课

题

研

究

报

告

（面向救援需求的通航企业应急救援能力影响因素研究**Research on the influencing factors of emergency rescue capability of General Aviation Corporations facing rescue needs**）

**铜仁凤凰机场应急指挥中心：张 逍、邓江云**

**2019年 1 月**

**创见性声明**

本人小组声明：所呈交的课题报告是本小组成员在领导的指导下进行的工作和调研取得的成果，文中未所引用的他人已经发表或撰写过的研究成果，如有雷同，不慎荣幸。与我一同工作的同志对本报告所做的任何贡献在此明并表示谢意。

本小组成员：张 逍、邓江云

作者签名：张逍、邓江云 签字日期： 2019 年1月 11 日

**本报告版权使用授权书**

本报告作者完全了解著作权所赋予的权利，也清楚集团对于课题研究的相关规定。特授权贵州机场集团及贵州机场集团同仁凤凰分公司可以将课题报告的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意以上单位向有关部门或机构送交本研究报告的复印件和磁盘。但本文作者不对保密性作出承诺。

作者签名：张逍、邓江云 签字日期：2019 年 1 月 11 日

摘 要

当突发事件发生后，救援需求可能不同，所需的救援能力也不相同，如何判断救援单位是否有能力满足救援需求，对救援任务的指派十分重要。为了更好地判断通航企业是否有能力满足救援需求，文章从实际救援需求出发，通过需求分析、需求与能力映射分析、影响因素分析等构建航空应急救援能力指标体系，然后采用QFD方法构建航空应急救援能力评估模型，最后选择三家通航企业进行实例验证，了解通航企业是否有能力满足救援需求。通过QFD方法的使用，可以得到通航企业的综合救援能力竞争情况和面向某一项救援需求的救援能力竞争情况，为救援任务的指派提供指导。

**关键词：**救援需求；救援能力；评估体系；QFD

**Abstract**

After an emergency occurs, the rescue needs may be different, as well as the required rescue capabilities. Therefore, it is of great importance to judge whether the rescue units have the ability to meet the rescue needs. In order to better judge whether the general aviation corporations have the ability to meet the rescue needs, the article sets out the actual rescue needs, and builds an aviation emergency rescue capability index system through demand analysis, demand and capability mapping analysis, and influencing factor analysis, and then uses QFD to construct aviation emergency response. Based on the rescue capability assessment model, the three navigation companies were selected to conduct case validation and understand whether the general aviation company can meet the rescue needs. Through the QFD method, the competition situation of the general rescue ability of the navigable companies and the rescue capability competition facing a certain rescue demand can be obtained, which can provide guidance for the assignment of rescue tasks.

**Keywords**: rescue demand; rescue capability; index system; quality function deployment; evaluation model

目 录

[第1章 绪论 1](#_Toc513987536)

[1.1 研究背景 1](#_Toc513987537)

[1.2 研究目的与意义 2](#_Toc513987538)

[1.2.1 研究目的 2](#_Toc513987539)

[1.2.2 研究意义 2](#_Toc513987540)

[1.3 国内外研究现状 2](#_Toc513987541)

[1.3.1 国外研究现状 2](#_Toc513987542)

[1.3.2 国内研究现状 4](#_Toc513987543)

[1.4 研究框架 7](#_Toc513987544)

[第2章 基本方法和原理 8](#_Toc513987545)

[2.1 QFD基本概念与原理 8](#_Toc513987546)

[2.2 QFD分析步骤 9](#_Toc513987547)

[2.3 应用领域 9](#_Toc513987548)

[第3章 面向需求的航空应急救援能力指标体系构建 11](#_Toc513987549)

[3.1 需求分析 11](#_Toc513987550)

[3.2 面向需求的航空应急救援能力分析 11](#_Toc513987551)

[3.3 能力影响因素分析 12](#_Toc513987552)

[3.4 需求与能力映射关系 13](#_Toc513987553)

[3.5 能力指标体系构建 14](#_Toc513987554)

[3.5.1 救援队伍 14](#_Toc513987555)

[3.5.2 救援装备 15](#_Toc513987556)

[3.5.3 救援航空器 15](#_Toc513987557)

[3.5.4 救援物资储备 16](#_Toc513987558)

[3.5.5 应急管理与响应 16](#_Toc513987559)

[第4章 基于QFD的通航企业应急救援能力评估 18](#_Toc513987560)

[4.1 构建评估模型质量屋 18](#_Toc513987561)

[4.1.1 目标顾客与需求确定 18](#_Toc513987562)

[4.1.2 需求重要度确定 18](#_Toc513987563)

[4.1.3 根据救援需求确定救援能力指标 19](#_Toc513987564)

[4.1.4 救援能力指标与救援需求之间的关联程度分析 19](#_Toc513987565)

[4.1.5 计算能力指标权重 22](#_Toc513987566)

[4.2 应用实例 24](#_Toc513987567)

[4.2.1 综合能力竞争指数 26](#_Toc513987568)

[4.2.2 面向需求的能力竞争指数 26](#_Toc513987569)

[4.2.3 能力竞争指数比较分析 27](#_Toc513987570)

[第5章 结论 28](#_Toc513987571)

[参考文献 29](#_Toc513987572)

[致 谢 32](#_Toc513987573)

[附录A：外文翻译资料 33](#_Toc513987574)

# 绪论

## 研究背景

在抗击2008年汶川地震灾害中，我国出动了解放军、武警官兵14.6万余人，民兵预备役7.5万人，消防特勤、特警、边防等公安救援队伍1.7万余人，地震、矿山等专业救援队伍5200多人，医疗、防疫、医药和卫生监督人员9.3万余人，共转移受困群众148.6万人，抢救生还者8.4万人[1]。由此可见我国应急救援力量主要是由军队与消防公安组成。对于军队力量，虽然我国在军队建设方面强调了履行多样化任务的能力，但都集中在作战任务上，在应急救援方面的准备、学习和训练方面仍有不足，在执行救援任务中容易出现救灾行动不规范，具体操作不专一的现象。而且还缺乏必要的救援装备，在汶川地震救援任务中，除了少数专业救援队伍拥有特种设备与专业工具如生命探测仪，液压扩张工具等等以外，救援整体上严重缺乏必要的救援装备，参与救援的10余万解放军和武警官兵只能通过使用铁锹这样最原始的救援工具进行救援。此外，从经济学而言，长期、频繁动用常备精锐部队执行应急救灾任务其实并不经济，容易造成不必要的资源浪费。对于消防队伍，在2008年新修订的《消防法》中除了消防队伍的灭火救援职能外还赋予了一项新职能——应急救援。在《国务院办公厅过于加强基层应急队伍的意见》中也要求：“各级县人民政府要以公安消防队伍及其他优势专业应急救援队伍为依托，建立或确定‘一专多能’的县级综合性应急救援队伍，在发生相关突发事件后，立即开展救援处置工作”，但我国消防部队长期以来从事消防灭火工作，在消防灭火方面专业性很高，但在应急救援方面缺乏专门的训练，在综合应急救援方面的经验并不丰富。此外，目前我国公安现役消防部队现有编制人员15万人左右，现有消防队执勤警力平均不足20人，我国公安现役消防部队现在编制人员占全国总人口的比例不到万分之一，而世界上多数国家平均在万分之十以上[2]。在重、特大灾害发生时，难以满足救援需求。

其实在大多数的救援任务都可以通过社会救援力量进行，这样可以充分发挥市场资源配置的作用，而且社会救援力量具有很强的专业知识，拥有更多专业的救援工具和实际救援经验，在执行救援任务时更加规范，效率更高。军队力量应用于重大、险、急、难的救援需求中，这样一来，不仅提高了救援资源的效益和救援效率，也可以给社会救援产业提供了发展空间和市场。比如，在2008年南方冰雪灾害中，为了快速进行电力抢修，贵州等地区积极协调陆航开展直升机电力巡查工作。陆航出动了米—171直升机开展救援工作。但我们都知道米—171直升机是通用型运输机，体积大、重量大，而且机上没有专业的巡查设备，在巡查过程中，完全依靠人力趴在机舱里进行目视作业，巡查效率并不是很高。然而我国很多通用航空都有专门用于电力巡查的直升机，拥有专业的巡视设备，成本更低，速度更快，飞行高度更低，断点定位更加精确，但却没有得到有效的利用。

虽然社会救援力量在应急救援中有着积极意义，但由于我国应急起步相对较晚，且在这方面制度、法律规章不够完善，导致社会救援力量分散，发展良莠不齐。而且现在没有良好的评价机制对这些救援能力进行衡量，如何判断救援单位是否有能力满足救援需求成了一大难题。当突发事件发生后，如果没有精确判断灾区的实际需求水平，社会救援力量盲目、无序地涌入灾区，也将会给救灾工作带来负面影响。比如在庐山地震中，来自四面八方的救援力量短时间在灾区聚集，使得通往灾区的道路出现大面积的拥堵现象，导致受伤人员无法运出灾区，救灾物资无法运入灾区，反而影响了救援工作的正常进行。所以本文以通航企业为研究对象，从实际救援需求出发，对航空应急救援需求分析研究，针对通航企业参与救援过程中对特定任务需求的能力满足程度进行研究，解决能力与需求不匹配的乱象，以便为航空应急救援的发展和指挥工作提供指导。

## 研究目的与意义

### 研究目的

本研究课题旨在以通航企业为研究对象，对突发事件发生后对航空应急救援需求进行分析，找出实际所需要的航空应急救援能力，建立基于救援需求的通航企业应急救援能力评估模型，以判断通航企业是否有能力满足救援需求，解决能力与需求不匹配的乱象，为航空应急救援的调度与指挥提供指导。

### 研究意义

（1）对突发事件发生后的救援需求进行分析，为救援力量的指派，物资调度提供依据。

（2）从实际的救援需求出发，建立基于需求的航空应急救援能力指标体系，使后续的评价结果更加准确。

（3）基于需求建立通航企业能力评估模型，可以对通航企业救援能力进行评估，判断其是否可以满足救援需求，防止出现救援力量与救援需求脱离的情况，可为应急救援调配与指挥提供指导。

## 国内外研究现状

### 国外研究现状

国外关于应急能力研究主要在应急救援准备能力、灾害应对能力、提高能力评估的有效性、灾害危害性评估、应救救援能力评估等五方面进行研究。

（一）在应急救援准备能力方面，Lieut. Col[3]通过回顾大规模应急计划的特点，伤亡事故（MCI）和评估医院应急准备的模型，提出准备金字塔来规划和评估医院基础设施、知识、能力以及培训等应急准备情况；S. Amin[4]引入专家系统的评估方法对吉达和麦加的许多经常性急骤洪水事件后的灾难训练能力和备灾需求进行评估，以帮助支持、衡量和提高沙特阿拉伯民防当局的培训和准备能力；Davide Manca[5]从多个角度考虑了道路隧道应急响应系统，选择层次分析法测量道路隧道事故应急系统性能所需的等级结构和评估其相对重要性的权重，来判断道路隧道事故准备活动的有效性。在对应急准备能力评估的研究中，三位学者从预防为主的角度出发，对设施设备，知识技能的培训情况等应急准备能力进行评估，可检验灾前应急准备情况是否充分，做到防患于未然。

（二）从灾害应对能力方面，J. Post[6]对印度尼西亚沿海地区的现实情况进行了研究，采用GIS方法，计算人们可能需要自救的时间（ET）和人们实际拥有的时间（RST），来评估海啸发生时人们即时反应能力；中村仁[7]为了促进公民与地方政府之间风险交流，减轻地震情况下房屋倒塌损失和火灾破坏，提出了一种基于统计数据方法来评估城市社区应对地震灾害的应急能力。当灾害发生了，如何快速地做出响应，快速开展疏散与救援，对减轻人员伤亡和财产损失十分重要，因此对灾害应对能力的评价是十分有必要的，这样可以提前发现问题，提供最优解决方案，有利于提高综合应急能力。

（三）在提高能力评估有效性方面，H. Lindbom[8]针对如何提高能力评估的有用性，通过对来自瑞士的89名救援人员进行实验研究，调查影响能力评估决策的有用性，结果表明能力评估中明确资源和任务可以提高决策能力的有用性。目前，对于能力评估的方法和研究比较多，但在提高评估的有效性的研究相对较少，H.Lindbom学者在其研究中针对提高能力评估有用性进行研究，找出影响决策和能力评估有用性的主要因素，使能力评估更加准确，为提高能力评估有用性提供参考。

（四）在对灾害危害性方面进评估方面，Kanchan Das[9]提出一种基于整数线性规划模型的方法来评估灾害的影响和灾害紧急救援需求，以便对发生灾害后的灾害程度进行评估，为选择合适的救灾方案和救灾物资调配提供参考。作者在其研究中，通过构建受灾程度与需求的分析模型，评估受灾程度，可以为救灾方案的选择，资源优化调度提供参考，能更好地提高救灾效率。

