

# 工厂防排烟系统设计探讨

王 刚, 谭超毅, 冯武强

(湖南工业大学 土木工程学院, 湖南 株洲 412008)

**摘要:** 结合设计实例, 探讨了工厂防排烟系统不同的设计形式, 并从系统的投资、运行的可靠性、方便维护管理等方面, 分析了不同设计形式的优缺点; 肯定了防排烟与空调兼用系统的优越性; 论述了厂房层高较低时, 排风与排烟兼用系统存在的问题及其解决方法。

**关键词:** 工厂; 防排烟系统; 排风系统; 空调系统; 兼用

**中图分类号:** TU831

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2007)06-0011-04

## Discussion on Smoke Control System Design for Manufactory

Wang Gang, Tan Chaoyi, Feng Wuqiang

(School of Civil Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

**Abstract:** With the project example, several types of smoke control system design for manufactory are discussed. It Analyze the merits and demerits of each system from investment saving, reliable operation, convenient maintenance and management and so on. Then it emphasizes the system's superiority of dual function between the smoke control system and air-conditioning system and presents the solution to the problem of dual function between the extraction system and smoke emission system when the floor height is low.

**Key words:** manufactory; smoke control system; extraction system; air-conditioning system; dual function

随着建筑防火安全规范日益严格, 厂房的防排烟问题不容忽视。厂房防排烟系统形式主要有: 1) 防排烟系统与排风系统兼用; 2) 防排烟系统与空调系统兼用; 3) 防排烟系统单独设置。本文以净高为4 m、面积为1 500 m<sup>2</sup>的某甲类单层厂房的排烟系统为例, 对厂房的防排烟系统设计进行了探讨。

### 1 防排烟系统与排风系统兼用

防排烟系统与排风系统兼用分为部分兼用和全部兼用, 部分兼用方式有: 1) 风道和风口兼用, 风机分别设置(称为形式1); 2) 风道兼用, 风口和风机分别设置(称为形式2); 3) 风道和风机兼用, 风口分别设置(称为形式3); 全部兼用即风道、风口、风机全部共用(称为形式4)。

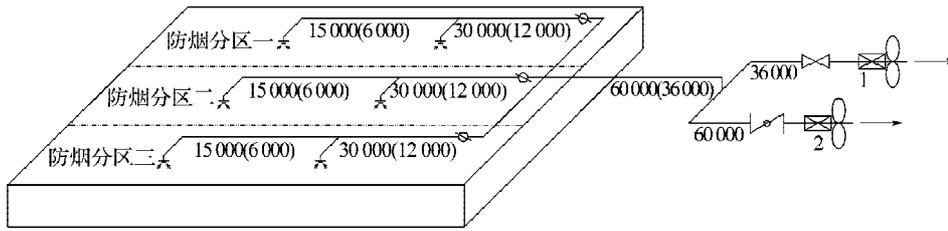
#### 1.1 形式1

形式1的示意图如图1。这种形式采用普通百叶风口, 排风支管上设常开型280℃电动排烟阀。火灾发生时, 排风风机处防火阀动作, 连锁关闭排风机; 同时, 通过消防控制中心, 电控关断除火灾发生处防烟分区之外的所有排烟阀, 电控开启排烟防火阀、排烟风机, 至280℃时排烟防火阀熔断, 连锁关闭排烟风机。

此形式的优点是: 控制简单; 排风排烟共用同一普通百叶风口, 初投资较小; 采用排风风机与排烟风机独立设置可以解决双速风机排风时的噪声过大问题。缺点是: 某防烟分区内发生火灾时, 因该区排风口面积不能相应增加, 无法及时将该防烟分区内的烟气排走, 造成烟气向其它防烟分区蔓延。

收稿日期: 2007-08-10

作者简介: 王 刚(1984-), 男, 安徽宿州人, 湖南工业大学土木工程学院硕士研究生, 主要研究方向为建筑节能。



☒ -280℃常开电动排烟阀; ☒ -70℃防火阀; |☒| -280℃排烟防火阀; ☒-排烟排风口; 1-排风风机; 2-排烟风机  
图中所注数据为排烟(排风)量, 单位为 m³/h

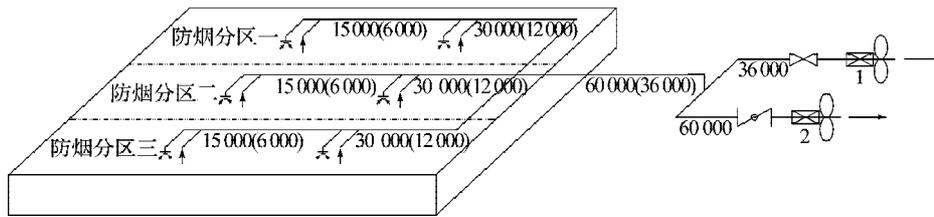
图1 形式1示意图

Fig. 1 The drawing of form 1

1.2 形式2

形式2的示意图如图2, 其排风口采用带电控阀门的百叶风口, 排风采用低噪声排风机, 排风时风量调节可以通过电控阀门来实现。着火时百叶风口又可以通过电控阀门关闭, 连锁关闭排风机。排烟口采用常闭电动排烟风口, 火灾时电控开启火灾区域的排烟防火阀, 排烟风机启动排烟。

