

# 红星农场测土配方施肥系统的建立

赵林, 范文义\* (东北林业大学, 黑龙江哈尔滨 150040)

**摘要** 以 Browse/Server 架构为基础, SuperMap IS. NET 为平台, 利用 MVC 框架与 AJAX 无刷新技术, 基于 WebGIS 之上, 设计实现了红星农场测土配方施肥系统。利用测土配方施肥的基本理论, 在已完成的测土配方施肥模型的基础上, 对系统空间数据库、属性数据库的建立以及地图基本操作、专题图分析、作物种植情况分析、历年数据分析、地图量算、地图鹰眼、空间查询、测土配方施肥八大功能和模块进行了介绍。根据红星农场具体需求及农场具体情况, 论述系统功能实现的基本方法, 并举例系统的实际应用。

**关键词** WebGIS; 测土配方施肥; 数据库; 二次开发

**中图分类号** S127 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)35-13536-05

## Establishment of Soil Testing and Formula Fertilization System in Hongxing Farm

ZHAO Lin et al (Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

**Abstract** With Browse/Server structure as the basis, SuperMap IS. NET as the platform, MVC framework and AJAX no-refurbish technology were used to design the soil testing and formula fertilization system of Hongxing Farm on the basis of WebGIS. According to basic theories of soil testing and formula fertilization, establishment of system space database and attribute database, basic map operation, thematic map analysis, crop planting conditions, calendar year data analysis, map measurement, map eagle eye, spatial query, soil testing and formula fertilization were introduced. According to specific needs and actual conditions of Hongxing Farm, the basic methods for realizing system functions and application of the system were elaborated.

**Key words** WebGIS; Soil test and formula fertilization; Database, Secondary development

我国传统的农业生产过程中存在着施肥盲目、施肥过量等问题。这些问题的存在必定会导致农业生产环境的破坏, 甚至对农作物的品质造成不利的影[1]。因此, 只有推广科学的测土配方施肥技术, 才能促进农业生产力的发展。这对保证农业生产中科学地施肥, 有效地提高化肥利用率, 保障农业发展的可持续性具有重大的意义[2]。

近年来, 随着农业信息化程度的提高, 农业生产的科学性表现得越来越重要。另外, 随着互联网技术的快速发展、迅速普及, 人们对信息技术的运用越来越普遍, 对地理信息系统的认识越来越深入, 对地理信息系统产品的需求也趋于多样化。地理信息系统在农业生产上的应用已成为必然, 农业地理信息系统的应用日渐广泛。

WebGIS 是依托于互联网的地理信息系统[3]。WebGIS 既具备基于 C/S 模式的传统 GIS 的功能, 即能够实现空间数据的检索、查询、输入输出、编辑等, 又可以在互联网上进行发布、共享、交流协作[4]。农户通过互联网访问测土配方施肥专家系统, 利用网页地图来查询某地块土壤的养分信息, 并且能够获取施肥建议。这对于指导农业生产有着非常强的实用价值[5]。当前, 市场上虽然存在一些测土配方施肥专家系统, 但其专用程度不高, 通用模型对特定地区的针对性不强, 实用性不足。

### 1 测土配方施肥系统的功能简介

该系统主要实现的功能有地图基本操作、专题图分析、作物种植情况分析、历年数据分析、地图鹰眼、地图测算、空间查询、测土配方施肥 8 个部分(图 1)[6]。

(1) 地图基本操作。该模块主要用于对地图的放大显示与缩小显示、位置平移、高亮清除、操作指令的撤消与恢复。

(2) 专题图分析。该模块主要有以下功能: 土地状况、承包情况、耕地类型、耕地状况, 便于用户查询目标地块的土地基本信息。点击相应按钮, 可以查询农场内 5 个作业区土地的利用情况, 并且直观、准确地以柱状图和表格的形式表现数据。

(3) 作物种植情况分析。该模块主要用于有机作物种植分布情况和常规作物种植分布情况的统计。根据用户上传的数据, 统计农场内 5 个作业区所种植作物的比例, 并以饼图与表格的形式加以显示。另外, 农场内所有地块所种植的作物的名称也在地图上详细标注。