（五）在应急救援能力评估方面，Akira Takahashi[10]通过对神户大学附属医院急诊医疗案例进行研究，计算出所需的医疗人员数量，设备和治疗时间，提出了评估医院治疗容量（HTC）和医院最大可接受患者数量（MCN）的估算公式，可对当地灾害医疗应对能力（救援能力，处理能力）进行评估；Ben Smith[11]对威尔逊消防和救援服务（WFRS）进行了水上救援能力评估。评估发现威尔逊救援队在水上救援能力是有限的，需要进行改进，并提出改进意见，比如需要根据相应标准提供附加个人防护设备、补充完善水上救援设备和加强安全潜水训练等等，并提出正式成立FEMA II型水上救援队的目标；Soley Kaldal[12]通过文献研究的方法，找出现有的能力评估方法和模型，然后针对冰岛现实情况和容易发生的灾害类型，采用决策分析的动态分析方法，主要从时间和设备方面对冰岛地区在紧急情况下海上搜索与救援能力情况进行评估。在应急救援能力评估方面，预先对应急救援能力进行评估，可以得到救援队伍相应的救援能力与发现存在的不足，为救援的指派与改进提供帮助，以防出现应急救援能力与救援需求不相符，造成混乱的现象。

### 国内研究现状

#### 应急救援能力评估研究

我国学者在应急救援能力评估方面的研究主要集中在煤矿、交通出行、地震灾害、石油化工、城市灾害、消防队伍、航空应急救援等七方面。

（一）在煤矿应急救援能力评估方面，杨力，单仁亮，韩晋平等人[13-20]为了提高我国煤矿应急救援能力，分析了我国煤矿安全生产条件、事故特点和煤矿应急救援能力影响因素，采用了ISM方法、Vague集理论、灰色-模糊综合法、结构方程模型、熵权法、模糊决策参数法等方法，构建能力评价指标体系，对煤矿应急救援能力进行综合性评价，并为提升煤矿企业应急救援能力提出建议。煤矿是一个高危行业，近几年来，煤矿安全事故多发，死亡人数和事故数较高，因此引起了人们的广泛关注，如何在灾害发生后进行及时有效的救援，使矿工伤亡和财产损失降到最低成了热门话题，研究学者们针对煤矿安全评估指标体系不完善，安全生产指标不成熟等问题，从不同角度，不同评估方法展开研究，使煤矿应急救援能力评估方面的研究逐渐趋于成熟。

（二）在交通出行方面，张铭[21]阐述了我国轨道交通的安全现状，采用模糊层次分析法对影响应急救援过程的各个功能要素做定性和定量分析, 构建评价指标体系，根据评价结果找出城市轨道交通运营安全的薄弱环节；段宗涛[22]，张世明[23]，马兆有[24]等人针对高速公路事故的发生频率和数量不断提高，对道路安全造成的危害也越来越大的情况，采用层次分析、模糊综合评价、隶属度分析等方法，建立高速公路应急救援能力指标体系，科学反映高速公路应急救援能力水平和不足。交通出行和我们的生活休戚相关，学者们通过现状研究，找出交通安全的薄弱环节，科学反映应急救援能力情况，发现并改善安全问题，使我们安全出行更有保障。

（三）在地震灾害应急方面，曹毅[25]通过采用模糊综合评价法对救援队应急救援能力进行综合评价，了解了地震救援队应急救援能力的构成要素，为城市救援队的构建提供了方向；李亦纲[26]，周进军[27]总结了地震灾害应急管理的内容和特点，考察现有评价体系指标，对我国地震灾害综合应急救援能力进行评估；郭燕[28]采用ISM和 FCE的方法，从应急管理时间轴角度分析地震应急能力影响因素，地震防震减灾应急管理能力评价体系，从理论上为政府有关部门处置突发事件提供一些决策依据。自2008年来我国加大了在地震灾害应急救援建设，在专业救援队伍和地震灾害应急管理等方面的建设都有很大的改观，在专业救援队伍和综合应急救援能力的评估方面的研究也越来越多，从上述学者的研究来看，大部分研究都侧重于评估方法和评估理论的更新，而郭燕认为这样构建的指标体系之间可能会存在不独立的情况，所以她从前，中，后进行分析构建能力评估体系，这样更加准确，更具针对性。

（四）在石油化工方面，倪刚[29]通过对海岛型国家石油储备基地应急救援相关关系进行研究，采用德尔菲法和G1法构建应急救援能力评估模型，并对石油储备基地的应急救援能力做出客观评价；陈文涛[30]以危险化学品泄漏事故为对象，采用三角模糊数理论和模糊综合评价方法建立评价模型，对化工园区事故综合应急救援能力进行评价，及时掌握园区应急救援状况，并积极采取措施提高综合应急救援能力；朱桂明[31]对石化企业生产及事故特点进行了分析，采用可拓评判方法建立石化企业应急救援能力综合评判的模型，找出石化企业应急管理的薄弱环节，对企业改进应急能力提供参考。石油化工的生产一方面丰富了人类的物质生活,另一方面也隐藏或潜伏着众多的危险，一旦发生事故，将会造成巨大的损失和严重的环境污染，治理成本高，因此,如何提高石化企业的应急能力十分重要。通过对石油储油基地、石化企业的应急救援能力的评估，可以发现应急管理和应急救援能力方面的不足，从而可以采取积极措施提高应急救援能力。

（五）在城市灾害应急能力评估方面，赵玲[32]连达军[33]陈鹏[34]针对城市灾害的特殊性，为了提高灾害应急能力，分别采用层次分析法，模糊分层德尔菲法，网格尺度构建了城市灾害应急救援能力评估体系，为城市灾害应急救援工作提供参考。城市具有人员和财产集中，社会问题复杂，建筑物密集高大基础设施易损等特点，容易造成救援难度大，损失严重。因此对于城市灾害应急救援应急能力评估很必要，这样可以明确在城市发展中的危机，及时改正，提高城市应急救援能力，通过以上研究分析发现，对于城市灾害应急能力评估都是以某个城市为例，缺少一个综合适用的评估体系。

（六）在消防队伍能力评估方面，吕显智[35]葛巍巍[36]分析了当前应急救援现状和基层公安消防部队的实际情况，采用德尔菲和层次分析法，提出了一套消防部队应急救援能力评价体系，为基层公安消防部队应急救援能力评价及应急救援能力建设提供参考。目前，我国消防队伍应急救援能力存在着不均衡的情况，基层消防队伍的救援能力有待发展，通过对其应救救援能力进行评估可以更好的发现有待提高的部分，成为“一专多能”的救援队伍。

（七）在航空应急救援能力评估方面，潘卫军[37]分析了搜寻救援的实际情况，运用改进的模糊综合层次分析法可对搜救能力现状进行评估；徐吉辉[38,39]分别采用了结构熵和AHP-FCE方法，根据航空应急救援的特点及要求，分析了航空应急救援能力的影响因素，构建评价指标体系，对航空应急救援能力进行评价。从2008年南方冰雪灾害和汶川地震后，航空应急救援由于反应速度快，受地域和环境影响小，在应急救援中受到人们广泛的关注，航空应急救援的发展十分迅速，但各个救援单位发展良莠不齐，在其应急救援能力方面的评估研究较少，缺少完善的指标体系，都是采用有表征性的指标进行能力评估，评价结果不能准确地代表救援单位实际的救援能力，容易出现与实际需求相脱离的情况。

#### 应急救援能力需求研究

在应急救援能力需求方面的研究，陈春良[40]分析了机械化部队的作战流程和装备保障基本任务,通过需求分析和任务与能力需求的转化，利用QFD的BP神经网络方法建立能力需求分析模型，得出关键能力指标,以及需要改善的能力指标；舒宇[41]从能力需求出发，将体系作战能力逐级分解，构建网络层次模型，采用网络灰色模糊综合方法对武器装备体系作者能力进行评价；荣莉莉[42]从知识供需匹配的角度出发，通过供需2个方面的知识匹配来评价和诊断预案，能够有效地诊断出预案的不足之处，为修订和完善应急预案提供明确且有针对性的参考。目前在应急救援能力需求方面的研究比较少，从以上学者研究发现，他们从供需匹配的角度出发进行分析研究，建立能力评估体系，这样一来，能准确发现其中供给不足的情况，对于改进更具针对性，更加贴近现实情况，防止出现脱离现实的情况。

通过对国内外研究文献研究发现，国外对应急救援能力的研究主要是对应急救援能力的评估和如何提高能力评估有效性。在应急救援能力评估方面的研究主要是从突发事件发生的过程出发，针对各阶段实际灾害情况，对应急准备能力、应急响应能力、应急救援等能力进行评估，从实际情况出发，使评估更具针对性。在如何提高能力评估有效性方面，国外学者通过对比实验分析，得出了“资源”和“特定任务”这两个最能影响应急救援能力评估有效性的因素，可为今后的能力评估提供参考。我国在应急救援能力评估方面的研究，主要是从不同类别的突发事件出发，比如煤矿、石油化工、地震、城市交通等等。指标的选取主要是从救援力量自身情况出发，采用具有表征性的评价指标，而不是从特定的救援任务出发，这样一来评价结果容易与现实需求相脱离的情况，而且评估方法是采用传统的效能评估方法，具有诸多瓶颈，达不到想要的救援效果。对于需求的研究，有研究表明，以需求作为评估体系的着眼点，可以体现评估体系层次特点，更加准确，但我国基于能力需求的研究不仅数量较少，而且研究范围比较狭窄，有待更深入的研究。综合国内外研究现状来看，针对航空应急救援能力评估方面的研究非常少，特别是基于航空应急救援能力需求的航空应急救援能力评估的研究基本没有，所以本课题研究从航空应急救援能力需求出发，建立航空应急救援能力需求与航空应急救援能力间的映射关系，把航空应急救援能力需求转化为对应急救援能力建设要求，构建通航企业航空应急救援能力指标体系，采用质量功能展开（QFD）方法，对航空应急救援能力进行评估。

## 研究框架



图1-1 研究框架

# 基本方法和原理

## QFD基本概念与原理

质量功能展开（Quality Function Deployment，简称QFD）是由被称为“QFD理论之父”的日本学者赤尾洋二于二十世纪六十年代提出的[43]。1972年，QFD首次被日本三菱重工神户造船厂应用在生产制造中，之后日本丰田公司开始把QFD理论应用到产品的设计开发过程中，获得很高的经济效益。二十世纪八十年代，QFD 理论开始在美国范围内广泛流传，福特汽车公司、惠普、宝洁、IBM等公司先后引入QFD方法，并获得很大成功，之后QFD理论逐渐在世界范围内广泛传播。

QFD是一种多层次的演绎分析方法，它是以市场为导向，把用户的需求作为整个开发过程中的指导思想，将需求转化为工程技术指标，并且逐步扩大到产品的设计需求、产品开发、零部件设计和生产销售中去。通过QFD方法的使用，可以了解产品制作过程中的重要环节、研制的主要部件和关键技术等，不但可以提高了产品的质量，增加了用户的满意度，降低了成本，也增强了产品的市场竞争力，确保了商品的成功开发。QFD的分析过程是通过的质量屋来实现。

“质量屋（House of Quality）” 是质量功能扩展的核心，是由美国学者J.R.Hauser与D.Clausing于1988年提出的，它可以确定顾客需求和相应产品或服务技术特性之间联系，量化分析顾客需求与服务技术措施间的关系[44]。质量屋的基本原理是通过直观的矩阵图示，形成质量屋的基本框架，再对所输入的信息进行分析评价，最终实现需求转化，即完成了从“需要什么”到“怎样去做”的转换。质量屋由以下几个部分组成：WHATS矩阵，表示需求是什么，包含顾客需求及其重要度；HOWS矩阵表示如何才能满足顾客需求需要，即服务或技术特性；相互关系矩阵，表示WHATS项与HOWS项的相互关系，即表示顾客需求与服务技术特性之间的关系和耦合强度；HOWS项是相互关系矩阵，表示各技术特性之间的关联关系；评价矩阵表示市场竞争性分析，即市场竞争对手对于各项顾客需求的满足情况，从顾客的角度评估产品在市场上的竞争力；HOWS输出项矩阵，主要是技术竞争性评价矩阵，可以得出技术竞争力或可行性比较。

Hows相互关系矩阵(服务技术特性相互相关矩阵)

Hows矩阵(服务技术特性矩阵)

相互关系矩阵

(顾客需求和服务技术特性之间的关系矩阵)

Hows输出项矩阵

(技术竞争性评估、评价矩阵)

Whats输入项矩阵（顾客需求及其权重）

评价矩阵(市场竞争性评估）

图2-1质量屋（house of quality）结构模型

## QFD分析步骤

QFD实现包括以下典型步骤：

1. 确定目标顾客及顾客需求：

2）确定各项需求的重要度；

3）根据顾客的需求，确定最终产品应具备的技术特性；

4）分析产品的每一特性与满足顾客各项需求之间的关联程度；

5）评估产品的市场竞争力：

6）技术竞争性评估；

## 应用领域

QFD的核心思想就是根据用户的需求生产所需产品。利用QFD需求模型分析，可以正确把握顾客需求，有效地减少产品设计时间和设计变动，在减少设计和制造成本的同时可以提高产品质量，使开发的产品更能满足顾客的需求，提高顾客满意度。所以目前QFD理论主要应用在以下领域。

