

# 危险品公路物流决策支持系统设计

袁微, 黄雅萌, 何萍, 杨晶晶, 谢燕萍, 周爱莲

(长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410004)

**摘要:** 根据危险品公路物流需求, 设计了危险品公路物流决策支持系统, 对其中危险品信息、运输、包装、存储和应急功能进行了针对性设计, 用户可通过多个客户端实现危险品信息查询, 同时通过改进 DJ 算法得出最优路线并编辑成代码放入客户端, 初步实现线路规划功能; 以叠氮钠及三硝基苯甲醚运输为例, 通过分类及特点分析, 对其包装、仓储及事故预防和应急措施方案进行了具体设计。

**关键词:** 汽车运输; 危险品; 公路物流; 决策支持; 网站建设; 线路规划

中图分类号: U492.3

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)03-0055-04

近年来, 由于化工、原子能和石油等在快速发展经济过程中的积极作用, 对危险品的需求逐渐加大。国外对危险品公路物流的研究较为成熟, 各国也纷纷把现代信息技术运用于危险品道路运输并开发危险品信息系统。在中国, 危险品道路物流正处于起步阶段, 存在套用物流实践方法、缺乏相关领域知识、危险品物流从业人员过多、设备和专业技术水平参差不齐、物流效率低下等问题。鉴于危险品在道路物流运输中的潜在危险性, 必须提高危险品物流途中的效率和安全性, 建立健全的危险品公路物流决策支持系统。该文依据《化学危险品名录 2015》

和《营运车辆综合性能要求和检验方法》等, 根据对普通用户、危险品生产企业和危险品物流企业的调研结果, 对危险品信息、运输、包装、存储和应急功能进行需求分析, 在物联网的基础上对危险品公路物流决策支持系统进行设计。

## 1 流程设计

危险品公路物流决策支持系统的功能需求包含危险品物流的整个流程, 即从包装、装卸、仓储到运输、应急处理等整个过程。根据功能需求, 得到危险品公路物流决策支持系统设计的总流程(见图 1)。

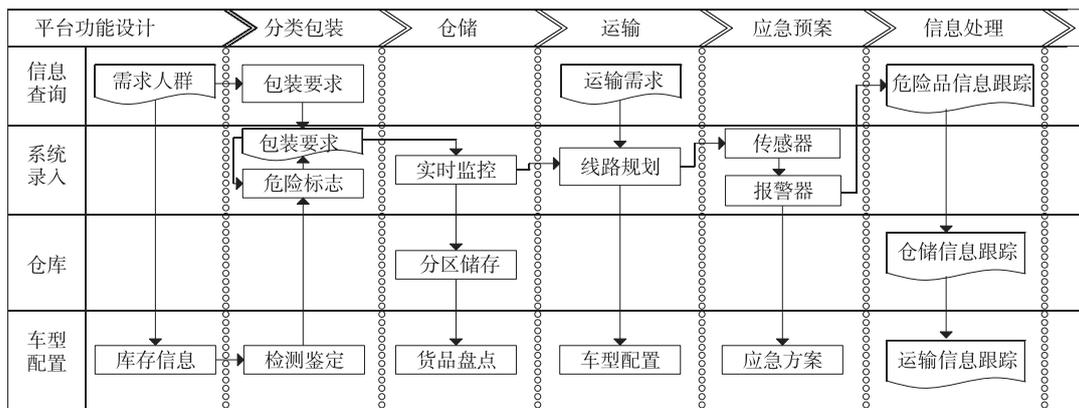


图 1 基于物联网的危险品公路物流决策支持系统设计流程

## 2 信息系统设计

危险品公路运输信息系统的设计目标是实现电脑、手机 APP 及其他手持终端对危险品信息的查询, 进行危险品公路运输线路规划, 同时方便客户表达其需求反馈。

### 2.1 信息系统功能模块设计

如图 2 所示, 危险品信息系统由危险品公路运输监控系统、事故救援及人机交互系统、数据库管理系统构成, 其中事故救援及人机交互系统主要面向系统用户进行人机交互, 数据库管理系统分别通过其数据库进行功能扩展。

