



中华人民共和国国家标准

GB/T 37664.1—2019/IEC 62607-3-1:2014

纳米制造 关键控制特性 发光纳米材料 第 1 部分：量子效率

Nanomanufacturing—Key control characteristics—Luminescent nanomaterials—
Part 1: Quantum efficiency

(IEC 62607-3-1: 2014, Nanomanufacturing—Key control characteristics—
Part 3-1: Luminescent nanomaterials—Quantum efficiency, IDT)

2019-06-04 发布

2019-06-04 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试注意事项	3
4.1 概述	3
4.2 环境条件	3
4.3 光增亮和光漂白	3
4.4 激发波长小于 380 nm 时污染物的发光	4
4.5 工业卫生	4
5 相对量子效率的测量	4
5.1 概述	4
5.2 仪器设备	4
5.2.1 应配备的仪器设备	4
5.2.2 仪器设备安装	4
5.3 校准	5
5.3.1 总则	5
5.3.2 校准用标准溶液的制备	6
5.3.3 校准用标准溶液的测量	6
5.4 实验步骤	7
5.4.1 校准标准物质的测量	7
5.4.2 发光纳米粒子样品的测量	7
6 绝对量子效率的测量	9
6.1 概述	9
6.2 测试设备	10
6.3 校准	11
6.4 样品制备	12
6.4.1 总则	12
6.4.2 液体样品	12
6.4.3 固态样品	12
6.5 测试步骤	12
6.5.1 准直入射光法	12
6.5.2 漫反射入射光法	15
7 不确定度说明	16
8 检测报告	16

附录 A(资料性附录) 避免温度淬灭以实现最佳测量条件	18
A.1 概述	18
A.2 温度淬灭的解决方案	18
参考文献	20
图 1 甲酚紫吸收光谱计算举例	6
图 2 准直入射光法和漫反射入射光法的测试设备构型示意图	10
图 3 准直入射光法测得的样品光谱	14
图 4 漫反射入射光法测得的样品光谱	16
图 A.1 脉冲激发下发光材料(YAG:Ce)的瞬态行为举例	18
图 A.2 归一化的量子效率随平均激发功率的变化以及优选输入功率范围(竖线所示)	19
表 1 相对测量荧光方法举例	5
表 2 几种相对量子效率测量用标准物质	5
表 3 量子效率数据比较用表格	8
表 4 量子效率数据比较用表格	9
表 5 测量发光纳米粒子绝对量子效率的方法比较	9

前 言

GB/T 37664《纳米制造 关键控制特性 发光纳米材料》计划分为以下部分：

——第1部分：量子效率；

——第2部分：量子点分散液质量。

本部分为GB/T 37664的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用IEC 62607-3-1:2014《纳米制造 关键控制特性 第3-1部分：发光纳米材料 量子效率》。

本部分做了下列编辑性修改：

——将标准名称改为《纳米制造 关键控制特性 发光纳米材料 第1部分：量子效率》。

本部分由中国科学院提出。

本部分由全国纳米技术标准化技术委员会(SAC/TC 279)归口。

本部分起草单位：国家纳米科学中心、北京中教金源科技有限公司、北京理工大学、天美(中国)科学仪器有限公司、北京北达聚邦科技有限公司、纳晶科技股份有限公司、厦门稀土材料研究所、苏州星烁纳米科技有限公司。

本部分主要起草人：张东慧、葛广路、蔡春水、王新伟、钟海政、陈冰昆、张海蓉、郭海清、赵治强、康永印、马恩、王允军。

引 言

固态照明(solid state lighting, SSL)领域发展的主要驱动力之一来自照明装置电光转换效率的提高。白炽灯照明装置和荧光照明装置的效率仅有约 5% 到 30%, 其中白炽灯照明装置的效率最低。照明是电能消耗的主要来源, 故提高照明装置的转换效率将极大地影响世界能源消耗格局。SSL 装置的发光效率的测量是其整体效率测量的关键, 目前这些测量的标准方法已经建立, 这些方法对制造商和消费者获得可靠产品信息至关重要。发光效率的测量对于发光二极管(LED)制造商所依赖的发光材料也至关重要, 然而目前却没有测量这类材料发光效率的标准。本部分为 SSL 制造商提供了比较来自不同供应商的发光纳米材料发光效率的通用方法, 该方法也可用于一般的 LED 用发光材料。

