

# 基于 RIA WebGIS 的区域烟草精准施肥管理决策系统设计与实现——以攀枝花烟区为例

曹淋海<sup>1</sup>, 王昌全<sup>1</sup>, 张毅<sup>1</sup>, 李冰<sup>1</sup>, 杜薇<sup>2</sup>, 冯广林<sup>2</sup>, 张宗锦<sup>3</sup>, 李斌<sup>4</sup>

1 四川农业大学资源环境学院, 成都 611130;

2 川渝中烟工业有限责任公司技术研发中心, 成都 610066;

3 四川省烟草公司攀枝花市公司, 攀枝花 617000;

4 四川省烟草公司, 成都 610000

**摘要:** 以数据为基础的传统 WebGIS 存在共享性弱, 伸缩性差, 开发难等弊端。RIA/ REST 的应用能显著增强系统响应能力, 简化 GIS Service 过程。本文在根据区域土壤肥力差异、供肥性能和肥料利用率等建立施肥模型、案例库、专家知识库及施肥决策方案的基础上, 利用 Flex API+REST API+SQL 的 RIA WebGIS 框架构建了攀枝花烟草生产施肥管理决策系统 (<http://218.89.168.145:8080/webgis1/>), 实现了农田、作物生产信息管理和智能化施肥决策的集成, 以及快捷高效的在线访问。结果表明, 系统可为用户提供科学合理的施肥方案, 施肥量得到更精准控制, 且 RIA/ REST 开发框架具有部署灵活、开发简易、伸缩性强等特点, 用户体验和交互性更具优势。

**关键词:** RIA WebGIS; Flex API; REST API; 施肥决策

**引用本文:** 曹淋海, 王昌全, 张毅, 等. 基于 RIA WebGIS 的区域烟草精准施肥管理决策系统设计与实现——以攀枝花烟区为例 [J]. 中国烟草学报, 2015, 21 (2)

施肥数量、肥料种类以及施肥方法等对作物产量和质量都有显著影响<sup>[1,2]</sup>。计算机技术和 GIS 技术已经成为各类施肥决策系统和农业专家系统研究的重要方向<sup>[3-6]</sup>。从施肥系统构建看, 经历了非空间型系统到空间型系统的发展, 但其研究主要侧重系统数据库的建设, 在专家知识、施肥模型和 GIS 空间数据耦合方面研究不足<sup>[3,5-6]</sup>。随着 GIS 技术的广泛应用和 Internet 技术的快速发展, 用户对传统 WebGIS 的伸缩强度、响应速度、视觉效果以及功能体验等都有了更高的要求。RIA(Rich Internet Application) 作为新一代网络应用程序, 集桌面应用程序的最佳用户界面功能与 Web 应用程序的快速、低成本部署及多媒体通信的实时快捷于一体, 提供了全新的 Web 应用解决方案<sup>[7-10]</sup>。目前其实现技术主要有 Flex、Silver light 和 Java FX。

REST(Representational State Transfer) 作为轻量级的 Web Service 架构风格, 其实现和操作比 SOAP 和 XML-RPC 更为简捷, 应用于 GIS 后, GIS 服务都被映射为 URL 资源, 客户端仅通过标识符去操作 GIS 资源, 获得资源的表示, 使 WebGIS 从以数据为基础转向了以服务为基础<sup>[10-14]</sup>。面向服务的架构则可在数据实体不发生转移的前提下实现数据的同步更新和便捷维护, 具有支持多客户端和快速部署的特点<sup>[12,13]</sup>。ArcGIS Server 自 9.3 版引用 REST 服务, 同时推出 ArcGIS Server REST API (REST API) WebGIS 服务器端程序接口和 ArcGIS API for Flex (Flex API) 客户端应用程序接口, 方便编程者基于 Flex Builder 平台和 REST 服务开发 RIA WebGIS。本文基于攀枝花植烟数据, 构建了区域烟草专家施肥模型和决策方案; 结合 Flex API +REST API+ SQL 新一

**基金项目:** 国家科技支撑计划项目“西南地区种养业废弃物循环利用技术集成与示范”(2012BAD14B18); 四川省烟草公司攀枝花市公司重点项目“烤烟精准化施肥管理系统研究与应用”(201015); 川渝中烟工业有限责任公司重点项目“凉攀烟区‘红大’烟叶品质生态适宜区划与 WebGIS 信息系统的开发应用”(10967)

