

数据采集系统 整体设计与开发

李 军 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



DVD-ROM INCLUDED

数据采集系统 整体设计与开发

李 军 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书围绕农田远程病虫害监测预警系统,完整地描述网络采集系统硬件设计、芯片固件程序、网络通信、数据服务器、数据库关键技术、Web 服务器整个采集过程的工作原理和设计思路。全书共分 8 章,主要内容有采集板硬件电路设计分析、虫情采集传感器设计、采集器芯片程序设计、采集系统通信整体设计、数据服务器软件设计、采集系统数据库设计、上位机应用软件设计等。

本书可供高等院校嵌入式软硬件系统专业师生作为辅导教材使用,也可供有关科技人员和软硬件产品开发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据采集系统整体设计与开发 / 李军编著. --北京:
北京航空航天大学出版社,2014.5

ISBN 978-7-5124-1368-9

I. ①数… II. ①李… III. ①数据采集—系统设计②
数据采集—系统开发 IV. ①TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 017624 号

版权所有,侵权必究。

数据采集系统整体设计与开发

李 军 编著

责任编辑 刘 晨 刘朝霞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编:100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:20.75 字数:442 千字

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1368-9 定价:49.00 元(含光盘 1 张)

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

由于作者深深酷爱着农业这块热土,由衷地感受到农业是兴国之本,关系到我国 13 亿人口生活问题。随着改革开放,我国农业管理方式发生了翻天覆地的变化,但是农业在种植、经营管理方式方面几乎延用着传统的管理模式,广大农民还没有真正意识到应用信息化取代传统的现代农业经营管理的意义,从某种程度上讲,大家只在口头上谈谈而已,还没有从长远角度深思现代农业的出路在哪里?带着百思不解的心情,作者自 2001 年开始研究开发用信息技术改造传统农业管理模式,开始着手研究节水灌溉自动化控制系统,从导线控制方式到无线控制方式都有所见解,随后重点对农田病虫害监测系统,从单机版到网络版,再从单一监测到综合预警,逐步提升开发采集要素,并将产品投入农田使用,不同程度地发挥其用信息化改造传统的管理模式的作用。

作者编写此书的目的是试图给初学开发网络版嵌入式采集监测系统的爱好者一点整体思路,给教学者一点开发产品整体启发。也许有些工程技术人员认为没有什么理论参考价值,是的,我们就是想通过实践快速引导初次进入嵌入式采集监测系统开发的工程技术人员。哪怕对他们只是一点点启发,也算是达到我们的编写目的。

全书共 8 章。第 1 章为数据采集系统概述,内容包括采集系统总体需求、采集器软硬件设计原则、开发环境及工具的选择、采集系统总体规划设计思路、采集系统的整体架构。第 2 章为硬件电路设计分析,内容包括硬件开发任务、硬件设计思路、MCU 微控制器设计与选择、存储器电路设计、I/O 设备接口电路设计、电源电路的设计、电路板设计、硬件电路的 PCB 版图绘制、抗干扰技术、可靠性设计。第 3 章为虫情采集传感器设计,内容包括传感器开发任务、传感器概述、虫情传感器设计遐想、虫情采集传感器设计、虫情采集传感器发展趋势。第 4 章为采集器芯片程序设计,内容包括芯片软件开发主要任务、软硬件协同设计、总体设计重点内容、中断服务程序设计、农田采集系统程序设计、数据采集程序设计。第 5 章为采集系统通信整体设计,内容包括数据传输开发重点任务、数据通信整体设计思路、下位机通信程序设计、上位机通信程序设计、采集板子通信程序设计。第 6 章为数据服务器软件设计,内容包

