

一、情景描述

某商业建筑，建筑总高度为 26m，总建筑面积为 137519m²。其地下一层为地下汽车库、人防、设备用房和建筑面积为 10000m² 的地下商业。地下汽车库停车数为 499 辆，建筑层高 3.70m，净高 2.30m，主梁高 0.90m，地下汽车库防火分区面积均小于 4000m²，防烟分区面积不大于 2000m²，机械排烟系统按防火分区设置，并按排风与排烟兼容的模式工作，且排风口与排烟口分开设置，系统排烟量按每小时 6 次计算，其中最大的一个机械排烟系统为 PY (F) -B1-3 系统，为防烟分区 I（面积为 1426m²），防烟分区 II（面积为 1726m²）和防烟分区 III（面积为 2000m²）服务，其排烟风机的排烟量为 53280m³/h，系统构成如图 2-31-1 所示。

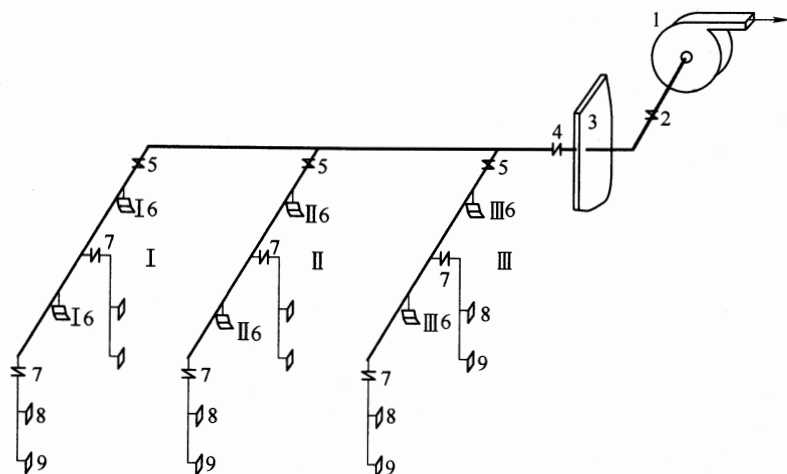


图 2-31-1 排风与排烟兼容系统（排风口与排烟口分开设置）

1—排烟风机 2、5—排烟防火阀（280℃） 3—风机房隔墙 4—排烟防火阀
6—排烟口（带阀） 7—防火阀（70℃） 8—上排风口 9—下排风口

该系统的主排烟风管上壁贴主梁底敷设，每个防烟分区接出一排烟支管，支管从主管接出处设有排烟防火阀。在每条支管的适当位置上设有两个排烟口，均设在风管下壁，每个百叶排烟口均带排烟阀，具有手柄启动和电信号自动控制功能，平时常闭，每个排烟口距防烟分区最远距离不大于 30m。另外在每条支管的适当位置上接出两条排风竖管，在接出处设 70℃ 防火阀，平时常开，在温度达到 70℃ 时，能自动关闭，在竖管上还设有上下两个常开百叶风口，上部和下部排风口各按比例排除汽车尾气。主排烟风管进入专用排烟机房并在接入排烟风机前设置 280℃ 自动关闭的总防火阀，该阀动作后能联动排烟风机停运。该系统所服务的区域设有机械补风系统，补风量按风机排烟量的 50% 确定。

该地下汽车库设有与地上商业共用的防烟楼梯间并设有正压送风系统,采用楼梯间竖向井道加压送风,前室不送风方式,风口为常开百叶风口,风口按“每隔二到三层设一个风口的原则”布置在地上一、三、五层,加压送风量按规范规定在计算值与规定值中取较大值确定,能满足门洞风速的要求。由于地下商业区有餐饮场所,厨房油烟管道采用不锈钢板制作,并沿防烟楼梯间敷设至屋面。

发生火灾时建筑内所有通风空调系统的电源自动切断,火灾确认信号自动启动排烟风机运行并联动打开起火防烟分区的排烟口,当排烟风机前的总防火阀(280℃)自动关闭时排烟风机联动停运。火灾时,当进入排烟支管的烟温达70℃时支管上的防火阀自动关闭,并联动排烟风机停运。

