

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.16.011

双层多舱综合管廊标准断面及其附属设施设计

白鹤瀛, 安然, 王长祥, 吕彦, 徐爽, 高聪聪
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074)

摘要: 以三舱、四舱、五舱等双层多舱形式为例,通过对双层舱室排列组合的分析研究,归纳总结出双层管廊“上下结构”“左右结构”“一字型”“田字型”等多种标准断面形式。双层综合管廊的舱室布置、节点设计更加复杂,详细介绍了下层管廊的逃生、通风、排水、吊装等各种功能节点的设计方法,以确保管廊全生命周期的安全。

关键词: 双层多舱综合管廊; 断面设计; 管线布置; 口部节点布置

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)16-0068-05

Design of Double-layer Multi-compartment Utility Tunnel Standard Section and Its Auxiliary Facilities

BAI He-ying, AN Ran, WANG Chang-xiang, LÜ Yan, XU Shuang, GAO Cong-cong
(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China)

Abstract: Arrangement and combination of double-layer utility tunnel was analyzed by taking three compartments, four compartments, five compartments and other multi-compartment forms as examples, and standard section forms such as “upper and lower structure”, “left and right structure”, “line pattern” and “criss-cross pattern” of double-layer utility tunnel were summarized. Compartment layout and joint design of double-layer utility tunnel were more complicated, and design methods of escape, ventilation, drainage, hoisting and other functional nodes of the lower layer utility tunnel were introduced in detail in order to ensure the safety of the whole life cycle of the utility tunnel.

Key words: double-layer multi-compartment utility tunnel; section design; pipeline layout; interface node layout

近年来,随着国内综合管廊建设项目的持续开展,特别是部分城市要求燃气管线、污水管线、雨水管线应因地制宜地全部或部分纳入综合管廊敷设^[1],入廊管线的种类、数量、规模在不断增加,逐步发展为高压电缆、中压电缆、通信、给水、再生水、热力、燃气甚至排水等多种管线同时入廊的局面。当考虑 220、110、10 kV 高压电力电缆,通信线缆,给水管线,再生水管线,热力管线,燃气管线及排水管线等均需入廊敷设时,管廊舱室数量为 4~6 个,横

向尺寸约为 12 m 以上。特别是在现状路改造,增设综合管廊工程时,因建设场地、交通条件限制等,必须进行断面压缩,以满足现场需求,由此,双层综合管廊的断面布置应运而生。以苏州市管廊建设为例^[2],其城北路管廊规划断面宽 13.25 m,考虑现状道路的通行需求,必须进行断面优化设计,采用双层断面后,断面宽度仅为 9.7 m,优化空间宽度 3.55 m,大大降低了施工现场对现状交通的压力。

但双层管廊舱室重叠布置,又将给管廊使用带

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC080500)

来很大难度,尤其对下层舱室而言,其吊装口、通风口等重要节点的设计^[3]使用均产生很大影响,本研究结合实际项目,针对双层管廊标准断面、附属设施的布置开展设计研究,以便使双层管廊的布置形式满足规范各项要求,充分发挥其自身优势。

1 双层管廊标准断面设计

综合管廊根据入廊管线的种类及数量,分为单舱、双舱、三舱及多舱等断面形式,工程实践经验中,单舱及双舱管廊,因水平方向占地宽度有限,多集中在3~7 m以内,同时双舱管廊基本布置于主干道下,绿化带、人行道或非机动车道下均留有大量地下空间,因此双层布置的管廊断面并不多见。

当管廊舱室多于3个时,其水平方向占地空间将大幅增加,大都达到8 m以上,因受地下空间条件限制,当其不能满足管廊建设要求时,管廊断面必须寻求集约化、立体化的设计理念,充分利用地下竖向空间,将管廊双层重叠布置。

1.1 三舱管廊双层断面设计

① 上下结构

三舱管廊上下结构断面布置形式见图1。管廊整体呈上下层结构布置,上层管廊按照常规布置,可布置水电舱、燃气舱等,下层空间特点为宽度大,但高度应尽量控制降到最低,可利用管廊本体作为雨水舱室,或者作为热力舱室平行布置热力管线,当上层为双舱室的布置形式时,中间将设置隔墙,且相对下层舱室而言,顶板宽大,因此设计中需考虑对顶板设置暗梁等形式进行加强。

