

# 消防训练模拟装置的设计与应用

高禹 孙芹 王保平

(山东交通学院工程机械学院 山东 济南 250357)

**摘要:** 随着科技的快速发展,大量的新型能源和新材料的使用,引起火灾的因素也变得越来越。火灾发生率和种类的逐年增高,给国家消防工作带来了很大的困难与挑战。消防训练种类随着火灾类别的变化而逐年增多。而在众多火灾种类当中,室内火灾的发生率最为突出,所以消防员日常训练的重点,就在于楼房跟室内火灾。我国现阶段消防训练还是基地化训练,这种训练模拟单一,不利于消防员灵活处置复杂的现场环境,燃料模拟火灾现场不仅容易造成污染和资源浪费,更给消防员的人身安全带来威胁。综合上述缺陷,开发一种智能化、可控化的消防训练模拟装置对消防员训练的效果提升有很大的帮助。

**关键词:** 消防训练; 模拟火灾; 智能化; 可控化; 训练模拟装置

## 0 引言

消防部队作为武警部队,一直担负着各类火灾爆炸及其他社会突发性灾害事故的预防处置保障任务。为大幅度减少火场人员火灾伤亡和财产灾害损失,提高部队在各类特殊重大火灾事故和重特大灾害事故现场处置灭火行动实践中作战的成功率,不仅需要加强一线的消防战士队伍思想建设,更重要的是考虑如何加强灭火培训基地设施和现场模拟实战训练中心设施硬件建设,推动各种训练教学装备的仿真模拟化和模拟训练实验场地的基地化。因此也很明显有必要专门建设出一套真正能快速、逼真、有效地模拟火灾环境的现代化消防战士训练系统。

## 1 消防训练模拟装置的设计

### 1.1 集装箱式消防训练模拟装置内部结构组成与技术原理

集装箱式消防训练模拟设备,是由两个集装箱为框架主体拼接而成,其中一个用于消防员模拟时换装与救援灭火使用,另一个负责控制训练室的各系统运行情况,评测与打分。整个设备分为四大区域,分别是装备区、迷宫区、训练区和控制室,如图1所示。

### 1.2 消防训练模拟设备内部结构组成

消防训练模拟装置设计方案的制定是一个复杂的

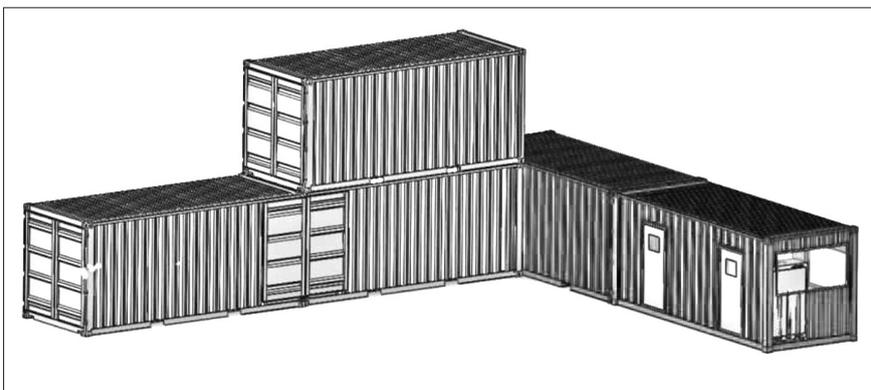


图1 四集装箱消防训练模拟设备图

过程,训练方案参数的合理制定,都是在经过了设计程序和相当复杂、相当漫长的工程实践的过程,要想设计并研制出比较好用的仿真训练模拟装置,就要在使用成本方面和设计实用性方面下功夫。要综合很多方面,包括产品实用性、经济性和安全性。实用性要求所设计的产品能够贴近火灾实际场景。经济性是要求产品的实际使用率和经济效率高。安全性要考虑所设计的产品在使用过程中安全系数要高,充分考虑消防员的人身安全。所设计的消防训练模拟设备内部结构如图2所示<sup>[1]</sup>。

#### 1.2.1 装备区

装备区域是消防员进入L型消防训练模拟设备后换装区域,在整个模拟装置中,不单要进行场景模拟,更重要的是进行消防员心理模拟。在装备训练区设计中,配备有消防专业救援单衣、氧气瓶、高压水枪、救援专用面具等辅助设备,使全体受训的人员可

