

连续流动分析仪的土壤中总氮检测模块装置的设计及调试

吴学丽, 谭扬, 周娜, 栾传磊

(中国科学院 烟台海岸带研究所, 山东 烟台 264003)

摘要: 针对连续流动分析仪检测土壤中总氮时遇到的问题, 研制了驱动马达带动转轴旋转模块。该模块可使得混合的样品、试剂和空气保持在合适的温度区间进行中和反应, 以利于后期利用连续流动分析仪在最优化条件下对样品进行检测分析, 可将总氮的检出限从 $20\mu\text{g/L}$ 降低到 $10\mu\text{g/L}$, 从而提高连续流动分析仪对样品的分析精度。

关键字: 驱动马达带动转轴旋转模块; 检出限; 总氮; 连续流动分析仪

Design and Debugging of Total Nitrogen Detection Module Device in Soil by Continuous Flow Analysis

Wu Xueli, Tan Yang, Zhou Na, Luan Chuanlei

(Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China)

Abstract: In response to the challenges encountered in the detection of total nitrogen in soil and plants using a continuous flow analyzer, a driven motor-driven shaft rotation module has been developed. This module allows for the mixing of samples, reagents, and air to be maintained within an appropriate temperature range for pH neutralization reactions, facilitating subsequent sample analysis using the continuous flow analyzer. It reduces the detection limit of total nitrogen from $20\mu\text{g/L}$ to $10\mu\text{g/L}$, thereby enhances the analytical precision of the continuous flow analyzer for the samples.

Keywords: Driven motor-driven shaft rotation module; Detection limit; Total Nitrogen; Continuous Flow Analysis

1 引言

连续流动分析 (Continuous Flow Analysis, CFA) 技术兴起于上世纪 50 年代, 是传统比色法 (分光光度法) 的延伸。相关设备由自动进样器、蠕动泵、化学反应模块、比色计和软件工作站等部件组成, 可自动完成进样、吸液、混匀、显色、检测及结果计算等一系列过程。相比于分光光度法, CFA 技术拥有自动化程度高、分析速度快 (40~100 样品/小时)、分析精度高、试剂消耗少等突出优点, 因而在医学、环保、水质、农业等领域得到了广泛应用。

建立连续流动分析技术标准, 是推动我国流动分析仪器市场健康发展的必然需求。近十年来, 连续流动分析技术在我国飞速发展, 相关的国家、行业、地方标准修订也在有条

不紊地持续进行。针对海洋领域开发的连续流动分析技术高达上百项，对分光光度法的替代升级基本完成。相比之下，连续流动分析技术在农业中的应用较为局限，目前仅应用于测定土壤和植物中硝态氮和铵态氮的测定，大量关键要素的测定仍严重依赖低效率的分光光度法，其中又以总氮测定在土壤中的局限问题表现最为突出。

连续流动分析仪在使用的过程中，需要先行将样品导入至连续流动分析仪内再进行检测。但现有的连续流动分析仪在使用时，样品被导入连续流动分析仪内进行检测分析时的pH值难以控制，并且难以保证样品在被检测时温度处于合适检测温度区间内。

针对土壤总氮测定过程的混合不均、分析测试方法原始、人员劳动强度大、工作效率低下、分析结果可靠性差等问题，我们设计了一种新型的驱动马达带动转轴旋转模块。该模块通过转轴旋转带动加热棒旋转，对进入模块的样品、试剂和空气进行搅拌，从而实现充分混合。这一设计有助于加快样品与试剂的反应速度，避免因混合不够彻底而影响试剂与样品的反应效率。同时，利用加热棒对样品、试剂和空气进行搅拌的同时对其进行一定的控温加热，使得混合的样品、试剂和空气保持在合适的温度区间内，并且通过对pH值的实时检测和调节，保证酸碱平衡。这为后续使用连续流动分析仪对样品进行检测分析提供了便利条件，从而提高了连续流动分析仪对样品的分析精度。

2 系统总体设计

该系统的设计示意图，驱动马达带动转轴旋转模块，进而带动加热棒旋转对进入的样品、试剂和空气进行搅拌混合，加快样品与试剂的反应速度，避免样品与试剂混合不够彻底。同时，在加热棒旋转的过程中，利用网状过滤滤纸对混合后的样品、试剂和空气中的杂质进行过滤，避免反应后的样品、试剂和空气中存在杂质，影响后期连续流动分析仪样品分析的准确性。

转轴旋转过程中，还带动pH值传感器旋转，通过pH值传感器对混合后的样品、试剂和空气进行pH值检测。当pH值传感器检测到样品、试剂和空气中的混合物的pH值碱性值过高时，则启动第一输送管内的液体泵抽取酸溶液箱内的酸性溶液，将酸性溶液导入至混合箱内，降低混合后的样品、试剂和空气中的碱性，保持酸碱平衡性。当pH值传感器检测到样品、试剂和空气中的混合物pH值酸性值过高时，启动第二输送管内的液体泵抽取碱溶液箱内的碱性溶液，将碱性溶液导入至混合箱内，降低混合后的样品、试剂和空气中的酸性，保持酸碱平衡性。这样能够对混合箱内混合后的样品、试剂和空气中进行pH值调节作用，保证待测混合物中性环境，提高后期利用连续流动分析仪对样品的检测分析精度。