(4) 历年数据分析。该模块主要用于查询过去若干年农场内某个地块土壤元素含量以及该地块内某种作物的种植面积、单产量、总产量、销售价格、产量、综合成本、利润、总效益, 并分别以三维折线图、柱状图、饼图的形式显示。

(5) 地图量算。该模块主要用于测量地图上的某段距离或某封闭区域的面积。

(6) 地图鹰眼。该模块可以用于反映当前地图所显示的幅面在整个地区范围的位置情况, 同时可以通过鼠标操作鹰眼地图切换到指定的图幅[7]。

(7) 空间查询。该模块可对地图进行多种方式的选取, 如点选(单点选择)、框选(四边形选择)、圆选(正圆选择)、多边形选择(任意多边形选择), 同时可对地图内某一点或某一区域相关属性信息进行查询。

(8) 测土配方施肥。该模块主要用于对采样点的精准施肥配方信息的查询。利用点选查询地图上某个点, 即可查询该点 N、P、K 主要元素含量情况, 并且结合当前需要种植的作物, 录入上季该作物产量与本季目标产量, 即可生成该采样点各元素配方量与常用肥种的施用量, 指导施肥。

**基金项目** “十二五”国家科技支撑项目(2011BAD08B01)。

**作者简介** 赵林(1984-), 男, 黑龙江宾县人, 助教, 在读硕士, 从事 GIS 空间分析与管理方面的研究。\* 通讯作者, 教授, 从事 3S 技术的应用与研究。

**收稿日期** 2013-11-25

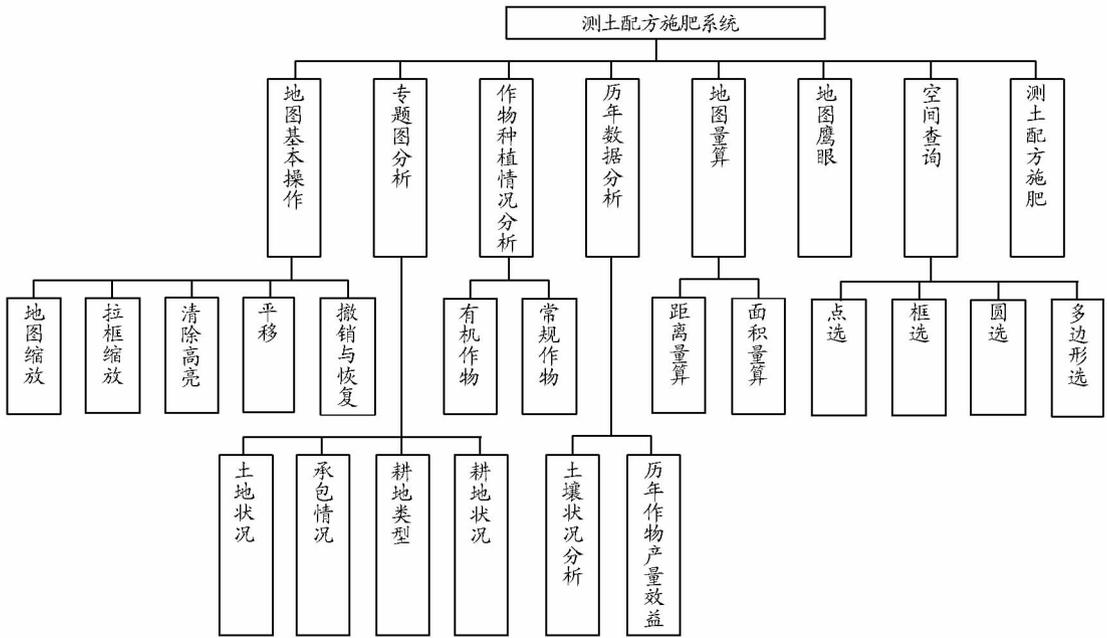


图1 系统的结构与功能

## 2 系统分析与实现

**2.1 系统开发的运行环境及技术路线** 该测土配方施肥系统选用北京超图公司研发的 SuperMap IS. NET 作为地图虚拟服务器<sup>[8]</sup>；利用 Microsoft Visual Studio2010 开发软件,用 C# 编程语言进行二次开发<sup>[9]</sup>,采用 SQL Server2005 数据库软件设计数据库结构;以 ASP. NET 作为系统集成开发语言,实现 WebGIS 数据库的合理、有效集成。系统运行环境由服务器、因特网和客户端组成。服务器操作系统为 Windows Server 2003,并且采用互联网信息服务 iisv5.1 当作 Web 服务器。远程客户端通过因特网与服务器连接,客户端计算机要求,使用以 IE 为内核的浏览器,版本要求 5.0 以上。其研究方法和技术路线如图 2 所示。