该系统在验收时,采用在现场向感温探测器加温的方法使其动作,并手动按下手动报警按钮,系统上的排烟风机转入排烟工况,并联动系统上的6个排烟口自动开启,随后验收人员用柔软纸条贴在排烟口处,只见软纸条未被风口吸引,因此该系统验收不合格。

二、案例说明

本案例涉及防火内容较多,主要分析下列内容:

- 1) 排风与排烟兼用的机械排烟系统的构成。
- 2) 排风与排烟兼用的机械排烟系统的基本技术要求。
- 3) 排风与排烟兼用的机械排烟系统的联动控制要求。
- 4) 排风与排烟兼用的机械排烟系统的验收内容和要求。

三、关键知识点及依据

1) 检查设置防烟排烟设施的部位应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)的要求。

2) 设置排烟系统的场所或部位应划分防烟分区,防烟分区不应跨越防火分区,防烟分区面积不宜大于2000m²,采用隔墙等形成封闭的分隔空间时,该空间应作为一个防烟分区;防烟分区的长边不应大于60m;防烟分区应采用挡烟垂壁、结构梁及隔墙等划分;储烟仓高度不应小于空间净高的10%,且不应小于500mm;同一个防烟分区应采用同一种排烟方式。

3) 排烟系统与通风系统宜分开设置。当合用时,应符合排烟系统的要求。

4) 当排烟风机担负多个防烟分区时,其风量应按最大一个防烟分区的排烟量确定;地下汽车库的排烟量应按每小时换气次数不小于6次计算确定,且不应小于规范中的规定值;排烟系统应设置补风系统,补风系统应直接从室外引入空气,且补风量不应小于排烟量的50%。

5) 排烟风机可采用离心式或轴流式排烟风机,并应满足280℃条件下连续工作30min的要求,排烟风机入口处应设置280℃能自动关闭的排烟防火阀,该阀应与排烟风机连锁,当该阀关闭时,排烟风机应能停止运转。排烟风机应设置在专用机房内,其设置应符合规范的规定,当必须与其他风机合用机房时,应符合规范的规定。

6) 排烟口应设在防烟分区所形成的储烟仓内;火灾时由火灾自动报警系统联动开启排烟区域的排烟阀或排烟口,并应在现场设置方便操作的手动开启装置;排烟口与附近安全出口相邻边缘之间的水平距离不应小于1.5m;每个排烟口的排烟量不应大于最大允许排烟量,排烟口的风速不宜大于10m/s。

7) 当防烟楼梯间采用机械加压送风方式的防烟系统时,楼梯间应设置机械加压送风设施,前室可不设机械加压送风设施;地下室、半地下室楼梯间与地上部分楼梯间均需设置机械加压送风系统时,宜分别独立设置。当受建筑条件限制,与地上部分的楼梯间共用机械加压送风系统时,应按规范的要求分别计算地上、地下的加压送风量,相加后作为共用加压送风系统风量,且应采取有效措施满足地上、地下的送风量的要求。机械加压送风风机可采用轴流风机或中、低压离心风机;送风机应设置在专用机房内。

除直灌式送风方式外,楼梯间宜每隔2~3层设一个常开式百叶送风口;前室、合用前室应每层设一个常闭式加压送风口,并应设手动开启装置;送风口的风速不宜大于 7m/s 。

8) 采用机械加压送风方式的防烟系统应与火灾自动报警系统联动,其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116—2013)的有关规定。

加压送风机的启动方式应符合下列要求:

- ① 送风机现场手动启动。
- ② 通过火灾自动报警系统自动启动。
- ③ 消防控制室手动启动。
- ④ 系统中任一常闭加压送风口开启时,加压风机应能自动启动。

9) 机械排烟系统应与火灾自动报警系统联动,其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116—2013)的有关规定。

排烟风机、补风机的控制方式,应符合下列要求:

- ① 现场手动启动。
- ② 消防控制室手动启动。
- ③ 火灾自动报警系统自动启动。
- ④ 系统中任一排烟阀或排烟口开启时,排烟风机、补风机自动启动。
- ⑤ 排烟风机入口处的排烟防火阀在 280°C 时应自行关闭,并应连锁关闭排烟风机。