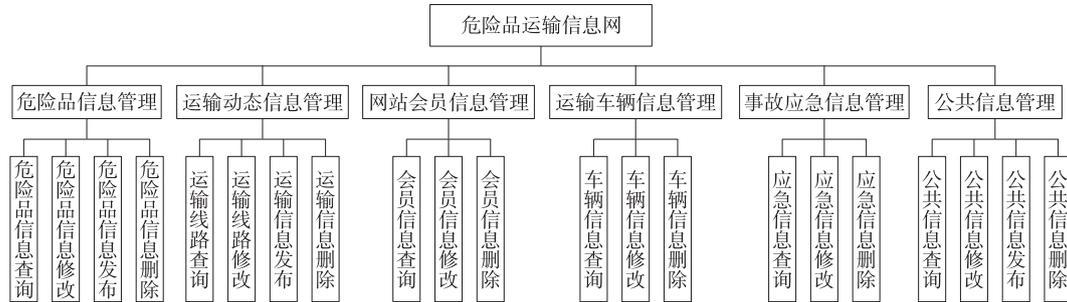


图2 危险品信息系统总体功能框架

## 2.2 客户端设计

危险品信息系统的浏览网页客户端设计分为二类:1) 电脑客户端。建立网站,以使用户上网浏览进行选择功能。2) 手机客户端。设计制作 Android 和 IOS 手机客户端连接网页。

## 2.3 网页设计

以网店源码为模型,向有关单位租赁一个域名 (<http://wxptransport.com>) 和空间存放网页,主机启用获得相应 IP 地址后,把域名解析到 IP 上与空间绑定,用 Notepad++ 网页编辑器编写网页,最后用 FTP 工具上传到空间形成一个可使用的网页。

## 2.4 数据库建设

危险品运输数据库管理系统根据人机交互系统中选择的决策目标进行数据采集与筛选处理,为决策支持系统提供规范化的运行数据,并将决策支持系统按照模型库提供的模型计算结果进行简化处理所得结果输出给人机交互系统。危险品公路物流决策网站为动态型,依靠 Access 建立系统所需数据支撑。

## 3 运输系统决策支持设计

先用改进 DJ 算法得出最优路线。使用 Javascript API 将传到 LBS 云里的位置数据渲染成图层,通过百度地图 API 提供的 Web Service 接口将 CustomLayer 对象叠加到地图上即可在百度地图上显示,将生成代码编辑到网站中,初步实现运输线路规划功能。

### 3.1 线路选择模型

危险品运输线路规划是判定特定运输起点至终点之间的最小运输风险路线,采用改进 DJ 算法进行规划。假设每个点都有一对标号  $(L_j, d_j)$ , 其中:  $L_j$  为临时标号,表示从起点“0”开始到被标号点  $V_j$  的最短路径长的一个上界;  $d_j$  为永久标号,表示从

$V_j$  到  $L_j$  的真正最短路径。采用 DJ 算法进行迭代,每一轮迭代都得到一个永久标号,直到所有点都得到永久标号为止。其步骤如下:

(1) 初始化。设危险品运输起点位置为“0”,令  $d_0=0, L_j=\infty(j \neq 0)$ , 标记起点“0”为永久标号,且令  $V_0=x$ , 其他所有点都未标记永久标号。

(2) 从上次迭代中刚标上永久标号的点  $x$  出发,修改每个与  $x$  直接连接的还未标记永久标号的点  $V_j$  的临时标号,其值为  $L_j = \min(L_j, L_x + d_{jx})$ , 其中  $d_{jx}$  为顶点  $x$  和  $V_j$  之间的有向距离。如果顶点  $x$  和  $V_j$  没有直接相连,则  $d_{jx} = \infty$ 。

(3) 将所有未标上永久标号的点中临时标号值最小的点标为永久标号,并令该点为  $x$ , 如果还有未标上永久标号的点,则返回上一步。

(4) 反向追踪找出最短路径。根据永久标号值是由前一点的永久标号与两点相连的距离修改所得的原理追踪出前一点,依次追踪直到起点,便可找出起点到所要找的顶点的最短路径。

