



TransCAD 与 TransModeler 在港口突发特大事故应急交通疏散问题方面的研究与应用

姜长杰, 韦献兰

(交通部规划研究院, 北京 100028)

摘要: 在分析港口应急交通疏散问题主要内容及研究现状的基础上, 提出应用 TransCAD 与 TransModeler 制定或评价应急交通疏散方案的思路, 并以某地区化工厂氯气泄漏事故为例展开应急交通疏散问题的研究。

关键词: 突发事件; 应急交通疏散; TransCAD; TransModeler

中图分类号: U 698

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2008)06-0060-04

Application of TransCAD and TransModeler to Research on Traffic Evacuation for Emergency Events in Port

JIANG Chang-jie, WEI Xian-lan

(Transport Planning and Research Institute, Beijing 100028, China)

Abstract: This paper makes a literature review on traffic evacuation and analyzes the main content of traffic evacuation for port. It provides a set of research approach to traffic evacuation for emergent public events in port with TransCAD and TransModeler. Basing on a case of chlorine's leakage in a chemical plant, this paper carried out the study on traffic evacuation.

Key words: emergency events; emergency traffic evacuation; TransCAD; TransModeler

为了预防和减少突发事件的发生, 控制、减轻和消除突发事件引起的严重社会危害, 规范突发事件应对活动, 保护人民生命财产安全, 维护国家安全、公共安全、环境安全和社会秩序, 国家于 2007 年 11 月 1 日颁布实施了《中华人民共和国突发事件应对法》。本法所称突发事件, 是指突然发生, 造成或者可能造成严重社会危害, 需要采取应急处置措施予以应对的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件。按照社会危害程度、影响范围等因素, 自然灾害、事故灾难、公共卫生事件分为特别重大、重大、较大和一般四级。可能引发应急交通问题的主要是自然

灾害和事故灾难, 其中, 事故灾难潜在影响范围最大, 最可能引发大规模人群疏散和应急交通问题的是危险化学品泄漏爆炸事故。

利用水路运输成本相对较低的优势, 我国临港产业区集聚了大量化工企业。近年来, 随着港口城市的不断发展, 许多居民区逐渐临近这些化工企业。港口一旦突发事故灾难, 所有相关部门就会全部紧急出动, 现场指挥机构要密切监视险情, 及时上报, 并做好疏散、防护、安置工作, 或向上级指挥机构提出建议、请示, 救助人员要尽快将现场人员组织撤离到安全地带。如果危险已减轻, 则允许撤离人员重新进入现场; 如果险

收稿日期: 2008-02-01

作者简介: 姜长杰(1963—), 男, 研究生, 高级工程师, 注册咨询工程师(投资), 注册土木工程师(港口与航道), 从事港口规划、政策研究、设计和技术开发工作。

情加剧, 危及现场人员及附近居民, 应立即进行局部疏散。如果需要大规模疏散港口附近居民, 应该由事发地政府负责, 根据事先拟定的交通疏散方案, 包括撤离计划、撤离路径、备用路线及交通工具、车流量控制、疏散目的地、安全预防措施等事项, 及时向公众公开相关信息, 并抓紧组织实施, 保持社会秩序及公众情绪稳定, 确保广大群众生命安全。

为了加强危机管理, 许多港口有关部门已根据《中华人民共和国港口法》、交通部《港口危险货物管理规定》、《港口大型机械防阵风防台风管理规定》等有关法律、法规建立了港口突发事故灾难应急预案, 但由于技术手段有限, 这些应急预案关于交通疏散方面的研究还很薄弱, 可操作性不强, 在一定程度上影响了应急事件的处理能力。本文将针对港口突发事故灾难应急交通疏散问题展开深入研究。

1 港口应急交通疏散的主要内容及研究现状

港口突发事故灾难应急交通疏散与城市突发事故灾难应急交通疏散的机理是一致的, 都是根据突发事件的影响范围, 确定被疏散人员集结点的分布及交通需求、避难场所的布局和容量、救援物资需求量、救援物资供应点的布局及供应量, 并根据路网实际运行状况和交通疏散方案展开救援目的地和路径选择, 对路网路段通行能力进行动态交通分配。应急交通疏散的主要内容见图 1^[1]。

