

中国核科学技术进展报告

(第二卷)

——中国核学会2011年学术年会论文集

第5册

▲ 辐射防护分卷

▲ 核化工分卷

中国原子能出版社

中国核科学技术进展报告

(第二卷)

——中国核学会 2011 年学术年会论文集

第 5 册

辐射防护分卷

核化工分卷

中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国核科学技术进展报告. 第2卷: 中国核学会2011年学术年会论文集. 第5分册, 辐射防护分卷、核化工分卷 / 中国核学会主编.

—北京: 中国原子能出版社, 2012. 10

ISBN 978-7-5022-5606-7

I. ①中… II. ①中… III. ①核技术—技术发展—研究报告—中国 IV. ①TL-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 150942 号

内 容 简 介

自首届全国学术年会以来,我国核科学技术取得长足发展。从基础核科学到核技术应用,从核电技术到核电配套产业集群,均呈现蓬勃发展态势。在这种时代背景下,中国核学会第二届全国学术年会于2011年10月11日至14日在贵阳召开。大会以“蓬勃发展中的核科学技术”为主题,吸引了来自政府部门、企业界、科研机构、高等院校及学术团体的知名院士、专家、教授及青年核科技工作者,共计1200余人(其中院士31人)与会。年会共征集论文1192篇,内容涵盖基础核科学、核电及其关联产业、核技术应用、核技术经济及核科技信息等学科。会后,经过各个二级学科专家组的评审,近800篇论文通过了学术(技术)审查,结集为《中国核科学技术进展报告(第二卷)》,全卷分为10册,并按21个二级学科设立分卷。

各册包含的分卷如下:第1册为“铀矿地质”分卷;第2册含“铀矿冶”分卷和“核能动力”分卷(上)两部分;第3册为“核能动力”分卷(下);第4册收录了“核材料”、“同位素分离”和“核化学与放射化学”3个分卷;第5册内容为“辐射防护”和“核化工”两个分卷;第6册共收录了“核物理”、“计算物理”和“粒子加速器”3个分卷;第7册则为“核电子学与核探测技术”、“脉冲功率技术及其应用”和“核聚变与等离子体物理”3个分卷;第8册包含有“辐射研究与应用”、“同位素”和“核农学”3个分卷;第9册收录有“核医学”和“核技术工业应用”两个分卷;第10册内容为“核情报(含计算机技术)”分卷和“核技术经济与管理现代化”分卷。

作为公共信息,文集还列出了中国核学会2011年学术年会的组织机构,《中国核科学技术进展报告(第二卷)》的总编委会和21个(二级学科)分卷编委会的名单。

中国核科学技术进展报告(第二卷)

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路43号 100048)

责任编辑 任重远

技术编辑 丁怀兰

责任印制 潘玉玲

印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 890 mm×1240 mm 1/16

印 张 24.75 字 数 732 千字

版 次 2012年10月第1版 2012年10月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-5606-7 定 价 100.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

中国核学会 2011 年 学术年会大会组织机构

大会主席 翟 彦

执行主席 李冠兴

副主席 (按姓氏笔画排序)

丁中智 孙汉虹 邱爱慈 贺 禹 康克军
彭先觉 雷增光 穆占英

顾问委员会

主 任 王乃彦

委 员 (按姓氏笔画排序)

王大中 毛用泽 方守贤 吕 敏 朱永贻
阮可强 李德平 杨福家 吴德昌 陈能宽
胡思得 钱绍钧

组 委 会

主 任 雷增光

副 主 任 潘传红(常务) 刘长欣 王德林

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 敏 王国保 石金水 冉木子 朱升云
刘 毅 苏艳如 李思凡 吴春喜 何作祥
辛 锋 张 闯 张一心 张生栋 杨华庭
罗志福 金 蓓 哈益明 赵京伟 顾 军
徐燕生 崔建春 康力新 程建平 简晓飞
蔚喜军

秘 书 秦昭曼 张宝珠 耿庆云 王义伟 马正锋
李 钢 伍险峰 张小庆 王 宇 黄 伟
苏 萍

学术委员会

主 任 李冠兴

副 主 任 彭先觉 邱爱慈

委 员 (按姓氏笔画排序)

王志东	王贻芳	邓建军	刘国治	李金英
李德连	沈文庆	吴中俭	吴国忠	何多慧
张飞凤	张焕乔	张锦荣	陈念念	陈盛祖
畅 欣	周永茂	赵志祥	赵宪庚	侯惠群
柴之芳	崔建春	樊明武	潘传红	潘自强

