ArcGIS ——构建电信企业 GIS 应用优秀解决方案



帮助您更快更出色地拓展业务

是 ESRI 公司一贯的追求

ESRI 中国（北京）有限公司
ESRI China (Beijing) Limited

2003 年 10 月

目录

第一章、GIS 在电信行业的应用 1
第三章 ArcGIS 技术特点 9
一、 支持平台 9
二、 支持的数据库 9
三、 体系结构 10
四、 长事务处理和版本管理 10
五、 分析功能 11
六、 扩展模块 11
七、 制图和图形编辑功能 11
八、 数据模型 11
九、 开发工具 12
十、 融合 IT 主流技术 12
十一、 Internet Web 技术 12
第四章 ArcGIS 产品强大的市场竞争力 13
一、 产品历史 13
二、 世界销量排名 13
三、 权威机构使用情况 14
四、 GIS 地形图标准化 14
五、 国内外电信行业用户 14
第五章 系统配置建议 17
一、 系统需求 17
二、 系统功能描述 20
第六章、电信行业应用案例 27
甘肃电信 GIS 本地网管线资源管理与决策支持系统的研发及应用 27
地理信息系统在移动通信网网络优化中的应用 58
GIS 技术在 VHF 移动通信频率覆盖评估系统中的应用 62
北京电信采用 ArcInfo 系列产品建立电信资源管理信息系统 70
国家广电总局选用 ArcGIS 系列软件建设“国家广播电视光缆传输干线网管理信息系统” 70
国外应用 71
附件：相关技术 76
一、 ArcFM 整体解决方案 76
二、 Telcordia™ Network Engineer 78
三、 ArcGIS Schematic——ArcGIS 逻辑示意图生成扩展模块 81

第一章、GIS 在电信行业的应用

近十几年来我国电信事业迅猛发展，在电信应用领域、资源管理、设备管理、线路管理、线路维护等方面的数据量不断庞大，绝大多数电信公司在发展业务的时候，都会遇到一些与空间定位有关的问题。诸如：注册用户和当前设施的位置以及今后的流向等等，而目前这些数据还主要靠人工掌握，效率比较低，综合管理困难，这些状况使得电信管线资源管理存在大量弊端，例如:在通信建设方面，由于不能及时获得管线资源的信息，使管线建设缺乏较为详细的建设方案、缺乏建设的前瞻性；通信维护方面，由于新旧图纸资料缺乏前后一致性。且对人的依赖性较大，给管理工作造成被动;此外在涉及到地域分布，人口密度与机线覆盖相关的数据指标时，没有一个系统、全面、科学的技术手段进行业务分析和业务预测。



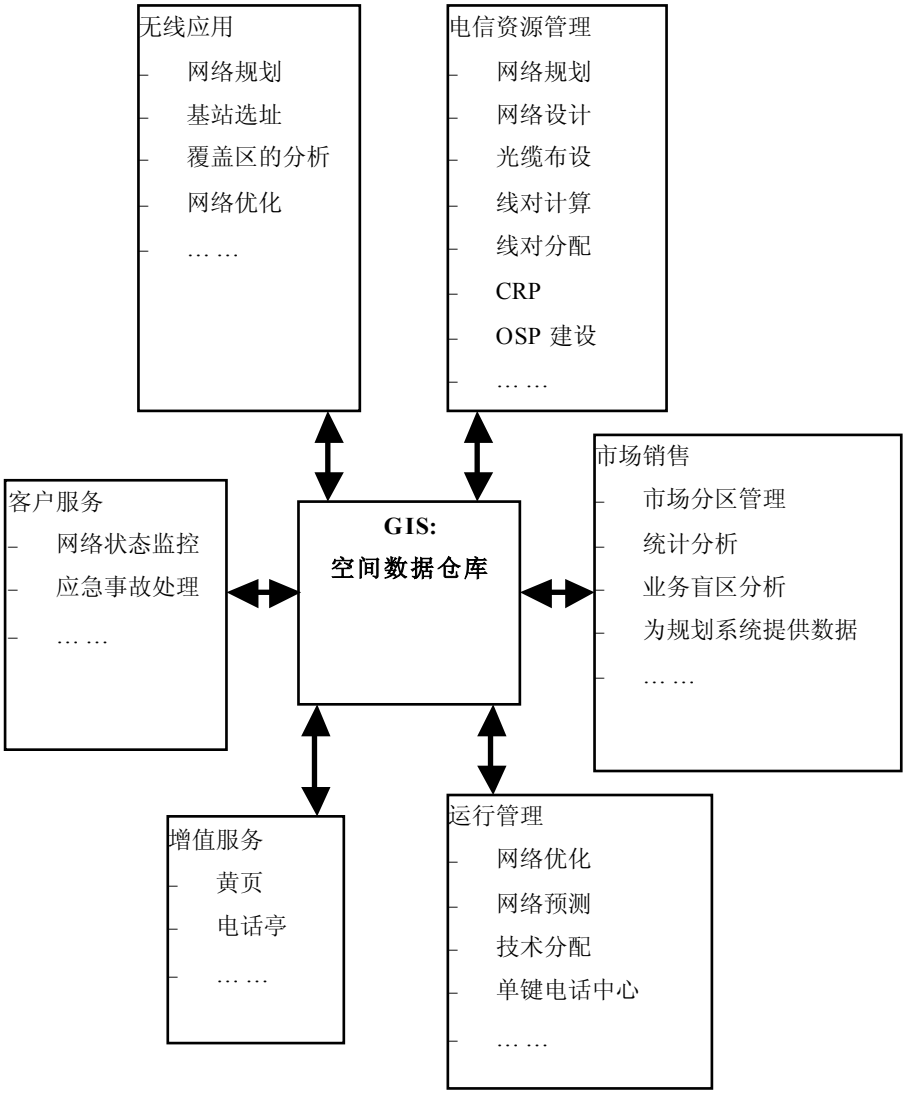
在这个高速变化的市场中，正确地获取、管理和分析空间数据，将会大大提升企业的竞争力。随着网络技术的普及，现在的信息系统应该是提供企业一体化的解决方案，达到资源共享、信息同步，以扩大企业形象、改善企业服务，更好地参与市场竞争。

地理信息系统（Geography Information System，简称 GIS）为电信业者提供了将地图和其他数据综合分析的能力。通过对基于空间位置的数据进行分析，为电信网络的规划和施工、移动信号的覆盖区域分析、管理当前用户信息，甚至于发现新用户提供最佳的方案。通过地图方式展示数据将比传统的列表方式更直观、并能更迅速地做出决策。

- **GIS software from ESRI**

ESRI 公司的 GIS 软件可以为电信应用提供一组可扩展的解决方案。作为业界的领导者，ESRI 公司在研发方面的投入远远大于其它 GIS 厂家。其稳定可靠与可扩充的应用方案将保证电信用户从其对软件、应用和数据的投资中获得最大的回报。

应用 GIS 技术可以建立:



1、 电信资源管理：

如今，电信公司将其内部和外部的设备设施作为其有线信息技术环境实施和运行的一个重要的组成部分。这就是为什么许多电信公司正在利用 ESRI 公司独特的、工业标准的 GIS 平台建立革命性意义的工程和故障管理解决方案。此方案将对网络中设备的物理空间位置进行综合管理，网络设备的空间和属性信息都将同时存放在一个工业标准的数据库中。综合的设备和客户信息都将智能地对客户支持、行销支持



和决策提供服务，而且还可以被用于一些诸如“底层”（Downstream）应用。

- 网络规划：
- 网络施工：
- 设施维护：
- 施工管理：
- ……

2、行销和客户服务：



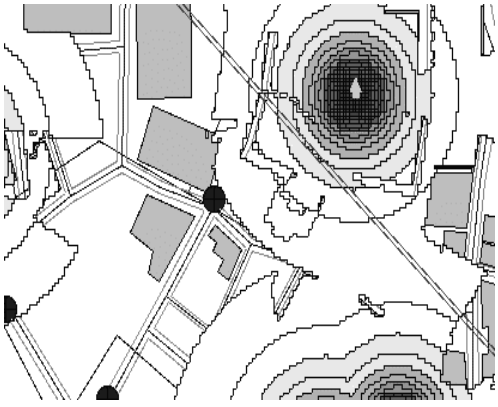
客户信息系统

电信企业可以通过 GIS 技术整和最新的覆盖区域、人口统计、故障单、历史呼叫和收支数据，可以建立一个成功的行销和客户服务体系。

一个成功的行销模式要求企业必须准确地了解用户的位置、高利润区以及明确未来的增长区域。应用 GIS 技术将使电信企业对这些成竹在胸。GIS 技术还可以大幅度提高电信公司的客户服务质量。它使呼叫中心可以动态地查询网络运行情况。问题用户的情况也可以在数秒钟内得到解决。客户服务代表通过客户信息数据进行故障单和派工单的制定，同时向决策部门提供信息。

3、增值服务：

在目前这个竞争激烈的市场中，为用户提供增值服务是提升服务水平和留住现有用户的最好的手段。



无线定位服务（Wireless Location Services，WLSs）应用GIS技术来确定移动用户的呼叫位置。在 WLS 应用中，GIS 可以提供应急响应服务、路线分析服务、并且可以根据特殊需求提供敏感区域列表。其它诸如：公用电话亭分布分析、在互联网上发布电信黄叶，提供门对门的向导指示等等都可以应用 GIS 技术得以完成。

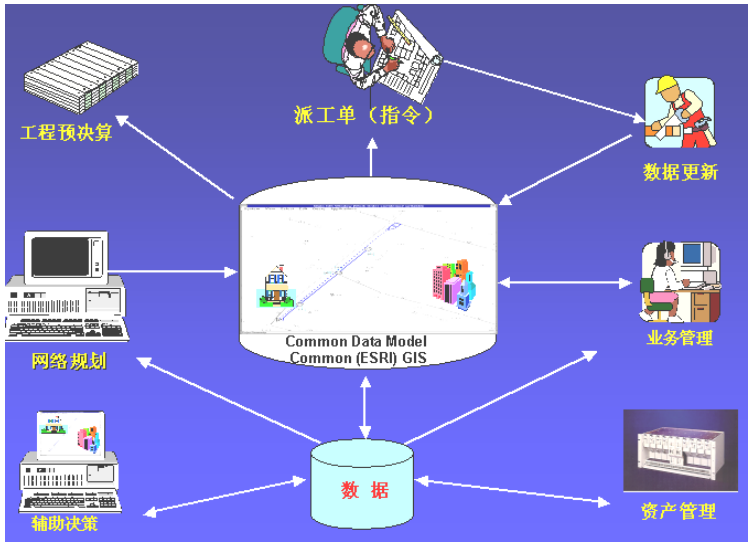
4、无线应用：

以更经济的方式设计、建设和维护网络，但又可以提供最理想的服务，也许是大多数无线通信企业的理想状态。GIS 技术正是提供了使上述看似矛盾的需求得以完成的工具。应用 GIS，无线通讯公司能够将信号区域覆盖、故障单、客户需求、利润以及间隙（GAP）分析等数据进行综合分析，使得设计、开发和建模工作变得更便捷。应用 GIS 还可以将规划中的天线位置、信号强度预测、覆盖区域统计等数据方便地输入、输出以及可视化，并可以以工业标准的数据库形式对这些数据进行存储和发布。

域显示

展望未来：

GIS技术在电信领域中有着广阔的应用前景。目前，它仅仅被用来进行如：规划、故障跟踪和工程设计等等典型AM/FM（自动制图/设施管理）应用。然而，其他诸如：需求预测、系统设计和战略市场分析等应用也将在近期内展开。



第二章 ArcGIS 在电信行业的应用优势

电信作为国家的支柱产业，在近几年来得到了迅猛蓬勃的发展。高科技信息技术的注入为电信提供了发展的基础和保障，它渗入到电信系统的各个部门、各个环节，包括运维部门、人事管理部门、市场部门、规划部门等，为电信企业的正常运行和高效管理服务。维护

在电信业务飞速发展的同时，各个部门对信息技术的需求也在迅速膨胀，由于受当时 IT 技术的限制，构建系统时没有采取统筹规划、统一设计的原则，造成了运营、维护、人事、财务等各个部门的重复投资、重复建设。一方面是资金、设备以及人员的浪费；另一方面造成各个部门之间数据的重复建设不仅造成数据无法共享，还容易造成数据的二义性和不准确性。

IT 技术经过这些年的发展，对于现代 IT 文明的各个组成部分，如：网络、计算机、操作系统、数据库、人机交互、软件工程以及程序设计语言和方法等，都有着巨大进步和发展，信息系统也已经逐步由以前的部门级信息系统的应用发展成企业级的信息系统，并随着 Internet 的日益普及和大众化，更向着社会级信息系统发展，即信息系统需要为全局、全社会服务，而不是单一的为某一个部门服务，以达到资源共享，从而减少重复投资，提高数据的可用性以及系统的可靠性。

GIS 技术作为信息系统的重要组成部分，在电信行业的应用由来已久，随着电信企业对信息技术新的要求的出现，对 GIS 的应用也提出了新的要求，比如：海量数据的存储、系统的可伸缩性、系统的开放性、多用户的并发访问、INTERNET 解决方案等。GIS 应该在日新月异的 IT 技术中采取积极借鉴、充分融合的方式以满足用户对这一应用新的要求。

一、 海量数据的存储

企业级信息系统以及社会级信息系统的核心是数据仓库，用来存储和管理所有的空间和属性数据。这势必要求所选用的 GIS 软件具备海量数据的存储和管理能力。ArcSDE 对海量数据的存储和管理以及多用户的并发访问等在国内外众多用户现场都得到了很好的验证和考验。例如NIMA 存储全美的数据量高达 5TB（1TB=1000GB），北京市交管局存储了全北京市 1:2000 和 1:500 两种比例尺的全要素的地形图，数据量达到 2GB。

二、 长事务处理和版本管理

通常 RDBMS 采用“锁定-修改-释放”的策略以实现其对多用户并发操作数据库的控制。但这种策略不很适合用于处理地理数据的 DBMS，尤其在电信行业。有些业务，可以几分钟完成，但有些业务由于其特殊性，也可能要花几个月的时间。这种情形即所谓的“长事务处理”。

ArcSDE 8 对长事务处理提供了底层的支持。每个用户都是在直接对数据库进行操作（编辑，修改），但是 ArcSDE 为其建立了版本。只有在完成了长事务工作后，系统才将其版本进行存储，并在此时进行版本冲突管理。

ArcSDE 提供版本控制的能力（即 VERSION CONTROL），该功能使得多个用户可以同时编辑一个图形数据库，甚至是同一空间要素，ArcSDE 可以将不同用户对一个要素的编辑形成不同版本（Version），并通知用户不同的编辑结果，以决定最后以哪个结果为准。这样可以很好地保证数据的一致性，同时实现多用户高效的并发访问机制。

三、 系统的可伸缩性

在网络技术和环境日趋成熟和完善的时代，任何一个信息系统都不应是孤立存在的，它不应该成为信息海洋中的一座“孤岛”。在设计和规划系统之初，我们就应该从宏观、从全局、从长远的观点来统筹考虑；但因为经费的投入问题、现阶段的应用需求以及其它各种硬软环境的制约，又往往迫使我们无法“一步到位”。因此，“统筹规划，分步实施”就不失为上佳选择。而要做到这一点，系统所依赖的平台的“可伸缩性（可扩展性）”则是关键，ArcGIS 系列产品由于采用了工业标准的、开放的、统一的对象组件库（ArcObjects）作为其公共的技术基础，使得从其低端平台产品（如：ArcView 8）到高端产品（如：ArcInfo 8）的过渡和升级可保证数据和应用功能（程序）无须改动和转换而平滑地进行。从为小用户设计的小型应用，到多用户的大型系统，ESRI 的软件解决方案随着你的需求而增长。从而充分保护用户和开发商的前期投资和工作，保证系统的分步实施不会因为平台的提升和系统规模及功能需求的扩展而陷入进退两难的境地。

四、 面向对象（**Object-Oriented**）的数据模型

ESRI 引入了一种全新的面向对象的空间数据模型（GeoDatabase）。可以利用这个模型来定义和操作不同用户或应用的具体的模型（如：燃气/煤气/水模型、流体模型、电力模型、和其他数据模型）。通过定义和实现这些地理数据模型，为创建和操作不同用户的数据提供了一个功能完备的平台。ESRI 产品允许用户使用可视化计算机辅助软件工程 CASE 工具和标准的可视化建模语言 UML 来方便地创建和定制数据模型。面向对象的数据模型与用户通常看待所研究事物的观点及分类很接近，因此直观且使用简单，软件处理的将是面向用户的概念。

五、 系统的开放性

为了充分利用已有的企业资源，要求 GIS 软件必须具备良好的开放性，包括支持多种硬件平台、操作系统、数据库以外，还要求能够将已有的各种格式的数据转换目前可用的数据类型，及支持多种数据格式的转换。

ESRI 的产品已经实现全面开放，硬件平台可以支持 SUN、IBM、HP Unix、Digital Unix、SGI、Windows NT、Alpha NT 等多种；数据库可以支持 Oracle、Sybase、SQL Server、DB2、Informix 等；开发工具除了软件所带的宏语言以外，由于采用微软的组件对象模型（COM）技术，还可以是 Delphi、VB、VC、C 等大量其它的开发语言。

六、 系统的集成性

GIS 系统在实际的应用中往往要跟其它诸如 MIS 系统结合，方可满足需求。因此，我们常常会谈论到所谓“无缝集成”的问题。对“无缝”的追求其实是因为以往许多软件系统（包括 GIS 平台）在与外部系统连接时是“有缝”的，甚至是“两层皮”，无法很好地集成和融合。因此要求 GIS 软件能够提供相应手段以实现高度集成。ArcGIS 采用了工业标准的 COM 体系结构，使得基于 ArcGIS 平台的系统和其它的系统或第三方的工具、模型等成果之间具有了一种工业标准的“约定”或“接口”，只要大家遵守这些工业标准的约定，就可以轻松实现真正意义上的“无缝”连接或集成。

七、 免费下载的数据模型

多年来，ESRI 与众多用户紧密合作，共同开发一些基于应用的数据模型以及应用规则。主要是从大多数 GIS 项目中寻找共性的专业模型和规则库，根据这些再来建立基于不同行业应用的数据模型，用户利用提供的数据模型可以简化开发过程，提高开发效率。另外，ESRI 提供的基于行业应用的数据模型能够提供给不同行业的用户一定的解决方案。

目前，ESRI已推出的数据模型有电信、自来水、污水处理、输电管理、配电管理、煤气管理、交通数据模型等。

八、 离线编辑

随着基于 DBMS 管理空间数据的方法渐成主流，同时，在局域网环境下，客户端和服务器之间的网络带宽已经足以应付联机编辑的需要,对空间数据库的联机编辑操作就成了理所当然的选择。但是，对于一些需要频繁地将数据带到野外或其它数据采集现场进行更新的需求，却又难于满足。

ESRI 在圆满地解决了基于 ArcSDE 和 Geodatabase 的联机多用户并发操作和长事务处理问题后，在刚刚推出的 ArcGIS 8.3 版中，给出了针对离线编辑的解决方案。

离线编辑全面发挥了她的版本管理技术优势，将取出的空间对象置于独立的特定版本中，

并在客户端对取出的数据完成离线编辑修改之后，在放回时自动对版本的一致性进行检查，以确保不同的“取出”动作在随后的操作中不会造成数据的不一致。

不仅如此，这种新的解决方案还可以延伸到对空间数据库同步的处理。可以避免通常基于数据库的同步操作给网络通讯带来的巨大压力，也不需要完成数据修改和编辑的终端一定要与空间数据库服务器端处于联机状态，从而轻松实现多数据库之间的同步。

九、 移动GIS ArcPad

随着 GPS，轻巧的移动计算设备与软件如 ArcPad 的整合，人们将越来越多地看到用于野外测量和更新的数据采集和编辑应用。特别是这些移动设备多为无线设备，因此数据采集时可以直接和迅速的将测量信息返回在线 GIS 数据库进行更新。随着移动客户端技术的高速发展，我们应将这些设备看作是整个系统的一部分，形成以数据管理服务器为核心，通过野外设备完成数据管理事务的体系结构。因此，ArcGIS 8.3 在 ArcGIS 桌面端新增了一组工具可以为 ArcPad 6.0 或更高版本提供数据。当连接或浏览空间数据库时，这些工具可以将选中要素类转换到 shapefiles，然后可以在 ArcPad 中进行编辑。通过将修改后的 shapefile 重新检入空间数据库，父空间数据库的信息被更新。

十、 系统的安全性

系统的安全性应具有三个方面的意义：一是系统自身的坚固性，即系统应具备对不同类型和规模的数据和使用对象都不能崩溃的特质，以及灵活而强有力的恢复机制；二是系统应具备完善的权限控制机制以保障系统不被有意或无意地破坏；三是系统应具备在并发响应和交互操作的环境下保障数据安全和一致性。ArcGIS 集 ESRI 三十年 GIS 研究、开发和应用经验之大成，其系统稳定性可以说是千锤百炼；ArcGIS 系列中用于空间数据管理引擎的 ArcSDE 提供了独特的空间数据版本管理功能，在保证工作效率的前提下，很好地解决了空间数据的并发操作和数据一致性问题。

第三章　ArcGIS 技术特点

一、　支持平台

ESRI 产品能在多种软硬件平台上运行，如 Windows NT、SUN-Solaris、HP-UX、SGI-IRX、IBM-AIX、COMPAQ-Tru64 等，是跨平台的地理信息系统软件；

二、　支持的数据库

ESRI 软件：ESRI 产品支持多种大型商用数据库，如：Oracle、SQL Server、DB2、Informix 等，通过内嵌的驱动程序访问存储在数据库中属性数据，效率高；ArcSDE（空间数据库引擎）将图形和属性都存入 RDBMS 中，适用于超大数据量和并发用户很多时的快速应用。

ArcSDE 是专为 GIS 应用开发的地理数据库服务器，而 Oracle Spatial 是对数据库存储空间数据的一个补充。两者的产品定位不同，具体区别如下：

- 数据存储的形式不同。

Oracle Spatial 存储的是简单的空间要素，ArcSDE 存储的是空间对象，引入了面向对象的数据模型 Geodatabase，在存放空间几何特征的同时，又增加了对数据对象及对象之间的关系、操作规则的描述，因而，用户面对的数据不再是抽象的点、线、面，而是实际应用中的熟悉的对象：管道、光纤、人井等。

- ArcSDE 具有长事务处理和版本管理功能。

通常 DBMS 中采用“锁定-修改-释放”的策略以实现其对多用户并发操作数据库的控制。但这种策略不很适合用于处理地理数据的 DBMS。对地理数据的编辑工作，可以几分钟做完，也可能要拖上几个月。这种情形即是所谓“长事务处理”。ArcSDE 对长事务处理提供了底层的支持。当 ArcSDE 服务器的一个实例（instance）第一次启动时，就建立了数据库缺省的状态和版本。用户可在此基础上建立公共的或私有的数据版本。用户各自在自己的数据版本上工作，因而无须对多个用户同时访问的数据对象进行锁定。每个用户都是在直接对数据库进行操作（编辑、修改），但是 ArcSDE 为其建立了记录所有修改“痕迹”的增量记录，即版本。用户在这个数据版本进行编辑修改时，并不用关心其他用户是不是也在对同一数据进行操作。只有当用户完成了他的（长）事务处理工作时，系统才将其当时的数据版本“合并”到原来的数

据版本中去，“冲突”也是在此时再加以处理。系统为用户提供了解决冲突的三种选择：维持原状、否决自己的修改或否决别人的修改。

- 空间索引的建立

Oracle Spatial 提供的是一个通用的数据存储平台，所建立的空间索引是基于简单要素的索引。ArcSDE 是专用地理信息数据库引擎，是面向对象的，建立的空间索引是适合 GIS 应用的。因为 ArcSDE 采用的是 Client/Server 体系结构，有专用的客户端，如 ArcInfo、ArcEditor、ArcView、ArcExplorer、ArcIMS Viewer 等。ArcSDE 提供了应用程序接口（API），开发人员可将空间数据检索和分析功能集成到他们客户端的应用工程中去。

三、 体系结构

ESRI 产品系列包括：

- ✓ **服务器端软件：ArcSDE**
- ✓ **客户端软件：ArcInfo、ArcEditor、ArcView、MapObjects**
- ✓ **WEB 发布产品：ArcIMS**

ArcInfo 是美国 ESRI 公司 ArcGIS 软件家族的一员，ArcGIS 软件采用的是全面的、可伸缩集成的体系结构，可提供多层次的产品解决方案。这样用户可以根据综合考虑需求、资金、技术等因素，根据不同应用阶段和层次的需求，配置多层次的产品方案。服务器端可以配置 ArcSDE/ArcIMS，客户端可以选用 ArcView、ArcInfo、ArcExplorer、ArcIMS Viewer，由于 ArcGIS 系列产品具备相同的核心技术，构建的系统从整体上具有极大的延展性和灵活性。

在 ArcInfo 引入了基于工业标准的组件对象模型（COM），它允许将组件插入其他支持 COM 的应用中。由于 ArcInfo 采用的完全符合工业标准的 COM 技术，对于需要对 ArcInfo 进行结构定制和功能扩展的高级开发人员来说，提供了极大的方便。任何 COM 兼容的编程语言，如：Visual C++、Delphi 或 Visual Basic 都能用来定制和扩展 ArcInfo。另外，ArcInfo 还提供了工业标准的 Microsoft Visual Basic for Application(VBA)，用于所有的脚本编程和定制工作。

四、 长事务处理和版本管理

ArcInfo 支持空间数据的长事务处理和版本管理功能，主要解决多用户并发编辑时的冲突问题。

五、 分析功能

ArcInfo 核心模块提供强大的分析功能，包括网络分析、拓扑分析、叠加分析等。ArcInfo 软件除支持各种数据的输入、输出、编辑，专题图制作，地图分层叠加显示、多种方式查询统计等 GIS 软件均可以完成的基本功能外，还提供了大量专业 GIS 分析功能，例如：故障分析、自动追踪等网络分析等。

六、 扩展模块

ESRI 软件：除了核心模块提供强大的分析功能以外，还通过 Spatial、3D、GeoStatistical 等扩展模块提供强大的专业分析功能，例如三维分析、空间分析、影像分析、统计分析等；

七、 制图和图形编辑功能

ESRI 软件产品**具有强大的图形编辑功能和高级的制图编排工具**

在 ArcInfo、ArcEditor、ArcView 中内置了图形编辑功能极强的编辑器，用于对各种空间数据进行编辑处理，其编辑器功能强大、直观、方便快捷，类似于 CAD，在制图输出时，提供一个非常直观、艺术化模板模式、可以直接插入图例、指北针、标题、表格、比例尺等元素，并可以直接通过鼠标拖动的方式定义其位置以及形状等。

