

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.18.008

综合管廊的功能区间及应用

强 健

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘要: 结合“区间”概念,提出综合管廊“功能区间”理念,以功能区间作为综合管廊系统功能的物理实现形式。通过对综合管廊功能需求的分析,给出了防火区间、通风区间、配电区间、监控区间、逃生区间、吊装区间、排水区间、管线分支区间等功能区间的定义和主要技术要求。将“功能区间”理念应用于综合管廊总体设计中,在综合管廊总体系统布置中安排好各类功能区间,也就满足了综合管廊的各类功能需求。基于各类功能区间的排列组合,介绍了数个不同特点的综合管廊系统布置应用案例,为综合管廊总体系统布置提供一种新的思路。

关键词: 综合管廊; 功能区间; 设计

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2020)18-0045-06

Functional Section in the Utility Tunnel and Its Application

QIANG Jian

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

Abstract: By combining the concept of “section” in the utility tunnel, the concept of the “functional section” was proposed and provided as the physical realization form of the functional of the utility tunnel. Through the functional requirements analysis of the utility tunnel, this paper provided the definition and major technical requirements of eight functional sections such as fire protection section, ventilation section, power distribution section, monitoring section, escaping section, hoisting section, drainage section and pipeline branch section. Furthermore, the concept of “functional section” was applied in the overall design of the utility tunnel. In the overall system arrangement of the utility tunnel, various functional sections were properly arranged to meet various functional requirements. Based on the arrangement and combination of all kinds of functional sections, this paper introduced several application cases of utility tunnel system layout with different characteristics, which could provide a new idea for the overall system layout of utility tunnel.

Key words: utility tunnel; function section; design

在《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)搭建的基本技术框架体系下,综合管廊工程的设计与施工技术日新月异^[1-2]。结合“区间”概念,根据综合管廊的系统功能需求,提出综合管廊“功能区间”理念,并结合实际工程案例进一步阐述

“功能区间”在综合管廊系统布置中的应用,为综合管廊的总体设计提供一种新的视角和方法。

1 综合管廊工程的“区间”概念

在数学里,“区间”通常是指具备某种特征的实数集合。在工程中,当描述具有某一特定功能或特

基金项目:“十三五”国家重点研发计划项目(2016YFC080240)

征的空间时,一般以二维的“面积”指标或一维的“长度”指标进行度量。当以“长度”指标度量空间时,尤其是在轨道交通、公路隧道等“线性”特征的工程中,工程师们习惯将“分区”改称为“区间”。如城市轨道交通的两个站点之间的一定长度的隧道被称为隧道区间,以“长度”度量的防火分区被称为防火区间。

综合管廊工程本质上是一种城市道路下的附属构筑物,在平面布置上具备典型的“线性”特征。因而,可以考虑将“区间”概念运用于总体设计中。综合管廊的总体设计(也称工艺设计),是对综合管廊工程全局问题的设计,是综合管廊系统布置的处理方案。为了保障入廊管线的安装、检修与运营,综合管廊需要设置相应的功能系统。依据《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015),综合管廊工程需具备的功能系统有:消防系统、通风系统、配电系统、监控与报警、排水系统等。同时,综合管廊还需具备紧急情况下的人员逃生功能、管线与设备安装所需的吊装功能、管线分支引出功能等。实践中,一般以“长度”度量上述功能系统的基本物理空间。因此,可以采用一维的区间作为基本单元,赋予这些“区间”不同的功能属性,实现上述功能系统的不同技术要求。相应地,综合管廊的“区间”,按其功能可分为防火区间、通风区间、配电区间、监控区间、逃生区间、吊装区间、排水区间、管线分支区间等。

2 综合管廊的功能区间

功能区间是指赋予某种功能属性的“区间”,以一维的“长度”指标来度量。

2.1 防火区间

防火区间是综合管廊消防系统的基本功能单元。参考《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)中关于“防火分区”的术语解释,给出了综合管廊防火区间的定义:“在综合管廊内部采用防火墙、防火门等其他防火分隔设施分隔而成,能在一定时间内防止火灾向同一管廊的其余部分蔓延的局部空间,一般以单个舱室的纵向长度进行度量。”

