的学术关系计划相结合,进一步加强英特尔与国内重点大学和科研院所的学术联系,支持他们在招生、研究和市场开发方面的工作。”

本次专题竞赛的参赛对象为有正式学籍的在校本科生,三人一队(另含一位赛前指导教师),邀请北京大学、清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、北京邮电大学、上海交通大学、复旦大学、同济大学、上海大学、电子科技

大学、西安交通大学、西安电子科技大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、武汉大学等 6 个省市 15 所院校的 28 支队伍参赛。

本次竞赛跟以往的方式不同,选择如今在电子、通信、信号处理等领域应用日益广泛的“嵌入式系统”作为竞赛题目,选用在业界应用最广泛的英特尔 StrongARM SA-1110 处理器,并采取“先培训后竞赛”和开放式竞赛的方式,使全国大学生电子设计竞赛能与教学紧密结合、与实际课题紧密结合,对增强大学生动手能力和工程实践能力,对电子信息类专业基础课教学内容的更新、整合、改革以及课程建设将起到促进作用。本次竞赛题目没有命题、没有现成答案或统一标准,可以任意想象和设计,关键在于设计出的作品可以实际应用、具有现实意义,以此培育大学生的创新意识、创新能力和对社会需求的敏锐性。

在英特尔公司的大力资助下,上海交通大学自主设计开发了 JingWei(泾渭)板作为竞赛的开发平台。它是一块基于英特尔 SA-1110 芯片的实验开发板,实现了高性能掌上电脑的几乎所有功能,而且添加了更多的接口和外设。同时,作为用于实验开发的电路,因此在设计时,除了考虑设备性能外,还充分考虑了电路的可测性和可扩展性。

各参赛队经过一周的封闭式培训和三个月的努力,完成了各自的竞赛作品,参赛作品既有硬件内容,又有软件内容,非常广泛,展示了嵌入式系统在无线通信、智能控制、多媒体演示等各个领域的发展前景。

应各高校广大师生的强烈要求,全国大学生嵌入式系统专题竞赛组委会决定出版《全国大学生嵌入式系统专题竞赛优秀作品选编(2002)》。编入本书的是首届全国大学生嵌入式系统专题竞赛(2002 年)中的获奖作品,出版前要求作者在忠于原作设计方案的基础上,重点在科学性和行文两方面对稿件稍加修改。组委会聘请有关专家于 2003 年 8 月完成了审稿工作。

由于本书反映的是学生在有限时间内完成的设计工作,这些作品不可能尽善尽美,无论在方案的科学性、行文的规范性等方面都有不足之处,而且差距较明显。编者希望阅读本书的大学生在吸取书中文稿优点的同时,独立思考,对其不足之处引以为戒,这样也有利于学生能力与素质的培养。

本次竞赛能够成功举行,得到了英特尔公司大学项目经理朱文利小姐、英特尔中国软件实验室前任副总经理奚纪龙、英特尔公司大学项目总监王宇琦小姐、ARM(中国)总经理谭军博士、微软公司大学项目经理张高博士、微软全球技术中心开发技术部总经理崔聿泓、微软全球技术中心开发技术部郑怡小姐等的大力支持和帮助。本书从开始征文到最终定稿,获得了获奖作者、参赛队辅导教师、有关学校领导、全国大学生嵌入式系统竞赛组委会专家组的鼎力支持。本书由上海交通大学徐国治教授担任主编,由专家组组长北京理工大学沈伯弘教授、北京理工大学罗伟雄教授、东华大学许鹤群教授、复旦大学章倩苓教授、武汉大学赵茂泰教授、上海交通大学应忍冬博士、英特尔公司资深软件工程师李眈、英特尔公司软件工程师李志明等 8 位专家担任审稿工作。竞赛组委会秘书处的朱敏、彭翔宇、胡豪等同志也参加了组稿、审稿和编辑工作。同时承蒙上海交通大学出版社总编韩正之、编辑宗德宝的大力合作,在此一并表示感谢。

