

城市地下联系通道火灾通风排烟设计方法

姜学鹏^{1,2}, 付维纲³, 袁月明¹, 李旭¹, 王伟²

1. 中南大学土木工程学院, 长沙 410075
2. 北京工业大学建筑工程学院, 北京 100022
3. 中铁第四勘察设计院集团有限公司城市轨道交通与地下工程设计研究院, 武汉 430063

摘要 城市地下联系通道是一种新型地下交通形式,其火灾通风排烟设计较一般城市直线型隧道更为复杂。针对地下联系通道的构造特点,提出火灾时将车行通道视为一个独立于地下车库的构筑物,依据竖井和出入口布局,利用防火卷帘将整个通道分隔成多个排烟控制区段,使烟气在设定排烟区段内沿车行方向排出地面的火灾通风排烟设计方法。以苏州火车站 UTLT 为依托工程,将其划分为 8 个排烟控制区段和 3 类通风排烟组织方式,利用 FLUENT 对典型场景火灾烟气蔓延进行模拟计算。模拟结果表明,烟气被限制在设定排烟区段内流动并排出地面,且防止了烟气逆流产生,可有效保证火源下游车辆和火源上游人员的逃生安全,验证了火灾通风排烟设计的合理性。

关键词 地下交通联系通道;通风排烟设计方法;防火卷帘;排烟控制区段

中图分类号 U459.3,U453.5

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.21.001

Design Method of Ventilation and Smoke Exhaustion Against Urban Traffic Link Tunnel Fire

JIANG Xuepeng^{1,2}, FU Weigang³, YUAN Yueming¹, LI Xu¹, WANG Wei²

1. School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, China
2. College of Architecture and Civil Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China
3. Urban Rail Transit and Underground Engineering Design and Research Institute, China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd., Wuhan 430063, China

Abstract The Urban Traffic Link Tunnel (UTLT) is a new type of underground transportation, with quite a few entrances to underground garages. It is more complicated to design the ventilation and smoke exhaust for the UTLT than for a general urban straight tunnel. According to the structural features of the UTLT, the design method of ventilation and smoke exhaust against UTLT fire is presented. The UTLT is regarded as an independent structure apart from adjacent underground garages in cases of fire. According to the layout of the ventilation shafts and the ground access, the UTLT is divided into multiple smoke control sections by the fire roller shutters. The fire smoke flows out of the ground following the travel direction in the limited smoke control zones. An UTLT is taken as an example, with eight sections and three smoke exhaust patterns. The smoke control effect of typical fire scenarios is simulated by FLUENT. The results show that the smoke is limited to the flow in the setting smoke control sections and can be exhausted out of the tunnel. And there is no back-layering flow of hot smoke, which can satisfy UTLT ventilation requirements and ensure the safe escape for people in the upstream of the fire and the vehicles in the downstream. So the design method of ventilation and smoke exhaust against the UTLT fire is reasonable. The research results can be applied directly to the design of ventilation and smoke exhaust for UTLTs.

Keywords Urban Traffic Link Tunnel; design method of ventilation and smoke exhaust; fire roller shutter; smoke control section

0 引言

城市地下联系通道 (Urban Traffic Link Tunnel, UTLT) 是

一种新型地下交通形式,专门用于联系地下车库与地面道路,可有效整合地下停车资源并减少地面道路交通绕行。国

收稿日期:2013-04-15;修回日期:2013-05-30

基金项目:湖南省科技计划项目(2012GK3169);北京市博士后工作经费资助项目(2013-ZZ-02);国家自然科学基金项目(51178015)

作者简介:姜学鹏,博士,研究方向为地下空间火灾烟气控制、火灾风险与保险,电子信箱:jxp5276@126.com

内已有北京 CBD UTLT (图 1)、北京奥林匹克公园 UTLT (图 2)、北京金融街 UTLT、天津泰达 UTLT、苏州火车站 UTLT 等实际工程。UTLT 建筑形式不同于一般城市隧道,通常具有主通道通常呈不规则环状、与多个地下车库及地面干道相连接、出入口与交叉口较多等特征。且其通风竖井布置位置和数量易受地面设计规划的限制,使其通风排烟设计更为复杂。

