

附件目录

编号	附件类型	附件名称
1	代表性论文	FDS 在 VR 场景设计中的应用
2	代表性论文	基于虚拟现实技术的消防救援模拟演练系统
3	代表性论文	消防员心肺复苏技能实训系统研究
4	其他标准	T/CFPA 011-2022-虚拟现实消防安全体验系统通用要求
5	其他标准	T/CFPA 024—2023 消防救援数字化模拟训练系统技术要求 第 1 部分总则
6	实用新型专利	一种虚实融合模拟训练系统
7	实用新型专利	一种基于混合现实技术的消防员心肺复苏技能实训系统
8	实用新型专利	一种消防实训微环境模拟平台
9	计算机软件著作权	消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统[简称:消防员灾害事故模拟训练系统]V1.0
10	计算机软件著作权	消防员生理心理数据研判模型及分析系统 V1.0
11	计算机软件著作权	消防员地下建筑火灾事故处置模拟训练考核系统 V1.0
12	技术合同认定登记	《MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0》计算机软件著作权实施许可合同
13	技术合同认定登记	《VR 消防场景数值模拟及系统软件开发方案指导》技术开发合同
14	技术合同认定登记	《消防设施培训及考核系统开发》技术开发合同
15	客观评价证明材料	“基于虚实融合技术的典型灾害事故模拟训练系统研究”查新报告
16	客观评价证明材料	项目成果软件和硬件检测报告
17	其他证明材料	已在大型展览会、消防救援站、安全实训基地、电力系统和线上平台等开展的推广应用活动

附件 1 代表性论文-《FDS 在 VR 场景设计中的应用》

中文核心期刊·中国科技核心期刊

ISSN 1009-0029
CN12-1311/TU
CODEN XKYJAU

消防科学与技术 12
Fire Science and Technology 2022.12
Vol.41

中华人民共和国应急管理部 主管 应急管理部天津消防研究所 主办

广告

打造民族品牌 振兴民族工业

红色旋风 捷达先行

**救援主战消防车
(带举高系统)**

按照“全灾种、大应急、大救援”
要求设计，满足“双功能”的
救援主战消防车

功能多样

水系灭火
举高施救
照明
有毒气体检测
牵引 拖拽
破拆

捷达消防科技(苏州)股份有限公司
JEDA FIRE SCIENCE & TECHNOLOGY (SUZHOU) INCORPORATED COMPANY

ISSN 1009-0029
12
9 771009 002227



主管单位:中华人民共和国应急管理部
主办单位:应急管理部天津消防研究所
中国标准连续出版物号:ISSN 1009-0029
CN 42-1311/TU

《消防科学与技术》编辑委员会

主任:周天

副主任:范维澄(院士) 王正忠(院士)

委员:陈林氏(笔名为陈力)

卢建连 方正 陈飞 肖 贤
朱国茂 胡 征 刘乃安 周胜利
孙金华 孙金杰 李国强 李天祥
江永强 李 波 张全灵 张 昊
朱文水 高宁宇 薛 斌 薛志群
曹晓家 曹军成 薛 林
罗伯特·迪尔托普(美国)

《消防科学与技术》编辑部

总编辑:宋 波

常务副总编辑:曹志宝

副总编辑:余 威

主编:邓培芳

副主编:王万钢 陈 方

责任编辑:梁 兵 郭玉军 董 里

毛 星 李艳卿

编辑:彭燕华

编辑出版:《消防科学与技术》编辑部

编辑部地址:天津市南开区卫津南路110号

邮政编码:300381

编辑部电话:(022)23383612 23920225

传真:(022)23387274

电子信箱:fire@xfkj.com.cn

网址:http://www.xfkj.com.cn

广告发行部电话:(022)23387276

电子信箱:guanggao@xfkj.com.cn

国内发行:《消防科学与技术》编辑部

国外发行:中国国际图书贸易集团有限公司

国外发行代号:M1508

印刷:天津渤海化学股份有限公司

出版日期:2022年12月15日

发行范围:国内外公开发行

定价:40.00元/册 480.00元/全年

国外定价:15.00美元/册

准予广告发布登记:002号

本刊发表全部文章和图片版权归《消防科学与技术》编辑部所有,如需转载请与本刊编辑部联系,未经授权不得以任何形式转载。

期刊基本参数:CN12-1311/TU * 1982 * b * A4 * 150 * zh * P * ¥ 40.00 * 0000 * 34 * 2022-12

中文核心期刊·中国科技核心期刊

消防科学与技术

XIAOFANG KEXUE YU JISHU

(月刊·1982年创刊)

2022年第12期(总第41卷第333期)

目次

消防理论探讨

- 喷油油率在薄金属表面燃烧特性研究 刘国盛,李振峰,祝 豪,等(1619)
光伏直连市电电弧故障区域识别 武会哲,何松卿,江星城,等(1625)
微米级碳纤维主爆药压力试验研究 刘天奇,田修业,曹瑞卿,等(1629)
基于传感器十字交叉式排布的飞机货舱早期火源定位研究 熊 磊,陈 强,陈 雷,等(1632)
消防泡沫在液体燃料上的铺展性能试验研究 傅 强(总编辑),张克忠,等(1637)
火灾报警系统报警信号漂移和毛刺抑制研究 孙 鑫,马 勇,郭春亮,等(1640)
密闭机舱火灾燃烧质量损失研究 江 毅,周家豪,蔡春霞,等(1644)
市政污泥热干化过程的燃爆风险分析 姚阳刚,董 斌,江潮一,等(1649)
飞机货舱典型可燃物燃烧火灾特征参数试验研究 王海英,王茂华,董 伟,等(1654)

建筑防火设计

- 门诊大厅人员疏散与出入口布局优化模拟研究 罗 琳,洪海强,张洪文,等(1659)
民用建筑特殊防火设计研究 陈 静,肖海英,杨群峰,等(1665)
纵向前风下公路隧道双火源火灾烟气扩散研究 徐霞楠,郑晓伟,吕鹏飞,等(1669)
建筑首层扩大面窗增强防烟探讨 李智军,廖耀斌,王 亮(1674)
基于无人机技术的村落建筑火灾蔓延推演的构建 卢 伟,杨飞强,高平亮(1679)

消防设备器材

- 变电站电缆沟火灾探测试验与数值仿真研究 刘国强,杨玉强,李贵海,等(1683)
局部阻火空腔L形槽横截面漏爆外推分析研究 王 明,肖 强,张春伟,等(1688)
基于大数据的火灾数据模型网络划分优化方法 李海林,魏 峰,杨群平(1692)

消防设备研究

- 防火加密封件关键特性评价试验研究 杨 杰,王 亮,包 洁(1696)
PIES在VR场景设计中的应用 李 坤,文文娟,陶晓宇(1702)
电动机场消防车动力耦合装置的动力学特性研究 杨瑞明,熊升平(1705)
一种用于检测消防隐患的视频分析系统 陈 刚(1708)
基于卷积神经网络的视频烟雾检测跟踪技术研究 陈 刚(1713)

应急管理研究

- 河南自贸港应急救援体系创新发展探讨 陈 刚,陈 刚(1716)
极端条件下地铁应急救援保障的思考与对策 董云法,陈 林(1720)
冰雪天气车辆事故救援对策 陈 刚(1724)

森林火灾防控

- 基于集成特征选择的森林火灾风险评估 周文涛,张 峰,陈伟强,等(1727)
5种乔木可燃物不同升温速率下的热重研究 张会奇,李向军,李亚东,等(1732)
高原“森林火灾”环境下的无人机林火扑救技术 王 凯,何 强,王磊峰,等(1737)
森林消防热解动力学模型对比与分析 陈永强,李 强,李亚东,等(1741)
北京地区5个针叶树种抗火性研究 曹 明,李亚东,陈永强,等(1745)

火灾调查研究

- 新形势下加强火灾事故责任调查工作的实践与思考 吴福坤(1749)
聚氨酯泡沫热解产物对可燃液体物证鉴定的干扰性研究 傅 强,金 静,王克良(1753)
特征温度对放火火灾中汽油检测的影响 李国强,孙 峰(1758)
10 kV架空导线单相断线接地故障火灾的调查 陈 刚,陈 刚,李峰(1763)

FDS在VR场景设计中的应用

牛 坤, 宋文琦, 陶鹏宇

(应急管理部天津消防研究所, 天津 300381)

摘 要: 为了完成内场火灾场景的优化, 运用FDS数值模拟软件, 对每个场景房间内的温度、能见度及烟气扩散过程进行模拟, 以数据、图片、视频的形式输出计算结果。参考数值模拟计算结果, 对VR场景进行构建和优化, 使得场景中的火灾发展过程更科学直观, 进一步增强使用者的体验感和沉浸感。同时, FDS数值计算可以解决大场景火灾缺乏真实数据的问题, 为系统的优化升级提供技术支持和数据支撑。

关键词: 火灾场景; 消防科普; 虚拟现实; 数值模拟

中图分类号: X913.4; TU928.1 **文献标志码:** B

文章编号: 1009-0029(2022)12-1702-04

当代社会, 消防安全问题影响生活的方方面面。加强消防安全教育, 提高人民防范意识就显得尤为重要。我国经济社会发展日新月异, 出现了许多新科技、新技术^[1], 传统的“发传单”“贴海报”等宣传形式已经无法满足人民群众的需求, 如何运用先进技术宣传消防知识是摆在每一位消防科普人员面前的一道难题。

随着虚拟现实技术的发展, VR技术被广泛应用于游戏开发、医疗教育、建筑设计、安全培训等领域。天津消防研究所科普团队研制的“沉浸式仿真火灾体验系统”^[2]利用VR技术在计算机中构建逼真的三维环境, 如办公室、教室、机房、卧室、宿舍、厨房等, 通过打造多样化的火灾场景, 以寓教于乐的方式让使用者沉浸式体验、探索、学习各类消防知识, 激发广大人民群众的学习兴趣。该系统在天津市多所学校的中小学生中开展试用, 取得了良好的科普效果。

VR技术较为成熟, 其构建的教室、办公室等场景逼真, 与实际场景相比, 还原度较高。但场景内设置的火源与实际火灾相比, 真实性较差。通常仅在房间局部设置火焰与烟气的动态效果图, 缺乏火焰由小到大的发展过程, 且烟气蔓延过程也不符合流体动力学规律, 因此, 如何对VR火灾场景进行优化, 使得场景更真实、科学, 是VR系统优化升级的关键, 本文尝试利用数值模拟方法为VR场景构建提供技术支持。

1 VR场景构建

1.1 VR技术简介

VR技术(虚拟现实技术)是通过计算机模拟, 构建一个三维空间的虚拟世界。通过计算机系统对虚拟想象(三维可视化)或真实三维世界进行模拟, 不只是一般视觉界面, 更重要的是在其内部的模拟, 给人一种身临其境的感

觉。VR技术^[3-5]集成了计算机图形技术、计算机仿真技术、人工智能、显示技术、传感技术、网络并行处理等技术的最新发展成果。所以, 该技术是人们运用计算机对复杂数据进行可视化处理, 并与之交互的一种全新技术。

虚拟现实的应用领域十分广泛, 如医学康复、娱乐艺术、工程设计、军事装备及工业制造管理等。近年, 该技术在消防科普领域也得到了广泛应用。

1.2 VR场景应用

“沉浸式仿真火灾体验系统”中VR火灾场景采用Unity软件^[6]进行构建, 以办公室火灾为例, 如图1所示。由于电线超负荷运行, 导致电线过热引起周围堆放的易燃物。体验者佩戴VR眼镜进入火灾场景, 按照VR内提示, 判断火灾类型为固体物质火灾, 使用手柄选择正确的灭火器进行灭火。体验者完成灭火或逃生过程, 掌握相应的火灾逃生知识。



图1 VR办公室火灾场景

Fig.1 VR office fire scenario

1.3 VR火灾场景设计中存在问题

虚拟现实能够设计逼真的火灾、烟雾、爆炸等场景, 呈现火灾现场的情况, 其场景还原度很大程度上依赖于火灾场景的影像。现实生活中, 场景千变万化, 房间布局不同, 着火点不同, 门窗是否关闭都会对火灾场景产生一定影响。在不能获取足够的火灾视频资料前提下, 如何对火灾场景设计得更加科学, 更加符合真实火灾发生、发展、蔓延直至扑灭一系列过程, 是模型构建者需要解决的问题。

2 数值模拟技术在火灾场景设计中的应用

随着计算机运算功能的逐渐强大, 越来越多的火灾场景可通过计算机数值模拟完成。计算机模拟节约了大量实验成本和时间, 由于其安全、高效、节能环保等优点, 数值计算受到广大消防科研人员的青睐。目前, 数值模拟软件种类繁多, 如FDS^[7-8]、Fluent、Simulink^[9]等, 其中,

基金项目: 2020 年度重点研发计划项目课题(2020YFF021005017), 应急管理部消防装备研发专项(项目)2021XFCX561, 2021年度天津消防研究所基础项目(2021SFGJ, 2022SFGJ)

中文核心期刊·中国科技核心期刊

ISSN 1009-0029
CN12-1311/TU
CODEN XKYJAU

 **消防科学与技术** [®] **11**
Fire Science and Technology **2021.11**
Vol.40

中华人民共和国应急管理部 主管 应急管理部天津消防研究所 主办

广告

红色旋风  **捷达先行**

● **超重型10 m 高喷泡沫消防车**

主要性能指标

消防炮离地高度: ≥ 10 m
消防泵流量: 400 L/s
消防泵压力: 1.4 MPa
消防炮流量: 400 L/s
消防炮射程: ≥ 150 m
泡沫罐容量: 5 000 kg

主要特点:

- 1、超大流量举高炮车是专业扑救石化类火灾的超重型利器,配置超大流量的消防泵和先进射流技术的消防炮。
- 2、与超重型泡沫消防车“上下合击”扑救重特大石化火灾,提高一次性灭火成功率,彻底改变“力小分散,零敲碎打,久拖不灭”的现象。
- 3、可减少火场灭火车辆和人员数量,集中供液,远距离喷射,安全地带遥控灭火,能降低灭火救援人员伤亡和财产损失。

● **超重型泡沫消防车**

主要性能指标:

消防泵流量: 400 L/s
消防泵压力: 1.4 MPa
消防炮流量: 400 L/s
消防炮射程: ≥ 150 m
泡沫罐容量: 5 000 kg

ISSN 1009-0029

 9 771009 002210

捷达消防科技(苏州)股份有限公司

主管单位:中华人民共和国应急管理部
主办单位:应急管理部天津消防研究所
ISSN 1000-0020
中国标准连续出版物号:CN 12-1311/TU

《消防科学与技术》编辑委员会

主任:周天

副主任:范维澄(院士) 王玉龙(院士)

委员:(按姓氏笔画为序)

王中铮 元冀进 方 正 东靖飞
代德田 戎 哲 朱国成 闫胜利
孙金华 孙金杰 李国强 李友峰
周永林 汪永明 宋 波 张金良
张 昊 赵长红 袁雪永 高宁宇
陈 放 徐志胜 黄晓军 梁 栋
蒋军成 薛 林 罗勃特·迪尔托普(英国)
托马斯·基昂纳特(德国)

《消防科学与技术》编辑部

总编辑:宋 波

常务副总编辑:肖 磊

副总编辑:余 威

主 编:邓培芳

常务副主编:马建琴

副主编:王万钢 陈 方

责任编辑:梁 兵 邢玉军 董 望

无 星 李艳娜

编辑:杜玉光 彭应华

编辑出版:

《消防科学与技术》编辑部

编辑部地址:天津市南开区卫津南路 110 号

邮政编码:300381

编辑部电话:(022)23383612 23320225

传真:(022)23387274

电子邮箱:fire@xfkj.com.cn

网址:http://www.xfkj.com.cn

广告发行部电话:(022)23387276

电子邮箱:guangou@xfkj.com.cn

国内发行:《消防科学与技术》编辑部

国外发行:中国国际图书贸易集团有限公司

国外发行代号:M1508

印刷:天津新华印刷集团有限公司

出版日期:2021 年 11 月 10 日

发行范围:国内外公开发行

定价:40.00 元/册 480.00 元/全年

国外定价:11.00 美元/册

准予广告发布登记:(02)号

本刊愿接受国内外文字和图片稿件,稿件
科学出版社,编辑部,如蒙刊登,请与本刊
编辑部联系,未刊登稿件恕不退稿。

中文核心期刊·中国科技核心期刊

消防科学与技术

XIAOFANG KEXUE YU JISHU

(月刊·1982 年创刊)

2021 年第 11 期(总第 40 卷第 319 期)

目 次

消防理论研究

- 基于 GIS 的危化品泄漏事故后果评价 朱红杰,李 毅,许健元,等(1562)
基于 DEMATEL-ISM 的液氨泄漏事故风险分析 杨德森,许开云,李永峰(1571)
易燃易爆液体重气浓度扩散规律分析 马 野,何桐庭,刘 磊,等(1575)
木炭粉堆垛火灾扑救方法试验研究 袁亚伟,管广超,靳永生(1580)
换流变电站降膜板断性能及火灾试验研究 张佳民,高峰华,黄 霄,等(1583)
基于植物油和矿物油的 10 kV 油浸变压器外部热源耐火实验 陈子峰,刘 静,黄青伟,等(1589)

建筑防火设计

- 基于 Ansysic 的大空间建筑引导疏散引导研究 唐 健,相玉珍,王亚星(1594)
相同射流模式下竖井结构对烟“气”运动影响研究 陈圣光,杨永斌,肖志行(1599)
大型商业综合体火灾蔓延疏散功能的光度探讨 李友柱,王瑞峰(1604)
最大模型法在民用运输机场飞行区消防水量确定中的应用 蔡 健,杜德鑫,熊宗志(1608)

防灾减灾评估

- 基于多尺度建模的灾民疏散疏散模型研究 流震望,蔡新江,见小舟,等(1612)
高层建筑火灾事故应急响应能力量化评估 周恩宇,吴 涛,郑志博,等(1617)
城市区域火灾风险评估方法综述 孙小才(1622)

火灾系统设计

- 基于综合管廊火灾特性的用水灭火系统应用研究 徐文家,陈 豪,陶晓宇,等(1625)
面向喷射条件下雨水管火灾水平表面流火研究 李红钢,李 强,熊 杰,等(1631)

消防设备研究

- 基于微压的消防用呼吸器速率测试技术研究 杜 李,洪成波(1636)
基于虚拟现实技术的消防救援模拟训练系统 李 坤,刘如龙,陶晓宇,等(1639)
燃气式探测器火灾探测器设计改进研究 李 强,陈 豪(1644)
风力发电机舱快速逃生用报警装置的研发 刘二惠,李瑞宇,吴 毅,等(1647)
老化试验对消防水带质量性能影响的研究 黄文佳(1651)

