

Study on Emergency Evacuation System of City Waterlogging Wargaming Rules of Residents

Peng Chen¹, Jiquan Zhang², Yingyue Sun¹, Xiaojing Liu¹, Jiafu Liu¹

¹Jilin Normal University School of tourism and geography Sciences, Jilin Siping, 136000, China

²School of Environment, Northeast Normal University, Jilin Changchun, 130117, China

城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系研究

陈鹏¹, 张继权², 孙滢悦¹, 刘晓静¹, 刘家福¹

1 吉林师范大学旅游与地理科学学院, 吉林 四平, 136000, 中国

2 东北师范大学环境学院, 吉林 长春, 130117, 中国

Abstract

Urban waterlogging disaster is a serious threat to urban residents' life. The research of urban waterlogging disasters residents emergency shelter by wargaming deductive is available to deduce high risk events at low cost, which can assess and find the emergency loophole and improve the level of emergency drills, emergency decision-making and command staff management. Based on discussing the features and construction principles of rule, the rules system is built. The contents of the rules system has been extracted and consummated, which provide a guedance to realize the urban waterlogging disaster residents emergency shelter wargaming.

Keywords: waterlogging disaster; emergency evacuation; wargame

摘要

城市内涝灾害严重威胁城市居民生命安全。开展内涝灾害居民应急避难兵棋推演研究,可在低成本的情况下推演高风险事件,以起到评估和发现应急预案的漏洞,提高应急演练和应急决策与指挥人员管理水平。在讨论城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则特点与构建原则基础上,构建城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系,并对该规则体系内容进行了提取,完善了规则体系内容,为实现内涝灾害居民应急避难兵棋推演提供指导作用。

关键词: 内涝灾害; 应急避难; 兵棋推演

1.引言

兵棋研究最早在国外发展起来,在18世纪初,时任宫廷文职战争顾问冯·莱斯维茨发明了一种由地图、棋子、规则、骰子与概率表来模拟军队交战过程的游戏,用这套战争游戏模拟推演战争的实际过程[1]。兵棋的定义很多,广义兵棋是指作战模拟,包括兵棋推演、沙盘推演、实兵演习、作战仿真及解析模拟等方法与手段;而狭义的兵棋仅指电脑或手工兵棋[2]。兵棋构成的四个基本要素:棋盘(地图)、棋子、规则和想定。兵棋推演规则是兵棋推演过程中,推演双发在兵棋地图上调动棋子、单位作战行动的依据,如象棋中“马走日,象走田”规则[3]。由于在推演过程中存在不确定和偶然性,多数兵棋推演过程需采用投骰子数裁决最终的战斗结果,每个回合裁决一次,形成一种战争态势,逐步推演,直至整个过程结束,以此达到锻炼提高指挥能力的目的[4]。

在救灾如同作战的理念之下,兵棋推演逐渐被运用到灾害管理和事故管理系统(Incident Management System, IMS)中[5-6]。通过“博弈”来争取“最适”利益,同时可节约成本、节约时间,主要用于谈判和有竞争、有对抗性的事务[7-8];还可以通过“推演”提前发现问题,给出对策,主要用于方案的制订和优化,并根据灾害的发展以及历史的数据和灾害模型,选择并优化合理的应急管理方案[9]。美国联邦紧急事务管理署(FEMA)针对灾害危机管理项目,将兵棋推演引入到经济事务管理中。其后台湾环境与灾害政策学会参考美国FEMA

