

基于ACSI模型的浙江省智慧消防系统实施现状及满意度调研

刘焕香^{1*}, 侯文苑¹, 张莹², 张睿², 吴青书³, 王晓磊²

¹绍兴文理学院应用统计系, 浙江 绍兴

²绍兴文理学院数学系, 浙江 绍兴

³绍兴文理学院电子工程系, 浙江 绍兴

收稿日期: 2022年8月4日; 录用日期: 2022年8月14日; 发布日期: 2022年8月26日

摘要

随着城市化的不断推进, 消防问题逐渐凸显, 智慧消防系统作为一种新的消防手段, 在抢险救援过程中不断得到重视。本文就智慧消防系统的实施现状及满意度评价, 于2020年7月份在浙江省杭州市和绍兴市展开专题调查。数据分析包括建立ACSI模型, 进行Friedman秩和检验等。调查表明市民对智慧消防系统的了解程度较高, 了解途径主要是网络媒体和社区宣传; 超过六成的市民在家中已经安装或有意愿安装智慧消防系统; 预警效率的高低是影响智慧消防系统发展的最大因素; 市民对智慧消防系统实施满意度评价最高的是报警效率的即时性、处理突发事件的及时性、系统监控范围的全面性。基于调研结果, 建议消防部门综合运用大数据背景下的强大技术, 增加智慧消防管理平台, 不断完善智慧消防系统APP功能, 简化操作流程, 以加强智慧消防系统的实用性, 拓宽使用范围。政府部门应以点带面, 坚持做好试点工作, 根据实际情况, 有针对性地推广“智慧消防”的建设工作。

关键词

智慧消防, 满意度, ACSI模型, Friedman秩和检验, 熵值法

Research on the Implementation Status and Satisfaction of Intelligent Fire Protection System in Zhejiang Province Based on the Model of ACSI

Huanxiang Liu^{1*}, Wenyuan Hou¹, Ying Zhang², Rui Zhang², Qingshu Wu³, Xiaolei Wang²

¹Department of Applied Statistics, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

*通讯作者。

文章引用: 刘焕香, 侯文苑, 张莹, 张睿, 吴青书, 王晓磊. 基于 ACSI 模型的浙江省智慧消防系统实施现状及满意度调研[J]. 统计学与应用, 2022, 11(4): 1002-1009. DOI: 10.12677/sa.2022.114103

²Department of Mathematics, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

³Department of Electronic Engineering, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

Received: Aug. 4th, 2022; accepted: Aug. 14th, 2022; published: Aug. 26th, 2022

Abstract

With the continuous advancement of urbanization, the problem of fire protection has become increasingly prominent. As a new means of fire protection, intelligent fire protection system has been paid more and more attention in the process of emergency repair and rescue. In this paper, in July 2020 a special investigation has been carried out in Hangzhou and Shaoxing of Zhejiang Province to evaluate the implementation status and satisfaction of intelligent fire protection system. Data analysis includes the establishment of ASCI model, Friedman rank sum test, etc. The survey shows that citizens have a high understanding degree of intelligent fire protection system, which is mainly through network media and community publicity. More than 60% of people have installed or would like to install smart fire protection systems in their homes; The efficiency of early warning is the most important factor affecting the development of intelligent fire protection system. The citizens' highest satisfaction evaluation on the implementation of intelligent fire protection system is the immediacy of alarm efficiency, the timeliness of handling emergencies and the comprehensiveness of the monitoring scope of the system. Based on the research results, it is recommended that the fire department comprehensively use the powerful technology under the background of big data, increase the intelligent fire management platform, constantly improve the app function of the intelligent fire protection system and simplify the operation process, so as to strengthen the practicability of the intelligent fire protection system and broaden the scope of use. Government departments should adhere to the pilot work from point to area, and promote the construction of "intelligent fire protection" according to the actual situation.

