

单片机毕业设计·课程设计·电子设计竞赛 指导丛书

单片机设计 实例选集(一)

楼然苗 李光飞 编著
陈庭勋 胡佳文



Microcontroller Design Examples



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

单片机毕业设计 课程设计 电子设计竞赛 指导丛书

单片机设计实例选集（一）

编 著 楼然苗 李光飞
陈庭勋 胡佳文



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

内容提要

本书是用于指导大学生进行单片机设计实践训练而编写的教学参考指导书。《单片机设计实例选集》内容包括了单片机在地球磁场方位角测量、GPS 信息显示处理、调频频率发射控制、波形产生控制、语音录放控制、超声波测距、温度测量、LED 点阵字符显示、LCD 波形显示、远程设备电话遥控、无线数据传送、直流电源控制、电子万年历等不同方向的设计应用例子,因设计内容较多,篇幅较长,所以分几册出版,本册编写的 4 个例子,文本按毕业设计报告格式编写,分别是船用磁罗经数字转换器的设计应用、基于 GPS 的电子海图仪关键技术研究、小功率数控调频电台的设计、基于 DDS 技术的数控信号发生器的设计。因毕业设计报告格式在不同学校或同一学校不同年份会有变化,因此编写的每个实例章节格式规范不求一致,但主体内容基本是相同的,其中一些与作者相关的不重要章节内容,如“小结”、“致谢”等没有编在书中。

本书可作为高等院校电类专业学生进行单片机毕业设计的指导用书,也可作为单片机课程设计或大学生参加电子设计竞赛等实践活动的教学辅导用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机设计实例选集.1 / 楼然苗等编著. —杭州:
浙江大学出版社, 2014.3
ISBN 978-7-308-12975-6

I. ①单… II. ①楼… III. ①单片微型计算机
IV. ① TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 043598 号

单片机设计实例选集(一)

编著 楼然苗 李光飞 陈庭勋 胡佳文

责任编辑 吴昌雷

续设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州立飞图文制作有限公司

印刷 富阳市育才印刷有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 20.5

字数 498 千

版印次 2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-12975-6

定价 39.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591; <http://zjdxcb.tmall.com>

前 言

毕业设计作为大学生专业学习的最后一门学分课程，其完成质量的好坏，不仅反映了学生在校专业学习与应用的能力水平，更体现了一个学校的办学质量。对电气信息类专业学生来说，用单片机来进行一个实际的电气或电子控制系统设计是非常适合作为毕业设计选题的。作者多年来从事高校单片机教学工作，每年带学生做单片机设计方向的毕业设计，学生不仅能认真完成设计任务，而且期间对单片机强大的自动控制功能表现出了浓厚的兴趣，大多数学生表示电气信息类的学生必需学好单片机设计这门重要的核心基础课，为此，作者整理了多年来的单片机类毕业设计报告，经编辑修改后出版，供广大高校学生与教师参考交流。

本书编写了单片机毕业设计的4个例子，分别是船用磁罗经数字转换器的设计应用、基于GPS的电子海图仪关键技术研究、小功率数控调频电台的设计、基于DDS技术的数控信号发生器的设计。全书按每个实例分章节编写，内容包括摘要、绪论、设计方案分析、硬件电路设计、程序软件设计、调试与性能指标、小结、参考文献、附录等，可作为学生学习或撰写单片机类毕业设计报告的参考格式。

本书适合作为高等院校电类专业学生进行单片机毕业设计的指导用书，也可作为单片机课程设计或作为大学生参加电子设计竞赛等科技实践活动的教学辅导用书。

本书由楼然苗、李光飞、陈庭勋、胡佳文编著，实例三与实例四编写时参考了作者指导过的陈安同学、李智谋同学的毕业设计报告，刘玉良、单海校等老师也参与了审稿与校对工作，在此表示感谢！

本书出版得到了浙江大学出版社的大力支持与帮助，在此表示衷心感谢！

作者 2014 年 1 月
于浙江海洋学院

目 录

实例一 船用磁罗经数字转换器的设计应用

摘 要	2
第 1 章 绪论	5
1.1 课题背景	5
1.2 国内外发展概况	5
1.2.1 磁罗经	5
1.2.2 陀螺罗经	6
1.2.3 电子磁罗经	6
1.2.4 磁罗经转换器	7
1.3 课题主要研究内容	8
1.4 设计指标要求	8
1.5 课题研究的关键技术	9
1.6 课题研究的创新特点	9
第 2 章 磁罗经转换器总体设计方案分析	10
2.1 磁罗经转换器硬件电路的组成	10
2.1.1 微处理器电路	10
2.1.2 磁性传感器	11
2.1.3 RS-485 接口电路	12
2.1.4 显示电路	12
2.1.5 电源电路	12
2.2 磁罗经转换器的控制软件构架	12
2.2.1 初始化程序	12
2.2.2 磁场数据读出程序	12
2.2.3 磁北角计算程序	13
2.2.4 格式输出控制程序	14
2.2.5 显示程序	14
2.2.6 自差校正程序	14

