**第一部分 国内外现状及趋势分析**

包括本项目相关国内外总体研究情况和水平、最新进展和发展前景。限2000字以内，并分别简要列出国内、外各代表性的5家从事相关研究的主要机构及典型成果、代表性文献及相关专利、标准，并列出项目在相关方面的5项代表性成果、专利及标准。

阻性板室（Resistive Plate Chamber，RPC）是一种传统的平行板结构气体探测器，以其结构简单、适合大面积建造的特点，广泛应用于高能物理实验，通常作为外层的缪子触发探测器、强子量能器，以及应用于大面积的高海拔宇宙线观测实验。早期的RPC工作在流光模式下，信号幅度大，可以不需要前端放大而直接获取信号，但时间分辨和计数率能力较差；目前在运行实验的RPC通常工作在雪崩模式下，计数率能力得到大幅提升，并具有纳秒量级的时间分辨性能。ATLAS实验的缪子谱仪在桶部采用2mm气隙的RPC作为缪子触发探测器，总面积达到3600平方米，总通道数超过35万道，设计计数率能力为100 Hz/cm2，在ATLAS实验中已经稳定运行近15年，获得了丰硕的物理成果。

伴随着LHC计划升级到高亮度的HL-LHC，预计末态粒子通量也将提高一个量级，现有的ATLAS RPC不能够在这样高的计数率下正常运行。为了提高RPC的计数率能力，ATLAS提出了窄气隙RPC的方法，将RPC的气隙宽度降低到1mm，平均雪崩电荷量从原来的30 pC相应的降低到几个pC，并把电极板厚度从2mm降低到1.4mm，从而使计数率能力提升一个量级，同时也提高了探测器寿命。通过采用基于GeSi工艺的高灵敏度、高信噪比前端电子学，补偿窄气隙中降低了的气体增益，确保探测效率不受影响。在ATLAS Phase-II升级阶段，将采用这种新型的窄气隙RPC技术和前端电子学设计，在桶部内层新增加三层RPC探测器，总面积达到1400平方米，以确保在HL-LHC运行中的缪子触发效率。这种新型的窄气隙RPC，是未来高能量高亮度对撞物理实验必须发展的高计数率、抗老化探测器技术。

RPC和窄气隙RPC的研究工作，之前主要由意大利INFN主导，并负责完成了现有ATLAS全部RPC探测器的建造。ATLAS中国组从Phase-I阶段开始参与缪子谱仪的相关工作，在Phase-II阶段全面参与RPC探测器和电子学的研制和建造工作，包括探测器性能研究，探测器和读出板的设计、制作、批量制作工艺和质量控制，电子学的研制和测试等，已经具备了独立开展RPC探测器设计和建造的能力。

国外主要机构：意大利INFN

典型成果：ATLAS在运行RPC探测器的建造

文献：CERN-LHCC-2017-017,Technical Design Report for the Phase-II Upgrade of the ATLAS Muon Spectrometer

项目代表性成果：

***Measuring attenuation in signal propagation in Resistive-plate chambers***, JINST V16, P01001, Jan. 2021

**第二部分 研究目标及内容**

一、项目目标及考核指标

（一）申报项目与所属指南方向的关联关系

包括项目与所属指南方向的匹配性，对指南方向目标的支撑作用。限1500字以内。

RPC：

为了应对高亮度HL-LHC带来的高粒子通量、高辐照剂量、高数据量等挑战，对于ATLAS缪子谱仪来说，必须在桶部内层新增三层缪子触发探测器，以确保缪子触发效率，并提高覆盖面积。研制高计数率的窄气隙RPC探测器和核电子学，并按照ATLAS协议规定，完成相应的制造、安装和调试任务，符合并完全覆盖指南中ATLAS缪子谱仪部分的方向和目标。

