

可持续发展背景下襄阳自贸区地下综合管廊规划布局

黄亚平¹,高雅清^{1†},郑俊杰²

(1. 华中科技大学 建筑与城市规划学院,湖北 武汉 430074;

2. 华中科技大学 土木工程与力学学院,湖北 武汉 430074)

摘要:基于“中部崛起战略”,以内陆自贸区的标杆——襄阳自贸区地下综合管廊布局规划为典型案例,分析了综合管廊规划建设的背景与必要性;根据襄阳城市空间、道路系统、市政管线、高强度开发、城市景观等因素初步确定拟建综合管廊的城市道路,采用模糊数学理论分析法对已初选出来的道路进行综合管廊建设项目适宜度评价,筛选出 16 条建设管廊的道路;确定了自贸区地下综合管廊规划布局,形成“干线-支线-缆线”三级管廊体系,并基于筛选出的 16 条建设管廊道路,具体给出了襄阳市干线、支线与缆线地下综合管廊布局规划图,实例研究结果表明,地下综合管廊规划要对接城市整体规划,加强与道路规划协调统一,充分考虑城市空间因素与道路交通因素,兼顾各种市政管线规划;结合各级规划的更新,动态调整地下综合管廊网络结构。

关键词:地下综合管廊;襄阳自贸区;可持续发展;规划布局

中图分类号:TU476

文献标志码:A

Planning Layout of Utility Tunnels in Xiangyang Free Trade Area under Background of Sustainable Development

HUANG Yaping¹, GAO Yaqing^{1†}, ZHENG Junjie²

(1. School of Architecture and Urban Planning, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. School of Civil Engineering and Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Based on the strategy of the rise of central China, a case study on the background and necessity of the planning and construction of utility tunnels within the inland benchmarking free trade area (FTA), i.e., Xiangyang FTA, was carried out. A primary plan for the urban roads using utility tunnels was proposed by analysing the urban space, road system, municipal pipeline, high-intensity exploitation and urban landscape, etc., of Xiangyang City. Then, fuzzy mathematical analysis was conducted to evaluate the suitability for constructing the utility tunnels within those preliminarily selected roads. Sixteen roads were finally determined for tunnel construction where the three-level tunnel system composed of trunk-branch-cable lines within the FTA was suggested. Through this case study, it was found that the planning of utility tunnels should be aligned with the urban master planning and the harmonization of the road planning, where the urban space, traffic conditions, and municipal pipeline distributions need to be thoroughly considered. Dynamic adjustment of the planning layout of utility tunnels can be then made based on the updating of each planning.

Key words: utility tunnel; Xiangyang Free Trade Area; sustainable development; planning layout

* 收稿日期:2018-09-10

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51478199,51538004), National Natural Science Foundation of China(51478199,51538004)

作者简介:黄亚平(1964—),男,湖北蕲春人,华中科技大学教授,博士

† 通讯联系人, E-mail: yqgao2010@163.com

随着新型城镇化的快速发展,市政基础设施作为人们生产生活配套服务的重要保障备受关注^[1]。城市综合管廊,是指按照城市统一规划、设计、施工和维护,在城市地面(多在城市道路)以下建造一个隧道管廊空间,将各类公用类管线集中在一起,同时留有检修人员通道,设有专门的通风、消防、排水、电力照明和监测报警系统^[2],从而实行“统一规划、统一建设、统一管理”的市政公用设施。

襄阳自贸片区作为湖北自贸区的三大片区之一,总用地 21.99 km²,依托襄阳保税物流中心(B型)项目,将重点发展高端装备制造、新能源汽车、大数据、云计算、商贸物流、检验检测等产业,目标是打造成为体制机制创新高地、汉江开放创新高地、国际先进制造高地、现代农业服务高地和全国商贸流通高地^[3]。为实现区域可持续发展,满足城市发展对日益提高的城市基础设施建设的需求,依托襄阳自贸区规划建设城市地下综合管廊工程,有利于提高地下空间的综合利用率和资源共享水平,提高城市规划的合理性和科学性,为实现城市集约和可持续发展提供有力保障。

