

课题编号：2016YFA0400104

密 级：公开

国家重点研发计划 课题任务书

课题名称： CMS 量能器和一级触发升级

所属项目： 大型强子对撞机（LHC）实验探测器升级

所属专项： 大科学装置前沿研究

项目牵头承担单位： 中国科学技术大学

课题承担单位： 中国科学院高能物理研究所

课题负责人： 刘振安

执行期限： 2016 年 07 月 至 2021 年 06 月

中华人民共和国科学技术部制

2016 年 07 月 14 日

0003YF 2016YFA0400104 2016-07-15 18:22:05



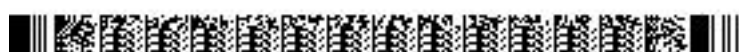
填写说明

- 一、任务书甲方即项目牵头承担单位，乙方即课题承担单位。
- 二、任务书通过“国家科技计划管理信息系统公共服务平台”，按照系统提示在线填写。
- 三、任务书中的单位名称，请按规范全称填写，并与单位公章一致。
- 四、任务书要求提供乙方与所有参加单位的合作协议，需对原件进行扫描后在线提交。
- 五、任务书中文字须用宋体小四号字填写。
- 六、凡不填写内容的栏目，请用“无”表示。
- 七、乙方完成任务书的在线填写，提交甲方审核确认后，用 A4 纸在线打印、装订、签章。一式八份报项目牵头承担单位签章，其中课题承担单位一份，课题负责人一份，作为项目任务书附件六份。
- 八、如项目下仅设一个课题，课题任务书只需填报课题预算部分。
- 九、涉密课题请在“国家科技计划管理信息系统公共服务平台”下载任务书的电子版模板，按保密要求离线填写、报送。
- 十、《项目申报书》和《项目任务书》是本任务书填报的重要依据，任务书填报不得降低考核指标，不得自行对主要研究内容作大的调整。《项目申报书》、《项目任务书》和本任务书将共同作为课题过程管理、验收和监督评估的重要依据。

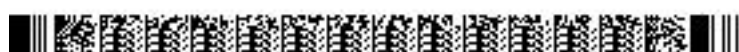


课题基本信息表

课题名称	CMS 量能器和一级触发升级					
课题编号	2016YFA0400104					
所属项目	大型强子对撞机（LHC）实验探测器升级					
所属专项	大科学装置前沿研究					
密级	<input checked="" type="checkbox"/> 公开 <input type="checkbox"/> 秘密 <input type="checkbox"/> 机密	单位总数	1			
课题类型	<input checked="" type="checkbox"/> 基础前沿 <input type="checkbox"/> 重大共性关键技术 <input type="checkbox"/> 应用示范研究 <input type="checkbox"/> 其他					
课题活动类型	<input checked="" type="checkbox"/> 基础前沿 <input type="checkbox"/> 应用研究 <input type="checkbox"/> 试验发展					
课题研究 所属学科	物理学 高能物理学					
课题成果应用的主要国民经济行业	科学研究和技术服务业					
课题的社会经济目标	非定向研究 自然科学领域的非定向研究					
经费预算	总预算 855.00 万元，其中中央财政专项经费 855.00 万元					
课题周期节点	起始时间	2016 年 07 月	结束时间	2021 年 06 月		
	实施周期	共 60 个月	预计中期时间点	2018 年 06 月		
课题 承担 单位	单位名称	中国科学院高能物理研究所		单位性质	事业型研究单位	
	单位所在地	北京市 北京市 石景山区		组织机构代码	400012211	
	通信地址	北京市石景山区玉泉路 19 号乙院 918 信箱		邮政编码	100039	
	银行账号	0200004909014451557		法定代表人 姓名	王贻芳	
	单位开户 名称	中国科学院高能物理研究所				
	开户银行 (全称)	102100000499 中国工商银行股份有限公司北京永定路支行				
课题 负责 人	姓名	刘振安	性别	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	出生日期	1962-03-25
	证件类型	身份证	证件号码	110107196203251276		



	所在单位	中国科学院高能物理研究所		
	最高学位	■博士□硕士□学士□其他		
	职 称	■正高级□副高级□中级□初级□其他	职务	无
	电子邮箱	liuza@ihep.ac.cn	移动电话	15611938062
课题 联系 人	姓 名	邢天虹	电子邮箱	xingth@ihep.ac.cn
	固定电话	010-88235892	移动电话	13671255198
	证件类型	身份证	证件号码	110105198708231525
课题 财务 负责 人	姓 名	杨明婕	电子邮箱	yangmj@ihep.ac.cn
	固定电话	010-88235903	移动电话	15611938087
	证件类型	身份证	证件号码	150402197203310228
其他 参与 单位	序号	单位名称	单位性质	组织机构代码
	1	中国科学院高能物理研究所	事业型研究单位	400012211
课题参 加人数	11 人。其中：		高级职称 6 人，中级职称 1 人，初级职称 0 人，其他 4 人；	
			博士学位 7 人，硕士学位 1 人，学士学位 3 人，其他 0 人。	
课题 简介 (限 500 字以 内)	<p>高粒度量能器采用硅传感器作为灵敏介质，具有三维位置读出，精确的能量和时间读出，号称 5D 量能器，在大型强子对撞机 CMS 实验中确定为端盖量能器的 phase II 唯一升级方案。硅传感器的抗辐射性能是 CMS 高粒度量能器成功的关键要求之一。减少硅传感器的厚度和在零下 30 摄氏度左右工作，是提高硅传感器抗辐射的有效途径。另外，不同的生产工艺和材料也对硅抗辐射性有着巨大的影响。课题组将设计生产的硅传感器，经过不同剂量的辐射，测试其性能变化，最终确定合适的硅传感器；在硅模块组装方面主要是尽量减少模块的厚度，从而提高量能器的能量分辨率。</p> <p>触发系统是大型物理实验的关键系统之一，主要依赖于大规模可编程逻辑阵列 FPGA 及其嵌入式系统构成的硬件技术。触发技术的发展对大规模可编程逻辑阵列技术应用与发展，特别是对高速海量数据传输技术与处理和新型系统架构的发展及其在工业系统的应用具有引领作用。课题将开展硅径迹室触发算法研究并主要依靠模式识别方案确定径迹。硬件设计方面，将围绕 xTCA 新系统架构、基于 AM 存储器的模式识别技术、高速数据传输技术和 xTCA 智能控制技术等相关开展研究，完成触发高速数据传输与预处理原理样机的设计以及量产样机的设计，并根据 CMS 实验项目和经费的安排开展部分量产。</p>			

