

# AM/FM/GIS 应用系统建设中若干问题的探讨

阎国年 张书亮 龚敏霞

(南京师范大学地理信息科学江苏省重点实验室, 南京 210097)

**摘要** 在进行多项 AM/FM/GIS 应用系统建设实践和对 AM/FM/GIS 的深入研究的基础上, 阐述了 AM/FM/GIS 的特点, 指出了当前 AM/FM/GIS 建设过程中存在的一系列问题, 并从 AM/FM/GIS 标准、平台建设、模型集成、知识与规则的应用、多层体系结构、分布式计算等几个方面对 AM/FM/GIS 进行了较为详细的探讨, 提出了解决相关问题的思路。

**关键词** AM/FM、AM/FM/GIS 知识库 规则库

中图法分类号: P208 TP392 T-36 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2001)09-0895-05

## Study on Some Questions in AM/FM/GIS Establishment

LU Guo-nian, ZHANG Shu-liang, GONG Min-xia

(Jiangsu Provincial Key Lab of Geographical Information Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract** On the basis of AM/FM/GIS study and some AM/FM/GIS projects practice, the authors expound the characteristics of AM/FM/GIS, points out a series of problems which bring out in AM/FM/GIS system establishment, make a detailed discussion on AM/FM/GIS as the following several points: standard of AM/FM/GIS, AM/FM/GIS platform, integration of GIS application models and AM/FM/GIS, knowledge and rules based AM/FM/GIS, multi-tiered architecture in AM/FM/GIS, distributed calculation model in AM/FM/GIS, and also give the interrelated settle schemes to above issues. On the standardization of AM/FM/GIS, the authors suggest the government and correlative departments should set down AM/FM/GIS industry technique standards and application criterion on AM/FM coding, platform architecture, system function, and system capability; On the platform of AM/FM/GIS, the author suggest that AM/FM/GIS basis platform and application platform should be strengthened at the same time; On the integration of AM/FM/GIS and models, the authors emphasize that modelbase method should be used to integrate AM/FM/GIS and application models; Due to a lot of rules and knowledge in AM/FM/GIS system, the authors point out that AM/FM/GIS system on the basis of the rule base and knowledge base has much more better expansibility and flexibility; Herein the advantage of multi-tiered architecture, the authors think that multi-tiered architecture should be adopted in AM/FM/GIS system in the future; Whereas the characteristics of distributed calculation model, the authors consider that the model can be used to solve application resource dispersibility and application cooperativity.

**Keywords** AM/FM, AM/FM/GIS, Knowledge base, Rule base

## 0 引言

AM/FM 是英文 Automatic Mapping/Facility Management 的缩写, 即设备设施管理, 也有人将其称作运行控制与设施管理的图形化技术<sup>[1]</sup>. AM/FM 是一种基于地理信息的设备和生产技术管理的计算机图文交互系统. 其中 AM 为自动制图(包括图形的制作、编辑、修改和管理), 这些图形可以是地

图、设计图或其他各种图形; FM 是设备管理(包括各种设备及其属性管理). 由于 GIS 具有图形与属性管理的特性, 从而目前大多数 AM/FM 系统是建立在 GIS 基础上的, 因此, 人们称这种建立在 GIS 基础上的 AM/FM 系统为 AM/FM/GIS 系统. AM/FM/GIS 系统综合了 GIS 和 AM/FM 的特点, 具有很强的图形编辑、管理和分析功能.

随着 GIS 技术的不断发展以及人们对 AM/

FM 技术认识的深入,AM/FM/GIS 的应用领域正在不断拓展,导致国内外众多 GIS 软件厂商纷纷推出自己的 AM/FM/GIS 平台,这包括国产的深圳雅都图形软件公司的 GROW,美国 Intergraph 公司的 Active FRAMME,ESRI 公司与它的合作伙伴 Miner and Miner 公司的 ArcFM (Arc Facility Manager)、西门子公司 SICAD-UT 系统.另外一些 GIS 应用软件开发商根据自己的特点,推出不少具有各自特色的 AM/FM/GIS 解决方案.

但在 AM/FM/GIS 平台推广以及 AM/FM/GIS 系统深入应用的过程中,也暴露出当前 AM/FM/GIS 系统的不少问题,主要表现在:编码标准问题、平台建设问题、模型集成、知识与规则的应用、多层体系机构、分布式计算等,这些问题都将直接影响到 AM/FM/GIS 系统的建设和系统的应用.

