

城市地下综合管廊定价模型及实证研究*

张子钰^{1,2}

(1.中南大学 土木工程学院,长沙 410075;2.中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048)

摘 要:在分析我国已建成的部分城市地下综合管廊没有充分发挥预期效果的原因的基础上,为了吸引投资和促进综合管廊的发展,笔者首先针对已有定价模型的不足,根据“谁受益,谁付费”的原则,通过专家调查和文献分析,确定了管线横截面积、管线年度经营收益、节约的管线建设成本、节约的管线维护成本和管理难度 5 个分摊因素。进而根据入廊费和年运营维护费确定各因素的重要程度,区分入廊费用分摊因子和年运营维护费用分摊因子,构建了一个更公平合理的定价模型。最后通过实证分析,得出各入廊管线单位负担费用均低于传统直埋方式产生费用的结论,且费用分摊更为合理,说明模型的实用性较强,对我国城市地下综合管廊的建设和发展有一定的参考价值。

关键词:综合管廊;分摊因子;定价模型;入廊费;年运营维护费

中图分类号:TU91 文献标识码:A 文章编号:1673-0836(2018)02-0299-07

A Pricing Model of City Underground Pipe Gallery and Its Practise

Zhang Ziyu^{1,2}

(College of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, P.R. China;2.China Information Technology Designing Consulting Institute Co. Ltd., Beijing 100048, P.R. China)

Abstract: On the analysis of the causes of that the city underground pipe galleries have been built in our country did not give full play to the anticipated effect, in order to promote the development of pipe gallery and to attract investment, according to the principle that ‘who benefit, who pay’, this paper identifies five contributory factors through expert investigation and literature analysis firstly: cross-sectional area of the pipeline, pipeline annual operating earnings, saving construction costs of pipeline, saving maintenance costs of pipeline, and management difficulty. Secondly, according to the different importance of the various factors when determine the gallery allocation cost and annual operation maintenance cost, this paper built a fair and reasonable pricing model differentiating into the gallery allocation coefficient model and the annual operation maintenance coefficient model. At last, through the empirical analysis, the paper confirms that the pipe gallery’s costs are less than the costs of traditional produce, proves the cost allocation model is more reasonable and the pricing model is practical. The result has a certain reference value on the construction and development of our country’s city underground pipe gallery.

Keywords: pipe gallery; allocation factor; pricing model; gallery cost; annual operation maintenance cost

0 引言

综合管廊起源于 19 世纪的欧洲,法国、德国、

西班牙、英国等相继建成综合管廊系统,迄今为止,巴黎已建成综合管廊长达 2 100 km,堪称世界城市里程之首。而日本在全国范围内兴建综合管廊

* 收稿日期:2017-09-17(修改稿)
作者简介:张子钰(1993-),女,河南三门峡人,硕士生,主要从事工程项目规划与管理方面的研究。
E-mail:15111007257@163.com

600多km,在亚洲名列第一^[1]。

综合管廊大大改善了城市环境,同时取得了很好的经济效果,我国台湾地区的综合管廊也于20世纪飞速发展。台湾地区借鉴日本的经验,研究制定了《共同管道法》,进一步编制了《共同沟建设及管理经费分摊办法》,规定了台湾地区共同沟是由主管机关和管线单位共同出资建设的,主管机关承担1/3的建设费用,管线单位承担2/3,其中各管线单位以各自所占用的空间以及传统埋设成本为基础,分摊建设费用^[2]。而我国大陆城市中,1958年在天安门广场下建造一条长约1km的综合管沟,但直到1990年,天津才建设了大陆地区第一条真正意义上的综合管廊,成为我国综合管廊的雏型。2013年9月,在借鉴国外先进经验的基础上,《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》中首次提出加大城市管网建设和改造力度,并开展城市地下综合管廊试点。到2015年8月,《国务院办公厅关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》指出,应全面推动地下综合管廊建设,以优化城市格局,改善城市环境。至2016年1月,我国已建成地下综合管廊总长度约200km,未来几年内还将有10个试点城市建设地下综合管廊约389km^[3]。

