

# 城市地下综合管廊建设与发展探析

崔国静<sup>1,2</sup>, 周庆国<sup>3</sup>, 宋战平<sup>1,2</sup>

(1. 西安建筑科技大学 土木工程学院, 陕西 西安 710055; 2. 陕西省岩土与地下空间工程重点实验室, 陕西 西安 710055;  
3. 中铁建昆仑投资集团有限公司, 四川 成都 610000)

**摘要:** 综合管廊的建设可以提高城市地下空间利用率, 保障城市绿色可持续发展, 是新时代国家基础设施建设的需要, 是城市运行的“生命线”工程, 是当前国家重要的民生工程。本文通过对我国综合管廊发展过程中具有代表性的综合管廊项目案例介绍, 提出我国管廊工程发展历史较早, 但目前发展缓慢, 并探讨了目前我国综合管廊的发展中存在的施工技术、管线入廊、运营模式等方面的问题, 提出要完善相关立法和标准体系, 重视管廊建设规划、运营管理, 加强技术创新研究等针对性建议, 以期促进国家综合管廊建设健康持续发展。

**关键词:** 综合管廊; 建设现状; 存在问题; 发展探讨

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2020)05-0660-07

## Analysis on construction and development of urban utility tunnel

CUI Guojing<sup>1,2</sup>, ZHOU Qingguo<sup>3</sup>, SONG Zhanping<sup>1,2</sup>

(1. School of Civil Engineering, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;  
2. Shaanxi Key Laboratory of Geotechnical and Underground Space Engineering, Xi'an, 710055, China;  
3. China Railway Construction Kunlun Investment Group Co., Ltd., Chengdu 610000, China)

**Abstract:** The construction of underground urban utility tunnel can improve the utilization rate of urban underground space and ensure the green and sustainable development of the city. It is the need of national infrastructure construction in the new era, the “lifeline” project of urban operation, and the important livelihood project of the country at present. This article through to representative underground utility tunnel project case in our country, proposed the earlier utility tunnel engineering development history, but the development is slow, and discussed the utility tunnel construction technology, pipeline into the gallery, operation mode and other problems existing at present in china, throw out suggestions about to perfect relevant legislations and standards, attaches great importance to the utility tunnel construction planning and operation management, strengthen the technology innovation research etc, in order to promote the national underground utility tunnel construction development healthy and sustainably.

**Key words:** Utility tunnel; present situation of construction; problem; development discussion

综合管廊(utility tunnel)是建于城市地下, 将各类市政管线集于一体的构筑物及其附属设施<sup>[1]</sup>, 在国外又称“共同沟、共同管道、综合管沟”等。

我国具有管廊意义的工程早有实现, 但目前为止的管廊项目规模较小, 也未推广使用, 2015 年李克强总理主持召开国务院常务会议, 部署推进城市地下综合管廊建设相关事宜, 自此我国的地下综合管廊建设正式拉开了帷幕。参考借鉴国外“共同沟”的概念, 采用综合管廊建设, 将各类管线纳入地下综合管廊, 既解决了当期市政建设最为困难的“马路拉链”问题, 为城市景观环境“减负”, 又可对管线进行管理维护, 延长使用寿命,

保障管线安全, 总体实现城市建设管理的集约化和可持续化。因此地下综合管廊建设已成为国家重要的民生工程, 越来越成为城市基础设施现代化水平的标准之一。

本文通过对国内综合管廊典型项目案例分析及国内发展现状, 提出当前国情发展下我国综合管廊发展的问题所在, 并提出建设性意见, 以期推动我国综合管廊的建设发展。

## 1 国内综合管廊建设现状

1832 年法国巴黎为了应对巴黎市地下污水排泄不畅导致霍乱疾病横行的状况, 在城市道路下

修建了大规模的排水通道，并将自来水、通讯、电力等市政管道植入其中以节省空间，这是世界上首条具有现实意义的地下综合管廊<sup>[2]</sup>。随后英、美、德等欧美各国拉开了修建综合管廊的序幕。日本虽发展较晚，但通过法规保障和有规划地建设实施，成为目前世界上综合管廊建设里程最长、综合管廊技术最为先进的国家<sup>[3-4]</sup>。

欧美国家建设综合管廊的时间比我国提前了百余年，西方国家及日本等发达国家在管廊建设技术和运营管理领域比我国先进是不争的事实。近些年来，通过管廊的建设提高城市现代化水平，对地下空间合理开发利用，补足我国城市迅速发展的短板，已成为我国各大城市政府管理部门达成的共识。