八、 数据模型

ESRI 软件：**面向对象的空间数据模型**

ArcInfo 除采用传统的 GIS 点、线、面数据模型外，在此基础上定义了一系列先进的数据模型，建立了拓扑关系，同时定义了一些高级空间特征：区域（Region）、事件（Event）、路径（Route）等，ArcInfo 丰富灵活的拓扑数据模型为其进行各种复杂的分析提供了数据基础。ArcInfo 除支持传统的点、线、面简单要素模型外（该模型为大多数的 GIS 系统采用），ESRI 引入了一种全新的面向对象的空间数据模型（GeoDatabase）。可以利用这个模型来定义和操作不同用户或应用的具体的模型（如：通信模型、燃气\煤气模型、水模型、电力模型、和其他数据模型）。通过定义和实现这些地理数据模型，为创建和操作不同用户的数据提供了一个功能完备的平台。ESRI 产品允许用户使用可视化计算机辅助软件工程 CASE 工具和标准的可视化建模语言 UML 来方便地创建和定制数据模型。

ESRI 还提供免费下载的专门针对电信行业的数据模型。

九、 开发工具

ESRI 产品系列采用了一系列标准技术，在 ArcInfo、ArcEditor、ArcView 中内置了工业标准的 MicrosoftVisual Basic for Application(VBA)，可以不脱离 GIS 软件的运行环境直接对其进行客户化定制和功能扩展开发。其 COM 结构使得二次开发工具的多样性，支持包括 VB、VC、Delphi、PB 等众多支持 COM 的开发语言。

十、 融合IT主流技术

ArcGIS 系列产品融合了现有的诸多主流技术，允许用户使用 CASE 工具来设计基于 COM 的应用；使用标准的可视化建模语言 UML 来定制数据模型；支持工业标准的大型数据库；通过 TCP/IP、HTTP 协议，运用标准的 XML、SQL，实现基于网络的通讯。

十一、Internet Web技术

ESRI 软件可以跨平台，可运行于 NT 和 UNIX 环境，可以网上传矢量和 CGI 方式，可以采用 ActiveX 和 JAVA 技术开发；支持多种大型商用数据库，如：Oracle、DB2、Informix 等；支持多种 Web 服务器，包括 Microsoft Internet Information Server，Netscape Enterprise Server 和 Java Server。除了 Java Server，ArcIMS 还可以运行在其他支持 servlets 的 web 服务器（如：Apache 和 O'Reilly）上。可以将本地或网络上的数据与远端的 ArcIMS 站点上发布的数据集成在同一浏览器的窗口中。内置安全机制，可以构建限定特定用户访问的站点。在多地图服务器的情况下，支持负载均衡，合理分配客户请求，提高系统响应速度。由于支持发布矢量图，用户可以在客户端无需向服务器发请求，就可以完成诸如：放大、缩小等多种方式的地图显示、空间选取、矢量地图编辑及动态标注等功能。

所有的 ArcGIS 桌面客户端（ArcInfo、ArcEditor、ArcView、ArcExplorer、ArcIMS Viewer）都可从 ArcIMS 服务器在 WEB 上动态地访问栅格和矢量数据。一旦这些新的图层被从网络上取过来，它们可以像所有其它图层一样使用，即可被符号标注、制图、编辑和分析，也可被存成本地文件格式备用。

第四章 ArcGIS 产品强大的市场竞争力

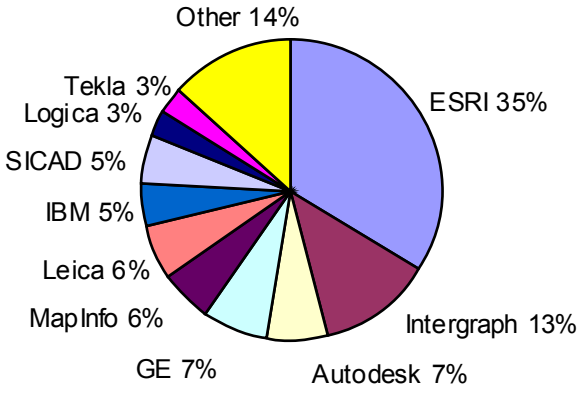
作为世界 GIS 的拓荒者和当今 GIS 技术的领导者，ESRI 在 GIS 领域已有三十三年的历史，专门从事 GIS 软件的研究与应用开发。其软件 ArcGIS 系列始终保持着全球第一的市场占有率。其产品专业 GIS 软件包，包含从低端到高端一系列产品，主要面向企业和部门级的用户，悠久的历史和强大的产品家族使得其在 GIS 领域具有举足轻重的地位，许多先进的设计思想和概念被其它产品借鉴和采纳。

一、 产品历史

ESRI 是全世界最大的 GIS 软件厂商，成立于 1969 年，其代表产品 ArcInfo 至今有三十多年的历史，在全世界一百八十多个国家和地区拥有一百多万用户。

二、 世界销量排名

据该美国 Daratech Inc。公司 2002 年 10 月公布的最新市场调查数据表明，2001 年全球 GIS 软件市场中，ESRI 公司仍以绝对的优势独占鳌头。



数据来源：Daratech, Inc, Cambridge, Massachusetts
数据产生日期：2002 年 10 月
数据提供方的联系方式：
地址：255 Bent Street Cambridge，Massachustetts 02141-2001,USA
电话：（+1）617. 354 2339
传真：（+1）617. 354 2339
Email: daratech@daratech.com http://www.daratech.com

ESRI 公司始终保持着 GIS 软件总销量的全球第一，每年新科研投入人力共 2300 多人，保持着强劲的技术优势和发展势头，在地理信息系统技术领域继续领跑。

三、 权威机构使用情况

ESRI 软件在国内用户有邮电部、电力部、建设部、国土资源部、林业部、铁道部、交通部、石油部、国家计委、国家测绘局、国家环保局、中科院地理所、中科院计算所、中科院遥感所、国家信息中心、上海市政府、浦东新区政府、上海市委办公厅、江苏省省政府等。

在国外，美国 NIMA（国家影像地图局）选用了超过 1000 套 ArcInfo 软件；ESRI 产品在美国 NEPA（国家环保局）、HUB（房屋规划管理局）、NOAA（美国海洋与大气管理局）、FAA（美国航空管理局）是唯一的 GIS 标准、美国国家测绘局选用 1000 套 ArcInfo。

目前，ArcGIS 软件由于其技术的领先性、构建系统的稳定性和高可靠性，在国内的各部委和大型企事业单位得以广泛应用，而一些部门和单位已将 ArcGIS 作为地理信息系统的标准平台。例如，国家环保局将 ESRI 的 ArcGIS 软件作为全国环保 GIS 系统的唯一标准，是众多软硬件产品中唯一一家不需要招标而直接指定采用的产品。国土资源部在进行土地调查、国家测绘局在进行全国测绘基础数据生产的过程中，都采用了 ArcGIS 软件，并将其软件格式作为数据生产的规范与标准。江苏省电力公司、四川省电力公司、黑龙江省电力公司、天津电力公司将 ArcGIS 软件作为全省（市）电力企业信息系统建设中唯一的 GIS 软件进行推广。

四、 GIS地形图标准化

ArcInfo 是企业部门级的 GIS 软件，在国内有众多支撑大型 GIS 系统和项目的例子，如国家测绘局的 1:25 万、1:100 万全国数字化地图库，国土资源部 1:50 万全国土地利用现状库，北京测绘院 1:500 北京地下管线数据，上海市政、深圳国土局等都是用 ArcInfo 实施和管理的大型 GIS 项目。这些单位提供的数据都是 ArcInfo 格式的数据。

18 个省市级测绘局采用 ArcInfo 为标准生产本地区数字化地形图，用户可方便地获取和更新基础地形图。

五、 国内外电信行业用户

ESRI 软件在全世界有一百多万个大用户单位，在国内有 1800 多个用户单位，ArcInfo 装机数超过 10000 套。在电信行业，ESRI 拥有众多包括国际知名的大电信公司在内的国内外电信用户约 1300 个。

(一) 国内电信用户

北京通信公司	甘肃省电信	深圳电信
吉林省电信传输局	珠海电信	广州联通
广东移动	东莞联通	国家广电总局
山西省移动	四川移动	广州有线
深圳移动	全国 17 个省移动公司	
香港电信	香港和浦电信等	

(二) 国外电信用户

法国电信（French Telecom）
法国 Bouygues 电信（Bouygues Telecom, France）
德法无线电广播（TeleDiffusion de France (TDF), France）
美国电报电话公司（AT&T）
以色列电信（Israel Telecom）
加拿大电信（Canada Yellow Pages）
美国 BellSouth（BellSouth Telecommunications, Inc., USA）
加拿大 En-house（Canada En-house）
太平洋 Bell（Pacific Bell）
日本 NTT
太平洋 GTE Pacific Bell
美国 Mcleod（Mcleod USA）
澳大利亚最大的电信公司 Teltra, Australia
比利时 INTEGAN, Belgium
克罗地亚邮政通信局 HPT Croatian Posts and Telecommunications, Croatia
多米尼加 Compañía Dominicana de Telefonos (CODETEL), Dominican Republic
美国 Qwest, USA
加拿大 Telus, Canada
泰国 Orange Thailand, Thailand
以色列 Orange Israel, Israel
意大利电信 Telecom Italia, Italy
韩国电信 Korea Telecom, Korea
立陶宛电信 Lithuanian Telecom, Lithuania
荷兰 KPN Telecom, Netherlands
斯洛文尼亚 Slovenia Telekom, Slovenia
瑞士 Cablecom Media AG, Switzerland
美国 Municipal Electrical Authority of Georgia Telecomm Division, USA
西班牙 Euskaltel, Spain

NOKIA
MOTOROLA
ERICSSON
加州 California Public Utilities Commission
纽约 Frontier Corp. (Rochester, New York)
夏威夷 Oceanic Cablevision (Honolulu, Hawaii)
意大利移动通信（Telecom Italia Mobile）
印度移动通信
美铁-马来群岛电信 Amtrak – Malaysia telecomm
威廉斯通信集团 Illionois Power Company – Williams Communications Group
Ipsaris (Formerly, Fobrew ay Ltd.) – Rock Hill Telephone Group
Baymont
西里西亚 Silesia (Poland)
西印度群岛 Cable & Wireless, British West Indies
德国 Vodafone Germany, Germany
美国 Verision Wireless, USA
美国 Verizon, USA
德国 T-Mobile, Germany
秘鲁 Telefonica del Peru, Peru
印度 Reliance Infocom, India
埃及 Vodafone Egypt, Egypt
法国 SFR/Cegetel, France
意大利 Telecom Italia Mobile S.pA. (TIM), Italy
BITE GSM, Lithuania
…….

第五章 系统配置建议

一、 系统需求

（一）根据电信局的业务流程和范围，将系统分为以下几个主要子系统：决策支持子系统、电信资源管理子系统、行销和客户服务子系统、增值服务子系统、无线应用子系统等。综合多种先进的信息技术，为电信企业的营业管理、规划设计、运行维护、资产管理等业务提供高效率的工作方式和全新的技术手段，提高整个电信管理水平与服务水平。

系统主要实现以下功能：

- ✧ 图形和属性数据等信息的录入、修改、删除及输出
- ✧ 图形图像和相关属性数据等信息的查询与统计分析
- ✧ 维护记录及故障分析
- ✧ 线对管理及辅助配线
- ✧ 辅助设计功能
- ✧ 施工区域设定及工程预算管理和成本结算
- ✧ 用户预测及进行最优规划

（二）整个系统对 GIS 软件的特殊要求

1．建库和数字化能力

2．GIS 软件应具备较高水准的空间分析功能，特别是要求数据具有完善的网络拓扑结构并具有强大的网络分析功能

3．处理显示和分析大型数据库和数据集合的能力，由于电信行业对原始数据的备份与恢复要求很高，并且其管理和分析的数据量相当大，速度要求也很高，因此要求软件具有对海量数据的存储，管理能力。

4．支持多用户的高效并发访问的功能。

5．要求 GIS 软件具有很好的开放性，包括硬件，数据库和二次开发工具的开放等各方面。

6．为了便于今后整个系统的功能扩充，要求 GIS 软件具有可扩充性，且产品要系列化、以适应不同阶段的应用需求

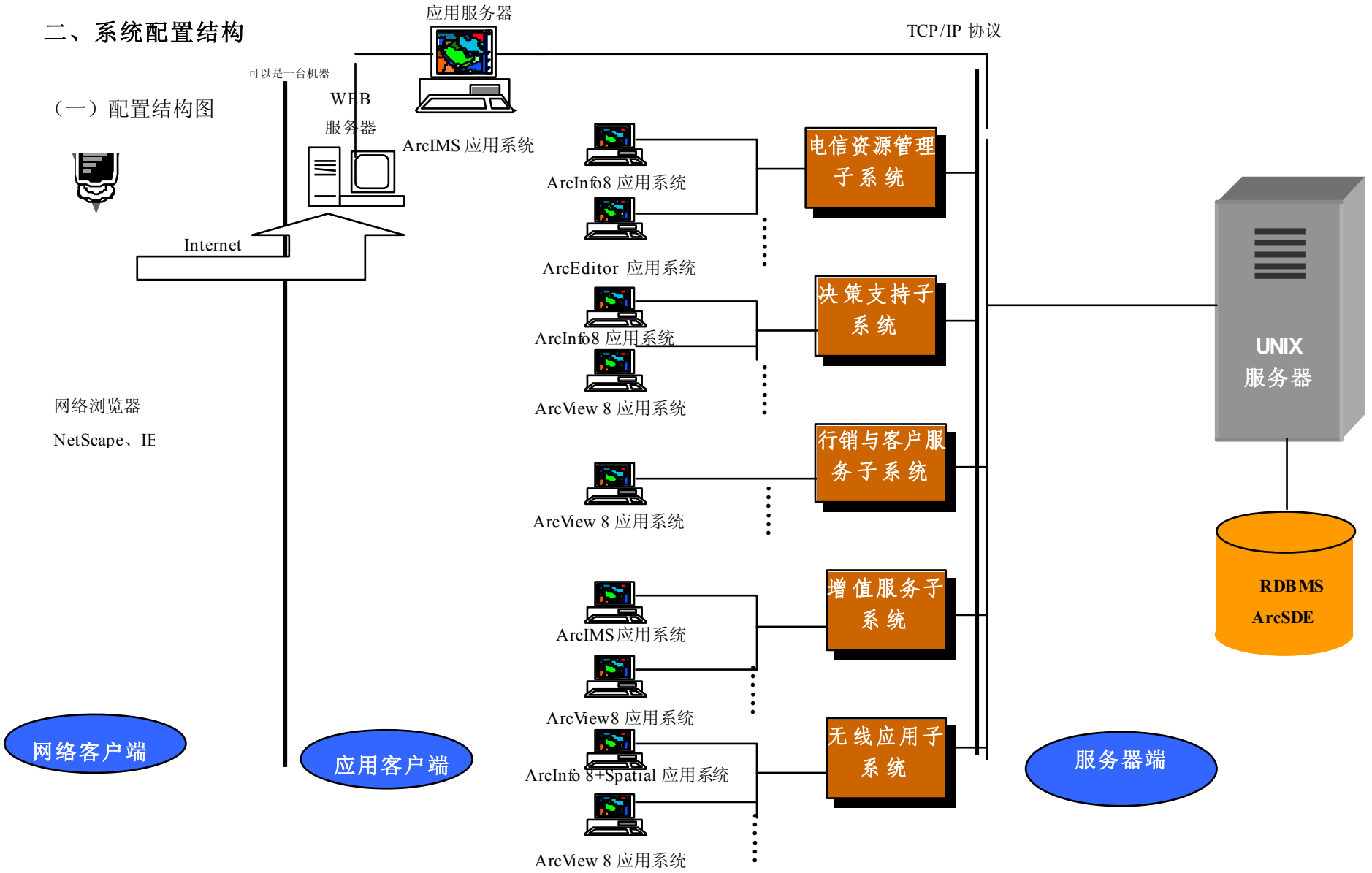
7．由于电信行业计算机应用起步较早，有一些系统已经在运行之中，因此要求 GIS 软件能够处理兼容别的数据格式

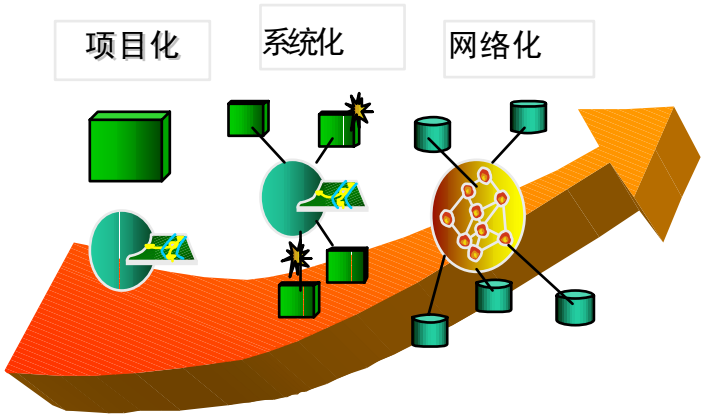
8．高质量的制图功能。

9．其它方面如技术支持、培训、汉化支持、应用经验和成熟程度。

二、系统配置结构

（一）配置结构图





说明：

1. 服务器是整个系统的核心，从系统的稳定性和可靠性考虑，建议采用 UNIX 服务器。

2. 对于服务器软件，ArcSDE 是建立在通用工业标准商用数据库基础之上的空间数据库引擎。如果局里已有了类似于 ORACLE 等关系型数据库可以继续使用该数据库，如果没有数据库，建议采用 ORACLE、SQL Server、DB2、INFORMIX 等关系型数据库。

3. 在电信资源管理子系统中，由于要实现数据录入、编辑数据维护功能，且要实现最佳路由等分析功能，所以在该配置中建议采用 ArcInfo 及 ArcEditor 作为应用平台。

4. 在决策支持子系统中，由于要实现增长区域等客户信息分析功能，所以在该配置中建议采用 ArcInfo 作为应用平台。此外在日常业务中，大部分只需要对图形进行显示、查询、统计等操作，因此建议采用 ArcView8 软件。如果在需要较复杂的分析时，也可以将这些分析指令通过 IAC 递交给 ArcInfo 完成后将结果返回给 ArcView 8 进行显示。

5. 在行销与客户服务子系统中，由于主要实现查询、统计及制定故障单、派工单等功能，因此建议采用 ArcView 8 软件。

6. 在增值服务子系统中，由于要实现电话亭分布分析、用户呼叫位置、应急响应服务等功能，因此建议采用 ArcView 8 软件。在互联网发布黄页这种业务，需要采用 ArcIMS 软件。

7. 在无线应用子系统中，由于要实现基站扇区的覆盖范围分析、干扰分析等分析功能，所以在该配置中建议采用 ArcInfo 作为应用平台。此外在日常业务中，大部分只需要对图形进行显示、查询、统计等操作，因此建议采用 ArcView 8 软件。如果在需要较复杂的分析时，也可以将这些分析指令通过 IAC 递交给 ArcInfo 完成后将结果返回给 ArcView 8 进行显示。

8. 该方案采用的是 C/S 方式，ArcInfo、ArcEditor 或 ArcView 都是作为 ArcSDE 的客户端，实现全局数据共享。

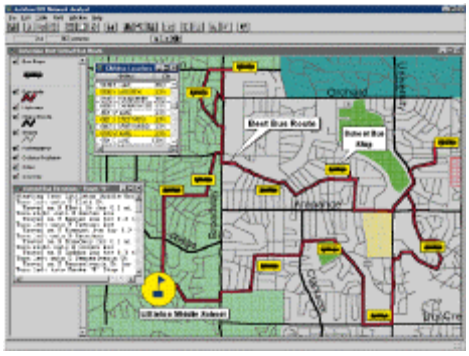
9. 该系统具有很好的可扩展性，可以增加客户端的应用，还可以通过 IMS 将所有的这

些应用发布到 WEB 上，形成三层体系结构。

ArcGIS 系列产品由于采用了工业标准的、开放的、统一的对象组件库（ArcObjects）作为其公共的技术基础，使得从其低端平台产品（如：ArcView 8）到高端产品（如：ArcInfo 8）的过渡和升级可保证数据和应用功能（程序）无须改动和转换而平滑地进行。从为小用户设计的小型应用，到多用户的大型系统，ESRI 的软件解决方案随着你的需求而增长。从而充分保护用户和开发商的前期投资和工作，保证系统的分步实施不会因为平台的提升和系统规模及功能需求的扩展而陷入进退两难的境地，使系统“统筹规划，逐步实施”得以顺利进行。

二、 系统功能描述

（一）基本功能



对电信管网上各种地理信息、基础数据、设备资料、照片、图纸等信息进行查询、检索、报表统计、制图输出等。

1、图形显示

系统能将各线路图、线路上的各种设施以及基础地形图进行分层综合显示，具体功能如下：



1) 图形无级缩放：能对图形进行开窗、中心放大、中心缩小、中心移动、任意中心放大、任意中心缩小、返回前状态和全景显示等功能。

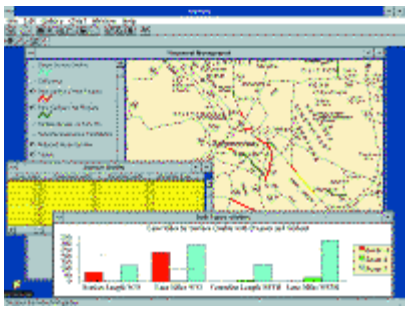
2) 图形平滑漫游：系统为用户提供平滑的漫游功能，并实现无缝、无刷新的视觉效果，便于用户游览及快速定位。

3) 图形显示“鹰眼”功能：系统可同时显示全景图视窗、在全景图上可移动当前视窗所处的地理位置，而在局部区域图上进行缩放及移动又可以在全景图上得以反映，用户可方便地了解全局和局部的关系。

4) 图形信息疏密效果协同校正功能：系统在进行无级缩放时，可自动根据当前视窗的比例尺，调整显示图层数和某一图层中信息量的疏密关系及效果，保证最佳的视觉效果和最快的显示速度。

2、空间查询

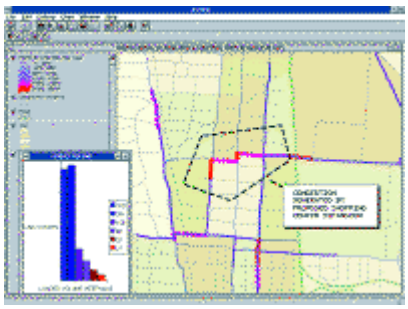
可对电信管理 GIS 系统中的图形信息和属性信息（数据库信息）进行灵活多样的双向空间查询。



1) 通过图形信息查询属性信息：可用单目标图形、多目标图形、任意拉矩形框选取、任意多边形选取等方式，进行该区域内的设备台帐查询。

2) 通过属性信息查询图形信息：可用关系符号、逻辑符号、算是符号的任意组合，进行满足条件的属性信息和图形信息的查询。

3) 图---数、数---图交叉检索：系统可灵活交叉使用图形查数据和数据查图形的方法进行繁杂要求的空间查询和检索。



3、空间统计

对电信网络中的各种信息进行多种方式空间统计。

1) 按路线统计：可按路线对线路上各种设备、容量、负荷进行统计

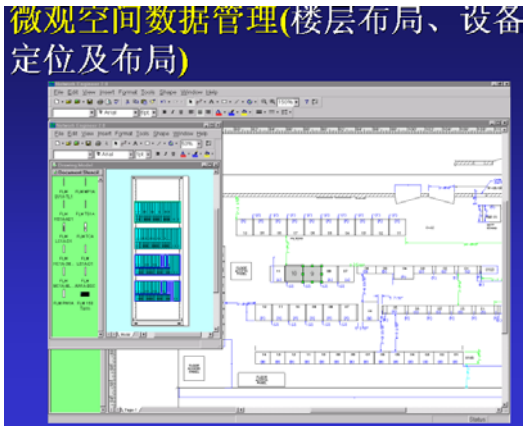
2) 按区域统计：可按行政区、开发区等区域对设备、容量、负荷等进行统计。

4、打印输出

打印选定线路图

1) 打印选定范围的设备图、专题地图
2) 打印统计及查询结果
3) 制作图例、指北针等与结果一起打印

（二）各子系统具备的功能



★ 资源管理子系统

1、电信设施管理功能模块：

a. 电子化、图形化资料管理，包括楼层布局、设备定位及布局等微观空间数据管理

b. 设施生命周期的管理

c. 建立电信线路网络模型

2、电信设施维护功能模块：



a．数据录入及修改等维护功能

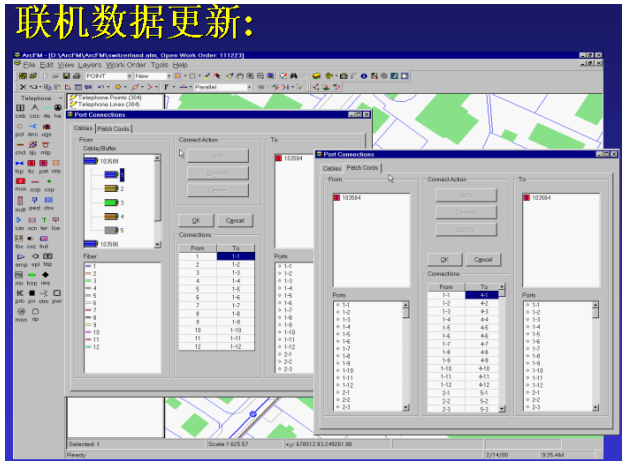
具有表格、图形、扫描、表格与图形相结合，以及格式转换等多种录入方式。能以扫描方式进行图像的录入并能与图形进行叠加显示。能够根据数据生成和修改地形图与管线图。



与实时监控系统连接，具有对数据项的修改和删除功能，并且这些数据有一定的记忆功能、能够对修改或删除后的数据进行自动恢复，对数据项的增加、修改和删除要做到和其相应的数据项也要增加、修改和删除。例如修改地形图和管线图其相应的管孔截面占用状况也要修改。

b．查询功能：

．管线查询：闪烁显示管线及井点，标注空余管孔数和井距，显示无空余管孔的管道，显示管线的剖面图，平面图，以表格方式扩印截面显示，以卡片形式打印单个井截面信息，以鼠标方式查询井点的截面图。



• 地井查询：显示井的属性信息，井的管孔截面信息，立体显示井截面和其文字属性，以及各个截面的报表。

• 管孔查询：显示管孔截面图，并可以无级缩放

• 电缆、光缆查询：闪烁显示电缆、光缆所经过的管道线，显示电缆、光缆的文字信息，显示电缆、光缆的长度，显示光缆的芯数。

• 管道查询：闪烁显示所选管道，显示管道文字信息，显示所选管道的材料使用情况、显示管道的断面图

• 局、所查询：显示局、所的文字信息，显示出局所的电缆、光缆所经过的管道线，图形显示局、所的楼层信息，显示配线架及地下室的平面图、俯视图和结构图依据图层图形，查

询每层的平面图电气分布图结构图和管线图，依据平面图查询办公室的图片信息。

• 全网查询：无空余管孔管道的显示，电缆，光缆的使用期限显示(按年度)，显示各单位的电缆分布，采用模糊查询方式，显示每一租用孔位的电缆分布，显示全网的建设状态等。