**作者简介:** 曹淋海(1989—), 硕士研究生, 主要从事农业及土壤信息技术研究, Email: caolinhai\_gis@163.com

**通讯作者:** 王昌全(1962—), 博士, 教授, 主要从事土壤与环境可持续方面研究, Tel: 028-86290997, Email: w.changquan@163.com

**收稿日期:** 2014-07-14

代 RIA WebGIS 开发框架，建立了攀枝花烟草生产施肥管理决策系统，其功能包括烟草生产信息管理、推荐施肥模型和图形信息管理，主要用于烟区基础生产设施的查询、评测；土壤环境和肥力的分析、评价；氮磷钾需求量的计算和施肥方案推荐，并提供专家咨询服务。对于平衡施肥技术的实施和微机推荐施肥系统的建立有着重要的理论指导作用及实践意义。

## 1 试验区域与主要模型建立

### 1.1 研究区域概况

攀枝花市地处川滇界河金沙江与雅砻江汇合区，东经  $108^{\circ} 08' - 102^{\circ} 15'$ ，北纬  $26^{\circ} 05' - 27^{\circ} 21'$ ，地貌类型复杂多样，以低中山、中山和宽谷河坝为主，地形起伏较大且高差悬殊。境内以红壤、赤红壤、黄棕壤、水稻土和石灰岩土为主。其属我国亚热带西段金沙江至元江岛状干热河谷区，区域气候差异

明显，垂直气候显著，干雨季分明，昼夜温差较大，年均气温  $20-22^{\circ}\text{C}$ ；年降雨量  $1094.2\text{mm}$ ；年日照时数  $2745.2\text{h}$ ；无霜期大于  $300\text{d}$ ；年热值为四川最高。烟区内土壤碱解氮  $120\text{mg/kg}$ ，速效钾  $141\text{mg/kg}$ ，有机质  $22.46\text{g/kg}$ ，有效磷  $18.6\text{mg/kg}$ ，pH 主要在  $5.5-6.5$ 。

### 1.2 主要模型建立

#### 1.2.1 土壤肥力评价模型

根据对烟区土壤肥力评价研究和各养分指标对烟草的重要性研究，综合其土壤特征，选择 pH、速效钾、有效磷、碱解氮和有机质五因素作为评价指标。根据各因素在不同土壤中的实际差异状况，参照国内外优质烟区土壤适宜性指标，确定选定指标的隶属度函数类型及参数（下限 L、上限 U 和最优值上下限  $O_2$ 、 $O_1$ ），如表 1<sup>[1-3,5]</sup>；在此基础上，将各指标实测值代入对应函数中计算其隶属度值。

$$f(x) = \begin{cases} 1.0 & x \gg U \\ 0.1 + 0.9(x - L)/(U - L) & L < x < U \\ 0.1 & x \ll U \end{cases}$$

公式 1 S 型隶属度函数  
Formula1 Membership function of sigmoid

$$f(x) = \begin{cases} 0.1 & x \ll L, x \gg U \\ 0.1 + 0.9(x - L)/(Q_1 - L) & L < x < Q_1 \\ 1.0 & Q_1 \ll x \ll Q_2 \\ 1 - 0.9(x - Q_2)/(U - Q_2) & Q_2 < x < U \end{cases}$$

公式 2 抛物线型隶属度函数  
Formula2 Membership function of parabolic

表 1 各指标隶属度函数类型及其参数表

Table1 Membership function type and parameter list of the index

评价指标	隶属度函数类型	下限 (L)	上限 (U)	最优值下限 ( $O_1$ )	最优值上限 ( $O_2$ )
pH	抛物线	4.5	7.5	5.5	7.0
有机质 (g/kg)	抛物线	10	45	15	25
碱解氮 (mg/kg)	抛物线	30	100	50	70
有效磷 (mg/kg)	S	10	20	—	—
速效钾 (mg/kg)	S	80	150	—	—

