

医疗与健康运作管理丛书

丛书主编 李金林 冉 伦

DECISION-MAKING ON
EMERGENCY MEDICAL SERVICES FACILITY
LOCATION UNDER UNCERTAINTIES

不确定性下应急医疗 服务设施选址决策

彭春 著

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

不确定性下应急医疗服务 设施选址决策

**Decision – Making on Emergency Medical Services
Facility Location Under Uncertainties**

彭 春 著

内 容 简 介

近年来,在全世界自然灾害和突发事件频发的背景下,我国政府陆续颁布了一系列规定和指南,从宏观政策方面,强调应急医疗服务网络体系的重要性。本书围绕应急医疗服务过程中的诸多不确定因素,强调应急医疗服务网络设计中的相关设施选址决策,借助优化理论,建立了新颖的应急医疗服务设施选址决策的数学模型,设计有效的求解算法,确定最优的应急医疗服务设施的选址和配置决策,从理论方法、模型和实际应用方面丰富了目前的研究。本书主要讨论了三块内容:需求不确定性下应急医疗服务网络设计、救护车动态选址和多种不确定性下的两阶段鲁棒应急物资配置。

本书的读者对象主要为从事应急医疗服务决策的科研工作人员,包括研究生和高校教师。本书也适合各级政府应急医疗服务与救灾部门的工作人员和研究人员阅读。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

不确定性下应急医疗服务设施选址决策 / 彭春著

— 北京:北京理工大学出版社,2022.2

(医疗与健康运作管理丛书 / 李金林,冉伦主编)

ISBN 978-7-5763-0819-8

I. ①不… II. ①彭… III. ①公共卫生-突发事件-
医疗卫生服务-服务设施-选址 IV. ①R126.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 010836 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 11

字 数 / 166 千字

版 次 / 2022 年 2 月第 1 版 2022 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 78.00 元

责任编辑 / 申玉琴

文案编辑 / 申玉琴

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

| 前 言 |

进入 21 世纪以来，世界各地灾害频发，严重制约了社会的发展，给人类带来生命和财产的重大损失，造成深远的社会影响。大型突发事件或自然灾害发生后，政府需要快速启动应急救灾网络，合理配置应急医疗服务基础设施，为灾区提供有效的应急服务需求，从而降低突发事件带来的损失和影响。因此，面对频繁发生的自然灾害，从宏观政策和学术研究层面，完善应急服务网体系的重要性迫在眉睫。

从国家宏观政策的视角来看，2011 年年底，国务院办公厅印发《国家综合防灾减灾规划（2011—2015 年）》，这是贯彻落实党中央、国务院关于加强防灾减灾工作决策部署的重要举措，是推进综合防灾减灾事业发展、构建综合防灾减灾体系、全面增强综合防灾减灾能力的迫切需要。2015 年 3 月 6 日，国务院办公厅发布《全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015—2020 年）》，明确了各医院功能定位，承担人才培养、医学科研及相应公共卫生和突发事件紧急医疗救援等任务和技术支撑，带动医疗服务的区域发展和整体水平提升，尤其提到了突发事件下应急医疗服务救援的功能。

从学术研究的视角来看，应急医疗服务也是应急管理研究的重要内容。近年来，应急管理已成为管理科学、信息科学、行为科学和安全科学等学科交叉研究的热点领域。在该背景下，国家自然科学基金委员会于 2009 年正式启动了“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划，同时管理科学部专门设立了应急管理项目，每年资助 4 期。这有力地推动了我国应急管理科学的研究与发展，促进了我国应急管理决策科学化。

鉴于此，本书针对应急医疗服务体系的网络布局问题，围绕应急医疗服务过程中的诸多不确定因素，如应急需求、运输成本、运输时间、随机延误、设施发生中断风险等，从战略与战术层面对应急医疗服务中的设施

选址问题（如应急医疗服务站、急救车辆临时站点、灾前应急物资配置网络等）进行科学的探讨，确定最优的应急医疗服务设施的选址布局、急救车辆的规模、急救车辆的分配等，满足最小总成本和既定的覆盖水平。这不仅在一定程度上降低不确定性带来的风险，提高医疗资源的配置利用率，也为我国应急医疗服务体系建设提供决策支持和参考依据。

