

# 基于 GIS 的城市地下综合管廊路由规划初探

李鹏程, 施 萍

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

**摘 要:** 地下综合管廊规划是指导管廊建设的重要依据,而地下综合管廊路由的确定又是管廊规划的核心,地下综合管廊路由的确定从本质上讲是将其相关的空间信息(一般包括城市功能分区、空间布局、土地利用、开发建设、地下管线、道路布局等)进行提取、分析与数据汇总的过程。借鉴国内外地下空间开发利用的先进理论和经验,以靖江市为例,利用 GIS 矢量数据拓扑分析、缓冲区分析等功能,探索了基于 GIS 的地下综合管廊路由确定方法,相关成果可为地下综合管廊规划编制提供一种新思路。

**关键词:** 综合管廊; 路由确定; 地下空间; GIS

**中图分类号:** TU99 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)10-0085-05

## Exploration on the Route Planning of Urban Underground Utility Tunnel Based on GIS

LI Peng-cheng, SHI Ping

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute < Group > Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

**Abstract:** The scientific planning is the basis of the urban underground utility tunnel construction while the route of the urban underground utility tunnel is the core part of the planning. Essentially, the determination of route in urban underground utility tunnel is to extract, analysis and data summary of the relative spatial information (urban function division, spatial layout, land usage, road layout, underground trunks, development and construction). Based on the advanced theory, experience and utilization of underground space, and then Jingjiang City is taken as an example, the route of urban underground utility tunnel was determined by using the topology and buffer analysis functions in Geographical Information System (GIS). This new method developed in this paper could provide a scientific basis for the urban underground utility tunnel management and references for other similar projects in China.

**Key words:** urban underground utility tunnel; route planning; underground space; GIS

### 1 背景和问题

地下综合管廊路由的确定是管廊规划的核心内容,根据规范,综合管廊适宜建设于交通运输繁忙或工程设施较多的城市主干道以及配合兴建地下轨道、城市地下综合体等建设工程地段,位于城市主城区等地下、地上空间高强度集中开发区域。但管廊路由具体应如何规划,现阶段并无成熟、普遍适用的方法。归纳多个城市管廊路由的规划方法,大致可以分为以下两类,一类是在适建区分析的基础上,主

要结合高压规划电力电缆布局安排,兼顾输水规划干管布局,以及通信干管布局,即以三类专业主管形成管廊规划布局,这种方法以江苏省南京市的地下综合管廊规划为代表;第二类是将城市的主次干道作为可能建设地下综合管廊干线、支线的路由,通过专家打分综合管廊建设适宜度评价法(经验法)得到得分较高的路段,进行成果修正后得到综合管廊的规划路由,这种方法以湖北省十堰市的地下综合管廊规划为代表。

管廊路由的确定从本质上讲是将其相关的空间信息资料(一般包括城市功能分区、空间布局、土地利用、开发建设、地下管线、道路布局等)进行提取、分析与数据挖掘的过程,而处理空间数据正是地理信息系统(GIS)的核心功能之一。本研究利用GIS矢量数据拓扑分析、缓冲区分析等功能,探索基于GIS的综合管廊路由确定方法。

## 2 基于GIS的规划路由确定方法

### 2.1 技术方法

GIS(地理信息系统)是在计算机软硬件的支持下,以采集、存贮、管理、检索、分析和描述空间物体的地理分布数据以及与之相关的属性,并回答用户问题等为主要任务的技术系统<sup>[1]</sup>。通过GIS对对象城市所有道路下的管廊建设的适宜度进行评价,为规划路由的确定提供依据。具体技术方法如下:

- ① 选定城市道路(通常为主干路、次干路)为综合管廊的适建道路;
- ② 基于GIS按照统一的评判标准对被选对象进行综合评价;
- ③ 最终确定综合管廊路由是否合理,形成规划路由。

