

地铁车站群组消防供水模式探讨

郑 超

(深圳市市政设计研究院有限公司, 518029, 深圳//工程师)

摘 要 目的:目前,地铁车站消防供水按每座车站单独设置消防水源,造价昂贵且占用地下空间。为优化消防供水模式,合理利用有限的地下空间,提出地铁车站群组消防供水模式。方法:地铁车站群组消防供水模式将多站多区间作为一个消防单元,通过采用临时高压消防给水系统负责整个消防单元的水消防安全。介绍了管网压力损失计算方法,分析了线路坡度对消防泵房最远服务距离的影响,阐述了合理规划地铁车站群组消防供水规模的计算方法及过程。对该模式下报警控制、水泵接合器设置、邻站消防控制室设置与否等方面提出了建议。结果及结论:消火栓出口动压是否超压对地铁车站群组消防供水规模有较大影响。建议增设压力传感器、电磁流量计及压力开关,监测管网运行状况,确保消防系统安全稳定。

关键词 地铁车站;消防供水;车站群组

中图分类号 U231.96

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.08.047

Exploration of Fire Water Supply Mode for Metro Station Cluster

ZHENG Chao

Abstract Objective: Currently, the metro station fire water supply for each station is individually equipped with fire water sources, it is costly and occupies underground space. To optimize the fire water supply mode and appropriately utilize the limited underground space, a fire water supply mode for metro station cluster is proposed. Method: The fire water supply mode for metro station cluster considers multiple stations and intervals as a single fire unit, and adopts a temporary high-pressure fire water supply system to ensure the safety of entire fire protection unit. The calculation method for pipeline pressure loss is introduced, and the influence of line slope on the farthest service distance of fire pump room is analyzed. The calculation method and process for determining the appropriate scale of fire water supply for metro station cluster are explained. Suggestions are put forward for alarm control, setting of pump coupling devices, and establishment of neighboring station fire control rooms under this mode. Result & Conclusion: The dynamic pressure at the hydrant outlet has a significant

impact on fire water supply scale for metro station cluster. It is recommended to install pressure sensors, electromagnetic flow meters and pressure switches to monitor pipeline network operation and ensure fire protection system safety and stability.

Key words metro station; fire water supply; station cluster

Author's address Shenzhen Municipal Design & Research Institute Co., Ltd., 518029, Shenzhen, China

目前,我国地铁车站通常划归为1个独立的消防管理单元。根据以往设计经验,若地铁车站周边水量或水压不满足消防要求,则通常要在该站设置消防泵房或者增加消防水池来增大供水压力。然而每站增设消防泵房或消防水池又会面临造价增加的情况。对此,本文提出地铁群组消防水模式,将数座地铁车站划分为1个车站群组,在满足消防要求且保证可靠性的前提下,通过合理控制群组规模,统一进行车站群组水消防设计。

按区域统一进行消防供水设计,已在办公建筑群及高校校园等民用建筑领域中得到应用^[1-2];在轨道交通领域,北京地铁4号线^[3]也曾有类似的分析,而且地铁停车场及车辆段(以下简称“场段”)中常常采用1套消防泵组供给场段内多个单体使用。上述案例为地铁群组消防设计提供了参考。然而地铁车站群组水消防的具体分析计算及可靠性的研究却鲜有提及,对此,本文对地铁车站群组水消防系统的供水模式及设计进行系统性分析。

1 地铁车站群组的消防供水模式

地铁车站间距短则可能仅几百米,最远不过数公里,这为车站群组区域消防提供了可能。《地铁设计规范》^[4]规定,一条线路的防火设计应按同一时间发生一次火灾考虑。根据《消防给水及消火栓系统技术规范》(以下简称“《消规》”)^[5]对建筑群共用临时高压消防给水系统的要求,公共建筑宜为同一产权或物业管理单位。由于地铁车站往往是

属于同一产权或者物业单位,不属于工矿企业,故可将地铁车站群组作为特殊的公共建筑群统一考虑,采用共用临时高压消防给水系统进行区域供水。

将几座车站划归为 1 个消防单元进行统一考虑,将位于群组中心位置的 1 座车站设为消防主站,并在消防主站设置 1 处消防泵房;若该主站消防水量不满足要求,则设置消防水池;消防主站负责整个群组内车站及区间消防用水的临时高压消防给水系统。群组临时高压消防给水系统示意图如图 1 所示。

