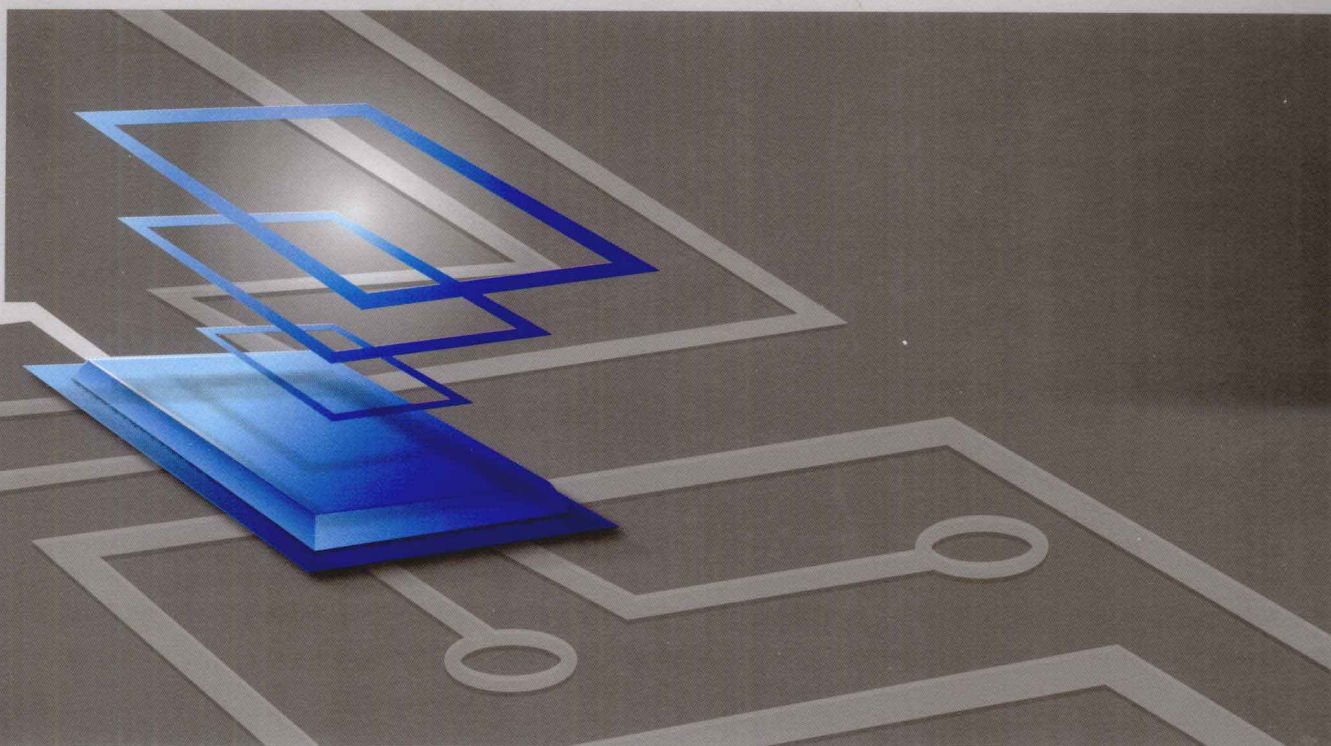


课程设计 · 毕业设计 · 电子设计竞赛 指导丛书



单片机课程设计指导

(第2版)



源程序下载地址:

<http://www.buaapress.com.cn>的“下载专区”

楼然苗 李光飞 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

根据大学生单片机课程设计的要求与特点,精心选择了单片机在地磁场方位角测量、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、道路红绿灯控制、微机通信、远程电话遥控、无线数据传送、GPS信息显示处理、直流电源控制、波形产生、家用电热水器控制、电子万年历和DDS波形控制等不同应用方向的典型例子。每章按课程设计报告的格式统一编写,内容包括功能要求、方案论证、硬件电路设计原理、程序设计思想、调试及性能分析。书中提供的汇编语言与C语言源程序清单及电路原理设计图,有利于读者分析、理解并进行实验的制作与验证。

