

文章编号：1005-8451(2008)05-0045-04

GIS 在城市轨道交通调度指挥中的应用

刘瑜

(北京轨道交通路网管理有限公司，北京 100101)

摘要：阐述在网络化运营条件下，GIS在轨道交通调度指挥中应用的可行性，从业务层面分析轨道交通调度指挥对GIS的具体需求、建设目标及建设内容。

关键词：轨道交通；调度指挥；地理信息系统；应用

中图分类号：U231.7 : TP39 文献标识码：A

Application of GIS to metro traffic control

LIUYu

(Beijing Metro Network Administration Co., Ltd, Beijing 100101, China)

Abstract: The aim of this paper was to discuss the feasibility of application of GIS to metro traffic dispatching command. It was analyzed the detailed requirements, the objective and the content of construction for metro traffic dispatching command to GIS.

Key words: metro traffic; dispatching command; GIS; application

随着改革开放的不断深入，人民生活水平日益提高，人们对交通的需求持续高涨，作为城市交通骨干网的轨道交通在城市的建设和发展中正起着越来越重要的作用，大家对轨道交通是大城市缓解交通拥堵的必由之路已经成为共识。随着运营线路、里程和换乘站数量不断增加，轨道交通网络已经逐渐形成。

城市轨道交通系统快速、大运量的特点决定其

收稿日期：2008-04-18

作者简介：刘瑜，工程师。

```
SetMACToEther(MACADDR_SRC,&EtherFrame,  
0); // 源为发到本机的 mac  
SetMACToEther(MACADDR_GATEWAY,  
&EtherFrame,1); // 目标为默认网关的 mac  
.....  
}
```

3 结束语

基于 ARP 欺骗的网络监听软件采用虚拟路由技术，以实现报文的收发。通过收发的报文实现对整个网络的监听与控制，从而大大提高网络的安全性。该软件经本单位的办公局域网中应用及测试，起到了明显的成效：提高网络管理人员对整个网络的监听及控制能力；提高网络的安全性及防护性；通过该软件的使用可以对有限的网络资源进行整合，从而达到合理利用的目的。作为网络管理人员，通过使用该软件可以实现对网络的控制，为构架一个安全的网络提供了保障。当然，网络管理本身就

是一把“双刃剑”，之所以对整个网络采用监听管理，是为了更好地提高网络资源的合理利用，为网络内的用户提供可靠的通信服务，为用户创造一个绿色的网络使用环境。该软件可以用来对现在正在使用的，用于各种功能的交换式以太网（如校园网、企业网等）进行监听，从而解决在网络管理上的诸多不便，进而实现网络管理的最终目标—资源的合理、充分利用和提供可靠的通信服务。

参考文献：

- [1] 王爱兵, 刘吉强. ARP 欺骗在以太网访问控制中的应用[J]. 计算机时代, 2007 (1): 65.
- [2] 赵鹏. 计算机网络系统中基于 ARP 协议的攻击与保护[J]. 网络安全技术与应用, 2005 (1): 101.
- [3] 贺龙涛, 方滨兴, 云晓春. 利用 ARP 伪装在交换式以太网捕包[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院, 2003.
- [4] 肖宏伟. VisualC++6.0 实效编程百例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.

必须可靠、稳定、高效和安全运转，任何迟滞和阻塞都会对城市交通体系造成极坏影响。轨道交通运行的安全性和监控系统的可靠性与市民生命财产和社会秩序紧密相连。只有各线路和各专业协调运作，信息共享，增强突发事件处置能力，提高轨道交通调度指挥能力，才能使系统发挥最大的效率。

目前，轨道交通调度指挥大都是以单线模式运作，即“一线一中心”进行调度指挥。每条地铁线路都建设了如列车自动运行监控系统（ATS）、车站设备环境监控系统（BAS）、牵引供电监控系统（PSCADA）、防灾报警监控系统（FAS）、自动售检票系统（AFC）等自动化控制系统，在保证轨道交通系统高效和安全运行方面发挥了重要作用。随着综合监控系统的广泛应用，这些系统在每条独立线路范围内得到了整合，但在线路与线路之间，信息仍相对孤立，全局协调能力较差，已越来越不适应轨道交通网络化的发展现状。