• 区域查询：在一定的区域范围内的无空余管孔管道的显示，电缆，光缆的显示等

c．分析功能

最佳路由的选取：在输人两个或多个地井的信息后，在有空管孔的前提下选取距离最佳线路当前状况的及时准确反应。

短的路由：根据优先级不同选取至少三条最佳路由以及故障分析

• 查询结果显示：用不同颜色显示不同路由显示空余管孔数、并且弹出表格以供选择，

同时在表格中显示路由长度。并且在找出最佳路由之后能以鼠标拖动方式查询管孔截面图

d. 统计报表功能

• 光缆统计：光缆的总长度、光缆的孔公里数、不同芯数和生产厂家的光缆统计、显示大修计划表和计划维修统计表、区域统计有封存的光缆

• 管道使用率统计：计算管道的使用率、坏的比率、空比率和预占比率、并用专题图表示

资产统计：管道资产表、空管孔资产表、电缆资产表、光缆资产表，用直方图的形式反映资产的变化

产权统计：按不同产权单位统计资产

施工单位统计：按不同的施工单位统计管道的沟公里、孔公里、管道的资产总值、电缆的条公里、电缆资产总值、光缆芯数、光缆的条公里、光缆资产总值等

e．输出功能

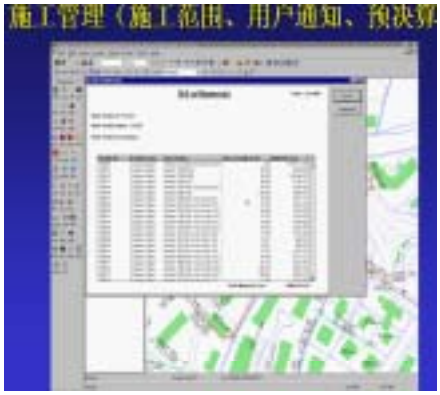
能够对上述的各种报表及专题图进行打印输出

• 能够通过绘图仪对任意图形进行输出：能够通过选择要输出的图形和相关信息，选择要输出的图号和比例尺，自动制作指北针，然后通过绘图仪或打印机输出

f．其它功能

路名的动态标注：通过鼠标选择一条道路，显示路名及标注；鼠标选择某一区域，显示该区域内的路名及标注。在标注比较密集的情况下只显示主要的道路标注





管孔截面图中要反映管孔孔径、管材、孔位编号、占用状况和电缆编号等信息；如果是光缆，要在图中标出光缆的三个管孔和光缆编号

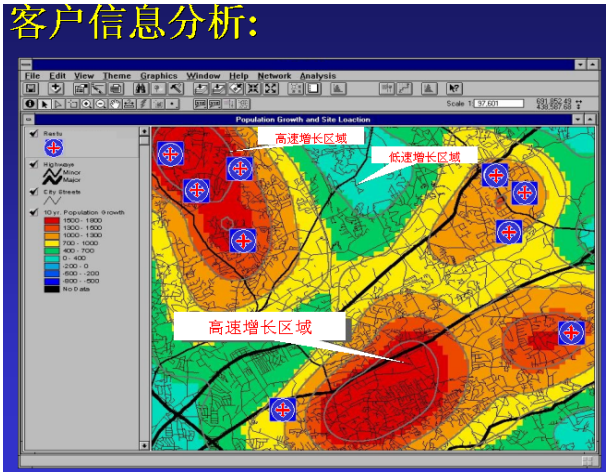
在查询过程中能够随时调用数据和图形的增加、删除及修改功能

3、配线配号功能模块：

a、线对管理

b、辅助配线

c、营业窗口的配号过程



4、线路设计功能模块：

a、提供设计所需要的全部信息

b、从草图到竣工图

c、强大的辅助设计功能

5 施工管理功能模块：

a、施工区域设定

b、工程预算管理和成本结算

c、用户通知

6.通信网规划功能模块：

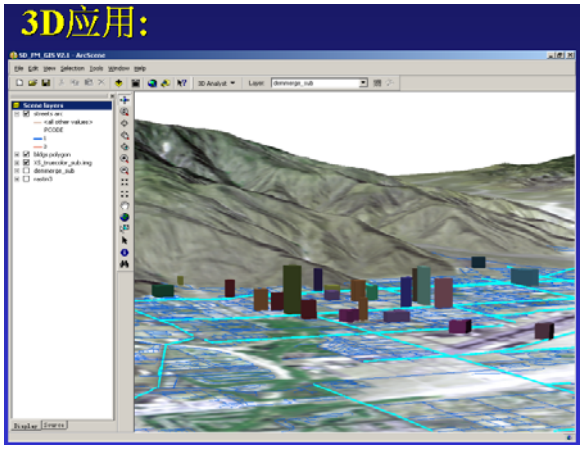
a. 查询管线、电缆、光缆的路由分布

b. 计算任意一段管道或电缆、光缆的工程造价进行最优规划

c. 用户预测

d. 计算统计资产报表

e. 打印输出统计结果



7 资产管理功能模块：

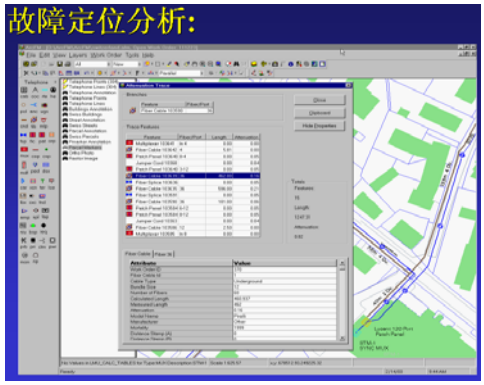
a．统计全局的管道资产、空管孔资产、电缆资产和光缆资产，制作成报表输出

b．根据不同产权和使用单位统计管道资产、空管孔资产、电缆资产和光缆资产

c，以直方图或其它专题图的形式显示近几年内全局管道资产、空管孔资产、电缆资产和光缆资产的变化，并能够打印输出

★ 决策支持子系统

1. 图形的基本操作
2. 查询局、所的位置及属性信息
3. 查询与地下管线相关的地井、管线、电缆、光缆等设备信息
4. 查询地下设备全局和区域性关系
5. 进行二点或多点空管孔路由查询
6. 铺设电缆的最佳路由分析
7. 进行客户信息分析，显示出高速增长区域、低速增长区域，以辅助决策分析
8. 能够进行资产估算
9. 能够进行报表数据的输出



★ 行销和客户服务子系统

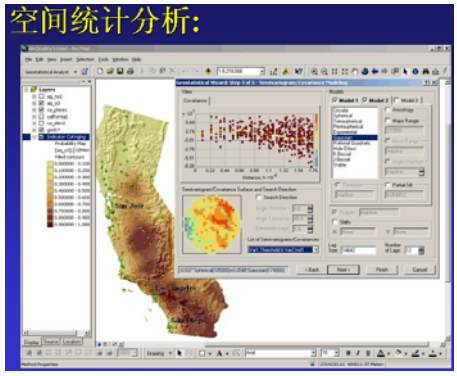
1、 通过整合最新的覆盖区域，人口统计故障单、历史呼叫和收支数据，建立一个成功的行销和客户服务体系

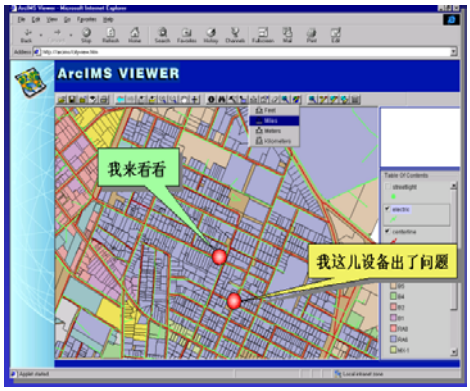
2、 准确了解用户的位置，高利润区以及明确未来的增长区域。

3、 人口统计与客户投诉分析

4、 使呼叫中心准确了解客户信息，动态查询网络运行状态，以及时解决客户问题，提高客户服务质量

5、 通过客户信息数据制定故障单和派工单





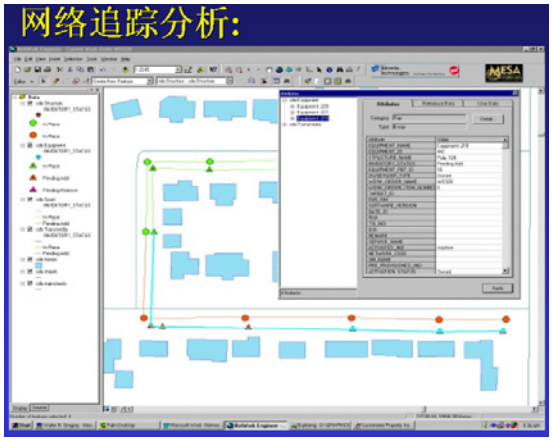
★增值服务子系统

1、 公用电话亭分布分析

2、 在互联网上发布电信黄页

3、 提供门对门的向导服务

4、 无线定位服务。确定移动用户的呼叫位置，以提供应急响应服务、路线分析服务，并且可以根据特殊需求提供敏感区域列表。



★ 无线应用子系统

1、基站与扇区管理

收集来自网络参数库、数字地图库及模型库的各种数据，为预测分析做准备。它为管理基站与扇区数据提供手段，如新建站，移动，删除，编辑参数等等。

对规划中的天线位置、信号强度预测、覆盖区域统计等数据进行输入、输出和可视化处理，提供给用户整个网络各种信息的显示。

2、 预测及分析

基于来自网络参数库，数字地图库以及模型库的数据，以基站扇区为单位，便可进行覆盖范围的预测。

干扰分析给出系统内各个小区之间相互干扰的区域，尤其给频率规划人员和网络优化人员提供帮助。

综合分析信号区域覆盖、故障单、客户需求、利润以及间隙分析等数据为设计、开发和建模工作提供依据。

应用这个系统，用户不但可以在建网前及扩容时进行规划，而且可以在维护阶段进行网络优化，不断调整各种网络参数，提高服务质量，满足市场日益增加的需求。

第六章、电信行业应用案例

甘肃电信GIS本地网管线资源管理与决策支持系统的研发及应用

王江川　陈峰

（兰州飞天网景信息产业有限公司，兰州市天水路 366 号，730000）

张瑞序　王永浩

（兰州电信，兰州市金昌路 3 号，730000）

摘要：基于 GIS 系统的电信网络资源管理为电信行业提供了将地图和其他数据综合分析及决策支持的能力。本文通过论述 GIS 的理论基础，提出了一种从标准的地图投影模型基础理论出发的适宜大型 GIS 空间数学基础的实用模型作为参考，以地图的合理图层划分和块分割作为系统研发的一种有效方法。本系统研发应用以 ArcInfo 8 作为 GIS 平台；ORACLE 8i 作为数据库平台；IBM RS6000 系列 M85 小型机作为数据库服务器；大型电信广域网作为网络平台。本文较全面地论述了如何结合 GIS 的理论基础，在 ArcInfo 平台上建立基于 GIS 的电信本地网管线资源管理与决策支持系统的模型；如何使用 VISIO2000 和 UML 语言结合 ArcInfo 建立该系统模型及数据库结构；如何完成整个系统的研发和应用。目前，该系统已经在甘肃电信的运营中起到了支撑作用。

关键词：GIS　ArcInfo　电信本地网　电子地图　图形数据　属性数据　模型　块分割　图层

一、前言

我国电信事业近几年发展日新月异，随着中国加入 WTO，中国电信市场全面开放，竞争日益激烈。由于大量通信设施的投入运行和各种电信业务的不断拓展，电信设备管理、资源管理、网络维护、通信建设、经营决策和各种电信应用领域等方面的数据量不断庞大。电信在发展业务的时候，经常会遇到一些与空间定位有关的问题。在这个高速变化的市场中，正确地获取、管理和分析空间数据，将会大大提升企业的竞争力。随着网络技术的普及，现在的信息系统应该是提供企业一体化的解决方案，达到资源共享、信息同步，以扩大企业形象、改善企业服务，更好地参与市场竞争。

GIS 系统为电信业提供了将地图和其他数据综合分析的能力。通过对基于空间位置的数据进行分析，为电信网络的规划和施工、信号覆盖区域分析、管理当前用户信息，发现潜在用户提供最佳的方案，并通过地图方式展示数据，为运营商提供更快、更准、更直观的投资、

经营、管理决策支持。

电信管线资源与地理位置的关系更为密切，而在这方面存在一些突出问题，如大部分电信公司管线资源仍采用手工方式管理；管线工程设计仍采用手工设计；线路建设重复投资及资源浪费严重；管线资源同“97”、计费等数据没有有效地结合等。因此，为了实现管线资源的集中化和可视化管理；实现管线资源的准确性和完整性；实现管线资源数据和其他一些系统间的灵活接口及调度。将主干电缆、配线电缆、管道、人井、手孔、杆、吊线、交接箱、分线箱、分线盒等所有的管线资源全部通过 GIS 系统进行综合管理，建立基于 GIS 的管线资源管理系统是有着重大意义，不但能将管线网络资源直观的在地图上显示出准确的地理位置，表现出设备间的地理关系，进行资源的可视化管理；同时，在基于图形的决策方面，可视化、基于地理的管理能够给予更有力的图形分析支持，更直观、更方便、更一目了然、更容易比较。通过 GIS 管线资源管理系统丰富、强大的数据统计和分析功能，为规划设计部门对管线资源的建设和规划提供可靠的参考依据，为电信领导部门提供企业发展、决策的科学依据。

2001 年 8 月，“甘肃电信 GIS 本地网管线资源管理与决策支持系统”正式立项，结合实际情况和交流考察结果，决定采用 ArcInfo 8.1 作为 GIS 开发平台、ORACLE 8i 作为数据库平台。

二、GIS 概念及理论基础的引入

1.GIS 系统的定义

GIS 系统萌芽于本世纪 60 年代初，它是地理学、地图学、计算机科学、遥感、测绘等涉及空间数据采集、处理和分析的多学科共同发展的结果。

2.大型专业系统 GIS 的空间数字模型的研究

大型 GIS 和空间数据产品在理论上和实践上都遇到了空间数学基础问题，受传统地图空间数学基础理论和方法的影响，目前几乎所有的 GIS 均沿用地图投影作为自己参考系的空间数学基础。地图投影是为了用有限的平面地图来表示地球曲面上的要素而进行的两个二维场间的拓扑变换。具体地图投影类型的选择通常要综合考虑地图投影三要素：地图用途、比例尺和区域的位置、形状及大小。

大型 GIS 以一定规模的区域或整个地球作为对象，地图投影的三要素已经很难限定，地图数据用途由特定用途延伸为全面用途，比例尺从一种或以一种为主转化为多分辨率、多尺度、任意比例尺，区域范围也从某区域扩展为大区域或全球范围。所以，从数字地球的基本要求看，传统的投影选择对大型 GIS 已不适用。在我国，大多数 GIS 都采用与国家基本图一致的地图投影系统，这就是大比例尺的高斯-克吕格投影和中小比例尺的 LAMBERT 投影。实践证明，对于大型 GIS 和“数字地球”而言，采用高斯投影为空间数学基础会带来诸多问题。只有全球与地理分布有关的信息均具有统一的、严密连续的空间定位框架，其数据的统一性、

完整性才具有完全可靠的保障，这是区域可持续发展以及大区域空间信息系统可持续发展的最重要的基础设施。大型专业 GIS 系统需要一种实用的空间数学模型。

实用模型的参考对本系统的研发有重要的指导意义，由于电信基于 GIS 的本地网管线资源管理与决策支持系统主要目的是为了进行资源管理，GIS 只是作为一种应用平台和表现形式，重点并不是研究图形的处理，所以，在图形数据方面，追求高精度和专业性没有实际意义，该实用模型可以用来指导部分图形矢量化工作。

空间数据可以以栅格（raster）和矢量（vector）两种方式进行表现，前者由于在查询定位和空间分析方面天生的缺陷以及相对于矢量方式的数据量小，输入方便等优点，主要用在空间 GIS 的输入和相对固定的空间 GIS 的传送和显示上(如用户查询结果)。现在大部分 GIS 系统采用矢量方式进行空间 GIS 的存储和组织管理，以满足越来越复杂的查询处理需要。这在需要完整空间分析功能的高级 GIS 和边缘 GIS（如空间决策支持系统 SSDS 等）中尤其如此。为保证数据传输的快速性和减小客户端软件的规模，大部分系统的服务器端将矢量型结果数据变换成栅格数据形式，主要是栅格格式的媒介数据，如 GIF、JPEG 图形等进行传送。这样，服务器端处理矢量数据和栅格数据，客户端只处理服务器传来的查询结果—栅格数据。

在本系统的研发中，充分利用电子地图的块分割和图层划分技术，对系统的性能和实用性起到了至关重要的作用。

三、甘肃电信本地网资源管理与决策支持系统的设计

1. 系统功能设计：本系统设计主要依据《中国电信本地网网络资源管理系统技术规范》、《市内电话业务计算机综合管理系统技术规范》、《中国电信本地网线路维护规程》等，同时，结合兰州市本地网管线资源系统的实际情况定出最终范本。

（1）系统基本目标：建立交换机、配线架、交接箱、主干电缆、管道等资源数据库，实现图形化的编辑、查询、统计、分析功能，为网络规划和管理提供所需信息。建立详细的客户分布信息和业务发展决策所需的数据资料，实现对数据的编辑、查询、统计、分析等功能，为支持业务发展决策提供准确的依据。考虑电信业务发展对 GIS 系统的需求，系统预留更多资源管理的开发接口，具备良好的可扩展性。

（2）系统基本功能：系统主要完成：地图数据的录入维护功能；地图数据的分层管理；地图数据的浏览；地图数据的增、删、改维护；地图及图形信息的输出打印；管线资源的数据录入功能；管线数据的各种查询功能、管线数据的显示定位打印功能；管线资源图形数据和属性数据的更新维护功能；地图数据与九七、计费数据的连接与共享；基于地图来实现与九七、计费有关的线路数据的相关查询；基于地图的各种统计分析；基于地图的管线资源的动态分配调度的功能；设备端口调度、线路调度、光纤调度、电缆调度、管道杆路调度等。

（3）系统电子地图块分割设计

兰州市电子地图是从兰州国土资源测绘局购买的 2000 年版 1：10000 航拍电子地图，行政区划分、街区划分、道路、河流等状况同实际情况基本相符合，但是，在一些开发区、居民小区同实际情况有较大出入，针对这一情况，可以通过 AutoCAD、矢量化软件、AcrInfo 平台提供的工具进行修改、扫描转换和绘制。

根据兰州市地理实际特点，结合行政分区、电信系统营业区特点，将电子地图分割成以下基本部分：

东区：包括东岗分局、定西路支局、金昌路分局、大沙坪分局、武都路 5 个图块。

西区：包括西站分局、马滩分局、西固分局、河口支局、中川支局 5 个图块。

三县一区：包括榆中县、皋兰县、永登县、红古区 4 个图块。

具体研发中，在以上 3 大区共 14 个基本图块的基础上，进一步进行了细分，所遵循的原则是每一个交接区划分为最基本的图块单元，共有约 200 个。在电子地图进行了块分割后空间数据的效率性大大提高，减小了网络的负担和对客户端设备的要求。在实际使用当中，证明块分割非常有效合理。



图（1）兰州市电子地图

甘肃省各地州市根据辖区和用户量统计，可以划分为 A、B、C 三类，分别为：

局名	用户数（万户）	类别
天水	20~50	A
白银、武威、酒泉、平凉、临夏、张掖、庆阳、金昌、定西、陇南	10~20	B
嘉峪关、甘南	10 以下	C

在进行地图块分割时，参照兰州的方式根据其分类分别进行针对性的设计。

（4）系统电子地图图层划分的设计：系统 GIS 图层的设计以地理空间数据库为基础，结合其相关的属性，构成表现各类物体的图层，确定以下 16 个图层及相关的属性数据。

a. 基本地形图层：采用 1：10000 的地理底图作为整个系统的基础图层。图上主要显示：行政分区、街区、道路、行政单位、建筑物、门牌号和对应的标注。

b. 远景规划图层：建立对市政建设、经济发展等方面的远景规划图层，图层上主要显示：

经济开发区、住宅小区、道路及其它规划区域的内容。

c. 分局现状图层

d. 局所现状图层

e. 营业厅现状图层

f. 交接区图层

g. 建筑物图层

h. 交换机图层

i. 配线架图层

j. 主干电缆图层

l. 管道图层

m. 人井图层

n. 交接箱图层

o. 配线电缆图层

p. 分线盒图层

q. 其他运营商信息图层

显示其他运营商的行政位置、营业网点位置、其他运营商属性信息。

电子地图进行分层后，查询和空间分析处理变得相对容易，数据分块传送的效率大大提高。可以根据在实际操作和分析当中的需要进行图层选取和定制，配合选取相应的图分割块，极大地提高了性能。

（5）系统接口

a. 计费系统：与计费系统的接口目的是利用其中用户户对应的计费信息在 GIS 系统中产生区域性的营业收入分布信息。

b. 97 系统：与 97 系统的接口是为了获得完整的用户资料，通过用户占用的资源的空间位置确定用户的大致位置，而使用户资料与 GIS 系统结合形成它们的空间分布信息。

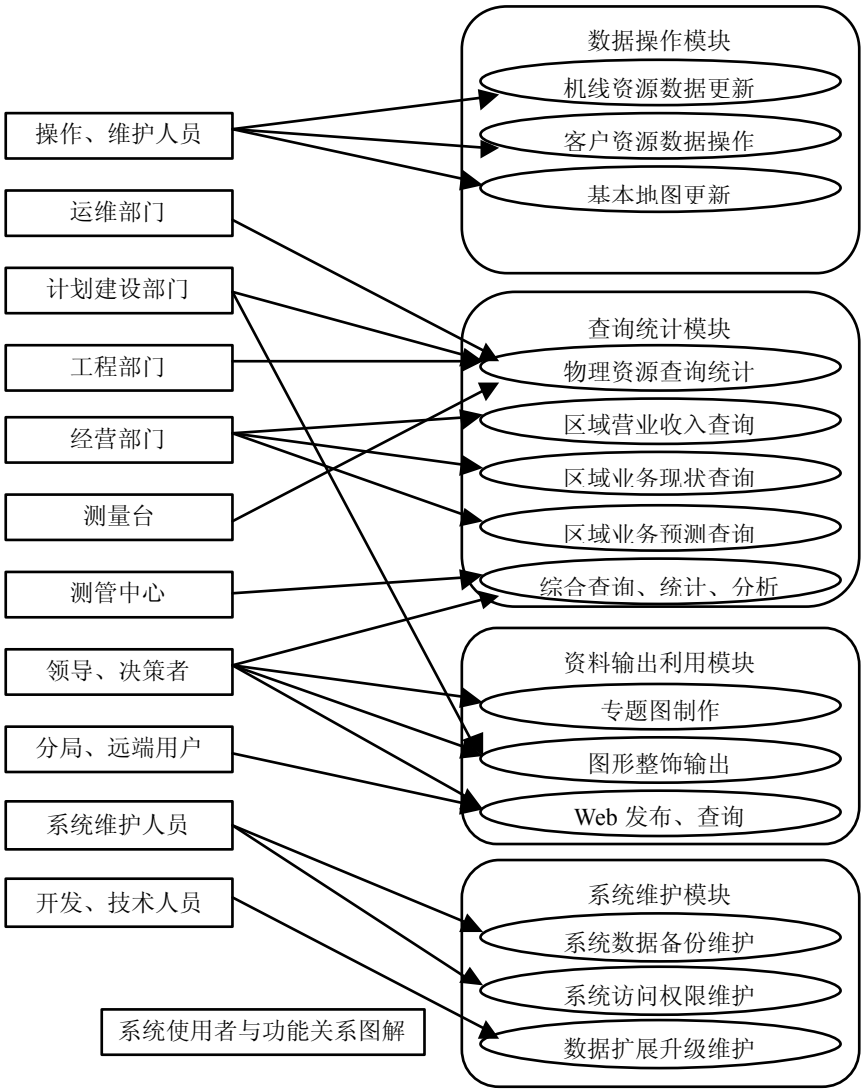
c. 112 系统：与 112 系统的接口目的是利用 GIS 系统中丰富的机线、客户数据资源和 GIS 特有的空间分析能力为 112 系统的故障定位提供服务。

d. OA 系统：Web 应用设计为可嵌入到 OA 系统中，使两套系统在管理和操作上更加集成化。同时提供给 OA 系统一级的接口，使 OA 系统能够直接或间接使用该系统数据，实现资源共享。

（6） 系统功能模型的建立

根据功能汇总、概括出系统功能模型。系统主要为运维部门、经营部门、计划部门及领导决策层服务，划分出数据操作维护人员、运维部门、计划建设部门、工程部门、经营部门、测量台、号线中心、决策领导层、分局远端用户、系统维护人员、开发技术人员等系统使用角色。将系统功能划分为数据操作、查询统计、资料输出利用、系统维护四个功能集模块。操作者与系统功能

