

基于集成创新理论的城市主战消防车设计

陈奕冰¹, 张浩², 于东玖³

(1.广东工业大学, 广州 510090; 2.广州商学院, 广州 511363; 3.南京工业大学, 南京 2118163)

摘要: **目的** 在城市消防救援任务日渐复杂的背景下, 消防应急救援车辆使用功能需求更加细分, 呈现出不同的功能形态和使用需求。为了应对复杂的城市抢险救援工作, 通过设计一款城市主战消防车, 满足消防车适用当前城市救援任务的需求。**方法** 以集成创新理论为指导, 调研和分析国内外城市主战消防车的造型、乘员室以及器材的布置, 总结国内此类车型存在的不足, 提出消防车设计原则, 并设计一款消防车进行论证分析。**结论** 采用集成创新设计, 把现有的各种资源要素优化组合, 进行创造性设计, 能够显著提高消防车综合性能, 更好地执行消防救灾灭火任务, 减少社会财产损失, 促进经济的平稳发展以及人们安定的生活。

关键词: 集成创新; 设计创新; 城市主战消防车; 人机工程

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)18-0118-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.18.018

Design of City Main Battle Fire Engine Based on the Integrated Innovation Theory

CHEN Yi-bing¹, ZHANG Hao², YU Dong-jiu³

(1.Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China; 2.Guangzhou College of Commerce, Guangzhou 511363, China; 3.Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

ABSTRACT: Under the increasingly complex background of urban firefighting and rescue missions, the functional requirements on use of fire emergency rescue vehicles have become more subdivided, presenting different functional forms and usage requirements. The paper aims to design a city main battle fire engine to meet the demand for the current urban rescue mission for fire engines, so as to deal with complex urban emergency rescue work. Guided by the integrated innovation theory, through research and analysis on domestic and foreign urban main battle fire engine models, occupant room and equipment layout, the domestic deficiencies of such models were summed up, the design principles of fire engines were put forward, and a fire engine was designed to carry out demonstration analysis. The use of integrated innovative design, the optimization and combination of various existing resource elements and creative design can significantly improve the overall performance of fire engines, better perform fire control and firefighting tasks, reduce the loss of social assets, promote the steady development of the economy and people's stable life.

KEY WORDS: integrated innovation; design innovation; city main battle fire engine; ergonomics

近年来我国经济和社会一直快速发展, 城市中的大型商业街、住宅区、工业区人员车辆越来越密集, 各种火灾发生几率随之增加。面对各种城市火灾的频繁发生, 城市对消防救援装备需求更加紧迫。为了应对复杂的城市抢险救援工作, 研发多功能的城市救援

车辆势在必行。我国目前已有许多消防部队配备城市主战消防车, 但大都是从国外进口。近几年国内也有一些厂家具有生产城市主战消防车的能力, 但整车功能和性能与国外先进车辆有不小差距^[1]。因此, 急需通过集成创新和设计创新对消防装备进行革新, 提高

收稿日期: 2019-05-18

基金项目: 广东省应用型科技研发专项资金重大项目 (2015B090923001)

作者简介: 陈奕冰 (1978—), 女, 湖南人, 广东工业大学讲师, 主要研究部方向为设计管理与可持续设计。

通信作者: 张浩 (1990—), 男, 安徽人, 硕士, 广州商学院助教, 主要研究方向为消防装备设计、可持续设计。

装备品质和救援效率。

1 集成创新与设计创新

1.1 集成创新理论

集成创新的思想是 1912 年由经济学家约瑟夫·熊彼特首次提出的,他把创新界定为“新的生产函数的建立”,即实现生产要素和生产条件的一种新组合^[2-3]。之后一些学者也对集成创新进行了定义以及推广,总结出集成创新即是将各创新要素进行优化、搭配和整合,注入创造性思维,促使创新要素之间相互融合、渗透,提高创新系统的整体功能,形成独特的创新能力和竞争优势,见图 1。

