

一、情景描述

某大型交通枢纽（图 3-44-1）地上两层、地下三层，建筑高度为 20m，由铁路综合站房、高架候车大厅、地下换乘大厅、地下汽车库和设备用房、地下地铁付费区五部分组成。铁路综合站房建筑面积 96488m²，其中地上建筑面积 63743m²，地下建筑面积 32745m²；高架候车大厅（图 3-44-2）建筑面积 35000m²；地下换乘大厅建筑面积 32969m²；地下汽车库和设备用房建筑面积 90273m²；地下地铁付费区建筑面积 5791m²。本案例中，除高大空间防火分区划分、人员疏散设计难以按照现行规范执行而采用消防性能化设计评估解决之外，其他消防设计均满足现行有关国家工程消防技术标准的规定。

在消防性能化设计评估中，通过隔离火灾危险源、降低高大空间起火可能性、提高烟控系统设计水平、设置大空间探测灭火设备等，将高大空间设计为低火灾风险的区域，从而解决防火分区面积过大、人员疏散距离超长的问題。

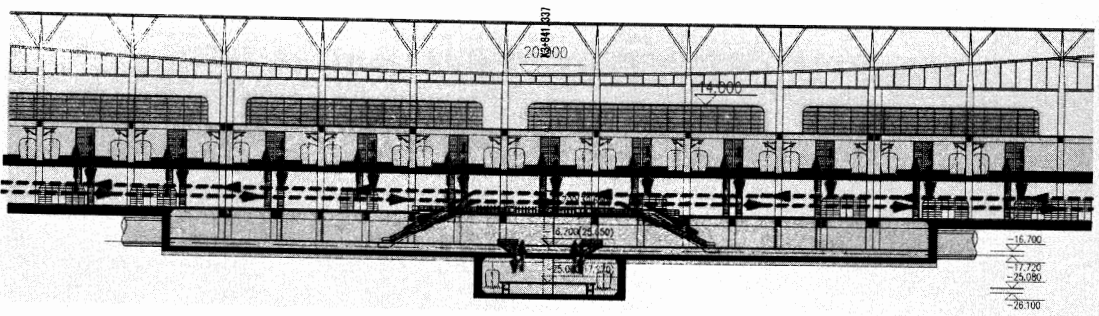


图 3-44-1 交通枢纽剖面图

二、案例说明

本案例包含或涉及下列内容：

- 1) 可燃物的状况及火灾荷载密度。
- 2) 防止火灾辐射蔓延。
- 3) 高大空间内高火灾荷载区域的处理方法。

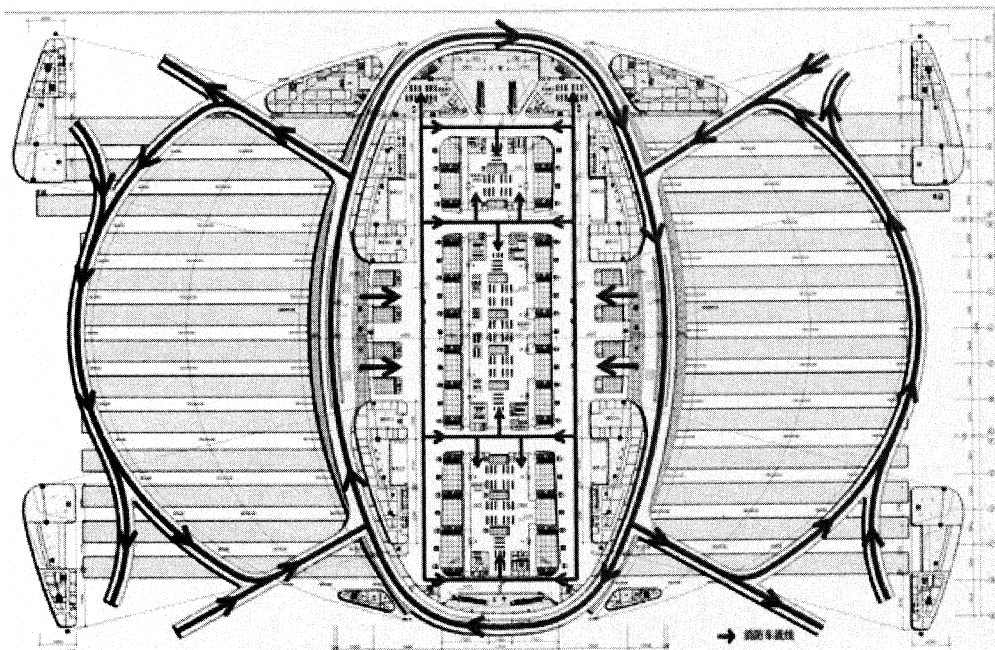


图 3-44-2 高架候车大厅建筑平面图

三、关键知识点

(一) 可燃物的状况及火灾荷载密度

可燃物的状况主要考虑可燃物的形状、分布、堆积密度、高度及湿度等。建筑物内的火灾荷载密度用室内单位地板面积的燃烧热值表示, 见式 (3-44-1)。

$$q_f = \frac{\sum G_i H_i}{A} \quad (3-44-1)$$

式中 q_f ——火灾荷载密度 (MJ/m^2);