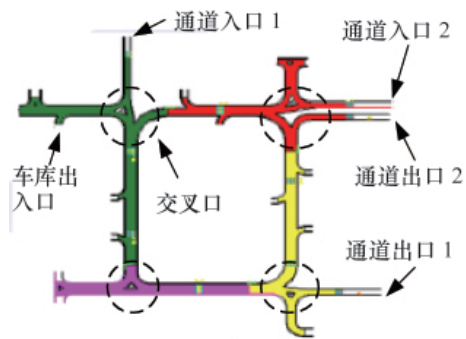


图 1 北京 CBD UTLT
Fig. 1 Beijing CBD UTLT

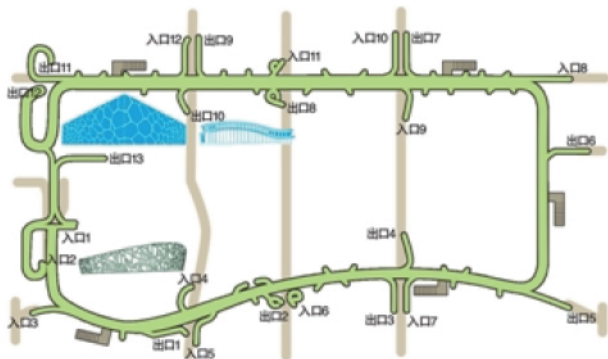


图 2 北京奥林匹克公园 UTLT
Fig. 2 Beijing Olympic Park UTLT

关于 UTLT 的研究国内外尚不多见,笔者提出利用两个竖井将整个地下交通联系通道分隔为两个气流控制区段,通过对不同区段正常通风工况和火灾工况下的需风量的计算,合理确定竖井的布置位置和面积^[1],进而提出增设防火卷帘对地下交通联系通道进行物理隔断,以地面出入口和风井划分排烟控制区段,提出不同火灾位置时的排烟控制方案,并利用 FDS (Fire Dynamics Simulator) 验证了火灾烟控方案的有效性^[2,3]。李磊等^[4,5]采用性能化防火设计方法对北京奥林匹克公园 UTLT 和北京金融街 UTLT 的消防系统进行了评估并提出相应的解决方案;华高英等^[6,7]提出了城市地下交通联系隧道性能化防火设计的研究构想,模拟分析了北京市 CBD UTLT 不同排烟工况时的烟气蔓延规律,以临界风速和有限的烟气蔓延范围为控制要求,确定了合理烟控方案^[8,9]。上述研究对实际 UTLT 的通风方案进行了评估,具有一定的指导

作用,但该类构筑物的火灾排烟设计方法仍不明确清晰,加之现行相关规范中可供参考的设计依据较少或比较笼统,不能完全满足 UTLT 通风排烟设计的实践要求,因此寻求 UTLT 通风排烟设计方法是十分必要的。

本文针对 UTLT 的构造布局与功能特点,提出 UTLT 火灾通风排烟设计的一般方法,将其应用于苏州火车站 UTLT 工程,并利用 FLUENT 6.3.26 对其火灾烟气控制方案进行模拟验证。

1 UTLT 火灾通风排烟设计方法

1.1 火灾通风排烟组织策略

由于 UTLT 与多个地下车库连通,若将 UTLT 与地下车库两者的火灾通风排烟设计合二为一,则必将导致适用规范选用的困惑性和防烟分区划分的困难性,以及灾后排烟组织方案的复杂性。基于 UTLT 的功能与平面布局的特点,提出 UTLT 与地下车库各自独立考虑火灾通风排烟的设计方法,其基本思路如下。

(1) 防火分隔。在结构设计时,UTLT 与地下停车库采用防火墙、防火卷帘、甲级防火门进行分隔,防止火灾在车行通道与地下车库之间相互蔓延,即不考虑车行通道与车库火灾之间的相互影响,火灾时车行通道被视为一个独立构筑物。