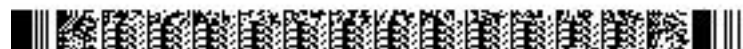


一、目标及考核指标、评测方式/方法

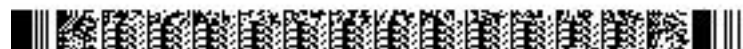
请填写下表。

课题目标、成果与考核指标表

课题目标 ¹	成果名称	成果类型	考核指标 ²				考核方式 (方法)及 评价手段 ⁴
			指标名称	立项时已有 指标值/状态	中期指标 值/状态 ³	完成时指标 值/状态	
(限 500 字以内。) . 参与研制高粒度量能器样机并建造 7 个硅模块样机, 参与硅传感器的性能研究; 建立基于 ATCA	1: 高粒度量能器, 新型模式识别寻迹方法	<input type="checkbox"/> 新理论 <input type="checkbox"/> 新原理 <input type="checkbox"/> 新产品 <input type="checkbox"/> 新技术 <input type="checkbox"/> 新方法 <input type="checkbox"/> 关键部件 <input type="checkbox"/> 数据库 <input type="checkbox"/> 软件 <input type="checkbox"/> 应用解决方案 <input checked="" type="checkbox"/> 实验装置/系统 <input type="checkbox"/> 临床指南/规范 <input type="checkbox"/> 工程工艺 <input type="checkbox"/> 标准 <input type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 发明专利 <input type="checkbox"/> 其他	高颗粒度新型量能器样机的时间分辨、能量分辨, 硅传感器 (100 μm) 抗辐照性能	无	无	50ps 25% / √(E) ⊕1% >1 × 10 ¹⁶ 1MeV n _{eq} /cm ²	性能指标通过放射源测试, 由 CMS 合作组安排束流测试。
			一级径迹触发模式识别能力和海量数据触发高速传输板速率	无	无	≥ 32K/ 单板; 单路速率 ≥ 10Gbps, 单板速率 ≥ 400Gbps	实验测试, 系统联调测试

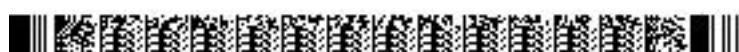


/ xTCA 的开发环境，合作完成开发新型模式识别寻迹技术，开发出智能控制软件，完成研制适用于硅径迹探测器海量数据的高速传输与预处理板。							
科技报告考核指标	序号	报告类型 ⁵	数量	提交时间		公开类别及时限 ⁶	
	1	年度技术进展报告	3	项目执行年度		延期公开	
	2	中期技术进展报告	1	项目中期		延期公开	
	3	测试报告	1	2019-2020 年		延期公开	
	4	终期科技报告	1	项目结题		延期公开	
其他目标与考核指标（对于难以采取上述表格细化的课题目标及其考核指标，可在此细化填写，限 1000 字以内。）							



备注：

1. **“课题目标”**，应从以下方面明确描述：（1）研发主要针对什么问题和需求；（2）将要解决哪些科学问题、突破哪些核心/共性/关键技术；（3）预期成果；（4）成果将以何种方式应用在哪些领域/行业/重大工程等，并拟在科技、经济、社会、环境或国防安全等方面发挥何种的作用和影响。
2. **“考核指标”**，指相应成果的数量指标、技术指标、质量指标、应用指标和产业化指标等，其中，数量指标可以为论文、专利、产品等的数量；技术指标可以为关键技术、产品的性能参数等；质量指标可以为产品的耐震动、高低温、无故障运行时间等；应用指标可以为成果应用的对象、范围和效果等；产业化指标可以为成果产业化的数量、经济效益等。同时，对各项考核指标需填写立项时已有的指标值/状态以及课题完成时要到达的指标值/状态。同时，考核指标也应包括支撑和服务其他重大科研、经济、社会发展、生态环境、科学普及需求等方面的直接和间接效益。如对国家重大工程、社会民生发展等提供了关键技术支撑，成果转化并带动了环境改善、实现了销售收入等。若某项成果属于开创性的成果，立项时已有指标值/状态可填写“无”，若某项成果在立项时已有指标值/状态难以界定，则可填写“/”。
3. **“中期指标”**，各专项根据管理特点，确定是否填写，鼓励阶段目标明确的项目课题填写中期指标。
4. **“考核方式方法”**，应提出符合相关研究成果与指标的具体考核技术方法、测算方法等。
5. **“科技报告类型”**，包括项目验收前撰写的全面描述研究过程和技术内容的最终科技报告、项目年度或中期检查时撰写的描述本年度研究过程和进展的年度技术进展报告以及在项目实施过程中撰写的包含科研活动细节及基础数据的专题科技报告（如实验报告、试验报告、调研报告、技术考察报告、设计报告、测试报告等）。其中，每个项目在验收前应撰写一份最终科技报告；研究期限超过2年（含2年）的项目，应根据管理要求，每年撰写一份年度技术进展报告；每个项目可根据研究内容、期限和经费强度，撰写数量不等的专题科技报告。科技报告应按国家标准规定的格式撰写。
6. **“公开类别及时限”**，公开项目科技报告分为公开或延期公开，内容需要发表论文、申请专利、出版专著或涉及技术诀窍的，可标注为“延期公开”。需要发表论文的，延期公开时限原则上在2年（含2年）以内；需要申请专利、出版专著的，延期公开时限原则上在3年（含3年）以内；涉及技术诀窍的，延期公开时限原则上在5年（含5年）以内。涉密项目科技报告按照有关规定管理。