应用兵棋推演的经验,结合台湾当地事情和历史救灾经验,发展适合台湾情景的兵棋推演体系。在城市内涝灾害居民应急避难上利用兵棋推演思想的研究较少,已有的此方面内容主要集中在城市内涝的应急管理中,按照应急管理的思路,建立了以时间为标准的评价体系与推演规则,实现了城市内涝灾害应急管理的兵棋推演模型[10]。城市灾害应急管理兵棋推演的基本原理是用棋盘模拟灾害空间、回合模拟灾害演进时间、棋子模拟灾害状态及处置力量;兵棋依据规则,利用骰子(随机数)模拟城市灾害状态及处置的不确定性和复杂性来体现灾害规律;在走棋驱动中,实施人与灾害的对抗,通过裁决,形成连续、动态的城市灾害态势来体现处置城市灾害的过程。运用博弈论、概率论、统计学等科学方法,通过对各类灾害数值模拟和人员行为数值模拟的仿真,在虚拟空间中仿真灾害发生、发展的过程,以及人们在危机环境中可能做出的各种反应[11-12];并在演练平台上,在最大限度仿真实际灾害的条件下,开展应急演练[13],在低成本的情况下来评估高风险和高价值的事件,以起到评估和发现预订方案漏洞的作用,同时能演练和支援各级决策与指挥人员,提高城市灾害应急管理水平。

将兵棋推演方法应用到城市内涝灾害居民应急避难过程中,首先需要解决的问题就是推演规则体系的构建。而构建能够准确反映城市内涝灾害居民应急避难过程兵棋推演的基本规律的规则体系是实现该兵棋推演功能的关键环节。本文在分析城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演的特点与内容的基础上,对该兵棋推演的规则进行了提取,并构建了城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系,为实现城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演提供了规则体系保障。

2.内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系构建

内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则是为规范内涝灾害居民应急避难兵棋推演的运行过程和裁决保障效果而做出的具体规定,其目的主要是对内涝灾害居民应急避难过程的总结,以及避难演习、试验数据结果的验证,以发现应急部门在组织居民应急避难过程中的漏洞与不足。兵棋推演规则是兵棋推演的核心,如其它棋类游戏一样,须有固定的棋子移动规则,才能保障棋类游戏正常进行。因此,在进行内涝灾害居民应急避难兵棋推演之前,需先制定好其兵棋推演规则[14]。

2.1 规则体系特点

(1) 格式规范化。为实现内涝灾害居民应急避难兵棋推演,需要自然灾害专业人员与计算机软件开发人员协作完成,尤其是居民应急避难兵棋推演规则体系在系统中的实现,自然灾害专业人员与应急避难专业人员依据经验知识将居民应急避难过程及原则转化为规则体系,软件开发人员将规则体系的具体内容在系统中实现,实现内涝灾害居民应急避难兵棋推演的功能需求,因此,规则体系必须采用规范化的格式进行描述,以把非格式化的经验、规则具体化为结构清晰的内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则。

(2) 简洁准确性。计算机兵棋推演过程与传统手工兵棋推演不同,计算机兵棋推演规则应尽可能的简洁、准确,虽然兵棋推演本身较为复杂,但为了使用户在计算机上进行简单操作就能实现兵棋推演,需要以简洁准确性的规则在计算机上实现兵棋推演。但由于计算机的处理能力有限,不可能完全模拟现实世界所有元素,因此,需对一些次要或是不可测量的因素进行取舍,以保证城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演系统的可操作性和流畅性。随着计算机软硬件的性能提高,加之系统的简洁准确性提高,将会实现实时城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演。

(3) 统一兼容性。城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演中涉及到元数据及反馈数据,其中元数据是指应急部门的应急能力及应急资源数量初始数据;反馈数据是指某一应急过程兵棋推演完成后返回的结果数据。两者直接的无缝对接是实现内涝灾害居民应急避难兵棋推演的关键,其中元数据是该兵棋推演的初始数据,而结果数据反馈给兵棋推演,因此两者之间需在统一规则体系及参考系下设置各参数,这样才能保障本推演结果的有效性和溯源性。

2.2 构建原则

2.2.1 以手工兵棋规则为基础

城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演是以计算机为依托,以软件形式来实现的。其中每一个推演功能都对应软件的相应模块,且计算机兵棋推演系统的推演规则应以手工兵棋推演规则为基础。在实际的操作过程中,首先将手工兵棋推演规则转换成计算机能够识别的规则,然后嵌入到软件中,用以支撑本系统的兵棋推演活动。因此,为准确在计