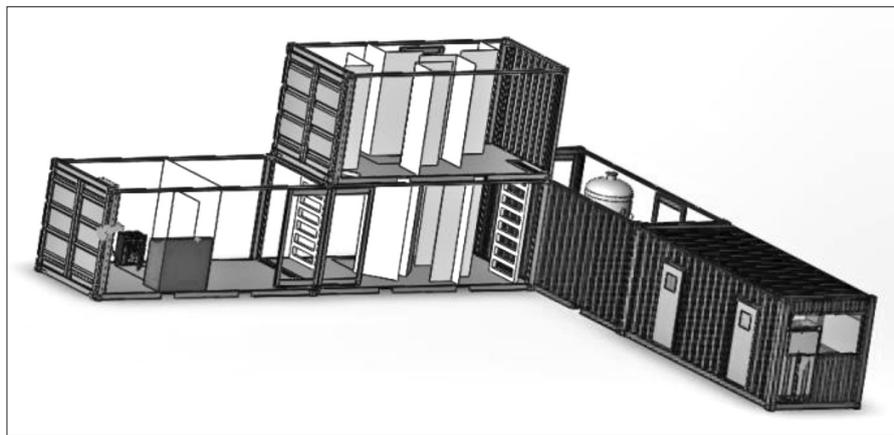


图2 集装箱内部结构图

从心理放松到生理上快速进入战备状态，为学员参加一场真实有效的火灾专业救援培训打下良好的心理基础<sup>[2]</sup>。除此之外，该安全区域外还单独放置了气体分配器、供给气管路、集装箱、电器柜、调压保护装置等配套设施，并全部配有了安全报警监控报警系统、排漏风系统及安全防爆的照明控制系统，如图3所示。

### 1.2.2 迷宫区

该区域主要以迷宫的形式呈现，迷宫分为上下两层，连接处有竖直梯。区域内有控制门房、管道、竖井、竖梯、圆筒和不锈钢障碍网等，模拟高层楼房火灾救援内部状况。迷宫通道四周均由边网所封闭，在通道中还设置了“V形隔断”“菱形隔断”“竖井”“圆筒”“爬梯”“滑竿”“独木桥”等路障。

通过电磁门禁灵活调整金属网通道模块，随机设置不同的训练路线，合理地调整训练的难度。通道上的边网可进行快速的拆卸，以便应急小组在发现训练人员发生意外情况时快速拆卸救援。

迷宫区安装安全监控系统，以便外部的监控探测人员及时监控系统内部训练人员的情况，防止迷宫训练的人员受伤遇险。安全监控系统主要由红外摄像头、

热成像机以及与之相配套的云台、云台解码器组成。利用视像监控子系统，控制室内的指挥人员可以实时监控训练人员的工作状态和位置。除了可以在正常光照下使用外，还可以在浓烟和黑暗环境下监测训练活动，保证监控区域无死角，并实时将信号传输，储存在控制室内电脑<sup>[3]</sup>。

迷宫区设置排风系统，可以用来调节迷宫区烟雾状态，当室内烟雾过大，严重影响参训人员时，可以适当调节，抽出部分气体。当参训人员发生意外，可启动装置排烟，方便救援。如图4所示。