二、课题研究内容、研究方法及技术路线

（一）课题的主要研究内容

（1）CMS 新型量能器

高粒度量能器方面我们将合作开展高粒度量能器硬件抗辐射硅传感器 ($>1 \times 10^{16}$ 1MeV n_{eq}/cm^2) 研发和模块组装技术, 参与实验束测试研究, 并进行部分硅模块的量产。主要从事以下三个方面的研究:

- 1) 硅传感器的性能研究: 测试不同类型、不同加工方法的硅传感器在不同辐射程度下, 其信号强度、漏电流和电容的变化情况, 将高粒度量能器的需求反馈给硅传感器生产公司, 从而设计出满足高粒度量能器耐辐射性能, 时间和能量分辨率要求的硅传感器。
- 2) 硅模块组装的研究: 高粒度量能器将把前端电子学集成到模块中, 平均每个模块有 256 道读出, 整个高粒度量能器有 700 多万道读出。为了节省空间, 从而提升高粒度量能器的性能, 其硅传感器, 前端电子学及其电路板必须集成到约 4.5 毫米厚度的狭窄空间中, 并且保证良好的散热。这对模块组装方案的设计, 组装的质量控制提出很高的挑战。我们计划通过研究模块组装的自动化, 来提升模块组装的质量。
- 3) 实验样机的实验束测试: 通过对高粒度量能器性能的研究, 改进硅传感器的设计, 硅模块的组装, 模拟性能研究等

（2）CMS 一级径迹触发升级

CMS 一级径迹触发升级研究主要开展四方面的研究。1) 开展三种候选寻迹方案的研究。基于模式识别: 各种径迹模式存储在联想存储器 (Associative Memory), 大量径迹模式存储于 ASIC 器件 ($\sim 100M$ overall); 基于哈夫转换 (Hough transform): 把径迹模式转换为转换空间的簇团, 利用 FPGA 器件; 基于 "Tracklet": 通过双层径迹 stub 外推构成整体径迹, 利用 FPGA 器件。2) 与费米实验室等单位合作开展寻迹插件的研究, 在北京建立开发系统。项目依赖于 ATCA 架构, 有 ATCA 载板和 AMC 子板构成。3) 独立研制高速数据传输汇总插件的研制。该插件要求符合高能所参与制定的 xTCA 新标准, 接收硅探测器的海量数据并分发给径迹触发插件。4) 开展基于 xTCA 架构的智能控制软件的开发。



（二）课题采取的研究方法

（1）CMS 新型量能器

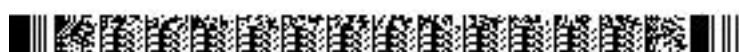
硅传感器的抗辐射性能是 CMS 高粒度量能器成功的关键要求之一。减少硅传感器的厚度和在零下 30 摄氏度左右工作，是提高硅传感器抗辐射的有效途径。另外，不同的生产工艺和材料也对硅抗辐射性有着巨大的影响。我们将设计生产的硅传感器，让其经过不同剂量的辐射，测试其性能变化，最终确定合适的硅传感器；在硅模块组装方面主要是尽量减少模块的厚度，从而提高量能器的能量分辨率。

（2）CMS 一级径迹触发升级

在硅径迹室触发算法研究方面主要依靠模式识别方案：基本设计利用桶部 6 层和端盖 5 层原片；利用径迹头端（stub）寻找，要求在满足横动量条件 $PT > 2\text{GeV}$ 的两层符合，把径迹数据量压缩到 $< 3\%$ of tracks；基于模式识别的寻迹方案：各种径迹模式（Pattern）存储在 ASIC 器件（ $\sim 100\text{M}$ overall），通过一次事例实际各层击中与所有径迹模式比对，确定径迹。硬件设计方面，将围绕 xTCA 新系统架构、基于 AM 存储器的模式识别技术、高速数据传输技术和 xTCA 智能控制技术等关键开展研究，完成原理样机的设计以及量产样机的设计，为量产做好准备并根据项目和经费的安排开展部分量产。

主要研究方案从以下 4 个方面同步展开：

- 1) 寻迹触发方案的深入研究。
- 2) 寻迹触发的研究平台。
- 3) 高速数据传输汇总插件的研制。
- 4) xTCA 智能控制技术的研究



三、主要创新点

围绕基础前沿、共性关键技术或应用示范等层面，简述课题的主要创新点。具体内容应包括该项创新的基本形态及其前沿性、时效性等，并说明是否具备方法、理论和知识产权特征。每项创新点的描述限 500 字以内。

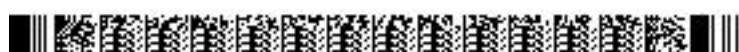
课题 4: CMS 量能器和一级触发升级

创新点 1: 首个可以精确测量三维位置信息，能量信息和时间信息的 5D 量能器。可以实现测量簇射的轨迹，形状。对高亮度 LHC 上的电子，光子，喷注， τ 子精确测量，以及对堆积事例的去除等。

