

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.06.010

## 浅丘地形多舱综合管廊工程设计方案

危有达, 胡永兴, 徐 硕

(上海市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

**摘 要:** 以泸州市二环路综合管廊为例,分析了浅丘地形下多舱管廊的设计要点。依据规划用地性质、道路沿途障碍物分布及设计坡度等因素,确定了管廊线位走向,明确了玉杨路-渔子溪路为污水管线入廊段。通过分析入廊管线的种类及数量,明确了管廊标准断面分为综合舱、高压电力舱、燃气舱及污水舱四个舱室,且确定了各舱室布局和断面尺寸。通过分析浅丘地形障碍物的特点,提出了采用多级倒虹的形式避让深、宽大断面下穿隧道;采用管廊桥的形式避让下穿隧道、河流及绿道的连续障碍物;采用“上游出舱-减小坡度通过障碍物-跌水降低标高-接入下游”的形式,有效解决管廊污水管线入廊段与直埋段的衔接问题。

**关键词:** 多舱综合管廊; 污水入廊; 多级倒虹; 廊桥

**中图分类号:** TU990.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)06-0056-05

## Project Design Scheme of Multi-compartment Utility Tunnels in Shallow Hill Terrain

WEI You-da, HU Yong-xing, XU Shuo

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

**Abstract:** Taking the Erhuan Road utility tunnel in Luzhou as an example, the design key points of multi-compartment utility tunnel in shallow hill terrain were analyzed. According to the property of planning land usage, the distribution of obstacles along the road and the design slope and other factors, the line direction of the utility tunnel was determined, and the wastewater pipeline in the utility tunnel from Yuyang Road to Yuzixi Road was defined. By analyzing the types and quantity of pipelines, it was clear that the standard section of utility tunnels was divided into four compartments, namely, comprehensive cabin, high voltage power cabin, gas cabin and wastewater cabin. Meanwhile, the layout and the section size of each compartment were determined. Based on the analysis of the characteristics of shallow hill terrain obstacles, a multi-stage inverted siphon was proposed to avoid the tunnel with deep and wide section. The form of utility tunnel bridge was adopted to avoid continuous obstacles of tunnel, river and greenway. By adopting the form of “upstream cabin exit - reducing slope to pass through obstacles - dropping water to lower elevation - accessing downstream”, the connection problem between the tunnel section and the buried section of the wastewater pipeline was effectively solved.

**Key words:** multi-compartment utility tunnels; wastewater pipeline access utility tunnels; multi-stage inverted siphon; utility tunnel bridges

泸州市位于四川省东南部,是成渝经济区、长江经济带沿线的重要地级市。二环路是泸州市重要的城市干道,道路通行量大、两侧规划建筑区密集,未

来开发强度大、对市政各类管线需求大,且对道路景观及环境品质要求较高。依据泸州市综合管廊专项规划,二环路拟新建综合管廊,且为大断面多舱综合

管廊工程<sup>[1]</sup>。泸州市二环路沿线为典型的浅丘地貌,地形有自然起伏,道路设计为分段长缓坡;综合管廊沿道路敷设,有一定的自然坡度,标高上为重力流污水管线入廊提供了有利条件。

## 1 工程概况

泸州市二环路起于青科路,止于平安路,全长约11.1 km。道路设计路宽70 m,道路两侧各设置30 m宽控制绿化带。青科路-城南大道段(约1.60 km)、纳城新路(约0.70 km)、纳城新路-玉杨路段(约1.80 km)为新建道路;城南大道(约1.1 km)为已建道路;玉杨路-平安路段(约5.80 km)为在现有绕城公路基础上进行扩建的道路。道路沿线地势总体上西南高、东北低,地形坡角为 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ,局部达 $25^{\circ} \sim 38^{\circ}$ ,一般为 $11^{\circ}$ ;沿线最高点高程为340.33 m,最低点高程为261.07 m,相对高差为79.26 m。道路设计为分段长缓坡,最大纵坡为3.0%,最小纵坡为0.5%,最小坡长为275 m,最大坡长为2 400 m。综合管廊为道路的附属工程,位于道路控制绿化带内,根据管廊规划,入廊管线包括给水管道(DN600~DN800)、污水管道(DN800)、燃气管线(DN300)、电力线缆(110 kV 6回、10 kV 36回)及通信线缆(预留2排支架),预留再生水管道位置。