（二）项目目标及考核指标、考核方式/方法

限2000字以内（不包括表格），并填写下表。

窄气隙RPC缪子触发探测器及读出电子学，根据ATLAS Phase-II升级需求，设定研究目标为提高RPC的计数率能力，提高时间分辨性能，保证探测器具有高探测效率，并完成协议规定的探测器制作、安装和测试任务。

考核指标包括：计数率能力达到1 kHz/cm2以上，探测效率高于95%，时间分辨优于1 ns。以上性能指标通过宇宙线测试、放射源测试、或由ATLAS缪子探测器升级合作组安排的束流测试等方法进行考核。

**项目目标、预期成果与考核指标表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目目标** | **预期成果名称** | **预期成果****类型** | **对应的****课题** | **考核指标** | **考核方式（方法）及评价手段** |
| **指标****名称** | **立项时已有指标值/状态** | **中期指标值/状态** | **完成时指标值/状态** |
|  | 1：窄气隙RPC探测器 | □新理论 □新原理 □新产品 □新技术 □新方法 □关键部件 □数据库 □软件 □应用解决方案 ■实验装置/系统 □临床指南/规范 □工程工艺 □标准 □论文 □发明专利 □其他  | ATLAS实验缪子探测器升级 | 计数率 | 原型探测器1 kHz/cm2 |  | 工程机>1 kHz/cm2 | ATLAS验收 |
| 探测效率 | RPC样机>95% |  | 工程机>95% | ATLAS验收 |
| 时间分辨 | >1 ns |  | <1 ns | ATLAS验收 |
| 2： | 同上 |  | 指标2.1 |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |
| … | 同上 |  | 指标 |  |  |  |  |
| …… |  |  |  |  |
| **科技报告考核指标** | **序号** | **报告类型** | **数量** | **提交时间** | **公开类别及时限** |
|  |  |  |  |  |
| 其他目标与考核指标完成情况 |

备注：

**1.“项目目标”**，应从以下方面明确描述：（1）项目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.“对应的课题”**，指将由项目内哪些课题支撑取得某项成果。

**3.“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，数量指标可以为专利、产品等的数量；论文代表作应注重质量，不以数量作为评价标准；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/状态以及项目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，成果转让并带动了环境改善、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“/”。

**4.“中期指标”，**各专项根据管理特点，确定是否填写，阶段目标明确的专项项目应填写中期指标。

**5.“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。

**6.“科技报告类型”，**包括项目综合绩效评价（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，每个项目在综合绩效评价（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。

**7.“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。

（三）项目预期成果的呈现形式及描述

限1000字以内。

RPC课题：

完成满足ATLAS Phase-II升级指标要求的BIS-1和BIS2-6型窄气隙RPC设计，完成BIS型RPC读出板和探测器的制作和测试，建立相应的制作流程和质量控制方法，并参与探测器的工程安装和调试工作。

二、项目研究内容、研究方法及技术路线

（一）项目的主要研究内容

拟解决的关键科学问题、关键技术问题，针对这些问题拟开展的主要研究内容，限3000字以内。

RPC:

为了应对高亮度HL-LHC带来的高粒子通量背景和堆积效应，并解决现有RPC触发探测器计数率能力不足和长期运行以来的老化问题，ATLAS缪子谱仪需要在桶部内层新增三层RPC探测器，以保持系统整体的缪子触发效率，并提高整个谱仪的有效覆盖面积。新增的三层RPC探测器将采用新一代的窄气隙结构，气隙宽度为1 mm（现有ATLAS RPC的气隙宽度是2 mm），通过减少气隙中雪崩的发展长度来减小雪崩电荷量，从而提高其计数率能力和工作寿命，同时也可以使时间分辨性能得到提升；用作电极板的电木板材料厚度也由原来的2 mm降低至1.4 mm，通过减小在电极板材料上的电压降，来进一步提升计数率能力。由于窄气隙结构带来的气体增益降低，则通过采用基于GeSi工艺的高灵敏度、高信噪比的前端电子学设计进行补偿，保持探测效率不受影响。根据探测器的几何特点，采用双端读出信号、利用信号的时间差进行定位，以减少电子学通道数，并提高位置分辨能力。以上技术路线，通过前期的技术攻关，已经经过原理性验证、原型探测器性能测试验证和工程样机的测试验证。在科技部和基金委的大力支持下，中国组深度参与了探测器和电子学的研制工作，并完成了4个工程样机的建造，验证了中国组在探测器性能研究和工程建造方面的能力。