本书可作为高等院校电类专业单片机课程设计和毕业设计的指导教材,或作为大学生参加电子设计竞赛等科技实践活动的辅导书,也可作为工程技术人员从事单片机设计应用开发的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机课程设计指导 / 楼然苗, 李光飞编著. -- 2
版. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012.1
ISBN 978-7-5124-0624-7

I. ①单… II. ①楼… ②李… III. ①单片微型计算机—课程设计—高等学校—教学参考资料 IV.
①TP368.1-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 217155 号

版权所有,侵权必究。

单片机课程设计指导(第2版)

楼然苗 李光飞 编著
责任编辑 孔祥燮 范曼华

*

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:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:27.75 字数:622千字

2012年1月第2版 2012年1月第1次印刷 印数:4 000册

ISBN 978-7-5124-0624-7 定价:46.00元

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

“单片机原理及应用”是一门应用性很强的课程。要想学好这门课程,实验与课程设计环节起着非常重要的作用。作者曾先后编著《51 系列单片机设计实例》、《单片机课程设计实例指导》、《单片机 C 程序设计实例指导》、《51 系列单片机设计实例(第 2 版)》、《单片机课程设计指导》、《51 系列单片机原理及设计实例》等书,并由北京航空航天大学出版社公开出版发行,对单片机的教学质量提高起到了一定的促进作用。本书在原《单片机课程设计指导》(2007 年第 1 版)的基础上进行了修订,删除了原书中的第 1 章(简易数字电压表的设计)、第 2 章(时钟计时器的设计)、第 6 章(数控调频发射器的设计)、第 9 章(单片机遥控系统的应用设计)、第 10 章(简易 GPS 定位信息显示系统的设计)、第 12 章(学习型红外线遥控器的设计)、第 17 章(单片机综合性实验电路板的设计)共 7 章内容。新增加了 6 个设计实例,分别是数字指南针的设计(第 1 章)、ISD4002 语音录放电路的设计(第 2 章)、简易 LCD 示波器的设计(第 6 章)、远程电话控制器的设计(第 9 章)、无线环境监测模拟装置的设计(第 10 章)、数控直流稳压电源的设计(第 12 章),使本书的设计应用方向更广泛。

修订后的《单片机课程设计指导(第 2 版)》共分 16 章,内容包括单片机在地磁场方位角测量、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、道路口红绿灯控制、微机通信、远程电话遥控、无线数据传送、GPS 信息显示处理、直流电源控制、波形产生、家用电热水器控制、电子万年历和 DDS 波形控制共 16 个应用方向的例子,控制程序采用汇编语言或 C 语言编写。每章按课程设计报告格式统一编写,内容包括功能要求、方案论证、硬件电路设计原理、程序的设计思想、调试及性能分析,可作为学生撰写单片机设计报告的参考格式。书中提供的源程序清单及电路原理设计图,有利于学生分析、理解及进行实验制

作与验证。附录中列出了 51 系列单片机的特殊功能寄存器表、中断入口地址表、汇编指令表,便于学习时查找。

本书可作为高等院校师生进行单片机程序设计实验、课程设计、毕业设计的指导教材,或作为大学生参加电子设计竞赛等科技实践活动的辅导用书,也可作为单片机设计应用开发人员的参考用书。

本书由楼然苗、李光飞编写,胡佳文、李良儿、刘玉良、俞红杰、卢畅、杨永华、谢象佐等同志也参与了部分工作。

本书出版得到了北京航空航天大学出版社的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢!

作 者

2011 年 10 月于浙江海洋学院

温馨提示:

本书所有源程序可到北航出版社网站下载:

<http://www.buaapress.com.cn> 的“下载专区”

目 录

第 1 章 数字指南针的设计	1
1.1 功能要求	1
1.2 方案论证	1
1.3 系统硬件电路的设计	2
1.3.1 地磁检测电路	2
1.3.2 地磁信号放大电路	2
1.3.3 磁阻传感器消磁电路	2
1.3.4 微处理器控制电路	2
1.3.5 液晶显示电路	2
1.4 控制程序的设计	4
1.4.1 液晶、串口等的初始化程序	4
1.4.2 硬铁校正程序	4
1.4.3 磁阻信号数字转换及航向角计算程序	5
1.5 调试及性能分析	6
1.6 控制源程序清单	6
第 2 章 ISD4002 语音录放电路的设计	16
2.1 功能要求	16
2.2 方案论证	16
2.3 系统硬件电路的设计	16
2.4 控制程序的设计	19
2.5 调试及性能分析	20
2.6 控制源程序清单	20

