

文章编号: 1671-6612 (2020) 03-344-04

# 带有上盖物业开发的地铁车辆段 通风防排烟系统设计

刘正清

(中信建筑设计研究总院有限公司 武汉 430014)

**【摘要】** 针对目前国内上盖物业开发的车辆段防排烟设计无明确规定的问题,以某市地铁线路中的车辆段为工程案例,对常用的计算方法进行比较分析得出较为合理的计算方法,并对上盖范围内的咽喉区等排烟设计进行介绍,为后期类似工程的设计提供一定的参考。

**【关键词】** 上盖物业开发;车辆段;通风;防排烟;设计

中图分类号 TU834 文献标识码 B

## Ventilation, Smoke Prevention and Exhaust System Design of Underground Metro Depot with over Development of Buildings

Liu Zhengqing

(CITIC General Institute of Architectural Design and Research Co., Ltd, Wuhan, 430014)

**【Abstract】** According to the present problem of ventilation, smoke prevention and exhaust system design of underground metro depot with over development of buildings design without making a clear regulation, combination the case of a metro depot, comparison and analysis the common calculation methods, it is obtained the reasonable calculation, and introduce the design of smoke exhaust for the throat area, provide certain reference for later similar buildings design.

**【Keywords】** over development of buildings; metro depot; ventilation; smoke prevention and exhaust; design

作者(通讯作者)简介:刘正清(1985-),男,硕士研究生,工程师, E-mail: lzqwuse@163.com

收稿日期: 2019-06-21

## 0 引言

轨道交通作为城市最主要的基础设施之一,是城市发展增长的基本要素。然而常规轨道交通车辆段(停车场)占地面积大、经济效益差,在城市土地稀缺的背景下,国内一些城市建设轨道交通车辆段(停车场)时,在满足相关功能的前提下,对车辆段(停车场)进行上盖物业开发,以复合性使用来提高土地使用率。虽然地铁设施已经发展很长时间且技术也相对成熟,但由于车辆段建设上盖成本高、技术相对复杂,因此目前在车辆段上进行上盖开发的案例并不多。再加上上盖物业开发是将车辆

段、车库和住宅叠加建造,车辆段属于工业用房,车库和住宅及配套用房属于民用建筑,不同类别的建筑叠加建造,目前还没有现行规范来规定指导此类建筑的消防设计,这方面的设计目前国内也少有成功的案例可以借鉴,也还处于探索阶段。鉴于此,笔者结合某市地铁某号线中带有上盖开发的停车场为案例,对其通风、防排烟设计展开介绍,希望能以后类似项目的设计提供一定的参考。

## 1 项目概况

本地铁线路的停车场与另外一条线路的停车

场共址设置，且本条线路包括一、二期工程用地。本停车场总图采用顺向并列式段型，房屋布置按功能分区。停车场按照预留自动化车场条件、预留上盖条件布置，如图 1 所示。本条线路一期工程用地面积为 18.40hm<sup>2</sup>，二期用地为 10.33hm<sup>2</sup>。新建房屋建筑面积一期约 95700m<sup>2</sup>，包括 11 个单体；二期约为 26100m<sup>2</sup>，包括 8 个单体。上盖物业开发将分两期实施，上盖结构板标高为 9.000。一期盖下的建筑单体有运用库（含运转综合楼）、洗车机棚、轮对及受电弓检测棚。厂前区的建筑单体均在上盖范围之外，包括综合楼、食堂及公寓、综合维修中心、物质总库、材料棚、蓄电池间，如图 2 所示。一期盖上有 6 栋高层住宅楼和多层商业楼，盖板面积：13.18 万 m<sup>2</sup>。