全国大学生嵌入式系统专题竞赛
组委会

2003 年 11 月

第一届全国大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题竞赛

组委会成员名单

- 主 任** 王 越（全国大学生电子设计竞赛组委会主任、
北京理工大学名誉校长、两院院士）
- 副主任** 沈伯弘（全国大学生电子设计竞赛组委会副主任兼全国专家组组长、
北京大学教授）
- 委 员** 叶取源（上海交通大学副校长、教授）
俞 信（北京理工大学副校长、教授）
赵显利（北京理工大学校办主任、教授）
李志宏（教育部高等教育司处长）
张 勇（信息产业部人事司处长）
胡克旺（北京信息工程学院院长助理）
于 倩（北京理工大学人事处处长、教授）
任晓敏（北京邮电大学副校长、教授）
付丰林（西安电子科技大学副校长、教授）
兰家隆（电子科技大学校长助理、教授）
蔡惟铮（哈尔滨工业大学教授）
杜海鹰（湖北省教委处长）
丁晓东（上海市教委高教处副处长）
刘念才（上海交通大学教务处处长、教授）
- 组委会秘书处** 上海交通大学
- 秘书长** 徐国治（上海交通大学教授）
- 副秘书长** 徐国良（上海市教委高教处）
- 秘 书** 李志明 周玲玲 蒋乐天 朱 敏 彭翔宇 胡 豪

2005

第一届全国大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题竞赛

专家组成员名单

组 长 沈伯弘（北京大学教授）

成 员 阎 石（清华大学教授）

傅丰林（西安电子科技大学教授）

罗伟雄（北京理工大学教授）

张晓林（北京航空航天大学教授）

赵振刚（北京邮电大学教授）

宋文涛（上海交通大学教授）

徐国治（上海交通大学教授）

章倩苓（复旦大学教授）

奚纪龙（英特尔中国有限公司）

吴 跃（电子科技大学教授）

赵茂泰（武汉大学教授）

李 眈（英特尔中国有限公司）

杨孝宗（哈尔滨工业大学教授）

朱维乐（电子科技大学教授）

许鹤群（东华大学教授）

全国大学生电子设计竞赛嵌入式系统专题竞赛

评 奖 结 果

奖 项	参赛获奖学校	参赛获奖题目	获奖学生名单		
英特尔杯	北京大学	基于 Linux 平台的视频点播终端	童 霆	王绍翹	张 渊
一 等 奖	上海交通大学	“移动 PC” 解决方案	施 侃	方轶博	潘伟斌
	北京大学	基于公用移动通信网的图像采集传输系统	杨 蕾	孟红玲	顾瑶瑶
	华中科技大学	警务数字助理	桑 伟	张 利	张 力
	同济大学	智能家居控制系统	蒋 磊	倪 磊	陈晓东
	北京航空航天大学	电子飞行仪表系统	何 岷	徐广毅	张 展
二 等 奖	西安交通大学	便携式无线心电监护系统	孟玉吉	焦自洋	赵 涛
	上海交通大学	基于 JingWei 板的家用电器无线控制方案	张晓岚	刘伟峰	邵立纯
	清华大学	STM2002—智能交通移动终端	来煜坤	周天凌	付昊桓
	北京理工大学	信号采集分析仪	王 魁	杨雷东	高立宁
	上海大学	微小飞行器飞行控制系统测试平台	洪垚琪	严 正	邵 明
	复旦大学	带 GPS 功能的 GSM 手机模型	席占国	冯 辉	丁欣盈
	武汉大学	便携式 GPS 跟踪系统的设计与实现	吴 俊	李 薇	王凌斐
	北京航空航天大学	汽车驾驶员辅助系统	吴 鹏	金 毅	余 涵
	西安电子科技大学	手持式电子阅读器	庞继勇	韩 磊	公茂果
三 等 奖	复旦大学	智能标签在物品管理中的应用	刘竹媛	林庆维	邵 滨
	西安电子科技大学	PDA 的摄像处理子系统	师 青	赵晓春	李延飞
	北京理工大学	多功能指纹数据采集处理系统	王 磊	庄 东	刘 畅
	电子科技大学	嵌入式商务信息管理系统的设计和实现	夏应龙	李孔旭	孙向东
	同济大学	基于 JingWei 板的小车智能控制系统	叶 晨	陆 萍	朱 华
	华中科技大学	嵌入式系统在股票交易中的应用	黄 翔	白 帆	陆承恩
	武汉大学	基于 JingWei 板的嵌入式城市地理信息系统	陈 俊	赵湘媛	刘 博
	哈尔滨工业大学	电子地图定位导游系统	唐新民	王 宁	吴 兵
	北京邮电大学	医生数字助理及医院信息服务平台	王 超	郑永华	陈 强
	北京邮电大学	多功能集成测试系统	董 鹏	黄 敏	王乐然