前 言

括数据服务器开发任务、TCP/IP 协议概述、采集系统报文格式总体说明、数据管理工具设计思路、JDBC 基本概念。第 7 章为采集系统数据库设计,内容包括数据库开发任务、数据库设计与分析、系统概念模型设计、逻辑模型设计、数据库物理设计、数据库实施、网络数据库结构模式思考。第 8 章为上位机应用软件设计,内容包括上位机软件开发任务、动态网页技术、搭建开发环境、需求总体架构设计、JAVA WEB 程序设计、预警信息模块设计与实现、上位机软件测试、系统运行环境的搭建简述。

此产品开发获得 4 项专利分别是《农田信息采集器》,专利号为 ZL 2006. 2. 0019802. 8;《农田压电陶瓷传感器》,专利号为 ZL 20082010648. 1;《采集模块数模转换装置》,专利号为 ZL 200820103684. 8;《农田信息数字采集处理控制器》,专利号为 ZL 20112020295487. 2。获得一项软件著作权登记证书《远程害虫监测预警系统》V2,证书编号为 02009SD048120。产品开发所涉及学科较多,一本书很难完完全全描述得特别清楚,为了让读者能够有一个实践过程,我们将硬件电路图、软件全部代码刻录成光盘奉献给读者,以便读者快速掌握采集系统知识。

鉴于作者在整个研发过程处在项目管理角色,对高深理论的研究处于中级阶段,有些见解请学者和专家多予指导。因网络采集系统所研究的内容很多,作者无法对每个章节详细描述,重点突出设计思想和工作原理,从而给开发者一些启发。

由于初次编写工程类书籍,难免会出现不妥之处,恳请广大读者(工程技术人员、学者、专家教授)给予指点,我们会虚心接受,及时改正。

李 军

新疆精准农业信息技术生产力促进中心

新疆吉利利数字技术有限公司

2014 年 1 月



第 1 章 数据采集系统概述	1
1.1 采集系统总体需求	1
1.1.1 需求背景	1
1.1.2 虫情采集方式设想	1
1.1.3 系统总体设计思路	2
1.1.4 采集硬件通用框架模型	3
1.2 采集器软硬件设计原则	4
1.2.1 系统整体设计的基本原则	4
1.2.2 软硬件协同设计	5
1.2.3 硬件设计的基本原则	6
1.2.4 软件设计的基本原则	8
1.3 开发环境及工具的选择	9
1.3.1 软硬件开发环境	9
1.3.2 常用硬件开发工具	9
1.3.3 软件开发工具	11
1.3.4 程序设计语言的选择	11
1.4 采集系统总体规划设计思路	12
1.4.1 采集系统整体规划	12
1.4.2 采集板硬件总体规划	12
1.4.3 集传感器规划	13
1.4.4 采集芯片软硬件规划	13
1.4.5 采集系统通信规划	14
1.4.6 数据管理服务器规划	15
1.4.7 数据库设计规划	16
1.4.8 上位机系统总体规划	16

目 录

1.5 系统的整体架构	18
1.5.1 整体架构规划	18
1.5.2 系统要达到的目标	18
第2章 硬件电路设计分析	20
2.1 硬件开发任务	20
2.1.1 硬件系统组成	21
2.1.2 采集系统工作原理	21
2.2 硬件设计思路	23
2.2.1 采集板总体架构设计思路	23
2.2.2 存储器设计思路	27
2.2.3 I/O 设备接口电路设计思路	29
2.2.4 串口通信电路设计思路	30
2.2.5 供电电源设计思路	30
2.2.6 硬件电路框图设计	32
2.3 MCU 微控制器设计与选择	34
2.3.1 MSP430 单片机电气特性介绍	34
2.3.2 MSP430F5438 引脚功能分析	35
2.3.3 硬件电路设计评估	41
2.3.4 MCU 外围单元电路设计	41
2.4 存储器电路设计	45
2.4.1 铁电存储器电路设计	45
2.4.2 SD 存储卡电路设计	45
2.5 I/O 设备接口电路设计	46
2.5.1 基本输入/输出分析	46
2.5.2 传感器状态参数	47
2.5.3 模拟电路输入设计	48
2.5.4 数字量电路输入设计	49
2.5.5 液晶显示与键盘电路输入设计	50
2.5.6 无线通信电路设计	51
2.5.7 RS-232/RS-485 扩展接口电路设计	53
2.5.8 开关量输出接口电路设计	56
2.6 电源电路的设计	57
2.7 电路板设计规则	59
2.8 硬件电路的 PCB 版图绘制	62
2.8.1 PCB 版图设计的工作流程	62
2.8.2 PCB 设计技巧与注意事项	64