火灾材料与阻燃材料

- 改性 LDH 与 OFC 对聚苯乙烯的阻燃性能研究 赵建宇,段嘉豪,杨 坤(1654)
二氧化硅气凝胶粉体表面与碳特性研究 熊静文,李家伟,叶叶明,等(1658)

森林火灾防控

- 滇中地区土壤有机质含量对植物物理性状的影响 李国辉,马瑞杰,潘志云,等(1661)
基于 FWO 法与 CG 法的中亚细亚森林草原交错区西桦林草原火灾热解动力学分析 王立霞,张 彬,熊 杰(1665)
基于加权神经网络模型的森林火灾风险评估 肖 强,司 超,王海军(1671)
五马湖地区土壤风蚀特性研究 魏建明,陈 强,高伟杰,等(1675)

应急管理研究

- 基于系统动力学模型的消防应急能力建设研究 刘如龙,曹磊,陈 强,等(1682)
火灾救援中社会资源管理应用模式研究 李 强,熊 杰(1687)
消防应急管理的理论与实践 李强,熊 杰,李国辉(1690)
消防应急指挥系统火灾救援应用模式 曹磊,陈 强,熊 杰(1695)

火灾调查研究

- 火灾调查与火灾成因分析 熊 强,李 强,高伟杰,等(1698)
基于数值模拟的火灾成因分析 熊 强,李 强,高伟杰,等(1703)

期刊基本参数:CN 12-1311/TU * 1982 * 6 * A1 * 144 * zh * P * ¥ 40.00 * 9000 * 32 * 2021-11

基于虚拟现实技术的消防救援模拟演练系统

牛 坤, 刘旭亚, 陶鹤宇, 宋文琦

(应急管理部天津消防研究所, 天津 300381)

摘 要:为全面提升消防救援针对典型灾害事故的协同作战技能及应急救援处置能力,分析了消防救援队伍灭火救援训练过程中面临的问题,提出了一种将虚拟现实可视化技术和应急救援训练内容相结合的模拟训练方法。通过虚拟现实技术模拟不同典型灾害事故场景,逼真的场景和交互式的体验让消防救援人员在虚拟环境中进行真实化、实战化、专业化的模拟训练,从而提升消防救援能力,解决了目前消防救援面临的训练难题。

关键词:虚拟现实;消防救援;模拟训练

中图分类号: X932; D631.6 **文献标志码:** A

文章编号: 1009-0029(2021)11-1639-05

随着消防救援队伍改革转制,消防救援职能从处置单一灾种向“全灾种,大应急”转变。消防救援队伍不仅要处置各类火灾事故,还要执行自然灾害救援、公共交通事故、突发事件处置等综合应急救援任务。但是,目前消防救援队伍的灭火救援培训受到多种条件的制约。

(1)缺乏受训场地。实地训练需要专业的训练场,全尺寸模拟训练装置占地面积较大,建设成本较高。

(2)缺少典型场景训练。一线消防救援大队及救援站

的消防员在日常训练中无法开展典型灾害事故模拟训练。各类火灾场景真实环境很难模拟复现,消防训练人员也无法置于实际火场环境中。

(3)训练费用高,频次少。实训需要消耗大量燃油、燃气等燃料,训练中使用的器材设备也有相当大的损耗,因而每年的训练频次无法满足需求,难以使每一位参训人员都能熟练掌握各项救援技能。

这些因素都会导致消防员针对特定场景火灾的灭火救援训练不足,无法满足实战需求。因此,亟需一种高效率平台系统,来全方位提升消防救援队伍的训练水平。

在欧美发达国家,虚拟现实技术已广泛应用于消防领域。美国海军研究实验室开发了虚拟消防训练系统,可对体验者的操作、反应等进行训练,通过训练可以明显提高消防员的操作水平。瑞典早期将 VR 应用到森林火灾中,Rego Granlund 等开发的系统适用于森林火灾,可用来训练多种角色,包括消防员、指挥员及参谋。当森林发生火灾时,系统可以获取火灾情况信息,参谋根据现场的情况与其他人员制定并执行相应策略。训练结束后,通过观看回放录像对训练进行评估。英国也较早地将 VR 应用到

基金项目:2020 年度国家重点研发计划资助项目(2020YFB12103500)课题(2020YFB12103503、2020YFB12103504);天津市科技计划项目(20KJXJMB00020);应急管理部天津消防研究所委托课题(2021S012);天津市科技计划项目(19KJHDC00040)

detection and analysis of respiratory function using micro-pressure sensor[J]. Journal of Sensors, 2015, 15(1): 1-18.

[18] 王毅. 基于气压传感器的智能呼吸救援面罩技术研究[D]. 机电信息, 2018, 35(21): 142-149+141.

Research on respiratory rate monitoring technology for firefighters based on micro-pressure sensor

DU Xi, HONG Ying-zheng

(Shanghai Fire Science and Technology Research Institute of MEM, Shanghai 200438, China)

Abstract: This paper described and compared the main monitoring technologies and devices of firefighters' respiratory rate, designed a set of respiratory rate monitoring device for firefighters training based on micro pressure sensor, and studied the device selection, and system construction of the device. The device adopted the half-face mask type, which can collect the respiratory rate of firefighters during training in real time, and

can fuse with the data collected by other firefighters' vital signs equipment, transmit it to the firemen's body area network sink node through Bluetooth, and then transmit it to the big data cloud platform through the network. Through long-term tracking the respiratory rate data collected by the device, it is of great significance to evaluate the training effect of firefighters, improve the respiratory efficiency and enhance the combat effectiveness of fire rescue team.

Key words: fire fighting training; firefighter; micro-pressure sensor; respiratory rate

作者简介:杜 希(1983-),女,安徽芜湖人,应急管理部上海消防研究所助理研究员,主要从事消防员个人防护研究,上海市杨浦区民权路 918 号,200438。

通信作者:洪英政,应急管理部上海消防研究所副研究员。

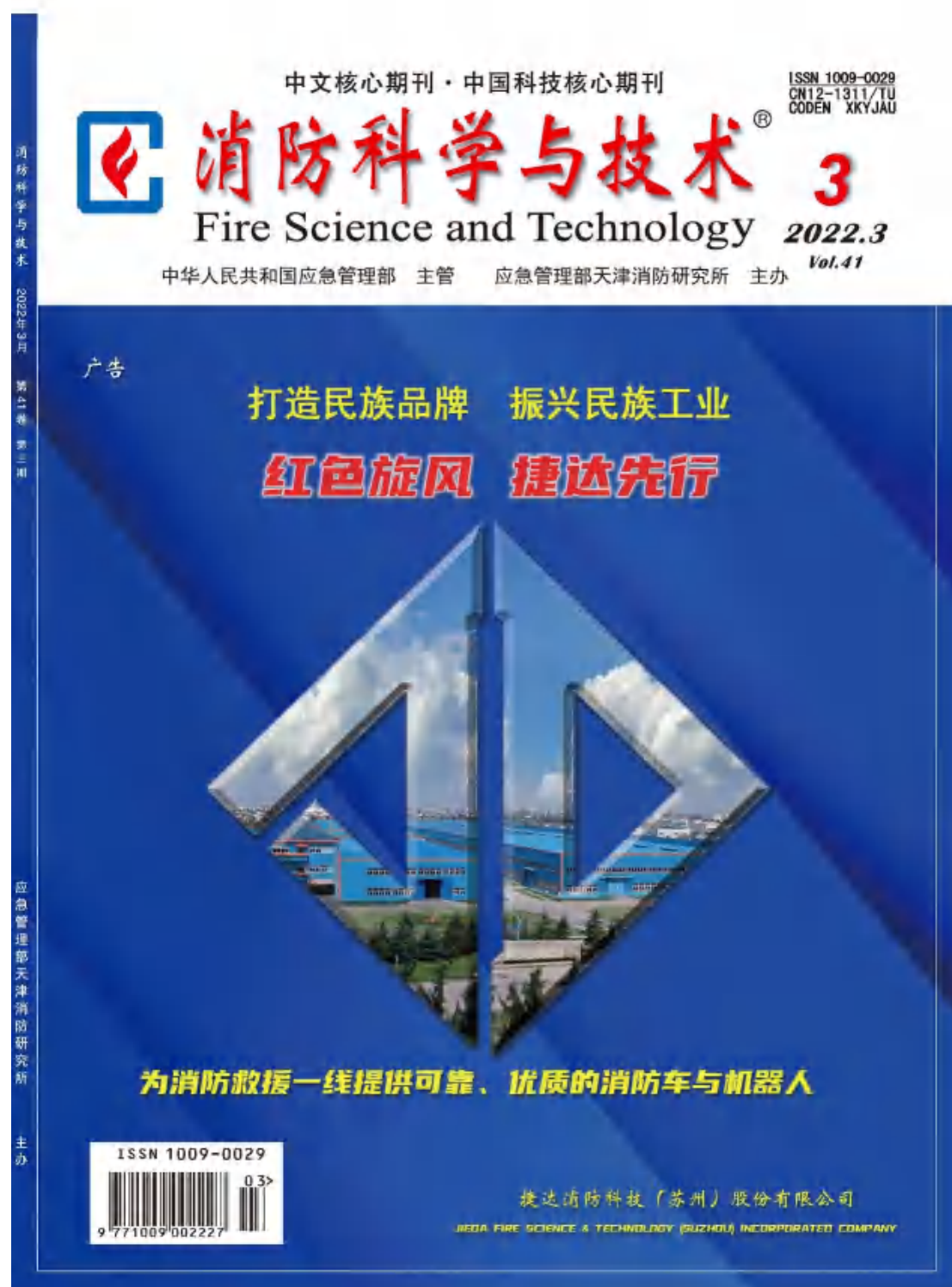
收稿日期:2021-05-05

(责任编辑:邢玉萍)

消防科学与技术 2021 年 11 月第 40 卷第 11 期

1639

附件 3 代表性论文-《消防员心肺复苏技能实训系统研究》



主管单位:中华人民共和国应急管理部
主办单位:应急管理部天津消防研究所
中国标准连续出版物号:ISSN 1007-1702
CN 17-1311/TU

《消防科学与技术》编辑委员会

主任:周天
副主任:范维澄(院士) 王玉忠(院士)
委员:(按姓氏笔画为序)

王中林 阮英进 方正 李靖飞
陈 亮 朱瑞庆 闫桂刚 孙金华
孙金杰 李国栋 李光新 周永林
洪永朋 宋 亮 陈金亮 焦 昊
赵长旺 孟宏来 高中学 赵 政
徐志胜 黄晓华 蔡 峰 蒋家成
陈 林 罗伯特·迪尔托普(英国)
杜马斯·莱洛纳(德国)

《消防科学与技术》编辑部

总编辑:宋 屹
常务副总编辑:肖 磊
副总编辑:余 凯
主编:邱培芳
常务副主编:马建彪
副主编:王万钢 陈 兮
责任编辑:梁 丹 郭玉琴 董 里
毛 星 李伟群
编辑:林玉龙 周海华
编辑出版:
《消防科学与技术》编辑部

编辑部地址:天津市南开区迎津南路110号
邮政编码:300361
编辑部电话:(022)23686612 23620223
传真:(022)23647174
电子邮箱:fire@xfkj.com.cn
网址: http://www.xfkj.com.cn
广告发行部电话:(022)23687256
电子邮箱:gnanngan@xfkj.com.cn
国内发行:《消防科学与技术》编辑部
国外发行:中国图书贸易集团有限公司
国外发行代号:MT005
印刷:天津神州电子股份有限公司
出版日期:2022年3月15号
发行范围:国内公开发行
定价:10.00元/册 100.00元/全年
国外定价:15.00美元/册
准予广告发布登记:002号

本刊发表全部文章和图片版权归《消防科学与技术》编辑部所有,如需转载请与本刊编辑部联系,未经许可不得以任何形式转载。

中文核心期刊·中国科技核心期刊

消防科学与技术

XIAOFANG KEXUE YU JISHU

(月刊·1982年创刊)

2022年第3期(总第41卷第323期)

目次

三聚氰胺磷酸盐抑制聚丙烯中燃烧研究	王 强,江高春,苗明涛,等(291)
粒径对中度纤维板表面燃烧特性影响实验研究	吴佳豪,周子璇,朱明强,等(296)
野外组合式软体储罐体材料燃烧特性研究	王春胜,蒋新生,余树明,等(300)
侧射热流下有限厚度PMDA着火特性研究	吴智林,姜佳琳(304)
受限空间氢爆燃外部超压特性研究	陈 晔,李 辉,李雪峰,等(310)
管道阻火器失效试验探讨	李厚达,胡 波,王正贵,等(316)
含添加剂细水雾抑制三元锂离子电池火灾试验研究	王 峰,朱明强,张宇斌(319)
火灾后隧道衬砌混凝土力学性能现场观测实验研究	徐德涛,王 强,陈 凯,等(325)
建筑倾斜外立面火蔓延过程温度分布研究	张孝基,程雪亮,吴斌斌,等(330)
某室内商业步行街火灾烟气控制研究	胡 强,陈 健,王海英,等(334)
双C型冷弯薄壁复合墙板系统抗火性能研究	梁建刚,曾祥康,杨 元,等(338)
中庭式地铁站不同补风方式对排烟效率影响分析	端木祥珍,周子璇,李 磊,等(343)
面向多构型的室内消防路径查询方法研究	齐彤华,周中平,王 佳(347)
不同通风条件下船舶舱室火灾热流分布研究	任程航,李山俊,姚 洁,等(352)
某阻燃处理方法在木结构建筑上的应用及分析	郝 群,朱国光,金 玉,等(356)
基于规范与数值模拟的钢结构抗火计算对比研究	董 从(359)
地下商业综合体火灾风险评估	张立宁,苏鹏飞,安 磊,等(363)
酚醛树脂/玻璃纤维型飞机货舱衬板复合材料火灾危险性评估	杨晓光,曹旭宝,徐松寿,等(367)
基于华达哥拉斯-DEPS的仓库消防安全评价	薛志恒,陆 鑫,刘人杰(371)
罐区可燃气体探测器覆盖率评估及布置优化	蔡云涛,张杰志,王雅鑫,等(375)
综合管廊燃气泄漏集聚型实验与数值模拟研究	吴倩霞,许敬忠,马博洋,等(379)
气力输送水泥粉体装置木垛火试验研究	魏 亮,王 宁,徐志胜(385)
消防员心肺复苏技能实训系统研究	隋鹏宇,宋文峰,李 坤,等(389)
优化神经网络在多传感器火灾探测中的应用	钟 健,张守春(394)
三光集成型槽罐山火定位监测仪	周 远,张基哲,任志刚,等(398)
大流量液流泡沫灭火装备在化工园区的应用研究	田宏波,牟小冬,周祖波,等(402)
移动式气量自动补偿装置的设计与应用	王涵江,林运鑫(406)
电梯内电动车燃爆对策评估及阻车系统设计	鞠 宏,刘同凡,万 伟,等(409)
基于火焰面积法的产气药剂燃烧稳定性研究	张永琛,朱星亮,卢晨亮,等(413)
陶瓷填料对硅橡胶复合材料性能的影响	姜慧洁,王健胜,纪海波,等(417)
我国森林火灾技术装备应用现状与发展趋势	余 威,强 强(421)
由典型建筑火灾时场景思考应急管理及救援发展	尹 亮,李 奇,姜 楠(425)
一起石化企业静电火灾事故调查与启示	申立群,管 浩,王 亮(428)
一起火灾事故调查中新颖分析与现场实验	曹 毅(431)

期刊基本参数:CN12-1311/TU=1982=b·A4=145·zh·P=Y40,00=2000=34=2022-03

消防员心肺复苏技能实训系统研究

陶鹏宇, 宋文琦, 牛 坤, 崔丽洁

(应急管理部天津消防研究所, 天津 300381)

摘 要:阐述了消防员在灾害事故救援现场熟练掌握心肺复苏技能的重要性, 分析了消防员心肺复苏技能训练现状及存在问题, 介绍了混合现实技术应用于消防员心肺复苏训练的优势, 并设计出一套消防员混合现实心肺复苏技能实训系统。该研究对于加强消防心肺复苏技能训练掌握, 提高消防应急救援处置能力, 提升灾害事故现场伤员的生存率具有重要意义。

关键词:混合现实技术; 消防员; 心肺复苏; 实训系统

中图分类号: TP391.9; TU998.1 **文献标志码:** A

文章编号: 1009-0029(2022)03-0389-05

随着消防救援机构的体制改革, 消防救援职能逐渐实现从处置单一灾种向“全灾种、大应急”转变, 消防救援人员不仅要处置各类火灾事故, 还要执行自然灾害救援、公共交通事故、突发事件处置、抗洪抢险等综合应急救援任务。在灾害事故救援现场, 消防救援人员通常是第一时间到达, 一旦发现事故中亟待救援的伤员, 首先考虑如何以最短时间将伤员救出, 缺乏救援前对伤员进行及时、专业有效的医疗判断和急救处置, 可能增大伤员的致残概率。尤其遇到心脏骤停的伤员, 如果在黄金时间 4 min 内对其进行及时有效的心肺复苏处置, 可极大提高其生存率。目前, 消防救援机构中每年会开展心肺复苏等急救技能的相关培训, 通常采用专业医护人员讲解、模拟人实操等形式, 但这种形式的培训频次低、时间短, 消防员往往无法熟练、精准地掌握急救技能, 一段时间后就会存在步骤遗忘、动作操作不规范等问题。因此, 针对以上问题, 笔者开展了基于混合现实技术的消防员心肺复苏实训系统研究, 让一线消防救援大队、消防救援站的消防员能够按照专业的教学、训练、考核评价体系进行系统性、自主性训练, 使消防员在日常化训练中熟练掌握相关急救技能, 对于加强消防员在灾害事故现场对伤员的急救处置能力, 提高灾害事故中伤员的生存率具有重要意义。

1 心肺复苏技能及重要性

1.1 心肺复苏技能

心肺复苏术简称 CPR, 是抢救心脏骤停患者最基本且有效的手段。心脏骤停是人类突发的严重急症, 如果不及时间进行干预处置, 伤者会在数分钟内死亡。即使有幸生还, 脑细胞也会不可逆性受损。如果能够在 4~6 min 黄金时段内及时利用心肺复苏技术对伤员进行抢救, 将极大提升伤员的存活率^[1]。现场心肺复苏技术适用于心脏病突发、电