（1）制造业。在QFD提出后，1972年首次被日本三菱应用在生产制造中，随后被日本丰田公司成功用于汽车设计中，后来QFD逐渐传播到欧美国家并得到了普遍推广。所以QFD理论在形成之初被广泛的应用到制造业中，特别是船舶制造和汽车制造业。

（2）服务业。QFD的核心思想是根据顾客需求生产所需产品，这与服务行业“以顾客为核心”的理念基本一致，因此QFD还可以应用在服务行业中，比如酒店，航空的服务行业。在服务行业中引用QFD质量模型，可以更好地掌握顾客对服务品质的要求，发现原有服务的不足之处，并加以改进与创新，进而提高服务品质，提高顾客满意度，使公司具有较强的核心竞争力。

（3）餐旅业。在餐旅业中采用QFD质量展开分析模型，不但改善服务质量和提高顾客满意度，还可以将服务项目管理和服务创新与顾客需求相结合，进行有针对性地创新和管理，根据不同顾客需求提供不同的服务模式，提高餐旅业的服务质量的同时，还能吸引顾客，改善顾客与公司的关系，提高餐旅市场竞争力。

（4）医疗服务。对于医疗服务来说，运用QFD分析模型，就是将病人救治需求转化为医疗服务的质量标准，并将这种标准应用到实际的医疗服务中，同时，医疗机构还可以将QFD分析模型应用到医院与医疗用品供应商的选择中。

（5）教育业。在教育业中，可以将QFD应用在课程设计评估中，根据教学大纲中需要培养学生何种能力作为输入项，对安排课程进行评估，可以提高课程安排的科学性，提高教学效果，改善教学质量。QFD也可以应用在远程教学活动中，通过QFD方法，可以根据学生的期望对课程进行设置，对教学课程进行评估，不仅可以找出现存的问题，还可以增强学生学习积极性，提高教学效果与满意度，提升教学质量[45]。

# 面向需求的航空应急救援能力指标体系构建

## 需求分析

要构建基于需求的航空应急救援能力指标体系，首先需要确定需求对象和具体救援需求。对航空应急救援来说，其需求对象是由于突发事件的发生，造成了人财物的损坏或受到威胁的人民群众。为了能更准确地获得实际救援需求，本文采用文献研究、案例分析、研究对象分解三种方法对航空应急救援需求进行分析：

1. 文献研究。通过对国内外学者关于突发事件应急救援的文献进行整理和分析，找出在各类突发事件中的航空应急救援需求。
2. 案例分析。结合国内外历次应急救援实例进行分析，找出其中存在的不足和实际的航空应急救援需求。
3. 研究对象分解。站在受灾人群的角度，针对不同的突发事件类型，根据相关知识、经验和技术标准，提炼出相关的航空应急救援需求。

通过上述方法，归纳总结得出医疗救护、搜索救援、物资人员运送、消防灭火、卫生防疫、灾情勘察等六项主要的航空应急救援需求，具体情况如下表：

表3-1救援需求种类

|  |  |
| --- | --- |
| 航空应急救援需求 | 救援需求含义 |
| 医疗救护需求 | 对受伤人员进行检查与救治，活体器官紧急运送、病人的转院 |
| 搜索救援需求 | 对灾害现场进行搜索与救援，使受困或受伤人员脱离受困或危险状态 |
| 物资人员运送需求 | 利用救援直升机把救援人员运往灾区实施救援，把受灾人员运送到安全地带，向灾区运送救援设备，医疗物资，救援物资等等 |
| 消防灭火需求 | 对高层建筑火、森林等火灾进行空中灭火 |
| 卫生防疫需求 | 使用救援航空器在空中喷洒消毒防疫药品，防止灾后疫情的爆发 |
| 灾情勘察需求 | 对受灾情况进行勘察，准确、快速地获取灾害情况信息 |

## 面向需求的航空应急救援能力分析

面向需求的航空应急能力需求分析就是把应急救援需求指标描述的救援需求转化为应急救援能力指标，其关键在于找准救援需求与救援能力之间的对应关系。通过对航空应急救援任务需求分析以及对航空应急救援需求的提炼与分解，得出九种航空应急救援能力需求，分别是：医疗救护能力，搜索救援能力，物资人员运送能力，消防灭火能力，卫生防疫能力，应急通信能力，灾情勘察能力，导航定位能力，空中指挥能力。救援需求与救援能力对应关系如下表所示：

表3-2救援需求与救援能力对应关系

|  |  |
| --- | --- |
| 航空应急救援需求 | 航空应急救援能力需求 |
| 医疗救护需求 | 医疗救护能力、物资人员运送能力、应急通信能力、导航定位能力、空中指挥能力 |
| 搜索救援需求 | 搜索救援能力、应急通信能力、导航定位能力、空中指挥能力 |
| 物资人员运送需求 | 物资人员运送能力、应急通信能力、导航定位能力、空中指挥能力 |
| 消防灭火需求 | 消防灭火能力，应急通信能力、导航定位能力、空中指挥能力 |
| 卫生防疫需求 | 卫生防疫能力、应急通信能力、导航定位能力、空中指挥能力 |
| 灾情勘察需求 | 应急通信能力、灾情勘察能力、导航定位能力 |

## 能力影响因素分析

对于航空应急救援能力影响因素有很多，主要包括救援队伍、救援装备、救援航空器、物资储备、应急管理与响应等五类：

1. 救援队伍

在航空应急救援队伍中涉及的人员有：救援专家、救援指挥员、飞行员、空中观察员、医务人员、护理人员、伤患装卸员、搜救操作员、空中搜索人员、救援物资装卸员、绞车操作员、空中消防员、空中防疫员等。救援专家可以为应急救援工作提供技术支持，建议措施，做出重要决策等；救援指挥员可以在空中对救援活动进行指挥，保证救援活动有序进行；飞行员可以对飞行中的飞机提供安全操作；空中观察员可以对周围环境进行观察，给飞行员和其他救援人员提供安全信息；医务人员可以为受伤人员提供医疗救护；护理人员可以给受伤人员提供医疗护理和协助医务人员对伤员进行检查与救治等；伤患装卸员负责规范地将伤患人员装上或卸下救援直升机；搜救人员可以对灾害现场受灾人员进行搜索与救援；空中搜救人员可以利用专业设备在空中对受灾地区进行搜救工作；物资装卸员可以对物资进行装卸和空投操作；绞车操作员负责绞车的操作；空中消防员负责在空中进行灭火操作；防疫人员负责向灾区喷洒消毒防疫药剂，防止灾害疫情发生。这些救援人员自身的身体素质、基本能力、救援经验等能力都会对实际救援任务高效进行造成影响。

1. 救援装备

在航空应急救援中主要涉及到的救援装备主要有医疗救护设备、搜索救援设备、物资吊装与投放设备、消防设备、卫生防疫设备、通信设备、导航定位设备等等。在功能和性能上能满足救援需求的设备是实施有效救援任务的基础，如果这些救援装备不能正常满足救援队伍的需求，那么在实际救援任务中将会给救援人员的救援工作带来很大的麻烦，会严重影响救援工作的正常开展。

1. 救援航空器

救援航空器是航空应急救援的核心，贯穿着整个航空应急救援活动，因此救援航空器性能好坏将直接影响着航空应急救援任务的顺利进行，比如救援直升机的续航能力，悬停能力，导航定位能力，应急通信能力，载重载量情况等等。

1. 救援物资储备

对于通航企业来说主要是提供救援保障服务，涉及到的物资储备主要有医疗药品的储备和医疗耗材的储备，其他的物资由其他救援力量供给，通航企业主要负责运送。

1. 应急管理与响应

应急管理与响应主要涉及救援单位突发事件发生前救援准备，突发事件发生后救援响应和救援结束后的休整。救援前的准备主要包括各类专项救援行动预案的制定与修改，人员教育培训情况，人员训练的管理，设备维护情况等等。救援响应主要包括救援资源的调配，救援反应时间，救援时效，内外部沟通与协调等等。救援结束后的休整主要包括救援队伍的休整，物资的补充和救援设备的清点与维护等。救援前的有效准备能保证在突发事件发生后，能够及时地启动完善的救援行动预案，快速有效地开展救援活动。救援响应中的快速反应，合理的资源调配，有效、及时的沟通协调才能保证救援活动高效地进行。救援结束后的休整可以保证救援力量快速恢复到救援前的状态，及时投入到企业其他生产活动中或以防其他突发事件救援需要。

## 需求与能力映射关系

通过对航空应急救援需求和航空应急救援能力需求的分析，可以找出他们之间的联系，并建立他们之间的映射关系。救援需求与救援能力之间的映射关系可能是一对一的，也有可能是一对多的，具体映射关系如下图：

图3-1 需求与能力映射关系



## 能力指标体系构建

为了全面系统地得出航空应急救援能力指标，本文采用文献分析、研究对象分解、救援需求与救援任务的提炼与分解等三种方法对航空应急救援能力指标进行获取与分析。

1. 文献分析。通过对国内外关于航空应急救援文献进行整理和分析，分析出在各类突发事件中所需的航空应急救援能力指标。
2. 研究对象分解。站在通航企业的角度，利用相关专业知识，经验，技术标准对其能力指标进行分析。
3. 救援需求、救援任务的提炼与分解。从实际的救援需求和救援任务出发，提炼出满足实际救援需求和任务的航空应急救援能力指标。

利用上述三种方法对航空应急救援能力指标得出了救援队伍、救援装备、救援航空器、救援物资储备和应急管理与响应5项一级指标，62项二级指标，具体情况如下所示：

### 救援队伍

表3-3 救援队伍能力指标及含义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标含义 |
| 救援队伍 | 救援专家 | 为应急救援提供技术支持、建议措施、重要决策的人员 |
| 救援指挥员 | 指挥救援活动的有效进行的人员 |
| 飞行员 | 为飞行中的飞机提供安全的操作，保持所有乘客和乘员的安全的人员 |
| 空中观察员 | 安全和有效地进行视觉观察，给飞行员或其他人员提供安全信息的人员 |
| 医务人员 | 给受伤人员进行检查或进行治疗的人员 |
| 护理人员 | 给受伤人员提供护理，协助医务人员对受伤人员进行救治，照顾患者的人员 |
| 伤患装卸员 | 利用装卸工具将伤员装载或卸下救援直升机的人员 |
| 搜救操作员 | 在灾害现场提供搜索救援活动的人员 |
| 空中搜索人员 | 在空中进行需要救援或被困人员的搜索活动的人员 |
| 救援物资装卸员 | 将救援物资装上或卸下救援直升机的人员 |
| 绞车操作员 | 负责操作绞车的提升或牵引的人员 |
| 空中消防员 | 负责空中灭火操作的人员 |
| 空中防疫人员 | 负责空中防疫药物的投放于喷洒工作的人员 |

### 救援装备

表3-4 救援装备能力指标及含义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标含义 |
| 救援装备 | 公共-防护设备 | 用于保护受灾人员免受二次伤害或保护救援人员免受伤害的防护物品与工具，比如手套，口罩、救生衣 |
| 公共-通信设备 | 用于应急救援信息的传达提供支持的设备 |
| 公共-导航与定位设备 | 为航空应急救援提供方位、路线指引的设备 |
| 公共-照明设备 | 在夜间或光线条件不好的情况下给救援人员提供照明条件的工具，如机载照明灯，手电筒 |
| 公共-直升机起降辅助设备 | 用于辅助救援直升机起降的辅助设备 |
| 医疗-生命支持设备 | 用于维持受伤人员生命的设备，比如呼吸机、氧气瓶、输液泵 |
| 医疗-检查设备 | 用于对人员进行检查的工具，如听诊器，移动式X光机 |
| 医疗-治疗设备 | 转移过程中对受伤人员进行简单治疗的仪器，如降温机 |
| 医疗-急救设备 | 对受伤人员进行急救的仪器，如呼吸机，心肺复苏相关仪器 |
| 医疗-监护设备 | 对受伤人员生命体征进行监护的仪器，如气血分析仪，心电仪 |
| 医疗-固定设备 | 用于固定受伤人员肢体或救援仪器的设备 |
| 医疗-除颤设备 | 在转移中用于消除飞机产生的振动的仪器，如除颤仪 |
| 搜救-搜索设备 | 用于找出需要救援或受困人员的设备，如声波震动生命探测仪、光学生命探测仪、红外生命探测仪 |
| 搜救-破拆与切割设备 | 去除阻碍救援活动的物体的工具，如液压剪切器 |
| 搜救-顶升与支撑设备 | 用于支撑重物将受困人员救出或防止受困人员收到二次伤害，如气囊、气垫 |
| 物资-吊装设备 | 用于救援设备、救灾物质或人员的吊装工具 |
| 物资-绞车设备 | 用于提升或牵引的设备 |
| 物资-投放设备 | 用于将救援物资投放到受灾地区的设备 |
| 消防-取水设备 | 用于消防用水的取水的设备， |
| 消防-喷洒灭火设备 | 用于扑灭火源的工具，比如航空水枪 |
| 消防-机载储水设备 | 用于储存消防灭火水源的设备 |
| 防疫-取水设备 | 用于空中防疫用水的取水设备 |
| 防疫-喷洒设备 | 用于空中防疫药剂喷洒设备 |
| 防疫-机载储药设备 | 用于空中防疫药剂的储存设备 |