目 录

2.8.3 PCB 设计原则与抗干扰措施	65
2.9 抗干扰技术	68
2.10 可靠性设计	69
2.10.1 影响可靠性的因素	69
2.10.2 可靠性设计技术	70
第3章 虫情采集传感器设计	74
3.1 传感器开发任务	74
3.1.1 虫情采集传感器设计	74
3.1.2 高精度虫情传感器设想	75
3.2 传感器概述	75
3.2.1 传感器的分类	75
3.2.2 传感器的性能要求	75
3.2.3 传感器选用原则	76
3.2.4 常用传感器类型	76
3.2.5 虫情采集传感器设计思路	77
3.3 虫情传感器设计遐想	78
3.3.1 电感式接近开关设计遐想	78
3.3.2 扬声器工作原理设计遐想	80
3.3.3 光电传感器采集方案	80
3.3.4 红外线传感器设计方案	81
3.3.5 虫情采集传感器方案选择	81
3.4 虫情采集传感器设计	83
3.4.1 压电陶瓷虫情采集传感器设计思路	83
3.4.2 虫情采集调理原理图设计	83
3.4.3 红外线虫情监测原理	86
3.5 虫情采集传感器发展趋势	89
3.5.1 虫情采集传感器存在问题	89
3.5.2 红外光谱原理	89
3.5.3 条码技术基础知识	90
3.5.4 射频技术	90
3.5.5 生物识别技术	90
3.5.6 未来虫情采集传感器发展探索	91
第4章 采集器芯片程序设计	92
4.1 芯片软件开发主要任务	92
4.1.1 硬件与芯片固件主要功能	92
4.1.2 采集传感器通用算法	92

目 录

4.1.3	数据通信远程传输模式	92
4.1.4	数据与网络连接方式	93
4.2	软硬件协同设计	93
4.2.1	硬件结构概述	93
4.2.2	软件结构设计	95
4.2.3	采集板可靠性设计	98
4.2.4	采集器固件程序报文格式定义	101
4.2.5	采集器固件编程方案选择	106
4.2.6	总体设计重点内容	106
4.2.7	上位机数据转换流程图及源程序	109
4.3	传感器算法	111
4.3.1	传感器的静态特性	111
4.3.2	A/D 转换器的性能指标	112
4.3.3	传感器常规技术指标	113
4.3.4	传感器基本算法	114
4.4	中断服务程序设计	116
4.4.1	中断程序概念	116
4.4.2	中断程序设计	119
4.5	采集系统程序设计	120
4.5.1	采集程序设计思路	120
4.5.2	采集板初始化子程序	123
4.5.3	采集板采集模块子程序	125
4.5.4	数据存储	127
4.6	数据采集程序设计	133
4.6.1	模拟量数据采集程序设计	134
4.6.2	数字量采集程序设计	138
第 5 章	采集系统通信整体设计	140
5.1	数据传输开发重点任务	140
5.1.1	数据传输硬件技术	140
5.1.2	数据传输原理	140
5.1.3	无线通信技术 AT 指令	140
5.1.4	数据通信整个过程	141
5.2	数据通信整体设计思路	142
5.2.1	下位机与上位机通信原理	142
5.2.2	通信设计要素	143
5.3	下位机通信程序设计	145

