

# 浅谈城市消防站空间布局方法研究

郭俊杰

深圳市城市公共安全技术研究院 广东深圳 518000

**摘要:** 随着经济社会的快速发展,城市建设规模的不断扩大,各种致灾因素日益增加,消防队伍职能的拓展和灭火救援任务的日趋繁重,对消防站的设置和布局提出了较高的要求。通过对国内外消防站空间布局方法的研究,总结出现有方法存在的不足,并指出今后消防站空间布局的研究方向,为城市消防站的空间布局方法起到积极的参考作用。

**关键词:** 消防站;空间布局;研究

## Study on Spatial Layout Method of Urban Fire Station

Junjie Guo

Shenzhen Institute of Urban Public Security Technology, Shenzhen, Guangdong 518000

**Abstract:** With the rapid development of economy and society, the continuous expansion of urban construction scale, the increasing number of disasters causing factors, the expansion of fire brigade functions and the increasingly heavy fire fighting and rescue tasks, higher requirements are put forward for the setting and layout of fire stations. Through the research on the spatial layout methods of fire stations at home and abroad, this paper summarizes the shortcomings of existing methods, and points out the research direction of the spatial layout of fire stations in the future, which plays a positive reference role for the spatial layout methods of urban fire stations.

**Keywords:** Fire station; Spatial layout; Research

### 1 城市消防站空间布局方法研究现状

#### 1.1 国内研究现状

进入二十一世纪后,国内学者对消防站布局优化研究更为系统、科学,采用的方法更广泛也更为先进。北京理工大学学者在分析消防站责任区内各子系统火灾发生概率、火灾延时损失的基础上,计算出责任区内可能的火灾直接财产损失值。根据合理的、可接受的火灾损失期望值,提出了确定消防责任区面积的确定和成本效益角度,计算出消防站布局的成本效益原则,从而建立消防站责任区的面积大小的理论模型。清华大学陈驰、任爱珠提出了一种消防站布局优化计算机方法,该方法根据已划分好的责任区,即消防站数量已经确定的情况下,利用各保护区到各消防站加权距离最短的方法进行消防站优化布局分析,同时以平均消防行车距离最小为消防站选址原则,将责任区抽象为多个“结点”,并考虑了消防站的选址和消防站责任区的划分,实现了多个消防站的整体布局优化。上海消防研究所吴美文首次

将经典的离散定位理论引入到消防站的布局中,通过子区域的划分、道路网络拓扑的确定、最短路径矩阵计算和优化布局求解的分析流程,应用于厦门市消防站优化布局中,具有较强的实用性、针对性和合理性<sup>[1]</sup>。中南大学防灾科学与安全技术研究所专家则在城镇数字化和可视化的基础上,运用GIS技术开发消防站布局规划可视化系统。同时将消防站规划建立在空间分析的基础上,实现综合考虑道路阻抗及服务时间的消防救灾单元,实现综合考虑区内实际需求的资源优化配置。基于地理网络模型与GIS技术,俞艳等提出了顾及地理网络特征的城市消防站布局渐进优化方法,实现了城市新建消防站的选址规划及城市消防站的整体布局优化。方磊在传统的消防站选址模型的单一评价指标的缺陷基础上,分析了影响消防站选址的输入指标和输出指标,建立了基于偏好数据包络分析方法的消防站选址模型。通过适当的变量替换,将非线性规划模型转化为线性规划模型,从而给实际应用带来了便利,是消防站选址方法体系的一

个创新。

### 1.2 国外研究现状

国外有关消防站建设标准,则采用不同风险具有不同消防响应时间作为消防站布局的原则,这也是我国消防站建设标准的发展趋势之一。美国等发达国家对消防站规划问题的研究开展得较早,并取得了较大的成就,如Helly对消防站选址及责任区划分问题做了系统阐述。Cath Reynolds等从消防力量评估角度,对消防站、消防车辆负荷进行分析。Masood A Badri从多目标数学模型角度对消防站布局进行了一系列分析;Robert C Barr从风险响应角度分析消防站布局规划的一系列考虑因素,强调消防站布局的时间原则应当根据本地条件灵活考虑,但并未对具体消防站布局方法和技术进行论述;在《Fire station design project solution》中,根据统计模型,给出了消防站布局的简单计算方案。在加拿大安大略省的Sarnia市的消防站选址和布局上,使用了多准则决策分析方法和GIS相结合的方法。

英国消防站布局提出了基于风险的消防站规划研究框架。其消防站布局的原则是以不损害消防员的安全为前提,其布局的首要任务应针对火灾生命危险,其次才是针对火灾财产风险<sup>[2]</sup>。美国的消防站布局强调火灾发生后消防站的响应时间;响应时间基于风险等级;以消防站的位置和响应地区的风险等级来分配相应的消防站;消防站的选址必须让所响应的消防车辆尽可能安全的进入街道和道路。其消防局与消防站的设置没有固定的标准,而是根据各个地区的居住、工业、商业等情况加以考虑

## 2 当前城市消防站布局方法存在的问题

通过对国内外相关研究的回顾,我们可以发现,国外的研究重心主要强调消防力量规划的逻辑论证,缺乏对相关技术的深入研究;国内尽管也做了一些有益的尝试,但研究的深度和广度都非常有限,没有涉及具体的研究问题上,没有将采用不同风险具有不同消防响应时间作为消防站布局的原则,这也是我国消防站建设标准的发展趋势之一,没有对消防站作为应急服务设施布局优化的一系列因素进行全面考虑,故在实用性方面待商榷,而且很多方法尚处于探索阶段,无论在理论研究方面,还是消防管理模式方面都面临着许多挑战,有待于进一步完善。

