

《地铁设计防火标准》相关问题探讨

陈 宏 胡建国

(中铁第六勘察设计院集团有限公司, 300306, 天津//第一作者, 高级工程师)

摘 要 对《地铁设计防火标准》中有关安全出口、紧急疏散、区间疏散、防火分区划分、楼扶梯设置等条文中存在的争议点进行解析, 同时提出作者的修订建议。对《地铁设计防火标准》相关条文规定的探讨能够促进该标准进一步完善。

关键词 地铁设计防火标准; 安全出口; 紧急疏散; 区间疏散; 防火分区划分; 楼扶梯设置

中图分类号 U298.4

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.03.028

Discussion on Relevant Issues in Standard for Fire Protection Design of Metro

CHEN Hong, HU Jianguo

Abstract Conflict points about provisions related to safety exit, emergency evacuation, interval evacuation, fire partition, escalator installation and others in Standard for Fire Protection Design of Metro were analyzed to reach clearer understanding. Revision opinions were proposed at the same time. Discussion on relevant provisions in Standard for Fire Protection Design of Metro will help to promote further improvement for this standard.

Key words standard for fire protection design of metro; safety exit; emergency evacuation; interval evacuation; fire partition; escalator installation

Author's address China Railway LiuYuan Group Co., Ltd., 300306, Tianjin, China

我国城市轨道交通近年发展迅速, 城市轨道交通建设边界条件越来越复杂, 车站建筑、结构形式更是层出不穷。消防问题一直是地下建筑工程设计的一大核心问题。2018 年 12 月 1 日 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》开始实施, 该标准颁布实施之前, 城市轨道交通设计人员一直根据 GB 50157—2013《地铁设计规范》、GB 50016—2014《建筑设计防火规范》(2018 年版)、GB 50098—2009《人民防空工程设计防火规范》等进行城市轨道交通工程的防火设计。由于缺乏专业性设计指导文件, 曾给设计从业人员、消防主管部门造成了一定困扰。GB 51298—2018《地铁设计防火标准》的颁

布实施, 弥补了我国城市轨道交通防火设计专业规范的空白。笔者从事轨道交通建筑设计近 20 年, 对轨道交通防火设计有一定的理解。通过认真研读 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》, 发现该标准中仍有一些事项未交代清楚, 或是存在疑惑, 或是笔者个人认为有值得商榷的地方。本文将该部分内容摘选出来进行分析, 也期待通过分析起到抛砖引玉的作用, 为规范的修订起到一定作用。

1 关于设备区安全出口数量问题

1.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第 5.2.1 条规定: “有人值守的设备管理区内每个防火分区安全出口的数量不应少于 2 个, 并应至少有 1 个安全出口直通地面。当值守人员小于或等于 3 人时, 设备管理区可利用与相邻防火分区相同的防火门或能通向站厅公共区的出口作为安全出口。”该条文的解释为: “……将经常停留人数不大于 3 人的区域, 允许设置 1 个通向其他室内安全区域的安全出口。”该标准 5.2.1 条及条文解释带来以下 2 个方面的问题:

1) 未明确对“其他安全区域”的要求。根据地下车站各防火分区仅 1 处同时发生火灾的前置条件, 火灾区域外的防火分区均可视作安全区域。对该条文在理解上有偏差, 在实际操作过程中, 从业人员对防火分区的划分存在理解上的差异, 从而会误解人员能否借助相邻防火分区到达室外。

2) 设备无人区安全出口数量与 GB 50157—2013《地铁设计规范》规定冲突: GB 51298—2018《地铁设计防火标准》的条文解释为设备无人区允许设置 1 个安全出口, 但 GB 50157—2013《地铁设计规范》第 28.2.3 第 3 条规定“……安全出口的数量不应少于 2 个……。”

1.2 解析及建议

针对 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》中

的这2个问题,建议如下:

1) 火灾区域以外的防火分区虽然均为安全区域,但不能出现火灾状况下人员不能到达室外的情况。因此,必须明确人员通过相邻防火分区能够到达室外空间,也就是必须明确每个防火分区均能通向车站公共区域或室外。

2) 消防问题为地下工程的重中之重,如果仅设置1个安全口,一旦出现火灾点刚好封堵在通往安全口的通道处,将导致人员无法穿越火灾点到达安全口位置。因此,建议仍按GB 50157—2013《地铁设计规范》的规定在设备管理用房无人区设置2个安全口,但允许这2个安全口均能通往相邻防火分区。