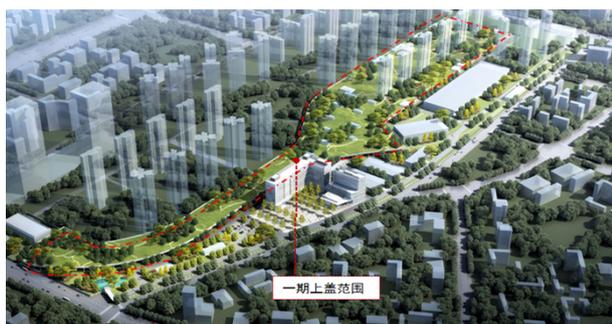


图 1 停车场鸟瞰效果图

Fig.1 Aerial view of the parking lot

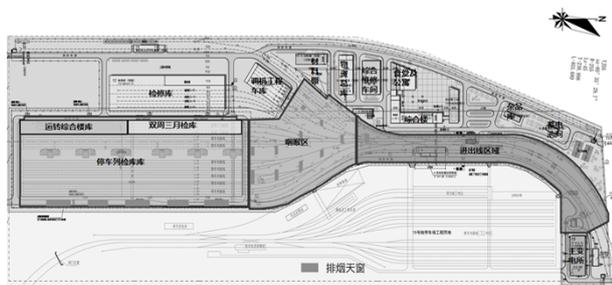


图 2 停车场总平面图

Fig.2 General plan of the parking lot

## 2 防排烟设计存在的问题

### 2.1 盖下单体建筑火灾危险性分类

表 1 停车场单体建筑火灾危险性等级分类

Table 1 Fire hazard classification of single building in parking lot

建筑单体	建筑面积 / m <sup>2</sup>	建筑火灾性质
运用库	52077.6	戊类厂房

(停车列检库、双周/三月检库)

运转综合楼	9755.3	民用建筑
洗车机棚	962.2	戊类厂房
轮对及受电弓检测棚	151.7	丁类厂房

本停车场一期盖下的建筑单体有运用库（含运转综合楼）、洗车机棚、轮对及受电弓检测棚。依据《地铁设计防火标准》（报批稿）4.1.6 条，各单体建筑火灾危险性等级分类见表 1。

### 2.2 存在的问题

目前我国的地铁防排烟设计主要是依据《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）和《地铁设计规范》（GB 50157—2013），这些规范对上盖物业开发的车辆段防排烟设计均无明确规定，而正在报批的《地铁设计防火标准》对该类项目的防排烟虽有了规定和说明，但针对盖下运用库（包括停车列检库、双周/三月检库）并无明确的计算方法。目前在项目设计时，只能从已建成的类似项目中进行总结从而得出一些经验来指导设计，这样根据不同项目总结出了不同的计算方法，由于计算方法不一致，给设计的顺利完成造成了很大的影响。

#### 2.2.1 相关规范依据

《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）中 8.5.2 规定：建筑面积大于 5000m<sup>2</sup> 的丁类生产车间应设置排烟设施。

《地铁设计防火标准》（报批稿）中 8.4.2 规定：车辆基地的停车库等场所的防排烟设计，除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定外，尚应符合下列要求：（1）当厂房高度超过 6m 时，可不划分防烟分区；（2）当丁类厂房采用机械排烟时，排烟量应按换气次数不小于 4 次/h 计算。

《地铁设计规范》（GB 50157—2013）中 28.4.10 规定：地下车站站台、站厅火灾时的排烟量，应根据一个防烟分区的建筑面积按 1m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·min) 计算，当排烟设备担负两个防烟分区时，其设备能力应该按同时排除 2 个防烟分区的烟量配置。

#### 2.2.2 存在的问题

（1）《建筑设计防火规范》和《地铁设计防火标准》中均只对丁类厂房地排烟要求进行了规定，但运用库中停车列检库、双周/三月检库等存放着地铁的车辆，属于戊类厂房，两个规范都对戊类厂

房是否需考虑设置排烟设施没有明确。

(2) 停车列检库、双周/三月检库等在不能满足自然排烟要求的情况下需机械排烟, 排烟量如何计算没有明确。

### 3 方案的设定及计算结果分析

#### 3.1 设定方案

带有上盖开发的车辆段上盖面积大且上盖要开发利用, 盖下单体建筑无法利用自然排烟来满足排烟要求; 结合国内类似工程案例盖下单体建筑停车列检库、双周/三月检库均采用机械排烟的排烟方式, 排烟量的主要可以按以下三种不同方法来计算:

(1) 根据《地铁设计防火标准》中规定排烟量按换气次数不小于 4 次/h 计算。

(2) 根据《地铁设计规范》中规定一个防烟分区的建筑面积按  $1\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{min})$  计算。

(3) 根据地铁列车发生火灾时烟羽流质量流量公式计算。

#### 3.2 计算结果

停车列检库、双周/三月检库建筑面积为  $52077.6\text{m}^2$ , 长度为  $432\text{m}$ 、宽度为  $136.7\text{m}$ 、层高等为  $9\text{m}$ 。由于不能满足自然排烟要求, 需设置机械排烟。为了避免某一列车发生火灾时需要开启库内所有的排烟风机, 而只开启着火列车所在的区域的排烟风机进行排烟, 利用挡烟垂壁把运用库按列车行驶方向进行防烟分区的划分, 得到最大的防烟分区面积为  $2750\text{m}^2$ 。

针对上述三种不同的计算方案, 分别进行计算得到以下结果:

(1) 按换气次数法计算得到排烟量:

$$L_1=2750 \times 9 \times 4=99000\text{m}^3/\text{h}$$

(2) 按单位面积排烟量法计算得到排烟量:

$$L_2=2750 \times 1 \times 60=165000\text{m}^3/\text{h}$$

(3) 按烟羽流质量流量法计算得到排烟量: 最小清晰高度计算:

$$H_q=1.6+0.1H$$

式中:  $H_q$  为最小清晰高度,  $\text{m}$ ;  $H$  为排烟空间的建筑净高度,  $\text{m}$ 。

该库高度为  $9\text{m}$ , 经计算最小清晰高度为  $2.5\text{m}$ 。

烟羽流质量流量按下式计算:

$$M_\rho=0.071Q^{\frac{1}{3}}Z^{\frac{5}{3}}+0.0018Q_c$$

式中:  $M_\rho$  为烟羽流质量流量,  $\text{kg/s}$ ;  $Q_c$  为热释放量的对流部分,  $\text{kW}$ ; 一般取值为  $0.7Q$ , 其中  $Q$  为火灾时热释放量; 地铁列车设计火灾规模通常为  $5.0\sim 10.5\text{MW}$ , 这里取  $8.5\text{MW}$ 。

$Z$  为燃料面到烟层底部的高度,  $\text{m}$ , 取值应大于最小清晰高度, 这里取值  $3\text{m}$ 。

$$\begin{aligned} M_\rho &= 0.071 \times 8500^{\frac{1}{3}} \times 3^{\frac{5}{3}} + 0.0018 \times 0.7 \times 8500 \\ &= 19.75\text{kg/s} \end{aligned}$$

烟气平均温度与环境温度的差值按下式计算:

$$\Delta t_p = \frac{Q_c}{M_\rho c_p}$$

式中:  $\Delta t_p$  为烟气平均温度  $t_p$  与环境温度  $t_0$  的差值,  $^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_p = t_p - t_0$ ;  $c_p$  为空气的定压比热, 一般取  $1.02\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ 。

$$\text{经计算 } \Delta t_p = \frac{0.7 \times 8500}{19.75 \times 1.02} = 295.4^\circ\text{C}$$

排烟量按下式计算:

$$V = \frac{M_\rho T}{\rho_0 T_0}$$

式中:  $V$  为排烟量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $\rho_0$  为环境温度下气体的密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $t_0=20^\circ\text{C}$  时,  $\rho_0=1.2\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $T_0$  为环境的热力温度,  $\text{K}$ ;  $T$  为烟气的热力温度,  $\text{K}$ ,  $T=T_0+\Delta t_p$ 。

$$\text{经计算 } V=33.05\text{m}^3/\text{s}=118980\text{m}^3/\text{h}$$

按烟羽流质量流量法计算得到排烟量取值:

$$L_3=120000\text{m}^3/\text{h}$$

#### 3.3 结果分析

经过比较  $L_1 < L_3 < L_2$ 。从安全方面考虑, 机械排烟量应按最大值选取, 这样可以最快的速度排出烟气, 从而减少人员伤亡和财物损失。停车列检库、双周/三月检库内的每个防烟分区的排烟按  $1\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{min})$  计算得到的  $165000\text{m}^3/\text{h}$  作为计算排烟量。

