

文章编号: 1006-2106(2013)04-0116-04

地下区间联络通道防火门设计探讨^{*}

王明昇^{**}

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300250)

摘要: 研究目的: 地下铁道区间联络通道防火门往往成为施工图设计文件中被忽视的问题, 但却对运营安全有着莫大的影响。本文根据设计和运营实例, 阐明区间联络通道防火门在运营后被破坏的主要原因以及区间防火门在施工图设计文件中必须注意的问题。

研究结论: (1) 区间防火门易被破坏的主要原因是门体受压的频率高, 长、大区间遭破坏更严重; (2) 区间防火门应能够抗风压 3 500 Pa; (3) 区间防火门门体框架及内部支撑结构应采用镀锌防腐处理; (4) 区间防火门应采用重载型闭门器和合页; (5) 区间防火门门框必须安装在钢筋混凝土结构中, 混凝土结构预埋安装门框使用的预埋件, 减少螺丝、螺栓连接; (6) 区间防火门应加强运营使用后的管理与维护。

关键词: 地下铁道; 区间联络通道防火门; 破坏原因; 施工图设计要求; 运营安全

中图分类号: U25 **文献标识码:** A

Discussion on Design of Fire Door of Underground Connection Passage

WANG Ming-sheng

(The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation, Tianjin 300250, China)

Abstract: Research purposes: The fire door of underground connection passage is often ignored in the construction drawing of design file, but it is crucial to the security of the subway operation. According to the design file, this paper discourse the reasons for the door failure of the connection passage in service and also discusses the matters for caution and detailed requirements stipulated in the construction drawings and files on the fire door.

Research conclusions: (1) The reason for the failure of the fire door is that the door is pressed by wind in the tunnel for a long time, so the door is broken more easily in the long tunnel. (2) The fire door's renitency must be resistant to the wind pressure of 3.5 kPa. (3) The fire door's frame and inner structure must be antisepticized by galvanization. (4) The heavy duty door closer and hinge should be used to the fire door. (5) The fire door's frame must be installed in concrete structure and the parts for installation of the door frame should be installed in the concrete structure in advance to reduce the connection by the screw and bolt. (6) The management and maintenance should be strengthened to the door in service.

Key words: underground track; fire door of connection passage; reason for failure; design requirement of construction drawing; operations security

目前我国各大城市都在开展轨道交通建设, 随着建成运营的线网不断增多, 每条线在运营后都反馈一些施工图设计中被忽视了的细节问题, 地下区间联络通道防火门正是其中一项。本文以某条已运营的轨

道交通为例, 阐述了区间防火门的重要性和其被破坏的原因, 并明确了施工图设计文件中对区间防火门的具体要求, 以避免因设计不周而出现不必要的安全问题。

^{*} 收稿日期: 2012-12-31

^{**} 作者简介: 王明昇, 1976 年出生, 男, 高级工程师。

1 区间防火门设计的现状

1.1 规范规定不明确

《地铁设计规范》(GB 50157—2003)在第19.1.22条中规定了区间超过600 m要设联络通道,通道内设置双向开启的防火门。但对于区间防火门的门体设计,规范中没有明文规定,这就造成了在部分设计文件中区间防火门仅考虑了相应的防火要求,而未详细列出防火门的具体抗风压要求和安装要求,而这部分恰恰是区间防火门最应该完善和明确的。

1.2 设计分工不明确

目前的设计分工中,由于区间隧道多为地下结构专业设计,而防火门的安装却多涉及建筑专业,因此如区间结构设计人员经验不足,则会导致防火门的安装要求缺失。

2 区间防火门设计的重要性

2.1 区间联络通道防火门的重要作用

区间联络通道设置的主要目的是列车在地下区间内发生火灾而又无法牵引至车站时,乘客从车厢下到隧道内,利用两条区间隧道之间的联络通道将乘客疏散到另一条区间隧道,保证乘客安全。而防火门则起到了一个隔离起火区间和安全区间的作用。

