

应急救援指挥系统的智能化预案模型^①

苏 漠^{1,2}, 廉东本²

¹(中国科学院 研究生院, 北京 100049)

²(中国科学院 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

摘要: 为解决应急预案在实施过程中难以有效执行, 可操作性差的问题, 提出了智能化预案模型. 智能化预案是应急指挥系统的核心部分, 主要功能是预案模型建立、任务及资源配置、执行方案生成、执行方案调度等. 通过模型-实例的方式提高预案响应速度, 利用预案抽取模型, 通过实例化形成动态的执行方案, 在指挥调度中执行结构化任务数据, 落实预案中的资源配置, 实现应急预案的智能化. 重点阐述了智能化预案模型的工作原理、主要功能以及模型在应急指挥调度中的运用. 最后, 介绍了应急预案系统主要的技术特点和扩展性.

关键词: 智能化预案; 预案模型; 指挥调度; 应急救援; 应急资源

Intelligent Plan Model in the System of Emergency Command

SU Mo^{1,2}, LIAN Dong-Ben²

¹(Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

²(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

Abstract: The emergency plan in the process of implementing cannot effectively carry out. To solve this problem, this paper puts forwards a model of intelligent emergency plan which is the core part of emergency command platform. The main function includes plan model established, tasks config, resources config, Implementation plan generated, implementation plan dispatched and so on. Through this kind of thought called Model- Instantiation, it can improve the response speed of the plan, which will form the dynamic executive plan by extracting model from text plans. In the process of emergency command, the system will execute the structured data from plan model, which realizes intelligent emergency plan. This paper mainly describes the principle and functions of this model and how to apply for the emergency command with the model plan. At last, the article recommends the main technical characteristics and expansibility of the system of emergency plan.

Key words: intelligent plan; plan model; command scheduling; emergency rescue; emergency resource

随着我国经济的快速发展, 突发事件频频发生, 这不仅对人们日常活动构成了巨大威胁, 也严重影响了整个社会经济的持续增长. 为了最大程度地减少突发事件造成的损失和破坏, 进行突发事件应急管理的研究与应用, 有着迫切的现实意义. 许多研究指出, 应急管理的成效很大程度与应急系统质量有关, 成功的应急系统可以帮助决策者对突发事件做出有效反应^[1]. 应急预案是应急指挥系统的重要组成部分, 是应急决策的重要依据, 也是应急响应的核心.

传统纸制预案在编制、修订、检索、时效性、可操作性等方面已经无法适应快速合理地处理各种突发事件灾害的应急要求^[2]. 为解决这一问题, 目前, 比较普遍的建议是建立一套和文本预案相对的数字化应急预案. 数字化应急预案利用计算机技术和网络技术给用户提供了在人机交互的友好界面上对应急预案进行快速检索、添加、修改、删除等操作的机会^[3]. 数字化预案可以根据突发事件的处置流程, 在事态发展即时信息的基础上, 形成全面、具体、针对性强的直观高

① 基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07505004)

收稿时间: 2012-04-10; 收到修改稿时间: 2012-05-08

效的应急预案,使预案的制定和执行达到规范化的水平^[4].事实上,这些数字化预案只能解决预案信息共享、时效性等方面,不能有效地解决预案的可执行性和实时性,不能适应复杂多变的事故现场情况.

如上所述,如何提高预案响应能力、解决预案操作性差、提高实时救援能力是应急救援的核心.本文提出的应急救援指挥系统是在辽河流域水环境综合管理智能化平台研究的基础上提出的.因此,本文基于需求和应急响应过程的分析,给出了一种智能化预案模型的实现方案来解决这些问题,阐述了针对预案模型的任务制定方式、资源配置并转化为应急执行方案的过程,最后介绍了该模型在应急指挥调度中的运用.

1 智能化预案原理介绍

智能化预案是将应急预案通过结构化方式转化为预案任务集,同时为预案任务配置相应的预案资源,形成可用于救援活动的数字化模型.通过应急启动,将预案模型转化为应急救援方案,采用多种方式(固话、手机、电子邮件、短信等)自动与相关机构、部门的工作人员进行沟通,自动落实模型中的资源配置,形成应急救援可执行方案,结合事故模拟分析、地图等,将预案更加直观形象地表述出来,便于应急救援指挥.智能化预案模型中的相关定义如下.