本书由国家自然科学基金重点项目《医疗与健康的数据分析与决策》（基金号：71432002）提供经费资助。在这里作者特别感谢北京理工大学管理与经济学院李金林教授对本书中项目的指导。另外，由于作者个人原因，定稿时间匆忙，在撰写中难免有一些错误，还请读者朋友们批评指正。

| 目 录 |

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	4
1.3 研究方法	7
第 2 章 文献综述	10
2.1 国内外研究概况	10
2.2 应急医疗服务设施选址	11
2.2.1 覆盖模型	13
2.2.2 随机规划模型	16
2.2.3 鲁棒优化模型	18
2.3 应急物资配置	20
2.3.1 随机规划模型	21
2.3.2 鲁棒优化模型	23
2.3.3 中断设施选址模型	27
2.4 优化理论与方法概述	29
2.4.1 随机规划	29
2.4.2 鲁棒优化	30
2.4.3 分布式鲁棒优化	32
2.4.4 机会约束规划	33

第3章 需求不确定情况下应急医疗服务网络设计	36
3.1 研究背景	36
3.2 问题描述	38
3.2.1 符号说明	39
3.2.2 确定模型	39
3.3 两阶段机会约束随机规划模型	42
3.3.1 数学模型	42
3.3.2 求解算法	45
3.4 基于不确定集合的鲁棒模型	48
3.4.1 基于应急需求对称不确定性的鲁棒模型	50
3.4.2 基于应急需求非对称不确定性的鲁棒模型	53
3.5 算例分析	55
3.5.1 两阶段随机规划模型的结果分析	55
3.5.2 鲁棒模型的计算结果	61
3.5.3 随机和鲁棒模型比较	65
3.6 小结	68
第4章 救护车动态选址	70
4.1 研究背景	70
4.2 问题描述	71
4.2.1 符号说明	72
4.2.2 确定模型	73
4.2.3 随机模型	76
4.3 两阶段机会约束随机规划模型	78
4.3.1 数学模型	79
4.3.2 求解算法	81
4.3.3 模型延伸	95
4.4 两阶段机会包络约束随机规划模型	96
4.4.1 数学模型	97
4.4.2 求解方法	100

4.4.3 PEC 约束的保守近似·····	101
4.5 算法测试·····	102
4.6 小结·····	113
第 5 章 多种不确定性下两阶段应急物资鲁棒配置 ·····	114
5.1 研究背景·····	114
5.2 问题描述·····	116
5.2.1 符号和参数·····	116
5.2.2 确定模型·····	116
5.3 考虑不确定需求和成本的鲁棒模型·····	117
5.3.1 基于运输成本不确定性的鲁棒设施选址模型·····	118
5.3.2 基于需求不确定性的鲁棒设施选址模型·····	119
5.3.3 基于运输成本和需求不确定性的鲁棒设施选址模型·····	121
5.4 考虑设施中断的两阶段鲁棒模型·····	124
5.4.1 数学模型·····	124
5.4.2 求解算法·····	128
5.5 算例分析·····	130
5.5.1 基于需求和运输成本不确定性的鲁棒优化模型·····	132
5.5.2 考虑设施中断的两阶段鲁棒优化模型·····	136
5.6 小结·····	141
第 6 章 总结与展望 ·····	143
参考文献 ·····	147

| 图 目 录 |

图 1.1	研究交叉领域	3
图 3.1	算法 1	47
图 3.2	基于邮政编码划分的北爱尔兰地图	60
图 3.3	η 和 β 对总成本的影响	61
图 3.4	随机模型的最优选址点	66
图 3.5	基于对称不确定集合的最优选址点	67
图 3.6	基于非对称不确定集合的最优选址点	67
图 3.7	不同约束违反概率 η 下的总成本的变化 ($\beta = 0.9, \text{POR} = 0$)	68
图 4.1	算法 2	86
图 4.2	算法 3	90
图 5.1	算法 4	129
图 5.2	单一不确定因素下最优总成本随 Γ_u 或 Γ_v 变化	134
图 5.3	最优总成本随 (Γ_u, Γ_v) 组合的变化	135
图 5.4	不同需求扰动比例下最优总成本随 Γ_u 的变化 ($\Gamma_v = 0$)	137
图 5.5	不同 Γ'_u 和 Γ'_v 下成本随 ρ 变化	138
图 5.6	成本与不确定参数 Γ'_u, Γ'_v 变化曲线	139

