

纳入大直径热力管的综合管廊设计研究

郭 健^{1,2}

(1. 上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092; 2. 上海水业设计工程有限公司, 上海 200092)

摘 要: 以北方某城市综合管廊工程为背景,介绍非蒸汽大直径热力管入廊需要解决的几个重要问题。在管廊的断面设计中,应结合规划部门要求、管廊周边环境以及入廊管线种类综合考虑热力管线的布置形式。在管廊的平纵设计中,应尽量避免在管廊内出现竖向和水平向转角,如果管廊主体结构需要在同一处的水平和竖向上设置转角,管廊主体在水平方向上的转角应和竖向上转角错开。在管廊节点设计中,管廊接出口位置应结合规划和地块管线需求进行布置,且接出口的分支长度和预留的洞口间距应考虑管道和管道节点的安装要求;综合管廊内还可通过设置热力管专属接出口方便大直径主干热力管的接入和接出;管廊节点处局部外凸的位置应设置在热力管的另一侧。在管廊的土建设计中,当管廊内需设置分段阀门时,应在管廊内预留出分段阀门的安装空间;由于大直径热力管线支架的预埋件结构形式复杂,截面尺寸较大,建议在浇筑管廊主体结构时,同步进行支架预埋件施工。

关键词: 综合管廊; 大直径热力管; 总体设计; 节点设计

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)08-0082-06

Research on Design of Utility Tunnel Integrating Large-diameter Thermal Pipes

GUO Jian^{1,2}

(1. Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Water Design & Engineering Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on a practical project of the utility tunnel in a city in the north of China, some important problems in the process of the non-steam large-diameter thermal pipe entering the utility tunnel were introduced. It was pointed out that in the section design of the utility tunnel, the arrangement of large-diameter thermal pipe in utility tunnel should be combined with the planning authority requirements, utility tunnel surrounding environment, and the pipeline types. In the horizontal and vertical pipe utility design, the angle should not appear in horizontal and vertical sections. If there is angle on horizontal and vertical sections at the same place in the main structure of the utility tunnel, the angle on the horizontal direction should stagger with the vertical angle. In the design of exclusive junctions of tunnel utility, the installation requirements of pipes and pipe joints should be considered, the branch length and reserved hole of the junction set based on the installation requirement of pipeline; the exclusive junction should be set up to facilitate the access and output of thermal pipe; the local protruding position in utility tunnel should be arranged on the other side of the thermal pipe. In the installation design of the utility tunnel, if sectional valves were installed in the utility tunnel, space should be reserved for installation of sectional valves; and it was suggested to simultaneously carry out the embedded parts of the support when the main structure of the utility tunnel were constructed.

Key words: utility tunnel; large-diameter thermal pipe; overall design; the design of joints

随着综合管廊在全国范围内建设的开展,国内也开始了热力管入廊的相关研究。周小三等^[1]在综合管廊弧形布置、下倒虹情况下,对热力管的不同位置设置固定支座条件下热力管道的膨胀位移量进行模拟计算,指出在下穿段用热力管道等分为两段进行固定,热力管膨胀位移量相对较小;并指出如果管廊下倒虹段设置不当,热力管无法形成自然补偿,在每个直管段进行补偿,将造成管廊结构复杂。范辉等^[2]综述了热水管道传统敷设方式现状,对管廊热水管道的现行敷设方式及存在的主要问题探讨,依据热水管道有补偿直埋敷设向无补偿冷安装直埋敷设的研究进展,提出管廊热水管道无补偿架空敷设方式,取消补偿器的设置,增加管网运行的安全性与可靠性。

城市干线综合管廊一般考虑沿城市主干给水、电力和热力管网敷设,北方部分城市主干供热管道直径较大,有的管道直径可达 DN1 000 以上。热力管线包含一供一回两根管道,大直径热力管比小直径热力管入廊会占用更多的空间。再者,综合管廊内热力管的接入和接出,节点外凸方向的设计等均需要考虑大直径热力管的安装和尺寸的影响。此外,热力管在管廊转角处易形成集中应力,大直径热力管对管廊主体结构的转角比小直径热力管更加敏感,尤其是针对于直径 \geq DN800 的大直径热力管道。因此,有必要对纳入大直径热力管的综合管廊设计进行专门研究。笔者以北方某城市综合管廊工程为背景,介绍非蒸汽大直径热力管入廊设计问题。