击、淹溺、创伤、过度疲劳等原因造成的心脏骤停。

1.2 消防员掌握心肺复苏等急救技能的重要性

通常情况下, 灾害事故发生后, 消防救援人员往往能在第一时间赶到灾害事故现场, 由于受距离、现场环境等复杂因素的阻碍, 专业医护人员无法及时到达, 因此, 对伤员现场快速急救处置存在空档期, 消防救援人员在这段时间内如果能够及时对急需抢救的伤员进行及时科学有效的医疗救护, 可极大提高伤员的生存率。消防救援人员可通过初步评估伤员伤情状况, 进行必要的心肺复苏、止血、包扎、固定、搬运等简单有效的应急救护处置, 对抢救生命、稳定伤情、减轻痛苦、避免延误将起到决定性作用。因此, 消防员掌握心肺复苏等急救技能十分必要。

2 消防员心肺复苏技能训练现状及存在问题

目前, 一线消防员在心肺复苏技能训练方面, 一般通过理论学习和简单的心肺复苏模拟训练方式, 心肺复苏训练设备为模拟假人。训练前经专业的教员进行培训, 消防救援人员按照心肺复苏的操作步骤结合模拟假人完成相应的操作动作。然而, 经过一段时间后, 消防员对标准操作流程存在步骤遗忘、动作不熟、操作精度不足、无评判标准等问题, 这样的训练方式对掌握和学习专业的心肺复苏技能明显不足。同时, 这种模拟训练方式缺少真实感和情景化培训, 沉浸感不强, 且不利于进行规范化考核评价, 不但影响消防救援人员心肺复苏技能的培训效果, 而且不能满足应急救援任务中对伤员现场急救处置的实际需求。存在前问题主要表现在以下几个方面。

(1) 消防员急救技能学习宣传力度不足。消防救援机构对学习急救专业知识的重要性、必要性存在宣传教育力度不足、学习形式单一等问题。开展心肺复苏技能学习大多以应对上级任务部署、队伍考核要求等为目的, 消防员日常训练中缺乏急救技能训练和科目。同时, 在灾害事故现场消防员也缺乏对伤员进行专业救护处置的意识和想法。

(2) 消防员专业救护处置技能亟待提高。我国消防救援人员学习心肺复苏等专业救护技能主要通过红十字会组织的救护员培训方式, 但培训效果不明显, 培训结束后获得专业资质的消防人员不多, 而获得资质的消防人员也因后续训练不到位^[2], 对专业救护技能的掌握不够熟练。

(3) 传统的培训模式已不适应新形势需求。传统的消防员心肺复苏技术培训模式一般局限于理论讲解、假人实

基金项目: 天津市科技计划项目(20KJXJRC00026); 应急管理部天津消防研究所基金项目(2020SJ12、2021SJ02)。

附件 4 其他标准- T/CFPA 011-2022-虚拟现实消防安全体验系统通用要求

ICS 13.220.20
CCS C 82

团 体 标 准

T/CFPA 011—2022

虚拟现实消防培训系统通用要求

General requirements of virtual reality fire training system

2022-03-21 发布

2022-07-01 实施



中国消防协会 发布

目 次

前 言..... 11

引 言..... 111

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 分类和型号编制..... 2

 4.1 分类..... 2

 4.2 型号..... 3

5 技术要求..... 3

 5.1 虚拟现实头戴显示设备..... 3

 5.2 应用软件..... 6

 5.3 消防培训模块要求..... 7

 5.4 系统配件要求..... 8

6 试验方法..... 9

 6.1 总则..... 9

 6.2 虚拟现实头戴显示设备..... 10

 6.3 应用软件..... 12

 6.4 体验内容试验..... 13

 6.5 系统配件..... 13

7 检验规则..... 14

 7.1 型式检验..... 14

 7.2 出厂检验..... 15

8 标志..... 15

9 包装、运输与储存..... 15

10 使用说明书编写要求..... 16

参 考 文 献..... 26

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国消防协会提出并归口。

本文件起草单位：江西师范大学、应急管理部天津消防研究所、江西省消防救援总队、深圳因特安全技术有限公司、南方电网数字传媒科技有限公司、江西理工大学、深圳星火互娱数字科技有限公司、深圳尼古拉能源科技有限公司、天津中科正澎信息科技有限公司、南京睿悦信息技术有限公司、北京中德启锐安全设备有限公司、语路科技（深圳）有限公司、青岛小鸟看看科技有限公司、深圳创维新世界科技有限公司、合肥耀安科技有限公司和福建省华渔教育科技有限公司。

本文件主要起草人：王明文、肖磊、宋文琦、王宁、陶鹏宇、江爱文、张文彬、赵祥、王玥、邢瑞泽、朱飞勇、马建明、李继宝、马克辛、马兴炼、李洁怡、李宝利、牛坤、刘祖文、黄学雨、王星、冯振营、于磊、陈源明、马达伟、邓超、王慧林、郭利华、胡东映、严信、李汉曦、李渤、关斯琪、谢帆、刘晓飞、戴珂、纪浩、陈升、黄景平、张大伟。

本标准首次发布。

引 言

随着虚拟现实（Virtual Reality）技术的不断进步和发展，其在消防安全教育培训和应急救援模拟训练等众多领域得到了广泛应用。然而，由于缺乏统一标准和规范指导，VR技术在消防行业的应用还存在不少短板，如在消防应用中硬件设备参数方面缺少统一标准、操作系统稳定性不强、体验场景内容缺乏科学依据等等，不同程度制约了VR技术在此领域的发展。本标准从消防行业VR技术应用的实际出发，从VR头戴显示设备、操作系统、应用软件和体验内容等角度，对设备参数、系统稳定性和体验场景内容等均提出了明确要求。

依据《中华人民共和国消防法》等相关法律法规，本标准在研究、分析我国虚拟现实消防培训系统使用的场所、类型及特点的基础上，特制定虚拟现实消防培训系统相关软硬件要求，以规范我国现有的虚拟现实消防培训系统，为开发虚拟现实消防培训系统的相关机构和个人进行有效的开发和使用指导，从而推动VR技术在消防行业的规范化应用。

虚拟现实消防培训系统通用要求

1 范围

本标准规定了虚拟现实消防培训系统的术语和定义、分类和型号编制、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与储存、使用说明书编写要求等内容。
本标准适用于基于虚拟现实技术的各类消防培训系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 4706.1	家用和类似用途电器的安全通用要求
GB/T 9969	工业产品使用说明书
GB/T 14471	头戴耳机通用规范
GB/T 16838	消防电子产品 环境试验方法及严酷等级
GB/T 17626.2-2018	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2016	试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2018	电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 38247	信息技术 增强现实 术语
GB/T 38258	信息技术 虚拟现实应用软件基本要求和测试方法
GB/T 38259	信息技术 虚拟现实头戴式显示设备通用规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50116	火灾自动报警系统设计规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50974	消防给水及消火栓系统技术规范
GB51251	建筑防烟排烟系统技术标准
XF 503	建筑消防设施检测技术规程
XF/T 812	火灾原因调查指南
XF 1301	火灾原因认定规则

3 术语和定义

3.1 虚拟现实 Virtual Reality

采用以计算机为核心的现代高科技手段生成的逼真的视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等多感官一体化的数字化人工环境，用户借助一些输入、输出设备，采用自然的方式与虚拟世界的对象进行交互，相

中国消防协会
团 体 标 准
虚拟现实消防培训系统通用要求
T/CFPA 011—2022

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 56 千字
2022年8月第一版 2022年8月第一次印刷

书号: 155066·5-4695 定价 34.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CFPA 011-2022



扫一扫 正版服务

ICS 13.220.01
CCS C 80

团 体 标 准

T/CFPA 024—2023

消防救援数字化模拟训练系统技术要求 第 1 部分 总则

Technical Requirements for Fire Rescue Numerical Simulation Training System
Part 1: General principles

2023 - 08 - 09 发布

2023 - 11 - 01 实施

中国消防协会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 模拟训练要素	2
4.1 训练事件	2
4.2 训练目标	2
4.3 训练科目	2
4.4 训练对象	2
4.5 训练评价	3
5 模拟训练系统内容及流程	3
5.1 总体要求	3
5.2 总体模拟训练流程	3
5.3 单兵技能模拟训练内容	3
5.4 班组协同模拟训练内容	4
5.5 指挥决策模拟训练内容	4
6 模拟训练系统构成及要求	4
6.1 系统构成	4
6.2 系统技术要求	5
6.3 系统功能设计要求	5
6.4 训练情景设计要求	7
6.5 系统性能指标设计要求	7
6.6 系统通用设备和软件要求	8

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由清华大学合肥公共安全研究院提出。

本文件由中国消防协会归口。

本文件起草单位：清华大学合肥公共安全研究院、应急管理部天津消防研究所、江苏伟岸纵横科技股份有限公司、天泽智联科技股份有限公司、北京安信科创软件有限公司、天津市消防救援总队。

本文件主要起草人：刘晖亚、疏学明、王静舞、张雷、关劲夫、宋文琦、赵丙文、周子皓、宫爱科、魏长青、朱红亚、许晓元、刘志宏、柏跃领、苏琳。

本文件为首次制定。

引 言

消防救援训练是消防救援队伍提高消防救援能力和水平的重要手段。随着计算机技术、虚拟现实、增强现实以及混合现实等信息技术的广泛应用，消防救援数字化模拟训练系统在消防救援人员培训、演练以及应急安全管控等方面得到大量应用。通过对各类灾害事故与人员行为的仿真模拟，构建灾害事故应急处置的虚拟环境为各级决策与指挥人员、事故处置人员开展模拟训练、预案推演以及演练提供支撑，对消防救援队伍、应急安全人员掌握灾害事故特点和演化发展过程，并针对不同场景开展消防救援技术应用、协同配合以及消防救援装备操作培训，熟悉预案流程和应急处置程序发挥了重要作用。

编制消防救援数字化模拟训练系统技术要求标准，规范消防救援数字化模拟训练的技术内容及其相关系统产品开发的技术要求，指导消防救援队伍、应急安全人员科学利用计算机、数字化仿真、虚拟现实等技术开展不同层次的数字化模拟训练与预案推演以及模拟训练效果评价，对提高消防救援队伍数字化模拟训练效能，提升消防救援实战能力具有重要意义。

本标准作为“消防救援数字化模拟训练系统技术要求”系列标准的第1部分总则内容，是针对消防救援队伍开展“全灾种、大应急”的实战化消防救援能力建设需求，在对当前国内外消防救援数字化模拟训练与预案推演技术开发应用现状及趋势特点分析研究的基础上提出的，对消防救援数字化模拟训练系统总体技术要求和体系架构进行规定。根据消防救援业务需求，该系列标准将重点围绕高层建筑、地下建筑、大型商业综合体以及石油化工火灾扑救数字化模拟训练，建筑倒塌事故救援数字化模拟训练，交通事故火灾扑救数字化模拟训练，跨区域协同数字化模拟训练，以及地震、地质灾害、森林草原火灾等自然灾害救援数字化模拟训练进行技术规程的编制。

消防救援数字化模拟训练系统技术要求 第1部分 总则

1 范围

本文件规定了消防救援数字化模拟训练系统术语和定义、要素、内容及流程等内容，提出了数字化模拟训练系统应用程序开发，以及开展数字化模拟训练、预案推演的相关条件与技术要求。

本文件适用于相关软件企业和消防救援队伍开展消防救援数字化模拟训练系统以及数字化消防救援预案的开发建设，也适用于消防救援人员开展数字化模拟训练与预案推演系统应用、训练效果评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GBT 17973 信息技术 系统间远程通信和信息交换 在因特网传输控制协议(TCP)之上使用RST应用
 GBT 18221 信息技术 程序设计语言、环境与系统软件接口 独立于语言的数据类型
 GBT 20008 信息安全技术 操作系统安全评估准则
 GBT 20269 信息安全技术 信息系统安全管理要求
 GBT 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
 GBT 20272 信息安全技术 操作系统安全技术要求
 GBT 20274.1 信息安全技术 信息系统安全保障评估框架
 GBT 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
 GBT 29176 消防应急救援通则
 GBT 35273 个人信息安全
 GBT 38315 单位灭火和应急疏散预案编制及实施导则
 GBT 41447 城市地下空间三维建模技术规范
 GBT 41479 网络数据处理
 GBT 42012 信息安全技术 即时通信服务数据安全要求
 CJJT 157 城市三维建模技术规范

3 术语和定义

现行GBT 29176界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

消防救援数字化模拟训练 fire rescue simulation training

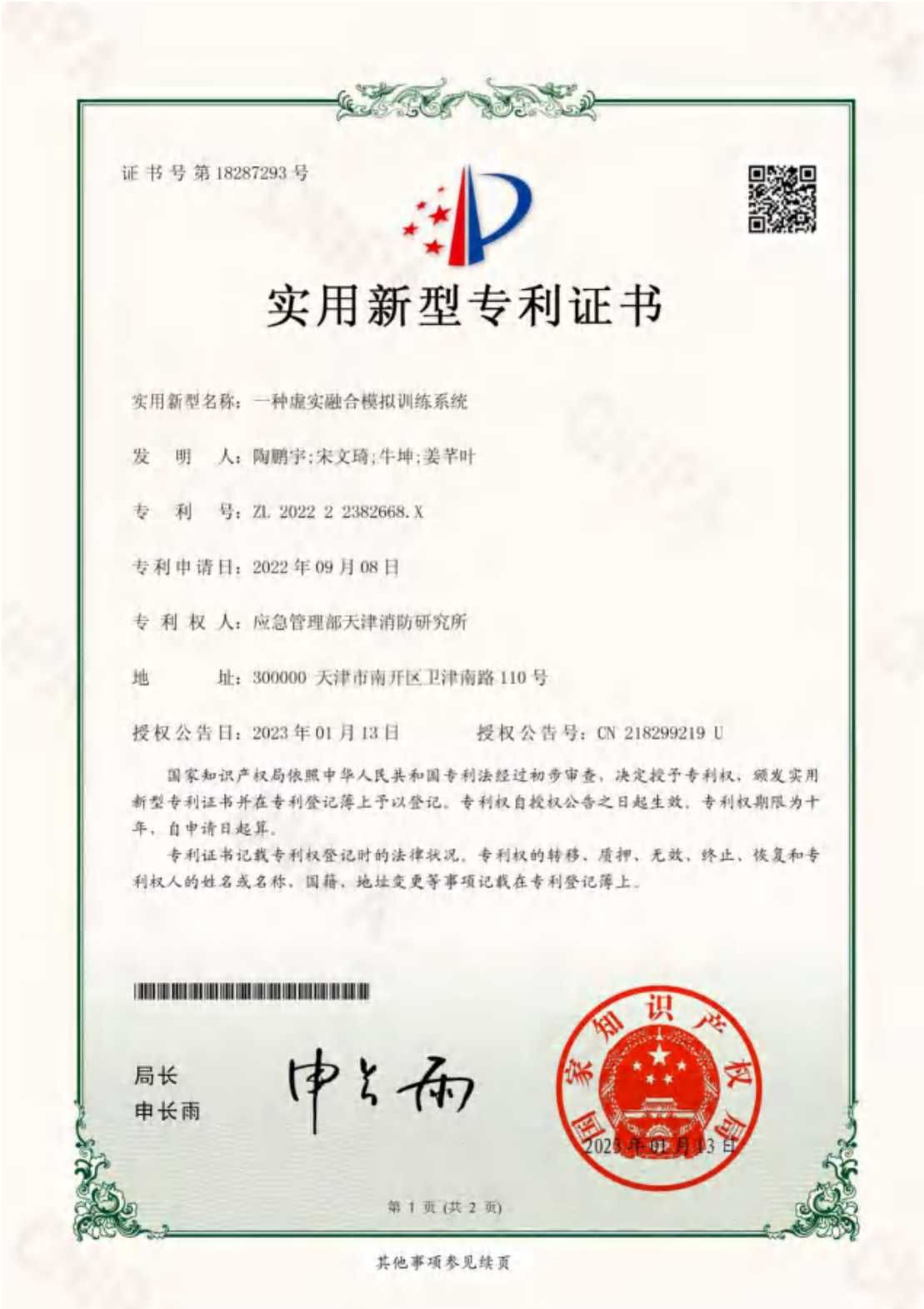
基于计算机与信息技术，构建灾害事故模拟场景，通过灾害事故模拟仿真或虚拟现实等技术，模拟灾害事故发展演化过程，按照消防救援训练过程要求，程序方法开展灾害事故数字化虚拟场景的模拟训练。

3.2

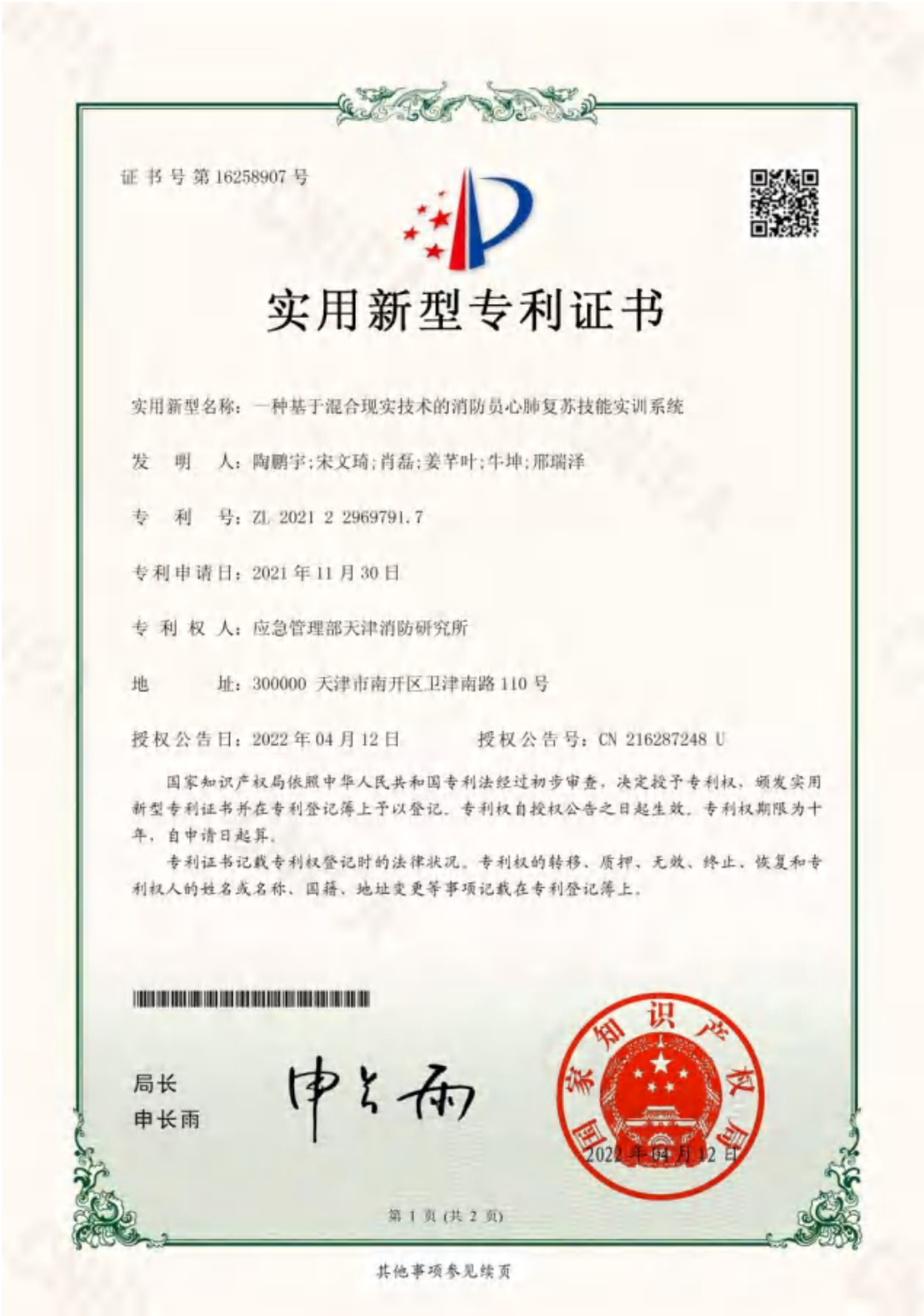
数字化预案推演 digital plan rehearsal

基于灾害事故数字化模拟仿真以及虚拟现实等技术，按照预案场景设定、消防救援程序方法和预案流程，利用计算机软件或模拟仿真系统复盘典型案例、推演应急预案中的灾害发展趋势、危害范围、处置方案、力量部署、资源调配、指挥决策等各项要素，模拟事件发生、发展与应急处置过程，组织单人或多人实施预案推演训练，实现预案推演数字化。