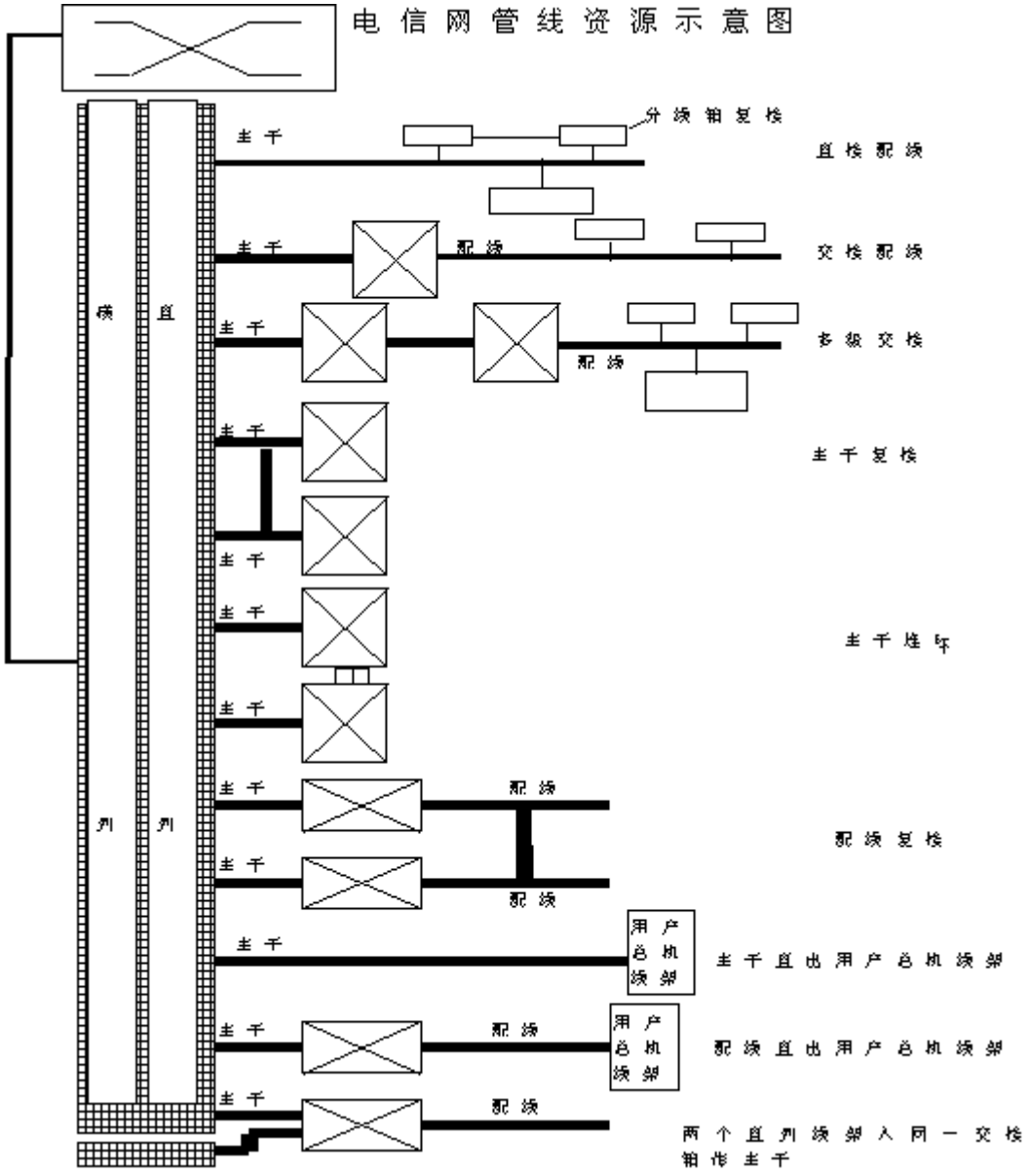
关系如图（2）。



图（2）操作者与系统功能关系

（7）物理资源数据

电信网管线资源物理连接拓扑图设计如图（3），该图重点描述了在实际情况下主干电缆、交接箱、配线电缆、分线箱之间的各种连接关系。



图（3）电信网管线资源物理连接拓扑图

2. 系统体系结构设计

（1）网络及硬件设计

根据甘肃电信和兰州电信的实际情况，网络硬件设计遵循以下原则：

- 坚持实用性并充分保护用户的投资
- 支持 TCP/IP、NETBIOS、DECNET 等多种协议
- 坚持开放性、兼容性和可互联性
- 坚持技术先进性
- 坚持高可管理性
- 坚持高可靠性
- 提供多方面的冗余备份功能
- 利于网络扩展和技术升级

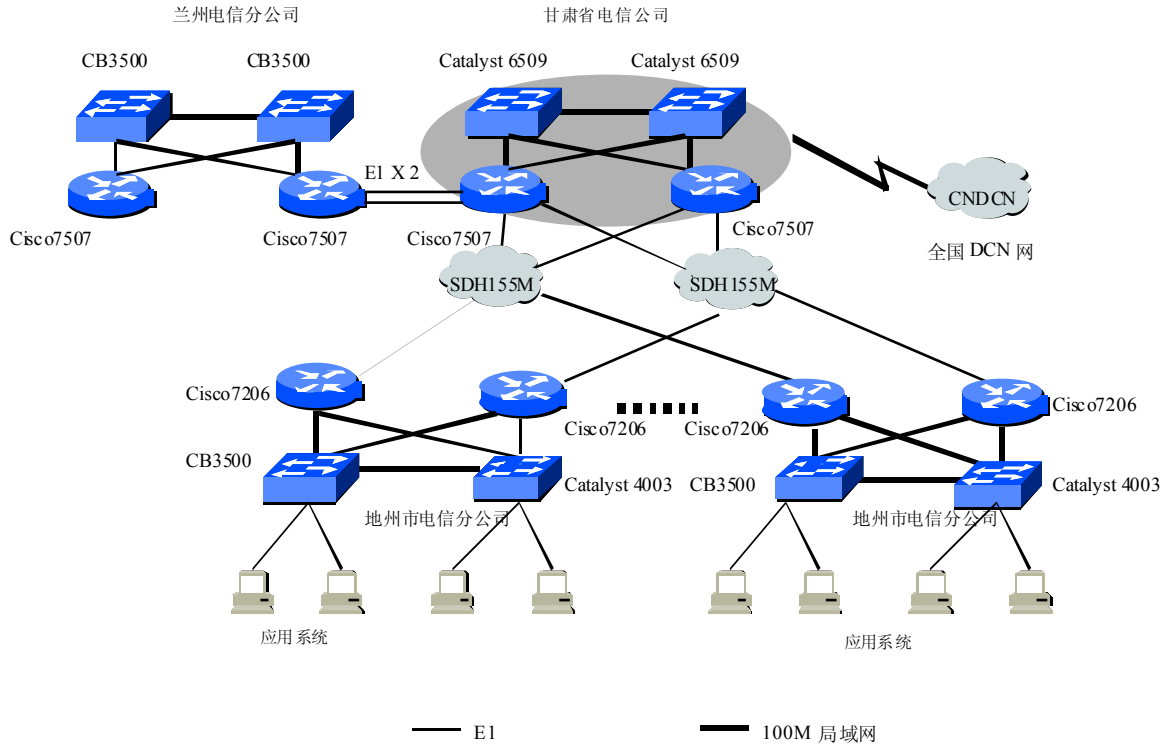
- 充分利用现有网络设备
- 提供严格受控的拨号访问系统
- 提供完整的网络安全控制

（2）网络拓扑

在本系统设计中，为了满足现阶段和将来的业务发展和功能扩展要求，网络拓扑分为两级平台。

a. 省电信中心系统

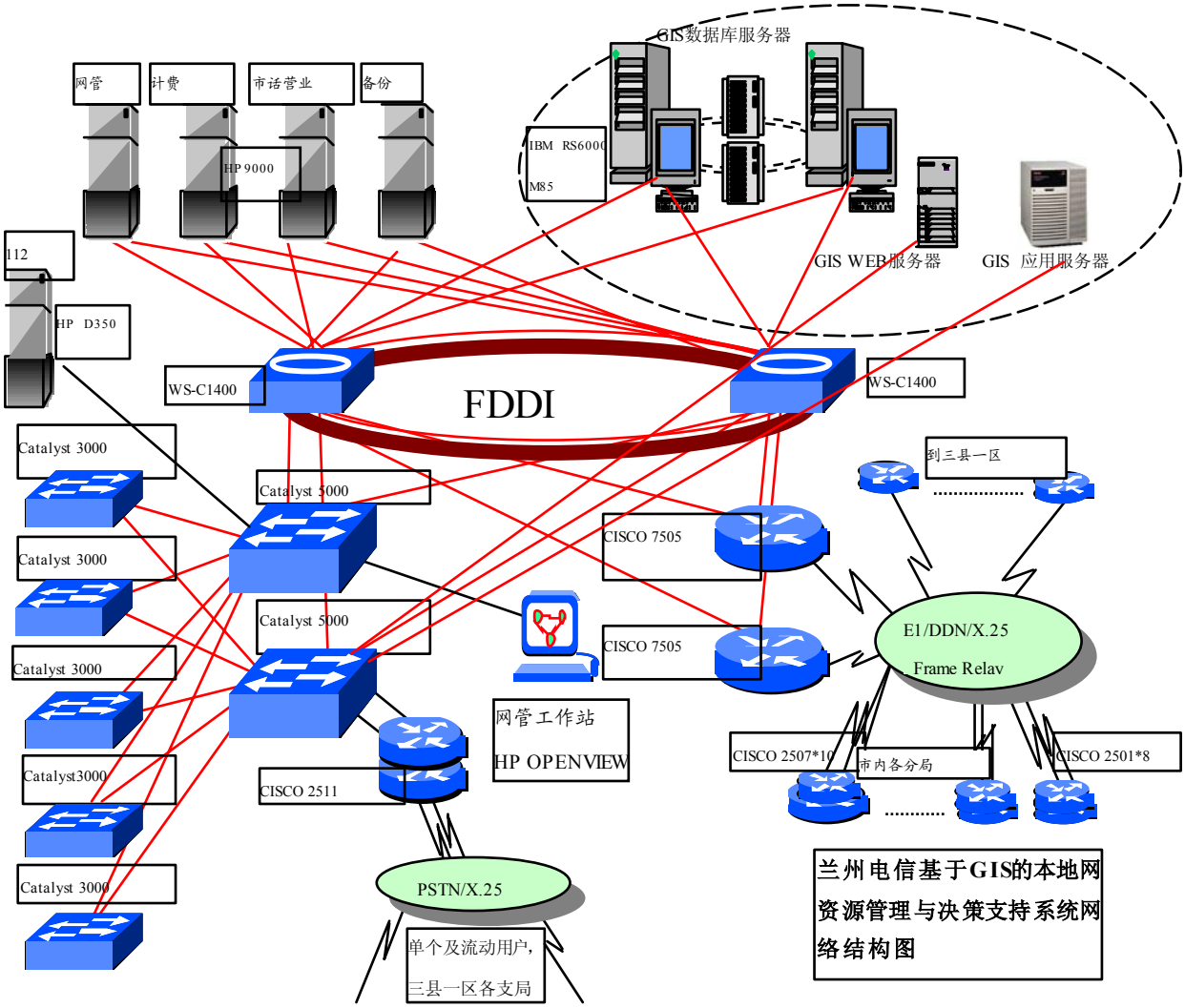
b. 地市运行系统：两级平台依靠电信 DCN 网络、电信九七纵向联网系统、以及专用网连接在一起。图形数据、属性数据都放置在地市平台上。省中心设一数据中心，进行统一管理，并完成远程备份。



图（4）甘肃电信 GIS 本地网管线资源管理与决策支持系统骨干网络拓扑

（3）兰州市网络平台设计

由于 GIS 数据库主机要进行大量的 GIS 数据流操作和吞吐，因此直接将其挂在电信 97 主干网 FDDI 环上，通过光纤进行连接。WEB 服务器、GIS 应用服务器均挂在 CATALYST5000 交换机上。各使用单位和操作人员通过 CATALYST3000、路由器及其他接入方式进行访问。



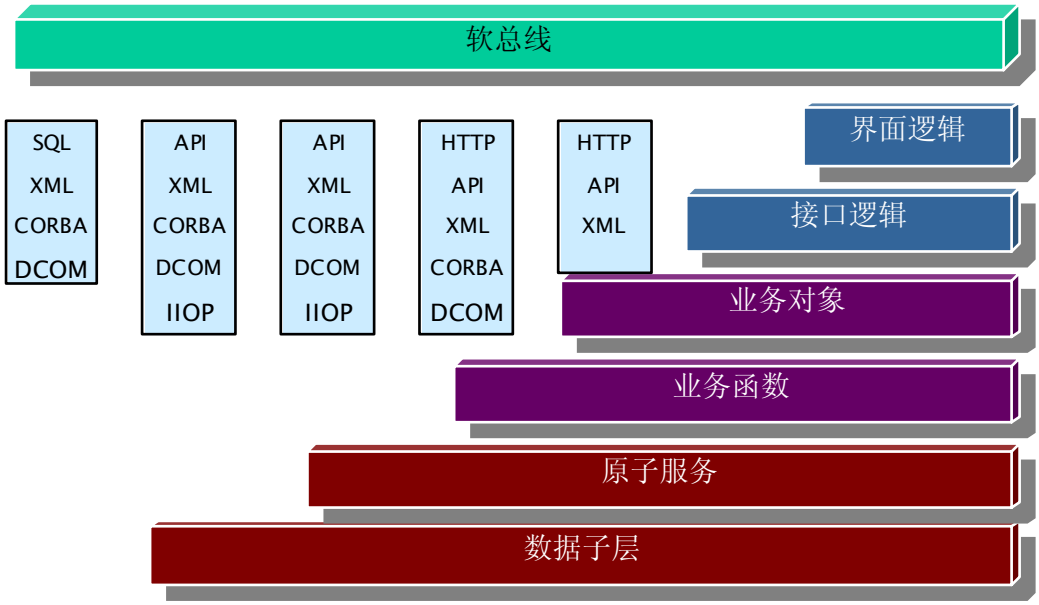
图（5）兰州电信 GIS 本地网管线资源管理与决策支持系统网络结构

（4）应用软件体系结构

在遵循软件体系结构设计原则的前提下，结合系统建设的本期目标和远景目标，我们提出本系统的应用软件体系架构。

a. 软件系统实现框架结构

软件体系结构采用标准的工业标准，如图示，在软总线的基础上，通过界定数据子层、原子服务、业务函数、业务对象、接口逻辑、界面逻辑，采用 CORBA、XML、DCOM、HTTP、SQL 等技术实现开发的需求。前台开发工具选用 Visual C++、C++Builder，同时灵活配合使用 MS Visual Basic、Jbuilder，基于 WebGIS 的部分使用 JSP 等工具配合完成。设计和建模工具采用 Rational Rose 和 Viso2000 配合使用。



图（6）软件体系结构

b. ArcInfo 平台上数据流通道的设计

ArcInfo 数据结构的建模通常是图形数据和属性数据一起放在数据库中，通过 ArcSDE 进行各项操作，这种方式的特点是数据结构较简单，开发方便，针对图形的分析很容易，但是在进行大量数据操作时，容易造成阻塞，而且不好满足一些复杂的报表类查询和统计分析。在实际应用当中，速度慢、效率低、经常造成死机现象，所以不适用于电信级的大型系统应用中。

针对这一实际情况，我们在建模时采用了一种不同的方式，即把图形数据和属性数据彻底分开，图形数据只包含一些必要的空间描述信息，大量的属性数据独立建表。这样在构建数据流通道时，采用了使用 ArcSDE 和 ODBC 相结合的方式，图形数据通过 ArcSDE 进行传送，大量的属性数据用 C++Builder、VC++等开发工具通过 ODBC 进行传送，并结合规则绑定和编号联接保证数据的一致性。这种方式有效地避免了瓶颈问题，增强了系统的功能和效率。

c. 数据库平台

数据库平台选用 ORACLE 8i。ORACLE 8i 是第一个完全处理多重数据库的关系型数据库管理系统，并在许多主要平台的基准测试中，展示了其在数据库领域中的领导地位。主要特征如下：

- 真正的具有可携性和开放性的分布式关系型数据库管理系统。
- 有专门针对 GIS 应用的产品（Spacial）。
- 构架在企业信息管理的合作性服务器科技（CST）之上。
- 以角色（ROLE）为基础的安全性。

- 可以依用户指定的 DBA 角色，或在个体和用户的基础上进行认证。
- 与外部的安全管理者相互操作。
- 完善多样的在线备份能力。
- 递增备份。
- 局部回滚功能。
- 在线恢复。
- 支持对称多处理、集群、海量并行处理。
- 通过 SQLXNet 支持分散式结构，隐藏网络复杂性。

3. 电信网资源图形数据模型的建立

（1） 现实世界中各种对象的模拟

GIS 系统是现实世界的计算机模型。现实世界中的对象由坐标信息来说明它们的位置，利用属性信息来说明它们的状态，利用地图表现现实世界。电信网资源的图形数据属性符合 GIS 系统所能进行的图形处理，ArcInfo 平台提供了所有适合电信网资源数据的描述和建模方式。

a. GIS 数据及其存贮

GIS 数据是对现实世界对象（地理特征）的空间信息和专题属性信息描述。利用空间信息来说明对象在现实世界中所处的位置，利用属性信息来描述对象在现实世界中的状态。ArcInfo 以点（Point）、线（Line）、面（Polygon）、表面（Surface）四种类型来分别描述现实世界中不同的地理特征。提供矢量模型（Coverage，TIN）和栅格模型（GRID，Lattice）两种模型来建立地理数据。

在电信网资源的图形数据中，分局、局所、营业厅、交换机、交接箱、人井、配线架、分线盒可以用 Point 来描述；电缆、配线、管道可以用 Line 来描述；行政分区、街区、行政单位、建筑物、经济开发区、住宅小区、交接区可以用 Polygon 来描述；其中分局、局所、营业厅、交换机、建筑物等一些需要重点突出的数据可以用 Surface 来描述。电信网资源的图形数据如主干电缆、配线、管道等都可以用矢量模型建模，街区、分局、局所、营业厅、建筑物可以用栅格模型建模。

b. 空间信息与属性信息的联系

现实世界中的对象即具有空间信息，同时具有描述其状态的专题属性信息。能够实现空间信息和专题属性信息的统一管理是 GIS 区别于其它信息系统的一个重要特点。

电信网资源的图形数据都有相应的属性数据，如电缆有序号、编码号、电缆名、电缆类型、电缆型号、电缆线材、电缆线径、电缆对数、电缆造价、电缆长度、完工使用日期、局号、铺设方式、损坏时间、处理日期、起始线序、终止线序、交接箱编号、分线箱编号、分线盒

起止线序等许多属性，建立空间信息与属性信息的联系是正确建模的关键。

c. 空间关系的处理（拓朴关系）

除了要实现空间数据与专题属性数据的统一管理，GIS 系统还要实现对地理特征之间空间关系的处理，从而帮助人们实现空间思维。

电信网资源的图形数据基本都牵涉到连通性、构造面、邻接性的概念。其中，行政分区、街区、行政单位、建筑物、经济开发区、住宅小区、交接区需要进行多边形、外多边形、以及面积定义。道路、主干电缆、管道、配线电缆需要进行弧段及多边形定义。

（2）数据处理中的容限值

各种容限值的讨论和确立对于电信网资源管理电子地图的建立、图形数据的建立和管理以及描述都有重要意义，基本原则是在资源分布比较集中的地方，各种容限值要求就要高，另外，对于需要重点进行管理的数据如电缆、配线的也需要较高的容限值要求。具体设计中，主要涉及到以下几种容限值。

- 均方根误差 RMS（Root Mean Square）
- TIC 匹配容限（Tic match tolerance）
- 模糊容限（Fuzzy tolerance）
- 悬挂弧段距离（Dangle length）
- 结点粘接容限（Node Snap Tolerance）
- 弧段粘接容限（Arc Snap Tolerance）
- Weed 容限值（Weed Tolerance）
- Grain 容限值（Grain Tolerance）

4. 建立 GIS 空间数据库

讨论和研究基于 GIS 电信网资源的数据描述和建模方式，通过 ArcInfo 平台创建相应的数据结构，进行各种容限值的讨论和确立，最终是为了建立电信网资源 GIS 数据库。以下论述了 GIS 电信网资源数据的空间数据库建立方法和过程。

（1）空间数据库框架

a. 地理配准点（TIC）

TIC 点是地理控制点或地理配准点。用于将 Coverage 的坐标数据配准到公共的坐标系统中，从而建立地理特征的 Coverage 图幅位置与地球表面位置的相关关系。电信网资源数据中的分局、局所、营业厅、交换机、交接箱、人井、配线架、分线盒等图形数据都需要用 TIC 点进行严格的定义。

TIC 点在地图的数字化、数字化地图数据的编辑、图幅的拼接等方面具有非常重要的作用，例如，在建立同一空间范围内的不同电信网资源数据层时，使用同一组 TIC 点，可以保证所建立的几幅图具有完全相同的空间坐标系统和空间范围。

TIC 点必须是代表地图上能够清楚识别的特征的点。应具备以下条件：地图的角点、测绘控制点、明显地物点、重要特征的交叉点（道路交叉点）、地图本身的参照点。

b. 主控 Coverage

电信网资源的图形数据如交换机、交接箱、人井、分线盒都可以用矢量模型建模，Coverage 是一种最适用的方式。

每个 GIS 系统应用项目都是对一定的地理区域而言的。有时由于地理区域太大，不可能将所有地图信息都放在一个图幅范围内进行输入和处理，也就是要进行数据的分幅输出和处理，而后根据需要拼接图幅，进行统一管理。

在分幅输入和处理过程中，如何保证邻接图之间空间位置精确配准，以及如何保证以后图幅拼接时，不出现大的空间匹配误差，这一点是每个 GIS 系统应用中必须要考虑的问题。

（2）空间数据输入

a、数字化（Digitizing）：从传统介质的地图获得空间数据并建立 Coverage 的主要方式。

地图数字化前的准备工作：

- 在传统介质地图上明确标出 TIC 的位置和编号
- 标出弧段的交叉点位置
- 标出多边形的起止点
- 标出多边形 Label 点的位置和编码
- 对图幅边界处的弧段进行一定程度的延伸。
- 其它一些数字化的准备工作

b. 扫描矢量化：使用扫描仪将传统介质的地图扫描成为图像，然后使用专门的矢量化软件完成空间数据的矢量化输入。

c. 数据转换：使用 ArcInfo 提供的各种数据转换命令，将外部数据转换成为 ArcInfo 的 Coverage 矢量数据。

（3）数据编码

要进行专题属性数据的输入，首先必须为每个地物特征赋了正确的 ID 号。ID 号的输入，可以采用两种方式：数字化地物的同时输入用户 ID 号、地图全部数字化以后，统一修改

在本系统的研发过程中，为了保证进度，数据编码采用了一种比较灵活的方式，电子地图的数字化过程中，对 ID 号不进行控制，在电信网资源图形数据核查过程中，只定义 ID 号的规则和标准。具体操作中，先根据电子地图打印出相应的图块，由专业的绘图人员在图形数

据上进行标识，然后由专业的图形录入人员在 ArcInfo 平台上进行统一修改。最后，再通过本系统平台将图形数据和属性数据通过关系型数据库关联到一起。实践证明，这是一种非常实用的办法。

（4）空间数据集成建库

a. 图幅范围相关的不同图幅的 Coverage 间的空间数据集成，主要解决两个方面的问题：

- 数据的分幅输入与统一管理：对于涉及空间范围比较大的 GIS 系统应用，如果对整个研究区范围按一整幅图输入，往往会由于数据量太大，造成数据输入效率低、处理的复杂程度高、容易出现错误。因此通常的方法是分幅输入。
- 提取数据的任意子集：有时 GIS 的分析应用中所需要的数据只涉及原始数据的一定空间范围内的数据，这时，就需要能够从空间上提取任意数据，这样可以保证数据查询、显示和分析等过程的效率。

b. 数据图层间数据的传递

实现同一图幅范围内的不同数据层 Coverage 间的空间数据的集成，主要解决两个方面的问题：

- 获得同一图幅范围内其它图层的数据
- 将数据放入同一图幅范围内的其它图层中

c. Coverage 间的配准

将 Coverage 的空间数据从一种空间坐标系统配准到另一种空间坐标系统中，以保证可以从空间位置上建立不同 Coverage 之间的联系。

（5） 数据表的关联和联接

a. 关联和联接的概念：关联是建立数据表之间的联接关系，而联接是实际地将数据表联接起来。

b. 关联的建立和使用

关联的类型：

LINEAR：顺序查找法（记录扫描法）。
ORDERED：二叉树搜索法。
LINK：记录号访问法。
TABLE：值域关联法。
FIRST：对于外部数据库表，只有这种关联方式是有效的。
栈式关联：ArcInfo 支持最多三级关联，由此构成了栈式关联（Stacked Relate）

5. 动态分段和路径系统

（1） ArcInfo 系统中的特殊线性特征

GIS 系统中的线性特征往往以二维的 x，y 坐标对来描述，这种方法非常适合于表达地物边界、水体或道路的位置。动态分段（Dynamic Segmentation）和路径系统（Route System）是 ArcInfo 中的一类特殊的线性特征，它通过里程数等量测标准而不是空间坐标数据来刻画线性特征。

（2）动态分段和路径系统的功能

a. 借助动态分段技术和路径系统模型，可以实现在一个线 Coverage 中，定义分段的线性特征。

b. 借助动态分段技术和路径系统模型，可以实现对以分段和量测系统为依据的数据的操作。

c. 可以在不改变线性特征的坐标信息的前提下，为分段的线性特征赋属性，从而实现对分段线性特征的空间和属性的操作。

d. 在路径系统中，分段是动态进行的，因此可以以一个线 Coverage 为基础，通过应用不同的量测系统，获得多种路径系统。

e. 动态分段和路径系统使得对于线性特征的研究更进了一步。

6. 网络分析

（1） 网络数据模型

网络是用于实现资源的运输和信息的交流的相互联接的线性特征。网络模型是对现实世界网络的抽象。在模型中，网络由链（Link）、结点（Node）、站点（Stop）、中心（Center）和转向点（Turn）组成。Node 指 Link 的终止点。Link 总是在 Node 处相交。Node 可以用来表示道路网络中道路交叉点、电信网资源网络中的主干电缆、配线电缆交汇点。Stop 指在某个流路上经过的位置。表现为 Coverage 的结点，可以代表本系统中电信网资源交汇出入的位置，如交接箱、人井等。Center 指网络中一些离散位置，Center 表现为 Coverage 的结点，应用于资源分配和空间相互作用分析中。Center 可以代电信网资源中局所、营业厅等。Turn 代表了从一个 Link 到另一个 Link 的过渡。建立一个好的网络模型的关键是清楚地认识现实网络的各种特性与以网络模型的要素（Link，Node，Stop，Center，Turn）表示的特性的关系。网络的 Link 构成了网络模型的框架。

在网络分析过程中，路径系统起着相当重要的作用。它使用户可以利用 ArcInfo 的动态分段特征来显示和分析网络分析的结果。

（2） 路径选择

如何寻找到一个最短和最经济的路径，保证访问到所有站点，同时最快最省地完成一次行程，这是很多机构经常遇到的问题。

在电信网资源分析中，如何找到最佳的诸如从主干电缆到交接箱、从主干电缆到分线盒、从管道到人井、从用户到营业厅、从配线架到交接箱等操作具有重要的意义。例如，在施工指导中，可以分析出最节省资源的路径；在障碍查修中，可以找到故障最大机率发生点；在发展用户时，可以找到最佳用户接入点。

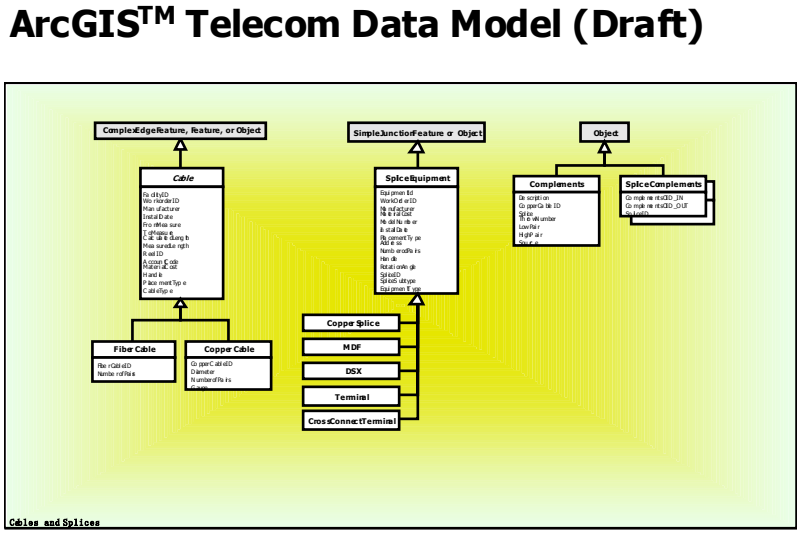
（3）地址编码与匹配概念

利用人们习惯的地址（街道门牌号）信息确定它在地图上的确切位置的技术。在本系统中解决的实际问题为电信客户名单、装机报告、障碍申报中所使用的定位信息多数是按人们习惯的街道门牌号等文字形式提供的，经常在地图上需要迅速定位，地址编码和地址匹配就是用于解决此类问题的。在系统中根据地址空间索引，查找当前地址所在的弧段，然后根据地址信息和弧段起止点的地址信息中的编号，进行内插，求出要匹配的地址在弧段的位置。

