

论文题目：便携式 EEG 监测系统设计

学生姓名：李竞捷

指导教师：李津

摘 要

关键词：

Title:

Name: Li, Jingjie

Supervisor: Li, Jin

ABSTRACT

KEY WORDS: Wikipedia; Free encyclopedia; Winner; Good morning

目 录

主要符号表	VI
1 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 脑电信号监测概述	1
1.2.1 脑电信号监测原理	1
1.2.2 脑电信号监测的应用	1
1.2.3 脑电信号检测装置的研究现状与发展趋势	1
1.3 本文研究目标	1
1.4 论文结构安排	1
2 EEG 信号采集模块的设计与实现	2
2.1 引言	2
2.2 EEG 信号采集模块整体结构	2
2.3 EEG 采集模块设计细节与原理	2
2.3.1 EEG 信号采集探头	2
2.3.2 EEG 信号采集、放大核心芯片	2
2.3.3 EEG 采集模块电源系统设计	2
2.3.4 EEG 采集模块隔离与保护系统设计	2
2.4 本章小结	2
3 EEG 信号采集控制与处理数字单芯片模块的设计与实现	3
3.1 引言	3
3.2 EEG 信号采集控制与处理单芯片模块整体结构	3
3.3 EEG 信号采集控制与处理单芯片模块设计细节与原理	3
3.3.1 单芯片型号选择	3
3.3.2 单芯片外围电源、复位与调试系统设计	3
3.3.3 单芯片外围输入输出接口设计	3
3.3.4 单芯片控制软件设计	3
3.4 本章小结	3
4 EEG 单芯片数字处理控制模块与信号采集模块整体系统设计与实现	4
4.1 引言	4
4.2 EEG 单芯片数字处理控制模块与信号采集模块整体系统结构	4
4.3 EEG 单芯片数字处理控制模块与信号采集模块整体系统设计细节与原理 ...	4
4.3.1 整体系统电源供给设计	4

4.3.2	整体系统外围电气隔离设计	4
4.3.3	整体系统内单芯片模块与 EEG 信号采集模块接口设计	4
4.3.4	整体系统内单芯片与电脑上位机模块接口设计	4
4.4	本章小结	4
5	EEG 信号实时显示与处理上位机程序设计	5
5.1	引言	5
5.2	EEG 信号实时显示与处理上位机程序整体结构	5
5.3	上位机程序数据接收与处理模块设计	5
5.3.1	EEG 数据在线滤波器设计	5
5.3.2	EEG 数据在线显示程序设计	5
5.3.3	EEG 数据在线功率谱分析与频段能量显示程序设计	5
5.3.4	上位机程序实时性保证设计	5
5.4	上位机程序测试结果	5
5.4.1	实时性与运算速度测试结果	5
5.4.2	信号分辨力测试结果	5
5.5	本章小结	5
6	硬件系统性能测试及结果分析	6
6.1	引言	6
6.2	物理特性	6
6.3	电气特性测试	6
6.3.1	脑电前端模拟滤波器频率特性	6
6.3.2	脑电采集系统整体频率特性	6
6.3.3	脑电采集系统共模抑制比以及信噪比特性	6
6.3.4	人体信号测试结果？	6
6.3.5	系统功耗测试	6
6.4	本章小结	6
7	脑电系统设计过程中的遇到的问题及其解决	7
7.1	引言	7
7.2	硬件问题及其解决	7
7.2.1	SPI 总线读取数据不稳定且数值与理想值不符	7
7.2.2	可检测信号发生器信号但无法检测人体信号	7
7.2.3	DSP 芯片工作不正常，持续复位	7
7.2.4	USB 隔离芯片工作不正常	7
7.3	软件问题及其解决	7
7.3.1	单片机 SPI 接收数据可以单步调试运行，但是连续运行会出错	7
7.3.2	波形显示程序对电脑性能需求过大	7

7.3.3 方波测试信号中大量毛刺状噪音	7
7.3.4 波形显示实时性不佳	7
7.4 本章小结	7
8 结论与展望	8
8.1 结论	8
8.2 展望	8
参考文献	9
致谢	9

主要符号表

EEG	脑电图
ADC	模数转换器
IIR	无限单位脉冲响应
DSP	数字信号处理
MCU	微控制器单元
PCB	印制电路板
SNR	信噪比
CCMR	共模抑制比
SPI	串行外围总线？