因此，充分利用现代信息技术、计算机技术、网络技术、智能决策技术和地理信息系统（GIS）等高科技手段，实施加强城市轨道交通的科学化和现代化管理，提高轨道交通管理的快速反应能力和综合协调控制能力，对提高城市轨道交通路网综合指挥调度效率和高效处理应急突发事件提供了有力的支持。

1 GIS 应用的可行性

1.1 GIS 与 SCADA 系统的特点

现有城市轨道交通各线路的调度指挥系统普遍采用的是监督控制与数据采集（SCADA）系统。SCADA 系统是以计算机为基础的生产过程控制与调度自动化系统。它可以对现场的运行设备进行监视和控制，以实现数据采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能。当前应用的多为第3代 SCADA 系统，这一系统的特点是基于分布式计算机网络以及关系数据库技术，能够实现大范围联网运行。

GIS 是在计算机软、硬件的支持下，以特定的格式支持输入、输出、存贮、显示以及进行地理空间信息查询、综合分析和辅助决策的有效工具。它是计算机技术、通信技术、大型数据库技术、高级图形处理技术和辅助决策技术的综合集成。第3代 SCADA 系统和 GIS 在应用中是一种相互支撑、互为

补充的关系，在已有的控制系统的基本上引入 GIS，将对现有系统提供重要的补充和功能增强。

在 SCADA 系统中，我们可以及时了解到监控系统的实时数据，但是这些设备的空间属性无法直接清楚表达，特别是诸如各类统计分析、应急预案联动、路网各类设备、资源布置分析等面向应急处置和辅助决策的功能，不能非常直观地针对调度指挥人员实现，这就需要 SCADA 系统在综合利用上述几种技术的基础上，更进一步融合图形处理技术、进一步发展图形用户界面技术和空间分析处理技术。

1.2 轨道交通调度指挥引入 GIS 的可行性

随着建设和运营必须“以人为本”的理念逐渐得到贯彻，城市轨道交通信息化工作近年来取得了很大成绩，线路综合监控系统的建设使得轨道交通调度指挥和运行协调能力方面有了大幅度的提高。在此基础上，进行城市轨道交通地理信息系统建设不但是必要的，而且是完全可行的，具体体现在以下几个方面：

(1) 经过各线路综合监控系统的建设，轨道交通建设、运营管理等部门在信息集成共享和可视化方面已经初步培养了技术队伍；

(2) 现有空间数据源为基于 GIS 的应用系统的建设积累了数据和资源方面的基础；

(3) 各线路监控系统的建设也为基于 GIS 的应用系统的建设提供了网络基础和技术条件，可以在既有网络基础和技术条件下进行系统和信息的整合，在节省资金的前提下提高现有系统和资源的利用率。

1.3 GIS 应用的发展趋势

目前，轨道交通随着城市的发展和规模的扩大不断扩展，并逐步发展成为轨道交通网络。轨道交通网运营的特点在综合协调指挥和快速应急处理能力方面提出了更高的要求。

在北美和西欧等发达国家的城市轨道交通网中已逐步重视 GIS 技术的使用，集中应用在轨道交通的运营、调度、管理和维修等方面，特别是在轨道交通事故预测预防、应急处理和调度指挥等方面做了一些深入的工作。在国内，GIS 在铁路上已得到成功的应用，但在城市轨道交通领域还基本处于空白。因此，如何在中国城市轨道交通，特别是在网络化运营条件下的调度指挥中采用功能强大的 GIS 技术将有可能成为一个新的发展方向。

2 城市轨道交通调度指挥对 GIS 的需求

2.1 业务及功能需求

2.1.1 综合监视

在 GIS 平台上，实现电力监控系统（PSCADA）、火灾报警系统（FAS）、环境与设备监控系统（BAS）、自动售检票系统（AFC）、列车自动运行监控系统（ATS）、闭路电视系统（CCTV）等实时监控系统的信息整合。GIS 能够显示所有这些监控设备的空间分布属性及其实时监测数据，并能对其进行各类时间、空间统计及趋势分析，以直观的直方图、饼图或趋势曲线图等形式加以表现，对指定监测设备将其在指定时间、区间内的实测数据及其统计分析结果自动生成相关报表，并向有关领导和部门发送。