2.2 区间联络通道防火门产生问题的严重性

如果防火门安装不牢固,掉落在区间线路上,轻则造成区间断电,影响正常运营,重则造成列车脱轨等重大责任安全事故,这是设计人员应该引起重视和警惕的。

如果安装不牢固,门扇产生变形,无法打开,乘客无法从防火门逃生,也存在严重的安全隐患。

3 区间联络通道防火门破坏原因及原因分析

3.1 运营线路的区间防火门概况及破坏情况

以国内某城市已运营的线路为例,该线运营一年后,经运营单位检查,区间防火门有撕裂、掉落、变形的情况,尤以“长、大”区间内防火门破坏较为严重,较短区间内防火门变形翘曲、鼓包较多。双开门破损、掉落较多,单开门基本未破损,但翘曲、鼓包现象普遍。如图1、图2所示。

3.2 区间隧道防火门破坏原因分析

3.2.1 隧道阻塞比大

地铁作为大运量公共交通,主要用于解决城市内部交通,线路一般沿城市道路敷设。为降低工程造价、风险以及建设期间对城市交通的影响,需尽量减



图1 区间防火门门体开裂



图2 区间防火门门体翘曲

小土建工程规模,对隧道而言,需尽量减小隧道断面。当地铁列车的最高运行速度为80 km/h时,标准的单洞单线隧道断面积一般为 $20 \sim 22 \text{ m}^2$,而地铁车辆断面积一般为 $10 \sim 11 \text{ m}^2$,故地铁车-隧阻塞比一般为 $0.45 \sim 0.5$,而阻塞比增长会造成区间内风压成幂次方的增长。随着城市地铁负载的功能越来越多,地铁内的设备管线也越来越密集,如图3所示,区间侧壁布满了密集的管线,进一步加剧了区间内的阻塞比,隧道内的区间风压是普通民用防火门无法承受的。

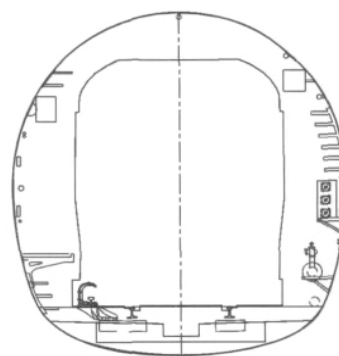


图3 区间隧道管线横剖示意

3.2.2 行车密度大

地铁的高峰小时发车间隔通常为 $90 \sim 240 \text{ s}$,且根据平峰、高峰时段密度有所变化。对同一条线(左线或右线)的整个地下区段而言,同时在线的列车均

为同向追踪运行,且由于进站、停靠、加速、巡航、惰行状态各不相同,前后车的相对速度随时变化。因此越长的区间可能风压叠加的情况也越严重,区间防火门在不同时段,受压情况来回变化。

实际数据证明了越长的区间,区间防火门破坏的越严重,较短的区间,防火门变形较小。区间内正常运营时,列车最小间隔为 2 min,较长区间内会有多辆列车,前一列的风压影响还未结束,后一列就已经到来,这种情况造成区间防火门承受风压的叠加,同时防火门受压频率也大大提高了,防火门在风压的作用下来回位移,这就是长、大区间防火门破坏严重的原因。