规范对消防分区的主要技术要求有:①不同舱室之间应采用不燃性结构进行分隔;②容纳电力电缆或天然气管道的舱室应每隔200 m进行防火分隔。需要特别指出的是,由于电力管线是城市中最基本的能源管线,几乎每条综合管廊工程都会纳入电力管线。因此,当前大多数综合管廊的防火区间

的长度按不大于200 m进行设置。常见的防火区间布置见图1。

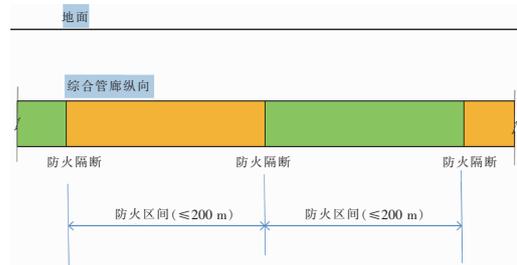


图1 常见的防火区间纵向布置示意

Fig. 1 Common longitudinal layout of fire protection section

2.2 通风区间

为满足通风系统的有关要求,需要每隔一段距离设置通风口。通风口分为机械排风口、自然或机械进风口。一般综合管廊两个相邻的排风口与进风口之间形成一个完整的通风单元。根据该设置,确定通风区间的定义为:“在综合管廊通风系统中,以相邻的排风口与进风口的间隔而成,能形成一套完整的进风—排风的有序纵向通风模式的局部空间。”

实践中,通风区间的长度主要受限于通风口的位置,进而受限于地面风亭的位置。通风区间越长,通风量越大,管廊内的断面风速越大。且随着断面风速的增大,通风的阻力增大。综合安全、节能、通风效果等因素,通风区间不宜过长;有条件时通风区间应按防火分区设置;在地面风亭的位置受限严重时,也可以将多个防火分区合并为1个通风区间设置通风系统^[3]。常见的通风区间布置见图2。

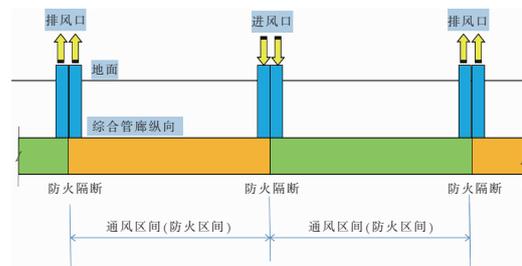


图2 常见的通风区间纵向布置示意

Fig. 2 Common longitudinal layout of ventilation section

2.3 配电区间

综合管廊供配电设计的首要目标是保障综合管廊的安全运行^[4],而综合管廊中的主要危险源是入廊的电力电缆火灾^[5]。综合管廊内发生火灾时需可靠打开应急疏散照明,指示人员逃生;切断非消防负荷,防止火灾事故扩大;关闭防火门、通风电动百叶、防火风阀,形成“闷烧”。因而,综合管廊的配电

单元应与防火区间相匹配。

相应地,综合管廊的配电区间可定义为:“以综合管廊的防火区间为基本物理空间,能满足保障综合管廊安全运营的附属设施用电负荷的配电单元。”

工程实践中,一般在综合管廊防火区间一端的上方设置配电设备间,设置配电控制柜、应急电源箱等配电设备。常用的配电区间布置见图3。

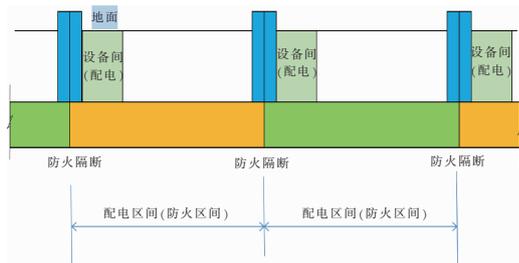


图3 常见的配电区间纵向布置

Fig. 3 Common longitudinal layout of power distribution section

2.4 监控区间

在综合管廊内建设现代化监控与报警系统,借助多种自动化、信息化技术,可保证综合管廊的安全运行,有效提升综合管廊的运行管理水平^[6]。

综合管廊监控与报警系统也是以防火区间作为基本的单元进行设置。这主要有两个原因:一是子系统之一的火灾自动报警系统必须按防火区间设置;二是监控设备等需要区间内的独立供电。因而,工程中一般在一个防火区间内设置自控设备间,并以防火区间为单元设置信号采集终端设备。

