

第十七届全国科学计算与信息 化会议暨智慧科研论坛

Monday, August 17, 2015 - Friday, August 21, 2015

中国-合肥

Book of Abstracts

Contents

蒙特卡洛模拟低温辐射计吸收体与同步辐射 x-ray 的作用	1
JUNO 探测器模拟软件	1
RDF 可视化技术评价与对比分析	2
核能信息化科研协同平台发展与虚拟核电站实践	2
基于网络读出的大亚湾暗物质实验数据获取软件开发	3
面向 RPV 钢中富 Cu 团簇析出的 KMC 模拟算法研究	4
JUNO 数据模型及软件	4
面向 PGNAA 应用的高计数率数据采集系统	5
大气能见度激光雷达数据采集系统	6
基于可重构技术的大学物理 X 射线能谱测量实验系统	7
20 路 14MeV 中子探测器电子学读出系统	8
基于 Geant4 的中子慢化准直系统设计	9
数字式滑移脉冲发生器的研制	9
高精度延时发生器在 Xilinx 7 Series FPGA 中的实现	10
量子通信中高速并行真随机数发生器设计	11
TGC 探测器前端 pad 信号采集板 (PFEB) 的研制	12
中国散裂中子源小角散射谱仪的实验数据格式与处理算法	12
会议开幕	13
欢迎辞	13
核能信息化科研协同平台发展与虚拟核电站实践	13
从大数据到新发现: 高能物理数据结构、存储、挖掘	13
核电子学与探测前沿技术与应用	13
LHAASO 实验及其大数据处理	14

科研信息化云服务	14
主题发言 I	14
主题发言 II	14
主题发言 III	14
主题发言 IV	14
主题发言 V	14
核能安全信息化	14
高能物理信息化	14
基因研究信息化	15
高寒环境研究信息化	15
空间科学研究信息化	15
圆桌讨论	15
TGC 探测器前端 pad 信号采集板 (PFEB) 的研制	15
CSNS 质子束流位置监测器数据转发的设计与实现	15
基于 EPICS 平台的电子学机箱驱动的实现	15
面向 PGNAA 应用的高计数率数据采集系统	15
面向 PGNAA 物理目标的数据采集方案	16
基于云平台的计算化学科学计算云服务社区	16
基于 OpenStack 的散裂中子源计算环境概述	16
面向行业用户的外包呼叫中心虚拟化方法	16
基于 owncloud 的 IHEPBox 构建与研究	16
虚拟天文台广域网私有云资源的管理	16
亚马逊公有云技术	16
超级蒙特卡罗核计算仿真软件系统 SuperMC 研发进展	16
基于层次时间着色 Petri 网的飞机总装生产线建模与仿真	17
蒙特卡洛模拟低温辐射计吸收体与同步辐射 x-ray 的作用	17
精准放射治疗系统 ARTS 研究进展	17
可靠性与概率安全分析软件系统 RiskA 研发进展	17
闪存的时代-重新定义存储系统	17
MOMENT: 中基线 μ 衰变中微子实验的模拟	17

基于 Geant4 的中子慢化准直系统设计	17
基于 Linux 的流设备驱动的实现	17
基于网络读出的大亚湾暗物质实验数据获取软件开发	18
基于 PET 的时钟 & 通信控制器	18
高精度延时发生器在 FPGA 中的实现	18
基于 DIRAC 的高能物理分布式计算系统在 CEPC 实验上的应用	18
LARGE: 网格环境日志分析框架的设计	18
云计算与高能物理实验分布式计算的结合应用	18
异构环境下高能物理规模作业管理系统的设计与实现	18
从智能 WiFi 到大数据的应用	18
JUNO 中心探测器重建算法	19
中子活化瞬发伽马分析的 MCNP 模拟研究	19
面向 RPV 钢中富 Cu 团簇析出的 KMC 模拟算法研究	19
JUNO 数据模型设计及软件开发	19
宝德高性能计算技术	19
JUNO 探测器模拟软件	19
中国散裂中子源小角散射谱仪的实验数据格式与处理算法	19
基于 REST 风格的科学计算环境 WEB 服务 API	19
基于 eduroam 的跨域无线接入认证系统研究与应用	20
关于系统构建科研院所涉密信息系统安全保密管理制度的思考	20
互联网思维打造科研支撑管理平台 eSupply 科研物资管理系统	20
锐捷云计算解决方案	20
构建信息化平台, 助力重大科技基础设施开放共享	20
基于 Elasticsearch 的实时集群日志采集和分析系统实现	20
基于 SDN 的高能物理数据交换虚拟专用网研究与实践	20
BESIII 改进项目端盖飞行时间探测器高压监控系统的实现	20
CSNS 质子束流位置监测器电子学检测和数据获取软件研制	21
基于 Linux 的探测器监控小系统数据采集和存储的实现	21
一种基于网络读出的暗物质实验数据获取软件	21
数字式滑移脉冲发生器的研制	21

量子通信中高速并行真随机数发生器设计	21
20 路 14MeV 中子探测器电子学读出系统	21
RDF 可视化技术评价与对比分析	21
磁带在海量存储领域上的应用和发展	21
内网核心数据集中存储系统的设计与实现	22
基于 Nagios 的自动化集群服务监控系统的实现	22
数据密集型计算的资源管理与作业调度技术研究	22
一种基于超高频无线射频技术的跑步计圈仪研究	22
利用 ARC CE 整合异构计算平台	22
核能大数据云服务平台研发及其应用	22
基于 owncloud 的 IHEPBox 构建与研究	22
西数个人云存储	22
计算系统虚拟化平台的建设	23
一种基于云计算的海量资源采集机制	23
基于 openstack 的虚拟资源调度技术研究	23
Indico-统一认证的实现	23
待定	23
Openstack 介绍	23
实际操作	23
Gluster 文件系统介绍	23
实际操作	24
主题发言	24
大亚湾中微子实验中的 FLUKA 模拟研究	24
休会	24
休会	24

0

蒙特卡洛模拟低温辐射计吸收体与同步辐射 x-ray 的作用

Author: 华鹏李¹

Co-author: 屹东赵²

¹ 博士

² 研究员

Corresponding Author: hplee@ihep.ac.cn

同步辐射光源是由于具有高准直性、高亮度、确定的脉冲时间结构和光谱可计算等一系列优异特性，在各领域发挥的作用越来越重要，因此对于同步辐射光源的绝对测量需求，比如 ICF 各种诊断光学器件的标定和航天探测器标定等，也越来越迫切。在辐射计量学中，辐射计量标准主要包括两个方面：光源标准和探测器标准。而国内目前同步辐射上仅有传递的标准还没有自己的探测器标准。而低温辐射计是目前光学计量中准确度最高的测量系统，并已经得到国际比对结果的证实。低温辐射计和绝对辐射计的基本原理相同，用一个温度传感器测量吸收体接收面相对于恒定温度的热沉的温升，首先只用光照射吸收体的灵敏面，等达到稳态后测量吸收体的温升；然后屏蔽掉入射光，调节加热吸收体的电功率，当达到稳态吸收体的温升与光加热时温升相同时，测得用于加热吸收体的电功率值就等效测量了入射到吸收体的光功率值（见图 1）。因此对低温辐射计的研究变得更加必要。其中对光子吸收将光子能量转化为热能的吸收体，作为核心部件对整个系统起着至关重要的作用。因此，使用 Geant4 软件包模拟吸收体对光子的吸收情况（见图 2），选择合适的物理过程，模拟给出吸收体对光子的吸收情况。从而对吸收体对光子吸收有一个预测，降低计量不确定度。

Summary:

通过模拟两个不同长度的吸收体，光子逃逸率分别为 10^{-4} 和 10^{-5} ，这对于设计不确定度为 2% 的低温辐射计影响不大。因此再结合受热以及加热均匀等条件，选出合适的吸收体结构。对于吸收体结构的确定起了指导性的作用。