主办单位 中国核学会

承办单位 贵阳市人民政府

协办单位	中国核工业集团公司	中国核工业建设集团公司
	中国电力投资集团公司	国家核电技术有限公司
	中国广东核电集团有限公司	中国工程物理研究院
	清华大学	贵州大学

技术支持单位

铀矿地质分会、铀矿冶分会、核能动力分会、核材料分会、同位素分离分会、核化学与放射化学分会、核化工分会、辐射防护分会、核农学分会、计算物理分会、核物理分会、粒子加速器分会、核电子学与核探测技术分会、脉冲功率技术及其应用分会、核聚变与等离子体物理分会、同位素分会、核医学分会、辐射研究与应用分会、核技术工业应用分会、核情报分会、核技术经济与管理现代化分会

北京市核学会、湖南省核学会、江西省核学会、广东省核学会、四川省核学会、浙江省核学会、湖北省核学会、福建省核学会、陕西省核学会、辽宁省核学会、甘肃省核学会、山西省核学会、吉林省核学会、新疆自治区核学会、安徽省核学会、河南省核学会、江苏省核学会、上海市核学会、天津市核学会、贵州省核学会、黑龙江省核学会

中国核科学技术进展报告

(第二卷)

总编委会

主 任 李冠兴

副主任 彭先觉 邱爱慈

委 员 (按姓氏笔画排序)

王志东	王贻芳	邓建军	刘国治	李金英
李德连	沈文庆	吴中俭	吴国忠	何多慧
张飞凤	张焕乔	张锦荣	陈念念	陈盛祖
畅 欣	周永茂	赵志祥	赵宪庚	侯惠群
柴之芳	崔建春	樊明武	潘传红	潘自强

编委会办公室(中国原子能出版社)

主 任 侯惠群

副主任 杨树录

成 员 (按姓氏笔画排序)

丁怀兰	卫广刚	王 丹	付 真	任重远
刘 朔	孙凤春	张关铭	赵志军	侯茸方
谭 俊				

辐射防护分卷

编 委 会

主 任 潘自强

副主任 常学奇

委 员 (按姓氏笔画排序)

从慧玲	王志明	王恒德	刘立业	刘森林
刘新河	孙先荣	任晓娜	张庆利	张 勇
李玉成	李建国	杨华庭	陈明峻	姚仁太
靳 根				

核化工分卷

编 委 会

主 任 范 仲

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁戈龙	王孝强	王悦云	叶国安	田宝柱
刘学刚	吴忠俭	吴春喜	李思凡	李 景
陈 靖	郑卫芳	胡晓丹	浦永宁	黄克勤

前 言

“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”(江泽民《在全国科学技术大会上的讲话》),我国核科技事业的发展史实际上就是一部蓬勃发展的科技创新史。从基础核科学领域的原始创新,到核技术广泛应用于工业、农业、医学等各个领域,从成功研制核武器,到核电技术快速发展,核科学技术的每一项技术进步都闪耀着核科技工作者的创新精神。以“蓬勃发展中的核科学技术”为主题,中国核学会两年一度的全国学术年会于2011年于10月11日至14日在贵阳市隆重举行。本届学术年会由贵阳市人民政府承办。年会共征集论文1192篇,内容涵盖基础核科学、核电及其关联产业、核技术应用、核技术经济及核科技信息等学科。会议期间,来自政府部门、企业界、科研机构、高等院校及学术团体的知名院士、专家、教授及青年核科技工作者,共计1200余人(其中院士31人)参加会议。共同围绕我国核工业发展、核电及其相关产业技术进步、核技术应用研究、基础核科学创新和发展、以及核科技人才培养等问题,交流观点,畅谈体会,切磋学术,探讨对策,以期促进中国核科技事业健康发展。

本届学术年会会期三天,第一天为主会场邀请报告。13名相关领域的专家学者,分别介绍了近年来我国在核安全监管、核电及其关联产业技术进步、以及基础核科学、核技术应用、核武器等相关领域取得的进展、未来的发展趋势与展望。第二天和第三天为“分会场口头报告”和“张贴报告”时段,两天时间里,计有486名科技工作者分别在10个分会场进行“口头报告”交流,有600多篇报告在张贴报告区进行书面交流。大会全景式展示了我国核科技界近两年来最新研究成果,包括AP1000的工程建设实践、AP1400科研进展、CPR1000自主化实践、我国铀矿冶新技术、高放废物深地质处置技术、同步辐射光源进展与展望、中微子实验、同位素及辐照加工技术进展、核技术在医学领域的应用等。此外,核物理、核化学、粒子与加速器物理、核聚变与等离子体物理等基础学科领域的进展,以及核医学、核农学、同位素与辐照加工技术、核技术工业应用等应用学科领域的技术进步,也引起人们的极大兴趣。