1 地下综合管廊的规划建设背景分析

1.1 探索可持续城镇化路径的改革示范要求

2009年9月23日国务院通过了《促进中部地区崛起规划》,实施“中部崛起”战略以来,中部六省发展速度明显加快。GDP增长的同时出现了开发强度高、城市连绵、建设无序、环境恶化等问题,城镇化发展质量的缺陷已开始影响到城镇功能和竞争力的提升,逐渐开始受到重视和关注。可持续发展观要求中部地区在新一轮发展中,要重新审视自身的发展矛盾,积极探索有中部特色的可持续的区域发展思路,进行具有全国性示范意义的有益尝试。襄阳自贸区不仅处于中部崛起示范省,更是作为内陆自贸区的标杆。将综合管廊的城市建设新技术在襄阳自贸区进行试点应用,有利于统筹谋划自贸区生态文明建设,推广绿色建设新理念及新技术,推动可持续城镇化路径的探索。

1.2 实现城市有机更新的集约发展需求

城市有机更新主张城市建设应该按照城市内在的秩序和规律,顺应城市的肌理,采用适当的规模、合理的尺度,依据改造的内容和要求,妥善处理目前和将来的关系,在可持续发展的基础上探求城市的更新发展,不断提高城市规划的质量^[4]。襄阳自贸区规划干路网结构清晰,城市综合管廊作为城市市政基础设施集约化发展的重要形式,承载能力强、服务水平高^[5],有利于消除城市“拉链路”,保障

交通通畅,确保道路功能充分发挥的同时充分利用城市地下空间,有效利用了道路地下、地上空间,节约了城市用地,释放出的土地能产生更大的效益。

1.3 建设安全、生态宜居家园的城市发展需求

襄阳市总体规划提出坚持全面、协调、可持续发展的科学发展观,优化产业结构、提高资源利用效率、改善生态环境质量、增强可持续发展能力,把襄阳建设成为环境优美、适宜居住的生态城市。规划建设城市综合管廊是建设绿色、低碳、生态城市的重要内容之一,地下综合管廊将多种市政设施管道容纳到一起,减少了架空线路及杆塔、各种管线检查井,美化了城市景观,提升了居民的生活品质,并保证路面完整性,避免对交通和居民出行造成影响,符合中央城市工作会议中城市基础设施按照绿色、循环、低碳的理念进行规划建设的要求。

1.4 提高城市治理能力的科学化规划方式需求

2015年中央城市工作会议指出:新时期城市规划要提升建设水平与治理能力,加强城市地下和地上基础设施建设,提升城市综合承载能力。综合管廊可将管线集中、上下垂直敷设,极大地减少了对道路的占用空间,保持了路面的完整性,延长了道路使用年限、各类管道的服务年限,将管线的检修、维护、更换均在管廊内部空间进行,便于对各类管线进行集中管理(巡视、检查、维修)与监控。将多种市政设施管廊综合置于统一通道,减少了管线之间的交叉,便于各种管线的敷设、增减、更换、维修和日常管理,当发生紧急状况时,可节约查找故障点的时间,有利于快速处理问题。采取地下综合管廊规划模式,提高了城市规划的合理性与科学性,提升城市整体治理水平,促进了社会和谐。

2 地下综合管廊建设适建项目分析

2.1 综合管廊建设适宜度评价因素

管线综合规划以土地利用规划为依据,以给水排水、供电弱电、热力燃气等专业规划为基础,并与道路交通、环境景观等专业规划相协调^[6],规划兼具上述功能的干支混合管廊系统,形成管廊的层次化^[7]。城市地下综合管廊主要沿城市道路敷设,在进行布局规划前,应根据城市道路系统布局现状与规划,分析城市空间因素、道路系统因素、市政管线因素、高强度开发因素、城市景观因素等初步确定拟建综合管廊的城市道路。

2.1.1 城市空间因素

襄阳自贸区空间布局为“一核两心、双轴六区”。其中“一核”为自贸区综合服务核;“两心”为西北部综保区服务中心、东南部科研服务中心;“双轴”指

自贸区十字发展轴。自贸区服务核与服务中心周边以商住、文娱用地为主,道路管线密集、种类较多,主要涉及的道路有机场路、天籁大道、米芾路、新明路、东风汽车大道、新光路、北京路和上海路。

2.1.2 道路系统因素

襄阳自贸区规划打造“快速路-主干道-次干道-支路”的路网体系,总体形成“五横五纵”的网格状道路系统。“五横”为自贸区东西向主要道路,包括产业大道、机场路、新明路、新城路和富康大道;“五纵”为南北向主要道路,包括米芾路、拓新路、天籁大道、东风汽车大道和奔驰大道。自贸区内主要道路交通量较大,道路断面较宽,符合综合管廊敷设条件。

