

呼吸更轻松： 印度尼西亚努力使空气更清洁

文/Michael Amdi Madsen

“在未来三到五年内，我们将覆盖34个城市，同时完成我们监测所有印度尼西亚省府的目标。”

—印度尼西亚国家核能机构高级研究员
Muhayatun Santoso

在印度尼西亚婆罗州帕朗卡拉亚进行空气取样。

（图/印度尼西亚国家核能机构M. Santoso）

作为利用核分析技术开展的一项研究成果，继即将在引入的法规方面做出的变化，印度尼西亚人可期待呼吸到更清洁的空气。空气中的铅污染和其他细颗粒物现首次被准确监测，将使印度尼西亚官员很好地认识到他们的空气污染问题以及如何管理这一问题。

“这对我们来说是一大进步。”印度尼西亚国家核能机构（BATAN）高级研究员Muhayatun Santoso说：“我们希望在国家启动重大能源发展项目之前先加强已制订的环境法规。”



情况并非总是如此。2006年，印度尼西亚启动了一项城市空气质量改善项目，旨在2020年让印度尼西亚呼吸到清洁和健康的城市空气。该国在十个城市引进了运用各种常规技术的监测系统，包括空气质量管理系统，并在33个省安装了非能动性取样器。

“由于资源有限，空气质量管理系统不能在所有十个城市有效地运行——系统维护花费大量资金。”Santoso说：“该系统本身也是有能力限制，无法监测小于2.5微

米的颗粒物，这意味着它不能检测各种可能有害的空气污染物。我们需要完善该系统，尝试不同的东西。”

尝试新东西

尝试不同的东西意味着与国际原子能机构合作，在空气质量监测项目中包括核分析技术。中子活化分析、X射线荧光法和离子束分析可以产生有关气载颗粒物元素组成的大量成套的独特数据，这些数据是确定可能的空气污染来源的关键资料（见方框资料）。

Santoso说：“人为来源的铅污染主要是小于2.5微米的细颗粒物，而检测这些来源是很困难的。”利用从国际原子能机构获得的质子诱发X射线发射分析技术和知识，印度尼西亚国家核能机构研究团队设法追踪包括雅加达附近塞尔彭在内的不同地区的铅污染原因和来源。她说：“我们得以将大部分污染与铅蓄电池回收中心和生产设施联系起来。”

Santoso说，该项目成果已被用于协助对非法排污企业进行执法制裁，并用于对公众进行铅污染危害的教育。

与地方城市、省级环保机构和印度尼西亚环境部合作，印度尼西亚国家核能机构将监测范围扩大到爪哇岛之外。她说：“我们在扩大取样点方面迈进了一大步，从万隆的一个基地扩大到涵盖我们最大岛屿的16个城市。”

充满希望的承诺

空气监测结果在立法层面取得了令人鼓舞的变化。铅污染研究的结果导致了



印度尼西亚空气污染控制法的修订——降低了环境空气中可接受铅浓度的阈值。Santoso说：“这个贡献表明了改进在全国范围内治理空气污染的政府承诺、政策和战略大有希望。”她说，该项目正在进一步扩大，在更多基地采用更多的技术。“在未来三到五年内，我们将覆盖34个城市，完成我们监测所有印度尼西亚省府的目标。”

监测发展

印度尼西亚正在迅速发展，已计划在爪哇岛和巴厘岛建设30多座电厂，包括一座1万兆瓦燃煤电厂。Santoso解释说，这些电厂将成为环境污染的贡献者，需要进一步监测。她说，有关煤炭供给、其燃烧产物及这些产物对环境影响的新的分析表征研究，将需要通过该空气污染监测项目进一步进行。

评估有毒元素的环境和生理影响取决于照射水平、数量和化学特异性。她说：“对与燃煤有关的有毒痕量元素砷、汞、镉、镍、铬、铅进行元素和化学状态分析对于我们来说是非常重要的，但不幸的是，这些元素低于我们一直使用的核技术能量色散X射线荧光和粒子诱发X射线发射的检测限值。”

为了克服这种限制，印度尼西亚需要使用同步加速器，即可以帮助他们分析自己样品的一种粒子加速器。国际原子能机构正在帮助印度尼西亚利用原子能机构得到的一台同步加速器分析其样品，这台加速



专家在印度尼西亚国家核能机构利用核分析技术识别气载颗粒样品。

（图/印度尼西亚国家核能机构M. Santoso）

器是通过一项与意大利的里雅斯特伙伴组织开展的协调研究项目提供给原子能机构的。印度尼西亚国家核能机构希望这一合作将为空气质量监测项目提供有关其空气污染物的形成和化学组成的更重要信息，帮助他们更好地评价其环境影响，从而确保每个人呼吸到清新的空气。

国际原子能机构计划官员Gashaw Gebeyehu Wolde解释说，空气污染是一个地区性问题。“跨界污染是一个严重问题，通过支持培训和提供专门知识，我们帮助各国建立能够查明空气污染原因和来源的取样机制。”他说：“重要的是要知道污染是否来自人为来源，或者是否是森林火灾或火山的结果。”通过其地区计划，国际原子能机构协助整个东南亚地区国家开发一个共同使用的综合地区数据库，并支持他们发展当地分析能力，以及在必要时，提供将在拥有更先进分析设施的地区资源中心，如澳大利亚和新西兰的那些分析中心进行分析的样品途径。

科学

粒子诱发X射线发射

粒子诱发X射线发射（PIXE）是使用离子束即带电粒子束确定样品元素组成情况的核分析技术。

粒子诱发X射线发射的工作方式是使样品受到离子束照射。光束与样品之间的相互作用发出电磁辐射，其波长可归因于特定元素和同位素。这不仅可以告诉科学家样

品是什么，而且告诉他们样品的来源。

粒子诱发X射线发射的应用不限于空气污染监测；因为它是一种非破坏性分析技术——它不会破坏正在研究的样品——粒子诱发X射线发射可应用于考古学和艺术作品保存。