Risk Analysis and Crisis Response in Big Data Era (RAC-16)

算机上实现城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演,就需要在手工兵棋推演规则与居民应急避难原则的基础上,对内涝灾害居民应急避难兵棋推演详细规则进行研究。

2.2.2 与兵棋系统相匹配,与应急业务相适应

以往的兵棋推演规则都是应用在军事作战中的,其规则并不适用居民应急避难过程。因此,本兵棋推演规则应与居民应急避难业务相适应,在居民应急避难理论、内容基础上,构建不同阶段的兵棋推演内容,实现相应的业务规则。

2.3 规则体系

以手工兵棋推演规则体系为基础,结合居民应急避难理论以及内涝灾害居民应急避难兵棋推演系统的特点及规律,基于推演流程和业务活动的规则体系构建方法,将内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系划分为系统推演组织规则、实体业务关联规则及补充规则,其中实体业务关联规则分为实体行为规则、交互裁决规则和效果评估规则[15]。

系统推演组织规则即为推演说明,是推演者在推演之前需要进行重点学习,包含推演想定管理、推演模式、推演机构设置及推演流程说明等相关规则;实体业务关联规则是对推演实施阶段对应急避难活动的抽象描述,包括实体行为规则、交互规则及效果评估规则,实体行为规则分为实体断言规则、实体约束规则、业务行动规则、应急行动规则及实体命令关联规则。交互裁决规则分为应急避难裁决规则、应急物资供应裁决规则、应急救援人员活动裁决规则、应急车辆调动裁决规则等。效果评估规则分为推演过程数据采集规则、数据处理规则、分析评估规则等。补充规则是影响居民应急避难活动其它因素的总结与抽象,如在特殊的灾害环境下或是基于新的应急预案理念等条件下,居民应急避难规则、信息获取补充规则、偶然因素概率规则等。

3.内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则制定

3.1 兵棋推演规则要素

系统推演组织规则要素主要是说明性的内容或是指导性文本,包括推演实施模式、机构设置及推演组织管理。由于该规则要素并不是所有灾害中规则都一样,需按照不同的灾害应急规则进行详细制定,因此该要素并不具有一般性。实体业务关联

规则包括时间、空间、“敌情”、我情、“战场环境”、参考系六大要素[16]。

空间要素是指限制条件或实体地域、方位、速度、距离等空间信息数据。随着地理信息系统技术(GIS)的不断发展,可以利用GIS技术将空间信息更好的可视化。

“敌情”要素在军事上是指通过情报获取敌方的信息数据,包括敌方兵力、企图、部署、战斗力、机动性等属性。在本研究中“敌情”是指内涝灾害预警、淹没范围、水深、流速及演进过程,“敌情”信息的准确获取是内涝灾害居民应急避难兵棋推演的关键。

我情要素是指与应急避难业务相关的实体信息,本研究中是指各应急单位、应急资源、应急力量、避难对象等情况信息,一般表现为应急单位类型、应急能力、机动值、保障力量及灾损评估程度、应急资源量与种类等信息。

“战场环境”要素是指研究区的地理环境,城市道路、地形、气象环境、应急避难所位置等机动或是应急业务等信息描述。

参考系是规则体系的数据与棋子基本数据关联的参考标准,是兵棋推演中数据裁决的基础,参考系的构建可以保证数据信息与规则的数据信息在同一参考系下,实现推演过程中的数据动态变化的平衡性与一致性。

3.2 规则的提取

3.2.1 系统推演组织规则

推演想定管理规则主要是制定格式化规范、内容更改权限等,常以系统文本形式存在,例如城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演想定的内容要素、文本格式、初始应急单位和应急资源数量、推演地图信息、设置推演席位及各自权限等,以方便推演人员按照想定录入相关信息,并可以在灾害应急专家对推演提出异议后,完善推演活动。