由于日本福岛核事故的影响,与核电有关的议题成为本届学术年会关注的焦点,会议回顾和总结了福岛核事故的经验教训及其对世界核能发展的影响,提出了大力发展最先进的核电技术,加强核安全法规(制度)体系及核安全文化建设,加强铀资源保障工作和核燃料后端产业发展、实现核燃料闭式循环,大力推进核电及其关联产业全面协调可持续发展等项对策和建议。使参会代表不仅近距离了解我国核基础科学技术的最近研究成就,还感受到我国“发展核电的决心不能动摇”(张德江副总理语)和核电关联产业蓬

勃发展的态势。

本届学术年会期间,在各个二级学科推荐基础上,通过学术委员会严格评审,共有66篇论文分别获得“优秀学术论文”一、二、三等奖和“青年优秀科技论文奖”。会后,经过各个二级学科专家组的评审,近800篇论文通过了学术(技术)审查,结集为《中国核科学技术进展报告(第二卷)》。和上届学术年会的论文集一样,《中国核科学技术进展报告(第二卷)》分为10册,并按21个二级学科设立分卷。

中国核学会作为全国性学术团体,自创立以来,努力贯彻执行党的方针政策,紧密团结广大核科技工作者,搭建高水平学术交流平台,推动各学科间的交流与融合,提升我国核科技创新能力,为经济社会发展服务、为提高全民科学素质服务、为科学技术工作者服务。通过广大核科技工作者的共同努力,经过两次成功办会所积累的经验,中国核学会的全国学术年会已经初步显示出旺盛的生命力,成为我国核科技界规模最大、最具影响力的学术交流平台。《中国核科学技术进展报告(第二卷)》如期结集出版,便是这场盛会之具体成果,可喜可贺!我们期待着中国核学会全国学术年会这朵奇葩,在广大核科技工作者的精心呵护和关怀下,绽放更绚丽的光彩,结出更丰硕的成果!

中国核学会第二届全国学术年会的顺利召开,离不开贵阳市人民政府的大力支持,离不开全国大核科技工作者的理解与支持,离不开中国核学会全体分支机构和21个省级(地方)核学会的密切配合,因此,要首先感谢那些为学术年会顺利召开做出贡献的单位和个人;其次,在论文学术(技术)评审和论文集出版发行过程中,学科评审专家组、分卷编委会及总编委会的全体同仁,付出了辛勤的劳动,在此对他们严谨学风和治学态度表达崇高敬意;此外,中国核学会秘书处和出版社的工作人员,在文字的编辑和校核过程中,也做出了具体贡献。在此一并致谢。

《中国核科学技术进展报告(第二卷)》编委会
2012年5月24日

目 录

核与辐射突发事件模拟仿真技术研究	向元益,胡晓燕,刘鸿诗,等(1)
部分天然石材的放射性水平	李灵娟,李巧勤(7)
内陆核电厂排放氙的辐射环境影响评价	上官志洪,黄彦君,陶云良(11)
用蒙特卡罗方法模拟计算 CT 扫描所致红骨髓剂量	刘海宽,高佚名,顾乃谷,等(19)
从福岛核事故浅谈核辐射及其防护	孙 迅,马玉雯(23)
秦山核电基地外围环境中树轮 ¹⁴ C 水平分析	王钟堂,向元益,王 侃,等(27)
无线磁弹性传感测量 γ 射线辐射剂量	廖力夫,杜 楠,肖拥军,等(35)
ARCON96 在大气弥散因子估算中的计算行为研究	方 晟,李 红,方 栋(42)
秦山核电厂放射性流出物排放管理改进	姜建其,沈 吉,徐宏明(50)
秦山核电厂放射源管理风险控制分析	陈忠宇,张 勇,姜建其,等(57)
稀有金属冶炼项目辐射环境影响分析	夏子通,张保增(63)
NaI(Tl) γ 能谱仪 ²⁴¹ Am 内嵌稳峰源技术研究	代传波,罗 鹏,朱国华,等(68)
电磁熔炼设备辐射环境影响分析	张保增,夏子通(74)
氘子体未结合态份额规律研究	郭 璐,张 磊,郭秋菊(79)
钨和铅作为 γ 射线屏蔽材料的性能对比研究	邹树梁,王 建(83)
中国参考人孕妇模型的建立及内照射剂量学研究	耿长冉,汤晓斌,谢 芹,等(88)
320 排容积 CT 机房的防护设计	王志佳,李正才,贺 强,等(93)
关于构建新疆伴生放射性煤矿监管体系的研究	冯光文,贾晓辉(97)
α 放射性成像模拟研究	康 玺,肖德涛(101)
氦及其子体的测量与防护的相关技术与方法	唐可超,胡 毅,王日中(105)
我国土壤中钷的含量与分布特征研究	卜文庭,郭秋菊(113)
核应急航空监测中能窗剥离系数随高度变化规律的研究	倪卫冲,刘士凯,房江奇,等(120)