7. 数据库结构

（1） 使用 Unified Modeling Language（UML）建立的模型

ArcGIS 支持工业标准的计算机辅助软件工程（CASE）工具（如：Viso2000 Enterprise），用于空间建模。通过 CASE 工具，可以用完全可视化的方法，定义或扩展新的空间数据对象。ArcCatalog 中提供了根据 CASE 工具中对空间数据对象的扩展定义自动生成 Geodatabase 数据框架的工具。数据框架可在主流的 DBMS 平台上实现。下图为在 Viso2000 中使用 UML 建模过程示意。



图（7）使用 UML 建立 ArcGIS 数据模型

（2） 数据库表结构设计

将建模后的数据模型转化抽象为 ORACLE 数据库表群，以下是部分属性数据表结构描述：

a.配线架属性信息表 表名：MDF__PRO

字段内容	字段名	数据类型	长度	备注
配线架编号	Mdf_num	Char	10	非空
配线架名称	Mdf_name	Char	30	
配线架局号	Mdf_bureau	Char	6	
配线架长度	Mdf_length	Numeric	5.2	单位：M
配线架宽度	Mdf_width	Numeric	5.2	单位：M
配线架类型	Mdf_type	Char	10	
配线架型号	Mdf_sort	Char	10	
配线架生产厂商	Mdf_factory	Char	30	
配线架横列容量	Mdf_xcacacity	Numeric	7	
配线架直列容量	Mdf_ycacacity	Numeric	7	
横列列块数	Mdf_xsum	Numeric	5	
直列列块数	Mdf_ysum	Numeric	5	
投入使用时间	Mdf_date	Char	10	
操作点	Staff_site	Char	3	
工号	Staff_num	Char	3	
录入时间	Staff_time	Datatime		

主键：MDF__num

b. 配线架横列信息表 表名：MDF__X

字段内容	字段名	数据类型	长度	备注
配线架编码	Mdf_num	Char	10	
机位	Mdf_port	Char	15	
电话号码	Mdf_telephone	Char	10	
局向	Mdf_bureau	Char	6	

主键：Mdf__telephone

c. 配线架直列信息表 表名：MDF__Y（ON seg4）

字段内容	字段名	数据类型	长度	备注
配线架编码	Mdf_num	Char	10	
配线架列号	Mdf_ynum	Numeric	4	

列块号	Mdf_block	Char	10	X__Y__Z
主干电缆编号	Mdf_cable	Char	10	非空
主干电缆线序	Mdf_line	Numeric	5	非空
电话号码	Mdf_telephone	Char	10	
操作点	Staff_site	Char	3	
工号	Staff_num	Char	3	
录入时间	Staff_time	Datatime		
当前状态	Mdf_port_statu	Char	4	新增

主键：Mdf_cable+Mdf_line

d. 电缆基本信息表 表名：CABLE__PRO

字段内容	字段名	数据类型	长度	备注
序号	cable_xh	Numeric	8	非空
电缆编码号	Cable_num	Char	15	
电缆名	Cable_name	Char	15	
电缆类型	Cable_type	Char	10	
电缆型号	Cable_sort	Char	10	
电缆线材	Cable_stuff	Char	10	
电缆线径	Cable_dia	Numriec	5.2	单位：cm
电缆对数	Cable_linesum	Numeric	5	
电缆造价	Cable_price	Numeric	8.2	单位：元
电缆长度	Cable_length	Numeric	7.2	单位：M
完工使用日期	Cable_date	Char	10	
局号	Cable_bureau	Char	6	
铺设方式	Cable_mode	Char	8	
损坏时间	Cable_badtime	Char	10	
处理日期	Cable_protime	Char	10	
起始线序	Cable_sline	Numeric	5	
终止线序	Cable_elime	Numeric	5	
交接箱编号	Cable_cross	Char	15	
分线箱编号	Cable_box	Char	20	
分线盒起止线序	Cable_box_line	Char	10	不用
当前状态	Cable_state	Char	4	
备注	Cable_note	Char	40	
操作点	Staff_site	Char	3	

工号	Staff_num	Char	3	
录入时间	Staff_time	Datatime		

主键：Cable_xh

8. 研发过程

在本系统的开发中，我们采用 Rational Unified Process（RUP）统一开发过程进行项目的控制管理。RUP 提供了在开发机构中分派任务和责任的纪律化方法，它的目标是在可预见的日程和预算前提下确保满足最终用户需求的高质量产品。同时我们采用 VISO2000 作为 UML 建模工具配合使用。

在软件系统的开发过程中，我们根据 RUP 的原则，将整个过程分为四个主要步骤：

（1） 初始阶段：进行需求调查和风险评估。
（2） 细化阶段：概要设计和详细设计。
（3） 构建阶段：软件编码和测试。
（4） 交付阶段：将系统交付给用户。

上述四个阶段的每个阶段都可以进一步被分解为迭代过程，逐步递增式地接近并完成系统的最终目标。

四、系统的运行及应用

1. 系统登录

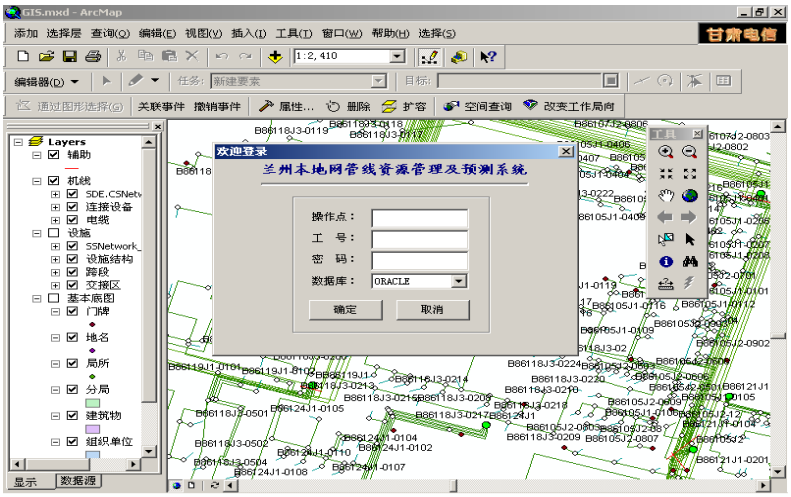
系统启动界面如下图所示：



图（8）系统启动

在系统启动过程中，调用 ArcInfo 平台所需要的各模块和插件，检查网络连接是否正常，完成动态库连接，完成数据库主机的握手，完成和 ORACLE 数据库的连接。如果任何一步出错，给出提示性操作信息。在系统登录过程中，输入操作点、工号、密码、并选择正确的数

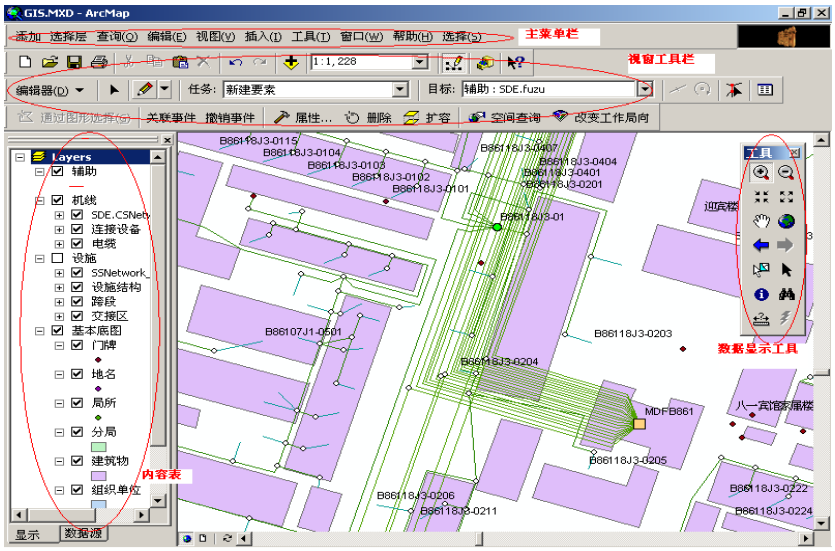
据库（数据库可选择 ORACLE、SQLSEVER 等）后，点击“确定”键。如果登录成功，则进入系统，完成各种权限的验证并给出相应的操作范围限制，提取相应的图层和图分割块，展示所需要进行操作的图层和图分割块。将操作的中心移到相应的部分。如果登录不成功，请重新输入正确的登录信息或按”取消”键退出系统。



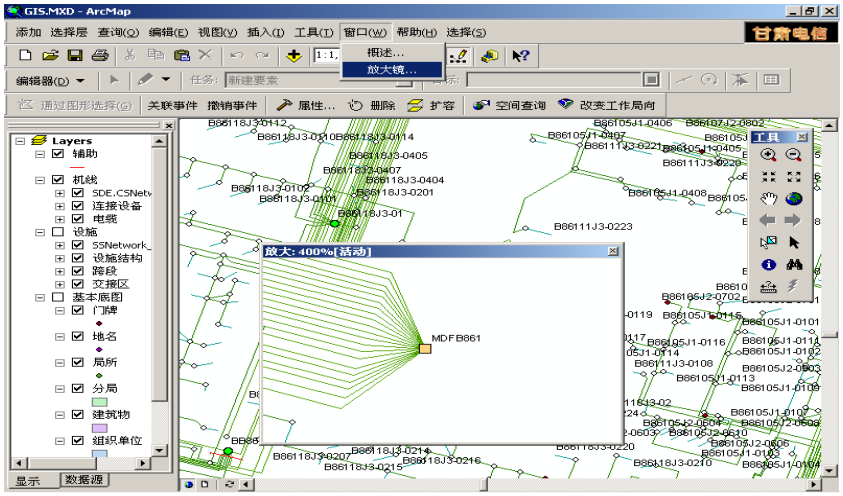
图（9）系统登录

若登录成功，您将可以看到该系统的全貌（如图 10 所示）。系统界面由主菜单栏、视窗标准工具栏、视窗内容表、数据显示工具条、显示窗、状态条等六部分组成。

系统对图形查看提供了一个非常有特色的辅助工具，即：放大镜。首先打开“窗口”菜单，点击“放大镜”项，“放大镜”便出现在地图显示区中，用鼠标左键将其移动到想放大的要素上，便可对其查看、编辑（如图 11 所示）。



图（10）全屏显示图



图（11）放大镜使用示图

2. 系统部分功能

本系统可以实现电信网资源上基于图形数据和属性数据的各种 GIS、基础数据、设备资料、照片、图纸等信息进行查询、检索、报表统计、制图输出等各项操作。

在添加各种机线资源时，有一个基本的添加的顺序：

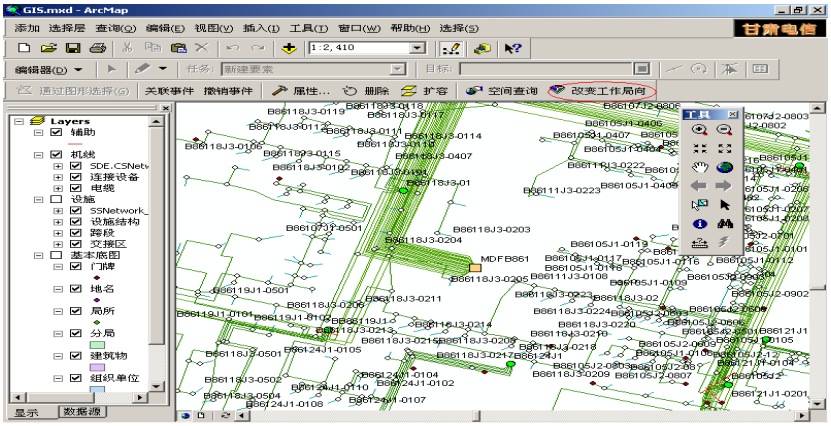
配线架（扩容）→主干电缆→交接箱（扩容）→配线电缆→分线箱（扩容）

其含义是在添加下游设备时，必须首先添加上游设备。如：添加主干电缆前，应首先添加配线架；而添加交接箱，则必须在主干电缆上添加。

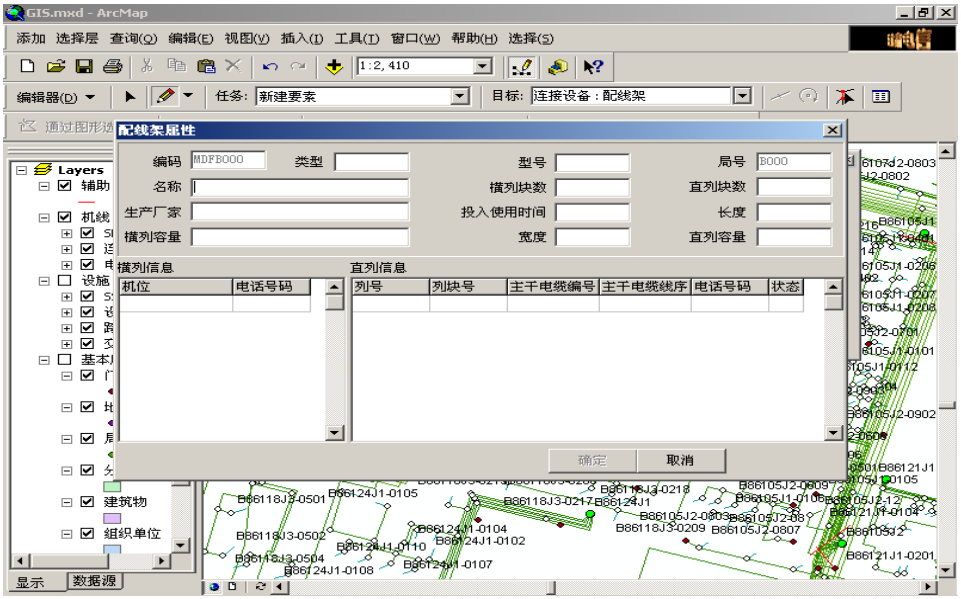
（1） 加一个配线架

其操作步骤为：

首先选择操作的局所。在工具条上选择改变工作局向按钮（如图 12 所示）。然后打开“添加”菜单，点击“配线架”。此时，鼠标变成笔状，便可在地图合适的位置双击，新添的配线架便出现在地图上。随即弹出新添配线架的属性信息窗口（如图 13 所示）。



图（12）改变局向信息



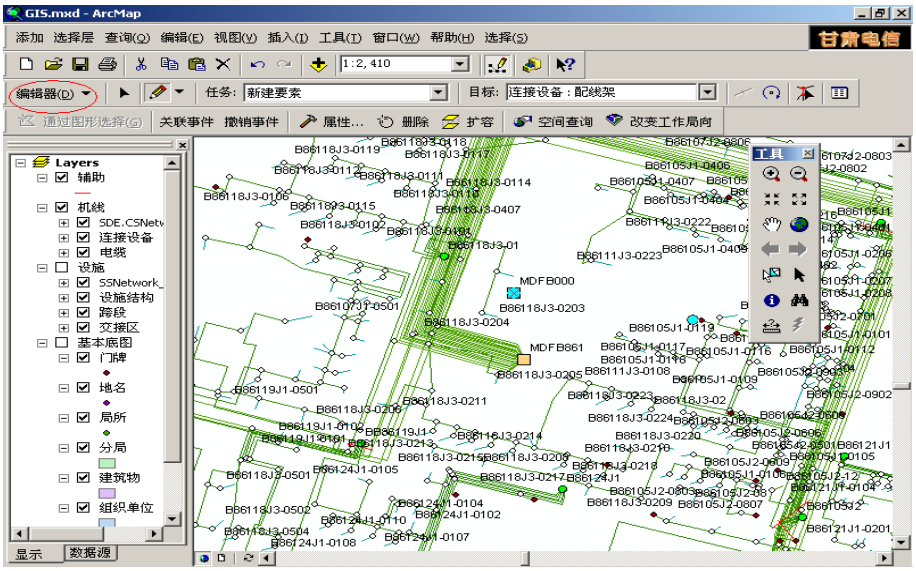
图（13）新添配线架属性信息窗口

b. 然后添加一个主干电缆（必须在配线架上添加）。

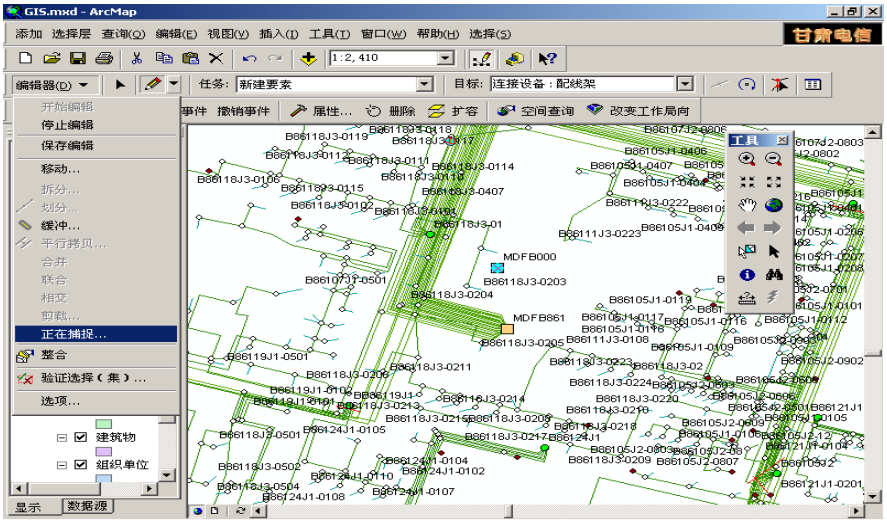
其操作步骤为：

添加主干电缆时，先点击工具栏上的”编辑器”按钮（如图 14 所示），

点击开始编辑，再次点击“正在捕捉”（如图 15 所示）：

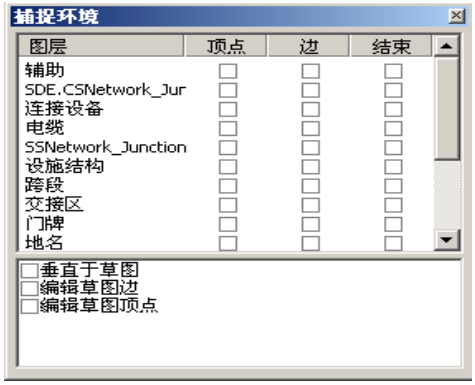


图（14） 编辑器菜单位置示图



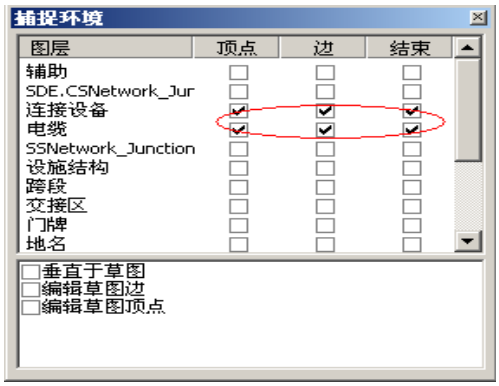
图（15） 捕捉按钮位置示图

点击后，随即弹出如下对话框（如图 16 所示）：



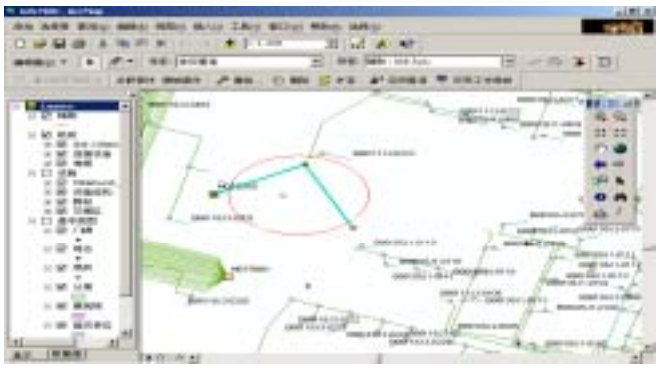
图（16） 捕捉环境窗口

选中连接设备与电缆后面的复选框（如图 17 所示），并关闭。



图（17）捕捉环境选中窗口

设置完以上步骤后，首先打开添加菜单，单击“主干电缆”，此时，鼠标变成笔状，先点击“配线架”（设置主干电缆的起始点，在添加主干电缆时，起始点必须在配线架上），接着使用单击画出其电缆通过的路径并双击，新添的主干电缆便出现在地图上（如图 18 所示）。



图（18） 主干电缆添加图例

随即弹出新添主干电缆的属性信息窗口（如图 19 所示）：



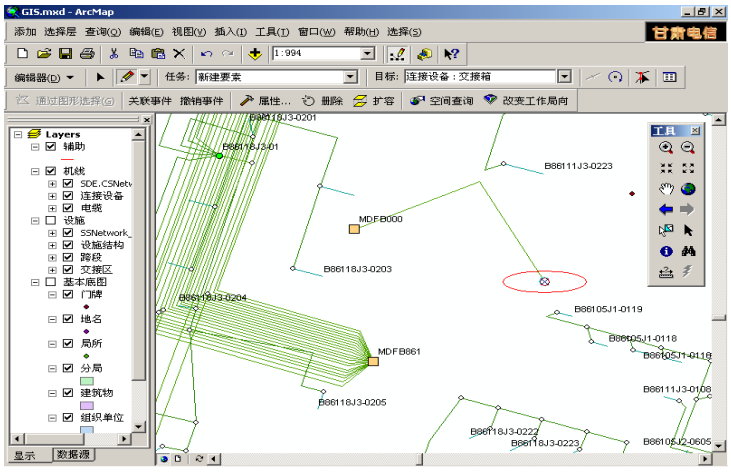
图（19） 新添主干电缆的属性信息窗口

用户输入其各种信息以后，单击“确认”按钮。若该配线架已存在，则显示该主干电缆的信息（包括编号、线对信息等）。便完成了添加工作。

若想添加多个主干电缆，方法同上。只是注意首先应在配线架上为该主干电缆扩容。

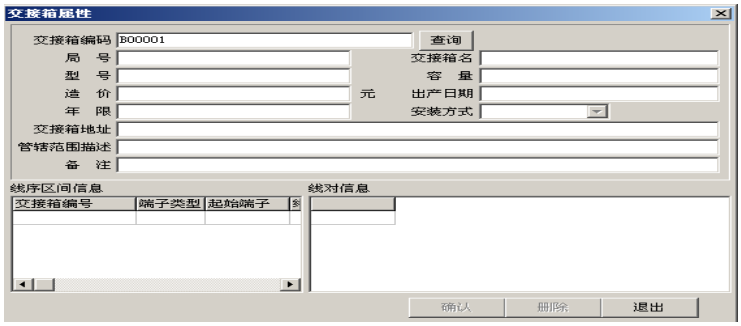
c. 接着添加一个交接箱

其操作步骤为：首先打开添加菜单，点击“交接箱”。此时，鼠标变成笔状，便可在先前添加的主干电缆末端双击，新添的交接箱便出现在地图上（如图 20 所示）。



图（20） 交接箱添加图示

随即弹出新添交接箱的属性信息窗口（如图 21 所示）。

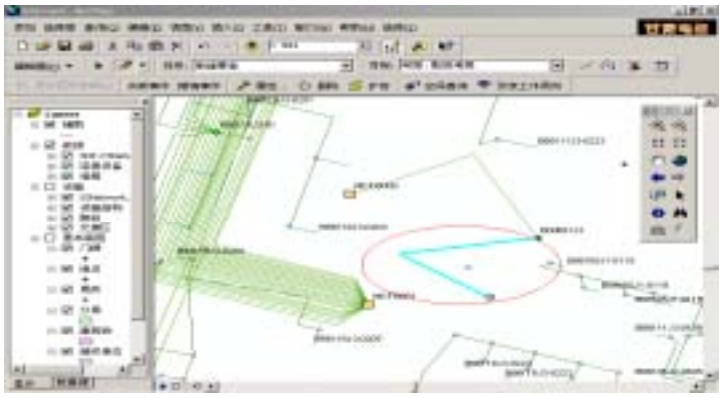


图（21） 新添交接箱的属性信息窗口

选中主干端子项，输入电缆编号、起始线序、终止线序。然后选中配线端子项，输入电缆编号、起始线序、终止线序，完成添加工作。

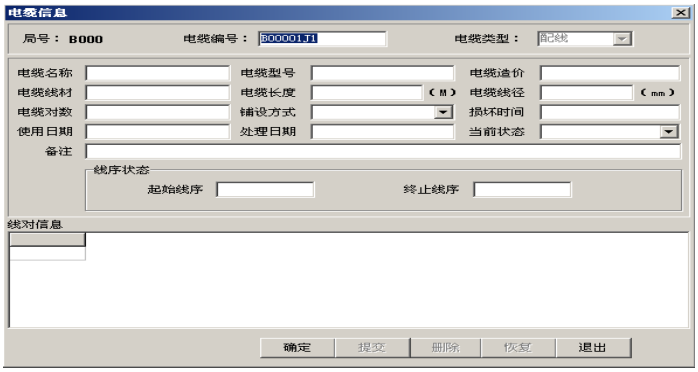
d. 接着添加一个配线电缆（必须在交接箱上添加）

点击“配线电缆”，先单击“交接箱”，接着使用单击画出其电缆通过的路径并双击，新添的配线电缆出现在地图上（如图 22 所示）。



图（22） 配线电缆添加图例

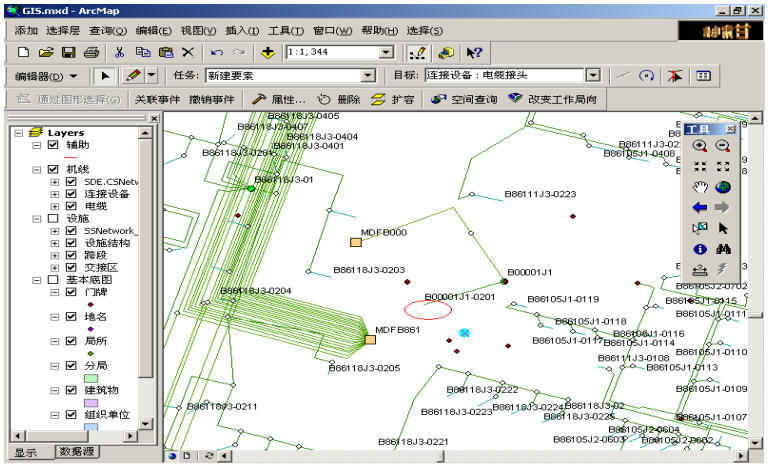
随即弹出新添配线电缆的属性信息窗口（如图 23 所示）。



图（23）新添配线电缆的属性信息窗口

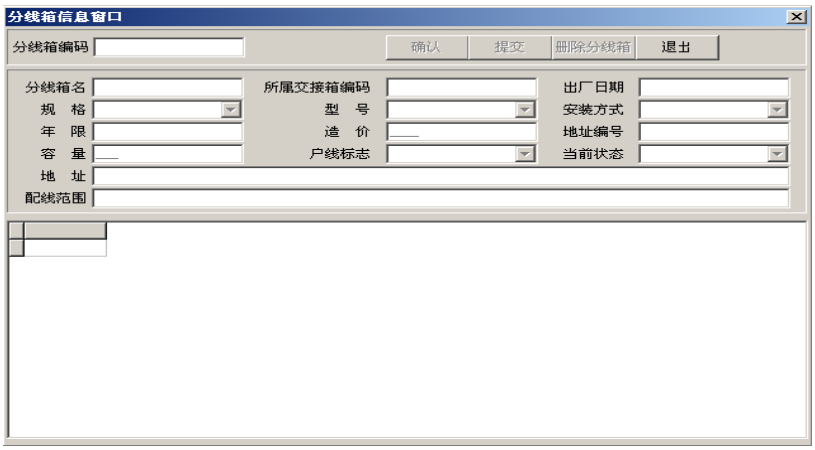
e. 最后添加一个分线箱（必须在配线电缆上添加）

其操作步骤为：首先打开添加菜单，点击“分线箱”。此时，鼠标变成笔状，便可在先前添加的配线电缆末端双击，新添的分线箱出现在地图上（如图 24 所示）。



图（24） 分线箱添加图例

随即弹出新添分线箱的属性信息窗口（如图 25 所示）：



图（25）新添分线箱的属性信息窗口

五、总结

甘肃电信 GIS 本地网管线资源管理与决策支持系统的研发成功具有非常重要和深远的意义，除建立了一套有效的系统研发和建设方法、给甘肃电信的资源管理与决策带来了有力的手段以外，同时以一种新的思路和方法为电信其他各项管理和业务流程进行了开拓。