## 2 管廊系统方案

### 2.1 管廊线位

二环路综合管廊线位布置见图1。

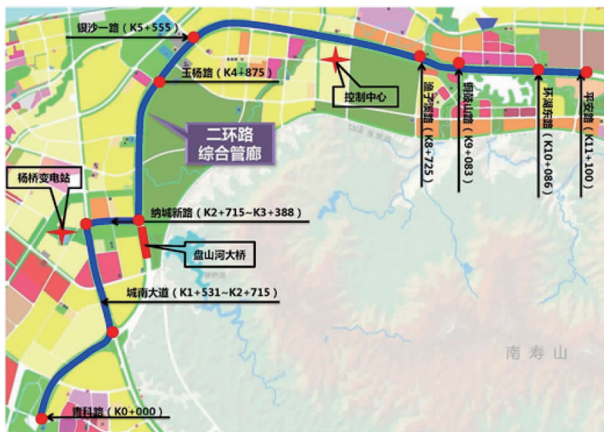


图1 二环路综合管廊线位布置

Fig. 1 Layout of Erhuan Road utility tunnel system

管廊自青科路起点开始沿二环路向北延伸,至二环路城南大道交叉口后,沿城南大道-纳城新路绕行约1.8 km后接回至二环路主道,后继续沿二环路向东延伸至与平安路路口。城南大道-纳城

新路段采用绕行方案,主要原因:①二环路(城南大道-纳城新路段)现状沿途有低山、河沟及多处鱼塘,盘山河大桥桥长约372 m,桥面离现状地面最大高差达到20 m,管廊布置困难大。②城南大道与纳城新路交叉路口西北侧规划有110 kV杨桥站,城南大道、纳城新路均为多回路高压线缆通道,管廊沿此敷设可解决高压入地问题,提升沿线地块价值。③绕行路线周边地块多为住宅、商业,可提高管廊利用率。拟于林海南路和渔子西路交叉口西南侧规划绿地内设控制中心1座,服务于后期运营控制。

### 2.2 污水管线入廊

污水管线入廊需综合管廊与污水管道高程相适宜,浅丘地形下道路设计的分段长缓坡有利于污水管线入廊。该工程管廊覆土3.0 m,结构顶板厚0.4 m,管廊净高3.0 m。污水管道入廊后,考虑舱内一体化成品检查井设置、检修及操作人员等因素,管道上空及底部分别预留1.2 m和0.5 m净空。污水管道在管廊内的埋深为-5.9 m(管底)~-4.6 m(管顶),DN800污水管道在舱内自身能协调的高差为0.5 m,因此在尽量不影响管廊埋深的前提下,污水管道入廊高程上主要利用道路设计坡度来协调。

依据管廊规划,玉杨路-渔子溪路段(桩号为K4+875~K8+725)可考虑污水管线入廊,入廊段长3.85 km。污水管线入廊高程分析如图2所示。

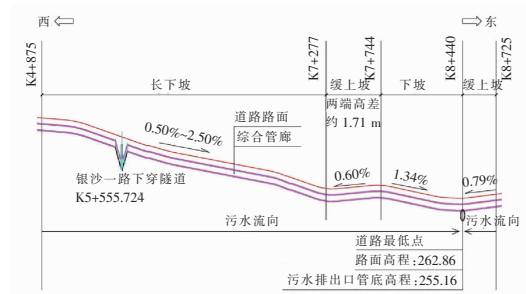


图2 污水管道入廊高程

Fig. 2 Elevation of wastewater pipeline access utility tunnel

K4+875~K8+440段道路从西向东为一个长下坡,坡度0.5%~2.5%;局部K7+277~K7+744出现反坡,反坡两端高差为1.71 m;K8+440~K8+725段从西向东为缓上坡,坡度为0.79%。K4+875~K7+277段管廊沿道路敷设,覆土深度为3 m,管廊沿道路设计坡度能满足污水重力流排放要求,管廊内污水管道内底埋深-5.9~-5.4 m。K7+277~K7+744段,管廊局部加深,管廊覆土3~4.7 m,管廊内污水管道内底埋深-7.6~-5.4

m。K4+875~K8+440段污水由西向东汇集,K8+440~K8+725段污水由东向西汇集,最后于K8+440处排出,接入下游污水管道系统。污水入廊后标高设计对现有区域的污水排放系统无影响,K8+440处污水排出口所接下游污水管道内底埋深为-7.7 m,可顺利接纳入廊段污水管道的排水。