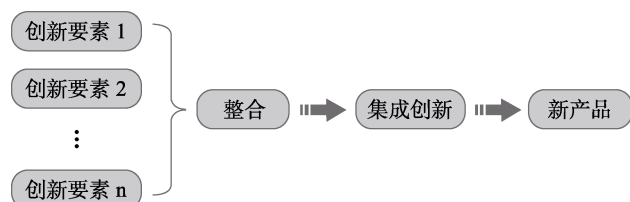


图 1 集成创新设计

Fig.1 Integrated innovation design

1.2 集成创新特点

集成创新作为一种创新方法,已经得到学术界和企业界的普遍认可。集成创新具有如下特点:(1)创造性,集成并不是单纯的把各个要素集中,而是利用创造性思维把众多要素经过主动地选优、搭配,产生新的竞争力;(2)融合性,创新要素按照最优方式结合在一起,实现有机融合;(3)能动性,集成创新是持续优化的过程,随着资源要素之间的关系不断变化,需要重新组合与搭配;(4)集成放大性,要合理控制资源要素之间比例与相互作用,使其优势互补,结构优化,实现集成创新整体功能放大效应。

1.3 设计创新

如今国际国内市场竞争日益激烈,产品创新不能仅依靠技术创新、模式创新,还要更加重视设计创新,2015 年 10 月 17 日—18 日,世界设计组织公布了最新的工业设计定义:工业设计旨在引导创新、促发商业成功及提供更高品质的生活,是一种将策略性解决问题的过程应用于产品、系统、服务及体验的设计活动。它是一种多学科交叉的专业,把技术、创新、商业及消费者紧密联系在一起,共同进行创造性活动,将问题、解决方案进行可视化,通过重新解构问题与机会,建立更好的产品、系统、服务、体验或商业,提供新的价值以及竞争优势。从最新的定义可以看出,传统工业设计对象正在由批量生产的工业产品向产品、系统、服务及体验的设计活动转变^[4]。

对比集成创新与设计创新,可以看到集成创新是从物的角度出发,寻求多样化的产品对技术的要求;设计创新是从人的角度探索人的生活方式和使用行为的需求^[5]。从创新过程来看,二者都注重各要素的匹配与融合。设计创新的本质是集成创新,需要融合各个元素(创新、技术、商业、研究及消费者等),寻求创新的可能性。

2 城市主战消防车

2.1 城市主战消防车概念

城市主战消防车这一概念是在《公安消防部队 2012—2015 年灭火救援装备建设规划》中首次在我国提出,即“消防队执行灭火救援任务第一出动车辆,具有多功能、多乘员、短轴距、功率强、智能化等特征的消防车”^[6]。这也是针对我国新形势下的救援任务特点,结合欧、美等经济发达国家消防经验所提出的概念。城市主战消防车也叫做 AT 车,上装部分一般采用铝合金制作,这样可以减轻车身质量,提高消防车机动性,见图 2。



图 2 卢森堡亚城市主战车

Fig.2 City main battle fire engine of Rosenbauer

2.2 城市主战消防车特点

作为城市消防救援第一出动的车辆,城市主战消防车具有其它种类车辆不具备的功能,使消防部队

救援更加精确明细化。主战车的主要特点有以下几个方面。

1) 多功能。城市主战车具有强大的救援灭火功能,车上配备有多种抢险救援器材,除了能扑灭普通

的 A、B 类火灾，还可以展开排烟、照明、破拆等灭火救援任务。

2) 多乘员。城市主战车的乘员室能够容纳多位成员，可以提供强大的救援能力。作为第一到达火灾救援现场的车辆，可以快速组成不同的作战小组，同步展开灭火、救援、疏散等多项任务，大大提高灭火、救援作战能力和效率。

3) 短轴距。作为首发出动的车辆，城市主战车拥有较强的通行能力。如今的城市路况越来越复杂，道路拥挤、街道狭窄，短轴距的车辆可以更容易穿梭于城市街道，及时到达火灾现场，侦察火情实施救援。

4) 功率强。这种消防车具有很强的比功率，在抵达现场实施救援的同时，还可以满足大流量水泵灭火、探测照明等，可以持续攻坚作战。

综合以上特点，城市主战消防车相比其他消防车具有明显的优势，有很强的单车作战能力，能够满足第一时间出动、救援、持续作战的需求，是如今火灾救援的先锋部队。提高城市主战消防车的设计，能够很好地提升城市救援任务效率^[7]。

