

工业通风课程防排烟通风内容教学方法探讨

刘春花

(浙江海洋学院 海运与港航建筑工程学院,浙江 舟山 316022)

摘要:防排烟通风是工业通风课程的一个重要内容,也是暖通空调设计所不可或缺的知识。由于缺乏实际工程经验,大多学生对此内容的学习感到困难。为解决理论和实际脱节的矛盾,提高教学内容的实效性、针对性,文章提出在课程教学的不同阶段采用不同的教学方法,即前期引入数值模拟技术,中期应用案例教学法,后期实施项目驱动式教学法。实践证明,这些教学方法能有效调动学生自主学习的积极性,使学生成为学习的主体。学生反映良好,取得了预期的教学效果。

关键词:防排烟通风;教学方法;案例教学;项目驱动;课程教学

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)01-0106-04

工业通风课程教材选用的是机械工业出版社出版的《通风工程》一书,防排烟通风设计是其难点之一,同时,防排烟通风也是建筑消防和空气调节课程的重要组成部分。为避免这一重点内容在各相关课程教学中不被重视的情况发生,应对教学内容进行科学合理的整合,按照实用性、实践性的原则重组课程体系和内容,突出应用性和实践性。

建筑防排烟通风的内容逻辑性、系统性很强,课程内容又多与工程实际紧密结合,如何进行相关的设计是学生这部分内容的一大障碍。此外,由于学生对实际项目接触较少,在学习此部分内容时缺乏直接的感性认识,造成学习兴趣不高。传统课堂教学中以理论、计算为主的讲授模式已难以达到理想的教学效果。

为了解决上述教学中存在的问题,笔者在该课程教学的不同阶段尝试采用不同的教学方法,学生反映较好,取得了预期的教学效果。

一、利用 CFD 数值模拟技术

首先把数值模拟技术引入课堂教学中,利用 CFD 数值模拟技术向学生展示通风防排烟的模拟结果。图 1、图 2 是某地铁火灾时的烟气扩散图及火灾烟气的温度矢量图。通过图 1、图 2 的展示一方面提供给学生一个直观而动态的感官印象,增加学生的感性认识;另一方面也帮助学生认识到防排烟通风的重

收稿日期:2014-08-20

基金项目:2013年浙江海洋学院课堂教学改革项目“以能力培养为导向的《工业通风》课堂教学改革的研究与探索”(11182891913)

作者简介:刘春花(1980-),女,浙江海洋学院海运与港航建筑工程学院讲师,硕士,主要从事通风及空调工程系统优化研究,(E-mail)liuzi1001@163.com。

要性。在授课过程中,引导学生自己动手设计、建模、操作,通过软件模拟,增强学生的动手能力,夯实学生的专业理论基础,也让学生接触专业的前沿分析工具,提高其专业视野。

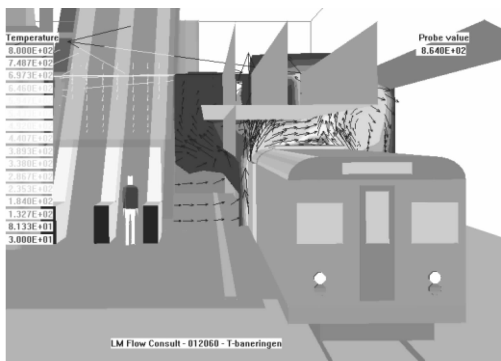


图1 地铁火灾的计算温度

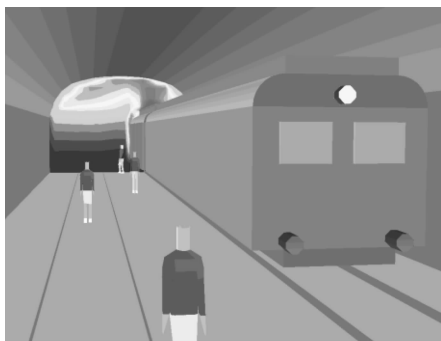


图2 地铁火灾时的烟气扩散

二、案例教学法的应用

案例教学法是教师根据教学目标的需要,选用典型案例,组织、引导学习者分析研究案例,让学习者就具体的问题积极思考,主动探索,在分析思考中获得知识,以培养学习者综合能力和素质的一种教学方法^[1]。随着授课内容的不断深入,在工业通风课程教学过程中引入案例教学法能收到良好的效果。