### 3 标准断面设计方案

#### 3.1 管廊标准断面

标准断面形式、大小及如何分舱是综合管廊设计的要点。推荐采用常规矩形管廊断面。依据《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015),该

工程燃气管道应独立成舱。经过与当地电力部门沟通,110 kV 高压线缆单独成舱。考虑到污水管线检查井设置及一旦管道破损可能对管廊内部环境造成影响,污水管道也采用单独成舱。给水管道、10 kV 低压线缆及通信线缆集约型布置在同一舱室内,故分为四舱,分别为综合舱、燃气舱、高压电力舱及污水舱。另外,管廊断面大小主要取决于敷设管廊道路下方可利用空间的大小、入廊管线的数量及种类,以及各类管线间的合理操作距离和未来扩容需求等。

经综合分析,该管廊标准断面结构外尺寸为12.1 m×3.8 m(宽度×高度),具体如图3所示。

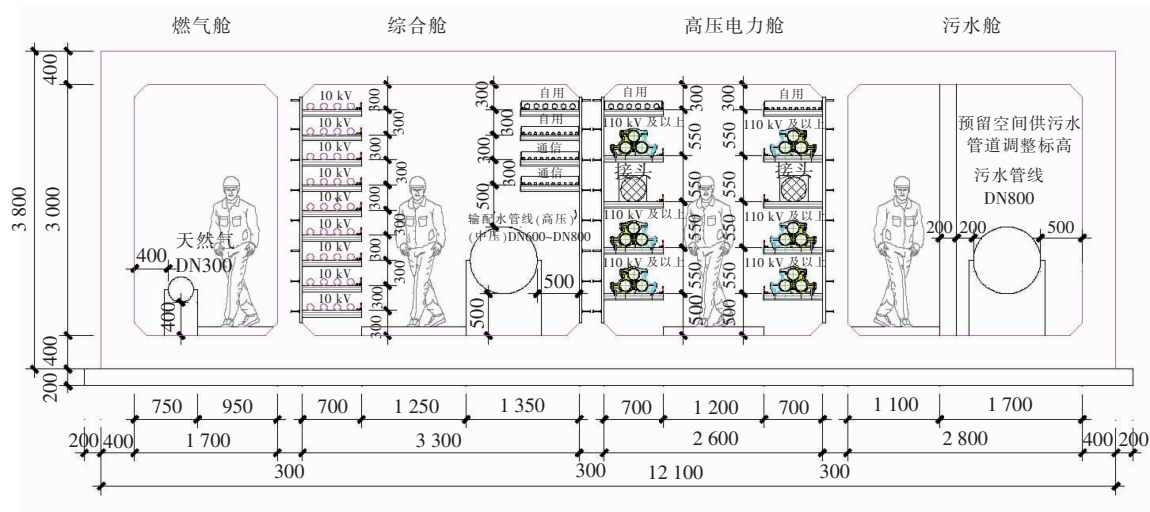


图3 综合管廊标准断面

Fig. 3 Standard section of utility tunnel

① 综合舱。纳入1根给水管道,管径为DN600~DN800,10 kV 电力线缆36回,预留2排通信支架。舱内电力线路较多,考虑单侧布置,另一侧布置给水管道、通信线缆及自用桥架,给水管道需对阀门等配件进行操作,布置于通信线缆下方。电力线缆的支架距离管廊顶部及底部距离均为0.3 m,支架间距均为0.3 m。自用桥架距离管廊顶部为0.3 m,自用桥架及通信线缆支架的间距也为0.3 m。给水管道距上方支架0.5 m,距管廊底部0.5 m,管道外壁距管廊侧壁也为0.5 m,人员检修通道1.25 m,综合舱净空尺寸为3.3 m×3.0 m(宽度×高度)。