1.1 预案模型

预案模型是一系列预案任务的集合,是传统应急预案的抽象和结构化体现,是一种形式化的、计算机可处理的方式来表示.预案模型具有描述自身属性的功能,如预案模型编码(唯一性标识),预案版本号,面向灾害种类,预案级别等.预案模型组成关系逻辑图如图 1 所示.

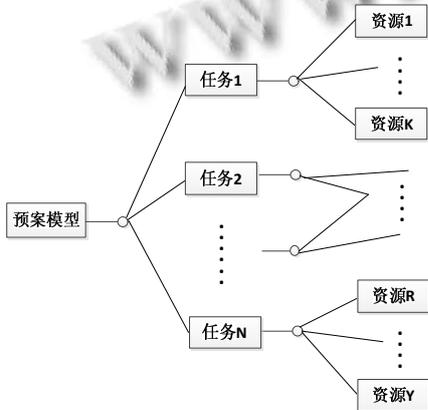


图 1 预案模型组成关系逻辑图

1.2 预案任务

预案任务是应急预案流程中的关键处理单元,它是由一系列应急资源组成.系统建立标准的预案任务数据字典,主要包括预防、预备、响应和恢复四个阶段.例如,应急响应阶段的任務包括应急指挥部任务、应急救援小组任务、专业救援队任务等.

1.3 资源配置

预案资源是对应急响应过程中所使用各种类型应急资源的描述.这些资源构成了应急指挥的基础数据库.例如,应急机构/队伍、应急人员、应急专家、应急物资、应急救助避难场所、应急救护车等.不同的应急资源重组后可以构成不同的预案任务.配置的资源为指挥调度提供可操作的执行数据,如调度指令发布给相应的执行者(主要是应急队伍、应急人员).通过对预案任务的预案资源配置,可以进一步完善应急预案模型.

1.4 执行方案

通过为具体的应急事件选定相应事故类型和响应级别的预案模型后,系统自动生成该应急事件的执行方案.执行方案具有预案模型中已配置的预案任务和预案资源,同时可以临时手动调整预案任务和预案资源,从而快速形成可执行的方案.

2 智能化预案模型设计

2.1 智能化应急预案系统总体框图

系统主要包括四个部分:应急预案编制、应急预案管理、预案模型管理、执行方案管理.系统总体框图如图 2 所示.

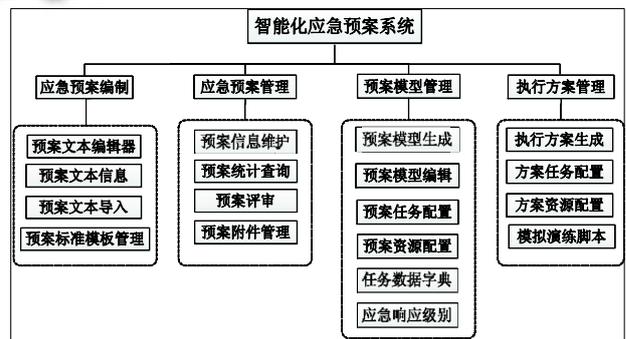


图 2 系统总体框图

从图 2 可以看出,应急预案编制主要对文本预案信息进行管理,系统借助文本编辑工具进行向导式预案编制.实现预案文本的预览、字体样式、段落排版

等功能。实现国家标准预案模板与常用预案案例管理。应急预案管理，建立分层集中管理预案，实现专家在线评审并按行业、单位性质、规模等统计预案。预案模型和执行方案管理，主要都是管理结构化预案信息数据。在启动预案时，系统通过预案模型，自动生成可执行的方案，根据现场救援情况实时调整方案，达到智能化处理的目的。

2.2 智能化预案模型

智能化预案模型是应急预案系统的核心。主要由建立预案模型、应急响应、生成执行方案部分组成，如图 3 所示。

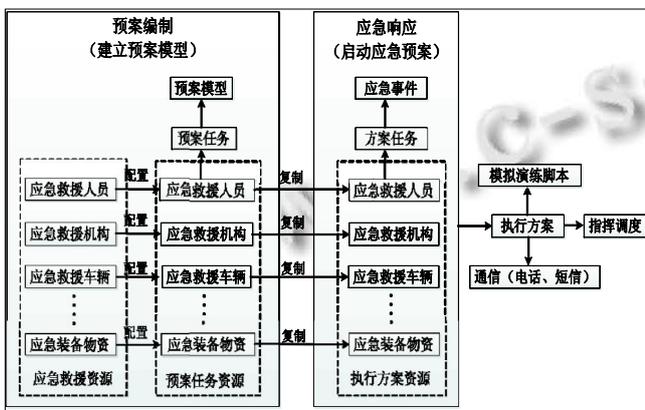


图 3 智能化预案模型

2.2.1 建立预案模型

系统提供标准预案任务和资源数据字典。由于不同的事故等级、灾害类型，需要响应不同的预案模型，建立预案模型时，应从标准预案任务中为预案模型选择相关任务，进一步为任务配置相应的应急救援资源形成预案模型。