1 总体情况概述

1.1 管廊总体情况

北方某管廊工程入廊管线包含热力、给水、中水、电力和通信共 5 种管线,管廊规划路由分布在现状道路、在施工道路以及规划道路下。

1.2 热力管线情况概述

根据当地热力工程规划,入廊热力管线主要包含 N1 200、DN1 000、DN800 三种管径,每种管径分为一供水、一回水两条管线,热力管类型为非蒸汽大直径热力管。

2 大直径热力管入廊的断面设计

2.1 大直径热力管入廊的断面设计

根据《电力工程电缆设计规范》(GB 50217—

2007),在隧道、沟、竖井、夹层等封闭式电缆隧道中,不得布置热力管道,严禁有易燃气体或者易燃液体的管道穿越,综合管廊自用电缆除外。

根据《城镇供热管网设计规范》(CJJ 34—2010),在综合管沟内,热力网管道应该高于自来水管管道和重油管道,而且自来水管管道应做绝热层和防水层。

《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)中指出,热力管道不应与电力电缆同舱敷设;当给水管道与热力管道同侧布置时,给水管道宜在热力管道下方布置。中水、给水管线可以和其余电力、通信和热力管线同舱布置。

以某道路下的综合管廊为例,当地电力、通信、热力、中水和给水管线入廊规模见表 1。

表 1 入廊管线种类和规格

Tab. 1 Type and specification of pipeline in utility tunnel

| 管线种类 | 热力 | 电力 | 通信 | 给水 | 中水 |
|------|-------|--------------------------|------|-------|-------|
| 管线规格 | DN800 | 20 回 10 kV; 3 回 66 kV | 18 孔 | DN300 | DN600 |

表 1 中电力电缆级别为 10 kV 和 66 kV,不含 110 kV 以上高压电缆,其中 10 kV 电力电缆 20 回,66 kV 电力电缆 3 回。其余燃气、雨水、污水等管线不入廊。

综合以上规范可知,在综合管廊内,热力管不得与电力电缆同舱敷设,并且当和给水管同侧布置时,热力管应置于给水管上方。热力和电力可分别与中水、给水、通信 3 种管线同舱组合,因此管廊可分为分别包含热力管线和电力电缆的两舱断面。

对于入廊热力管直径 \geq DN800 的综合管廊,由于热力管直径较大,在将来的运营维护阶段,会面临大直径管线安装维护、检修人员巡检等一系列问题。如果在管廊内设置检修车,那么管道安装以及人员巡检的问题将会大大得到改善。本工程入廊热力管直径为 DN800,管径较大,因此在综合管廊内设置检修车。

综合以上各种因素,并根据当地市政管线的特点,将不同管线进行组合、分舱布置,两个方案比较如下:

方案一:电力电缆和通信电缆同舱,热力、给水、中水管线同舱。热力管线布置在给水、中水管线上

方,且分别布置在综合舱两侧,通信电缆布置于电力电缆上方。具体布置见图1。

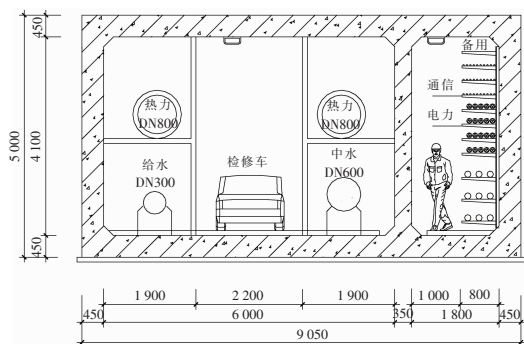


图1 管廊断面方案一

Fig. 1 Section 1 of the utility tunnel

方案二:电力电缆单舱,且布置在电力舱外侧,通信电缆与热力、给水、中水管线同舱,给水管线布置于中水管线上方,通信电缆布置于给水管线上方,热力管布置在外侧。具体布置见图2。

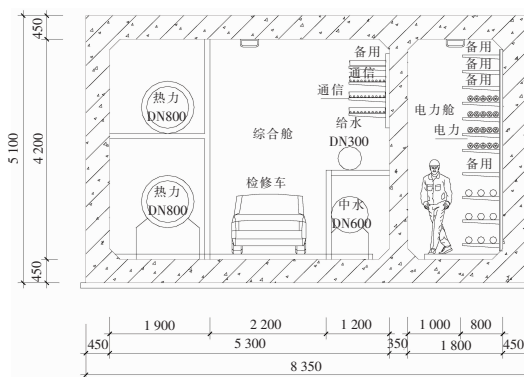


图2 管廊断面方案二

Fig. 2 Section 2 of the utility tunnel

管廊断面方案一优点在于热力管线与电力电缆分舱设置,热力管线布置于中水、给水管线上方,竖向空间利用充分;缺点在于管廊宽度由热力管控制确定,管廊断面较宽,电力电缆与通信电缆同舱,电力部门运维管理一般高于通信电缆,且电力和通信舱中管线布置过于紧凑,容易造成电力舱扩容空间不足。