② 高压电力舱。纳入6回路110 kV 线缆。依据《电力工程电缆设计标准》(GB 50217—2018),线缆支架间距0.55 m,顶层支架距管廊顶部0.3 m,底层支架距管廊底板0.5 m。采用双侧布置,支架宽0.7 m,人员检修通道1.2 m,故高压电力舱净空

尺寸为2.6 m×3.0 m(宽度×高度)。

③ 燃气舱。纳入1根天然气管道,管径DN300。管道外壁距离管廊底板及侧壁均为0.4 m,人员检修通道0.95 m,舱室高度与其他两舱一致,故燃气舱净空尺寸为1.7 m×3.0 m(宽度×高度)。

④ 污水舱。纳入1根污水管道,管径DN800。管道外壁距管廊底板及侧壁均为0.5 m,距污水井侧壁0.2 m,污水井侧壁厚0.2 m,人员检修通道1.1 m。管道上方预留空间供污水管道调整标高,舱室高度与其他舱室一致。故污水舱净空尺寸为2.8 m×3.0 m(宽度×高度)。

#### 3.2 道路下方位置

通常将综合管廊布置在道路绿化带或人行道下,但在老城改造项目中也会出现管廊布置在非机动车道或机动车道下的情况。将管廊布置于绿化带下,可大大减少对道路施工的影响,且有利于处理各种露出地面的节点,对道路交通及城市景观影响小,



因此,将综合管廊布置于绿化带下方是首选。二环路沿途设计桥梁、桥墩多,管廊不便布置在中央绿化带下,为便于管廊节点口部从绿化带内伸出,同时管廊顶面荷载较小,考虑将管廊布置在控制绿化带内。根据用地规划,青科路-玉杨路段西侧、玉杨路-平安路段北侧规划居住、商业用地较多,从管线需求及管线引出便利性等角度出发,宜将综合管廊布置于道路北侧(西侧)控制绿化带内,埋深3.0 m。

#### 4 典型障碍物处理方案

二环路沿线为浅丘地形,多低山、河沟等,结合道路设计,管廊沿途有深、宽大断面下穿隧道和河流等障碍物,本工程中采用多级倒虹、管廊桥的方式跨越以上障碍物。此外,部分污水入廊段采用污水管线下出舱直埋的方式跨越下穿隧道,因此需合理考虑污水管线“入廊-直埋-再入廊”的衔接。

##### 4.1 管廊桥

综合管廊在K10+086处遇环湖东路下穿隧道、

河流及绿道,三处障碍紧密相连,合计长约90 m。此处道路标高约259.50 m,隧道底标高246.45 m,河床底标高242.20 m,绿道标高252.00 m;三处障碍分别距离地面约13.0、17.5、7.5 m,隧道顶距地面约5.0 m。管廊若采用下倒虹形式通过,埋深较深,土方开挖量大,基坑围护成本高;且河道水深约9.0 m,管廊在河道内开挖施工难度大。若采用暗挖施工,成本很高。故此处障碍物拟采用管廊桥方案:管廊桥桥身采用3孔预应力混凝土箱梁,每孔净空尺寸分别与管廊各舱室尺寸一致,用于各类管线敷设。管廊桥为三跨30.0 m桥,分别跨越三处障碍,管廊桥桥面标高与道路地面标高相同。第一跨管廊桥底比下穿隧道顶高约1.0 m,第二跨管廊桥底比河道常水位高约4.6 m,第三跨管廊桥底比绿道高约3.8 m,均能满足相关要求。管廊桥两端通过1:4缓坡下倒虹与标准埋深管廊衔接,具体断面如图4所示。