1. 本系统研发和应用的成功点

本文所述的理论和设计以及实施方法在实践当中已经证明是行之有效的。本系统在甘肃电

信的实际运行当中成功实现了以下具有 GIS 系统代表意义的重要功能：

（1）图形和属性数据等信息的录入、修改、删除、及输出。

（2）图形图像和相关属性数据等信息的查询与统计分析。

（3）维护记录及图形化故障分析的实现。

（4）线对管理及辅助配线、图形化装机。

（5）辅助设计功能。

（6）施工区域设定及工程预算管理和成本结算。

另外，本系统为电信及相关行业提供了一种值得借鉴的 GIS 应用解决方案体系结构。根据本文提出的在建模时采用把图形数据和属性数据彻底分开，图形数据只包含一些必要的空间描述信息，大量的属性数据完全通过大型关系数据库进行建表和进行数据管理。深层次地研究底层开发技术，充分利用第三方开发工具（C++Builder、VC++）通过 COM、DCOM、DLL 等技术同 ArcInfo 完全结合在一起，对图形数据和属性数据进行灵活可选的操作。从而充分发挥第三方开发工具灵活和功能强大的特点，重点发挥 ORACLE 关系型数据对海量数据高效处理的特点，充分利用数据库提供的各种一致性约束和事务定制等功能。而在图形处理方面去发挥 ArcInfo 的真正特点和优势，达到优势互补。

在实际应用当中，这种解决方案对电信资源海量数据的处理和管理以及应用都有极大的优势，集中表现为以下几个方面。

（1）极大地提高了数据处理能力，速度得以加快，性能得以提高。

（2）图形数据和属性数据的资料核查工作可以完全独立分步进行，极大地灵活了施工和管理。

（3）由于图形数据和属性数据可以完全分开处理，所以只有处理图形数据的设备才使用高性能优配置，这样极大地节约了成本和投资。

如图 26 所示，图形数据和属性数据完全分开处理后，不同的应用和使用单位及用户可以灵活地进行组合，根据需求的不同进行有效的配置，充分发挥整个系统的强大功能。

逻辑上第一部分数据是传统的机线资料属性数据，包括配线架、交接箱、分线箱等连接设备的基本信息和其上的端子、线序信息，以及这些连接设备之间的连接线序信息，线序、端子的占用情况等。这部分信息作了尽量的简化，作为一个完整、独立的系统保证能完成配线管理、用户卡片管理等工作。

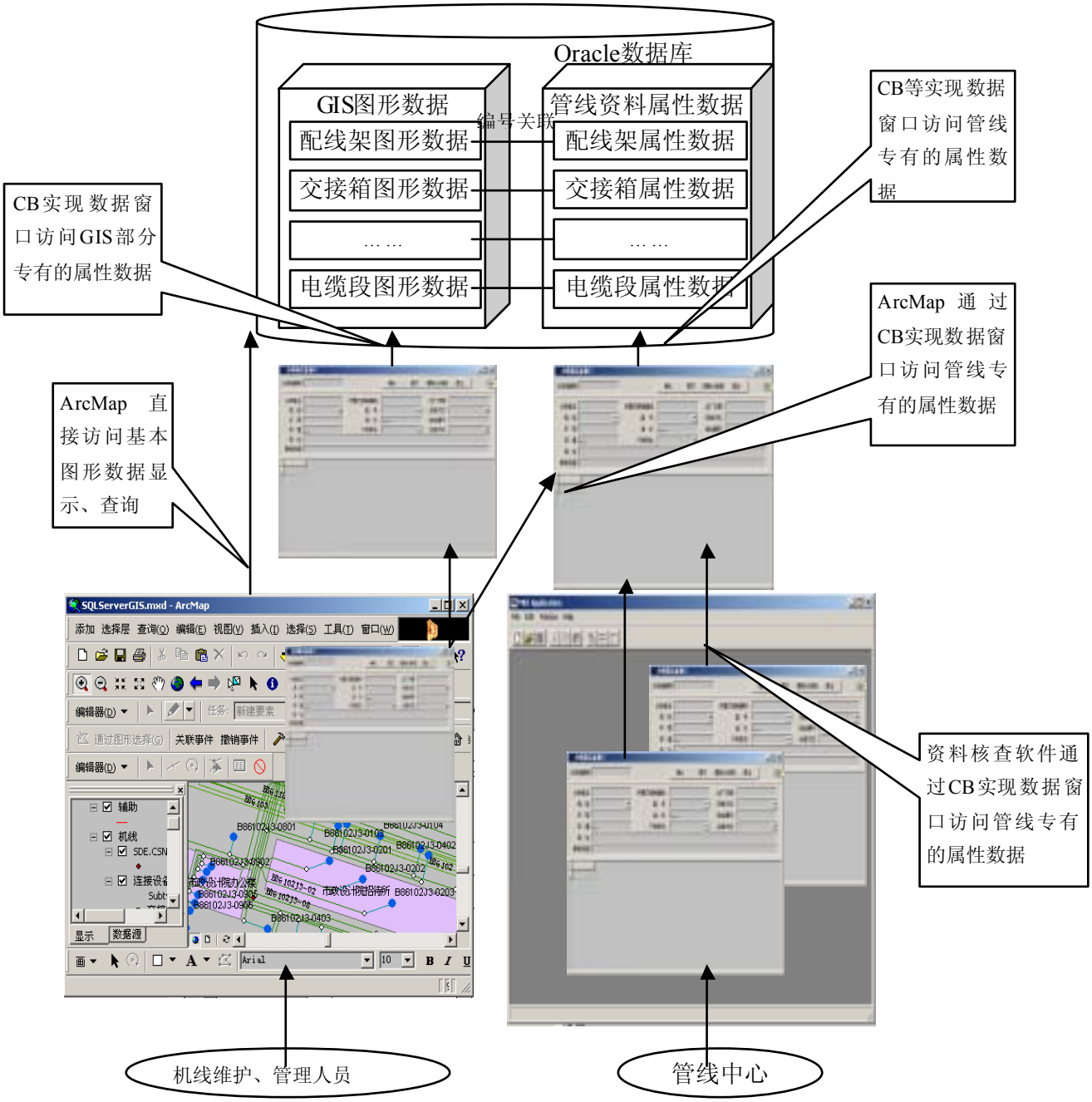
另一部分数据是 GIS 系统特定的数据，目前最主要的部分是上述机线资料属性数据对应的 GIS 图形数据，两者之间通过编号字段联系起来。对于原机线资料中没有实现的实体，均在 GIS 数据块中同时实现图形数据和属性数据。如管道、人井的图形和属性数据，建筑物及基本地理底图数据都在这里实现。这样的数据处理是适应实际的工作、管理流程的：

管线中心主要是在非图形化的方式下进行机线资料属性数据的查询和做配线配号等有限的修改工作。通过以现资料核查软件直接移植的功能模块进行第一部分数据的操作，对电缆、连接设施的容量、连接等只作查询，修改则仅对配线配号，线路状态维护等工作进行。

线路维护、工程施工部门，主要在图形化 GIS 系统中进行各种电缆、设施的录入、修改

等工作。一方面修改 GIS 中的图形实体，同时也操作属性数据库中的属性数据，进行扩容、连接等操作。这些数据直接供号线中心使用。

这样，本系统和以前的系统、工作管理流程能较好地衔接，保证工程实施平滑地向前推进。



图（26）系统应用体系模型图

另外、系统开发中考虑到了对不同平台的适应性，现在系统可以选择在 Oracle、SQL Server、Informix 等数据库平台运行，保证用户能选择合适的数据库平台。

传统解决方案推荐的电信网资源网络拓扑建模都是基于管道进行，也就是说，一旦管道图层确立，其它诸如电缆、人井、交接箱等都是附属于管道的不同属性，这种方式的特点是关系

简单、容易实现。但是，如果考虑到图形后面的各种电信业务规则和经营决策，以及同其他系统之间的接口问题，这种建模方式不理想。我们采取了建立管道和电缆两个网络拓扑的方式，如果将来电信网资源和业务规则更加复杂，还可以建立更多的网络拓扑。甚至，我们提出，可以尝试将各种电信业务数据和营销数据转换成业务图层和收入图层结合到建模中。

甘肃省电子地图资料状况不理想。兰州只有 1：10000 电子地图。各地市除平凉、白银等地，基本没有理想的电子地图。重新航拍，投资巨大，不现实。我们认为，该系统侧重点是对电信资源的管理，而不是对地图的深入研究，针对这一情况，我们把地图充分进行了块分割和图层划分，除了一些资源集中部分需要高精度进行重点处理以外，其它部分降低要求，通过矢量化软件配合扫描处理，可以满足系统的需求。

2．系统的发展前景和展望

利用 GIS 技术可以综合多种先进的信息技术，为电信企业的营销管理、规划设计、运行维护、资产管理等业务提供高效率的工作方式和全新的技术手段，提高电信管理水平与服务水平。在本系统的基础上，可以研发出很多新的系统和功能。

（1） 行销和客户服务系统

a. 通过整合最新的覆盖区域、人口统计、故障单、历史呼叫和收支数据，建立一个成功的行销和客户服务体系。

b. 准确了解用户的位置，高利润区以及明确未来的增长区域。

c. 人口统计与客户投诉分析。

d. 准确了解客户信息，动态查询网络运行状态，以便及时解决客户问题，提高客户服务质量。

e. 通过客户信息数据制定故障单和派工单。

（2） 增殖服务系统

a. 公用电话亭分布分析。

b. 在互联网上发布基于 WebGIS 的电信黄页。

c. 提供门对门的向导服务。

d. 无线定位服务。

通过 GIS 与 GPS 相结合，可以确定移动用户的呼叫位置，以提供应急响应服务、路线分析服务、并且可以根据特殊需求提供敏感区域列表。可广泛应用到 110、119、120、出租车的定位应用中。

在近两年的电信无线市话（PHS）系统中，基站覆盖范围为 100 至 200 米，可以不通过 GPS 定位，而是直接通过基站进行定位就可以满足一般的需求。

（3） 移动通信应用

a. 基站与扇区管理

收集来自网络参数库、数字地图库及模型库的各种数据，为预测分析做准备。它为管理基站与扇区数据提供手段，如新建站、移动、删除、编辑参数等。

对规划中的天线位置、信号强度预测、覆盖区域统计等数据进行输入、输出和可视化处理，提供给用户整个网络各种信息的显示。

b. 预测及分析

基于来自网络参数库，电子地图以及模型库的数据，以基站为单位，可进行覆盖范围的预测。

综合分析信号区域覆盖、故障单、客户需求、利润以及间隙分析数据为设计、开发、建模工作提供依据。

（4） 在其它行业的应用

本文提出的理论和设计以及建设思路对于相关行业也有积极的作用。可以广泛地应用到城市规划建设、林业农业、水利、电力、煤气、土地应用、环境保护、天然气、石化、交通、运输等行业。

参考文献

【1】 朱光.GIS 系统基本原理及应用.测绘出版社.1997，6

【2】 阎正.城市 GIS 系统标准化指南.科学出版社.1998，7

【3】 李德仁.GIS 系统导论. 测绘出版社.1993

【4】 ESRI 公司系列产品简介.北京富融科技有限公司.2001,9

【5】 ArcInfo 开发教程.北京富融科技有限公司.2001,9

【6】 ARC/INFO The World's GIS. ESRI White Paper.2000,8

【7】 陈俊，宫鹏.实用 GIS 系统.科学出版社.1998

【8】 刘亚彬，刘大有.GIS 系统中空间对象间拓扑关系的推理.软件学报，2001，12：1859-1863

【9】 孙红春，王卫安.基础 GIS 图文一体化数据模型.测绘通报 2001 年 1 期

【10】 胡鹏，吴艳兰.大型 GIS 与数字地球的空间数学基础研究.武汉大学学报.信息科学版.2001，4

【11】 ESRI 公司 ArcGIS 电信解决方案.北京富融科技有限公司.2001,9

【12】 魏祖宽，裴海英.Internet GIS 上矢量型空间数据传送的最优化策略.遥感学报.第 5 卷第 4 期.2000,4

【13】 美国 Roger s.Pressman 著.黄柏素等译.软件工程实践者的研究方法.机械工业出版社,2000,9

【14】 美国 Dan Hotka,et al 著.唐文等译.Oracle 8i WEB 开发指南.清华大学出版社,2000,5

【15】 ORACLE 8i：Enterprise DBA part1A:Architecture and Administration
part1B:Backup and Recovery
part2:Performance and Tuning
part3:Netw ork Administration
ORACLE Education China.ORACLE INC.2001.10

地理信息系统在移动通信网网络优化中的应用

雷红艳 由军强 宋俊德
(北京邮电大学 PCN&CAD 中心)

摘要: *移动通信是地理信息系统应用的一个新领域。随着移动通信的高速发展，如何提高网络运行质量已成为十分重要的问题。基于 GIS 技术的无线覆盖预测便是网络优化的一个重要环节。本文给出了一个基于移动通信网的各种网络参数和三维数字化地图，应用无线传播模型，以 ARC/INFO 为开发平台来对整个网络的覆盖情况，干扰情况进行预测及分析的系统。用本系统进行网络规划及优化，可以节约大量的资源，提高网络运行质量。该系统已正常运行，并将为移动通信网络直接提供服务。*

一、 引言

目前，我国的移动通信事业进入了一个高速发展的时期。 网络规划及优化是移动通信系统设计中很重要的环节，它涉及到频率有效利用，服务质量，服务区域和系统开销许多问题。GIS 技术是进行无线覆盖范围预测的前提基础。

二、 网络优化对 GIS 技术的需求

随着移动通信的发展，用户量不断增加，站间距会愈来愈紧密，各种地形地物对电波传播的影响举足轻重。影响电波传播的因素很多，建筑物，树林，水域，开阔地有不同的修正因子，对于微区，街道的走向，立交桥的结构，建筑物的材料（例如玻璃面建筑物便会产生严重的反射）也对电波传播有重要影响。所有这些因素使得无线传播的预测必须基于三维数字地图，并且采样点愈多，预测相对愈准确。

ARC/INFO 为功能强大的 GIS 软件，能提供各种地图操作与空间运算的强有力支持。本系统便以 ARC/INFO 为软件开发平台。

三、 系统介绍

本系统由项目管理(PM)、预测模型管理(PMM) 、基站与扇区管理(SBM)、数字地图管理(DMM)、预测与分析（P&A）等五部分组成， 应用网络参数库、数字地图库、模型库所提供的大量数据，对网络的覆盖情况及干扰情况进行分析，同时进行各种网络信息的统计与输出。系统框图如图 1 所示，

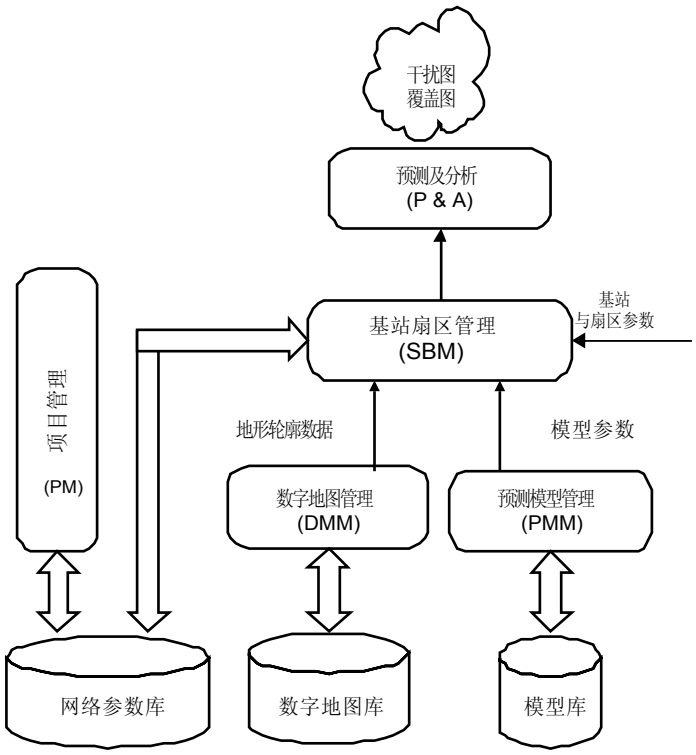


图 1　系统各功能模块组成及相互关系

图中：

PM：Project Management

PMM：Prediction Model Management

SBM：Site and BTS Management

DMM：Digital Map Management

P&A：Prediction & Analysis

下面，对主要功能详细介绍。

1、项目管理

每个城市的网络管理工作在系统中以一个项目来表示。项目的建立为用户建了必须的系统工作环境。当前网络的配置数据，工程数据以及一些系统参数都被随时保存在网络参数库中。基于当前网络的参数，用户便可进行相应的规划及优化，如网络的覆盖情况，各个基站间的干扰情况等。

2、预测模型管理

关于预测模型，主要是通过大量实测，对目前国际上流行的一些算法进行修正，找到适合

中国的实际情况的各种修正因子，并将其存于模型库中。模型库对用户有开放的接口，允许用户根据当地的实际情况，对模型进行进一步修正。

对宏蜂窝，主要应用 OM'S 模型。它主要是对地物类型进行详细的划分，结合其它因素进行预测。对微蜂窝，主要应用 LEE'S 模型。其要点是将衰耗看作电波在建筑物中穿行距离的函数。

在预测时分精确预测（全业务区场强测试法）和粗略预测（射线法预测场强）。

建立神经网络传播模型是无线预测领域的又一个方向。对环境条件、数字化地形和移动网网络参数的各种组合，神经网络观测相应的传播路径损耗，合成输入/输出对，用作刺激－反应对进行神经网络模型的训练。

3、基站与扇区管理

本部分为整个系统运行的核心驱动。它收集来自网络参数库、数字地图库及模型库的各种数据，为预测分析做准备。

它为管理基站与扇区数据提供手段，如新建站，移动，删除，编辑参数等等。整个网络的拓扑结构及配置情况都在这一部分得到充分体现，给用户提供整个网络各种信息的显示。

4、地图管理

数字地图是进行场强预测的基础。地图管理是整个系统的人机交互接口，包括了对地图的各种操作。

本系统应用了地理信息系统，管理数字地图原始数据的输入，维护和修改以及经由预测计算和分析得到的各种结果。所有数据分层存贮和显示，基站，扇区，标注，频率、覆盖图以及干扰图等都分别存为一层。用户可以根据需求自己选择显示的信息。对于各种覆盖图，干扰图的门限及颜色，也可由用户自己修改。总之，地图管理尽量智能化。

5、 预测及分析

基于来自网络参数库，数字地图库以及模型库的数据，以基站扇区为单位，便可进行覆盖范围的预测。

干扰分析给出系统内各个小区之间相互干扰的区域，尤其给频率规划人员和网络优化人员提供帮助。

应用这个系统，用户不但可以在建网前及扩容时进行规划，而且可以在维护阶段进行网络优化，不断调整各种网络参数，提高服务质量，满足市场日益增加的需求。

四、 GIS 关键技术的使用

1、 数据源

三维数字地图是移动通信网网络规划及优化的数据基础。无线覆盖预测及网络实测都要以数字地图为基础。为此，中国电信移动通信局委托部规划研究院制定了《移动通信用数字地图规范》，对所应用的坐标系统，数字地图的内容与精度，数据格式等做出了规定，并要求各地逐步配备数字地图。

2、 ARC/INFO 格式的数据与 ASCII 文本文件之间相互转换

ARC/INFO 软件平台主要完成对地理数据的提取与显示，核心算法由 C 语言完成。ARC/INFO 提供本格式的地理数据与 ASCII 文本本件之间的转换，支持了地理信息数据源引入算法和无线覆盖范围预测结果的导出。

3、 提取栅格图轮廓

预测算法直接得出的结果仍为栅格数据格式，应用 GRID 模块提供的提取栅格图轮廓功能，可以得到不同门限值下的覆盖范围。

4、 空间分析

ARC/INFO 强有力的可视性分析功能可以支持电波传播绕射损耗的计算。

5、 三维显示

应用三维显示功能，可以对整个城市的地形地物状况，基站的分布及覆盖范围进行直观的显示。

五、前景

随着覆盖区的不断缩小，由于地形地物的影响，电波传播损耗对覆盖范围的影响越来越大，地理信息系统日渐成为移动通信网网络优化及维护工作不可缺少的工具。

GIS技术在VHF移动通信频率覆盖评估系统中的应用

陈霞　张军　骆小燕

（北京航空航天大学电子工程系，北京市，100083）

摘要：*地理信息系统（GIS）技术的兴起和发展为甚高频（VHF）移动通信频率覆盖评估系统的实现提供可能。本文重点论述了应用 GIS 技术、航空移动通信技术和微波技术开发频率覆盖评估系统的基本思路、功能设计和实现方法，包括基于电子地图的航空 VHF 通信的基础数据维护系统、地理信息管理系统和频率覆盖分析系统等内容。实际应用表明：该系统评估结果与校飞数据相吻合，具有很高的工程应用价值。*

关键词：*频率覆盖　甚高频通信　GIS　VHF*

一、前言

近年来，民航事业的迅猛发展，飞行流量不断增大，对管制部门的要求越来越高，相应对管制手段的要求也越来越高。主要体现在地空通信上要求通信质量提高，通信覆盖范围扩大和通信系统的稳定性和可靠性提高。在航空移动通信中，主要以甚高频（*VHF*）通信为主，通信频道分布于 118MHZ – 136MHZ，同时定义一个固定电台（遥控台或雷达站）发射的电磁波能被移动台接受的有限地理区域为频率覆盖。

目前，在航空甚高频通信中，一方面，空管部门已经在全国范围内设立了上千部各类通信电台和遥控电台，但由于技术手段的落后，在对现有电台频率覆盖的具体范围和有效范围上存在很多问题，无法确切掌握现有电台的频率覆盖的真实有效范围，同时在新建电台选址时，无法预测频率覆盖情况和频率互扰情况，在选址和选频方面存在不科学性和盲目性；另一方面，频率覆盖问题一直没有一个科学合理的方法进行计算，现有的方法只是在地图上用圆规按一定半径画圆，完全没有考虑地形阻挡、绕射等因素，同时人为地把地球理想化为平面，粗略估算，电台建成后再用飞机校飞得到较为精确的覆盖数据，造成人力、物力、财力的巨大浪费，而规划的方案往往与实施后的效果有很大的差距。鉴于上述各种原因，为了完整掌握电台的频率覆盖情况，减少通信盲区，提高频率管理水平，提高工作效率和效益，改善民航通信系统，确保安全飞行，建设航空甚高频移动通信频率覆盖评估系统刻不容缓。

地理信息系统（Geographical Information System ，GIS）是近十几年来发展起来的对地理环境有关问题进行分析和研究的一门学科。它利用计算机建立地理数据库，将地理环境的各种要素，包括它们的地理空间分布状况和所具有的属性数据，进行数值存储，发展各种分析和处理功能，建立有效的数据管理系统，通过对多要素的综合分析，方便快速地获取信息，满足应用和研究的需要，并能以图形和数字的方式表示结果。因此，航空 VHF 移动通信频率覆盖评估系统选用 GIS 软件 ArcInfo 作为开发平台，MapObjects 作为嵌入式 GIS，用 Visual Basic 和 ArcInfo 提供的基于 ODE（Open Development Environment）的 ARCEDIT 控件进行二次开发。