### 1.2.3 训练区

该区域为消防员主要灭火训练区域，在通过迷宫区后，消防员会对火灾现场的具体情况进行分析，选



图3 装备区

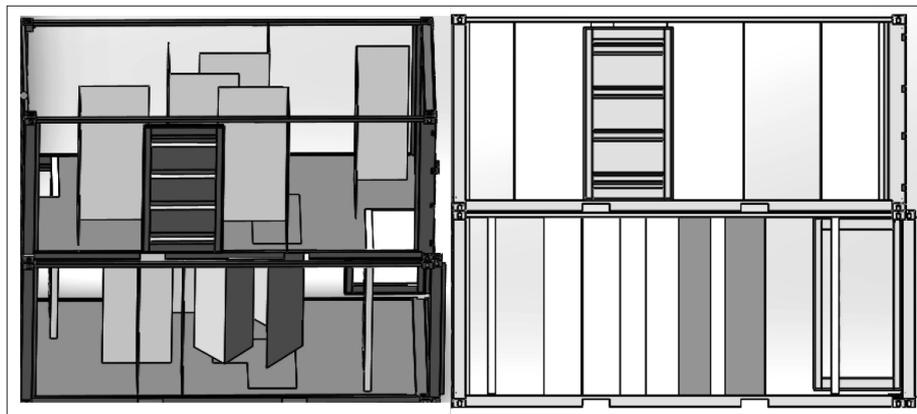


图4 迷宫区

择采用哪种方式控制现场，达到最快灭火的效果。

训练区边墙开设长方形单面玻璃，方便外部人员对内观察。

在墙面周围布置两条防火带，模拟墙面的燃烧。训练操作时还可根据消防员水枪出水变化产生两种不同的燃烧效果。可二者同时点火燃烧，也可两者单独燃烧，两种点火燃烧的方法也均可随消防员出水变化而变化来达到最佳灭火燃烧效果<sup>[4]</sup>。内部还设有台面火区域，随机生成火焰大小。地面处会随机生成流淌火，根据现场现状灵活处理。墙面火、台面火、流淌火的火焰大小也可以通过控制室调节。

训练区内发烟的浓度由发烟时间长短来控制，发烟装置由控制台控制。烟气为非腐蚀性无毒雾气，没有残留。为了模拟真实的火灾场景，可在训练室安装多台热风机，在短时间内使环境温度均匀升高。热风机的出风口附近会产生75℃的高温，当经过该区域时，训练者会感觉到热浪。整个房间从25℃上升到50℃不超过15min。控制台配备四个温控表，实训室传感器显示实训室温度，同时根据预设温度控制热风机的启停，实现自动控温。训练室内设置大功率轴流式风机和排气管道疏散系统，用于训练后或者紧急情况下在2min内排空训练室中烟雾。集装箱内顶部安装喷淋系统用来应急救援，防止不可控的状况发生，如图5所示<sup>[5]</sup>。

#### 1.2.4 控制室

控制室装备包括应急电力辅助控制柜、终端操作台及其他一些室内常规辅助控制装置仪表，如室内温度监测表、各类开关控制按钮，用于火灾信号快速收集、处理、显示，可及时将各类消防操作训练员获得的现场训练的数据资料及时采集反馈处理并实时存储备份下来，同时可以将室内的烟热模拟系统、声光控制系统、视像电子监控安防系统以及消防