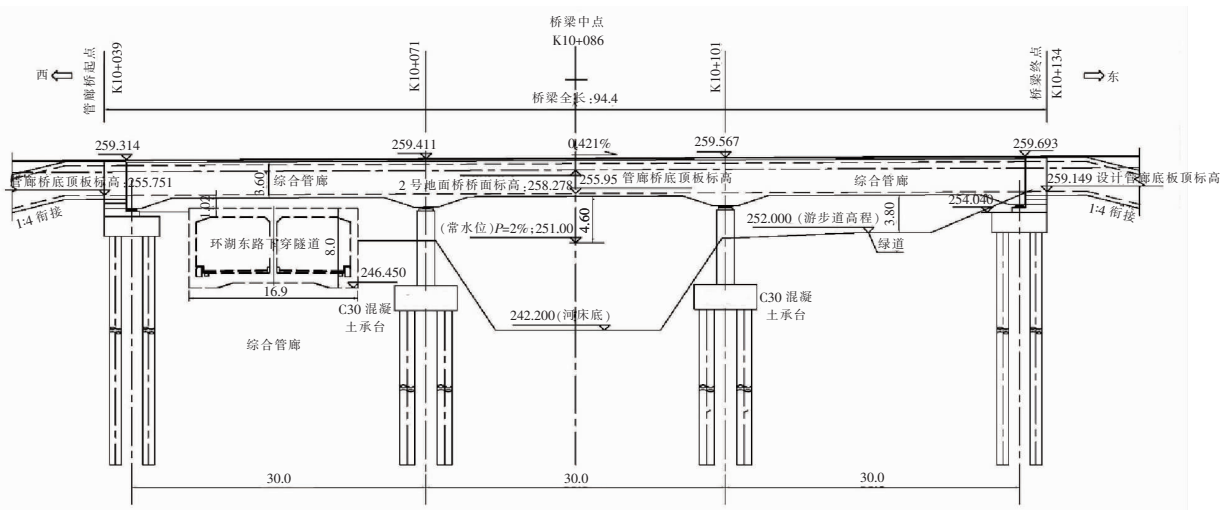


图4 管廊桥断面示意

Fig. 4 Schematic diagram of utility tunnel bridge section

##### 4.2 多级倒虹

综合管廊在K9+083处遇铜鼓山路下穿隧道,隧道含2孔人行道、2孔车行道,外轮廓尺寸31.3 m×7.9 m(宽度×高度),且通过连接通道将人行道与出入口相连,单侧连接通道沿管廊纵向长度约21.2 m;单侧出入口长度约16.9 m,整个隧道障碍物长约107.4 m。隧道顶覆土约2.5 m,最低处理埋深约10.4 m;连接通道最低埋深约7.7 m;出入口采用踏步形式从连接通道标高到路面标高。同时,在路面下约12.6 m处还有2×DN800雨水管道。该障碍物节点

较为复杂,管廊无法沿原有标高通过,采用2级下倒虹形式通过障碍物。管廊先从原有埋深标高采用1:3下倒虹避开出入口及雨水管,降至连接通道下方,在连接通道下方水平设置一段,再二次采用1:4下倒虹至隧道下方,避开隧道后采用相同方式两次上倒虹至管廊正常埋深标高。采用此种多级倒虹方式,有效避开下穿隧道、雨水管等障碍物的同时,可大大减小土方开挖量。

综合管廊二级倒虹穿越下穿隧道如图5所示(仅显示二级下倒虹)。

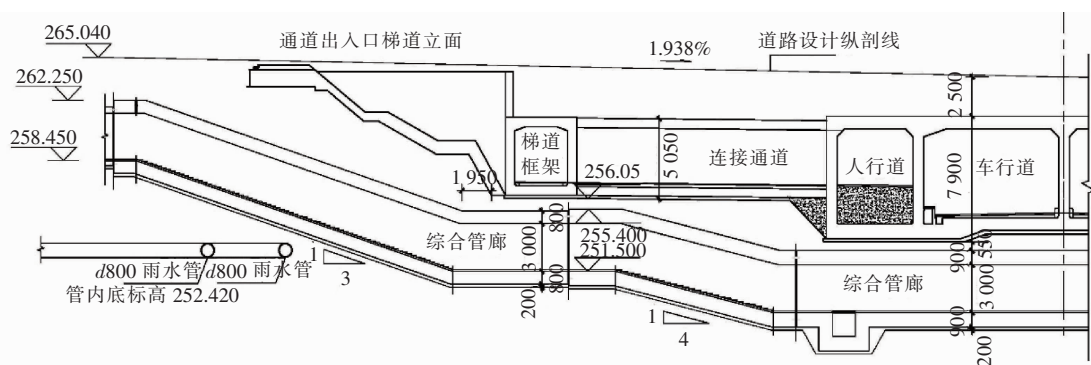


图5 综合管廊二级倒虹穿越下穿隧道示意

Fig. 5 Schematic diagram of the second-grade inverted siphon crossing underpass tunnel