目 录

微小飞行器飞行控制系统测试平台

(上海大学) 洪焱琪 邵明 严正 (1)

“移动 PC” 解决方案

(上海交通大学) 施侃 方轶博 潘伟斌 (10)

基于 JingWei 板的家用电器无线控制方案

(上海交通大学) 张晓岚 邵立纯 刘伟峰 (16)

带 GPS 功能的 GSM 手机模型

(复旦大学) 丁欣盈 席占国 冯辉 (26)

智能标签在物品管理中的应用

(复旦大学) 刘竹媛 邵滨 林庆维 (37)

基于 JingWei 板的小车智能控制系统

(同济大学) 陆萍 叶晨 朱华 (44)

智能家居控制系统

(同济大学) 倪磊 蒋磊 陈晓东 (50)

基于公用移动通信网的图像采集传输系统

(北京大学) 杨蕾 孟红玲 顾瑶瑶 (62)

基于 Linux 平台的视频点播终端

(北京大学) 童霆 王绍翔 张渊 (74)

多功能指纹数据采集处理系统

(北京理工大学) 刘畅 王磊 庄东 (86)

信号采集分析仪

(北京理工大学) 王魁 杨雷东 高立宁 (92)

医生数字助理及医院信息服务平台

(北京邮电大学) 郑永华 王超 陈强 (104)

电子飞行仪表系统

(北京航空航天大学) 何岷 徐广毅 张展 (110)

便携式无线心电监护系统

(西安交通大学) 孟玉吉 赵涛 焦自洋 (121)

PDA 的摄像处理子系统

(西安电子科技大学) 师青 赵晓春 李延飞 (133)

手持式电子阅读器

(西安电子科技大学) 韩磊 庞继勇 公茂果 (140)

基于 JingWei 板的嵌入式城市地理信息系统

(武汉大学) 陈俊 刘博 赵湘媛 (155)

便携式 GPS 跟踪系统的设计与实现

(武汉大学) 吴俊 王凌斐 李薇 (162)

警务数字助理

(华中科技大学) 桑伟 张立 张利 (174)

嵌入式系统在股票交易中的应用

(华中科技大学) 陆承恩 黄翔 白帆 (185)

嵌入式商务信息管理系统的设计和实现

(电子科技大学) 夏应龙 孙向东 李孔旭 (191)

电子地图定位导游系统

(哈尔滨工业大学) 唐新民 吴兵 王宁 (198)

微小飞行器飞行控制系统测试平台

洪焱琪 邵 明 严 正

摘要：本文介绍了运用 Intel StrongARM SA-1110 实现微小飞行器测控平台的系统组成方法，系统主要由飞行参数信息采集系统、图像采集与处理系统、GPRS 双向数据通信系统、机载主控系统、远程 PC 数据采集与指挥控制系统等组成。该系统的建立，可以实时监测飞行器的各种飞行参数，在这个平台基础上，借助 SA-1110 的 ARM 内核芯片的高速运算能力，可以进一步实现微小型飞行器的自主飞行控制算法，为最终实现小型飞行器的自主飞行打下基础。

关键词：嵌入式系统，微小型飞行器，ARM，GPRS，GPS

Abstract: This paper introduces a system of controlling & measuring platform of MAV based on Intel StrongARM SA-1110. The system consists of the following parts: collecting subsystem of flying parameter information, imaging acquiring and processing subsystem, GPRS dual-data transfer subsystem, piggyback central controlling subsystem, remote data acquiring and controlling subsystem and so on. The system can detect any real-time flying parameter. On the basis of this platform and the rapid computing capacity of ARM core in SA-1110, the self-flying controlling algorithm of SUAV can be realized, which establishes the basis for future self-flying of MAV.