5.3.1	数据通信模块工作原理	145
5.3.2	RS-232-C 标准串口工作原理	145
5.3.3	下位机通信协议	149
5.3.4	RS-232 串口通信程序初始化	149
5.3.5	采集系统无线通信设计	152
5.3.6	无线通信模块工作原理	157
5.3.7	采集站与上位机数据通信机制	158
5.3.8	网络通信设计思路	170
5.4	上位机通信程序设计	172
5.4.1	上位机串口通信编程方法的选择	172
5.4.2	Pcomm 主要命令码	173
5.4.3	上位机(网络)通信协议	174
5.5	采集板子通信程序设计	174
5.5.1	无线数传电台设计简述	174
5.5.2	ZigBee 技术设计思路	176
第 6 章	数据服务器软件设计	178
6.1	数据服务器开发任务	178
6.1.1	采集数据与网络连接	178
6.1.2	数据解析方式	178
6.1.3	采集数据与数据库连接	178
6.1.4	数据采集参数设置工具开发	179
6.2	TCP/IP 协议概述	179
6.2.1	互连网络层	179
6.2.2	IP 协议	180
6.2.3	ARP 协议	183
6.3	采集系统报文格式总体说明	187
6.3.1	报文格式	187
6.3.2	报文交换过程	187
6.3.3	编写说明	187
6.3.4	报文格式说明	189
6.4	数据管理工具设计思路	200
6.5	JDBC 基本概念	208
6.5.1	JDBC 框架结构	208
6.5.2	JDBC 工作原理	209
6.5.3	JDBC 应用模型	210
6.5.4	JDBC 连接数据库的方法	210

目 录

第 7 章 采集系统数据库设计	214
7.1 数据库开发任务	214
7.1.1 数据库开发基本任务	214
7.1.2 数据库设计的方法	214
7.1.3 数据库设计的过程	216
7.1.4 实时数据库设计关键技术	217
7.1.5 数据库管理系统的软件组成	217
7.1.6 java 数据库程序开发步骤	218
7.2 数据库设计与分析	219
7.2.1 数据库设计应考虑的因素	220
7.2.2 数据库特殊需求考虑方法	221
7.2.3 编写数据字典的重要性	222
7.2.4 数据字典的主要任务	223
7.2.5 系统数据字典类型和特征	224
7.2.6 采集系统数据字典实例	225
7.3 系统概念模型设计	229
7.3.1 概念结构	229
7.3.2 概念结构设计的方法与步骤	229
7.3.3 采集系统概念模型设计	231
7.4 逻辑模型设计	234
7.4.1 E-R 图向关系模型的转换	235
7.4.2 数据模型的优化	235
7.4.3 设计用户子模式	237
7.5 数据库物理设计	238
7.5.1 数据库的物理设计的内容和方法	239
7.5.2 确定数据库的存储结构	240
7.5.3 评价物理结构	241
7.6 数据库实施	243
7.6.1 使用 SQL 数据字典来构建数据库	243
7.6.2 数据库运行和维护阶段	246
7.6.3 数据的载入和应用程序的调试	246
7.6.4 数据库的试运行	247
7.6.5 数据库的维护	248
7.7 网络数据库结构模式思考	249
7.7.1 C/S 模式	249
7.7.2 B/S 模式	249