#### 4.3 污水管线入廊段与直埋段衔接

综合管廊在 K5 + 555 处遇银沙一路下穿隧道,管廊采用下倒虹形式避开下穿隧道,此处为污水管道入廊段,污水管道若同时下倒虹,将无法满足下游标高要求。故采用污水管道倒虹前出舱 - 直埋通过下穿隧道顶部 - 倒虹后入廊的形式(见图 6)。污水管道在倒虹起始点上游约 55.0 m 处,提前设置污水引出井,将污水管道提前引出,同时将管道坡度由

2.2%减小为1.5%,抬升污水管道标高,保证污水管道能从隧道上方顺利通过。污水管道通过下穿隧道后,设置跌水井,跌水约2.0 m,保证污水管道能与下游管廊内污水管道衔接。在倒虹终点后约3.0 m处,设置污水接入井,接收污水管道接入管廊。此“上游提前出舱-减小坡度通过障碍物-跌水降低标高-接入下游舱室”的形式,可有效解决管廊污水管线入廊段与直埋段的衔接问题。

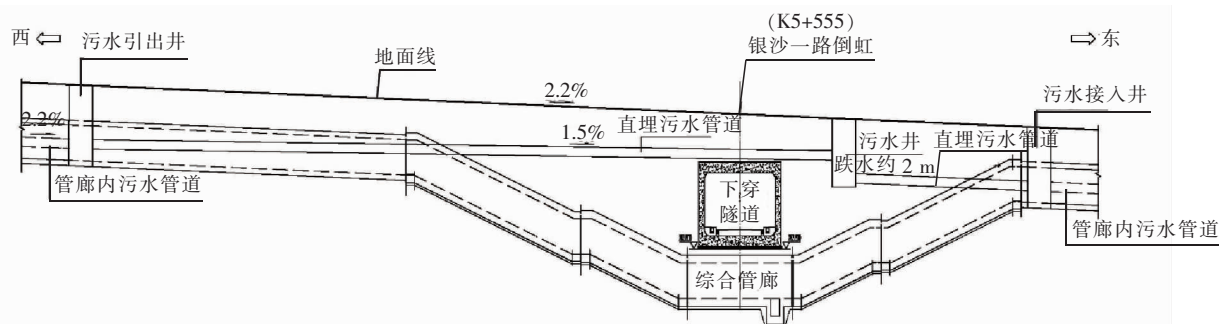


图6 污水管线入廊段与直埋段衔接示意

Fig. 6 Schematic diagram of connection between utility tunnel section and buried section of wastewater pipeline

## 5 结语

泸州市二环路综合管廊全长约 11.1 km,浅丘地形下道路设计的分段长缓坡为污水管线入廊提供了有利条件。综合管廊布置于控制绿化带内,埋深为 3.0 m,标准断面结构外尺寸为 12.1 m × 3.8 m,共分为综合舱、高压电力舱、燃气舱和污水舱四个舱室。

在浅丘地形下,采用多级倒虹形式,可避让深、宽大断面下穿隧道;采用管廊桥形式,可避让下穿隧道、河流及绿道等连续障碍物;采用“上游出舱-减小坡度通过障碍物-跌水降低标高-接入下游”形式,能够有效解决污水管入廊段与直埋段的衔接问题。

### 参考文献:

- [1] 张晏晏,王经盛. 中山市大断面多舱综合管廊工程设计探讨[J]. 中国给水排水, 2018, 34(18): 48-52.  
ZHANG Yanyan, WANG Jingsheng. Discussion on design of utility tunnels with large section and multi-module in Zhongshan City[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(18): 48-52 (in Chinese).

**作者简介:**危有达(1988 - ),男,四川成都人,硕士,高级工程师,主要从事市政水厂、管网及综合管廊设计工作。

**E – mail:** weiyouda@ qq. com

收稿日期:2019-05-08

修回日期:2019-07-03

(编辑:丁彩娟)