管廊断面方案二优点在于电力单舱,便于电力部门运维管理,其次通信电缆布置于给水管道上方,内部空间利用充分,宽度相比于方案一减少了0.7 m,单位长度混凝土用量相对较小,且施工占地面积较小,最后预留有一定的备用和自用支架,方便以后电力电缆进行扩容;缺点在于管廊高度略高于方案一。

此外,通过征询当地市政管线管理部门意见,建议电力电缆单舱布置。结合上述方案的分析比较,本工程采用管廊断面方案二。并将容纳热力、给水、中水、通信管线的舱室命名为综合舱,将容纳电力管线的舱室命名为电力舱。

2.2 入有热力管的舱室在道路下的敷设位置

由于热力管管径较大,为方便综合管廊和已敷设的现状热力主干管形成互联互通,应将综合舱设置在朝向已敷设热力主干管的一侧。

假定将综合舱设置在已敷设现状热力主干管的另一侧,由于热力管管径较大,热力管顶需要一定的覆土厚度,且管廊顶和热力管底部需留有安全净距,管廊需采用下穿的形式使得管廊顶有足够的覆土深度,以保证现状主干热力管可以从管廊顶部穿过。热力管在横穿综合管廊后,还需设置多个弯头和综合舱中的热力管相接,这种连接形式对于主干热力管布置不利,应尽量避免此种连接形式。

结合当地的热力管线和综合管廊规划,将某条道路下有热力管的综合舱室设置在朝向现状主干热力管的一侧,如图3所示。

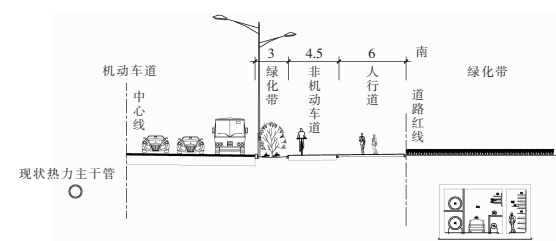


图3 综合管廊横断面

Fig. 3 Cross section of the utility tunnel

3 大直径热力管入廊的管廊平纵设计

大直径热力管在竖向和平面上转角处存在较大的集中应力,需设置弯头和固定支架或者滑动支架以满足管线的安装要求。在设计管廊的平纵时,应尽量避免管廊在平纵上产生转角,以避免热力管集中应力过大的问题。

综合管廊沿线需要充分考虑和周边环境,包括管廊和管线、地下结构或者建筑物之间的关系。本工程排水管线不考虑入廊,管廊纵断面敷设跟随道路纵坡,在平纵设计时,局部竖向雨、污水管线无法在管廊覆土层或者管廊下方穿越,需采用上倒虹或者下倒虹的方式穿越时,或者在平面上,需避让周边地下构(建)筑物而产生转角时,也应避免竖向的转角和平面的转角发生在同一个桩号位置。

因为竖向和平面上的转角距离较近,管道在定制和安装上存在困难,同时管道也会产生集中应力,对于入有直径超过 DN1 000 热力管的综合管廊,建议管廊主体结构在平面和竖向转角处至少保留 8 ~ 10 m 的间距。

如图 4、5 所示,管廊在平面上的转角设在桩号 C3+245 和桩号 C3+291.5 处,竖向上的转角设在桩号 C3+255 至 C3+278.5 范围内。平面上和竖向上转角分别错开 10 m 左右,可方便管线安装。