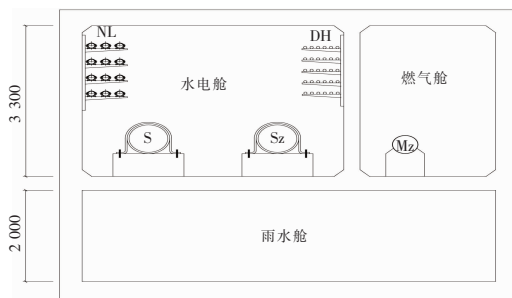


图1 三舱管廊双层布置断面形式一

Fig. 1 Section form of double-layer layout of three compartments utility tunnel (1)

② 左右结构

三舱管廊左右结构断面布置形式见图2。管廊整体呈左右结构布置,单层管廊仍按照常规布置,可布置水电舱或热力舱等,双层管廊一侧由两个小型独立舱室组成,舱室尺寸特别是舱室高度应严格控

制,两个舱室上层可布置燃气舱、蒸汽舱等,下层舱室可布置污水管线或利用管廊本体作为雨水舱室。

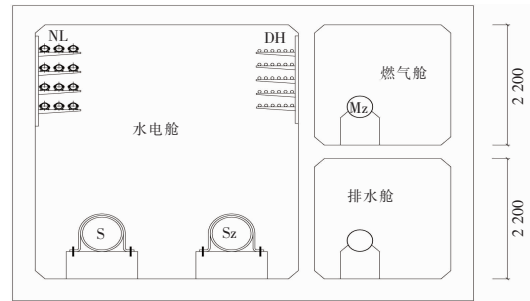


图2 三舱管廊双层布置断面形式二

Fig. 2 Section form of double-layer layout of three compartments utility tunnel (2)

1.2 四舱管廊双层断面设计

四舱管廊“一”字型断面布置形式见图3。管廊整体呈“一”字型布置,单层管廊仍按照常规布置,可布置水电舱、热力舱、高压电力舱等,双层管廊一侧与三舱“左右结构”的舱室布置原则及方式相同,主要收纳小管径管线。当燃气舱仅布置一层管道时,舱室高度可适当减小,建议不小于2.1 m。

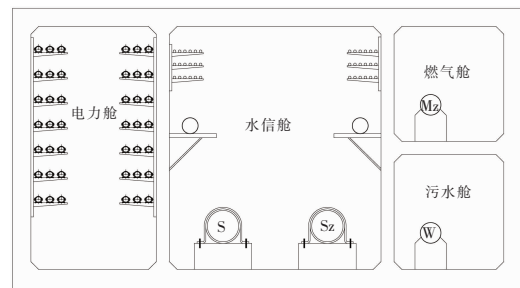


图3 四舱管廊双层布置断面形式一

Fig. 3 Section form of double-layer layout of four compartments utility tunnel (1)

“田”字型断面布置形式见图4。

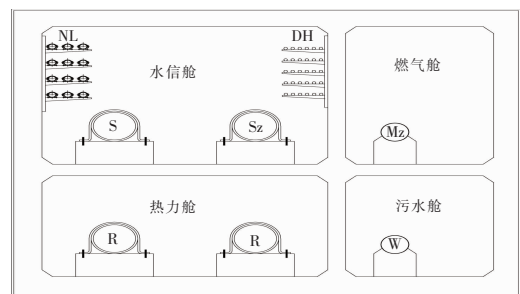


图4 四舱管廊双层布置断面形式二

Fig. 4 Section form of double-layer layout of four compartments utility tunnel (2)

四舱管廊地下空间不足时,可采用“田”字型布置,综合考虑管线布置,管廊 4 个舱室以“2 大+2 小”的方式布置相对较为合理,大舱室分别安排为水电舱等综合性舱室及热力舱等大管径舱室,小型舱室可分别布置为燃气、排水、蒸汽等独立舱室,可有效减少管廊的截面面积。因污水舱可能埋深较大,需充分考虑与支管的协调设计。