Keywords: Embedded Systems, MAV, ARM, GPRS, GPS

1 概 述

1.1 课题背景

本项目的设计思想来源于国家 863 和上海市科委 2002 年度重大项目：“旋翼飞行器的自控系统”、“微小型飞行器的飞行控制”、“微机电系统—超小型飞行器实用系统开发”等课题。

结合上述内容，建立一套飞行控制系统的试验测试平台，以便将来在这个平台的基础上，验证微小型飞行器的自主飞行控制算法，为最终实现小型飞行器的自主飞行打下基础。

同时，通过实现这个课题，也可将上述方案运用于物流管理与监控系统，可以方便地实现远程通信、通话、GIS 信息查询、GPS 导航定位、图像远程传送、运输载体安全监控等功能。

1.2 经济建设和社会发展的要求

研究开发超小型飞行器，具有十分明确的应用需求：

- (1) 特征尺寸在 80~160 厘米之间的超小型飞行器，主要用于消防救援。
- (2) 特征尺寸在 45~120 厘米之间的超小型飞行器，主要用于反恐防暴和其他突发事件的防范、处理。

1.3 飞行器课题研究内容

- (1) 视频传感器、气体传感器等任务传感器的数据采集系统。
- (2) 飞行状态、地理位置等信息的获取。
- (3) 机载数据接收发送装置。
- (4) 采用图像压缩技术带来的机载信息处理量问题及功耗。
- (5) 通信链（包括接口）的标准化问题。
- (6) 地面控制站的友好人机界面。

1.4 技术路线与方案

本项目中所要研究的主要内容是飞行控制系统的测控试验平台，根据总体项目的要求，这个测控试验平台应满足固定翼和旋翼两种飞行器结构，从总体的应用要求来说，这两种飞行器的基本电路要求很接近，主要的差别在于控制算法的不同。因此，本课题在设计时，尽可能满足两种飞行平台，在实际应用时，可能只要稍做改动即可。总体技术路线如图 1 所示。

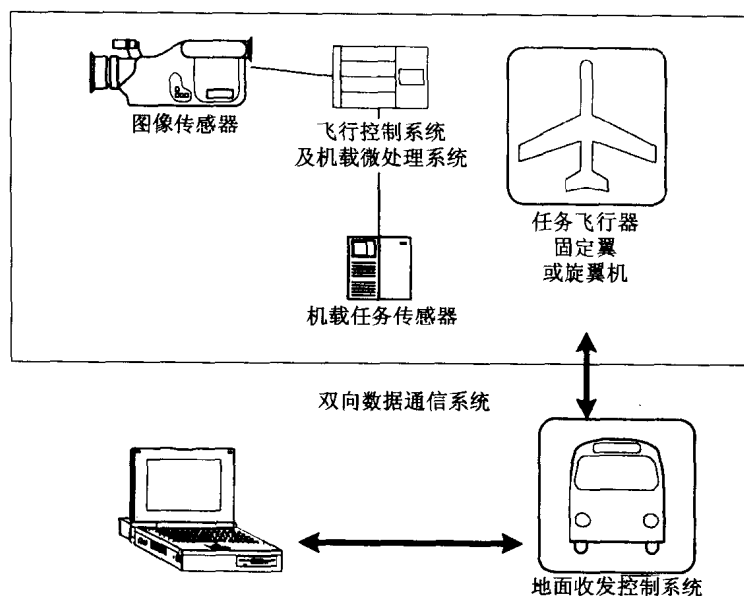


图 1 总体技术路线图

1.5 飞控、导航及通信系统

实现飞控、导航及通信系统的关键器件有微型化的计算机微处理器、通信设备、GPS、高度计、空速计、磁场计、加速度计、陀螺仪、方向舵、八字舵等。

2 软硬件具体实现

2.1 总体结构

硬件系统的总体结构，主要有以下几部分组成：Intel StrongARM SA-1110 主控板、GPRS 通信模块、图像采集系统、飞行姿态及任务传感器数据采集系统等。

