

地铁车站活塞风井的平战融合防护设计方案

吴立桥

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉)

摘要 [目的] 由于设计人员对现行规范中地铁车站战时防护功能及其交通运输功能的理解存在偏差, 导致活塞风井设计时必要的平战转换时间预估值远大于预期, 需要对地铁车站活塞风井的平战融合防护设计方案进行研究。[方法] 在阐明地铁车站人民防空防护功能定位基础上, 提出了地铁车站的战时运行模式。阐述了现有地铁车站设计中平战转换存在的问题。结合当前地铁车站融合防护设计中活塞风井设计的难点问题, 针对活塞风排风口建筑空间相对宽裕、相对紧凑、非常紧凑 3 个工况, 分别提出了 3 个地铁车站平战融合防护设计方案。[结果及结论] 与常规车站活塞风风道用沙袋封堵的平战转换设计方案相比, 这 3 个方案建设前期的工程成本略有增加, 但能有效降低平战转换的工作量, 明显缩短平战转换时间, 地铁车站平战运行状态也能够实现快速切换。

关键词 地铁车站; 平战融合; 活塞风井; 快速转换设计

中图分类号 U453.5:U453.4

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.09.018

Peacetime and Wartime Integrated Protection Design Scheme for Piston-action Ventilation Shaft in Metro Station

WU Liqiao

(China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 430063, Wuhan, China)

Abstract [Objective] As the designers' understanding of the wartime protection function and transportation function of the metro stations deviates from the current specification, the estimated indispensable time in the design for the piston-action ventilation shaft to switch from peacetime to wartime is much longer than expected. Therefore, it is necessary to conduct research on the protection design scheme integrating peacetime and wartime functions for the piston-action ventilation shafts in metro stations. [Method] On the basis of clarifying the position of protection function of the metro station, a wartime operation mode of the metro station is proposed. The contradiction in the peacetime and wartime switching in the design of the existing metro stations is expounded. In view of the difficulties and contradiction in the design of piston-action ventilation shaft in current metro station design integrating wartime protection

function, three metro station design schemes integrating wartime protection function are proposed corresponding to three working conditions, i. e. relatively spacious, relatively compact and very compact building space for the air outlets of piston-action ventilation shaft. [Result & Conclusion] Compared with the conventional design scheme for the station switching from peacetime to wartime by shutting off the piston air duct with sand bags, the above schemes, though costing slightly higher in the early stage of construction, can effectively reduce the workload and significantly shorten the time for the switching between peacetime and wartime, realizing rapid switching of the operation status for metro station between peacetime and wartime.

Key words metro station; integration of peacetime and wartime; piston-action ventilation shaft; rapid switching design

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出, “十四五”期间我国将新增城市轨道交通运营里程 3 000 km^[1]。城市轨道交通已然成为我国城市现代化发展的重要因素。

地铁车站多位于地下, 具有天然的防护能力, 在线路的规划设计阶段若同步考虑人民防空(以下简称“人防”)要求, 可显著提升城市的战备效益。《中华人民共和国人民防空法》第十四条规定: “城市的地下交通干线以及其他地下工程的建设, 应当兼顾人防需要。”为此, 地铁建筑融合人防要求, 是城市综合防护体系的重要内容, 也是提升地铁建设品质的重要体现。

不同于一般的人防工程, 地铁在兼顾人防工程防护分区、人员掩蔽、平战转换等方面要求时, 自身还有特定的设计要求。目前地铁车站人防设计的依据主要包括 RFJ 02—2009《城市轨道交通工程人民防空设计规范》、RFJ 1—1998《人民防空工程防护功能平战转换设计标准》、DG/TJ 08-109—2017《城市轨道交通设计规范》等。这些标准和规范是在长期的工程建设实践中形成的, 一些具体的技术

措施和设计原则不可避免地带有当时的实用性考虑。随着时间的推移和技术的发展,设计人员在执行规范时,对战时地铁工程防护功能定位的理解并不完全统一。因此,本文对地铁车站防护功能定位、车站活塞风风道平战转换的设计对策等问题进行探讨,以期对地铁车站建筑平战融合防护设计方案提供借鉴。