我国管廊工程发展历史较早，最早建于北宋时期的江西赣州市福寿沟城市排水系统是初具管廊意义的雏形。它根据赣州城地形，巧妙的利用高程落差并因地制宜分区排水，以砖石砌成直墙式断面，实现砖拱结构张力均匀，结构牢固。福寿沟与城内三大水池相连，具有泄洪与调蓄的双重功能，分别将汇集的雨水排放到贡江和章江<sup>[5]</sup>，至今仍发挥着优良的排水功能，保障赣州老城区千年不涝，体现了古人的智慧<sup>[6]</sup>。



图 1 福寿沟断面  
Fig. 1 Section of Fushou drainage

1994 年，大陆第一条大规模的现代化综合管廊——上海市浦东新区张杨路共同沟建成投入使用。管廊长 11.125 km，分为电力室和燃气室，并配备了闭路电视监视、火灾检测报警、可燃气体检测报警等<sup>[3]</sup>，如图 2 所示。作为大陆第一条具有现代化意义的综合管廊，张杨路共同沟入廊管线的维护、抢修成本显然低于直埋，但利用率较低<sup>[8]</sup>。自此各专家学者开始思考探索入廊管线的问题。



图 2 上海市浦东新区张杨路综合管廊  
Fig. 2 Utility tunnel of of Zhangyang road,  
Pudong New Area, Shanghai

2003 年广州市在建设广州大学城时配套规划建设了广东省第一条综合管廊。该综合管廊配合大学城的建设统一规划布局，全程长约 17 km，高 2.8 m，宽 7 m，分为三个仓室敷设了电力、通讯、给水、供暖、燃气、有路电视等管线<sup>[9]</sup>。由于缺乏相应的政策和法规来限制综合管廊周边管线的直埋、综合管廊的租金和转让等，该综合管廊的建设及运营暴露出许多问题，同时出现投资主体单一和回报率低融资困难等难题。为实现管廊运营管理的合理化，2005 年广州市出台了广州大学城综合管廊收费标准，对综合管廊管线入廊和维护费用等细节做了规定，见表 1 所示。广州大学城综合管廊的运营维护方式探索促进了我国城市地下综合管廊基础设施及公共管线管理发展，是一次有益尝试和探索。

表 1 广州大学城综合管廊入廊费用与管理费用标准  
Tab. 1 Standard for entry and management costs of Utility  
tunnels in Guangzhou university city

管线类型	截面空间 比例/%	入廊费用 /元·m <sup>-1</sup>	管理费用 /(万元·a <sup>-1</sup> )
饮用纯净水(600 mm)	12.7	562.28	31.98
杂用水(400 mm)	10.58	419.65	26.64
供热水管(600 mm)	15.87	1 394.09	39.96
供电电缆	35.45	102.70	89.27
通讯缆线	25.4	59.01	63.96

2006 年，北京中关村西区地下综合管廊投入使用，是国内首次将地下综合管廊和地下环形车道合并建设的地下工程<sup>[10]</sup>（如图 4）。2007 年上海世博园区地下综合管廊尝试了世界上较为先进的预制管廊拼装技术，并制定《上海世博园区综合管沟建设标准》指导管廊的建设施工<sup>[11-12]</sup>。



图 3 广州大学城综合管廊

Fig. 3 Utility tunnels in Guangzhou University City

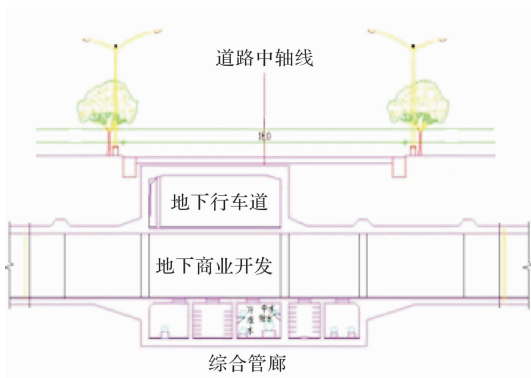


图 4 中关村西区综合管廊断面

Fig. 4 Section of Zhongguancun West District utility tunnels

2013 年珠海横琴新区综合管廊建成并投入使用。珠海新区综合管廊长 33.4 km, 埋深 6~13 m, 总体呈“日”字型分布在 6 条道路下覆盖整个服务区域(如图 5), 并设置 3 座控制中心。该管廊将给水、电力缆线、通讯、有线电视和冷凝水管纳入其中, 并预留了中水水管和垃圾真空管的预留空间。管廊的智能化程度高, 内置有远程监控、智能监测、自动排水、智能通风、自动消防等智能化管理设施确保管廊安全运营。珠海横琴新区综合管廊是目前国内规模最大、一次性投资最高(20 亿元)、服务面积最大(106.46 km<sup>2</sup>)的综合管廊。