## 1 AM/FM/GIS 应用系统特征

AM/FM/GIS 有别于一般意义上的 GIS,它与 GIS 在技术及应用领域的定位方面存在一定的差异,后者主要以解决地学领域应用问题为研究目标,前者则是以为公共领域的设备、设施运行过程控制及设备管理提供自动化工具为直接应用目的. AM/FM/GIS 系统中,FM 技术对各种设备设施进行管理,包括建立设备设施模型;AM 技术则实现设备、管线物理图形到逻辑图形的自动双向映射,为用户提供相应的高级分析功能,帮助用户辅助决策.从这一点上来看,AM/FM/GIS 技术中,FM 是整个技术的基础,AM 是整个技术的核心.

AM/FM/GIS 的应用主要面向供电、供气、供水、通讯、有线电视等行业,在这些行业中的设备设施之间通过管线等发生物理或逻辑上的联系,由各个不同的设备元器件组成一个有机的整体.而这个整体系统有两个最突出的特点:一是系统中设备设施都有较为明显的空间概念.系统是以图形方式对生产活动进行直观描述,为操作人员提供一种对生产活动的实时控制、记录及分析手段.系统对地理图形数据具有一定的要求,一般情况下系统中地理图形数据作为一种背景辅助数据,在没有地理图形数据时,系统应用功能仍能照常运行,但是在设备报修、用户报装、线路选线等不少的应用方面则是必须要有地理数据库的支持.二是系统中设备设施等地理对象的运行参数(实时数据等)经常发生变化,同时由于整个系统的设备的相关性决定了某个或几个

设备对象的变化(操作变化、添加新设备等)会对整个系统的结构产生较大的影响,即整个系统中图形对象的拓扑结构也经常发生变化.

一般说来 AM/FM/GIS 应用系统具有这样一些特征:

(1) AM/FM/GIS 系统的主要功能是对城市的公用事业产业 PUI(Public Utility Industries)设备设施的网络管理和控制,侧重于对线状设备设施拓扑描述.

(2) 地理图形数据不仅是系统中一种“恰当的、直观的”背景辅助数据,而且是应用系统不可缺少的数据.对应用系统的某些功能在没有地理图形数据时,在主体图形数据的支持下,可以正常运行,但是有些功能是在没有地理数据的支持下绝对不能运行的.

(3) AM/FM/GIS 系统应用往往是在不同的部门中同时进行维护和共享,因此数据频繁进行非线性动态更新.系统需要根据 PUI 的专业应用规则,保证数据更新在整个系统中的一致性,因此,AM/FM/GIS 应用对“协同工作环境”有较高的要求.

(4) 城市 PUI 部门使用 AM/FM/GIS 技术的基本目的是提高决策及运行操作的响应速度.数据更新的实时性、操作响应的实时性是 AM/FM/GIS 应用软件必须保证的基本技术要求.

(5) AM/FM/GIS 系统应用对象千差万别,因此 AM/FM/GIS 平台必须具有良好的适用性和开放性.

## 2 AM/FM/GIS 建设存在的几个问题的探讨

随着 GIS 技术和计算机技术的发展以及 AM/FM/GIS 应用的深入,现有 AM/FM/GIS 建设也面临着—系列问题,这些问题如果不能得到很好地解决,就会反过来制约 AM/FM/GIS 应用系统的发展.

### 2.1 标准问题

标准是 AM/FM/GIS 建设过程中最关键的一个问题.因为只有一个统一的技术、编码标准,一个统一的应用规范才有可能推动 AM/FM/GIS 系统的产业化建设,避免重复性投资.然而,目前 AM/FM/GIS 在建设过程中越来越暴露出“应用超前,标准滞后”的矛盾,特别是在国内,这一矛盾更加明显,严重影响了 AM/FM/GIS 的进一步发展.造成这一矛盾的主要原因主要表现在以下 3 个方面:首先,当前市场上 AM/FM/GIS 平台众多,各个平台采用的技术都不

尽相同,平台对解决的问题也各有偏重,如 Intergraph 公司的 Active FRAMME 平台和 ESRI 公司的 ArcFM 平台在许多方面都不同,因此构建在其上的 AM/FM/GIS 应用和技术、性能特征等各方面就存在较大差异。其次,尽管一部分 AM/FM/GIS 开发商没有将其产品构建在特定的 AM/FM/GIS 平台上,但是这些开发商一般选用一些通用的 GIS 软件作为自己的开发平台或者自己从底层实现,因此构建在其上的 AM/FM/GIS 应用系统也千差万别,系统缺乏开放性、扩展性。目前,国际上还没有 GIS 技术工业标准,而 AM/FM/GIS 技术发展也刚刚开始进入实用化阶段,加之它具有极强的“本地化特征”,没有能形成相应的国际工业标准。当然我们也没有成型的、完善的行业 AM/FM/GIS 标准,这也是造成目前“应用超前,标准滞后”的一个主要原因。