第3章 超声波测距器的设计	28
3.1 功能要求	28
3.2 方案论证	28
3.3 系统硬件电路的设计	29
3.3.1 单片机系统及显示电路	29
3.3.2 超声波发射电路	29
3.3.3 超声波检测接收电路	29
3.4 系统程序的设计	31
3.4.1 超声波测距器的算法设计	31
3.4.2 主程序	32
3.4.3 超声波发生子程序和超声波接收中断程序	32
3.5 调试及性能分析	33
3.5.1 调 试	33
3.5.2 性能指标	33
3.6 控制源程序清单	33
3.6.1 单片机汇编源程序清单	33
3.6.2 单片机 C 源程序清单	40
第4章 DS18B20 数字温度计的设计	45
4.1 功能要求	45
4.2 方案论证	45
4.3 系统硬件电路的设计	46
4.3.1 主控制器	46
4.3.2 显示电路	46
4.3.3 温度传感器工作原理	46
4.3.4 DS18B20 与单片机的接口电路	50
4.4 系统程序的设计	50
4.4.1 主程序	50
4.4.2 读出温度子程序	50
4.4.3 温度转换命令子程序	51
4.4.4 计算温度子程序	51
4.4.5 显示数据刷新子程序	51
4.4.6 DS18B20 的各条 ROM 命令	52

4.4.7 温度数据的计算处理方法	53
4.5 调试及性能分析	54
4.6 控制源程序清单	55
4.6.1 单片机汇编源程序清单	55
4.6.2 单片机 C 源程序清单	63
第 5 章 4 个 16×16 点阵 LED 电子显示屏的设计	67
5.1 功能要求	67
5.2 方案论证	67
5.3 系统硬件电路的设计	68
5.3.1 单片机系统及外围电路	68
5.3.2 行驱动电路	70
5.3.3 列驱动电路	70
5.4 系统程序的设计	71
5.4.1 显示驱动程序	71
5.4.2 系统主程序	71
5.5 调试及性能分析	72
5.6 控制源程序清单	72
5.6.1 单片机汇编源程序清单	73
5.6.2 单片机 C 源程序清单	78
第 6 章 简易 LCD 示波器的设计	85
6.1 功能要求	85
6.2 方案论证	85
6.3 系统硬件电路的设计	86
6.4 系统程序的设计	89
6.4.1 LCD 液晶显示器实现画图功能的方法	89
6.4.2 主程序流程图	89
6.4.3 画波形程序流程图	89
6.4.4 波形数据采集中断程序流程图	89
6.5 调试及性能分析	91
6.6 控制源程序清单	91
第 7 章 城市道口交通灯控制系统模型的设计	104
7.1 功能要求	104

7.2	方案论证	104
7.3	系统硬件电路的设计	105
7.4	系统主要程序的设计	108
7.5	调试及性能分析	111
7.6	控制源程序清单	111
第8章	单片机系统在线操作控制的设计	120
8.1	功能要求	120
8.2	方案论证	120
8.3	系统硬件电路的设计	121
8.4	系统程序的设计	122
8.4.1	主程序	122
8.4.2	初始化程序	122
8.4.3	串口接收/发送处理程序	122
8.4.4	命令获取子程序	123
8.4.5	命令功能执行程序	123
8.4.6	进入在线编程控制程序	123
8.5	调试及性能分析	124
8.6	控制源程序清单	125
8.6.1	单片机汇编源程序清单	125
8.6.2	单片机 C 源程序清单	138
第9章	远程电话控制器的设计	141
9.1	功能要求	141
9.2	方案论证	141
9.3	系统硬件电路的设计	142
9.3.1	振铃检测电路	142
9.3.2	模拟摘机电路	142
9.3.3	DTMF 解码电路	144
9.3.4	语音提示电路	146
9.3.5	单片机控制电路	147
9.3.6	接口电路	147
9.3.7	电源电路	148
9.4	系统程序的设计	149