2.3 国内消防车发展现状

我国消防车特种装备的研发能力已有明显进步，但一些关键技术和零件还需要进口，与欧、美、日等发达国家相比较各方面都还有不少差距。设计方面，由于国内企业对于工业设计不够重视，设计水平有限，很多消防车外观大多还处于模仿阶段。主要存

在的问题有：缺乏整车的集成创新设计；智能化自动控制系统计算和人机交互的操作界面技术落后；实现在复杂应急环境状态下的多设备网络化协同能力和多设备协同高效救灾的能力不足等^[7]。

城市主战车作为城市消防应急救援的主要车辆，国内对这种车辆的需求量越来越高，但这种车辆对技术创新和设计创新的要求非常高，目前国内消防部队对此种车辆的采购大部分以进口为主。对比国内与国外此款車型，设计上还有许多差距，见表 1。

1) 造型上，近几年消防车展可以看到国内厂家造型上改进不少，但大多停留在借鉴国外优秀厂家造型，或是局部改良，色调比较单一，缺乏统一的企业外形特征，造成审美疲劳，失去优势，不利于提升产品价值，给人一种设计创新能力不足的感觉。

2) 器材布置上，城市主战消防车器材配置较多，在进行器材布置时，需要充分考虑人机尺寸。国内器材室空间利用率明显不如国外一些优秀厂家，器材箱摆放较随意，一些细节方面的设计如抓握处舒适度，抽屉抽拉顺畅度，器材取用方便性都有不足^[8]。

3) 乘员室方面，国内消防车乘员室的设计和外国还有大差距，国外一般都很豪华，内饰美观，空呼器座椅舒适，充分考虑消防员的体验，座椅底部空间也充分利用，非常人性化。国内的消防车乘员室则显得比较简陋，还停留在能用的基础上，空呼器座椅座深不够、无靠背导致容易疲劳等，需要提高的地方有很多。

表 1 国内外城市主战消防车对比
Tab.1 Comparison of city main battle fire engine at home and abroad

关键词	国内	国外	图示						
			中消集团	上海金盾	苏州捷达	Rosenbauer	LENTNER	MAGIRUS	GIMAEX
外观	多借鉴国外造型 缺乏设计元素 造型比较呆板 棱角生硬。	上装与底盘 结合较好， 造型具有科技 感、速度感 美观度较高。							
器材布置	空间利用率不足 器材布局不合理 操作舒适度低。	器材布置紧凑 取放器材方便， 人性化和细节 做的更好。							
乘员室	座椅舒适度差 内饰设计简陋 座椅底部空间 闲置。	装饰豪华、 美观度高， 座椅人机合理、 舒适性好， 充分利用座椅 下面空间。							

3 城市主战消防车集成创新的原则

城市主战消防车是将多种先进消防技术集成到

一起的消防车辆，除了造型上的设计，器材配置以及乘员室的设计是城市主战消防车重点需要设计的部位。如何把已有先进消防技术通过集成创新设计理念融合在一起非常重要。通过上述调研与分析，提出以

下几个城市主战消防车创新的原则。

3.1 提高稳定性

在保证基本消防功能的基础上融合一些其他功能,这样就会带来消防系统的重组,这个过程可能会出现系统不稳定因素。设计人员若未能充分调和系统的不稳定因素,则可能无法带来集成效应,甚至还不如原有产品可靠。例如常用的消防车多功能化以后,会出现一些不稳定性,操作更复杂,维修成本也会提高。

3.2 集成的增益性

集成创新不仅仅是集成各要素于一体,还要体现出集成带来的增益性,即要关注集成产生的新产品是否给人们带来了便利和价值,使得原本无法实现的目标通过集成创新得以实现。集成要素通过优势互补的方式使得新产品产生增益性效果。

3.3 提高自主创新

集成创新的特点在于整合各种资源,强调对不同资源的创新、优化、组合,带来“1+1>2”的效益。但企业也需要有自身的优势资源,要充分重视原始创意和关键核心技术设计研发。我国消防车辆制造领域起步较晚,许多核心技术主要通过引进国外厂家,自主创新能力不足,再这样在背景下,企业需要加大自主研发力度。例如奥地利卢森堡亚通过集成化,对