## 3 消防站空间布局方法优化策略

如何通过研究城市消防站布局规划工作中存在的主要问题,有针对性提出能够充分反映中等城市消防

站布局的现实需求,科学、灵活、有效的城市消防站的规划模式,进而弥补现行标准在规划应用中的不足,为消防部门提供风险管理辅助决策工具,促进我国消防事业向着科学、健康的轨道发展,也是消防站空间布局亟待考虑的问题。

### 3.1 划分城市火灾风险等级

在城市电子地图及城市相关功能分区的基础上,确定城市的各个子区域,以便进行消防站布局;具体划分为城市重点防火地区、城市一般防火地区、防火隔离带及避难疏散场地<sup>[3]</sup>。由于城市重点防火地区涵盖了对城市消防安全有重大影响的、容易造成重大人员伤亡和财产损失的建设、设施和单位。

借鉴国内外火灾风险等级的划分方法,把城市重点防火区域的火灾风险划分为A、B、C、D四个等级,分别表示该城市区域的火灾风险为极高、高、中、低。这里所涉及的风险应当是考虑了防火要素后的风险。

(1) A级重点消防地区:以工业用地、仓储用地为主的重点消防地区;包括石油化工企业、仓库等工业密集区域等;

(2) B级重点消防地区:以公共设施用地为主的重点消防地区,包括商场、市场、公共娱乐场所、宾馆饭店等或商业财产密集区域等;

(3) C级重点消防安全地区:以地下空间和对外交通用地、市政公用设施用地为主的重点消防地区,包括:办公场所、图书馆、博物馆、学校、医院、综合建筑、交通通信枢纽等;

(4) D级重点消防安全区域:不属于A、B、C级风险区域的那类区域。

### 3.2 响应时间分级

城市规划区内消防站的布局,一般应以接到出动指令后5分钟内消防队可以到达辖区边缘为原则确定。响应时间在5分钟以内和在6-10分钟之间,其对应的具有潜在人员伤亡的居民火灾发生率相差不大,也就是说,响应时间在10分钟以内,具有潜在人员伤亡的居民火灾发生率差不多,而与响应时间在10分钟以外相比,其火灾死亡率有明显差异。

根据我国城市用地性质和历史火灾等特点,确定出相关重点防火地区等级,针对不同风险等级限定不同消防响应时间。根据消防用地分类设定风险分级和相应的消防响应时间为:

(1) A级和B级重点消防地区,消防响应时间为5分钟;

(2) C级重点消防安全地区, 消防响应时间为8分钟;  
(3) D级重点消防安全地区, 消防响应时间为12分钟。

### 3.3 道路拓扑网络确定

消防站布局采用实际道路网络拓扑, 其由道路节点及路径构成。其确定的原则及方法如下:

(1) 消防站布局中的道路网络拓扑应当以城市实际道路网络为基础进行抽象和简化;

(2) 在保证消防站布局精度的前提下, 道路网络拓扑中的节点数目越少越好。这是基于运营成本考虑;

(3) 道路网络拓扑应当以消防队响应出动频繁利用的道路构成;

(4) 以行车时间来表示道路网络拓扑中节点间连接路径的长度。

### 3.4 计算最短路径

以优化道路网中路段的权值为出发点, 结合消防工作实际情况的特点, 运用模糊数学中的层次分析法综合评定道路的权值, 建立消防灭火救援最优调度模型。针对Dijkstra算法效率低的问题, 对算法本身通过建立二叉堆优先级队列进行优化; 在交通路网方面, 通过引入层次空间推理的概念对道路网进行分层优化, 利用模糊数学中的层次分析法, 对道路权重进行综合评定<sup>[4]</sup>。路线选择所依据的原则便是使起止点间的交通阻抗最小, 将交通行程时间作为道路的权重, 也即由通行路程/通行速度。

### 3.5 最佳站址搜索

首先, 利用ArcGIS中的定位-配给模型实现消防站最优站址的搜索, 再根据集合覆盖模型(LSCP)得出最

少消防站数量, 然后运行最大覆盖模型(MCLP)优化站址, 得出消防站点优化初步方案。

### 3.6 优化布局求解

城市消防站的布局, 应结合规划区域范围内行政区域的划分、地形条件、河流、道路网结构等等, 根据消防站辖区划分原则, 以及各种分割参考线, 对消防站站址进行修正。同时依据《城市消防站建设标准》中“消防站边界距小学、医院、幼儿园、托儿所、影剧院、集市等人员密集的公共建筑和场所的距离不应小于50m”、“有生产、贮存危险化学品单位的, 消防站应设置在常年主导风向的下风或侧风处, 其边界距上述危险部位一般不宜小于200米”等要求, 对消防站站址进行优化布局。

## 4 结束语

综上所述, 对消防站的设置和布局需要充分考虑消防站的合理布局、正确地选择消防站的地理位置对于加快消防队伍发展、迅速有效地处置突发事件, 保卫人民生命财产安全具有重要的现实意义。

### 参考文献:

- [1]白华, 吴越. 城市老城区消防站布局优化研究[J]. 中国安全科学学报, 2010, 08: 81-87.
- [2]武巧彦, 张继权, 伶志军, 刘兴朋. 基于GIS的集成多标准决策分析法的城市消防站应急空间选址规划[J]. 中国灾害防御协会风险分析专业委员会年会, 2010: 79-88.
- [3]施艺伟, 尤明伟. 厦门市某区域消防站布局规划优化[J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 10: 152-156.
- [4]刘永. 基于消防响应时间满意度的消防站布局优化研究[J]. 武警学院学报, 2014, 10: 23-26.