此形式的优点是: 风口分开设置能够达到很好的排风、排烟效果; 控制较精确, 可靠性高; 方便运行与管理。排风风机与排烟风机独立设置同样可以解决双速风机排风时的噪声过大问题。缺点是: 控制较为复杂; 排风口采用电控阀门, 因此初投资较大; 其次是维护工作量和维护费用较高。



☒ -70℃防火阀; |☒| -280℃排烟防火阀; ☒-排烟排风口; 1-排风风机; 2-排烟风机  
图中所注数据为排烟(排风)量, 单位为 m³/h

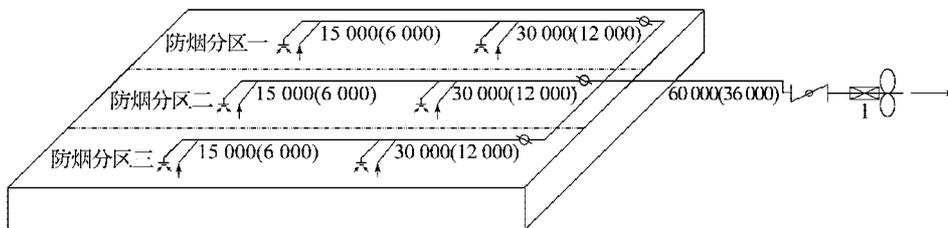
图2 形式2示意图

Fig. 2 The drawing of form 2

1.3 形式3

形式3的示意图如图3。形式3排风口采用带电控阀门的百叶风口, 排风时采用双速风机低速挡, 排风量调节可以通过电控阀门来实现。排烟口采用常闭电动排烟风口, 火灾时百叶风口可以通过电控阀门关闭, 电控开启火灾区域的排烟防火阀, 排烟风机高速档进行排烟。

此形式的优点是: 风口分开设置能够达到很好的排风、排烟效果; 控制较精确, 可靠性高; 方便运行与管理。采用双速风机较形式2可以节省排风机的设置。缺点是: 控制较为复杂; 排风口采用电控阀门, 因此初投资较大; 采用双速风机会造成风机排风时的噪声过大的问题。



☒ -280℃常开电动排烟阀; ☒ -70℃防火阀; |☒| -280℃排烟防火阀; ☒-排烟排风口; 1-排风风机; 2-排烟风机  
图中所注数据为排烟(排风)量, 单位为 m³/h

图3 形式3示意图

Fig. 3 The drawing of form 3

1.4 形式4

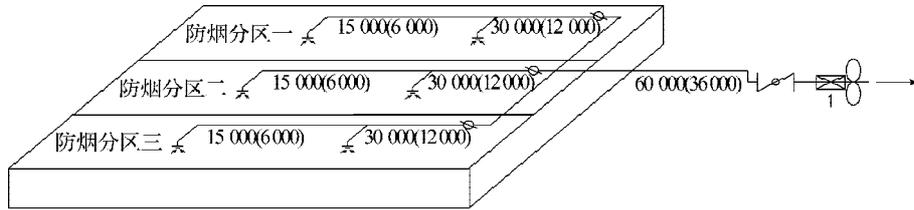
形式4的示意图如图4。该支管上采用普通百叶风口, 设常开型280℃电动排烟阀。采用双速消防高温