X 射线次级粒子对硅器件能量沉积的影响	罗剑辉,马戈,周海生,等(126)
MCNP 应用于计算平板及乏燃料运输容器屏蔽问题的精确性验证	徐超,杨健,郑津洋(130)
探伤室设计及辐射防护	陆锡智,曹学魁,刘琪(137)
^{220}Rn 及其子体测量仪刻度与实验装置的研究	肖德涛,周剑良,丘寿康,等(144)
福岛核事故对北京地区环境的影响及评价	孙健,王百荣,姜文华,等(151)
辐射环境下遥操作机器人防撞系统的设计	石正坤,刘满禄,谢云(154)
含氟泵油表面活性剂复配法的测氟技术研究	董兰(162)
北京广东典型地区室内氡气浓度与地质背景关系研究	秦春艳,王南萍,肖磊,等(167)
铀在小鼠体内的分布及其影响因素的初步探讨	邓冰(172)
中国高本底城市的土壤氡水平及分布	王南萍,肖磊(179)
BP 神经网络方法在铀矿山辐射环境评价中的应用研究	郑勇明,吴信民,张叶,等(184)
铀-192 工业探伤源对典型居民区的剂量计算	李小华,于涛,夏勇,等(189)
低放废液排放限值计算方法的探讨	曹凤波,刘晓超(194)
我国南方某厂外环境非人类物种辐射剂量评价研究	李建国,韩宝华,黄鹏,等(198)
秦山核电基地外围辐射环境监督性监测	胡丹,宋建锋(205)

核与辐射突发事件模拟仿真技术研究

向元益, 胡晓燕, 刘鸿诗, 羊 佳, 郑国栋, 韩正栋

(浙江省辐射环境监测站, 浙江 杭州 310012)

摘要:目前应急平台能力建设已成为应急管理的一项重要基础性工作,而模拟仿真软件作为应急平台不可缺少的组成部分也引起了人们的广泛关注。文章介绍了一套自主开发的辐射突发事件模拟仿真系统软件,该系统以北京市区作为研究示范区域,通过采用源项设置模块、剂量转换模块,结合城市边界层小尺度模式和随机游走扩散模式,实现了在地理信息系统(GIS)上模拟“脏弹”爆炸后放射性污染物在大气中的输运过程,为早期应急和后果评价提供了技术支持和参考,为后续研究提供了有用的借鉴。

关键词:核与辐射突发事件;脏弹;模拟仿真

在美国发生“9·11”恐怖袭击事件后,防范和处置突发事件已经成为各国政府和公众关注的重要问题,而防范和处置核与辐射突发事件是防范和处置各种可能突发事件中的一个重要方面^[1]。为了有效应对核与辐射突发事件的潜在威胁,除了加强事故的预防工作,加强事故应急响应和智能决策技术的研究,特别是模拟仿真等技术的研究已是当务之急。

本文以核与辐射突发事件——“脏弹”爆炸为研究对象,以北京市作为示范区,根据应急评估系统框架结构,通过建立源项设置模块和剂量转换模块,定制城市边界层小尺度模式和随机游走扩散模式,开发了一套基于GIS的辐射突发事件模拟仿真系统软件。

1 模拟仿真系统概况

1.1 系统总体功能

在核与辐射突发事件发生的情况下,应急工作的目的是采取相应的应急防护措施避免或降低公众可能受到的辐射照射。由于事故条件下公众所受到的辐射剂量依赖于多种因素,如气象条件、地形特征、居民的分布以及道路交通状况等,因此需要模拟仿真软件系统能通过对辐射剂量的空间分布和随时间的变化进行评价和预测分析,提高核与辐射突发事件的应急响应能力,为应急决策和后果评估提供技术支持。

本系统适用于发生在城市街区范围($20\text{km} \times 20\text{km}$)“脏弹”爆炸的模拟计算,主要实现了以下功能:

(1)通过城市边界层模式和随机游走扩散模式,结合释放的源项数据和初始气象条件,模拟计算北京市区发生脏弹爆炸事件后,放射性污染物在大气中的扩散情况,得到污染物浓度场;

(2)通过剂量转换模块,将空气和地面沉积的放射性污染物浓度换算为剂量(率)信息,得到污染物剂量场;

(3)计算结果可用来指导制定应急响应预案和应急监测实施程序;

(4)生成的数据是可以直接测量的量,便于与现场监测结果进行比较,及时优化应急监测方案。

1.2 系统总体结构

本系统模块设计主要包括:源项模块、气象诊断模块、大气扩散模块、剂量转换模块等,各模块之间的关系详见图1。

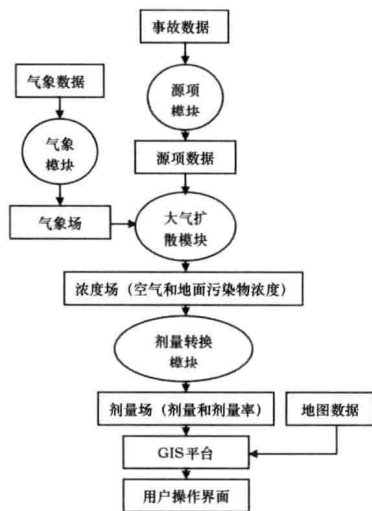


图1 模拟仿真系统逻辑结构图

1.3 系统各模块功能设计

1.3.1 源项模块^[2-3]

源项是指核与辐射突发事故发生后，一段时间内在某一高度释放到环境中的放射性核素的种类和释放总活度。本模块选取了三种常见的放射性核素，作为软件计算的基础。分别为 Co-60、Cs-137 和 I-131，模块可以选取其中的一种或者几种进行模拟计算。

源的排放类型分为两种，即瞬时源和连续源。连续源是类似于烟囱的连续不断的排放，瞬时源是在比较短的时间内（几分钟）内所有污染物都释放出来。对于连续源，计算前需给定排放强度贝可/秒，对于瞬时源，需给定排放总活度（贝可），和排放时间（秒）。对于所有类型的源，都需给定排放坐标，即在模拟域内的 X,Y,Z 坐标。

所有排放源都位于模拟域内某一个网格内，而数值模式求解污染物浓度不能分辨尺度小于网格的过程，因此假设污染物排放出来后充满所在的网格，而网格大小取决于研究问题的需要（如模拟域范围、精度、计算时间等）由使用者在计算前设定。

图2 源项参数设置

1.3.2 气象诊断模块——城市尺度边界层数值模式(CSM-DIA)

气象模块的任务是提供事故现场周围几十公里范围（小尺度）气象状况的诊断和分析结果，供后续模块使用。本系统采用的城市尺度边界层数值模式(CSM-DIA)是一个分辨率高的，湍流 $E-\epsilon$ 1.5 阶闭合的，考虑了城市街区建筑物对城市低层风场的扰动与阻尼作用的数值模式，具有多种气象输入

方法的选择,既可以采用单点气象观测资料输入,亦可以和中尺度气象模式连接。该模式是在南京大学与北京城市气象研究所建立的城市边界层模式 UBLM^[4-6]基础上建立的诊断模式。

1.3.3 大气扩散模块——随机游走(RWM)

大气扩散模块的任务是将源项和气象场联系在一起,考虑到数据的可利用度、气象条件的复杂程度、地形结构和释放点的距离等因素,必须选择适用的大气扩散和沉积计算模式。目前可使用的模式有很多,如直线模式或烟羽、烟团轨迹模式;拉格朗日质点模式、随机游走模式等。

本系统采用的随机游走模式是通过大量标记粒子的释放来表示某种气体的连续排放情况,在让它们在场中按平均风速输送的同时,又通过一系列随机位移来模拟湍流扩散,将平流输送和湍流输送两种作用进行表达。大量标记质点在时间和空间上的总体分布就构成了气体在风中的分布图像。随机游走扩散模式(RWM)具有多种气象模式接口,针对不同的气象模式,利用不同的湍流场诊断方法计算湍流场,使随机游走扩散模式(RWM)的应用范围更广泛,模式可以进行不同类型排放源的计算,如瞬时源、连续源的多源计算;还可以在山地、城市等复杂地形条件下进行污染物扩散计算^[7-10]。

