

《硅光电倍增器参数校准规范》（制订）编制说明

一、 任务来源

本规范的制订工作是按照国家质量监督检验检疫总局下达的2021年任务开展的。

规程制订完成单位为：中国计量科学研究院、中国测试技术研究院和北京师范大学。

二、 制订的目的、意义，国内外现状和需求

硅光电倍增器（SiPM）是由数百至数万个直径为几到几十微米的雪崩光电二极管（APD）单元阵列并联在一起构成的高灵敏探测器。相对于传统的光电倍增管（PMT），SiPM 具有成本低、体积小、时间性能好等特点，能达到很高的时间分辨，是未来高性能正电子发射型计算机断层显像装置（PET，一种先进的核医学临床检查影像设备）最为重要的核心器件。

由于其所具有的重要应用意义和前景，SiPM 的研发和推广受到广泛的关注，今年科技部国家重点研发计划已立项“国产 SiPM 等 PET 核心部件研发与产业化”，大力推进高性能 PET 核心器件国产化。北京师范大学新器件实验室（NDL）是目前国际上研发 SiPM 的主流单位之一，研制的基于硅单晶外延层电阻淬灭结构的 SiPM，利用硅外延层自身的体电阻对 APD 单元进行雪崩淬灭，大大提高了器件的动态范围，同时保持高的探测效率。还具有恢复时间短、响应速度快及成本低等优势，是当今有代表性的 SiPM 器件结构之一，也成为高性能 PET 核心器件国产化的潜力标的。

由于目前对 SiPM 表征参数测试还没有制定相应的国家计量校准规范，极大地影响 SiPM 研发和应用中对其进行科学的表征和性能的比对，考虑到 SiPM 的发展势头，未来这个矛盾会更加凸显，制定一个科学合理的校准规范可有效地克服上述问题和矛盾。

目前, 制定 SiPM 表征参数校准规范的条件是具备的。一方面，已有传统光电倍增管性能测试方法可资借鉴；另一方面，包括规程申请单位在内的 SiPM 主流研发单位已有多年测试 SiPM 表征参数的经验。因此，只要进行科学规范与验证，在国内主要计量和应用单位建立校准 SiPM 表征参数装置的条件是成熟的。该规范的制定也将切实推动国产 SiPM 研发与应用，有效服务国家的战略需求。

三、 制订的主要内容

规范 SiPM 主要性能参数。由于传统光电倍增管（PMT）性能参数及测试方法已较为成熟，加之目前在 SiPM 研发过程中主流研发单位对表征 SiPM 的性能已基本形成共识，规范主要性能参数就可保证 SiPM 性能表征参数的统一；

考虑到 SiPM 是一种新型微弱光探测器，为了明确规范校准的对象，准确把 SiPM 参数的量传方案，在校准规范中引入五个术语：硅光电倍增器、暗计数、光子探测效率、动态范围和单光子时间分辨率。

从有效衡量 SiPM 性能和体现 SiPM 应用效果出发，在调研和实验的基础上，确定了 SiPM 的主要性能参数。它们包括：暗计数、光子探测效率、增益和单光子时间分辨。也提出了表征 SiPM 主要性能参数的具体参考指标。

规范在说明 SiPM 主要性能参数测量原理的基础上, 规范 SiPM 主要性能参数的测量方法及相关校准装置的要义。

在校准规范中, 还以附录的形式给出了校准证书封面推荐格式、校准证书内页推荐格式以及基于光电倍增管 (PMT) 响应度校准硅光电倍增器 (SiPM) 光子探测效率的测量结果不确定度评定示例。

四、 制订过程

在接受制订本规范的任务后, 相关人员对规范的制订的总体和关键问题进行了讨论, 形成了制订本规范的工作计划, 本规范的完成基本是按照这个工作计划开展的:

- 1 由主要起草人, 在调研相关系统实验的基础上, 起草并形成本规范的讨论稿, 发给其他单位本规范参加起草人, 征询他们的意见和建议, 形成《SiPM 主要性能参数校准规范》(讨论稿)。

- 2 参加起草的单位共商建立规范的测量装置, 为参数校准的复现性和一致性验证创造条件。

- 3 在进一步实验验证的基础上, 对规范讨论稿进行修订, 形成《SiPM 主要性能参数校准规范》(征求意见稿)。

- 4 准备将《SiPM 主要性能参数 校准规范》(征求意见稿) 发给光学技术委员会除本规范参加起草人之外的全体委员, 征询他们的意见.

- 4 收集并整理光学技术委员会委员们反馈的意见, 将逐条进行分析, 确定哪些意见可以采纳, 哪些意见不宜采纳, 形成《征求意见汇总表》。

5 将根据《征求意见汇总表》中适于采纳条款的内容。对规范征求意见稿进行修改形成《宽波段辐照计校准规范》（报审稿），提交光学技术委员会秘书处。

6 根据审查部反馈意见的内容，对《宽波段辐照计校准规范》（报审稿）进行了修改，再次提交光学技术委员会秘书处。

北京师范大学

2021年10月20日