

利用宇宙射线测量土壤中的水分含量

文/Bettina Benzinger和Nicole Jawerth



宇宙射线中子传感器可帮助农民测量土壤中的水分含量。

(图/国际原子能机构)

“考虑不同的情景有利于决策；例如，种植哪些作物可更好地管理稀缺的水资源。”

—伊拉克科学和技术部科学家Ameerah Hanoon Atiyah

超过25个国家的科学家利用来自太空宇宙射线射入地球的中子测量土壤中的水分，以帮助农民节约用水和适应气候变化。利用宇宙射线中子传感器，科学家们跟踪大气中快速移动的中子，确定土壤中已有多少水分，以及农民何时需要加水，帮助作物在恶劣的气候条件下茁壮生长。

“我国受气候变化和干旱影响。”苏丹农业和林业部农业研究公司的农业科学家Imad-eldin A. Ali Babiker说道。他参加了国际原子能机构与联合国粮食及农业组织（粮农组织）和其他国际组织合作举办的一个培训班。“宇宙射线中子传感器应用培训为我们管理土壤含水量开辟了新窗口。”

宇宙射线中子传感器是一种可以通过检测土壤中和土壤正上方空气中快速移动的中子来测量含水量的装置（见第17页“科学”栏）。它比传统方法检测速度更快、更便于携带，可

以更容易捕获一个区域的信息。

自2013年以来，粮农组织/原子能机构粮农核技术联合处的科学家们一直在进行宇宙射线中子传感器的测试和校准，包括背包式移动型传感器。“对玉米等作物的研究表明，使用宇宙射线中子传感器规划灌溉，通过优化农民需要用水数量和用水时间，每个季节可以节省100毫米灌溉用水，相当于每公顷100万升水，这对于缺水地区来说是个不小的数字，同时提高作物产量。”粮农组织/原子能机构联合处土壤用水科学家Ammar Wahbi说。

全世界有300多名科学家通过旨在培养技术技能和应用技能做出决策的培训班，接受了中子传感技术应用培训。培训班包括指导如何使用AquaCrop模拟模型。这是一款由粮农组织开发的软件，用于准确模拟不同情景下的预期作物生长和用水。

伊拉克科学和技术部的科学家

Ameerah Hanoon Atiyah表示，在伊拉克，这些课程帮助科学家鉴定了适合该国气候条件的作物。“考虑不同的情景有利于决策；例如，种植哪些作物可更好地管理稀缺的水资源。”

传统方法仅能捕获探测器周围几厘米的信息，这使得大规模调查耗时又耗力。相比之下，宇宙射线中子传感器可以立即提供20公顷区域的检测结果，而不会干扰土壤和土壤所含相互关联的生物和结构的巨大网络。

“传统方法包括提取若干土壤样

品，在烤箱中烘干48小时后，测量原始样品与干燥样品之间的重量差异。”参加粮农组织/原子能机构培训班的专家、内布拉斯加州林肯大学的水文地球物理学家Trenton Franz解释说。

截至2018年，已有15个国家计划或正在进行十多个与宇宙射线中子传感器有关的国家和地区研究和技术合作项目。通过这些项目，专家已经或即将收到他们自己的设备，以应用他们通过培训班学到的知识。

科学

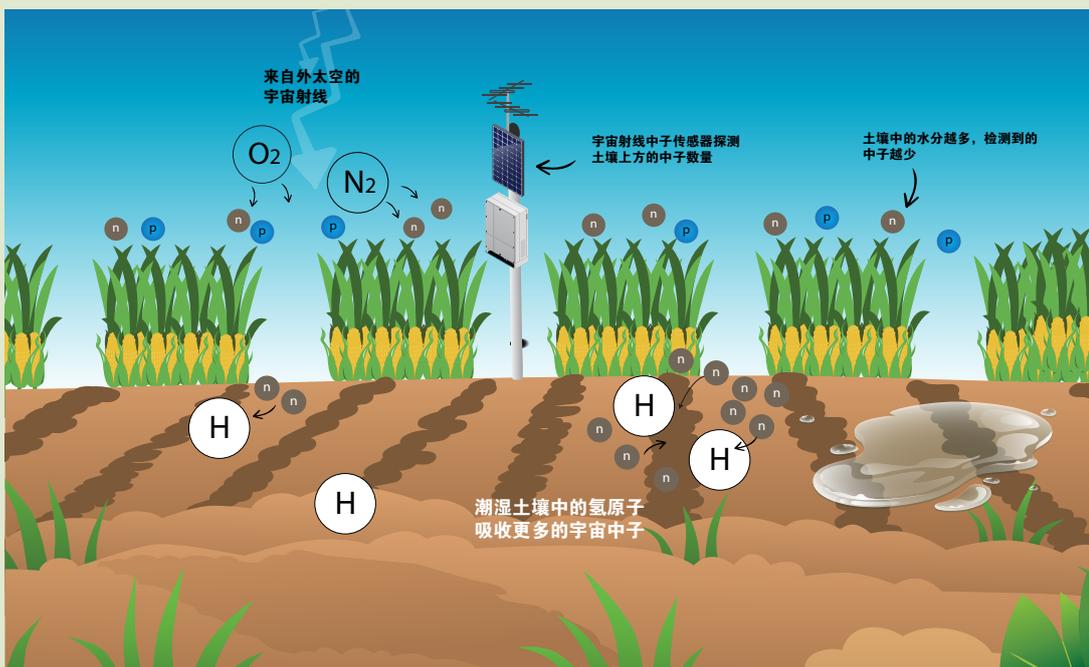
宇宙射线中子传感器如何工作

宇宙射线中子传感器检测并计算土壤中和土壤正上方空气中的中子数。科学家利用这些信息确定土壤中的水分含量。

中子是由来自太阳系外部的高能宇宙射线（主要是质子）产生的。它们与地球高层大气中的原子（主要是氮和氧）碰撞。这些原子分裂成亚原子粒子，如质子和中子，它们通过大气降落并在落下时继续与其他原子碰撞。

中子到达地球表面时，非常快速地移动。它们的能量被环境中的原子吸收，氢原子吸收大部分能量。这种吸收减慢了中子的速度。

由于陆地环境中的大部分氢存在于土壤中的水中，科学家们可以计算土壤中和周围的快中子数量，确定存在多少水分。较干燥的土壤含有更多快速移动的中子，而潮湿的土壤中则较少，因为水中更多的氢可用于吸收能量。



(图/国际原子能机构R. Kenn)