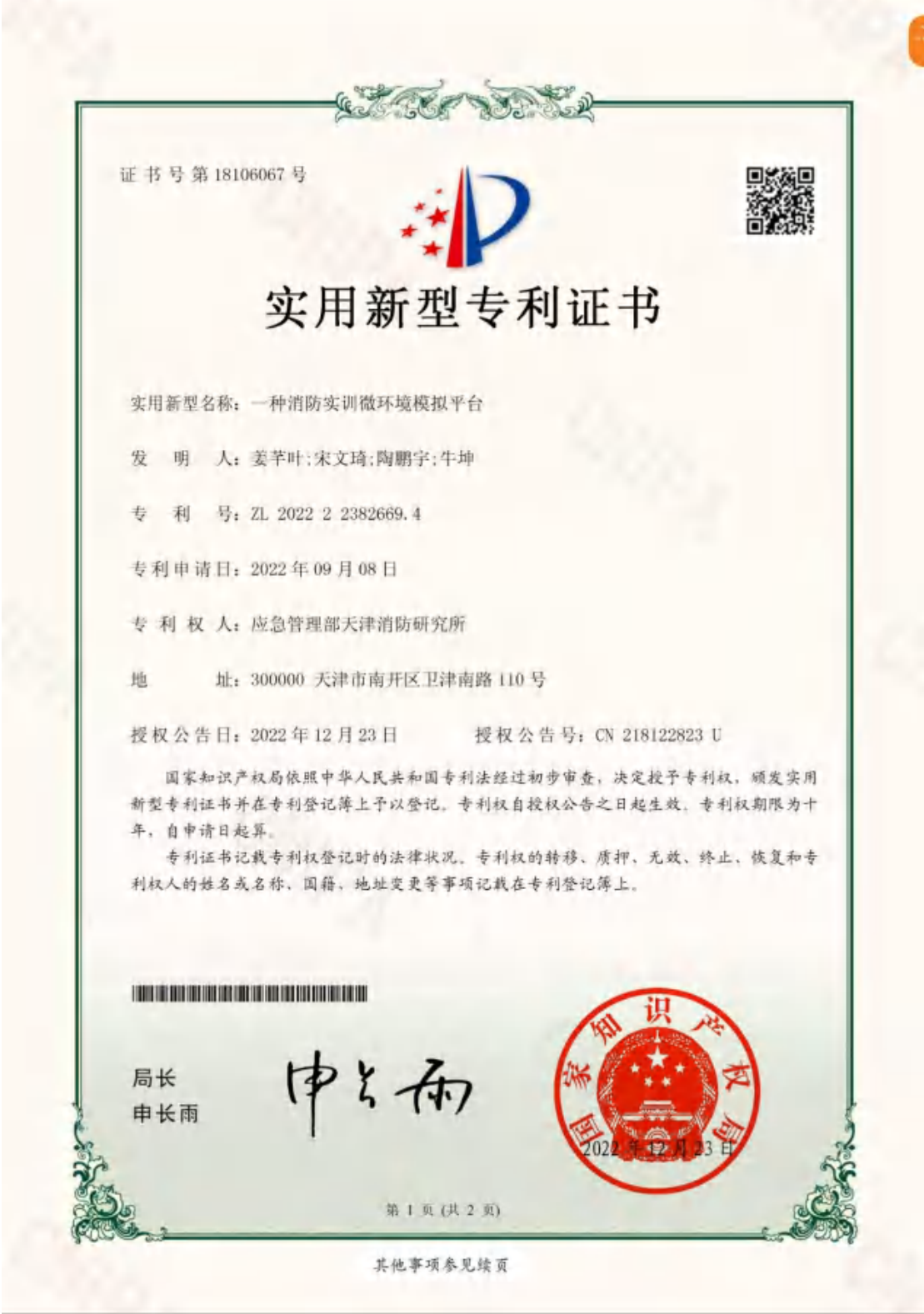
3.3



附件 7 实用新型专利-一种基于混合现实技术的消防员心肺复苏技能实训系统



附件 8 实用新型专利-一种消防实训微环境模拟平台



附件 9 计算机软件著作权-消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统[简称:消防员灾害事故模拟训练系统]V1.0





中华人民共和国国家版权局

计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第10424347号

软件名称： 消防员地下建筑火灾事故处置模拟训练考核系统
V1.0

著作权人： 应急管理部天津消防研究所

开发完成日期： 2019年09月20日

首次发表日期： 未发表

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2022SR1470148

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。




No. 11823314


2022年11月04日

合同编号：

计算机软件著作权实施许可合同

项目名称：《MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0》计算机软件著作权实施许可

受让方（甲方）：广东尼古拉能源科技有限公司

让与方（乙方）：应急管理部天津消防研究所

签订时间：2022 年 12 月 5 日

签订地点：天津市

有效期限：2022 年 12 月 5 日起
至 2027 年 12 月 31 日

中华人民共和国科学技术部印制

计算机软件著作权实施许可合同

受让方（甲方）： 广东尼古拉能源科技有限公司

住 所 地： 广州市黄埔区光谱西路 69 号汇创空间 119 房

法定代表人： 王海东

项目联系人： 陈勇

联系方式： 18620168611

通讯地址： 广州市黄埔区光谱西路 69 号 TCL 文化产业园创
意中心 319

电话： 020-32200683 传真： 020-32200683

电子信箱： ngl8899@163.com

让与方（乙方）： 应急管理部天津消防研究所

住 所 地： 天津市南开区卫津南路 110 号

法定代表人： 张清林

项目联系人： 陶鹏宇

联系方式： 13512998171

通讯地址： 天津市南开区卫津南路 110 号

电话： 022-23916349 传真： 022-23950119

电子信箱： taopengyu@tfri.com.cn

本合同乙方以 普通（独占、排他、普通）方式

许可甲方实施其所拥有的《MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0》计算机软件著作权，甲方受让该项计算机软件著作权的实施许可并支付相应的实施许可使用费。双方经过平等协商，在真实、充分地表达各自意愿的基础上，根据《中华人民共和国民法典》的规定，达成如下协议，并由双方共同恪守。

第一条： 本合同许可实施的计算机软件著作权：

1. 计算机软件著作权名称：MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0（详见“附件 1：计算机软件著作权登记证”）
2. 计算机软件著作权人为：应急管理部天津消防研究所。
3. 计算机软件著作权设计人：陶鹏宇、宋文琦、肖磊、姜芋叶、牛坤、邢瑞泽
4. 首次发表日期：2021 年 07 月 25 日。
5. 计算机软件著作权授权日期：2022 年 01 月 11 日。
6. 计算机软件著作权登记号：2022SR0071934。

第二条： 乙方在本合同生效前实施或许可本项软著的基本状况如下：

1. 乙方实施本项计算机软件著作权的状况（时间、地点、方式和规模）：乙方依托“MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0”软件著作权（登记号 2022SR0071934）核心技术，开展了心肺复苏技能实训、四大救护知识学习和脚本设计开发工作，尚未形成产业化。
2. 乙方许可他人使用本项专利权的状况（时间、地点、方式和规模）：乙方目前未许可他人使用该计算机软件著作权。

第三条：乙方许可甲方以如下范围、方式和期限实施本项软著：

1. 实施方式：只有普通实施权。无该软件著作权再转让的权利。

2. 实施范围：在中国境内 MR 混合现实心肺复苏技能实训领域范围内的实施许可，包括制造、使用和销售。

3. 实施期限：2022 年 12 月 5 日起至 2027 年 12 月 31 日。

第四条：为保证甲方有效实施本项软著，乙方应向甲方提交以下技术资料：

1. 乙方向甲方提供“MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0”计算机软件著作权(登记号 2022SR0071934)技术交底文件。

第五条：乙方提交技术资料的时间、地点、方式如下

1. 提交时间：合同生效后三个工作日

2. 提交地点：天津市南开区卫津南路 110 号

3. 提交方式：通过电子邮件方式

第六条：为保证甲方有效实施本项软著，乙方向甲方转让与实施本项软著有关的技术秘密：

1. 技术秘密的内容：“MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0”计算机软件著作权。

2. 技术秘密的实施要求：按照本合同第三条、第四条和第六条第 1 款。

3. 技术秘密的保密范围和期限：甲方直接有关的技术人员、管理人员、生产人员、销售人员；该计算机软件著作权有效期内。

第七条：为保证甲方有效实施本项软著，乙方向甲方提供以下技术服务和技术指导：

1. 技术服务和技术指导的内容：1) 乙方在合同生效后，按合同要求 10 个工作日内向甲方提供“MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0”计算机软件著作权的技术交底文件；(2) 指导甲方利用上述科技成果生产相关产品，并用于生产经营活动。。

2. 技术服务和技术指导的方式：乙方向甲方提供“MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0”计算机软件著作权的技术交底文件；参与甲方的产品开发，同时以远程电话通讯、视频会议或邮件等方式指导甲方开展该科技成果的应用实施工作。。

第八条：双方确定，乙方许可甲方实施本项计算机软件著作权及转让技术秘密、提供技术服务和技术指导，按以下标准和方式验收：

1. 乙方向甲方提供“MR 混合现实心肺复苏技能实训系统 V1.0”计算机软件著作权证书复印件。

2. 其他证明材料。

第九条：甲方向乙方支付实施该项软著权使用费及支付方式为：

1. 许可实施使用费总额为：15 万元

其中：技术秘密的使用费为：15 万元

技术服务和指导费为：0 元

2. 许可实施使用费由甲方分期（一次、分期或提成）支付乙方。

具体支付方式和时间如下：

- (1) 采用银行对公转账支付方式
- (2) 合同签订后, 15 个工作日内支付 7 万元
- (3) 2023 年 11 月 1 日前支付 2 万元。
- (4) 2024 年 11 月 1 日前支付 2 万元。
- (5) 2025 年 11 月 1 日前支付 2 万元。
- (6) 2026 年 11 月 1 日前支付 2 万元。

乙方开户银行名称、地址和帐号为:

开户银行: (农行) 天津李七庄支行

单位地址: 天津市南开区卫津南路 110 号

帐号: 02020101040001523

第十条: 乙方应当保证其专利权实施许可不侵犯任何第三人的合法权益, 如发生第三人指控甲方侵犯计算机软件著作权的, 乙方应当 对侵权行为承担法律责任。

第十一条: 乙方应当在本合同有效期内维持本项专利权的有效性。如由于乙方过错致使本项专利权终止的, 乙方应当按本合同第十六条的约定, 支付甲方违约金或赔偿损失。

本项专利权被国家专利行政主管部门宣布无效的, 乙方应当赔偿甲方损失, 但甲方已给付乙方的使用费, 不再返还。

第十二条: 甲方应当在本合同生效后 15 日内开始实施本项计算机软件著作权; 逾期未实施的, 应当及时通知乙方并予以正当解释, 征得乙方认可。甲方逾期 30 日未实施本项计算机软件著作权且未予解释, 影响乙方技术转让提成收益的, 乙方有权要求甲方

支付违约金或赔偿损失。

第十三条：双方确定，在本合同履行中，任何一方不得以下列方式限制另一方的技术竞争和技术发展：

1. 限制另一方实施计算机软件著作权技术秘密成果的规模、产品数量和销售价格；

2. 限制另一方在实施计算机软件著作权技术秘密成果基础上的技术进步和产品升级换代。

第十四条：双方确定：

1. 甲方有权利用乙方许可实施的计算机软件著作权技术和技术秘密进行后续改进。由此产生的具有实质性或创造性技术进步特征的新的技术成果，归乙方所有。

2. 乙方有权在许可甲方实施该项计算机软件著作权后，对该项计算机软件著作权涉及的发明创造及技术秘密进行后续改进。由此产生的具有实质性或创造性技术进步特征的新的技术成果，归乙方所有。

第十五条：本合同的变更必须由双方协商一致，并以书面形式确定。但有下列情形之一的，一方可以向另一方提出变更合同权利与义务的请求，另一方应当在60日内予以答复；逾期未予答复的，视为同意：

1. 法律规定合同可以变更的情形。

第十六条：双方确定，按以下约定承担各自的违约责任：

1. 乙方违反本合同第十二条约定，甲方有权终止合同，并停

止后续付款和利润提成，但甲方已支付乙方的使用费和利润提成，不再返还。

2. 甲方违反本合同第九条约定，乙方有权终止合同，并停止对甲方的实施许可，甲方已支付乙方的使用费和利润提成，不再返还。同时，甲方还需要按照本合同第九条第2款支付许可实施使用费中未付部分金额，并向乙方支付50%的违约金。

第十七条：双方确定，在本合同有效期内，甲方指定陈勇为甲方项目联系人，乙方指定陶鹏宇为乙方项目联系人。项目联系人承担以下责任：

1. 提供资料与协调关系。
2. 签署文件。
3. 项目实施过程中具体对接相关事宜。

一方变更项目联系人的，应当及时以书面形式通知另一方。未及时通知并影响本合同履行或造成损失的，应承担相应的责任。

第十八条：双方确定，出现下列情形，致使本合同的履行成为不必要或不可能，可以解除本合同：

1. 发生不可抗力；
2. 甲方逾期三个月未按期支付乙方许可实施使用费，影响乙方技术转让收益的，乙方有权要求甲方赔偿损失，并支付许可实施使用费中未付部分金额；
3. 双方任何一方严重违反本合同条款内容，或任何一方违法行为导致合同目标不能实现。

第十九条：双方因履行本合同而发生的争议，应协商、调解解决。

协商、调解不成的，确定按以下第1种方式处理：

1. 提交天津市仲裁委员会仲裁；
2. 依法向人民法院起诉。

第二十条：双方确定：本合同及相关附件中所涉及的有关名词和技术术语，其定义和解释如下：

1. 无

第二十一条：与履行本合同有关的下列技术文件，经双方确认后，为本合同的组成部分：

1. 技术背景资料：计算机软件著作权登记证（附件1）；
2. 可行性论证报告：无；
3. 技术评价报告：无；
4. 技术标准和规范：无；
5. 原始设计和工艺文件：无；
6. 其他：无；

第二十二条：双方约定本合同其他相关事项为：无

第二十三条：本合同一式 4 份，双方各执 2 份，具有同等法律效力。

第二十四条：本合同经双方签字盖章后生效。

甲方： 广东尼古拉能源科技有限公司 (盖章)

法定代表人 / 委托代理人： 陈勇 (签名)

2022 年 12 月 5 日

乙方： 应急管理部天津消防研究所 (盖章)

法定代表人 / 委托代理人： 陶明奇 (签名)

2022 年 12 月 5 日

合同编号：

技术开发（委托）合同

项目名称：VR 消防场景数值模拟及系统软件开发方案指导

委托方（甲方）：江苏有熊安全科技有限公司

受托方（乙方）：应急管理部天津消防研究所

签订时间：2024 年 3 月 19 日

签订地点：天津市

有效期限：2024 年 3 月 19 日至 2025 年 3 月 18 日

中华人民共和国科学技术部印制

本合同甲方委托乙方研究开发 VR 消防场景数值模拟及系统软件开发方案指导 项目，并支付研究开发经费和报酬，乙方接受委托并进行此项研究开发工作。双方经过平等协商，在真实、充分地表达各自意愿的基础上，根据《中华人民共和国民法典》的规定，达成如下协议，并由双方共同恪守。

第一条 本合同研究开发项目的要求如下：

1. 技术目标：为甲方提供厨房、客房消防场景的烟热蔓延数值模拟仿真分析、系统软件开发策划与脚本方案指导等内容。

2. 技术内容：通过远程指导方式为甲方提供 VR 消防交互系统开发策划、厨房和客房典型火灾事故场景的烟气及火源蔓延数值模拟仿真以及处置流程脚本方案设计指导等。

3. 技术方法和路线：在技术开发有效期内，乙方向甲方提供 VR 消防场景数值模拟及系统软件开发方案指导服务。

第二条 乙方应在本合同生效后 30 日内向甲方提交研究开发计划。研究开发计划应包括以下主要内容：

方案设计：提出厨房、客房消防场景的烟热蔓延数值模拟仿真分析计划方案、系统软件开发策划方案等。

第三条 乙方应按下列进度完成研究开发工作：

合同签订并支付首付款后 60 个日历日内，完成厨房、客房消防场景的烟热蔓延数值模拟仿真分析、系统软件开发策划与脚本方案指导等工作。

第四条 甲方应向乙方提供的技术资料及协作事项如下：

1. 技术资料清单：甲方应提供具体技术开发内容等相关资料，提供开展厨房、客房消防场景的烟热蔓延数值模拟仿真分析、系统软件开发策划与脚本方案指导等工作所需的资料 and 文件。