综合评价指标值计算：将各评价指标的隶属度值作为分值，用加权求和公式计算出反映土壤养分肥力状况的综合指标 *IFI*，其公式为：

$$IFI = \sum_i^n W_i * N_i$$

式中  $N_i$ ， $W_i$  表示第  $i$  种养分指标的隶属度值和权重系数， $W_i$  采用 AHP 决策分析法。

#### 1.2.2 理论施肥模型

研究根据氮磷钾配比试验、大田校正试验建立肥

料效应函数，结合养分测定值，应用“养分平衡法”计算施肥量，建立了如下计算公式<sup>[1,6,17-18]</sup>：

$$\text{施肥量} = \frac{[\text{烟叶计划产量} \times \text{单位产量吸收养分量}] - [\text{土壤速效养分测定值} \times 0.15 \times \text{土壤有效养分利用率}]}{\text{肥料当季利用率}}$$

式中：

① 施肥量指 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  的量，单位  $\text{kg}/666.7\text{m}^2$ 。

② 根据氮磷钾配比试验的频次分析和烟叶产量质量的统计分析，试验区最佳烟叶产量为  $155-175\text{kg}/666.7\text{m}^2$ ；根据大田校正实验得出试验区

100kg 烟叶需要从土壤中吸收 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的量，见表 2。

③土壤速效养分指有效磷、碱解氮和速效钾的测定值，单位 mg/kg；0.15 是耕层土壤（0-20cm）中养分测定值的 mg/kg 换算成 kg/667m<sup>2</sup> 时的换算系数。土壤有效养分利用率随土壤养分含量及作物的种类不同而变化，经长期试验计算得出试验区氮素利用

率 31.68%±2.34%，磷素为 37.04%±6.14%，钾素为 22.93%±0.56%。

④同地区不同试验点的肥料当季利用率也有差异。在最优施肥量下，分析试验区不同试验点的肥料利用率数据，剔除极值后计算得出该区氮肥当季利用率是 39.26%±8.39%，磷肥利用率 21.93%±15.22%，钾肥利用率 31.97%±0.56%。

表 2 100kg 烟叶需要从土壤中吸收 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 的量  
Table2 The quantity of N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O absorbed from soil of 100kg tobacco

植烟品种	土地利用方式	N、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、K <sub>2</sub> O 需求量		
		N (kg/100kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/100kg)	K <sub>2</sub> O (kg/100kg)
红大系列	坝田	—	—	—
	塝田	2.68±0.20	1.17±0.13	6.71±0.53
	坡地	2.75±0.21	1.21±0.13	6.95±0.54
云烟系列	坝田	3.04±0.24	1.28±0.14	6.31±0.49
	塝田	3.47±0.28	1.53±0.16	6.71±0.53
	坡地	3.61±0.29	1.69±0.17	6.95±0.54

## 2 系统设计与实现流程

### 2.1 系统总体设计

根据 2009-2011 年的试验数据进行回归及相关性分析，建立烟区土壤肥力评价模型和理论施肥模型，同时参考数据结构理论将模型结构化；通过 GIS 软件和 SQL 等构建数据库、模型库、专家知识库和事实表的结构，借助 WebGIS 技术和编程将它们集成化，形成烟草生产信息管理及施肥推荐决策系统，实现烟草生产信息的在线查询，以及施肥决策和 GIS 图形信息管理的高度集成，如图 1。

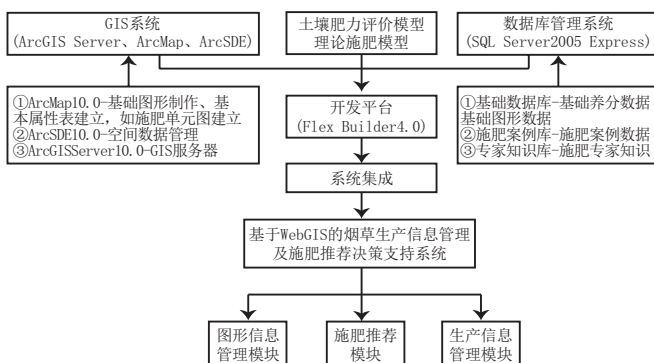


图 1 系统实现流程图

Fig. 1 System implementation flow chart

### 2.2 系统框架结构

基于网络技术和 GIS 二次开发，将 Flex/ REST 技术应用于 WebGIS，提出 Flex API + REST API + SQL 新一代 RIA WebGIS 开发架构的烟草生产信息管理及施肥推荐决策系统框架，整个框架分为 3 层，即用户层、服务层和数据层，见图 2。