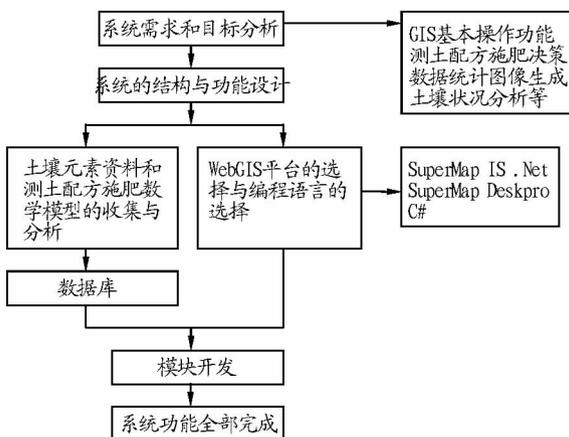


图2 研究方法和技术路线

### 2.2 系统开发主要步骤

**2.2.1 系统体系结构设计。**系统体系结构采用浏览器/服务器(Browse/Server, B/S)结构,配置成数据服务层、中间应用层和用户层3层结构<sup>[10-11]</sup>。

**2.2.2 建立属性数据库和空间数据库。**建立属性数据库采

用 Microsoft SQL Server 2005<sup>[12]</sup>。数据库中需要的信息包括:该农场全国第2次土壤普查的全部信息,农场划定的地块信息,过去15年土壤肥力实际信息,各分场过去5年作物覆盖面积,作物单、总产信息,多年来土壤中主要元素检测信息,土壤分类代号,农场上各分场代号。最终,将采集的信息和数据规范,一并写入数据库。

建立空间数据库,需要收集农场原始纸制地形图、第2次土壤普查专题图、土地利用分布图、各分场区划图、遥感卫星地图等基础地图。所有纸制图扫描栅格化处理,利用方正智绘软件作矢量化处理,并将其存储备用。然后,利用方正智绘地图软件,将扫描出的地图文件进行投影变换操作,进一步制作出采样点点阵图,结合土地利用现状图和遥感卫星图像,利用地统计学中相应的变异函数,通过像素的灰度值插值方法建立针对土壤养分位置区间分布文件。最终,用 SQL Server 2005 存储并管理上述已确认无误的空间数据库<sup>[13]</sup>。由于属性数据库与空间数据库存在相同名称的字段,利用这些相同名称的字段便可使得2个数据库完整地连接,从而达到同步、同时进行更新的目的。

**2.2.3 施肥模型的引用。**该系统施肥模型的建立主要基于“丰缺指标法”的基本理论。根据研究区域土壤的实际情况,建立适用于该农场土壤实际状况的配方施肥数学模型。其模型分为水田与旱田2个部分。例如,水田: $N < a$ ,需要纯氮量 =  $20 \times \sqrt{3a/5M} \times K_N \times (\text{该地块上季作物产量} \div \text{目标产量})$ 。式中, $a$ 为自定义的常量,将其加入到后台管理系统中,网站管理员可以根据当前实际情况对该参数进行设置; $M$ 为土壤内相关养分测定值。其中,部分常见的作物配肥系数以农场历年统计值作为参照。