Keywords

Intelligent Fire Protection, Degree of Satisfaction, ACSI Model, Friedman Rank Sum Test, Entropy Method

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

短短几年时间, 全国各地智慧消防系统建设如火如荼, 行动初见成效。部分文献对智慧消防系统的落地与实践相关问题进行了初步的探索。智慧消防是一种先进的解决方案, 与传统消防相比, 注重打通系统间的信息孤岛、提升感知预警能力和应急智慧能力, 通过更早发现、更快处理, 将火灾风险和影响降到最低。

如: 陈向荣(2018) [1]针对浙江省杭州市的调查发现江干区智慧消防互联式探测报警项目采取“1+1+1”模式, 即每户安装1个烟雾探测报警器、1个温测报警器、1个燃气探测报警器, 火灾智能探测通过短信、电话、手机APP等多种方式将危机第一时间通知到街道、物业以及业主。史翔婷(2020) [2]基于江西老城区的调查结果表明老旧小区使用智慧化消防设施改造融入“智慧消防”具有重要意义。兰美娟等

(2018) [3]针对智慧消防系统在温州养老中心建设管理应用中发现,管理者对智慧消防的认知上来说只停留在一个报警情况,有关后期的维护与其他处理,他们也存在疑问,此外,由于报警器过于灵敏,经常也会存在误报的情况。岳清春(2020) [4]指出智慧消防在大数据的背景下可掌握消防监督检查工作中的问题,能够对数据进行精准化的处理,使得相关消防数据的价值能够得到最大程度的提升。敖曼(2019) [5]指出我国智慧消防系统的研究起步较晚,智慧消防系统目前还在处于发展阶段,在社会安全管理问题中还存在着一些“理念”、“标准”、“人才”等方面的研究。吴先洪等人(2021) [6]指出传统的消防系统存在着信息孤岛,安全风险系数较高等严重问题,于是提出了两种智慧消防系统架构,具有一定的推广和参考价值。艾梦佳(2022) [7]指出智慧消防监督系统建设存在的问题,如在社会大力宣传的过程中,人们的消防意识虽获得了较大程度的提升,但是对与防火监督工作的重要意义的理解还存在一定的欠缺,首先是人们对于信息化消防管理和智慧消防的认识也应该有待提升;其次是安全系统有待完善,例如在一些高层建筑内,因为受到一些消防安全系统技术等因素的影响,未能准确排查高层建筑的安全隐患,导致高层建筑一旦发生火灾,后果不敢想象。最后是智慧消防队伍的建设应有待加强,该方面的人才培养工作显得至关重要。刘晓薇等(2022) [8]通过研究发现虽然近年来智慧消防相关的地方标准已经出台,但是仍然缺乏统一标准对市场进行规范,使国内智慧消防局势发展杂乱无章,存在安全风险。同时作者从消防工作角度以外的四个方面总结了智慧消防的现状,第一个方面是根据使用者的角度,可以从管理人员,救援人员和审查人员这三个角度进行分类;第二个方面是根据研究者的不同,把研究人员主要分成了消防工作人员和计算机技术人员两个方面;第三个方面是在技术层面又主要分为大数据、人工智能、遥感技术、神经网络、虚拟现实等,把新技术不断应用到智慧消防研究中,是智慧消防发展的有效途径;第四个方面从运用场景的角度分析,可以把智慧消防应用到国家,企业和家庭三种场景,这样有助于在不同场景下展开更具适应性的研究。通过对国内外关于智慧消防研究的调研分析,发现我国有关智慧消防的相关标准和规范化还不够完善。周少桁(2021) [9]指出准确的市场定位和强大的后期服务保障是智慧消防工作发展的必要基础,在推动智慧消防建设过程中,消防行业分为三种,分别是消防产品、消防安装工程和消防服务行业。智慧消防应注重服务水平的提升,利用其服务领域,为智慧消防提供更多的支撑点。

研究发现,现有文献较少从使用者的角度,对智慧消防系统实施现状及满意度评价展开实证分析。为此,本课题选取在浙江省智慧消防系统发展良好的杭州和绍兴两地的市民作为调查对象,共发放问卷1377份,回收有效问卷1300份,有效回收率94.4%。调查内容包括调查对象的基本信息、对智慧消防系统的认知、智慧消防系统实施现状及满意评价这几个模块。

