

# 成都地下综合管廊复合型集约化总体设计

郑轶丽, 谢 鲁, 曾小云

(成都市市政工程设计研究院, 四川 成都 610023)

**摘 要:** 成都作为第二批国家综合管廊试点城市, 开工建设了约 146 km 综合管廊(含已建和在建)。针对不同路段的实际路况及入廊管线情况, 设计采用了不同的管廊断面, 草金路管廊、日月大道综合管廊、IT 大道综合管廊和已投入运营的国家级新区天府新区雅州路综合管廊分别采用了微型管廊(2.6 m × 1.8 m)、单层四舱、双层五舱、双舱断面型式, 大大增加了设计难度。草金路管廊创新性设计成微型管廊形式, 将给水、电力和通信管线集约化布置, 降低了工程成本和施工难度; 将监控中心和管廊出入口与地下停车场、地下车站、下穿隧道等市政和公共建筑项目集约化统筹合建, 节约成本, 减少占地, 同时减少了对城市景观的影响; 在五舱室综合管廊进行了多功能节点集约化布置、通风口小型化设计; 对舱室连通节点、外露设施消隐化等进行了巧妙设计。该管廊工程断面型式多样、设计思路具有创新性, 其设计经验值得借鉴。

**关键词:** 综合管廊; 集约化布置; 多功能节点

**中图分类号:** TU990.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)02-0072-07

## General Design of Composite Intensive Underground Urban Utility Tunnel in Chengdu

ZHENG Yi-li, XIE Lu, ZENG Xiao-yun

(Chengdu Municipal Engineering Design & Research Institute, Chengdu 610023, China)

**Abstract:** As one of the second batch of national utility tunnel pilot cities, there was 146 km tunnels completed or under construction in Chengdu. Regarding the various conditions of different road sections and the entrance pipelines, different types of cross-sections were adopted. Caojin Road utility tunnel, Riyue Road utility tunnel, IT Road utility tunnel and Yazhou Road utility tunnel at Tianfu New Area which was operational adopted minitype section(2.6 m × 1.8 m), 4-cabin section, bilayer 5-cabin section, double cabin section, respectively, which increased the design difficulty greatly. Minitype section was applied in Caojin Road utility tunnel, which intensified the arrangement of water supply pipe, power line, communication pipe together, and it also reduced construction cost and construction difficulty; The combination of Monitor center, passageway of tunnel, underground car park, station and underpass tunnel reduced construction cost, land occupation and impaction on urban landscape significantly; Multifunctional node intensive arrangement and downsizing outlet hole were applied in bilayer 5-cabin section tunnel; Cabin connection node and exert facilities concealment were optimally designed. The utility tunnel had different types of cross-sections and design idea was innovative, and its design experience was worth learning.

**Key words:** urban utility tunnel; intensive plan; multifunctional node

## 1 项目概况

成都作为第二批国家综合管廊试点城市<sup>[1]</sup>,根据城市发展需求和建设特点,编制完成了《成都市地下综合管廊设计导则》,开工建设了约146 km综合管廊(含已建和在建)。针对不同路段的实际路况及入廊管线情况,设计采用了不同的管廊断面,草金路管廊、日月大道综合管廊、IT大道综合管廊和已投入运营的国家级新区天府新区雅州路综合管廊分别采用了微型管廊(2.6 m × 1.8 m)、单层四舱、双层五舱、双舱断面型式,大大增加了设计难度。

草金路微型管廊位于成都市武侯区,布置于道路两侧,全长约6 km。受地铁建设、现状管线密集等影响,道路下空间资源有限,因此试验采用微型管廊型式(2.6 m × 1.8 m)(见图1)。微型管廊纳入10 kV电力、给水配水管、通信管线。