相应地,综合管廊的监控区间可定义为:“以综合管廊的防火区间为基本物理空间,能满足保障综合管廊安全运营的监控与报警系统的自控单元。”

一般在防火区间一端的上方设置监控设备间。由于监控设备需要供电,因而自控设备间一般与配电间合并布置。常用的监控区间布置见图4。

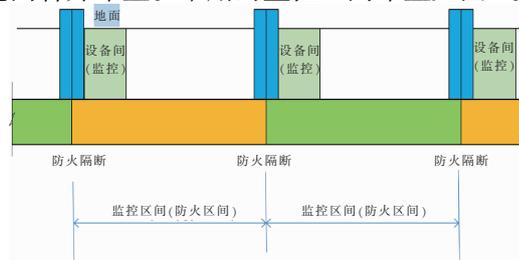


图4 常见的监控区间纵向布置

Fig. 4 Common longitudinal layout of monitoring section

2.5 逃生区间

综合管廊应急事件通常包括内部突发应急事件(火灾、爆管、天然气泄漏、高压电缆接头爆炸、管廊结构大规模突沉)和外部突发应急事件(战争、地震、恐怖袭击、洪灾等)。为应对综合管廊突发应急事件,需要为综合管廊内的安装、检修、运营管理等人员提供紧急出入口,也称安全出口或逃生口。

实践中,综合管廊逃生口的设置一般按照防火区间的分隔进行设置,即1个防火区间设置1个或2个逃生口。为减少综合管廊的特殊节点在综合管廊中所占的比例,综合管廊逃生口一般与通风口或吊装口合建。

相应地,综合管廊的逃生区间可定义为:“在综合管廊内,以逃生口的设置部位为分隔,在分隔处能满足人员疏散或直通室内外安全区域的局部空间。”常见的逃生口与通风口合建的逃生区间布置见图5。

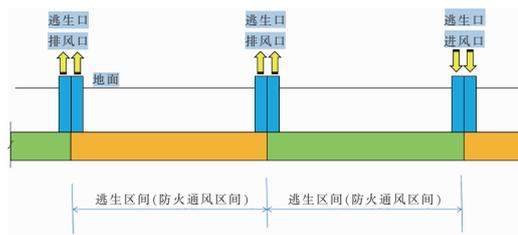


图5 常见的逃生区间纵向布置

Fig. 5 Common longitudinal layout of escaping section

2.6 排水区间

“排水区间”概念已较多地应用于工程中,但鲜有明确的定义。在城市排水工程领域,沈计等^[7]间接描述了排水区间的两个特征。

综合管廊的排水系统由排水沟、集水坑、排水泵及控制设备等组成。一般情况下,综合管廊排水系统基本单元的设置与防火区间布置紧密结合。为了防止高温烟气或火势穿过防火墙上的开口和孔隙等蔓延扩散,根据《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)的规定,综合管廊纵向排水沟也不应穿过防火墙。因而,综合管廊的排水系统也由防火隔断划分为各个独立的基本单元,也即排水区间。

综上,确定综合管廊排水区间的定义为:“在综合管廊内,以独立设置的排水沟、集水坑为特征,能独立收集并排除积水的作用范围。”

《城市综合管廊工程技术规范》明确规定综合管廊的排水区间不宜大于200 m,而大多数综合管

廊的防火区间也是按照不大于200 m设置。因此,在大多数综合管廊工程中,排水区间依托防火区间的划分而设置。

常见的依托防火区间设置的排水区间布置如图6所示。

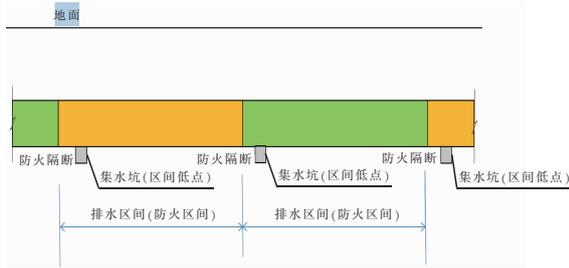


图6 常见的排水区间纵向布置

Fig. 6 Common longitudinal layout of drainage section

2.7 吊装区间

吊装区间可定义为:“在综合管廊内,以吊装口的设置部位为分隔,在分隔处能使安装或检修的管线、设备等方便进出综合管廊的局部空间。”