7.7.3 C/S、B/S 架构两者特点的比较	250
第 8 章 上位机应用软件设计	252
8.1 上位机软件开发任务	252
8.1.1 注册用户登录与权限管理	252
8.1.2 采集数据界面显示	252
8.1.3 短信预警发布	252
8.1.4 上位机应用程序工作任务	253
8.1.5 Java Web 应用开发核心技术	253
8.2 动态网页技术	257
8.2.1 动态网页工作原理	257
8.2.2 ASP 技术特点	258
8.2.3 PHP 技术特点	259
8.2.4 JSP 技术特点	259
8.2.5 三种动态网页技术比较	260
8.3 搭建开发环境	262
8.3.1 Java Web 开发环境简述	262
8.3.2 JDK 的安装与配置	263
8.3.3 安装与配置 Tomcat 服务器	264
8.3.4 安装与配置 SQL Server 2008 数据库	265
8.3.5 安装使用 SQL Server 图形化工具软件	266
8.3.6 Java Web 技术概述	267
8.4 需求总体架构设计	268
8.4.1 上位机软件设计思路	268
8.4.2 上位机各个模块接口设计	272
8.5 Java Web 程序设计	279
8.5.1 开发环境	279
8.5.2 三层架构思想	280
8.5.3 数据访问层的设计	280
8.5.4 业务逻辑层的设计	284
8.5.5 界面层及实体类的设计	293
8.5.6 用户登录程序实现与代码注释(图 8-13)	296
8.5.7 三层架构实现效果评价	299
8.6 预警信息模块设计与实现	300
8.7 上位机软件测试	311
8.7.1 测试记录、测试报告保存期限	311
8.7.2 测试实施	311

8.8 系统运行环境的搭建简述	312
8.8.1 安装 Windows Server 2003 企业版	312
8.8.2 SQL Server 2005 数据库的安装及配置	313
8.8.3 Tomcat 安装	314
8.8.4 架设 Web 服务器的基本设置方法	316
8.8.5 I ² S 的高级设置	316
8.8.6 NET Framework 2.0 的安装	317
8.8.7 JRL——农田病虫害监测预警系统安装	317
8.8.8 系统卸载	318
8.8.9 系统运行	318
8.8.9 系统配置要求	318
8.8.10 常见问题的解决方法	319

第 1 章

数据采集系统概述

1.1 采集系统总体需求

1.1.1 需求背景

如何根据土壤墒情、气象信息、田间环境参数、虫情分布数量等环境因子,找到田间害虫爆发概率,掌握害虫爆发预见性,一直困扰着农业植保技术人员。从某种意义上讲,导致田间病虫害突发事件给农业经济带来巨大损失。我们带着疑惑不解的心情,试图应用信息技术将田间环境参数因子如气压、空气温、湿度、日照强度、土壤湿度、作物叶面湿度等和田间实时小气候参数如风向、风速、雨量等与实时害虫数量有机结合,寻找农田害虫爆发的规律,建立准确的、可靠的害虫爆发模型,达到提前预知田间害虫爆发征兆,并能及时提出预防应急措施,从而减少农业经济损失。

1.1.2 虫情采集方式设想

1. 传统人工采集方式

调查取样方法:每块田用 5 点取样法,共调查 100~200 株,把调查的幼虫数量,根据每种作物种植密度,计算成每 667 m² 虫量。

田间采集方法:选择条播、小株密植作物,以平方米为单位,每种类型田调查 2~4 块,每块地取样 10 点,每点 5 m;单株、稀植作物,以株为单位,每块田调查取样 100~200 株。采用网捕的地区,仍可用网捕法。

杨树枝把诱蛾:取 10 枝 2 年生杨树枝条,枝长 67 cm 左右,凉萎蔫以后捆成一束,竖立于棉行间,其高度超出棉株 15~30 cm;选生长较好的棉田 2 块,每块田 2 m×667 m 以上,每块田 10 束。每日日出之前检查成虫。每 7~10 天更换一次,以保持诱蛾效果。

2. 信息化采集方式

与人工相比,信息化技术是将虫情采集装置安装在需求监测的地方,根据所要选择作物和害虫分类,如在棉田就选择监测棉铃虫,我们可以两种棉铃虫采集容器,一种靠光谱作为诱剂,光源选择在 350~360 μm、功率在 1~3 W 紫光光源作为诱剂;