G_i ——某种可燃物的质量 (kg);

H_i ——某种可燃物单位质量的发热量 (MJ/kg);

A ——火灾范围内的地板面积 (m^2)。

一个空间内的火灾荷载密度也可以参考同类型建筑内火灾荷载密度的统计数据确定。在进行此类统计时, 应该至少对 5 个典型建筑取样。

(二) 防止火灾辐射蔓延

造成火灾辐射蔓延的因素很多, 如飞火、热对流、热辐射等。在性能化分析中, 是在一定的设定火灾规模下通过控制可燃物间距, 或在一定间距条件下控制火灾的规模等方式来防止火灾的蔓延。性能化分析中通常采用辐射热分析方法来分析火灾蔓延情况。

火灾发生时, 火源对周围产生热辐射和热对流。火源周围的可燃物在热辐射和热对流的作用下温度会逐渐升高, 当达到其点燃温度时可能会发生燃烧, 导致火灾的蔓延。

一般情况下, 在火灾通过辐射蔓延的设计中, 当被引燃物是很薄很轻的窗帘、松散地堆放的报纸等非常容易被点燃的物品时, 临界辐射强度可取 $10\text{kW}/\text{m}^2$; 当被引燃物是带软垫的家具等一般物品时, 临界辐射强度可取 $20\text{kW}/\text{m}^2$; 对于 5cm 或更厚的木板等很难被引燃的物品, 临界辐射强度可取 $40\text{kW}/\text{m}^2$ 。本项目货物带有包装, 保守地取临界辐射强度为 $15\text{kW}/\text{m}^2$ 。

一般假设点火源的辐射能量是在火源中心位置释放出来的, 热辐射强度见式 (3-44-2)。

$$q'' = \frac{\dot{Q}}{12\pi R^2} \quad (3-44-2)$$

式中 q'' ——热辐射强度, 即辐射热流值 (kW/m^2);

\dot{Q} ——火源热释放速率 (kW);

R ——火源中心至接受辐射面的水平距离 (m)。

对于面火源, 其热辐射强度可见式 (3-44-3)。

$$q'' = \varepsilon \sigma T^4 \quad (3-44-3)$$

式中 q'' ——热辐射强度, 即辐射热流值 (kW/m^2);

ε ——辐射率;

σ ——史蒂芬-波尔兹曼常数, 为 $5.67 \times 10^{-8} \text{kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$;

T ——热力学温度 (K)。

(三) 在性能化设计评估中, 对高大空间中的高火灾荷载区域所采取的措施

1) 防火单元。对于公共空间内设置的高火灾荷载、人员流动小、无独立疏散条件的区域 (如厨房、为旅客服务的办公室、设备用房、既有商业设施等) 应采用防火单元的处理方式, 即采用耐火极限不低于 2.00h 的不燃烧体防火隔墙和耐火极限不低于 1.50h 的不燃烧体屋顶与其他空间进行防火分隔。在隔墙上开设门、窗时, 应采用甲级防火门、窗。

2) 防火舱。对于站房内部设置的为旅客服务的无明火作业的餐饮、商业零售网点、商务候车等场所, 可采用“防火舱”的处理方式 (图 3-44-3), 以确保将火灾影响限制在局部范围内, 最大限度地避免危及生命安全、财产安全和运营安全的事件发生, 以满足高大空间开敞布局的需要。

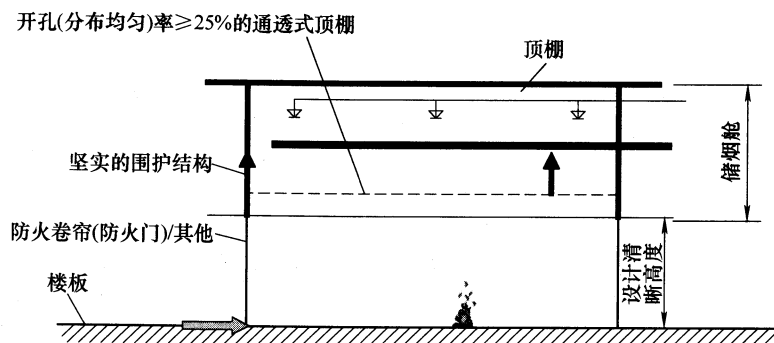


图 3-44-3 防火舱示意图 (图中坚实的围护结构为防火隔墙)