2.1.2 应急管理

(1) 突发事件处置

基于 GIS 的突发事件处置将突发事件信息看做空间信息图层，如事件发生地点、可能受到影响的范围及人数、车站出口分布、车站周边地形和救援物资分布等信息，这些图层能够通过空间模拟的方法合并，达到对突发事件有效地处置。

(2) 应急指挥

随着路网规模的不断扩大，地面或高架线路里程也不断增多，加之地下线路本身的复杂环境，都对突发事件情况下的应急指挥提出了“以地理信息为基础，通过图形化功能体现应急救援现场的相关信息，为调度人员提供决策依据”的需求。

基于 GIS 的应急指挥，可以以轨道交通线路走向图为背景，当现场出现紧急情况时，利用 GIS 技术，指挥中心能在最短时间内直观、快速并且简便地得到紧急事件发生地点的详尽信息，包括事发地点线路、设备情况、事发地段线路图像资料、救援设备分布情况和应急预案等，并使相关联的信息一体化显示，让领导和技术人员在远离现场的情况下，就能对事发地段的情况一目了然，为抢险救灾赢得时间，为远程指挥提供强大的决策支持。

同时 GIS 可利用它空间分析的能力，对事故进行仿真、模拟及评估，为事故预防办法的制定和事故总结分析提供辅助支持。

2.1.3 辅助决策

通过 GIS 对地点的精确描述建立新的数据逻辑关系（数据的空间关系），利用 GIS 本身所具有的强

大的空间信息处理功能为辅助决策生成与空间有关的决策依据，并可与有关紧急事件应急处理的预案相结合，由计算机自动生成指挥调度决策并通过 GIS 显示出来。

2.1.4 信息共享与发布

轨道交通网络逐步形成，乘客可选择的出行路径也体现出多样化。高峰时间和突发事件情况下，实现整个轨道交通路网信息的共享、发布及乘客诱导是网络化运营提出的新需求。建立基于 GIS 的具有空间数据存储和空间分析能力的信息共享与发布系统，将能大大提高信息系统在调度指挥管理中的辅助决策支持作用，为轨道交通上级领导、专业管理人员、乘客、业主及外部相关部门提供轨道交通方面的咨询。通过网络电子地图可以实现向相关政府部门共享和发布轨道客运量信息及分布情况，辅助进行运输服务质量监督管理。

2.1.5 设施管理

城市轨道交通网几乎覆盖整个城市，除数字和文字信息之外，还有大量的空间信息，如各车站的地理位置，轨道线路、电缆、通讯线路、信号设备以及变电设备的铺设等信息均沿轨道交通线路分布，随着线路增加，传统的设备管理系统很难有效地管理带有位置信息的复杂数据。

通过 GIS 技术的应用，可随时查询到相关设备的地理位置，掌握设备的静态和动态属性，监控设备的安全运行状态，通过不同颜色或标记显示不同设备的维修状态，辅助制定不同线路、区域和种类设备的维修计划和作业条件。

2.1.6 规划管理

轨道交通线路建设目的一般为两种，疏导型和引导型，疏导的目的是缓解交通拥堵和疏散人流，引导型则是为了引导某一地区的经济发展和居住导向。不管是疏导型还是引导型都需要对城市的地方人文、经济、资源和地理指标进行统计分析。

通过 GIS 建立城市轨道交通沿线的地形、地质、人口、经济和交通等数学模型，形成各类专用专署地图，分析轨道线路分布，分析轨道铺设的位置及可达性，保证轨道建设规划的合理性，进而为领导决策提供辅助支持。

2.2 数据需求

城市轨道交通在物理上是分散的，其空间数据是其重要的资源，也是轨道交通系统的基础。空间数据主要包括以下几种。

2.2.1 基础空间数据

各级比例尺电子地图所包含的国家基础地理要素和轨道路网基础设施要素数据，可以为轨道交通管理部门提供宏观决策信息和基础背景资料，并作为各种专题信息统一的空间定位控制、配准、显示或制图的基础载体。

