

工业



测试、追踪和测量： 放射性同位素如何支持工业过程

概述

1. 放射性同位素用于不同的科学和工业领域，通过精确的跟踪和监测提高生产率和获取任何其他方式都无法获得的特定信息。
2. 它们通常采取密封放射源的形式，用于工业射线照相、测量应用和矿物分析等各种领域。
3. 原子能机构支持其成员国在工业中使用放射性同位素技术。

引言

放射性同位素是发出辐射元素的不稳定形式，其易于追踪，在工业中用于测试、追踪和测量工业过程和操作。放射性同位素用于许多工业部门和科学研究与发展。这包括放射性示踪剂，用作过程监测的核子测量系统，以及用作材料和结构质量控制的无损检测以及完整性测试。

工业中放射性同位素应用的广度主要取决于两个一般属性。首先，能够穿过相当厚的致密材料的穿透辐射提供了一种确定容器内处理材料状态的手段。其次，可以以定量方式使用该信息作为控制和分析仪器仪表的基础。



缅甸原子能部的一名研究人员正在测试该国炼油厂用于无损检测的设备。

(图/原子能机构M. Gaspar)

放射性同位素仪器有三个优点：

- 可以在不与被检材料或产品发生实物接触的情况下进行测量，并减少检查时间；
- 同位素源几乎不需要维护；
- 成本效益高——许多仪器通过提高成本效益和节省在几个月内收回成本。

放射性同位素如何支持工业？

对于任何行业而言，强大的技术基础设施对于



技术人员使用无损检测方法在对马来西亚国家石油公司（Petronas）的一个管道进行检查，以测试管道的质量。

（图/马达尼无损检测培训中心A. Nassir Ibrahim）

安全而高效的运营都是必要的，可以使用适当的工具和机制监测设备的质量、可靠性和安全性以及工业过程的效率。基于辐射的技术有助于完成这些任务。

工业示踪剂

放射性示踪剂在调查和识别工业运作中的技术问题方面发挥着至关重要的作用。当在各种工业过程使用的材料中添加少量放射性物质时，它们有助于评估各种材料（包括液体、粉末和气体）的混合和流量问题，查出泄漏之处和研究流体流动。在石油和天然气业中，放射性示踪剂用于帮助确定油田内的渗透率和流量参数。它们有助于识别发动机磨损和设备腐蚀。

放射性示踪剂的一个重要特征是能够从外部跟踪过程而不扰乱正常操作。例如，为了发现泄漏或堵

塞，在埋管的一端添加放射性材料，利用管道外或地面上的辐射探测器跟踪其通过管道的进展情况。

放射性示踪剂技术还支持许多行业的过程管理和质量控制，例如石化、矿物和加工行业，这些行业依靠放射性示踪剂技术进行性能分析，识别薄弱环节并减少跟踪技术问题、能源消耗和污染所需的时间。

无损检测

无损检测方法包括 γ 和X射线照相和断层照相，它们基于不同材料对放射源发射的辐射的差别吸收。对经过材料而没被吸收的射线进行测量，可以确定材料的成分和结构。这些技术能够识别常规检测方法无法发现的结构缺陷。

无损检测是世界各地许多行业使用的重要工具，用于测试管道、锅炉、压力容器，土木结构、



使用放射性同位素和辐射的测量仪用于许多工业应用，例如测量水和沉积物混合物的密度、水平、厚度和湿度，并用于水泥和煤炭业以及汽油、天然气、纸张、塑料、钢铁和烟草业的成分分析。它主要用于生产线上产品的质量控制在。

(图/P. Brisset)

飞机设备、铁路和船舶等产品的质量和完整性。使用核技术的无损检测涉及使用电离辐射测试材料和产品的质量。它在材料和构造物的生产和维护中起着决定性的作用，不会对它们造成任何损害或留下任何放射性残留物。

无损检测还用于检查诸如桥梁、水坝、学校和医院等关键构筑物的实物完整性。原子能机构应请求协助成员国使用无损检测技术检查土木结构的质量保证。这些技术对于自然灾害后的恢复极其有用。原子能机构通过紧急提供无损检测设备和技木，在尼泊尔和厄瓜多尔发生地震后为这些国家的恢复工作提供了帮助。

测量和检查：测量仪

测量仪是利用电离辐射与物质之间相互作用的

仪表。它们在工业中广泛用于测量各种物理参数：例如，液体和固体中的水平测量，片材的厚度或产品的密度。全世界有数十万个这样的仪表在工业中运行。它们含有放射性（通常是 γ ）源。

放射性同位素精确测量厚度的能力广泛用于片材的生产，包括金属、纺织品、纸张、塑料等。密度计在石油和采矿业中作为工具用于测量混合物的密度，目的是通过优化工艺、节约能源和材料，以控制和提高产品质量。

有多种核子测量仪用于测量和分析。它们也用于煤炭业。在造纸业中， β 测量仪用于监测纸张厚度。

便携式测量仪适用于农业、建筑和土木工程。例如，便携式测量仪可用于确定农业用地的土壤压实程度或路面铺路混合物中沥青的密度。



放射性示踪剂用于监测海洋中的沉积物输运。
(图/巴巴原子研究中心)

原子能机构的支持

原子能机构支持其成员国采用基于辐射的技术，包括使用放射性示踪剂、密封源、核子控制系统和无损检测技术的建议，以及对发展人力资源和机构能力的支持。

原子能机构为在成员国的50多个实验室中建立辐射技术能力提供了支持。

除提供技术出版物和培训班外，原子能机构还通过支持建立专家组和网络协助发展中国家。例如，近90个发展中国家通过各种地区和国家项目在从事无损检测工作。创建了核心小组，为行业提供服务并开展培训和认证计划。

原子能机构还通过与这些特定工业核相关技术有关的协调研究项目促进研究和发展，并在原子能机构实验室和协作中心组织会议和能力建设活动。

使用放射性同位素技术等核技术的成员国需要确保采取适当的安全和安保措施，原子能机构为此提供支持，包括发展符合原子能机构安全标准和安保导则的国家安全和安保基础结构。


成员国可从原子能机构援助中获益的领域

- 提高放射性同位素技术的分析能力。
- 改进放射性同位素技术工业应用的研究和开发。
- 与原子能机构协作开展能力建设和培训，以利用放射性同位素技术使工业运作和流程受益。

《国际原子能机构简报》由新闻和宣传办公室编写

编辑：Aabha Dixit • 设计和排版：Ritu Kenn

欲了解原子能机构及其工作的更多信息，请访问：www.iaea.org

或通过以下方式关注我们：

或阅读原子能机构旗舰出版物《国际原子能机构通报》：www.iaea.org/bulletin



地址：IAEA, Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

电子信箱：info@iaea.org • 电话：+43 (1) 2600-0 • 传真：+43 (1) 2600-7