

工业辐照创造更美好的世界

文/ Michael Amdi Madsen

“辐射”这个词让一些人感到恐惧，但100多年来，辐射在工业和食品安全方面一直发挥着无形、有益且往往至关重要的作用。无论是应用于医疗器械消毒、新鲜农产品灭菌，还是强化工业聚合物，辐照技术都是现代世界不可或缺的一部分。

为了更好地了解工业辐照的重要性，并了解其技术如何发展，我们采访了国际辐照协会主席兼秘书长Paul Wynne。

国际辐照协会是一个非营利组织，由来自世界各地的公司、研究机构、大学和政府机构组成，为全球辐照工业和科学界提供支持。

问：基于加速器的工业辐照在哪里影响最大，您认为这项技术的发展方向如何？

答：加速器在工业规模上用于改善聚合物性能已有约60年的历史。其中一项主要应用是处理电缆绝缘子，以提高其耐高温性，从而有助于消防安全和设备耐久性。还有许多基于电子束诱导的其他化学改性应用，例如制造用于地板的木塑复合材料，或制造汽车行业使用的泡沫。其中许多应用是专有的，并应用于制造现场。

大功率加速器的引入拓宽了可处理产品的范围，使该技术能够与放射性同位素钴-60发出的 γ 辐照相竞争。可处理的产品范围扩大，包括医疗器械和包装的灭菌、药品和化妆品成分的消毒，以及食品的微生物控制。到目前为止， γ 辐照在这些应用中仍然占主导地位。

问：辐照是否有从使用放射源向基于加速器的技术转变的趋势？

答：有这样的动力，它主要涉及医疗器械的灭菌，因为对医疗器械的



未来，传统 γ 辐照市场的大部分增长很可能会流向加速器。

—国际辐照协会主席兼秘书长Paul Wynne

需求以及由此产生的灭菌需求正在迅速增加。在全球需要灭菌的大量设备中，差不多一半设备首选辐照进行灭菌， γ 灭菌占80%以上。各种情况，其中一些可能是暂时的，最近使钴-60的供应无法跟上需求的增长。医疗器械制造商通常不会对某种方法有偏好，他们只是希望其产品经过适当的

灭菌。

利用钴-60源进行 γ 灭菌有两大优点：简单和可靠。加速器也有优点：只需要用电驱动，并且可以暂停电离辐射发射。市场力量将决定这些技术中的哪一种将在未来占主导地位，但是，就目前而言，重要的是它们都能保持可用，因为它们都是满足灭菌需求所必需的。

应该注意的是，就处理能力而言，凡是能用电子加速器处理的，都能用 γ 射线处理，但反之则不行。然而，有些加速器可以安装金属靶，将电子束转化为X射线，而X射线的特性与 γ 射线相似。

问：对基于加速器的工业应用的需求正在增长，特别是在发展中国家。这些技术需要克服哪些挑战才能变得更容易获得？

答：未来，传统 γ 辐照市场的大部分增长很可能会流向加速器。加速器供应商的数量超过了钴-60供应商的数量，但对于高能和大功率机器来说，供应商数量仍然限制在十几家左右，对于具有X射线能力的加速器而言，供应商数量要少得多。X射线系统的发展仍然有限，但正在从较低的基数快速增长。

加速器在许多发展中国家尚未得到大量采用。主要原因包括所需投资高、与 γ 辐照器相比机器更加复杂，以及无法获得充足稳定的电力供应。人力资源、财政限制和满足安全要求也是障碍，但可能比基础设施和市场规模问题容易克服。就目前而言，基于加速器的技术似乎并不适合所有发

展中国家。

问：国际辐照协会和原子能机构就各种举措开展合作，例如举办国际会议、为年轻研究人员组织讲习班。这对增加加速器技术的使用有什么好处？

答：协会的目标与原子能机构的一些目标一致。国际辐照协会在促进辐射技术的安全和有益使用方面是技术中立的。原子能机构的对应方是政府及其机构，而国际辐照协会主要代表工业辐照市场。国际辐照协会与原子能机构合作开展了越来越多的活动。

问：您对哪种基于加速器的工业辐照发展感到最兴奋？它会成为“游戏规则改变者”吗？

答：利用低能电子和低能X射线进行在线辐照是一种非常有前途的新方法。这种创新以使用微型气体踏板或发射灯为基础，可以使许多行业的制造商都能接触到辐照。低能射线穿透材料限制了潜在的应用，但发射器具有紧凑的优点，可以集成到制造生产线中。最初的应用包括在制药业灌装前对注射器灭菌，以及在牛奶或软饮料的无菌包装线上对材料进行高速灭菌。

仅举一例，一家瑞士公司已开发一种用于食品原料去污的机器，其大小与一个大橱柜差不多。这种系统也被用于使用昆虫不育技术的害虫防治（原子能机构是该技术的倡导者）以及辐射生物学研究。需要更多的努力来扩大潜在的应用领域，特别是使用紧凑的低能X射线系统，但毫无疑问，这可能会改变游戏规则。