2

JUNO 探测器模拟软件

Authors: Tao LIN¹; Weidong Li¹; Ziyang Deng¹

Co-authors: Guofu Cao²; Zhengyun You³; xinying Li⁴

¹ 高能所

² B415

³ University of California Irvine

⁴ nankai university

Corresponding Author: lintao@ihep.ac.cn

江门中微子实验 (JUNO) 将测量中微子质量顺序，精确测量中微子混合参数，同时也将研究大气中微子、太阳中微子、超新星中微子等，具有丰富的物理目标。JUNO 包含中心探测器、水契仑科夫探测器以及顶部探测器。其中，中心探测器是一个含有 2 万吨液体闪烁体及 18,000 个光电倍增管的探测器，能量分辨率可以达到 $3\%/\sqrt{E}$ 。因此，精确的探测器模拟软件对于 JUNO 探测器的设计，性能指标的研究，以及重建算法的研究都至关重要。JUNO 的模拟软件基于 Geant4 开发，结合软件框架 SNIPEr，实现了多种产生子信息的输入、探测器几何的精确描述、几何与光学参数的管理、探测器击中信息的输出以及光学模型的模拟。在大型的液闪探测器中，光子数目多，尤其是宇宙线缪子事例，对于计算和存储都是极大的挑战，需要开发快速模拟方法以及特殊的 IO 机制以克服上述问题。

3

RDF 可视化技术评价与对比分析

Author: 树仁李¹

¹ 中国科学院计算机网络信息中心

Corresponding Author: lisr@cnic.cn

信息已经成为当今世界的主题，网络作为信息的重要载体，其规范性与有序性面临诸多挑战。语义网（Semantic Web）便是被普遍接受的下一代网络，语义网意在通过其框架结构，将网络信息进行有序组织，增强信息的利用效率。适应这种趋势，语义网近几年得以迅速发展，一些基于语义网的服务也陆续出现，如 FLEXVIZ、FOAF(Friend of a friend)、Oracle 公司创建的第一个 RDF 管理平台以及由 The Q T 等人开发的学术语义网（Scholarly Semantic Web）让人们看到了语义网发展的新应用。其间，RDF（Resource Description Framework）作为语义网的基本数据模型起着至关重要的作用，它降低了信息和数据集成的复杂度。但是，RDF 模型也存在一定的局限，它不具备 HTML 的层次和次序，不容易被人们直接解读，从而影响了其应用价值的进一步提升。近年来语义网发展迅速，相关工具软件不断出现，如本体编辑器以及三元组存储系统、RDF 可视化工具等，其中 RDF 可视化工具为语义网的应用提供了便捷的数据分析管理途径，一定程度上解决了 RDF 文件本身的局限性，方便用户对极其抽象的语义网进行具体的互动操作。同时，日趋成熟的可视化技术为语义网的开发者以及使用者创造了优良的开发和使用环境。

1999 年 2 月 22 日，W3C 颁布了 RDF 建议。RDF 是语义网的基础架构，用来为网络上的元数据提供基础结构，方便网络应用对元数据进行交换。同时它被用来描述网络元数据，对机器来说不仅仅是可读并且是可理解的，它更好的支持网络应用间地互操作性和共享性。RDF 由三个部分组成：RDF Data Model、RDF Schema 和 RDF Syntax。其中 RDF Data Model 主要是用来描述资源的形式；RDF Schema 用于定义资源的类与属性，以及类或属性之间的关系；RDF Syntax 主要是将具体形式通过 XML 语言转换为机器可以理解的内容。

由于 RDF 所提供的便利，最近一段时间，很多工具软件设计用于浏览和编辑 RDF 数据文件，例如 Progete (Noyetal,2991)、OntoEdit(Sureetal, 2003)、RDF Instance Creator(RIC)(Grove,2002) 等。然而大多数基于文本环境的软件不能够应用于数量较大的数据集并且使之便于理解和浏览。我们所要用到的 RDF 数据常常包含数量巨大的网络资源，并且经常能够联系到成千上万的实例与属性。因此利用可视化工具来浏览 RDF 显得非常必要，它可以使使用者高效地理解数据间复杂的内部结构。现今具有代表性的 RDF 可视化工具有 RDF Gravity、RelFinder、Isaviz、Protégé、touchgraph 和 ontosphere 等。

本文在对当前 RDF 可视化实现途径和相关软件细致调研的基础上，着重从 RDF 可视化技术的评价机制角度以及对主流工具的各项性能参数的对比分析来介绍现今 RDF 可视化技术取得的进展和存在的不足，为本体领域的科研工作提供一定的参考。

Summary:

RDF 可视化技术为语义网的应用提供了便捷的数据分析管理途径，方便用户对极其抽象的语义网进行具体的互动操作。本文在对当前 RDF 可视化实现途径和相关软件细致调研的基础上，着重从 RDF 可视化技术的评价机制角度以及对主流工具的各项性能参数的对比分析来介绍现今 RDF 可视化技术取得的进展和存在的不足，为本体领域的科研工作提供一定的参考。

7

核能信息化科研协同平台发展与虚拟核电站实践

Author: 宜灿昊¹

Co-authors: 丽琴胡¹; 婧宋¹; 曦裴¹; 桃何¹; 芳王¹; 进汪¹; 雏凤金¹; 雷明尚¹; 鹏程龙¹

¹ 中国科学院核能安全技术研究所

Corresponding Author: leiming.shang@fds.org.cn

摘要:

近年, 随着我国核能的不断发展, 我国已成为世界核电发展最快的国家。同时, 随着信息技术的发展和社会工业化程度的不断提高, 以信息化推动社会生产力跨越式发展, 是事关国家发展的重大战略。如何深入推动信息化和核能领域深度融合, 提升核能领域信息化水平, 促进核能更好更快发展成为行业关注的重点问题之一。由于核能系统对安全性要求极高, 使得核能领域思维较保守, 对新技术的接受和采用滞后于其它行业, 造成了核能信息化水平总体比较落后的现状, 严重制约了我国从“核电大国”向“核电强国”迈进的步伐。

围绕核能领域重大科技创新需求, 中国科学院核能安全技术研究所·FDS 团队开启了核能信息化科研协同平台发展工作, 该平台重点开展三个方面的研究工作: (1) 发展基于科学模型的数字反应堆, 以高保真模拟预测反应堆行为为目标, 耦合各专业物理分析程序, 研发具有自主知识产权的核能软件; (2) 打造科研与管理高效信息化协同环境, 围绕核能重大科技任务对协同科研、智慧管理的需求, 基于“互联网+”技术, 集核能专业模拟软件、核能大数据、协同管理软件于一体; (3) 建设数字社会环境下的虚拟核电站, 深度融合数字反应堆与核电管控信息化, 实现核电站全范围、全周期模拟, 保障核电设计深度优化、全方位安全评价与保障。

目前, 该平台已经初步应用于中国科学院战略性先导科技专项“ADS 嬗变系统”和国际热核聚变实验堆 ITER 的设计仿真中, 并建立了铅基数字(虚拟)反应堆 CLEAR-V 和国际热核聚变实验堆数字仿真综合平台 ITER-V。基于该平台发展的涵盖基础物理问题模拟、设计交互与优化和多过程综合集成仿真等三大类二十余套先进核能软件, 部分软件通过国际 QA 认证, 并已在 80 多个国家 600 多家单位用户获得广泛应用。

关键词: 核能信息化; 科研协同; 数字反应堆; 虚拟核电站

8

基于网络读出的大亚湾暗物质实验数据获取软件开发

Authors: Fei Li¹; tingxuan zeng²

Co-authors: Jun Hu³; Kejun Zhu³; minhao gu⁴

¹ IHEP, CAS, China

² IHEP-epc

³ IHEP

⁴ ihep-epc

摘要: 本文介绍了大亚湾暗物质数据获取软件的开发过程。在 atlas TDAQ 框架下, 开发了基于网络的数据读出模块, 事例组装模块, 提供对原始数据进行数据压缩的程序调用接口, 并对读出的完整事例进行波形显示。