9.4.1	语音录音程序	149
9.4.2	语音放音程序	149
9.4.3	双音频解码数据读码程序	150
9.4.4	自动摘机处理程序	150
9.5	调试及性能分析	151
9.6	控制源程序清单	152
第 10 章 无线环境监测模拟装置的设计		163
10.1	功能要求	163
10.2	方案论证	163
10.2.1	监测终端设计方案	163
10.2.2	环境探测器设计方案	163
10.2.3	无线通信方案	164
10.3	系统硬件电路的设计	164
10.3.1	监测终端控制电路分析	164
10.3.2	环境探测器控制电路分析	165
10.3.3	ASK 发射与接收电路设计与分析	166
10.3.4	通信协议设计	166
10.4	程序设计与分析	169
10.4.1	监测终端系统主程序流程图	169
10.4.2	环境探测器主要程序设计	170
10.5	调试及性能分析	170
10.5.1	调试与测试方法	170
10.5.2	主要性能指标	170
10.6	控制源程序清单	171
10.6.1	监测终端 C 源程序清单	171
10.6.2	环境探测器 C 源程序清单	178
第 11 章 液晶 GPS 定位信息显示器的设计		189
11.1	功能要求	189
11.2	方案论证	189
11.2.1	GPS 模块的选择	189
11.2.2	显示器的选择	191
11.2.3	CPU 的选择	192

11.3 系统硬件电路的设计	192
11.3.1 电源电路	192
11.3.2 AT89C51 单片机系统	194
11.3.3 键盘电路	195
11.3.4 单片机与 GPS-OEM 板接口电路	196
11.3.5 单片机与液晶显示器接口电路	199
11.4 系统程序的设计	200
11.4.1 系统软件设计原理	201
11.4.2 LCD 液晶显示器程序	201
11.4.3 GPS 接收子程序	208
11.4.4 键盘子程序	210
11.4.5 显示子程序	210
11.4.6 初始化子程序	212
11.4.7 主程序	213
11.5 调试及性能分析	214
11.5.1 调试步骤	214
11.5.2 性能分析	214
11.6 控制源程序清单	214
第 12 章 数控直流稳压电源的设计	236
12.1 功能要求	236
12.2 方案论证	236
12.3 系统硬件电路的设计	237
12.3.1 开关电源的设计	237
12.3.2 单片机控制电路的设计	237
12.4 系统程序的设计	239
12.4.1 主程序	239
12.4.2 LCD 中文液晶驱动程序	239
12.4.3 稳压控制程序	240
12.4.4 键功能程序	240
12.5 调试及性能分析	240
12.6 控制源程序清单	241
第 13 章 简易低频信号源的设计	253
13.1 功能要求	253

13.2	方案论证	253
13.3	系统硬件电路的设计	254
13.3.1	控制部分	254
13.3.2	数/模转换部分	254
13.4	系统程序的设计	256
13.5	调试及性能分析	257
13.6	控制源程序清单	258
13.6.1	单片机控制汇编源程序清单	258
13.6.2	单片机控制 C 源程序清单	261
第 14 章	快热式家用电热水器的设计	265
14.1	功能要求	265
14.2	方案论证	265
14.3	系统硬件电路的设计	266
14.3.1	加热控制电路	268
14.3.2	温度检测电路	268
14.4	系统程序的设计	269
14.4.1	主程序	269
14.4.2	显示扫描子程序	269
14.4.3	按键扫描处理子程序	270
14.4.4	加热控制程序	270
14.4.5	温度检测程序	272
14.5	调试及性能分析	274
14.6	控制源程序清单	275
第 15 章	电子万年历的设计制作	283
15.1	功能要求	283
15.2	方案论证	283
15.3	系统硬件电路的设计	283
15.3.1	主控制器 AT89C52	285
15.3.2	时钟电路 DS1302	285
15.3.3	显示电路	288
15.3.4	键盘接口	289
15.4	系统程序的设计	289
15.4.1	阳历程序	289