(2) 通风/排烟竖井。采用射流纵向通风或射流+竖井纵向通风模式,考虑地面设施规划的影响,合理设计通风/排烟竖井的位置和数量。

(3) 排烟控制区段。以通道出口和竖井排烟口为烟气排出地面的途径,基于通道出入口和竖井平面布局,采用防火卷帘对车行通道内部进行防烟隔断,将整个通道分隔为多个排烟控制区段,使烟气沿车行方向在设定排烟区段内流动并被排出地面。防火卷帘门的联动设置为:感烟探测器动作,卷帘门降到距地面 1.8m;感温探测器动作,卷帘门降到底。防火卷帘门两侧均设置手动控制按钮,便于防火分区内的人员手动升起防火卷帘疏散。因烟气流动速度小于车辆行驶速度(假定拥堵时的速度 10km/h),且 UTLT 内通行车辆多为小汽车,故防火卷帘不会对火源下游的行车及拥堵工况下人员的逃生产生不利影响。

(4) 人员疏散。火灾时关闭排烟控制区段内车行通道与地下车库连通处的防火卷帘(正常运营时车行通道有多个开口与车库相连通)火源下游的车辆继续前进驶离危险区域。火源上游车辆乘客下车经地下车库出入口旁的防火隔间进入车库逃生。

1.2 通风排烟有效性判定准则

UTLT 类构筑物的火灾通风排烟有效性的 3 个判定准则如下。

(1) 使烟气在排烟控制区段内沿车行方向蔓延,烟气在较短距离、较短时间内排出通道,从而将火灾烟气影响控制在一定范围内,保证通道的整体安全。

(2) 通过合理的烟控模式,使通道内烟气指标达到安全

指标: ① 如果烟气层下降到距离人员活动地板高度 1.8m 以下,烟气层的温度不应超过 333K(60℃);② 距离人员活动地面高度 1.8m 以下的烟气浓度(CO₂ 质量分数)不大于 0.05。

(3) 使火源上游通风风速大于或等于临界风速,从而使烟气不影响火源上游区域,保证火源上游的人员安全。

临界风速采用 Wu 和 Bakar 提出的公式^[6]计算:

$$\begin{cases} V'' = 0.4(0.2)^{-1/3} Q''^{1/3} & Q'' < 0.2 \text{ 时} \\ V'' = 0.4 & Q'' \geq 0.2 \end{cases} \quad (1)$$

$$Q'' = \frac{Q}{\rho_0 T_0 C_p g^{1/2} \bar{H}^{5/2}} \quad V'' = \frac{V_c}{\sqrt{gH}}$$

式中, V_c 为临界风速, m/s; g 为重力加速度, m/s²; Q 为火灾时热释放速率, W; ρ_0 为环境温度下气体密度, kg/m³; C_p 为空气的定压比热, J/(kg·K); T_0 为环境的绝对温度, K; \bar{H} 为通道水利高度, m; Q'' 为无量纲热释放速率。

2 工程应用

2.1 UTLT 概况

某 UTLT 为连接火车站前广场地下空间南北广场的车行通道,主通道宽 7.55m,净高 4.3m,设计行车速度 30km/h,交通组织方式以单向顺时针为主。车行通道整体呈环状分布,全长约 2170m,南北向长约 500m,东西向宽约 400m。车行通道与地面共有 4 个出入口,只允许轿车和轿厢式汽车通行。采用竖井送/排烟和射流风机纵向通风方式,竖井分设在车行通道的西北和东南两个对角处。本通道内共设有 4 台通风量为 48m³/s 的轴流风机、12 台断面直径和推力分别为 245N 和 630mm 主通道射流风机、以及 4 台断面直径和推力分别为 530N 和 1000mm 出入口射流风机。轴流风机安装在竖