但是,根据我国已建成综合管廊的使用情况调查,大多数城市或建设单位尚未建立管廊收费机制,个别城市即使进行了收费尝试,也仅够维持基本的维护费,很难收回投资成本。例如,广州大学城每年收取的日常维护费用为200万元,其中约100万元用于人工费用,100万元用于综合管廊的水电费、维护费等,仅够基本实现“运营管理收支平衡”^[4]。而我国目前也并没有出台完善合理的关于管廊收费的具体规定,只是在《指导意见》中指出“实行有偿使用”。因此,为了吸引社会资本,改善政府全买单的现象,合理保障各管线单位在入廊时的权益,探索可行的综合管廊定价模型十分必要。

目前对综合管廊的收费大多是根据管线横截面积或占用空间比例确定的,但单纯靠某个因素来衡量并不能客观地反映实际情况,因为某些管线单位的管道横截面积或体积很大,而单位的收益较低,如果只用横截面积或体积作为分摊因子,这类管线单位可能负担比传统敷设方式更多的费用;相反,收益好的单位则是“惠上加惠”,并不公平。

陈寿标^[2]在年租用费定价模型和一次性买断定价模型的构建中,考虑管线单位经营收益情况,

弥补了单纯用直埋成本、占用面积等作为分摊因子的不足。但是,这一模型中对影响分摊因子的因素考虑得太少,对权重的确定存在个人主观性。

Kim等^[5]在分析更新旧管道的效益时提出5项效益指标——减少修理费用、减少泄露、减少维护费用、减少爆破损害以及提高供应能力,并证明这5项指标能较好地反映相比于传统直埋方式,管线铺设在管廊中带来的费用减少、安全性提高等受益情况。其中,前4项可以归纳为节约的管线维护成本,第5项可反映在管线单位的收益中。田强等^[6]认为综合管廊的内部效益包括各管线节约的反复挖掘复旧成本和管线维护更新成本等,即文献^[4]的维护成本和修理费用也可以看作节约维护成本。另外,一般情况下,与各管线单独开挖建设比较,综合管廊还可节约各管线的建设成本。

由于《指导意见》中强调,已建设地下综合管廊的区域,该区域内的所有管线必须入廊,这就涉及到如何给管廊建设和管理单位支付费用、支付多少费用的问题。本文在大量调查数据基础上,考虑除管线的占用面积和管线单位收益因素外,节约的管线建设成本、节约的管线维护成本和管理难度等因素的影响,对现有模型进行修正,在构建定价模型之前,先建立费用分摊因子模型,以更好地满足实际情况和需要。

1 费用分摊因子模型

费用分摊因子模型主要用来确定各管线使用单位对综合管廊建设和维护费用的分摊比例。王曦和祝付玲^[7]指出应制订兼顾各方利益的收费定价机制,因此,根据“谁受益,谁付费”的原则,在构建分摊因子模型时,不仅考虑管线的占用面积(S)和管线单位的收益(I),还考虑了节约的管线建设成本、节约的管线维护成本和管理难度系数。

1.1 费用分摊考虑的因素

(1)节约的管线建设成本。与传统直埋方式相比,综合管廊一般能够大大降低各管线单位的建设成本。节约的管线建设成本 B =传统直埋方式首次投入成本-(管线直埋与维护成本+管线动迁补偿成本)。若管线的动迁成本太高,则节约的建设成本可用负数表示。

(2)节约的管线维护成本。传统模式铺设的管线,每次故障维修都需要先寻找准确的故障点,

然后再开挖维修,维护难度大费用高,不止须要反复开挖和填埋,还会影响交通和公共环境。而在综合管廊中,故障点一目了然,维修的精准性强,危险性低,方便快捷,只需要负担管线本身的维修费用,大大降低了管线单位的维修成本,对管线单位而言是受益。节约的管线维护成本 M = 传统直埋方式维护成本-综合管廊中管线维修成本。

(3)管理难度系数。虽然各管线同处于管廊内,但各管线的管理频率、管理人数和管理费用差异很大,因此在进行费用分摊时,还应该考虑到各管线的管理难度。各管线的管理难度用 G 表示,可通过专家调查法确定。