创新点 2: 世界上首部根据实际需求设计的基于 xTCA 架构的高能物理触发实验系统，具有先进的智能检测与控制能力。

创新点 3: 世界上首个基于 AM 存储器的 3D 模式识别技术研究是实现，这是一项开创性的研究。

创新点 4: 世界领先的好于单通道 10Gbps、整体 400Gbps 传输能力的高速数据插件设计。



四、预期经济社会效益

课题的科学、技术、产业预期指标及科学价值、社会、经济、生态效益。限 500 字以内。

课题 4: CMS 量能器和一级触发升级

高粒度量能器具有高能量分辨率和抗辐射性能,可以运用到未来对撞机实验
新型 xTCA 标准系统在工业界有很好的应用前景。



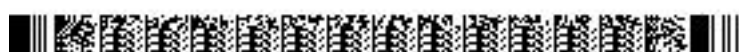
五、课题年度计划

按年度制定完成课题的计划进度，应将课题的考核指标分解落实到年度计划中。

年度	任务	考核指标	成果形式
2016年 7月 2017年 6月	<p>高粒度量能器进度安排： 开始实验材料和设备的采购；测试硅传感器的性能和耐辐射性能；参与原理性的束流测试。</p> <p>CMS 一级触发升级任务： 一级径迹触发开发系统，完成采购一级径迹触发开发系统芯片（费米实验室统一采购），智能控制需求的调研。</p> <p>完成一级径迹触发开发系统载板的组装；落实高速数据传输与处理板的设计需求</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高粒度量能器采购清单。 2. 高粒度量能器硅原型机模块组装概念设计流程图 3. 触发任务芯片采购证明 4. 触发智能控制需求表 5. 开发系统的载板照片 6. 高速数据传输与处理版需求表 	年度进展报告
2017年 7月 2018年 6月	<p>高粒度量能器进度安排： 完成原型 HGC 探测器的制作，参与 TDR 撰写。</p> <p>CMS 一级触发升级任务： 搭建完成一级径迹触发开发系统，开始调试寻迹软件；完成编写智能控制框架并调试；设计并完成高速数据传输与处理接口板第一版原理样机。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高粒度量能器原型机照片 2. 高粒度量能器原型机 MIP 初步测量结果（能看到 MIP 信号） 3. TDR 草稿 4. 开发系统照片 5. 智能控制软件功能演示 6. 接口板原理样机原理图、PCB 图和实物照片 	年度进展报告
2018年 7月 2019年	<p>高粒度量能器进度安排： 进行原型 HGC 的束流实验，测试原型探测器的各项性能。</p> <p>CMS 一级触发升级任务： 开始寻迹软件的改进与补充；根据需要改进智能控制软件；完成第二版载板样机和数据传输样机。年底，完成第三版载板样</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 硅传感器时间分辨性能测试初步结果（50ps） 2. 硅传感器抗辐射性能测试初步结果（100um @ 1×10^{16} 1MeV n_{eq}/cm^2） 3. 寻迹软件的运行演示 4. 智能控制软件的改进演示 	中期报告， 样机



6月	机和数据板样机的改版。	5. 载板样机和接口样机的原理图、PCB图和实物图。单路数据传输速率10GBPS，单板400GBPS数据传输率	
2019年 7月 2020年 6月	高粒度量能器进度安排： 改进之后再次进行束流测试，确定HGC工程设计，参与EDR撰写。 CMS一级触发升级任务： 完成数据传输板工程样机的研制	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高粒度量能器原型机的能量分辨率的初步测试结果（25% / $\sqrt{E} \oplus 1\%$） 2. 高粒度量能器硅模块组装流程图 3. 数据传输板工程样机照片、单路10GBPS和单板400GBS的测试指标 	年度报告， 样机实物
2020年 7月 2021年 6月	高粒度量能器进度安排： 优化工程样机制作工艺，建立批量制作的工艺流程和质量控制体系，准备开始工程建造。 CMS一级触发升级任务： 准备量产的厂家考察，制定量产计划。开始数据板的试量产。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高粒度量能器的时间分辨率的初步测量结果(50ps) 2. 高粒度量能器硅模块组装和质量控制流程图. 3. 高粒度量能器EDR报告草稿 4. 量产厂家考察报告、量产计划书 5. 试量产测试结果，照片 	结题报告； 论文和文章；EDR报告， 预量产实物；



六、课题组织实施机制及保障措施

1、课题的内部组织管理方式、协调机制等，限 500 字以内。

项目实行首席全面负责制。课题内部的高粒度量能器子课题和一级触发升级子课题之间要密切配合，相互合作支持，建立良好的交流机制，保证课题顺利实施。

2、课题实施的相关政策，已有的组织、技术基础，支撑保障条件，限 500 字以内。

课题依赖于核探测与电子学国家实验室的设备，高能所触发团队在北京谱仪建造以来与国外建立了密切的合作关系，包括日本KEK的Belle 触发组，SLAC 的Ray Larsen 教授领导的电子学组，在PANDA 国际合作中与德国吉森大学，在DEPFET 国际合作中与吉森大学和波恩大学，在Belle II 国际合作中与KEK的DAQ 组，吉森大学，夏威夷大学等有密切的合作，一直保持密切的合作与交流关系。课题负责人在国际电子与电气工程师学会（IEEE）核与等离子体分会任职并组织年度学术会议，与本领域专家有密切的交流，并在国际PICMG标准组织任职，在高速数据传输和新标准架构方面有国际前瞻性研究。课题组在CMS一级触发一期升级合作中，与美国佛罗里达大学建立了密切的合作关系，在二期触发合作中将继续开展合作，同时与美国费米实验室刘铁辉教授领导的触发课题组达成了共识，将在径迹触发开发系统和寻迹软件开发方面开展密切的合作。

CMS 高粒度量能器是CMS 前端量能器PhaseII 升级选择的唯一方案，是该类型量能器的首次大规模运用。在硬件方面我们和相关的单位建立了良好的合作关系，如和欧洲核子中心合作进行硅传感器的研发；和美国加州大学圣巴巴拉分校合作进行模块组装的研发等。