1.3 五舱管廊双层断面设计

五舱管廊双层断面布置形式见图 5。

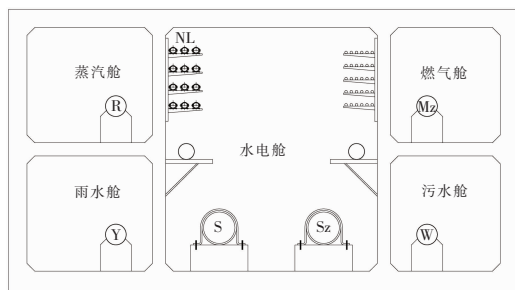


图 5 五舱管廊双层布置断面形式

Fig. 5 Section form of double-layer layout of five compartments utility tunnel

五舱管廊双层布置时,推荐采用“1 大+4 小”的舱室布置形式,双层独立舱室分别布置于大型综合舱室两侧,形成“2+1+2”的格局,综合舱可用于布置水信、水电等方便同舱的综合类管线,4 个小舱室可分别布置蒸汽、燃气、雨水、污水或高压电缆等独立舱室,从而可以更加充分有效地利用地下空间,减少对道路占地的影响,使管廊设计断面更加集约化、立体化。根据雨水管线特性,可利用管廊本体作为雨水收集舱,不再单独增设雨水管道。

1.4 双层管廊断面的设计特点

双层管廊断面的设计特点见表 1。

表 1 双层管廊断面特点分析

Tab. 1 Analysis of section characteristics of double-layer utility tunnel

特 点	优势
双层管廊整体均包含 1~2 个综合性舱室,可同舱布置管线多置于综合舱内	减少舱室数量,可大幅减少断面尺寸
双层管廊均包含多个小型独立舱室,且重叠放置	满足管线独立成舱需求,减少水平向占地
双层管廊独立舱室内管线管径小,数量少	不占用过多空间,方便与其他舱室重叠放置
双层管廊宜布置于靠近道路红线一侧	方便管线配套及附属设施布置

2 双层管廊口部节点布置

2.1 综合管廊口部节点常规设计

根据《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015),综合管廊的附属设施包括消防系统、通风系统、供电系统、排水系统等,配套口部包括逃生口、吊装口、进风口、排风口、管线分支口等。传统的综合管廊,各舱室呈“一”字型并排布置,其口部均通过管廊顶部布置完成。

2.2 双层综合管廊口部节点设计

当综合管廊为双层布置时,势必对下层管廊的通风、排水、逃生、吊装等附属及配套设施产生不利影响,在工程实际设计中,对设计方案进行多轮深化比选,总结出一定规律,特提供以下标准做法。

2.2.1 通风系统(进排风口)

标准做法一:下层管廊附属功能井兼作通风口使用,做法见图 6。

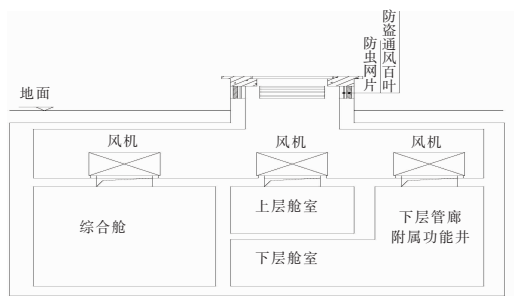


图 6 通风口做法一

Fig. 6 Design method of air vent (1)

在下层管廊外侧设置附属功能井,该井随不同附属设施的功能,分别起不同作用,在通风系统布置处,起通风井的作用,在其上端布置风机或风口,与其他舱室共同组成管廊夹层风机室,为下层管廊提供进排风功能。

标准做法二:通过上层管廊平移让位,让出通风口布置空间,做法见图 7。

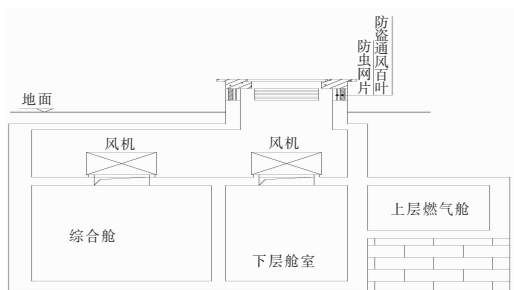


图 7 通风口做法二

Fig. 7 Design method of air vent (2)

当上层舱室为燃气舱或该舱室的风机室位置与其他舱室不同时,可采用此方案,即将上层舱室移至外侧,下层舱室贯通至管廊顶板,形成局部“一”字型舱室并排布置,同样可满足下层舱室通风功能。

2.2.2 排水系统

下层管廊的排水系统,因上层管廊的空间占用,同样会产生影响,若将下层舱室的排水管单独引出,则排水管埋置较深,不利于安装及检修。根据管线性质分析,综合舱室与管廊下层舱室的火灾危险性等级较低,大都属于难燃或不燃性质,因此可考虑将综合舱室与下层舱室排水管线连通后,由综合舱引出,做法见图8。此做法可避免下层舱室排水管道管径小却埋置深的矛盾,利于安装及维护检修。