正在建造的郑州郑东新区 CBD 副中心综合管廊项目位于郑东新区 CBD 副中心中环路外侧辅路下方, 配合地上地下空间设计施工, 收容电力、给水、通讯、供热供冷等管线, 并预留了一定空间以满足将来需求, 是新时代地下空间规划设计的典范, 如图 6 所示。



图 5 珠海横琴新区综合管廊规划

Fig. 5 Management Gallery planning of Hengqin New District, Zhuhai



图 6 郑东新区地下空间设计断面

Fig. 6 Design section of zhengdong New Area underground space

台湾借鉴日本方面的建设和管理经验, 十分注重于地铁、高架道路、道路拓宽等城市基础设施建设相结合<sup>[4]</sup>, 目前其工程技术、行政法规和使用费用分摊模式已经成熟<sup>[13-14]</sup>。自 1991 年台北市配合铁路地下化完成中华路(北门至和平两路)第一条共同沟建设, 目前我国台湾地区已在 12 个县市建成综合管廊共计 232 km。近期出台的一些法规政策对综合管廊的建设、资金及维护管理等方面作出了明确的规定, 促进了台湾地区综合管廊的建设和发展。

除以上城市和地区以外, 青岛、深圳、厦门、武汉、兰州等城市也修建了一定数量的管廊并取得一定的成就<sup>[15-22]</sup>。2015 年为推进管廊的建设, 国家出台了建设综合管廊试点城市的政策文件, 发展至今已有 25 个城市成为管廊的建设试点城市。可以看出, 我国综合管廊从一定意义上历史悠久, 但发展缓慢, 未成规模。近年来我国综合管廊建设规模越来越大, 范围越来越广, 管廊建设也进入到了规模和质量并举的时代。

2 综合管廊相关问题探讨

2.1 综合管廊施工技术问题探讨

综合管廊将各种管线集于一体，是保障城市运行的重要基础设施，是城市运行的“生命线”工程。

为满足各专业市政管线的纳入，实现功能共享，综合管廊会因地制宜产生很多断面型式、施工方法、主体材质等各种区别，因此综合管廊型式有很多种类型，见表 2。

表 2 综合管廊分类表

Tab. 2 Classification table of utility tunnel

分类方式	分类内容
按照断面形式	矩形综合管廊、圆形综合管廊和异型综合管廊
按照舱数不同	单舱、双舱和三舱综合管廊
按照功能不同	干线综合管廊、支线综合管廊和电缆沟
按照建造方式不同	现浇综合管廊、预制节段拼装综合管廊、分块预制拼装综合管廊和叠合整体式综合管廊
按照材质不同	钢筋混凝土综合管廊、波纹钢管综合管廊等

城镇综合管廊施工主要分为开挖工程、地基处理、防水工程、主体工程施工。

综合管廊的开挖工程一般分为明挖工程和暗挖工程，在开挖工程施工前要首先对工程影响范围内的障碍物进行探测及核查和全过程监测。明挖工程施工简单，一般适用于新建开发区、园区等具备大面积开挖条件的的开阔地区，宜与道路新建同步进行；常见的暗挖施工方法有盾构法、矿山法、顶管法和浅埋暗挖法等，一般适用于无法实施开挖作业的老城区建设及特殊地质情况，避免影响城市交通、现状景观等。

综合管廊施工常用的地基处理方式主要有换填地基、复合地基和强夯地基等。近年来随着城市建设的大力推进和施工技术的进步，预制综合管廊建设数量在我国总体综合管廊建设中占据了一定比例，预制综合管廊与现浇方式相比，具有节能环保，施工简便，节省工期等优点。但预制综合管廊在前期设计阶段需要考虑管廊节段的标准化、模块化分析，以期降低整体造价。预制综合管廊施工与传统现浇方式施工在地基处理方式上基本相同，但尤其要考虑的是预制综合管廊施