井内,射流风机贴近通道顶壁布置安装,且 jfx1 和 jfx2 仅用于逆转送风。该通道横断面如图 3 所示,平面布局如图 4 所示。



图 3 UTLT 横断面图

Fig. 3 Cross section of UTLT

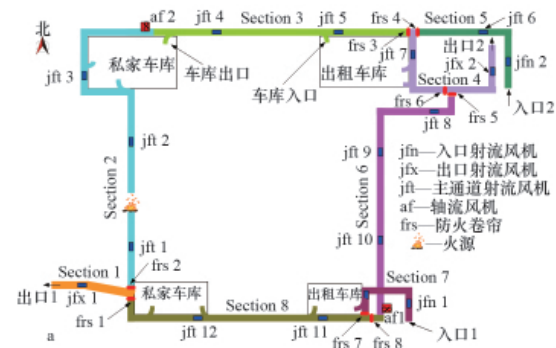


图 4 火灾排烟控制区段图

Fig. 4 Smoke control zone layout

2.2 通风排烟组织方案设计

依据通道出入口、交叉口、竖井的平面布局,通过设置防火卷帘将整个通道分隔为 8 个排烟控制区段,如图 4 所示。将同一控制区段内不同位置火灾视作同一火灾场景,采用相同的烟气控制方案,如表 1 所示。

表 1 火灾场景及其通风排烟组织方案表

Table 1 Design schemes of smoke control of different fire scenarios

火灾场景	火源发生位置	火灾通风排烟组织方案
场景 1	区段 1	启动防火卷帘 frs 2、frs 8 将 Section 1、Section 7 和 Section 8 作为一个整体进行烟气控制,开启 jft 10、jft 11 和 jfn 1 进行风压平衡,新风由入口 1 进入,烟气由出口 1 排出
场景 2	区段 2	启动防火卷帘 frs 1 将 Section 1 和 Section 2 作为一个整体进行烟气控制,开启 af 2 进行机械排烟,开启射流风机 jft 1、jft 2、jft 3 和 jfx 1 进行风压平衡,新风由出口 1 进入
场景 3	区段 3	启动防火卷帘 frs 4、frs 5 将 Section 3 与 Section 4 作为一个整体进行烟气控制,开启 af 2 进行机械送风,开启射流风机 jft 4、jft 5 和 jft 7 进行风压平衡,烟气由出口 2 排出通道外部
场景 4	区段 4	启动车道内防火卷帘 frs 4、frs 5 将 Section 3 与 Section 4 作为一个整体进行烟气控制,开启 af 2 进行机械送风,开启射流风机 jft 4、jft 5 和 jft 7 进行风压平衡,烟气由出口 2 排出通道外部
场景 5	区段 5	启动车道内防火卷帘 frs 3、frs 5 将 Section 3 与 Section 4 作为一个整体进行烟气控制,开启射流风机 jft 6、jft 7 和 jfn 2 进行风压平衡,新风由入口 1 进入,烟气由出口 2 排出
场景 6	区段 6	开启 af 1 进行排烟,开启射流风机 jft 6、jft 7、jft 8、jft 9、jft 10、jfn 2 和 jfx 2 进行风压平衡,新风由出口 2 和入口 2 同时进入
场景 7	区段 7	启动防火卷帘 frs 2、frs 8 将 Section 1、Section 7 和 Section 8 作为一个整体进行烟气控制,开启 jft 10、jft 11 和 jfn 1 进行风压平衡,新风由入口 1 进入,烟气由出口 1 排出
场景 8	区段 8	启动防火卷帘 frs 2、frs 7 将 Section 1 和 Section 8 作为一个整体进行烟气控制,开启 af 1 进行机械送风,开启 jft 11 和 jfn 1 进行风压平衡,烟气由出口 1 排出

根据火源与出入口及竖井位置关系,可将上述 8 个火灾场景下的通风排烟组织方式归纳为 3 类(图 5)。

(1) 出入口补风排烟+竖井排烟(场景 2、6):沿车行方向,火灾区域下游有竖井但上游无竖井有洞口,开启下游竖井内的轴流风机高速运行排烟,同时相关控制区段的射流风机进行风力平衡。

(2) 送风竖井补风+出口排烟(场景 3、8):沿车行方向,火灾区域下游无竖井有出口但上游有竖井,开启上游竖井内的轴流风机高速运行送风,同时相关控制区段的射流风机进行风力平衡,烟气从下游出口排出。

(3) 入口补风和出口排烟(场景 1、4、5 和 7):沿车行方向,火灾区域上、下游均无竖井。开启相关控制区段的射流风机进行压力平衡,新风从上游入口进入,烟气从下游出口排出。