根据常用化肥中 N、P、K 的元素含量,可以计算出每种化肥施用量,如磷酸二铵 = 纯磷  $\div$  46%; 尿素 = (纯氮量 - 磷

酸二铵 × 18%) ÷ 46%; 氯化钾 = 纯钾量 ÷ 60% 或硫酸钾 = 纯钾量 ÷ 50%。

2.2.4 系统的开发与实现。MVC 框架拥有下列优点,即松散的耦合性、高效地重复使用、较低的生存周期、维护方便、部署时间短、利于软件工程化管理<sup>[14]</sup>。由于“模板”处理是 MVC 的主要工作原理,而非其他框架那样大量地采用控件树的方法,即在 MVC 框架下无需创建大量且复杂的控件树。因此,服务器对数据处理上所花费的时间得到了缩减,反映到客户端的速度大大增加<sup>[15]</sup>。

AJAX 技术与传统网页刷新重载不同。单一的 AJAX 技术是用户通过浏览器操作,浏览器只将消息发送给 JavaScript,JavaScript 利用浏览器对象 XmlHttp 将用户请求发送给数据库,最后 JavaScript 解析数据库返回给浏览器对象的消息,从而改变网页面上对应的数据,但整个过程并没有刷新整个页面。页面既实现了重载,又没有中断正在交互的过程,实现了动态更新。AJAX 作为一个缓冲的角色出现在 Web 服务器和用户浏览器之间,这样的过程进行得顺畅,用户体验效果好,对服务器造成的压力也并不大<sup>[16]</sup>。

但是,根据该系统的需求,将 MVC 框架优势与 AJAX 技

术特点相结合,不是所有页面都利用 AJAX 技术。为了最大限度地满足不同类型、不同用途页面的使用需求,缩短页面的加载时间,在特定的页面使用 AJAX 技术,并且针对 MVC 框架也需要适当地改动。2 种页面运行机制的区别在于,利用 AJAX 的页面,AJAX 引擎对控制器发出请求后,AJAX 仍然监听,接收到监听后会在客户端页面上作出响应(图 3)<sup>[17]</sup>。

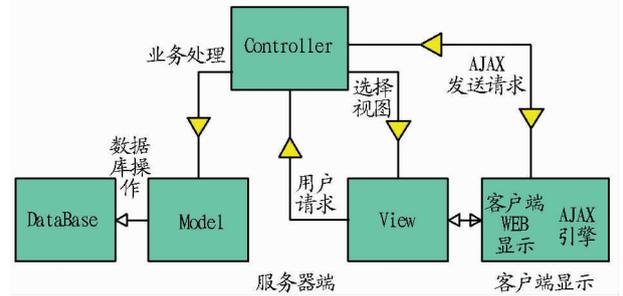


图 3 AJAX 技术介入的 MVC 设计模型

2.2.5 系统功能的实现。系统主界面如图 4 所示。如,对某特征地块进行土壤状况分析或历年作物产量效益的查询,功能实现过程如下:

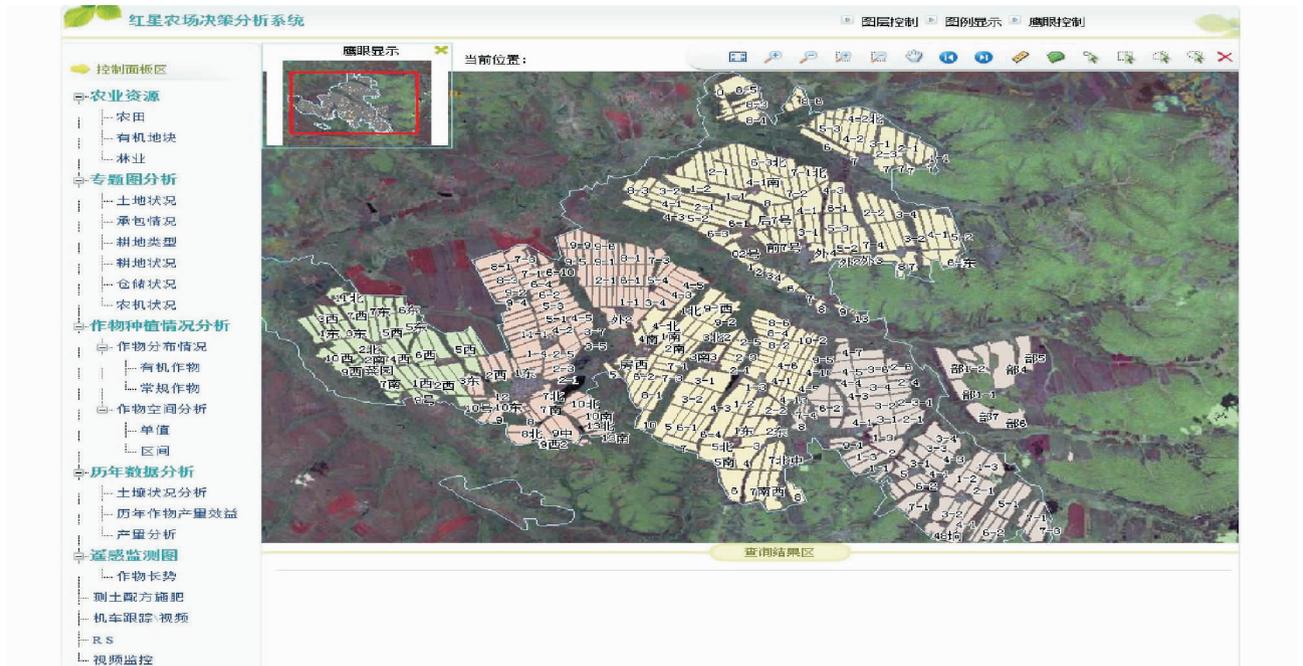


图 4 系统主界面

首先,在 MapControl 中设置要查询的有关参数,这里需要在事件 MapControl\_Querying() 中设置,代码如下:

```

{
// 设置返回的记录数
e.Params.ExpectCount = 10;
//高亮显示查询区域
e.Params.Highlight.HighlightQueryArea = true;
e.Params.Highlight.QueryAreaStyle = new Super-
Map.IS.Utility.Style();
}

```

```

e.Params.Highlight.QueryAreaStyle.PenColor =
ColorTranslator.ToOle(Color.Blue);
e.Params.Highlight.QueryAreaStyle.BrushColor =
ColorTranslator.ToOle(Color.Blue);
e.Params.Highlight.QueryAreaStyle.BrushBack-
Transparent = true;
e.Params.Highlight.QueryAreaStyle.BrushStyle =
2;
}

```

完成上面的查询后,将查询到的结果显示出来,通过 QueryCompleted 事件来实现,代码如下:

```

{
    ResultSet result = new ResultSet();
    result.CustomResponse = e.CustomResponse;
    result.Recordsets = e.Recordsets;
    result.TotalCount = e.TotalCount;
    result.MapResult = new MapImage();
    result.MapResult.ReturnMapParam = this.MapControll.GetCurrentMapParam();
}

```

```

DataSet dataSet = result.ToDataSet();
ds = dataSet;
if(dataSet != null)
{
    DtgResult.DataSource = ds;
    DtgResult.DataBind();
}
}

