

# 织女星灌区地理信息系统的设计与实现

齐同军, 方金云, 唐志敏

(中国科学院计算技术研究所, 北京 100080)

**摘要:** 织女星灌区地理信息系统是通用的灌区信息化管理平台, 基于通用性、可定制、可扩充的原则, 实现了织女星地理信息系统、灌区管理信息系统, 完成了监控采集系统、水源调度系统、防汛抗旱报警系统的无缝集成, 该平台在灌溉领域中得到了应用, 推动了灌区的信息化。

**关键词:** 灌区地理信息系统; 织女星地理信息系统; 管理信息系统

## Design and Implementation of Vega Irrigation GIS

QI Tongjun, FANG Jinyun, TANG Zhiming

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

**【Abstract】** As one general-purpose system platform orienting the information management of irrigation region, Vega Irrigation GIS is designed according to the principle of general purpose, customizability and scalability. VegaGIS integrates the following subsystem seamlessly: VegaGIS, MIS for the irrigation region, water level data measurement & collection module, water source scheduling, anti-waterlogging & anti-drought alarming module. VegaGIS has considerable successful application cases in irrigation field and improves the information management capability of corresponding irrigation region significantly.

**【Key words】** Irrigation GIS; Vega Irrigation GIS(VegaGIS); Management information system(MIS)

水利是国民经济的基础, 灌区是水利管理中一个重要的组成单元, 全国有 402 个大型灌区, 数万个中小型灌区, 这些灌区拥有众多的水利工程设施, 而这些设施分布在广袤的地域, 这些因素对灌区的信息化提出了很高的要求, 应该实现灌区信息的快速互联互通, 实现灌区各种信息资源的共享和及时更新。

灌区信息化建设就是综合运用远程自动监测技术、3S 技术、通信网络技术、数据库技术、数值预报技术、视频实时传输等先进的技术手段, 实现灌区信息的自动采集、传输、处理、存储和查询, 实现信息的一体化集成和管理, 最终建立全面的水资源管理信息系统, 提升灌区信息化管理水平, 实现灌区水资源的合理调度和最优分配。

### 1 系统设计原则

#### 1.1 通用性

本系统是为全国的灌区信息化设计的, 并不局限于某一个灌区, 同样的可执行程序, 拿到不同的灌区, 只需要导入该地区的空间数据和业务数据, 就可以运行, 不需要添加新的功能。

实现的系统包含灌区的业务实体有 60 多种, 基本能满足灌区的业务运行要求。

#### 1.2 功能可定制

每个灌区的业务需求不同, 有的多一些, 有的少一些, 对于那些需要较少功能的灌区, 可以通过更新数据库中的配置, 修改系统的菜单界面, 确定自己所需要的功能。

#### 1.3 可扩充性

特殊的灌区如果在实际运行中提出了新的需求, 可以直接在数据库中添加该业务实体的属性, 不需要对客户端的可执行程序作任何修改, 就可以直接运行。从而可以最大限度

地满足实际需要。

### 2 系统的体系结构

根据灌区运行的实际需求, 将空间数据和业务数据集中存储和管理, 并支持分布式计算, 因为不同权限的用户可以通过远程客户端登录来访问系统, 浏览、编辑空间或者业务属性数据, 所以系统采用 C/S 结构。系统体系结构如图 1 所示。

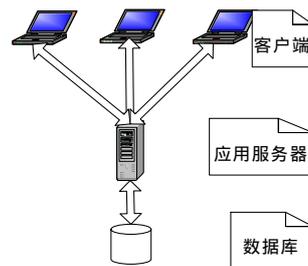


图 1 系统体系结构

在实际运行时, 系统可以灵活配置, 可以将应用服务器程序和数据库安装在同一台服务器上, 也可以分开部署在不同的机器上。现有的数据库支持 3 种数据库形式: Oracle, SQLServer, MySQL。其中 Oracle 和 MySQL 实现了跨平台,