吊装口是体现综合管廊使用者需求的一个重要节点,其功能是使安装或检修的管线、设备等方便进出综合管廊。实践中,一般以《城市综合管廊工程技术规范》规定的上限400 m为间距设置吊装口;也有按照敷设电力电缆的防火区间的上限200 m为间距设置吊装口。常见的与防火区间结合的200 m吊装区间布置见图7。

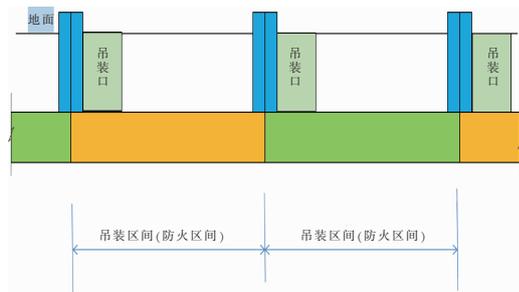


图7 常见的吊装区间纵向布置

Fig. 7 Common longitudinal layout of hoisting section

2.8 管线分支区间

管线分支区间可定义为:“在综合管廊内,以管线分支口的设置部位为分隔,在分隔处能使廊内外管线方便衔接的局部空间。”

管线分支口是体现综合管廊服务功能的重要节点,其功能是实现廊外管线与廊内管线的连接。管线分支口应设置在廊内管线需要分支引出的部位。

一般来说,管线分支口分为交叉路口类和地块预留类两种类型。

地块预留类的管线分支口设置间距没有明确的规范要求,一般应综合考虑廊内管线分支引出的规划技术要求。当下,结合通风口、吊装口等特殊节点设置管线分支口,成为一个比较常见的管线分支口布置方案。

常见的管线分支口与通风口结合的管线分支区间布置见图8。

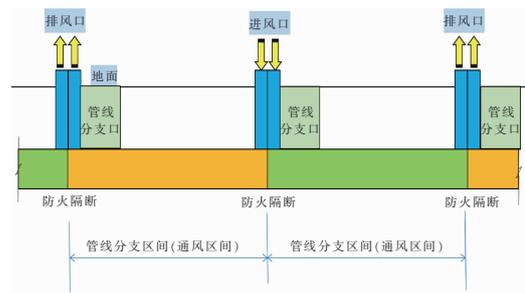


图8 常见的管线分支区间纵向布置

Fig. 8 Common longitudinal layout of pipeline branch section

3 基于功能区间的系统布置方案

综合管廊的各种功能要求在形式上可以通过赋予属性的功能区间来实现。换言之,在综合管廊总体系统布置中,合理地安排好各类功能区间,也就满足了综合管廊的各类功能需求。从这个思路出发,综合管廊总体设计的系统布置也就简化成了各类功能区间的组合。

这些功能区间的组合方法,一般是选择某种具备基础性地位的功能区间,将其功能扩充后,形成具备完善功能系统的“单元区间”。

进一步分析各功能区间对于综合管廊系统布置的重要性程度。如前所述,配电区间、监控区间、逃生区间、排水区间等功能区间依托于防火区间实现;通风区间一般也结合防火区间布置,且其特征物通风口的风井需出露地面,受外部制约条件的影响较大。因而,防火区间和通风区间在综合管廊的系统布置中起到了基础性的作用。

对于一个综合管廊工程来说,处理好防火区间与通风区间的关系,就可方便地建立起综合管廊的单元区间,进而方便地实现总体系统布置。

3.1 防火区间与通风区间合并的方案

防火区间与通风区间合并的系统布置方案为当

前综合管廊系统布置设计的主流方案。在笔者承担的综合管廊工程中,90%以上的项目采用了这种方案,其纵向布置见图 9。

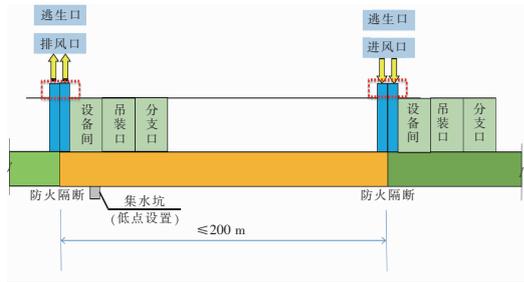


图 9 综合管廊系统当前主流方案纵向布置

Fig. 9 Longitudinal layout of the current mainstream program in the utility tunnel

