

## 课题 2 《ATLAS 实验 $\mu$ 子探测器升级》测评报告

2021 年 7 月 19 日在中国科学技术大学物质科研楼和近代物理系楼，专家组对科技部重点研发计划项目《大型强子对撞机 (LHC) 实验探测器升级》课题 2 《ATLAS 实验 $\mu$ 子探测器升级》的指标完成情况进行了现场检查和测评。

课题组成员汇报了课题各研究方向的进展和成果，针对各项指标的具体情况，分别采用实验室宇宙线测试、束流测试、合作组联合测试等方法，通过对实验数据分析和结果的现场展示、结合已发表的文章、合作组负责人的书面证明等方式，给出了指标测试的结果；专家组考察了 RPC 和 $\mu$ RWELL 研发和测试实验室，及 RPC 批量生产平台设备，见证了 RPC 位置分辨测试、RPC 宇宙线性能检测、 $\mu$ RWELL 测试等工作。依据各课题的报告、现场检查和测试，得出如下测评意见。

### 1) RPC 工程样机的性能达到并优于项目考核指标：

- 计数率：考核指标 $>1 \text{ kHz/cm}^2$ ，测试结果： $>2 \text{ kHz/cm}^2$
- 时间分辨：考核指标 $<1 \text{ ns}$ ，测试结果： $0.5 \text{ ns}$
- 探测效率：考核指标 $>95\%$ ，测试结果： $96\%$
- 位置分辨：考核指标 $<1 \text{ mm}$ ，测试结果： $0.5 \text{ mm}$

2) 为 RPC 批量制作建立了工艺流程和质量控制方法，建造了大面积宇宙线触发系统、多通道 TDC 数据获取系统、大面积读出板平整度检测系统等关键设备，通过工程样机的装配和性能检测，表明此套工艺流程和质量控制方法可行、可靠。

### 3) 为前向 $\mu$ 子探测器创新性地研制了 $\mu$ RWell 原型探测器，测试了其性能，

- 计数率：考核指标： $100 \text{ kHz/cm}^2$ ，测试结果： $800 \text{ kHz/cm}^2$
- 位置分辨：考核指标 $<150 \mu\text{m}$ ，测试结果： $70 \mu\text{m}$
- 探测效率：考核指标 $>95\%$ ，测试结果： $>95\%$
- 时间分辨：考核指标 $<1 \text{ ns}$ ，未测试 (ATLAS 项目组不再要求此指标)

4) 为 MDT 探测器研制了 TDC ASIC，实现了单片集成 24 通道，可兼容触发及无触发两种数据读出模式，测试结果表明时间精度好于  $300 \text{ ps}$ 。

### 测试专家组：

吕军光 (中国科学院高能物理研究所，组长)

李金 (清华大学，中国科学院高能物理研究所)

衡月昆 (中国科学院高能物理研究所)

孙向明 (华中师范大学)

## 课题 2 《ATLAS 实验 $\mu$ 子探测器升级》测评报告

2021 年 7 月 19 日在中国科学技术大学物质科研楼和近代物理系楼，专家组对科技部重点研发计划项目《大型强子对撞机（LHC）实验探测器升级》课题 2 《ATLAS 实验 $\mu$ 子探测器升级》的指标完成情况进行了现场检查和测评。

课题组成员汇报了课题各研究方向的进展和成果，针对各项指标的具体情况，分别采用实验室宇宙线测试、束流测试、合作组联合测试等方法，通过对实验数据分析和结果的现场展示、结合已发表的文章、合作组负责人的书面证明等方式，给出了指标测试的结果；专家组考察了 RPC 和 $\mu$ RWELL 研发和测试实验室，及 RPC 批量生产平台设备，见证了 RPC 位置分辨测试、RPC 宇宙线性能检测、 $\mu$ RWELL 测试等工作。依据各课题的报告、现场检查和测试，得出如下测评意见。

1) RPC 工程样机的性能达到并优于项目考核指标：

- 计数率：考核指标 $>1$  kHz/cm<sup>2</sup>，测试结果： $>2$  kHz/cm<sup>2</sup>
- 时间分辨：考核指标 $<1$  ns，测试结果：0.5 ns
- 探测效率：考核指标 $>95\%$ ，测试结果：96%
- 位置分辨：考核指标 $<1$  mm，测试结果：0.5 mm

2) 为 RPC 批量制作建立了工艺流程和质量控制方法，建造了大面积宇宙线触发系统、多通道 TDC 数据获取系统、大面积读出板平整度检测系统等关键设备，通过工程样机的装配和性能检测，表明此套工艺流程和质量控制方法可行、可靠。

3) 为前向 $\mu$ 子探测器创新性地研制了 $\mu$ RWell 原型探测器，测试了其性能，

- 计数率：考核指标：100 kHz/cm<sup>2</sup>，测试结果：800 kHz/cm<sup>2</sup>
- 位置分辨：考核指标 $<150$   $\mu$ m，测试结果：70  $\mu$ m
- 探测效率：考核指标 $>95\%$ ，测试结果： $>95\%$
- 时间分辨：考核指标 $<1$  ns，未测试（ATLAS 项目组不再要求此指标）

4) 为 MDT 探测器研制了 TDC ASIC，实现了单片集成 24 通道，可兼容触发及无触发两种数据读出模式，测试结果表明时间精度好于 300 ps。

### 测试专家组：

吕军光（中国科学院高能物理研究所，组长）

李金（清华大学，中国科学院高能物理研究所）

衡月昆（中国科学院高能物理研究所）

孙向明（华中师范大学）