当火灾确认后,担负两个及以上防烟分区的排烟系统,应仅打开起火灾防烟分区的排烟阀或排烟口,其他防烟分区的排烟阀或排烟口应呈关闭状态。

当一个排烟系统负担多个防烟分区时,排烟支管应设 280°C 自动关闭的排烟防火阀。

机械排烟系统中的常闭排烟阀或排烟口应具有火灾自动报警系统自动开启、消防控制室手动开启和现场手动开启功能,其开启信号应与排烟风机联动。当火灾确认后,火灾自动报警系统应在15s内联动开启同一排烟区域的全部排烟阀、排烟口、排烟风机和补风设施,并应在30s内自动关闭与排烟无关的通风、空调系统。

四、注意事项

1) 划分防烟分区的活动挡烟垂壁应具有火灾自动报警系统自动启动和现场手动启动功能,当火灾确认后,火灾自动报警系统应在15s内联动同一排烟区域的全部活动挡烟垂壁,并在60s内或小于烟气充满储烟仓的时间内开启完毕自动排烟窗。

2) 采用机械加压送风的场所不应设置百叶窗,且不宜设置可开启外窗。

3) 补风口与排烟口设置在同一空间内相邻的防烟分区时,补风口位置不限;当补风口与排烟口设置在同一防烟分区时,补风口应设在储烟仓下沿以下;补风口与排烟口水平距离不应小于5m。

4) 当系统余压值超过最大允许压力差时应采取泄压措施。最大允许压力差应按规范计算确定。

五、思考题

(一) 单项选择题

1. 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB 50067—2014)规定,汽车库设有排烟系统时,其排烟支管上应设有烟气温度超过 280°C 时能自动关闭的排烟防火阀,排烟风机应能保证 280°C 条件下连续工作()h。

- A. 0.3 B. 0.5 C. 0.6 D. 0.9

2. 建筑防烟设计中,当系统余压值超过最大允许压力差时应采取泄压措施,该泄压设施是指()。

- A. 防止回流装置 B. 减压装置 C. 压差自动调节装置 D. 防火阀

3. 当地上部分利用可开启外窗进行自然通风时, 楼梯间的地下部分应 ()
- A. 利用地上部分的外窗防烟方式 B. 将楼梯间的地下部分单独分隔
- C. 采用机械加压送风系统 D. 在地下部分楼梯间设排烟设施

(二) 多项选择题

1. 《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014) 规定, 下列选项符合防烟楼梯间要求的是 ()。
- A. 楼梯间及前室内不应附设烧水间 B. 楼梯间前室应设置防排烟设施
- C. 楼梯间严禁敷设可燃气体管道 D. 楼梯间的疏散门应朝疏散方向开启
- E. 楼梯间前室应设置消火栓
2. 排烟风机可采用 ()。
- A. 离心风机 B. 排烟轴流风机
- C. 普通轴流风机 D. 变频离心排烟风机
- E. 通风机
3. 排除有燃烧或爆炸危险气体、蒸气和粉尘的排风系统, 应符合以下规定: ()。
- A. 排风系统应设置导除静电的接地装置
- B. 应设置湿式除尘器
- C. 排风设备不应布置在地下或半地下建筑 (室) 内
- D. 排风管应采用金属管道, 并应直接通向室外安全地点, 不应暗设
- E. 风管穿过防火墙时应设防火阀
4. 高层民用建筑采用机械加压送风防烟设施的部位有 ()。
- A. 不具备自然排烟条件的防烟楼梯间、消防电梯间前室或合用前室
- B. 采用自然排烟措施的防烟楼梯间, 其不具备自然排烟条件的前室
- C. 可燃物较多的地下室
- D. 中庭
- E. 人员较多的房间
5. 下列公共建筑的 () 的竖向排风管道, 应采用防止回流的措施并宜在支管上设置防火阀。
- A. 厨房 B. 浴室
- C. 卫生间 D. 排风主管道
- E. 排烟主管道

(三) 分析题

1. 请指出本案例情景描述和图 2-31-1 中的错误。为什么排烟口对软纸条没有吸力?
2. 若本案例采用排风与排烟合并设置的兼用系统, 请提出系统设置和联动控制的建议。
3. 为什么高层建筑防烟楼梯间及其前室不能设机械排烟系统?