根据上述步骤和危险品运输线路规划的要求对 DJ 算法进行改进,用  $\theta(j)$  代替  $d_j$  表示到达节点  $j$  发生最小交通事故概率路径的事故率,用  $q(j)$  代替  $L_j$  表示安全通过路径  $P$  到达节点  $j$  的概率,两者满足  $q(j) + \theta(j) = 1$ ; 用  $p_{ij}$  代替  $V_j$  表示在路段  $(i, j)$  发生交通事故的概率,有  $q(j) = q(i)(1 - p_{ij})$ ; 用  $a_{ij}$  代替  $d_{jx}$  表示安全通过前面节点  $i$  基础上增加路段  $(i, j)$  后事故概率的增量,有  $a_{ij} = q(i)p_{ij} + \theta(j) = \theta(i) + a_{ij}$ 。改进之后,通过上述步骤对算法进行迭代,便可找到出发点至目的地的最安全线路。

### 3.2 线路选择算例

在从出发地石家庄到目的地天津所形成的运输网中,两两节点之间的风险事故概率见表 1。依据上述算法得出的最小事故概率路径为石家庄—清宛县—徐水县—雄县—霸州—西青—天津。

表1 两节点间的风险事故概率

路段	最小事故率
石家庄(A)—清苑县(C)	2.79
石家庄(A)—深州(B)	1.35
深州(B)—高阳县(D)	1.36
深州(B)—沧县(E)	2.11
高阳县(D)—清苑县(C)	3.34
高阳县(D)—沧县(E)	3.58
沧县(E)—青县(F)	4.76
高阳县(D)—雄县(I)	5.94
清苑县(C)—徐水县(H)	4.34
徐水县(H)—雄县(I)	3.17
霸州(J)—西青(K)	2.64
霸州(J)—青县(F)	4.82
青县(F)—静海(G)	6.02
天津(R)—静海(G)	2.71
西青(K)—天津(R)	4.26

#### 4 包装系统决策支持设计

在绿色低碳的原则下,根据各类危险品的特性对其包装容器、衬垫材料、标签、重量、封口方式和捆扎方式进行设计,其重点是对包装上传感器的选用、感应器和报警器的安装位置及安装方法等进行决策。以叠氮钠及三硝基苯甲醚运输为例,其包装方式及传感器的选用见表2。

#### 5 仓储系统决策支持设计

根据各类危险品的特性对其仓储系统进行决策,对其储存方式进行方案设计。以叠氮钠及三硝基苯甲醚运输为例,其仓储系统决策支持设计见表3。通过仓储系统决策支持设计,提升出入库操作效率,减少危险品储存事故率,从而提高危险品道路运输效率。

表2 叠氮钠及三硝基苯甲醚运输中包装方式及传感器的选用

危险品名称	包装方式	传感器选用
叠氮钠	装入玻璃瓶、塑料瓶或聚乙烯袋,严密封口后装入铁皮桶或塑料盒,再装入坚固木箱中,内衬塑料气泡垫或松软材料,箱外用铁皮或铁丝加固;每箱净重不超过20 kg,每瓶净重不超过1 kg	选择温度、湿度、烟雾及防爆压力传感器,烟雾传感器安装在车厢顶部,温度传感器安装在没有遮挡、不受光线直接照射或其他温度辐射的地方
三硝基苯甲醚	装入玻璃瓶,严密封口后装入坚固木箱中,内衬聚乙烯气泡垫或其他松软材料,箱外用铁皮或铁丝加固;也可装入塑料瓶,严密封口后装入坚固厚纸板箱或纤维板箱中,箱内用松软材料衬垫,箱外用铁皮或塑料带捆紧;每箱净重不超过20 kg。禁止使用金属容器	选择温度、振动、烟雾及防爆压力传感器,烟雾传感器安装在车厢顶部,温度传感器安装在没有遮挡、不受光线直接照射或其他温度辐射的地方

表3 叠氮钠及三硝基苯甲醚运输中储存方式设计

危险品名称	储存方式
叠氮钠	贮存在专存爆炸品的库房,库内阴凉干燥,温度不超过30℃,相对湿度不超过80%;与各种起爆器材、黑火药及其他化学危险品等隔离贮存
三硝基苯甲醚	贮存在阴凉、干燥、通风的专用库房,避免日光直射,远离火源、热源;与雷管、起爆器材、黑火药等隔离贮存,不得与一般化学危险品同贮同运

#### 6 事故应急系统决策支持设计

根据危险品道路运输事故的后果,对各类危险品运输事故的救援形式、使用设备及人员等提出建议,同时进行事故数据分析并反馈给危险品道路运输事故数据库,以修正应急预案。

应急系统设计中主要对应急功能模块进行设

计。危险品道路运输事故应急系统分为三部分:第一部分为应急准备,包括应急处理所需资源、预案、管理、演练方案等;第二部分为应急响应,即事故发生后的应急流程,包括报警、控制危险源、现场急救等过程及方法;第三部分为应急恢复,包括善后处理、事故调查、应急预案复查及信息公布等。该系统的工作流程见图3。