### 救援航空器

表3-5 救援航空器能力指标及含义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标含义 |
| 救援航空器 | 续航能力 | 能够持续执行救援活动的时间 |
| 悬停能力 | 救援直升机可在空中悬停的时间及悬停高度 |
| 起降灵活性 | 能否顺利地在受灾地段起飞与降落，且不影响救援 |
| 防撞能力 | 是否具有防撞系统，及时发现交通障碍显示危险和方位 |
| 通信能力 | 搭载有通信设备，能为救援通信提供支持 |
| 导航定位能力 | 救援直升机是否搭载有定位系统，能否有效地提供定位信息 |
| 搜索能力 | 能在进行空中救援目标搜索，准确定位被困人员或需要救援人员位置 |
| 信息采集能力 | 能否有效采集到灾区情况信息 |
| 救援直升机载量情况 | 装载救援物资、人员、设备的最大容量 |
| 救援直升机载重情况 | 装载救援物资或救援设备最大载重 |
| 吊装能力 | 最大外吊装重量 |
| 空投能力 | 对于救援物资安全准确的投放 |

### 救援物资储备

表3-6 救援物资储备能力指标及含义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标含义 |
| 救援物资储备 | 医疗药品储备 | 用于医疗救援药品储备情况 |
| 医疗耗材储备 | 用于医疗救援活动的医疗耗材储备情况 |

### 应急管理与响应

表3-7 应急管理与响应能力指标与含义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 指标含义 |
| 应急管理与响应 | 专项救援行动预案制定与修改 | 是否制定各类突发事件的专项行动预案；预案是否周密、齐全 |
| 人员的专业知识、技能的教育与培训情况 | 是否制定相应的培训大纲，并按照大纲要求定期对救援人员进行专业知识技能的培训，是否保持培训记录 |
| 人员训练情况 | 是否针对各类救援人员专业技能安排相应的训练，并保持记录 |
| 设备的维护情况 | 是否按照制造说明对各种救援设备、医疗设备进行维护，并保持维护记录 |
| 资源调配 | 根据受灾情况对救援人员，救援飞机有合理的调配和使用情况，保证发挥最大的功能 |
| 反应时间 | 从接到救援通知到赶到救援地点开始实施救援之前的时间总和，包括救援启动、途中的时间 |
| 救援时效 | 将受灾人员从危险中救援到安全地带所需要的时间 |
| 沟通与协调 | 救援队伍与其他救援力量的沟通与协调，救援单位内部的沟通与协调 |
| 回岗休整时间 | 救援结束后救援队伍回归所需休整的时间 |
| 物资的补充 | 救援结束后对医疗药品与耗材的补充 |
| 救援设备的清点与维护 | 救援结束后对各类救援设备的清点与维护情况 |

根据航空应急救援能力指标，建立如图3-2所示的航空应急救援能力指标体系。



图3-2 航空应急救援能力指标体

# 基于QFD的通航企业应急救援能力评估

## 构建评估模型质量屋

### 目标顾客与需求确定

要对通航企业应急救援能力进行评估，首先需要对其目标顾客和顾客需求进行确定。对于航空应急救援的主要顾客是由于突发事件的发生，导致生命财产安全受到了损害或受到了威胁的人民群众。对于救援需求，由于突发事件的种类不同，具体的需求也不尽相同。通过第三章3.1结详细对航空应急救援需求进行了分析，得出医疗救护需求C1、搜索救援需求C2、物资人员的运送需求C3、消防灭火需求C4、卫生防疫需求C5、灾情勘察需求C6等六种涉及通航企业应急救援需求，作为评价模型质量屋模型的左外墙，如图4-1所示。

### 需求重要度确定

对于需求重要度，本文以地震灾害为研究背景，结合救援实例，利用Kano分析法对救援需求进行识别与分析，明确基本需求、期望需求和兴奋需求，并采用五级评分对其重要度综合评分，用Wi表示。对于航空应急救援通常情况可以分为应急前准备期和应急期。应急前准备期主要是对受灾地区的受灾情况进行勘察。当地震灾害发生后，陆上交通可能会受到不同程度的损坏，如果通过陆上交通对受灾情况进行勘察是不太理想的，这时需要一种快速高效且受地理环境、次生灾害和余震影等响较小勘察方式，所以空中灾情勘察是最有效的方式之一。及时了解灾害情况，可以为资源调配，重大决策提供指导，所以航空方式的灾情勘察可以认为是应急救援中基本的需求，对整个救援十分重要，需求重要度可定为5。根据相关研究，通常情况下地震应急期的工作顺序为：抢救埋压人员、医治伤员、卫生防疫、水与食品的供给、日用品救济、临时住房、防雨与御寒取暖物资供应等[46]。再结合地震应急救援实例可以看出搜索救援需求、医疗救护需求、卫生防疫需求和人员物资的运送都是基本需求是地震救援活动中不可或缺的，对于他们重要度的确定，可以根据救援需求的优先顺序和需求紧迫程度对需求重要度进行确定，在实际救援中医疗救护、搜索救援和人员物资的运送基本上是同时进行，首先需要把救援人员、搜救工具、救护人员及医疗药品与设备运往灾区，搜索救援与医疗救护基本上是同时进行，所以对这些需求的重要度都可以定为5。对于卫生防疫相对搜救和医疗救护来说没有那么急切地需要，所以需求重要度可定为4。对于消防灭火需求，地震次生火灾虽然破坏性较大，但发生的可能性比较罕见，所以可以将其重要度定为3，各需求分类和评分如表4-1所示。最后把确定的重要度Wi放入质量屋模型左内墙，如图4-1所示。

表4-1 需求分类及重要度评价结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 救援需求 | 需求分类 | 重要度评分 |
| 医疗救护需求C1 | 基本需求 | 5 |
| 搜索救援需求C2 | 基本需求 | 5 |
| 物资人员运送需求C3 | 基本需求 | 5 |
| 消防灭火需求C4 | 期望需求 | 3 |
| 卫生防疫需求C5 | 基本需求 | 4 |
| 灾情勘察需求C6 | 基本需求 | 5 |

### 根据救援需求确定救援能力指标

对于航空应急救援能力指标的确定，在第三章中分别从3.2面向需求的航空应急救援能力分析、3.3能力影响因素分析、3.4需求与能力映射关系等方面对航空应急救援能力指标进行了分析，最后得到关于救援队伍的二级指标13项，关于救援装备的二级指标23项，关于救援航空器的二级指标12项，关于救援物资储备的二级指标2项，应急管理与响应二级指标11项，共记62项。最后将得到的航空应急救援能力指标作为评价模型质量屋的天花板，如图4-1所示。

### 救援能力指标与救援需求之间的关联程度分析

在救援行动中，有些能力指标是救援任务的主要要素，即与救援需求直接关联，或者缺失了某种能力将严重影响救援任务的进行，有些能力指标与救援需求的关联程度并不强，缺乏该项能力救援任务仍可以完成，只是效果相对较差而已，而有些救援能力对某项救援需求而言很重要，与其他的救援需求可能毫不相关。准确找到需求与能力指标之间的关系对后面的能力指标重要度计算和通航企业应急救援能力评估十分重要。本文采用文献分析法，结合救援实例采用五级评分对救援需求与能力指标之间的关联程度进行确定，5表示关联度最强，4表示关联度较强，3表示关联度一般，2表示关联度较差，1表示关联度最差。对于救援需求与能力指标之间的关系度的确定，主要是分析救援能力指标对救援需求任务的影响程度，假设缺少该项能力会对救援任务造成什么影响等。比如在医疗救护需求中，救援队伍中的医务人员和护理人员是与医疗救护需求主要要素，是必不可少的，如果缺少了这两类人员医疗救护将无法正常进行，所以与需求之间的关系强相关；伤患装卸员虽也是医疗救护任务的主要要素，但缺少该项能力后救援任务仍可以进行，只是会对救援效果造成影响，所以可以定为较强相关等等。可以按照此分析方法对其他的救援能力与救援需求之间的关系进行分析，最后得到一个6x62的关联矩阵，作为评价模型质量屋的房间，关联度大小用Rij表示，如图4-1所示。

根据救援需求与救援能力指标之间的关联程度分析可以得出每项救援需求所涉及的能力指标对应关系，如下表所示。

（一）医疗救护需求

表4-2 医疗救护需求涉及的能力指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 能力指标 | | |
| 医疗救护需求  C1 | 救援专家D1  救援指挥员D2  飞行员D3  空中观察员D4  医务人员D5  护理人员D6  伤患装卸员D7  公用-防护设备D14  公用-通信设备D15  公用-导航定位设备D16  公用-照明设备D17  公用-起降辅助设备D18  医疗-生命支持设备D19 | 医疗-检查设备D20  医疗-治疗设备D21  医疗-急救设备D22  医疗-监护设备D23  医疗-固定设备D24  医疗-除颤设备D25  续航能力D38  悬停能力D39  起降灵活性D40  防撞能力D41  通信能力D42  导航定位能力D43  直升机载量情况D47 | 医疗药品储备D50  医疗耗材储备D51  专项行动预案制定与修改D52  人员知识技能教育与培训D53  人员训练情况D54  设备维护情况D55  资源调配D56  反应时间D57  救援时效D58  沟通与协调D59  回岗休整时间D60  物资补充D61  救援设备清点与维护D62 |

（二）搜索救援需求

表4-3 搜索救援需求涉及的能力指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 能力指标 | | |
| 搜索救援需求  C2 | 救援专家D1  救援指挥员D2  飞行员D3  空中观察员D4  搜救操作员D8  空中搜索人员D9  公用-防护设备D14  公用-通信设备D15  公用-导航定位设备D16  公用-照明设备D17  公用-起降辅助设备D18 | 搜救-搜索设备D26  搜救-破拆切割设备D27  搜救-顶升支撑设备D28  续航能力D38  悬停能力D39  起降灵活性D40  防撞能力D41  通信能力D42  导航定位能力D43  搜索能力D44  专项行动预案制定与修改D52 | 人员知识技能教育与培训D53  人员训练情况D54  设备维护情况D55  资源调配D56  反应时间D57  救援时效D58  沟通与协调D59  回岗休整时间D60  物资补充D61  救援设备清点与维护D62 |

（三）物资人员运送需求

表4-4 物资人员运送需求涉及的能力指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 能力指标 | | |
| 物资人员运送需求  C3 | 救援专家D1  救援指挥员D2  飞行员D3  空中观察员D4  物资装卸员D10  绞车操作员D11  公用-防护设备D14  公用-通信设备D15  公用-导航定位设备D16  公用-照明设备D17  公用-起降辅助设备D18  物资-吊装设备D29 | 物资-绞车设备D30  物资-投放设备D31  续航能力D38  悬停能力D39  起降灵活性D40  防撞能力D41  通信能力D42  导航定位能力D43  直升机载重情况D46  直升机载量情况D47  吊装能力D48  空投能力D49 | 专项行动预案制定与修改D52  人员知识技能教育与培训D53  人员训练情况D54  设备维护情况D55  资源调配D56  反应时间D57  救援时效D58  沟通与协调D59  回岗休整时间D60  物资补充D61  救援设备清点与维护D62 |

（四）消防灭火需求

表4-5 消防灭火需求涉及的能力指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 能力指标 | | |
| 消防灭火需求  C4 | 救援专家D1  救援指挥员D2  飞行员D3  空中观察员D4  空中消防员D12  公用-防护设备D14  公用-通信设备D15  公用-导航定位设备D16  公用-照明设备D17  公用-起降辅助设备D18 | 消防-取水设备D32  消防-喷洒灭火设备D33  消防-机载储水设备D34  续航能力D38  悬停能力D39  起降灵活性D40  防撞能力D41  通信能力D42  导航定位能力D43  专项行动预案制定与修改D52 | 人员知识技能教育与培训D53  人员训练情况D54  设备维护情况D55  资源调配D56  反应时间D57  救援时效D58  沟通与协调D59  回岗休整时间D60  物资补充D61  救援设备清点与维护D62 |

（五）卫生防疫需求

表4-6 卫生防疫涉及的能力指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 能力指标 | | |
| 卫生防疫需求  C5 | 救援专家D1  救援指挥员D2  飞行员D3  空中观察员D4  空中防疫员D13  公用-防护设备D14  公用-通信设备D15  公用-导航定位设备D16  公用-照明设备D17  公用-起降辅助设备D18 | 防疫-取水设备D35  防疫-喷洒设备D36  防疫-机载储药设备D37  续航能力D38  悬停能力D39  起降灵活性D40  防撞能力D41  通信能力D42  导航定位能力D43  专项行动预案制定与修改D52 | 人员知识技能教育与培训D53  人员训练情况D54  设备维护情况D55  资源调配D56  反应时间D57  救援时效D58  沟通与协调D59  回岗休整时间D60  物资补充D61  救援设备清点与维护D62 |