城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演模式流程存放在系统的设计文本文件中,推演模式与方法需在软件支撑下实施,目前兵棋推演方法多数为电子兵棋,在计算机上实现兵棋推演,分为在线兵棋推演和线下兵棋推演,推演过程可采用实时制、回合制及二者相结合的方法进行推演,但实时制兵棋推演受计算机软硬件及网络所限,实现较为困难。此外推演模式中还规定了各应急单位推演的先后次序,交战回合等,参照军事兵棋推演阶段,可划

分本研究推演阶段为：准备阶段、搜救阶段、检修阶段、安置阶段及管理阶段五个阶段。

推演机构的设置规则确立推演组织结构、推演训练、推演席位及各应急部门的职能范围，这部分规则制定依据不同灾害进行详细设置，按照城市内

涝灾害居民应急避难过程，结合《哈尔滨市防汛应急预案》、《中华人民共和国防汛条例》及《中华人民共和国突发事件应对法》进行推演应急单位及职能设定，以此保证本研究的兵棋推演基本规则及其评价合理性和代表性（表1）。

表1 城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演各应急部门职责

应 急 部 门	部 门 职 责	应 急 部 门	部 门 职 责
裁决组	设置突发事件、推演评估	市交通局	交通疏导、交通管制
应急中心	预案启动、监测、上报灾情、避难指挥	市水文局	积水监测、数据采集、技术支持
气象局	发布预警、天气监测、媒体宣传	市供电局	电力保障
武警支队	搜救与组织居民避难、抢修、应急运送	市民政局	灾情统计、设置与选择应急避难所
公安局	居民避难、交通管制、伤亡统计、灾情上报	市排水公司	道路积水排水
市水利局	积水监测、加固抢修	市城管局	道路清洁
市卫生局	伤员救治、卫生防疫	安置点管理中心	应急避难所管理、灾民管理
市财政局	物资筹备、应急资金筹备	住房保障管理局	加固抢修
市城建局	物资筹备	市委宣传部	媒体宣传
市商务局	物资筹备	市经信委	通讯保障

3.2.2 实体业务关联规则

(1) 实体行为规则

实体行为规则是对内涝灾害居民应急避难兵棋推演的业务范围、边界及实体分辨率的相关界定。由于现实世界中的人、事、物较为复杂，利用兵棋推演无法完全详细模拟，因此需要依据研究重点，有选择性的确定应急推演活动和相应实体，在确定上述内容后，便可确定各兵棋棋子及棋子属性，如设置应急单位棋子属性为所属部门、机动值、名称、单位类型、救援能力及应急能力。

实体约束规则是指反映现实世界实体的属性与特点，并设立约束原则，包括指挥约束、应急能力约束、棋子移动约束等。指挥约束可以确立棋子的隶属关系，明确各自权限、责任、相互之间联系方式及触发条件；棋子移动约束如其它棋类游戏一样，各棋子移动的约束规则制定了棋子交互、命令接收及行动规则等信息；能力约束是指描述了各应急单位或资源可以有什么样的应急方式、方法，如指挥、应急、搜救、组织避难、积水监测等，是对棋子对战能力值定量或定性的约束。

业务行动规则是指应急避难推演业务活动中的基本规则的主要承担者，是各棋子实现业务活动的相应机制。居民应急避难业务活动由若干应急活动组成的具有一定逻辑关系，包括应急资源调动、

应急单位调动、道路积水清除、组织居民避难、搜救受灾居民等。动作命令主要分为机动、待命、开始、停止、抢救、积水清除、组织避难、抢修、预警、积水监测等。在进行业务行动时可以按照时间顺序进行推演，如触发棋子机动，利用规则和基础数据库信息判断地理信息；确定应急单位行动速度和行动路线，到达预定灾害位置，依据应急单位应急能力，判断对战灾害回合数及结果，并更新棋子属性信息。完成一个应急分支后，重新进行“战场”态势分析，寻找下一个“战场”，整个应急过程以时间为主线调用相应规则，完成棋子的所有应急避难业务流程。