1.3.4 剂量转换模块

污染物浓度是一般意义的物理量,而剂量(率)是与人相关的物理量,可以用来评估放射性危害和影响程度,以决定采取何种应急响应行动和应急防护措施。该模块的功能是根据空气或水中放射性污染物浓度、沉积在地表的放射性面密度和食品中放射性核素含量来进行剂量(率)估算。

1.4 各模块之间的连接

由于各模块功能是独立的,它们自身运行的结果,将为下一个模块的计算提供初始值,模块间的依赖性仅仅是一些数据结构之间的关系。气象模块、大气扩散模块及剂量转换模块都有自己的输出结果,这样便于程序的维护和更新。若要更换其中的某一计算模块,只需要符合数据结构规范的要求,即可实现无缝链接。

1.5 GIS 的应用

GIS 作为信息工具平台和信息服务平台,是不可或缺的基础设施之一。本系统采用浙江大学与杭州天图软件有限公司联合开发的 RealGIS 2007,该平台在业内领先采用了完全面向对象的技术架构,从地理对象的模型、存储、处理到表现都采用了彻底的面向对象技术;在业内率先从各层次遵循了 OpenGIS 标准,使系统在支持比较复杂的 GIS 应用方面具有功能和效率上的优势;可提供跨平台中间件,具有多层次的开放性和良好的可移植性、扩展性;由于该平台在空间数据上高性能的存储解决方案,RealGIS 2007 在处理动态的空间数据方面更有超越现在 GIS 平台的独到优势。

2 应用实例

核与辐射突发事件模拟仿真系统以北京市区作为研究示范区域,本算例假想在北京奥运场馆附近(坐标为东经 116.3987,北纬 39.9972)发生一起“脏弹”爆炸恐怖袭击事件,通过设置气象场参数、地面物理过程、建筑效应、水汽过程、源项参数等,由模拟仿真软件演示计算过程并生成计算结果,计算结果包括空气中瞬时浓度,曝污量(积分浓度),干、湿沉积浓度和总沉积浓度,地面沉积剂量(率),空气浸没剂量(率)和吸入剂量。

3 结论与建议

3.1 结论

本研究开发、建立的核与辐射突发事件模拟仿真系统基于 GIS 技术,既有先进的理论基础,又有直观的表达形式,能对突发性核与辐射事故的扩散过程进行模拟仿真,从而指导辐射事故应急响应,其主要优势体现在以下几方面:

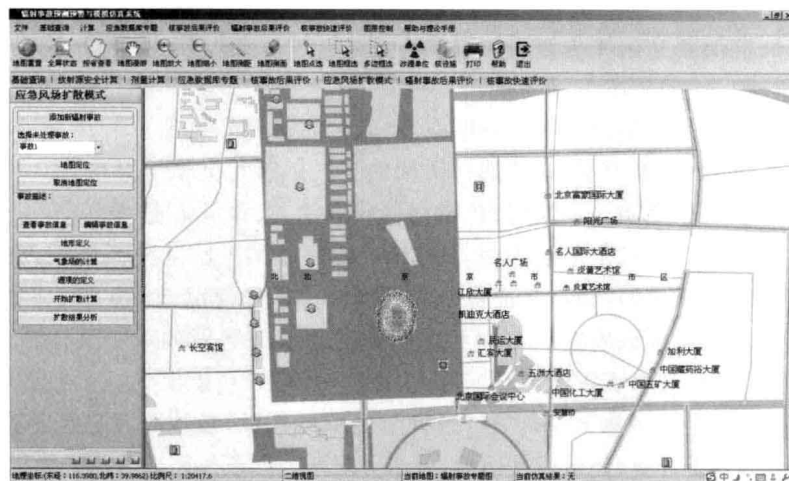


图3 启动程序后设置事故发生的地理坐标

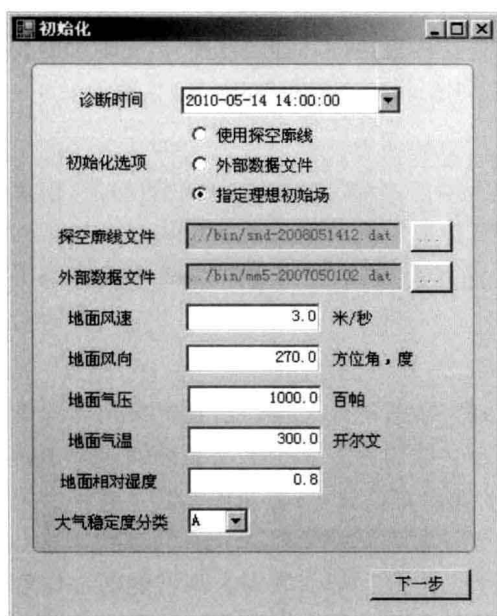


图4 初始化气象场参数

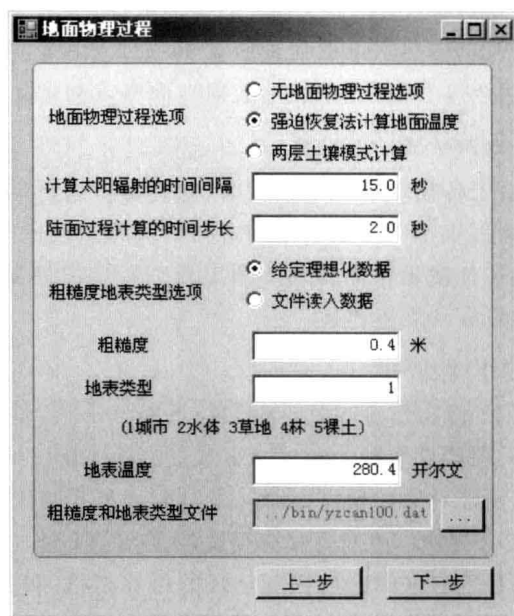


图5 设置地面物理过程参数



图6 地面空气中 ^{60}Co 瞬时浓度($t=10\text{min}$)



图7 地面空气中 ^{60}Co 瞬时浓度($t=20\text{min}$)

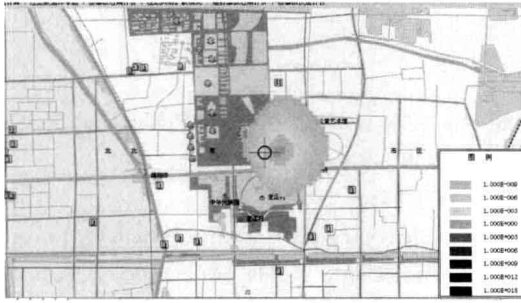


图 8 地面空气中⁶⁰Co 瞬时浓度($t=30\text{min}$)

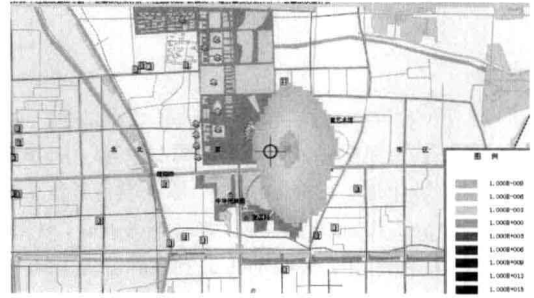


图 9 地面空气中⁶⁰Co 瞬时浓度($t=40\text{min}$)

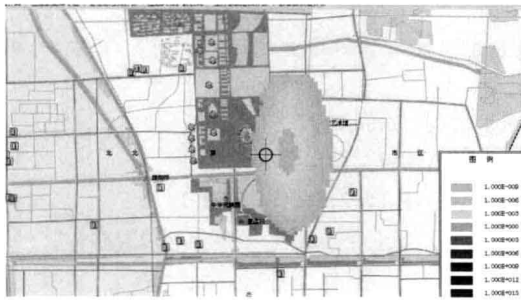


图 10 地面空气中⁶⁰Co 瞬时浓度($t=50\text{min}$)

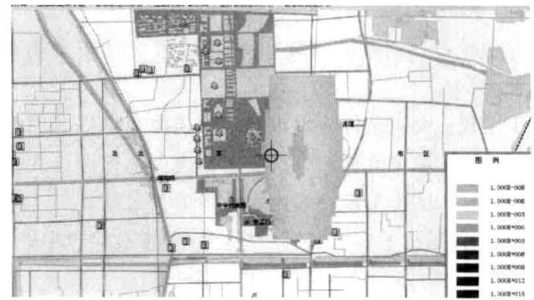


图 11 地面空气中⁶⁰Co 瞬时浓度($t=60\text{min}$)