（六）灾情勘察需求

表4-7 灾情勘察需求涉及的能力指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 能力指标 | | |
| 灾情勘察需求  C6 | 救援专家D1  救援指挥员D2  飞行员D3  空中观察员D4  公用-防护设备D14  公用-通信设备D15  公用-导航定位设备D16  公用-照明设备D17  公用-起降辅助设备D18 | 续航能力D38  悬停能力D39  起降灵活性D40  防撞能力D41  通信能力D42  导航定位能力D43  信息采集能力D45  专项行动预案制定与修改D52  人员知识技能教育与培训D53 | 人员训练情况D54  设备维护情况D55  资源调配D56  反应时间D57  救援时效D58  沟通与协调D59  回岗休整时间D60  物资补充D61  救援设备清点与维护D62 |

### 计算能力指标权重

航空应急救援能力指标重要度，取决救援需求重要度Wi和救援需求与能力指标之间的关联程度Rij，其积之和一定程度上反应能力指标的重要度Vj，计算公式：

Vj= （4-1）

如“公用-防护设备”的能力指标重要度：V14=5\*5+5\*5+4\*3+3\*5+4\*5+5\*3= 121。同理，按照公式（4-1）可以计算出其他救援能力指标的重要度，把计算出来的重要度结果作为评价模型质量屋的地板，如图4-1所示。对于评价模型质量屋的右墙，目前我国航空应急救援还不是商业运行模式，所以在本文中不需要考虑市场竞争情况。



图4-1 航空应急救援能力评估模型质量屋

## 应用实例

为了更好地验证QFD评价模型的可行性，了解通航企业是否有能力满足救援需求，本文选择三家具备应急救援业务的通航企业作为评估实例。这三家企业的基本情况如下，企业A1，1998年投入运营，主要业务有人工降雨、空中游览、医疗救护、空中摄影、气象探测、航空护林、农林播撒以及巡逻、救护、救援、执法、反恐等警务飞行任务等。公司现有飞行、机务等专业技术人员60余人，现有机队规模20架，正式运营以来共4次参与应急行动。企业A2，2013年正式投入运营，主要业务有应急救援、医疗救护、通用航空包机飞行、直升机机外载荷飞行、人工降水、航空探矿、空中游览、航空器代管、航空摄影、空中巡查、电力作业、城市消防；私用驾驶员执照培训、空中广告、航空喷洒、航空护林、空中拍照、个人娱乐飞行等，现有机队规模22架，飞行员36名，其他技术人员40余名，共参与应急行动1次。企业A3，成立于2012年，主要业务有直升机私、商照培训、飞行教员培训、飞机托管、空中旅游、电力巡线、农林喷洒、进出口业务等以及承担政府应急、医疗救护、警务飞行、航空护林等政府任务等，现拥有机队30架，公司现有飞行员机长及教员52名、其他技术人员40余名，共3次参与应急行动。对于通航企业应急救援能力情况的评分，可根据通航企业自身的实际情况，对照评价模型救援能力指标进行确定。对通航企业救援队伍评价，可根据人员的资质，经验，数量规模等进行确定，比如对于企业A1，其飞行员数量较多且大多数都是机长和飞行教员，因此可以定为5分。对于救援装备，可根据设备的完好情况、最大可保障数量等进行确定，比如企业A3，在医疗急救方面的设备齐全且性能良好，可保障人数多，所以可定为5分。对于救援航空器可根据企业航空器性能情况对照救援航空器能力指标进行确定。对于应急管理与响应方面可根据企业是否按规定落实相应的管理方案以及响应是否即时等。最后得到一个3x62的关于通航企业能力的评价矩阵Xpxq，其值大小用Xpq表示，作为评价模型质量屋的地下室，如图4-2所示。

图4-2 实例应用评价模型质量屋



### 综合能力竞争指数

综合能力竞争指数是对通航企业所有航空应急救援需求满足程度进行综合判断与比较。综合能力竞争指数取决于企业自身对于救援能力指标的满足程度Xpq和能力指标重要度Vj，计算公式：

T= （4-2）

根据公式，三个通航企业的综合能力竞争指数分别为：

T（A1）==0.7809

T（A2）==0.7730

T（A3）==0.8150

### 面向需求的能力竞争指数

面向需求的能力竞争指数是对通航企业对于某项单一的救援需求的能力满足程度进行判断与比较，可以从众多具有该项救援能力的通航企业中指派出最能满足救援需求的通航企业。面向需求的能力竞争指数取决于该项需求与该项需求所涉及到的能力指标之间的关联度Rij和企业自身对于能力指标的满足程度Xpq，计算公式：

T’= （4-3）

关于医疗救护需求的能力竞争指数，由4.1.4可知，医疗救护需求涉及到的能力指标有：D1~D7，D14~D125，D38~D43，D47，D50~D62；相应的关联度为：5,3,5,4,5,5,4,5,5,5,5,4,5,5,5,5,4,4,5,4,3,4,4,5,5,4,4,4,5,5,5,5,5,5,5,5,4,4,4。所以

Tc1（A1）==0.7785

TC1（A2）==0.7966

TC1（A3）==0.8237

同理，面向搜索救援需求的能力竞争指数：

TC2（A1）=0.7664 ；TC2（A2）=0.7745 ；TC2（A3）=0.8107

面向人员物资运送需求的能力竞争指数：

TC3（A1）=0.8000 ；TC3（A2）=0.7575 ；TC3（A3）=0.8038

面向消防灭火需求的能力竞争指数：

TC4（A1）=0.7629 ；TC4（A2）=0.7771 ；TC4（A3）=0.8114

面向卫生防疫需求的能力竞争指数：

TC5（A1）=0.7875 ；TC5（A2）=0.7734 ；TC5（A3）=0.8141

面向灾情勘察需求的能力竞争指数：

TC6（A1）=0.7843 ；TC6（A2）=0.7530 ；TC6（A3）=0.8261

### 能力竞争指数比较分析

根据得出的通航企业综合能力竞争指数和面向需求的通航企业能力竞争指数制作成评价表。

表4-8 通航企业综合能力竞争指数评价表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 企业 | 企业A1 | 企业A2 | 企业A3 |
| 综合能力竞争指数 | 0.7809 | 0.7730 | 0.8150 |

表4-9 面向需求的通航企业能力竞争指数评价表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 救援需求 | 企业A1 | 企业A2 | 企业A3 |
| 医疗救护需求C1 | 0.7785 | 0.7966 | 0.8237 |
| 搜索救援需求C2 | 0.7664 | 0.7745 | 0.8107 |
| 物资人员运送需求C3 | 0.8000 | 0.7575 | 0.8038 |
| 消防灭火需求C4 | 0.7629 | 0.7771 | 0.8114 |
| 卫生防疫需求C5 | 0.7875 | 0.7734 | 0.8141 |
| 灾情勘察需求C6 | 0.7843 | 0.7530 | 0.8261 |

从能力竞争评价表可以得出，企业A3救援综合能力最强，企业A1次之，企业A2最差。对于面向医疗救护需求的救援能力竞争指数比较可以得出企业A3>企业A2>企业A1；面向搜索救援需求的能力竞争指数大小：企业A3>企业A2>企业A1；面向物资人员运送的能力竞争指数大小：企业A3>企业A1>企业A2；面向消防灭火的能力竞争指数大小：企业A3>企业A2>企业A1；面向卫生防疫需求的能力竞争指数大小为：企业A3>企业A1>企业A2；面向灾情勘察需求的能力竞争指数大小为：企业A3>企业A1>企业A2。通过以上对比分析，在实际的救援任务中，需要综合型救援任务时，可以优先指派企业A3执行救援任务。面向单一的救援任务时，对于医疗救护需求，可优先考虑企业A3和企业A2；对于搜索救援需求，可优先考虑企业A3和A2；对于物资人员的运送可优先考虑企业A3和A1；对于消防灭火需求，可优先考虑企业A3和A2；对于卫生防疫，可优先考虑企业A3和A1；对于灾情勘察需求，可优先考虑企业A3和A1。

# 结论

本文通过查阅大量文献材料发现，目前对航空应急救援能力方面的研究比较少，而且对于应急救援能力指标体系的构建基本上都是站在通航企业自身的角度对指标体系进行构建，并不是从实际的救援需求出发。对通航企业应急救援能力的评估基本上都是对救援单位综合能力进行评估，对于单一的救援任务，无法准确地做出判断，这样一来容易出现救援能力与实际的救援需求不匹配的现象，造成救援效率不高和资源浪费。针对这种情况，本文结合了航空应急救援研究现状，从实际的救援需求出发，通过救援需求与救援能力的映射关系分析和能力影响因素分析，构建面向需求的航空应急救援能力指标体系，在此基础上，采用QFD方法构建基于需求的航空应急救援能力评估模型，最后为了验证方法的可行性，了解通航企业是否有能力满足救援需求，选择三家通航企业作为实例，对其综合能力和基于某一项需求的救援能力进行评估。通过以上的研究可以得出以下几点结论：

（1）通过目标顾客和需求分析得到6种基本救援需求，分别是医疗救护需求，搜索救援需求，物资人员的运送需求，消防灭火需求，卫生防疫需求和灾情勘察需求。

（2）从实际的需求出发，通过救援需求与救援能力映射关系分析和能力影响因素分析，建立了基于需求的航空应急救援能力指标体系，主要是5个一级指标，62个二级指标构成。

（3）采用QFD质量功能展开方法构建基于需求的航空应急救援能力评估模型，并对需求重要度和能力指标重要度进行确定。

（4）为了验证方法的可行性，了解通航企业是否有能力满足救援需求，选择三家通航企业作为实例，对其救援能力进行评估。通过计算得出通航企业的综合应急救援能力竞争指数为企业A3：0.8150>企业A1：0.7809>企业A2：0.7730。对于单一需求的能力竞争指数，对于医疗救护需求，企业A3>企业A2>企业A1；对于搜索救援需求，企业A3>企业A2>企业A1；对于物资人员运送需求：企业A3>企业A1>企业A2；对于消防灭火需求，企业A3>企业A2>企业A1；对于卫生防疫需求，企业A3>企业A1>企业A2；对于灾情勘察需求，企业A3>企业A1>企业A2。通过对比分析，在实际的救援任务指派中，从综合能力来看，可以优先指派企业A3执行救援任务。面向单一的救援任务时，对于医疗救护需求，可优先考虑企业A3和企业A2；对于搜索救援需求，可优先考虑企业A3和A2；对于物资人员的运送可优先考虑企业A3和A1；对于消防灭火需求，可优先考虑企业A3和A2；对于卫生防疫，可优先考虑企业A3和A1；对于灾情勘察需求，可优先考虑企业A3和A1。

# 参考文献

[1] 唐志敏．国家应急人才队伍建设亟待加强[J]．中国减灾，2009（4）：7-8.

[2] 王责任．关于我国应急救援队伍建设的研究[J]．中国应急救援，2011（1）：17-20.

[3] Lieut. Col，Bruria Adini，et al．Assessing Levels of Hospital Emergency Preparedness [J]. COMPREHENSIVE REVIEW， 2006，21（6），451-457.

[4] M. Hijji，S. Amin，et al．The Significance of Using “Expert System‟ to Assess the Preparedness of Training Capabilities against Different Flash Flood Scenarios [J]．Lecture Notes on Software Engineering ，2015，3（3）：214-219.

[5] Davide Mancaa，Sara Brambillaa．A Methodology based on the Analytic Hierarchy Process for the Quantitative Assessment of Emergency Preparedness and Response in Road Tunnels [J]. Transport Policy，2011，18 (5)：657-664.

[6] J. Post， S. Wegscheider，et al． Assessment of human immediate response capability related to tsunami threats in Indonesia at a sub-national scale [J]．Natural Hazards and Earth System Sciences，2009（9）：1075-1086.

[7] 中村仁，孝明等．地震災害における自治体間の相対的な地域災害対応力評価 [J]．地域安全学会論文集，2011：47-55.

[8] H. Lindbom，H. Tehler． How can the usefulness of capability assessments be improved? [J]．Journal of Chemical Physics ，2015，106 (7)：2685-2694.

[9] Kanchan Das，R. S. Lashkari．Disaster Assessment and Mitigation Planning: A Humanitarian Logistics Based Approach [J]．Industrial Engineering & Management Systems，2013，12（4）：336-350.

[10] Takahashi, Akira．Assessment of Medical Response Capacity in the time of Disaster: the Estimated Formula of Hospital Treatment Capacity (HTC), the Maximum Receivable Number of Patients in Hospital [J]．The Kobe Journal of the Medical Sciences，2007，52（5）：188-198.

[11] Ben Smith．Water Rescue Capability Assessment．Wilson Fire Rescue Services Water Rescue Response Capabilities. 2011.

[12] Soley Kaldal．Assessing Emergency Capacity– Emergencies in Iceland’s Search and rescue Region[R]．TVBB-5322-SE，2010.