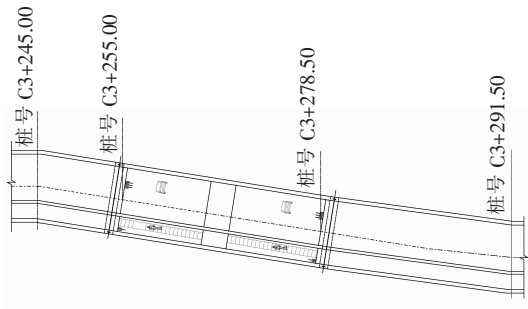


图 4 综合管廊平面示意

Fig. 4 Plan of the utility tunnel

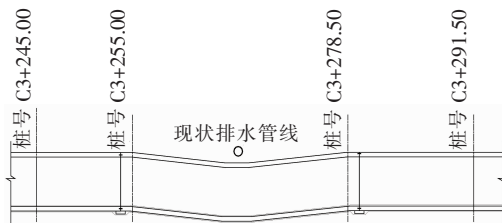


图 5 综合管廊纵断面示意

Fig. 5 Vertical section of the utility tunnel

4 大直径热力管入廊的节点设计

4.1 接出口和地块的关系

应结合规划和地块管线需求,合理布置接出口位置。如图 6 所示,对于一个 200 ~ 300 m 长的地块,一般需布置一个接出口,如果一个地块较长,且包含两个用地不同性质的用地,那么可以考虑布置两个或多个接出口。

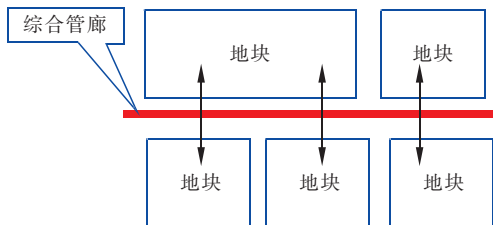


图 6 接出口和地块的关系

Fig. 6 Relationship between the plot and junction

4.2 接出口节点

管线需从接出口两个方向分别接出,在管线转弯或者管线分支处需设置弯头或者三通。若分支管线按接出平面布置图所示按分离的形式接出,则管线分支处应预留不小于一个 90° 弯头或者三通的长度以满足分支处的弯头或三通的安装要求,图集《钢制管件》(02S403)中给出了 90° 弯头和三通弯头的规格尺寸(见图 7)。三通 $L1$ 的长度和主管径 D 以及接出的管径 $D1$ 相关。

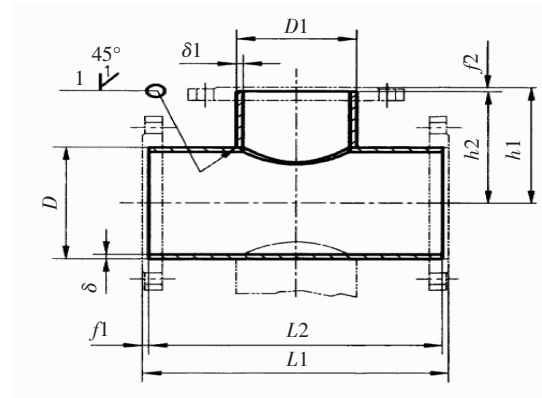


图 7 三通弯头的规格尺寸

Fig. 7 Size of three-way elbow

图 8 给出了接出口管线接出的平面布置。上层热力管和下层热力管的三通间隔布置,且两个上层热力管三通之间的间距应大于一倍的三通长度 $L1$,以满足三通的安装要求。

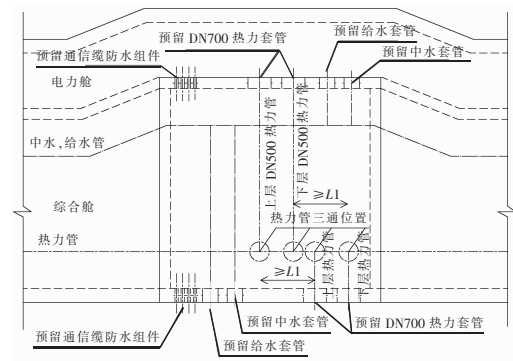


图 8 接出口管线接出平面布置

Fig. 8 Plane layout of junction

综合舱中还包括中水、给水和通信管线,在考虑接出口管线接出时,除上述热力管布置要求外,还应将综合舱的给水、中水和通信的出口统一考虑,中水、给水管预留洞口置于热力管预留洞口的两侧。且中水、给水管交错布置。

此外,热力管外包有一层保温层,因此在考虑接

出口预留接出洞口的大小时,应考虑保温层的厚度,若需接出 DN500 的热力管,一般需在接出口处预留 DN700 的套管。

4.3 热力管专属接出口

在部分地区,部分热力管主干管网已经通过直埋的形式进行敷设,为保证热力管网的系统完整,综合管廊除在端部设端头井外,还可在管廊内设热力管专属接出口,以方便大直径主干热力管接入综合管廊。对于小直径的热力管,热力管可以直接通过接出口进出综合管廊,但热力管直径较大时,热力管在接出口处转弯比较困难,应单独设立热力管专属接出口。