预调研结果显示克朗巴赫 α 系数为0.909,说明问卷整体信度很高,可靠性较好。通过因子分析法对问卷的结构效度进行验证时, KMO 的值为0.852,大于0.6,说明可以进行效度分析。 $Bartlett$ 球形检验的近似卡方为479.448(df 为66), $sig < 0.01$,说明问卷具有良好的结构性。

调查对象中男性占55%,女性占45%,男女比例相差不大,因为问卷是随机发放的,所以问卷填写者的男女比例相近具有一定合理性;年龄构成上,对智慧消防系统了解或是使用过的人群集中在19~49岁之间,原因可能是这部分群体接受新鲜事物的能力比较强,更能认识到智慧消防的重要性;文化水平构成上,学历在本科及以上的占比较大,为72.4%;调查对象所住楼层,低层比例为41.3%,高层比例为58.7%,这样可以了解不同楼层的市民对智慧消防系统的观念和想法,有利于提出有针对性的建议。

2. 对智慧消防系统的认知及现状分析

2.1. 认知情况

通过调查发现,市民对智慧消防系统的了解程度较高,其中有64.5%的市民对智慧消防系统的种类

有一定的认知和了解。市民了解智慧消防系统的途径是：49%的市民主要通过网络媒介；24%的市民是通过社区宣传；17%的市民是通过他人推荐；10%的市民是通过查阅一些书籍文献。由此可见居民了解智慧消防系统的渠道比较丰富，网络媒介在智慧消防系统的宣传中起到了积极的推动作用。

2.2. 实施现状

根据《消防产业周报》资料发现，医院商场等公共场所非常注重安装智慧消防系统的安装和使用，但居民对自己家中安装智慧消防系统的主观意愿度还远远不够。本文中提到的智慧消防系统种类有5种，分别是智能预警系统、智能烟感系统、气感系统、智慧用水监控系统、智慧用电系统、电气火灾监控系统。其中智能预警系统具备火灾初期自动报警功能，并在消防中心的报警器上附设有直接通往消防部门的电话、自动灭火控制柜以及火警广播系统；智能烟感、气感系统主要检测室内烟雾浓度，预防火灾的发生；有关部门数据显示，扑救成功的火灾案例中，有93%的火场消防给水条件较好，水量、水压有保障，由此可见消防水系统是否完善，直接影响火灾的扑救效果。而智慧用水监控系统就可以对室内的消防用水设备的水压，液位值进行实时远程监控；智慧用电系统主要通过物联网技术，实时采集并上传电气线路的剩余电流、温度、电压、功率、频率等安全状态参数，随时随地通过电话、短信、APP等向安全管理人员推送预警信息，指导其开展隐患治理；电气火灾监控系统能准确检测电气线路的故障和异常状态，发现电气火灾的隐患，及时报警并提醒相关人员消除这些隐患。根据本次调查结果表1可知，市民在自己家中已经安装过不同种类智慧消防系统的人数占比不足两成，但是有近半数的市民有打算安装的意愿，说明市民自身消防安全意识较高，并且对智慧消防系统有较高的期望。超过三成的市民表示不打算安装智慧消防系统，一方面是他们还没有真正了解安装智慧消防系统的重要性，认为没有安装的必要；另一方面可能是考虑到消防预算超出自己所能够接受的范围。

Table 1. Installation of smart fire protection systems in citizens' homes

表 1. 市民家中安装智慧消防系统的情况

种类	已安装(%)	打算安装(%)	不安装(%)
智能预警系统	220 (16.9%)	578 (44.5%)	502 (38.6%)
智能烟感、气感系统	212 (16.3%)	598 (46.0%)	490 (37.7%)
智慧用水监控系统	171 (13.2%)	627 (48.2%)	508 (38.6%)
智慧用电系统	214 (16.5%)	589 (45.3%)	497 (38.2%)
电气火灾监控系统	222 (17.1%)	639 (49.2%)	439 (33.7%)