所谓“防火舱”是指由坚实的有足够耐火极限的不燃围护结构 (要求围护结构耐火极限不小于 1.00h) 构成, 覆盖在整个火灾荷载相对较高的区域之上。顶棚下要求安装火灾自动报警系统、自动喷水灭火系统和排烟装置。这样, 既可快速抑制火灾, 又可防止烟雾蔓延到高大空间。防火舱可分为开放式防火舱和封闭式防火舱两种形式。

开放式防火舱是指其四周围护结构可局部开敞, 要求储烟舱高度不小于 1m , 其内部必须设置机械排烟系统, 以控制火灾烟气向大空间蔓延。不同防火舱间应保持一定的防火间距, 防止火灾连续蔓延。当开放式防火舱连续设置时, 应采取防止火灾连续蔓延的措施。

封闭式防火舱是指四周围护结构为全封闭的, 或有一边局部敞开且局部敞开处应设置防火卷帘或防火门。要求四周围护结构的耐火极限均不应小于 1.00h 。对于防火卷帘, 当探测器发出火警时防火卷帘应分两步下降关闭, 保证舱内人员的及时疏散。

3) 燃料岛。燃料岛是指在开放大空间内设置的没有顶棚的小型陈列和零售服务设施。这些设施被要求

控制在 $6 \sim 20\text{m}^2$ 之内, 火灾规模一般为 $3 \sim 5\text{MW}$ 。燃料岛之间应保持足够的防火安全间距, 一般不小于 9m 。

四、注意事项

火车站作为人员密集的公共场所, 每天迎送的旅客川流不息。发生火灾的危险源可能来自于旅客携带的火种或化学危险品、旅客违章吸烟、车站内的电气设备、改扩建或装修过程中的电气焊等热工操作、站内设置的餐饮场所中的厨房明火等。

“防火单元”的设计方法是解决高大空间难以进行物理防火分隔的有效手段。设计中可以将火灾危险性较大的区域从高大空间中剥离出来, 力争将火灾限制在局部区域和范围内, 最大限度限制火灾的影响区域。高架候车大厅内的人员可以选择水平方向疏散及向下垂直疏散, 其疏散路径清晰。另外, 高架候车大厅可以依靠高大空间自身的强大蓄烟能力及设置一些自然排烟口来延缓、控制烟气层的下降及蔓延, 能够给人员安全疏散及消防队员灭火作业提供较有利的条件。

高架候车大厅中火灾危险性较大的区域是局部两层功能用房和软席候车区域。可以通过引入“封闭舱”的概念, 将局部两层功能用房进行封闭并设计独立排烟及自动灭火系统。软席候车区域可采用“开放舱”概念设计。

五、思考题

(一) 单项选择题

1. 调查发现, 乘坐火车的旅客多数携带大行李包和旅行箱, 行李物品多为衣服和食品。根据统计, 旅客携带行李的质量一般在 $5 \sim 10\text{kg}$, 平均质量为 6.37kg 。按照保守原则, 假设站房候车区内旅客携带的行李均为衣服, 质量为 $2 \times 6.37\text{kg}$, 衣服的单位热值约为 19MJ/kg , 根据国家标准《铁路旅客车站建筑设计规范(2011年版)》(GB 50226—2007)的规定, 铁路客运站候车区的人员密度可按 $1.1\text{m}^2/\text{人}$ 确定, 因此计算得到候车区的火灾荷载密度为 ()。

A. 220MJ/m^2 B. 242MJ/m^2 C. 121MJ/m^2 D. 无法确定

2. 如何避免火灾的辐射蔓延? ()。

- A. 减小火灾规模、减小分隔距离
- B. 减小火灾规模、增大分隔距离
- C. 增大火灾规模、减小分隔距离
- D. 增大火灾规模、增大分隔距离

(二) 多项选择题

高架候车大厅的火灾及烟气模拟计算应考虑的场景包括 ()。

- A. 小件行李寄存区火灾
- B. 列车车厢火灾
- C. 候车区域行李火灾
- D. 餐饮区厨房火灾
- E. 软席候车区座椅火灾

(三) 分析题

简述交通枢纽高大空间内的办公用房、设备用房、商铺、餐厅、商务候车厅、小型零售柜台、咨询台等应采用何种防火分隔措施以防止火灾蔓延?

【参考答案】

(一) 1. A 2. B

(二) ACDE

(三) 答题要点:

- 1) 高大空间内的办公用房、设备用房、既有商业设施等应设置为防火单元。采用耐火极限不低于 2.00h 的不燃烧体防火隔墙和耐火极限不低于 1.50h 的不燃烧体屋顶与其他空间进行防火分隔。在隔墙上开设门、窗时,应采用甲级防火门、窗。
- 2) 商铺、餐厅、商务候车厅等应设置为防火舱,围护结构耐火极限不小于 1.00h。
- 3) 对于小型零售柜台、咨询台等,当其面积在 $6 \sim 20\text{m}^2$ 时,可设置为燃料岛,与周围可燃物之间应当保持不小于 9m 的防火间距。