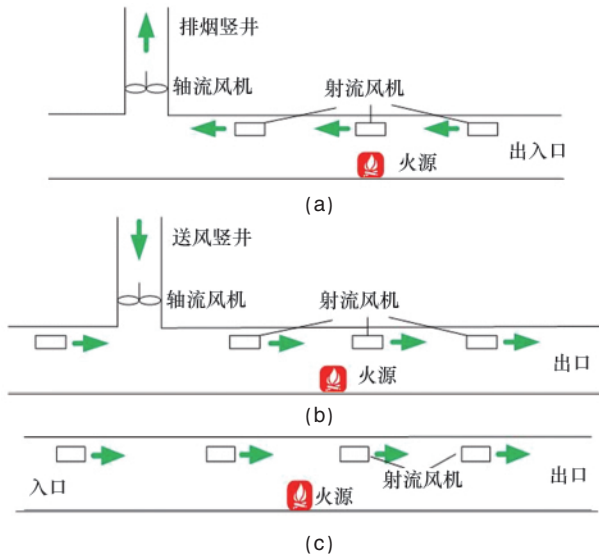


图 5 UTLT 通风排烟组织方式:上游为出入口,下游有排烟竖井(a);上游有送风竖井,下游为出口(b);上游为入口,下游为出口(c)

Fig. 5 Ventilation and smoke control modes of UTLT: Air supplied through entrance or exit and smoke exhausted via shaft (a), air supplied through shaft and smoke exhausted through exit (b), air supplied through entrance and smoke exhausted through exit (c)

2.3 模型构建与参数设定

采用 FLUENT 6.3.26 对苏州火车站 UTLT 通风排烟方案进行模拟分析。本模拟将火源简化为一个固定体积的热源,即采用 VHS 模型,流动采用带浮力修正的 $k-\varepsilon$ 双方程湍流模型,辐射采用 DO 辐射模型,并采用分离式解法中的 SIMPLE 算法求解离散方程。为获得稳定的流场,火源与射流风机本身采用 $0.2\text{m}\times 0.2\text{m}\times 0.2\text{m}$ 网格,轴流风机及相邻区域分别采用 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ 网格。

设环境温度为 293K ,密度为 $1.22\text{kg}/\text{m}^3$ 。隧道壁的粗糙度为 0.025m ,壁面为绝热。通风/排烟竖井的轴流风机风速设置为 $8\text{m}/\text{s}$,在 GAMBIT 中设置其边界条件为 in-velocity,速度方向取负。射流风机设为压力边界条件,其升压值计算公式为: $\Delta P=kF/S$,式中 ΔP 为升压值(Pa), F 为射流风机的推力(N), S 为射流风机断面面积(m^2), k 为折降系数,取 $k=0.42^{[9]}$ 。主通道射流风机 jft 的升压值为 330Pa ,并将其边界条件设为 exhaust-fan。通道出入口设为压力出口 press-out 边界条件,防火卷帘则用绝热墙壁来实现。为简化模型,射流风机采用正六面体 $0.2\text{m}\times 0.2\text{m}\times 0.2\text{m}$ 代替,轴流风机直接在竖井出口处用速度入口边界条件来实现,设置尺寸为 $4\text{m}\times 2\text{m}$ 。

因该 UTLT 只允许轿车和轿厢式汽车通行,设定其火灾热释放速率为 $5\text{MW}^{[11]}$,火源模型尺寸参照小汽车尺寸设置为 $4.6\text{m}\times 1.7\text{m}\times 1.5\text{m}^{[12]}$ 。车行通道内火灾燃烧产物成分主要为空气和 CO_2 ,其分别占总质量的 95% 和 $5\%^{[13]}$ 。火灾烟气释放量^[14]依据火灾热释放速率与火灾烟气释放量之间的关系(图 6)获得。当模拟稳态火时,火源功率为 5MW 时的火灾烟气释放速率为 $22\text{kg}/\text{s}$;当瞬态火源采用快速 t^2 火模拟时,即 $Q=at^{2[15]}$, Q 为火灾热释放速率(kW), t 为火灾发生时间(s), a 为火灾等级常数,对于快速火,取 $a=0.0469$,则火源在 326.5s 内从 0 增加至 5MW 。

