

### 一、情景描述

某商务核心区（图 3-45-1）地下一层建筑面积约为  $102951\text{m}^2$ ，主要功能为：①人行交通系统。联系公共区与二级地块的人行通道，为在地下车库停车的使用者提供了清晰和便捷的快速通道，呈“井”字形分布于地块内，快速通道的净宽度为  $14\text{m}$ ，建筑面积约为  $52529\text{m}^2$ ，与各二级地块均有出入口，行人可通过清晰的标志系统找到相应的楼座；②商业功能。包括品牌主力店、餐饮区、影剧院、超市等，建筑面积约为  $50422\text{m}^2$ 。商业西侧室外设置有从南至北、完全开敞的下沉广场，既为商业增加了室外景观，又改善了采光通风及疏散条件。为了满足商业店铺的有效布局，并解决商业疏散问题，在商业区域中间设置了南北长约  $200\text{m}$ ，东西宽度为  $14\text{m}$  的室内步行街（图 3-45-2），周围的商业店铺通过步行街进行疏散，步行街设置有多处直通下沉广场的出口，还设置有多部直通室外地坪的疏散楼梯。该建筑除室内步行街的防火分区划分、借用室内步行街进行疏散等问题以外，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。

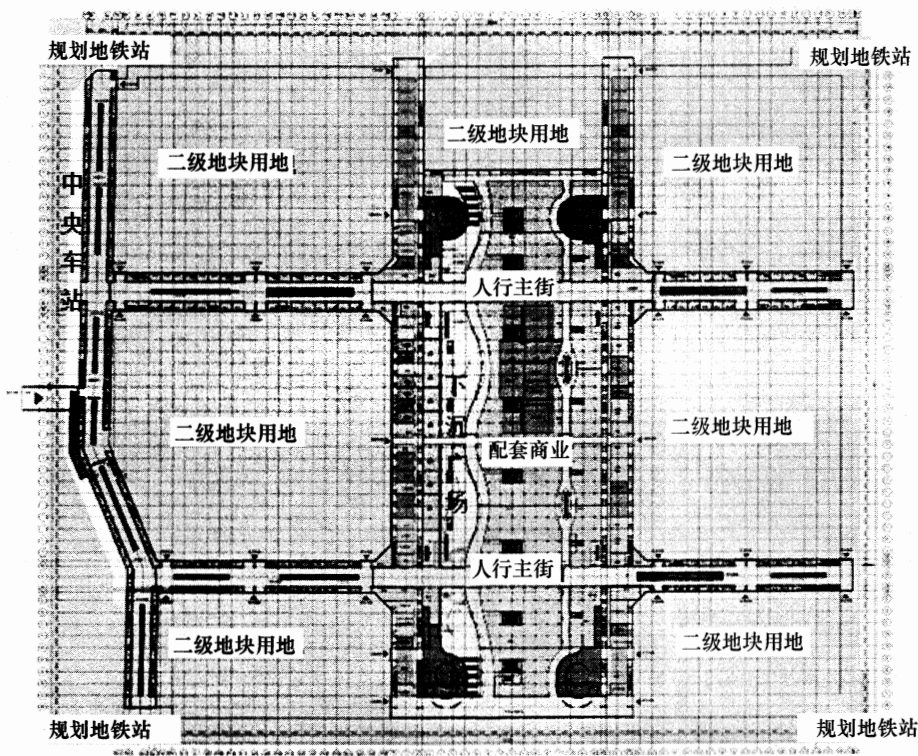


图 3-45-1 地块功能示意图

在消防性能化设计评估中,通过隔离室内步行街中的商业火灾荷载,限制室内步行街内部的火灾荷载,设置有效的火灾探测、自动灭火、防烟排烟等消防措施,将步行街设置为“临时安全区”,以解决步行街防火分区面积超大、借用步行街疏散等问题。与此同时,通过设置下沉广场,引导步行街人员首先疏散至开阔的下沉广场,有效解决地下商场疏散楼梯不足的问题。