```

由上述代码便可以实现查询功能,并将结果(图 5)显示出来。

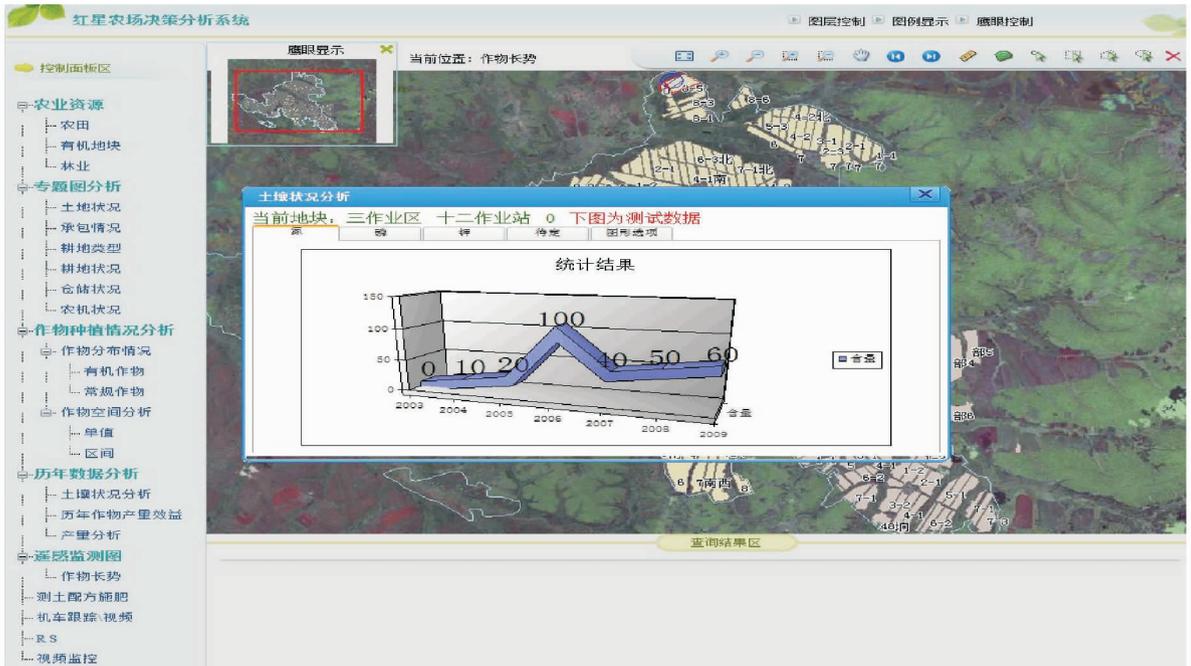


图 5 土壤状况分析

### 2.3 红星农场测土配方施肥系统特点

(1) 软件采用 B/S 结构,代码利用 MVC 框架并结合 AJAX 无刷新技术,将测土配方施肥以网站的形式得以实现,系统在 IE 浏览器上运行无需安装,功能完备,响应速度快。

(2) 系统界面友好,操作简单。页面上各功能模块分类明确,按钮直观、清晰,操作简单,用户易于掌握,易推广。

(3) 系统具有指导生产的实际意义。系统面向用户,用户可以方便地了解地块的属性,并且能得到科学、合理的配肥方案,实现肥料的有效利用。

### 3 结语

利用信息化技术对农业施肥进行指导,将是我国现代化农业的发展趋势。与地理信息系统相结合的智能农业技术在我国正日趋广泛地得到应用,并将推动我国农业科技的发展,是发展农业的重要工作<sup>[18]</sup>。该系统具有 WebGIS 的特点<sup>[19]</sup>,从而面向的用户更加广泛,削减成本,降低测土配方施肥成果运用的技术难度。基于 SuperMap IS. NET 开发平台,利用 MVC + AJAX 开发模式,以红星农场为研究区域,构建了红星农场测土配方施肥系统,为农场科学、有效地施肥提供了技术支持,增加产量的同时又控制了化肥的浪费,具有重要的理论意义和广阔的应用前景<sup>[20-21]</sup>。

### 参考文献

- [1] 李法云,付宝荣,沿德隆. 我国农业可持续发展面临的环境问题及对策[J]. 辽宁大学学报,1999,26(1):78-83.
- [2] 郭旭欣,王杰,栾国红,等. 黑龙江省测土配方施肥的现状与启示[J]. 吉林农业,2012(10):89.
- [3] 孟令奎,史文中,张鹏林. 网络地理信息系统原理与技术[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [4] 李建松. 地理信息系统原理[M]. 武汉:武汉大学出版社,2008.
- [5] 张明安,马友华,褚进华,等. WebGIS 技术在测土配方施肥中的应用[J]. 农业网络信息,2010(10):40-43.
- [6] 景昕蒂,王方雄. 大连市旅游电子地图的设计与开发[J]. 地理空间信息,2011,9(1):128-130
- [7] 侯春良,张义文. 基于 B/S 模式的 WebGIS 功能设计与实现[J]. 地理空间信息,2012,10(2):89-92
- [8] 北京超图地理信息技术有限公司. 理解 SuperMap IS. NET[Z]. 北京超图地理信息技术有限公司,2006:29-32
- [9] 杨宏鹏,王阿川,王妍玮. GIS 二次开发方法与实现[J]. 信息技术,2008(8):65-67.
- [10] 李战成,马胆栋,李保杰. 基于 WebGIS 的数字校园地理信息系统的设计与实现——以徐州师范大学为例[J]. 苏州科技学院学报:工程技术版,2006,19(4):86-90.
- [11] 刘华辉,李茂兰,谢刚生. 基于 MapObjects 的 C/S 管线信息系统的设计与实现[J]. 东华理工学院学报,2004,27(1):84-88.
- [12] 高春玲,张文学,白桂梅,等. 数据库原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [13] 杨雪峰. 空间数据库的构建[J]. 新疆师范大学学报:自然科学版,2002,21(3):61-68.
- [14] 百度百科. MVC 框架[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/54532454.htm>.
- [15] 李容. 基于 MVC 模式的 Web 应用研究[J]. 软件导刊,2010,9(1):19