2.2.2 应急响应

针对具体的应急事件，选择相应响应级别的预案模型。通过启动应急预案，将预案模型中已配置的模型任务和任务资源信息自动复制到应急响应结构中，形成应急执行方案资源和方案任务。

2.2.3 生成执行方案

根据现场反馈情况以及专家意见，及时补充、修改和完善应急执行方案任务和执行方案资源，形成一套应对突发事件的可执行方案，以提供给领导决策和指挥调度。

2.2.4 指挥调度

围绕执行方案任务展开，其核心是任务管理和协调指挥。预案模型定义了信息交换接口，可以借助地

理信息系统、事故辅助决策系统、IP 语音通讯系统、视频监管系统实现现场实时调度。在指挥调度过程中，可以临时调整执行任务和资源，资源的调度直至整个事件应急处置全部完成。

2.3 智能化预案模型的主要数据结构

智能化预案模型的核心数据结构主要由模型和执行两部分结构组成。

模型结构主要有预案模型表，其主要结构为{预案模型编号，应急预案编号，应急预案名称，预案级别，响应级别，面向灾害种类}。预案任务表，其主要结构为{预案任务编号，预案模型编号，标准任务编号}，预案模型提供标准任务选项，通过标准任务编号可以查询标准任务名称和内容。预案任务资源表，包括应急救援人员、应急救援车辆等，其主要结构为{预案任务编号，资源编号}，配置预案任务资源就是给预案任务添加相应的应急救援资源。如图 4 所示，本文以救援人员和救援队伍两种预案资源为例进行介绍。

执行结构主要有执行方案表，该表是由预案模型表衍生出来，其主要结构为{事件编号，预案模型编号，事件状态，执行状态}。方案任务表，该表是由预案任务表衍生出来，其主要结构为{任务编号，预案模型编号，事件编号，任务名称，任务内容，执行状态}。同样，方案任务资源表，包括应急救援人员、应急救援车辆等，其主要结构为{任务编号，预案任务编号，资源编号，资源状态，数量}，如图 4 所示，本文以救援人员和救援队伍两种执行方案资源为例进行介绍。预案模型主要数据结构关系如图 4 所示。

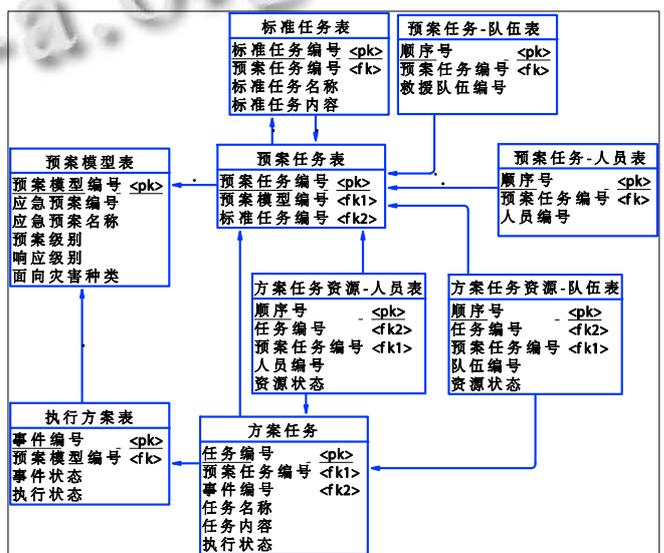


图 4 预案模型数据结构关系图

2.4 预案模型在指挥调度中运用

指挥调度是基于智能化预案模型进行资源调度, 应急系统中的指挥调度模型如图 5 所示。

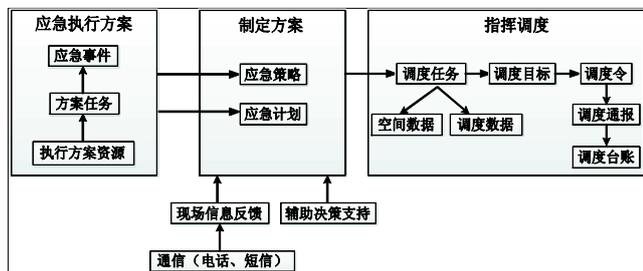


图 5 指挥调度模型

通过预案模型自动生成应急执行方案工作的基础上, 可以进一步根据现场反馈信息、事故模拟等辅助决策支持以及应急专家的会商结果, 形成救援策略和应急计划, 完善结构化的应急执行方案。