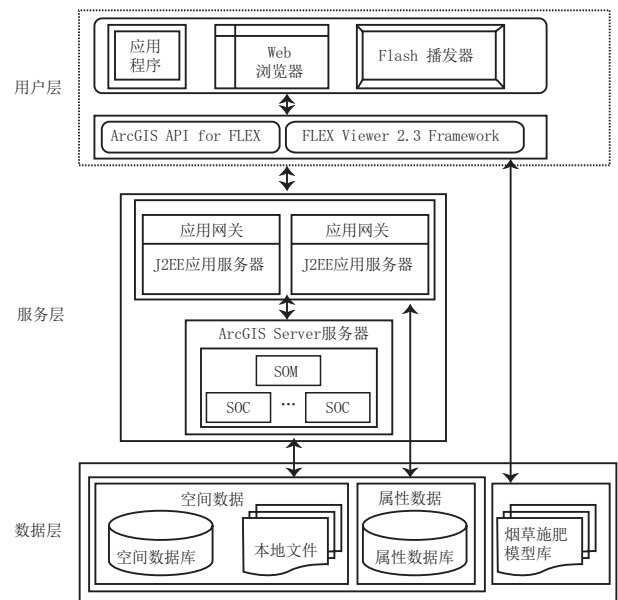


图 2 系统框架结构图

Fig. 2 System frame structure

### 2.2.1 用户层

用户层选用 Flex Builder4.0 开发环境, 结合 Flex API 和 Flex Viewer2.3 基础框架实施, 主要负责响应 Flex 富客户端请求, 根据用户请求类型做出响应, 将结果借助浏览器或 Flash 播放器以图文一体化的方式进行信息显示, 同时为用户提供地图交互、信息查询、地图分析等交互接口。

### 2.2.2 服务层

J2EE 被用作 Web 应用服务器, 也是 GIS 服务器的客户端, 一端接受来自 WebGIS 浏览器的信息并判断采用何种方式完成浏览器的请求, 并通过防火墙将不合法的用户请求屏蔽在外, 再将请求发送到 GIS 服务器; 另一端则将请求结果和数据包传输到相应用户的 WebGIS 浏览器<sup>[16,17]</sup>。ArcGIS Server10.0 作 GIS 应用服务器, 一方面用户层可以通过 URLs 的形式 (包含特定的参数、值对来指定服务端返回资源的格式和要求) 来访问 GIS Server 发布 REST 服务, 如 Image Service REST API、Feature Service REST API 等; 另一方面根据请求与数据层进行通话, 从数据库中读取数据, 在服务器端执行 GIS 的数据处理功能。

### 2.2.3 数据层

数据层用于提供地理数据服务, 可直接被 GIS 服务层和 Web 应用服务层访问。在数据库内空间数据采用大分类小分层方式组织, 空间和属性数据被统一存储在 SQL Server 2005 Express 数据库管理软件中, 两者通过惟一的标识 ID 进行关联; 同时利用 ArcSDE 空间数据引擎作为空间数据进行存取与维护的通道。其它数据如系统配置文件、图片以及模型参数等不便于数据库存储管理的数据均以文件的方式存放在服务器端, 供用户层调用<sup>[18]</sup>。

## 3 系统推荐施肥运行机理

施肥决策的产生是一个复杂的过程, 需要通过数据库、施肥模型库、案例库、专家知识库、推理机、人机交互接口等共同执行。数据库用于存放系统运行中所需要和产生的数据; 模型库为烟草施肥决策提供运算方法; 知识库存储关于烟草施肥的专家知识; 推理机提供烟草施肥决策的推理模型。推荐施肥量的计算以待施肥单元的基础数据 (存储在基础数据库) 和用户输入的及时数据 (烟叶品种、前茬作物、目标产量等) 为基础, 由推理机直接匹配案例库, 获得推荐施肥方案; 对于无匹配案例的则通过理论施肥模型进行施肥量初步计算, 然后根据生态条件的不同由推理机依据知识库内的相应知识规则进行修正计算, 得到