大亚湾暗物质实验部署在大亚湾中微子地下实验站, 实验目的是利用光电倍增管和晶体闪烁体 (CsI(Na)) 组成的闪烁体探测器来探测暗物质粒子与晶体材料粒子之间的核反冲来寻找暗物质, 探测器的质量为 40 公斤。实验需要排除大量的 γ 本底。

大亚湾暗物质实验系统计划共有 12 个光电倍增管, 实验设计触发率为 100Hz, 单通道数据率估算为 20MB/s。实验的电子学设计采用三块电子学母板, 每块母板上插两块双通道的电子学子板, 来接受 12 路信号, 另有一块单独的触发板来给予全局的触发信号和时钟。四块电子学子板通过网线连接到万兆交换机的前端千兆接口, 交换机通过光纤跳线万兆上连到数据获取的服务器集群上, 在集群上部署基于网络的数据读出, 事例组装, 数据压缩以及数据存储等软件。图一为大亚湾暗物质实验数据获取系统的硬件部署图。

数据获取系统通过网络方式读出前端电子学采集到的事例数据, 为了满足实验数据量要求, 单板数据率要求能达到 700Mb/s。在现场安装之前, 开发了单板测试程序, 在千兆网上对单块电子学子板进行测试, 得到的测试结果是单块电子学子板能达到 700Mb/s 的数据率。数据读出模块主要包括两部分, 一部分是通过 UDP 协议对电子学子板进行配置, 配置好相关参数以后, 通过 TCP 协议取数。在取数的过程中能检查电子学数据并给出常见报错信息。图二为数据获取软件读出模块 UDP 配置部分的软件流程框图。

事例组装分为两部分, 首先是单块电子学母板对应的两块电子学子板所产生的四个通道的数据段, 按照触发号组装在一起形成一个事例片段; 然后是所有母板对应的事例片段按照触发号组装在一起成为完整事例。

数据获取软件的另外一个功能是提供对完整事例进行波形零压缩的程序接口。为了更快的判断读出数据是否正确, 数据获取系统还提供对完整事例进行各个通道的波形显示的功能。经

过波形压缩后的事例数据最终存储在磁盘阵列上。

目前, 大亚湾暗物质实验的探测器系统已经安装完成, 电子学系统和数据获取系统的联合调试已经完成, 已经在实验厅搭建了取数系统, 在电子学给出的触发信号下取数, 事例率为 95Hz, 总数据率为 219MB/s。数据获取软件连续运行了 48 小时没有出现问题

关键词: 大亚湾暗物质实验; 数据获取; 网络读出; 组装, 压缩

10

面向 RPV 钢中富 Cu 团簇析出的 KMC 模拟算法研究

Author: 保东昊¹

Co-authors: 云泉张¹; 士刚李¹; 宇世强周²; 新福贺³; 珏王⁴

¹ 中国科学院计算技术研究所计算机系统结构国家重点实验室

² 北京大学

³ 中国原子能科学研究院

⁴ 中科院计算机网络信息中心超级计算中心

当前, 能源和环境已成为阻碍我国可持续发展的两个严重问题, 尤其是雾霾引起了强烈的社会关注。发展安全高效清洁的核能是解决上述问题的有效途径。借助于超级计算机的性能优势, 使用计算机细粒度模拟的数值反应堆软件系统可以实现反应堆物理、热工水力、燃料及组件、反应堆化学、结构力学、安全分析等多种功能模块物理耦合。开发具有自主知识产权的可扩展、高可用的数值反应堆软件系统是我国核研究人员的使命和挑战, 同时对于实现反应堆安全性能和反应堆功率的提升及延寿具有重要的研究意义。核反应堆压力容器 (Reactor Pressure Vessel, RPV) 作为核反应堆的关键核心设备, RPV 长期受高温、高压和快中子辐照的影响, 发生辐照脆化效应。其使用寿命直接影响了核电的经济性和安全性。RPV 辐照损伤模拟作为数值反应堆中的重要模块之一, 如何在原子尺度和时空尺度高精度正确模拟 RPV 辐照损伤缺陷演化过程是核材料性能优化过程中面临的主要问题之一。

目前使用的原子尺度 RPV 辐照损伤模拟方法能够模拟辐照脆化过程中的 Cu、Ni、Mn 等金属元素的析出过程和析出过程中产生的空位与 Cu、Ni 等金属原子相互作用形成的团簇形核。但是在模拟团簇形核逐渐长大的过程中表现出模拟时间周期长且缺乏对团簇成分和分布情况的整体性分析等缺点。近年来, 随着动力学蒙特卡洛 (Kinetic Monte Carlo, KMC) 算法在晶粒生长、薄膜生成和气体在金属表面吸附等领域的模拟使用。基于高性能计算机开发针对材料辐照效应的原子尺度高性能可扩展的 KMC 算法模拟软件有望进一步深入理解材料的辐照损伤机理, 为材料的性能优化奠定基础。

本文研究了基于 KMC 算法的核材料辐照缺陷演化模拟过程。对比分析了适用于模拟核材料缺陷演化的 KMC 算法软件 SPPARKS 和 Mateo。SPPARKS 是一个通用的并行 KMC 框架。SPPARKS 采用了模拟应用和模拟流程相分离的方式, 通过读取输入参数配置文件, 初始化模拟区域, 区域划分位点位置信息, 确定计算间隔, 随机选择执行事件迭代执行直到达到预定停止时间, 最后输出模拟区域各点的位置信息和能量。Mateo 是模拟大规模尺度的 α -Fe 中 Cu 析出过程的原子动力学蒙特卡洛算法。将 Cu 团簇作为一个整体加快模拟速度。在 Mateo 的模拟算法中, 模拟了通过扩散过程控制合金辐照和热老化过程的显微组织和微量的演变。本文通过理论分析和实验验证的方法总结了目前 KMC 算法在核材料缺陷演化模拟方面的主要优势和需要解决的问题。

SPPARKS 和 Mateo 的 KMC 模拟实验结果表明, SPPARKS 在大规模并行环境下模拟钼晶格扩散反应表现出较好的并行性, 能够充分发挥大规模集群的性能优势, 缩短模拟运行时间提高 KMC 算法的模拟效率。但是使用 SPPARKS 模拟 RPV 辐照缺陷演化过程需要重新编写模拟原子结构和原子间作用势函数等程序。Mateo 软件能够在小规模集群上准确模拟 RPV 辐照损伤演化过程。但其并行性较差难以达到高效并发模拟团簇形核生长的要求, 需要对事件执行和原子迁移过程进行并行加速优化。比较修改 SPPARKS 的核材料缺陷演化模拟过程代码和实现 Mateo 高度并行化的复杂度, 下一步将 Mateo 结合 SPPARKS 中区域划分并行化方法, 优化 Mateo 中模拟原子作用力的通信量提高 Mateo 的并行性。

11

JUNO 数据模型及软件

Author: Teng LI¹

¹ Shandong University

Corresponding Author: liteng_shiyan@163.com

事例模型指在粒子物理实验离线数据处理过程中，事例在不同处理阶段所需处理或生成的相关信息的组织方式。它是离线软件框架数据管理、文件输入输出、分析计算以及数据存储的实体，是决定离线软件整体性能和功能的核心因素。

相对于加速器高能物理实验，中微子实验在数据管理方面有两个特点，一是事例间存在时间关联，二是信号事例的数量相对于本地事例非常少。因此，江门中微子实验的事例模型和数据输入输出系统设计需要提供高效的数据访问和存储能力。