该方案中,在长度 ≤ 200 m 范围内,两端设置防火隔断,形成了一个防火区间;在该范围两端,分别设置排风口、进风口与逃生口,形成了依托防火区间的通风区间和逃生区间;在这个范围的左侧上方,设有配电与监控合建的设备间,用于建设配电、监控与报警系统,形成配电区间和监控区间;在该区域范围的低点设有集水坑,通过沿地板的排水沟收集积水和渗漏水,形成排水区间;靠近防火隔断的位置分别设置吊装口和管线分支口,与相邻的另一区域相同位置的吊装口和管线分支口,组成了吊装区间和管线分支区间。

3.2 1 个通风区间跨 3 个防火区间的方案

在广东省肇庆市肇庆新区政文组团市政道路(一期)项目凤凰大道与新区环路综合管廊试验段,采用了以 1 个通风区间跨 3 个防火区间的系统布置方案,其纵向示意如图 10 所示。

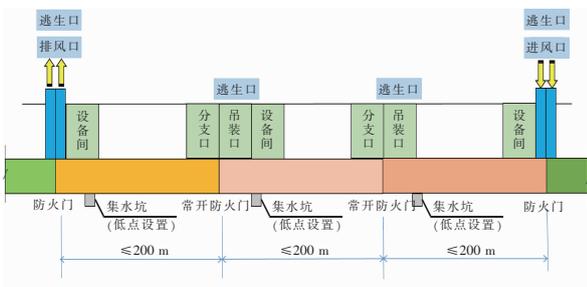


图 10 肇庆新区凤凰大道综合管廊系统纵向布置

Fig. 10 Longitudinal layout of the utility tunnel in Fenghuang Avenue, Zhaoqing New District

在该方案中,以长度 ≤ 600 m(200 m $\times 3$)为单元区间,两端分别设置排风口与进风口,形成了 1 个

通风区间;在该区域的两端及中间 1/3 分点位置,分别设置防火隔断(区间中间防火门灾时自动关闭,灾后人工打开通风),形成了 3 个防火区间;在防火隔断位置设有配电与监控合建的设备间,形成了依托于防火区间的 3 个配电区间与 3 个监控区间;在邻近防火隔断的位置分别设置逃生口,形成了依托于防火区间的 3 个逃生区间;每个防火区间内部的低点设有集水坑,与沿地板设置的排水沟一起形成了 3 个排水区间;在防火隔断附近分别设置吊装口与管线分支口,与相邻通风区间设置的吊装口及管线分支口,形成了 3 个吊装区间与管线分支区间。

该方案的优点是可以明显减少出地面的通风井的数量,有利于美化道路景观。其缺点是,当综合管廊内发生火灾时,自动关闭的防火门会影响灾后排烟与通风降温,需要专业消防员配备专业装备通过人力打开防火门进行通风。

3.3 1 个通风区间跨 2 个防火区间的方案

为了改进上述方案的缺点,进一步优化了系统布置方案,提出了 1 个通风区间跨 2 个防火区间的系统布置方案。该方案已应用于沈阳铁西新城综合管廊二期工程、台州市地下综合管廊一期工程等综合管廊工程中,取得了良好的效果。沈阳铁西新城二期综合管廊系统纵向布置如图 11 所示。

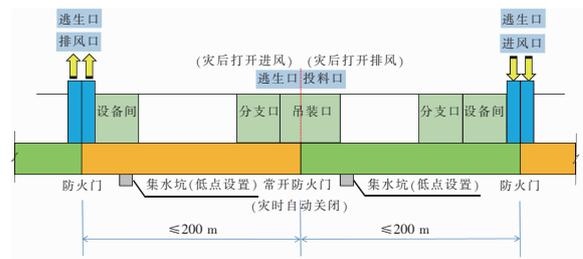


图 11 沈阳铁西新城二期综合管廊系统纵向布置

Fig. 11 Longitudinal layout of the utility tunnel in Tiexi New Town(second phase), Shenyang