3.3 区间风压计算

3.3.1 区间风压软件计算

以前文提到的运营线路中的某个区间为例,该区间右线长度 2 635.624 m,左线长度 2 715.27 m。

经环控专业采用 SES 软件,以一列车时速 80 km/h 通过区间,模拟区间正洞风压,如图 4 所示。

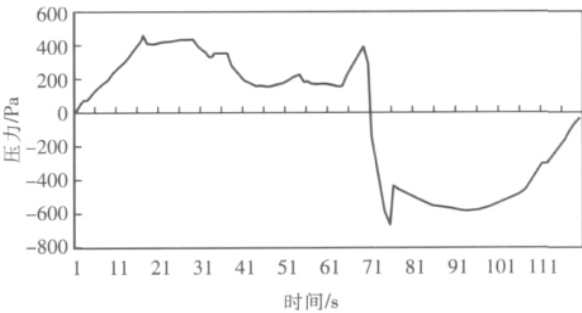


图 4 SES 软件计算列车 80 km/h 时速隧道内某点一个行车间隔逐秒压力值曲线

计算结果显示,区间一点最大正压 0.5 kPa,最大负压 0.7 kPa,因此区间防火门承受最大风压应为 1.2 kPa。

3.3.2 区间风压公式计算

仍然以该区间为例,以一列车时速 80 km/h 通过区间,如表 1 所示。

表 1 区间风压经验公式计算表

基本输入数据	符号/公式	矩形断面	马蹄形断面	圆形形断面
隧道分段长度/m	L_T	2 712	2 712	2 712
隧道壁面摩擦系数	λ	0.025	0.025	0.025
隧道断面积/ m^2	F	18.986	20.532	20.433
隧道湿周长度/m	l	17.141	16.695	16.457
当量直径	$d=4\times F/l$	4.430 546 643	4.919 317 161	4.966 397 278
列车长度/m	l_T	114	114	114
列车平均断面积/ m^2	f_T	10.032	10.032	10.032
列车速度/(m/s)	V_T	22.22	22.22	22.22
空气重度/(N/m^3)	r	12	12	12
标准重力加速度/(m/s^2)	g_n	9.81	9.81	9.81
活塞风修正系数	K_i	1.25	1.25	1.25
列车阻力系数	N	0.008 6	0.008 6	0.008 6
计算结果输出				
列车断面阻塞系数	$\alpha=f_T/F$	0.528 389 34	0.488 603 156	0.490 970 489
活塞风作用系数	$K_m/N\times l_T(1-\alpha)^2$	4.407 944 072	3.748 756 36	3.783 705 967
活塞风阻力系数	$\xi_m=1.5+[\lambda(L_T-l_T)/d]$	16.159 590 62	14.703 051 94	14.577 890 54
活塞风速度/(m/s)	$V_m=V_T\{1/[1+\sqrt{(\xi_m/K_m)}]\}$	7.623 467 57	7.455 292 757	7.499 518 298
活塞风压/Pa	$p_m=K_m\times r/2g_n\times(V_T-V_m)^2$	574.404 338 7	499.826 339 9	501.468 509 9
修正后的活塞风压/Pa	$p=p_m\times K_i$	718.005 423 3	624.782 924 8	626.835 637 3
按正负压力考虑/Pa	$p_{\pm}=2\times p$	1 436.010 847	1 249.565 85	1 253.671 275

按照经验公式计算,计算结果显示最大风压约为 1.25 kPa。

3.3.3 计算结论

经过软件计算和公式计算,基本印证了区间防火门在一列车时速 80 km/h 通过区间的情况下,承受风压为 1.2~1.3 kPa。

有调查数据表明,以 1.5 kPa 标准设计的区间防火门,在运营一段时间后仍然损坏严重,由此可见风压

大小并非防火门破坏的唯一原因。

由于长、大区间内高峰时段左线、右线都有列车处于同向追踪情况,因此区间联络通道防火门主要是随着列车通过带来的风压来回摇摆,这种摇摆的频率快并且幅度大,应该是区间防火门遭破坏的主要原因。

随着防火门抗风能力加大,门体自重就会增大,有效的削弱了门体来回摆动的位移幅度,使门体自身得到保护,目前国内运营的地铁区间联络通道处防火门

的抗风压能力已按照 3.5 kPa 的标准进行设计,得到了良好的效果。

4 结论

(1) 区间防火门被破坏的主要原因是门体受列车通过带来区间风压影响,来回摆动的频率快并且幅度大;

(2) 面向轨行区的防火门要求能够抗风压 3 500 Pa,抗风能力增强、门体自重增大,可以有效地削弱门体摆动的幅度;