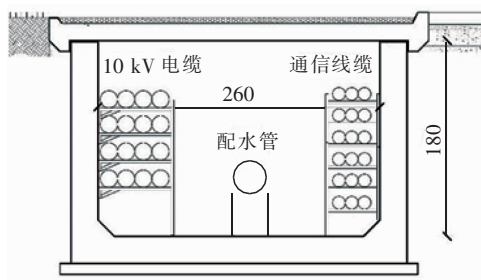


图1 草金路微型管廊

Fig. 1 Caojin Road minitype tunnel

日月大道综合管廊位于成都市青羊区,工程范围为三环路~绕城高速,全长约5.5 km。综合管廊标准断面采用四舱型式(见图2),宽约13.4 m,高约3.8 m。入廊管线为10 kV电力、通信、配水、110 kV及以上电力、DN1 400输水、再生水、燃气。

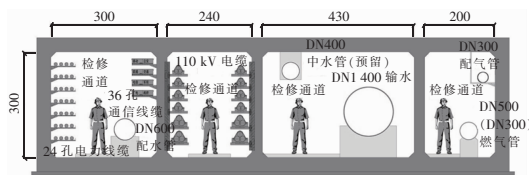


图2 日月大道综合管廊

Fig. 2 Riyue Road utility tunnel

IT大道综合管廊位于成都市金牛区和高新西区,工程范围为清水河~绕城高速,全长约5.7 km。受现状管线、征地拆迁制约,综合管廊标准断面采用双层五舱型式(见图3),宽约8.75 m,高约7.8 m。上层为燃气舱(1号舱)、综合舱(2号舱)、排水舱(3

号舱,金牛段为雨水舱、高新段为污水舱),下层为输水舱(4号舱)、高压电力舱(5号舱)。其中,入廊管线为110 kV及以上高压电力电缆、10 kV电力电缆、DN1 400输水管、配水管、再生水管、通信线缆、排水(金牛段为雨水、高新段为污水)、燃气管。

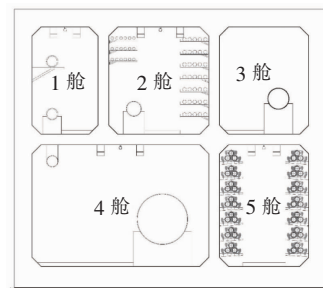


图3 IT大道综合管廊

Fig. 3 IT Road utility tunnel

雅州路综合管廊位于成都国家级新区天府新区的核心区域,全长约2.4 km。管廊采用双舱,分别为1号舱和2号舱(见图4),宽约10.1 m,高约3.8 m。1号舱的管线有10 kV电力、通信、配水管、再生水,2号舱的管线有输水管、预留再生水、预留能源管。考虑到今后与远期规划干线综合管廊相连时1号舱车行检修的需求,在1号舱内设置了车行检修通道。

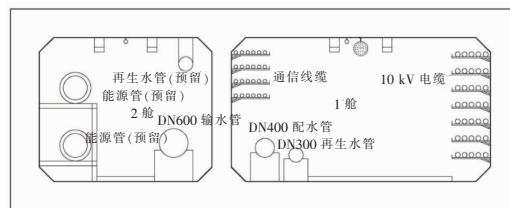


图4 天府新区雅州路综合管廊

Fig. 4 Yazhou Road utility tunnel at Tianfu New Area

## 2 集约化布置设计

### 2.1 微型管廊

按《城市综合管廊工程技术规范》的综合管廊分类,分为干线综合管廊、支线综合管廊、缆线管廊三种形式。在城市建成区道路改扩建工程中,由于旧有管线迁改困难、迁改费用较大、地下管线布置位置紧张等原因,设计中常采用缆线管廊形式,布置于人行道下。缆线管廊仅容纳电力电缆和通信线缆两种专业管线,而未包括常在人行道下布置的给水配水管、再生水配水管,在管线综合设计中,人行道下除布置缆线管廊外,还要考虑布置直埋敷设的给水

配水管、再生水配水管,对人行道下的地下空间利用较为浪费。目前,在市政工程建设中,对工业化预制拼装的要求越来越高,成都市人行道和绿道建设也开始大量采用预制板块拼装铺设方式。基于这些原因,参考日本银座共同沟的一些做法,在规范提出的三种综合管廊形式外,试验采用“微型管廊”形式。