防排烟通风设计在工程实践中不同案例的差异较大,熟悉工程的各种实际情况有助于理论学习。例如建筑防烟系统设计中机械加压送风量的计算,教材、手册和规范仅比较粗略地给出了计算方法和公式,提出目前加压送风量的确定可采用计算法和查表法,当计算值和查表值不一致时,应按二者中较大值确定^[2-4]。但什么情况下二者会出现不一致?或者出现教材、手册、规范中没有提及的复杂情况时又该如何应对?这些对于没有实际工程经验的学生来说,要做好把握度的分析是比较困难的。因此有必要在课堂教学中引入不同建筑条件下防排烟通风设计的案例分析,教会学生更多的分析方法,而不是单纯地教条地套用表格和公式。

众所周知,加压送风量是影响防烟设施效果的重要因素之一。如果加压送风量太小,就不能有效

防烟;但若加压送风量太大,不但会增加风机的负荷,而且会造成加压区域正压值太高,导致疏散时门难以开启,带来更大的灾难。在案例教学中,对典型的不具备排烟条件的合用前室,分别采用流速法、压差法计算合用前室的加压送风量,并和《高层民用建筑设计防火规范》(以下简称《高规》)中给出的控制风量进行分析。

(一) 压差法

采用机械加压送风的防烟楼梯间及其前室,消防电梯前室及合用前室其加压送风量按当防火门关闭时,保持加压部位一定的正压值计算。加压送风量 L_y 的计算公式如下:

$$L_y = 0.827f\Delta p^{1/m} \times 3\ 600 \times 1.25 \quad (1)$$

式中0.827为漏风系数, f 为总有效漏风面积(m^2), Δp 为压力差(P_a), m 为指数,对门周围的缝隙和其他较大的漏风面积时, $m=2$,对窗户周围的缝隙, $m=1.6$;1.25为不严密处附加系数。

(二) 流速法

采用机械加压送风的防烟楼梯间及其前室,消防电梯前室或合用前室,当门开启时,保持该门洞处一定的风速所需的风量。加压送风量 L_v 的计算公式如下:

$$L_v = \frac{nFv(1+b)}{a} \times 3\ 600 \quad (2)$$

式中 n 为同时开启门的计算数量,20层以下建筑物, $n=2$,20层以上建筑物, $n=3$; F 为每个开启门的断面积(m^2); v 为门开启时在门洞处保持的风速,取 $0.7 \sim 1.2 m/s$; a 为背压系数,当走道采用机械排烟时, $a=0.8$;当走道采用可开启外窗进行自然排烟时, $a=0.6$; b 为送风管道的漏风附加率,采用钢板送风管时, $b=0.15$,采用混凝土风道时, $b=0.25$ 。

(三) 查表法

根据高层民用建筑设计防火规范(2005版),高层建筑防烟楼梯间及其前室、合用前室和消防电梯间前室的机械加压送风量应由计算确定,或按规范中表8.3.2-1至表8.3.2-4的规定确定。此处为配合后面的案例,只给出规范中表8.3.2-4的内容,如表1所示。