2.1.3 市政管线因素

根据襄阳市总体规划及城市各管线专项规划,自贸区地下综合管廊应与各干管网络相协调,主要影响管线分布情况如下^[8]。

给水工程干管:产业大道、机场路、新明路、米芾南路、富康大道、米芾路、拓新路、天籁大道、东风汽车大道、奔驰大道。

污水工程干管:产业大道、叶店路、米芾南路、富康大道、拓新路、天籁大道、东风汽车大道。

110 kV 及以上高压管道:机场路、新明路、新星路、新城路、富康大道、米芾路、天籁大道、东风汽车大道。

燃气工程高压管道:产业大道、机场路、新明路、新城路、米芾路、拓新路、风神路、北京路、东风汽车大道。

高等级电信线路:产业大道、机场路、轩逸路、新明路、米芾南路、富康大道、拓新路、天籁大道、奔驰大道。

经综合分析,产业大道、机场路、新明路、新城路、米芾南路、富康大道、米芾路、拓新路、天籁大道、东风汽车大道和奔驰大道可作为自贸区地下综合管廊建设的初选道路。

2.1.4 高强度开发地块因素

城市建设通常在高强度开发地块下敷设管径较大的管道,且为服务周边区域,管线数量也随之增多,区域管廊建设需求更为迫切。根据自贸区总体规划,自贸区内部高强度开发区域为西北部综保区服务片区与东南部商住配套服务片区,选择管廊建设应在相应区域增加管道密度。

2.1.5 城市景观因素

为避免地下管线施工造成“拉链路”影响城市景观,根据自贸区总体规划,应在主要景观轴下设置综合管廊,避免在管廊建设过程中频繁的施工围挡对整体景观造成不良影响。自贸区内主要景观轴

为机场路和东风汽车大道。

综合考虑上述多因素,通过叠加法筛选出自贸区内有管廊建设需求的道路主要有:产业大道、富康大道、轩逸路、天籁大道、新明路、奔驰大道、机场路、米芾路、叶店路、拓新路、新城路、米芾南路、北京路、上海路、神龙路、东风汽车大道、劲风路和新星路。其中产业大道、富康大道、轩逸路为未建道路,其余为已建道路。

2.2 自贸区道路适建性评价结果

根据多因素叠加法筛选出有管廊建设需求的道路,采用模糊数学理论分析法对已筛选出来的道路进行评价,按照统一的评判标准(见表1)对初选对象进行多因素叠加分析(表1引自王海研究成果^[9])。首先利用层次分析法建立地下综合管廊布局决策评价体系的层次结构,然后选出对地下综合管廊建设影响较大的8个指标因子,分别是:城市空间因素、道路交通因素、市政管线(电力)、市政管线(通信)、市政管线(给水)、市政管线(污水)、市政管线(燃气)和管廊容量,最后根据专家调查赋分结果确定各指标的相关权重。地下综合管廊规划要符合城市规划总体要求,依托于道路建设,因此专家对城市空间因素、道路交通因素赋分高,其他6个指标分属于不同部门的管线,权重差别不大。总权重为10,城市空间因素与道路交通因素权重分别取2;市政管线(电力)、市政管线(通信)、市政管线(给水)、市政管线(污水)、市政管线(燃气)、管廊容量权重分别取1。

表1 综合管廊多因素叠加分析评价表^[9]

Tab.1 Multi factor superposition analysis and evaluation table for comprehensive corridor

因子	权重	10分	5分	1分
城市空间因素	2	商业中心等 高密度开发区	中密度 开发区	低密度 开发区
道路交通因素	2	主干道	次干路	一般支路
市政管线(电力)	1	110 kV 及 以上线路	10 kV 及 以下道路	未规划
市政管线(通信)	1	通信主干线	通信干管	未规划
市政管线(给水)	1	给水原水管 及主干管	干管	支管
市政管线(污水)	1	主干管	干管	支管
市政管线(燃气)	1	燃气主干管	燃气干管	支管
管廊容量	1	容纳管线 超过4种	容纳2~3种 管线	容纳1种 管线