每个防烟分区选用两台低噪声离心风机箱, 排烟量为  $95000\text{m}^3/\text{h}$ , 整个停车列检库、双周/三月检库选用 32 台风机。平时通风与排烟合用一套系统。

由于停车列检库、双周/三月检库四周都是开

敞空间直通室外,可以自然补风,满足补风量不小于排烟量的 50%。

### 3.4 其他部位通风、防排烟设计

(1) 运转综合楼为民用建筑,按《建筑设计防火规范》中规定:面积大于  $50\text{m}^2$  的无窗房间和长度超过  $20\text{m}$  的疏散走道均应设置机械排烟系统。运转综合楼内疏散走道用挡烟垂壁分为四个防烟分区,烟量按走道面积加最大房间面积之和乘以  $120\text{m}^3/\text{h}$  计算,排烟量为  $36000\text{m}^3/\text{h}$ ,需用 4 台排烟量为  $40000\text{m}^3/\text{h}$  的 HTF 型消防高温排烟风机,采用 2 台风量为  $42000\text{m}^3/\text{h}$  轴流式风机进行机械补风,排烟、补风风机均设置于专用风机房内。楼梯间靠近室外侧采用自然排烟方式,可开启外窗面积满足不小于  $2\text{m}^2$  要求。

(2) 咽喉区建筑面积约为  $3.8\text{万 m}^2$ ,建筑定义为亚安全区。为避免影响层高和节约初投资,在不影响上盖物业开发的前提下布置自然通风天窗来满足自然排烟,可开启天窗面积应按不小于咽喉区建筑面积的 5% 计算,且天窗之间的距离应小于  $60\text{m}$ 。考虑到咽喉区上下两侧是直通室外,可以扣除由于通室外部分自然排烟要求面积,剩下的不满足部分通过设置 9 个侧面设置百叶的天窗,每个天窗可开启外窗面积为  $80\text{m}^2$  来满足自然排烟要求。

(3) 洗车机棚、轮对及受电弓检测棚靠近上盖边上,可以利用开外窗的来满足自然排烟要求,可开启外窗面积满足不小于房间面积的 2%。

## 4 结论

(1) 带有上盖物业开发的车辆段通风设计要充分考虑上盖物业开发对盖下咽喉区及厂房、库房自然通风的影响,结合上盖物业开发要求利用自然通风并最大限度改善盖下环境。

(2) 带有上盖物业开发的车辆段的运用库采用机械排烟时,要合理划分防烟分区,每个防烟分区的排烟量需通过计算比较得出合理的计算值。

(3) 带有上盖物业开发的车辆段的火灾危险性及排烟设施的设置均需与消防性能化评估单位充分沟通确定,并取得当地消防部门的认可。

### 参考文献:

- [1] GB 50016—2014,建筑设计防火规范[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [2] GB 50157—2013,地铁设计规范[S].北京:中国计划出版社,2013.
- [3] 中华人民共和国公安部. 地铁设计防火标准(报批稿).
- [4] DGJ08-88-2006,建筑防排烟技术规程[S].公安部上海消防科学研究所,上海市消防局,2006.
- [5] 高吉祥. 带上盖开发的地铁车辆段防排烟方案研究[J]. 中国新技术产品,2014,(3):36-37.
- [6] 姚富宏. 上盖物业车辆段通风空调设计与实践[J]. 制冷与空调,2015,29(6):662-665.
- [7] 程雅丽,朱建章. 带有上盖物业开发的地铁车辆段通风空调设计[J]. 暖通空调,2010,40(7):1-4.
- [8] 刘桂江,王栋. 苏州太平车辆段上盖开发消防设计[J]. 铁道工程学报,2012,(11):67-72.