由于窄气隙RPC工作在这种非常极端的探测器结构和工作条件下，要完成总量达到1400余平方米的全新探测器建造，并确保所有探测器单元具有优异的、均匀的、一致的性能，需要在前期工作的基础上，对探测器的设计进行最终优化，并进一步完善制作工艺并建立起统一的批量制作工艺流程和质量控制方法，最终成功完成项目的工程建造、现场安装和调试。通过本项目的研究，全面掌握大面积窄气隙气体探测器建造的关键技术。

（二）项目拟采取的研究方法

1、针对项目研究拟解决的问题，拟采用的方法、原理、机理、算法、模型等

限2000字以内。

RPC课题：

根据窄气隙RPC缪子触发探测器现阶段急需解决的关键问题，课题计划在以下方面针对性开展研究。

1）气隙制作工艺研究和均匀性控制。窄气隙RPC面积大（长度超过1.7米，宽度1.1米）、气隙宽度小（1 mm），气隙的精度要控制在±10微米以内。除了要对决定气隙厚度的垫片和边框的加工方法和加工工艺进行专门的研究以外，还需要建立专用的自动化垫片排布和点胶、涂胶设备，并对制作的流程和各种参数进行专门的优化，确保探测器整体的制作精度和均匀性。

2）读出板制作的平整性控制。RPC读出板将采用蜂窝板结构制作，重量轻、强度高，蜂窝板的平整性将决定最终探测器的平整性，因此要求读出板具有优于100微米的平整度。因此需要建立和优化相应的批量生产工艺和质量控制方法。

3）前端电子学批量制作和质量控制方法研究。前端电子学是窄气隙RPC正常运行的核心器件，批量制作中的质量控制尤为重要，需要为此建立专用的质量控制方法和批量测试方法。

4）探测器性能测试。所有完成的单层探测器需要通过宇宙线测试来检验其性能。RPC探测器面积大、通道多，批量制作的时间紧，需要设计和建设大规模多层结构的探测器测试平台和数据获取系统。

5）安装和调试。随着工程建造的进展，制作和测试完成的探测器将分批运送到CERN实验现场，经过性能检测后，根据工程安装安排，逐步安装到ATLAS实验装置上，并进行现场的测试和调试。

2、项目研究方法（技术路线）的可行性、先进性分析

限2000字以内。

RPC课题：

大面积RPC作为一种传统的气体探测器，已经经历了长时间的发展，积累了大量的探测器制作、测试和质量控制方面的经验，并在多个大型实验中得到了成功的应用。针对窄气隙的特点，中国组已经在探测器设计和制作、电子学研制和测试、双端读出性能研究、大面积蜂窝结构读出板制作和质量控制等方面开展了卓有成效的研究工作。

在这些前期研究的基础上，并结合在国际合作中累积的大量经验，对RPC设计、建造和质量控制中关键环节进行进一步的精细优化和调整，并建立起标准化的工艺和方法，确保高质量的完成工程建造任务。

三、课题分解方案

（一）课题分解情况

围绕项目目标，根据需要可对项目目标进行任务分解，并简要说明各课题在项目中的具体作用，相互之间的逻辑关系，建议用图表描述。限2000字以内。

🡪 to be modified together with other tasks...