将具体道路参加分级的因子贡献率全部相加,即为该道路综合评级指标.公式如下:

$$D = \sum_{i=1}^n a_i U_j \quad (1)$$

式中: D 为某道路综合评级指标值; n 为因子个数; a_i 为权重; U_j 为某道路在该因子处的得分.当评分分值 $D \geq 80$ 时适宜建设综合管廊,当评分分值 $D < 60$ 时不适宜建设,当评分分值 D 在 $60 \sim 80$ 之间时要根据具体情况决定是否建设^[8],最后根据系统性、完整性等要求对综合评价结果进行修正.通过叠加法筛选出襄阳自贸区有管廊建设需求的道路有18条,应用公式(1)计算得到每个道路综合评级指标值(见表2),其中产业大道、天籁大道、新明路、米芾路综合评级指标值分别为80、95、85、80,都 ≥ 80 ,根据标准判断为适宜建设综合管廊;上海路、轩逸路综合评级指标值分别为37、42,都 < 60 ,根据标准判断为不适宜建设综合管廊.对于评价等级为“不适宜建设”的道路下方不敷设综合管廊.

表2 道路适建性评价结果

Tab.2 The evaluation results of road suitability

序号	道路名称	分值	评价等级
1	产业大道	80	适宜建设
2	天籁大道	95	适宜建设
3	新明路	85	适宜建设
4	奔驰大道	68	可以建设
5	机场路	76	可以建设
6	米芾路	80	适宜建设
7	叶店路	65	可以建设
8	拓新路	76	可以建设
9	新城路	67	可以建设
10	米芾南路	72	可以建设
11	富康大道	60	可以建设
12	北京路	60	可以建设
13	上海路	37	不适宜建设
14	神龙路	61	可以建设
15	东风汽车大道	76	可以建设
16	轩逸路	42	不适宜建设
17	劲风路	60	可以建设
18	新星路	70	可以建设

3 地下综合管廊规划布局

襄阳自贸区地下综合管廊结构布局形成“有机衔接、成网成片、层次分明”的网格型干网系统,规划三级管廊体系,建设管廊的道路共16条,整体实

现“安全、合理、经济、简单,并为远期发展留有余地”的建设目标.

3.1 干线综合管廊

干线综合管廊一般设置于主要道路中央下方,主要连接原站(如自来水厂、发电厂等)与支线综合管廊,不直接服务于沿线地区.

依托自贸区主要道路与主要市政干管,自贸区规划建设“三横三纵”的干线综合管廊系统(如图1所示).“三横”主要沿产业大道、新明路和米芾南路敷设;“三纵”主要沿米芾路、天籁大道和奔驰路敷设.其中自贸区内产业大道为主要对外快速路,新明路、米芾南路、米芾路、天籁大道和奔驰路为自贸区主干路系统主要构成道路.自贸区干线综合管廊结合各专项市政系统规划廊道,沿线连接金鹰给水厂、天籁220 kV变电站、米庄220 kV变电站、二汽热电厂等主要市政设施,依托主要道路敷设,形成密度均匀、能够辐射到整个地区的干线管廊系统.自贸区干线综合管廊系统作为自贸区内市政系统的源头和出路,不直接服务周边连接用户.



图1 襄阳自贸区干线综合管廊规划

Fig.1 The comprehensive pipe corridor planning for main line of the free trade area in Xiangyang

规划干线综合管廊系统的入廊管线包括24~36孔的220 kV电力电缆、12~16孔的110 kV电力电缆、DN1000的给水干管、DN800的给水干管、DN600的再生水管、15孔的通信电缆和DN800的热力干管,并预留DN400的垃圾管道.规划新明路与天籁大道为四舱型管道,断面净宽度约11~12 m,高度约2.4~3.2 m;规划产业大道、米芾路和奔驰路为三舱型管道,断面净宽约7.6~8.1 m,高度约2.4~3.2 m.干线综合管廊所在主要道路规划红线宽为

50 m, 两侧有 20 m 的绿化带, 中央绿化带宽 3 m. 为避免综合管廊检修、投料孔位置占用快车道, 减少地面设施对沿线道路景观的影响, 节约投资成本, 规划干线综合管廊宜布置在两侧绿化带下方, 外壁埋设在人行道外缘石以外 0.5~1 m, 埋深大于等于 2.5 m.