第1章 数据采集系统概述

另一种选择性诱芯作为诱剂,靠诱芯气味来诱集害虫。前者当棉铃虫看见自己喜欢的光谱,就会朝着光源发射的地方运动,达到人为设置光源扑虫器后,就会按照我们事先设置陷阱闯入光源采集容器内,然后触碰压电传感器,此时传感器发出一个非线性脉冲信号,经调理电路处理后形成一个我们需要的数字信号输入到主芯片内开始采集计数。诱芯采集容器也是这个原理,只是靠害虫闻到诱芯发出的气味,当雄性棉铃虫味道诱芯气味后,就会往诱芯浓度较大的方向飞去。当飞到诱芯采集容器后,用同样的方法诱集棉铃虫进入诱芯采集容器,唯一不同的是传感器的方式不同。我们采取的是用一对红外线发射、接收管作为采集棉铃虫数量的传感器,当棉铃虫穿过一对红外线二极管一瞬间给接收一个信号,此信号同样经过调理电路处理后形成一个数字信号输入到主芯片内开始处理计数。整个采集过程不需要人工操作,完全实现害虫数量自动化采集。特别提醒大家的是以上方法所采集害虫的类型不仅局限采集棉铃虫,只要市面有的诱芯都可以用此方法采集,只是采集什么样虫的名称采用什么样的诱芯而已。

3. 两者采集方式比较

人工监测与自动化监测比较如表 1-1 所列。

表 1-1 人工监测与自动化监测比较

选择参数	人工取样采集方式	信息技术取样采集方式
调查方式	抽样调查	抽样调查
时序性	间断性	连续性
采集范围	小	大
劳动强度	大	小
检测手段	人工检测	自动化检测
采集精度	间断性判断 42%	连续性判断 67%

1.1.3 系统总体设计思路

将某种传感器所采集信号输入的调理电路进行整形处理,无论是模拟信号还是数字信号转换成我们事先设定的方块巨型波,使某种物理状态转换成能够适应计算控制的状态,经芯片内程序运算处理后换算成符合 MCU 具备运算和控制的代码数据。此数据存放程序控制指定的位置,当此数据接到上一级命令请求时,立刻响应按照固件程序指定的规律排列形成包文件,通过有线或无线将数据包从信源地发送到信宿地,完成了传感器采集信号从信源地到信宿地的数据传输过程。

数据被传输到信宿地后还没有达到我们的目的,还有两种状态没有解决,一是传感器采集信号具有连续性,此刻信宿地接收到数据包,下一个时段同样要接到数据包,周而往复采集今天的数据、明天的数据就形成了数据累计存储问题;另一个情况

就是怎样将 PC 所采集的信号在显示器显示出来供人们浏览,或将某一个时段传感器所采集信号状态值,利用一种转换工具从数据库取出来存,转换成在显示器软件界面上,所能显示的与传感器同一时刻所采集的信号所一致。从传感器采集到显示整个过程达到我们所需的目的,按照这个大体思路,建立软硬件工作程序就能完成我们所需的采集设计任务。

数据采集系统由硬件和软件两部分组成,硬件主要包括传感器、采集板、通信接口、系统电源、PC 等设备,而软件有嵌入式芯片固件程序、采集数据程序和 Web 服务器监控应用软件。下位机系统通过 GPRS/CDMA 无线通信模块将自动采集站数据信息与上位机监测中心连接,实现农田病虫害采集监测预警的目的。

系统利用太阳能绿色电源、计算机和传感器技术,根据应用专业性的性诱剂,将棉铃虫诱集到采集器内,害虫触碰压电陶瓷传感器就会产生一次害虫数量记录。我们知道害虫爆发不是孤立事件,它和环境空气温度、湿度、土壤水分、地表温度等环境参数有关。要想找到害虫爆发的规律,还必须找到所采集害虫爆发与环境因子同一时刻规律,建立此类害虫爆发模型。系统再利用 GSM 短信功能,将某个阶段害虫征兆状态发送到预先设定的“电子植保员”手机上,从而达到对田间害虫的自动化监测、预报一体化的效果。