[13] 杨力，王蕾．基于ISM方法的煤矿应急救援能力评价指标体系[J]．中国矿业大学学报(社会科学版)，2015(1)：55-61.

[14] 单仁亮，王存权等．基于Vague集理论的煤矿应急救援能力研究术[J]．煤炭技术，2016，35(2)：320-321.

[15] 韩晋平，毕永华等．基于灰色-模糊综合法的煤矿应急救援能力评价研究[J]．西安科技大学学报，2011，31(2)：146-152.

[16] 苗成林，孙丽艳等．基于结构方程模型的煤矿企业应急救援能力评价研究[J]．中国安全生产科学技术，2014，10(2)：106-113.

[17] 杨力，刘程程等．基于熵权法的煤矿应急救援能力评价[J]．中国软科学，2013(11)：185-192.

[18] 冯珍，郝晶星．煤矿企业应急救援能力评估[J]．电子科技大学学报(社科版)，2010，12(3)：53-56.

[19] 李树刚，石钰．煤矿企业应急救援能力影响因素的结构方程模型研究[J]．西安科技大学学报，2012，32(1)：8-12.

[20] 商振，张虹．煤矿应急救援能力评估指标体系构建研究[J]．华北科技学院学报,2016，13(2)：45-50.

[21] 张铭，徐瑞华等．城市轨道交通应急救援能力的评价[J]．都市快轨交通，2007，20(1)：30-33.

[22] 段宗涛，郑西彬等．高速公路应急救援能力评价体系[J]．交通信息与安全，2014(3)：94-98.

[23] 陈静丽．高速公路应急救援能力评价体系研究[D]（硕士学位论文）．陕西西安，长安大学，2013.

[24] 马兆有，王长君等．区域高速公路网应急救援能力评价体系建模研究[J]．武汉理工大学学报(交通科学与工程版)，2011，35(4)：714-717

[25] 曹毅．地震救援队应急救援能力综合评价及应用研究[D]．（硕士学位论文），湖南长沙，国防科技大学，2008.

[26] 李亦纲，吴建春等．地震应急救援能力评价指标与计算方法研究[J]．震灾防御技术，2011，6(2)：172-179.

[27] 周进军．地震灾害综合应急能力评估研究[D]（硕士学位论文）．北京，北京工业大学，2009.

[28] 郭燕，郗蒙浩等．基于ISM和FCE的地震应急管理能力评估[J]．自然灾害学报，2016，25(5)：133-141.

[29] 倪刚．海岛型国家石油储备基地应急救援能力评估研究[D]（硕士学位论文）．浙江舟山，浙江海洋大学，2017.

[30] 陈文涛，葛世友．基于三角模糊数的化工园区事故应急救援能力评价[J]．灾害学，2015(2)：167-171.

[31] 朱桂明，程凌等．石化企业应急救援能力评估研究[J]．中国安全生产科学技术，2010，6(2)：82-87.

[32] 赵玲，唐敏康．城市灾害应急能力评价指标体系的研究[J]．职业卫生与应急救援，2008，26(1)：31-33.

[33] 连达军，苏群．基于模糊分层德尔菲法的城市灾害应急能力评估[J]．苏州科技学院学报(自然科学版)，2013，30(3)：60-64.

[34] 陈鹏，孙滢悦等．网格尺度下的城市自然灾害应急救援能力评价研究——以四平市为例[J]．科技文汇，2015（11），187-189.

[35] 吕显智，葛巍巍等．公安消防部队应急救援能力评价方法研究[J]．中国安全生产科学技术，2012，08(2)：117-122.

[36] 葛巍巍，吕显智．基层公安消防部队应急救援能力评估——以某市消防支队为例[J]．中国安全生产科学技术，2012，08(5)：150-154.

[37] 潘卫军，王润东．搜寻救援民用航空器的能力评估方法研究[J]．中国民航飞行学院学报，2016，27(3)：5-8.

[38] 徐吉辉，周镜等．基于结构熵的航空应急救援能力体系评价研究[J]．价值工程，2011，30(30)：26-27.

[39] 徐吉辉，楚维等．基于AHP-FCE的航空应急救援能力评价研究[J]．航空维修与工程，2012(1)：60-62.

[40] 陈春良，吴小良．基于QFD-BP神经网络的装备保障能力需求分析[J]．装甲兵工程学院学报，2009(5)：6-11.

[41] 舒宇，谭跃进．基于能力需求的武器装备体系作战能力评价[J]．兵工自动化，2009，28(11)：17-19.

[42] 荣莉莉，杨永俊．一种基于知识供需匹配的预案应急能力评价方法[J]．管理学报，2009，6(12)：1643-1647.

[43] 赵武．质量机能展开（QFD）研究综述[J]．世界标准化与质量管理，2007（4）：56-58.

[44] 卞显红．质量机能展开（QFD）在饭店质量管理中的扩展应用模式[J]．桂林旅游高等专科学校学报，2007,18（4）：559-563.

[45] 张晶．基于QFD的图书馆数字参考咨询服务质量评估方法研究[D]（硕士学位论文）．黑龙江哈尔滨，黑龙江大学，2012.

[46] 王玉海，谢恬恬等．基于需求视角的灾害救助及其救助效果评估研究[J]．北京师范大学学报(自然科学版)，2015(5)：533-539.

# 致 谢

时光匆匆，转眼间已经离开大学生活3年，本人能够顺利完成中国民航大学相应专业课程的学习并顺利毕业，得益于多方面的关心、支持和帮助。在在参加工作的三年中，我学习和生活的诸多方面，得到过许许多多领导、同事、老师、学长学姐和同学的热情关怀和无私帮助、在此谨向他们表示最衷心的感谢和最诚挚的谢意。

首先，我要向我的所属单位致以最衷心的感谢，从最初的定题，到资料收集，到写作、修改，到论文定稿，都得益于本工作岗位带来的便利。在论文写作过程中，各航企提供的数据资料十分有用，各领导对我进行了细致、耐心指导，并提出了宝贵的修改意见，即便是在自己工作任务较为繁重的情况下，仍腾出时间对我的论文给予指导，使论文得以顺利完成。各位领导在平时的工作中，孜孜不倦的耐心教诲和无微不至的关怀令我终身难忘，严谨的工作态度，对工作认真负责的精神令我钦佩，我将铭记在心，并将指导我今后的工作和学习。

同时我还要感谢学院各位同事对我的教导与支持，正是有了您们的指导与关怀，使学到了很多有用的知识，拓宽了我的视野，给了我无尽的启迪，使我可以把在书本上学到的知识理论运用到论文写作过程中，对自己的论文完成起到了很大的作业。感谢所有关心、支持和帮助过我的亲人、朋友和同学们。特别感谢父母无私的养育与教导，感谢他们对我长期的鼓励、支持与信任，使我能顺利完成本课题。

最后衷心感谢各读者在百忙之中评阅此文，敬请各位读者批评指导！

# 附录A：外文翻译资料

**2017 International Conference on Frontiers in Educational Technologies and Management Sciences (FETMS 2017)**

Analysis of Dynamic Classification Method for Emergency Material Demand

**Zhang Yi, Hou Hanping**

School of management, Beijing Jiaotong University, Beijing, Haidian District, 100000 **Keywords:** Emergency materials, Demand, Dynamic classification.

**Abstract.** after an emergency, according to the time of the incident is different, the seriousness of the incident is different, the urgency of emergency supplies and the amount of emergency resources needed is also different. Therefore, the dynamic classification of emergency materials is very necessary and important. The use of scientific and reasonable way to conduct reasonable analysis of emergency material demand, to a reasonable arrangement and to control the allocation of emergency supplies, emergency supplies to save the time of transmission, to achieve the greatest degree of the value of emergency supplies. This paper mainly studies the influencing factors and method framework of dynamic classification of emergency materials demand.

**Introduction**

In the event of large-scale natural disasters such as emergencies, timely and efficient emergency rescue is essential. Scientific and rational deployment of emergency materials is a question that needs to be considered and studied.

Usually an incident may involve more than one of the affected area, which makes the location of emergency supplies increased, but the number of emergency supplies, emergency personnel, emergency transportation vehicles is limited, and sometimes may not be able to immediately meet each affected area needs, and this is the time to consider a lot of the factors, for example, the affected area required for emergency rescue time urgency, a dynamic classification of emergency material demand. The classification of emergency needs can smooth the work flow of emergency rescue and improve the utility of emergency materials as much as possible [1].

**Significance of dynamic classification of emergency material requirements**

The so-called dynamic emergency demand classification, refers to the occurrence of unexpected events, according to the emergencies related to location, time of the incident and the actual situation, determine the type, and the number of emergency supplies to need emergency supplies, and preset and determine the urgency of the emergency needs of each. Emergency demand dynamic classification is conducive to scientific and reasonable emergency resource scheduling, even a limited number of emergency supplies, emergency supplies can be achieved to maximize the utility of the emergency material demand; dynamic classification is favorable to the reduction of emergency supplies scheduling time，improve the efficiency of emergency rescue work，to reduce the maximum extent caused by because of the loss of emergencies[2].

In recent years, the research on the classification of emergency materials demand has been carried out in our country, and some scholars have put forward some achievements. For example, some scholars have started to create a fuzzy reasoning model for emergency materials demand analysis. According to the classification of emergency materials, other scholars calculate and draw up a set of relatively scientific and practical evaluation indicators and combined with the application of fuzzy comprehensive evaluation method, the demand for emergency materials is graded. From the study of the classification of emergency materials demand in China, most of the research results now obtained are considered in the relative static background of the study of emergency materials demand classification. Of course, these reserves of emergency supplies, scheduling work has a certain reference value and guidance, but in the face of the relative complexity of the actual emergency rescue work, in the complex dynamic background, more scientific methods also need emergency supplies on persistent demand classification. Because when the emergency occurs, the demand for emergency materials and the urgency of the demand for emergency materials are in a process of adjustment and change. Study on the method of classification of emergency material demand understanding to the current demand for emergency supplies, including classification by case based reasoning through the demand of emergency materials classification, the establishment of neural network and fuzzy evaluation through the establishment of emergency supplies demand classification, in the reality of the emergency rescue work, more demand for classification of emergency rescue supplies through the case reasoning and neural network method to establish the situation, but these methods are all typical cases related to the past through imitation and query of the new situation, unusual for emergencies should be anxious in the work, special, or no way to completely solve the smooth relaxed. But the fuzzy evaluation method to set up dynamic classification of emergency material demand, to a certain extent can solve the problem that may arise in the work of the emergency supplies demand changes, but this method also has some problems, for example, this method is usually dependent on the subjective judgment, decision makers or researchers lack of accurate expression, it is difficult to achieve consistency test, even because the evaluation of too many factors cause the sensitivity of this method is not high. Through these reasons, we find that dynamic classification of emergency material requirements becomes particularly important. The research on the dynamic classification method of emergency material demand is the theoretical requirement of the scientific development of emergency materials classification research in our country. It is also the practical need to improve the efficiency of emergency rescue work and enhance the utility of emergency materials [3].

According to the demand of emergency supplies urgency of emergency supplies for different dynamic classification there are several reasons why specific: first, there is an objective situation, according to different stages of emergency rescue, emergency rescue needed for the types of materials are different, which makes the affected demand for emergency materials in different emergency rescue the urgency is also different. Therefore, in the process of transmission of emergency supplies is not simple blindly with the speed for the first thought, with the fastest speed of emergency supplies can be delivered，or should be based on scientific and reasonable steps and stages of the actual needs of the transport of emergency supplies. Secondly, after the occurrence of unexpected events, emergency rescue work has just begun, the number of emergency resources reserves are generally limited, but also in the emergency resources transportation capacity, there are also some problems，usually can not be achieved at once will need all the goods affected the first time served, so is the grading work must be carried out emergency materials according to the actual situation of the affected sites, then according to the order of priority reasonable arrangements for emergency rescue work. Then, the dynamic classification of the emergency supplies can also reduce the waste of resources in the emergency rescue work as much as possible. Not a reasonable arrangement for emergency supplies, so that the results are part of emergency materials not timely delivery to the special needs of the affected them, and a part of emergency supplies are delivered to the affected point to they are not needed, and the utility of emergency supplies is not maximized to play out. Finally, to analyze the actual situation of the affected sites, reasonable optimization, according to the time effectiveness of emergency supplies of its own scientific configuration, enhance the efficiency of emergency rescue, also needs the dynamic analysis of emergency material demand [4].

**The factors affecting the classification of emergency materials demand**

An important factor affecting the classification of emergency materials is the importance of emergency materials. The importance of emergency materials is the extent to which emergency materials can play a role in the process of emergency rescue. Emergency materials in the rescue process play a role in the specific performance of emergency supplies can reduce the number of property and even loss of life. The importance of emergency materials is closely related to the type of emergency, the time, stage, method and method of emergency rescue. Emergency response is different, the consequences are not the same, resulting in the loss of life and property of the affected points are different, so, even the same importance of emergency supplies in emergencies in different is not necessarily the same. In addition, in different stages of emergency rescue, according to the different focus of the rescue work, the role of emergency materials can not be the same, and the importance of emergency materials has also changed. The importance of emergency materials has a great influence on the classification of emergency materials. Generally, the most important emergency materials are the most urgent [5].