| 表 目 录 |

表 3.1	随机生成的测试数据集及其规模 (第 3 章)	56
表 3.2	算法测试结果	58
表 3.3	不同 POR 下结果比较 ($\eta=0.2, \beta=0.9$)	63
表 3.4	不同 η 下的不同指标比较 ($\Omega=0.5, \beta=0.9$)	63
表 3.5	不同 η 下最优选址点和配置急救车辆 ($\Omega=0.5, \beta=0.9$)	64
表 4.1	随机生成的测试数据集及其规模	103
表 4.2	机会约束模型的结果	107
表 4.3	不同 η 下机会约束模型的结果	110
表 4.4	机会包络约束模型的结果	111
表 4.5	PEC 保守近似估计的结果	112
表 5.1	各候选设施的固定成本及容量限制	131
表 5.2	各需求点的名义需求量 d_i 及其扰动量	131
表 5.3	各需求点到各候选设施的名义运输成本 c_{ij}	131
表 5.4	不同 (Γ_u, Γ_v) 组合下的最优总成本	133
表 5.5	不同不确定水平及需求量扰动比例组合下的 计算结果比较	135
表 5.6	不同参数下最优解比较	140

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

进入 21 世纪以来，世界各地灾害频发，2001 年美国“9·11”事件，2003 年风靡全球的“SARS”，2005 年美国 Katrina 飓风、2006 年日本千岛地震、2008 年我国的“5·12”汶川地震、2010 年我国青海玉树地震、2011 年日本福岛核泄漏等，严重制约了社会的发展，给人类带来生命和财产的重大损失，造成深远的社会影响。大型突发事件或自然灾害发生后需要快速启动应急救灾网络，合理配置应急医疗服务基础设施，为灾区提供有效的应急服务需求，从而降低突发事件带来的损失和影响。因此，面对频繁发生的自然灾害，国家政府也颁布了一系列的政策文件和指南，从宏观政策层面，强调完善应急服务网体系的重要性。

2009 年 5 月 11 日，中华人民共和国国务院新闻办公室发布了《中国的减灾行动》白皮书。中国政府在《国家综合减灾“十一五”规划》等文件中明确提出“十一五”期间（2006—2010 年）及中长期国家综合减灾战略目标：建立比较完善的减灾工作管理体制和运行机制，灾害监测预警、防灾备灾、应急处置、灾害救助、恢复重建能力大幅提升，公民减灾意识和技能显著增强，人员伤亡和自然灾害造成的直接经济损失明显减少。其重点突出减灾能力的建设，即建立抢险救灾应急体系，提高应急处置能力。以应急救援队伍、应急响应机制和应急资金拨付机制为主要内容的救灾应急体系初步建立，应急救援、运输保障、生活救助、卫生防疫等应急处置能力大大增强。2011 年年底，国务院办公厅印发《国家综合防灾

减灾规划（2011—2015年）》，这是贯彻落实党中央、国务院关于加强防灾减灾工作决策部署的重要举措，是推进综合防灾减灾事业发展、构建综合防灾减灾体系、全面增强综合防灾减灾能力的迫切需要，对切实维护人民群众生命财产安全、保障经济社会全面协调可持续发展具有重要意义。其重点突出加强区域和城乡基层防灾减灾能力建设和自然灾害应急处置与恢复重建能力建设。

国务院办公厅2013年10月25日颁布的《突发事件应急预案管理办法》明确指出，针对为突发事件应对工作提供队伍、物资、装备、资金等资源保障的专项和部门应急预案，侧重明确组织资源调度、基础设施布局、不同种类和级别突发事件发生后的应急预案启动等内容。为贯彻落实《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》、《中共中央国务院关于深化医药卫生体制改革的意见》、《国务院关于促进健康服务业发展的若干意见》（国发〔2013〕40号）精神，促进我国医疗卫生资源进一步优化配置，提高服务可及性、能力和资源利用效率，指导各地科学、合理地制订实施区域卫生规划和医疗机构设置规划，2015年3月6日，国务院办公厅发布《全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015—2020年）》，明确了各医院功能定位：公立医院、县办医院、市办医院、省办医院、部门办医院主要向各自区域提供疑难危重症诊疗和专科医疗服务，接受下级医院转诊，并承担人才培养、医学科研及相应公共卫生和突发事件紧急医疗救援等任务和技术支撑，带动医疗服务的区域发展和整体水平提升，尤其提到了突发事件下应急医疗服务救援的功能。