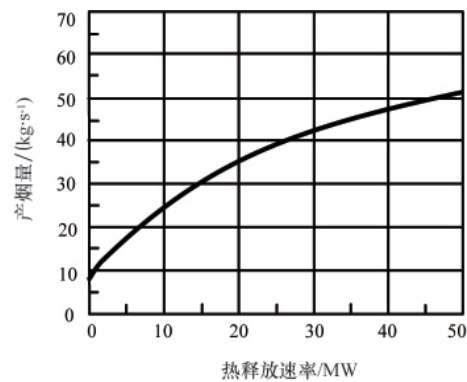


图 6 热释放速率与产烟量关系

Fig. 6 Relation between smoke production volume and heat release rate

2.4 模拟计算分析

选取典型火灾场景 2 进行模拟计算,该场景是该车行通道最复杂的部分之一,其计算区域约占车行通道长度的 $1/4$ 。为方便显示通道中的烟气蔓延状态,本文所截取的横向平面均位于通道地面以上 1.8m 处,纵向剖面均从通道中部剖开。图 7 为该场景下烟气浓度场瞬态分布情况,图 8 为烟气浓度场稳态分布情况,图 9 为烟气温度场稳态分布情况,图 10 为烟气流速场稳态分布情况。

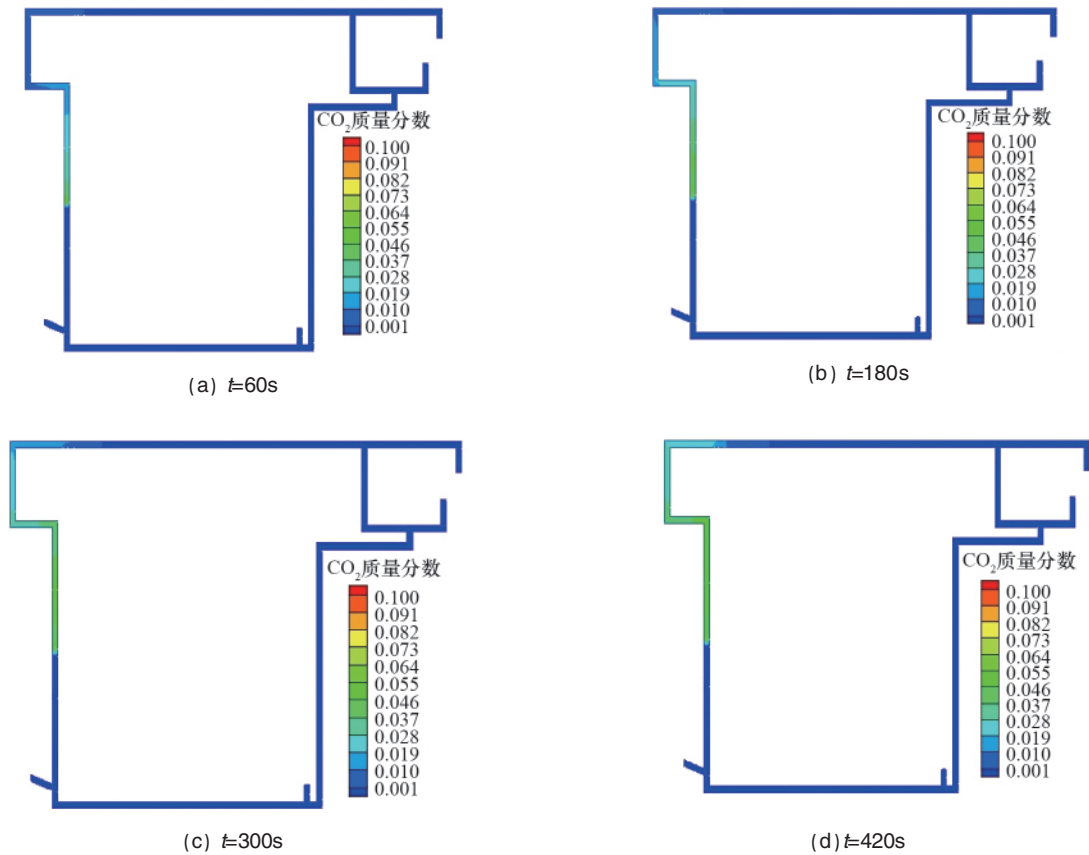


图 7 烟气浓度场瞬态分布
Fig. 7 Smoke transient spread

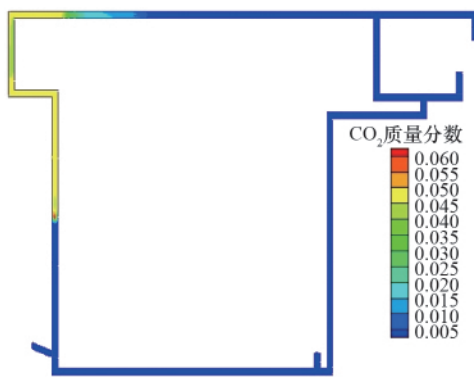


图 8 烟气浓度场稳态分布
Fig. 8 Smoke concentration field steady distribution

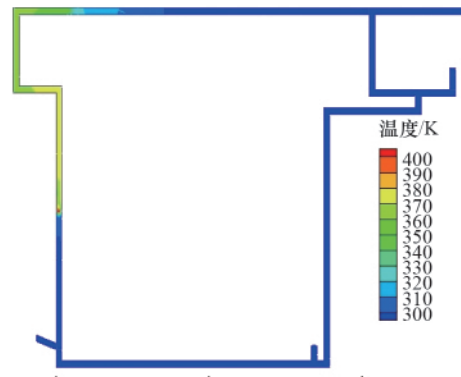


图 9 烟气温度场稳态分布
Fig. 9 Smoke temperature field steady distribution



图 10 火源附近流速场稳态分布 (m/s)
Fig. 10 Velocity field steady distribution near the fire (m/s)

从图 7 可以看出,火灾发生 300s 后烟气已充满区段 2 的火源下游部分,此后烟气几乎稳定在区段 2 并没有向区段 3

蔓延,且烟气前锋一直稳定在排烟竖井 2 附近,烟气被限制在排烟区段 2 内流动并被排出地面。