施肥方案, 图 3。

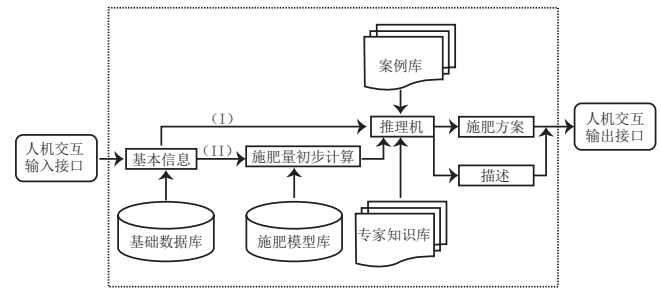


图 3 系统推荐施肥运行机理

Fig. 3 System recommended fertilization operation mechanism

### 3.1 基础数据库

基础数据库存储系统所需的基础图形数据和属性数据, 包括气象数据 (气温、降水等)、土壤数据 (土壤养分数据和土壤环境数据)、土地利用现状数据和行政区划数据等。数据库内的数据主要是 SHP 文件格式存在, 其生成方式主要借助 GIS 的矢量化工具和地统计分析工具。

### 3.2 施肥模型库

模型库包括烟区土壤肥力评价模型、烟草产量预测模型和理论施肥模型等, 目的是为土壤肥力状况诊断和施肥量计算提供方法。同时在与专家知识库进行紧密结合中逐步总结, 根据现实情况对源模型和知识库进行修正和丰富。模型都能独立调用数据库中的数据及参数值, 并将执行结果返回到动态数据库 (存储系统运行中产生的数据), 实现数据库和模型库的资源共享。

### 3.3 专家知识库

专家知识库主要存储整个施肥决策求解过程中定性的、目前无法用模型定量表达的技术性知识, 采用基于规则的知识表示模式, 即知识表示为事实、知识规则和结论<sup>[5]</sup>。其中知识规则是求解决策目标值的阶段性计算过程, 它由领域专家和编程者共同完成, 集成为知识链或规则库, 表现为程序。事实由基础数据库和人机交互数据提供, 由事实表捕获, 事实表中的各项数据完成后, 数据就被提交到相应的程序, 由后者建立联接, 在推理机的控制下计算出结果值, 推理出决策结果<sup>[19-20]</sup>。

### 3.4 推理机

推理机是系统运用知识对数据进行推理的逻辑核心, 控制着专家知识库中的知识对数据库中的数据和人机交互数据的推理操作<sup>[3,21]</sup>。在系统内推理机的任务是模拟专家的思维过程, 控制并执行问题的求解。

本研究中沿用产生式推理策略，其推理过程为：

< 已知 > 规则：If A then B

< 已知 > 前提：A < 新的 > 结论：B

推理策略又分为数据驱动推理策略和目标导致的推理控制策略。本研究中系统依照前者安排证据和假设被联结的顺序，基本思想如图 4 示。其推理过程是从问题的基本事实出发，引用案例库和知识库中的规则，通过匹配每条知识的前提，识别出所有可用的知识而形成可用知识集，然后根据冲突求解策略在冲突集中选取一条知识执行<sup>[4]</sup>。

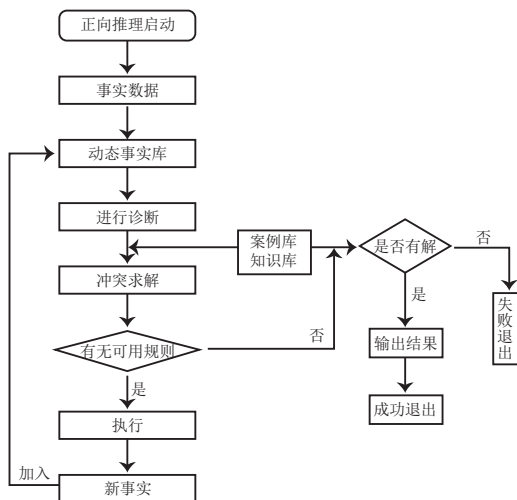


图 4 正向推理执行过程

Fig. 4 Forward inference implementation process

## 4 系统主要模块与功能

### 4.1 基本操作模块

基本操作模块包括导航器 (放大、缩小、漫游和鹰眼等)；图层控制，根据需要显示或隐藏地图图层；动态图例，自动识别当前窗口的地图信息并给出图例参考信息；地图书签，存储用户高频浏览或感兴趣的地图区域，方便用户再次快速访问此区域；地图测量，提供长度量测，面积量算以及重要信息标注；地图打印和地图导出，对当前视图进行打印输出和保存为 JPG、PNG 格式的图片。