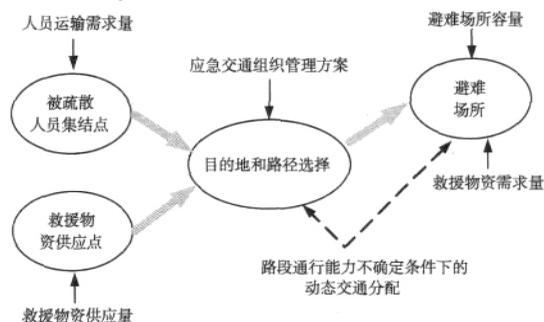


图 1 应急交通疏散的主要内容

国内外关于突发事故灾难应急交通疏散问题的研究, 主要集中在应急交通需求预测与应急交通疏散模型两个方面。根据突发事故灾难交通需求随时间变化的特点, 应急交通需求预测主要包括交通疏散总需求量和交通疏散总需求量进入路

网的时间预测, 其中总需求量预测方法主要有基于专家判定的经验法(参与率法)、城市交通规划四阶段模型中的交通生成法、Logistic 回归模型、人工神经网络模型和危险/生存模型, 时间预测主要有 S 型行为反应曲线法(S-Curve), 这些预测方法特色各异, 可根据实际情况选用^[2]。

国内外研究表明, 科学的突发事故灾难应急交通疏散研究必须依赖适当的应急交通疏散模型, 理论上主要有计算机仿真和数学分析两种模型。计算机仿真方法主要是用 MASSVAC、DYNEV、OREMS、TransCAD、VISSIM 等仿真软件中的机动车疏散模型对路网车流流动或交通状况进行模拟^[3-7, 12], 数学分析方法主要有静态和动态网络优化, 包括路径优化、最小费用流、最快流及最大流等。由于应急环境的动态性、复杂性和不确定性, 以及逃生者心理因素, 很难采集到有关疏散时间、路线、人口等的具体资料, 导致传统静态数学模型在解决基于个体行为的微观环境分析方面存在局限性, 而通过计算机交通疏散模型和仿真平台进行突发事故灾难应急交通行为分析和疏散效果模拟, 已逐渐成为交通疏散研究的一种常用方法。

2 应用 TransCAD 与 TransModeler 制定或评价应急交通疏散方案的思路

在开展突发事故灾难应急预案交通疏散仿真之前, 首先需要选择合适的仿真平台。目前, 国内外用于车辆应急疏散的仿真软件工具主要包括 DYNEV, MASSVAC, OREMS, TrEPS, Vissim, TransCAD, TransModeler 等, 各软件在疏散规划、数据输入、模型应用方面各具特色^[8]。TransCAD 是由美国 Caliper 公司开发的交通规划软件, 是世界上功能较为齐全的交通需求预测和规划软件, 最新的 TransCAD 5.0 版本的动态交通分配模型使交通规划和工程技术人员能够分时段计算大城市路网动态交通流量和延误情况(例如, 每 1, 5, 10 或 15 分钟等), 与传统静态交通分配模型相比, 考虑了交通状况随时间段不同而逐渐变化的本质特征, 能更好地再现大城市交通拥堵的现状, 更好地评价城市规划和交通设计方案的效果; TransModeler 是美国 Caliper 公司为城市交通规划

和仿真开发的多功能交通仿真软件包，可以在诸如路网结构、交通构成、交通信号、区域信号、公交站点和各种信息标志约束下分析交通运营状况，系统内置的动态交通分配模型，能响应有关路径选择的要求，在线路连接器的结构支持下能够运行交通网络流模型，并根据用户需要输出结果，对车道结构、交叉口控制以及管理偏好等进行分析。

TransModeler 和 TransCAD 联合使用，可以达到交通需求预测模型与交通微观仿真模型无缝集成的效果。在 TransModeler 的协助下，可以对 TransCAD 应急交通需求预测模型的结果进行更详细的分析，交通分配模型结果也可以进一步在时空尺度上作动态延伸，更为有效地诊断出交通瓶颈点段、拥堵长度和道路网实际的通过能力，对备选交通疏散方案进行科学评估^[9-11]。应用 TransCAD 与 TransModeler 制定和评价应急交通疏散方案的过程见图 2。