第3章 磁罗经转换器硬件电路设计	15
3.1 微控制器电路系统设计原理	15
3.2 传感器电路设计原理	16
3.3 RS-485 接口电路设计原理	17
3.4 三位 LED 显示电路设计原理	18
3.5 电源电路设计原理	19
第4章 磁罗经转换器控制软件设计	20
4.1 定义部分	20
4.1.1 文件包含部分定义	20
4.1.2 宏定义	20
4.1.3 端口部分定义	21
4.1.4 内存变量定义	21
4.2 初始化程序	21
4.2.1 内存数据使用单元初值设定	21
4.2.2 单片机端口设定	21
4.2.3 单片机控制寄存器设定	21
4.2.4 控制数据设定	21
4.2.5 其他初始化调用程序	22
4.3 传感器读写程序	23
4.3.1 I ² C 开始程序	23
4.3.2 I ² C 停止程序	24
4.3.3 读取从机应答位程序	24
4.3.4 主机应答程序	24
4.3.5 I ² C 写程序	25
4.3.6 I ² C 读程序	25
4.3.7 I ² C 总线收发程序	26
4.4 数据存储程序	28
4.4.1 读写数据寄存器	29
4.4.2 读写地址寄存器	29
4.4.3 读写命令寄存器	29
4.4.4 读写触发寄存器	29
4.4.5 存储操作控制寄存器	30
4.4.6 读 EEPROM 字节程序	30
4.4.7 写 EEPROM 字节程序	30
4.4.8 擦除 EEPROM 扇区程序	31
4.5 自差校正程序	32

4.6 功能设定程序	34
4.6.1 LED 亮度调整程序	34
4.6.2 波特率调整程序	35
4.6.3 安装位置误差调整程序	36
4.7 主程序	37
第 5 章 磁罗经转换器的设计调试与电性能指标	41
5.1 电路板设计与调试	41
5.1.1 电路图的设计调试	41
5.1.2 PCB 板的设计调试	43
5.1.3 试样电路板的焊装与调试	46
5.2 程序的编写调试	46
5.2.1 编译器的安装调试	46
5.2.2 程序下载器的安装调试	47
5.2.3 LED 显示程序的调试	48
5.2.4 波特率设定程序的调试	48
5.2.5 EEPROM 存取程序的调试	48
5.2.6 传感器数据读取程序的调试	48
5.2.7 自差校正程序的调试	49
5.2.8 航行角计算程序的调试	49
5.3 综合测试	50
5.4 产品电性能测试指标	52
结 论	54
参考文献	56
附录：C 源程序清单	60

实例二 基于 GPS 的电子海图仪关键技术研究

摘 要	84
-----------	----

第 1 章 绪论

1.1 课题背景	86
1.2 国内外概况	87
1.2.1 国内外发展概况	87
1.2.2 主要关键技术	88

1.3 课题主要研究工作	97
第2章 GPS 电子海图仪总体方案	98
2.1 嵌入式电子海图仪需求分析	98
2.2 嵌入式电子海图仪的硬件结构	99
2.3 嵌入式电子海图仪的软件组成	101
2.3.1 应用层程序	101
2.3.2 文件管理层程序	102
2.3.3 硬件驱动层程序	102
2.4 小结	102
第3章 电子海图仪的 FAT16 文件系统	103
3.1 FAT16 文件管理器的设计	103
3.2 嵌入式 FAT16 存储原理	104
3.2.1 文件分配表	104
3.2.2 文件目录区	105
3.3 K9F2808U0C 存储器操作函数的设计	106
3.3.1 K9F2808U0C 存储器的操作特点	106
3.3.2 K9F2808U0C 存储器的操作	107
3.3.3 K9F2808U0C 存储器驱动函数	108
3.3.4 K9F2808U0C 存储器的格式化	109
3.4 小结	110
第4章 电子海图仪数据的组织结构	111
4.1 电子海图仪数据的类型	111
4.2 电子海图仪数据的格式	112
4.3 电子海图仪显示数据的块范围	113
4.4 小结	114
第5章 电子海图 GPS 信息的显示与处理	115
5.1 GPS 信息的显示方法	115
5.1.1 GPS 接收板输出的信息格式	115
5.1.2 GPS 位置坐标的变换	116
5.1.3 光标测距的算法实现	119
5.2 电子海图数据的显示方法	124
5.2.1 嵌入式电子海图显示的启动过程	124
5.2.2 普通 PCX 格式图片的显示方法	125
5.2.3 嵌入式电子海图数据的显示方法	126