1 地铁车站兼顾人防的防护功能定位及战时运行模式

针对地铁车站兼顾人防的现实情况,明确地铁车站的战时防护功能定位,是地铁车站融合人防设计的前提。目前虽然有关规范明确了地铁工程的战时功能定位,但在实际的工程设计中,地铁车站兼顾人防设计的重心在于战时能够完成车站预定的防护功能,而在战时车站运行模式的理解上与规范要求存在偏差。这导致目前许多地铁车站按照现有设计进行平战转换后,虽然满足了规范要求并达到了预期的防护目标,但无法保证地铁系统在转换到掩蔽模式后能够及时、快速地恢复其疏散及运输的功能。

国家国防动员委员会发布的〔2003〕8号文件《人民防空工程战术技术要求》对城市地铁兼顾人防的战时功能进行了明确的定位:“城市地铁战时是城市人民防空工程体系的重要连接线,主要功能是保障人员安全交通,转移和物资运输,同时可作为人员紧急掩蔽场所,其防核武器和常规武器的级别,应按国家规定的人民防空城市类别具体定制^[2]。”此外,RFJ 02—2009《城市轨道交通工程人民防空设计规范》3.0.1条规定:“城市轨道交通工程战时在拟定的核武器、生化武器、常规武器袭击和袭击后的城市次生灾害作用下,应具有保障人员安全交通、转移和物资运输的功能,车站战时宜作为紧急人员掩蔽部,也可作为物料储备场所。”

因此,地铁车站战时功能定位主要分为2个方面:首要功能是保障战时安全交通,负责人员安全疏散及物资有效运输;兼顾功能是作为紧急人员掩蔽部及物料储备场所。需要指出的是,紧急人员掩蔽部主要指当地铁线路运输功能受限、人员难以及时完成疏散时,才依托地铁车站作为紧急掩蔽部,承担临时掩蔽功能。

因此,地铁车站战时运行模式应设定如下:

1) 空袭警报响起时,列车暂停运行,并就近停

靠相邻车站,所有防护设备关闭,全线进入防护状态。

2) 空袭警报解除后,地铁应尽快恢复正常运行状态,保证既定的运输功能。

为达到保障战时安全交通的首要目标,应在明确地铁车站战时运行功能定位的基础上,基于快速平战转换技术,开展地铁车站平战融合防护设计。

2 地铁车站活塞风风道封堵平战转换的设计对策

2.1 现有地铁车站设计中平战转换存在的矛盾

活塞风是指地铁列车在区间隧道内运行时因空气压缩或膨胀而产生的气流。为保证隧道内空气与外界的正常交换,通常在每个地铁车站两端至少各设1个活塞风井,用以与地面连接。目前在地铁车站设计中,在平时运行模式下,列车活塞风排风道设计技术已较为成熟,足以满足车站日常运行的进风和排风需求。但一旦进入战时状态,按照现行的通用做法完成平战转换后,活塞风风道将被防护门及沙袋封堵,其做法不尽合理,具体体现在以下2个方面。

2.1.1 沙袋堆砌转换工作量大

图1为活塞风排风口战时封堵剖面图,其平战转换措施为:在关闭防护密闭门的同时,在门外堆砌沙袋,以增强防护效果。目前北京、上海、南京等地的地铁设计中大多采用此平战转换措施。

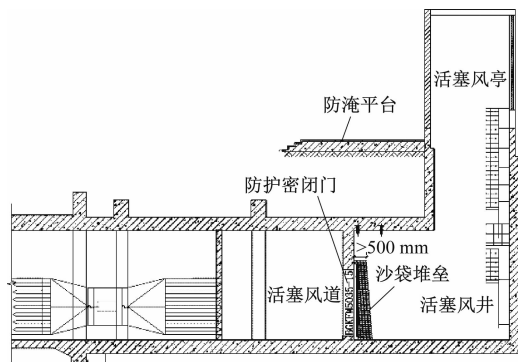


图1 活塞风排风口战时封堵剖面图

Fig. 1 Cross section of the piston air duct blocked during wartime

以南京地铁为例,2024年6月,南京地铁运营线路共计13条,有238座车站(换乘站重复计算),其中地下站为185座。通常地下车站需要兼顾人防要求,按每个车站设4个活塞风井进行测算,则南京

市地铁平战转换时共有 740 个活塞风井需要堆砌沙袋。每个活塞风口的面积约为 15 m^2 , 则每个活塞风口所需的沙袋数量约为 1 500 个。由此可见, 沙袋堆砌工程量非常大。