### 4.2 查询统计模块

查询统计模块主要是实现对空间数据、属性数据的和专题数据的查询和统计。本系统中包含复合查询模块和独立查询模块。前者主要是附属在非查询模块中的查询操作，如精准施肥模块中的基本信息显示。后者分为两类：一类是简单查询 (如防雹点、育苗棚、烟站、烤房的过滤查询模块)，它以名称进行查找、按行政区划级别进行过滤；一类是 SQL 高级查询，

用图层分类、算术符号、逻辑符号以及关系符号的任意组合，进行满足条件的图形信息及相关属性信息的查询。

### 4.3 精准施肥模块

“精准施肥”模块主要完成施肥单元的施肥计算和指导。它包括基本信息显示界面，呈现施肥单元的立地条件信息、土壤养分信息等；模型参数修订界面，针对烟草施肥专家模型中易受时间等影响的模型参数信息，通过该界面进行调整，确保数据更科学可靠；施肥计算结果界面，主要给出各施肥单元 NPK 需求量、中微量元素丰缺的诊断结果和相应复合肥配方以及复合肥、单质肥的用量；推荐施肥卡界面，综合展示当前施肥单元的土壤肥力状况，施用情况，以及施用方法的参考。

## 5 结语

精准施肥是建立在科学施肥方法和数据库的基础之上由计算机施肥系统制订的施肥方案。该研究针对烟区养分管理问题，依据土壤肥力差异、供肥性能和肥料利用率等建立烟草施肥模型、案例库及专家知识库，构建了施肥方案。同时利用 RIA/ REST 技术，基于 Flex API+REST API+SQL 新一代 RIA WebGIS 开发框架构建了攀枝花烟叶生产施肥管理决策系统 (<http://218.89.168.145:8080/webgis1/>)，其较传统 WebGIS 具有部署灵活、开发简易、伸缩性强等特点，用户体验和交互性也更具优势。

上述实例系统具有强大的空间数据和属性数据处理分析功能，通过互联网对攀枝花烟区信息数据进行收集、整理和分析，获得土壤养分空间分布规律，提供烟区基础生产设施的查询、评测；不同尺度 (县区—乡镇—一村—一地块) 下烟区信息的查询、统计和与分析；施肥单元 (单一地块) 的土壤肥力综合评价和施肥量的精准计算和施肥决策的制定等，帮助烟农做出合理的施肥方案，并提供专家咨询服务。系统实现了多源信息管理和智能化施肥决策的耦合，为作物施肥决策系统和农业专家系统在专题模型、专家知识和 GIS 空间数据库耦合研究中提供了重要参考。

## 参考文献

- [1] 刘国顺, 江厚龙, 杨永锋, 等. 基于烤烟品质确定烟田的养分管理分区 [J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 14(3): 996-1004.
- [2] 陈江华, 王树声, 窦玉青, 等. 不同施肥模式对褐土和烤烟钙镁营养及烟叶品质的影响 [J]. 中国烟草学报, 2003, 9(11): 19-25.