5.3 小结	128
结 论	129
参考文献	131
附录 1 : 嵌入式 GPS 电子海图仪产品外形图片	134
附录 2 : 嵌入式电子海图显示系统操作界面图	135
附录 3 : GPS 信息接收 C 源程序清单	146

实例三 小功率数控调频发射器的设计

摘 要	156
前 言	158
第 1 章 调频广播系统	159
1.1 调频广播的基本原理	159
1.2 立体声调制原理	160
1.3 调频广播系统构成	161
第 2 章 系统设计方案	163
2.1 单片机控制系统	163
2.2 显示器	164
2.3 调频调制发射电路	164
第 3 章 系统硬件设计	165
3.1 电源电路的设计	165
3.2 单片机控制电路设计	166
3.2.1 单片机引脚接口	166
3.2.2 键盘电路	167
3.2.3 LED 数码显示管	168
3.3 调频调制发射电路的设计	170
3.3.1 BH1415F 的主要特点	170
3.3.2 BH1415F 使用参数	170
3.3.3 BH1415F 引脚功能	171
3.3.4 BH1415F 应用电路	171

第 4 章 系统软件设计	173
4.1 内存单元规划	173
4.2 主要功能程序	173
第 5 章 电路的调试及测试	178
5.1 调试方法	178
5.2 性能测试	178
结 论	180
参考文献	181
附录 1: 单片机汇编程序清单	182
附录 2: 单片机 C 源程序清单	194
附录 3: 实物图片	199

实例四 基于 DDS 技术的数控信号发生器的设计

摘 要	202
前 言	204
第 1 章 总体设计方案论证	208
1.1 总体设计指标	208
1.2 硬件电路系统	208
1.2.1 单片机的选择	209
1.2.2 串口通信的设计	209
1.2.3 DDS 电路的设计	209
1.2.4 低通滤波器的设计	210
1.3 程序软件系统	210
第 2 章 硬件电路的设计	212
2.1 单片机系统电路的设计	212
2.1.1 STC12C5410AD 主要技术特点	212
2.1.2 STC12C5410AD 管脚功能	214
2.1.3 STC12C5410AD 的端口结构	215
2.2 液晶显示器电路的设计	216

2.3 DDS 电路的设计	217
2.3.1 AD9850 的引脚功能	217
2.3.2 AD9850 的工作原理	219
2.4 电源的设计	220
第 3 章 软件设计	221
3.1 AD9850 控制程序设计	221
3.1.1 AD9850 的控制字写入程序	221
3.1.2 AD9850 的频率算法程序	222
3.1.3 AD9850 频率控制方式程序	223
3.2 LCD 显示器的程序设计	224
3.3 按键程序设计	227
3.4 主程序设计	227
第 4 章 系统调试及分析	229
参考文献	230
附录 1: 单片机控制源程序清单	231
附录 2: 设计实物图片	314

实例一

船用磁罗经数字转换器的设计应用



摘 要

磁罗经在航船上的应用已有很久的历史,相对于现代的电罗经而言,具有价格便宜、性能稳定、经久耐用、不需电源等优点,因此在一些中小型渔货船上被广泛使用。但由于磁罗经安装在固定的地方,航行时查看需走近观察磁针的指示角,使用较为不便,并且由于眼睛视角的关系,读数误差也具有不确定性。为了解决这个问题,本文通过设计一个磁罗经数字转换器,将其安装在磁罗经刻度盘的上表面中心位置,通过转换器内部两个相互垂直的磁信号感应器,将磁罗经磁针的磁场强度转化为两个相互垂直方向的电压量,再经过电压信号放大及模数转换,得到两个与船位(纵向与横向)方向相关的磁场强度数字量,通过计算这两个磁场强度的反正切程序就可以算出船艏与地球磁北方向的角度,可以用数字量的方式直接进行显示或送到雷达、电子海图等设备进行航行信息的集中显示,从而提高了磁罗经读数的准确性与使用的方便性。