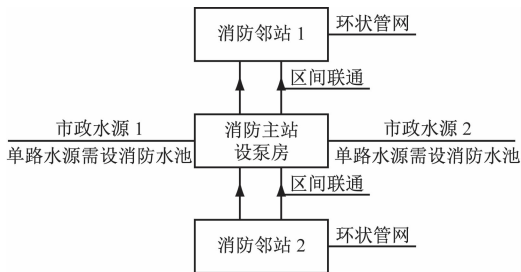


图 1 群组消防临时高压消防给水系统示意图
Fig. 1 Diagram of temporary high-pressure water supply system of cluster fire protection

2 地铁车站群组水消防系统的设计

2.1 管网压力损失计算

开展群组消防设计的前提是合理确定车站群组消防泵站的服务范围,而服务范围与消防供水的管网压力损失有直接关系。因此,需要计算管网压力损失情况。

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》(以下简称“《消规》”),消火栓栓口动压力不应大于 0.50 MPa,且当大于 0.70 MPa 时必须设置减压装置。《地铁设计防火标准》(以下简称“《火标》”)[6]规定,消火栓口处的出水动压力大于 0.70 MPa 时,应设置减压措施。可见,两个规范对消火栓出口动压均有不超 0.70 MPa 的要求。本文考虑系统安全性及维护成本后提出:消火栓栓口动压最小值为 0.25 MPa,最大值为 0.70 MPa;在区域消防服务范围内尽量采用常规消火栓,部分超压位置(0.50~0.70 MPa)设置减压稳压栓。根据《火标》规定,地下车站的室内消火栓设计流量按 20 L/s 计算,地下区间的室内消火栓设计流量按 10 L/s 计算。由于区域消防为一个环网整体,故在本文的区间水力计算中,室内消火栓设计流量统一取 20 L/s。

当前地铁车站室内消防管材及区间管材主要

采用内外涂环氧树脂钢管。本文将按此管材进行水力计算。

管网压力损失由管道沿程损失和管道局部损失组成。根据《消规》,管道沿程损失水力计算公式为:

$$i = 2.966\,0 \times 10^{-7} \left(\frac{q^{1.852}}{C^{1.852} d_i^{4.87}} \right) \quad (1)$$

式中:

i ——单位长度管道沿程水头损失,单位 MPa/m;

C ——海澄-威廉系数, $C = 140$;

q ——管段消防给水设计流量,取 20 L/s;

d_i ——管道的内径,取 0.15 m。

由式(1)计算可得, $i = 8.31 \times 10^{-5}$ MPa/m。局部水头损失按管道沿程水头损失的 30% 来估算,由此进而可获得单位长度的管网压力损失。经计算,考虑管道沿程损失和管道局部损失后,管道每 1 000 m 的水头损失约为 0.108 MPa。

2.2 线路坡度对消防泵房最远服务距离的影响

地铁区间线路通常会有一定的坡度。根据《地铁设计规范》的规定,地铁区间最小线路坡度宜取 3‰,有困难条件下可取 2‰。本文将根据这两个坡度值,按消防主站位于最不利 V 字坡和最有利人字坡两种情况对消防管网压力损失进行计算。

分析中,最不利点的消火栓最小动压按 0.25 MPa 计算,消火栓最大动压按 0.70 MPa 计算,邻站的最不利点消火栓通常在该站站厅层,地铁车站标准站的站厅层消火栓口距站台层消防管网最低点高度约为 7.20 m。计算可得,在不同线路坡度时的消防泵房最远服务距离如表 1 所示。

表 1 在不同线路坡度时的消防泵房最远服务距离

Tab.1 Farthest service distance of fire pump room under different line slope conditions

消防主站位置	坡度/‰	最远服务距离/km
V 字坡最低点时	3	2.74
V 字坡最低点时	2	2.96
人字坡最高点时	3	4.85
人字坡最高点时	2	4.30