Secondly, another factor that affects the classification of emergency materials is the satisfaction degree of the disaster spot to the emergency supplies. The satisfaction degree of affected point of emergency supplies is refers to the contrast category and the number of emergency supplies category, quantity and actual disaster emergency materials affected point to have been served or have been distributed to the affected areas of the need of the. Emergency supplies of the affected sites meet the static data is not immutable and frozen, but with the change of the category and quantity change, disaster emergency material demand and transportation have or have served the emergency supplies and make corresponding changes. Disaster emergency supplies demand is the emergency rescue work set material security baseline basis, this demand is followed by the emergency situation, emergency supplies category characteristics and consumption speed, emergency time, the actual disaster continues to change, the scope of the disaster emergency rescue work of the actual progress of many factors such as the impact of change the material category and quantity relationship satisfaction affected point of emergency supplies and transportation or served most closely, if the relevant emergency supplies have been transported or have served the affected point can meet the demand for some time in the number, then the affected point in the short term of the emergency supplies demand is not so urgent, but not to the exclusion of the disaster because such as changes in the emergence of new requirements. The satisfaction degree of emergency materials is usually in a certain period of time, and a relatively stable demand. If the affected point satisfaction of emergency supplies is relatively high, so the degree of urgency of emergency supplies is relatively low, on the contrary, if the degree of satisfaction of the affected point of emergency supplies is relatively low, so the urgency of emergency material demand is relatively high.

Third, a relatively important factor that affects the classification of emergency materials is the timeliness of emergency materials. The timely degree of emergency materials refers to the timeliness of emergency materials and the emergency supplies in a timely manner to play a role in the rescue. The timeliness of emergency materials has a certain relationship with the stage of emergency rescue, the time of arrival of emergency materials and the characteristics of emergency materials. In different stages of emergency rescue, emergency supplies can play a role is not the same, rescue emergency supplies also may play in a stage is particularly evident in other stage may not rescue role or a small role. The dispatch time or delivery time of emergency materials also affects the timeliness of emergency supplies. If the emergency supplies can be delivered according to the preset time, the timeliness of emergency supplies are protected, can be very good to play the role of emergency rescue, on the contrary, if the emergency supplies can not in accordance with the needs of the time, can not guarantee the timeliness of emergency supplies, emergency supplies lag may seriously affect the rescue work, and even lead to new the crisis. The timeliness of emergency supplies is not quantitative or static, but changes with the passage of time and the development of time. Usually, the timeliness of emergency supplies demand higher, the urgency of emergency supplies demand is stronger, on the contrary, the timeliness requirements of emergency supplies is not too high, the urgency of emergency material demand will be relatively slow.

Fourth, another important factor that can not be ignored is the degree of substitution of emergency materials. Emergency material substitutability refers to disaster emergency supplies and emergency supplies has been played by the emergency relief role is consistent or similar, can replace the general level of emergency supplies and emergency supplies in the relevant category and characteristics. If there has been a disaster emergency supplies, emergency supplies and emergency supplies and the demand is similar or identical, can also meet the demand for some time and in the number, then the emergency supplies can be replaced by the relatively strong, so the demand for it is not so urgent [6].

**Dynamic classification of emergency material requirements**

Because after the incident occurred, there will be a lot of emergencies to deal with and solve the emergency rescue work is not a simple rehabilitation work on emergency supplies and transfer is not a simple transfer of work, emergency supplies have its urgency and urgency of emergency supplies is still in demand a kind of complex condition, according to the emergency rescue work, the development of different stages of emergencies, emergency supplies demand urgency will change, in order to enhance the scientific and reasonable allocation of emergency resources scheduling, and to improve the efficiency and effectiveness of the emergency rescue work, according to actual situation of emergency material demand and supply and dynamic evaluation of emergency material demand. The dynamic evaluation system include：disaster emergency demand analysis, disaster emergency supplies, emergency rescue, disaster analysis progress and development degree, generate new demand and supplies to guide emergency material dispatch process.

In order to establish a dynamic classification model for emergency material demand, we must have a complete and accurate understanding of the relevant factors that affect the demand for emergency materials. From the above we can understand, influence of emergency material demand classification factors include the importance of emergency supplies emergency materials and timely, the affected point of emergency supplies and emergency material satisfaction, the degree of substitutability of four important factors. According to the relevant documents of the state of emergency degree grade of emergency supplies, demand levels are divided, mainly divided into four grades, which are urgent, urgent, urgent, more generally, in the selected event level, quantitatively according to the influencing factors of emergency supplies demand, according to the weights of different factors, the establishment of calculation model. Because the weight of each influencing factor is different in each unexpected event, attention is paid to the flexible adjustment in practical application.

**Conclusion**

The dynamic classification of emergency materials is conducive to scientific and rational planning and scheduling of emergency materials, and it is conducive to the efficient and orderly development of emergency rescue work, which is of great necessity and importance. To set up scientific and reasonable method of dynamic classification of emergency material demand, need factors impact on the demand of emergency supplies can have a relevant understanding, select and set the relevant indicators, to improve the accuracy of the index, so that the emergency demand dynamic level data, have a clear understanding and grasp of the emergency the degree of emergency emergency supplies, and all aspects of emergency rescue have a clear understanding, and mobilize and reasonable configuration, improve the emergency rescue work efficiency, improve the efficiency of the use of emergency supplies, to minimize the adverse effects caused by emergency supplies when not, enhance the actual effect of emergency rescue and the true meaning of.

**References**

[1] However. Dynamic Optimization Model and Algorithm Design for Emergency Materials Dispatch[J]. Mathematical Problems in Engineering，2013,(2013-12-3), 2013, 2013(2):1-6.

[2] Guo-Qi L I. A Determination and Classification Method for Urban Emergency Logistics Demand Area[J]. China Safety Science Journal, 2012, 82(1):23-32.

[3] Chen F, Guan J, Wang D, et al. Method for Emergency Materials Demand Forecasting in Sudden Events[J]. Journal of Transport Information & Safety, 2014.

[4] Gu Y, Chen P. Analysis of Reserve Demand for Regional Emergency Materials[C]// International Workshop on Intelligent Systems and Applications. IEEE, 2011:1-4.

[5] Mertens P, Rugemer A, Chambon R. DYNAMIC TRAVEL DEMAND FOR EMERGENCY EVACUATION: THE CASE OF BUSHFIRES[J]. Institute of Transport Studies Working Paper, 2004.

[6] Wang H J, Wang J, Shi-Hua M A, et al. Dynamic Decision-making for Emergency Materials Dispatching Based on Fuzzy Demand[J]. Industrial Engineering & Management, 2012.

外文翻译资料译文部分

2017国际教育技术与管理科学前沿会议（FETMS 2017）

**应急物资需求动态分类方法分析**

张毅，侯汉平

北京交通大学管理学院北京市海淀区100000

**关键词：**应急物资，需求，动态分类

**摘要：**紧急情况发生后，根据事件发生的时间不同，事件的严重性不同，应急物资的紧急程度和所需的应急资源数量也不尽相同。 因此，应急物资的动态分类是非常必要和重要的。 运用科学合理的方式对应急物资需求进行合理分析，合理安排和控制应急物资的分配，节约应急物资的传输时间，最大限度地实现应急物资的价值。本文主要研究应急物资需求动态分类的影响因素和方法框架。

**介绍**

在发生突发事件等大规模自然灾害时，及时高效的应急救援至关重要。 科学合理地部署应急物资是一个需要加以考虑和研究的问题。

通常情况下，一个事件可能涉及多个受灾地区，这使得应急物资的地点增加，但应急物资，应急人员，紧急运输车辆是有限的，有时可能无法立即满足每个受影响地区的需求，这是考虑很多因素的时间，例如，受灾地区需要紧急救援时间紧迫性，应急物资需求的动态分类。 应急需求分类可以平滑应急救援工作流程，尽可能提高应急物资的实用性[1]。

**应急物资需求动态分类的意义**

所谓动态应急需求分类，是指发生突发事件，根据事故发生的位置，事件发生的时间和实际情况，确定应急物资的类型和数量，以及需要应急物资的数量，以及预设并确定每个应急需求的紧迫性。应急需求的动态分类有利于科学合理的应急资源调度，即使是有限的一些应急物资，也可以实现应急物资的最大化应急物资需求的实用性。动态分类有利于减少应急物资调度时间，提高应急救援工作的效率，以减少由于紧急情况的丧失而造成的最大程度[2]。

近年来，我国应急物资需求分类研究已经开展，有学者提出了一些成果。例如，一些学者已经开始建立用于应急物料需求分析的模糊推理模型。 根据应急物资的分类，其他学者计算并制定了一套较为科学实用的评价指标，并结合模糊综合评价方法的应用，对应急物资的需求进行分级。从我国应急物资需求分类的研究来看，目前大部分研究成果都是在应急物资需求分类研究的相对静态背景下考虑的。当然，这些应急物资的储备，调度工作具有一定的参考价值和指导意义，但面对实际应急救援工作的相对复杂性，在复杂的动态背景下，更科学的方法也需要应急物资对持续需求分类。因为在紧急情况发生时，对应急物资的需求和对应急物资需求的紧迫性正处于调整和变化的过程中。研究紧急物资需求分类方法对当前应急需求的认识。包括通过应急物资分类的需求，通过案例推理分类，通过建立应急物资需求分类建立神经网络和模糊评价，在实际的应急救援工作中，对应急救援物资的分类需求更多通过案例推理和神经网络方法建立情况，但这些方法都是与以往相关的典型案例，通过对新情况的模仿和查询，突发事件的突发事件应该是工作中焦虑，特殊或无法完全解决顺畅轻松。但模糊评价法建立应急物资需求的动态分类，在一定程度上可以解决应急物资需求变化工作中可能出现的问题，但这种方法也存在一些问题，例如，这种方法是通常依赖于主观判断，决策者或研究人员缺乏准确的表达，因此很难实现一致性检验，甚至因为对太多因素的评估导致该方法的敏感性不高。通过这些原因，我们发现应急物资需求的动态分类变得尤为重要。应急物资需求动态分类方法的研究是我国应急物资分类研究科学发展的理论要求。提高应急救援工作效率，提高应急物资的实用性也是切实需要[3]。

根据应急物资紧急需求的不同动态分类的原因有几个具体原因：一是客观情况，根据应急救援的不同阶段，各类物资所需的应急救援有所不同，其中使得不同应急救援中应急物资的受影响需求的紧迫性也不同。因此，在应急物资输送过程中并不是单纯以速度为第一思想，以最快的应急物资运送速度，还是应该根据科学合理的步骤和阶段来实际需要的运输应急物资。其次,意外事件发生后,应急救援工作刚刚开始,应急资源储备的数量通常是有限的,而且在应急资源运输能力,也有一些问题,通常情况无法实现所有需要的物资一次性运输，因此分级工作必须根据受影响地点的实际情况进行应急物资，然后按照优先顺序合理安排应急救援工作。然后，应急物资的动态分类也可以尽可能地减少应急救援工作中的资源浪费。对于应急物资的安排不合理，因此结果是应急物资的一部分，不能及时交付给受影响的物资的特殊需求，并且一部分应急物资被运送到受影响的地方，而不需要物资和公用事业的应急物资没有最大限度地发挥出来。最后，为了分析受灾地点的实际情况，合理优化，根据自身科学配置的应急物资的时效性，提高应急救援的效率，还需要动态分析应急物资需求[4]。

**影响应急物资需求分类的因素**

影响应急物资分类的一个重要因素是应急物资的重要性。应急物资的重要性是应急物资在紧急救援过程中可以发挥作用的程度。应急物资在救援过程中发挥作用，应急物资的具体表现可以减少财产数量甚至丧失生命。应急物资的重要性与紧急救援的类型，紧急救援的时间，阶段，方法和方法密切相关。应急反应是不一样的，后果也不一样，造成受影响人员的生命财产损失不同，所以，即使同样重要的应急物资在紧急情况下的不同也不一定是一样的。另外，在应急救援的不同阶段，根据救援工作的重点不同，应急物资的作用也不尽相同，应急物资的重要性也发生了变化。应急物资的重要性对应急物资的分类有很大的影响。一般来说，最重要的应急材料是最紧急的[5]。

其次，影响应急物资分类的另一个因素是灾害对应急物资的满意度。受影响的应急物资供应点的满意度指的是对比类别和应急物资类别数量，数量和实际灾害应急物资受影响点已经或已经分配到需要的受影响地区。受影响场地的应急物资满足静态数据不是固定不变的，而且随着类别和数量变化的变化，灾害应急物资需求和运输已经或已经服务过应急物资并做出相应的改变。灾害应急物资需求是应急救援工作物资安全基准的基础依据，这种需求紧随其后的是紧急情况，应急物资类别的特点和消耗速度，应急时间，实际的灾情不断变化，灾害应急救援工作的范围等诸多因素的实际进展的影响改变物资类别和数量关系满意度，影响应急物资运输或服务点或服务最紧密，如果相关的应急物资运输或服务受影响的点可以满足需求一段时间的话，那么受影响的点在短期内应急物资的需求并不是那么迫切，而不是因为诸如出现新的需求变化而排除灾难。应急物资的满意度通常在一定时期内，需求相对稳定。如果应急物资的受影响点的满意度较高，那么应急物资的紧急程度相对较低，相反，如果受影响的应急物资供应点的满意度较低，那么应急物资的紧急程度需求比较高。

