

基于 GodEyes 软件研究 HUNT 实验观测来自 GRB 中微子项目

一、 导师与团队基本信息	
导师姓名	郭义庆
所在院所名称	中国科学院高能物理研究所
职称/职务	研究员
导师或课题组介绍网址:	https://people.ucas.edu.cn/~guoyq
电子邮箱和联系电话	guoyq@ihep.ac.cn , 13718299179
一级学科	物理学
二级学科	粒子物理与原子核物理
主要研究方向	宇宙线物理, 高能伽马天文物理
日常协助指导人	郭义庆

二、 项目基本情况	
项目名称	基于 GodEyes 软件研究 HUNT 实验观测来自 GRB 中微子
项目科学意义	HUNT（高能水下中微子望远镜）项目的首要科学目标，就是精确捕捉宇宙线加速源产生的高能中微子，以解决宇宙线起源这一困扰科学界百年的难题。而伽马射线暴（GRB）是宇宙中最剧烈的爆发现象之一，被认为是潜在的高能中微子加速源。本项目基于我们组开发的 GRB 模拟 GodEyes 软件，通过大规模模拟，可以定量计算出 HUNT 探测器（30 立方公里规模）对不同距离、不同亮度的 GRB 中微子的探测阈值与显著性。这能够直接回答“HUNT 到底能看到多远的 GRB”以及“需要积累多少数据才能发现信号”等关键科学问题。 网址： http://hunt.ihep.ac.cn/
使用的实验方法、仪器设备、数据软件	GodEyes 软件，ROOT 软件，HUNT 实验探测器性能参数
本科生研究任务	负责将 HUNT 探测器的观测性能程序模块成功嵌入至团队自研的 GRB 模拟软件 GodEyes 中，并基于该集成平台，系统评估 HUNT 对伽马射线暴（GRB）中微子的观测灵敏度。具体工作包括：首先，依据 HUNT 探测器的几何结构、光电倍增管响应特性、水体光学参数及电子学读出阈值等关键参数，开发标准化的性能模块接口，实现与 GodEyes

二、项目基本情况	
	软件原有 GRB 模拟框架的无缝耦合；其次，通过大规模蒙特卡罗模拟，生成不同红移、不同能谱及不同暴发持续时间下的 GRB 中微子样本，并结合南海海底实验环境的背景噪声模型，精确重建中微子事件的能量和方向信息；最后，基于上述模拟数据，统计分析 HUNT 在不同显著性水平下对 GRB 中微子的最小可探测流强，给出探测灵敏度曲线，并评估未来数年内的预期发现潜力。该嵌入模块不仅为 HUNT 实验提供了关键的理论预研工具，也为后续真实数据的快速处理与多信使联合分析奠定了算法基础。
大致时间安排	5 月进行 HUNT 探测器文献调研，6 月参与实验设计和代码编写，7 月来高能所开展为期 2 周的实践，8 月进行总结报告
预期目标和成果形式	1. 完成 GodEyes 软件 HUNT 模拟模块；2. 一篇总结报告，争取形成文章
实践地点	北京玉泉路园区
三、对学生的要求与保障措施	
拟接收人数	1-2 人
专业知识要求	C++编程，物理专业
工作时间要求	寒暑假，平时周末
课题组支持条件	提供计算资源，餐补

项目简介

1、项目科学意义

HUNT（高能水下中微子望远镜）项目的首要科学目标，就是精确捕捉宇宙线加速源产生的高能中微子，以解决宇宙线起源这一困扰科学界百年的难题。而伽马射线暴（GRB）是宇宙中最剧烈的爆发现象之一，被认为是潜在的高能中微子加速源。本项目基于我们组开发的 GRB 模拟 GodEyes 软件，通过大规模模拟，可以定量计算出 HUNT 探测器（30 立方公里规模）对不同距离、不同亮度的 GRB 中微子的探测阈值与显著性。这能够直接回答“HUNT 到底能看到多远的 GRB”以及“需要积累多少数据才能发现信号”等关键科学问题。

2、使用的实验方法、仪器设备、数据软件等

GodEyes 软件是基于 C++ 开发的，并且嵌入 ROOT 输入输出格式，使用了 MCMC 全局参数扫描方法。需要熟悉 C++ 编程及了解探测器物理。

3、对学生专业知识背景等方面的要求

本课题基于 GodEyes 软件模拟研究 HUNT 项目探测来自 GRB 中微子，主要是将 HUNT 探测器性能参数作为独立程序模块嵌入到 GodEyes，因此适合对高能粒子物理、计算机等综合性问题感兴趣的同学，具备对待事情严格认真的态度。专业知识只需要具备基本的物理与计算机基础即可，入选后会在组内合作开展工作。

4、项目预期目标、成果和收获

(1) 完成模块嵌入：成功将 HUNT 探测器的几何结构、PMT 响应、水体光学参数等性能模块标准化封装，并嵌入 GodEyes 软件，实现与现有 GRB 中微子模拟框架的无缝耦合。

(2) 实现灵敏度计算功能：在 GodEyes 软件中开发独立的灵敏度分析子模块，能够基于蒙特卡罗模拟输出 HUNT 对不同类型 GRB 中微子的探测阈值。

(3) 培养文献阅读：培养文献阅读能力是学术研究的核心基本功，尤其是中微子/天体物理方向的软件与模拟研究方面文献

(4) 成果：完成总结报告，争取形成文章发表，根据实际贡献，进行署名。