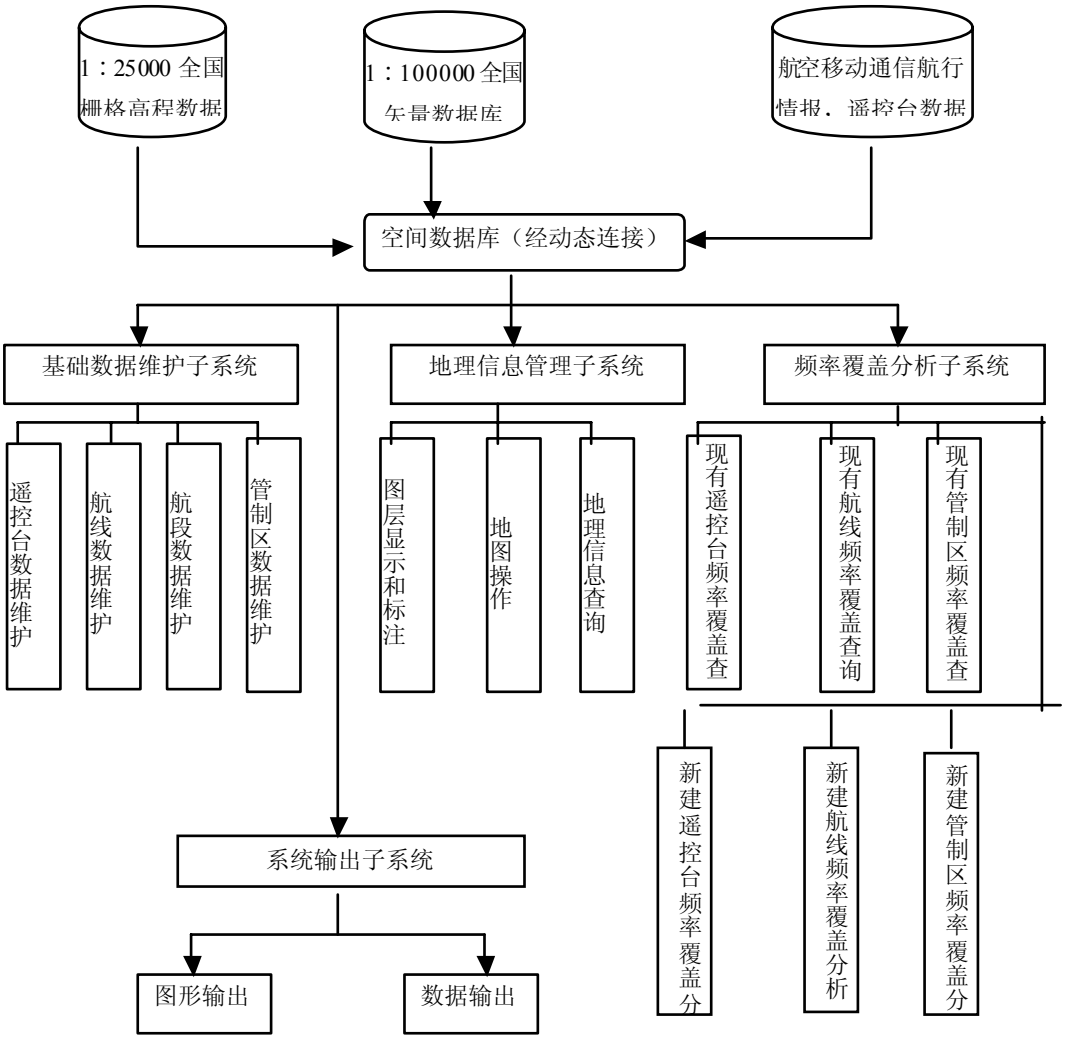
二、系统目标

通过采用先进的计算机技术，数据库技术和电子地图技术，利用微波传输的视距估算原理，建成符合实际情况，能适应我国民航面向21世纪发展所需要的航空甚高频移动通信频率覆盖评估系统。系统具有汉化、汉显能力；具有航空VHF移动通信基础数据维护，地理信息管理和频率覆盖分析等多种功能；系统频率覆盖分析具有很高的准确性；系统具有一定的智能性，使用更加方便快捷；具有良好的扩展性和开放型对外接口，以满足系统不断更新的需求。

三、系统功能

3.1 系统组成结构概述

VHF 移动通信频率覆盖评估系统主要由基础数据维护子系统、地理信息管理子系统、频率覆盖分析子系统、系统输出子系统等组成。基础数据维护子系统主要包括对基础地理数据、航行情报数据和遥控台数据的维护；地理信息管理子系统是为频率覆盖评估系统可视化分析管理地理信息数据服务的；频率覆盖分析子系统是评估系统的核心，主要根据遥控台、航线、管制区域等现有设备进行频率覆盖查询显示和对建立新遥控台、新航线、新管制区进行频率覆盖辅助分析；系统输出子系统主要负责图形输出和数据输出。系统组成结构如图 (1) 所示：



图（1）系统组成结构图

3.2 系统功能描述

3.2.1 基础数据维护子系统

基础数据是进行频率覆盖分析的基础，主要包括航行情报数据（高空、中高空、低空航线数据，各航段数据，高低空管制区域数据，导航台数据）和遥控台数据等。 基础数据维护主要具有基础数据更新、综合查询、增加、删除、修改等功能。由于本系统需要保持数据库内容与地图数据的一致性，因此必须通过专用的窗口实行数据更新，同时具有强大的数据查询功能，交互性好，人机界面友好。

3.2.2 地理信息管理子系统

地理信息管理子系统是为频率覆盖评估系统分析管理基础地理信息数据服务的，系统提供以下功能：

（1）地理信息数据分层显示功能：根据地图视野的范围，自动确定图层的可见性判断，即在一定的地图视野范围内显示一定的地理信息，同时可手动控制图层的可见性显示；

（2）地理数据编辑功能：根据电台的地理位置数据，在地图上编辑、修改电台的位置；

（3）地图操作功能：地图的漫游、放大、缩小、移动；

（4）地图信息查询功能：提供属性数据的可视化；

3.2.3 频率覆盖分析子系统

频率覆盖分析子系统主要包括频率覆盖查询和频率覆盖分析两大部分。其主要功能是：

（1） 已有遥控台、航线、管制区的频率覆盖范围查询功能；

（2） 频率覆盖组合查询、多重覆盖查询功能；

（3） 条件查询和人工查询两种查询功能：条件查询是根据输入的关键组合信息，选出符合组合条件的遥控台（航线、管制区）；人工查询主要是人为地从已知遥控台（航线、管制区）信息库中选择符合查询要求的内容，将其从中提取出来。

（4） 新建遥控台、航线、管制区频率覆盖辅助分析功能：具有模拟仿真的能力，可事先预估覆盖范围；

（5） 最佳遥控台、航线、管制区辅助定位功能；

3.2. 4 系统输出子系统

输出是频率覆盖分析结果的客户化，输出高质量的图形和图表及文档是一个系统的质量好坏的重要指标。其主要功能有：

（1） 提供图形输出功能：系统能按指定地图显示比例范围，输出地图和频率覆盖分析结

果，并可增加图例、比例尺、标题等辅助内容；

（2） 提供多功能输出选择功能：如打印设置，打印预览等；

（3） 提供多种图形格式转换功能；

（4） 提供数据输出功能；

四、功能实现

4.1 频率覆盖计算方法

要保证VHF可靠通信，必须满足二个条件: a 保证接受点的场强达到要求；b 在电波传送路径内，没有地物阻挡；

4.1.1 天线场强和最大覆盖距离计算方法

ICAO 规定VHF 通信接收点的最低电场强度为75μV/M。（接收机灵敏度为1μV～10μV）已知发射天线的输入功率为 P_t ，发射天线在接收方向的天线增益为 G_t ，通信距离为 D，接收点电场强度：

$$E = (30P_tG_t)^{1/2} \times 10^6/D \quad (\mu V/M) \qquad (1)$$

基地台电波最大覆盖距离计算按Egli模式计算***d(km)***：

$$L_b = 88 + 20\lg F + 40Lgd - 20\lg H_t - 20\lg H_r \qquad (2)$$

L_b(dB):传播衰耗 F(MHz):工作频率 H_t(m): 发射天线高度 H_r(m):接受天线高度

4.1.2 视线覆盖范围计算方法

利用微波传播的视距估算原理，计算频率覆盖。在通信有效距离内（信号场强在75μV/M以上），因受地面障碍物阻挡，形成发射天线视线阴影区。当飞机飞入阴影区后，信号场强立即降低至少20dB，造成通信中断。视线复盖的计算主要取决于：1.地球表面上的障碍物阻挡；2.地球表面的弯曲；3.大气对电波的折射；

地球突起高度计算公式： $h_b = \dfrac{d_1 d_2}{2R_0}$ *(3)*

最大高度 h_{bm} 发生在 $d_1 = d_2$ 时： $h_{bm} = \dfrac{d^2}{8KR_0}$ *(4)*

引入等效地球半径 ***R*** 来代替实际地球半径 R_0，从而考虑电波反射、折射、散射和吸收等对频率覆盖的影响： $R = \dfrac{R_0}{1 + R_0(dn/dh)} = KR_0$ (***K*** 为等效地球半径因子) *(5)*

4.2 系统实现方案和关键技术

4.2.1 系统实现方案

1.数据库信息

主要由三部分数据库信息组成：第一部分以 ArcInfo 格式存储的中国数字地图（1：100万），采用地理矢量坐标，用单精度的以度为单位的经度和纬度表示，采用克拉索夫斯基椭球，

全面反映中国的自然地理条件；第二部分以 ArcInfo 格式存储的中国数字地图（1∶25 万），采用地理栅格坐标，高程采用 1956 年黄河高程系，充分反映全国高程信息；第三部分数据为航空移动通信航行情报和遥控台数据，通过通用数据库系统录入，这里采用 MS Access 97 数据库系统。

2.应用软件开发

本系统选用美国环境系统研究所 ESRI 公司的 ArcInfo 地理信息系统软件，结合 Visual Basic 进行二次开发，完成频率覆盖科学计算和仿真显示；选用 ESRI 公司 MapObjects GIS 功能组件，为开发者提供嵌入式 GIS，完成复杂地图操作和空间分析功能；选用 Visual Basic 程序设计语言，利用其强大的数据库访问技术，完成大量基础信息的数据检索、查询、修改等功能。

(1) ODE 编程技术：ArcInfo 在 NT 平台上是标准的 COM（组件对象模型）结构，支持面向对象的数据结构及其管理，支持多类型数据和多种数据库，具有空间数据的管理、显示和查询、数据统计分析等常用的功能，同时提供了开放开发环境（ODE），把某些模块功能做成 AXTIVE X 控件，可直接在 VB 上调用，ArcInfo 所有功能都可融入新的应用中，不需任何接口。本系统采用 ARCEDIT 控件，通过 ARCEDIT 模块中的 ARC 及 ARCPLOT 命令驱动 VISIBILITY、 LATTICEGRID 等功能函数完成地表可视分析和图层合并等。

(2) MapObjects 编程技术：MapObjects 是一组供应用开发人员使用的制图与 GIS 功能组件，由一个 OLE 控件和一系列可编程 OLE 对象组成。这些对象可以归为四类：数据访问对象、地图显示对象、几何对象以及地址匹配对象。所有这些对象都具有属性和方法，通过这些属性和方法可以用程序（如 VB）控制其行为、外观、交互作用，进行编程，实现地图操作、显示、查询及渲染等多种功能。

4.2.2 关键技术

1.地图投影变换

在对观测点进行可视分析时，需用 ArcInfo 中的 VISIBILITY 命令：VISIBILITY（〈grid><obs_cover><POINT|LINE>{FREQUENCY|OBSERVERS}{horizon_tolerance}〉完成初步覆盖分析。此命令要求坐标体系为笛卡尔坐标，因此需对已知地理坐标进行投影变换。地图投影有很多种，对本系统而言，应选用投影面积、距离和形状变形尽可能小的投影方式。经分析验证，对 1∶25 万比例尺的全国地形图采用 UTM（兰布托）投影（单标准纬线等角圆锥投影）。其投影参数为：

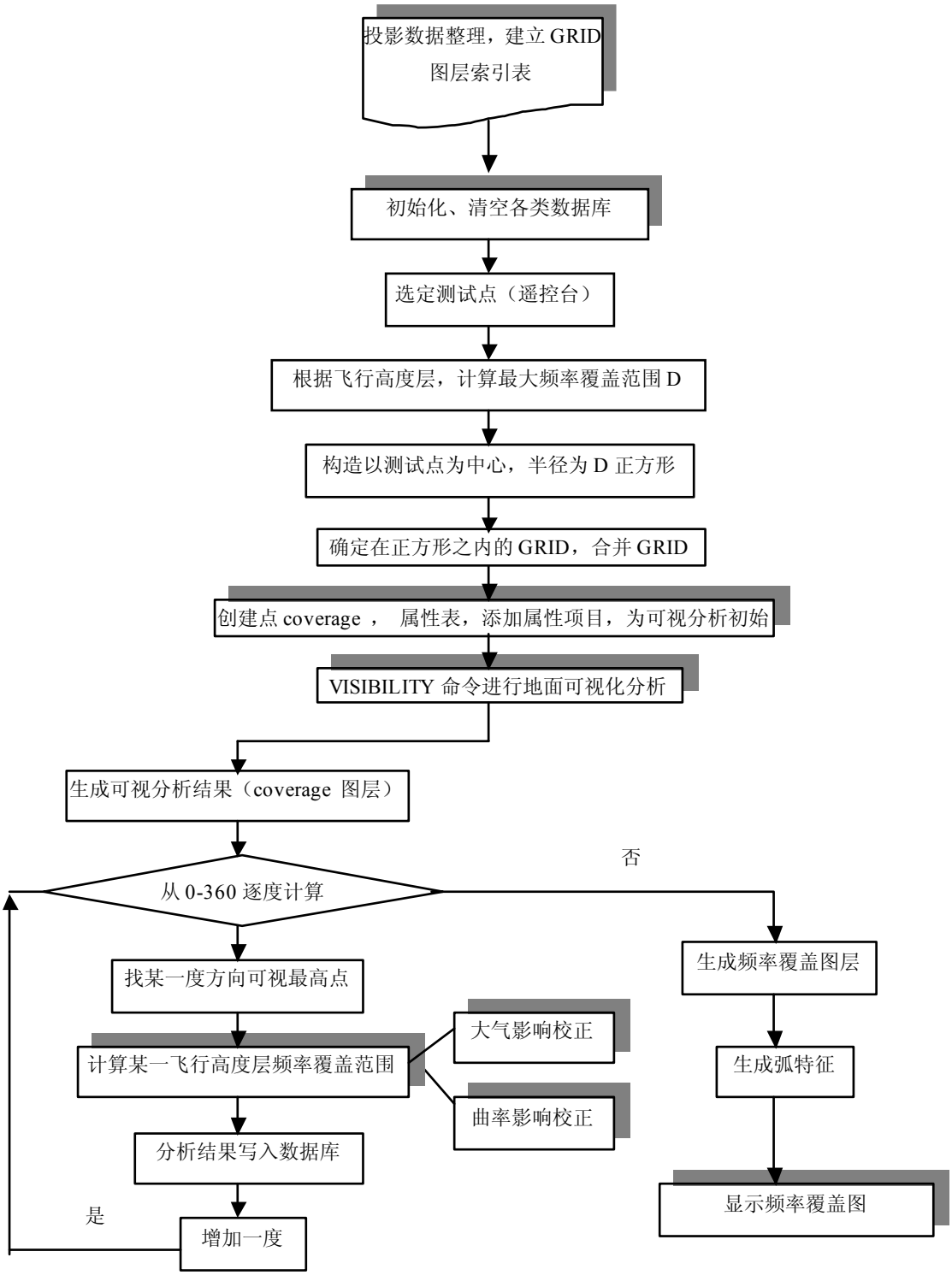
单标准纬线位置：北纬 25º

中央经线位置：东经 110º

坐标原点纬线位置：北纬 47º

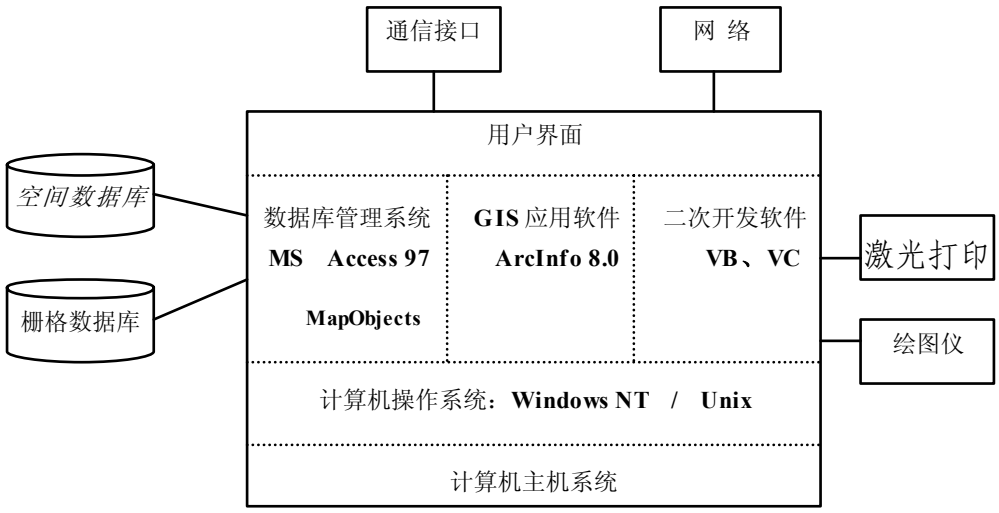
坐标值偏移量：无

2.单点遥控台频率覆盖分析技术路线



图（2）单点遥控台频率覆盖分析技术路线

4.3 系统软硬件环境

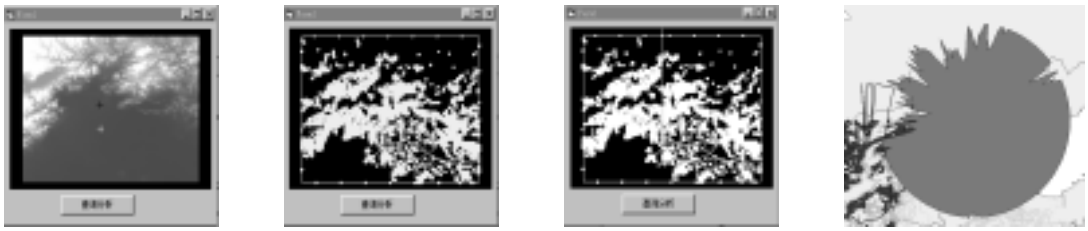


图（3）系统软硬件环境

五、仿真结果显示

以北京地区北京机场遥控台频率覆盖分析为例，进行计算仿真显示。

5.1 计算流程关键图

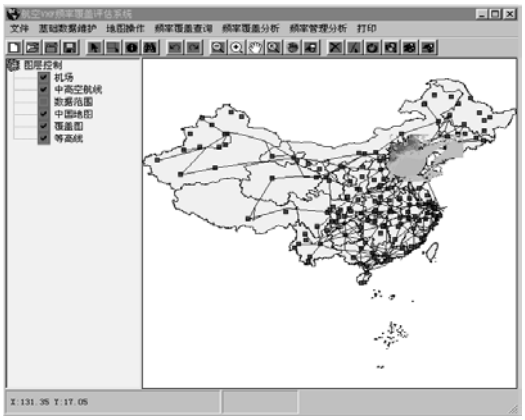


加载高程数据显示被测点　*生成地面可视点*　*从 0-360 计算某一飞行高度的电波覆盖范围层*　*频率覆盖图*

图（4）计算流程关键图

5.2 系统评估结果显示图

北京机场遥控台频率覆盖图用翠绿色，锯齿状图形表征，北京地区等高线图用不同层次的红色表征其相应高度。二者结合显示可充分反映地形对频率覆盖的影响。其评估结果与民航空管局通信处所给的飞机校飞结果相吻合。



图（5）系统评估显示图

六、结束语

本评估系统在民航空管局试运行中达到了预期的效果，与校飞结果相吻合，有很高的工程应用价值。本系统的研究和开发为管制区的扩大，新航线的开辟提供了必不可少的技术保障和技术支持，同时利用本系统可更科学、更有效地增加航路 VHF 通信多重覆盖，减小通信盲区，从而进一步提高飞行流量，增加民航系统经济效益。

北京电信采用ArcInfo系列产品建立电信资源管理信息系统

北京电信经过对 ArcInfo 等 GIS 软件从软件海量数据管理、数据访问效率、多用户并发访问、数据采集功能、查询显示功能、标记功能、制图功能、网络分析功能等几个方面进行综合测试评价，最终采用了 ESRI 公司 ArcInfo、ArcSDE、ArcIMS、MapObjects 等系列产品用以建立电信资源管理信息系统。

电信作为国家的支柱产业，在近几年来得到了迅猛蓬勃的发展。高科技信息技术的注入为电信提供了发展的基础和保障，它渗入到电信系统的各个部门、各个环节，包括运维部门、人事管理部门、市场部门、规划部门等，为电信企业的正常运行和高效管理服务。

GIS 技术作为信息系统的重要组成部分，在电信行业的应用由来已久，随着电信企业对信息技术新的要求的出现，对 GIS 的应用也提出了新的要求，比如：海量数据的存储、系统的可伸缩性、系统的开放性、多用户的并发访问、INTERNET 解决方案等。ESRI 从事 GIS 理论研究、产品开发及应用拓展已有三十余年的历史，遍布全球数以百万计的用户，为 ESRI 的技术进步和自身的壮大提供了巨大的推动力和发展空间。ESRI 以其深厚的理论及工程技术底蕴，加之强大的技术开发力量，在对广大用户大量的反馈信息进行分析、整理和发掘的同时，始终积极地对各种主流的 IT 技术加以广泛而深入的关注，并对自己的产品体系结构及技术进行及时的优化和重构。从而使新一代的 ArcGIS 系列更加适合电信企业对信息系统的要求并得以长期保持 GIS 在这一领域应用的领头羊的地位。

国家广电总局选用ArcGIS系列软件建设“国家广播电视光缆传输干线网管理信息系统”

广电国家光缆干线网是国家级第二大基础干线网络(仅小于中国电信网络)，具有在网上组织大规模具有广播电视网络特点的扩展业务\增值业务的能力和机遇。随着国家经济的飞速发展和国家电信服务市场的开放，广播电视事业也取得了很大进步， 但随着计算机技术和通信技术的发展，人们对广播、电视事业提出了越来越高的要求，网络质量将是决定市场竞争力的关键，这使得发展国家广电总局正实施的广播、电视国家主干光纤网络系统有着重要的现实意义。

国家广播电影电视总局广播影视信息网络中心在系统建设中全面引入地理信息技术，在高起点、高标准的前提下，综合考虑地理信息系统软件平台的海量数据存储、高效并发访问、系统的开放性、可扩展性、和安全性等因素的基础上，最终选定了领导当今世界 GIS 技术发展的 ESRI 公司新一代 ArcGIS 系列产品:ArcInfo8.1、ArcSDE8.1 等产品，用以建设“国家广播电视光缆传输干线网地理信息系统”，以实现对全国广播电视光纤网络的科学组织和有效管理，为全国光纤网的建设、发展、规划、设计施工、维护、监控等提供科学决策依据。

国外应用

（一）法国电信

系统实施并投入运行时间：2002 年

法国电信的用户规模：法国电信是居于世界第八位的电信供应商，也是法国最大的移动运营商，目前仅在法国就为 1400 万个个体用户提供服务，同时也在美国、西班牙、荷兰和丹麦等许多国家开展了服务业务。

应用开发商：Sofrecom（ESRI 合作伙伴）、 ESRI France

解决方案概要：采用 ArcGIS 建立整个法国电信固定线路基础设施网络资源管理系统。

GIS 平台软件：900 个 ArcEditor
ArcSDE
ArcIMS
多个 Spatial Analyst
多个 ArcPress
NG Spatial（即 Schematic 软件）

服务器：IBM 服务器

数据库：Oracle 数据库，通过 ArcSDE 将海量空间数据存储在数据库中。

附：法国电信联系方式：

France Telecom
45, Boulevard Romain Rolland
75672 Paris Cedex 14
France
Contact: Jean-Michel Bergeon
E-mail: jmbergeon@esrifrance.fr

（二）Telemate 公司的 Vasco application 系统（法国电信的子公司）

用户规模：该应用系统可供 12x7 规模的客户服务中心，为 2000 个用户提供服务，通过 MOIMS（ArcIMS 的上一级版本）将数据发布到 INTERNET 上，可访问建立在法国城市和乡村的 10,000 个发射器所产生的无线通信，也可以通过及时得到地方得信息对有关信号覆盖错

误进行电话应答。

应用开发商：Telemate 公司，法国电信的子公司

Steria 公司，法国最大的系统集成商，为法国移动和其国外子公司提供服务的移动咨询商。

解决方案概要：该系统是基于 Oracle， ArcSDE， 和 MapObjects Internet Map Server 上开发的，虽然 2000 个用户分布于 7 个地方级中心，但完全可以通过巴黎的管理中心进行控制。系统包含一个质量控制程序，通过 ArcSDE 和 60 个分散的 ArcView 保证无线传输覆盖，这些 ArcView 客户端和 ArcSDE，Oracle 数据中心形成了 client/server 的数据结构。

系统规模： 3 SDE servers (among w hich one back-up)

53 connections

13 MapObjects IMS

74 ArcView

3 MapObjects

（三）德国 T-Mobile

1、**用户规模：**1993 年，Deutsche Telekom 将德国移动通信合并到一个独立的公司 T-Mobile 公司，现在这个 T-Mobile 跨国公司的全资子公司已经拥有 9500 个员工，用户超过 2300 万，是德国最大的无线运营商，也是欧洲最大的无线运营商之一。

2、**解决方案：**T-Mobile 公司选用 ESRI 公司的 ArcGIS 软件建立了一套服务系统 T-Map 系统，该系统除了给不同部门提供网络信息、为客户服务中心服务，还通过 T-Mobile 网站直接为用户服务，并能够把国际漫游的合作伙伴提供的覆盖信息提供给用户。主要功能：

- 信号覆盖区域
- 系统故障分析
- 销售规划
- 保税区等

3、 **系统规模：**GIS 平台软件：ArcInfo、ArcIMS、ArcSDE

- 数据库：Oracle 数据库

- 服务器： 6 台 Sun Enterprise 5000 servers 服务器，用于向客户服务中心发布数据；5 台 Sun Enterprise 450 servers 服务器用于通过 Internet 传输地图数据

附：德国 T-Mobile 联系方式

T-Mobile Germany
Landgrabenwag 151
D-53227
Bonn, Germany
Contact: Karl-Heinz Recke
Phone:+49-(0)228-936-1646
Fax: +49-(0)228-936-1688
Email: Karl-Heinz.Recke@t-mobil.de

（四）埃及Vodafone

用户规模：Vodafone Egypt，埃及 Vodafone，以前称为 Click GSM，是埃及最大的 GSM 运营商。目前，用户已经超过 1700 万，这在移动用户覆盖率很低的埃及已经非常可观了。

解决方案：Vodafone Egypt 利用 ArcInfo， ArcView， ArcSDE 和 MapObjects 开发了一个完全开放的专业 GIS 系统，应用于客户服务部、市场部、销售部、无线规划部、传输规划部、网络展示部、网络维护部和高级管理部等部门。他们也利用 ArcIMS 建立了销售点分布网站。

系统规模： GIS 平台软件：ArcIMS，安装在 NT 服务器上(2x448 Mhz)，和安装在 UNIX 系统（Sun E420）上的 web 服务器 WebSphere 进行通讯，操作非常简单快捷。

ArcInfo 8
ArcView 8
MapObjects
数据库： Oracle 数据库

附：埃及 Vodafone 联系方式

Vodafone Egypt
7a Cornich El Nil
Maadi, Cairo
11431 Egypt
Contact: Alaa Zaher, GIS Project Manager
Phone: + 20(0) 2 529 2281
Fax: + 20(0) 2 529 2200

Email: Alaa.Zaher@vodafone.com.eg

（五）印度电信 Reliance Infocom

系统实施时间：2001 年 5 月

Reliance Infocom 开始与 ESRI 公司合作，实施企业级 GIS 系统。

用户规模：应用 ESRI 技术管理全印度的电信网络基础设施，包括印度 582 个大城市和超过 6 万公里的光纤网络的基础地理信息。为用户提供万亿次量的通信能力。这一企业级 GIS 系统基于一个全面的地理空间数据库（geodatabase）包括：网络设施信息、客户位置、建筑物、道路、销售、营销和边界数据。所有数据通过 ArcSDE 和 Oracle 数据库存储成一个无缝的地理空间数据库。