微型管廊设计考虑容纳 10 kV 及以下等级的电力电缆、通信线缆、给水配水管或再生水配水管,采用浅埋沟道方式设计,在满足管线安全布线的前提下,尽量紧凑布置廊内空间,廊内空间不考虑巡检人员通行,也不考虑设置消防、通风等系统。微型管廊结构采用工业化预制拼装,管廊盖板与人行道板合建,在出现事故抢险检修时,均可揭开维护,不再进行传统的土方挖填作业,有利于城市环境的保护。在管廊沿线,电力电缆和通信线缆分支、穿线节点位置,配水管和再生水管阀门等位置设置尺寸较小的可开启盖板或运检孔,满足平时管线运营维护的需求,避免频繁使用大型机具起吊管廊盖板。微型管廊的使用一定程度上减小了在道路改扩建工程中综合管廊建设的难度,也大大地节约了旧有管线的迁改费用,从而降低综合管廊的投资成本。

## 2.2 监控中心和综合管廊出入口

监控中心和综合管廊出入口是地下综合管廊运营维护管理的核心设施,在规划设计中,选址问题是一个争论的焦点。监控中心和管廊出入口的建筑体量较小,通常只有几十至几百  $\text{m}^2$ ,若在建设用地中布置,则对土地利用价值有一定影响。特别是在建成区,道路两侧用地已基本建设完成或已出让,选址建设的难度非常大。把监控中心和管廊出入口与其他市政和公共建筑项目集约化统筹合建是解决这个问题的一种思路。

监控中心的布置位置最好靠近综合管廊主体,并有通道直接接入综合管廊的各个舱室,方便管理人员进入巡检,采用半地下式和地下式监控中心的设计能有效地解决这个问题。在成都市地下综合管廊建设试点中,根据每条管廊建设的区域特点,充分统筹和利用同步建设的其他市政项目的富余地下空间,采取集约化设计模式布置监控中心,取得了较好的效果。如:天府新区雅州路综合管廊的监控中心就与道路旁绿地下的公共地下停车场合建(见图 5);日月大道综合管廊的监控中心与地下 BRT 车站统筹合建。



图5 综合管廊监控中心与公共地下停车场合建

Fig. 5 Joint construction of monitor center and underground parking lot

综合管廊的出入口分为人员出入口和检修车出入口,人员出入口是为方便巡检人员进出并能快速到达综合管廊内的目标位置而设置的,设置间距一般不超过 3 km。人员出入口与人行过街通道、地下空间开发、地铁站点统筹合建,融合相似功能,可大大节约投资成本,减少占地,也能减少对城市景观的影响。如:日月大道综合管廊的人员出入口与人行过街通道的出入口合建。干线综合管廊由于容纳的管线尺寸较大,需要预留检修车通道,检修车出入口由于有坡度设置要求,往往通道较长,设计难度较大,如充分结合车行下穿隧道、地下空间开发、市政跨线桥底层来建设,能有效解决这个难题。如:天府新区雅州路综合管廊的检修车出入口利用公共地下停车场来布置;日月大道综合管廊的检修车出入口利用日月大道与文家大道的车行下穿隧道布置。

## 3 多功能节点设计

### 3.1 节点集约化布置

根据《城市综合管廊工程技术规范》的节点设计要求,每个舱室应设置人员出入口、逃生口、吊装口、通风口、管线分支口<sup>[2]</sup>,其具体间距按照要求梳理如下:

① 逃生口:敷设电力电缆的舱室和敷设燃气管道的舱室,逃生口间距均不宜大于 200 m;敷设其他管道的舱室,逃生口间距不宜大于 400 m(以蒸汽为介质的热力管道舱除外)。