2 关于工作人员逃生及消防专用通道兼做设备区安全口的问题

2.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第2.0.5条规定:“消防专用通道:供消防人员从地面进入站厅、站台、区间等区域进行灭火救援的专用通道和楼梯间。”第5.2.8条中规定:“地下车站应设置消防专用通道。”第5.1.7条的解释为:“……则应布置在消防专用通道一侧,并利用进入该专用通道的门作为其直达室外的安全出口。”第5.2.8条的解释为:“消防专用通道……根据地铁车站管理要求,地铁车站的工作人员在火灾时应驻守岗位……。”该标准的上述条文及条文解释带来以下2方面的问题:

1) 条文与条文解释中的冲突问题。标准中的术语明确定义消防专用通道为供消防人员救援用的专用通道,条文解释消防专用通道可兼做安全出口。

2) 工作人员是否需要逃生的问题。5.2.8条的解释中有“地铁车站工作人员在火灾时应驻守岗位”的规定,该解释引发工作人员是否也要逃生的问题。

2.2 解析及建议

根据国内既有的城市轨道交通运营经验及日本地铁运营经验总结分析如下:

1) 国内城市轨道交通地铁车站建设边界条件越来越复杂,地下车站的地面上附属建筑的建设空间越来越困难,而且地面建筑对城市景观也造成一定影响。同时,火灾工况下,消防人员到达时间与工作人员逃生时间刚好重叠的可能性较小。综合各种因素,为减少建设难度及对城市景观的影响,

笔者认为消防专用通道应兼做设备区安全出口。

2) 根据日本铁道技术标准省令第二十九条对地铁车站等设备的要求:为提高防火安全性,必须确保消防队的进入通道和活动场所的通畅,必须确保消防队可以灵活运用地铁工作人员使用的通道,必须确保地铁工作人员使用的通道用于疏散或消防队进入火灾区域时是有效的。

3) 在火灾初期或是火势可控的情况下,地铁工作人员的确需实际驻守设备管理用房进行火灾扑救,保护国家财产。但一旦出现火势无法控制的情况,工作人员应适时进行疏散和逃生。

3 关于消防专用通道设置防烟楼梯间的问题

3.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第5.2.8条规定:“地下车站应设置消防专用通道。当地下车站超过3层(含3层)时,消防专用通道应设置防烟楼梯间。”该条文中“当地下车站超过3层(含3层)时,消防专用通道应设置防烟楼梯间”的规定值得商榷。

3.2 解析及建议

关于“当地下车站超过3层(含3层)时,消防专用通道应设置防烟楼梯间”的规定,其最初来源是GB 50016—2014《建筑设计防火规范》第6.4.4条的规定,即:“室内地面与室外出入口地坪高差大于10 m或3层及以上的地下或半地下建筑(室)其疏散楼梯应采用防烟楼梯间。”对于民用建筑,其地下室顶板覆土厚度基本为零,2层地下室其提升高度一般不超10 m,消防救援人员能够较快、安全地到达最下一层。但对于地铁车站而言,车站顶板覆土厚度一般3 m左右,地下两层车站的埋深已经远超10 m。且GB 50490—2009《城市轨道交通技术规范》第7.3.17条的解释也明确提到“如超过3层(含3层),提升高度已大大超过10 m。”为此,笔者认为《地铁设计防火标准》中的该条文亦宜改为“车站最下一层至地面高度超过10 m时,其楼梯间应采用防烟楼梯间。”

4 关于区间人员疏散模式及相关关联设计问题

4.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》明确规

定:“区间隧道道床面及区间疏散平台均作为乘客疏散路径;在疏散时可利用相邻区间之间的联络通道将乘客分流到另一条非着火区间内,然后再疏散到临近车站。”但由于缺乏对相关问题的详细论述,因此对于火灾情况下的区间疏散存在以下疑问:

1) 标准中未明确疏散平台、道床面、联络通道三者之间的高度关系。在实际设计中,疏散平台的标高一般与站台面标高相同,联络通道标高设置为与道床面标高相同、与疏散平台标高相同两种。联络通道的标高问题导致联络通道处人员的疏散会采用不同的疏散方式。