在高能物理计算领域，基于 ROOT 的软件拥有广泛的应用，并且在数据管理和数据存储方面拥有优越的性能。因此，江门中微子实验的事例模型将基于 TObject 进行设计和扩展。所有事例信息类以及关联信息类都由 ROOT 的 TObject 派生，实现了 ROOT 对 C++ 对象的版本进化 (Schema Evolution)、输入输出流 (I/O Streamer) 功能，运行时类型信息 (RTTI) 以及检查 (Inspection) 功能等简化了离线软件框架的复杂性并提高了事例模型的性能。

为了实现数据的快速处理以及筛选功能，将事例信息进行了多层次结构设计，每个数据的处理阶段均的数据模型均由一个 Header 类和一个或多个具体 Event 类构成，如图 1 所示。Header 类包含一个事例的辅助信息（比如 Run 号、事例号、时间戳等），同时还包含部分事例的特征信息以便允许用户在不加载详细的事例信息的情况下实现对事例的快速筛选功能。事例信息指事例在处理阶段所需处理或生成的相关信息。事例间的关联机制通过研究开发 SmartRef 的智能指针技术，实现事例模型在不同的数据处理阶段之间的关联以及事例模型内部数据之间的关联，同时研究开发关联数据在数据存储时只需存储一次的技术，避免在建立事例模型之间灵活关系的同时同一数据存储多份的现象。

为了提供不同处理阶段数据的关联并简化内存管理和输入输出，基于 SmartRef 智能指针设计了事例导航器 (EvtNavigator)，将不同处理阶段的数据 Header 通过 SmartRef 关联在一起，在用户关联分析时，将导航器作为数据的入口，极大的简化了内存管理的难度。

由于事例模型的代码实现具有明确、规范的操作，因此设计开发了基于 Xml 文件定义事例模型的工具 XOD，实现了从 xml 文件自动产生 C++ 代码、输入输出流 (I/O Streamer) 函数，运行时类型信息 (RTTI) 等，提高了事例模型定义的可读性、减少了重复性代码的手工定义，提高了效率。

12

面向 PGNA 应用的高计数率数据采集系统

Author: Yuzhe Liu¹

¹ USTC

Corresponding Author: yuzheliu@mail.ustc.edu.cn

摘要: 瞬发 γ 射线中子活化分析 (简称 PGNA) 技术利用中子和 γ 射线穿透能力极强的特点，可以实现对较大厚度物体的内部的全元素信息进行探测，是一种被广泛应用到工业物料成分分析中的检测技术。本文提出的高通过率、高信噪比电子学系统，利用先进的电子学技术，可以在 PGNA 应用中，对移动中的工业物的料成分及含量进行实时、准确和快速的监测分析，达到单次测量的时间为 120s，脉冲信号的平均计数率达到 500kc/s 的设计目标。

关键字: 检测技术；瞬发 γ 射线；电子学系统

文章分类: 硬件与信息化基础设施

1 引言

PGNA (即 Prompt Gamma-ray Neutron Activation Analysis) 技术利用中子源产生的中子与被测物料中核素发生辐射俘获、非弹性散射等反应，发射出瞬时特征 γ 射线，通过检测特征 γ 射线的能谱来辨别物料中元素的种类并确定其含量。在实际检测过程中，需要在短时间内完成对测量能谱的累积，要求电子学系统有较高的精度和计数率。

2 系统结构

探测器系统由闪烁晶体 γ 探测器及其与之匹配的高计数率读出电子学系统两部分组成。高计数率读出电子学系统负责将探测器输出的大量脉冲信号进行电子学的分析处理，并将处理得到的事件信息交由后端信息一体化系统分析处理，对工业物料成分及含量进行实时、准确和快速的监测分析。

3 数据采集和处理方案

3.1 信号成形和采集

由于中子诱发的 γ 在时间上具有随机性，其信号出现的概率服从泊松分布。要达到 500kc/s 以上的计数率，在保证计数损失不大于 10% 的前提下，要求探测系统的最高计数率应达到 5mc/s 以上。

系统采用多级 CR-RC(m) 滤波电路，将信号成型为底宽较小，顶部相对平坦的脉冲波形，并采用采样率为 250MHz 的 14 位高速 ADC 对信号高速采样。采样后的信号，在 FPGA 内实现快速寻峰算法和能谱累积，并通过双缓冲总线传输将数据上传到上位机，测量过程的读出电子学系统并不增加额外的测量死时间。

3.2 减小测量误差的方法

由于 FADC 的微分非线性较差，还需要对能谱进行修正。通过高精度的滑移脉冲发生器 (Sliding Pulse Generator)，对多道进行全幅度的累积；通过数学变换可以得到多道系统的修正函数，并对多道测量值进行修正，以达到非线性修正的目的。对于采用 14 位高速 ADC 的多道测量系统，修正后系统的非线性指标将可能会提高约一个量级。

4 结束语

面向 PGNA 应用的读出电子学系统的设计，采用当前先进的电子学技术，研究满足 PGNA 高计数率能谱测量需求的全新测量方法。本系统采用许多特殊的处理方法来解决高计数率带来的关键问题，如信号堆积、死时间、数据读出与保存、在线快速分析等，以满足 PGNA 测量达到 500kc/s 以上计数率的要求。

电子学与数据获取 (I) / 13

大气能见度激光雷达数据采集系统

Author: 荣奇孙¹

Co-authors: 后兵路¹; 宇哲刘¹; 革金¹

¹核探测与核电子学国家重点实验室

Corresponding Author: srq@mail.ustc.edu.cn

大气能见度激光雷达数据采集系统

摘要: 针对大气能见度激光雷达，本文设计了一套双通道高速数据采集系统。系统硬件基于 FPGA 设计，支持在门控信号输入与激光雷达同步工作。通过硬件逻辑，可实现双通道数据的实时计数，并完成多次数据的实时累加和数据存储。本系统通过 USB2.0 高速接口与计算机进行互联。上位机软件的编写由 Labwindows/CVI 可视化虚拟仪器编写。此外该系统功耗低，成本低廉，探测距离大，可以满足大气能见度激光雷达的数据采集需求。

关键词: 大气能见度；FPGA；数据采集；USB

文章分类: 3 硬件环境与基础设施

1. 引言

相比于其他探测方式，激光雷达作为一种新型的大气探测工具，可以更加精确地反映大气对传输于其中的激光的衰减作用，因此激光雷达在大气能见度探测方面有着重要应用。探测中要求数据采集系统速度快，死时间小，针对这种需求，设计了一套专用的双通道数据采集系统。

2. 能见度探测原理

大气能见度跟大气消光系数存在确定的数量关系。其中大气消光系数跟激光回波的强度存在关系。因此激光雷达探测大气能见度时，首先发射一定波长的激光束，将回波转换为电信号进行数据采集，从而得到回波功率随距离变化的曲线，进而进行大气消光系数的反演以及能见度计算。

2. 系统框架

双通道信号以及触发信号通过一个甄别器后，转换为标准 TTL 电平送入 FPGA，门控信号触发 FPGA 跟激光雷达同步工作，信号送入 FPGA 计数。比较器的阈值由 FPGA 通过 DAC 输出。FPGA 与上位机之间的通信是通过 USB 接口芯片实现的。

3. 系统设计

FPGA 是系统的核心, 采用 Altera 公司的 EP1C12Q240C8N 芯片。FPGA 内部主要由存储器, 计数器, 锁存器以及控制逻辑组成。比较器的阈值由串行 DAC 输出。BIN 宽度是通过计数器分频时钟来实现的。为了提高信噪比, 需要将数据多次累加以减少随机误差, 而累加次数的设定是通过设定触发次数比较器输入端来实现的。两个计数器进行乒乓计数, 以减少计数死时间。一个计数器记录一个 BIN 宽度的数据。下一个计数周期到来时, 将上一次记录的数据 Load 进计数器里进行累加。累加到一定次数时, 上位机读取数据。USB 芯片从总线上取走数据, 等待上位机取走数据。数据采集完毕后, 采集完成的标志位置高, 将 RAM 和读写地址产生器清零。