2. 提供方式：甲乙双方沟通协调。

3. 其他协作事项：无。

本合同履行完毕后，上述技术资料按以下方式处理：技术资料双方各自保存并做好保密工作。

第五条 甲方应按以下方式支付研究开发经费和报酬：

1. 研究开发经费和报酬总额为 ¥300000.00 元（大写金额：人民币叁拾万元整）。该经费预算包含技术开发过程及售后服务等全部直接及间接费用。

2. 研究开发经费由甲方 分期（一次、分期或提成）支付乙方。具体支付方式和时间如下：

签订技术开发委托合同后，甲方在 5 个工作日内向乙方支付合同总额的 70% 作为首付款，付款金额为 ¥210000.00 元（大写金额：人民币贰拾壹万元整）；甲方对乙方所开展的消防场景的烟热蔓延数值模拟仿真分析、系统软件开发策划与脚本方案指导等工作验收合格后，甲方在 5 个工作日内向乙方支付合同总额的 30%，付款金额为 ¥90000.00 元（大写金额：人民币玖万元整）。

乙方开户银行名称、地址和帐号为：

开户银行：中国农业银行天津李七庄支行

地址：天津市南开区卫津南路 110 号

帐号：02020101040001523

第六条 本合同的研究开发经费由乙方以 自主支配 的方式使用。甲方有权以 现场了解 的方式检查乙方进行研究工作和使用研究开发经费的情况，但不得妨碍乙方的正常工作。

第七条 本合同的变更必须由双方协商一致，并以书面形式确定。但有下列情形之一的，一方可以向另一方提出变更合同权利与义务的请求，另一方应当在 7 日内予以答复；逾期未予答复的，视为同意：

第二十四条：双方因履行本合同而发生的争议，应协商、调解解决。协商、调解不成的，确定按以下第 1 种方式处理：

1. 提交 天津 仲裁委员会仲裁；
2. 依法向甲方住所地人民法院起诉。

第二十五条 双方确定：本合同及相关附件中所涉及的有关名词和技术术语，其定义和解释如下：

1. 无

第二十六条 与履行本合同有关的下列技术文件，经双方确认后， 6 为本合同的组成部分：

1. 技术背景资料： / ；
2. 可行性论证报告： / ；
3. 技术评价报告： / ；
4. 技术标准和规范： / ；
5. 原始设计和工艺文件： / ；
6. 其他： 厨房、客房典型火灾事故场景的数值模拟仿真分析结果相关资料 。

第二十七条 双方约定本合同其他相关事项为： 无 。

第二十八条 本合同一式 陆 份，具有同等法律效力。

第二十九条 本合同经双方签字盖章后生效。

甲方：江苏有熊安全科技有限公司 (盖章)

法定代表人/委托代理人： (签名)



2024年 3 月 19 日

乙方：应急管理部天津消防研究所 (盖章)

法定代表人/委托代理人： (签名)



2024年 3 月 19 日

甲方合同编号: JXCG230809072X

乙方合同编号:

技术开发（委托）合同

项目名称: 消防设施培训及考核系统开发

委托方（甲方）: 江西骏学数字科技有限公司

受托方（乙方）: 应急管理部天津消防研究所

签订时间: 2023 年 9 月 25 日

签订地点: 天津市

有效期限: 四年

中华人民共和国科学技术部印制

本合同甲方委托乙方研究开发 消防设施培训及考核系统开发 项目，并支付研究开发经费和报酬，乙方接受委托并进行此项研究开发工作。双方经过平等协商，在真实、充分地表达各自意愿的基础上，根据《中华人民共和国民法典》的规定，达成如下协议，并由双方共同恪守。

第一条 本合同研究开发项目的要求如下：

1. 技术目标：完成消防系统认知三维培训系统、全景 VR 消防设施培训系统、PC 消防考核系统的开发。

2. 技术内容：（1）开发消防系统认知三维培训系统；（2）开发全景 VR 消防设施培训系统；（3）开发 PC 消防考核系统。具体内容详见附件。

委托开发软件清单：

系统软件名称	版本号	数量	单价（元）	总价（元）
消防系统认知三维培训系统	定制	1 套	320000	320000
全景 VR 消防设施培训系统	定制	1 套	360000	360000
PC 消防考核系统	定制	1 套	220000	220000
合同总价（含税）：¥ 900000.00 元（大写金额：人民币玖拾万元整），含【0】%增值税。其中不含税金额【¥ 900000.00】元，税额为【¥ 0.00】元。				

3. 技术方法和路线：依托天津消防研究所现有研究成果及研究经验，乙方指导和协助甲方开展消防系统认知三维培训系统、全景 VR 消防设施培训系统、PC 消防考核系统的开发。

第二条 乙方应在本合同生效后 30 日内向甲方提交研究开发计划。研究开发计划应包括以下主要内容：

方案设计：提出消防设施培训及考核系统设计开发方案。

第三条 乙方应按下列进度完成研究开发工作：

1. 2023 年 8 月，提出消防系统认知三维培训系统、全景 VR 消防设施培训系统、PC 消防考核系统的设计开发方案；
2. 2023 年 12 月，完成消防系统认知三维培训系统、全景 VR 消防设施培训系统、PC 消防考核系统的设计开发工作。

第四条 甲方应向乙方提供的技术资料及协作事项如下：

1. 技术资料清单：甲方应配合乙方开展消防系统认知三维培训系统、全景 VR 消防设施培训系统、PC 消防考核系统的设计开发工作。
2. 提供时间和方式：甲方应在合同签订后 7 日内成立开发团队，并指定专门技术人员负责技术沟通协调。
3. 其他协作事项：无。

本合同履行完毕后，上述技术资料按以下方式处理：双方各自保留一份。

第五条 甲方应按以下方式支付研究开发经费和报酬：

1. 研究开发经费和报酬总额为 ¥ 900000.00 元（大写金额：人民币玖拾万元整），含【¥ 0.00】% 增值税，其中不含税金额【¥ 900000.00】元，税额为【¥ 0.00】元。以上价款为固定总价，包含软件系统达到正常使用及本合同约定服务所需的一切费用（包括但不限于相关税费、培训费、安装调试、售后服务等费用）。

2. 研究开发经费由甲方 分期（一次、分期或提成）支付乙方。具体支付方式和时间如下：

1) 签订技术开发委托合同，乙方完成开发软件系统的安装调试并验收合格后 30 个日历内，甲方向乙方支付合同总价款的 97% 即 ¥ 873000.00 元（大写：人民币捌拾柒万叁仟元整）；

2) 软件系统质保期满且软件最终用户退回甲方质保金后（质保期从软件验收合格之日起计算，质保期为三年），甲方应在 7 个工作日内支付合同总价款的 3% 即 ¥ 27000.00 元（大写：人民币贰万柒仟元整）。

3. 发票开具

乙方应当在甲方按照合同约定支付相应款项前7个工作日内向甲方开具与甲方支付款项一致的增值税（普通或专用）发票。

4. 乙方开户银行名称、地址和帐号为：

开户银行：中国农业银行天津李七庄支行

地址：天津市南开区卫津南路110号

帐号：02020101040001523

乙方保证提供的账户信息准确无误，乙方账户信息如有变更，应在合同规定的付款时间基础上至少提前7日以书面方式通知甲方。如未按时通知或通知有误而导致甲方延期付款或无法转账，甲方不承担责任。

第六条 本合同的研究开发经费由乙方以自主支配的方式使用。甲方有权以/的方式检查乙方进行研究开发工作和使用研究开发经费的情况，但不得妨碍乙方的正常工作。

第七条 本合同的变更必须由双方协商一致，并以书面形式确定。但有下列情形之一的，一方可以向另一方提出变更合同权利与义务的请求，另一方应当在/日内予以答复；逾期未予答复的，视为同意：

无。

第八条 未经甲方同意，乙方不得将本合同项目部分或全部研究开发工作转让第三人承担。

第九条 在本合同履行中，因出现在现有技术水平和条件下难以克服的技术困难，导致研究开发失败或部分失败，并造成一方或双方损失的，双方按如下约定承担风险损失：双方各自承担己方损失部分。

双方确定，本合同项目的技术风险按双方认可的专家评审组以专家评审的方式认定。认定技术风险的基本内容应当包括技术风险的存在、范围、程度及损失大小等。认定技术风险的基本条件是：

1. 本合同项目在现有技术水平条件下具有足够的难度；

任。

(2) 甲方严禁甲方人员索贿、受贿，包括但不限于以任何方式明、暗示乙方请吃、请喝、收受礼金、礼品或接受乙方提供的其他私人便利或利益。如乙方发现甲方人员存在以上行为的，应及时向甲方监察部门投诉或举报，甲方承诺对举报信息、举报来源严格保守秘密，并采取措施切实保护举报单位的合法权益。

甲方监察部门的联系方式如下：

举报电话：0755-86968020

举报电子邮箱：jiancha@kmaxxr.com

举报受理部门：监察审计中心

7. 其他

本合同未尽事宜，甲乙双方可以签订补充协议的方式另行约定，补充协议是本合同不可分割的重要组成部分，与本合同具有同等法律效力。

第二十八条 本合同一式陆份，具有同等法律效力。

第二十九条 本合同经双方签字盖章后生效。

甲方： 西安骏学数字科技有限公司 (盖章)

法定代表人/委托代理人：余贤贤 (签名)

2023年9月25日

乙方： 应急管理部天津消防研究所 (盖章)

法定代表人/委托代理人：宋文琦 (签名)

2023年9月25日

报告编号: 20221201002107000

科技查新报告

项目名称: 基于虚实融合技术的典型灾害事故模拟训练系统研究

委托人: 应急管理部天津消防研究所

委托日期: 2022 年 9 月 20 日

查新机构: 天津市科学技术信息研究所
(科技查新专用章)

完成日期: 2022 年 10 月 20 日

查新项目 名 称	基于虚实融合技术的典型灾害事故模拟训练系统研究			
查新机构	名 称	天津市科学技术信息研究所		
	通信地址	天津市河西区吴家窑大街 22 号	邮政编码	300074
	查新负责人	靳 强	电 话	23378753
	联 系 人	姜天笑	电 话	23370179
	电子邮箱	skjxxscxjszx@tj.gov.cn	网 址	http://cx.tisti.ac.cn
一、查新目的 成果查新				
二、查新项目的科学技术要点 研发背景：消防救援队伍是一支担负火灾扑救及其他突发性灾害事故处置任务的专门力量，为提高其在火灾扑救和应急救援灾害事故处置中的成功率，除了加强消防队伍建设和装备建设，更重要的是加强培训基地和模拟训练设施建设，研发实战化的模拟训练装置。随着沉浸式虚拟现实技术的发展，虚实融合模拟训练系统在很多行业得到广泛应用，借鉴虚实融合模拟训练系统的应用特点，在消防救援领域中也可实现火灾扑救、应急救援灾害事故训练内容和VR虚拟现实可视化技术相结合，模拟不同典型灾害事故场景，让消防救援人员在虚拟环境中进行真实化、实战化、专业化的模拟训练。 研究内容：研究消防员典型灾害事故模拟训练设施虚实联动操控、交互精准定位等关键技术，通过FDS软件进行灾害事故虚拟场景演化过程模拟，开发消防员单人技能训练内容的典型灾害事故火灾扑救和应急救援模拟场景并构建三维数字化立体仿真模型。研发多姿态运动感知体感增强系统、消防实训环境模拟系统等交互训练辅助设备，研发心率、脑电等消防员训练数据实时监测分析模块。研发集教学、训练、考评系统一体化的消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统。 技术指标：研发一套集教学、训练、考评功能一体化的虚实融合的消防员典型灾害事故模拟训练系统；研发一套交互训练辅助设备，包括多姿态运动感知体感增强系统和消防实训环境模拟系统；研发心率、脑电等消防员训练数据实时监测分析模块。				

二、查新项目的科学技术要点（续）

研究方案：1、在前期调研以及总体设计方案基础上，开展虚实融合模拟训练系统关键技术研究，包括虚实联动操控技术、交互精准定位技术等。2、研发消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统，制作四种典型灾害事故模拟场景，并完成构建三维数字化立体仿真模型。3、增强消防员模拟训练交互感知和真实体验融入性，研发虚实融合模拟训练系统交互训练辅助设备和增强感知模块。研制多姿态运动感知体感增强系统，能够实现360度平台旋转及各方向姿态识别操作。4、虚实融合模拟训练系统及配套交互辅助设备样机研制后进行应用示范，根据消防员的反馈意见和建议，进一步进行优化改进。

应用效果：研究成果可直接应用于一线消防救援大队及救援站的消防员在日常训练中开展典型灾害事故模拟训练，解决现有消防救援大队、救援站里典型灾害事故模拟训练设施配备不足、场地空间限制、实战模拟训练频次少，训练内容形式多样性、精准实战化及系统性培训教学缺乏等问题。全面提升消防员日常对典型灾害事故的模拟训练频次、协同作战技能及应急救援处置能力。

三、查新点

1. 基于真实典型灾害事故案例，通过 FDS 等模拟软件进行典型灾害事故虚拟场景演化过程数值模拟分析。建立典型灾害事故态势仿真推演与模拟计算物理模型，模拟灾害事故现场烟气、高温等场景的演化过程。

2. 突破传统单一虚拟交互体验方式，融入虚实融合交互技术，开发交互训练辅助设备和心理生理数据监测分析模块，增加多感官刺激功能、耦合视觉信号、虚实联动操控、智能增强感知，提高消防员训练的沉浸感与参与度，并实时动态监测体验者反馈数据信息。

3. 研发一套集教学、训练、考评功能一体化的虚实融合的消防员典型灾害事故模拟训练系统，涵盖高层建筑、地下建筑、道路交通、井下救援、灭火救援心理训练等系列灾害事故处置场景，训练系统具备 VR/桌面多种形式兼容功能。

四、查新范围要求

查证国内外是否有与此相同或相似的文献报道。

五、文献检索范围及检索策略

文献检索范围如下:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. 中文科技期刊数据库 | (2022 年版) |
| 2. 中国期刊全文数据库 | (2022 年版) |
| 3. 中国学术会议论文数据库 | (2022 年版) |
| 4. 中国学位论文数据库 | (2022 年版) |
| 5. 中国专利数据库 | (1985—2022-09) |
| 6. 中国科技成果数据库 | (2022 年版) |
| 7. 国家科技成果网 | (http://www.tech110.net) |
| 8. 国家科技图书文献中心数据库 | (http://www.nstl.gov.cn) |
| 9. US Patents Fulltext (美国专利全文数据库) | (1976—2022-09) |
| 10. EPFULL (欧洲专利全文数据库) | (1978—2022-09) |
| 11. INPADOCDB (国际专利数据库) | (1782—2022-09) |
| 12. DWPI (德温特世界专利索引数据库) | (1842—2022-09) |
| 13. PQSCITECH (ProQuest 科学与技术数据库) | (1962—2022-09) |
| 14. COMPENDEX (工程索引和 Ei 工程会议) | (1970—2022-09) |
| 15. INSPEC(科学文摘) | (1898—2022-09) |
| 16. SCISEARCH (科学引文索引) | (1974—2022-09) |
| 17. 部分网上资源 | |

国际专利分类号: A62C99/00

中国图书分类号: X928 X932 D631

中英文主题词 (关键词):

灾害事故	calamity accident/disasters and accidents
虚拟	virtual
场景	scene/scenario
演化	evolution/evolvement
仿真	simulation/emulation/simulate
模型	model
交互	interaction/interactive
训练	training

五、文献检索范围及检索策略（续）

消防	fire protection/fire fighting
感官	sense
沉浸	immerse/immersion
虚实融合	virtual reality fusion
消防员	firefighter/fire fighter/fireman

检索策略：

FDS and 灾害事故 and (仿真 or 模拟) and 场景

灾害事故 and 态势 and (仿真 or 模拟) and (演化 or 推演) and 模型

虚拟 and 交互 and 设备 and 训练 and 消防 and (感官 or 沉浸)

虚实融合 and 消防员 and 灾害事故 and 模拟 and 训练

FDS and (calamity accident or disaster* accident*) and simulat* and (scene or scenario)

simulat* and (calamity accident or disaster* accident*) and (evolution or evolvement) and model*

virtual and (interaction or interactive) and train* and (fire protection or fire fighting) and (sense or immerse or immersion)

virtual and reality and (firefighter or fire fighter or fireman) and (calamity accident or disaster* accident*) and simulat* and train*

六、检索结果

依据上述文献检索范围和检索式,检索相关文献,本报告列出16篇,现将相关文献的内容简述如下:

1. 赵永昌. 基于数值模拟的火灾事故调查方法与应用研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.

报道了基于数值模拟的火灾事故调查方法与应用研究。该文以计算机数值模拟技术为基础,提出了一种基于计算机火灾仿真的火灾事故调查方法,具体研究内容如下: 1)提出了一种基于数值模拟的火灾事故调查方法。该文基于火灾动力学理论,将火灾事故调查的一般流程和计算机数值模拟技术进行结合,对火灾进行灾后情景重现,以解决火灾原因的认定时较为抽象且缺少直观视频影像的问题。利用数值模拟软件FDS对起火建筑进行重构,还原火灾发生、发展全过程,从而对获取的物品燃烧痕迹、关键部位数据等进行验证,校验对火灾原因认定是否合理,继而辅助火灾事故调查工作。2)科学分析人员伤亡原因。针对亡人火灾事故,科学分析人员伤亡原因是火灾事故调查工作中的重要组成部分,可为后期查明火灾事故责任、总结消防工作经验教训提供依据和素材。该文提出的火灾仿真辅助火灾事故调查的方法是基于人体对热烟气、能见度和CO浓度的耐受极限,运用仿真模拟结果对被困人员疏散过程和伤亡结果进行科学推定。该文提出的基于计算机火灾仿真模拟的辅助火灾事故调查方法,已在萧县某家庭式商铺火灾事故和徐州某仓储物流园火灾事故调查中进行了应用验证。结果显示:运用该方法重现的火灾场景与火场区域有限的视频监控记录场景高度吻合,模拟的火灾发生发展过程与灾害现场提取的痕迹和物证等火场内关键数据能够互相印证,对调查认定火灾原因和科学分析人员伤亡原因具有较好的辅助作用。将基于数值模拟和计算机仿真技术的火灾场景重现方法引入复杂火灾事故调查工,辅助调查人员科学分析火灾发展过程和被困人员伤亡原因,完善和验证火灾事故调查证据链,提高火灾事故调查的质量,具有十分广阔的应用前景。

2. 姜传胜(中国安全生产科学研究院). 典型灾害事故模拟仿真与虚拟现实关键技术[R]. 2013-09-11.