另外,在确定入廊费用和运营维护费用时,各因素对分摊因子的影响程度是不同的,所以应分别计算入廊费用分摊因子和运营维护费用分摊因子,构建的费用分摊因子模型如下:

管线 i 入廊费用分摊因子 ω_i 为:

$$\omega = m_1 \frac{S_i}{\sum S_i} + m_2 \frac{I_i}{\sum I_i} + m_3 \frac{B_i}{\sum B_i} + m_4 \frac{M_i}{\sum M_i} + m_5 \frac{G_i}{\sum G_i} \tag{1}$$

式中: S_i 为管线 i 所占空间横截面积; $\sum S_i$ 为各管线所占空间横截面积和; I_i 为管线 i 的年度经营收益,年度经营收益=平均年用量×单位用量费用; B_i 为管线 i 节约的建设成本; M_i 为管线 i 节约的维护成本; G_i 为管线 i 的管理难度系数; $m_1 \sim m_5$ 为权重,通过层次分析法获得。

同样,管线 i 运行维护费用分摊因子 η_i 为:

$$\eta_i = n_1 \frac{S_i}{\sum S_i} + n_2 \frac{I_i}{\sum I_i} + n_3 \frac{B_i}{\sum B_i} + n_4 \frac{M_i}{\sum M_i} + n_5 \frac{G_i}{\sum G_i} \tag{2}$$

式中: $n_1 \sim n_5$ 为权重,通过层次分析法获得。

1.2 费用分摊因子权重

为获得费用分摊因子中各指标的权重,利用层次分析法,设置评价指标为管线横截面积、管线收益、管线管理难度、节约建设成本、节约维护成本 5 个指标,评判标度如表 1 所示。

表 1 重要度定义表
Table 1 Importance definition

标度	含义
1	两个因素相比较,具有同等重要性
2	两个因素相比较,一个因素比另一个因素较重要
3	两个因素相比较,一个因素比另一个因素一般重要
4	两个因素相比较,一个因素比另一个因素非常重要
5	两个因素相比较,一个因素比另一个因素特别重要

以调查问卷形式,向行业专家、综合管廊建设单位、综合管廊管理单位等进行城市地下综合管廊分摊因素重要度调查,获得调查数据,并进行一致性检验:

若 $\frac{C.I.}{C.R.} < 0.1$,认为所得比较矩阵的判断结果可以接受,其中,当指标数 $n=5$ 时, $C.R. = 1.12$ 。

经检验计算,筛选可以接受的调查矩阵,作均值处理,计算分摊因子的各指标权重。

1.3 费用分摊因子模型

经统计计算,得出各分摊因子的指标权重,获得最终的费用分摊因子模型:

管线 i 入廊费用分摊因子 ω_i 为:

$$\omega_i = 0.3 \frac{S_i}{\sum S_i} + 0.2 \frac{I_i}{\sum I_i} + 0.3 \frac{B_i}{\sum B_i} + 0.1 \frac{M_i}{\sum M_i} + 0.1 \frac{G_i}{\sum G_i} \tag{3}$$

管线 i 运行维护费用分摊因子 η_i 为:

$$\eta_i = 0.29 \frac{S_i}{\sum S_i} + 0.22 \frac{I_i}{\sum I_i} + 0.08 \frac{B_i}{\sum B_i} + 0.22 \frac{M_i}{\sum M_i} + 0.19 \frac{G_i}{\sum G_i} \tag{4}$$

式中:各符号含义与式(1)、式(2)对应相同。

2 定价参考模型

综合管廊成本由建设成本和运营维护成本两大块构成。建设成本包含内部成本和外部成本,内部成本包括工程建设成本和维护成本,工程建设成本由主体建设费、附属设施费等组成,维护成本主

要指主体及附属设施维护费等;外部成本主要包括施工阶段对路面的破坏和对交通的影响产生的成本^[8]。运营维护成本是指管廊运行或使用期限内对管廊本身的检测、维护等产生的费用,除电伴热、弱电、通风、供电系统运营成本外^[9],还包括综合管廊的防灾成本,即由于管线由传统的非暴露铺设模式改为集中暴露模式产生的监管费用。对各管线的维护,由于各管线的专业性较强,应由各管线所有单位自行维修。