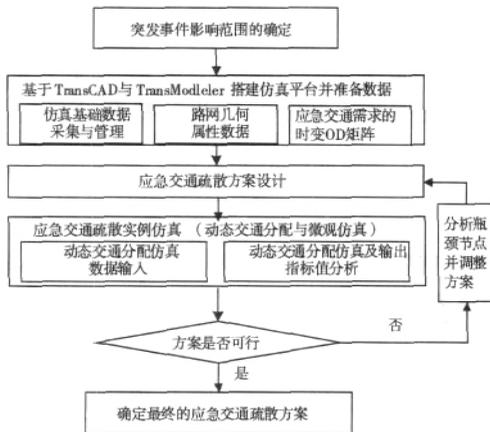


图 2 突发事件应急交通疏散仿真过程

3 案例研究

以某地区化工厂氯气泄漏事件为实例，收集突发事故灾难影响范围内的相关基础信息资源，包括社会经济特征数据、交通网络数据、救援设施分布、救援物资分布、天气气候、突发事件扩散的时空分布及其他信息，应用 TransCAD 与 TransModeler 的 GIS 空间分析功能搭建仿真平台，应用 TransCAD 的运输问题分析程序，确定事件影响范围紧急撤离人员运输需求静态 OD 矩阵和车辆运输需求静态 OD 矩阵，结合化工厂周边路网人群疏散的应急交通疏散时变曲线，应用 TransCAD 的分时段分析程序，将静态人员运输

需求 OD 矩阵转化为时变车辆运输需求 OD 矩阵，并针对化工厂周边路网的实际情况，制定应急交通疏散路线。在此基础上，应用 TransCAD 的动态交通分配程序与 TransModeler 的微观仿真功能，进行应急交通疏散仿真，选取相关的仿真结果输出指标进行分析，如不同时间段的路段交通负荷度 (V/Q)、行驶速度、行程时间、路段排队溢出长度、通行能力降低百分比等。化工厂氯气泄漏事件应急交通疏散仿真效果图详见图 3~6。

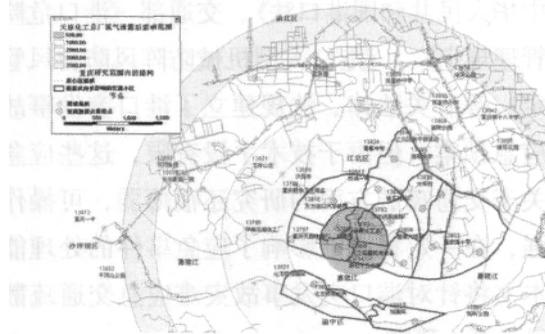


图 3 某地区化工厂的氯气泄漏事件影响范围

13013	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13013	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13014	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13015	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13016	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13017	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13018	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13019	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13020	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13021	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13022	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13023	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13024	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13025	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13026	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13027	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13028	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13029	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13030	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13031	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13032	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13033	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13034	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13035	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13036	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038	13039	13040	13041	13042	13043	13044	13045	13046	13047	13048	13049	13050	Sum
13037	13014	13015	13016	13017	13018	13019	13020	13021	13022	13023	13024	13025	13026	13027	13028	13029	13030	13031	13032	13033	13034	13035	13036	13037	13038</													