第三，影响应急物资分类的一个比较重要的因素是应急物资的及时性。应急物资的及时程度是指应急物资及时抢险、应急物资及时到位，在救援中发挥作用。应急物资的及时性与应急救援阶段，应急物资到达时间及应急物资特点有一定关系。在应急救援的不同阶段，应急物资能否发挥作用也不尽相同，抢救应急物资也可能在一个阶段发挥尤其明显，其他阶段可能不具有救援作用或作用不大。应急物资的派遣时间或交付时间也影响应急物资的及时性。如果应急物资能够按照预先设定的时间交付，应急物资的及时性得到保障，可以很好地发挥应急救援的作用，相反，如果应急物资不能按照需要时间，不能保证应急物资的及时性，应急物资滞后可能会严重影响救援工作，甚至导致新的危机。应急物资的及时性不是定量的或静态的，而是随着时间的推移和时间的发展而变化的。通常情况下，应急物资的及时性要求较高，应急物资需求的紧迫性较强，相反，应急物资的及时性要求不高，紧急物资需求的紧迫性会相对较慢。

第四，另一个不容忽视的重要因素是应急物资的替代程度。应急物资可替代性是指灾害应急物资和应急物资一直发挥的应急救援作用是否一致或类似，可以替代普通应急物资和应急物资的相关类别和特点。 如果发生了灾害应急物资，应急物资和应急物资的需求是相似或相同的，还可以满足一段时间和数量的需求，那么应急物资就可以被较强的替代，因此需求 因为它并不那么紧急[6]。

**应急物资需求的动态分类**

因为事件发生后，会出现很多紧急情况，处理和解决应急救援工作并非简单的应急物资的复原工作，而且转移不是简单的工作转移，应急物资有其紧急和紧急的紧急情况物资依然处于需求的一种复杂状态，根据应急救援工作的不同，发展不同阶段的应急物资，应急物资需求的紧迫性将发生变化，为加强应急物资调度的科学合理配置，提高紧急救援工作的效率和有效性，根据应急物资需求和供应的实际情况以及应急物资需求的动态评估。动态评估体系包括：灾害应急需求分析，灾害应急物资，应急救援，灾害分析的进度和发展程度，产生新的需求和物资指导应急物资调度过程。

为了建立应急物资需求的动态分类模型，我们必须对影响应急物资需求的相关因素有完整和准确的了解。从以上我们可以看出，影响应急物资需求的分类因素包括应急物资的重要性和及时性，应急物资的应急物资和应急物资的满意度，可替代程度等四个重要因素。根据应急物资应急状况等级的相关文件，对需求等级进行划分，主要分为特别紧急，紧急，较紧急，一般紧急四个等级，在选定的事件级别，根据影响因素定量的应急物资需求，根据不同因素的权重，建立计算模型。由于每个突发事件中各影响因素的权重不同，因此在实际应用中要注意灵活调整。

**结论**

应急物资的动态分类有利于对应急物资的科学合理规划和调度，有利于高效有序地开展应急救援工作，这是十分必要和重要的。要建立科学合理的应急物资需求动态分类方法，需要因素对应急物资需求的影响可以有一个相关的认识，选择和设定相关指标，提高指标的准确性，使应急需求动态水平的数据，对突发事件应急救援物资的紧急程度，应急救援各方面都有清醒的认识，调动和合理配置，提高应急救援工作效率，提高使用效率的应急物资，最大限度地减少了应急物资所造成的不利影响，从而增强了应急救援的实际效果和真正意义。

**参考文献**

[1]应急物资的动态优化模型与算法设计调度[J]。工程中的数学问题，2013，（2013-12-3），2013，2013（2）：1-6。

[2]郭国琦 城市应急物流的确定与分类方法需求区域[J]。中国安全科学学报，2012，82（1）：23-32。

[3]陈关钧，王等。 突发事件应急物资需求预测方法事件[J]。交通信息与安全杂志，2014。

[4]顾勇，陈炳。区域应急物资储备需求分析[C] 智能系统和应用国际研讨会。 IEEE，2011：1-4。

[5] Mertens P，Rugemer A，Chambon R.紧急动态旅行需求疏散：布什夫妇的案例[J]。 运输研究所工作文件，2004年。

[6]王军，石世华，等。 应急物资的动态决策基于模糊需求的调度[J]。工业工程与管理，2012。

|  |
| --- |
| **一、课题的目的与意义**  突发事件发生后的救援需求不同，所需要具备的救援能力也就不同。那么如何评价救援机构对于指定救援任务的能力满足程度，对于救援任务指派至关重要。因此以通航企业为研究对象，针对通航企业参与救援过程中对特定任务需求的能力满足程度进行研究，以便为航空应急救援指挥工作提供指导。 |
| **二、课题在专业技术上的要求和具体的量化指标（包括外文资料翻译、论文的字数、完成期限等）**  1、查阅国内外相关网站、相关书籍、以及30篇以上与课题相关的近年来发表的研究论文（包括10篇以上的外文资料）；  2、翻译相关专业英文资料5000字以上；  3、撰写5000字以上的课题综述论文一篇；  4、整理资料，撰写15000～20000字的毕业设计论文。 |
| **三、课题成果与形式**  15000-20000字论文一篇 |
| 四、主要参考文献  [1] 唐志敏．国家应急人才队伍建设亟待加强[J]．中国减灾，2009（4）：7-8.  [2] 王责任．关于我国应急救援队伍建设的研究[J]．中国应急救援，2011（1）：17-20.  [3] Lieut. Col，Bruria Adini，et al．Assessing Levels of Hospital Emergency Preparedness [J]. COMPREHENSIVE REVIEW， 2006，21（6），451-457.  [4] M. Hijji，S. Amin，et al．The Significance of Using “Expert System‟ to Assess the Preparedness of Training Capabilities against Different Flash Flood Scenarios [J]．Lecture Notes on Software Engineering ，2015，3（3）：214-219.  [5] Davide Mancaa，Sara Brambillaa．A Methodology based on the Analytic Hierarchy Process for the Quantitative Assessment of Emergency Preparedness and Response in Road Tunnels [J]. Transport Policy，2011，18 (5)：657-664.  [6] J. Post， S. Wegscheider，et al． Assessment of human immediate response capability related to tsunami threats in Indonesia at a sub-national scale [J]．Natural Hazards and Earth System Sciences，2009（9）：1075-1086.  [7] 中村仁，孝明等．地震災害における自治体間の相対的な地域災害対応力評価 [J]．地域安全学会論文集，2011：47-55.  [8] H. Lindbom，H. Tehler． How can the usefulness of capability assessments be improved? [J]．Journal of Chemical Physics ，2015 ，106(7)：2685-2694.  [9] Kanchan Das，R. S. Lashkari．Disaster Assessment and Mitigation Planning: A Humanitarian Logistics Based Approach [J]．Industrial Engineering & Management Systems，2013，12（4）：336-350.  [10] Takahashi, Akira．Assessment of Medical Response Capacity in the time of Disaster: the Estimated Formula of Hospital Treatment Capacity (HTC), the Maximum Receivable Number of Patients in Hospital [J]．The Kobe Journal of the Medical Sciences，2007，52（5）：188-198.  [11] Ben Smith．Water Rescue Capability Assessment．Wilson Fire Rescue Services Water Rescue Response Capabilities.2011.  [12] Soley Kaldal．Assessing Emergency Capacity– Emergencies in Iceland’s Search and rescue Region[R]．TVBB-5322-SE，2010.  [13] 杨力，王蕾．基于ISM方法的煤矿应急救援能力评价指标体系[J]．中国矿业大学学报(社会科学版) ，2015(1)：55-61.  [14] 单仁亮，王存权等．基于Vague集理论的煤矿应急救援能力研究术[J]．煤炭技术，2016，35(2)：320-321.  [15] 韩晋平，毕永华等．基于灰色-模糊综合法的煤矿应急救援能力评价研究[J]．西安科技大学学报，2011，31(2)：146-152.  [16] 苗成林，孙丽艳等．基于结构方程模型的煤矿企业应急救援能力评价研究[J]．中国安全生产科学技术，2014，10(2)：106-113.  [17] 杨力，刘程程等．基于熵权法的煤矿应急救援能力评价[J]．中国软科学， 2013(11)：185-192.  [18] 冯珍，郝晶星．煤矿企业应急救援能力评估[J]．电子科技大学学报(社科版)， 2010，12(3)：53-56.  [19] 李树刚，石钰．煤矿企业应急救援能力影响因素的结构方程模型研究[J]．西安科技大学学报，2012，32(1)：8-12.  [20] 商振，张虹．煤矿应急救援能力评估指标体系构建研究[J]．华北科技学院学报，2016，13(2)：45-50.  [21] 张铭，徐瑞华等．城市轨道交通应急救援能力的评价[J]．都市快轨交通， 2007，20(1)：30-33.  [22] 段宗涛，郑西彬等．高速公路应急救援能力评价体系[J]．交通信息与安全，2014(3)：94-98.  [23] 陈静丽．高速公路应急救援能力评价体系研究[D]（硕士学位论文）．陕西西安，长安大学，2013.  [24] 马兆有，王长君等．区域高速公路网应急救援能力评价体系建模研究[J]．武汉理工大学学报(交通科学与工程版)，2011，35(4)：714-717  [25] 曹毅．地震救援队应急救援能力综合评价及应用研究[D]．（硕士学位论文），湖南长沙，国防科技大学，2008.  [26] 李亦纲，吴建春等．地震应急救援能力评价指标与计算方法研究[J]．震灾防御技术，2011，6(2)：172-179.  [27] 周进军．地震灾害综合应急能力评估研究[D]（硕士学位论文）．北京，北京工业大学，2009.  [28] 郭燕，郗蒙浩等．基于ISM和FCE的地震应急管理能力评估[J]．自然灾害学报，2016，25(5)：133-141.  [29] 倪刚．海岛型国家石油储备基地应急救援能力评估研究[D]（硕士学位论文）．浙江舟山，浙江海洋大学，2017.  [30] 陈文涛，葛世友．基于三角模糊数的化工园区事故应急救援能力评价[J]．灾害学，2015(2)：167-171.  [31] 朱桂明，程凌等．石化企业应急救援能力评估研究[J]．中国安全生产科学技术，2010，6(2)：82-87.  [32] 赵玲，唐敏康．城市灾害应急能力评价指标体系的研究[J]．职业卫生与应急救援，2008，26 (1)：31-33.  [33] 连达军，苏群．基于模糊分层德尔菲法的城市灾害应急能力评估[J]．苏州科技学院学报(自然科学版)，2013，30(3)：60-64.  [34] 陈鹏，孙滢悦等．网格尺度下的城市自然灾害应急救援能力评价研究——以四平市为例[J]．科技文汇，2015（11），187-189.  [35] 吕显智，葛巍巍等．公安消防部队应急救援能力评价方法研究[J]．中国安全生产科学技术，2012，08(2)：117-122.  [36] 葛巍巍，吕显智．基层公安消防部队应急救援能力评估——以某市消防支队为例[J]．中国安全生产科学技术，2012，08(5)：150-154.  [37] 潘卫军，王润东．搜寻救援民用航空器的能力评估方法研究[J]．中国民航飞行学院学报，2016，27(3)：5-8.  [38] 徐吉辉，周镜等．基于结构熵的航空应急救援能力体系评价研究[J]．价值工程，2011，30(30)：26-27.  [39] 徐吉辉，楚维等．基于AHP-FCE的航空应急救援能力评价研究[J]．航空维修与工程，2012(1)：60-62.  [40] 陈春良，吴小良．基于 QFD-BP神经网络的装备保障能力需求分析[J]．装甲兵工程学院学报，2009 (5)：6-11.  [41] 舒宇，谭跃进．基于能力需求的武器装备体系作战能力评价[J]．兵工自动化，2009，28 (11)：17-19.  [42] 荣莉莉，杨永俊．一种基于知识供需匹配的预案应急能力评价方法[J]．管理学报，2009，6 (12)：1643-1647.  [43] 赵武．质量机能展开（QFD）研究综述[J] ．世界标准化与质量管理，2007（4）：56-58.  [44] 卞显红．质量机能展开（QFD）在饭店质量管理中的扩展应用模式[J] ．桂林旅游高等专科学校学报，2007,18（4）：559-563.  [45] 张晶．基于QFD的图书馆数字参考咨询服务质量评估方法研究[D]（硕士学位论文）．黑龙江哈尔滨，黑龙江大学，2012.  [46] 王玉海，谢恬恬等．基于需求视角的灾害救助及其救助效果评估研究[J]．北京师范大学学报(自然科学版) ，2015 (5) ：533-539. |