对于综合管廊成本的回收即定价准则,并没有统一规定。西方国家常由市议会讨论并表决确定当年的出租价格,根据实际情况逐年调整变动,但这一方法并不适用于我国国情^[10]。

目前对综合管廊的收费大多是根据管线横截面积或占用空间比例确定的,以广州大学城为例,管线入廊费按实际铺设长度计收,单位收费标准由广州市物价局确定,日常维护费则根据各类管线设计截面空间比例分摊。但这种定价模式在各管线单位争议很大,仍然需要寻求更好的平衡点^[11]。

而文献[2]中提出的定价模型,如式(5)、式(6)所示,式中各符号含义参见文献[2]:

$$P_{Di} = C_i + D_i + [T_1 - \sum_i (C_i + D_i) - N \cdot B] \cdot W_i \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+r)^N}\right) \quad (5)$$
$$P_{wi} = T_2 \cdot W_i \quad (6)$$

该模型以管线的直埋建设与维护成本、动迁补偿成本为基础,由管线单位承担,加上对剩余成本的分摊,且考虑了资金的时间价值,较为公平合理。但这一模型中的分摊因子只考虑了管线横截面积和收益两个因素,并不能很好地反映各管线单位的受益程度;模型中对权重的确定存在较强的个人主观性;该模型在分摊入廊费和年运营维护费时采用同一个分摊因子,并未考虑各管线在不同阶段的受益情况,因此仍需改进。

基于以上分析,在构建定价参考模型时综合考虑多种因素,并以文献[2]模型为参照进行优化。

《国务院办公厅关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》指出,“入廊管线单位应向地下综合管廊建设运营单位交纳入廊费和日常维护费,具体收费标准要统筹考虑建设和运营、成本和收益

的关系,由地下综合管廊建设运营单位与入廊管线单位根据市场化原则共同协商确定。”据此,将定价参考模型分为入廊费定价参考模型和运营维护费定价参考模型,其中入廊费在管线入廊时一次收取,而运营维护费则按年收取。

2.1 入廊费定价参考模型

入廊费是指各管线单位对综合管廊建设成本的分摊。根据以上分析,在建立定价模型时应考虑以下因素:

(1)管廊总建设成本。包括管廊从筹建到竣工验收完毕之间的所有勘察设计费用、建设费用等内部成本和路面修复、交通补偿等外部成本。

(2)管线直埋建设成本与维护成本。指管线进入综合管廊时的铺设、搭接和维护等费用。

(3)管线动迁补偿成本。在老城区,各管线的铺设复杂而混乱,若想进行改造,将各管线统一归入廊中,势必会改变一些原有管线的位置等,增加建设费用,此费用应由各管线单位承担。在新铺设管线区段一般不存在这项成本,应视实际情况进行计算。

(4)政府补贴额。政府补贴的方式一般有一次性补贴和按年支付补贴额度两种,其补贴额将在很大程度上影响入廊费用。政府付费建设综合管廊、一次性支付补贴额或以其他方式在项目交付使用前变相给予的补贴,均可视为一次性补贴;若政府按年支付,补贴额 $B_0 = \text{年补贴额} \times \text{补贴年限}$ 。

综上,本文构建的入廊费定价参考模型如下:

$$P_i = C_i + D_i + [T_1 - \sum (C_i + D_i) - B_0] \cdot \omega \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+r)^N}\right) \quad (7)$$

式中: P_i 为管线*i*的入廊费用; C_i 为管线*i*的直埋建设成本与维护成本; D_i 为管线*i*的动迁补偿成本; T_1 为管廊总建设成本; $\sum (C_i + D_i)$ 为所有管线直埋建设维护成本与管线动迁补偿成本之和; B_0 为政府补贴额度; ω_i 为入廊费用分摊因子; r 为社会长期投资资本年回报率。

