### 绪论

##### 1.1 工程概况及设计范围

1.1.1 工程概况

本工程为恒丰国际广场地下一层车库，框剪结构，建筑物耐火等级为一级，占地面积7426.29，高度为5.2m，所有楼板均为现浇板。

1.1.2 设计内容

地下车库的消防设计分为五个部分：

1、地下车库的分区与安全疏散设计

2、地下车库的消火栓系统及自动喷水灭火系统系统设计

3、地下车库的灭火器配置设计

4、地下车库的防排烟系统设计

5、地下车库的火灾自动报警系统设计。

具体如下：

1）结构防火设计

1、根据地下车库的使用类型、面积平面布局等情况，对照有关设计规范和指标，合理的划分耐火等级。

2、根据规范和该车库周围建筑的情况，设计该地下车库的防火间距；并划分防火分区、防烟分区。

3、汽车库的人员安全出口和汽车疏散出口以及消防车道的设计。

4、安全出入口的位置、数量及宽度。

//todo

##### 1.2 设计依据及资料规范

1.2.1 设计依据

地下车库消防设计指导书。

1.2.2 资料规范

1、《建筑设计防火规范》GB50016—2014

2、《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014

3、《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2001

4、《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2005

5、《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB50261-2005

6、《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005

7、《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013

8、《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB50166-2007

9、《建筑给水排水设计手册》

10、《建筑设计防火规范》GB50016-2006

11、《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB50974-2014

12、Yasushi Oka, Osamu Imazeki. Temperature distribution within a ceiling jet propagating in an inclined flat-ceilinged tunnel with natural ventilation. J. Fire Safety Journal. 71 (2015) 20–33

##### 1.3 小结

//todo

### 分区与安全疏散设计

##### 2.1 防火分类和耐火等级

2.1.1 防火分类

根据规范[2]，车库的防火分类可以划分为四类，见表2-1：

表 ‑1 车库的防火分类

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ |
| 汽车库 | 停车数量（辆） | >300 | 151~300 | 51~150 | ≤50 |
| 或总建筑面积（） | >10000 | 5001~10000 | 2001~5000 | ≤2000 |
| 修车库 | 车位数（辆） | >15 | 6~15 | 3~5 | ≤2 |
| 或总建筑面积（） | >3000 | 1001~3000 | 501~1000 | ≤500 |
| 停车场 | 停车数量（辆） | >400 | 251~400 | 101~250 | ≤100 |

此汽车库总建筑面积为7426.29，停放车辆为177辆，属于Ⅱ类。

2.1.2 耐火等级

根据规范[1]中5.3.1，如表2-2所示：

表 ‑2 不同耐火等级建筑的允许建筑高度或层数、防火分区

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 耐火等级 | 允许建筑高度或层数 | 防火分区的最大允许建筑面积（） | 备注 |
| 高层民用建筑 | 一、二级 | 按本规范第5.1.1条确定 | 1500 | 对于体育馆、剧场的观众厅，防火分区的最大允许建筑面积可适当增加。 |
| 单、多层民用建筑 | 一、二级 | 按本规范第5.1.1条确定 | 2500 |
| 三级 | 5层 | 1200 | — |
| 四级 | 2层 | 600 | — |
| 地下或半地下建筑（室） | 一级 | — | 500 | 设备用房的防火分区最大允许建筑面积不应大于1000。 |

注：1 表中规定的防火分区最大允许建筑面积，当建筑内设置自动灭火系统时，可按本表的规定增加1.0倍；局部设置时，防火分区的增加面积可按该局部面积的1.0倍计算。

2 裙房与高层建筑主体之间设置防火墙时，裙房的防火分区可按单、多层建筑的要求确定。

同时，根据规范[2]中3.0.3 “地下汽车库、半地下汽车库、高层汽车库的耐火等级应为一级”，确定此地下车库耐火等级为一级。

##### 2.2 防火分区

根据规范[2]中5.1.1，如表2-3所示：

表 ‑3 汽车库防火分区最大允许建筑面积

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 耐火等级 | 单层汽车库 | 多层汽车库 | 地下汽车库或高层汽车库 |
| 一、二级 | 3000 | 2500 | 2000 |
| 三级 | 1000 | — | — |