在过去的几十年里，EMS（Emergence Medical Service，应急医疗服务）发挥越来越重要的作用。一个完善的应急医疗服务网络体系不仅可以挽救更多的生命，提高公众对医疗服务质量的满意度，而且不会过多增加政府和公民的财政负担。然而，设计一个完善的EMS网络不是一件轻而易举的事情，而是一个重大的战略计划问题。《全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015—2020年）》，强调逐步建立完善的医疗应急服务体系，以市办急救中心为龙头，县急救中心和急救网络医院共同建成比较完善的急救网络，每个地市必须设置1个急救中心（站），在有核电站、核设施、大型核辐射装置的省份可以建设核辐射应急救治基地；建立和完善公立医院、专业公共卫生机构、基层医疗卫生机构以及社会办医院之间的分工协作关系，

合理确定应急医疗服务站的配置数量和布局，根据各级医院、社区卫生服务中心覆盖情况以及服务半径、服务人口等因素合理设置，整合各类医疗卫生机构的服务功能，为群众提供系统、连续、全方位的医疗卫生服务。因此，我国政府从国家战略规划层面提出建立和完善应急医疗服务网络，这也为本书的研究奠定了实践应用基础和宏观理论政策指导。

应急医疗服务是应急管理研究的重要内容，是大规模突发事件、自然灾害等应急救援过程中最重要的一道保障。近年来，作为多个应急管理、医疗健康和公共健康的交叉领域（图 1.1），应急医疗服务相关的研究已成为学者们研究的热点。而应急管理已成为管理科学、信息科学、行为科学和安全科学等学科交叉研究的热点领域。在这一背景下，国家自然科学基金委员会于 2009 年正式启动了“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划，同时国家自然科学基金委员会管理科学部专门设立了应急管理项目，每年资助 4 期。从每年资助情况来看，研究越来越多关注应急服务和应急管理，这有力地推动了我国应急管理科学的研究与发展，促进了我国应急管理决策科学化，提升了政府应急管理能力建设。

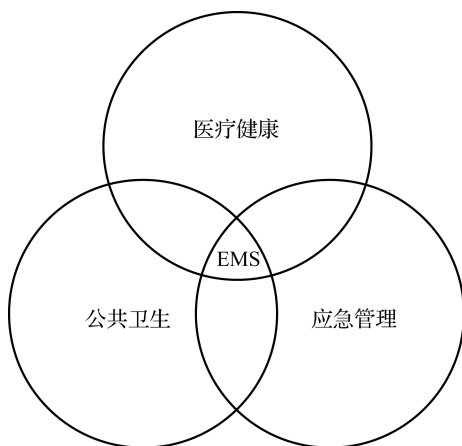


图 1.1 研究交叉领域

急救中心（重症医学中心）是向 100 万人口以上区域提供高水平院前院内急救服务的医疗机构，并承担相应的高等医学院校教学和科研任务，是国家高层次的医疗机构，是省内或全国急救医疗、教学、科研相结合的技术中心。根据卫生部发布的《中国卫生和计划生育统计年鉴 2014》，截

至 2013 年，我国专业公共卫生机构中急救中心（站）总数为 312 个，较 2012 年增加 17 个。其中，城市地区急救中心（站）总数为 207 个，较 2012 年增加 7 个；农村地区急救中心（站）总数为 105 个，较 2012 年增加 10 个。此外，我国应急医疗服务机构的规模发展也比较迅速。2013 年我国急救中心（站）急救总人次为 511.2 万人次，较上年同期增长 10.3%。这些数据也说明，我国越来越重视应急医疗服务网络的设计。

虽然从国家战略层面进行了长远的规划和探索研究，但总体来说，应急医疗服务体系建设刚刚起步，EMS 在战略运作层面的实战能力建设相对缓慢，特别是针对我国人多地广的特殊国情，覆盖面不足。合理规划国家应急医疗服务体系的网络布局 and 未来发展，对提升应急医疗救援能力具有十分重要的意义和深远的影响。

