

空铁枢纽共构下的消防一体化研究策略

王冰

中铁第一勘察设计院集团有限公司

摘要：为解决高铁车站同上部GTC共构设计后消防存在的一系列问题，文章主要探讨了大空间下防火分区的划分策略，重点研究了地下站房在不具备直接设置直通地面消防安全出口的条件下，同上部GTC上下叠合设计中的消防疏散路径探寻及站台层消防疏散时间的判定。

关键词：高铁地下站房；共构；避难走道；消防一体化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.08.068

一、研究背景

交通强国，铁路先行，我国铁路建设高位运行，“八纵八横”国家高铁网主通道加快建设，截至目前，已接近成型。在高铁大规模建设、迅速发展的背景下，高铁站位辐射周边的经济效应有目共睹，而地方省会机场的规划建设则更需要铁路等多种轨道交通的深入参与，实现客流互补，达到协同共赢。

二、高铁遥墙机场站项目概况

（一）项目背景

津潍高铁济南联络线为地方投资的一条连接国家重大干线的省域高铁线路。该线路自济南东站引出，向北距遥墙机场3km处以隧道下穿形式进至机场内，在规划T2航站楼前设计的综合交通中心（GTC）下设地下二层站房，实现与机场各种客流的换乘关系。

（二）站房概况

高铁地下站房建筑面积57350m²，最高聚集人数1000人。站场规模为2台6线，结构主体净宽度为63.3m，全长453m，主体埋深21.15m，为全地下二层车站，中部为公共候车区及商务候车区，进站口位于站房北侧，接近航站楼换乘人流，出站区列于车站公共区南北两端，通过换乘大厅分别就近换乘T2及T1航站楼。



图1 高铁遥墙机场站总图关系示意

三、研究方向

（一）分区有序、接口强化

站房消防遵照“中区重点设防，两端配套辅助，接口设计加强”的原则，对高铁站房进行防火分区划分，站房全长453m，宽63.3m，上下两层，是引入交通换乘中心内部的最大单体，无论从平面换乘功能上，还是从消防一体化设计上，接口众多。而分属于两个不同交通空间的接口部位则需特殊处理，即进行合理的防火加强措施。站房本体为长大矩形空间，平面布局需要考虑后期防火分区划分及消防疏散的可实施性，尤其是中部候车厅更是重点设防区域。如何在复杂的综合枢纽中有合理的划分防火分区，是本文研究的第一个重点。

（二）空间叠合，多维疏散

与地上单个站房消防设计不同，将站房及多条轨道交通同时揉进上部巨大GTC单体中，从消防疏散上，本身就是个难题。尤其是高铁地下站房北端与GTC的共构设计段，该段范围内有公共候车区及出站区，又有配套的四电及暖通设备区，消防疏散均不具备直接出地面条件，且各种平行及立体交通换乘流线交织，空间复杂。站房本体内的疏散路径已无路可寻，这就需要引入多维度空间的消防思考，即高铁站房本体内的消防疏散需要与GTC内部的消防疏散同步设计考虑，即局部服从整体，整体帮扶局部的多维消防疏散思路。

四、研究的目的及意义

考虑到地下站房与上部交通换乘中心共构设计，各种流线关系错综复杂，防火分区接口犬牙交错，消防疏散流线交织重叠，很有必要将高铁、地铁、GTC及航站楼等各个单体同步实现消防一体化设计，避免消防工程出现各自为政，重复设计的情况发生。本次高铁与其他轨道交通同步引入GTC内，将改变机场目前对外进出场单一的公路交通模式，且消防一体化的设计思路对于完善高铁串联的多种立体交通架构也具有重要意义（限于篇幅，本文在此仅讨论高铁同航空GTC的消防设计）。