**基金项目:** 国家新产品计划基金资助重点项目(2005ED173001); 中国科学院知识创新基金资助项目(20056200\_20036020) 国家“863”计划基金资助项目(2002AA114020)

**作者简介:** 齐同军(1974-), 男, 博士生、助研, 主研方向: 分布式计算, 并行处理, 空间数据库; 方金云, 副研究员、博士; 唐志敏, 研究员、博导

**收稿日期:** 2006-04-24 **E-mail:** qitj@ict.ac.cn

支持 Linux 和 Windows 2 种操作系统。在后台数据库端采用不同的数据库时,应用服务器程序不需作任何修改,因为应用服务器部分已经集成了虚拟的数据库访问接口,屏蔽掉了数据库的异构性。应用服务器端提供各种服务功能,客户端提供浏览和编辑界面,但只是向服务器端提交命令,应用服务器部分的服务程序执行命令,并把执行结果返回给客户端。

### 3 系统的主要功能

本系统是为灌区信息化建设服务而设计的一个系统,根据灌区业务的需要,实现了织女星地理信息系统、灌区管理信息系统、监控采集系统、水源调度系统、防汛抗旱报警系统的集成,基本实现灌区的信息化目标。系统模块如图 2 所示。

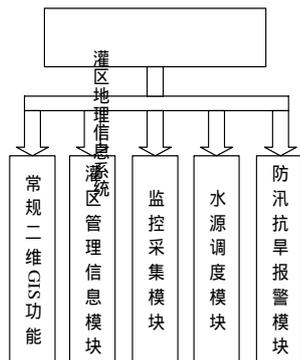


图 2 系统模块

#### 3.1 常规二维 GIS 功能

织女星灌区地理信息系统是基于中科院计算所自主研发的“织女星地理信息系统”这一 GIS 平台而研发的灌区信息系统,在 GIS 方面主要是继承该平台丰富的功能,包含:空间数据的导入导出,空间数据基于工程、图层的组织方式,空间要素的编辑,对空间视图的浏览,矢量图层和栅格图层的叠加显示,空间坐标系,空间计算,注记,符号等。

#### 3.2 灌区业务信息的管理信息子系统

灌区的管理信息子系统主要实现灌区的业务属性数据的管理,是织女星灌区地理信息系统的核心模块,主要包含如下模块:

(1)灌区概况,灌区概况是对灌区的整体面貌的反映,通过以图片、文本介绍、多媒体等多种形式全面反映灌区的各种情况。

(2)水利工程建筑物管理,工程建筑物是对灌区中的相关的水利工程建筑物的信息进行管理,分成 3 大类:水源工程,输水工程,排水工程。

(3)信息点的管理,信息点的管理实际上是对远程监测和远程控制所涉及到的信息点的配置和管理,包含:测控系统结构图、信息控制中心,信息分中心,监控站,控制计算机,监视仪,中继站,测量信息点,控制信息点等。

(4)用水户组织,用水户组织是对用水户协会和用水单元的管理。同时,每种类型都包含相应的组织结构图。

(5)水费收缴和水费查询,实现灌区用水单元的水费的征收和查询。

(6)组织管理,组织管理是对灌区的人员情况的管理。分成 3 个层次:组织管理单元,组织管理部门,组织管理人员。

(7)经营管理,经营管理是对灌区的经济和经营情况的管理。

(8)农业生产,农业生产是对灌区的农业生产的状况进行

管理。

(9)法律法规,法律法规是灌区中涉及的国家法律、法规,地方性法律法规、行业性法律法规。

(10)业务数据的导入导出,用户可以指定外部文件的字段和数据库中业务实体字段的对应关系,实现灌区业务数据的大批量一次性输入输出。

(11)GIS、MIS 数据的配准和双向查询,GIS 和 MIS 数据的配准是指在空间数据和业务数据之间建立对应关系,用户在对指定的图层的具体空间要素进行编辑时,可以添加、更改、删除配准信息。GIS 和 MIS 数据的双向查询指的是在地图上选择空间要素后可以查询得到该要素对应的业务属性信息,反之,选定某一条业务实体的记录也可以查询得到该实体的具体空间位置。