战术行动规则是指应急力量棋子在推演过程中受到灾害威胁时调用的规则，在整个推演过程中为了实现随时调用，将战术行动规则分为控制规则与执行规则。控制规则是触发执行规则的基本条件，推演时判断棋子是否收到威胁，是则触发规则，反之不触发；执行规则是指当棋子被触发后则相继执行应急单位的机动规则、搜救规则、避难规则及清除灾害规则等。

实体命令关联规则主要内容为推演指挥席位与棋子命令及权限设定，如推演指挥席位选择哪个棋子进行何种应急行动及下达何种命令。一旦行动命令下达，将不可对棋子的行动、属性及命令修改，

Risk Analysis and Crisis Response in Big Data Era (RAC-16)

以此保障推演过程中各自的规则不被破坏。

(2) 交互裁决规则

交互裁决规则是指推演棋子开展应急业务行动或动作的结果进行定量或定性判定的抽象,改变交互棋子的实力、状态等属性信息,如其它棋类游戏一样,当双方棋子遭遇时,则依据事先规定好的交互裁决规则,决定双方棋子的对战结果。而本文中的交互裁决规则为应急单位与内涝灾害之间的“对战”规则,主要分为“对战”裁决规则、应急物资供应裁决规则、抢修裁决规则、应急避难规则、机动规则等。在本文中表现为在某一时刻一个内涝灾害棋子正在被应急单位进行排涝,可定义“对战”规则为:如10分钟清除损失30%,同时在单位算子上添加“70”的注记,以此来表示该棋子还有70%的战斗力。当该棋子上标注为“0”时,则代表该棋子已经死亡,此时该对战回合结束;应急物资供应裁决规则指推演系统依据时间和相对时间因素的作用,以及应急物资供应能力,以此保障应急单位棋子的恢复力值;抢修裁决规则指在相对时间因素和应急物资保障的前提下,依据应急环境,在系统的绝对时间点,判断抢修定性或定量结果的效果;应急避难规则指受灾居民在相对时间内,依据应急单位组织能力值、保障能力值等,从而定性或定量的判断居民应急避难成功率;机动裁决规则与业务行动规则、应急行动规则中关于机动规则部分共同作用,结合基础地理信息、裁决棋子的机动值,从而对各机动棋子的机动速度和机动距离进行裁决。

(3) 效果评估规则

兵棋推演结果评估实际上是设定的多套推演方案的分析与比较过程,而比较一般指不同方案优缺点的相互对比。进行推演结果评估首先应分别对不同方案,借助推演来分析具体应急方案。在推演过程中,推演者应以参与制定计划的人员为主体。对推演者的基本要求为:发现并记录方案中存在的各种优势和劣势;依据客观事实,不断评估方案的可行性,以此评价方案是否满足推演需要,对不可行的方案果断舍弃,不再分析;此时,不对方案进行横向比较,这一过程在最后比较阶段进行,避免先下结论还需用事实论证该结论,这样将大大浪费时间。方案分析与比较是联合应急计划制度过程中前后衔接的两个步骤,方案比较应以推演和分析的结果为基础。在完成各个方案的分析之后,计划人员应将不同方案分析结果汇总后进行综合比较,完

成推演结果的最终评估[17]。

3.2.3 补充规则

内涝灾害居民应急避难的推演规则设定主要依据应急部门实际防灾救灾的总结提炼与日常演习的长期积累,分为两个部分:基本规则与补充规则。基本规则中定义了应急部门的调动、救灾物资的运输、交通部门的交通管制及人员疏散的裁决方法。补充规则中定义了内涝灾害所造成的损失,包括居民生命、财产及建筑、道路等基础设施的损失。在裁决时主要依据应急部门的应急能力及救援能力,对道路积水区域的救灾的程度[18]。而居民棋子与内涝灾害棋子相遇时,依据居民自身的属性与内涝灾害棋子的关系进行裁决,如不同水深对居民的不同影响,裁决结果为居民避难成功与避难失败。

