中国科学技术大学

博士学位论文



**CEPC 硅钨图像型电磁量能器**

**原理样机预研**

|  |  |
| --- | --- |
| **作者姓名：** | 马思源 |
| **学科专业：** | 物理电子学 |
| **导师姓名：** | 刘树彬 教授 封常青 副教授 |
| **完成时间** | 二○一八年五月 |
|  |  |

University of Science and Technology of China

A dissertation for doctor’s degree



|  |  |
| --- | --- |
| **Author’s Name:** | Siyuan Ma |
| **Speciality:** | Physics electronics |
| **Supervisor:** | Prof. Shubin Liu,  A/Prof. Changqing Feng |
| **Finished time:** | May, 2018 |
| **Finished time:** | May, 2017 |

中国科学技术大学学位论文原创性声明

本人声明所呈交的学位论文,是本人在导师指导下进行研究工作所取得的成果。除已特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含任何他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的贡献均已在论文中作了明确的说明。

作者签名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 签字日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

中国科学技术大学学位论文授权使用声明

作为申请学位的条件之一，学位论文著作权拥有者授权中国科学技术大学拥有学位论文的部分使用权，即：学校有权按有关规定向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅，可以将学位论文编入《中国学位论文全文数据库》等有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。本人提交的电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。

保密的学位论文在解密后也遵守此规定。

□公开 □保密（\_\_\_\_年）

作者签名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 导师签名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

签字日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 签字日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**目 录**

[摘 要 I](#_Toc508702005)

[ABSTRACT II](#_Toc508702006)

[第一章 绪论 1](#_Toc508702007)

[1.1 标准模型与Higgs粒子 1](#_Toc508702008)

[1.1.1 标准模型 1](#_Toc508702009)

[1.1.2 探索Higgs粒子的意义 1](#_Toc508702010)

[1.1.3 Higgs粒子相关实验现状 1](#_Toc508702011)

[1.2 CEPC项目介绍 1](#_Toc508702012)

[1.3 本文主要内容及结构安排 1](#_Toc508702013)

[第二章 CEPC电磁量能器原型机需求讨论 3](#_Toc508702014)

[2.1 电磁量能器的指标需求分析 3](#_Toc508702015)

[2.2 电磁量能器的实现方法 3](#_Toc508702016)

[2.3 硅钨电磁量能器对电子学的需求 3](#_Toc508702017)

[第三章 CEPC 电磁量能器原型机预研方案及仿真验证 4](#_Toc508702018)

[3.1 硅钨图像型量能器方案调研 4](#_Toc508702019)

[3.2 CEPC 电磁量能器原型机设计 4](#_Toc508702020)

[3.3 针对原型机设计的仿真验证 4](#_Toc508702021)

[3.4 本章小结 4](#_Toc508702022)

[第四章 读出电子学设计 4](#_Toc508702023)

[4.1 读出电子学系统架构 4](#_Toc508702024)

[4.2 前端电子学模块 4](#_Toc508702025)

[4.3 数据接口模块 4](#_Toc508702026)

[4.4 数据获取模块 4](#_Toc508702027)

[4.5 本章小结 4](#_Toc508702028)

[第五章 探测器系统性能测试 5](#_Toc508702029)

[5.1 电子学测试 5](#_Toc508702030)

[5.2 探测器联调测试 5](#_Toc508702031)

[5.3 本章小结 5](#_Toc508702032)

[第六章 总结与展望 5](#_Toc508702033)

[6.1 总结 5](#_Toc508702034)

[6.2 展望 5](#_Toc508702035)

[致 谢 6](#_Toc508702036)

[在读期间发表的学术论文 7](#_Toc508702037)

# 摘 要

近

**关键字**：P

# ABSTRACT

I

**Keywords:** P

# 绪论

## 标准模型与Higgs粒子

### 标准模型

20世纪中叶，随着越来越多的粒子被发现，科学家们开始思考，是否有一种统一的理论可以解释各种基本粒子和基本相互作用。

为了统一电磁相互作用和弱相互作用，Sheldon Glashow 在1961年提出了一种理论，将这两种作用看成统一的电弱统一理论[1]，但这个理论有一个重大缺陷，即无法解释基本粒子如何获得质量这个问题。1964年，Peter Higgs等三位理论物理学家分别独立提出了希格斯机制（Brout-Englert-Higgs 机制）——一种自发性对称破缺机制，来解释该问题[2][3][4]。希格斯机制指出，存在Higgs场及其激发的自旋为零的Higgs玻色子，该粒子会与基本粒子结合并使基本粒子获得质量。为完善弱电统一理论， Steve Weinberg和Abdus Salam在1967年将希格斯机制引入其中[5][6]，这便构成了标准模型的电弱部分。

### 探索Higgs粒子的意义

### Higgs粒子相关实验现状

LHC

ILC

介绍Higgs粒子背景，相关探测器项目

## CEPC项目介绍

世界上的环形正负电子对撞机

介绍CEPC项目的背景，设计目标

## 本文主要内容及结构安排

|  |
| --- |
| 参考文献： |
| [1] Glashow S L. Partial-symmetries of weak interactions[J]. Nuclear Physics, 1961, 22(4): 579-588.   |  | | --- | | [2] | | Higgs P W. Broken symmetries and the masses of gauge bosons[J]. Physical Review Letters, 1964, 13(16): 508.   |  | | --- | | [3] Englert F, Brout R. Broken symmetry and the mass of gauge vector mesons[J]. Physical Review Letters, 1964, 13(9): 321. | | [4] Guralnik G S, Hagen C R, Kibble T W B. Global conservation laws and massless particles[J]. Physical Review Letters, 1964, 13(20): 585.  [5] Weinberg S. A model of leptons[J]. Physical review letters, 1967, 19(21): 1264.  [6] Salam A. Elementary particle theory[J]. Ed. N. Svartholm, Stockholm,\Almquist and Wiksell, 1968, 367. | | MLA |  | | | MLA |  | |
| MLA |  |

# CEPC电磁量能器原型机需求讨论

## 电磁量能器的指标需求分析

从CEPC角度分析对于ECAL的需求

## 电磁量能器的实现方法

可参考基金申请报告

各种ECAL比较，为何选用SiPIN

## 硅钨电磁量能器对电子学的需求

信号特征，对于读出电子学需求分析

# CEPC 电磁量能器原型机预研方案及仿真验证

## 硅钨图像型量能器方案调研

同行实验

## CEPC 电磁量能器原型机设计

整体设计，选用SiPIN，层数

## 针对原型机设计的仿真验证

## 本章小结

# 读出电子学设计

## 读出电子学系统架构

## 前端电子学模块

## 数据接口模块

## 数据获取模块

## 本章小结

# 探测器系统性能测试

## 电子学测试

## 探测器联调测试

## 本章小结

# 总结与展望

## 总结

## 展望

# 致 谢

# 在读期间发表的学术论文