(12)多用户权限管理,多用户权限管理是赋予不同的用户不同的权力,用户可以使用与权限相对应的模块功能和数据等。

#### 3.3 监控采集系统

监控采集系统可以独立运行,也可以在灌区管理信息系统的基础上运行,实现灌区水利信息一体化的管理和监控,包含 3 个子系统:

(1)监测系统,监测系统通过使用前面设定好的水位信息点、流量采集点等信息点的信息,采集各种信息,实现对水位、工情、流量、雨量等信息的监测。

(2)闸门控制系统,闸门控制系统实现对指定闸门开度的控制。

(3)视频监视系统,通过视频监视系统,用户从实时的图像上可以看到闸门的当前实际形状,避免意外情况的发生。

#### 3.4 水源调度系统

水源调度系统是对灌区的水源的调度,以实现水资源的合理配置和优化调度,包含 2 个子模块:

(1)水库的水源调度,水库的水源调度是对水库的用水调度的管理,包含水库的当日进水量、当日的出水量、累计时间段内的进水总量和出水总量。

(2)用水户的水源分配,用水户的水源分配是根据灌区的配水计划和配水模型,根据当前用水户的种植面积、水源的分配权重、斗口的水源利用率、支口的水源利用率等因素计算某一段时间内分配给用水户的水量,并累计支渠、斗渠等用水单位的分配的用水量,最后以报表的形式汇总,也可以用图形显示结果。图形化的方式包含直方图、柱状图、饼状图。

#### 3.5 防汛抗旱报警系统

防汛抗旱系统是针对防汛抗旱中的实际需求而设计的,根据当前洪水水位设定渠道的显示方式,分别以不同颜色代表正常、警戒、危险等不同的等级,在不同的单元中,如果下级单元的危险程度已经超过本单元的危险程度,则本单元的危险程度要更新成下级单元的危险程度,同时改变实体的显示颜色。

### 4 系统实现的关键技术

#### 4.1 灌区业务实体表结构的元表

灌区的每个业务实体在后台数据库中实质上都有一个表结构来对应,表结构保存业务实体的属性信息,通常在程序实现时,都是直接操纵改变业务实体对应的表,这样的弊端是无法实现系统的通用性和可扩展性,为解决此问题,系统采用了业务实体的元表来管理灌区所有的业务实体的属性信

息, 提供了业务实体信息的注册机制, 当系统需要扩充灌区业务时, 只需要在表中添加更改业务实体对应的内容, 就可以直接运行, 不需要修改程序。

元表由 2 个表组成, 分别对应业务实体表结构的名字和字段的信息, 以 SQLServer 数据库环境下为例, 表结构如下:

#### (1) 业务实体表名字元表

```
CREATE TABLE META1(  
ENTITYNAME VARCHAR(30), //实体中文名字  
ENTITYCODE VARCHAR(4), //实体编码  
ENTITYTABLENAME VARCHAR(30), //实体表名字  
ENTITYTABLETITLE VARCHAR(30), //实体表标示符  
CURSEQ CARCHAR(10), //目前编码序号  
DELETEDSEQ CARCHAR(10), //删除的编码序号  
RELATEDTABLENAME CARCHAR(30),  
—实体直接关联表  
TABLEPRIMARYKEY CARCHAR(10), //表的主键  
TABLESECONDKEY CARCHAR(10), //表的副键  
PARAMETER CARCHAR(10) //数据字典的参数字段名字);
```