② 吊装口:综合管廊的吊装口最大间距不宜超过 400 m。吊装口净尺寸应满足管线、设备、人员进出的最小允许限界要求。

③ 防火分隔:燃气管道舱及容纳电力电缆的舱室应每隔 200 m 采用耐火极限不低于 3.0 h 的不



燃性墙体进行防火分隔,其余舱室无要求。

#### ④ 通风口:无直接要求。

按照规范的相关要求,敷设电力电缆的舱室和敷设燃气管道的舱室,每个舱室的最大防火分隔间距为 200 m,同时每个舱室的每个防火分隔均应设置 1 个逃生口、1 个进风口、1 个排风口(暂不考虑 1 个防火分隔内只设 1 个通风口的情形);每 2 个防火分隔宜设置 1 个吊装口。成都市试点的综合管廊项目中,有较多项目包含了燃气管道舱、高压电力舱、综合舱(含 10 kV 电力)三舱。以三舱地下综合管廊 400 m 长为例(2 个防火分隔),若每个舱室均单独设置进风口、排风口、逃生口和吊装口,节点的附属设施数量见表 1。三舱的地下综合管廊,若每个舱室均单独设置节点,就有 21 个孔口,其中高出地面的孔口达 15 个,对城市景观造成较大影响。

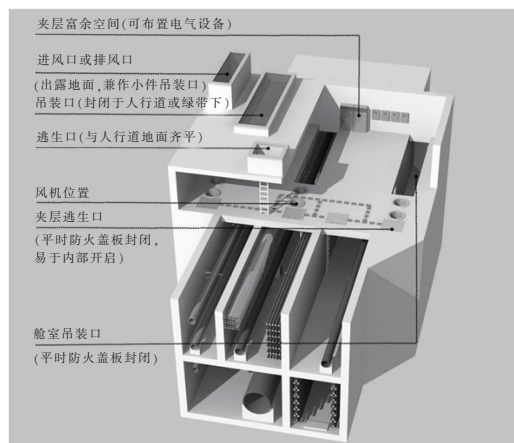
表 1 地下综合管廊节点附属设施数量统计(以 400 m 为例)

Tab.1 Statistics on the number of affiliated facilities of utility tunnel node(take 400 m for example) 个

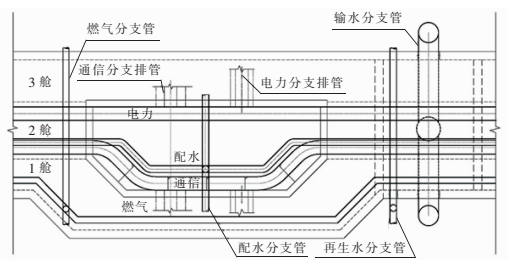
项 目	燃气管道舱	高压电力舱	综合舱(含 10 kV 电力)	总计
进风口(高出地面)	2	2	2	6
排风口(高出地面)	2	2	2	6
逃生口(与地面齐平)	2	2	2	6
吊装口(高出地面)	1	1	1	3
合计	7	7	7	21

综合管廊内多种管线集约布置,具有节省用地、检修安装方便、减少了车道上检查井等优点,但同时也衍生了外露孔口过多、对城市景观影响较大等问题,这成为设计需要深入研究的一个问题。在多舱室综合管廊设计中,采用设置多功能夹层方式,通过夹层的转换,将除燃气舱室以外的其他舱室的通风口、吊装口、逃生口等设施集约布置于一体,同时在夹层的富余空间布置电气设备,这样布置不仅提高了各节点附属设施的利用效率,节约了空间,而且大大地减少了外露地面设施的数量。

以 IT 大道综合管廊节点为例,每隔 400 m 设通风吊装口[见图 6(a)],其中负一层为夹层空间,即为转换空间;地面仅体现 1 处通风口、1 处吊装口和 1 处逃生口;仅有通风口高出地面不小于 30 cm。同时,将管线分支集约布置,管线分支口[见图 6(b)]利用双层结构的特点,上层抬高后从上层的两侧分支,下层下沉后从下层的两侧分支。