2.1.2 地铁运行状态切换时效性弱

以南京地铁 3 号线为例, 该线共有 29 座车站, 其中林场站为高架站, 其余 28 座均为地下站。每个地下站需正常开启 4 个活塞风排风口才能保证地铁恢复正常运行, 则平战转换时需对 112 个活塞风排风口进行快速转换。由于风亭作业面有限, 每个活塞风口难以同时容纳多人展开作业, 即便在人员保障到位的情况下, 每个活塞风口从战时转换至平常开启状态也需要 2~3 h。在应急保障模式下, 平战转换工作通常由人防专业队实施。但基于车站布点分散、数量多等限制条件, 实际的平战转换完成时间将远大于预期, 进而造成地铁运行状态切换时效性很弱, 这与原有的设计目标存在较大的差距。

2.2 活塞风井快速转换设计

基于地铁活塞风排风口平战快速转换的需求, 在尽可能减小地铁车站内部空间布局变动范围的前提下, 本文根据地铁车站建筑空间实际情况, 针对活塞风排风口建筑空间相对宽裕、相对紧凑、非常紧凑 3 个工况, 分别提出了 3 个地铁车站活塞风井平战融合防护设计方案, 供设计人员参考。

2.2.1 方案一

方案一为: 当活塞风排风口外部建筑空间相对宽裕时, 可在排风通道内部增设 1 道密闭门, 使得 2 道防护门间形成 1 个密闭通道, 进而满足人防的防辐射要求。此时不再需要在防护门外围堆砌沙袋, 能有效节省平战转换时间。方案一的布置方案如图 2 所示。

2.2.2 方案二

方案二为: 当活塞风排风口外部建筑空间相对紧凑时, 采用“一框双门”的设计方案, 即: 在通常需要安装防护密闭门的同一个门框上设置 1 道防护密闭门和 1 道密闭门, 这 2 道门分别朝不同方向打开。此方案能够在满足战时防护要求的同时, 利用有限空间提高平战转换的完成时限, 保障平战转换功能的快速切换。方案二的布置方案如图 3 所示。

