

④

299-32316

基于 Web 的施肥决策支持数据库的设计和建立^①

S147.2

施建平 鲁如坤[✓] 王德建

(中国科学院南京土壤研究所 210008 南京)

摘 要 通过数据库、专家经验和网络技术的研究和集成,建立了基于互联网 Web 的施肥决策支持数据库。本文介绍了该数据库的设计原理、施肥模型和使用方法。初步应用表明,该数据库提供一个与施肥知识有关的基于互联网的数据查询和辅助决策系统,为当地政府机构、农业技术推广提供决策参考依据。技术成熟,成本低,普及方便,具有广泛的应用前景。

关键词 施肥; 决策支持; 数据库; Web

作物的施肥量是一个比较复杂的问题,它受到作物种类及其产量水平、土壤类型及供肥能力、肥料品种及其利用率、气候因素及农业技术等多方面因素的综合影响。随着信息技术的广泛应用,数据库技术中的数据挖掘、人工智能中的知识获取,90年代兴起的国际互联网,为作物施肥知识的获取、使用和应用推广提供一条科学途径。参照国外先进技术,将数据库技术、专家系统技术和网络技术相结合,在土壤肥料专家已有工作的基础上,通过对施肥知识的获取、管理和描述,为农业生产管理部门提供施肥决策依据,是施肥决策支持数据库建库的目的。

施肥决策支持数据库追求能最大限度的取得决策所需要的各种信息,且能够方便地查询。利用各种模型帮助用户探索分析,制定决策依据。通过互联网提供一个与土壤、作物和施肥知识有关的数据查询系统,为当地政府机构、农业技术推广部门和地区肥料生产商提供决策参考依据。根据互联网的特点,信息咨询为该系统的主要任务。

本数据库服务的对象是:地方政府农业主管,地区肥料生产厂家,农业科技人员。

数据库的功能和特点是:

1. 提供土壤数据、不同利用下的土壤肥力、作物的营养和失调诊断、化肥品种、有关的施肥经验和技术、可能的地下水污染风险等数据。
2. 可管理查询文本、图像、数据表格等不同类型的数据。
3. 良好的用户查询界面,对于空间分布土壤肥力数据,可进行多层次的动态查询。
4. 具备用户数据输入界面,以便于继续收集数据
5. 可通过 Internet 连接其它有关的施肥模型和数据资源

1. 数据库设计

1.1 数据库的概念模型设计

① 江苏省科技工委信息资源开发项目资助课题。

一般地说,施肥决策过程分为四个阶段:

1. 了解当地土壤肥力状况、土壤有效养分含量、作物所需要养分数量、作物产量、施肥经验、及自然环境等背景资料。
2. 根据已有的经验和模型发现施肥管理问题。
3. 详细地分析和探讨所提出的问题。
4. 向其他服务对象清楚明白地展示你的发现和结论。

决策支持的本质是通过知识的获取、知识的管理和知识(模型)的描述从而对知识有效地应用。由于土壤和自然环境的空间变异性,各种土壤肥力数据、自然地理背景数据、田间肥料试验数据均带有空间属性。因此,施肥决策支持数据库必须具备尽可能多的取得决策所需要的各种信息的能力。

数据集可以是研究报告、作物养分图谱、土壤调查中提取的文档、图表、图像、电子表格等多种类型数据。从用户查询角度,建立数据库实体—关系(E—R)模型。

例如,在土壤肥力数据库设计中,一个地点可能分布多个土壤类型,而一个土壤类型可能分布于不同的地点。地点与土壤类型的关系为多对多的关系。除此之外,土壤理化性质还具有三维分布的属性。一个代表该土壤类型的典型剖面,有不同层次的剖面参数,每一个剖面有不同的物理化学性质。典型剖面与不同层次的土壤物理化学性质为一个对多个的关系。同理,一个地点可能分布多种作物类型,一种作物可能分布于多个地点。地点与作物类型也为多对多的关系。一个地点有多个施肥经验,地点与施肥经验为一个对多个的关系。

1.2 数据库物理设计

互联网应用程序通常是成对的,一般是客户机应用程序和服务端应用程序。在互联网上最广泛的应用是 WWW 服务。WWW 服务中用于发出请求的客户机应用程序称为 Web 浏览器,存储文件和数据库的服务器称为 Web 服务器。