表1 防烟楼梯间采用自然排烟,前室或合用前室不具备自然排烟条件时的送风量

系统负担层数	加压送风量($\frac{m^3}{h}$)
< 20层	22 000 ~ 27 000
20层 ~ 32层	28 000 ~ 32 000

以下以一个具体工程案例为例,介绍合用前室加压送风量的计算。某建筑层数25层,合用前室与走道的入户门为2个,入户门高2.1m,宽1.0m,防

烟楼梯间开向合用前室的门高 2.1m, 宽 1.2m, 如图 3 所示, 试确定加压送风量。

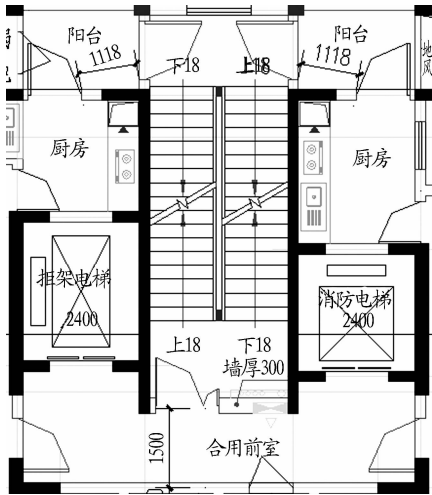


图3 合用前室

楼梯间采用自然排烟, 合用前室如图中阴影所示, 合用前室不具备自然排烟条件, 故应在合用前室设置机械加压送风系统。送风量计算如下:

(1) 采用风速法计算, 20 层以上 $n=3$, $b=0.15$, $a=0.8$, $v=1.0\text{m/s}$, $F=2.1 \times 1.0=2.1\text{m}^2$,

$$L_v = \frac{nFv(1+b)}{a} \times 3600 =$$

$$\frac{3 \times 2.1 \times 1.0 \times (1+0.15)}{0.8} \times 3600 = 32603 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

表2 数据比较

	计算法		《高规》给定的风量	
	风速法计算出的系统总风量 ($\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$)	压差法计算出的每层合用前室所需风量 ($\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$)	系统总风量 ($\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$)	每层平均风量 ($\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$)
图3所示的合用前室	32603	2087.3	31500~36000	1260~1440

按照以上方法计算机械加压送风量时, 难点如下:

(1) 采用压差法计算时, 按照公式(1), 关键点是如何确定总有效漏风面积, 有效漏风面积的计算和漏风通路的类型有关, 漏风通路有并联式、串联式、并联和串联混合式之分, 不同的漏风通路漏风面积的计算也是不同的。

(2) 采用风速法计算时, 按照公式(2), 首先要注意的是对前室或合用前室, 开启门指的是与走道之间的出入口。其次要注意的是不能按门洞的总面积来计算, 上例中门洞的总面积为 6.72m^2 , 如果按门洞总面积来计算, 加压送风量为 $104328 \text{m}^3/\text{h}$, 和实际结果相差甚远。

(3) 采用查表法时, 要注意两点: 其一, 表格是按开启 $2.0\text{m} \times 1.6\text{m}$ 的双扇门来确定的, 当采用单扇

(2) 采用压差法计算, 取 $\Delta p = 30\text{Pa}$, $m=2$, 门缝宽度 0.004m , 漏风通路如图 4 所示, 总有效漏风面积 $f = A_1 + A_2 + A_3 = 0.004 \times (1.0 + 1.0 + 2.1 + 2.1) \times 2 + 0.004 \times (1.2 + 1.2 + 2.1 + 2.1) \times 2 = 0.1024\text{m}^2$. $L_y = 0.827f\Delta p^{1/m} \times 3600 \times 1.25 = 0.827 \times 0.1024 \times 30^{\frac{1}{2}} \times 3600 \times 1.25 = 2087.3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ 。

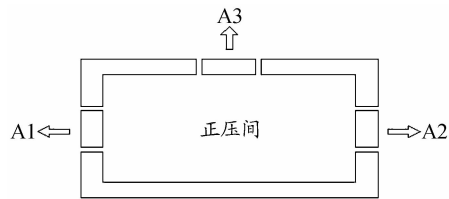


图4 并联式漏风通路示意图

(3) 采用查表法, $28000 \sim 32000 \text{m}^3/\text{h}$, 当有两个或两个以上出入口时, 风量乘以 $1.50 \sim 1.75$ 系数, 此处系数取 1.50 , 当采用单扇门时, 其风量可乘以 0.75 系数, 得加压送风量为 $31500 \sim 36000 \text{m}^3/\text{h}$ 。

将以上两种计算方法得到的风量与规范中给定的风量进行比较(见表 2)。按风速法算出的风量大于按压差法算出的风量, 并与查表法的控制风量相符, 故最后确认的计算加压送风量为 $32603 \text{m}^3/\text{h}$ 。