a. 通风吊装口



b. 管线分支口

图 6 IT 大道综合管廊节点集约化设计

Fig.6 Intensive design of IT Road utility tunnel

### 3.2 通风口小型化设计

在满足安全和功能的前提下,为了减少人行道上通风口对城市景观的影响,节点内通风口的小型化设计成为重点。按照每隔 200 m 一个防火分区,进风与排风间隔设置,以 IT 大道综合管廊(五舱室)的通风计算为例,除去 1 号舱(燃气管道舱),分别采用同时通风和多舱室轮换通风(2、3、5 号舱与 4 号舱轮换)进行比较,计算公式如下:

$$S = Q/3600/v; Q = V \times n \quad (1)$$

式中  $V$ ——舱室体积,  $\text{m}^3$

$n$ ——通风换气次数,次/h

$Q$ ——总排风量(或进风量),  $\text{m}^3/\text{h}$

$v$ ——出风口处出风风速,按照规范要求不宜大于 5 m/s

$S$ ——单个防火分区通风口出风面积,  $\text{m}^2$

具体计算结果如表 2 所示。由表 2 可以看出,2、3、5 号舱风机开启时 4 号舱风机关闭,或者 4 号舱风机开启时 2、3、5 号舱风机关闭,轮换通风比 2、3、4、5 号舱同时通风,通风口面积优化 1.2  $\text{m}^2$ ,减少了 40%。

表 2 IT 大道地下综合管廊通风计算结果

Tab. 2 Ventilation calculation results of IT Road utility tunnel

项目	温度/℃	换气次数/(次·h <sup>-1</sup> )		风量/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )		通风口面积/m <sup>2</sup>	
		进风	排风	进风	排风	同时开启	轮换通风
1 号舱燃气舱	≤36	排风量 80%	平时 6	5 328	6 660	2.8	1.6
		排风量 80%	事故 12	10 656	13 320		
2 号舱综合舱	≤36	排风量 80%	平时 2	2 688	3 360		
		排风量 80%	事故 6	8 064	10 080		
3 号舱排水舱	≤36	排风量 80%	平时 2	2 400	3 000		
		排风量 80%	事故 6	7 200	9 000		
4 号舱给水舱	≤36	排风量 80%	平时 2	5 386	6 732		
		排风量 80%	事故 6	16 157	20 196		
5 号舱 高压电力舱	≤36	排风量 80%	平时 2	2 720	3 400		
		排风量 80%	事故 6	8 160	10 200		

经过上述分析,可以得出如下结论:多舱室地下综合管廊,可以根据各个舱室的单个防火分区面积,合理安排不同舱室的轮换通风,以期最大程度地减少通风口面积,减小外露孔口尺寸,从而减小对城市景观的影响。

3.3 舱室连通节点设计

进入综合管廊的人员一般为综合管廊维护管理人员、专业管线安装检修人员、施工质保期内整改人员、后续施工人员以及其他相关人员,从目前成都市已经投入运营的综合管廊来看,廊内人员进出较为频繁。

目前,成都市综合管廊内的水电信综合舱室(配水、配电和通信)一般通行环境较好,其他舱室如高压电力舱、输水舱、污水舱等通行环境稍差。从以人为本的角度出发,在多舱室综合管廊设计中,可以做舱室连通设计。进入综合管廊的人员,可以选择更适宜通行的舱室行进至目标位置附近,再进入目标位置所在的舱室。

目前成都市作为试点项目的综合管廊基本为多舱室,并且在有需求有条件的舱室设有车行检修通道。对于有车行检修通道的舱室来说,通过设置这类舱室连通通道,可以实现综合管廊各舱室共享车行检修通道。

以成都市天府新区雅州路综合管廊为例,该综合管廊为双舱布置,分别为 1 号舱(水电信综合舱)和 2 号舱(输水舱)。为让 2 号舱共享使用 1 号舱的车行检修通道,大约每 500 m 设置两个舱室的连通节点,在连通节点上设置防火门,确保各防火分区的分隔。