2) 标准中未明确联络通道门扇宽度,而门扇宽度会影响整个区间人员的疏散效率。

4.2 解析及建议

乘客在区间疏散时,区间道床面、区间疏散平台均为乘客的疏散路径。为尽快将乘客疏散至安全区域,减少人员财产损失,区间设计应尽可能地为人员疏散提供最便捷的疏散路径。具体建议如下:

1) 目前区间疏散平台标高设置基本采用与站台面标高相同的设置方式,由于受区间管线敷设影响,联络通道处(明挖中间风井处除外)的疏散平台很难贯通,这会导致疏散人员在疏散路径上要经过多次上下楼梯才能到达非着火区间,不利于人员疏散。同时联络通道还要为利用道床面疏散的人员提供便捷的疏散路径。为此,建议优先考虑疏散平台标高与车站站台面标高相同、联络通道标高与道床面标高相同的设置方式,疏散平台在联络通道前后 15 m 左右断开并设置下往道床面的楼梯。

2) 为确保疏散人员顺利通过联络通道到达非着火区间,根据 GB 50016—2014《建筑设计防火规范》5.5.18 条,应明确联络通道门扇净宽不小于 900 mm。

5 关于出入口通道消防的问题

5.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第 5.2.6 条规定:“出入口通道长度不宜大于 100 m;当大于 100 m 时,应增设安全出口,且该通道内任一点至最近安全出口的疏散距离不应大于 50 m。”目前部分车站出入口由于受周边条件限制,其通道长度超过 100 m,且通道中间也无条件增加安全出口。该条款规定过于固化,对长度超过 100 m 而无条件增设安

全出口的通道未给相应的解决方案,导致部分长通道因消防问题无法实施,从而损失了车站功能。

5.2 解析及建议

根据出入口通道性质,同时结合 GB 50016—2014《建筑设计防火规范》,笔者认为地铁出入口通道内实际无任何可燃物,通道本身即可被视作安全区。对于通道长度范围可考虑予以放宽,即使维持目前 100 m 长度界定,亦宜根据 GB 50157—2013《地铁设计规范》第 9.5.6 条“……地下通道长度不宜超过 100 m,当超过时应采取能满足消防疏散要求的措施”进行调整。

6 关于公共区防火分区划分及分隔的问题

6.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第 4.2.1 条规定:“……站厅公共区的建筑面积不宜大于 5 000 m²。”该条文的解释为:“……当站厅公共面积超过 5 000 m²时需要采取防火分隔措施。”该条文明确的 5 000 m²的标准值得商榷,同时该条文未对采取何种分隔措施进行说明。

6.2 解析及建议

城市轨道交通中“厅-厅换乘”车站也越来越多,站厅公共区面积也越来越大,公共区建筑面积超过 5 000 m²的站厅也较为常见,若执行此标准,则可能对车站的正常使用会造成一定影响。根据经验及部分城市的地方标准,笔者的建议如下:

1) 公共区面积划分问题。地铁车站公共区的各种设备及装修材料实际均为不燃或阻燃材料,公共区基本没有火灾的火源。结合深圳地方标准 SZDB/Z100—2014《地铁地下车站防火分区、烟气控制与人员疏散系统设计导则》,建议其面积按如下标准控制:站厅公共区防火分区的建筑面积不宜大于 5 000 m²,当多线换乘共用一个站厅公共区时,二线共用的站厅公共区面积不应大于 10 000 m²;三线共用的站厅公共区面积不应大于 15 000 m²;当站厅公共区面积大于 10 000 m²时应设自动喷水灭火系统。

2) 防火措施选择问题。常规的防火分隔措施有防火墙、防火卷帘,但 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》中未明确采用何种分隔措施,导致设计人员及各地消防部门执行困难。消防部门往往按较为严格的标准进行执行,通常要求选用防火墙。鉴于站厅公共区的使用功能及视觉效果,防火墙将

对公共区的整体性破坏较大。实际上,防火卷帘亦能起到长达3 h时的防火作用,因而建议在站厅公共区可以使用防火卷帘作为防火分隔措施。另外,虽然防火卷帘能够减少对公共区的影响,但仍然存在使用不便的问题。考虑到地铁车站的火灾特点,笔者认为可以考虑在两条线之间划分一个宽度不小于10 m的防火隔离带,防火隔离带范围内不设置任何设备和设施。这样,站厅公共区火灾不会蔓延至其他区域,既能起到防火作用,又不会破坏任何视觉及使用效果。