15.4.2	时间调整程序	289
15.4.3	阴历程序	289
15.5	调试及性能分析	293
15.5.1	调试步骤	293
15.5.2	性能分析	293
15.6	控制源程序清单	293
第 16 章	基于 DDS 技术的数控信号发生器的设计	334
16.1	功能要求	334
16.2	方案论证	334
16.2.1	总体设计指标	334
16.2.2	显示电路的设计选择	334
16.2.3	DDS 电路的设计选择	335
16.2.4	低通滤波器的设计	336
16.2.5	主处理器的选择	336
16.2.6	与 PC 机串口通信的设计	336
16.2.7	系统总体电路实现框架	336
16.3	系统硬件电路的设计	337
16.3.1	系统总体电路设计原理图	337
16.3.2	STC12C5410AD 单片机的主要应用特点	337
16.3.3	LCD 显示器的工作原理	339
16.3.4	DDS 电路的设计	341
16.3.5	电源的设计	343
16.3.6	其他电路	343
16.4	系统程序的设计	343
16.4.1	LCD 显示部分的软件	343
16.4.2	AD9850 控制程序	346
16.5	调试及性能分析	349
16.6	控制源程序清单	350
附录 A	80C51 系列单片机的特殊功能寄存器表	423
附录 B	80C51 系列单片机中断入口地址表	425
附录 C	80C51 系列单片机汇编指令表	426
参考文献		432

第 1 章

数字指南针的设计

1.1 功能要求

数字指南针要求使用固态磁阻传感器将地磁场的方位角转换成数字量的角度信号,利用单片机处理并显示或通过串行口传送到雷达或电子海图仪等航海设备上,从而实现运动方位角信息的显示。数字指南针要求分辨率小于 1° 。

1.2 方案论证

数字指南针又叫电子罗盘,是基于地磁场来定北极的一种仪器。其测量误差不随时间积累,且体积小,可靠性高,响应速度快,相比传统机械罗盘具有较多的优点。数字指南针的电路系统主要由地磁检测电路、地磁信号放大电路、磁阻传感器消磁电路、微处理器控制电路、液晶显示电路和接口电路组成。控制器采用单片机 STC12C5410AD,地磁检测采用磁阻传感器 HMC1022。STC12C5410AD 单片机是宏晶公司产品,其运算速度为标准单片机的 12 倍,内带 A/D 转换器,具有强抗干扰性,低功耗,可在线编程等优点。HMC1022 是二维磁阻传感器电路芯片,其原理是利用电阻桥将磁场强度转换成差动输出电压,该信号电压通过运放放大后,输入到单片机进行 A/D 转换,最后由单片机进行数据处理并将测量方位角的结果显示在 LCD 液晶显示器上。数字指南针设计原理框图如图 1.1 所示。

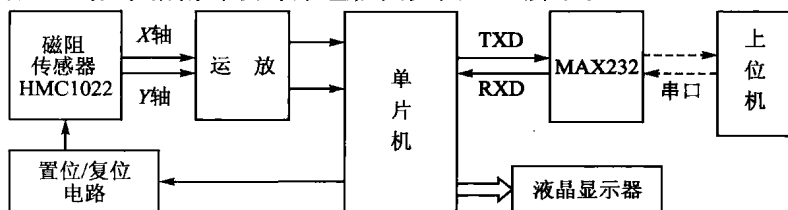


图 1.1 数字指南针设计原理框图

1.3 系统硬件电路的设计

图 1.2 所示是数字指南针电路设计原理图。电路由地磁检测电路、地磁信号放大电路、磁阻传感器消磁电路、微处理器控制电路、液晶显示电路和串行接口电路组成。

1.3.1 地磁检测电路

地磁检测电路采用 Honeywell 公司生产的智能弱磁二轴传感器 HMC1022。其分辨率为 $85 \mu\text{Gs}$, 工作温度为 $-40 \sim 300^\circ\text{C}$, 器件可在 $5 \sim 12 \text{ V}$ 电源范围内工作。芯片使用 16 引脚小型 SOP 封装, 最低可检测 $30 \mu\text{Gs}$ 的磁场, 是一款高可靠性、高灵敏度的磁阻芯片。