门时, 风量乘以 0.75 系数计算; 其二, 当有两个或两个以上出入口时, 风量应乘以 $1.5 \sim 1.75$ 系数计算。

案例教学法的应用, 即课堂教学中引入不同建筑条件下的通风防排烟案例分析, 让学生灵活掌握更多的分析方法。

三、项目驱动式教学法的应用

在授课结束后的课程设计中应用项目驱动式教学法, 让学生在动手的过程中发现和解决问题。项目设置的内容及具体要求如表 3 所示。根据小组成员的具体情况进行合理分组, 把学习能力和兴趣爱好不同的学生分到一个组, 可以在一定程度上实现优势互补。学生以小组为单位共同完成任务, 不仅可以培养学生的合作精神, 而且还能够通过组内学生的讨论交流, 提高任务完成的效率和质量^[5]。

表3 项目设置

类别	地下车库防排烟通风设计	建筑防排烟设计	大空间建筑机械排烟系统设计
防排烟部位	汽车库、立体停车库、地下设备用房	楼梯间、前室、合用前室、走廊、房间	展览馆、图书馆、建筑中庭、体育馆比赛大厅
要求	通风、防排烟系统的设计计算 1. 地下室、地下车库的通风与防排烟设计 2. 楼梯间、前室、合用前室的防排烟设计 3. 走廊、房间、中庭的排烟设计 4. 风管系统布置及水力计算 5. 设备选型 绘制施工图 1. 防烟楼梯间、前室及合用前室加压送风系统示意图 2. 地下车库、中庭等机械排烟系统示意图 3. 平面布置图 4. 必要的剖面图等		
备注	每3人为1组,每组1名组长		

四、结语

工业通风课程教学改革,已列入浙江海洋学院建筑环境与能源应用工程专业的教学改革计划。学生对实际项目接触较少,缺乏直接的感性认识,以致学习兴趣不高。为了提高教学内容的实效性、针对性,可采用在教学的不同阶段辅以不同的教学方法,即前期引入数值模拟技术,中期应用案例教学法,后期实施项目驱动式教学。在2011级的试点实践中,这些教学方法有效调动了学生自主学习的积极性,使学生真正成为学习的主体。学生反映良好,课堂教学效果也不错。从2014年中国制冷学会主办的CAR-ASHARE学生设计竞赛的参赛情况来看,学生不仅能够熟练掌握防排烟通风的理论知识,而且

还能将其灵活应用于实际工程中。

参考文献:

- [1] 郭喜庚. 案例教学法在《安装工程估价》课程教学中的应用[J]. 职业教育研究,2009(1):90-91.
- [2] 中华人民共和国公安部. GB 50045-95 高层民用建筑设计防火规范(2005版)[S]. 北京:中国计划出版社,2005.
- [3] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2版. 北京:中国建筑工业出版社. 2008.
- [4] 王汉青. 通风工程[M]. 2版. 北京:机械工业出版社. 2009.
- [5] 谢志强. 任务驱动法在高校网络实训教学中的应用[J]. 电脑知识与技术(学术交流),2007(18):1738-1746.

Teaching method of smoke ventilation content in industrial ventilation course

LIU Chunhua

(College of Shipping and Ports Construction Engineering, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, P. R. China)

Abstract: Smoke ventilation is an important part of industrial ventilation, but also indispensable to HVAC design, due to the lack of practical engineering experience, students for this part of the learning difficulties, to solve the contradiction between theory with practice, improve the effectiveness and pertinence of teaching content, this paper adopted in different stages of teaching with different teaching methods, that is, from the introduction of the early stage of the numerical simulation technology, the application of case teaching is to the middle, late to the implementation of the collaborative project teaching, practice has proved that these teaching methods can effectively arouse the enthusiasm of students' autonomous learning, make students become the main body of the learning process. The students reflect well, get the expected teaching effect.

Keywords: smoke ventilation; teaching method; case approach; project-driving; course teaching