7 关于站厅至站台的疏散能力问题

7.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第5.1.2条规定,乘客全部撤离站台的时间 T 应满足下式要求:

$$T = [(Q_1 + Q_2)/0.9][A_1(N - 1) + A_2B] \leq 4 \text{ min}$$

式中:

Q_1 ——远期或客流控制期中超高峰小时最大客流量时1列进站列车的载客人数,人;

Q_2 ——远期或客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客人数,人;

A_1 ——1台自动扶梯的通过能力,人/(min·m);

A_2 ——单位宽度疏散楼梯的通过能力,人/(min·m);

B ——疏散楼梯的总宽度(每组楼梯的宽度应按0.55 m的整倍数计算),m;

N ——用作疏散的自动扶梯的数量,台。

关于 N ,第5.1.2条的解释为“……其中 N 为用作疏散的自动扶梯数量(台),在火灾工况时逆向运转的自动扶梯不能计入疏散用”。GB 51298—2018《地铁设计防火标准》中关于人员疏散较GB 50157—2013《地铁设计规范》要求更为严格,GB 50157—2013《地铁设计规范》中 N 为自动扶梯总数(包含火灾工况下逆转的扶梯),且采用的疏散时间为6 min(包含1 min的反应时间)。笔者认为GB 51298—2018《地铁设计防火标准》中的有关参数取值存在一定的不合理性。

7.2 解析及建议

GB 50157—2013《地铁设计规范》中疏散时间未考虑人员在竖向提升过程中所占用的时间,扣除1 min的反应时间,实际相当于楼梯疏散时间为5

min。GB 51298—2018《地铁设计防火标准》中采用的计算时间为4 min,实际是考虑了竖向提升的时间,其考虑更为严谨。消防疏散为地下工程中的重中之重,火灾工况下不考虑自动扶梯逆向运转参与疏散也是合理的,但是公式中关于扶梯火灾工况下的用途与取值却存在不合理性,其不合理性主要存在以下2个方面:

1) 地铁工程中的自动扶梯是重型扶梯,自动扶梯在火灾工况下参与疏散,但GB 51298—2018《地铁设计防火标准》却未明确逆向运转自动扶梯停下来作何用途。笔者认为,既然重型扶梯参与疏散,则逆向运转停下来的自动扶梯亦应明确可用做楼梯进行疏散,但其疏散能力可按楼梯疏散力的0.7倍进行考虑。

2) 公式中 N 定义为用在疏散的自动扶梯数量,计算时不区分站内楼扶梯的实际布置情况,统一考虑疏散扶梯的数量采用“ $N-1$ ”存在不客观性。根据地铁车站运营管理经验,实际上,当上下行并列布置的自动扶梯发生故障时,肯定会优先保证上行扶梯的运转(常规上行自动扶梯故障工况下,会立即将原下行自动扶梯逆转)。而且只考虑同一时间内车站及区间只有1处发生火灾,这也相当于不会考虑火灾工况下多种不利因素叠加的情况,因此认为多处同时发生火灾且上行自动扶梯刚好故障的几率非常小。因此,笔者认为,当站内所有楼扶梯组均设置上下行自动扶梯时,疏散扶梯数量应直接采用 N ,而非 $N-1$ 。

8 关于设置上下行自动扶梯时增设楼梯的问题

8.1 相关条文及问题分析

GB 51298—2018《地铁设计防火标准》第5.1.12条规定:“当站台至站厅和站厅至地面的上、下行方式采用自动扶梯时,应增设步行楼梯。”该条文的解释为:“尽管本标准允许向疏散方向运行的自动扶梯可以用于疏散,但自动扶梯的疏散能力和可靠性不如步行楼梯。”此外,还需考虑一旦自动扶梯停运时,人员还可以方便上下。笔者认为该条在未区分楼扶梯的具体布置位置及布置形式的情况下而作统一规定不妥。

8.2 解析及建议

楼扶梯的设置应根据设置位置及设置形式而具体分析,其设置位置分为以下2种情况:

1) 站外出入口楼扶梯设置。本着“以人为本”的原则,为确保出入口扶梯故障情况下乘客正常进、出站,每个出入口均应在一部自动扶梯发生故障或检修时,仍能确保乘客进、出站。为此,当出入口仅设置 2 部上、下行自动扶梯时,该出入口应增设楼梯;当出入口设置有 3 部及以上数量的楼扶梯时,该出入口无需增设楼梯。