双轴磁阻传感器内部具有 2 个相互垂直安放的磁传感器, 当磁阻传感器与航船相对固定并保持水平状态时, 利用从 2 个传感器输出的水平与垂直磁分量大小就可以算出方位角 θ (见图 1.3)。

1.3.2 地磁信号放大电路

地磁信号放大电路采用四运放集成电路 LM324。按 A/D 转换的电平要求, 总体电压放大倍数控制在 $200 \sim 300$ 倍左右。另外, 在第 1 级运放还采用了可调直流偏置, 用于调整输出直流电平的范围。

1.3.3 磁阻传感器消磁电路

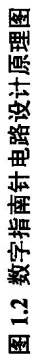
磁阻传感器在使用中为了达到高分辨率, 必须进行“置位”与“复位”操作, 这样可有效地消除强磁场干扰影响。进行“置位”或“复位”操作时需对玻莫合金薄膜施加 0.5 A 、 $2 \mu\text{s}$ 宽度的脉冲电流。数字指南针中使用单时钟置位/复位电路。图 1.4 所示为消磁电路信号波形图。

1.3.4 微处理器控制电路

控制芯片采用宏晶公司带 A/D 功能的单片机 STC12C5410AD。STC12C5410 是单时钟/机器周期(1T)的高速兼容 8051 内核单片机, 是一款高速/低功耗的新一代 8051 单片机, 采用全新的流水线/精简指令集结构, 内部集成 MAX810 专用复位电路, ISPC 在系统可编程/IAPC 在应用可编程, 无须专用编程器, 可通过串口(P3.0/P3.1)直接下载用户程序, 数秒即可完成一片。

1.3.5 液晶显示电路

液晶显示电路采用 12232F。12232F 是一款内置 8 192 个 16×16 点阵汉字库和 128 个 16×8 点 ASCII 字符集图形点阵液晶显示器, 可完成图形显示, 也可以显示 7.5×2 个(16×16



点阵)汉字。与外部 MCU 接口可采用并行或串行方式控制,在数字指南针中采用串口驱动。

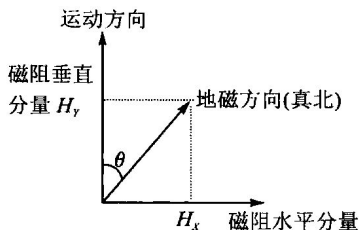


图 1.3 运动方向与 2 个磁阻传感器输出量的关系

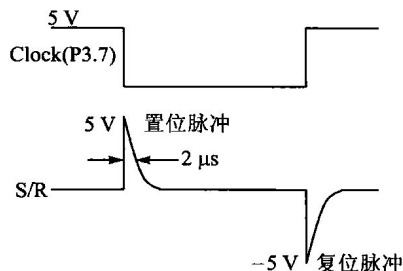


图 1.4 消磁电路信号波形图

1.4 控制程序的设计

数字指南针控制程序主要有液晶、串口等的初始化程序、硬铁校正程序、磁阻信号数字转换及方位角计算程序和串口数据发送与液晶显示程序。

1.4.1 液晶、串口等的初始化程序

初始化程序将串口设为方式 1,波特率为 19 200。对中文液晶显示器的初始化主要是清显示内存、点功能设定、开显示屏、清屏等工作。

1.4.2 硬铁校正程序

当一个铁质放在一个磁场中,会产生磁干扰,从而改变地磁场的方向。因此在使用数字指南针时,附近的铁质材料都会对磁角产生影响。当两轴磁传感器在水平磁场中旋转时,一个理想的、无干扰的磁输出曲线是一个以 (X_{h0}, Y_{h0}) 为圆心的圆(见图 1.5),此时,输出的航向会发生从 0° 到 360° 的线性变化。

硬铁干扰产生于永久磁铁和被磁化的金属,或使用钢的平台上。这些干扰会保持大小恒定,与指南针的相对位置固定,而与指南针指向无关,硬铁干扰在磁阻传感器的每个输出轴向加了一个定值,输出曲线图的圆心被移动了(见图 1.6),对于运动方位角的影响则是一个周期性的误差。