工时管节的脱空问题，因此在地基处理时，还要增加特殊措施预防管节安装过程中底部脱空现象。

综合管廊防水工程施工是综合管廊工程重要的施工环节，保证管廊结构主体的安全不渗漏是管廊生命线工程的根本。目前按国家规范中将管廊防水分为三级防水，包含结构自防水、构造防水和卷材防水。结构自防水一般要求综合管廊采用抗渗混凝土浇筑或预制生产，构造防水从结构设计出发，将接缝处设置榫卯连接槽，并考虑后浇带处、施工缝处、预埋件等特殊部位的防水；对于综合管廊变形缝处防水应注意变形缝处采用具有变形功能的止水带，对于综合管廊各类口部的防水也应采取相关处理措施。目前管廊防水工程的验收规定防水层检验批宜根据结构变形缝设置情况及施工条件划分。管廊过程验收还要进行淋水或闭水实验，保障管廊的防水性能。

综合管廊主体工程分为现浇钢筋混凝土结构工程、装配式混凝土结构工程和其他结构工程。现浇混凝土综合管廊主要分为模板工程、钢筋工程和混凝土工程。近年来新兴的预制装配式综合管廊施工方式，无论是在施工工期还是工程质量、节能环保等方面都表现出了极大的优越性。但预制综合管廊施工还需考虑预制构件、管节的生产、运输、堆放、成品保护等问题，尤其是在施工前制定可行的构件吊装方案和运输方案，进行预拼装工作，对整体工程实现有十分重要的作用。对于近年来新兴的钢结构综合管廊，构件必须按设计要求做好防腐处理，其内壁及隔墙的耐火涂层材料应按设计要求选用，确保性能指标符合现行国家标准。当采用螺栓连接时应按设计要求安装防水防渗密封垫，并通过螺栓拉紧挤密。

近年来随着综合管廊工程的建设规模扩大，管廊施工技术也在不断进步，但仍不能满足特殊地质、特殊环境下的建设要求，因此研究探讨管廊的施工技术创新迫在眉睫。

2.2 综合管廊管线技术问题探讨

目前综合管廊技术问题中入廊管线种类问题尤为显著。常见的入廊管线主要有电缆、通讯、给水、燃气、暖气、雨水、污水、垃圾真空管等。由于规范<sup>[1]</sup>中规定天然气管道必须独立入舱，热力管道采用蒸汽介质时应独立入舱，热力管道不应与电力电缆同舱敷设等，管廊主体需增加舱室数量，这无疑增加了管廊的建设成本；对于燃气管线是否入廊问题，出于安全角度考虑目前国内一直持谨慎态度；雨污水管线入廊由于重力流影响，

舱室断面尺寸较大,在一定程度上提升工程造价,对此类管线的入廊,有些专家学者持保留态度,认为应该建设海绵城市,提高城市绿地湖泊和河流的数量,增强城市的蓄水调水能力,而非依靠在管廊中敷设雨水管排泄雨季大流量的雨水,因此不建议入廊<sup>[23]</sup>;新城区使用明挖法建造的综合管廊建设造价低廉,可以扩大断面纳入雨水污水管道;老城区的综合管廊建设目的在于改善居住环境和交通状况,宜将电缆通讯缆线等占用地面空间和给水燃气暖气等易发生问题需开挖维修的管线纳入综合管廊中;垃圾真空管在国内城市中的应用较少,但随着人民生活水平和需求的提高,建议垃圾真空管的入廊应因地制宜,长远规划。随着国家基础设施建设的大力发展和满足民生的需要,诸如此类的问题也亟待解决。

### 2.3 综合管廊建设与运营模式探讨

我国现阶段的综合管廊建设与运营主要有以下几种模式:政府全额出资建设与管理、政府与社会资本合作组建股份公司并管理、授予社会资本特许经营权负责管廊的建设与管理、政府和管线单位联合出资建设及运营管理四种模式<sup>[24]</sup>。

(1)政府全额出资建设管廊有利于项目的推动,管廊所属明确,但是政府的财政压力较大,不利于经济欠发达地区的管廊工程的推动发展。

(2)政府与社会资本合作有利于缓解政府的财政压力,但是政府部门建设管廊是为了建设基础设施服务公共利益,保障城市可持续发展,社会资本投资管廊是为了获取回报,二者目的不一使后期的运行管理中存在一定的矛盾。