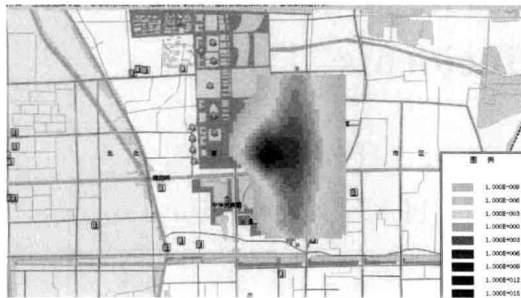


图 12 地面空气中⁶⁰Co 积分浓度

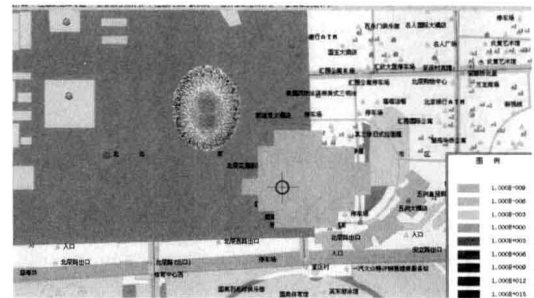


图 13 地面空气浸没剂量(率)水平

1. 基于 GIS 的核与辐射突发事件模拟仿真系统,操作界面友好,功能全面,可以在示范区——北京市进行放射性污染物扩散模拟,为早期应急和后果评价提供技术支持,在获得相应地图数据后还可推广到其他城市应用;

2. 城市边界层数值模式分辨率高(水平格距 $100\sim 500\text{m}$,模拟域 $20\text{km}\times 20\text{km}$),计算速度较快,操作性和移植性好,用于辐射突发事件扩散模拟是可行的;

3. 随机游走扩散模式具有多种空间分辨率选择,具有良好的可操作性和可移植性,可连接城市边界层模式,计算速度快(小于 5 分钟),可用于辐射突发事件的扩散模拟计算,为事故应急提供有用信息。

3.2 建议

1. 目前模拟仿真软件已是应急平台不可缺少的组成部分,为了应对核与辐射突发事件的潜在威胁,一些重要城市需要加大资金投入,尽早启动开发核与辐射突发事件模拟仿真软件平台的能力建设项目;

2. 应急管理软件平台的应用必须依靠各类基础数据,比如地图数据、地形数据、气象数据和人口数据等,现阶段不同部门、行业之间的数据共享并不通畅,共享成本很高,因此不同部门和不同行业应该为了公共利益项目(如开发辐射突发事件模拟仿真系统)进行必要的基础数据共享,共同推进应急

管理水平的提高。

参考文献:

- [1] ICRP. Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack. ICRP Publication 96. 2004.
- [2] 付广智. 核与辐射恐怖袭击事件源项估算[J]. 核电子学与探测技术, 2006, 26(6): 723-725.
- [3] 胡志绮. 简化源项计算方法[J]. 原子能科学技术, 1993, 27(4): 329-335.
- [4] Fang Xiaoyi, Jiang Weimei, Miao Shiguang, et al. The Multi-Scale Numerical Modeling System for Research on the Relationship between Urban Planning and Meteorological Environment[J]. Adv. Atmos. Sci., 2004, 21(1): 103-112.
- [5] 蒋维楣, 王咏薇, 刘罡, 等. 多尺度城市边界层数值模式系统[J]. 南京大学学报(自然科学), 2007, 43(3): 221-235.
- [6] 北京城市规划建设与气象条件及大气污染关系研究课题组. 《城市规划与大气环境》[M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [7] 王宝民. 大风条件下城市冠层流场模拟[J]. 大气科学, 2003, 27(2): 255-264.
- [8] 韩明山. 城市大气污染扩散监测模型的理论及试验研究[J]. 环境工程, 2004, 22(2): 62-65.
- [9] 杨国彬. 城市街道峡谷内大气污染扩散模式[J]. 重庆工商大学学报, 2007, 24(4): 387-391.
- [10] 池兵. 随机游走大气扩散模型在核事故应急中的开发和应用[J]. 核科学与工程, 2006, 26(1): 39-45.

Study of the simulation technology on nuclear and radiological incidents

XIANG Yuan-yi, HU Xiao-yan, LIU Hong-shi,
YANG Jia, ZHENG Guo-dong, HAN Zheng-dong

(Zhejiang province environmental radiation monitoring center, Hangzhou of Zhejiang Prov. 310012, China)

Abstract: Nowadays, with the emergency response capacity building has been becoming an important basic work of the emergency management, more attention was paid to simulation software which is a must portion of the emergency response platform. In this paper, a GIS-based radiation incidents simulation system software is introduced. This system taking Beijing City as the demonstration area, establishing the source term setting module, the dose conversion modul and customizing the small-scale urban boundary layer model and the random walk atmospheric diffusion model. It can simulate transport processes of radioactive pollutants in atmosphere after dirty bomb explosion in Beijing. The results of this study can not only provide technical support and reference for the emergency decision-making and consequences assessment, but also provide a useful reference for the follow-up study.

Key words: nuclear and radiation incidents; dirty bomb; simulation