一键安全联动救援系统等相关设备组成的报警终端集成于控制室内，并配备评判打分等功能，如图6所示。

## 2 训练系统的使用

### 2.1 灭火训练路线

消防员进入装备区后更换训练服，消防斧等装备，在换衣柜中更换训练装备，按下右侧训练系统按钮后等待安全员指令后开始作业。

训练区开门后有左右两扇门，对应迷宫区两条不同通道（左侧通道连接迷宫区上层集装箱，右侧通道连接迷宫区下层集装箱）。

进入迷宫区上层后通过一系列墙体障碍、竖井、旋梯，进入下层。下层可通过V型障碍菱形障碍后，可选择直通管道或者爬绳进入训练区。

进入训练区后，消防员可根据现场火灾具体情形进行灭火，训练区外侧有配备水箱，联通消防水管后

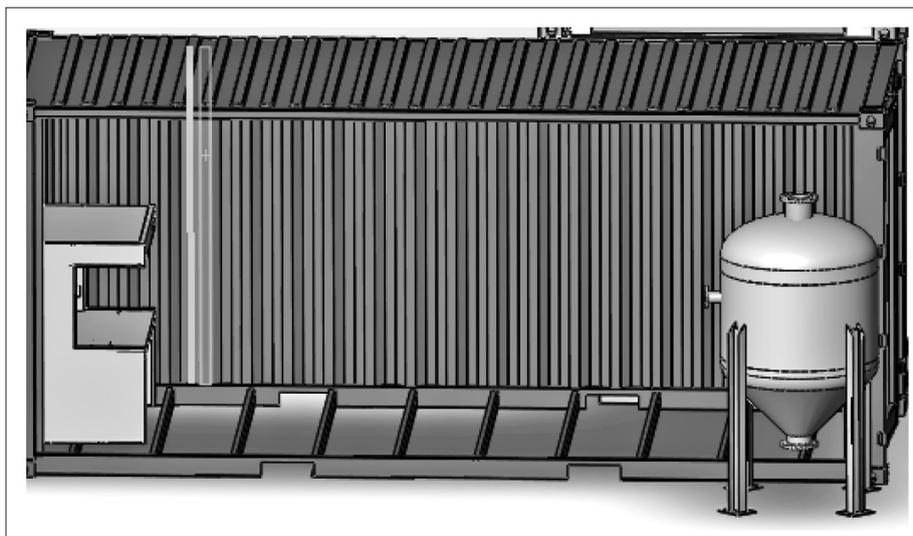


图5 训练区

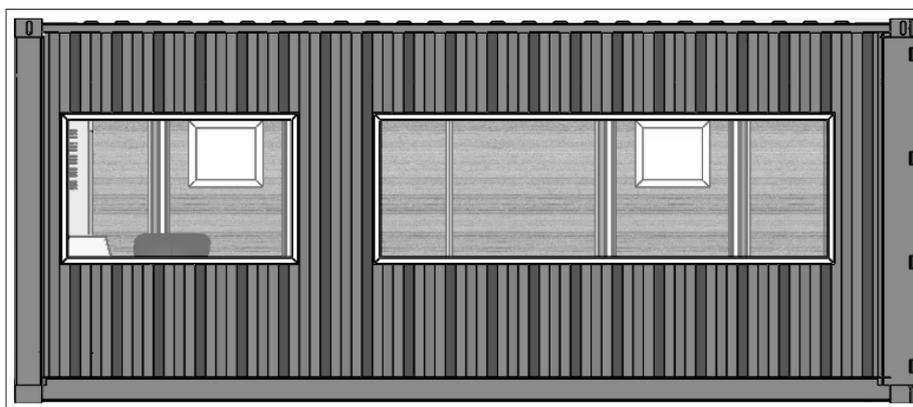


图6 控制室

进行灭火。

火焰扑灭后从侧方消防门出去,完成灭火训练。控制室在接收到训练人员结束信号后结束训练。

## 2.2 体验训练路线

训练员进入装备区后更换训练服等装备,在换衣柜中更换训练装备,按下右侧训练系统按钮后等待安全员指令后开始作业。

训练区开门后有左右两扇门,对应迷宫区两条不同通道(左侧通道连接迷宫区上层集装箱,右侧通道连接迷宫区下层集装箱)。

进入迷宫区下层可通过V型障碍和菱形障碍后,可选择直通管道或者爬绳进入上层,通过一系列墙体障碍,竖井,旋梯,进入下层的训练区。

进入训练区后,以营救被困人员为主,可进行背负被困人员、对被困人员进行简单受伤处理、在离开训练区后对人员进行伤口包扎等训练。

## 3 结语

本文介绍了消防训练模拟设备的样机,对各训练区域进行了划分和设计,针对室内火灾场景进行了模拟训练。在今后的工作中,对火灾模拟训练控制系统的研究主要包括以下几个方面:

(1) 通过对火灾条件的更多理论研究,指导火灾模拟过程,高度还原训练环境的设置,然后将成熟的先进控制技术应用与灭火效果的控制,更好地达到灭火救援目的。

(2) 消防训练模拟系统是一种火灾培训形式,没

有太多成熟的专家经验来指导培训过程。随着培训经验的不断丰富,各类专业人员的不断增多,可以最大限度地提高培训师的培训效率。

(3) 优化训练打分评估系统,对消防培训人员的培训过程进行评估,分析培训人员在培训过程中是否符合消防救援标准,记录过程数据,建立综合数据库,并通过智能评估软件对培训过程进行评估。

## 参考文献:

- [1] 全国消防标准化技术委员会灭火救援分技术委员会. 网栅隔断式烟热训练室技术要求:GA 942-2011[S]. 2011-06-13.
- [2] 王玉晓,孙军田. 网栅隔断式多功能烟热模拟训练系统应用技术研究[C]//2014中国消防协会科学技术年会论文集,2014:87-90.
- [3] 王兴波,袁狄平,靳学胜. 灭火救援行动单兵仿真模拟训练系统研究[J]. 系统仿真学报,2014,45(06):1337-1342.
- [4] 王栋武. 消防烟热训练设施现状分析及改进建议[J]. 消防技术与产品信息,2012(04):22-26.
- [5] 吴永健,计伟,吴镒. 消防员烟热模拟训练系统自动控制装置:ZL. 200720185126.6[P]. 2008-10-08.

**作者简介:** 高禹(1990.05-),男,汉族,山东济南人,硕士研究生,助教,研究方向:机械设计;孙芹(1979.01-),女,汉族,山东威海人,博士研究生,副教授,研究方向:流体传动及控制;王保平(1978.11-),男,汉族,山东济宁人,博士研究生,教授,研究方向:工程机械设计。