软硬件环境:选用微机运行环境。其服务器硬件环境为:HP586 服务器,32M 内存,1GB 硬盘。软件环境为 NT4.0, ISS, dbWeb 1.1, ACCESS 数据库系统,所用微机软硬件环境简单,便于推广应用。客户机运行环境为:Win95, 微软 IE4.0 或 Netscape 4.0 以上版本。

3 层结构:基于 Web 浏览器的数据库公共查询用户界面;使用 NT4.0, Internet service 服务器和 dbWeb 1.1 作为应用服务器;桌面数据库系统 ACCESS 作为数据库服务器。

ACCESS 作为微软 OFFICE 组件之一,使用广泛,更新方便。易于连接 Excel 进行参考施肥量等模型计算。Microsoft dbWeb 1.1 是一免费实用程序,帮助用户迅速地在 Web 上发布数据库信息,产生查询界面和多种查询和查询结果,并自动地连接查询结果。dbWeb1.1 通过 ODBC 连接数据库。dbWeb 管理内核由两部分组成:db Web service 用于后台服务,db-Web Admin 用于控制和管理发布数据库信息功能的实现。dbWeb Admin 用 ACCESS 数据库软件编写,因此它们可以方便地应用数据库 SQL 功能,实现多个关系数据表的动态链接查询。

查询功能:建立良好的查询用户界面是施肥决策支持数据库的基本任务。

用户的查询过程一般为:选择一个地点查看此地点的土壤肥力和施肥经验数据;选择一种作物,查看该作物养分失调症状;选择一个肥料类型,查看化肥品种和性状;选择一个地点和作物产量,查询参考施肥量;选择一个地点,根据土壤质地、地下水位、查询地下水可能污

染风险的程度。除此之外,还应提供国内外其它相关站点查询相关信息。

考虑到目前国内网络数据传输速率较慢,为保证数据库的可用性,对空间和层次关系比较复杂的土壤肥力数据,设计按地点、土种一般性描述、剖面描述、剖面不同层次理化性质等多层次动态查询界面,以避免用户浪费时间和费用来下载不需要的数据。提高查询速度。

为满足快速查询要求,首先利用 ACCESS 建立各种快速查询,简化各表格间复杂的多对多的关系,然后将快速查询结果转换为表格,生成新的数据库通过 ODBC 由 dbWeb 管理并形成查询。

不同类型数据的管理:数据来自研究报告、扫描图像、表格,需要对文本、图像、表格等不同类型的数据库进行管理。ACCESS 数据库提供 MEM 字段和 OLE 字段,可对文本、图像、及常规数字、字符类型的数据进行管理。dbWeb1.1 具有长字符字段可存储文本。但不能存储图像。结合 db Web 和 CGI 功能,将图像存为若干个文件,通过 dbWeb SQL 查询表示图像文件名的字段,调用该图像文件以查询作物营养失调的扫描图像。

输入界面:为继续从网上收集数据,设计施肥经验数据输入界面,并根据数据完整性约束要求,设计必需输入项,以保证数据质量。

2 施肥模型

选用养分平衡法计算氮肥(折纯)施用量:

氮肥用量 = (作物目标产量 * 作物生长所需吸收的氮含量 - 土壤供氮量) / 肥料利用率^[1]

选用养分分级法计算磷钾肥(折纯)用量:

肥料用量 = [作物目标产量 * (1 - 不施该种养分肥料时的相对产量%) * 每千克经济产品养分消耗量] / 肥料利用率^[1]

其中:养分测试水平和作物相对产量的关系见表1。土壤有效磷和交换性钾分级如表2、3。

表1 养分测试水平和作物相对产量*

相对产量 (%)	养分等级	相对产量 (%)	养分等级
<50	极低	85-95	高
50-70	低	>95	极高
70-85	中		

* 引自农牧渔业部农业局,1987。

表2 土壤有效磷分级^[1]

养分等级	土壤有效磷(Olsen 法, P mg/kg)
极低	—
低	<5(肥效明显)
中	5-10(肥效不定)
高	>10(肥效不明显)
极高	18-25(肥沃土壤)