报道了典型灾害事故模拟仿真与虚拟现实关键技术。该研究采取了理论分析、现场调查、实验室与现场试验、数值模拟仿真与虚拟现实等多种研究方法,进行了四个方面的研究。(一)毒物泄漏扩散事故模拟分析技术。搭建了重气扩散模拟实验平台,针对典型事故案例,利用该实验平台对氯气泄漏事故的地表浓度时空演化过程进行了实验研究及分析,为事故反演提供了参考依据。研究建立了利用风场诊断和随机游走模式获得污染物浓度场的数值模拟方法;将所建立的山区地形重气扩散的数学模型嵌入含硫油气矿井安全管理系统,可对重气泄漏扩

六、检索结果(续)

散过程进行实时模拟,并在电子地图上绘制重气泄漏事故的有害区域和致死区域图。(二)矿井火灾事故模拟仿真与虚拟现实技术。研究建立了采用 Dijkstra 算法选择最佳避灾路径的技术方法;实现了矿井基本火灾现象的网络模拟及仿真;利用纳维斯托克方程开展场模拟仿真矿井烟流在巷道内运动规律。在此基础上研发了场模拟、网络模拟与虚拟现实的耦合技术。研发了矿井火灾虚拟现实软件,可动态分析不同条件下火灾事故的破坏效应及影响范围。在虚拟现实软件中,再现瓦斯爆炸的火焰传播过程,为分析瓦斯爆炸事故原因及人员伤亡原因提供参考依据。(三)危险化学品储罐区火灾爆炸事故模拟仿真与虚拟现实技术。研究构建了危险化学品储罐区多种火灾爆炸事故计算模型。对 BLEVE 爆炸破片撞击储罐罐壁过程进行了数值模拟,分析了罐壁失效的影响因素以及充装水平对 LPG 储罐 BLEVE 爆炸冲击波超压分布的影响,计算了不同气象条件下爆炸破片抛射距离和碰撞目标容器的概率分布。研究开发了危险化学品火灾爆炸事故模拟仿真与虚拟现实系统,可仿真模拟油库火灾、LPG 储罐喷射火和 BLEVE 事故,实时计算火球的直径、距地面高度和热辐射变化,确定事故伤害范围。(四)人员疏散过程特点、模拟分析和虚拟再现方法。采用现场观测、现场试验和计算机模拟方法,研究了我国健康人群和残疾人群在建筑环境疏散中的主要行为参数及其与西方人群的差异。采用问卷调查方法,研究了实际重大工业事故导致的大规模区域疏散过程的主要特征;通过现场试验,分析了个体疏散与家庭疏散的疏散速度差异。结合地铁火灾模拟试验结果,开展了地铁车站疏散安全模拟分析技术研究;以井喷事故导致的大规模疏散过程为例,研究建立了以步行为主的小范围山区区域疏散过程模拟分析方法。

3. 谭波(中国矿业大学). 基于 Vega Prime 的煤矿火灾仿真系统的研究[C]. 2008(沈阳)国际安全科学与技术学术研讨会, 2008.

报道了基于 Vega Prime 的煤矿火灾仿真系统的研究。煤矿火灾仿真系统能重现井下火灾起火、蔓延、破坏过程,对煤矿火灾防治与救灾技术效果分析及安全培训中灾害重现具有重要意义。论文基于 MultiGen Creator 建立煤矿巷道基本模型,采用 Vega Prime 的 Lynx prime 定制基本应用配置文件,以 Visual C++ .NET 为开发平台,调用 Vega Prime 应用编程接口函数(API),应用其粒子系统并结合巷道火灾烟流数值模拟结果,构建了煤矿火灾仿真系统。该系统实现了火灾事故场景的重现,发展过程的快速模拟仿真,有助于科学预测灾害事故演化规律,分析研究不同条件下火灾事故的破坏效应、影响范围,为事故原因调查、应急救援提供直观的辅助决策手段。

六、检索结果(续)

4. 李智慧. 基于虚拟现实技术的火灾现场消防员仿真训练方法研究[C]. 2017年中国公共管理博士后论坛, 2017.

报道了基于虚拟现实技术的火灾现场消防员仿真训练方法研究。该文阐述了系统要实现的总体目标,从需求的角度出发,对训练科目种类设置及各部分功能进行了详细地分析,研究了系统各功能部分的结构关系。从硬件与软件方面,对系统进行设计。硬件方面,对场地设置及硬件设备配置提出设计方案。该文提出了一种新的消防业务模拟训练方式,在一定程度上改善了现有训练装置的仿真效果,尤其是增加了人机交互方面的具体内容,提高了受训人员沉浸体验和训练的真实感。

5. 万倩男. 石化消防三维数字化分析与应急演练[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2018.

报道了石化消防三维数字化分析与应急演练。虚拟现实技术的发展为石化行业提供了一种新型有效的培训方式,该文将虚拟现实技术应用到石化行业,主要研究内容如下:(1)针对传统多目标优化算法在消防车调度优化当中精确度较低的问题,该文提出了一种改进的 NSGA-II 算法。为解决消防车调度中染色体基因重复出现的问题,通过对基因进行分组并分配权重,提高了算法初始种群的适应能力,为使种群朝指定方向收敛,通过引入目标函数的优先级,提高算法的精确度。将改进的 NSGA-II 算法与原算法进行比较分析,并对优化结果进行三维可视化。(2)为减少石化行业事故发生时的人员伤亡及财产损失,利用沉浸式虚拟现实技术对员工进行事故应急处置培训,构建近似真实的火灾事故现场,选用 HTC VIVE 作为虚拟环境的交互设备,并通过其附属设备实现培训人员与虚拟场景之间的交互,使培训人员在完全沉浸的情景下进行消防模拟演练,从而提高员工的事故应急处置能力。(3)提出了一种基于场景自主搭建的石化直接作业虚拟仿真技术。根据直接作业系统性强、场景复杂、风险性大、多角色协同等特点,采用基于大比例尺地形图及化工工艺流程的三维建模方法对石化装置进行整体和细节建模;采用分布式交互仿真技术实现不同参训人员之间的通信交互;采用基于事件的训练方法(EBAT),通过分析各类直接作业环节的作业要素,自主搭建各类直接作业及其交叉作业的真实场景。通过任务之间的逻辑关系,自主设置作业流程,实现了仿真培训课程的自主化扩充。

6. 天津市杰联机电设备安装技术有限公司. 建筑火灾虚拟训练装置: CN211273316U[P]. 2020-08-18.

报道了建筑火灾虚拟训练装置。包括箱体,在箱体内设置有相互独立的受训区、导训区以及设备区,受训区内布置有环幕装置、环绕立体音响设备、摄像

六、检索结果(续)

头、以及若干出风口,设备区布置有热风机、发烟机,出风口通过管道分别连接于热风机、发烟机;导调区设置有控制台以及显示屏,控制台连接于热风机、显示屏、VR 头盔以及 VR 消防训练水枪。采用上述技术方案,在箱体内部设置相互独立的受训区、导调区以及设备区,能够在受训区内对受训人员进行训练,在导调区内进行导调控制和观摩研讨,在设备区内安装训练必要设施,从而使整个训练方舱集成化、小型化,为虚拟训练提供沉浸感高、交互性强的训练环境。

7. 牛坤(应急管理部天津消防研究所). 基于虚拟现实技术的消防救援模拟演练系统[J]. 消防科学与技术, 2021, 40(11): 1639-1643.

报道了基于虚拟现实技术的消防救援模拟演练系统。为全面提升消防员针对典型灾害事故的协同作战技能及应急救援处置能力,分析了消防救援队伍灭火救援训练过程中面临的问题,提出了一种将虚拟现实可视化技术和应急救援训练内容相结合的模拟演练方法。通过虚拟现实技术模拟不同典型灾害事故场景,逼真的场景和交互式的体验让消防救援人员在虚拟环境中进行真实化、实战化、专业化的模拟演练,从而提升消防员救援能力,解决了目前消防救援队面临的战训难题。

8. 钟文(公安消防部队士官学校). 基于 Unity3D 化学事故应急救援三维虚拟仿真实训系统研究[J]. 数字技术与应用, 2017(4): 50-51.

报道了基于Unity3D化学事故应急救援三维虚拟仿真实训系统研究。针对化学事故救援训练组织难度大、危险性大等特点。利用计算机虚拟仿真技术模拟场景的真实性,重现各类化学事故变化过程;通过人机交互实现在虚拟现实中的技战术选择。在Unity3D平台上进行建模、动作模拟、可视化编辑研发化学事故应急救援三维虚拟仿真实训系统。该系统的使用能有效降低装备使用消耗等成本,提高救援人员处置化学事故救援技能,减少灾害事故中人员伤亡,合理科学的评估训练成果,满足日常消防员教学训练工作和士兵职业技能鉴定需要,拓宽了消防部队安全信息化建设的道路。

9. Yu, Fangjie (College of Information Science and Engineering, Qingdao Collaborative Innovation Center of Marine Science and Technology, Ocean University of China, Qingdao, 266100, China). MDIS cloth system: Virtual reality technology for firefighter training[C]. Proceedings - VRCAI 2016: 15th ACM SIGGRAPH Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry, 2016, 1: 219-225.

报道了MDIS cloth系统:用于消防员培训的虚拟现实技术。火灾事故会造成

六、检索结果(续)

大量人员伤亡和重大财产损失,特别是在石油化工行业,此类事故很可能引发次生灾害。但是,普通的消防演习训练会造成资源的损失和污染。该文设计了一个基于虚拟现实技术的多维交互式体感(MDIS) cloth系统来模拟石油化工行业的火灾事故。它提供了生动的视觉和体感体验。在虚拟环境中建立热辐射模型,可以预测火灾的破坏半径。参与者的位置变化是从 Kinect 获取的,并在虚拟环境中同步显示。既能加热又能制冷的体感布,根据热辐射结果和实际距离提供温度反馈。该文展示了设计的细节,然后验证了它的基本功能。与模型目标的加热偏差低于 $3.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 制冷剂效率大约是加热效率的两倍。

10. Huang, Yi-Hao (Department of Fire Science, Wu Feng University, Minsyong, Chiayi; 62153, Taiwan). Development of a 3D risk analysis technique for fire disaster and its application on accident simulation of a public site[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2021,69.

报道了火灾3D风险分析技术的开发及其在公共场所事故模拟中的应用。在这项研究中,构建了一种针对常见建筑火灾的三维火灾风险分析技术(3D-FRAT)。为展示其效果,3D-FRAT 采用自主研发的 3D 风险计算模块,结合火灾动力学模拟器(FDS)软件,模拟 1995 年 2 月 15 日在台湾台中市发生的迎宾餐厅事故。该研究仅关注热辐射,并提供了量化火灾风险的初步方法。模拟中使用了符合相关建筑和防火规定的不同消防设备,以测试其对事故的缓解效果。结果以动画、3D 图片和切片图片的形式展示,以方便研究人员了解特定火灾事故中热辐射或烟雾对人体造成的危害。估算了不同危险因素下人员的最短逃生时间;还仔细研究了可以减少人类生命和财产损失的各种消防设计。根据模拟结果,迎宾餐厅的个体风险值介于 3.108×10^{-4} 到 2.719×10^{-5} (死亡/年)之间。可以预见,未来3D-FRAT 可以成为相关机构选择更好的防火建筑或消防设备的有用工具。

11. Lin, Cherng-Shing (Department of Mechanical Engineering Yuan Ze University, 32003, Taiwan). Numerical modeling of fire dynamic behavior for a five-story building[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 365/366: 145-149.

报道了五层建筑火灾动态行为的数值模拟。该研究基于台湾基隆市发生的真实火灾事故。火灾现场位于一座旧的五层楼建筑内,该建筑为娱乐目的而进行了翻新。火灾发生时,由于火源为汽油,起火位置为楼梯间,瞬间形成烟囱效应,火势迅速燃烧,并设有向下的疏散出口。客户不熟悉逃生路线和灭火设备,导致五人丧生。该研究应用火灾动力学模拟器(FDS)开发计算机数值模型并模拟火

六、检索结果(续)

灾事故的实际情况。计算主要的火灾动态行为参数以评估封闭建筑物内的火焰、烟雾颗粒和有毒气体的传输。提供此类建筑结构的消防安全建议,以减少类似灾难的再次发生。

12. Bruzzone, Agostino G. (Simulation Team, DIME, University of Genoa, Italy). Disaster and emergency management simulation in industrial plants[C]. 26th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2014, 2014.

报道了工业厂房的灾害和应急管理模拟。该文介绍了一种建模和模拟工业厂房事故以及相关应急管理的方法;互操作仿真被提议作为在这种情况下应用高级架构的方法。该文将注意力集中在灾害模拟及其与应急管理的相互作用上。现代模拟通过使用移动解决方案等技术,增强其对急救人员的支持、对危机演变的动态反应以及对安全路线和伤员处理的培训和管理的改进。该文介绍了这些元素,作为新研究轨道的一部分,该轨道致力于从工业工厂应急管理联合多学科模型中的互操作仿真中获益。

13. Capasso, Irene (Department of Informatics, Bioengineering, Robotics and Systems Engineering, University of Genoa, Genoa, Italy). A VR Multiplayer Application for Fire Fighting Training Simulations[J]. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2022,13445 LNCS: 130-138.

报道了一款用于消防训练模拟的 VR 多人应用程序。确保员工在工作场所安全、风险评估、防火和灭火或危险情况管理方面的良好培训是从海事、机场和军队到学校、办公室等不同部门的优先事项。虚拟现实 (VR) 技术的应用,作为传统教学方法的替代或补充,是研究人员和专门组织培训课程的公司的相关主题。该文展示了一个用于安全和防火培训的多人沉浸式 VR 应用程序,该应用程序是与专家合作开发的,采用以用户为中心的设计方法。对 20 名受试者的初步可用性测试显示,VR 干预的可用性和有效性方面取得了可喜的结果,但存在感较低,这可能是由于非照片逼真的图形渲染或参与者不熟悉交互的事实破坏沉浸感的方法和常见问题。收到的反馈将用于修改和改进应用程序。

14. Nahavandi, S. (Institute for Intelligent Systems Research and Innovation, Deakin University, Geelong, VIC, Australia). Haptically-Enabled VR-Based Immersive Fire Fighting Training Simulator[J]. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019,997: 11-21.

报道了基于触觉的基于 VR 的沉浸式消防训练模拟器。消防是一项对体力

六、检索结果(续)

要求很高的任务,需要大量的训练。随着全球变暖风险的上升及其对引发丛林大火的影响,招募新消防员的需求日益增加。这对快速跟踪培训程序提出了前所未有的挑战,尤其是在大多数丛林火灾发生的农村环境中。此外,目前的手动培训程序没有考虑浸入因素,否则新手消防员在第一次面对丛林大火时可能会不知所措。这一挑战促使利用虚拟现实的力量并开发便携式消防培训系统。该文介绍的开发的消防培训系统在触觉上使受训者能够体验来自软管的射流反作用力。该系统还通过精确的粒子物理建模实现了逼真的水分散和与火和烟雾粒子的相互作用。

15. Dugdale, Julie (GRIC - IRIT (Cognitive Engineering Research Group - Computer Science Research Institute of Toulouse), UPS-CNRS (UMR 5505), Toulouse, France). Emergency fire incident training in a virtual world[C]. Proceedings of ISCRAM 2004 - 1st International Workshop on Information Systems for Crisis Response and Management, 2004.

报道了虚拟世界中的紧急火灾事故培训。“接近现实”的训练模拟的有效性在于它们提供了一种沉浸感,并允许多个参与者自然地互动。然而,它们昂贵、耗时、难以组织并且范围有限。该文提出了一种克服这些缺点的虚拟现实训练模拟器。描述了方法和方法论,最后讨论了开发这样一个系统时最关键的挑战。该文介绍了文化技术的概念,它产生一种社会和文化沉浸感。将讨论这种沉浸感的主要成分,特别是情境虚拟交互的概念(虚拟世界中的交互如何与真实情况下的人类交互媲美)。还讨论了界面(实时动作捕捉)和情感表达在此类环境设计中的作用。

16. Moreno, Aitor (Vicomtech, Mikeletegi Pasealekua 57, 20009 San-Sebastian, Spain). Semantic enhancement of a Virtual Reality simulation system for fire fighting[C]. Joint ISPRS Workshop on 3D City Modelling and Applications and the 6th 3D GeoInfo, 3DCMA 2011, 2011.

报道了消防虚拟现实仿真系统的语义增强。火灾引起了高价值环境的巨大破坏和经济损失,特别是当它们位于城市地区时。使用虚拟现实模拟器来支持消防员和管理人员的培训过程有两个主要优点: i) 它支持模拟现实世界中无法模拟的大城市火灾等场景 ii) 它降低了事故风险,因为用户被训练去体验与真实射击尽可能“相似”的情况。虚拟现实模拟器的成功取决于模拟过程与现实的接近程度;它还需要集成地图和地籍等异构数据源。该文通过对信息系统中语义的仔细管理来满足这两个方面。语义首先有助于建立更好的灭火过程模型以及更好地适应用户配置文件的模拟环境。其次,它们有助于促进来自异构来源的数据的集成。

六、检索结果(续)

这项工作讨论并提出了一些关于 Semantic 如何在消防环境中增强虚拟现实模拟器的初步结果。

七、查新结论

经在上述范围内检索相关文献,国内外已见较多有关消防灾害事故训练仿真系统的文献报道。本报告所列文献分别涉及该查新项目部分技术特征,如:中国矿业大学提出了一种基于数值模拟的火灾事故调查方法,利用数值模拟软件FDS对起火建筑进行重构,还原火灾发生、发展全过程,从而对获取的物品燃烧痕迹、关键部位数据等进行验证^[1];中国安全生产科学研究院研究了典型灾害事故模拟仿真与虚拟现实关键技术^[2];中国矿业大学基于MultiGen Creator建立煤矿巷道基本模型,采用Vega Prime的Lynx prime定制基本应用配置文件,以Visual C++ .NET为开发平台,调用Vega Prime应用编程接口函数(API),应用其粒子系统并结合巷道火灾烟流数值模拟结果,构建了煤矿火灾仿真系统^[3];一种消防业务模拟训练方式,在一定程度上改善了现有训练装置的仿真效果,尤其是增加了人机交互方面的具体内容,提高了受训人员沉浸体验和训练的真实感^[4];青岛科技大学利用沉浸式虚拟现实技术对员工进行事故应急处置培训,构建近似真实的火灾事故现场,选用HTC VIVE作为虚拟环境的交互设备,并通过其附属设备实现培训人员与虚拟场景之间的交互,使培训人员在完全沉浸的情景下进行消防模拟演练^[5];天津市杰联机电设备安装技术有限公司的建筑火灾虚拟训练装置,为虚拟训练提供沉浸感高、交互性强的训练环境^[6];该查新项目研究单位基于虚拟现实技术的消防救援模拟演练系统,提出了一种将虚拟现实可视化技术和应急救援训练内容相结合的模拟演练方法,通过虚拟现实技术模拟不同典型灾害事故场景,逼真的场景和交互式的体验让消防救援人员在虚拟环境中进行真实化、实战化、专业化的模拟演练^[7];公安消防部队士官学校进行了基于Unity3D化学事故应急救援三维虚拟仿真实训系统研究^[8];中国海洋大学设计了一个基于虚拟现实技术的多维交互式体感(MDIS) cloth系统来模拟石油化工行业的火灾事故^[9];中国台湾武丰大学构建了一种针对常见建筑火灾的三维火灾风险分析技术(3D-PRAT),采用自主研发的3D风险计算模块,结合火灾动力学模拟器(FDS)软件,模拟1995年2月15日在台湾台中市发生的迎宾餐厅事故^[10];中国台湾元泽大学应用火灾动力学模拟器(FDS)开发计算机数值模型并模拟火灾事故的实际情况^[11];意大利Genoa大学介绍了一种建模和模拟工业厂房事故以及相关应急管理的方法,模拟通过使用移动解决方案等技术,增强其对急救人员的支持、对危机演变的动态反应以及对安全路线和伤员处理的培训和管理改进^[12];意大利Genoa大学展示了一个用于安全和防火培训的多人沉浸式VR应用程序^[13];澳大利亚Deakin大学开发了基于触觉的基于VR的沉浸式消防训练模拟器,在触觉上使受训者能够体验来自软管的射流反作用力^[14];法国图卢兹计算机科学研究所以提出“接近现实”的训练模拟的有效性在于它们提供了一种沉浸感,并允许多个参与者自然地互动,并提出了一种虚拟现实训练模拟器^[15];西班牙Vicomtech公司使用虚拟现实模拟器来支持消防员和管理人员的培训过程^[16]。