五、消防一体化研究策略

（一）站房消防设计概况

1. 高铁消防救援通道与机场道路的有机结合

站房主体工程为全地下交通建筑，为地下两层，其中地下一层为高铁站厅层，建筑标高为-9.0m，地下二层为高铁站台层，建筑标高为-17.5m。考虑到站房同上部交通换乘中心的相对位置关系，同时结合机场地面环线的设置位置，在站房最南端设置两部可供消防救援人员进入地下的专用消防救援楼梯，入口紧邻车站T1地面

环路，可分别到达地下站厅层及地下二层站台区域。

2. 高铁站房消防设计概况

地下高铁站房形式同地铁设计较为类似，平面布局形式为顺股道方向长矩形，且考虑到站房为地下长大空间，无论是从防火分区划分面积还是消防疏散的形式及路径长度上都同常规的地上站房消防有较大的不同，考虑到站房同上部交通换乘中心共构一体化设计，站房的消防疏散路径主要分为两大部分，一部分是南端站房独立建设区域，上部为机场景观绿地，高铁地下站房安全出口具备直接出至地面的条件；另一部分为高铁同上部交通中心共建部分，需要借助于GTC内部设计的专用避难走道同步考虑消防疏散路径。

(二) 大体量下两种不同交通空间的防火划分

1. 防火隔间的应用

因高铁地下站房同交通换乘中心共构一体化设计，各单体防火分区按照各自空间独立的环境类别进行有序划分，其中站房主体紧临交通换乘中心墙体为防火墙，连通接口部位采用10米宽的分隔空间进行分隔。该空间可以认定为两个不同类型地下交通空间的防火隔间，隔间两侧均设置耐火时间大于3h的特级防火卷帘，并分别由高铁与机场各自独立控制。如由换乘大厅进入站房候车厅的两处进站口、站房开向换乘大厅的两处出站口，以及综合服务中心（售票厅）等接口部位。

2. 站房内部防火分区的划分

站房上下两层总建筑面积为57350m²，面积较大，防火分区按照空间环境类别以及方便人员集中疏散的原则，将站厅层16-44轴的公共区设计为全通视的空间，同站台公共区划分为一个防火分区。站房设备及管理区按照南北集中布置、分专业划分的原则进行划分，其中站厅层北端划分为四个防火分区，即空铁联运通道区域一个，暖通机房区域两个，变电所等配套房间一个。车站南端设备管理用房区域划分为6个防火分区，主要为公安办公房屋、冷水换热机房及环控电控室、综合变电所及环网机柜室、信号机械室及综合值班等配套机房、通信及信息机房区域。所有设备区防火分区面积均不大于1500m²，车站地下办公用房独立划分一个分区，面积按照不大于1000m²控制。

3. 超出现行规范的防火分区划分

地下站房公共区是消防设计需要考虑的重点区域，其中站房地下一层站厅层主要承担旅客进站、候车及出站的功能，主要由进站大厅、公共候车区、候车空间两侧的出站区以及两侧与之配套的公共卫生间、客服、消防疏散楼梯等房间组成。地下二层站台主要承担旅客乘车的功能，分别通过4部开敞进站楼扶梯及4部开敞出站楼扶梯与上部站厅层相连，依据《铁路工程设计防火规范》（TB 10063-2016）11.0.2“地下车站站台和集散厅应划为一个防火分区，其中集散厅建筑面积不应大于

5000m²”。因此站厅站台上两层公共区部分应划分为一个大的防火分区，保证公共区内上下疏散路径联通。但集散厅建筑面积超5000m²需要做特殊消防设计。

集散厅公共区的建筑面积大于5000m²，但集散厅公共区内的可燃物较少，且地下车站均设置事故通风和排烟系统，当站台层或区间隧道发生火灾时，站厅公共区在一定时间内能为站台层上的人员疏散提供安全保障。现行国家标准限制站厅公共区的面积，目的是阻止火灾和烟气扩大蔓延，尽量缩短人员疏散行走距离，保障人员在火灾初期能更快地安全疏散至室外或出口。