2.2 年运营维护费定价参考模型

年运营维护费是指各管线单位对管廊运营维护成本的分摊,运营维护成本包括管廊的保养维护费、工人工资、管理单位经营开支等,是确定年运营维护费的主要因素。

年运营维护费可在年初或年末收取,若在年初收取,运营维护成本可按上年实际支出计算,若在年末收取,则可按当年实际支出计算。

综上,构建年运营维护费定价参考模型如下:

$$Q_i = T_2 \cdot \eta_i \tag{8}$$

式中: Q_i 为管线 i 的年运营维护费; T_2 为管廊年运营维护成本; η_i 为运行维护费用分摊因子。

3 实证分析

为了验证所构建模型的正确性和合理性,以深圳光明新区华夏二路共同沟项目为工程实例^[12-14]进行了分析和验证。华夏二路共同沟 2013 年 8 月交付使用,全长 1 300 m,宽约 3 m,高约 2.8 m,埋深 6~8 m,设于人行道和非机动车道下,服务规划区 4.5 万户、13.4 万人。该共同沟为单舱式,纳入了电力、通信和供水管线,共设 9 个消防分区,每隔 200 m 设 1 个机械通风孔,每个机械通风孔处设防火门及屋顶通风机。

由于是政府投资的物业,光明新区发改部门正在调研如何让通信、水务集团等管道使用单位采用租赁的方式来共同运营,但尚未确定完整统一的收费标准,进入管道的公司并不支付管理费,地下综合管廊业务的运营成本暂时由深圳市政府承担,这无疑加重了政府的财政负担。因此,可用本文构建的定价模型进行费用分配,使管线单位合理承担费用,同时减轻政府压力。

管廊总建设成本 2 340 万元,由深圳市政府投资建设,即政府补贴额约为 2 000 万元,社会长期投资资本年回报率为 8.5%。由于建在新区,不涉及动迁成本。目前,地下综合管廊的运营成本暂时仍由市政府承担,年运营维护费约 130 万。

为了贯彻《国务院办公厅关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见》关于入廊管线单位应向地下综合管廊建设运营单位交纳入廊费和日常维护费的要求,减轻政府的财政负担,统筹考虑建设和运营、成本和收益的关系,根据上面所构建的定价模型,对入廊费和年运营维护费进行分析计算,使电力、通讯和水务等管线单位合理承担费用。

首先,根据文献[8]~[11]、文献[15]的测算案例和深圳水、电、通信收费标准,得到深圳市各管线采取传统直埋方式铺设时的建设成本、维护成本和收益,以及采用综合管廊后的建设成本、维护成

本和收益,如表 2 和表 3 所示。

表 2 各管线传统直埋铺设方式成本与收益 万元

Table 2 Costs and benefits of pipeline in traditional way 10 thousand Yuan

管线 单位	成本年收益		
	建设成本	平均年运营 维护成本	年运营收益
电力管线	484.82	78.34	5 959.25
通信管线	235.15	48.71	8 910.00
供水管线	175.31	50.93	6 898.76
合计	895.28	177.98	19 477.01

表 3 综合管廊各管线成本及横截面积 万元

Table 3 Costs and occupied cross-sectional area of pipelines in pipe gallery 10 thousand Yuan

管线 单位	成本		
	建设与维护成本	年运营维护成本	横截面积/m ²
电力管线	191.73	13.07	1.44
通信管线	56.95	10.38	0.72
供水管线	32.36	6.69	0.70
合计	281.04	30.14	2.86

以调查问卷形式,向行业专家、综合管廊建设单位、综合管廊管理单位等,进行了城市地下综合管廊管理难度调查,后运用层次分析法,计算获得各管线管理难度系数,如表 4 所示。

表 4 管理难度调查问卷结果统计表

Table 4 Questionnaire results for management difficulty

	电力管线	通信管线	供水管线
管理难度系数	0.25	0.25	0.5

在上述数据基础上,利用式(3)、式(4)计算可得各分摊因子的权重,如表 5 所示。

表 5 各管线分摊因子表

Table 5 Contributory factor weight

分摊因子 权重	管线单位		
	电力管线	通信管线	供水管线
入廊费	0.42	0.3	0.28
年运营维护费	0.39	0.29	0.32

利用式(7)、式(8)计算可得：
电力管线入廊费 $P_1=207.83$ (万元),年运营维护费 $Q_1=50.58$ (万元)
通信管线入廊费 $P_2=68.34$ (万元),年运营维护费 $Q_2=37.80$ (万元)