3、对实现项目总目标的支撑作用，及与项目内其他课题的协同机制，限 500 字以内。

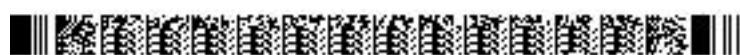
课题将服从项目首席的安排，以项目总体目标为导向，课题之间建立良好的交流机制，保证课题以及项目整体的顺利实施。



七、知识产权对策、成果管理及合作权益分配

限 500 字以内。

项目的成果主要以文章发表、会议报告、专利申请的形式。它们必须严格遵守科技部相关政策和条例、以及各国际合作实验的政策和协议。



八、需要约定的其他内容

限 500 字以内。

无



九、课题参加人员基本情况表

填表说明： 1、职称分类：A、正高级 B、副高级 C、中级 D、初级 E、其他；
 2、投入本课题的全时工作时间（人月）是指在课题实施期间该人总共为课题工作的满月度工作量；累计是指课题组所有人员投入人月之和。
 3、课题固定研究人员需填写人员明细；
 4、是否有工资性收入：Y、是 N、否；
 5、人员分类代码：A、课题负责人 B、课题骨干 C、其他研究人员；
 6、工作单位：填写单位全称，其中高校要具体填写到所在院系。

序号	姓名	性别	出生日期	身份证号码 (军官证、护照)	技术 职称	职务	学位	专业	投入本课题的 全时工作时间 (人月)	人员 分类	是否有 工资性 收入	工作单位
1	刘振安	男	1962-03-25	110107196203251276	正高级	无	博士	核技术及应用	30	课题负责人	是	中国科学院高能物理研究所
2	赵京周	男	1986-03-29	130130198603292452	副高级	无	博士	核技术及应用	35	课题骨干	是	中国科学院高能物理研究所
3	张华桥	男	1980-09-07	429001198009071294	副高级	无	博士	粒子物理与原子 核物理	30	课题骨干	是	中国科学院高能物理研究所
4	廖红波	男	1975-09-17	420111197509177031	副高级	无	博士	粒子物理与原子 核物理	30	课题骨干	是	中国科学院高能物理研究所
5	王征	男	1972-04-18	420500197204180056	副高级	无	博士	粒子物理与原子 核物理	30	课题骨干	是	中国科学院高能物理研究所
6	宫文煊	女	1978-01-09	110108197801095446	副高级	无	硕士	核技术及应用	30	课题骨干	是	中国科学院高能物理研究所
7	王娜	女	1982-06-09	22038119820609704X	中级	无	博士	核技术及应用	30	课题骨干	是	中国科学院高能物理研究所



8	王峰	男	1986-04-24	152601198604240612	其他	无	博士	粒子物理与原子核物理	50	其他研究人员	否	中国科学院高能物理研究所
9	曹鹏程	男	1990-02-16	412727199002161658	其他	无	学士	核技术及应用	50	其他研究人员	否	中国科学院高能物理研究所
10	程立波	男	1990-09-16	362525199009164554	其他	无	学士	核技术及应用	50	其他研究人员	否	中国科学院高能物理研究所
11	李秉桓	男	1992-03-18	420103199203182830	其他	无	学士	粒子物理与原子核物理	50	其他研究人员	否	中国科学院高能物理研究所
		固定研究人员合计							415	/	/	/
		流动人员或临时聘用人员合计							0	/	/	/
		累计							415	/	/	/



十、经费预算

课题（2016YFA0400104）承担单位基本情况表

表B1

填表说明：1. 组织机构代码指企事业单位国家标准代码，单位若已三证合一请填写单位社会信用代码，无组织机构代码的单位填写“000000000”； 2. 单位公章名称必须与单位名称一致。					
课题编号	2016YFA0400104	执行周期（月）	60		
课题名称	CMS量能器和一级触发升级				
课题承担单位	单位名称	中国科学院高能物理研究所			
	单位性质	事业型研究单位			
	单位主管部门	中国科学院	隶属关系	中央	
	单位组织机构代码	400012211			
	单位法定代表人姓名	王贻芳			
	单位所属地区	北京市	北京市	石景山区	
	电子邮箱	yfwang@ihep.ac.cn			
	通信地址	北京市石景山区玉泉路19号乙院918信箱			
	邮政编码	100039			
相关责任人	课题负责人	姓名	刘振安		
		身份证号码	110107196203251276		
		工作单位	中国科学院高能物理研究所		
		电话号码	010-88236718	手机号码	15611938062
		电子邮箱	liuza@ihep.ac.cn	邮政编码	100049
		通信地址	北京市918信箱中国科学院高能物理研究所		
	财务部门负责人	姓名	杨明婕		
		电话号码	010-88235903	手机号码	15611938087
		传真号码	88233374		
		电子邮箱	yangmj@ihep.ac.cn		
	课题经费预算联系人	姓名	刘振安		
		身份证号码	110107196203251276		
电话号码		88236048	手机号码	15611938062	
电子邮箱		liuza@ihep.ac.cn			



课题预算表

表B2 课题编号： 2016YFA0400104

课题名称： CMS量能器和一级触发升级

金额单位： 万元

序号	预算科目名称	合计	专项经费	自筹经费
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	一、经费支出	855.00	855.00	
2	(一) 直接费用	739.50	739.50	
3	1、设备费	70.50	70.50	
4	(1) 购置设备费	70.50	70.50	
5	(2) 试制设备费			
6	(3) 设备改造与租赁费			
7	2、材料费	202.30	202.30	
8	3、测试化验加工费	15.60	15.60	
9	4、燃料动力费	3.40	3.40	
10	5、差旅费	27.00	27.00	
11	6、会议费	12.60	12.60	
12	7、国际合作与交流费	185.60	185.60	
13	8、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	7.00	7.00	
14	9、劳务费	95.00	95.00	
15	10、专家咨询费	8.00	8.00	
16	11、其他支出	112.50	112.50	
17	(二) 间接费用	115.50	115.50	
18	二、经费来源	855.00	855.00	
19	(一) 申请从专项经费获得的资助	855.00	855.00	/
20	(二) 自筹经费来源		/	
21	1、地方财政拨款		/	
22	2、单位自有货币资金		/	
23	3、其他资金		/	