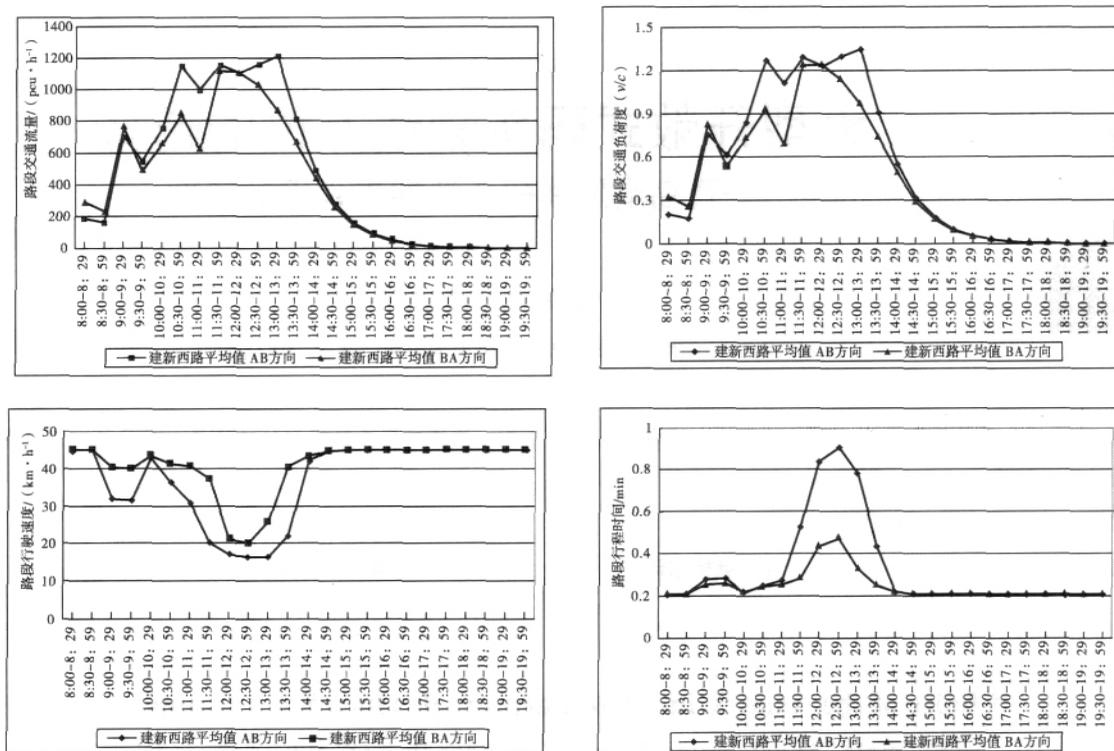


图6 交通应急疏散仿真各输出指标值变化趋势

4 结论

将 TransCAD 与 TransModeler 用于制定或评价港口突发特重大事故灾难应急交通疏散方案, 技术优势突出, 效果明显, 可大大提高应急事件的处理能力。

参考文献:

- [1] 韦献兰. 突发公共事件应急交通疏散对策研究[R]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [2] 李丽霞, 王明贤, 陈可金, 等. 港口企业事故应急救援预案编制的研究[J]. 中国安全科学学报, 2006, 16 (11): 134- 139.
- [3] KLD Associates. Formulations of the DYNEV and I- DYNEV traffic simulation models used in ESF[R]. WashingtonD.C.: Federal Emergency Management Agency, 1984.
- [4] Hobeika A G, Jamei MASSVAC, B. A model for calculating evacuation times under natural disaster[C]//Proc., Conf. Computer Simulation in Emergency Planning, Society of Computer Simulation, La Jolla, Calif. 1985 (15) : 5- 15.
- [5] Oak Ridge National Laboratory (ORNL) . Oak Ridge evacuation modelingsystem (OREMS) user's guide[K]. Center for Transportation Analysis, ORNL, Oak Ridge, Tenn. 1999.
- [6] 蒋光胜. 大城市突发公共事件交通组织与疏散对策研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2006.
- [7] Lee D Han. Evacuation modeling and operations using dynamic traffic assignment and most assignment and most desirable destination approaches[D]. Transportation Research Board, 84th Annual Meeting, Washington, D.C. 2005.
- [8] Edmond Chin- Ping Chang. Traffic Simulation for Effective Emergency Evacuation [OL]. <http://www.ictpaweb.org/publication/NCA/conferean03/Proceeding/074.pdf>.
- [9] Janson B N. Dynamic Traffic Assignment for Urban Road Networks[J]. Transportation Research, 1991, 25B (2/3) : 143- 161.
- [10] Janson B N, Robles J. Quasi- Continuous Dynamic Traffic Assignment Model [K]. Transportation Research Record, 1995. 1493: 199- 206.
- [11] Janson B N, DYMIN. A Dynamic User- Equilibrium Traffic Assignment Model with Intersection Traffic Control and Queuing Delays[R]. Transportation Research Center, Department of Civil Engineering, University of Colorado at Denver, 2001.
- [12] Peder Axensten. Modeling and Visualizing Short Term Impact of a Nuclear Accident on Transportation Flows[R]. CERUM Northern Studies Working Paper, 2001.

(本文编辑 郭雪珍)