以及5.1.2，防火分区最大允许面积为2000，而该地下汽车库设有自动灭火系统，故其防火分区最大允许面积为4000。

同时，该地下车库设备用房满足规范[2]中5.1.3，故设备用房不单独划分防火分区而计入汽车库的防火分区面积。

综上，此地下汽车库占地面积7426.29，划分为两个防火分区，如图2-1所示。

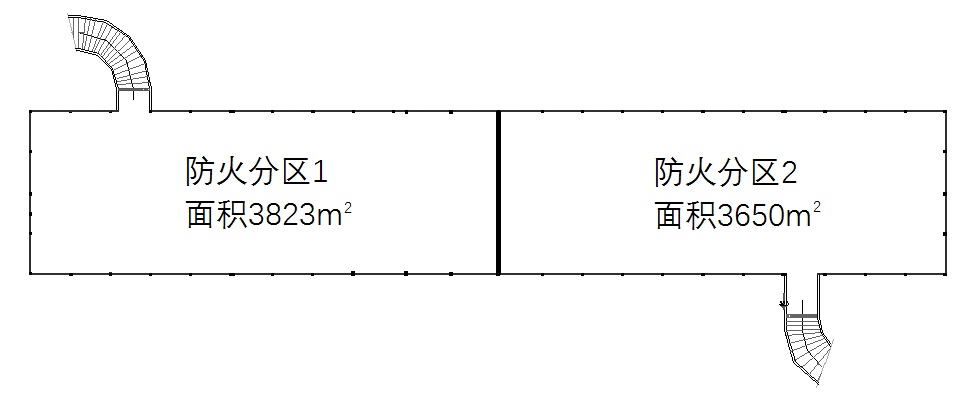


图2-1 地下车库防火分区分布图

左侧防火分区面积为3823，右侧防火分区面积为3650。中间间隔物为防火墙和防火卷帘。

##### 2.3 疏散出口

根据规范[2]中6.0.1，人员安全出口和汽车疏散出口应分开设置。

2.3.1 人员安全出口

根据规范[2]中6.0.2，此地下汽车库每个防火分区应设两个疏散楼梯，总共四个。

根据规范[2]中6.0.3，此地下汽车库高度为5.2m，楼梯间可用封闭楼梯间，如图2-2所示。

图2-2 地下车库防烟楼梯间分布图

由规范[2]中6.0.5，此汽车库设有自动灭火系统，两个防火分区内任意一点到楼梯间的距离都没超过60m，符合要求。

2.3.2 汽车疏散出口

根据规范[2]中6.0.9，此汽车库设置两个疏散出口，每个防火分区各一个。汽车疏散坡道为双车道，宽度均为7m。

发生火灾时，防火卷帘会降落到地面，两个防火分区之间完全隔断，汽车疏散路线如图2-3所示。

图2-3 地下车库汽车疏散路线图

##### 2.4 本章小结

此地下汽车库属于二类汽车库，耐火等级为一级，设有自动灭火系统，其防火分区最大允许面积为4000。此地下汽车库占地面积7426.29，划分为两个防火分区，左侧防火分区面积为3823，右侧防火分区面积为3650。每个防火分区设有两个疏散楼梯间，一共四个，均为防烟楼梯间；均为双车道，每个防火分区有一个汽车疏散出口。

### 防排烟系统设计

##### 3.1 车库排烟设计

地下汽车库一般与地面想通的出入口很少，因此处于半封闭状态。行驶或停靠的汽车排出的汽车尾气，很难或者不能通过自然通风的方式排出室外，因此必须设置机械通风系统进行正常通风换气。此外，当地下汽车库发生火灾时，高温浓烟会因无处排放而在地下汽车库中迅速聚集蔓延，为避免人员伤亡和财产损失，必须设置排烟系统。

##### 3.2 排烟方式的选择

##### 3.3 排烟量的计算

此地下汽车库排烟和排风共用系统，

根据规范[2]中8.2.4，此地下汽车库净高为5.2m，每个防烟分区的排烟量和排风量应为34500，如表3-1所示。

表 ‑1 车库的排烟量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 车库的净高(m) | 车库的排烟量 | 车库的净高(m) | 车库的排烟量 |
| 3及以下 | 30000 | 3.1~4.0 | 31500 |
| 4.1~5.0 | 33000 | 5.1~6.0 | 34500 |
| 6.1~7.0 | 36000 | 7.1~8.0 | 37500 |
| 8.1~9.0 | 39000 | 9.1及以上 | 40500 |

##### 3.4 排烟口的设置

排烟口应按防烟分区设置，同一防火分区设置多个排烟口时，火灾时能够同时打开。排烟口平时关闭，火灾时由火灾自动报警装置联动系统开启排烟区域的排烟口，其他防烟分区内的排烟口应呈关闭状态。排烟口应设置手动和自动两种开启装置。