AT 主战消防车进行了自主创新设计,整车大约有 20000 个零部件中的 12000 个均被进行了全新的设计,其独有的铝合金车厢的生产制造工艺保证了消防车质量轻巧,能够适应复杂路况下的车身扭曲,不会生锈且经久耐用^[9]。

通过以上几点,在进行设计创新时加强集成创新设计,能够弥补引进创新的不足,巩固和提高原始创新能力,使二者形成合力,产生出不亚于原始创新的成果,同时又可以避免过多的风险,降低企业的投入。

4 城市主战消防车案例设计

调研得出此类车型在外观上几代产品变化很小;器材布置合理性有待提高,空间利用率较低;乘员室问题较为复杂,与国外差距较大,乘坐环境与舒适度迫切需要提高。新款消防车,见图 3,结合上文提出的设计原则,进行设计改良与创新,集合智能化自动控制系统,实现在复杂应急环境状态下与其它消防装备协同作战;提高人机交互,使操作界面更加辨识。

在外观上,整车的造型进行了改良设计,警示灯、车身线条立体感强,视觉效果更加新颖,同时设计集合最新的互联网发展技术,车身侧面设计机有液位显示屏,可实时获取压缩泡沫余量。车尾部设计有交通诱导系统,使得在紧急救援情况下,能够及时传达行驶方向,同时也可以传达消防车功能信息,增加整车智能化系统,体现产品高端定位的形象。



图 3 城市主战车设计案例

Fig.3 Design case of city main battle fire engine

消防器材的布置位一般都会有一个比较合理的区位,经过调研,器材箱空间布局的合理性需要考虑器材的布置原则和人的相关因素两方面。器材的布置原则可以从重要性原则、使用频率原则、功能分组原则和使用顺序原则上进行分类^[10]。人的因素主要是从人的生理因素和心理因素两方面考虑,将器材布置在人能够安全舒适操作的范围内,结合人机尺寸,按照满足 95%的人使用的原则,将器材按区间摆放,见表 2。

由于箱体的体积较大,消防人员在拿取工具时基

本处于站立姿势,根据人的活动空间范围,把与人体有关的空间分为手操作的最大范围、最佳作业空间以及适宜范围和前屈或者下蹲的空间范围。根据一般人的使用原则,选择人体百分位数为 10 (即 P_{10}) 和 5 (P_5) 两种,分别满足使用人群的 90% 和 95%。图 4 为参考《GB/T10000—1998》^[10]的 P_5 人体模型的立姿活动空间的分布。这种空间作布局也不是固定不变的,人体操作习惯、消防器材颜色和使用规则等因素对消防员的操作都有一定的影响。因此,布局在不影

表 2 器材布置建议
Tab.2 Suggestions on equipment arrangement

区间	消防器材	解释说明
第一区间	移动发电机、消防水枪、排烟机、机动泵等。	质量重，体积大，作用重要，使用频繁，建议不知在下层。
第二区间	消防斧、丁字镐、橡胶锤、铁锹、无齿锯、多功能钳和剪切器等。	功能类似，体积大且质量轻，对固定方式要求严格，建议布置在正常范围内。
第三区间	灭火器、滤水器、水带挂钩、分水器、虑水篮等。	质量较轻，使用频繁，功能作用类似，建议布置在最佳作业范围内。
第四区间	水带、安全绳、救援三脚架等。	质量轻，建议布置在最大工作范围内。

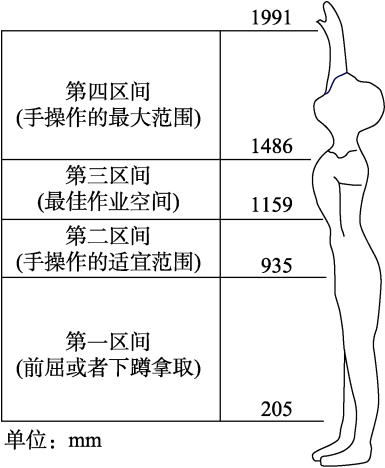


图 4 P_5 人体模型的立姿活动空间分布
Fig.4 Spatial distribution of standing posture in P_5 human body model