鉴于标准在 AM/FM/GIS 建设过程中的重要性,需要国家和有关部门高度重视,尽快制定行业 AM/FM/GIS 建设的技术标准、应用规范。这些标准和规范一般要包含以下几个方面的内容:

(1)设备、设施、管线的编码标准和图形符号;GIS 数据格式;网络拓扑描述等。

(2)AM/FM/GIS 平台基本功能、软件体系结构、运行方式。

(3)AM/FM/GIS 基本功能、高级分析。

(4)AM/FM/GIS 性能评价标准。

## 2.2 AM/FM/GIS 平台建设

AM/FM/GIS 平台建设思想主要有两个方面的含义:

一是使用和建设 AM/FM/GIS 基础平台。AM/FM/GIS 系统应用对象千差万别,这些对象一般都具有复杂的数据模型,且对象与对象之间又构成了一个动态变化的网络。AM/FM/GIS 系统有一个最大的特点就是当网络中某个节点的数据模型变化时会影响周围节点,甚至改变整个网络的拓扑结构。AM/FM/GIS 系统的这种应用特点使得构建应用的基础平台必须具备足够的灵活性和可扩展性,以适合这种随时可能变化的动态网络。然而目前相当多的 AM/FM/GIS 应用都构建在通用的 GIS 平台上,如 ArcInfo、Geomedia、MapInfo 等。这些通用型的 GIS 平台一般以地学模型为基础,以解决地学领域的诸多问题为目标。在 AM/FM/GIS 应用中,它们缺乏灵活的适合 AM/FM 应用的管网、设备、设施模型,所表达的网络拓扑也不能很好模拟真实

的物理网络;其次构建在其上的应用也只用到了平台的部分功能,造成了不必要的浪费,因此研究基于 AM/FM/GIS 应用的基础平台,并将 AM/FM 应用构建其上,就显得非常有必要。目前,国内外众多 GIS 厂商都推出了其 AM/FM 平台,但由于国外 AM/FM 平台所解决的管网模型和应用不同于我国,所以大力促进国产 AM/FM/GIS 平台建设和研究,推动我国 AM/FM/GIS 基础平台应用就显得更有必要。在这一方面,南京子午的 AM/FM/GIS 平台、深圳雅都 GROW 平台具有其先进性和实用性。

二是 AM/FM/GIS 应用系统的建设应具备平台建设思想。随着 AM/FM/GIS 应用的深入和广泛,越来越表明 AM/FM/GIS 应用系统是那些以 AM/FM 管理为主的企业中其他应用系统的支撑系统。AM/FM/GIS 应用系统为应用和管理部门提供了完备的管理和辅助决策能力,使企业传统的工作方式发生了彻底的改变,AM/FM/GIS 技术和功能逐渐渗透到各个其他应用系统中,帮助其他应用系统进行新模式下的信息管理,从而使整个企业信息建设融为一体。目前许多企业在其 AM/FM/GIS 应用系统建设之初都提出了“建设 AM/FM/GIS 应用平台”的战略思想,这是 AM/FM/GIS 建设可喜的进步,相反那些不考虑和其他系统连接,缺乏整体 AM/FM/GIS 数据规划,“孤岛型”的 AM/FM/GIS 应用系统或建设方案终将在企业信息化建设的大潮中被淘汰出局。

## 2.3 模型集成问题

专业型应用分析模型与 GIS 集成一直以来都是 GIS 研究的一个重要方面,在现有以解决地学领域问题为目标的系统中,GIS 与模型集成方式、模型在 GIS 中的性能已经成为考察一个系统优劣的指标。由于在 AM/FM/GIS 系统中各专业应用分析模型也占据非常重要的地位,因此,考虑 GIS 如何和各种 AM/FM/GIS 专业领域的应用模型接口,各种专业应用模型在 GIS 中怎样合理组织管理是十分必要的。

设备、设施、管线的管理是 AM/FM/GIS 系统基本的功能,而在此基础上的一些应用分析、高级分析功能则是用户最迫切要求的,因为它能为用户提供有效的辅助决策、规划管理。像电网 AM/FM/GIS 应用中的停电分析、潮流分析等,煤气、自来水管网中的爆管、漏水漏气分析、故障隔离等都是 AM/FM/GIS 应用系统中的高级辅助决策工具。这



些高级应用往往和一些专业分析模型紧密联系,或借助模型思想,或将应用构建在模型之上.因此可以说专业管网地理数据和相关专业模型是 AM/FM/GIS 应用的灵魂和基础.目前,有相当多的应用很少兼顾 AM/FM/GIS 与模型的集成问题,集成方式主要以源代码方式、函数库、可执行程序方式为主,这些集成方式在灵活性、集成度、系统效率、可扩展性等方面存在较多缺陷,它严重阻碍 AM/FM/GIS 进一步发展,降低了整个应用系统的开放性.