【参考答案】

(一) 1. B 2. C 3. C

(二) 1. ABCD 2. ABD 3. AC 4. AB 5. ABC

(三) 答题要点:

1. 1) 不能把排烟口的排烟阀手柄误认为是排烟口的手动开启装置。
- 2) 图 2-31-1 中排烟口不能朝下, 而应在风管的上部, 否则排烟口就低于主梁 (看作挡烟垂壁) 而不在储烟仓内。
- 3) 排烟支管上的排烟防火阀应具有 280℃ 自动关闭的功能。
- 4) 排风支管上的 70℃ 防火阀应具有在火灾报警信号打开排烟口时联动关闭的功能。

5) 排风支管上的 70℃ 防火阀, 在感温关闭后不应联动关闭排烟风机。

6) 排烟阀具有“手柄启动和电信号控制功能”是错的, 规范规定的手动开启装置不是指手柄启动, 规范规定的是“自动开启装置”而不是“自动控制装置”。

7) 应当明确以下联动控制关系: 当起火防烟分区的任一排烟口打开时, 应联动打开该防烟分区内所有排烟口, 并联动排烟风机转入排烟工况, 同时联动关闭系统中所有排风支管上的防火阀, 所有动作信号反馈至消防中心, 本案例采用“控制信号首先使排烟风机转入排烟工况, 然后联动系统上所有排烟口打开”的控制方式是错误的。

8) 地下汽车库的防烟楼梯间应设送风口, 因为在楼梯间首层设有隔断设施将地下和地上楼梯隔断。

9) “发生火灾时建筑内所有通风空调系统的电源自动切断”应为“当火灾确认后, 可以自动也可以手动切断起火防火分区的非消防电源”。

10) “火灾确认后启动排烟风机运行”应改为“系统中任一排烟口打开后排烟风机转入排烟工况”。

11) 消防验收时, 风口对软纸条没有吸力的原因如下:

① 原设计采用火灾确认信号打开排烟风机, 并联动打开排烟口, 所以施工单位联动编程时, 采用“温探信号+手报信号”的“与”信号来连锁整个系统的 6 个排烟口, 在 3 个防烟分区内同时排烟。而计算排烟量是按 2000m^2 的换气次数确定的, 但排烟却在三个防烟分区同时进行, 所以排烟量不够。

② 由于 70℃ 防火阀不具有随排烟口打开而联动关闭的功能, 因此系统中 12 个排风口敞开并排风, 从而降低了排烟口的效率, 造成排烟口对纸没有吸力。

2. 当本案例采用排风与排烟合并设置的兼用系统时, 由于各防烟分区上的排烟防火阀、排风排烟口的状态要从同一状态转换为不同状态, 并与现场手动配合实现, 是很困难的, 所以建议机械排烟系统按防烟分区设 3 套兼用系统, 每套系统为一个防烟分区服务, 每套系统设一个手报按钮, 其动作信号用于使风机由排风工况转变为排烟工况, 并停止非起火防烟分区的排烟系统运行, 联动防火分区的补风机运行。这样做既能实现仅在起火的防烟分区排烟, 而且能实现以排烟口为中心的联动控制, 使系统简化。

3.1) 高层建筑楼梯间是高层建筑中由楼底通向楼顶的典型的竖井, 高层建筑内发生火灾时, 由于建筑物内所产生的“烟囱效应”, 起火房间燃烧生成的高温烟气, 沿着疏散通道, 直奔楼梯间, 于是有可能把楼梯间变成大楼的烟囱。

2) 如果在防烟楼梯间及其前室再设机械排烟系统, 无异于进一步强化了楼梯间的“烟囱效应”, 为保证疏散通道的安全, 人们向楼梯间及其前室或与电梯间的合用前室采用机械送风。