热力管专属接出口示意图见图9。在壁板的上层和下层热力管的高度处分别对应预留套管,管廊外的热力管进入管廊后通过三通直接和管廊内的热力管相连,并且在水平方向进水管和回水管的位置应相互错开。同时接出口热力管相连的位置需要局部外凸,为热力管三通的安装预留空间。

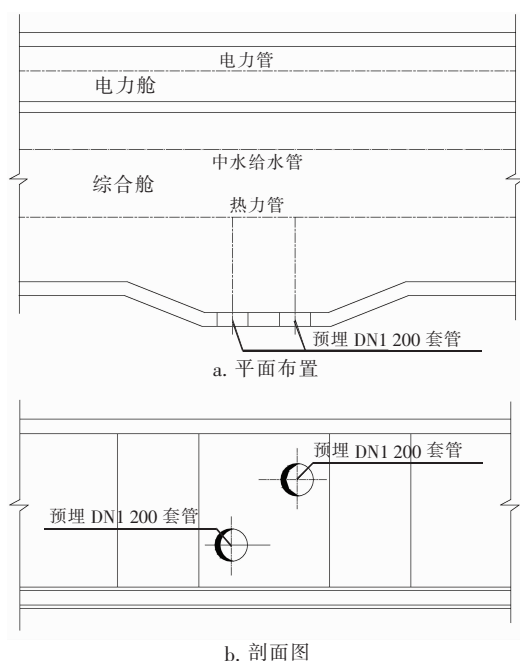


图9 热力管专属接出口示意

Fig.9 Schematic diagram of the exclusive junction of thermal pipe

4.4 外凸节点设置位置

管廊沿线设有人员出入口、接出口等功能性节点,而功能性节点中需设置楼梯安装空间或管廊接出空间,在节点处需局部外凸局部拓宽。局部拓宽位置应设置在热力管的另一侧(见图10)。

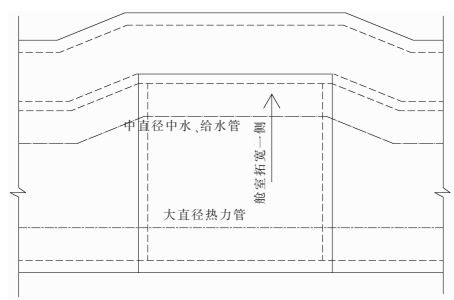


图10 舱室局部拓宽一侧位置

Fig.10 Partially widen side in utility tunnel

5 大直径热力管入廊的安装设计

5.1 热力管分段阀门对管廊设计的影响

根据《城镇供热管网设计规范》(CJJ 34—2010),热力管网的输送干线和输配干线需要设置分段阀门,以方便检修、事故紧急处理和增加供热的可靠性。输送干线的分段阀门的间距为2~3 km,输配干线分段阀门的间距为1~1.5 km。

对于入有大直径主干热力管线的综合管廊,且管廊长度超过分段阀门的安装间距长度,需根据分段阀门的位置预留出分段阀门的安装空间。而分段阀门将会对管廊内的使用空间造成一定影响,比如一个 DN1 200 球阀的总长度可达3 m,为保证球阀安装后热力管的正常运营维护,可在阀门安装位置局部加宽和加高,但不应由分段阀门的空间需求确定整段综合管廊的标准断面。

5.2 热力管支架设计

热力管道支架包含固定支架和滑动支架,管道的固定支架的设置需结合管廊的土建结构设计、管廊进出线位置、分支等因素综合考虑,并需复核管廊主体结构是否可承受热力管道固定支架对管廊的推力作用。滑动支架应满足管道热态和冷态下的变形要求。此外,管廊内滑动支架可根据实际情况参考《综合管廊热力管道敷设与安装》(17GL401)图集选用。

小直径管线的支架在管廊施工完成之后,可采用后锚固的方式施工。对于大直径热力管的管线支架,其支架结构形式复杂,支架预埋件的截面尺寸较大,如图11所示,图集《综合管廊热力管道敷设与安装》中给出的 DN500 钢管支架预埋钢板平面尺寸已达750 mm×500 mm。当管道直径更大时,若仍采用后锚固的方式施工,将存在一定困难,且对主体结构和防水会产生一定影响。因此,对于大直径热