要消除硬铁干扰,必须得到磁输出的圆心偏移量。通常是将指南针和平台旋转一周,得到圆上足够的点,再通过计算得到圆心值,圆心值 (X_{h0}, Y_{h0}) 会存在 EEPROM 中,每次指南针读数计算中都会减去偏移量,因此,航向计算时可以消除硬铁干扰。在指南针运行程序中,有求硬磁干扰时的圆心程序,在初次使用时,数字指南针需同金属平台一起慢慢旋转 1 周以上。

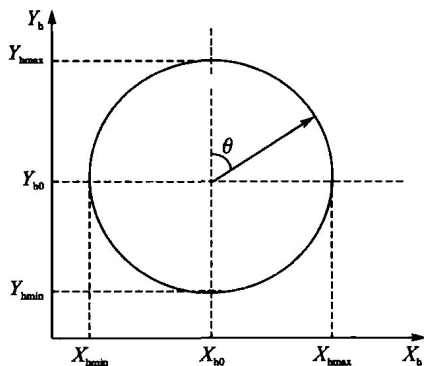


图 1.5 理想的双轴磁传感器输出电压曲线图

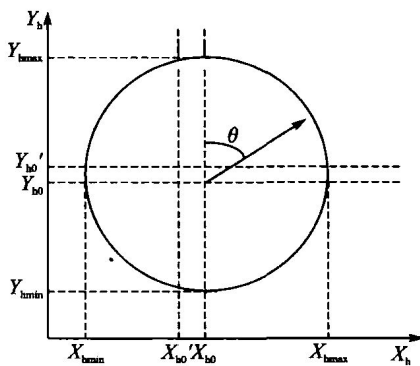


图 1.6 硬磁干扰后实际的输出电压曲线图

1.4.3 磁阻信号数字转换及航向角计算程序

从磁阻传感器输出的电压信号经过 200~300 倍的放大后,成为 0~5 V 的直流电压送入单片机进行 A/D 转换。STC12C5410AD 单片机内带 8 路 10 位 A/D 转换器,转换后的磁阻电压最大数字值为 1 024。根据图 1.5 中已知的 X 方向与 Y 方向的最大值与最小值及实时测得的 2 个方向的数据,就可算出运动方位角 θ 。图 1.7 所示为数字指南针主程序流程图。

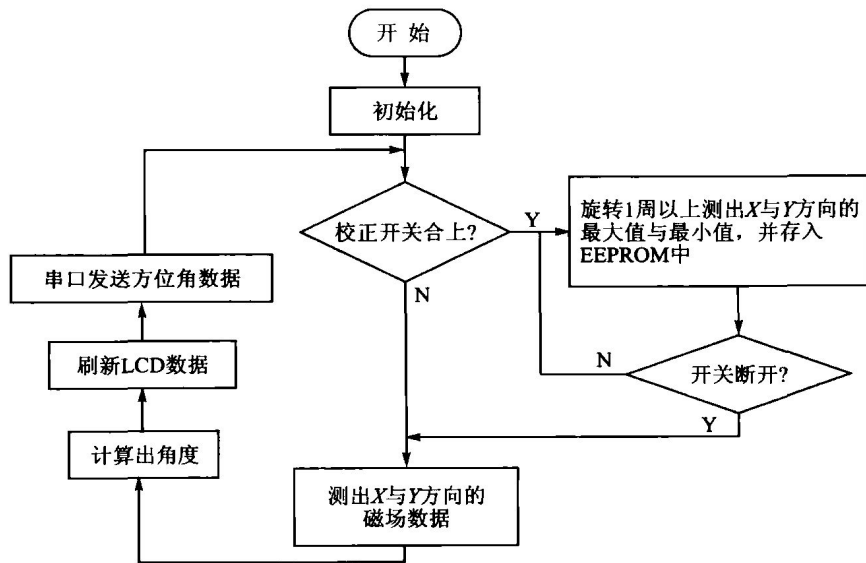


图 1.7 数字指南针主程序流程图