从图 8 和图 9 可以看出,受影响区域烟气浓度和温度均能控制在较安全的水平,烟气温度在 360K 以下,CO₂ 浓度低于 0.05,保证了排烟区段内疏散环境安全。

本工程中, $g=9.8\text{m/s}^2$, $H=4.3\text{m}$, $Q=5\text{MW}$, $\rho_0=1.22\text{kg/m}^3$, $C_p=1020\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $A=32.46\text{m}^2$, $T_0=300\text{K}$, $\bar{H}=6.4\text{m}$ 。计算得到该通道

临界风速分别为 2.0m/s。从图 10 可得到通道内通风风速约为 2.08m/s, 超过 2.0m/s 的临界风速, 能有效限制烟气逆流, 可完全保证通道内人员疏散环境安全。

上述模拟结果表明, 该场景下的通风排烟组织方案的合理性和科学性。

3 结论

城市地下联系通道的环状结构和多出入口布局, 使其火灾通风排烟控制较一般直线型隧道更为复杂。基于保证火灾发生时通道内人员疏散安全的前提, 本文提出火灾时将 UTLT 视为一个独立构筑物, 依据竖井和出入口位置, 采用防火卷帘将整个通道分隔成多个排烟控制区段, 使烟气在设定排烟区段内沿车行方向排出地面的 UTLT 火灾通风排烟设计方法。

将本文提出的火灾通风排烟设计方法应用到某 UTLT 工程, 并将其划分为 8 个排烟控制区段和 3 类排烟组织方式, 选取典型场景利用 FLUENT 对其火灾烟气蔓延进行了模拟分析。结果表明, 烟气按照设定路线排出地面且无烟气逆流发生, 有效保证了火源下游车辆和火源上游人员的逃生安全, 验证通风排烟方案的有效性。

由于城市地下交通联系通道构造的复杂性, 使其同一火灾位置会有多种通风排烟组织方案, 应综合考虑风机联合运行方式、烟气影响范围等评价因素, 以确定最优的排烟方案。

参考文献 (References)