(3) 门体框架及内部结构采用镀锌防腐处理;

(4) 采用可抗疲劳的重载型闭门器和合页;

(5) 门框周边须采用钢筋混凝土结构,并在混凝土结构上预埋安装门使用的预埋件,减少螺丝、螺栓连接。

参考文献:

- [1] GB 50157—2003 地铁设计规范[S].
GB 50157—2003 ,Code For Design of Metro[S].
- [2] JB 104—2008 城市轨道交通工程项目建设标准[S].
JB 104—2008 ,City Rail Transit Project Construction Standards[S].
- [3] GB 50490—2009 城市轨道交通技术规范[S].
GB 50490—2009 ,Technical Code of Urban Rail Transit [S].
- [4] 施仲衡. 地下铁道设计与施工[M]. 西安: 陕西科学技术出版社 2006.
Shi Zhongheng. Design and Construction of Underground Railway[M]. Xi'an: Shanxi Science and Technology Press 2006.
- [5] 刘志义. 地铁设计实践与探索[M]. 北京: 中国铁道出版社 2009.
Liu Zhiyi. Metro Design and Practices [M]. Beijing: China railway press 2009.
- [6] 刘伊江. 高速地铁隧道压力波研究及隧道断面拟定[J]. 铁道标准设计 2010(S2): 119 - 124.
Liu Yijiang. High Speed Subway Tunnel Pressure Wave Research and Tunnel Protocol [J]. Railway Standard

Design Supplement 2010(S2): 119 - 124.

- [7] 苏晓峰. 小间距地铁隧道设计思路[J]. 铁道工程学报, 2008(8): 89 - 92.
Su Xiaofeng. Discussion on the Design of Neighborhood Tunnels [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2008(8): 89 - 92.
- [8] 铁道第三勘察设计院集团有限公司. 天津地铁 5 号线工程施工图设计要求[Z]. 天津: 铁道第三勘察设计院集团有限公司 2011.
The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation. Tianjin Metro Line 5 Construction Drawing Design Technical Requirements [Z]. Tianjin: The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation 2011.
- [9] 铁道第三勘察设计院集团有限公司. 北京轨道交通大兴线线工程施工图设计要求[Z]. 天津: 铁道第三勘察设计院集团有限公司 2008.
The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation. Beijing Metro line Daxing Construction Drawing Design Technical Requirements [Z]. Tianjin: The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation 2008.
- [10] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 北京地铁 14 号线工程施工图设计要求[Z]. 北京: 北京城建设计研究总院有限责任公司 2009.
Beijing Urban Engineering Design & Research Institute Co. Ltd. Beijing Metro line 14 Construction Drawing Design Technical Requirements [Z]. Beijing: Beijing Urban Engineering Design & Research Institute Co. Ltd 2009.
- [11] 广州地铁设计研究院有限公司. 广州市轨道交通 6 号线车站装修工程材料供应及施工安装技术要求[Z]. 广州: 广州地铁设计研究院集团有限公司 2010.
Guangzhou Metro Design & Research institute Co. Ltd. Guangzhou Metro Line 6 Station Renovation Project Materials Supply and Construction of the Installation Technical Requirements [Z]. Guangzhou: Guangzhou Metro Design & Research institute Co. Ltd 2010.

(编辑 曹淑荣)

(上接第 60 页)

- [7] 陈亨锦, 王凯, 李承根. 浅谈部分斜拉桥[J]. 桥梁建设, 2002(1): 44 - 47.
Chen Hengjin, Wang Kai, Li Chenggen. Preliminary Analysis of Partial Cable - stayed Bridge [J]. Bridge Construction 2002(1) 44 - 47.

- [8] 吴祖根. 矮塔斜拉桥设计综述[J]. 市政技术 2010(1): 66 - 69.
Wu Zugen. Review for Cable Stayed Bridge with Short Tower [J]. Minicipal Engineering Technology 2010(1): 66 - 69.

(编辑 曹淑荣)