4. 软件设计

USB 接口芯片为 Cypress 公司的 CY7C68013, 其内部集成了一个可运行 USB 固件程序的 8051 增强型内核。该程序实现命令和数据在上位机和下位机之间传送。上位机软件采用虚拟仪器技术, 使用 Labwindows/CVI 编写。界面简洁, 功能齐全。

5. 结论

整套系统可实现对数据的高速采集, 工作稳定。系统探测距离为 61.440 千米, 整机功率仅为 0.77 瓦特, 适用于低功耗场合, 可以满足能见度激光雷达的数据采集要求。

电子学与数据获取 (I) / 14

基于可重构技术的大学物理 X 射线能谱测量实验系统

Author: 伟刚殷¹

Co-author: 革金¹

¹ 中国科学技术大学

摘要: X 射线特征谱测量及 X 射线的吸收是大学物理核与粒子实验教学中的经典实验, 在培养核与粒子方向的人才上有重要的意义。针对老式实验测量系统技术落后, 体积巨大, 使用不便等问题, 本文介绍了一中新型 X 射线能谱测量实验系统, 采用可重构技术, 通过调用各个功能模块, 构造多道分析仪, 实现了 X 射线能谱测量, 具有体积小, 性能好的特点; 同时使用 Labview 软件编写了配套软件系统, 界面优美, 功能强大。该系统经过可重构配置可以适用多种于大学物理实验, 可以完全取代老式实验教学仪器, 大幅提升教学效能。

关键词: X 射线能谱; 可重构; 多道分析仪; 大学核物理实验

0 引言

X 射线能谱测量实验作为大学核物理实验教学的重要内容, 对培养核与粒子方向的人才具有重要的作用, 而现有的教学仪器大多还是基于几十年前的 NIM 系统, 不能反映当前粒子探测及数据处理技术的最新趋势, 并且系统复杂、体积巨大、操作繁琐。为了方便实验教学, 展示最新技术成果, 需要对实验设备进行更新换代, 以提高教学效能。

1 系统结构与功能

本套实验系统基于可重构技术设计, 通过软硬件的可重构配置, 构成整套测量系统, 可以实现实验数据采集、显示、处理和得到实验报告的全过程。

1.1 硬件结构与功能

在 X 射线能谱测量实验中, 使用正比计数器探测不同金属片受到 ²³⁸Pu 放射源照射后释放的特征 X 射线, 经过电荷灵敏前放转为对应的幅度脉冲信号。

本实验系统硬件部分主要包括前端模拟信号调理部分, AD 转换部分和 FPGA 寻峰及能谱累计部分。前端模拟信号调理部分的功能是对电荷灵敏放大器输出的脉冲信号进行滤波成形放大, 以提高信噪比并匹配 AD 转换模块的动态范围; AD 转换部分的功能是用 ADC 对信号进行采样, 将模拟信号转为数字信号, 以供 FPGA 进行数字处理; FPGA 寻峰及能谱累计部分的功能就是对 ADC 输出的数字信号进行快速寻峰并且按照幅度进行多道累积计数。能谱数据使用双缓冲结构通过 USB 与上位机相连。

1.2 软件结构与功能

基于 NI-Labview 软件, 我们编写了图形化用户界面, 状态机事件结构的使用保证了软件执行的流畅。该软件不仅可以实时读取能谱数据, 来进行数据分析和处理, 同时针对 FADC 微分非线性较差的问题, 我们还增加了使用修正数据 (有精密滑移脉冲发生器测量得到) 对能谱数据进行修正的功能。

Summary:

本套系统经过实验室脉冲发生器和实际放射源信号的测试通过后，在中国科学技术大学本科 X 射线实验教学中被长期使用，被证明在具有界面友好、功能强大、测量精度高通用性强等优点外，还同时满足了学生实验仪器操作简单、故障率低的要求，教学效能相较于老式 NIM 仪器有质的提升，附图中附有本实验系统的学生实验的测量结果。同时本实验系统由于通用性强，也被投入到半导体 α 谱仪及 α 粒子能量损失、验证高速运动的电子动量与能量的关系、卢瑟福 α 粒子散射、 γ 能谱测量等实验教学中，结果进一步证明了本系统的通用性与可靠性。同时本套大学物理 X 射线能谱测量实验系统基于可重构的设计方法，通过对其软硬件的可重构设计和配置，我们可以实现多种实验测量功能，如定标器、脉冲符合、示波器、时间多道、脉冲发生等。我们接下来的工作就是构造一个更加系统的大学核物理实验平台，一方面，可以利用脉冲发生功能产生符合放射源与探测器规律统计的脉冲序列代替存在安全隐患的放射源与昂贵的探测器；另一方面增加仪器模块，通过可重构配置的仪器，实现更多功能的多种实验测量；并且通过网络实现实验教学的一体化。

15

20 路 14MeV 中子探测器电子学读出系统

Author: Shengquan Liu¹

Co-authors: Feng LI²; Futian Liang¹

¹ University of Science and Technology of China

² USTC

Corresponding Author: lsqslq@mail.ustc.edu.cn

摘要: 本文介绍了一套用于探测 14MeV 中子的 20 路探测器信号读出的电子学系统。该系统利用先进的电子学技术，实现对加速器上 14MeV 中子的通量测量和快速能谱分析等功能，并提供高压电源给中子探测器，达到 20 路每路平均计数率 1000n/s、20 路 1500V 高压输出的设计目标。

关键字: 中子探测；电子学系统

文章分类: 3. 硬件环境与基础设施

1 引言

14MeV 中子是一种具有很强穿透力的快中子，一般由像 D-T 中子发生器这样的加速器中子源产生，它在研究中子与物质相互作用，以及在核探测和应用等方面具有重要的意义。实际实验中，需要使用闪烁体中子探测器，对多个位置进行中子通量测量，因此要求电子学系统具有驱动和读取多路探测器的能力，并具有较高的集成度、精度和计数率。

2 系统结构

探测器系统由闪烁体中子探测器、电子学读出系统以及与之匹配的软件监测系统三部分组成。读出电子学系统负责将探测器输出的大量脉冲信号进行电子学的分析处理，并提供高压给探测器；上位机监测系统负责实时控制测量状态、探测器供电，同时统计并分析中子相关信息。

3 数据采集和处理方案

3.1 信号采集处理

系统前端电子学接收 20 路 PMT 采集的中子信号，每路平均计数率最大为 1000n/s。信号经过信号调理电路后被放大、滤波，然后送入高速甄别器甄别，再送入 FPGA 实现计数统计和定时控制，最后通过双缓冲总线传输将数据上传到上位机监测系统。

此外，系统同时提供 20 路独立的高压输出，驱动 20 个 PMT，电压可达 1500V，由高压程控模块来设置每一路高压，最后通过高压电缆接入 PMT。

上位机软件监测系统集硬件控制，数据实时采集存储，物理分析等功能于一体，采用基于 Labview 的虚拟仪器设计，可实时显示当前各个探测器的工作状态、中子数据采集信息、测量进度等，并包含数据分析功能可快速对测量结果进行分析和显示。

3.2 减小测量误差的方法

14MeV 中子的产生会伴随大量 X 射线和 γ 射线, 影响中子通量测量结果, 甚至导致前端电子学电路饱和。该电子学系统采用前端抗饱和设计以减小计数损失, 并增加了快速能谱采集功能, 方便实验人员即时观察粒子能量分布, 从而合理设置甄别参数, 修正测量结果。