鉴于此，本书针对应急医疗服务体系的网络布局问题，从战略与战术层面对应急医疗服务中的设施选址问题（如应急医疗服务站、急救车辆临时站点、灾前应急物资配置网络等）进行科学的探讨，构建实际可行的应急医疗服务网络，提高医疗资源的配置利用率和医疗服务水平，为我国应急医疗服务体系建设提供决策支持。

1.2 研究意义

在有限的资源和错综复杂条件下，一个有效的 EMS 系统受到若干个资源分配决策的影响，包括相关应急医疗设施（如救护车、应急医疗服务站、灾前应急物资配置网络、公共医疗救助设施等）的选址布局、急救车辆的分配、需求区域的划分、设施的分派规则等。选址决策是战略层面的，而分派设施决策是运作层面的。这两个决策通常分开制定，但是均对 EMS 评价指标产生影响。应急医疗设施服务时间非常敏感，例如病人希望救护车尽可能快到达，快速有效的应急响应时间可以挽救更多的生命。但是事实上，在我国，相当一部分区域缺乏合理有效的应急医疗服务网络，只能依靠私人车辆运输病人。由于突发事件或自然灾害的突然性、不可预测性，应急部门无法准确预测。应急医疗服务的需求存在较大的不确定性，在某一地理区域，人们不能通过任何科技手段来提前预知应急医疗服

务发生的地点。因此,在当前复杂多变的环境下,应急医疗服务网络设计过程中存在诸多不确定性(如需求、成本、运输时间、随机延误、设施发生中断风险等)。

早期对于 EMS 的研究大多为选址布局模型,具体包括确定选址问题和概率选址问题。确定选址问题,并没有考虑不确定因素;尽管概率选址问题考虑了可利用的急救车辆的不确定性,但是并没有考虑其他更多的不确定性,不能够涵盖更多的实际,如需求、时间依赖的参数、动态、运输时间、设施中断等。近年来,许多学者侧重不确定性下的应急医疗服务网络设计,使用了随机规划和鲁棒优化方法。随机规划方法,假设应急服务相关参数(或概率分布)已知,或者已知大量的不确定参数的随机情景及其概率。虽然随机规划为该领域的研究提供了有效的工具,但获取准确的不确定参数的数据或概率分布是非常困难的。另外,求解大规模情景下的随机规划模型也具有挑战性,尤其对于两阶段机会约束随机规划问题。然而,随着鲁棒优化理论方法飞速发展,它在一定程度上弥补了随机规划的不足。但同样,鲁棒优化方法也存在一定的不足,鲁棒解往往非常保守,这又可能导致太过于保守的决策。虽然随机规划和鲁棒优化均存在一定的不足,但是这并不影响它们在设施选址、网络设计方面的广泛运用,尤其是在应急医疗服务领域。

基于以上分析,本书围绕应急医疗服务过程中的诸多不确定因素,如应急需求、运输成本、运输时间、随机延误、设施发生中断风险等,强调应急医疗服务网络设计问题中的相关设施选址决策优化。基于应急医疗服务设施选址中的诸多不确定性,借助随机规划、鲁棒优化和机会约束理论,从方法论和实际模型创新两方面,建立新颖的应急医疗服务设施选址决策的数学模型,并设计了有效的求解算法,并基于实际的数据,确定最优的应急医疗服务设施的选址布局、急救车辆的规模、急救车辆的分配等,满足最小总成本和既定的覆盖水平。这不仅在一定程度上降低不确定性带来的风险,提高应急医疗设施配置效率,同时为相关应急医疗部门提供决策支持。因此,针对不确定环境下应急医疗服务设施选址决策进行优化研究具有重要的理论意义和实际应用意义。

本书的研究意义主要体现在以下几个方面:

①从理论层面上说,本书综合运用运筹学、统计学、应急管理、设施

选址和凸优化理论等知识，围绕应急医疗服务过程中的诸多不确定因素，借助随机规划、鲁棒优化和机会约束相关理论，建立新颖的应急医疗服务设施选址决策的数学规划模型，这将有助于认识应急医疗服务体系的内在运作规律，完善和丰富应急管理理论和优化理论体系。另外，本书提出的数学规划模型体系和框架具有一般性，可以广泛地运用到其他相关的领域。例如，基于不确定应急需求，构建两类复杂的不确定集合，提出了两个新颖的鲁棒优化模型；建立了两阶段机会约束随机规划模型，且首次从随机规划视角提出了两阶段概率包络约束随机规划模型，这是对前者的一次创新性地延伸，并且提出了有效的近似估计。

②从模型层面上说，本书提出了一系列新颖的应急医疗服务设施选址决策优化的数学模型（两阶段随机规划模型、鲁棒优化模型、两阶段概率包络约束随机规划模型和两阶段鲁棒优化模型），并设计了有效的求解算法，在一定程度上有效弥补了随机规划和鲁棒优化模型的不足。具体而言，就是将传统的单阶段静止的应急医疗服务选址模型扩展为多阶段动态的选址模型，同时考虑更多的实际因素（如时间依赖的参数、急救车辆的重新选址）；引入机会约束或概率包络约束来刻画单个需求点的局部覆盖水平或整个应急医疗服务系统的覆盖水平；进而，采用基于离散情景的随机规划、基于对称与非对称不确定集合的鲁棒优化；首次同时整合需求、成本和设施中断等多个不确定性，且需求和成本参数是以乘积的形式在模型中存在，基于 Budget 不确定集合，建立两阶段鲁棒设施选址模型；针对所提出的模型，设计了有效的求解算法，并采用随机生成的数据，验证算法的效率。

以上提出的数学模型，有效克服了随机规划在大规模问题上的求解难题，尤其是含有机会约束的随机规划；同时，构造两类复杂的不确定集合，在一定程度上降低传统鲁棒解过于保守的问题。分布式鲁棒优化不但具备不确定参数的部分概率分布信息，而且还局限于一个有界的不确定集合中，完美地结合了鲁棒优化与随机规划，从而有效规避了其不足。与目前文献仅仅考虑单个或者两个不确定因素不同，本书同时考虑多个不同来源的不确定性，且含有复杂的非线性表达式，这也使得本书的研究更具有意义和挑战性。综上，本书不仅进一步拓展了随机规划、鲁棒优化和机会约束等理论的应用，同时在较大程度上丰富了应急医疗服务设施决策相关

文献，填补了目前相关研究的空白。

③从实际应用层面来说，基于实际的数据，验证所建立的数学模型的有效性，同时也给出了不同数学规划模型下的决策优化方案，为决策者提供指导。此外，本书所提出的模型和算法，具有一般性，不仅适用于应急医疗服务设施选址（应急医疗服务站、救护车），而且也适用于其他领域的设施（消防站、消防车、移动警务站、警察巡逻车）以及公共设施选址。

无论是工业，还是医疗服务业，设施选址布局都非常关键。在工业中，不合理的设施选址布局，例如建立的设施过多或过少，都会导致过高的成本或者不能满足顾客的需求。在应急医疗服务中，同样地，不合理的设施选址布局会造成较大损失，如灾前的应急物资配置网络，如果布局较少的设施或者设施布局不合理，由于不能及时获得应急医疗服务，势必严重影响服务的质量和效率。本书综合考虑各种不确定因素，确定最优医疗设施的选址布局策略，一定程度上降低不确定性带来的风险，提高医疗设施配置效率，为相关部门提供决策支持。

1.3 研究方法

本书主要研究不确定性下的应急医疗服务设施决策优化，涉及管理科学、运筹学、应急管理、公共健康、交通物流管理等学科，定性分析与定量建模，在整合设施选址、医疗资源优化配置、应急物流等研究领域成果基础上借助随机规划、鲁棒优化、可调节鲁棒优化、分布式鲁棒优化和机会约束，建立定量的数学优化模型，确定最优的应急医疗服务设施决策。本书所运用的主要研究方法如下。

(1) 文献、数据等资料的收集与整理

通过查阅国内外应急医疗服务设施选址决策、公共应急设施选址布局等方面的大量文献，梳理并归纳了文献的研究方法和相关模型，挖掘现有文献研究的不足，提出本书研究的主体框架。此外，本书充分利用承担项目的合作单位资源，通过各种实践渠道，获取需求数据，并进行初步的分析整理。