(3)特许经营模式由社会资本全权负责管廊的建设和运营,有利于发挥市场的活力且政府虽无财政压力,但该模式的不妥之处在于政府失去对管廊的经营控制,不能保证综合管廊的公益性。社会资本为了回报和收益提高管廊的使用费用可能会使管线单位将成本附加在用户身上,不利于民生。(4)政府和管线单位联合出资建设并运营管廊的模式减轻了政府部门的财政负担,但是初期建设管线单位各自出资比例不易把握,且相当于把财政压力转移到管线单位上,同样不利于民生。

管廊投资数额较大,公益效应突出,对城市的绿色可持续发展意义重大,因此管廊的建设应该是由政府主导主管的工程,管廊的所有权应归人民政府所有。参考以上几种运营管理模式,考虑我国的体制国情,建议我国现阶段综合管廊建设与运营由政府部门与社会资本合作出资进行,

该模式有利于政府部门引入社会资本进行管廊的建设,建设初期减轻财政负担的同时也能保证管廊的建设持续推进。管廊的所有权和运营权归政府所有,保证了管廊的公益性不被破坏,政府后期进行出资回购社会资本的投资,保证社会资本回收资本并拥有一定收益。同时政府部门联合各管线单位成立运营管理公司,有利于发挥管线单位公司对各自管线管理的技术优势,降低技术门槛,减轻运营维护成本。

## 3 国内综合管廊建设存在问题

我国自正式开展管廊的建设和运营已有近十年,随着管廊工程里程数的增多,也暴露出我国的管廊工程建设的许多问题,如相关立法不足、建设资金不足、管理方法欠缺等。

### 3.1 国内综合管廊建设法规标准体系不完善

由于管廊建设需要一次投资较大,入廊费用和管理费用相对管线直埋的方式较高昂,不少管线单位对管线入廊积极性不高,甚至存在改迁原规划线路避免入廊的现象。此外各个管线单位分别所属不同的部门,入廊工作的协调难度较大,政府难以强制各管线单位进行管线入廊并支付相应的费用<sup>[23]</sup>。

日本通过制定国家专项法《共同沟特别措施法》对建造管廊地区明确规定禁止开挖另行铺设管线<sup>[13]</sup>。我国台湾也通过借鉴日本的方法,政府主导并立法先行,通过各级政府制定完善的法规和管理制度对管线入廊进行了明确的规定。目前我国的综合管廊工程建设只是由政府进行鼓励和支持,缺少相应的法律对管廊的建设、所属、管线入廊和运营管理进行规定,在一定程度上由于管线入廊率低造成了社会资本的浪费。

### 3.2 国内综合管廊建设融资难度大

近年来国家为鼓励地下综合管廊建设,出台了对地下综合管廊建设试点城市给予每年3~5亿元专项资金补助的政策文件,但综合管廊造价不菲,每公里综合管廊的造价少则几千万,多则上亿元。管廊建设投资多为政府部门单方所为,对于大面积的管廊建设,各级政府一时间仍存在建设资金不足的问题,而管廊建设一次性投资大,投资收益周期长,社会各方对管廊的投资积极性不高,融资难度较大<sup>[9]</sup>。

### 3.3 国内综合管廊建设运营管理困难

由于入廊管线分属各个不同部门的管线单位,各种管线技术门槛不一,缺乏有效的管理模式协

调各方对入廊管线进行运营维护,维护管理成本高居不下。且目前国内仅有个别城市成立专门的管理公司负责管线的运营和维护<sup>[9]</sup>,另外由于部分垄断行业的管线单位具有垂直管理的特点,管廊运营单位对这些管线单位缺乏管理约束力,致使管廊管理工作难以高效有序的进行<sup>[14]</sup>。

### 3.4 国内综合管廊建设与规划衔接不足

从目前管廊的发展趋势看,管廊是未来城市地下空间的配套设施的一部分,近年来管廊朝着管线长度变大、容纳管线种类增多、数量增加、断面形式复杂的方向发展,其建设应预先做好充分规划,最好同新城建设,城市地下空间开发、地铁建设,道路建设、拓宽、维修,城市地下管线的铺设等基础设施建设同步进行,以减少城市基础设施总成本,降低造价。然而目前国内很多城市管廊建设急骤上马,存在缺乏与相关地下空间开发相协调,缺乏管廊工程的相关规划、定位不清晰,对未来发展规划不明朗等问题。