防排烟风机, 平时风机低速排风。火灾时, 通过消防控制中心, 电控关闭除火灾发生处防烟分区之外的所有排烟阀。排烟风机高速排除高温烟气, 风机入口处

设 280 °C 常开排烟防火调节阀, 在 280 °C 时排烟防火调节阀熔断, 连锁关闭双速风机。

此形式较形式 1 突出的优点是采用了双速风机,

在防排烟系统与排风系统兼用的形式中初投资最低。缺点同形式 1, 此外, 采用双速风机也会造成风机排风时的噪声过大的问题。



□-280 °C 常开电动排烟阀; ▧-280 °C 排烟防火阀; □-排烟排风口; 1-排风风机

图中所注数据为排烟 (排风) 量, 单位为 m³/h

图 4 形式 4 示意图

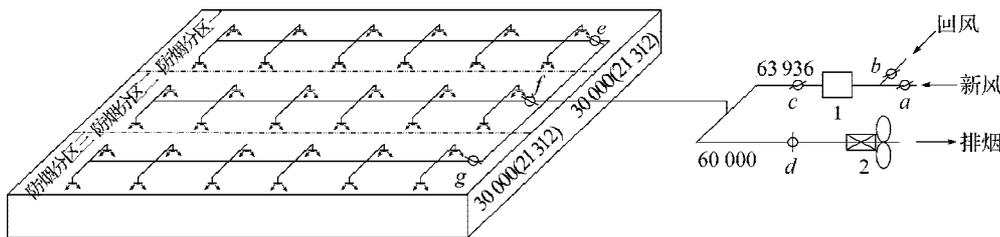
Fig. 4 The drawing of form 4

## 2 防排烟系统与空调系统兼用

大部分工厂的空调系统为单风道低风速单冷全空气集中空调系统, 一般具有 10~15 次/h 的空气输送能力<sup>[1]</sup>。因单风道空调系统的输送风量的能力和风速都能达到要求, 所以, 工厂空调系统可兼作防排烟系统

(称为形式 5, 其示意图见图 5)。

工厂内一般分区设组合式空气处理机, 冷气经过空气处理机的送风机送至风管, 再经风口送至工作点。回风基本采用走道式回风, 回风与新风按比例混合后进入组合式空气处理机处理, 经送风机加压后循环。



□-280 °C 常开电动排烟阀; □-280 °C 常闭电动排烟阀; □-70 °C 常开电动排烟阀; □-排烟排风口; 1-空调风柜; 2-排风风机

图中所注数据为排烟 (排风) 量, 单位为 m³/h

图 5 形式 5 示意图

Fig. 5 The drawing of form 5

本文列举的厂房空调送风量为:  $40 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2) \sim 60 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ , 完全可以承担空调覆盖面积的  $2/3 \sim 1$  的排烟量的要求。如果将厂房空调系统所覆盖的面积, 根据空调送风量划分为多个防烟分区, 送风支、干管按防烟分区要求布管, 则空调系统完全具有兼做排烟系统的能力<sup>[2]</sup>。取该厂房冷负荷指标为  $350 \text{ W}/\text{m}^2$ , 则总制冷量为  $525 \text{ kW}$ , 可选用某空调设备厂生产的组合式空气处理机组, 其风量为  $63\,936 \text{ m}^3/\text{h}$ 。此机能提供空气循环次数为 11 次/h, 单位面积输送风量:  $42 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2) < 60 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。  $63\,936 \text{ m}^3/\text{h}$  的风量能覆盖  $1\,065 \text{ m}^2$  防烟分区。如有多个防烟分区,  $63\,936 \text{ m}^3/\text{h}$  的风量所能覆盖的最大防烟分区的面积为  $532 \text{ m}^2$ 。因文献<sup>[3]</sup>中规定防烟分区不大于  $500 \text{ m}^2$ , 所以, 在该厂房防烟分区中, 可划分 3 个防烟分区, 每个  $500 \text{ m}^2$ 。空调送风分 3 条干管送至各分区, 干管上设与分区烟感报警联动的防烟防火调节阀, 阀门平时处于开启状态, 火灾发生时, 发

生火灾的防烟分区阀门处于开启状态, 关闭其余阀门。

对于此种采用单风道低风速的全空气集中空调系统, 只要在风道上加一套切换阀门, 便可以比较容易地实现将空调风系统用作排烟系统。方式如下: 空调工况时, 空调风柜 1、阀门 e、f、g (280 °C) 及阀门 a、b、c 均为常开 (70 °C), 排烟风机 2、阀门 d (常闭、280 °C) 关闭; 防排烟工况时, 若防烟分区着火, 烟感作用报警, 由消控中心输出信号, 将空调风柜 1 及阀门 a、b、c 关闭, 阀门 e 继续开启, 并将未着火的防烟分区 2、3 的阀门 f、g 关闭, 同时开启排烟风机 2 及阀门 d, 系统排烟运行。

此种形式简单, 控制容易实现, 初投资较少。此系统平时按空调工况运行, 火灾发生时通过必要的切换装置转换为防排烟工况。除必要的检修期外, 系统始终处于运行状态, 与仅在发生火灾时运行的单纯防排烟系统相比, 不仅提高了系统的可靠性, 而且便于

平时的维修管理。但为保证在发生火灾时及时可靠地转换运行工况,切换装置显得十分重要。该装置一旦发生故障,将诱发很大的危险。因此必须采取切实的措施,始终保持切换装置处于良好工作状态<sup>[1]</sup>。