2.3 车站群组的消防划分规模

基于消防泵房最远服务距离,扣除车站范围内的最远供水距离(即消防车站与区间分界点处(车站进水点)到最不利点消火栓的距离),再考虑实际

地铁区间距离数据,即可获得该地铁车站群组消防划分规模。

本文以某地铁项目为例,地铁车站区间长度为 1.2 km,车站长度为 230 m,车站宽度为 21 m;结合管道拐弯情况,车站最远供水距离按 350 m 考虑(具体项目应按实际情况取值)。将表 1 的消防泵房最远服务距离减去最远供水距离(350 m),即可得到该地铁车站群组消防划分规模,如表 2 所示。

表 2 地铁车站群组消防划分规模表

Tab.2 Metro station cluster fire protection division scale				
最远服务距离/km	最远供水距离/km	区间最远距离/km	地铁车站区间距离/km	群组消防划分规模
2.74	0.35	2.39	1.2	三站两区间
2.96	0.35	2.61	1.2	三站两区间
4.85	0.35	4.50	1.2	五站六区间
4.30	0.35	3.80	1.2	五站四区间

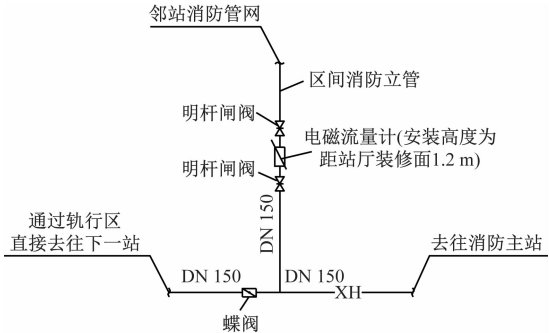
从表 2 可以看出,当若区间长度为 1.2 km,线路坡度为 3‰时,若消防主站位于人字坡顶点,则可按五站六区间规模划分地铁车站群组,进行消防设计;若消防主站位于 V 字坡最低点,则可按三站两区间规模划分地铁车站群组,进行消防设计。

2.4 预警及阀门控制

通常地铁车站消防管网布置为水平成环或竖向成环,并在在站厅层公共区和设备区增加连接管,以减少环网长度。

在车站群组消防供水设计中,考虑到管网输送距离及漏损情况,需增加对邻站消防管网压力和流量的监控。建议在邻站的站厅公共区环网、站厅设备区环网,以及站厅和站台间竖向管道等部位设置压力传感器,以确保在消防水压力异常能及时联动报警。

在一般设计中,区间消防管道常常设置电动阀门。在车站群组消防供水设计中,区间消防管道不仅为区间消防供水,还承担为相邻车站输送车站消防用水的任务。为避免发生火灾时区间电动阀门关闭从而影响邻站消防供水安全,故不建议在区间消防管道上安装电动阀门。此外,建议在各区间消防管道上增设电磁流量计,实时远程监控管道水量变化,以便掌握消防管网的漏损情况,及时对漏损位置进行判断。图 2 为区间消防管道电磁流量计安装示意图。在区间联络通道处,也建议增设消防联通管。



注:DN 150 表示管道的公称直径为 150 mm;XH 为消火栓。

图 2 区间消防立管阀门安装示意图

Fig.2 Valve installation diagram of interval fire protection riser

火灾发生时及时启泵至关重要,压力开关是直接自动启动消防水泵主要设施。为避免压力开关发生故障无法及时启动消防水泵,建议在消防泵房内增设备用的压力开关。

2.5 水泵接合器的设置

水泵接合器是消防给水设计中不可或缺的消防设施。根据《消规》,每个水泵接合器的给水流量为 10~15 L/s。当群组消防作为整体考虑时,室外仅需设置 2 套水泵接合器即可满足给水流量要求。但由于车站之间存在一定的距离,且《消规》规定,临时高压消防给水系统向多栋建筑供水时,消防水泵接合器应在每座建筑附近就近设置。因此,本文认为每座车站均应设置 2 套水泵接合器。当该站发生火灾时候,消防车可通过就近水泵接合器向室内消火栓给水管网补水,从而确保该车站的消防供水。