4 结束语

面向 14MeV 中子探测的读出电子学系统, 可同时驱动 20 路 PMT 并对多路中子信号进行通量测量, 并采用快速能谱测量方法和抗饱和前端电子学设计解决中子测量中遇到的粒子干扰问题, 从而满足了实际实验测量中提出的电子学需求。

16

基于 Geant4 的中子慢化准直系统设计

Author: Baochen Wang¹

Co-author: 革金¹

¹ *University of Science and Technology of China*

Corresponding Author: wbc1992@mail.ustc.edu.cn

(征文范围: 4. 数据处理与分析方法)

关联成像是新兴的量子信息与成像光学的交叉前沿热点, 中子关联成像在理论上被证明可以实现。中子关联成像要求中子处于热中子能区且能达到一定的通量。为了得到一定通量的热中子束流, 就需要对中子源产生的 14MeV 热中子束流进行慢化并进入准直系统。

如果用实验室试验的方法来研究中子与材料的相互作用, 既需要耗费大量的实验材料, 又需要进行长期的多次的实验。这样的方法不仅效率低下, 需要大量的人力物力, 而且数据的获取和处理分析任务也很繁重, 并且会在试验过程中受到种种不利因素的影响, 导致结果不够理想和准确。而应用基于蒙特卡洛方法的 Geant4 应用程序包在计算机上做模拟实验来研究材料的慢化效率, 就可以省去进行长期、多次实验的过程, 直接就不同情况得到相应的模拟结果, 并且结果也比较准确。

利用 Geant4 仿真工具, 对不同材料对中子的慢化能力进行仿真, 以确定慢化层的结构。最终仿真结果: 铅可以很快地将 14MeV 的快中子慢化至 1MeV 能级, 慢化效率随厚度增加呈先增后减趋势, 存在最佳慢化厚度; 聚乙烯的慢化效率与厚度和密度有关, 若用于慢化 1MeV 能级的中子时, 慢化效率比直接慢化 14MeV 的快中子要高。最终选取铅和聚乙烯组合作为慢化层材料。

准直系统需要完成准直的功能, 因此准直通道的外壁材料应能够尽量多地反射中子, 使中子能够一直在孔道中行进。利用 Geant4 仿真工具, 对不同材料对中子的反射能力进行仿真, 发现铝、铅等材料对中子有不同程度的反射能力。其中, 铅对中子的反射能力已经通过实验得到验证。因此准直通道采用铝、铅组合的材料构成。

中子慢化准直系统主要由以上慢化部分和准直部分组成, 最终准直通道出射的热中子束的通量可以满足实验研究的需求。同时这一结构仍有改善的余地, 今后将对这一结构继续进行改进。

17

数字式滑移脉冲发生器的研制

Author: 智磊张¹

Co-author: 革金¹

¹ *University of Science and Technology of China*

Corresponding Author: zzlei@mail.ustc.edu.cn

数字式滑移脉冲发生器的研制

1. 引言

传统的滑移脉冲信号发生器主要使用分立的元器件组成,采用旋钮和按钮进行参数调节,以指针式显示参数,使用很不方便,精度和范围也十分有限。本文中主要通过基于FPGA的DDS技术和逻辑控制设计实现各参数的数字化。又以LabVIEW程序作为虚拟仪器的软件平台,设计出人性化的界面,直观的将数字化的参数显示出来并方便用户控制,后台通过USB与硬件传输数据,最终实现数字化的滑移脉冲发生器。

2. 设计原理

2.1 滑移脉冲发生器原理:

以方波为例,确定脉宽,在一个滑移周期内,不断产生幅值由最小值到最大值线性变化的方波,线性变化的参数由一个等上升步进量的斜坡或三角序列决定,这里步进量可变、步进数目可变,脉宽可变,产生的频率可变,这即是滑移脉冲信号发生器简单原理。

2.2 DDS 技术:

直接数字合成(Direct Digital Synthesis, 简称为: DDS)是用数字控制的方法从一个参考时钟产生多种频率的输出时钟。DDS的主要组成部分是累加器、波形存储器ROM(或RAM)和D/A转换器。DDS输出的频率为 $f_{out}=K/2^N f_c$,其中,参考时钟为 f_c ,K为频率控制字,N为相位累加器位数,A为波形存储器地址位数,D为波形存储器的数据位字长和D/A转换器位数。

有不同的DDS频率之后,用此作为时钟读取RAM中存放的波形数据,经过DAC输出后即得到了不同频率的波形,再加上对RAM的读写来改变波形和控制逻辑电路即可设计出数字化的滑移脉冲发生器。

3. 软件设计

LabVIEW是NI公司推出的一种虚拟仪器软件开发平台,本文主要运用状态机的设计结构来响应用户的操作,并将各个参数数字化的显示和输入,加入了预览的效果图方便用户理解和使用,还提供了多种波形和滑移方式,灵活高效。

4. 测试结果

输出脉冲幅度范围: 0.1V ~ 3.8V; 幅度线性偏差: 不大于0.5%; 频率范围: 1Hz ~ 1MHz 频率误差: 不大于0.2%; 脉冲宽度范围: 0.2 μ s ~ 20 μ s, 误差不大于30ns;

5. 结束语

数字式仪器以其直观、架构简单、精度高、便于集成、多样化的控制方式等优势成为主流,本文采用当前先进的电子学技术,设计出满足精度需求、灵活便捷的数字化滑移脉冲发生器。

Summary:

滑移脉冲发生器主要用于多道脉冲幅度分析器(MCA)指标测试中,随着数字化仪器的快速发展,传统的滑移脉冲发生器已不能满足人们的需求。本文从介绍了自己研制的基于FPGA、DDS和LabVIEW的数字式滑移脉冲发生器,并简要阐述了基本的设计框架和原理。实现1Hz ~ 1MHz的任意频率范围,脉冲宽度范围0.2 μ s ~ 20 μ s,各项偏差均在0.5%内的设计目标。

18

高精度延时发生器在 Xilinx 7 Series FPGA 中的实现

Author: 照琪王¹

¹核探测与核电子学国家重点实验室; 中国科学技术大学

Corresponding Author: wzqstong@mail.ustc.edu.cn

摘要: 基于FPGA内部进位链所提供的稳定延时,设计并验证了高精度的延时发生器。采用抽头延时线方法,将延时分为基于高频时钟的计数器所提供的粗延时和FPGA内部进位单元

所提供的细延时,可以同时兼顾较高的延时步长精度($\sim 20\text{ps}$)和较大的延时动态范围(由计数器位数决定)。这一方法在 Xilinx FPGA 中具有较好的适用性,在 FPGA 应用中具有重要的意义。

关键字: 延时发生器, 抽头延时线, FPGA, 进位链

1. 引言

高精度延时电路广泛应用于家用电器、检测与控制、数据采集和控制等领域。延时电路设计方法众多,如采用计数器、锁相环、差频和专用精密延时器件等。随着数字电路技术的发展,数据信号采集速度和精度有了很大提高,各类工程应用对延时电路设计的指标也越来越高。前述几种方法很难做到兼顾高精度、大动态范围的要求,因此本文采用抽头延时线法,利用 FPGA 内部进位单元所提供的较小而稳定的延时构建延时链,成功地设计并验证了高精度大动态范围的延时发生器。