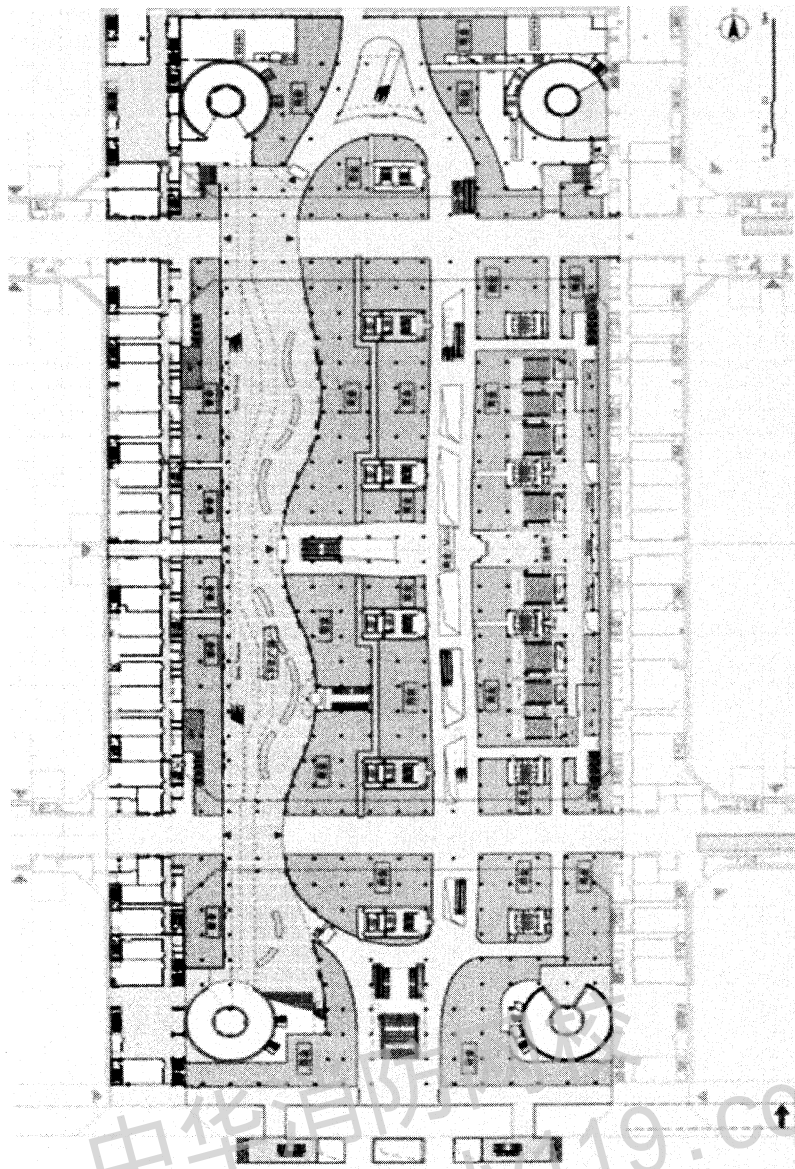


图 3-45-2 地下一层步行街示意图

## 二、案例说明

本案例包含或涉及下列内容:

- 1) 人员的耐受性指标的选取。
- 2) 烟控系统的设计及其量化指标。
- 3) 性能化设计评估对室内步行街排烟的要求。
- 4) 性能化设计评估对用于防火分隔的下沉广场的要求。

### 三、关键知识点

#### (一) 人员的耐受性指标的选取

人员的耐受性指标,是指计算危险来临时间时应考虑火灾时建筑物内影响人员安全疏散的因素,包括烟气层高度、热辐射、对流热、烟气毒性和能见度。

这些因素可以通过对建筑内特定的火灾场景进行火灾与烟气流动的模拟得到。各因素应按以下要求确定:

1) 在疏散过程中,烟气层应始终保持在人群头部以上一定高度,人在疏散时不必要从烟气中穿过或受到热烟气流的辐射热威胁。

2) 人体对烟气层等火灾环境的辐射热的耐受极限为  $2.50\text{kW/m}^2$ ,即相当于上部烟气层的温度约为  $180\sim 200^\circ\text{C}$ 。

3) 高温空气中的水分含量对人体的耐受能力有显著影响。人体可以短时间承受  $100^\circ\text{C}$  环境的对流热,当温度低于  $60^\circ\text{C}$  (水分饱和) 时可以耐受大于 30min。

4) 火灾中的热分解产物及其浓度与分布因燃烧材料、建筑空间特性和火灾规模等不同而有所区别。在设计和评估时,可简化为:如果空间内烟气的光密度不大于  $0.10\text{D/m}$ ,则视为各种毒性燃烧产物的浓度在 30min 内达不到人体的耐受极限,通常以一氧化碳的浓度为定量判定指标。在设计与评估中,应根据空间高度与大小以及可能的疏散时间来确定该光密度的大小。

5) 能见度的定量标准应根据建筑内的空间高度和面积大小确定。对于小空间,能见度指标取 5m;对于大空间,能见度指标取 10m。

#### (二) 烟控系统的设计及其量化指标

烟控系统的主要设计目标是:

- 1) 为人员疏散提供一个相对安全的区域,保证在疏散过程中不会受到火灾产生的烟气的伤害。
- 2) 为消防救援提供一个救援和展开灭火作业的安全通道和区域,免受火灾的影响。
- 3) 及时排除火灾中产生的大量热量,减少对建筑结构的损伤。

在性能化的烟控系统设计中,排烟量一般采用以下三种方法之一进行计算:

- 1) 排烟量大于火灾时产生的烟气量。
- 2) 排烟量等于火灾时产生的烟气量,且烟层的高度要大于一个临界高度,即保证人员安全的高度。
- 3) 排烟量小于火灾时产生的烟气量,但是烟层的高度下降到临界高度时,人员已经疏散完毕。

由于烟控系统的目的是防止人员受到火灾烟气的影响,因此烟控系统设计应使烟层维持在距离地面一定的高度以上,这个高度又称为临界烟层高度。临界烟层的计算见式 (3-45-1)。

$$H_d = 1.6 + 0.1(H_c - h) \quad (3-45-1)$$

式中  $H_d$ ——烟层距离疏散地面的临界高度;