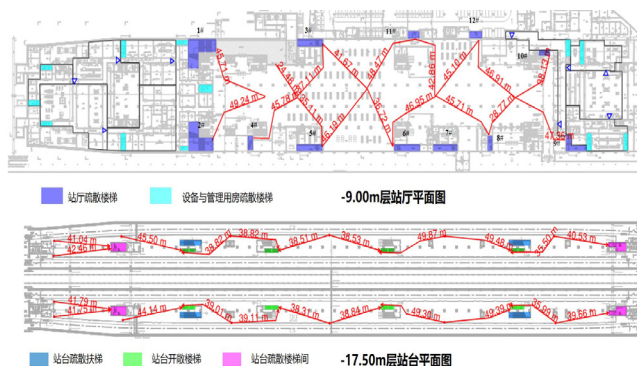


图2 站厅及站台层疏散路径示意

(三) 安全疏散及疏散路径

1. 站房公共区的疏散策略及避难走道的应用

遥墙机场地下站房为规则的长条矩形，对于站房这种需要大规模候车及集散的空間尤为不利，主要反映在大空间的连续布设及消防疏散口的设计上。在总体布局上要优先保证候车空间以及进出站等大空间的完整性，结合公共区内任一点与最近安全出口（楼梯）的疏散距离不得大于50m的规范，沿站房两条纵边设置消防疏散楼梯，同时站房南端独立建设区域可根据站房自身房间的功能设计要求，布置直接通向室外的消防疏散楼梯。站房同上部交通换乘中心共建部分的消防疏散楼梯则同时需要考虑GTC内避难走道等消防疏散路径的设置，即实现站房与交通换乘中心一体化的消防设计策略。站厅层公共区共设置12部疏散楼梯间，其中1~3#LT可直接出至室外地面景观绿地，4~10#LT均需通过与GTC共用的避难走道进行疏散，避难走道与楼梯之间均设置防烟前室。11、12#楼梯可通过GTC内的疏散楼梯上至下沉室外庭院进行疏散。

站台层在站台中部共设置8座开敞进站楼扶梯同站厅进行联系。其中出站楼扶梯组及进站楼扶梯组中的楼梯均需兼顾消防疏散。此外，站台层南北两端公共区内还设置有4部消防专用疏散楼梯，其中站台南端的1、2#LT可直接出地面，站台北端的3、4#楼梯需从-17.5m的站台层直接上至站房两侧的局部夹层，通过-5.0m避难走道进行疏散。

表 1 消防疏散楼梯梳理

楼梯分区	楼梯分类	部数	疏散路径	是否参与疏散	
公共区	站厅-站厅层	进站 LFT	4 组 1~4# 站厅至站台	是	
		出站 LFT	4 组 1~4# 站台至站厅		
	站厅层	站厅层公共区疏散 LT	12 部		1、2、3#LT 直接出地面
			4~10# 通过避难走道疏散		
		11、12# 通过 GTC 下沉庭院疏散			
	物流疏散 LT	1 部	通过西侧避难走道疏散至		
	站台层	站台层公共区疏散 LT	4 部		1、2#LT 直接出地面
3、4#LT 通过避难走道疏散					
设备管理区	站厅层设备管理区疏散 LT	8 部	1、2、5、6#LT 直接出地面		
			3、4#LT 直接出地面		
			7、8#LT 通过避难走道疏散		
	站台层	消防救援 LT	2 部	1、2#LT 直接出地面	

2. 站房设备区的疏散策略及避难走道的应用

因地下站房面积较大，与之配套的四电设备用房及暖通设备用房较多。按照中部布置公共区，南北两端布置设备区的原则，站房主要分为两大块设备区域，区域内按照任意一点到疏散楼梯或安全出口的距离均小于40m的规范要求设置，设备区袋形走道房间疏散门距离安全口的距离不超22m。其中有人值守的防火分区至少设置一处直通地面的安全出口，可以兼顾救援；如车站办公空间、消防控制室等有人的设备分区房间。无人值守的防火分区，2个安全出口通向另一个防火分区即可。