-21.

- [16] PAULSON L D. Building rich web applications with Ajax[J]. Computer, 2005,38(10):14-17.
- [17] 张阳. 基于 AJAX 技术的 MVC 模式 WEB 应用[J]. 西南民族大学学报:自然科学版,2007,33(3):686-688.
- [18] 杜四清,何丕廉,杨朋润,等. 基于 WWW 的平衡施肥 WebGIS 专家系统的设计与实现[J]. 计算机工程与应用,2003(26):208-210.

- [19] GREEN D R. Cartography and the internet[J]. The Cartographic Journal, 1997,34(1):23-27.
- [20] 张明安,马友华,褚进华,等. WebGIS 技术在测土配方施肥中的应用[J]. 农业网络信息,2010(10):40-43.
- [21] 柳家友,索莉. WebGIS 的特点和发展趋势[J]. 科技信息,2009(25):20.

(上接第 13464 页)

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS18.0 软件对数据加以统计、分析,计量数据以“ $\bar{x} \pm s$ ”的形式进行表示,采用  $t$  检验;计数资料以百分比的形式进行表示,采用卡方检验; $P < 0.05$  表示组间存在统计学差异。

## 2 结果与分析

牛布鲁氏菌强毒株 16M 与疫苗株 M5 差异蛋白质谱鉴定结果,通过选择 23 种蛋白质点,酶切位点,胰蛋白酶消化,通过质谱(MALDI-TOF-MS 鉴定,其中 20 个蛋白点的肽质量指纹(PMF 图谱),在数据库中匹配的有意义的蛋白质,被称为糖外膜蛋白结合蛋白。这些包括布鲁氏菌膜蛋白 Omp25、侵袭蛋白 B、3-酮脂酰-(酰基载体蛋白)还原酶、DPS 蛋白、转醛醇酶、ABC 胞浆蛋白糖结合蛋白、胞浆蛋白、铁结合胞质蛋白、镍和细胞质蛋白前体、分子伴侣 DnaK、乙醛、支链  $\alpha$ -酮酸还原酶三硫酸脱氢酶、二氢硫辛酰胺脱氢酶、结合 GroEL 的外膜蛋白 Omp31、细胞质环流因子、甲醛脱氢酶蛋白质等。笔者测定的蛋白质点 6 和 8。图 1、2 中横坐标是肽的质荷比