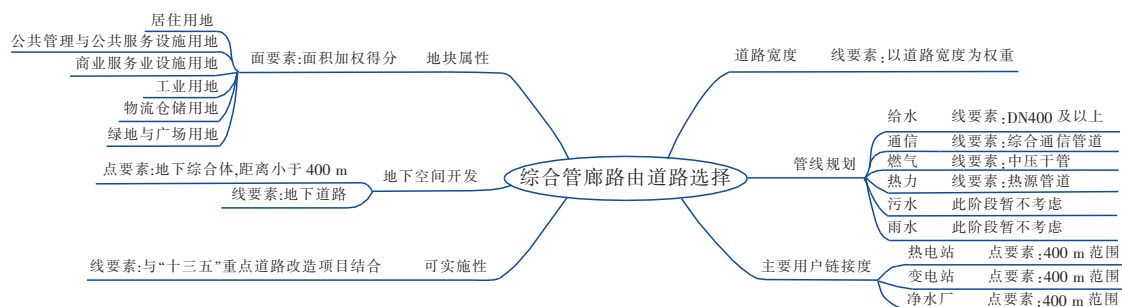


图1 综合管廊适宜度评价指标图

Fig. 1 Evaluation indicators of suitability for utility tunnel

根据适宜度评价的目的,以目的为导向,为避免评价由是非、二分逻辑判断演变为复杂但无必要的数学优化算法的争论,且考虑各要素在地下综合管廊适宜评价体系中并不存在显著的重要性差异,因此规划中原则上各子要素的得分值均为1,即道路满足此子要素条件得1分,不满足不得分。

### 3 实施案例:靖江市综合管廊路由规划

以靖江市为例,详细介绍基于GIS地下综合管廊路由规划方法。靖江市属于江苏省泰州地区,位于中国内地最富庶的经济发展区——长江三角洲,历史悠久,文化底蕴丰厚,为全国综合实力百强县(市)之一、长三角最具投资价值县(市)、全国生态

划路由。

通过上述步骤,确定综合管廊路由方案。

### 2.2 基于GIS的主、次干道综合管廊适宜度评价

综合管廊建设的适宜度评判多用到类似层次分析法的专家打分体系,层次分析法把研究对象作为一个系统,按照分解、比较判断、综合的思维方式进行分析,成为继机理分析、统计分析之后发展起来的系统分析的重要工具。传统的基于经验的层次分析方法把路由确定工作作为一个系统,按照分解、比较判断、综合的思维方式进行分析,但存在以下两方面的缺陷:定量数据较少,定性成分多,不易令人信服;指标过多时数据统计量大,且权重难以确定。

敷设地下综合管廊的路由道路适宜度评判的目标并非利用评判结果直接得到规划路由,而是通过多因素评判,为规划地下综合管廊路由提供经过加工的“素材库”。适宜度评价将结合GIS,通过点、线、面三种要素类型,选取与地下综合管廊路由选线关系密切的五个因素,对适宜建设地下综合管廊的道路进行初步遴选,地下综合管廊适宜度评价指标图如图1所示。

示范区,自然条件优越,有“苏北小江南”的美誉,靖江市区位图如图2所示。

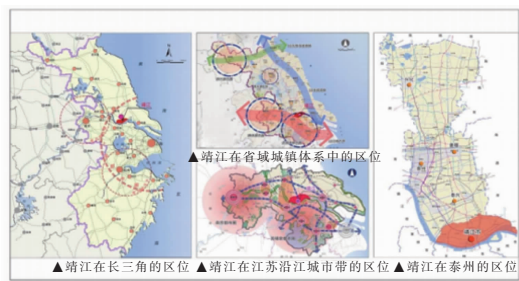


图2 靖江市区位图

Fig. 2 Location map of Jingjiang City

按照靖江市“全面领先苏中,加快融入苏南”的

未来发展定位,现代化的市政基础设施支撑必不可少。加强靖江城市基础设施建设,特别是地下综合管廊建设工作,有利于加快靖江经济结构调整和发展方式转变,拉动投资和消费增长,扩大就业,提升城市防灾减灾能力。

#### 4 基于 GIS 的综合管廊适宜度评价方法

依据《靖江市城市总体规划(2015—2030)》将靖江市的主、次干道作为可能建设地下综合管廊干线、支线的路由。根据该规划,至 2030 年,共规划主、次干道 62 条,由于部分道路存在分段情况,实际总道路条数为 66 条。规划的主、次干道共 62 条,每条道路与地下综合管廊建设条件相关的要素又包括地块属性、管线规划、道路宽度、建设时序等,利用 GIS 强大的空间分析功能对涉及地下综合管廊建设相关要素的空间位置信息和其他属性信息进行统一的分析与管理,对主干路、次干路进行管廊建设的适宜度进行综合评价。