该方案以长度 ≤ 400 m(200 m $\times 2$)为单元区间,两端分别设置排风口与进风口,形成了 1 个通风区间;区间两端及中间吊装口位置分别设置防火隔断,形成了 2 个防火区间;在每个防火区间的上方,设有配电与监控合建的设备间,形成了依托于防火区间的 2 个配电区间与监控区间;在邻近防火隔断的位置,分别与通风口或吊装口合建逃生口,形成了依托于防火区间的 2 个逃生区间;每个防火区间内部的低点设有集水坑,与沿地板设置的排水沟一起

形成了2个排水区间;在中间防火隔断的位置设置吊装口,与相邻区间内设置的吊装口形成一个长度 ≤ 400 m的吊装区间;另外,在中间及一侧的防火隔断位置设置管线分支口,形成了2个长度 ≤ 200 m的管线分支区间。

这种长度 ≤ 400 m区间的综合管廊系统布置,通过吊装口的巧妙设置,解决了综合管廊灾后通风的问题:吊装口的投料口与逃生口,作为灾后通风的自然进风口与自然排风口,吊装口的逃生口与通风排风口对应组合成灾后通风区间,吊装口的吊装孔与通风进风口组合成灾后通风区间。同时,相比防火区间与通风区间合并的系统布置方案,可有效减少出地面的通风井数量,提升了道路景观效果。

4 结语

综合管廊的功能系统可以通过“功能区间”的形式实现,综合管廊的系统布置可简化为各类功能区间的排列组合。基于工程实践,给出了3种基于功能区间组合的系统布置方案。通过功能区间的优化组合,可以进一步设计出各具特点的综合管廊系统布置方案,为综合管廊总体系统布置提供一种新的思路。此外,综合管廊的“功能区间”理念也可应用于综合管廊的运营管理与维护。在已建成的综合管廊工程的运营管理过程中,可按“区间”概念设置综合管廊的子单元,有利于综合管廊的层次化管理。

参考文献:

- [1] 王恒栋. 我国地下综合管廊工程技术进展[J]. 城乡建设,2017(9):55-57.
Wang Hengdong. Technical progress about underground utility tunnel in China [J]. Urban and Rural Development,2017(9):55-57(in Chinese).
- [2] 油新华. 我国城市综合管廊建设发展现状与未来发展趋势[J]. 隧道建设,2018,38(10):1603-1611.
You Xinhua. State-of-art and prospectives of urban utility tunnels in China [J]. Tunnel Construction, 2018, 38(10):1603-1611(in Chinese).
- [3] 唐志华. 城市综合管廊通风系统设计[J]. 暖通空调,2018,48(3):45-49.
Tang Zhihua. Ventilation system design for urban utility tunnel [J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2018,48(3):45-49(in Chinese).
- [4] 张浩. 综合管廊供配电系统的设计[J]. 现代建筑电气,2011(4):36-39.
Zhang Hao. Design of power supply and distribution system for pipe gallery [J]. Modern Architecture Electric,2011(4):36-39(in Chinese).
- [5] 孙磊,刘澄波. 综合管廊的消防灭火系统比较与分析[J]. 地下空间与工程学报,2009,5(3):616-620.
Sun Lei,Liu Chengbo. Fire control analysis on the multi-utility tunnel construction [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering,2009,5(3):616-620(in Chinese).
- [6] 张浩. 智慧综合管廊监控与报警系统设计思路研究[J]. 现代建筑电气,2017,8(4):17-20,37.
Zhang Hao. Design research of supervision and alarm system for utility tunnel [J]. Modern Architecture Electric,2017,8(4):17-20,37(in Chinese).
- [7] 沈计,张秋文. 利用排水区间计算城市暴雨积水[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2018,43(3):356-363.
Shen Ji,Zhang Qiwen. Calculation of urban rainstorm waterlogging with drainage area [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2018,43(3):356-363(in Chinese).



作者简介:强健(1979-),男,安徽芜湖人,硕士,高级工程师,一级注册结构工程师,主要从事市政工程的设计与研究工。

E-mail:qiangjian@smedi.com

收稿日期:2019-03-04