响整体操作的基础上可以有一定的修正量。

乘员室内饰经过设计，增添顶部装饰灯，乘员室门增加扶手，提高消防员的乘坐体验，结合人机工程学理念，为消防员打造一个舒适的乘坐环境。空气呼吸器座椅下面的空间也被充分利用，消防员在救援后，身体处于疲劳和缺水状态，座椅下面可储存饮用水和急救药箱，供给消防员急用。

5 结语

城市人口的剧增，各种灾发事件频发，传统功能单一的消防车辆已无法应对复杂多变的消防救援任务，多功能的城市主战消防车将是消防装备发展的必然趋势。文中对此类消防车进行了大量调研，实地走访消防部队，总结国内现有车型存在的不足，运用集成创新的设计原则进行设计创新，把握好产品的稳定性、增益性，让操作者安全、高效和舒适的执行消防救援任务。只有不断进行产品创新，结合实战需求，才能快速提高国内城市主战消防车的整体水平，更好地为我国消防事业服务。新一代的城市主战消防车设计应该是一种智能化、人性化、轻型化的集成创新设计。文中的设计原则对于其它类型消防车设计也具有很好的指导意义。

参考文献:

[1] 肖军. 消防车市场前景乐观[J]. 汽车工业研究, 2016(2): 52-54.
XIAO Jun. The Future of Fire Engine Market is Optimistic[J]. Automotive Industry Research, 2016(2): 52-54.

[2] 朱孔来, 乐菲菲. 对集成创新有关理论和实践问题的思考[J]. 经济纵横, 2011(10): 31-34.
ZHU Kong-lai, LE Fei-fei. Thoughts on the Theoretical and Practical Problems of Integrated Innovation[J]. Economic Aspect: 2011(10): 31-34.

[3] 胡一川. 集成创新在新产品开发中的探索研究[J]. 装饰, 2011(2): 137-138.
HU Yi-chuan. A Research of Integration Innovation in New Product Development[J]. Decoration, 2011(2): 137-138.

[4] 邹韬. 工业设计新概念的解读[J]. 智能制造, 2015(11): 23-24.
ZOU Tao. Interpretation of the New Concept of Industrial Design[J]. Intelligent Manufacturing: 2015(11): 23-24.

[5] 胡飞. 论设计知识的跨学科集成路径[J]. 室内设计与装修, 2016(11): 136-137.
HU Fei. Knowledge Design: Interdisciplinary T-type Structure and Integrated Innovation Ability[J]. Interior Design and Decoration: 2016(11): 136-137.

[6] 张全灵. 城市主战消防车浅析[J]. 消防技术与产品信息, 2013(12): 71-73.
ZHANG Quan-ling. Analysis of City Battle Fire Engine[J]. Fire Protection Technology and Product Information, 2013(12): 71-73.

[7] 刘茂生. 西部地区城市主战消防车设计思路初探[J]. 消防技术与产品信息, 2014(10): 51-54.
LIU Mao-sheng. The Western Region City Main Battle Fire Engine design ideas[J]. Fire Technique and Products Information, 2014(10): 51-54.

[8] 毕赢. 浅谈城市主战消防车的器材配置[J]. 消防技术与产品信息, 2013(6): 20-22.
BI Ying. Talking About the Equipment Configuration of City Main Battle Fire Engine[J]. Fire Technique and Products Information, 2013(6): 20-22.

[9] 石义民. 卢森堡亚 AT 城市主战消防车浅析[J]. 专用汽车, 2017(12): 66-69.
SHI Yi-min. A Brief Analysis of the Main Fire Engines in the City of Sub-AT in Luxembourg[J]. Special Purpose Vehicle, 2017(12): 66-69.

[10] 刘小霞. 基于人机工程学的消防车器材布局优化设计研究[J]. 图学学报, 2012, 33(5): 109-113.
LIU Xiao-xia. Research on Optimal Layout Design of Fire Engine Equipment Based on Ergonomics[J]. Chinese Journal of Graphics, 2012, 33(5): 109-113.