排烟口应设置在顶棚或靠近顶棚的墙面上，当层高低于3.6m时，可设置在1/2高度以上。为防止顶部排烟口处的烟气外溢，可在排烟口一侧的上部装设防烟幕墙。

当机械排烟系统运行时，此时排烟日处于负压状态，它把火灾烟气不断地吸至排烟口，排烟口附近始终聚集一团浓烟，此时若排烟口距离安全出口太近，则烟气正好堵住安全出口标志，就会影响疏散逃生人员识别安全出口位置，就会影响安全疏散。因此排烟口距附近安全疏散出口沿走道方向之间的最小水平距离不应小于1.5m。设置在顶棚上的排烟口，距可燃物的距离不应小于1.0m。排烟口距防烟分区内最远点的水平距离不应超过30m，此距离指的是烟气流动过程中所经过的水平距离，不一定是指防烟分区最远点到排烟口的直线距离。

本设计采用镀锌钢板，排烟干管的风速不大于20m/s，风口有效截面积的速度不应大于10m/s，排烟口的最小面积不应小于0.04，每个防烟分区的排烟量和排风量均为34500。

假设排风口风速为10m/s，排风口尺寸为，则排风口的数量为个。

排风口实际风速为9.58m/s，小于10m/s，符合要求。

##### 3.5 排烟风机和排烟管道的设计

3.5.1 排烟风机

风机是一种用于运送气体的机械设备。在建筑防排烟系统中，风机是有组织地往室内运送新鲜空气和排出室内高温烟气的输送设备，是机械排烟系统和加压送风系统不可缺少的一部分，在防排烟系统中有着至关重要的作用。

建筑防排烟工程的风机，用于加压送风的风机与一般的送风风机是没有区别的，而排烟风机除了具备一般风机的性能外，还应满足以下要求：

1）排烟风机排出的是火灾发生时产生的高温烟气，因此排烟风机应能保证烟气温度低于时能长时间运行，当烟气温度为时能连续工作不小于30分钟，再当温度冷却到环境温度时仍能正常运转。当排烟风机系统中设置有软接头时，该软接头应能保证在的环境下连续工作不少于30分钟。

2）排烟风机可采用消防专用排烟轴流风机或离心风机，风机应采用不燃材料制作，且耐高温变形小。排烟专用轴流风机必须要有国家质量体系检测认证，并且按照相应标准进行性能检测的报告。普通离心式通风机是根据输送冷空气密度设计的，当输送火灾烟气的风量保持不变时，因烟气密度小，风机功耗就小，电机线圈发热量也就小。

3）排烟风机应满足排烟系统最不利环路的要求，考虑排烟管道漏风量的因素，排烟量应该增加10%~20%的富裕量。

4）在排烟风机出入口处应设置排烟防火阀，当烟气温度超过时排烟防火阀应能自行关闭，排烟防火阀关闭时排烟风机应能立即停止运转。

3.5.2 排烟管道的设计

1）排烟风道不能跨越防火分区。排烟管道在穿越排烟机房时，在风机入口处应设置当温度达到时能够关闭的排烟防火阀，并应符合下列要求：该阀门采用不小于1.5mm厚的钢板制作；该阀门必需牢固的固定在墙壁或楼板上；防火墙与阀门之间的风道，应采用10mm以上的耐火保护层或采用厚度为1.5mm以上的钢板制作，且采用受热时不易变形的材料。

2）排烟风道的材料必须为不燃材料，宜采用冷轧钢板或镀锌钢板。与排烟防火阀连接的排烟风道，穿过防火楼板或防火墙时，风道厚度应采用不小于1.5mm的钢板制作。排烟时风道不应脱落或变形，同时应保证气密性良好。风道的配件也应采用钢板制作。

3.5.3 排烟管道的计算

各防烟分区的排烟量一样，采用相同的管道结构。排烟干管的风速不大于20m/s，支管风速不大于10m/s。

，管道尺寸为

，管道尺寸为

，管道尺寸为

3.5.4 管网阻力计算及风机选择

a.水力计算

渐变管的局部阻力系数取0.1，90度弯头的局部阻力系数取0.15，三通的局部阻力系数为0.47,四通的局部阻力系数0.94。（且本次设计只算记在合流管上）

局部阻力的计算公式 。

防烟分区1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管段 | 风量 | 管宽mm | 管高mm | 管长m | v(m/s) | R(Pa/m) | Py(Pa) | ζ | Pj(Pa) | Py+Pj(Pa) |
|  | 17250 | 500 | 500 | 50.94 | 19.167 | 5.678 | 289 | 0 | 0 | 289 |
|  | 25875 | 630 | 630 | 25.23 | 18.109 | 3.893 | 98 | 0.1 | 20 | 118 |
|  | 34500 | 800 | 630 | 12.46 | 19.015 | 3.672 | 46 | 0.1 | 22 | 67 |