1.1.4 采集硬件通用框架模型

采集器硬件按整机结构划分可分三大模块:核心模块、功能模块、基础模块。三大模块相互依赖、缺一不可,各自独立完成自己的任务。详见图 1-1 采集器硬件通用框架模型。

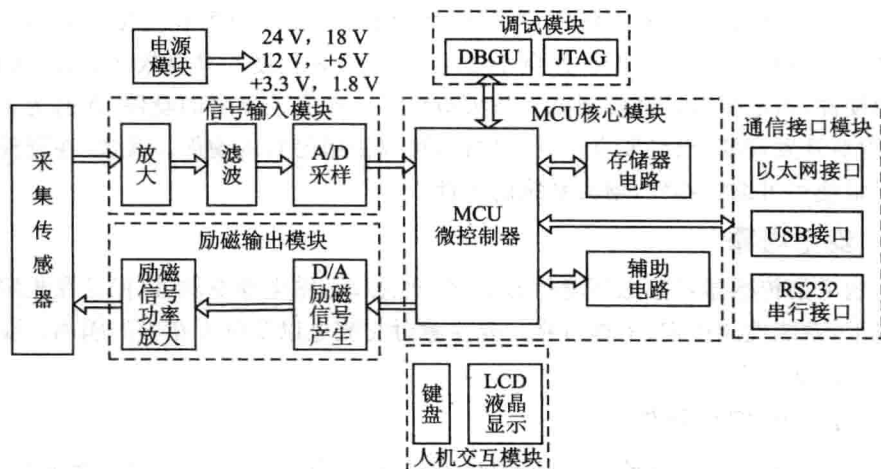


图 1-1 采集器硬件通用框架模型

采集系统硬件基本组成包括以下三大模块:

第1章 数据采集系统概述

- (1) 核心模块:主要是微控制器、时钟电路等。
- (2) 功能模块:主要是存储器件、测控通道器件、人机接口/通信接口器件等。
- (3) 基础模块:主要是电源供电电路、电路监控电路、复位电路、电磁兼容与干扰抑制电路等。

1.2 采集器软硬件设计原则

1.2.1 系统整体设计的基本原则

1. 制定设计任务书

确定系统整体所要完成的任务和应具备的功能,提出相应的技术指标和功能要求,并在任务书里详细说明。并且通常要对系统功能进行任务分析,把较为复杂的任务分解为一些较为简单的任务模块,画出各个模块之间的关系图。

2. 确保性能指标

系统设计的根本依据是任务书所要求达到的性能指标,如采样频率、系统分辨率和系统精度等一些关键的性能指标。

要保证系统的性能指标,主要考虑要采集信号的特性,比如信号的幅值大小、时域波形特性、频谱特性、信号的输入方式(单端输入还是差动输入,单极性输入还是双极性输入)、共模电压大小和输入阻抗等。

3. 系统结构的合理选择

系统结构合理与否,对系统的可靠性、性价比、开发周期等有直接的影响。首先是硬件、软件功能的合理分配。原则上要尽可能“以软代硬”,只要软件能做到的就不要使用硬件,但也要考虑开发周期。如果市场上已经有了专用的硬件,此时为了节省人力、缩短开发周期,没必要自己开发软件,可以使用已有的硬件。其次,在硬件的选择上尽量使用可编程器件,增大系统的柔性。

4. 安全可靠

选购采集传感器要考虑环境的温度、湿度、振动、粉尘等要求,以保证在规定的工作环境下,系统性能稳定、工作可靠。要注意对交流电以及电火花等的隔离。要保证连接件的接触可靠。

5. 便于维护和维修

为了使将来的维护方便,尽量采用标准模块,比如采用标准总线和标准接口等。在不能使用标准模块的地方尽量使用可行的简单方法解决问题,不提倡使用复杂的或是特别巧妙的方法解决问题,因为这会给系统维护带来困难。如果确实需要用复杂的或巧妙的方法解决问题,一定要做好详细的文档记录以便于将来维护。