## 4 思考和建议

通过对我国综合管廊发展过程中具有代表性综合管廊的介绍,探讨了目前我国综合管廊的发展中的技术、施工、运营管理等现实问题,提出我国综合管廊建设还需要寻求高质量发展路线。因此应该做到:

(1)完善相关立法标准体系。目前国内管廊方面标准不多,各地方标准完善程度也参差不齐,应该尽快建立完整的综合管廊标准体系,完善制定相关法律法规,提高管廊建设质量和运营管理的科学合理性,使其有法可依,有章可循。

(2)重视管廊建设规划、运营管理。综合管廊的建设最好同新城区开发、旧城区改造、城市地下空间建设、道路拓宽、新地下管线铺设等项目结合进行,也应该因地制宜,合理选择管廊运营管理模式。

(3)加强技术创新研究。在当前综合管廊建设规模日趋增大的情况下,要加强管廊施工工法的技术创新,加强预制拼装综合管廊的标准模数化研究,加强管廊建设、运营与BIM技术、信息化平台技术的相结合,加快与智慧城市和数字化城市管理系统的相融合,从而实现智慧管廊建设。

### 参考文献 References

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市综合管廊工程技术规范:GB50838-2015[S].北京:中国计划出版

社,2015.

MOHURD. Technical code for urban utility tunnel engineering:GB50838-2015[S]. Beijing: China Planning Press, 2015.

[2] 王恒栋,薛伟辰.综合管廊工程理论与实践[M].北京:中国建筑工业出版社,2013.

WANG Hengdong, XUE Weichen. The theory and practice of utility tunnel[M]. Beijing: Chinese Building Industry Press, 2013.

[3] 雷升祥.综合管廊与管道盾构[M].北京:中国铁道出版社,2015.

LEI Shengxiang. Utility tunnel and pipe shield[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2015.

[4] 钱七虎,陈晓强.国内外地下综合管廊发展现状、问题及对策[J].地下空间与工程学报,2007,3(2):191-194.

QIAN Qihu, CHEN Xiaoqiang. Situation problems and countermeasures of utility tunnel' development in China and Abroad[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2007, 3(2): 191-194.

[5] 王佳琪,朱易春,章璋,等.福寿沟排水系统建造理念对建设海绵城市的启示[J].中国给水排水,2017(24):7-11.

WANG Jiaqi, ZHU Yichun, ZHANG Zhang, et al. Enlightenment of the construction concept of Fushou Ditch drainage System to the construction of sponge city[J]. China Water supply and Drainage, 2017(24):7-11.

[6] 韩高峰,黄仪荣.城市安全视角下排水系统建设的探讨:基于福寿沟的启示[J].城市建设研究,2013,(12):72-76,83.

HAN Gaofeng, HUANG Yirong. Study on the construction of drainage system of historical city in perspective of urban safety: case study of Fushou Ditch[J]. Urban Construction, 2013(12): 72-76,83.

[7] 宋文波.北京市综合管廊规划建设现状及发展趋势[J].建筑机械,2016(6):16-21.

SONG Wenbo. The present of planning and construction and development trend of utility tunnels in Beijing[J]. Construction Machinery, 2016(6):16-21.

[8] 刘文慧.中国首条现代化地下综合管廊的20年试验史[J].给水排水动态,2015(6):40-42.

LIU Wenhui. 20-year experimental history of China's first modern underground comprehensive pipe gallery[J]. Water Supply and Drainage Dynamics, 2015(6): 40-42.

[9] 丁晓敏,张季超,许勇,等.广州大学城综合管沟应用实践研究[J].工程力学,2010,27(S2):255-258.

DING Xiaomin, ZHANG Jichao, XU Yong, et al. The application and practices study of common trench