（二）各课题内容

逐项分段说明各课题的研究目标、主要研究内容、拟解决的重大科学问题或关键技术、考核指标及评测手段/方法等。每个课题限3000字以内。

1、课题x：ATLAS缪子探测器升级

研究目标：针对ATLAS Phase-II的升级要求，研制高计数率的窄气隙RPC探测器和核电子学，全面提升RPC的计数率能力，提高时间分辨性能，保证探测器具有高探测效率，并按照ATLAS协议规定，完成相应的制造、安装和调试任务。

主要研究内容：

为了应对高亮度HL-LHC带来的高粒子通量背景和堆积效应，并解决现有RPC触发探测器计数率能力不足和长期运行以来的老化问题，ATLAS缪子谱仪需要在桶部内层新增三层RPC探测器，以保持系统整体的缪子触发效率，并提高整个谱仪的有效覆盖面积。新增的三层RPC探测器将采用新一代的窄气隙结构，气隙宽度为1 mm（现有ATLAS RPC的气隙宽度是2 mm），通过减少气隙中雪崩的发展长度来减小雪崩电荷量，从而提高其计数率能力和工作寿命，同时也可以使时间分辨性能得到提升；用作电极板的电木板材料厚度也由原来的2 mm降低至1.4 mm，通过减小在电极板材料上的电压降，来进一步提升计数率能力。由于窄气隙结构带来的气体增益降低，则通过采用基于GeSi工艺的高灵敏度、高信噪比的前端电子学设计进行补偿，保持探测效率不受影响。根据探测器的几何特点，采用双端读出信号、利用信号的时间差进行定位，以减少电子学通道数，并提高位置分辨能力。以上技术路线，通过前期的技术攻关，已经经过原理性验证、原型探测器性能测试验证和工程样机的测试验证。在科技部和基金委的大力支持下，中国组深度参与了探测器和电子学的研制工作，并完成了4个工程样机的建造，验证了中国组在探测器性能研究和工程建造方面的能力。

由于窄气隙RPC工作在这种非常极端的探测器结构和工作条件下，要完成总量达到1400余平方米的全新探测器建造，并确保所有探测器单元具有优异的、均匀的、一致的性能，需要在前期工作的基础上，对探测器的设计进行最终优化，并进一步完善制作工艺并建立起统一的批量制作工艺流程和质量控制方法，最终成功完成工程建造、现场安装和调试。通过本项目的研究，全面掌握大面积窄气隙气体探测器建造的关键技术。

根据窄气隙RPC缪子触发探测器现阶段急需解决的关键问题，课题计划在以下方面针对性开展研究。

1）气隙制作工艺研究和均匀性控制。窄气隙RPC面积大（长度超过1.7米，宽度1.1米）、气隙宽度小（1 mm），气隙的精度要控制在±10微米以内。除了要对决定气隙厚度的垫片和边框的加工方法和加工工艺进行专门的研究以外，还需要建立专用的自动化垫片排布和点胶、涂胶设备，并对制作的流程和各种参数进行专门的优化，确保探测器整体的制作精度和均匀性。

2）读出板制作的平整性控制。RPC读出板将采用蜂窝板结构制作，重量轻、强度高，蜂窝板的平整性将决定最终探测器的平整性，因此要求读出板具有优于100微米的平整度。因此需要建立和优化相应的批量生产工艺和质量控制方法。

3）前端电子学批量制作和质量控制方法研究。前端电子学是窄气隙RPC正常运行的核心器件，批量制作中的质量控制尤为重要，需要为此建立专用的质量控制方法和批量测试方法。

4）探测器性能测试。所有完成的单层探测器需要通过宇宙线测试来检验其性能。RPC探测器面积大、通道多，批量制作的时间紧，需要设计和建设大规模多层结构的探测器测试平台和数据获取系统。

5）安装和调试。随着工程建造的进展，制作和测试完成的探测器将分批运送到CERN实验现场，经过性能检测后，根据工程安装安排，逐步安装到ATLAS实验装置上，并进行现场的测试和调试。