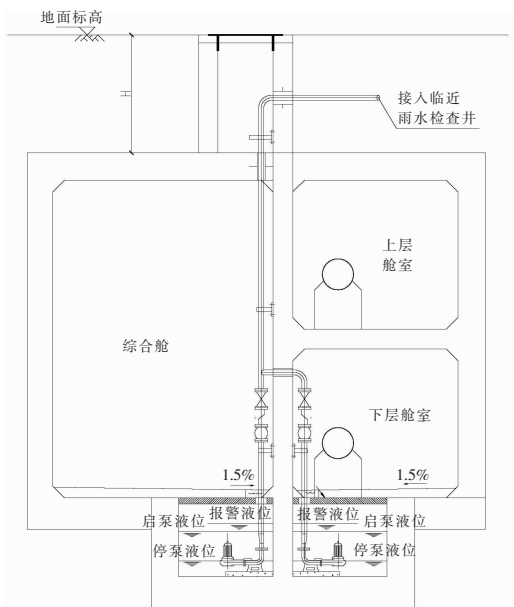


图8 管廊下层舱室排水做法示意

Fig. 8 Schematic diagram of lower layer drainage system for double-layer utility tunnel

2.2.3 逃生口

逃生口是管廊重要的避险通道,根据舱室火灾危险性等级不同而规定不同的设置间距。经分析,下层管廊火灾危险性等级不高,因此其逃生口设置间距一般都较大,但不应大于400m,但受制于上层管廊的空间占用,不方便由管廊内部直接到达室外,经过研究分类,制定以下两种标准布置方式:

① 借用下层管廊附属功能井兼作逃生口,并与上层舱室逃生口合并使用,上下层舱室以防火盖板分隔,以爬梯互通,以利于特殊情况下逃生使用,做法见图9。当上层管廊火灾危险性等级不高,逃

生口可与其他舱室合并使用时,可利用此做法。

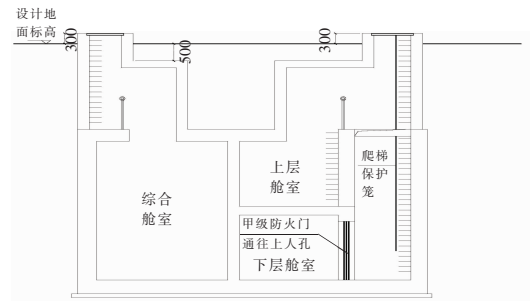


图9 逃生口做法一

Fig. 9 Design method of escape port (1)

② 单独借用下层管廊附属功能井兼作逃生口,做法见图10。当上层管廊逃生口必须单独设置时,可利用此标准做法,但附属功能井因埋深过高,爬梯外侧必须设置保护笼,井内空间允许时,可增设休息平台,以确保人员安全。

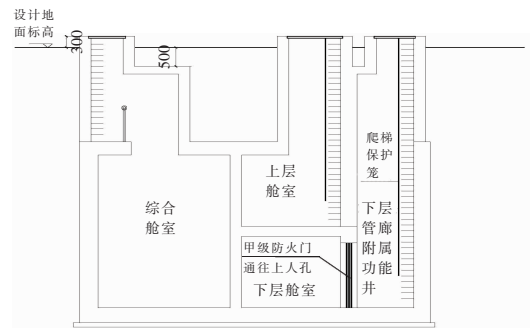


图10 逃生口做法二

Fig. 10 Design method of escape port (2)

2.2.4 吊装口、管线分支口

吊装口与管线分支口决定着管线维护安装、连接使用的方便性与合理性,下层管廊舱室受上部舱室限制,无法直接由管廊顶板进行管线进出,制定以下两种标准布置方式:

① 借用下层管廊附属功能井兼作吊装口及管线分支口,做法见图11。

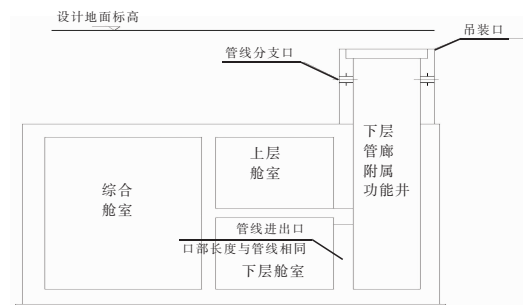


图11 附属功能井做法一

Fig. 11 Design method of auxiliary function well (1)