- in Guangzhou university town[J]. Engineering Mechanics, 2010, 27(S2): 255-258.
- [10] 叶飞. 中关村西区地下空间开发结构设计[J]. 建筑结构, 2013, 43(S2): 21-25.
- YE Fei. The underground space structure design of Zhongguancun western[J]. Building Structure, 2013, 43(S2): 21-25.
- [11] 肖燃. 地下互联中关村: 中关村西区综合管廊及地下空间开发设计理念[J]. 建筑科技, 2004, 12: 38-39.
- XIAO Ran. Connecting underground places in Zhongguancun[J]. Construction Technology, 2004, 12: 38-39.
- [12] 胡翔, 薛伟辰. 预制预应力综合管廊受力性能试验研究[J]. 土木工程学报, 2010, 43(5): 29-37.
- HU Xiang, XUE Weichen. Experimental study of mechanical properties of PPMT[J]. China Civil Engineering Journal, 2010, 43(5): 29-37.
- [13] 谭忠盛, 陈雪莹, 王秀英, 等. 城市地下综合管廊建设管理模式及关键技术[J]. 隧道建设, 2016, 36(10): 1177-1188.
- TAN Zhongsheng, CHEN Xueying, WANG Xiuying, et al. Construction management model and key technologies for underground utility tunnels in urban areas[J]. Tunnel Construction, 2016, 36(10): 1177-1188.
- [14] 邱端阳, 唐圣钧, 叶彬. 建设适宜深圳的综合管廊投资运营模式的思考[J]. 给水排水, 2016, 42(1): 123-127.
- QIU Duanyang, TANG Shengjun, YE Bin. The construction of appropriate consideration of investment operation mode of Shenzhen utility tunnels[J]. Water and Wastewater, 2016, 42(1): 123-127.
- [15] 彭保华. 共同管道工程之实质内涵[C]//中国交通运输协会新技术促进分会. 台北县共同管道技术研讨会论文集, 厦门. 北京: 中国交通运输协会新技术促进分会, 2003.
- PENG Baohua. Essential Connotation of common pipeline engineering [C]//New Technology Promotion Branch of China Transportation Association. Proceedings of the New Taipei City Symposium on Common Pipeline Technology, Xiamen. Beijing: New Technology Promotion Branch of China Transportation Association, 2003.
- [16] 于笑飞. 青岛高新区综合管廊维护运营管理模式研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
- YU Xiaofei. Management mode study of maintenance and operation for the utility tunnel system in the Qingdao High-tech zone[D]. Qindao: Ocean University of china, 2013.
- [17] 张红. 综合管廊在市政工程建设中的应用探讨[J]. 施工技术, 2016, 45(S2): 536-538.
- ZHANG Hong. Discussion on the application of the integrated pipe gallery in municipal engineering construction[J]. Construction Technology, 2016, 45(S2): 536-538.
- [18] 王宝泉, 许大鹏. 深圳光明新区光侨路综合管廊设计[J]. 中国给水排水, 2016, 32(10): 72-75.
- WANG Baoquan, XU Dapeng. Design of guangqiao road utility tunnel in Shenzhen guangming new district[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(10): 72-75.
- [19] 徐志强, 杜浩为, 李忠峰, 等. 中新天津生态城背部片区地下综合管廊建设可行性研究[J]. 给水排水, 2016, 42(S1): 266-270.
- XU Zhiqiang, DU Haowei, LI Zhongfeng, et al. Feasibility study on Ecological north area of utility tunnels construction in Tianjin[J]. Water and Wastewater, 2016, 42(S1): 266-270.
- [20] 张锴生. 小窑湾国际商务区综合管廊工程设计分析[D]. 大连: 大连理工大学, 2014.
- ZHANG Kaisheng. Analysis the design work of underground pipe gallery project in the Xiaoyao Bay international business district[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2014.
- [21] 张莹, 李睿. 佛山新城裕和路综合管廊工程设计[J]. 中国给水排水, 2015, 31(18): 34-36, 42.
- ZHANG Ying, LI Rui. Design of pipe gallery at Yuhe Road in Foshan New City [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(18): 34-36, 42.
- [22] 黄淑娟. 南宁市五象新区市政管廊项目建设风险管理研究[D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- HUANG Shujuan. Risk management research on municipal pipe gallery project of Nanning New Wuxiang District[D]. Nanning: Guangxi University, 2013.
- [23] 何培根. 国内综合管廊发展困境剖析与应对策略探讨[C]//中国城市科学研究会. 2012 城市发展与规划大会论文集, 桂林. 北京: 中国城市科学研究会, 2012, 1-6.
- HE Peigen. Analysis of Development Dilemma of Domestic Comprehensive Management Corridor and Discussion on coping strategies [C]//China Association for Urban Science. Proceedings of the 2012 Conference on urban development and planning, Guilin. Beijing: China Urban Science Research Association, 2012, 1-6.
- [24] 宋定. PPP 模式下公共管廊模式管理研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2014.
- SONG Ding. Research on the operations management of tube gallery based on PPP model[D]. Beijing: Beijing University of Civil Engineering and architecture, 2014.

(编辑 桂智刚)