农田中的过量氮素、磷素、农药以及其它有机无机污染物质,在降水过程中通过农田地表径流和地下渗漏,使大量污染物质进入水体,污染了水质。在降水期特别是暴雨期间对水体污染最为严重。施入农田的氮磷肥料,在土壤-作物系统中,氮素的作物利用率为20~35%。有5~10%挥发到大气中,随降水径流和渗漏排出农田的氮素中的20~25%是当季施用的氮肥。施入农田中的磷肥,作物利用率约为10~20%,50~60%被土壤吸附固定,部分随降水径流进入水体。土壤环境参数(土壤质地、土层厚度、地下水位等)对地下水和地表水污染有直接影响,了解这些参数有助于调整施肥管理,降水污染风险,保护自然资源。依

据部分土壤环境参数,制定地下水污染风险评价判据(表 4)。表 4 中所列参数并不完整,比如氮肥平衡量(施肥量-作物吸收量)对地下水污染有较大的影响。希望今后能在收集各地氮肥平衡数据的基础上,进一步完善该判据。

表 3 土壤交换性钾分级^[1] (K mg/kg)

作物	极低	低	中	高	极高
小麦	<40	40~80	80~150	150~200	>200
水稻	<41	40~60	60~90	90~120	>120
玉米	<60	60~100	110~130	130~150	>150
油菜	<50	50~60	60~80	>80	—
花生	<51	50~70	70~90	90~120	>120
棉花	<60	70~80	80~90	>100	—

表 4 地下水污染风险评价判据

地下水污染 风险程度	低	中	较高	高
土壤质地	粘土	壤质粘土	砂壤土,壤土	砂土
土层厚度	厚	较厚	较薄	薄
地下水深度	>15 米	6~15 米	3~6 米	<3 米

3 数据库的组成和使用方法

3.1 数据库的组成

与施肥知识有关的数据:土壤肥力状况、主要作物在不同地区的施肥经验、最佳或经济施肥量数据、不同地区作物产量数据、不同作物的土壤和植株养分诊断、不同地区的土地利用、降水、地下水位等自然地理背景参数。由此,数据库包括若干个子库:土壤肥力数据子库、作物营养和失调数据子库、化肥品种数据子库、施肥经验子库、参考施肥量数据子库、地下水污染风险数据子库。

土壤肥力数据库提取土地利用方式、生产性能、土壤养分、典型剖面土壤理化特性等参数^[2],以满足不同地点,不同利用方式下土壤供肥条件的查询。收集水稻、小麦、玉米、棉花等主要作物生长对养分需求参数和养分缺失症状描述和扫描图片^[3],建立作物营养失调症状诊断数据子库,供用户咨询作物的施肥诊断。建立包括 30 种化肥品种的化肥品种数据库,以查询不同肥料的性状。由于自然环境的变化,生产水平的不同,收集了部分 90 年代江苏省施肥模型和经验数据^[4,5],建立施肥经验子库,作为决策参考依据。并提供数据输入界面,供今后从网上继续收集施肥经验数据。根据土壤肥力专家提供的养分平衡法和养分分级法,建立不同地区不同作物参考施肥量数据子库,提供施肥建议供参考。参照国外有关地下水污染评价方法,按土壤质地、地下水位等参数评价过量施肥对地下水可能造成的污染风险。此外,还提供国内外有关土壤肥料信息站点,数据量 6 兆(5000 条以上)。

数据质量控制措施:根据设计的元数据概念模型设计表格,减少数据冗余。设计各表格间完整性约束条件,保证数据库维护的一致性。数据录入后由专人进行校对,以保证数据输入质量。

3.2 检索方式

数据库分为六个检索专题:

1. 土壤肥力:包括按地点查询土壤类型、该土壤类型的利用方式、肥力状况、生产性能综述。

用户在查询时,首先选择一个地点(县市名),查询到该地点分布的一个或多个土壤类型,然后选择所需要的土壤类型,查询该土壤类型的具体土壤肥力状况,还可进一步查询典型剖面不同层次的土壤养分参数。

