

“数字土壤”及其在测土配方施肥中的应用前景

刘顺国 邢岩 李金凤 徐志强 何琳 代继光 王永欢 (辽宁省土壤肥料总站, 辽宁沈阳110034)

摘要 “数字土壤”是土壤学融合到现代地学和信息科学的必然趋势,是我国国情所必需,也是我国农业、国土和环保部门的迫切要求。目前,“数字土壤”已经在“精细农业”、地理空间数据管理、土壤养分综合分析评价与模拟预测、地图制图中得到了充分应用。测土配方施肥是一个关系农民增收、农业增效和国计民生并确保粮食安全的战略性措施,但是,如何利用现代地学和信息科学技术知识开展土壤养分状况、养分管理和施肥技术方面的研究很少,因此,应在充分了解“数字土壤”发展的理论基础、技术原则和应用状况上,结合测土配方施肥的具体情况,从养分管理和施肥技术入手,研究发展适合测土配方施肥工作的“数字土壤”技术体系。

关键词 数字土壤; 测土配方施肥

中图分类号 S151.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)06-01740-02

“数字土壤”就是将土壤及其相关的地理数据,借助于信息技术通过三维空间模拟重现地球表面的土壤圈层。它是土壤学融合到现代地学和信息科学的必然趋势,是我国国情所必需,也是我国农业、国土和环保部门的迫切要求^[1]。

1 “数字土壤”的发展与应用

“数字土壤”基于计算机技术构建土壤数字化数据库,将土壤及其相关信息按照空间分布和地理坐标以一定的编码和格式输入、存储、检索、显示和综合分析应用与管理,使分散的属性数据和空间数据能够得到更好的组织和高效的利用。目前随着信息科学的不断发展,“数字土壤”在各个领域的应用都取得了长足的发展。

1.1 “数字土壤”在“精细农业”上的应用 “精细农业”就是利用3S技术定量获取农田内影响作物生长因素及最终收成的空间变异性信息,运用科技手段进行调控,以达到对农田内土壤资源潜力的均衡利用,获取作物的最高产量和争取最小的环境负面效应。以“数字土壤”的观点,精细农业就是利用高新技术实现精准的施肥,并能有效控制过量施用肥料和农药所造成的浪费,降低环境污染。把农田土壤类型、土壤质地、土壤养分和土壤水分等时空变化的数据加以集成并及时地应用到农作物的栽培管理中,这样就能提高农田土壤资源的利用潜力,增加产量,节约成本。

1.2 “数字土壤”在地理空间数据管理中的应用 即以多种方式录入地理数据,以有效的数据组织形式进行数据库管理、更新、维护和快速查询检索,以多种方式输出决策所需的地理空间信息。加拿大于1972年最早建立了国家资源数据库,其后美、英、法等国及联合国粮农组织也相继建立了土壤地理数据库。目前美国已经在原先有关土壤调查信息库的基础上建立了国家土壤信息系统,有力地促进了土壤数据的规范化与标准化^[2]。20世纪80年代中期,我国也相继建立了不同层次、不同规模和不同应用目标的数据库21个。1989年中国南京土壤研究所建立了150万东北三江平原土壤信息系统;1992年建立了海南省的150万SOTER数据库;2004年以各省、市土壤图为基础编制了1100万中华人民共和国土壤数据库,引起了美国有关方面的高度重视^[3];此外,2005年建立了有关定量指标、可检索、谱系式的中国系统分类,成为世界系统分类系统之一,被广泛应用。

1.3 “数字土壤”在土壤养分综合分析评价与模拟预测中的应用 GIS不仅可以对地理空间数据进行编码、存储和提取,而且还是现实世界模型,可以将对现实世界各个侧面的思维评价结果作用其上,得到综合分析评价结果;也可以将自然过程、决策和倾向的发展结果以命令、函数和分析模拟程序作用于这些数据上,模拟这些过程的发生发展,对未来的结果作出定量的趋势预测,从而预知自然过程的结果,对比不同决策方案的效果以及特殊倾向可能产生的后果,以作出最优决策,避免和预防不良后果的发生。运用“数字土壤”技术可以对土壤中养分利用状况进行模拟,得到目前土壤肥力及其养分利用状况的综合评价,并对未来几十年的发展趋势进行预测,从而制定相应的措施。20世纪80年代起,陆续有一些科学工作者应用地统计学进行土壤养分空间变异的研究,徐吉炎等利用一定的土壤调查数据对彰武县土壤表层全氮进行了半方差分析和空间插值^[4];王学峰等对4个地块按10m×10m的网格采取耕层土壤样品,研究了有机质的空间变异性^[5];周慧珍等采用50m距离为间隔的网络法分析了牧地条件下土壤表层速效磷、钾等的空间变异性^[6];郭旭东等研究了河北省遵化市土壤表层碱解氮、全氮、速效钾、速效磷和有机质等的空间变异规律^[7];白由路等基于GIS平台对河北省辛集市马兰试验区土壤养分分区管理模型进行了研究^[8];雷咏雯等对新疆建设兵团不同尺度下土壤养分空间变异特征进行了研究^[9];隋鹏飞、汪景宽等运用地理信息系统(GIS)和地统计分析相结合的方法,对20年来东北地区土壤肥力质量及其各指标的变化特征进行研究,并开发出一套利用一系列数理统计软件和GIS软件来实现对黑土肥力质量进行综合评价的系统、缜密、科学的方法^[10]。