##### 4.1 点要素

点要素考虑主要用户链接度(变电站、热电站、水厂)以及地下空间开发(地下综合体中心)。点要素结合 GIS 的缓冲区分析功能,确定要素辐射的有效范围。

变电站的出线若能在较近距离接入综合管廊系统,可提高电网的安全性。考虑 110 kV 及以上高压线基本沿城市外围布设,完全按照高压电网的走向布置干线管廊可行性较低,因此,重点考虑变电站 400 m 辐射范围内的道路,便于就近接入。经统计变电站辐射范围内的道路共有 29 条。按照子要素的得分原则,该范围内的道路均得 1 分。

同变电站的分析类似,热电厂同样为地下综合管廊建设的重要点要素。靖江市共有两座热电厂,分别为苏源热电厂和江源热电厂。经统计热电厂辐射范围内的道路共有 3 条,分别为苏源热电路、江山路以及中圩路。按照子要素的得分原则,该范围内的道路均得 1 分。

净水厂为地下综合管廊建设的重要点要素。靖江市共有三座净水厂,分别为江防水厂、合兴水厂及雅桥水厂。经统计净水厂辐射范围内的道路共有 4 条,分别为人民路、双鱼路、三江路以及康兴路。按照子要素的得分原则,该范围内的道路均得 1 分。

根据《靖江市城市地下空间开发利用规划(2015—2030)》,将在滨江新城建设一处商业中心

地下综合体。经统计,地下综合体中心辐射范围内的道路共有 2 条,分别为晨阳路及马洲路。按照子要素的得分原则,该范围内的道路均得 1 分。

##### 4.2 线要素

线要素主要包括道路属性、管线规划、地下步行街及地下道路建设以及可实施性。

道路属性主要包括道路的等级以及道路的宽度,在 GIS 中建立道路等级与道路宽度的属性库。城市道路宽度越宽,越有利于施工。道路宽度  $\geq 36$  m 的得 1 分,宽度  $< 36$  m 的得 0.5 分。

管线规划主要指现状及规划的给水(管径  $\geq$  DN400)、综合通信、中压燃气、热力的主干管。运用 GIS 中的叠置分析功能,分析主、次干路下的上述主干管长度(见表 1)。如果规划管线的长度占道路总长度的比例大于一定比例,例如 25%,则得 1 分,否则不得分,最终得到主、次干路地下综合管廊建设管线得分图(见图 3)。

表 1 主、次干道规划管线长度(部分)

Tab. 1 Length of planned pipeline of primary and secondary roads (part) m

路 名	规划管道长度			
	给水	燃气	热力	通信
人民路(北环—南环)	3 896	773	1 998	3 898
人民路(南环—八圩街)	5 070	3 768	1 917	6 463
北环路	3 819	4 577	217	4 410
北二环路	4 013	0	1 437	4 013



图 3 主、次干路综合管廊建设管线得分

Fig. 3 Scores of pipeline in utility tunnel of primary and secondary roads

根据规划,靖江市将在老城区驢江路(新建路至人民路)进行道路地下化,在滨江新城(新洲路至华夏东路的晨阳路段)建设长约 700 m 的地下步行街。由于驢江路并非属于靖江市的主、次干道,故不



在干线、支线管廊适宜建设道路的范围内,暂不予考虑,可结合地下步行街建设缆线性管廊;滨江新城地下步行街则可以作为管廊建设的适宜条件,因此,在地下步行街建设方面晨阳路得1分。

可实施性也是管廊建设的重要考虑因素,一般来说,地下综合管廊与道路改建等项目相结合将大大增加管廊项目的可实施性。结合地下综合管廊与“十三五重点建设项目”,考虑增加有重点改造道路的可实施性得分。根据“十三五”重点建设项目,东南环6车道升级改造为快速路,建议综合管廊的东南环走向结合车道升级改造同步进行,因此,东南环得1分;车站路升级改造为6车道快速路,建议综合管廊车站路(江平路-白马转盘)的走向结合升级改造同步进行,因此车站路得1分。