2. 作物营养和失调症状:按作物查询当氮、磷、钾及微量元素缺失时作物生长状况的描述和图像。

3. 化肥品种和性状:按氮、磷、钾、微量元素和复合肥分类检索化肥品种和性状。

4. 咨询与评价:包括我国肥料使用基本状况(资料来源:中国农科院土肥所网页);我国氮肥的使用现状、存在问题和对策(中科院院士朱兆良提供);根据养分平衡法和养分分级法计算的各地不同作物和产量的参考施肥用量;施肥经验和产量^[5];根据风险评价判据评价过量施肥对地下污染可能造成的风险程度。

5. 施肥模型:为有利于辅助决策,收集了若干个国外 Internet 在线计算作物氮肥用量和钾肥用量模型及模型软件。

6. 国内外农业信息站点。链接农业部农业信息网和 FAO 农业统计数据库。

3.3 使用方法

WWW 超文本技术允许 Web 页面间(或文件间)彼此链接。使用 Web 浏览器来查看包含链接即超链接的页面时,只需要用鼠标选中这个超链接就可以跳到相连的另外一个页面上。当用鼠标选中一超链接时,就是在请求一个文件。浏览器将这个请求传递存储这个文件的 Web 服务器。Web 服务器通过 ODBC 连接数据库,查询到所需要的数据,再通过 Web 服务器将结果返回给 Web 浏览器。上述功能通过国际互联网标准的通讯协议实现,用户使用只需在已连接互联网的计算机设备上,使用 Web 浏览器即可。

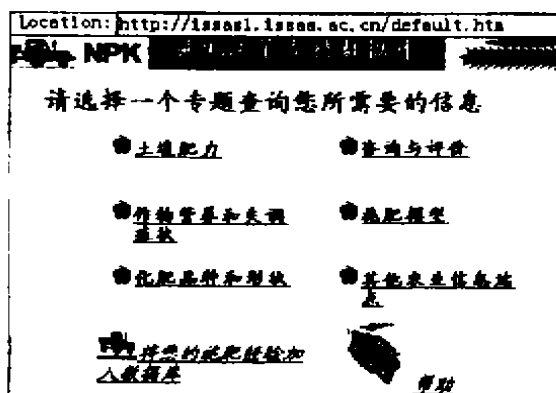


图1 数据库主菜单

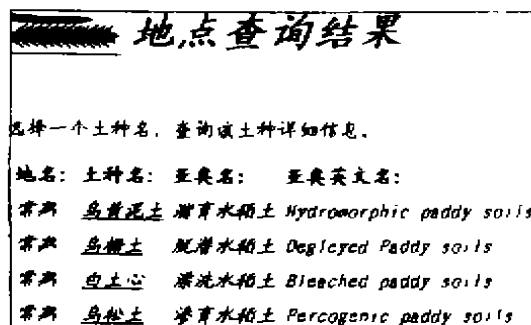


图2 地点查询结果

在一台连接互联网的微机上,使用 IE4.0 或 Netscape 4.0 连接到网址:<http://ncs.tr.cern.ac.cn/fer/default.htm>,则可连接到施肥决策支持数据库的网上入口网页(图1)。在该网页上已列出上述6个查询专题。为说明查询过程,以查询“常熟”“乌栅土”的土壤肥力数据为例。首先选择“土壤肥力”专题,Web 服务器以超连接方式进入“按地名查询土壤肥力”网页。在此网页上使用下拉菜单选择地名“常熟”,然后点击“执行”按钮。数据库查询到“常熟”具有4种土种:“乌黄泥土”、“乌栅土”、“白心土”、“乌松土”(图2)。并且以浏览器常用缺省表示的深蓝色显示这几种土种名具有超接连方式,可进一步查询。点击“乌栅土”数据库查询到“乌栅土”的土地利用状况、有机质等土壤肥力统计数据、及一般性的描述。若需要进一步查询典型剖面的理化性质,则可选择典型剖面地点如“江阴桐岐乡”,查询典型剖面不同

(下转第316页)

参考文献

- *****

参考文献

- 1 鲁如坤.土壤—植物营养学原理和施肥.化学工业出版社,1997,359~387
- 2 全国土壤普查办公室.中国土种志.农业出版社,1993
- 3 刘芷宇,唐永良,罗质超.主要作物营养失调症状图谱.农业出版社,1982,1~47
- 4 江苏省土壤普查办公室.江苏土壤.中国农业出版社,1994,343~467
- 5 江苏省土壤学会.江苏土肥科技与农业持续发展.河南大学出版社,1997,68~366