连通节点的设置具体见图 7。

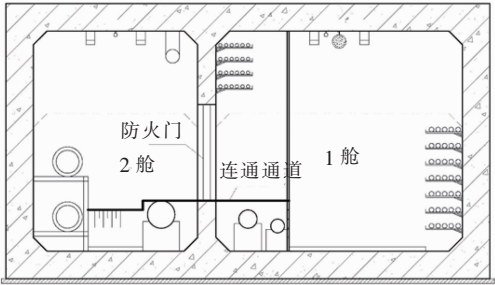


图 7 天府新区雅州路综合管廊舱室连通节点  
Fig. 7 Connected node of Yazhou Road tunnel at Tianfu New Area

该舱室连通节点仅通过局部加高便实现了相邻舱室的连通,利用较少的工程投资,实现综合管廊各舱室共享车行检修通道。雅州路综合管廊运营后,该通道的使用频率极高。

4 外露设施消隐化设计

成都市大力推进公园城市建设,在满足市政设施基本功能的条件下,更加关注城市地面设施的景观性。因此综合管廊通风口、逃生口、吊装口等设施宜优先布置在道路绿化带,如果道路无规划绿化带时则布置在人行道内,设置位置和方式应与城市景观相结合。

对于综合管廊的吊装口,满足管道安装和更换需求的吊装口长度至少为 6 m(单节管道长度),宽度根据管径进行控制。若吊装口在人行道露出地面,不仅占据人行道的宽度,影响人行道的使用功能,而且会极大地破坏人行道的景观。经与管线权属单位和运行维护单位就管线安装及后期运行维护过程中可能出现的问题进行分析和统计,得出结论:

① 大管径管道能与土建施工同步进行,可以解决利用吊装口初次安装的问题。

② 按照规范相关要求,成都市综合管廊内压力管道采用钢管、重力流污水管道采用球墨铸铁管道、燃气管道采用无缝钢管,管道设计使用寿命均达到50年以上,在使用寿命周期内合理监控和保养,大规模更换管道的概率很小,大型吊装口的使用频率非常低。

③ 据统计,目前供水管道爆管和燃气管漏气等问题,多数是由于道路改造过程中无法对其准确定位,施工开挖对其造成破坏而引起;排水管道的漏水主要原因是塑料管道自身的变形和钢筋混凝土管道的腐蚀。对于管道与阀门或检查井的节点,大多由腐蚀及沉降等问题导致漏水。管道入廊后,通过加强日常监控和保养维护,可尽量避免爆管和节点漏水,因此大型吊装口的使用频率非常低。

因此,成都市为减少大型吊装口对城市地面景观的影响,对在人行道下的大型吊装口,采用防水封闭于人行道结构以下的做法,并在地面上设置明显的标识,进一步减少地面构筑物。同时,通风口集约了小型吊装口的功能,平时检修和维护仅用通风口。只有对管道进行大规模更换时才启用大型吊装口(见图8)。



图8 外露设施消隐化处理方式

Fig. 8 Exert facilities concealment design

## 5 重力流污水管道入廊设计

由于重力流污水管道的设计受限条件较多,如管道的埋深、坡度等参数的调整空间很小,重力流污水管道纳入综合管廊后,将极大地影响和限制综合管廊的坡度和埋深设计。因此,对重力流污水管道入廊坚持“能入则入”的原则,不能一概而论,应通过经济技术比较后来确定。经过研究分析后,可以得出:一般情况下,管道埋设深度为4~6 m、管道坡度与道路坡度接近的重力流污水管道入廊较为经济合理,也有利于整个综合管廊的统筹设计。

重力流污水管道入廊设计,需重点解决支管接入、管道检修、污水管内排气、运行安全等问题。结

合成都市综合管廊建设经验,应注意以下几点:

① 入廊污水管道首先要保证有良好的排放条件,不能出现排水出路不畅、管道带压运行的情况。

② 污水管道进入综合管廊前,应设置检修闸门(闸槽)和沉泥井。

③ 廊内污水管道,在管道交汇处、转弯处、管径或坡度改变处、跌水处以及直线管段每隔一定距离处设置检查井。在支管接入、转弯、跌水处的检查井应为升顶检查井,即升出廊体至地面,兼作排气用<sup>[3]</sup>,升顶检查井间距不大于200 m;其余检查井可采用密封井形式,不再设置通气管(见图9)。污水管道的检修可在廊内进行,清掏则通过升顶检查井来进行。若升顶检查井无法清掏,或者廊内检修有必要时,则可通过打开廊内的密封井进行相关操作。打开密封井前,相邻的两端升顶检查井应提前打开通风。随后,涉及的通风区间、相邻两端通风区间也应打开通风,工作人员做好防护措施后,方能进入开启密封井。

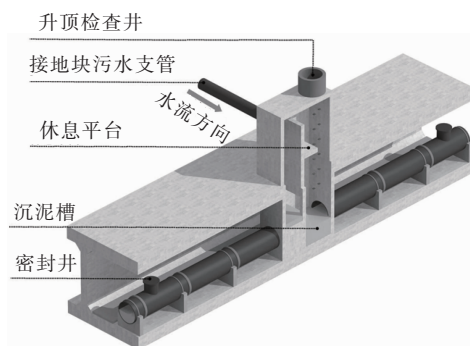


图9 成都入廊污水管道检查井做法

Fig. 9 Practice of sewage pipe inspection well in tunnel in Chengdu

④ 相交道路污水管道采用管顶平接方式接入廊内污水管道;用户预留支管采用跌水方式接入,数量不超过3条,并考虑设置沉泥槽。

⑤ 廊内的污水管道和检查井建设完成后,必须进行闭水试验。

## 6 结语

成都市综合管廊工程设计断面型式多样、设计思路具有创新性,其设计经验值得借鉴。目前国内综合管廊的设计越来越成熟,但仍存在一些问题(如燃气管道入廊的安全问题、综合管廊的消防问题等),需要在实践中不断创新,才能保证综合管廊建设的可持续发展。



## 参考文献:

- [1] 王恒栋. 我国城市地下综合管廊工程建设中的若干问题[J]. 隧道建设, 2017, 37(5): 523 - 528.  
Wang Hengdong. Several problems about urban underground utility tunnel during construction in China [J]. Tunnel Construction, 2017, 37(5): 523 - 528 (in Chinese).
- [2] GB 50838—2015, 城市综合管廊工程技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.  
GB 50838 - 2015, Technical Code for Urban Utility Tunnel Engineering[S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).
- [3] 仲崇军, 谢雷杰. 污水管道入廊设计及运维对策探讨[J]. 给水排水, 2017, 43(1): 152 - 155.  
Zhong Chongjun, Xie Leijie. Design of sewer in corridor and discussion on the operation and maintainance strategies[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(1): 152 - 155 (in Chinese).



作者简介: 郑轶丽(1979 - ), 女, 辽宁沈阳人, 硕士, 高级工程师, 分院副院长, 从事城市地下管线、给排水工程、地下综合管廊、污水处理厂工程设计及研究工作。

E-mail: 405367800@qq.com

收稿日期: 2018 - 08 - 02

(上接第 71 页)

- Engineering Construction, 2017 (9): 24 - 28 (in Chinese).
- [2] 段亚刚. 小直径盾构在综合管廊建设中的关键技术研究[J]. 铁路工程学报, 2017, 34(4): 65 - 69.  
Duan Yagang. Research on the key technology of small diameter shield machine in municipal comprehensive pipe gallery [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2017, 34(4): 65 - 69 (in Chinese).
- [3] 叶志明. 土木工程概论[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2009.  
Ye Zhiming. Introduction to Civil Engineering[M]. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 2009 (in Chinese).
- [4] GB 50838—2015, 城市综合管廊工程技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.  
GB 50838 - 2015, Technical Code for Urban Utility Tunnel Engineering[S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).



作者简介: 仲崇军(1985 - ), 男, 江苏连云港人, 工学硕士, 高级工程师, 主要从事市政给排水、综合管廊等设计研究工作。

E-mail: 564993103@qq.com

收稿日期: 2018 - 06 - 29