结合设备管理区防火分区的划分面积以及是否有人值守，该区域疏散楼梯共设置8部，其中位于车站南端的1~6#LT可直接出至地面景观绿地内，北端的7、8#LT均可通过-5.0m避难走道疏散至室外。

3. 公共区的疏散宽度及时间研究

(1) 站厅疏散人数及疏散宽度核算

本站最高聚集人数为1000人，依据《建筑设计防火规范 GB50016-2014》(2018版)表5.5.21-1，站厅公共区的疏散宽度不应小于每百人1m的要求，即疏散宽度需≥10米。依据50m的消防疏散距离一共设置了12部直通安全区域的疏散楼梯。考虑到站房为地下人员密集场所，按照单股人流有效宽度0.55m核算，平面经过优化后，所有通往安全疏散口部的楼梯实际疏散宽度为34.65m，远超规范所需疏散宽度。

(2) 站台疏散人数及疏散时间的判定

站台层疏散参照现行《铁路工程设计防火规范》TB10063-2016中11.0.6-11.0.7条文说明执行：侧式站台按照单列列车定员确定，按照最不利16节车厢编组，

满载1200人，10%的超载客流以及5%的站台上接站人员、工作人员及其他人员来确定人数则为1380人，遥墙机场站为两座岛式站台，消防疏散计算更为不利，每座站台实际疏散人数均需翻倍，即单列人数*2=2760人。每座站台结合上部候车厅空间布置，并根据疏散距离要求设置6处安全疏散口，包含上至站厅层的楼扶梯（下行扶梯不参与消防疏散）。其中最南侧的疏散楼梯可直接疏散至室外地面，北侧与GTC共建部分的可直接由站台疏散至站房两侧的避难走道。依据规范要求，乘客从站台层疏散至集散厅或其他安全区域的时间为6min，包括1min反应时间和5min疏散时间。经过实际核算，其时间T为5.81min，小于6min，满足规范设计要求。

$$T = 1 + \frac{Q_1 + Q_2}{0.9[A_1(N-1) + A_2B]} \leq 6(\text{min})$$

表 2 站台疏散时间参数表

单个站台疏散时间计算表			
Q_1	列车定员 (人)	2640	两列列车定员之和，并考虑 10% 的超载人数
Q_2	站台上候车、工作人员及其他人员 (人)	120	5% 的候车及工作人员
A_1	单台自动扶梯的通过能力 [人 / (min·m)]	75.00	4500 人 / (h·m) _ 《铁规防火》11.0.11 扶梯宽 1.0m
A_2	疏散楼梯的通过能力 [人 / (min·m)]	41.67	2500 人 / (h·m) _ 《铁规防火》11.0.11 上行楼梯
N	自动扶梯数量 注：仅考虑上行扶梯数量	4.00	《地铁防火》5.1.2：逆向扶梯不计入疏散
B	疏散楼梯的总宽度 (m)，每组楼梯按照 0.55m 的整数倍来算	9.9	2.1m 宽开敞梯 4 部，每部有效宽度按 1.65m 1.8m 宽楼梯间 2 部，每部有效宽度按 1.65m
$Q_1+Q_2=$		2760	
$A_1(N-1) =$		225.0	
$A_2B=$		412.5	
$1 + (Q_1+Q_2) / 0.9[A_1(N-1) + A_2B] =$		5.81 min	满足规范要求

结语

本文通过对高铁遥墙机场地下站的防火分区划分及消防疏散进行了研究和探讨，重点探寻了高铁地下站房在同上部交通换乘中心共构设计中消防面临的一系列问题及消防一体化解决方案，相关消防研究思路可为后期同类型的空铁结合项目提供经验和借鉴。

参考文献

- [1] 《铁路旅客车站设计规范》TB 10100-2018
- [2] 《铁路工程设计防火规范》TB10063-2016
- [3] 《建筑设计防火规范》GB50016-2014 (2018)
- [4] 《地铁设计规范》GB 50157-2013