2.2.3 方案三

方案三为: 当活塞风排风口建筑空间非常紧凑时, 在通风竖井上设置 1 道水平开启的防护密闭门, 其启闭原理与城市综合管廊通风口相似。需要注

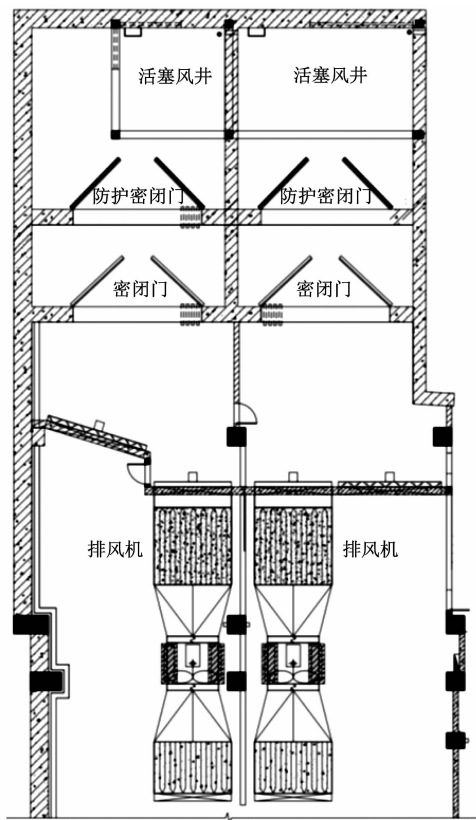


图2 方案一的布置方案

Fig. 2 Layout plan of Scheme 1

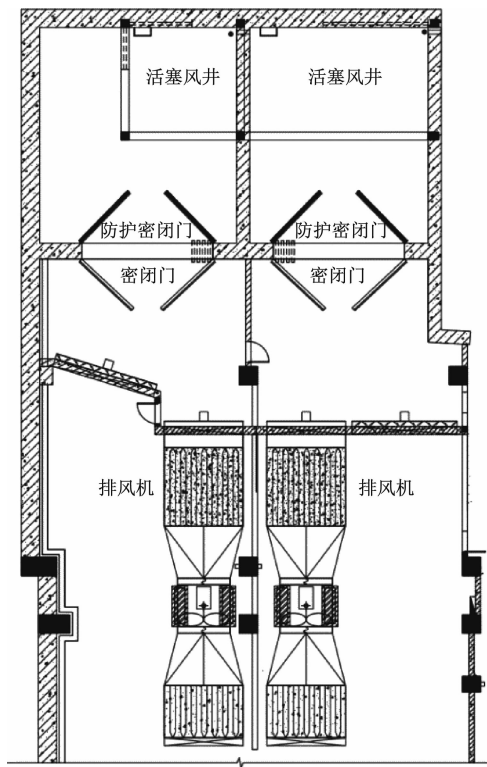


图3 方案二的布置方案

Fig. 3 Layout plan of Scheme 2

意的是,常规的建筑设计由于防护区通常位于防护密闭门内部,所以通风竖井的结构强度通常不做加强。但方案三下须同步加强通风竖井的结构强度,以确保防护门和主体结构抗力协调一致。

方案三下,位于活塞风道的密闭门能够直接通过手动方式启闭,而位于活塞风亭处的水平防护密闭门通常采用液压启闭方式进行控制,这在一定程度上提高了地铁防护的智能化水平。方案三的布置方案如图4所示。

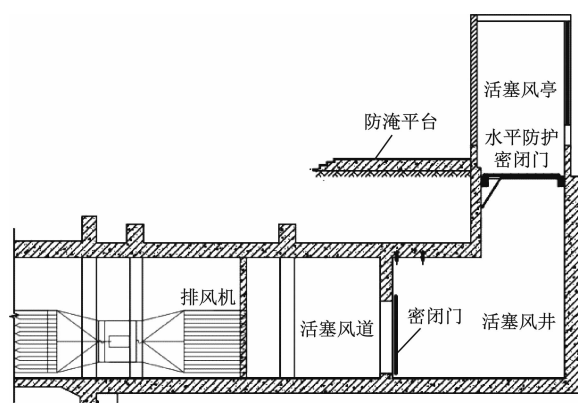


图4 方案三的布置方案

Fig. 4 Layout plan of Scheme 3

2.3 3个设计方案的时效性分析

地铁站活塞风风道作为通风系统的重要组成部分,其设计不仅要满足日常运营中对通风换气的需求,还要考虑紧急或战时情况下的防护要求。因此,在采用平战转换的防护模式下,地铁站平战融合防护设计方案的转换时效性显得尤为重要。

本文所提3个方案的优点在于可以有效降低平战转换的工作量,明显缩短转换时间,地铁站运行状态能够实现快速切换。与常规的车站活塞风风道战时用沙袋封堵的平战转换设计方案相比,这3个方案防护设备安装所需建筑空间有所增加,建设前期的工程成本也略有增加(主要用于配备防护设备或智能化液压启闭装置),但3个设计方案增

加的空间和成本均处于可控范围之内。显然,优化后的设计方案能够显著提高地铁车站的战时应急响应能力,满足地铁车站平战转换的时效性要求,减少因平战转换效率低下产生的不必要损失和影响。

3 结语

本文针对地铁站建筑兼顾人防设计时存在的问题进行了分析,提出地铁站战时运行模式,以期成为设计人员对车站防护功能定位的共识。基于活塞风排风口建筑空间相对宽裕、相对紧凑、非常紧凑3个工况,分别提出了3个地铁站平战融合防护设计方案,以期提升地铁站平战转换的时效性,促进平时城市地铁站地下空间开发利用与战时兼顾人防要求的融合发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13)[2021-04-15]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
Central People's Government of the People's Republic of China. The 14th Five-Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China and the outline of long-term objectives for 2035[EB/OL]. (2021-03-13)[2021-04-15]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [2] 罗楠. 试论地铁工程中的人防设计[J]. 建材与装饰, 2017(51): 294.
LUO Nan. On civil air defense design in subway engineering[J]. Construction Materials & Decoration, 2017(51): 294.

· 收稿日期:2022-05-14 修回日期:2022-06-24 出版日期:2024-09-10
Received:2022-05-14 Revised:2022-06-24 Published:2024-09-10
· 通信作者:吴立桥,高级工程师,45150508@qq.com;
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取CC BY-NC-ND协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—56830728 转 821