2. 结构与计

本文采用 Xilinx 公司的 Kintex-7 开发板 KC705 设计并实现了高精度的延时发生器。对于 Xilinx 的 7 系列 FPGA 来说,其内部都具有 CARRY4 这一基本设计单元,其具有 10 个独立的输入和 8 个独立的输出。通过对 CARRY4 原语的多次实例化调用,就能够实现进位链,作为抽头延时线的基础。CARRY4 单元具有的数据输入 DI[3:0] 和数据选择输入 S[3:0] 分别对应其内部的 4 个进位选择器的 0 位数据输入端和选择输入端,通过调整 DI 和 S 就可以改变进位链的通断和具体的抽头位置,从抽头位置到进位链的末端输出之间所经过的时间间隔即为所需要的细延时。粗延时则是利用 KC705 开发板上提供的系统时钟(200MHz)进入 PLL 倍频到 500MHz,送到计数器的时钟端,计数器的输出分别与两个比较器进行比较,比较器的阈值分别设置为 1 和 $N+1$,也就是说两个比较器的输出之间的延时即为 N 个粗时钟周期(2ns),这样就实现了粗延时,也就是对延时发生器的动态范围进行扩展。将阈值为 $N+1$ 的比较器输出送到进位链所有的 DI 端,通过改变选择输入 S 的编码(独热码形式),即可改变进位链的抽头位置,也就是改变细延时,目前进位链的延时步长可达到 $\sim 20\text{ps}$,同时进位链的总延时长度被设置超过 2ns,以达到对粗时钟周期内插的效果。粗细延时的结合,不仅可以满足高精度的延时步长,细延时抽头步长最小能做到 $\sim 10\text{p}$;而且可以扩充延时的动态范围,通过改变粗延时计数器的位数就可以近乎无限地提高动态范围,目前实现了 16 位的计数器,动态范围约为 $0\sim 130\mu\text{s}$ 。

3. 测试与修正

测试主要是测试细延时的分辨率和非线性分布,以及粗时钟 jitter 对最终两路延时输出之间的延时造成的时间晃动大小和粗时钟本身的晃动。

4. 总结

通过之前的讨论,可以认为这种在 FPGA 中实现高精度延时发生器的方法是可行而且可靠的,也对其他实现可控延时电路的方案提供了参考。

Summary:

基于 FPGA 内部进位链所提供的稳定延时,设计并验证了高精度的延时发生器。采用抽头延时线方法,将延时分为基于高频时钟的计数器所提供的粗延时和 FPGA 内部进位单元所提供的细延时,可以同时兼顾较高的延时步长精度($\sim 20\text{ps}$)和较大的延时动态范围(由计数器位数决定)。这一方法在 Xilinx FPGA 中具有较好的适用性,在 FPGA 应用中具有重要的意义。

19

量子通信中高速并行真随机数发生器设计

Author: 鑫¹王¹

¹ 中国科学技术大学

Corresponding Author: wxzyf@mail.ustc.edu.cn

随机数正被广泛应用于通信、信息安全、统计决策、程序设计以及娱乐博彩等诸多领域中。通常情况下,仅在一定周期内具有随机性的伪随机数序列就能满足大多数应用的需求,但在如通信安全等特殊领域中,需要通过随机物理过程产生具有真正意义上的随机性的真随机数序列。量子通信中的安全性核心技术量子密钥分发(QKD)系统由于其通信协议和硬件技术的限制,需要使用高速、高集成度的真随机数发生器。而商用真随机数发生器速度无法满足 QKD 系统的需求,如果使用大量芯片并行来追求高产码率,又会导致成本上升和设备体积过于庞大。基于上述原因,针对量子通信中对真随机发生器的特殊需求,本文介绍了一种基于 ASIC 技术的高速并行真随机数发生器芯片——TRNG2014 的设计方案。

本文中真随机数发生器计划采用结构较容易实现的数字电路的振荡环信号抖动作为物理熵源,通过高速时钟信号进行采样,引入后处理结构,提供十路并行真随机数高速连续输出,目标输出数据率为 250Mbps。通过 SPI 总线可以实现对发生器使能、振荡环起振数目和后处理结构选通等进行配置,实现性能与功耗之间的平衡。

基于高速和高集成度的要求,FPGA 由于其成本低、设计周期短、体积小等优势,成为真随机数发生器 TRNG2014 设计载体的第一选择。但 FPGA 对于电路设计的实现是基于其底层逻辑单元对设计方案进行的等价的逻辑替换,并不是对设计结构的绝对复现,因而得到的随机数序列并不是完全按照设计原理生成的。而 ASIC 技术虽然具有成本高昂、设计周期长等劣势,但同时也具有高性能、高集成度的优势,最关键的是 ASIC 技术可以对电路的设计结构实现绝对的复现,从而保证了发生器原理的确定性。因而我们在使用 FPGA 对设计方案进行原理验证的基础上,选择 ASIC 芯片作为高速真随机数发生器 TRNG2014 的实现载体。

本文将着重介绍真随机数发生器 TRNG2014 的设计方案、在 FPGA 上的方案验证以及 ASIC 设计的实现。

作者简介:王鑫^①(1991-),男,山东德州人,现为中国科学技术大学近代物理系物理电子学硕士研究生,主要从事 ASIC 芯片设计工作。

基金项目:国家自然科学基金资助(编号:61401422)

21

TGC 探测器前端 pad 信号采集板 (PFEB) 的研制

Author: 旭王¹

¹ 中国科学技术大学

Corresponding Author: wangxu1@mail.ustc.edu.cn

摘要:本文介绍了 TGC 探测器前端 pad 信号采集板的设计和实现。该采集板通过 GFZ 接插件接收来自 TGC 探测器的 256 路前端模拟信号,经过保护电路送入四个 VMM 中。VMM 是为信号采集判读出而设计的专用芯片,其输出数字信号进入 FPGA,并在 FPGA 中完成相应的读出和分析。FPGA 通过网口与上位机通讯,实现上位机对 FPGA 以及 VMM2 的配置和 FPGA 数据向上位机的数据传输。

关键词: TGC, VMM2, Atlas, 信号采集板

文章分类: 1. 核电子学及其应用的研究成果

ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS), 是欧洲核子研究组织 (CERN) 的大型强子对撞器 (LHC) 的重要探测器, 2012 年该探测器和 CMS 探测器同时发现了 Higgs 粒子。

为了更深入的进行高能物理的研究, Atlas 探测器将进行两次升级, 目前正处在 phase1 的升级当中。这次升级包括 Muon 谱仪的端盖近端探测器和电子学系统的研制、CAL 量能器的液氩电子学以及 Trk 径迹系统的触发 DAQ 数据采集系统。其中 Muon 谱仪的端盖近端探测器 (Small Wheel) 分为离线径迹探测器 (Micromegas) 和在线触发探测器 (sTGC)。我们组将负责这次升级中 TGC 前端电子学读出的研制。

VMM2 芯片是为探测器设计的专用读出芯片。VMM2 由 64 个具有输入的线性前端通道组成。每个通道集成了具有自适应反馈的低噪声放大器 (CA)、测试电容和可调极性 (以处理正或负电荷)。滤波器 (整形器) 是一个三态设计延迟耗散反馈 (DDF), 具有可调寻峰时间 (25, 50, 100, 和 200ns) 和稳定的带隙参考基线。DDF 架构提供了更高的模拟动态范围, 在输入电容比 200 pF 的小很多时可以得到相对较高的分辨率。增益是可调的八个值 (0.5, 1, 3, 4.5, 6, 9, 12, 16mV/FC)。

采集板通过 GFZ 接插件 (10*30) 接收来自 TGC 探测器的 256 路前端模拟信号, 经过保护电路送入四个 VMM2 芯片中。VMM2 的输出数字信号进入 FPGA, 并在 FPGA 中完成相应的读出和分析。FPGA 通过网口与上位机通讯, 实现上位机对 VMM2 的配置和 FPGA 数据向上位机的数据传输。

TGC 探测器前端 pad 信号采集板, 采用当前先进的电子学技术, 实现了对 VMM2 芯片配置和读出以及各个通道的测试, 完成了 FPGA 对采集数据处理和网络传输部分的相关逻辑, 满足了 TGC 探测器对多通道高速数据采集分析读出的需求。

23

中国散裂中子源小角散射谱仪的实验数据格式与处理算法

Author: 张晟恺¹

¹ 中国科学院高能物理研究所

Corresponding Author: zhangsk@ihep.ac.cn

散裂中子源；小角散射谱仪；实验数据格式；实验数据处理；归约算法

Summary:

中国散裂中子源 (CSNS) 是建设在广东东莞的大型高通量脉冲中子源，小角散射谱仪 (SANS) 是 CSNS 一期工程建设的三台谱仪之一。SANS 将采用符合 NeXus 标准的基于事例的原始数据格式，并基于 Mantid 数据处理框架的基础上开发 SANS 数据处理算法。本文分别介绍 NeXus 标准，SANS 原始数据格式，Mantid 的架构设计，以及 SANS 数据的归约算法和流程，并根据 SANS 工程设计参数实现 Mantid 算法适配。

大会报告 / 27

会议开幕

Corresponding Author: gang.chen@ihep.ac.cn

大会报告 / 28

欢迎辞

大会报告 / 29

核能信息化科研协同平台发展与虚拟核电站实践

大会报告 / 30

从大数据到新发现：高能物理数据结构、存储、挖掘

Corresponding Author: gongxing.sun@ihep.ac.cn

大会报告 / 31

核电子学与探测前沿技术与应用

大会报告 / 32

LHAASO 实验及其大数据处理

大会报告 / 33

科研信息化云服务

34

主题发言 I

35

主题发言 II

36

主题发言 III

Corresponding Author: qfz@ihep.ac.cn

37

主题发言 IV

38

主题发言 V

39

核能安全信息化

40

高能物理信息化

41

基因研究信息化

42

高寒环境研究信息化

43

空间科学研究信息化

科研信息化发展战略研讨圆桌会议讨论 / 44

圆桌讨论

电子学与数据获取 (I) / 45

TGC 探测器前端 pad 信号采集板 (PFEB) 的研制

电子学与数据获取 (I) / 46

CSNS 质子束流位置监测器数据转发的设计与实现

47

基于 EPICS 平台的电子学机箱驱动的实现

电子学与数据获取 (III) / 48

面向 PGNAA 应用的高计数率数据采集系统

Corresponding Author: yuzheliu@mail.ustc.edu.cn

49

面向 PGNAA 物理目标的数据采集方案

云计算 (I) / 50

基于云平台的计算化学科学计算云服务社区

云计算 (I) / 51

基于 OpenStack 的散裂中子源计算环境概述

52

面向行业用户的外包呼叫中心虚拟化方法

53

基于 owncloud 的 IHEPBox 构建与研究

云计算 (I) / 54

虚拟天文台广域网私有云资源的管理

云计算 (I) / 55

亚马逊公有云技术

物理软件与数据处理 (II) / 56

超级蒙特卡罗核计算仿真软件系统 SuperMC 研发进展

物理软件与数据处理 (II) / 57

基于层次时间着色 Petri 网的飞机总装生产线建模与仿真

58

蒙特卡洛模拟低温辐射计吸收体与同步辐射 x-ray 的作用

物理软件与数据处理 (II) / 59

精准放射治疗系统 ARTS 研究进展

物理软件与数据处理 (II) / 60

可靠性与概率安全分析软件系统 RiskA 研发进展

物理软件与数据处理 (II) / 61

闪存的时代-重新定义存储系统

物理软件与数据处理 (I) / 62

MOMENT: 中基线 μ 衰变中微子实验的模拟

电子学与数据获取 (III) / 63

基于 Geant4 的中子慢化准直系统设计

电子学与数据获取 (III) / 64

基于 Linux 的流设备驱动的实现

65

基于网络读出的大亚湾暗物质实验数据获取软件开发

电子学与数据获取 (III) / 66

基于 PET 的时钟 & 通信控制器

电子学与数据获取 (III) / 67

高精度延时发生器在 FPGA 中的实现

网格与分布式计算 / 68

基于 DIRAC 的高能物理分布式计算系统在 CEPC 实验上的应用

网格与分布式计算 / 69

LARGE: 网格环境日志分析框架的设计

网格与分布式计算 / 70

云计算与高能物理实验分布式计算的结合应用

网格与分布式计算 / 71

异构环境下高能物理规模作业管理系统的设计与实现

网格与分布式计算 / 72

从智能 WiFi 到大数据的应用

物理软件与数据处理 (III) / 73

JUNO 中心探测器重建算法

物理软件与数据处理 (III) / 74

中子活化瞬发伽马分析的 MCNP 模拟研究

物理软件与数据处理 (I) / 75

面向 RPV 钢中富 Cu 团簇析出的 KMC 模拟算法研究

物理软件与数据处理 (I) / 76

JUNO 数据模型设计及软件开发

物理软件与数据处理 (III) / 77

宝德高性能计算技术

物理软件与数据处理 (I) / 78

JUNO 探测器模拟软件

物理软件与数据处理 (I) / 79

中国散裂中子源小角散射谱仪的实验数据格式与处理算法

信息化与基础设施 (II) / 80

基于 REST 风格的科学计算环境 WEB 服务 API

信息化与基础设施 (II) / 81

基于 eduroam 的跨域无线接入认证系统研究与应用

信息化与基础设施 (II) / 82

关于系统构建科研院所涉密信息系统安全保密管理制度的思考

信息化与基础设施 (II) / 83

互联网思维打造科研支撑管理平台 eSupply 科研物资管理系统

大会报告 / 84

锐捷云计算解决方案

信息化与基础设施 (I) / 85

构建信息化平台，助力重大科技基础设施开放共享

信息化与基础设施 (I) / 86

基于 Elasticsearch 的实时集群日志采集和分析系统实现

信息化与基础设施 (I) / 87

基于 SDN 的高能物理数据交换虚拟专用网研究与实践

电子学与数据获取 (II) / 88

BESIII 改进项目端盖飞行时间探测器高压监控系统的实现

电子学与数据获取 (II) / 89

CSNS 质子束流位置监测器电子学检测和数据获取软件研制

电子学与数据获取 (II) / 90

基于 Linux 的探测器监控小系统数据采集和存储的实现

电子学与数据获取 (II) / 91

一种基于网络读出的暗物质实验数据获取软件

电子学与数据获取 (II) / 92

数字式滑移脉冲发生器的研制

电子学与数据获取 (III) / 93

量子通信中高速并行真随机数发生器设计

电子学与数据获取 (I) / 94

20 路 14MeV 中子探测器电子学读出系统

信息化与基础设施 (I) / 95

RDF 可视化技术评价与对比分析

信息化与基础设施 (I) / 96

磁带在海量存储领域上的应用和发展

信息化与基础设施 (II) / 97

内网核心数据集中存储系统的设计与实现

信息化与基础设施 (II) / 98

基于 Nagios 的自动化集群服务监控系统的实现

信息化与基础设施 (I) / 99

数据密集型计算的资源管理与作业调度技术研究

100

一种基于超高频无线射频技术的跑步计圈仪研究

云计算 (II) / 101

利用 ARC CE 整合异构计算平台

云计算 (II) / 102

核能大数据云服务平台研发及其应用

云计算 (II) / 103

基于 owncloud 的 IHEPBox 构建与研究

云计算 (II) / 104

西数个人云存储

云计算 (II) / 105

计算系统虚拟化平台的建设

云计算 (II) / 106

一种基于云计算的海量资源采集机制

云计算 (I) / 107

基于 openstack 的虚拟资源调度技术研究

信息化与基础设施 (II) / 108

Indico-统一认证的实现

109

待定

Openstack 云计算培训 / 110

Openstack 介绍

Openstack 云计算培训 / 111

实际操作

Gluster 分布式文件系统培训 / 112

Gluster 文件系统介绍

Gluster 分布式文件系统培训 / 113

实际操作

科研信息化发展战略研讨圆桌会议 / 114

主题发言

物理软件与数据处理 (II) / 115

大亚湾中微子实验中的 FLUKA 模拟研究

电子学与数据获取 (II) / 116

体会

电子学与数据获取 (III) / 117

体会