七、查新结论（续）

该查新项目基于虚实融合技术的典型灾害事故模拟训练系统研究，其主要研究内容在于：1. 基于真实典型灾害事故案例，通过FDS等模拟软件进行典型灾害事故虚拟场景演化过程数值模拟分析。建立典型灾害事故态势仿真推演与模拟计算物理模型，模拟灾害事故现场烟气、高温等场景的演化过程。2. 突破传统单一虚拟交互体验方式，融入虚实融合交互技术，开发交互训练辅助设备和心理生理数据监测分析模块，增加多感官刺激功能、耦合视觉信号、虚实联动操控、智能增强感知，提高消防员训练的沉浸感与参与度，并实时动态监测体验者反馈数据信息。3. 研发一套集教学、训练、考评功能一体化的虚实融合的消防员典型灾害事故模拟训练系统，涵盖高层建筑、地下建筑、道路交通、井下救援、灭火救援心理训练等系列灾害事故处置场景，训练系统具备VR/桌面多种形式兼容功能。

综上所述，国内外均未见与该查新项目上述综合技术特征相同的基于虚实融合技术的典型灾害事故模拟训练系统研究的文献报道。

查新员（签字）：

杜鹏

职称：高级工程师

审核员（签字）：

1 042

职称：高级工程师

（科技查新专用章）

2022 年 10 月 20 日



八、查新员、审核员声明

我们按照《GB/T 32003—2015 科技查新技术规范》进行查新和审核，并作出上述查新结论。

九、附件清单

十、备注

- a) 本查新报告无查新员和审核员签名无效；
- b) 本查新报告无查新机构的“科技查新专用章”无效；
- c) 本查新报告涂改无效。

1.消防实训微环境模拟系统控制软件测试报告



中国认可
检测
TESTING
CNAS L0462

标识号	22003459MM0270CRT30
总页数	共 6 页

软件测试报告

SOFTWARE TESTING REPORT

产品名称：消防实训微环境模拟系统控制软件
版本号：V1.0
产品类型：应用软件-控制软件
软件类别：非嵌入式软件
测试类别：软件产品登记测试
委托单位：应急管理部天津消防研究所



标识号: 22003459MM0270CRT30

声 明

1. 报告无评测单位报告专用章（05）无效。
2. 报告无拟制、审核、批准人签名或签章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 本报告未经允许不得部分复制。
5. 本测试报告只对送测产品版本有效。
6. 本报告仅适用于软件产品登记。



地 址: 广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号
邮政编号: 511300
联系电话: 020-87237055
投诉电话: 020-87237055, 87236881

共 6 页 第 2 页

标识号: 22003459MM0270CRT30

测试报告

产品名称	消防实训微环境模拟系统控制软件		产品版本	V1.0
委托单位	应急管理部天津消防研究所			
联系地址/ 邮编	天津市南开区卫津南路 110 号/300381			
开发单位	应急管理部天津消防研究所			
开发平台	Windows	开发语言	C#、C++	
检测地点	广州市黄埔区彩频路 TCL 产业园创意中心 319-322			
送样日期	2022-10-09	检测日期	2022-10-09	
样品清单: 1、消防实训微环境模拟系统控制软件 (一套); 2、使用说明书电子版 (一份)。				
测试依据	GB/T 25000.51-2016:《系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价 (SQuaRE) 第51部分 就绪可用软件产品 (RUSP) 的质量要求和测试细则》。			
测试结论	本次测试对消防实训微环境模拟系统控制软件的功能性、可靠性、易用性、可移植性进行了测试,并对其进行用户文档审查。 整体测试结果符合通过准则的要求。 测试结论: ☒ 通过 ☐ 不通过			
拟制:	彭春伟			
审核:	张宝林			
批准:	易豪			



共 6 页 第 3 页

标识号：22003459MM0270CRT30

一、样品描述： 该软件可运行于 Windows 平台上，使用 C#、C++语言开发，应用于应急消防安全培训，具有微环境控制模块、触电手环控制模块、脑电控制模块等功能。 该软件类别为非嵌入式软件，产品类型 of 应用软件-控制软件。			
二、测试环境描述： I、软硬件环境：			
编号	硬 件 环 境		软 件 环 境
	名称/型号	配置（CPU/内存/硬盘）	
1	消防实训微环境模拟平台	CPU 主频：3.20GHz 内存：16GB 硬盘：2TB	1、Windows 10 专业版/软件运行平台操作系统； 2、.NET Framework 5.0/运行环境； 3、Python 3.8.5/运行环境； 4、VC++ 2015-2019/运行环境 5、Virtual serial port driver 72 /串口调试工具。
2	触电手环	/	/
3	脑电设备	/	/
4	力反馈体感穿戴设备	/	/
网络环境：无特殊要求。			
物理环境：无特殊要求。			
三、测试结果：			
序号	测试项目	测试 结 果 说 明	测试结果
1 用户文档集			
1.1	完备性	用户文档说明了软件产品的功能以及在程序中用户可以调用的功能。	通过

(5)

标识号：22003459MM0270CRT30

1.2	正确性	用户文档中描述的信息都正确，没有歧义和错误的表达。	通过
1.3	一致性	用户文档自身内容或相互之间没有矛盾，每个术语的含义在文档中可保持一致。	通过
1.4	易理解性	用户文档对正常执行工作任务的一般用户易于理解，能使用适当的术语表示，能使用一定量的图形表示，能使用详细的解释表示，文档具有详细的目录表。	通过
2 功能性			
2.1 微环境控制模块			
2.1.1	风机控制功能	控制风机设备的开关；调节风力大小。	通过
2.1.2	热源控制功能	控制热源设备的开关；调节热量大小。	通过
2.1.3	烟机控制功能	控制烟机设备的开关；控制烟雾喷烟时长。	通过
2.1.4	灯光控制功能	控制灯光设备的开关；设置灯光颜色。	通过
2.2 触电手环控制模块			
2.2.1	触电手环控制功能	控制触电手环设备的连接与断开；控制电击强度。	通过
2.3 脑电控制模块			
2.3.1	脑电设备控制功能	连接、断开脑电设备；检测情绪、专注、心率、血氧，输出检测结果。	通过
2.4 力反馈体感穿戴设备模块			
2.4.1	力反馈体感穿戴设备控制功能	连接、断开、重定位力反馈体感穿戴设备；控制点位震动；读取力反馈体感穿戴设备的前倾、后倾、左倾、右倾的倾斜角度；读取左右触摸板是否被触摸。	通过
3 可靠性			
3.1	容错性	软件具有基本的数据容错能力。	通过
4 易用性			
4.1	可辨识性	程序的消息易于理解，程序的结果易于理解。	通过

共6页 第5页

内部
使用

标识号：22003459MM0270CRT30

4.2	界面中文符合性	软件界面使用统一规范的简体中文。	通过
4.3	软件提示中文符合性	软件提示使用统一规范的简体中文。	通过
4.4	产品包装和说明本地化	产品用户文档说明书使用简体中文。	通过
4.5	支持中文	可以在中文操作系统上运行，支持中文输入，支持中文输出。	通过
5 可移植性			
5.1 易安装性			
5.1.1	安装	由软件供应商技术支持人员成功安装和配置。	通过
5.1.2	卸载	由软件供应商技术支持人员进行卸载。	通过



2.消防实训微环境模拟系统检测报告

报告编号	T2210WT8888-03917
总页数	共 13 页

检 测 报 告

产品名称：消防实训微环境模拟系统

型号规格：/

检测类别：委托检测

生产企业：应急管理部天津消防研究所

委托人：应急管理部天津消防研究所



中国赛宝实验室
工业和信息化部电子第五研究所



声 明

- 1 报告无“检验检测专用章”无效。
- 2 复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。
- 3 报告无主检、审核、批准人签章无效。
- 4 报告涂改无效。
- 5 未经书面批准,不得部分复制检测报告。不得擅自修改或不合理、不规范、不合法使用报告。
- 6 对检测报告若有异议,应于收到报告之日起十五日内向检测单位提出,否则视为认可检测结果。
- 7 本次委托检测的数据、结果仅适用于收到的样品。
- 8 报告中“判定”或“结果”为“P”表示该项检测“符合”;“F”表示该项检测“不符合”;“NA”表示该项检测不适用;“ND”表示该项检测未检出;“—”表示该项无需判定。
- 9 不得利用检测结果和检测报告进行不当或违法宣传。
- 10 若报告不加盖 CMA 标识章则仅作为科研、教学或内部质量控制之用。

地 址: 广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号

邮政编码: 511370

联系电话: 020-85131039, market@ceprei.biz

传 真: 020-85131313

查 询: 020-85131123, info@ceprei.biz

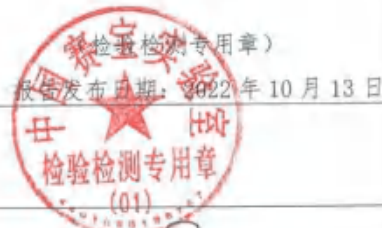
投 诉: 020-85131208, 020-87236881

中 国 赛 宝 实 验 室
工业和信息化部电子第五研究所
检 测 报 告

报告编号: T2210WT8888-03917

第 3 页共 13 页

产品名称	消防实训微环境模拟系统	样品型号	/
		商 标	/
生产企业	应急管理部天津消防研究所	检测类别	委托检测
生产企业地址	天津市南开区卫津南路 110 号		
委 托 人	应急管理部天津消防研究所		
委托人地址	天津市南开区卫津南路 110 号		
样品数量	1 套	样品接收日期	2022 年 10 月 9 日
送 样 者	同“委托人”	检测日期	2022 年 10 月 9 日
检测环境	温度: 25.1℃-29.2℃ 相对湿度: 55%-61%		
检测项目	接地保护、漏电保护、风力系统、热源系统、烟雾系统、灯光系统、触电系统、控制系统(软件系统)、脑电采集终端、心率采集终端、360 坐姿平台、力反馈体感穿戴设备、脑电及心率数据分析和检测系统		
检测依据	委托方要求		
检测结论	所检项目均符合要求。		
说 明	/		



编制: 何明佳

审核: 王浩

批准: 王浩

日期: 2022 年 10 月 13 日

日期: 2022 年 10 月 13 日

日期: 2022 年 10 月 13 日

CEPRE1-ZB-BG01-202102

检测说明与样品描述	
检 测 地 点	广州市黄埔区光谱西路 69 号 TCL 文化产业园创意中心。
多检测地点说明	/
报告签发地点	广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号。
样品描述： 1、样品名称：消防实训微环境模拟系统 2、样品型号：/ 3、软件名称及版本号：微环境模拟设备控制，版本号 Ver2.0	

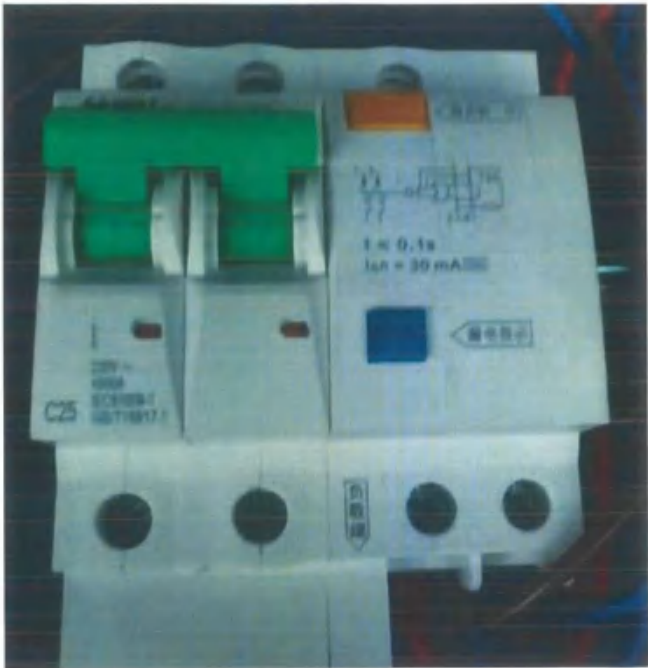
样品照片



检测结果

测试项目	检测依据及检测要求	测试结果	判定
接地保护	设备应带接地装置,通过便携式接地电阻测试仪测试外壳对接地装置的接地电阻,应小于 4Ω 。	设备带接地装置,接地电阻 0.60Ω 。	P
漏电保护	委托方要求,通过查询设备配备的三相漏电保护装置的技术参数,确认该三相漏电保护装置的剩余动作电流不大于 30mA 。	符合要求,剩余动作电流为 30mA ,详见附图1。	P
风力系统	委托方要求,设备应配置风力系统,且风力系统可调节风力大小并具备多风力系统并行控制。	符合要求,详见附图2。	P
热源系统	委托方要求,设备应配置热源系统,且可进行不同等级的热量调节。	符合要求,详见附图2。	P
烟雾系统	委托方要求,设备应配置烟雾系统,且可对烟雾喷烟时长进行控制。	符合要求,详见附图2-4	P
灯光系统	委托方要求,设备应配置灯光系统,且可采用DMX点光源(光源颜色包含:红、绿、蓝、白、黄)模拟真实消防环境。	符合要求,见附图5	P
触电系统	委托方要求,设备应配备可进行无线蓝牙通讯的触电手环,触电手环可放电,给使用者提供真实的触电感受。	符合要求,见附图6-7	P
控制系统(软件系统)	委托方要求,设备应配备控制烟、热、风、光模块及触电感应的软件。	符合要求,见附图2	P
脑电采集终端	委托方要求,设备应配备可无线蓝牙通讯的新型柔性智能传感器,传感器可采集脑电波可进行数据处理,特征提取,得到情绪识别模型,进行情绪及专注力分析。	符合要求,见附图8-9	P
心率采集终端	委托方要求,设备应配备可无线蓝牙通讯的心率采集终端、可采集到心率、血氧。	符合要求,见附图8-9	P
360 坐姿平台	委托方要求,设备应配备可提供360度旋转及体验人员承载功能。	符合要求,见附图10	P
力反馈体感穿戴设备	委托方要求,设备应配备力反馈体感穿戴设备,力反馈体感穿戴设备应具备以下功能:1、可实时对7个感知点进行反馈;2、可实现反馈前、后、左、右、斜向平滑移动的数据;3、触摸控制,具备触摸功能定义功能,能替代手柄控制部分功能。	符合要求,见附图11-12	P
脑电及心率数据分析和检测系统	委托方要求,设备应配备脑电、心率数据分析和检测系统,可对情绪进行识别分析。	符合要求,见附图9	P