$H_c$ ——空间顶棚距离火源位置的高度;

$h$ ——疏散地面高于火源位置的高度。

三者的空间关系,如图 3-45-3 所示。

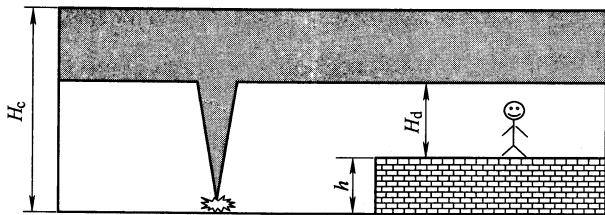


图 3-45-3 烟层、清晰高度示意图

火灾中烟气运动的一般现象是：燃烧产生热烟气，这些热烟气上升并在火焰上方形成烟羽流。烟羽流在上升的过程中不断卷吸空气，因此随着高度的增加烟羽流水平断面的直径和质量流量逐渐增加。这些热烟气在屋顶形成一个热烟层，并随着烟气的聚集，烟层高度逐渐下降。另外，对于空间形状复杂或情况特殊的排烟设计需要进行烟气运动的数值模拟分析。

### （三）性能化设计评估对室内步行街排烟的要求

步行街顶棚设置自然排烟设施，自然排烟口的有效面积应计算获得且不应小于其地面面积的25%。

### （四）性能化设计评估对用于防火分隔的下沉广场的要求

1) 不同防火分区通向下沉广场等室外开敞空间的安全出口，其最近边缘之间的水平距离应计算获得且不应小于13m。室外开敞空间除用于人员疏散外不得用于其他商业或可能导致火灾蔓延的用途，其中用于疏散的净面积应计算获得且不应小于169m<sup>2</sup>。

2) 下沉广场等室外开敞空间内应设置不少于1部直通地面的疏散楼梯。当连接下沉广场的防火分区需利用下沉广场进行疏散时，疏散楼梯的总净宽度不应小于任一防火分区通向室外开敞空间的设计疏散总净宽度。

3) 确需设置防风雨篷时，防风雨篷不应完全封闭，四周开口部位应均匀布置，开口的面积应计算获得且不应小于该空间地面面积的25%，开口高度不应小于1m；开口设置百叶时，百叶的有效排烟面积可按百叶通风口面积的60%计算。

## 四、注意事项

### （一）快速通道区域

为了提高通道使用的便利性，局部设置一些简易商业设施，单个店铺的面积不超过80m<sup>2</sup>。商业设施的设置增加了通道区域的火灾危险性，因此虽然不划分防火分区，但是为了减少通道区内的火灾荷载，应限制店铺的面积，如将店铺面积控制在整个通道面积的6%以内。另外，还应按照规范要求设计防烟排烟系统、自动探测报警及喷淋灭火等消防设施。

### （二）步行街区

步行街作为地下商业区域重要的疏散路径，应确保其在火灾时的安全性。因此，为了减少步行街区通道的火灾危险性，通道区域仅作为人流交通场所，不作为商业用途场所。

### （三）商业区域

地下商业的主要火灾危险来源于步行街两侧的营业厅、餐饮区、电影院等。这些不同经营类型的商业区域之间应进行有效的防火分隔。为了安全疏散，连接楼梯间的疏散走道应采用耐火极限不小于1.00h的实体墙进行分隔。作为人员疏散主要出口的下沉广场，应设置不少于1个直通地面的疏散楼梯，总净宽度不应小于相邻最大防火分区通向下沉广场等室外开敞空间的设计疏散的总净宽度。

## 五、思考题

### （一）单项选择题

1. 清晰高度一般为（ ）m。  
A. 1 B. 1.50 C. 2 D. 2.50
2. 餐饮、商店等商业设施通过有顶棚的步行街连接，步行街两侧的建筑利用步行街进行安全疏散，且步行街采用自然排烟设施。自然排烟口的有效面积不应小于其地面面积的（ ）%。  
A. 2 B. 5 C. 10 D. 25

### （二）多项选择题

下列哪些描述用于防火分隔的下沉广场的语句是正确的？（ ）

- A. 下沉广场的宽度不应小于13m。

- B. 下沉广场的面积不应小于  $169\text{m}^2$ 。
- C. 下沉广场内应设置不少于 1 部直通地面的疏散楼梯。
- D. 下沉广场疏散楼梯的总净宽度不应小于通向下沉广场的设计疏散总净宽度。
- E. 防风雨篷开口的面积应计算获得且不应小于该空间地面面积的 25%。

### (三) 分析题

请简述人员安全疏散计算分析的定量判定标准。

### 【参考答案】

(一) 1. C 2. D

(二) CE

(三) 答题要点:

人员安全疏散计算分析的定量判定标准为空间内的火灾环境应同时满足以下两个条件: 临界烟层高度以下空间内的烟气温度不超过  $60^{\circ}\text{C}$  且能见度不小于  $10\text{m}$ ; 一氧化碳浓度不超过  $500\text{ppm}$ 。