- [3] 陈砣, 吕新. 基于 JSP 的棉花施肥管理决策系统的设计与实现 [J]. 农业工程学报, 2009, 25 (3): 124-129.
- [4] 杨小冬, 黄勇奇, 危双丰. 基于 WebGIS 的生态农业监测与决策支持系统设计——以云南省红河州烟草种植业为例 [J]. 地球信息科学, 2007, 9 (1): 99-103.
- [5] 陈伟强. 基于 GIS 的烟草施肥决策支持系统研究 [D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2009.
- [6] 张维理, 刘建利, 徐爱国, 等. 我国烟草土壤肥料信息系统的开发与应用 [J]. 中国烟草学报, 2003, 9 (Z1): 1-8.
- [7] 张宏, 丰江帆, 阎国年, 等. 基于 RIA 技术的 WebGIS 研究 [J]. 地球信息科学, 2007, 9 (2): 37-41.
- [8] 邹小军, 李昌华. 富客户端技术使用前景分析 [J]. 电脑知识与技术, 2009, 5 (13): 3443-3445.
- [9] 刘俊, 谭建军, 邵长高. 基于 Flex 的 WebGIS 的框架与实现 [J]. 计算机工程, 2010, 36 (10): 242-244.
- [10] 高晓蓉, 徐丹, 雷瑛. 基于 Flex 和 REST 服务的 WebGIS 系统开发 [J]. 遥感技术与应用, 2011, 26 (1): 123-128.
- [11] 陈亮, 尹飞, 韩龙斌. 基于面向资源架构的 REST 方式 Web 服务的开发方法 [J]. 中国信息科技, 2008, 22: 110-111.
- [12] 袁煜峰. 基于 Flex 与 REST 的 WEBGIS 研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [13] Robert Battle, Edward Benson. Bridging the semantic Web and Web 2.0 with Representational State Transfer (REST) [J]. Journal of Web Semantics, 2008, 6 (1): 61-69.
- [14] Michael zur Muehlen, Jeffrey V. Nickerson, Keith D Swenson. Developing web services choreography standards the case of REST vs. SOAP [J]. Decision Support Systems, 2005, 40: 9-29.
- [15] 马晓蕾, 范广博, 李永玉, 等. 精准施肥决策模型与数据库系统 [J]. 农业机械学报, 2011, 42 (5): 193-197.
- [16] 尤广文. 基于 OpenGIS WebService 的空间数据共享技术研究 [J]. 经济技术协作信息, 2011, (9): 176-177.
- [17] ESRI. ArcGIS Server Administrator and Developer Guide [M]. USA: ESRI, 2004.
- [18] 袁怀月, 侯澄宇, 杨恒. 基于 ArcGIS Flex API 的工厂基础地理信息共享服务系统设计 [J]. 测绘工程, 2011, 20 (2): 61-69.
- [19] 陈砣, 吕新. 基于 WEB 的棉花信息管理及施肥推荐决策支持系统建立研究 [J]. 土壤, 2008, 40 (5): 843-846.
- [20] 吴长彬, 阎国年, 舒飞跃. 基于知识与规则的地籍数据质量检查方法 [J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23 (5): 22-26.
- [21] 周德新, 崔海青, 谢晓敏. 机载电子设备故障诊断专家系统设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2010, 33 (24): 80.

## Design and implementation of decision-making system for tobacco precision fertilization in Panzhihua tobacco growing area based on RIA WebGIS

CAO Linhai<sup>1</sup>, WANG Changquan<sup>1</sup>, ZHANG Yi<sup>1</sup>, LI Bing<sup>1</sup>, DU Wei<sup>2</sup>, FENG Guanglin<sup>2</sup>, ZHANG Zongjin<sup>3</sup>, LI Bin<sup>4</sup>

1 College of Resources and Environmental Sciences, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;

2 Technical Center, China Tobacco Chuanyu Industrial Corporation, Chengdu 610066, China;

3 Sichuan Panzhihua Tobacco Company, Panzhihua 617000, Sichuan, China;

4 Sichuan Provincial Tobacco Company, Chengdu 610000, China

**Abstract:** The use of traditional data-based WebGIS is restricted due to weak scalability, poor sharing and development difficulty. The use of RIA and REST can enhance GIS interactivity and simplify service processes. Fertilization model was set up according to soil fertility difference, soil nutrient supplying capacity, and utilization rate of fertilizers. Decision-making system of Panzhihua tobacco production and fertilization management was developed through RIA Web GIS development framework based on Flex API& REST API& SQL in combination with well-established data library, expert knowledge base and fertilization scheme. With high degree of coupling between crops production and intelligent fertilization decisions, the system achieved quick and efficient online access to information. Results showed that this system could provide farmers with scientific and rational fertilization program. The development framework of RIA/REST showed more flexibility in deployment, simplicity in development and strong retroactivity.

**Keywords:** Web GIS; Flex API; REST API; fertilization decision

**Citation:** CAO Linhai, WANG Changquan, ZHANG Yi, et al. Design and implementation of decision-making system for tobacco precision fertilization in Panzhihua tobacco growing area based on RIA WebGIS [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2015, 21 (2)