拟解决的重大科学问题或关键技术问题：

通过窄气隙技术路线，可以全面提升RPC的计数率能力、时间分辨率、工作寿命等主要性能，是RPC未来发展的主导方向；ATLAS BI RPC的建造，将是1mm气隙的RPC探测器首次在粒子物理实验的大规模应用。

考核指标及评测手段/方法：计数率能力达到1 kHz/cm2以上，探测效率高于95%，时间分辨优于1 ns。以上性能指标通过宇宙线测试、放射源测试、或由ATLAS缪子探测器升级合作组安排的束流测试等方法尽心考核。

参加单位任务分工

中国科学技术大学：全面主持RPC和电子学的研制和建造工作，负责RPC气隙的制作工艺研究和质量控制、读出蜂窝板的制作和平整性控制、前端电子学的制作和测试方法研究、探测器的批量测试、以及ATLAS现场的安装和调试工作。

上海交通大学：全面参与RPC探测器的制作和测试工作，重点参与并部分完成读出蜂窝板的制作和平整性测试、单层探测器的制作和测试、现场安装与调试工作。

2、课题2：xxxxx（提纲同上）

......

（多项课题时，可参考上述提纲自行添加相应内容）

四、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，简述项目的主要创新点。每项创新点的描述限500字以内。

1、创新点1：xxxxx

缪子探测器课题的窄气隙技术路线可以全面提升RPC 的计数率、时间分辨率、工作寿命等性能，是RPC 未来发展的主导方向；这将是1mm 气隙的RPC 探测器首次在粒子物理实验的大规模应用。

2、创新点2：xxxxx

五、预期经济社会效益

项目的科学、技术、产业预期指标及科学价值、社会、经济、生态效益。限1500字以内。

。。。

**第三部分 申报单位及参与单位研究基础**

一、申报单位的已有工作基础、研究成果、研究队伍等

（一）项目、课题牵头单位在该研究方向的前期任务承担及综合绩效评价（验收）情况、相关研究成果

限1000字以内。

RPC课题：

中国科学技术大学在ATLAS Phase-II升级中，主持并顺利结题了国家重点研发计划项目：大型强子对撞机（LHC）实验探测器升级项目，并在其中主持ATLAS实验谬子探测器升级课题。通过该项目的执行，全面参与了ATLAS Phase-II升级的RPC和电子学的研制工作，并重点完成了蜂窝结构读出板的设计、制作和测试；双端读出方法的模拟研究、性能测试和设计优化；批量制作工艺和质量控制方法研究，为升级工作的顺利开展做出了重要贡献，并为工程建造打下了基础。

（二）项目及课题负责人的科研水平及主要成果

限2000字以内。

RPC课题负责人孙勇杰：

毕业于中国科学技术大学，博士学位，现任副教授。长期从事高能物理实验新型气体探测器研发工作，多次承担并顺利完成大型高能实验中探测器子系统的研制和工程建造工作，包括RHIC-STAR TOF探测器MRPC的工程制作和质量控制，STAR MTD系统LMRPC的研制、设计和工程建造，BES-III端盖TOF升级MRPC探测器的研制和工程建造，FAIR-CBM TOF MRPC探测器的研制等大型工程任务。

（三）项目、课题牵头单位相关科研条件支撑状况

包括国家（重点）实验室、国家工程（技术）中心、国家重大科研基础设施（含大型仪器设备）等情况，限1000字以内。

RPC课题牵头单位：中国科学技术大学

依托“核探测与核电子学国家重点实验室”，在国内外粒子物理大科学工程的探测器和相关电子学的研发、建造方面发挥着关键作用：如成功完成北京谱仪（BESIII）触发和读出电子学、端盖飞行时间探测器、RPC谬子探测器电子学；大亚湾中微子探测器RPC电子学；“悟空”暗物质探测器电子学和量能器；ATLAS和CMS的谬子探测器(MDT, RPC,TGC)及触发电子学等；成功的将研发的高时间分辨的MRPC应用到STAR、BESIII和CBM实验分别作为谬子和飞行时间探测器。已开展开关电容阵列ASIC设计，并以江门地下中微子实验（JUNO）为背景展开高速波形数字化ASIC技术探索；已成功制作出国内首个有效面积达100cm×50cm的GEM探测器。团队所在实验室有气体探测器宇宙线测试系统、高精度探测器综合测试平台、先进核电子学测试和组装平台等基础设施，为项目的顺利开展打下了坚实基础。