2.2.2 专业空间数据

大中比例尺电子地图或示意图所包含的各线路、专业系统具有空间位置属性的专题数据，其数据可以由城市轨道交通的各个业务部门通过配置了 GIS 平台软件的各业务信息系统提供和维护，并通过 GIS 进行交换和共享。

2.2.3 多媒体数据

用于提供轨道沿线里程的信息播放；事故现场的录像、图片等资料；各种城市轨道交通设备、线路、机车、车辆、车站和信号机等的图片信息。

3 GIS 在轨道交通调度指挥中的建设目标及内容

3.1 建设目标

在当前轨道交通网络化运营的趋势下，GIS 的建设目标是建立统一的集成指挥调度系统，该系统基于先进的现代信息通信技术，以地理信息系统为基础平台，整合现有轨道交通控制系统和信息资源，初步建成智慧城市轨道交通管理体系，基本实现城市轨道交通管理数字化、信息网络化和业务操作可视化，为城市轨道交通指挥实现指挥高效、反应快速、业务可视的指挥调度提供强有力的技术支撑和信息支持，为城市轨道交通各级主管部门实时掌握轨道交通动态信息提供可视化展现平台。

3.2 建设原则

考虑到轨道交通规划、建设和运营分部门管理的特点，特别是运营中行车组织、运营维护的业务、职责划分原则和条块管理的特点，在轨道交通调度指挥中建设 GIS 应遵循以下原则：

- (1) 统一规划，整体设计，分步实施；
- (2) 以需求为导向，以应用促发展；
- (3) 利用现有资源，避免重复建设；
- (4) 高起点，高水平；
- (5) 注重信息共享，满足标准规范；
- (6) 保障安全，分级控制；
- (7) 具有开放性和可扩展性。

3.3 建设内容

基于 GIS 的轨道交通调度指挥系统的建设内容可围绕 GIS 信息共享平台、可视化指挥调度和应急处置等 3 方面展开：

(1) 建设一个专业化、综合性和可视化的轨道交通地理信息服务平台，制定轨道交通地理信息系统建设相关的标准规范，统一轨道交通空间信息服务内容和方式，建立完善的轨道交通空间数据更新维护和管理体系；

(2) 基于 GIS 平台，对现有指挥调度各业务子系统进行集成和数据整合，建立各监控系统接入和整合的相关接口标准规范，建成以地理信息系统为信息基础载体和业务信息可视化操作的指挥调度综合集成系统，实现对全路网的信息集成和综合监视；

(3) 基于地理信息系统平台，对轨道交通应急处置各业务信息资源进行整合，建成以地理信息系统为信息基础载体和业务信息可视化操作的应急指挥管理系统，提供应急指挥管理信息的可视化展现、事故隐患的预警与报警、事故专题分析、应急预案管理和应急指挥协调联动等功能。

4 结束语

随着我国大城市中轨道交通建设热潮的兴起，轨道交通建设规模的不断扩大，城市轨道交通将最终走向网络运营。GIS 由于其可视化的空间特性，在轨道交通网络中的运营协调监管和应急处置指挥等各方面都存在着巨大的应用价值。在轨道交通网络形成的最初阶段，实施基于 GIS 的综合调度指挥系统可以显著增强现有轨道交通网络化运营的应急处理指挥能力，提高线路间协调指挥和应急处理的工作水平，实现智能化的调度指挥管理体系。

SCADA 系统与 GIS 虽然在技术实现上有所不同，但全部是建立在成熟的计算机与通信技术基础上，这使得在轨道交通调度指挥工作中引入 GIS 技术可行，时机已基本成熟。从轨道交通网络化运营的业务特点分析，综合监视、应急管理、辅助决策、信息共享与发布、设施管理以及规划管理等几个应用领域都对 GIS 应用提出了迫切需求。轨道交通行业中建设 GIS 的目标是建立一个跨线路、跨专业的集成调度指挥系统，建设过程中应遵从“统一规划，整体设计，分步实施”等原则。