磁罗经数字转换器的主要电路模块由磁阻传感器、微处理器、LED显示器、数据通讯接口、稳压电源五部分组成。其中传感器采用意法半导体公司的传感器芯片LSM303DLH,它集磁场与重力加速度检测于一体,具有同时输出三轴磁场强度和三轴重力加速度数据的功能。考虑在线装载程序调试的要求,微处理器选用宏晶公司的32脚方形贴片STC12LE5608AD单片机,该单片机内部自带10位的高速模数转换器,运算速度可达每秒10万次。三位LED红色数码管显示器的作用是直接显示磁北角度的整数值。带小数位的磁北角数据由单片机串口输出,而且语句格式符合IEC61162-1(NMEA0183兼容)国际标准,可供船上其他设备显示用。电源部分采用二级稳压,第一级产生3.3V电压供单片机与传感器使用,第二级1.8V电压供传感器LSM303DLH使用。

磁罗经数字转换器经测试,可适合在市场上所有的国内外磁罗经上应用,使用效果良好,其主要特点有:转换数据稳定可靠、分辨率0.1度、转换精度 ± 1.5 度、LED数码管直接显示且亮度四档可调、数据输出波特率四档可选、信息输出刷新率可调、安装位置误差可调等特点。

关键词: 单片机;磁罗经;数字化;转换

ABSTRACT

There is a long history since the application of magnetic compass on the ship, compared with modern gyrocompass, it takes the advantage of cheap, stable, durable and without of power, which be used in small or medium-sized ship wildly. However, due to magnetic compass installed in a fixed place, when looking over the instructions angle, you need to close it, and in the case of view angle, the error is uncertain. In order to solve the problem, designing a magnetic compass digital converter, fixing it on the middle place above the surface, through the two magnetic signal sensors which mutually perpendicular in the converter, converting the magnetic field strength of the magnetic compass needle into two mutually perpendicular directions voltage, and through voltage signal amplification and analog-to-digital conversion, obtained two magnetic field strength digitals related to ship's position (vertical and horizontal) direction, by calculating two arctangent program of the magnetic field strength, can calculate the angle of the bow and the Earth north magnetic, and can display directly or send to radar or electronic chart apparatus for displaying the sailing information through number digital, improved the veracity and conveniences of magnetic compass reading.

The digital converter in point is composed of a sensor, a microprocessor, a 3-bit LED display and a power circuit. The sensor is chosen as LSM303DLH chip manufactured by ST Microelectronics corporation with the function of outputting three-axis magnetic field strength and three-axis acceleration of gravity at the same time, i.e. by which both the magnetic field and the acceleration of gravity can be obtained. The microprocessor chip is STC12LE5608AD produced by Hong Jing Company, with 32 feet and square patch small package. STC12LE5608AD has also a 10-bit analog-to-digital converter inside, with a speed of 10thousand/Sec supporting to load and debug program online. A 3-bits red LED digital tube displayer on the magnetic compass digital converter is used to display the integer value of the magnetic north angle directly. Through LSM303DLH chip's serial port output the decimal part of the magnetic north angle can also be displayed, and the statement format meets international standard IEC61162-1 (NMEA0183 compatible), guaranteeing the universal application to other devices on the ship. The power part is designed to produce two-level output voltage, 3.3V and 1.8V, and supply electricity for the SCM chip and the

LSM303DLH sensor, respectively.

The magnetic compass digital converter can be used in all of magnetic compasses at home and abroad in market through test, and get the good effect, the feature includes: convert data stably and reliably, 0.1 resolution, 1.5 degree conversion accuracy; LED digital tube display directly and with adjustable brightness function; with four gears serial port output baud rate adjustable function; information output resolution adjustable; installation position error electronic adjustment function.

Key words: single chip microcomputer; magnetic compass; digitization; convert

第 1 章

绪 论

1.1 课题背景

目前船用罗经主要有电罗经和磁罗经,其中电罗经的价格在几十万元左右,精度较高,而机械平衡式指针磁罗经的价格一般在 2000~5000 元。由于磁罗经价格低廉且性能稳定,在中小型航船上被广泛使用,但磁罗经使用时需要安装在固定的地方,查看读数很不方便,并且读数目视误差较大,其本身也不具备信息输出接口,不方便船舶航行信息的集成应用。