3.2 支线综合管廊

支线综合管廊整合对象主要为服务于片区内的各种管线工程, 用于将各种供给从干线综合管廊分配、输送至各直接用户, 容纳直接服务于沿线地区的各种管线.

自贸区支线综合管廊规划(如图 2 所示)以高压电力电缆、供水及供热配管走向为依据, 沿机场路、叶店路、新城路和富康大道呈东西向敷设, 沿拓新路和东风汽车大道呈南北向敷设, 分别对接干线综合管廊, 服务沿线地区, 保障市政系统稳定运行. 规划支线综合管廊系统的入廊管线包括 24~36 孔的 220 kV 电力电缆、12~16 孔的 110 kV 电力电缆、8~12 孔的 20 kV 电力电缆、12 孔的 10 kV 电力电缆、DN300 的普压给水管、DN400 的二次增压给水干管、DN200 的中水管、12 孔的通信电缆和 DN300 的热力干管, 并预留交通信号电缆和有限电视电缆. 规划自贸区支线综合管廊系统为双舱管廊, 采取水电综合舱和蒸汽热力、高压电力或雨污水专舱的组合形式. 双舱分为综合舱和高压舱, 设置在道路的两旁, 靠近道路红线一侧为综合舱放置给水、通信和 10 kV 电力管线; 靠近道路中心一侧为高压电缆舱放置 110 kV、220 kV 电力管线. 双舱管廊断面净宽 4.8 m, 高 2.4~3.2 m, 埋深大于等于 2 m.



图 2 襄阳自贸区支线综合管廊规划

Fig.2 The comprehensive pipe corridor planning for branch line of the free trade area in Xiangyang

3.3 缆线综合管廊

自贸区缆线综合管廊(如图 3 所示)主要用于将市区架空的电力、通信、广播电视、道路照明等电缆容纳至埋地的管道中, 规划沿自贸区内主要支路敷设, 以干管和支管的混合走向为依据, 并在靠近自贸区东南部生活服务配套区适当加大密度, 规划沿北京路、劲风路、神龙路呈南北向敷设三段缆线管廊, 沿新星路呈东西向敷设两段缆线管廊, 整体与干线、支线综合管廊共同形成层次分明的网格型结构.



图 3 襄阳自贸区缆线综合管廊规划图

Fig.3 The comprehensive pipe corridor planning for cable line of the free trade area in Xiangyang

规划缆线综合管廊系统的入廊管线包括 12 孔 10 kV 电力电缆、DN200 的普压给水管、DN200 的中水管、6~8 孔的通信电缆. 规划自贸区缆线综合管廊系统采取单舱管廊形式, 设有水电综合舱及电力舱等. 由于空间断面较小, 埋深浅, 设有可开启盖板且其内部空间不能满足人员正常通行要求, 因此采用浅埋沟道方式建设, 敷设于人行道下. 单舱管廊净宽 3 m, 高 2.8 m, 建设施工费用较少, 不设通风、监控等设备, 在维护及管理上较为简单^[9].

4 地下综合管廊布局规划的思考与启示

4.1 对接城市整体规划, 完善区域规划布局

综合管廊建设研究前期需要深入研究各类管线特点, 在明确综合管廊容纳各类管线具体条件的基础上, 深入研究城市整体规划, 结合土地利用规划、道路系统规划与市政工程规划等相关规划初步

选定具备管廊建设条件的道路.通过多因子叠加分析法对初选道路进行筛选,在对接自贸区外部市政管线布局的基础上,通过调整自贸区内外部市政管线规划,改进综合管廊的网络规划、平面和横断面规划设计等整体规划设计,扩大收纳管线的类型^[5].在结合近远期建设的基础上改进综合管廊的网络结构布局,完善整体管廊布局结构.

4.2 结合各级规划更新,动态调整网络结构

综合管廊建设过程中需要统筹城市近远期规划建设,在城市不同规划阶段,动态调整自身规划结构使其符合最新城市相关规划与市政管线规划条件的变更,采取超前规划、动态调整的规划方式,增加规划的科学性,并为后期工程建设提供实施管理基础.

4.3 加强相关规划统筹,落实配套政策

开展综合管廊建设的同时需要尽快编制城市地下空间总体规划和详细规划,统筹考虑地铁、地下隧道、综合管廊、地下车行系统、地下车库、地下商业街等各类城市地下设施的规划建设^[9].在此基础上深化内部地下空间规划,统筹地下空间规划实施管理部门与综合管廊工程实施部门,减少部门间冲突导致的经济和社会损失.