设备费——购置/试制设备预算明细表

表B3 课题编号： 2016YFA0400104

课题名称： CMS量能器和一级触发升级

金额单位： 万元

填表说明：
 1.设备分类：购置、试制；
 2.购置设备类型：通用、专用；
 3.经费来源：专项、自筹；
 4.试制设备不需填列本表（10）列、（11）列、（12）列、（13）列；
 5.设备单价的单位为万元/台套，设备数量的单位为台套；
 6.10万元以下的设备不用填写明细。

序号	设备名称	设备分类	功能和技术指标	单价	数量	金额	经费来源	购置或试制单位	安置单位	购置设备类型	主要生产厂家及国别	规格型号	拟开放共享范围
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	测试硅传感器专用高速示波器	购置	2.5GHz带宽, 4通道	25.70	1	25.70	专项	中国科学院高能物理研究所	中国科学院高能物理研究所	通用	美国安捷伦	DS09254A	内部共享
单价10万元以上购置设备合计					1	25.70	/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以上试制设备合计							/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以下购置设备合计					14	44.80	/	/	/	/	/	/	/
单价10万元以下试制设备合计							/	/	/	/	/	/	/
累计					15	70.50	/	/	/	/	/	/	/



测试化验加工费预算明细表

表B4 课题编号: **2016YFA0400104**

课题名称: CMS量能器和一级触发升级

金额单位: 万元

填表说明: 量大及价高测试化验, 是指课题研究过程中需测试化验加工的数量过多或单位价格较高、总费用在5万元及以上的测试化验加工, 需填写明细。

序号	测试化验加工的内容	测试化验加工单位	计量单位	单价(元/单位数量)	数量	金额
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	原理样机线路板制作	兴森快捷	版	8000.00	8	6.40
2	原理样机元器件焊接	大唐电信仪表所	版	9000.00	8	7.20
量大及价高测试化验费合计						13.60
其他测试化验费合计						2.00
累计						15.60



单位研究经费支出预算明细表

表B5 课题编号： 2016YFA0400104

课题名称： CMS量能器和一级触发升级

金额单位： 万元

填表说明： 1.单位类型分承担单位、参与单位； 2.组织机构代码指企事业单位国家标准代码，单位若已三证合一请填写单位统一社会信用代码，无组织机构代码的单位填写“000000000”。											
序号	单位名称	组织机构代码-统一社会信用代码		单位类型	任务分工	研究任务负责人	合计	专项经费		自筹经费	
		(1)	(2)					(3)	(4)		(5)
1	中国科学院高能物理研究所	单位组织机构代码	400012211	承担单位	整个课题	刘振安	855.00	855.00	115.50		
累计							855.00	855.00	115.50		

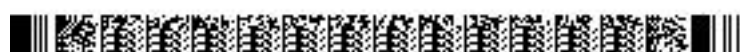


预算说明

一、对课题承担单位、参与单位前期已形成的工作基础及支撑条件，以及相关承诺为本课题研究提供的支撑条件等情况进行详细说明。

中国科学院高能物理研究所是以粒子物理研究为主的科研单位，在粒子探测器和核电子学领域有着坚实的研究基础和丰富的经验，承担了北京谱仪及其升级北京谱仪 III 的建造，完成了漂移室、飞行时间探测器、电磁量能器（簇射计数器）、缪子计数器等探测器的设计与建造，并完成了相关电子学以及整体触发系统的设计与建造，探测器各项指标均达到国际先进水平。特别是在北京谱仪 III 触发系统的设计中，大胆采用大规模光纤和 RocketIO 并研制了大规模同步传输协议，在 2004 年取得单路 1.75Gbps 传输速率（单板 28Gbps）的研究突破，于 2008 年北京谱仪 III 率先成功运行取数（系统同步传输速率 205Gbps），由此并获邀承担 PANDA 实验触发与数据获取关键插件的研制，获邀承担 Belle II 探测器全局读出系统的方案设计（TDR）和建造，Belle II 硅像素探测器数据获取系统的设计与建造，在 CMS 实验一级触发系统一期升级中承担了 CPPF 插件的设计与建造。通过这些合作的成果都为 CMS 一级径迹触发开展提供了坚实的基础与技术保障，组建了结构合理的研究队相关研究工作累积，已经建立起一支老中青结合的探测器与电子学研发团队，为课题的顺利进展提供了保障。

在高粒度量能器研究方面，高能物理研究所是最早提出方案的十个单位之一，为 CMS 最终选择该方案贡献了力量。先后在粒子流重建算法，实验束实验中做出了贡献；目前与欧洲核子中心（CERN）合作开展硅传感器的研发，有一名博士长期派驻在 CERN；和加州大学圣巴巴拉分校（UCSB）合作开展硅模块组装的研发，为未来中国建立硅模块生产、测试中心建立了密切的合作关系，积累了丰富的经验。同时，高能所“核电子学国家重点实验室”提供了洁净间，邦定机，点胶机等高粒度量能器研发所需要的大型仪器以及丰富的仪器使用经验，为我们开展高粒度量能器研究提供了大部分必要的硬件和软件条件。



预算说明

二、对本课题各科目支出主要用途、与课题研究的相关性、必要性及测算方法、测算依据进行详细说明；按照课题进行说明，不需要按照参与单位分别说明；如同一科目同时编列专项经费和自筹经费的，请分别说明。