模型库与 GIS 的集成方式,是迄今为止较理想的模型集成方式.模型库系统具有完整的模型管理功能,能够提供原子模型,又能动态组合复合模型,灵活性很大.另外,它同时支持模型的动态调用和静态链接,使系统具有良好的可扩展性,内存的动态分配,使得系统效率也很高.将模型库引入到 AM/FM/GIS 建设中来,利用模型库管理系统对模型组织管理,使用模型库与 AM/FM/GIS 集成将会改变目前 AM/FM/GIS 与模型集成所带来的众多弊端.

#### 2.4 基于“知识与规则”的 AM/FM/GIS 建设

AM/FM/GIS 所面对的管网、设备设施一个最明显的特点就是:管网、设备设施等对象之间具备一定联系,它们或者是一种层次关系或者是包容关系,它们之间的连接具有一定的规则,而且这个规则会随着对象模型的改变而改变,甚至规则的变化有可能引起部分或整个系统的运行方式、处理模式的改变.可以说一个好的 AM/FM/GIS 必须构建在正确、严密的规则之上.这些规则主要包括:(1)强制的拓扑联结:需要关联要素在拓扑上真正地连接,而不是仅仅在图形上假似连接.(2)引用一致性:包括 GIS 数据和相关关系型数据及关系数据之间.如在电网中一个变压器组删除时,与此相关的变压单元也应删除.(3)属性合法性:包括属性本身和属性间的组合.ESRI 公司已在其产品 ArcFM 中引入规则的概念推出规则库引擎(RBE),利用它可以容易地定制系统的数据结构.

此外,可以把 AM/FM/GIS 中所表达的管线、设备、设施等实体模型及对实体所能适于的操作看作各个不同的知识,将这些知识存放于知识库系统中.这样做的好处是能很好适应管网设备模型的动态变化,便于集中处理.其次它将实体模型和业务逻辑与规则区别开来,当数据模型发生较大变化时不至于大量修改企业业务逻辑,从而使系统具备了更好的可扩展性和开放性.

基于“知识与规则”的特性是 AM/FM/GIS 区别通用 GIS 的主要方面之一<sup>[2]</sup>.将“知识与规则”的概念和技术引入到 AM/FM/GIS 建设中,将会使系统的可维护性、健壮性得到极大地提高.另外传统的 AM/FM/GIS 系统中,由于技术上的局限性,使得 AM/FM/GIS 独立于企业其他能共享数据(又称企业 IT 数据),AM/FM/GIS 通过中间件连接企业 IT 数据,不仅系统效率较低而且也使数据的共享成为障碍.在基于“知识与规则”的 AM/FM/GIS 中将数据和规则转移到开放的空间数据库中,消除专有的 AM/FM/GIS 应用系统,使其和企业数据真正连为一体.大型商用数据库对复杂对象的支持和处理使得地理实体能真正存储在数据库中,通过空间数据库引擎能实现对地理对象的一般操作.

#### 2.5 多层体系结构

AM/FM/GIS 所面对的是一个纷繁多变的管线、设备、设施,它们的管理具有其特殊性,其操作也必须具备一定的规则,这就使得 AM/FM/GIS 系统中一个简单的功能变得极为复杂,例如电网中删除一个设备,必须考虑删除设备所带来的后果,如果它上面有关键的线路通过,则要先删除线路,当删除线路时,线路是否还会影响其他设备,这些都将作为考虑的因素.如果能删除,则除了删除该设备地理数据之外,还必须删除它和其他设备、线路相应的逻辑连接关系,另外还有相关的设备属性信息等.由此看来 AM/FM/GIS 应用功能具有非常鲜明的企业业务逻辑,而且这些业务逻辑之间又具备一定的联系.

将 AM/FM/GIS 构建在多层体系结构上,将改变目前大多数基于 C/S 模式构建的 AM/FM/GIS 应用所带来的诸多弊端.在 AM/FM/GIS 多层结构中,应用的各层可以并行开发,各层也可以选择各自最适合的开发语言,有利于变更和维护应用技术规范.按层分割功能使各个程序的处理逻辑变得十分简单.将 AM/FM/GIS 构建在多层上,将使 AM/FM/GIS 呈现以下几个方面的优点:

(1)企业业务逻辑集中放置在服务器上由所有用户共享,使得系统的维护和更新变得简单.当业务逻辑发生变化时,只需要更新服务器上相应的应用逻辑组件,之后所有的客户就可以使用新的业务处理逻辑.避免了客户端应用程序版本控制和更新的困难.