5 结束语

城市地下综合管廊规划,将市政管线集中综合布置,可有效缓解城市发展与土地资源紧张之间的矛盾,提高城市土地使用集约性的同时避免城市道路更新时管线的再度开挖,为城市环境保护创造条件,增加了城市发展可持续性.但目前城市地下综合管廊规划总体相对粗放,为此,本文以襄阳自贸区地下综合管廊规划为依托,以可持续发展为目标,引入基于模糊数学理论和算法的适建性评价方法,凝练了管廊布局的干-支-缆三级体系.主要研究结论如下:

1)根据襄阳市城市道路系统布局现状与规划,初步确定了影响襄阳市综合管廊建设的因素,引入了模糊数学理论分析法,给出了襄阳市地下综合管廊适建性评价结果,明确了适合建设地下综合管廊的16条道路.

2)地下综合管廊结构布局应形成“有机衔接、成网成片、层次分明”的网格型干-支-缆系统,提出了三级管廊的规划体系,具体给出了襄阳市干线、支线与缆线地下综合管廊布局规划图,为其他类似地区科学合理编制地下综合管廊规划提供参考.

参考文献

- [1] 刘星,张高娜,王新亮.天津市城市综合管廊专项规划编制思路与实践[J].规划师,2017,33(4):31-35.
LIU X,ZHANG G Y,WANG X L. Major issues in Tianjin pipe gallery planning [J]. Planners, 2017, 33(4):31-35. (In Chinese)
- [2] 徐奇,续元庆,王丽娟.城市综合管廊应用分析[J].石油规划设计,2015,26(2):35-38.
XU Q,XU Y Q,WANG L J. Application analysis of the urban municipal tunnel [J]. Petroleum Planning & Engineering, 2015, 26(2):35-38. (In Chinese)
- [3] 湖北日报.精准发力供给侧 开拓投资筑梦热土[N].湖北日报,2017-07-08(8).
Hubei Daily. The precise force supply side, opening up investment and building dreams on homeland [N]. Hubei Daily, 2017-07-08(8). (In Chinese)
- [4] 吴良镛.北京旧城与菊儿胡同[M].北京:中国建筑工业出版社,1994:68.
WU L Y. The old city of Beijing and its Juer Hutong neighbourhood [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 1994:68. (In Chinese)
- [5] 王曦,祝付玲.城市综合管廊规划设计研讨——以无锡太湖新城为例[C]//转型与重构——2011中国城市规划年会论文集.北京:中国城市规划学会,2011:4936-4943.
WANG X,ZHU F L. A discussion on the planning and design of urban comprehensive corridor—taking the Taihu new town in Wuxi as an example [C]// Transformation and Reconstruction—A Collection of Papers on the Annual Meeting of China's Urban Planning 2011. Beijing: Urban Planning Society of China, 2011: 4936-4943. (In Chinese)
- [6] 杨秀华,朱建国.工业园区管线综合规划及综合管架应用探讨——以《张家港保税区及扬子江化学工业园管线综合规划》为例[J].江苏城市规划,2009(2):39-41.
YANG X H,ZHU J G. Study on comprehensive planning of pipeline and application of integrated pipe rack in industrial park—taking “Comprehensive Planning of Pipeline in Zhangjiagang Free Trade Zone and Yangzi River Chemical Industrial Park” as an example [J]. Jiangsu Urban Planning, 2009(2):39-41. (In Chinese)
- [7] 陆冬,桂杰.地下管廊:未来城市生命线[J].广西城镇建设,2016(7):10-21.
LU D,GUI J. Underground corridor: the lifeline of the future city [J]. Cities and Towns Construction in Guangxi, 2016(7):10-21. (In Chinese)
- [8] 王海.荆州市综合管廊规划需求分析及规划布局探究[J].市政技术,2017,35(2):127-131.
WANG H. Requirement and plan analysis of utility tunnels in Jingzhou [J]. Municipal Engineering Technology, 2017, 35(2): 127-131. (In Chinese)
- [9] 王瑀.市政综合管廊的发展及应用[J].改革与开放,2015(6):53-54.
WANG Y. Development and application of municipal comprehensive corridor [J]. Reform & Opening, 2015(6):53-54. (In Chinese)