3. 影响智慧消防系统发展的因素分析——Friedman 秩和检验法

目前安装智慧消防系统的社区普及度不高，这些都可能导致数据收集不全面，不利于系统监管和升级改进。同时专业人口缺口较大[10]，在一定程度上阻碍了智慧消防系统的全面发展。

为了从使用者的视角探究影响智慧消防系统发展的因素，本次调查设置了一个排序题，此类排序题属于多个相关样本的检验，可以采用 Friedman 秩和检验[11]进行分析。该方法不受总体分布限制，既能检验不同市民评判的一致性程度，又能通过比较秩平均值的大小分析影响智慧消防系统发展的因素。

根据 Friedman 秩和检验的结果，秩平均值的大小显示了因素影响程度的大小，秩平均值越小，影响程度越大。由表 2 可知秩平均值最小的是“预警效率”和“安全系数”，而“宣传力度”的秩平均值最大。说明不断提升预警效率及安全系数，对促进智慧消防系统的发展至关重要。

Table 2. Friedman rank sum test results
表 2. Friedman 秩和检验结果

影响因素	秩平均值
预警效率	2.50
设备价格	3.92
系统功能	3.47
安全系数	2.86
设备质量	3.91
宣传力度	6.14
售后保障服务	5.20

4. 市民对智慧消防系统实施的满意度评价——基于 ACSI 模型

4.1. 构建 ASCI 模型

ACSI (American Customer Satisfaction Index 的缩写), 中文全称为美国顾客满意度指数。该指数是以产品和服务消费的过程为基础, 对顾客满意度水平的综合评价指数。ACSI 模型是目前体系最完整, 应用效果最好的评价顾客满意度的理论模型之一。顾客满意度测评体系包括的指标为: 总的测评目标“顾客满意度指数”为一级指标; 顾客满意度指数模型中的六大要素——顾客期望、感知质量、感知价值、顾客满意度、顾客抱怨、顾客忠诚度, 为二级指标; 由二级指标具体展开得到的指标为三级指标[12]。

在前文对智慧消防系统实施现状进行分析的基础上, 结合标准的 ACSI 客户满意度模型, 构建市民对智慧消防系统实施满意度评价的指标体系, 其中 3 个二级指标分别对应 ACSI 模型中的顾客期望、感知价值、顾客满意这三方面, 见表 3。

Table 3. Evaluation index system of implementation satisfaction of intelligent fire protection system
表 3. 智慧消防系统实施满意度评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
智慧消防系统实施满意度 Y	智慧消防系统的性能 Y_1	设备价格的可接受度 X_1
		系统安装的方便程度 X_2
		系统操作的便捷度 X_3
		智慧消防系统 APP 功能完善度 X_4
	智慧消防系统的功能 Y_2	系统监控范围的全面性 X_5
		突发事件处理的及时性 X_6
		报警效率的即时性 X_7
	智慧消防系统的监管 Y_3	设备新旧情况的及时反馈 X_8
		智慧消防系统的宣传 X_9
		社区对智慧消防设施的统一管理 X_{10}
		有关部门对智慧消防的政策支持力度 X_{11}

4.2. 熵值法计算指标权重

基于 ACSI 模型, 利用熵值法确认市民对智慧消防系统实施满意度各指标的权重。对文中 11 个指标进行打分, 1~5 分别表示“很不满意”、“不满意”、“中立”、“满意”、“非常满意”。

根据熵值法的特性, 假定主观评价指标个数为 m , 样本容量为 n , 可形成初始数据 $X = \{x_{ij}\}_{n \times m}$ ($0 \leq i \leq n, 0 \leq j \leq m$), 其中 X_{ij} 表示第 i 个样本中的第 j 项评价指标值。

熵值法的计算步骤如下[13]:

第一步, 计算第 j 个指标下第 i 个样本的指标值的比重 P_{ij} :

$$P_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (1)$$

第二步, 通过公式(1)计算各项指标的熵值 e_j :

$$e_j = -K * \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (2)$$

其中 \ln 是自然对数, $K = 1/\ln(n)$ 。

第三步, 计算各指标的信息效用值:

$$d_j = 1 - e_j \quad (3)$$

其中, d_j 为第 j 项指标的信息效用值。

第四步, 计算各指标相对于综合评价的权重:

$$w_j = d_j / \sum_{j=1}^m d_j \quad (4)$$

其中 w_j 为第 j 项指标的权重。

4.3. 计算智慧消防系统实施的总体满意度

各项指标值的平均得分为:

$$\bar{X}_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} / n \quad (5)$$

智慧消防系统实施的总体满意度为:

$$Y = \sum_{j=1}^m w_j * \bar{X}_j \quad (6)$$

本文中 $m = 11$, $n = 1300$, 将问卷调查得到的评价指标值 x_{ij} 代入上面的计算步骤, 结果见表 4。

Table 4. Weight calculation and satisfaction score of intelligent fire protection system implementation satisfaction index
表 4. 智慧消防系统实施满意度指标权重测算与满意度得分

	评价指标	权重 w_j	平均得分 \bar{X}_j	满意度 $w_j \bar{X}_j$
	设备价格的可接受度 X_1	0.0931	3.13	0.2914
	系统安装的方便程度 X_2	0.0955	3.22	0.3075
	系统操作的便捷度 X_3	0.0881	3.34	0.2943
智慧消防系统实施满意度	智慧消防系统 APP 功能完善度 X_4	0.0922	3.31	0.3051
	系统监控范围的全面性 X_5	0.0833	3.82	0.3182
	突发事故处理的及时性 X_6	0.0854	3.75	0.3203
	报警效率的即时性 X_7	0.1064	3.63	0.3862

Continued

	设备新旧情况的及时反馈 X_8	0.0908	3.28	0.2978
智慧消防系统实施满意度	智慧消防系统的宣传 X_9	0.0823	3.53	0.2905
	社区对智慧消防设施的统一管理 X_{10}	0.0953	3.14	0.2992
	有关部门对智慧消防的政策支持力度 X_{11}	0.0876	3.31	0.2900
	总体满意度 Y			3.4005

从表 4 中得市民对智慧消防实施满意度 Y 的评价得分为 3.4005, 说明市民的总满意度略高于“中立”, 但智慧消防系统还有待改善, 存在巨大的上升空间。不同指标之间存在满意度差异, 满意度值最低的是有关部门对智慧消防的政策支持力度 X_{11} , 满意度值最高的三个指标是报警效率的即时性 X_7 、突发事件处理的及时性 X_6 、系统监控范围的全面性 X_5 , 这就为完善智慧消防系统发展提出了改进方向。

5. 结论与建议

1) 智慧消防系统已经在众多场所实施, 但全面普及智慧消防系统仍存在困难

随着智慧消防的发展, 智慧消防系统开始向各个领域扩展, 尤其是在是商场、医院、学校和工厂, 这些地方都有体量大、建筑面积广、储货量多、人员密度集中等特点, 因此在突发火灾事故中, 人员难以及时撤离到安全场所, 人员伤亡与财产损失严重[14]。智慧消防系统的出现打破了以往传统消防信息孤立的弊端, 让消防设备集成多种功能, 使得消防系统进一步应用到各个领域, 达到保障市民生命财产安全的目的。

调查显示, 虽然信息化的消防安全系统发挥了一定作用, 但是在普及过程中仍存在一些困难, 超过三成的市民不打算在自己家中安装智慧消防系统。政府和社会单位应承担定期现场检查和维护责任, 加强智慧消防数据采集的真实性, 通过多种途径宣传智慧消防系统的重要性; 其次是增强智慧消防系统的平台管理, 保证消防监控网络安全; 注重人才的引进和培养, 智慧消防系统的建设完善离不开信息人才。[15]。

2) 预警效率的高低是影响智慧消防系统发展的最大因素

Friedman 秩和检验的结果表明, 不断提高预警效率对促进智慧消防系统的发展至关重要, 这就为智慧消防系统的建设提出了更高的标准。消防部门必须综合运用大数据背景下的强大技术, 对人员, 装备, 火灾救援力量通过多维度, 多角度的有效分析, 切实做到对火灾隐患及时发现, 及时上报。