2) 站厅至站台楼扶梯设置。根据地铁运营管理模式及客流特点,为确保乘客分散进出站,避免造成客流拥堵,站内至少应提供 $M/3$ (M 为列车编制数量) 处进出站点数。因此,站内楼扶梯设置是否需要增设楼梯并非控制性要素,只要站内楼扶梯设置能够确保在出现 1 台自动扶梯故障或检修情况下仍能满足 $M/3$ 处进、出站点数即可。

9 关于中间风井与市政道路衔接的问题

9.1 相关条文及问题分析

根据列车运行速度及区间长度,当列车在区间的运行时间大于行车间隔时,区间存在列车追踪情况。为确保火灾情况下尽快排放烟气,尽量为乘客提供更好的疏散条件,一般在区间中部设置中间风井。设置中间风井可以增加隧道换气次数,降低区间温度,而且还可以减少区间空气压力波的影响。根据 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》5.4.5 条规定及其条文解释,中间风井亦作为区间乘客疏散路径。部分中间风井设置在山区,与市政道路无法连接。设计人员在设计过程中对高架车站及车辆段(停车场)需要设置消防车道有明确的认识,但由于 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》、GB 50157—2013《地铁设计规范》对中间风井是否与市政道路衔接没有明确规定,设计人员往往会忽略该方面的问题。

(上接第 121 页)

利用推导出的冻结壁厚度计算公式,结合哈尔滨地铁联络通道的冻结法施工案例,计算出该联络通道冻结壁设计厚度取 2.0 m。通过对该联络通道冻结壁的承载力进行三维有限元数值计算,验证了工程中冻结壁厚度满足冻结壁整体承载要求。

参考文献

- [1] 李方政.市政冻结技术的应用与展望[J].建井技术,2017(4): 55.
- [2] 王鹏.地铁施工中冻结法地基加固可行性研究[J].城市轨道交通

9.2 解析及建议

中间风井为地铁工程的重要组成部分,中间风井内设置有 TVF(区间隧道风机)风机及变电所等设施,同时还兼作区间人员疏散通道。中间风井的相关设置,需要考虑平时工作人员的检修维护,以及火灾工况下消防人员的进出。为此,中间风井需要与市政道路衔接,以确保车辆能够到达中间风井处。

10 结语

本文针对 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》中部分有争议或是笔者认为值得探讨的条文,分析了争议点所在及笔者的修订建议。文中观点仅代表笔者个人意见,最终应按当地应急管理部门、规范编制组解释进行执行。希望设计人员在遵守相关规范、标准的同时,能够认真分析规范、深究规范条文的真实含义,而非教条般地套用规范。也正是这种敢于质疑的钻研精神,才有助于设计人员知识的积累和技术水平的提升。同时,也希望本文能够起到抛砖引玉的作用,有助于 GB 51298—2018《地铁设计防火标准》在修订时完善相关条文。

参考文献

- [1] 中华人民共和国公安部.地铁设计防火标准:GB 51298—2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [2] 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:中国标准出版社,2013.
- [3] 中华人民共和国公安部.建筑设计防火规范(2018 年版):GB 50016—2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [4] 深圳市消防监督管理局.地铁地下车站防火分区、烟气控制与人员疏散系统设计导则:SZDB/Z 100—2014[S].深圳:深圳市消防监督管理局,2014.

(收稿日期:2019-01-10)

交通研究,2007(2): 44.

- [3] 沈国富,苏立凡.弹塑性冻结壁厚度的计算[J].煤炭科学技术,1977(12): 41.
- [4] 陈湘生.我国人工冻结粘土蠕变数学模型及应用[J].煤炭学报,1995(4): 399.
- [5] 沈慰安,王建州.深厚表土层冻结壁厚度计算方法研究[J].中国工程科学,2011(11): 89.
- [6] 周晓敏,张绪忠.冻结器内测温判定冻结壁厚度的研究[J].煤炭学报,2003(2): 162.
- [7] 胡双平,张晓峰,胡智民,等.富水卵砾石地层地铁联络通道冻结壁厚度设计研究[J].公路,2019(5): 272.

(收稿日期:2019-11-01)