防烟分区2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管段 | 风量 | 管宽mm | 管高mm | 管长m | v(m/s) | R(Pa/m) | Py(Pa) | ζ | Pj(Pa) | Py+Pj(Pa) |
|  | 17250 | 500 | 500 | 50.29 | 19.167 | 5.678 | 289 | 0 | 0 | 286 |
|  | 25875 | 630 | 630 | 26.95 | 18.109 | 3.893 | 105 | 0.1 | 20 | 125 |
|  | 34500 | 800 | 630 | 22.72 | 19.015 | 3.672 | 83 | 0.3 | 65 | 148 |

防烟分区3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管段 | 风量 | 管宽mm | 管高mm | 管长m | v(m/s) | R(Pa/m) | Py(Pa) | ζ | Pj(Pa) | Py+Pj(Pa) |
|  | 17250 | 500 | 500 | 47.14 | 19.167 | 5.678 | 268 | 0 | 0 | 268 |
|  | 25875 | 630 | 630 | 25.39 | 18.109 | 3.893 | 99 | 0.3 | 59 | 158 |
|  | 34500 | 800 | 630 | 26.83 | 19.015 | 3.672 | 99 | 0.3 | 65 | 163 |

防烟分区4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管段 | 风量 | 管宽mm | 管高mm | 管长m | v(m/s) | R(Pa/m) | Py(Pa) | ζ | Pj(Pa) | Py+Pj(Pa) |
|  | 17250 | 500 | 500 | 46.99 | 19.167 | 5.678 | 267 | 0 | 0 | 267 |
|  | 25875 | 630 | 630 | 21.32 | 18.109 | 3.893 | 83 | 0.4 | 79 | 162 |
|  | 34500 | 800 | 630 | 18.36 | 19.015 | 3.672 | 67 | 0.1 | 22 | 89 |

b.计算总阻力

防烟分区1：

防烟分区2：

防烟分区3：

防烟分区4：

c.风机选择

风机风量：

考虑到生产实际和采购方便，四个分区均采用同一型号风机，取风阻最大值589Pa计算。

风机风压：

选用HTF-I型10号风机，电动机功率为11kW。

##### 3.6 本章小结

此地下汽车库……//todo

### 给排水系统设计

##### 4.1 消火栓系统

根据规范[11]中3.5.2，该地下车库室内消防用水量为40L/s，要求同时出8支水枪。根据规范[2]中7.1.8，应保证每个防火分区有两支水枪的充实水柱同时到达任何部位；用水量不应小于10L/s，即同时到达的两支水枪每支设计流量最小值为5.0 L/s。

4.1.1 选型

选用DN64消火栓，水枪喷嘴直径d=19mm，消火栓口径为65mm，水带长度25m，胶质衬里。

4.1.2 充实水柱、喷嘴压力和水枪设计流量

a.充实水柱长度

根据规范[2]中7.1.9，该汽车库室内消火栓水枪的充实水柱不应小于10m。故取。

b.喷嘴压力

水枪充实水柱长度为10m时，

水枪喷嘴口径为19mm时，=0.01

则

c.水枪设计流量

水枪喷嘴直径为19mm时，

则

水枪设计流量最小值为5.0 L/s，故。

d.反算喷嘴压力

e.反算充实水柱长度

故水枪充实水柱长度为11.4m，水枪喷嘴压力为15.85m，水枪喷嘴流量为5.0L/s。

4.1.3 消火栓保护半径及最不利点验算

a.保护半径

消防水带长25m，弯曲系数f取0.8，故

实际上由于高度5.2m的限制水柱无法到达45°度仰角，实际保护半径会更大。但根据规范要求不应大于25m，故取R=25m。

b.最不利点栓口水压

该型号水带阻力系数为0.00172，则

根据规范，该地下车库最不利点处压力不小于250，故。

c.反算最不利点喷嘴流量

d.反算该喷嘴处的水头长度

e. 反算该喷嘴压力下充实水柱长度

故水枪充实水柱长度为15.78m，水枪喷嘴压力为23.36m，水枪喷嘴流量为6.07L/s。

4.1.4 消防给水管网管径

消防给水管径根据流量和流速确定，消火栓给水管径流速不应大于2.5m/s。每支水枪设计流量最小值为5.0 L/s，一根消防竖管最多出动1支水枪，则竖管的最大流量为5.0L/s。