- [1] 姜学鹏, 刘琪, 赵红莉, 等. 通风竖井在苏州火车站地下空间环形车道中的应用[J]. 地下空间与工程学报, 2009, 5(1): 37-41.
Jiang Xuepeng, Liu Qi, Zhao Hongli, et al. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2009, 5(1): 37-41.
- [2] 姜学鹏, 徐志胜, 黄益良, 等. 苏州火车站地下交通联系通道火灾烟控方案的性能化研究[J]. 科技导报, 2009, 27(9): 77-82.
Jiang Xuepeng, Xu Zhisheng, Huang Yiliang, et al. Science & Technology Review, 2009, 27(9): 77-82.
- [3] Jiang X P, Chen R Y, Xu Z S. Study on fire smoke control of underground annular channel [J]. Advanced Materials Research, 2011 (243-249): 4887-4890.
- [4] 李磊, 刘文利, 唐海, 等. 北京奥林匹克公园地下交通联系通道性能化防火设计研究[J]. 科技导报, 2008, 26(15): 40-46.
Li Lei, Liu Wenli, Tang Hai, et al. Science & Technology Review, 2008, 26(15): 40-46.
- [5] 李磊, 刘文利, 肖泽南, 等. 金融街地下车行系统消防安全性能化设计评估[J]. 消防技术与产品信息, 2004(1): 4-7.
Li Lei, Liu Wenli, Xiao Zenan, et al. Fire Technique and Products Information, 2004(1): 4-7.
- [6] 华高英, 王伟, 赵耀华, 等. 城市地下交通联系通道防火设计探讨[J]. 建筑科学, 2008, 24(8): 15-18.
Hua Gaoying, Wang Wei, Zhao Yaohua, et al. Building Science, 2008, 24(8): 15-18.
- [7] 康晓龙, 王伟, 赵耀华, 等. 城市地下交通通道性能化防火设计探讨[J]. 建筑科学, 2007, 23(8): 4-8.
Kang Xiaolong, Wang Wei, Zhao Yaohua, et al. Building Science, 2007, 23(8): 4-8.
- [8] 华高英, 王伟, 赵耀华, 等. 地下交通联系通道典型火灾场景的烟气控制研究[J]. 建筑科学, 2010, 26(8): 92-97.
Hua Gaoying, Wang Wei, Zhao Yaohua, et al. Building Science, 2010, 26(8): 92-97.
- [9] Hua G, Wang W, Zhao Y, et al. A study of an optimal smoke control strategy for an Urban Traffic Link Tunnel fire [J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2011, 26(2): 336-344.
- [10] 王伟, 华高英, 赵耀华, 等. 城市地下交通隧道实体通风试验与数值仿真研究[J]. 北京工业大学学报, 2010, 36(2): 193-198.
Wang Wei, Hua Gaoying, Zhao Yaohua, et al. Journal of Beijing University of Technology, 2010, 36(2): 193-198.
- [11] Permanent International Association of Road Congresses (PIARC) Committee on Road Tunnel. Fire and smoke control in road tunnels[M]. Paris: AIPCR, 1999.
- [12] Li J S M, Chow W K. Numerical studies on performance evaluation of tunnel ventilation safety systems[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2003, 18(5): 435-452.
- [13] Galdo M, Maria K, Manuel J, et al. Numerical 3D simulation of a longitudinal ventilation system: Memorial tunnel case[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2008, 23(5): 539-551.
- [14] 张娜, 戴国平, 郭光玲, 等. 坡度隧道中烟气控制的 CFD 模拟研究[J]. 公路, 2005(5): 180-182.
Zhang Na, Dai Guoping, Guo Guanglei, et al. High Way, 2005(5): 180-182.
- [15] CIBSE. CIBSE guide E: Fire engineering [M]. London: Portland Press Ltd, 2008.

(责任编辑 吴晓丽)



《科技导报》征集“封面文章”

为快速反映我国最新科技研究成果,《科技导报》拟利用刊物最显著位置——封面将最新科研成果第一时间予以突出报道。来稿要求:研究成果具创新性或新颖性;反映该领域我国乃至世界前沿研究水平;可以图片形式予以反映,图片美观、清晰、分辨率超过 300dpi;文章篇幅不限,要说明研究的背景、方法、取得的结果,以及结论。在线投稿:www.kjdb.org。