1 绪论

1.1 研究背景及意义

1.2 脑电信号监测概述

1.2.1 脑电信号监测原理

1.2.2 脑电信号监测的应用

1.2.3 脑电信号检测装置的研究现状与发展趋势

1) 研究现状

2) 发展趋势

1.3 本文研究目标

1.4 论文结构安排

2 EEG 信号采集模块的设计与实现

2.1 引言

EEG 信号具有信号幅度小、检测难度大的特性。这些特性对放大器、电源质量、信号滤波均提出了很大的要求。如果从基础的放大器开始搭建会较为困难，而且难以在满足便携式的要求下进行多个导联的同时采集。为了克服从放大器搭建的这些缺点我们的设计主要是基于模拟前端集成芯片来实现，这样便于兼顾便携性、信号质量以及导联数量的要求。我们在整个脑电采集的过程中运用了模块化设计的思想：因此，第一步的设计主要在搭载模拟前端芯片的 EEG 信号采集模块的 PCB 板，后续调试通过后再以此为基础设计信号处理、传输控制部分等硬件电路。

本章将主要描述作者对 EEG 信号采集模块的实现的过程，将会主要从以下几方面探讨：1) 模块总体的结构和设计思路；2) 模块各个子系统的设计细节；3) 模块设计中遇到的问题以及解决。

2.2 EEG 信号采集模块整体结构

2.3 EEG 采集模块设计细节与原理

2.3.1 EEG 信号采集探头

2.3.2 EEG 信号采集、放大核心芯片

2.3.3 EEG 采集模块电源系统设计

2.3.4 EEG 采集模块隔离与保护系统设计

2.4 本章小结

3 EEG 信号采集控制与处理数字单芯片模块的设计与实现

3.1 引言

3.2 EEG 信号采集控制与处理单芯片模块整体结构

3.3 EEG 信号采集控制与处理单芯片模块设计细节与原理

3.3.1 单芯片型号选择

3.3.2 单芯片外围电源、复位与调试系统设计

3.3.3 单芯片外围输入输出接口设计

3.3.4 单芯片控制软件设计

3.4 本章小结

4 EEG 单芯片数字处理控制模块与信号采集模块整体系统设计与实现

4.1 引言

4.2 EEG 单芯片数字处理控制模块与信号采集模块整体系统结构

4.3 EEG 单芯片数字处理控制模块与信号采集模块整体系统设计细节与原理

4.3.1 整体系统电源供给设计

4.3.2 整体系统外围电气隔离设计

4.3.3 整体系统内单芯片模块与 EEG 信号采集模块接口设计

4.3.4 整体系统内单芯片与电脑上位机模块接口设计

4.4 本章小结

5 EEG 信号实时显示与处理上位机程序设计

5.1 引言

5.2 EEG 信号实时显示与处理上位机程序整体结构

5.3 上位机程序数据接收与处理模块设计

5.3.1 EEG 数据在线滤波器设计

5.3.2 EEG 数据在线显示程序设计

5.3.3 EEG 数据在线功率谱分析与频段能量显示程序设计

5.3.4 上位机程序实时性保证设计

5.4 上位机程序测试结果

5.4.1 实时性与运算速度测试结果

5.4.2 信号分辨力测试结果

5.5 本章小结

6 硬件系统性能测试及结果分析

6.1 引言

6.2 物理特性

6.3 电气特性测试

6.3.1 脑电前端模拟滤波器频率特性

6.3.2 脑电采集系统整体频率特性

6.3.3 脑电采集系统共模抑制比以及信噪比特性

6.3.4 人体信号测试结果？

6.3.5 系统功耗测试

6.4 本章小结

7 脑电系统设计过程中的遇到的问题及其解决

7.1 引言

7.2 硬件问题及其解决

7.2.1 SPI 总线读取数据不稳定且数值与理想值不符

7.2.2 可检测信号发生器信号但无法检测人体信号

7.2.3 DSP 芯片工作不正常，持续复位

7.2.4 USB 隔离芯片工作不正常

7.3 软件问题及其解决

7.3.1 单片机 SPI 接收数据可以单步调试运行，但是连续运行会出错

7.3.2 波形显示程序对电脑性能需求过大

7.3.3 方波测试信号中大量毛刺状噪音

7.3.4 波形显示实时性不佳

7.4 本章小结

8 结论与展望

8.1 结论

8.2 展望

致 谢