(2)在 AM/FM/GIS 业务逻辑层,开发人员可以利用一些常用的开发工具开发可重用二进制组件,而不是编写存储过程.而且这些组件可以镜像到

多台机器上同时运行,从而分担多用户的负载,并且这些组件对于相同类型的应用系统开发可以重复利用,提高系统开发效率。

(3)应用程序组件可以共享与数据库的连接,从而降低了数据库服务器的负担,提高了性能,增强了系统的动态可伸缩性。

(4)安全管理可以基于组件来授权而不是授权给用户,客户不能再直接访问数据库,提高了系统安全性。

(5)将 AM/FM/GIS 应用功能划分为不同的企业逻辑的要求,迫使系统分析人员详细规划整个系统,并将系统分成不同的模块和组件分别进行开发和测试,从而提高了 AM/FM/GIS 系统建设速度,另外也有效保证组件集成起来的应用系统的可靠性。

## 2.6 分布式计算

AM/FM/GIS 应用系统一个明显的特点是:数据分布、应用分布。使用 AM/FM/GIS 系统的部门一般都具有较为明显的地域分布特征,业务部门分布在不同的地点,造成了数据的分散存放。另外企业相当多的工作需要不同部门之间的分工协作,这也造成了地理信息的应用分布,即网络中的某个应用由不同部门的不同功能共同来完成。基于此客户机/服务器的计算模式已不能完全适应这一形势,因此在 AM/FM/GIS 建设中寻求新的分布式计算模式就显得非常有必要。

分布式计算将在以下几个方面改变现有 AM/FM/GIS<sup>[3]</sup>。

(1)透明性:主要指单系统映像。就是让用户将一些机器集合的协同工作看作是在一台机器上完成的。其主要包括:位置透明、迁移透明、并发透明、存取透明、失败透明、持久性透明、重定位透明、提交透明。

(2)灵活性:可以根据不同的情况,用最有效的方式将工作负荷分配到可用的机器上,最大限度地合理利用资源。

(3)可靠性:系统可以屏蔽错误。通过把工作负载分散到众多的机器上,使单个芯片的故障最多只会使一台机器停机,而其他机器不会受任何影响。

(4)可伸缩性:系统可在需求增长的时候,通过增加资源,对系统能力进行灵活地扩充。

目前,主流的分布式计算技术主要有 CORBA、JAVA、DCOM 等,利用这些分布式计算技术构建 AM/FM/GIS 应用系统中的分布式计算功能,利用它实现企业数据的无缝集成,最终实现整个系统应

用的紧密、有机整合。

## 3 结 语

AM/FM/GIS 应用系统的建设过程是一个极其复杂的过程,它涉及技术因素,人为因素等。因此对这种快速发展与应用的地理信息系统,需要进行深入的研究,揭示其建设过程中存在问题,并找到解决问题的方法,探讨其解决方案,从而使 AM/FM/GIS 建设良性发展。当然,随着 AM/FM/GIS 应用的进一步深入和普遍,随着 GIS 技术和计算机技术的发展,AM/FM/GIS 建设过程中可能还会出现其他的问题,及时发现问题,并加以研究解决,才可以使 AM/FM/GIS 应用系统在国民经济建设中发挥更大的作用。

## 参 考 文 献

- 1 李毅,吕珂. AM/FM/GIS 应用中若干基本问题的讨论[EB/OL],<http://www.adamgraphics.com.cn/tyxw/>,1998.
- 2 深圳雅都公司. GROW 平台介绍[EB/OL],<http://www.adamgraphics.com.cn/>,1998.
- 3 张书亮,阎国年,龚敏霞. 基于“知识与规则”的 AM/FM/GIS 研究[J]. 中国图象图形学报,2001,6B(5):72~76.

阎国年 1961 年生,教授,博士生导师,1990 年获中国科学院地理所资源与环境信息系统国家重点实验室博士。主要从事 GIS 及虚拟现实技术研究,出版专著和地图集 6 部,发表论文 40 多篇。

张书亮 1975 年生,南京师范大学地理信息科学江苏省重点实验室博士生。主要研究方向为地理信息系统应用、Internet GIS 等。

龚敏霞 1976 年生,南京师范大学地理信息科学江苏省重点实验室硕士生。主要研究方向为地理信息系统应用、AM/FM/GIS 数据结构、分布式计算等。