Reliance 可以在全国范围内其用户提供全套的服务，包括固定电话、移动电话、国内长途电话和国际长途电话服务，以及完整的数据、影像传输等增值服务。

Reliance 应用 ESRI 企业级 GIS 软件，用于数据存储、基础地理信息数据和设施数据的维护、专题图生产、通过内部的 Intranet 网建立全面、开放的数据访问和应用体系。

Reliance 应用 ArcSDE 软件作为通用的空间应用服务器，在 Oracle 关系型数据库管理系统中无缝地存储和管理矢量、CAD 和影像数据。应用 ArcIMS，实现全范围数据共享。

Reliance Telecom

用户规模：Reliance Telecom 是 Reliance 集团的子公司。Reliance 集团销售额达四十六亿美金，是印度最大的私人公司。Reliance Telecom 已获得在整个印度国内提供无线服务的许可。

应用开发商：Telcordia/Mesa、ESRI

系统功能：其应用包括，但不限于：设施管理、场地施工、服务规划、客户关怀以及营销等等。

此外，Reliance 还采用 ArcGIS 建立国家光纤主干网项目，为快速增长的印度高技术企业提供高速的互联网接入服务。作为项目的一部分，将应用 ArcGIS 建立一个基于一米影像的全国数据库。

一期系统规模：6 个 ArcSDE 8
5 个 ArcInfo 8
2 个 ArcIMS
许多扩展模块。以及 Telcordia 提供的超过 40 个 “ESRI Inside” 网络

工程师许可。

（六）以色列电信 BEZEQ

用户规模：BEZEQ为以色列国有电话公司，在最新建立的企业级Intranet系统、WLL无线规划等项目中选择了ESRI公司的技术，采用ArcGIS建立了一个企业级的Intranet站点，用于查询、管理、分析基于CAD的巨大的基础设施数据库，服务的主要部门有：工程部，用于显示装备、设备的布局和状态；CRM，非常特别的基于MO的应用；市场和销售。这个项目在圣迭戈获得了特殊贡献奖。

GIS软件包括：2套 ArcInfo

20套 ArcView

150 个MAPOBJECTS分发

2 套ArcIMS

联系方式：

Yossi Lerner
Systematics Technologies Ltd.
4 Raoul Wallenberg Street
Tel - Aviv
ISRAEL 69719
Tel: 972-3-7660113
Email: yossil@systematics.co.il

附件：相关技术

一、 ArcFM 整体解决方案

综述：ArcFM 为设施行业提供了一套完整的、不受传统模式局限的设备管理解决方案，ArcFM 主要提供煤气、自来水、污水、电力设施等企业综合解决方案包括企业运作、工程、客户服务、市场和销售等。

运用 GIS 技术分析资产、客户和潜在客户信息，分析企业的竞争优势。

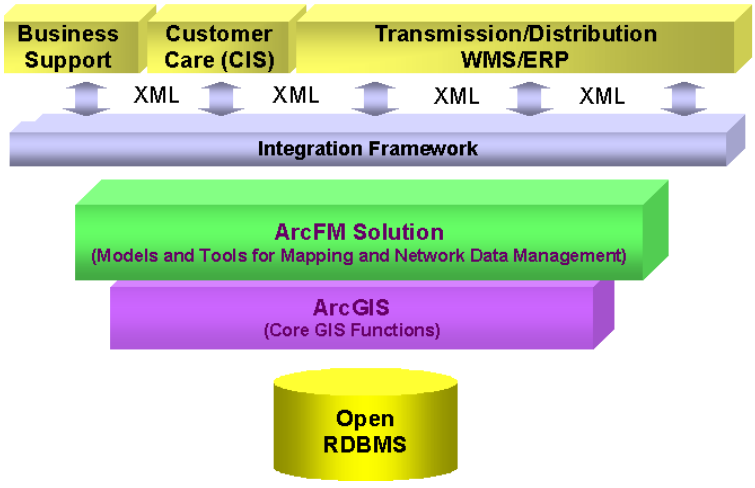
运用 ArcFM， 设施行业可以及时为用户提供服务、创建更好的工作模式，更好地为用户服务。

ArcFM Solution 通过无缝连接 GIS 数据可以：

- 减少企业运作成本，
- 提高客户服务质量。
- 提高工作效率
- 提高客户服务质量
- 辅助决策
- 标准的技术和完善的支持以降低开发成本
- 完整的设计、工程管理、地图功能

ArcFM	***ArcFM™*** *是一个完整的GIS设施管理解决方案，包括建模、编辑、维护、设备管理、资产* *。ArcFM还提供可配置的扩展，如电缆管理、管线编辑工具、网络分析包括自动* *功能。*
ArcFM Viewer	***ArcFM Viewer™*** *基于 ESRI的ArcView 8x，ArcFM Viewer包括ArcFM的view，query， 和 tracing 三个功能模块。*
Designer	***Designer™****提供了一套完整的构建工作规划、工作流管理、* *构造和网络分析、自动绘图、工作成本评估的环境。提高了设计、追踪、资源* *GIS数据维护能力。Designer开放的体系结构和完整的企业规划系统的支持，* *可以为企业管理提供很好的支持。*
Responder	***Responder 8****是以 GIS为主的OMS系统。是一个基于WEB的利用网络技术和* *ASP技术构建的呼叫中心和故障管理系统。Responder 8 中的Trouble Call Analysis (TCA)* *能够准确地找出故障点网络设备的空间定位，并制定紧急抢修和人员调度方案，还支持历史查询和工作报告。*
Conduit Manager	***Conduit Manager*** *是 ArcFM Solution关于地下设施管理的扩展，* *它提供一整套工具和对话框用以增加、标注、维护设施网络系统的底下构造部* *nduitManager提供管道、管沟（电缆沟）、导管、横截面、地下电缆、地下连* *等地下设施管理功能，且支持管道设施追踪功能。*
Network Adapter	***Network Adapter 是****第三方（如 CYME， Milsoft， PTI， Advantica Stoner）提供的基于ArcFM界面的交互式网络分析工具，通过关联的特征提取数* *型，通过XML将数据加载到分析驱动进行网络分析，分析结果能在ArcFM Solution中直接显示。NetworkAdapter可以综合多种变量进行分析，如电压减弱流负荷、当前故障、驱动、变压器负荷管理等网络分析。*

Miner & Miner Solution 能量设施体系结构:



二、 Telcordia™ Network Engineer

——技术先进的地理空间网络管理解决方案、支持高级的全过程数据管理

Network Engineer 联系信息

Within the U.S. 1-888-909- MESA
Outside the U.S. 1-256-864-0400
Fax：1-256-864-0251
Email：mesa@mesahq.com
Address：MESA Solutions, 7800 Highway 20 West, Tower Building, Huntsville, AL 35807

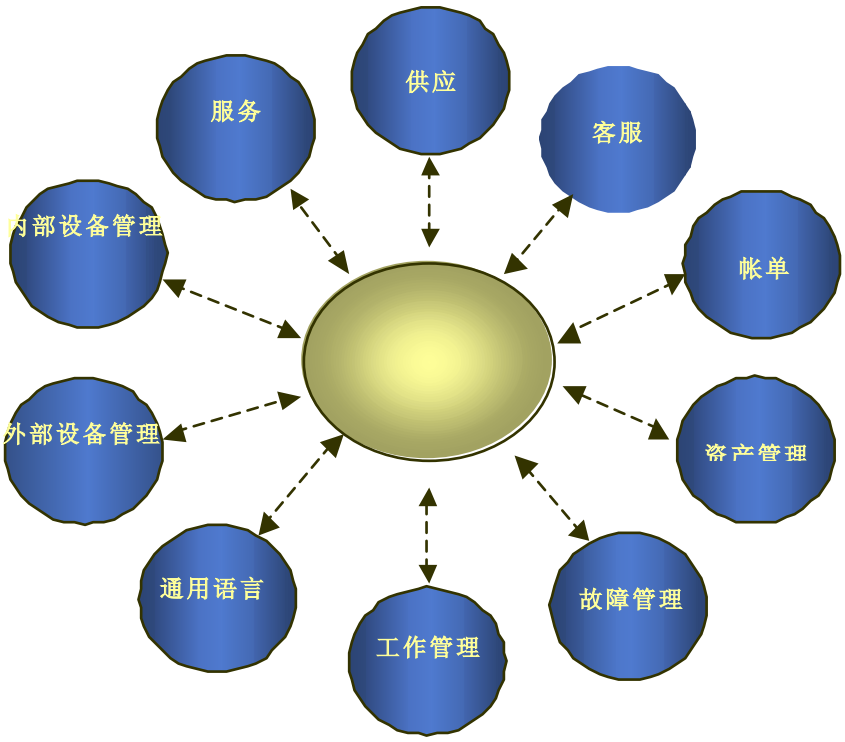
Network Engineer 概述

Network Engineer 支持：

- 多种网络技术的设计或文档，包括：光纤，xDSL，铜缆，SDH，Sonet，DLC，NGDLC，hybrid fiber coax，wireless 等。
- 访问网络设备
- 内部和外部设备管理
- 地面空间管理

Network Engineer 可以用以建立工作命令、成本核算，能在一个单一综合的过程中同时完成材料清单和操作过程打印。

Network Engineer 是 MESA 的一个独立的地理空间网络管理产品，作为 Telcordia OSS 解决方案的一部分，Network Engineer 主要结局 OSS 中的设计和资料应用部分。



Network Engineer 产品：

Network Engineer 运行环境

数据库服务器平台	服务器和操作系统	服务器软件	Citrix Server H/W, 操作系统、软件	客户端硬件和操作系统	客户端软件
Oracle 8.1.7 (Oracle 8i Server)	PC Intel Windows NT 4.0 SP6a	ESRI ArcSDE 8.1.2	N/A	PC-Intel Windows NT	Network Engineer 2.1;ESRI ArcEditor (ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox) 8.1.2
Oracle 8.1.7 (Oracle 8i Server)	SUN Solaris – ESRI Database Server	ESRI ArcSDE 8.1.2	PC Intel Windows 2000 Server Network Engineer 2.1; ESRI ArcEditor (ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox) 8.1.2	PC – Intel Windows 2000	Citrix Client
Oracle 8.1.7 (Oracle 8i Server)	HP HP-UX 11.0	ESRI ArcSDE 8.1.2	N/A	PC – Intel Windows 2000	Network Engineer 2.1;ESRI ArcEditor (ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox) 8.1.2
Oracle 8.1.7 (Oracle 8i Server)	PC Intel Windows NT 4.0 SP6a	ESRI ArcSDE 8.1.2	N/A	PC – Intel Windows 2000	Network Engineer 2.1;ESRI ArcEditor (ArcMap, ArcCatalog, and ArcToolbox) 8.1.2

Network Engineer 三个公司共同开发：

包括：Telcordia 公司、MESA 公司、SAIC 公司

Telcordia Technologies：Telcordia Technologies 公司是归属于科学应用国际公司（SAIC），是世界上最大的操作系统、网络软件、咨询和通信行业工程服务提供商之一。是下一代网络技术的领先者，Telcordia 总部设在新泽西的 Morristown，办事处遍布于美国、加拿大、欧洲、美洲中部、南部和亚太平洋地区

Telcordia 在世界范围内提供软件、工程培训、和优化通信网络性能的咨询服务。拥有超过 5000 个雇员，Telcordia 是世界上最主要的通信操作支持系统（telecommunication Operations Support Systems (OSS's) ）提供商。

Telcordia 的年收入超过 12 亿美元，拥有超过 150 种软件系统，和大约 1.5 亿条代码。是

通信领域的领先者，Telcordia 保留了 800 多项专利技术，涵盖 SONET/SDH，SS7，ISDN，ATM，ATM，高级智能网络，Digital Wave Division Multiplexing，xDSL，Video-on-Demand，Frame Relay，下一代网络等领域。

MESA Solutions：MESA Solutions 公司是 Telcordia Technologies 的全资子公司，主要提供 IT 咨询服务，从事地理空间网络管理解决方案、系统集成、产品和技术支持。作为一个专业的技术服务公司，MESA 集多年的行业经验，而成为在 utilities、通信等行业具有竞争优势的联邦、洲、和当地政府公司

作为 ESRI 的合作伙伴和授权开发商，MESA 提供系统集成和基于 ESRI 技术的应用开发。MESA 同 Telcordia 一起联合开发 Telcordia™ Network Engineer 应用。MESA 通过这样的战略合作，为 utilities 的供应商提供系统集成和基于 Miner and Miner 的 ArcFM 整套产品，这些 utilities 的供应商包括独资的、合资的和市政当局的。

MESA 主要致力于为客户提供从目前到下一代网络管理的整体解决方案，并充分平衡他们在地理空间技术方面的投资。

MESA Solutions 公司成立于 1996 年，是一个系统集成服务提供商，MESA 从原先的 5 名员工发展到现在拥有超过 90 名高级专业人员，MESA 是 ESRI 技术最主要的开发商，已经被授权为 ESRI 东南区商业合作伙伴。

1999 年 7 月，MESA 成为 Telcordia™ Technologies-一个 SAIC 公司的全资子公司，世界上最大的电信行业操作支持系统提供商、网络软件、咨询、工程服务提供商之一。

Telcordia 和 MESA Solutions 一起开发和销售 Telcordia™ Network Engineer，开发出第一套基于 ESRI® ArcGIS 技术的通信 GIS 和设施管理模型。

MESA 位于阿拉巴马州的 Huntsville，Alabama。由于高科技、空间技术、和防卫工业主要集中在 Huntsville，因此这个地方被称为“世界的空间首府”，它同时还是陆军 Redstone 的军械产地，国家航空和宇宙航行局（NASA）Marshall 的空间飞行中心，美国空间和火箭中心。

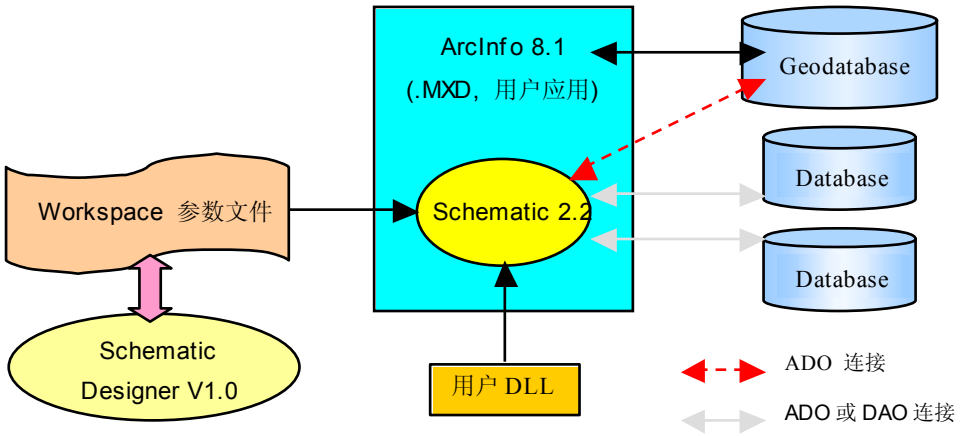
SAIC：SAIC 的工程师和科学家主要解决电信、国家安全、健康、交通、能源、环境、金融服务等行业的复杂技术问题。SAIC 年收入 59 亿美元，SAIC 和它的子公司，包括 Telcordia Technologies，拥有超过 41,000 名员工，在全世界超过 150 个城市设有办事处。

三、 ArcGIS Schematic——ArcGIS逻辑示意图生成扩展模块

ArcGIS Schematic 是 ArcGIS 平台的一个新的扩展模块。它为电力、电信、交通、管线等领域的用户提供了一套从地理网络图生成逻辑示意图的完整、有效的解决方案。通常，各种设施网络数据都是在一定的地理坐标系统下按照实际的空间位置生成的严格的专题图层。这种数据对网络规划、设施维护、故障定位、客户服务等与空间定位相关的应用十分有用，但在实际工作中，网络规划和管理人员有时只关心网络的逻辑连接关系而忽略其实际的地理位置，ArcGIS Schematic 正是满足用户的这种特殊要求。

ArcGIS Schematic 在 ArcObjects 基础上开发，与 ArcGIS Desktop 的其它功能紧密结合，在 Windows NT/2000/XP 环境中运行。

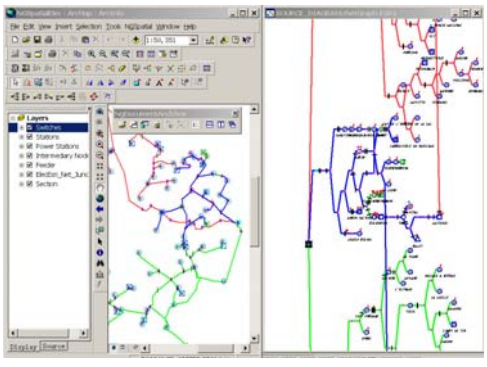
ArcGIS Schematic 的体系结构



上图是 ArcGIS Schematic 的几个主要组成部分。其中

- Schematic 2.2 是 ArcGIS Schematic 的核心组件，主要功能由其实现。
- Workspace 参数文件，与 Schematic Designer 配合，用于记录设计和定制参数。
- Schematic Designer 是一组设计定制组件，用于对具体的应用进行个性化设计和定制。

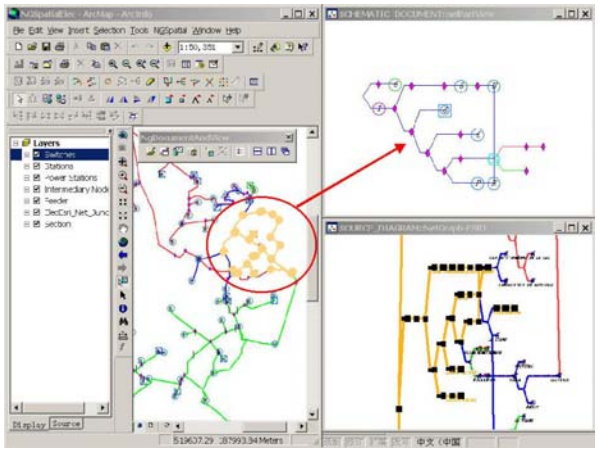
ArcGIS Schematic 支持多种数据库连接，存储在 ArcGIS Geodatabase 中的几何网络和其它各种数据库中的逻辑表都能够被 Schematic 直接读取。



ArcGIS Schematic 的主要功能

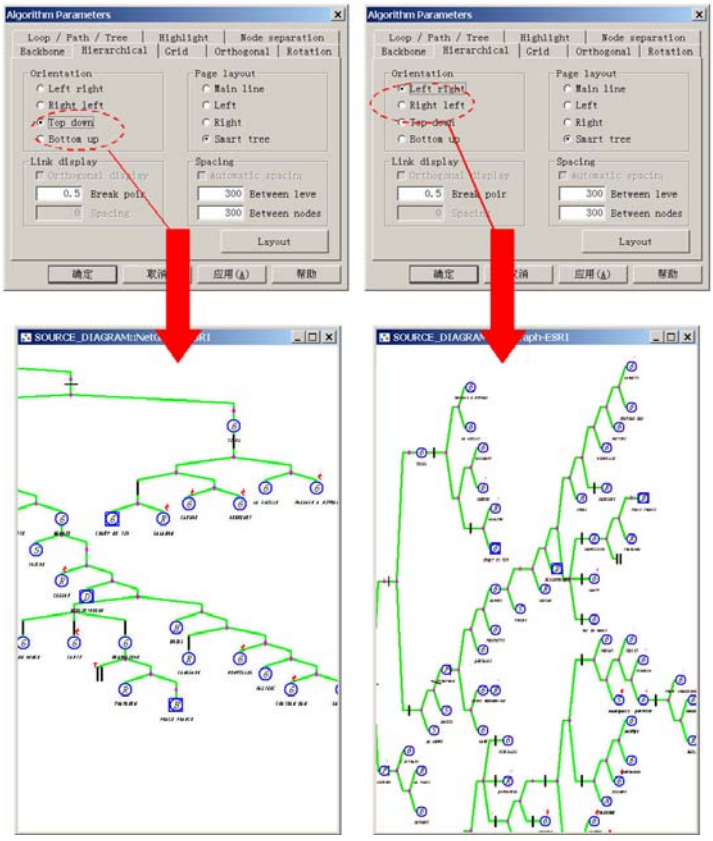
- 基本的图幅操作：针对同一个几何网络，ArcGIS Schematic 可以生成多个逻辑示意图，在每一个视图内可进行缩放、漫游、打印、图例管理等操作。

- 要素的编辑：可以手工移动和修改逻辑图中的要素，设置点、线、文本要素的显示方式。用户可以直接使用 ArcMap 中的符号，也可以自己定义符号，ArcGIS Schematic 提供了方便的符号编辑器。



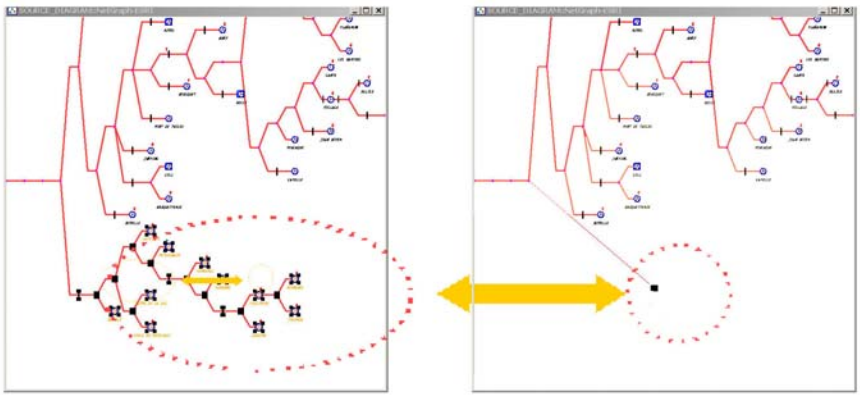
- 逻辑图的生成：可以基于存储在非空间表中字段的逻辑连接关系来生成逻辑示意图，也可以直接由实际的地理网络图生成逻辑示意图。在 ArcMap 中对几何网络任意选择一部分，ArcGIS Schematic 就自动生成对应的逻辑示意图。

- 逻辑图的展开方式：通过设置展开算法参数，生成不同布局方式的逻辑示意图，如：正交、层次结构、主干环、星形、矩阵等。



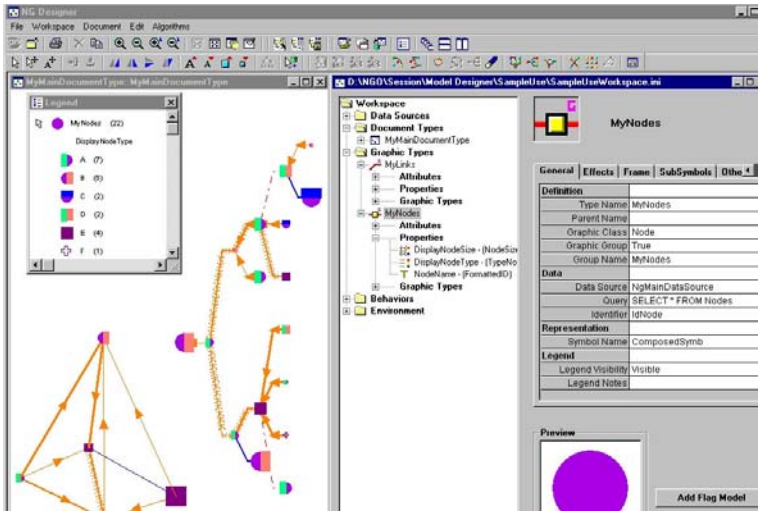
- 地理图与逻辑图的交互：在 ArcMap 中选择一个要素，ArcGIS Schematic 就可以在逻辑图中找出对应要素；反之，在逻辑图中选择一个要素，在 ArcMap 中就可以显示出该要素的实际位置，也可以查询该要素的属性。

- 其它有用的工具：可查找逻辑图中存在的闭环、任意两个结点之间的最短路径、任意结点相关的树结构等。可将逻辑图中任意选定的部分压缩成一个结点，其它部分保持不变，也可将压缩的结点还原。



ArcGIS Schematic 的客户化定制能力

ArcGIS Schematic 为用户提供了一个集成的开发定制环境：ArcGIS Schematic Designer。用户不用写代码，就可以定制自己的应用方案，包括：连接数据库；提取图形要素；定义要素显示符号、注记风格；定制事件和对象行为等等。用户的定制结果可以直接在 Designer 中测试。



另外，ArcGIS Schematic 提供了一套基于 COM 组件的开发包，结合 ArcObjects，用户可在 VB、VC、Delphi 等环境下进行独立开发。

Environmental System Research Institute

美国环境系统研究所公司（Environmental Systems Research Institute, Inc. 简称 ESRI）成立于 1969 年，是世界最大的地理信息系统（Geography Information System，GIS）技术提供商。公司自创建之初就一直引领着世界地理信息系统技术的潮流，在竞争激烈、发展迅速的 GIS 软件领域，一直扮演着技术领先者的角色。全球每天都有超过一百万人使用 ESRI 公司的 GIS 技术，用于提高组织和管理业务的能力。

ESRI公司始终将GIS视为一门科学，并坚持运用独特的科学思维和方法，开发出丰富而完整的产品线。目前，ESRI公司所提供的GIS解决方案已经迅速成为提高政府部门和企业服务水平的重要技术手段。全球有超过三十万个分布于政府部门、测绘部门、石油公司、健康机构，以及电力、国防、航空航天、商业等各个领域的用户单位使用ESRI公司的GIS技术。

ESRI中国（北京）有限公司将禀承ESRI公司一贯的探索精神和独树一帜的管理风格，并结合多年来为中国用户技术支持与集成的经验，为广大中国用户提供满足今天需要的服务，更为其将来的发展奠定坚实的基础。

ESRI 中国（北京）有限公司
ESRI China (Beijing) Limited

香港总公司：
香港湾仔轩尼诗道 338 号
北海中心 5 字楼 C 座
Tel: 00852-28380989
Fax:00852-28330198
Email: info@esrichina-bj.cn

北京办事处：
北京市东城区朝阳门北大街 8 号
富华大厦 A 座 12 层 D 室　邮编：100027
Tel: 010-65541618　655411619
Fax: 010-65544600
Email: info@esrichina-bj.cn
http://www. esrichina-bj.cn

上海办事处：
上海市徐汇区天钥桥路 30 号
美罗大厦 611 室　邮编：200030
Tel：021-64268423/24/25/26
Fax：021-64268184
email: info@esrichina-bj.cn

广州办事处
广州天河北路 233 号
中信广场 4504A　邮编：510613
Tel：020-38772335/36/37
Fax：020-38772350
Email：info@esrichina-bj.cn

Trademarks Provided Under License from ESRI