磁罗经数字转换器内部至少有两个相互垂直安装的磁场信号传感器,从而可以将磁罗经刻度盘上表面的磁场大小转化为两个相互垂直的电压输出分量,再经过线性放大及微处理器内部的模数转换,得到两个纵向与横向方向的磁场强度数字量,通过计算得出罗经指针方位角,因而可以用数字量的方式直接显示或送到雷达、电子海图等设备进行航行信息的集中显示。磁罗经数字转换器通过微处理器中计算程序的修改,也可以单独作为水平方向的电子指南针应用,具有较好的应用市场,目前国内只有少数几家公司生产。作为海洋产业较发达的浙江省,拥有较多的航行船队与修造船企业,仅舟山市就拥有 8000 多条渔船,而每条渔船上一般均安装有磁罗经设备,因此开发数字化的船用磁罗经转换器产品具有经济效益前景。

1.2 国内外发展概况

1.2.1 磁罗经

磁罗经是在中国古代发明的指南针技术的基础上逐步发展演变而来的一种用于指示地球磁北方位的设备。目前,它的最多应用是在船舶航行上,主要用于航向的控制及其他目标物的方位测定的辅助应用。磁罗经的基本组成结构一般有固定台、水平平衡环装置、磁棒、指示刻度盘、校正装置五大部分。磁罗经工作时,通过地球磁力场使磁棒的

两端分别指向地球的南北磁极,从而带动刻度盘转动达到磁北方向指示的目的。在古代,由于航运业的渐渐兴起,航船上逐渐使用了磁罗经来导航,而早期的飞机也曾装有磁罗经来辅助航行。经过长期的结构性能改进,目前磁罗经的指向精度一般可以达到 $1\sim 3$ 度,磁罗经已成为一种性能稳定的船舶航向与方位信息助航工具,国内外有许多的厂商生产磁罗经设备。国内的生产公司有天津市凌津工贸发展有限公司、上海驭洋船舶电子设备有限公司、广州中海电信无线电修理厂等。由于磁罗经具有价格便宜、性能稳定、维护简单、使用寿命长以及能在水平极坐标上给出地理方位角等优点,磁罗经在中小型航船上的应用较为普及。在国际海事组织《SOLAS 公约》中,规定凡150总吨及以上的船舶都应配装一台标准磁罗经或至少配装一台合适的操舵罗经^[1],在我国的船舶安全检验规范中,也明确要求配备磁罗经作为防备万一的安全保证^[2],否则就签不出适航证书。

1.2.2 陀螺罗经

由于磁罗经受地理环境和地球磁场的影响较大,要做到精确测量是较为困难的,特别是在吨位较大的钢铁船上,测量的精度影响更大。因此需要研制一种精度更高的方位测量设备。陀螺罗经就是其后研制的一种最为精确的导航设备。陀螺罗经对地磁场不具敏感性,它是通过对地球自转角速度的测量和跟踪获得真北方向的。目前陀螺罗经主要有三大系列,其中世界上最早的陀螺罗经是德国的安修茨在1908年研制成功的^[3]。这是一种单转子液浮陀螺罗经,其后改为三转子液浮陀螺罗经,后又改进为双转子陀螺球,最后在1930年制成双转子液浮陀螺罗经并形成安修茨系列。美国的斯佩里在1909年也研制成功了第一台采用钢丝悬挂支承代替液浮支承的陀螺罗经,并形成了斯佩里系列多种产品。另外一个系列是由英国的布朗在1912年研制成的,其特点是陀螺球采用液浮,用扭丝定位支承,我国九江中船仪表有限责任公司生产的HLD005型陀螺罗经就属该布朗系列陀螺罗经产品。

陀螺罗经可分为摆式罗经和电磁控制罗经两类。电磁控制罗经与摆式罗经相比具有体积小、性能好、使用方便、易于快速实现稳定等优点。布朗系列陀螺罗经产品一般都采用电磁控制系统。随着技术的不断发展进步,20世纪70年代后,一些新型陀螺罗经产品也得到了开发应用,如双态罗经、激光罗经。新型罗经的精度一般都在 ± 0.1 度以内,并且具有小型化、数字化及高性能特点,广泛应用在大型船舶及军用舰船上。由于陀螺罗经的价格昂贵,一般均在几十万元以上,在一般的中小型船舶上较少装备。

1.2.3 电子磁罗经

电子磁罗经也叫数字罗经,它的应用始于20世纪70年代前后。电子磁罗经一般是由磁性传感器、运放电路、模数转换器、微处理器、电源电路五大模块组成。电子磁罗经的最大特点是重量轻、体积小、精度较高。通常情况下电子磁罗经的方位精度可以达到 ± 0.8 度至 ± 0.5 度,另外还有无机械磨损零件、能自动消除磁差等优点。电子磁罗经能数字化显示方位信息,并可通过数据线进行有线或无线的传送,一般在陆上应用较多。