

课题 3《CMS 实验端盖缪子探测器升级》 CMS-GEM 项目测评报告

2021 年 8 月 20 日，在北京大学物理学院 GEM 探测器实验室，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 3《CMS 实验缪子探测器升级》中北京大学负责的 CMS-GEM 探测器项目的工作完成情况进行了现场检查和测评。

课题组成员汇报了 CMS-GEM 探测器项目的完成情况和成果，专家组考察了北京大学 GEM 探测器研发和测试实验室，见证了 GEM 批量组装生产洁净室和相关设备及 GEM 探测器质量控制流程指标测试软硬件平台，包括 GEM 膜耐压性测试、探测器气密性测试、高压-电流测试、X 射线增益测试等；考察了北京大学研发生产的 GEM 探测器外框架和 CMS-GEM 探测器前端电子学板，并对其性能指标进行了现场测试。结合在 CERN 及美国 Rice、FIT 等大学的测试结果、已发表的文章、合作组负责人的书面材料等文件，专家组得出如下测评意见：

1) 由于疫情及 CMS-GEM 总体升级计划的推迟，该项目提出的 GEM 探测器结题性能指标目前无法用束流测试方法获取。专家组现场实测了结构与 CMS 升级标准探测器一致、有效面积 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 的探测器样机的性能，指标如下：

- 耐压性能：工作气体下高压不低于 3600V，V/I 呈线性，假信号 $< 100 \text{ Hz}$ ；
- X 射线测试，在 3400V 有效增益 $> 10^4$ 。

2) 专家组用北京大学研制的自动测试系统实测了 CMS-GEM 探测器前端电子学板样机的连通性和误码率等性能，结合课题组提供的测试报告，得到如下性能指标：

- 信号特征阻抗 100Ω ，误差 $< 10\%$ ，
- 误码率： 200 Mbps 实测 $< 6 \times 10^{-13}$ ，
- 组装成的 GEM 探测器整体噪声水平 $< 1 \text{ fC}$ 。

3) 北京大学高能实验室已经具备了大面积 GEM 探测器批量组装和测试能力，建立了满足 CMS 实验升级探测器要求的 GEM 探测器组装、质量控制和软硬件平台，被 CMS-GEM 国际合作组认证为 CMS-GEM 探测器生产基地之一（见附件 1）。

测试专家组：

李金 研究员（中国科学院高能物理研究所，组长）

李金
欧阳群

欧阳群 研究员（中国科学院高能物理研究所）

朱科军 研究员（中国科学院高能物理研究所）

朱科军

刘树彬 教授（中国科学技术大学）

刘树彬