#### (2) 业务实体表结构字段元表

```
CREATE TABLE META2(  
ENGCOLNAME VARCHAR(30) NOT NULL,  
//字段英文名称  
CHNCOLNAME VARCHAR(30), //字段中文名字  
TABLENAME VARCHAR(30), //字段所属实体表名字  
COLLEN NUMERIC(4), //字段长度  
COLTYPE VARCHAR(2), //字段类型  
COLPOINTSIZ E VARCHAR(10), //字段小数点位数  
ISPRIMARYKEY VARCHAR(2), //是否主键  
UNIT VARCHAR(10) //字段的单位  
EXPLAIN VARCHAR(255) //字段的解释说明  
ENTITYTYPE VARCHAR(2), //字段业务类型  
ENTITYVALUE VARCHAR(255), //字段业务内容  
DICPRIMARYKEY VARCHAR(10),  
//关联数据字典主键的字段名字  
DICSECONDKEY VARCHAR(10),  
//关联数据字典副键的字段名字  
ENTITYOPERCODE VARCHAR(2) //业务实体操作类型);
```

### 4.2 灌区业务实体和空间信息关联的表结构

要实现灌区业务实体和与之相对应的空间信息的关联, 必须在数据库中存储它们的关联信息, 在后续的空间属性和业务属性的双向查询、关联关系的增删改中, 都操作这个表。

空间要素和灌区业务实体的关联表如下:

```
CREATE TABLE GISRELATEDMIS(  
PROJECTID VARCHAR(30), //空间要素所属的工程名字  
LAYERNAME VARCHAR(30), //空间要素所属的图层名字  
FEATUREID VARCHAR(30), //空间要素编码  
MISENTITYID VARCHAR(30), //灌区业务实体的编码  
MISENTITYNAME VARCHAR(30), //灌区业务实体的名字  
MISENTITYBLNTABLE VARCHAR(30) //灌区业务实体所属的  
//表名);
```

### 4.3 其他优化技术

系统运行中, 用户除了关注功能满足要求外, 还要求系统有较好的性能, 本文采用了一些优化技术, 在网络传输中, 为了提高传输效率, 系统提供二进制的传输方式, 将所有的数据都预先转化成二进制流。在查询方面, 针对灌区业务实体的内容介绍等数据量较大的信息, 在第 1 次查询时, 把对应的内容存放在本地的硬盘中, 可以减少用户 2 次查询的时间, 同时, 对应业务属性相应的字段建立索引, 针对空间数据, 本文集成了针对矢量数据的格网索引、四叉树索引和针对栅格影像数据的金字塔索引。

### 5 总结

织女星灌区地理信息系统是结合灌区的实际情况研发的具有完全自主知识产权的灌区地理信息系统平台, 已在甘肃洪水河和江西赣抚平原等灌区中得到应用, 较好地实现了灌区信息的上传下达和互联互通, 发挥了较好的经济效益和社会效益。

本系统在水资源调度系统方面还有待完善, 现在的水源调度系统是结合灌区的实际情况, 属于静态配水。在今后的工作中将进一步添加动态配水模型, 实现灌区水资源的合理调度和优化配置。此外, 本系统尚未集成水务办公自动化系统, 在下一个版本中, 将完善此方面功能。

#### 参考文献

- 1 方金云, 张汉松, 陈春仔. 数字灌区网格 GIS 的系统框架[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(12): 1689-1693.
- 2 中国灌溉排水发展中心. 全国大型灌区基础数据库建设指南[Z]. 清华大学水利水电工程系, 2003-01.
- 3 乌伦, 刘瑜, 张晶. 地理信息系统——原理、方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

(上接第 264 页)

### 5 结束语

本文详细阐述了一个基于 IQ Multiplex 的统计信息共享平台的设计与实现。该系统具有良好的存储、加载和查询能力, 良好的伸缩性, 以及向多数据源开放的特点。虽然为期货市场这一特定对象设计, 但其整体结构设计对其他领域信息共享平台的建设具有借鉴意义。

#### 参考文献

- 1 Maurice B, Michael C, Anne M. Abstracting Unification: A Key Step in the Design of Logic Program Analyses[J]. Computer Science Today, 1995, 1(1): 406-425.
- 2 Connolly T, Begg C, Strachan A. Database Systems——A Practical Approach to Design[M]. Addison-Wesley, 1995.
- 3 钱卫宁, 魏葵. 一个面向大规模数据库的数据挖掘系统[J]. 软件学报, 2002, 13(8): 1540-1545.