(一) 直接费用 739.5 万

1. 设备费 70.5 万

1) 高能所高粒度量能器工作所需设备费 45.5 万

高能所“核电子学国家重点实验室”提供了洁净间，邦定机，点胶机等高粒度量能器研发所需要的大型仪器，为开展高粒度量能器研究提供了必要的硬件条件，我们仅需升级或者购置以下必需的专用仪器：

升级前端放大器	ORTEC	ORTEC	中国	142AH	2.1
测试硅传感器专用高速示波器	agilent		视德	DSO9254A	25.7
测试硅传感器专用高速示波器 3G 探头	agilent	视德		1131A+E2668A	6.1
源表	keisthley	Tektronix	2410		8.0
万用表	keisthley	Tektronix	2000		1.1
位移台	newport	玻色智能科技有限公司		LTA-HS	1.5
位移台控制器	newport	玻色智能科技有限公司		SMC100CC	1.0

2) 高能所一级径迹触发二期升级工作设备费 25 万

预研器件需要购买一台 ATCA 机箱 9.2 万，一件 ATCA 机箱控制器 1.9 万，一台 ATCA 机箱电源 0.9 万。

更换高速示波器测试探头，光电转换模块等易损件 2 万

购买服务器一台 2 万，更换 FPGA 开发工作站 2 台共 4 万，购买 CMS 开发的定时与时钟控制插件 (TTC) 约 5 万元。

2. 材料费 191.8 万

1) 高能所高粒度量能器工作所需材料费：28.5 万

研制阶段，一个硅模块材料费约 3000 瑞士法郎=2.1 万人民币：

- 6 寸硅传感器：1500 瑞士法郎
- 6 寸 PCB * 2：400 瑞士法郎
- 铜钨基板：100 瑞士法郎
- 50 微米厚度 capton 绝缘层+镀金导电薄膜层：100 瑞士法郎
- 低功耗 64 道 ASIC 前端电子学芯片 2 片：500 瑞士法郎
- 其他外围电子学原件：400 瑞士法郎

一个电磁量能器的探测单元有 28 层硅模块+吸收体钨

在研发阶段，需要 3 块原理性验证+4 块模块束流测试，共 7 块

- 7 层模块：2.1 * 7 万 = 14.7 万
- 7 层吸收体钨：7 * 500 元 = 0.35 万

多批次 ASIC 封装，邦定焊接费用约 2 万元

探测器制作所需消耗品：用于材料清洗、清洁、吹扫的酒精、丙酮、无尘布、特种纸、去离子水等，0.5 万元。

点胶机改装费：2 万



硅模块组装底板：2500 美元 / 块 * 4 + 5000 运费 ~ 7.5 万 RMB

硅模块组装专用环氧树脂：200 元 / 50ml * 50 = 10000 元

运费：参加 CERN 束流测试的探测器和设备运输费用，0.5 万元。

2) 高能所一级径迹触发二期升级工作材料费 173.8 万

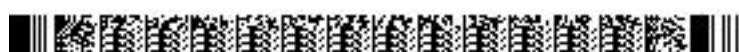
一级径迹触发升级的材料费主要用于样机研发以及部分量产的费用，其中一部分用于样机研制，另一部分用于 3 块的预量产。

1) 购买用于开发 ATCA 触发处理版原理样机 (3 板)、输入输出原理样机 (3 板)、输入输出量产样机 (2 板) 和预量产 (3) 共 11 块 CN 板的光缆、电缆、高精度高密度接插件和光纤收发器等元件约 49.5 万元。单套接插件元件等价格如下 (约 4.5 万元)

材料 (原件) 名称	单价 (元)	数量	合计 (元)
ATCA J1 座	277	3	831
4 口 RT45 座	247	1	247
单口 RT45	96	4	384
LEMO 头	132	1	132
ZD 座	257	4	1028
AMC 插座	325	4	1248
AMC 插头	312	4	1248
QSFP+光纤收发器	2700	10	27000
QSFP+光缆套件	1300	10	13000
合计			45000

2) 购买用于开发 ATCA 触发处理版原理样机 (3 板)、输入输出原理样机 (3 板)、输入输出量产样机 (2 板) 和预量产 (3) 共 11 块 CN 板的 FPGA、DPS、电源模块等集成电路器件约 124.3 万元。单套器件价格如下 (约 11.3 万元)：

材料 (原件) 名称	单价 (元)	数量	合计 (元)
ADC	122	1	122
温度探头器件	75	5	375
I2C 温度探头器件	29	5	145
200M 时钟振荡器	168	11	1848
100M 时钟振荡器	65	6	390
125M 时钟振荡器	65	6	390
Flash 内存	186	10	1860
Tyco PIM 电	772	1	772



源模块			
Tyco QBW 电源模块	742	1	743
内存条	200	10	2000
TI 50A 电源模块	420	3	1260
TI 9A 电源模块	68	3	204
TI 12V 电源模块	38	3	114
稳压片	59	4	236
FPGA (V7)	51290	2	10.3 万
合计			11.3 万

3.测试化验加工费 15.6 万

一级径迹触发二期升级工作测试化验加工费 15.6 万

租用 16G 带宽示波器测试 100 元/小时 × 100 小时 = 1 万

租用网络分析仪 100 元/小时 × 100 小时 = 1 万

原理样机线路板制作加工费 6.4 万

原理样机元器件焊接加工费 7.2 万

4.燃料动力费 3.4 万

一级径迹触发二期升级工作需要水、电等能源动力费等约 3.4 万

5.出版/文献/信息传播/知识产权事务费 7 万

包括购买图书资料购置，资料复印打印费用，文章版面费，文献检索、邮寄费用等

6.其他支出 112.5 万

1) 高能所高粒度量能器工作其他支出 37.5 万元

每年需缴纳 CMS M&O 运行费，标准为每人每年 7.5 万元人民币
 博士后参加 CMS 实验 M&O 费用共 1 人：7.5 万/人年 x1 人 x5 年=37.5 万元