供水管线入廊费 $P_3=43.41$ (万元),年运营维护费 $Q_3=41.62$ (万元)
将计算结果与传统按横截面积分摊模型和陈寿标的模型进行对比,如表 6 所示。

表 6 三种定价模型对比表

Table 6 Comparison of three kinds of pricing model

万元
10 thousand Yuan

管线单位	实际入廊费支出				年运营维护费支出			
	横截面积模型	陈寿标模型	本文模型	传统铺设方式	横截面积模型	陈寿标模型	本文模型	传统铺设方式
电力	211.14	206.71	207.83	484.82	65.45	50.52	50.58	78.34
通信	66.65	69.69	68.34	235.15	32.73	42.97	37.80	48.71
供水	41.79	43.18	43.41	175.31	31.82	36.51	41.62	50.93
合计	319.58	319.58	319.58	895.28	130.00	130.00	130.00	167.98

从入廊费和年运营维护费计算结果可以看出,无论是从初始投资角度,还是年费用角度,都较传统直埋式管线大幅度降低,电力管线、通信管线和供水管线的建设成本分别降低 57.1%、70.9%、75.2%,年运营维护费分别降低 35.4%、22.4%、18.3%,显示了综合管廊建设的优越性,因而能吸引管线单位积极入廊。另一方面,定价模型在费用分配中考虑的因素较为全面客观:电力管线虽占用空间大,但收益在三类管线中并不高,管理难度也较低,单按横截面积分配的费用较高,但是电力管线节约的建设和运维成本较大,共节约 358.36 万元,是电力管线节约的 1.6 倍、供水管线节约的 1.9 倍,按文献[2]模型计算,其费用又降低较多。同理,通信和供水管线占用空间不大,节约的建设和运维成本也不如电力管线,但是通信管线单位的收益是电力管线的 1.4 倍,是供水管线的 1.3 倍;供水管线的管理难度是电力和通信管线的 2 倍,若只考虑占用面积和收益,对其余两个管线单位并不公平。

因此,本文构建的模型综合考虑了各项因素,更为全面、合理,易于被各管线单位接受,证实了模型的可行性。

4 结论

在分析我国城市地下综合管廊的收费情况和影响定价因素的基础上,构建了费用分摊因子模型和定价模型,通过实例分析,得出以下结论:

(1)构建的分摊因子模型较客观和全面,通过管线横截面积、管线年度经营收益、节约建设成本、节约维护成本和管理难度等 5 个因素,反映了综合管廊中各管线单位的受益情况,符合“谁受益,谁付费”的原则,更考虑了各因素对入廊费定价模型和年运营维护费定价模型的影响权重,较为合理可行。

(2)构建的定价模型能够反映综合管廊的优越性,费用比传统直埋铺设方式大幅降低,且比传统费用分摊方式更为公平,更有利于均衡各管线单位的权益,实用性强。

(3)各地区可根据实际情况对相关变量进行赋值,合理确定分摊因子权重,制订公平合理的收费机制,促进城市地下综合管廊的收费更加统一化、透明化。

参考文献(References)