### 3 防排烟系统单独设置

工厂防排烟系统也可单独设置(称为形式6)。形式6示意图同图4,排烟支管上设常开型280℃电动排烟阀。与形式4不同的是:形式6的排烟口为普通百页风口或其它排烟风口;风机为单速排烟风机。火灾时,通过消防控制中心,电控关断除火灾发生处防烟分区之外的所有排烟阀,排烟风机运行。风机入口处设280℃常开排烟防火调节阀,在280℃时排烟防火调节阀熔断,连锁关闭排烟风机。

此形式最突出优点是控制简单,可靠性高;方便维护与管理。但与排风、空调系统各自独立,会增加工程造价,而且风管占用空间较大。

### 4 防排烟系统的比选

目前,工厂防排烟系统用得最多的是与排风系统兼用,兼用的系统形式多样,设计方法也不尽相同。与排风系统兼用的防排烟系统中,形式4因初投资较低,一般具有很好的工程应用价值,但是风口的面积要设计得当才会达到很好的排风排烟效果。对于特殊生产性质的工厂,要求可靠性较高、控制精确的防排烟系统,形式3是较好的选择,但初投资较高。

随着厂房的大规模化、复杂化,大部分的工厂都设有中央空调系统。因防排烟系统与空调系统兼用具有形式简单,控制容易实现,初投资较少,可靠性高,便于维修管理的优点。因此实现防排烟系统与空调系统的兼用是必要的也是可行的。在国外如美国的消防法NFPA-90A中,就强调了空调系统兼作防排烟系统的重要性和必要性。但我国的建筑消防设计规范中,对厂房防排烟的规定还不全面,也没有相关空调系统与防排烟系统兼用的规定。

### 5 风机兼用存在的问题及其解决方法

对层高较低的厂房,计算时会出现排烟量远大于排风量,此时按排烟量选用双速风机势必会造成能源浪费。对于形式3和形式4,为实现单速风机的选用,可将排风系统所辖面积划分为若干个防烟分区,并满足按其最大防烟分区面积每平方米排烟量不小于120 m<sup>3</sup>/h<sup>[3]</sup>。这时便可以做到使兼用风机排风量与排烟量相等。防

烟分区的个数则可根据风量平衡原理确定: $N = \frac{120}{nH}$ 。

式中: $N$ 为应划分的防烟分区个数; $H$ 为从地面至顶棚(或楼板)的高度,可近似取为层高; $n$ 为排风换气次数<sup>[4]</sup>。

按上式确定的 $N$ 值划分防烟分区。防烟分区之间采用挡烟垂壁、隔墙或从顶棚下突出不小于0.5 m的梁来分隔<sup>[3]</sup>。当某个防烟分区失火时,该区的烟感器等自动报警装置动作,系统转为排烟运行,该防烟分区排烟,其余分区的排风停止。

此外,要实现风机兼用还应注意的是:不仅要使排烟工况与排风工况下的风量一致,还应分别计算2种工况下管路系统的阻力,进而确定风机选型所需的风压值,根据风量、风压选用兼用风机。计算管路系统阻力时理论上应针对每个防烟分区来计算相应环路的阻力,以其中最大环路阻力作为选定风机的依据,但这种方式工作量太大。实际上针对以下2种情况计算就可以了:1)计算最不利环路(一般是最远防烟分区环路)的阻力,如果该环路排烟量小,则计算次远的一个环路;2)当各防烟分区风量不等时,计算排烟风量最大的环路阻力<sup>[5]</sup>。

### 6 结论

1)目前工厂防排烟系统用得较多的是与排风系统兼用,兼用的系统形式多样,设计方法也不尽相同。因此应从多方面进行比较,最终确定设计方案。此外还要注意从厂房的生产类型、耐火等级及层数方面考虑防火分区面积的划分。

对于设有中央空调系统的工厂,防排烟系统与空调系统兼用是必要的也是可行的,但要采取切实的措施,始终保持切换装置处于良好工作状态。

2)目前兼用技术被普遍采用,设计人员应根据厂房防排烟要求、兼用系统的可行性、兼用系统的形式及设备部件等进行深入的理论分析与实验研究,使之达到节约投资和降低运行成本的目的。

#### 参考文献:

- [1] 谢月光,谢庭雅. 工厂防排烟系统与通风空调系统的兼用设计[J]. 四川建材, 2006(3): 256-257.
- [2] 周学堂,朱红青,陈春. 防排烟系统与通风空调系统的兼用及需要注意的问题[J]. 安防科技, 2006(3): 19-20.
- [3] GB 50016-2006, 建筑设计防火规范[S].
- [4] 赵红兵,任俊申. 浅谈防排烟系统与通风系统的兼用[J]. 矿业快报, 2002, 392(14): 23-24.
- [5] 严治军,白雪莲. 防排烟系统与通风空调系统兼用的相关技术措施[J]. 暖通空调, 1999, 29(1): 46-48.