（四）项目牵头企业运行状况（项目牵头单位不是企业的，不需填写）

填写下表，并在附件中提供该单位须提供近2年经会计师事务所审计的财务报告（包括资产负债表、损益表、现金流量表）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目牵头企业概况 | 企业名称 |  |
| 行业/领域 |  |
| 经济性质 | □国有企业 □集体企业 □私营企业 □有限责任公司□股份有限公司 □其它企业 | 企业特性 | □经认定的高新技术企业 □国家创新型企业 □其他：  |
| 上市情况 | □深交所 □上交所 □新加坡 □香港 □创业板 □新三板□纳斯达克□纽约交易所□其它：  | 上级主管单位 | □大专院校 □中科院科研院所 □其他部委科研院所 □地方科研院所 □军队系统 □政府职能部门 □企业 □无主管 □其他： |
| 公司注册地址 |  | 注册资本（万元） |  |
| 成立时间（年、月） |  | 人员规模 |  |
| 主营方向 |  |
| 经营概况 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 主要产品（列前3种产品） | 近三年年均销售额（万元） |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 上年度工业生产总值（万元） |  |
|  | 年 | 年 |
| 近2年主营业务收入（万元） |  |  |
| 近2年利润（万元） |  |   |
| 近2年资产负债率（%） |  |   |
| 近2年实收资本收益率（%） |  |   |
| 近2年现金流量（万元） |  |  |

 |
| 研发概况 | 研发人员数量 |  | 上年度研究开发经费投入（万元） |  |
| 上年度研究开发经费投入与主营业务收入的比（投入强度，%） |  |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 获得发明专利数量（项） |  | 获得国际发明专利数量（项） |  | 软件著作权（项） |  |

 |
| 制定国内标准（项） |  | 制定国际标准（项） |  |

二、参与单位、团队的选择原因及其优势

限1000字以内

。。。

三、相关的国际合作与交流

说明申报团队现有的国际科技合作交流基础和渠道、主要合作对象、合作领域、合作方式和合作成果等内容，限1000字以内。

。。。

**第四部分 进度安排**

包括项目主要研究任务的研发进度、年度及重点节点（“里程碑”）安排、中期目标等。鼓励重大共性关键技术和应用示范研究类项目，采用甘特图等图表细化描述，限2000字以内。

RPC课题：

2024年度：重点完成探测器和电子学工程建造的各项评审工作，包括最终技术设计评审、工程建造状态评审等，尽快启动材料的批量采购，开始正式的工程建造。探测器主要完成蜂窝读出板的材料采购和部分生产任务，电子学主要完成工程建造的材料采购。

2025年度：重点完成BIS探测器单层探测器的组装和测试任务，通过严格执行生产工艺流程和质量控制方法，建立批量测试的宇宙线测试平台，确保单层探测器性能达到升级指标；参与三层探测器结构的装配和性能测试工作，发现问题，及时改正。

2026年度：建立并完胜气隙制作工艺流程，对大面积原型探测器开展性能测试，确保制作工艺稳定可靠；通过合作组评审并完成相应气隙的工程制作任务；继续参与三层探测器的测试工作，并参与CERN现场的组装和调试工作。

2027年度：参与探测器现场安装和调试。在CERN建立探测器性能检测平台，发现问题及时修复。

2028年度：完成探测器的安装和调试，开始试运行。总结项目经验，撰写批量工艺方面的文章，准备结题。