1.4 “数字土壤”在地图制图中的应用 “数字土壤”最重要的一个功能就是地图制图,建立地图数据库。与传统的周期长、更新慢的手工制图方式相比,利用GIS建立起地图数据库,可以达到一次投入、多次产出的效果。它不仅可以为用户输出全要素地形图,而且可以根据用户需要分层输出各种专题图,如在美国和加拿大的大型农场,农场主在农业技术人员指导下,应用GPS取样器将田块按坐标分格取样,分析各取土单元格内土壤理化性质和养分含量,应用GPS和GIS技术,根据需要分别制作了该地块的地形图、土壤图、各年的养分图等,同时记载当地的产量,然后用GIS作成当季产量图,以此作为下一年施肥种类和数量的决策参考。我国从20世纪80年代中期也开始运用GIS建立地图数据库,1989年中

作者简介 刘顺国(1981-),男,山东安丘人,硕士,助理农艺师,从事土壤肥力与肥料方面的研究工作。

收稿日期 2006-11-23

国南京土壤研究所编制了1 50 万东北三江平原土壤图;1991 年利用SOTER 数据库,结合土壤退化评价方法等一系列现代信息系统技术,编制了研究实验区的土壤水蚀和风蚀危害评价图^[6];2004 年编制了1 100 万中华人民共和国土壤图,以此代替了土壤属性数据都没有融合好的1 400 万土壤数据图库,从而丰富了图中的信息量。

2 “数字土壤”在测土配方施肥中的应用前景分析

测土配方施肥是因土因作物因农时因农事优化施肥的技术体系,测土配方施肥不但增加了产量,而且可达到节本增效、保护生态环境、提高农产品品质的目的。但是,我国测土配方施肥在土壤养分状况、养分综合管理和高效施肥技术方面研究基础薄弱,现在有限的原始资料也分散在各有关单位没有真正在工作中发挥作用。随着测土配方施肥工作的不断开展,土壤样品采集、测定的数据积累量相当大。按常规方法管理困难多。而数字土壤就可以基于计算机技术构建土壤数字化数据库,将土壤及其相关信息按照空间分布和地理坐标以一定的编码和格式输入、存储、检索、显示和综合分析应用与管理,使分散的属性数据和空间数据能够得到更好的组织和高效的利用。这样既能吸收、消化已有的土壤信息,又能不断储存、补充、更新变化的信息,形成一个开放的动态系统^[11]。因此,应在充分了解“数字土壤”发展的理论基础和技术原则上,研究应用适合测土配方施肥工作的“数字土壤”技术体系。具体建议如下:

(1) 建立国家级、省、地级管理信息系统,将测土配方施肥信息系统建立在以GIS(地理信息系统)为基础的系统平台上,以直观反映各种信息。根据中国地块单元较小的特殊情况,以耕种地块为信息基本采集单元,以替代目前国际发展新趋势GPS(全球定位系统)。根据中国农业技术服务网络比较完善,管理关系紧密,信息资料可以逐级汇总的特点,逐级建立MS(管理信息系统),逐步进行RS(遥感系统)应用的试验示范。分国家、省和县3级建立专家咨询信息系统。国家和省级建立耕地养分情况数据库和专家咨询系统、肥情数

据库、肥效数据库、肥料质量监测数据库、肥效评价及肥料合理运筹专家咨询系统。县级建立肥情、肥效数据库,肥效评价和配方施肥专家咨询系统。

(2) 以计算机信息处理软件开发为重点,进行软件开发和资料库建设。在购置补充必要的计算机设备以外,重点集中科技力量,结合专家经验,开发应用软件,主要是肥料质量监督检验、土壤测试数据采集汇总、地力监测、全国地力监测结果汇总、新型肥料试验评价、肥情肥效监测分析系统等软件开发与培训。每个省选择一个条件较好的县进行试点。

(3) 以“数字土壤”信息化技术为引导,建立适合中国特色测土配方施肥项目区。配套建立GIS、GPS、RS和计算机自动控制系统。实现真正的“数字化”测土配方施肥。以卫星数据采集系统的开发为契机,推进监测手段的现代化。积极与航天测绘部门联系,联合开发农业的卫星数据采集技术,尤其是传感器的应用开发,在测土配方施肥项目区建立卫星采集点,逐步探索遥感监测手段的现代化途径。

参考文献

- [1] 史学正,于东升.“数字土壤”——21世纪土壤学面临的机遇与挑战[J].土壤通报,2000,31(3):104-107.
- [2] 雷永振.土壤普查与数字土壤[J].辽宁农业科学,2003(6):35-37.
- [3] 金继运.精准农业及其在我国的应用前景[J].植物营养与肥料学报,2000,37(4):289-295.
- [4] 徐吉炎,VSEBIER R.土壤调查数据地域统计的最佳估值研究——彰武县土壤表层土全氮量的半方差图和块状Kriging估值[J].土壤学报,1983,20(4):419-430.
- [5] 王学峰,章衡.土壤有机质的空间变异性[J].土壤,1995,27(2):85-89.
- [6] 周慧珍,龚子同,LAMP J.土壤空间变异性研究[J].土壤学报,1996,33(3):232-241.
- [7] 郭旭东,傅伯杰,陈利顶.河北省遵化平原土壤养分的时空变异特征——变异函数与Kriging插值分析[J].地理学报,2000,55(5):555-556.
- [8] 白由路,金继运,杨俐苹.基于GIS的土壤养分分区管理模型研究[J].中国农业科学,2001,34(1):46-50.
- [9] 雷咏雯,危常州,李俊华,等.不同尺度下土壤养分年空间变异特征的研究[J].土壤,2004,36(4):376-381.
- [10] 隋鹏飞,郝晋珉,李双异,等.吉林省公主岭地区土壤主要养分指标的时空变异特征[J].土壤通报,2006,37(1):7-12.
- [11] 徐冠华,孙枢.迎接“数字地球的挑战”[J].遥感学报,1999,3(2):85-88.