3) 市民对智慧消防系统实施总满意度良好, 但仍存在巨大的上升空间

通过问卷调查的方式, 运用熵值法计算出市民对智慧消防系统实施满意度 Y 的评价得分为 3.4005, 略高于“中立”, 处于一个接近于“满意”的状态, 存在上升空间。评分较低的 3 项指标是有关部门对智慧消防的政策支持力度 X_{11} 、智慧消防系统的宣传 X_9 、设备价格的可接受度 X_1 。

因此, 要通过网络媒体和社区服务加大对智慧消防系统的宣传和普及; 政府部门应以点带面, 坚持做好试点工作, 根据实际情况, 有针对性地推广“智慧消防”的建设工作; 消防部门应增加智慧消防管理平台, 督促社区对智慧消防设施的统一管理。

应提升智慧消防系统的兼容性和可扩展性, 在产品选用方面, 保证系统具有高性价比, 充分保证使用者的利益; 不断完善智慧消防系统 APP 功能, 简化系统操作, 不仅加强了智慧消防系统的实用性, 还拓宽了使用的人群范围; 逐步完善智慧消防设备功能, 特别是原来无法管理和监控的火灾“死角”。

本文的创新点在于从智慧消防系统使用者的角度, 设计调查问卷, 收集第一手数据资料, 定量分析浙江省智慧消防的实施现状, 客观反映存在的问题。此外, 利用秩和检验法分析影响智慧消防发展的因

素,基于 ACSI 模型利用熵值法分析智慧消防实施满意度各指标的满意度大小,满意度水平越低的指标,说明在这些方面更加需要改进和完善,基于此提出的发展建议更具有针对性。

基金项目

本文为浙江省第九届大学生统计调查方案设计大赛参赛作品部分内容;本项目受到教育部 2018 年第二批产学合作协同育人项目(201802166011)资助。

参考文献

- [1] 陈向荣. 智慧消防物联网解决方案概论[J]. 科学与信息化, 2018(21): 50.
- [2] 史翔婷. 老城区智慧消防改造处置对策[J]. 通讯世界, 2020, 27(12): 199-200.
- [3] 蓝美娟, 徐金虎. 智慧消防在温州养老中心建设管理中的应用探究[J]. 科技视界, 2019(21): 98-99, 48.
- [4] 岳清春. “智慧消防”视域下的社会消防安全管理研究[J]. 消防科学与技术, 2020, 39(1): 126-129.
- [5] 敖曼. 大数据时代背景下消防监督检查工作新思路探索[J]. 今日消防, 2019, 4(2): 44-45.
- [6] 吴先洪, 车辉, 杨波, 邢慧芬, 樊玉琦. 基于大数据的智慧消防系统架构探讨[J]. 物联网技术, 2021, 11(6): 47-49+54.
- [7] 艾梦佳. 智慧消防在防火监督业务中的发展探究解析[J]. 黑龙江人力资源和社会保障, 2022(13): 48-50.
- [8] 刘晓薇, 雷蕾. 智慧消防发展现状研究[J]. 消防界(电子版), 2022, 8(1): 19-22.
- [9] 周少桁. 麒麟区“智慧消防”工作现状分析及发展方向[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(11): 93-94.
- [10] 颜伟. 信息时代下做好“智慧消防”的几点思考[J]. 科学与信息化, 2018(8): 174, 176.
- [11] 申希平, 祁海萍, 刘小宁. Friedman M 检验平均秩的多重比较在 SPSS 软件的实现[J]. 中国卫生统计, 2013, 30(4): 611-613.
- [12] 王昊. 特色餐饮业顾客满意度模型构建及评测——以 J 日式料理店为例[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2015.
- [13] 唐晓玲. 基于熵值法的高等教育国际竞争力评价模型[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(8): 272-277.
- [14] 孙晓敏. 大型商业综合体建筑消防监督审核的几点思考[J]. 武警学院学报, 2014, 30(4): 42-44.
- [15] 郭畅. 浅谈城市智慧消防的发展与现状[J]. 数码世界, 2020(3): 233-234.