2.6 邻站单体控制室的设置

消防主站和邻站共用一套消防给水系统,由于消火栓控制点位多,且消防泵房和消防控制室间存在一定距离,故消防联动信号在传输中会出现一定的衰减。为了保证消防系统安全运行,实现就近管理,需在邻站设置车站单体控制室,并将邻站报警主机设置到单体控制室内,设置专线通过区间接至消防主站控制室,由消防主站控制室对各邻站进行总体监控。当发生火灾时,消防水泵是否手动关闭由具有管理权限的人员根据火灾扑救情况确定。

3 结语

地铁车站群组消防设计虽具有节约地下空间资源、降低投资、节能降耗的明显优势,但设计时需要根据线路坡度及所用管材等实际工程项目情况进行具体分析,核实消火栓超压情况,进而合理控

制车站群组消防规模。

此外,建议增设压力传感器、电磁流量计及压力开关,监测管网运行状况,确保消防安全稳定。

参考文献

- [1] 刘建华,马旭升,刘小芳. 区域集中消防给水系统的研究与实践[J]. 中国给水排水, 2014, 30(22): 88.
LIU Jianhua, MA Xusheng, LIU Xiaofang. Research and practice of regional centralized fire water supply system[J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(22): 88.
- [2] 颜强,付金萍,姜佩言,等. 某高校校区集中消防给水系统优化设计[J]. 给水排水, 2017, 43(11): 76.
YAN Qiang, FU Jinping, JIANG Peiyan, et al. Optimal design of centralized fire water supply system in a university campus[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(11): 76.
- [3] 宋文波,马淑军. 北京地铁四号线工程消防栓给水系统的设置[J]. 中国给水排水, 2007, 23(18): 43.
SONG Wenbo, MA Shujun. Setting of hydrant water supply system

for Line 4 of Beijing Metro[J]. China Water & Wastewater, 2007, 23(18): 43.

- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of metro: GB 50157—2013[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2014.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 消防给水及消火栓系统技术规范: GB 50974—2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Technical code for fire protection water supply and hydrant systems: GB 50974—2014[S]. Beijing: China Planning Press, 2014.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地铁设计防火标准: GB 51298—2018[S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Standard for fire protection design of metro: GB 51298—2018[S]. Beijing: China Planning Press, 2018.

(收稿日期:2022-06-29)

(上接第 242 页)

制轨道板的施工速率可提升 40%~50%。

4) 在 H 型预制轨道板框架间及顶面覆土可进行地面绿化。与现浇混凝土整体道床相比,H 型预制轨道板的覆土厚度增加了约 50%,有效解决了覆土厚度不足的问题,提升了绿植的成活率,确保了景观绿化效果。

H 型预制轨道板轨道系统的成功研制对于促进我国有轨电车技术的进步、提升有轨电车施工效率及保证工程质量等方面具有重要的意义。

参考文献

- [1] 胥燕军,林红松,王健,等. 现代有轨电车轨道结构综述[J]. 铁道标准设计, 2014, 58(7): 58.
XU Yanjun, LIN Hongsong, WANG Jian, et al. Overview on track structure for modern tramway[J]. Railway Standard Design, 2014, 58(7): 58.
- [2] 陈鹏,刘薇,杨刚. 现代有轨电车嵌入式轨道板的研究与设计[J]. 都市快轨交通, 2018, 31(1): 154.

CHEN Peng, LIU Wei, YANG Gang. Research and design of embedded track structure of modern trams[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2018, 31(1): 154.

- [3] 中国铁路总公司. 铁路轨道设计规范(极限状态法): Q/CR 9130—2018[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2018.
China State Railway Group Co., Ltd. Code for design of railway track (limit state method): Q/CR 9130—2018[S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2018.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市有轨电车工程设计标准: CJJ/T 295—2019[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Standard for design of city tram engineering: CJJ/T 295—2019[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019.
- [5] 吴建忠,张宏亮,陈鹏,等. 一种城市轨道交通用 H 型预制轨道板:201620155251.1[P]. 2016-08-17.
WU Jianzhong, ZHANG Hongliang, CHEN Peng, et al. H-shaped precast track slab for urban rail transit:201620155251.1[P]. 2016-08-17.

(收稿日期:2022-11-04)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—56830728 转 821