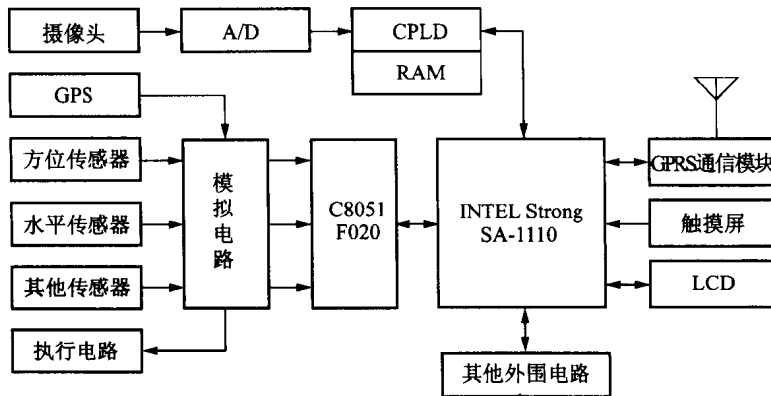


图2 硬件系统总体结构框图

2.1.1 Intel StrongARM SA-1110

Intel StrongARM SA-1110 是一款面向移动设备和嵌入式应用的微处理器，它包含能运行在 206MHz 的 32 位 RISC 内核，片上集成指令、数据 Cache 和读写缓冲区，能够和 FlashROM, SRAM, DRAM, SDRAM 等多种存储器相连。它集成了多种外围设备控制器，如 UART, IrDA, USB, MCP, SSP, LCD, DMA, PCMCIA 等。

Intel StrongARM SA-1110 的以上这些特点，正适合于我们的系统设计的要求。它的高速运算处理能力，为我们的嵌入式图像处理应用提供了良好的平台；完善的功能和丰富的接口，为系统的硬件设计提供了良好的扩展余地。

2.1.2 通信系统

通信系统分为地面及机载两个部分。

机载通信设备是组成系统的一个主要部分之一，包括无线接收和发送两个部分，微处理器将来自任务传感器、GPS、磁阻传感器等各种传感器的参数处理后，通过无线信道发送回

地面，而机载无线接收设备可以接收来自地面的控制信息及其他参数。

地面通信设备也由接收和发送两个部分组成，接收器接收来自机上的图像信息及飞行参数，发送设备发送地面的指令。

对于超视距的双向数据传送，可以采用 GPRS (General Packet Radio Service) 来实现。GPRS 通用分组无线业务，是在现有的 GSM 系统上发展出来的一种新的分组数据承载业务，具有实时在线、按量计费、快捷登录、高速传送等特点，特别适用于间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输，也适用于偶尔的大数据量传输。目前，中国移动 GPRS 网络已开通。

2.1.3 飞行姿态及任务传感器数据采集系统

该系统主要由以 C8051F020 单片微机为主体的硬件系统组成，C8051F020 是美国 CYGNAL 公司最新推出的带 A/D、D/A 等多种外围电路的基于 MCS51 指令系统的单片机，具有功耗低、体积小等诸多特点，可以外接四个 UART，非常适合作为 SA-1110 的外围扩展芯片。

所有的位置传感器、任务传感器都可以通过简单的外围放大电路直接接入 F020，由 F020 进行预期处理后再通过串口发送给 SA-1110。

2.1.4 图像采集系统

图像采集系统主要由 CPLD 来实现，通过并行接口传送给 SA-1110。

2.1.5 地面电子设备

地面电子设备主要是控制飞行器飞行、接收来自飞行器的图像信息及飞行参数信息，并将地面人员的控制信号传到机上；现场实时显示从飞行器传回的图像、探测到的气体信息等；对传回的图像进行处理，使图像易于观察，存储和回放装置可以保存现场的图像作为资料。指挥人员可以通过这个系统发布命令，改变飞行器的飞行路径等。

2.2 ARM 主控系统程序实现

程序分为两部分：主程序和中断处理程序。主程序完成液晶屏幕的显示功能和图像数据的接收和 JPEG 压缩，中断处理程序包含串行口 1 中断处理程序——接收 GPS 和电子陀螺数据、串行口 3 中断处理程序——接收 GPRS 数据。

2.2.1 液晶屏显示程序

JingWei 开发板采用 Sharp 公司生产的 5.7" 320×240 反射 TFT 彩色 LCD。考虑到 LCD 的解析度只有 320×240，显示空间较小，所以显示内容分为 4 个窗口显示，通过触摸屏进行选择。

液晶屏显示程序实现飞机状态、已接收的数据显示，并提供了触摸屏输入功能，实现显示窗口的切换和对飞机输入控制命令，如飞机飞行数据的记录等。液晶屏幕共有四项显示功能：飞行姿态、GPS 数据、飞行轨迹和飞行控制。这四项显示功能可以通过触摸屏进行选择。

飞行姿态窗口用于显示飞机的飞行姿态。飞机的飞行姿态由三个参数决定：方位角、旋