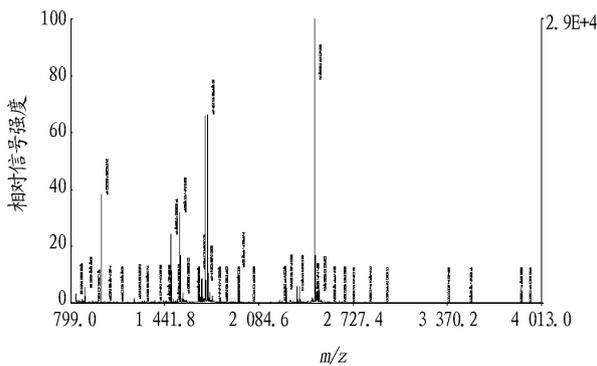


图 1 蛋白质点 6 的 PMF 图谱

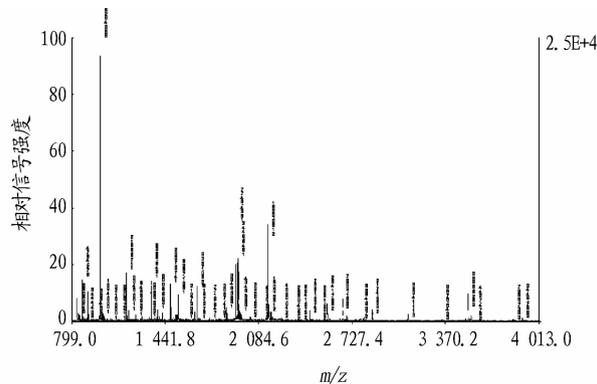


图 2 蛋白质点 20 的 PMF 图谱

( $m/z$ ),图中的单次电荷峰、肽段的质量与质量荷比值是否相等;纵坐标表示收集的肽的相对信号强度,峰越高,肽的含量越高,每个有效肽的顶部标示其相应的分子量。

## 3 讨论

在 20 世纪 70 年代后期,布鲁氏菌蛋白质组蛋白质鉴定技术得到广泛应用。通常使用 IDSDS 技术,但存在脉冲场凝胶电泳和免疫印迹布鲁氏菌蛋白,证明不同种布鲁氏菌有一个特定的蛋白质,不同菌种蛋白既有相似之处,又有差异<sup>[4]</sup>。不同类型的布鲁氏菌蛋白是探索利用 SDS 脉冲场凝胶电泳、银染法和免疫印迹方法检测相关蛋白质,包括流产布鲁氏菌、猪链球菌<sup>[5]</sup>。美国维托克·德尔维奇奥团队完整地测定了羊布鲁氏菌菌株 16M 蛋白质毒力,检测了布鲁氏菌菌株的毒性,发现这 2 种菌株在糖、脂代谢和蛋白质的合成中存在一定的差异。

低丰度蛋白质在细胞中可能有重要的监管职能,代表蛋白质组研究“烙铁头”,所以低丰度蛋白质的分离是一个挑战。目前,二维凝胶电泳技术的发展关键是如何提高二维凝胶电泳分离度、灵敏度和分辨率,精确地检测蛋白质表达。第 1 阶段是蛋白电泳,染色,具有灵敏度高和窄 pH 梯度的主要趋势是结合二维凝胶电泳分离和发展如新的荧光染色技术。这个测试是在第 1 阶段的毛细管电泳分离效果 pH 3 ~ 10 和 pH 4 ~ 7 胶条条件下进行的,发现 pH4 ~ 7 胶条能很好地分离布氏杆菌 16M 疫苗株 M5 细胞蛋白<sup>[6]</sup>。

研究表明,布鲁氏菌菌株的毒性和疫苗株 M5 的不同点(等电点不同的分子量和等电点相同的分子量之间存在差别),结果应用固相 pH 梯度双向凝胶电泳获得重复性较好的 D-2 凝胶图谱,其蛋白表达模式非常类似。这种现象可能是因为不同的蛋白质分子通过化学修饰,造成其他小分子迁移到不同等电点的位置。不同分子量的蛋白质也可能属于同一家族,但差异在分子量和等电点。通过质谱鉴定,获得 13 种在布鲁氏菌 16M 和疫苗株 M5 的高表达蛋白质。

## 参考文献

- [1] 段小宇. 布鲁氏菌分子标记疫苗株的构建及鉴别诊断方法的建立[D]. 长春:吉林大学,2007:83-88.
- [2] 农业部动物检疫所. 动物布鲁氏菌病及结核病高级专家研讨会报告汇编[G]. 2005:26-28.
- [3] 王玉飞,陈泽良,黄留玉. 布鲁氏菌胞内存活机制研究进展[J]. 微生物学通报,2007,34(6):1218-1221.
- [4] CELLI J, CHASTELLIER C, FRANCHINI D M, et al. Advances in brucellamelitensis research[J]. Exp Med, 2003, 198:545-556.
- [5] 尚德秋. 布鲁氏菌流行病学及分子生物学研究进展[J]. 中国地方病防治杂志,1997(1):22-28.
- [6] 杨海荣. 布鲁氏菌疫苗 S2、M5 个别功能基因序列分析及 AMOS 检测方法研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007:23-24.