根据应急执行方案、应急计划、应急策略, 对应急人员、应急物资、应急救护车等救援资源进行调度, 形成调度任务, 确定调度目标。

将调度目标以调度指令方式, 下发分发给各相关单位, 以便各有关单位及时、准确地获得应急救援相关信息。调度指令可以采用电话等通讯方式联系到相关人员, 接收者可通过电话按键进行信息回复, 根据回复自动确定预案配置, 完善应急救援调度方案。

根据可利用的资源状况, 完成对资源的调度。空间调度应用以 GIS 系统为基础, 可进行直观的分析显示周边的救援地点、救援力量的分布情况。调度分为人员调度、物资调度和综合调度。根据应急事件状态和调度任务的执行结果, 形成综合的通报信息, 通过信息发布平台发布。同时, 记录整个应急救援指挥调度的全过程, 形成调度台账, 便于后续对应急救援行动的评估, 形成日后应急救援的指导。

2.5 技术特点

本系统在应急救援方面采用了模型-实例的方式, 利用预案抽取模型, 通过模型实例化形成动态的执行方案, 在指挥调度中执行结构化任务数据, 落实预案中的资源配置, 实现了预案的智能化处理方式。

系统采用 B/S 模式实现, 通过负载均衡, 支持大量的 Web 访问。设计开发采用 JAVA 语言, 利用 Struts+Hibernate 的开发模式, 增强了系统的复用性、可扩展性和安全性, 保证了系统的稳定运行。

同时, 将 Struts 架构中的业务层进行了模型化分

类, 简化了控制机制, 降低了控制部分与业务部分的耦合度。提高了系统的稳定性和代码的标准化, 为系统的扩展和升级提供了坚实基础。

3 结语

本文首先介绍了智能化预案原理, 并详细介绍了预案模型、预案任务、资源配置、执行方案概念。在此基础上提出了应急预案管理系统结构, 进一步详细介绍了智能化预案和指挥调度。最后对系统的技术特点进行了介绍。

智能化预案模型是应急指挥系统的重点, 本文提供了预案的可执行性和实时性问题的解决方式, 通过预案结构化处理将预案执行变为可能, 结构化的任务和资源数据通过指挥调度进行处理执行。同时, 结合地理信息系统和语音通讯系统更有效地组织救援, 从而大大提高了应急响应速度。

本文提出的智能化预案模型还有以下扩展: 1) 预案模型和任务执行结果可量化考核有利于预案演练评估。2) 预案模型结构的定义有利于生成应急演练脚本, 依据脚本进行桌面推演。3) 提高制定任务的简易性和调度任务的便捷性。

参考文献

- 1 韩芳, 秦练, 马新悦, 党德鹏, 等. 数字化应急预案可操作性评价系统设计与开发. 计算机系统应用, 2010, 19(3): 12-16.
- 2 廖凌松. 应急预案智能平台研究与应用. 电脑知识与技术, 2010, (21): 5837-5839.
- 3 韩芳, 党德鹏, 刘吉夫, 陈晋. 数字化应急预案完备性评价系统设计与开发. 计算机工程与设计, 2009, (8): 1918-1920.
- 4 翟丹妮. 应急平台中数字化预案系统建设的研究. 中国公共安全(综合版), 2008, (Z1): 34-37.
- 5 刘煜. 应急指挥调度系统设计与实现. 中国交通信息化, 2010, (9): 98-100.
- 6 兀卫东. 基于 B/S 模式的应急指挥系统的设计与实现. 科学技术与工程, 2008, (9): 2365-2375.
- 7 许东. 企业应急救援预案制定及应用中存在的问题及对策. 科技创新导报, 2010, (13): 246.
- 8 Eckel B. Thinking in Java. 3rd Ed, 2002. 126-139.
- 9 Liu M, Qian XM, Liu ZY, Guo C, Li J. Emergency resource optimized dispatch model among multiple disaster places under one way maximum transport-capacity constraint condition. Beijing, 2011: 1170-1174.
- 10 Heer J, Maneesh A. Software Design Patterns for information Visualization, 2006, 12(5): 853-860.