2) 高能所一级径迹触发二期升级工作其他支出 75 万

每年需缴纳 CMS M&O 运行费，标准为每人每年 7.5 万元人民币。
 课题骨干和博士后参加 CMS 实验共 2 人：7.5 万/人年 x2 人 x5 年=75 万元

7.差旅费、会议费、国际合作与交流费、劳务费、专家咨询费 328.2 万 无需填写说明。

(项目实施中发生的会议费、差旅费、国际合作与交流费等三项支出之间可以调剂使用，但不能突破三项支出预算总额。)

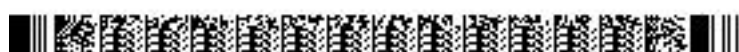
(劳务费预算应结合当地实际以及相关人员的参与项目的全时工作时间等因素合理执行，临时聘用人员的社会保险补助纳入劳务费科目中列支。)

(专家咨询费应按照管理办法规定支出标准执行。)

(二) 间接费用 115.5 万

无需填写说明。

(承担单位应当建立健全间接费用的内部管理办法，合规合理使用间接费用，



结合一线科研人员实际贡献公开公正安排绩效支出，体现科研人员价值，充分发挥绩效支出的激励作用。承担单位不得在核定的间接费用或管理费用以外再以任何名义在项目资金中重复提取、列支相关费用。)



预算说明

三、自筹经费来源说明（需说明经费的来源、用途）
无



十一、相关附件

1. 乙方与参加单位有关协议（须加盖乙方与参加单位公章、法人签字签章；协议文件须扫描上传。如无参加单位，则不填）；

无参加单位。

2. 申报指南规定的其他附件。

报价单，参见下页。



中电基础产品装备公司

地址：北京市鲁谷路 74 号

邮编：100040

收件人：

收件人：李靖

单 位：高能所

日期：2016-4-27

传 真：

传真号码：010-64361381

电 话：

电话号码：010-59463659；13911278024

项目	型号	描述	单价	数量	总价	货期
1	DS09254A	2.5GHz 带宽 4 通道示波器	256600	1	256600	合同签 订后两 个月

备注：

- 1、此报价有效期一个月，报价期后根据美元价格，如美元价格发生变化，则人民币价格发生相应变化。
- 2、此价格为到贵公司的价格（含 17% 增值税，关税，报关的各种费用及国内运、保费）

顺祝

商祺！

户 名：中电基础产品装备公司
帐 号：11001006600056049658

开户行：建行石景山支行
税 号：110107100009176





北京金龙翌阳科技发展有限公司

报价单

2016年4月28日

日期	2016年4月28日		收件人	王老师	报价人	孙廷孝		
收件公司	中国科学院高能物理研究所		电话	010-62136588-211				
电话	15527798868		手机	13641181922				
传真			传真	010-62167379-200				
地址			地址	北京市海淀区大柳树路17号 富海大厦2001室				
序号	名称	型号	数量	单价	单位	合计	货期	备注
1	示波器	DS1092S-4A	1	243500	台	¥243,500.00	8周	Windows 7 操作系统 2.5012带宽, 4通道, 40Mbps存储深度, 200Sa/s采样率
2						¥0.00		
3						¥0.00		
4						¥0.00		
5						¥0.00		
贰拾肆万叁仟伍佰元整 (大写)						¥243,500.00		



注: 上述报价含17增值税发票。



北京东方中科集成科技股份有限公司

Quotation Order 报价单

TO: 王老师 Fax: _____

Fm: 王伟锋 Date: 2016-04-25

北京东方中科集成科技股份有限公司 (Beijing Oriental Jicheng Co., Ltd.)

北京市海淀区阜成路 67 号 裕惠大厦 8 层 邮政编码: 100142

电话: 86-10-68718810-8007, 13240407571 传真: 86-10-68718960

税号: 110108723968103

帐号: 862080802710001 北京招商银行北京分行西三环支行

产品型号	产品名称	单位	数量	单价	总价	货期
DSO9254A	Infiniium DSO - 2.5 GHz, 10/20 GSa/s, 4 Ch	台	1	273085	273085	8周

合计: RMB, 273085 (此价格含17%增值税)

其中: 增值税: 37565元, 关税: 11048元 报关杂费: 3500

[备注]: 请选择并确认好各仪器配置, 以免影响您的使用。价格仅为主机价格。详细报价需确认配置。以上报价均为厂商出厂价, 含运保费。此报价有效期为一个月。如需订购上述产品, 请填写以下客户资料, 签字返回回来。谢谢您的合作!

【客户资料】

公司名称: 中国科学院高能物理研究所

地址/邮编:

送货地址:

电话:

传真:

开户行:

帐号:

税号:

负责人签字: _____

(日期)



任务书签署

甲乙双方根据《国务院关于改进加强中央财政科研项目和资金管理的若干意见》(国发[2014]11号)、《国务院印发关于深化中央财政科技计划(专项、基金)管理改革方案的通知》(国发[2014]64号)、《科技部财政部关于改革过渡期国家重点研发计划组织管理有关问题的通知》(国科发资[2015]423号)、《科技部财政部关于印发〈中央财政科技计划(专项、基金等)监督工作暂行规定〉的通知》(国科发政[2015]471号)、《财政部科技部关于中央财政科技计划管理改革过渡期资金管理有关问题的通知》(财教[2015]154号)等有关文件规定,以及有关法律、政策和管理要求,依据项目立项通知,签署本任务书。

项目牵头承担单位(甲方):

法定代表人签字(签章):

(公章)

年 月 日



项目负责人签字（签章）：

年 月 日

课题承担单位（乙方）：

法定代表人签字（签章）：

（公章）

年 月 日

课题负责人签字（签章）：

年 月 日