#### 4.3 面要素

面要素主要指地块的属性。在GIS中将靖江市的用地类型按照6大类进行重新分类,得到居住用地(R)、公共管理与公共服务设施用地(A)、商业服务业设施用地(B)、工业用地(M)、物流仓储用地(W)、绿地与广场用地(G)等6大类用地的土地利用图。由于道路两侧地块的宽度不同,若按照统一标准统计,则会造成误差较大。因此,可根据每条道路两边地块的实际宽度确定道路服务面积的各属性地块面积。利用ArcGIS缓冲区分析功能,对主、次干道两侧服务地块的面积及所属用地分类进行统计。由于绿地与广场用地包含用地类型较多,分析每条道路时,列举除绿地与广场用地外的主要用地类型占比。以下以北二环为例(见图4、5),经分析得出,北二环路服务地块的主要土地利用类型为居住用地,占比为18.0%,其次为工业用地,占比为16.7%。



图4 北二环路缓冲区设置

Fig.4 Buffer zone of Beierhuan Road



图5 北二环路服务地块属性

Fig.5 Property of the service block of Beierhuan Road

因此,根据分析得到66条主、次干路中不同地块类型所占面积百分比统计表(见表2),统计每类地块一定的分位数,例如80%所对应的数值,每类地块大于此值的道路得1分。绿地与广场用地不得分,物流仓储用地得0.5分。据此原则计算的地块属性得分如图6所示。

表2 主、次干路服务地块分类统计(部分)

Tab.2 Statistics of different types of service block of primary and secondary roads (part) %

路名	占地百分比					
	A	B	G	M	R	W
纬一路	0.2	0.1	65.5	30.8	3.5	0.0
北三环路	0.0	1.5	75.1	19.8	3.6	0.0
北环路	0.8	6.5	65.5	1.4	21.6	4.2
北二环路	6.2	3.2	55.9	16.7	18.0	0.0
江平路	3.1	9.3	44.4	0.0	43.1	0.1



图6 主、次干路综合管廊建设地块得分

Fig.6 Scores of construction blocks of utility tunnel of primary and secondary roads

#### 4.4 适宜度评价成果

将道路属性、管线规划、主要用户、地块属性、地

下空间开发、可实施性的得分相加,并将总得分 $\geq 6$ 归为适宜度高的一类, $5\leq$ 得分 $<6$ 的归为适宜度中的一类,得分 $<5$ 的归为适宜度低的一类,评价结果如图 7 所示。



图 7 主、次干道综合管廊建设适宜度成果  
Fig. 7 Results of suitability of utility tunnel construction of primary and secondary roads

通过 GIS 对综合管廊路由的空间分析,得到了靖江市主、次干道综合管廊建设适宜度的得分,并将其在空间内进行展示。根据管廊的布局原则,结合管廊适宜度评价成果,确定规划路由方案(见图 8)。



图 8 靖江市综合管廊总体布局  
Fig. 8 Overall layout of utility tunnel in Jingjiang City  
通过分析可知,最终的环状方案不但满足“综

合管廊主体框架应尽量连接成环,并依托主干框架拓展支线及缆线系统,形成网状系统”的系统性、完整性原则,并且通过 GIS 的适宜度分析,接近 70% 路由均为适宜度高的道路(北环路 6.5、东环路 5、南环路 6、城东大道 6.5、新洲路 6.5、久联路 6.5、车站路 7.5、江平路 5、渔婆路 5)。

5 结语

综合管廊在国外已有百余年的设计、施工与运行管理经验,在国内还没有成熟的经验和专业设计规范。通过基于 GIS 的地下综合管廊路由规划的研究,实现了管廊路由规划的量化处理方法,能更好地指导规划区域内地下综合管廊的布局、建设。按照“规划先行、动态调整”的原则,编制了《靖江市地下综合管廊专项规划》,对靖江市管廊建设工作提供科学依据。

参考文献:

[1] 白海龙. 城市综合管廊发展趋势研究[J]. 中国市政工程,2015,(6):78-81.



作者简介:李鹏程(1986- ),男,河南新乡人,博士,工程师,主要从事市政排水、水文水资源、管廊规划、设计和研究工作。

E-mail:shiping@smedi.com

收稿日期:2017-02-24