4. 总结

城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系是实现内涝灾害居民应急避难兵棋推演的关键因素。该规则体系的构建是一个抽象复杂过程,也是一个需在日后逐渐完善与丰富的过程。本文在探讨城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则的特点及构建过程的基础上,结合兵棋规则构建方法,构建了城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演规则体系,并对该规则体系进行了提取。由于城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演需最终集成到软件系统上,这就需要今后软件系统开发人员与兵棋推演人员进行沟通,从而实现城市内涝灾害居民应急避难兵棋推演能够在计算机系统上实现应用。

Acknowledgements

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant (No. 41501557,41371495, 41501559) and Jilin province department of youth fund (20150520081JH) and the National Non-Profit Research Program of China (No.201401015).

致谢

本研究得到国家自然科学基金项目(41501557,41371495, 41501559)和吉林省科技厅青年基金(20150520081JH)和水利部公益性行业科

研专项经费项目(201401015)资助。

参考文献:

- [1] 王桂起,刘辉,朱宁.兵棋技术综述. *兵工自动化*,2012,3(8):39-45.
- [2] Perla P.The Art of Wargaming. *U.S:Naval Institute Press*,2012.
- [3] 徐学文,王寿云.现代作战模拟. *北京:科学出版社*,2001.
- [4] 范希辉,刘萍,杨艾军,等.面向服务的高层体系结构研究. *计算机仿真*,2012,11(29):382-385.
- [5] 叶立民,龚立,刘忠.兵棋推演系统设计与建模研究. *计算机与数字工程*,2011,2(28):58-61.
- [6] 史朝龙,刘博.基于仿真的推演评估系统方案研究. *战术导弹技术*,2012,2(3):122-124.
- [7] 孔维学.美国 ADMS 灾难管理模拟系统. *现代职业安全*,2011,11(11):107-108.
- [8] Darken R, McDowell P, Johnson E. Projects in VR: the Delta3D open source game engine. *IEEE*, 2005,5(6):10-12.
- [9] Li Yunlong, Yao Fen. Confrontational CISR simulation training system based on high level architecture. *Command Information System and Technology*,2012,3(5):5-7.
- [10] LI Jing , JI Zheng.The design and implementation of "AKY-MCP" a mobile major accidents monitoring and command platform. *Journal of Safety Science and Technology*,2009,5(6):77-80.
- [11] 承敏钢,江水,李丽芳.基于兵棋推演理论的城市危机应急管理体系设计. *中国环境管理*,2014,3(6):38-42.
- [12] 李群.突发事件应急推演系统平台分析与设计. *中国安全生产科学技术*,2012,3(8):120-122.
- [13] 马英涛,张小平,马跃,等.应急演练方案动态推演系统. *计算机系统应用*,2013,2(22):64-67.
- [14] 夏保成,张小兵,王慧彦.突发事件应急演习与演习设计. *北京:当代中国出版社*,2011.
- [15] 蔡纪伟,王桂起.装备保障计算机兵棋推演规则体系. *火力与指挥控制*,2013,38(11):28-31
- [16] 彭春光,鞠儒生,杨建池,等.现代兵棋推演技术分析. *系统仿真学报*,2009,21(S2): 97-100.
- [17] 吴伟,吴琳.基于兵棋推演的作战效能评估方法研究. *军事运筹与系统工程*,2013,27(2):16-20.
- [18] Peng Chen, Jiquan Zhang, Lingfeng Zhang, Yingyue Sun. Research of City Rainstorm Waterlogging Scene Simulation -- in Daoli District of Harbin City as an Example. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2015, 5(1): 66-72.