常规的 SSL 器件包含蓝光 LED 芯片和发光材料, 蓝光 LED 激发发光材料发出适当颜色的单色光或多色光, 从而产生所需的白色光谱。该器件称为荧光转换型发光二极管(或 pc-LED), 通过先产生蓝光再把部分蓝光转换成宽带可见光辐射, 将电能间接转换成白光。量子点(QDs)或纳米荧光粉是光致发光材料中的新型材料, 这类材料可将蓝光 LED 波转换成宽光谱可见光。与传统的尺寸大于 5 μm 的典型荧光粉颗粒相比, 量子点和纳米荧光粉具有更大的颜色可调性、窄带发射谱、宽带吸收、近无限的絮凝时间、不易漂白和较弱的散射的特点, 因此 QDs 和纳米荧光粉在这一领域的应用引起了广泛关注。QD 基 pc-LED 在显色指数、色温和流明效率等综合性能上优于市场上其他的 pc-LED。

照明工业中, 量子效率是发光材料的关键参数。本部分中, 荧光量子效率的含义是发光纳米粒子发射的光子数和所吸收的光子数的比值, 也称荧光量子产率。因为相对量子效率的测量较容易, 并且这种测量在生物医学成像中的应用(QDs 广泛应用于生物医学成像领域的 R&D 中)较广泛, 所以量子点和发光纳米材料的供应商通常仅测量溶液中的相对量子效率(或量子产率)。为了降低纳米颗粒团聚和重吸收的影响, 通常在低浓度下进行相对量子效率的测量。然而, 在最终应用时发光纳米材料的实际浓度可能各不相同。例如, 为了满足 SSL 装置中对光通量和色温的要求, 可能需要高浓度的发光纳米颗粒的(固态或液态)配方产品。本部分首次将这种方法标准化, 无论溶液还是固体, 只要建立了固态(例如, 发光纳米粒子镶嵌在聚合物基质中、涂覆在光学玻璃上、直接应用于发光二极管, 以及其他形式)和溶液样品(例如, 发光纳米粒子的胶体悬浮液)绝对量子效率的测试方法, 供应商和用户就能比较不同材料之间的性能。

纳米制造 关键控制特性 发光纳米材料

第 1 部分:量子效率

1 范围

GB/T 37664 的本部分规定了进行发光纳米材料量子效率可重复测量时遵循的步骤和注意事项。

本部分适用的发光纳米材料包括量子点、纳米荧光粉、纳米粒子、纳米纤维、纳米晶、纳米片和包含这些材料的结构体。发光纳米材料既可以分散在液相(例如,胶体量子点)也可以分散在固相(例如,含发光纳米粒子的纳米纤维)。本部分既规定了液态发光纳米材料量子效率的相对测量方法,也规定了固态和液态纳米材料量子效率的绝对测量方法。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO/TS 80004-2:2015 纳米技术 术语 第 2 部分:纳米物体(Nanotechnologies—Vocabulary—Part 2: Nano-objects)

CIE 017/E:2011 国际照明 词汇表(International Lighting—Vocabulary)

3 术语和定义

CIE 017/E:2011、ISO/TS 80004-2:2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

吸光度 absorbance

在特定波长处,透过样品的光强(I)与入射光强(I_0)比值的以 10 为底的负对数。

注:数学表达式:吸光度 $=-\lg(I/I_0)$ 。为保证本等式的正确性,要对其他损失(例如,反射和散射)做适当的修正。

3.2

吸收率 absorptance

在给定的光谱范围内,介质吸收的辐射或光通量与入射光辐射或光通量之比。

注:反射率、透射率和吸收率之和为 1。

3.3

吸收 absorption

物质吸收入射光光子并将之转换成另一种能量形式(例如,热)的过程。

注:入射光子通量包含吸收、反射和透射。

3.4

准直射光法 collimated incident light method

将准直光引入到含待测样品的积分球,利用准直光束(例如,激光)测定绝对量子效率的方法。

3.5

漫反射入射光法 diffuse incident light method

将漫反射光引入到含待测样品的积分球,用漫反射光束测定绝对量子效率的方法,漫反射光束来自