力管线的预埋件,建议在浇筑管廊主体结构时,同步进行施工。在布置管廊管线支架预埋件时,应注意避开伸缩缝位置。

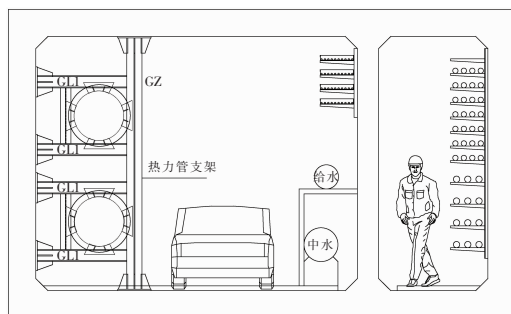


图11 固定支架示意

Fig. 11 Fixed bracket of thermal pipe

6 结语

① 在热力管断面的设计中,热力管不得与电力电缆同舱敷设,并且和给水管同侧布置时,应置于给水管上方。

对于热力管在断面中的布置,应结合规划部门要求、管廊周边环境以及入廊管线种类综合考虑。大直径热力管线若同侧上下布置,管廊断面高度较大,若大直径热力管在舱室两侧分别布置,管廊断面宽度将较宽。

② 在热力管平纵设计中,应尽量避免在热力管内出现竖向和水平向转角;如果管廊主体结构需要在同一处的水平和竖向设置转角,管廊主体在水平方向上的转角应和竖向上转角错开,并保持一定距离,以方便大直径热力管的安装。

③ 在管廊节点设计中,管廊接出口位置应结合规划和地块管线需求进行布置,若分支管线按分离的形式接出,则管线分支处应预留不小于一个90°弯头或者三通的长度以满足分支处的弯头或三通的安装要求。接出口预留的洞口间距应考虑管道和管道节点的安装要求,接出口预留孔洞的大小应考虑保温层的厚度。

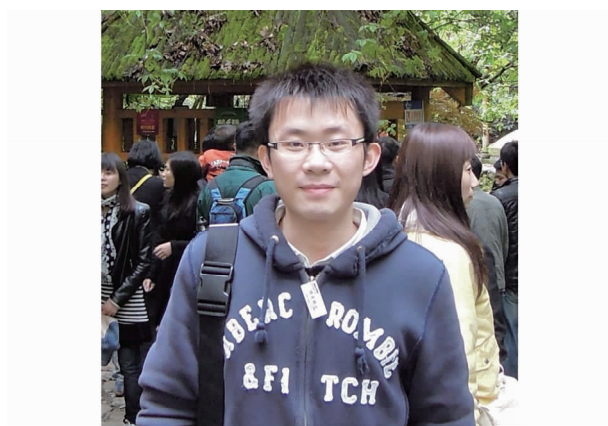
在部分大直径主干热力管已通过直埋的形式进行敷设的区域设计综合管廊,在综合管廊内还可设热力管专属接出口,以方便大直径主干热力管接入和接出。

管廊在节点处需局部外凸拓宽的位置,为减少热力管应力集中和减少弯头的安装困难,局部拓宽位置应设置在热力管的另一侧。

④ 在管廊的土建设计中,应根据热力管线的分段阀门的安装需求,在管廊内提前预留出分段阀门的安装空间。由于热力管线支架的预埋件结构形式复杂,支架预埋件的截面尺寸较大,建议在浇筑管廊主体结构时,同步进行支架预埋件施工,以方便后续热力管线和支架的安装和施工。

参考文献:

- [1] 周小三,王立文,岳雷. 热力管道对综合管廊及相关设备的技术要求[J]. 煤气与热力, 2017, 37(3): 0A24 - 0A27.
Zhou Xiaosan, Wang Liwen, Yue Lei. Technical requirements of heating pipeline for utility tunnel and related equipment[J]. Gas & Heat, 2017, 37(3): 0A24 - 0A27 (in Chinese).
- [2] 范辉,王飞,王国伟,等. 供热热水管道管廊敷设方式研究进展[J]. 华侨大学学报:自然科学版, 2017, 38(6): 747 - 752.
Fan Hui, Wang Fei, Wang Guowei, et al. Recent progress of tunnel laying method on heating pipeline[J]. Journal of Huaqiao University: Natural Science, 2017, 38(6): 747 - 752 (in Chinese).



作者简介:郭健(1989 -),男,江西景德镇人,硕士,工程师,从事综合管廊的设计和研究工作。

E-mail: guojian@smeti.com

收稿日期:2019-07-04