[1] 于晨龙,张作慧. 国内外城市地下综合管廊的发展历程及现状[J]. 建设科技, 2015 (17): 49-51. (Yu

- Chenlong, Zhang Zuohui. The development of domestic and foreign city underground pipe gallery and the present situation [J]. Construction Science and Technology, 2015(17):49-51. (in Chinese))
- [2] 陈寿标. 共同沟投资模式与费用分摊研究[D]. 上海: 同济大学, 2006. (Chen Shoubiao. Research on investment patterns and cost-sharing of pipe gallery[D]. Shanghai: Tongji University, 2006. (in Chinese))
- [3] 2015 年我国地下综合管廊建设市场现状及投资前景分析【图】[DB/OL]. 2015: <http://www.chyxx.com/industry/201510/352976.html>, 201510-352976. (2015 present situation and investment prospects analysis of underground pipe gallery construction in China [DB/OL]. 2015: <http://www.chyxx.com/industry/201510/352976.html>, 201510-352976. (in Chinese))
- [4] 于春美. 综合管廊收费糊涂账: 回本遥遥无期靠补贴维持[Z]. 2015: <http://finance.sina.com.cn/china/20151019/133323512495.shtml>, 20151019-179526319. (Comprehensive real charging of pipe gallery: difficult recovery, rely on subsidies [Z]. 2015: <http://finance.sina.com.cn/china/20151019/133323512495.shtml>, 20151019-179526319. (in Chinese))
- [5] Kim K, Kim M, Choi S, et al. A study on economic evaluation for pipeline renewal using contingent valuation method and forecasting pipeline burst [J]. Procedia Engineering, 2014, 89: 870-877.
- [6] 田强, 薛国州, 田建波, 等. 城市地下综合管廊经济效益研究[J]. 地下空间与工程学报, 2015, 11(增2): 373-377. (Tian Qing, Xue Guozhou, Tian Jianbo, et al. Economic benefits research of urban utility tunnel [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2015, 11(Supp.2): 373-377. (in Chinese))
- [7] 王曦, 祝付玲. 基于博弈分析的城市综合管廊收费对策研究[J]. 地下空间与工程学报, 2013, 9(1): 197-203. (Wang Xi, Zhu Fuling. Research of charge strategy for urban municipal utility tunnel based on game theory analysis [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2013, 9(1): 197-203. (in Chinese))
- [8] 聂永平, 杨文贵, 丁志斌, 等. 共同沟的成本分析与研究[J]. 地下空间, 2004, 24(3): 377-379. (Nie Yongping, Yang Wengui, Ding Zhibin, et al. Study on pipe gallery cost [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2004, 24(3): 377-379. (in Chinese))
- [9] 关欣. 综合管廊与传统管线铺设的经济比较——以中关村西区综合管廊为例[J]. 建筑经济, 2009(增): 339-342. (Guan Xin. Economic comparison of pipe gallery and traditional laying way--take on example of the west of Zhongguancun pipe gallery [J]. Construction Economics, 2009(Supp.): 339-342. (in Chinese))
- [10] 关欣. 国内外综合管廊投融资现状分析[J]. 山西建筑, 2009, 35(14): 228-229. (Guan Xin. On investment and financing on colligating pipe gallery at home and abroad [J]. Shanxi Architecture, 2009, 35(14): 228-229. (in Chinese))
- [11] 丁晓敏, 张季超, 庞永师, 等. 广州大学城共同沟建设与管理探讨[J]. 地下空间与工程学报, 2010, 6(增1): 1385-1389. (Ding Xiaomin, Zhang Jichao, Pang Yongshi, et al. Discussion on construction and management of the common trench in guangzhou university Town [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2010, 6(Supp.1): 1385-1389. (in Chinese))
- [12] 吴斐杰. 深圳光明新区共同沟项目效益与风险评价[D]. 天津: 天津大学, 2009. (Wu Feijie. Benefit and risk evaluation on Shenzhen Guangming district pipe gallery project [D]. Tianjin: Tianjin University, 2009. (in Chinese))
- [13] 王东林. 深圳市光明新区综合管沟项目成本控制优化研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2014. (Wang Donglin. Research on cost control optimization of Shenzhen Guangming district pipe gallery project [D]. Xiangtan: Xiangtan University, 2014. (in Chinese))
- [14] 陈海波. 深圳市光明新区华夏路市政工程综合管沟工程专项技术报告[J]. 城市道桥与防洪, 2011(4): 198-202. (Chen Haibo. Special technical reports of Shenzhen Guangming district Huaxia Road pipe gallery project [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2011(4): 198-202. (in Chinese))
- [15] 王英. 综合管廊各管线一次性入沟费和日常维护费测算案例[Z]. 2015. (Wang Ying. Case of gallery allocation cost and operation maintenance cost measure of pipe gallery [Z]. 2015. (in Chinese))