若取最大流速为2.5m/s，则管径

根据管道标准直径，确定消防竖管的直径为65mm，则当消防流量达到5L/s时，管内流速

满足要求。

4.1.5 最不利管路水头损失

则消防水泵流量为6.07+6.08=12.15L/s。

底部水平干管流速取2.5m/s，则管径

根据实际情况取100mm。

4.1.6 消防水泵扬程

管路沿程水头损失和局部水头损失之和取2.0m，水池最低水位与最不利点消火栓的高程差为1.1M。

则消防水泵的扬程

##### 4.2 自动喷水灭火系统

4.2.1 基本设计

该地下车库的耐火等级为一级，火灾危险等级为中危Ⅱ级，净空高度小于8m。

根据规范[4]中5.0.1，其喷水强度至少为，且每个喷头的作用面积最大为160，采用吊顶型玻璃球喷头，喷头参数见表4-1。

表 ‑1 自动喷水灭火系统喷头参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 作用面积 | 喷水强度 () | 喷头工作压力(MPa) | 喷头流量系数 | 火灾延续时间(h) |
| 160 | 8.0 | 0.1 | 80 | 1 |

4.2.2 水力计算

a.喷头流量



式中：q -- 喷头处节点流量，L/min

P -- 喷头处水压（喷头工作压力）MPa

K -- 喷头流量系数

2）流速V：



式中：Q -- 管段流量L/s

Dj --管道的计算内径（m）

3）水力坡降：



式中：i -- 每米管道的水头损失（mH20/m）

V -- 管道内水的平均流速（m/s）

dj -- 管道的计算内径（m），取值应按管道的内径减１mm确定

4）沿程水头损失：



式中：L -- 管段长度m

5）局部损失（采用当量长度法）：

(当量)

式中：L(当量) -- 管段当量长度，单位m(《自动喷水灭火系统设计规范》附录C)

6）总损失：



7）终点压力：



##### 4.3 系统共用设计

4.3.1 增压稳压设备

根据规范，消防水池最低水位应满足最不利点水头10m的要求，该消防水池最低水位为0m，最不利点消火栓标高为1.1m。

则最不利点静水头为：

0m-1.1m=-1.1m

不满足要求，需设增压设施。增压设施应根据最不利点消火栓栓口的水头高和是否与自喷淋系统合用来选取。本设计为消火栓系统与自喷淋系统合用。最不利点消火栓栓口水压为250kPa。

4.3.2 水泵接合器

水泵接合器设置数量根据室内消防用水量确定，该建筑室内消防用水量为51.09L/s，每个水泵接合器的出水量为10~15L/s。在此取15L/s，则水泵接合器的设置数量为3.4 ≈ 4个。

4.3.3 消防水池

消防水池储存火灾延续时间内的消防用水量，该地下车库火灾延续时间为2h，自喷淋持续时间为1h，则其消防水池有效容积

V=51.09L/s×3600s×2+33.73L/s×3600s =469.3

### 灭火器配置设计

##### 5.1 场所危险等级及火灾种类

根据规范[6]中3.1.2和3.2.1，该地下车库为B类火灾（液体火灾或可熔化固体物质火灾），危险等级为中危险等级。

##### 5.2 配置计算

5.2.1 划分计算单元

根据规范[6]中7.2，该地下车库根据防火分区划分为两个计算单元。

5.2.2 单元最小需配灭火级别

地下车库计算单元的最小需配灭火级别应按下式计算：

式中，Q —— 计算单元的灭火级别，A或B；

S —— 计算单元的保护面积()；

U —— A类火灾或B类火灾的灭火器配置场所相应危险等级的灭火器配置基准，或；

K —— 修正系数。

该地下车库两个计算单元的面积差别很小，取两者中较大值3823计算：

5.2.3 设置点的最小需配灭火级别

应按下式计算：

式中， —— 计算单元每个设置点的最小需配灭火级别，A或B；

N —— 计算单元中的灭火器设置点数；

则

5.2.4 设置点的配置

灭火器种类选取MFT120，其灭火等级为297B。每个设置点布置三个推车式灭火器，灭火等级为891B，满足要求。

##### 5.3 特殊场所的灭火器配置

//todo

### 自动报警系统设计