此做法利用管廊外侧的功能井实现管线吊装功能,在平面位置上,相邻外墙需设置与吊装口同样长度的管线进出口,以满足管线进廊空间需求。

② 通过上层管廊平移让位,让出吊装口及管线分支口布置空间,做法见图12。

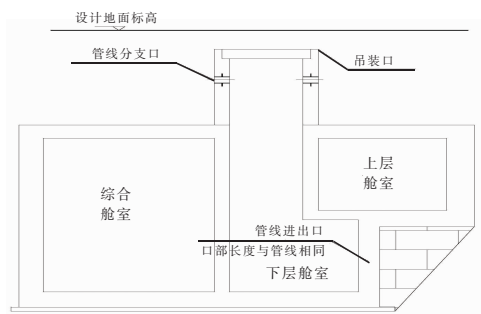


图12 附属功能井做法二

Fig. 12 Design method of auxiliary function well (2)

此做法利用上层舱室平移后让出的空间,实现下层管廊管线吊装及管线分支的需求。

2.3 下层管廊附属设施口部设计方法及特点

汇总以上做法,可知解决下层管廊的附属设施及配套设施的布置需求,主要有两种方式,即在管廊外侧设置下层管廊附属功能井或平移上层管廊,以留出下层管廊功能布置所需空间,两种布置方式特点如下:

① 设置下层管廊附属功能井:布置方式简便,满足大多数配套做法需求,可将通风口、逃生口、检修口等多类设施结合设置,达到集约化目的,但因该井为外跨式,因此施工操作难度增加。

根据工程经验,功能井净宽度一般设置为1~1.2 m,以1.3节中舱室数量较多、双侧均为双层管廊的五舱室双层断面为例,当双侧均需布置功能井时,最不利条件为双侧功能井布置于同一桩号,该桩号节点管廊断面宽度将增加2.8~3.5 m,相对于五舱管廊单层布置形式,以每个舱室宽度为3 m计,仍可节省横向空间约2.5~3.2 m。且该功能井为局部节点设计,相对常规管廊断面,对管廊全线的横向宽度优化仍具积极意义。

② 平移上层管廊预留布置空间:因配套口部在管廊顶板布置,因此可直上直下吊装或连接,施工操作相对更简便,但因上层管廊需移出原位置,且不同配套设施所需移动空间不同,造成平面布置较为

复杂。

3 结语

双层综合管廊设计是城市基础设施综合化、集成化的有效方式之一。双层综合管廊可使更多种类、更多数量的市政管线纳入综合管廊敷设,使综合管廊成为市政管线更综合、更安全、更强大的载体。

对三舱、四舱、五舱等多舱形式的双层管廊进行研究分析,归纳总结了“上下结构”“左右结构”“一字型结构”“田字型结构”等标准双层断面布置类型,并针对下层管廊的逃生、通风、排水、吊装等功能进行节点研究布置。双层综合管廊舱室布置、节点设计更加复杂,在规划、设计、施工、运维全寿命周期内需要考虑的因素更加复杂,以确保综合管廊的安全,因此如何安全、有序、高效、经济地充分利用城市地下空间建设综合管廊,仍是建设者们不断探寻的课题。

参考文献:

- [1] 王恒栋. 城市市政综合管廊安全保障措施[J]. 城市道桥与防洪, 2014(2): 157-159, 162.
WANG Hengdong. Security measures of urban municipal engineering tunnel [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2014(2): 157-159, 162 (in Chinese).
- [2] 王平. 苏州城市地下综合管廊的建设经验[J]. 建筑经济, 2016(2): 113-115.
WANG Ping. Construction experience of urban underground pipe gallery in Suzhou [J]. Construction Economy, 2016(2): 113-115 (in Chinese).
- [3] 范翔. 城市综合管廊工程重要节点设计探讨[J]. 给水排水, 2016, 42(1): 117-122.
FAN Xiang. Probe into the design of key nodes of urban municipal tunnel engineering [J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(1): 117-122 (in Chinese).

作者简介:白鹤瀛(1980-),男,天津人,大学本科,高级工程师,主要从事总图、综合管廊、结构等多专业设计研究工作,多次获得省部级勘察设计奖项。

E-mail: cranew@126.com

收稿日期: 2020-05-07

修回日期: 2020-07-29

(编辑:孔红春)