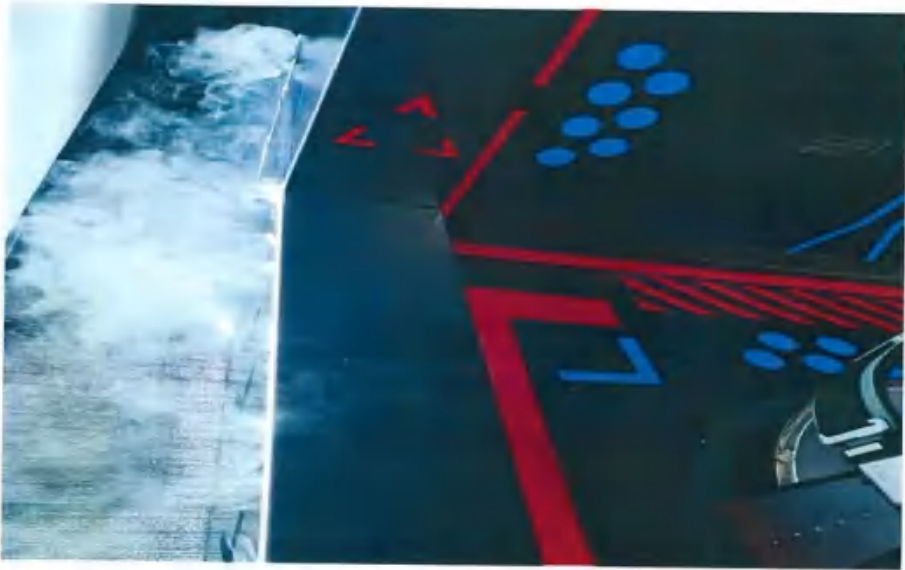
附图 1



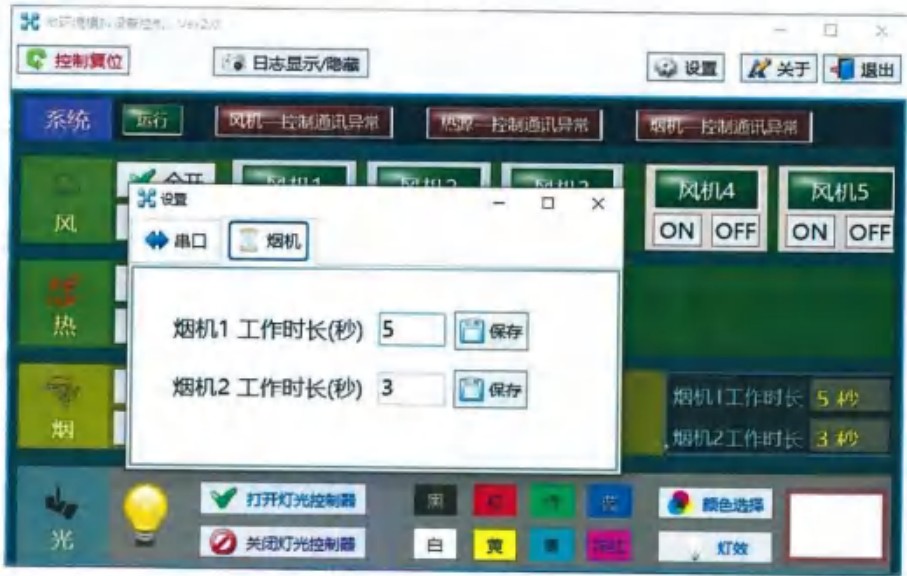
附图 2



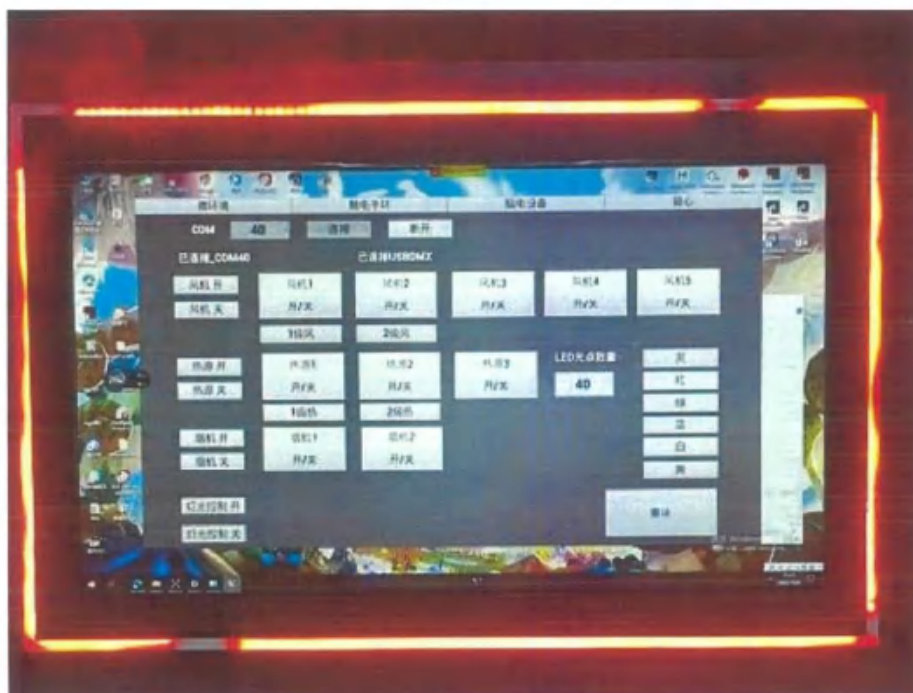
附图 3



附图 4



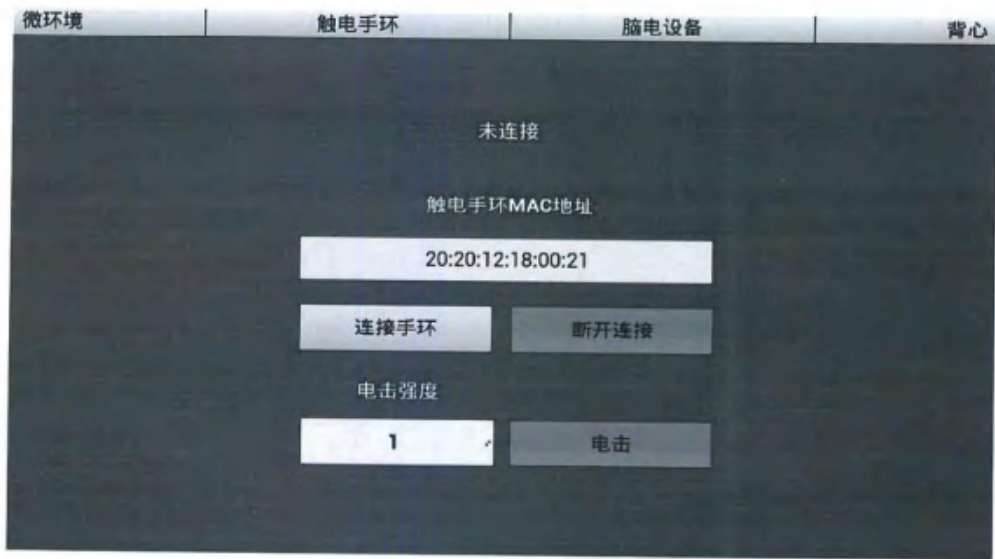
附图 5



附图 6



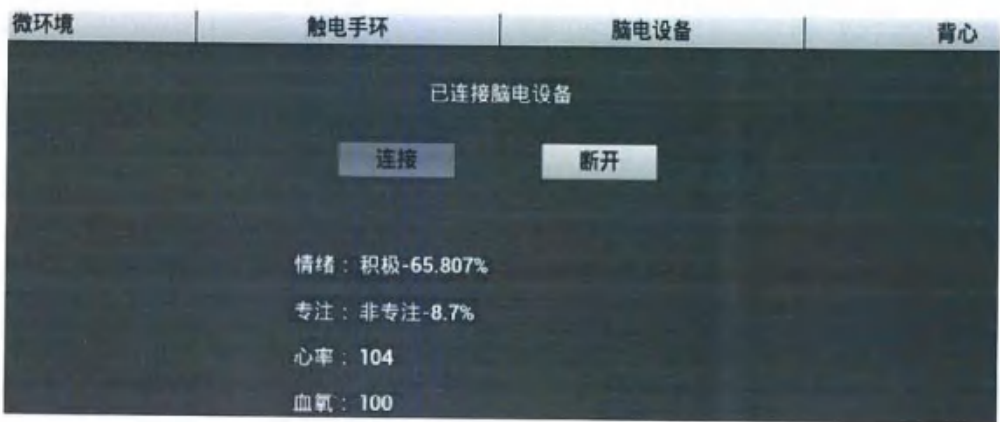
附图 7



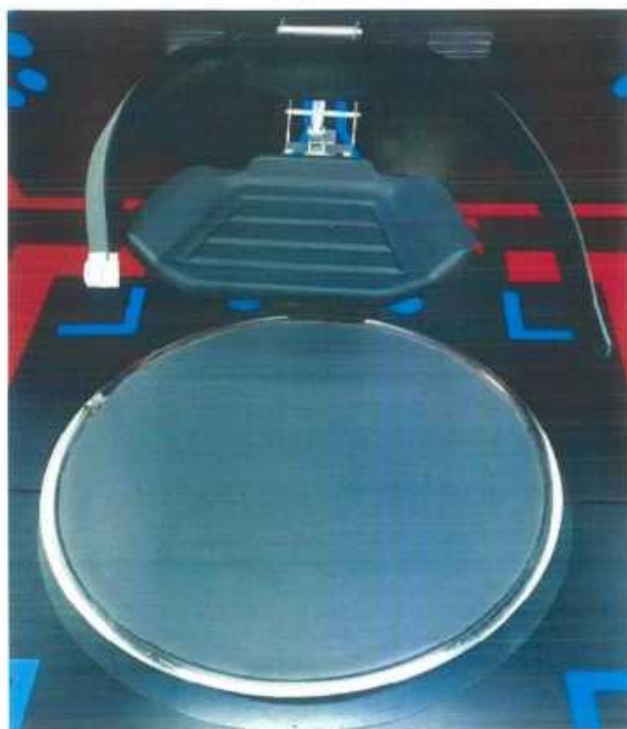
附图 8



附图 9



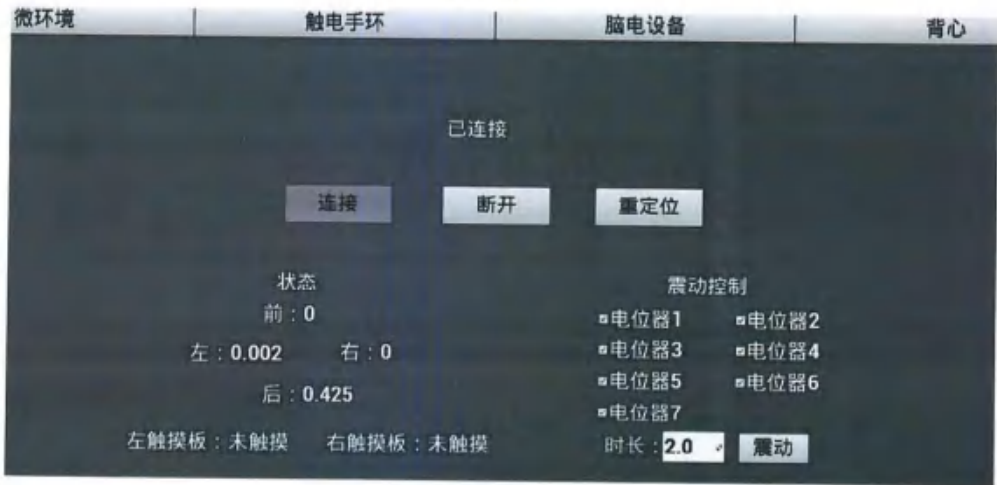
附图 10



附图 11



附图 12



主要的检测仪器、设备清单

序号	仪器、设备名称	编号	校准有效期
1	温湿度计	WSDJ003	2021. 10. 26-2022. 10. 25
2	接地电阻测试仪	HK000613	2022. 01. 17-2023. 01. 16
注：检测时所有被使用的仪器、设备均在校准有效期内。			

3.消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统软件测试报告



中国认可
检测
TESTING
CNAS L0462

标识号	22003460MM0270CRT30
总页数	共 6 页

软件测试报告

SOFTWARE TESTING REPORT

产品名称：消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统

版本号：V1.0

产品类型：应用软件-其它

软件类别：非嵌入式软件

测试类别：软件产品登记测试

委托单位：应急管理部天津消防研究所



标识号: 22003460MM0270CRT30

声 明

1. 报告无评测单位报告专用章（05）无效。
2. 报告无拟制、审核、批准人签名或签章无效。
3. 报告涂改无效。
4. 本报告未经允许不得部分复制。
5. 本测试报告只对送测产品版本有效。
6. 本报告仅适用于软件产品登记。



地 址: 广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号
邮政编号: 511300
联系电话: 020-87237055
投诉电话: 020-87237055, 87236881

共 6 页 第 2 页

标识号: 22003460MM0270CRT30

测试报告

产品名称	消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统		产品版本	V1.0
委托单位	应急管理部天津消防研究所			
联系地址/ 邮编	天津市南开区卫津南路 110 号/300381			
开发单位	应急管理部天津消防研究所			
开发平台	Windows	开发语言	C#、C++	
检测地点	广州市黄埔区彩频路 TCL 产业园创意中心 319-322			
送样日期	2022-10-09	检测日期	2022-10-09	
样品清单: 1、消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统 (一套); 2、设计说明书电子版 (一份)。				
测试依据	GB/T 25000.51-2016:《系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价 (SQuaRE) 第51部分:就绪可用软件产品 (RUSP) 的质量要求和测试细则》。			
测试结论	本次测试对消防员典型灾害事故虚实融合模拟训练系统的功能性、可靠性、易用性、可移植性进行了测试,并对其进行用户文档审查。 整体测试结果符合通过准则的要求。 测试结论: ☒ 通过 ☐ 不通过			
拟制:	彭春伟			
审核:	张宏林			
批准:	易豪			



共 6 页 第 3 页

标识号：22003460MM0270CRT30

一、样品描述：			
该软件可运行于 Windows 平台上，使用 C#、C++语言开发，应用于消防救援及模拟训练，具有考核模式、练习模式等功能。			
该软件类别为非嵌入式软件，产品类型为应用软件-其它。			
二、测试环境描述：			
I、软硬件环境：			
编号	硬 件 环 境		软 件 环 境
	名称/型号	配置（CPU/内存/硬盘）	
1	台式机/兼容机	CPU 主频：3.70GHz 内存：64GB 硬盘：6TB	1、Windows 10 专业版/软件运行平台操作系统； 2、.NET Framework 4.0/运行环境。
网络环境：无特殊要求。			
物理环境：无特殊要求。			
三、测试结果：			
序号	测试项目	测试结果说明	测试结果
1 用户文档集			
1.1	完备性	用户文档说明了软件产品的功能以及在程序中用户可以调用的功能。	通过
1.2	正确性	用户文档中描述的信息都正确，没有歧义和错误的表达。	通过
1.3	一致性	用户文档自身内容或相互之间没有矛盾，每个术语的含义在文档中可保持一致。	通过
1.4	易理解性	用户文档对正常执行工作任务的一般用户易于理解，能使用适当的术语表示，能使用一定量的图形表示，能使用详细的解释表示，文档具有详细的目录表。	通过
2 功能性			
2.1 考核模式			

共 6 页 第 4 页

标识号: 22003460MM0270CRT30

2.1.1	侦察 (侦察员)	执行侦察员的考核任务, 通过外部观察、内部观察查明被困人员部位及大致数量、着火部位、燃烧物质、火灾蔓延方向以及现场可利用的固定消防设施情况, 还可以通过监控了解情况并且做出相应的判断。	通过
2.1.2	安全 (安全员)	执行安全员的考核任务, 对参战人员进行安全检查, 包括: 检查是否佩戴空气呼吸器、检查是否携带救生照明线、检查是否携带导向绳、检查是否携带一次性防毒面具、检查是否携带报警器、检查呼吸器压力, 校算进出安全时间。	通过
2.1.3	搜救 (搜救组)	执行搜救员的考核任务, 通过广播稳定人员情绪引导人员疏散, 同时通过工具判断有行动力和被困人员和重伤人员, 进行不同方式的救援。	通过
2.1.4	战斗 (战斗员)	执行战斗员的考核任务, 到达相对应的场景, 通过不一样的工具完成灭火的一系列流程, 灭火后对现场进行火点清理和交接任务。	通过
2.1.5	排烟 (排烟员)	执行排烟员的考核任务, 将车开到指定位置, 保证排风和吸风的位置和方向。	通过
2.1.6	通信 (通讯员)	通过多选题的形式进行理论知识的考核。	通过
2.2 练习模式			
2.2.1	侦察 (侦察员)	执行侦察员的练习任务, 通过外部观察、内部观察查明被困人员部位及大致数量、着火部位、燃烧物质、火灾蔓延方向以及现场可利用的固定消防设施情况, 还可以通过监控了解情况并且做出相应的判断; 执行任务过程中有相应提示。	通过
2.2.2	安全 (安全员)	执行安全员的练习任务, 对参战人员进行安全检查, 包括: 检查是否佩戴空气呼吸器、检查是否携带救生照明线、检查是否携带导向绳、检查是否携带一次性防毒面具、检查是否携带报警器、检查呼吸器压力, 校算进出安全时间; 执行任务过程中有相应提示。	通过
2.2.3	搜救 (搜救员)	执行搜救员的练习任务, 通过广播稳定人员情绪引导人员疏散, 同时通过工具判断有行动力和被困人员和重伤人员, 进行不同方式的救援; 执行任务过程中有相应提示。	通过
2.2.4	战斗 (战斗员)	执行战斗员的练习任务, 到达相对应的场景, 通过不一样的工具完成灭火的一系列流程, 灭火后对现场进行火点清理和交接任务; 执行任务过程中有相应提示。	通过

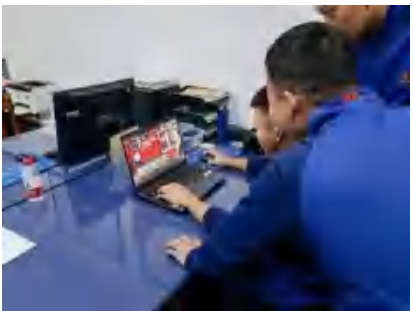
共 6 页 第 5 页

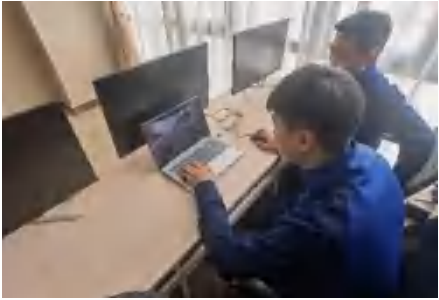
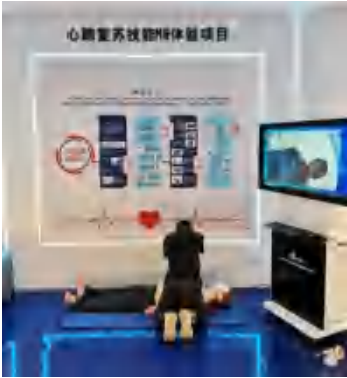
标识号：22003460MM0270CRT30

2.2.5	排烟（排烟员）	执行排烟员的考核任务，将车开到指定位置，保证排风和吸风的位置和方向；执行任务过程中有相应提示。	通过
2.2.6	通信（通讯员）	通过多选题的形式进行理论知识的练习；执行任务过程中有相应提示。	通过
3 可靠性			
3.1	容错性	软件具有基本的数据容错能力。	通过
4 易用性			
4.1	可辨识性	程序的消息易于理解，程序的结果易于理解。	通过
4.2	界面中文符合性	软件界面使用统一规范的简体中文。	通过
4.3	软件提示中文符合性	软件提示使用统一规范的简体中文。	通过
4.4	产品包装和说明本地化	产品用户文档说明书使用简体中文。	通过
4.5	支持中文	可以在中文操作系统上运行，支持中文输入，支持中文输出。	通过
5 可移植性			
5.1 易安装性			
5.1.1	安装	软件直接拷贝完成后即可运行。	通过
5.1.2	卸载	直接删除卸载。	通过

附件 17 其他证明材料-已在大型展览会、消防救援站、安全实训基地、电力系统和线上平台等开展的推广应用活动

	
第 82 届中国教育装备展示会	2023 年安全生产月主题活动-广州市海珠区消防宣传体验中心举行
	
2023 年湖北省科技周活动	第三届全国危险化学品救援先进技术装备展
	
2021 中国绵阳科技展（线上）	2021 世界 VR 产业博览会

	
广西壮族自治区消防救援总队成果 交流展	国家十三五科技成就展
	
上海市金山区枫泾消防救援站推广 应用	上海市金山区金山消防救援站推广应 用
	
上海市金山区金卫消防救援站推广 应用	上海市金山区吕巷消防救援站推广应 用
	
上海市学府特勤站推广应用	西青区梨园头消防救援站推广应用

	
西青区柳丽路消防救援站推广应用	西青区中北消防救援站推广应用
	
2023 世界 VR 产业大会	2021 世界 VR 产业大会
	
湛江供电局安全体感中心应用	揭阳供电局安全体感中心应用
	

	
梅州供电局安全体感中心应用	科普惠微信平台
	
应急救援战训营小程序平台	