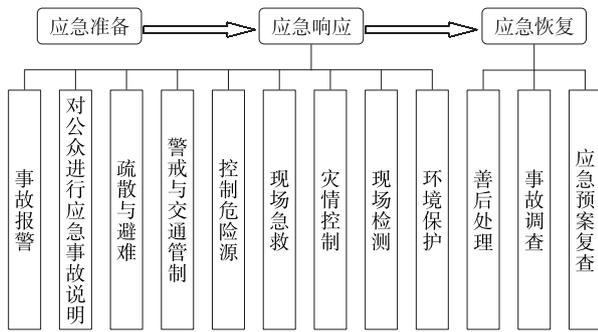


图3 危险品道路运输事故应急系统工作流程

以叠氮钠及三硝基苯甲醚运输为例,从泄漏应急处理、灭火方法和急救措施三方面进行事故应急系统决策支持设计(见表4)。

## 7 结语

危险品的种类繁多、数量大,公路运输是其主要运输形式之一。该文主要从危险品信息查询、危险品公路运输方案、危险品包装及储存、危险品事故应急处理等物流中的关键环节对危险品公路物流决策支持系统进行了设计,具有较强的实践意义和理论

表4 叠氮钠及三硝基苯甲醚道路运输事故应急系统设计

危险品名称	泄漏应急处理	灭火方法	急救措施
叠氮钠	隔离泄漏污染区,限制出入,切断火源;应急处理人员佩戴自给正压式呼吸器,穿防毒服,不得直接接触泄漏物。少量泄漏时,防止扬尘,小心收集泄漏物并运送到安全场所;大量泄漏时,先用塑料布、帆布覆盖以减少飞散,然后收集、回收并运至废物处理场所处置	消防人员穿戴全身防火、防毒服;由于火场中可能发生爆破情况,消防人员需在有防爆能力的掩蔽处操作;使用雾状水、二氧化碳、泡沫灭火剂灭火,禁用砂土压盖	发生皮肤接触事故时,小心脱去被污染衣物,先用肥皂水再用清水强力冲洗接触到的皮肤。发生眼睛接触事故时,提起眼睑,用流动清水或生理盐水冲洗,然后就医。发生吸入事故时,迅速从现场撤离,转移至空气新鲜处,保持呼吸道通畅,如呼吸困难,输氧;如呼吸停止,立即进行人工呼吸,然后就医。发生食入事故时,饮足量温水催吐,然后就医
三硝基苯甲醚	隔离泄漏污染区,限制出入,切断火源;应急人员佩戴防毒面具(全面罩),穿防毒服,避免直接接触泄漏物,防止振动、撞击和摩擦。少量泄漏时,用不会产生火花的工具将泄漏物集中到干燥、清洁的有盖容器中,然后转移到安全场所;大量泄漏时,与有关技术部门联系,确定清除方法	消防人员需在有防爆能力的掩蔽处操作;用大量水灭火;若遇大火,需远离火源以防炸伤;若物料附近失火,用水保持容器冷却;禁止用砂土压盖	发生皮肤接触事故时,小心脱掉被污染衣物,用肥皂水、清水强力冲洗接触了危险品的皮肤。发生眼睛接触事故时,提起眼睑,用流动清水或生理盐水冲洗,然后就医。发生吸入事故时,迅速从现场撤离,转移至空气新鲜处,保持呼吸道通畅,如呼吸困难,输氧;如呼吸停止,立即进行人工呼吸,然后就医。发生食入事故时,饮足量温水催吐,然后就医

探索价值,可为具有类似特征的危险品运输项目的物流运作提供借鉴和指导。

### 参考文献:

- [1] 任场兴,吴宗之.危险品道路安全运输路径优化方法探讨[J].中国安全科学学报,2015,16(6).
- [2] 王立,吴芳.道路危险货物运输安全现状分析及对策[J].交通科技与经济,2014(3).
- [3] Howard R A, Matheson J E. Readings on the principle and application of decision analysis [M]. California: Strategic Decisions Group, 1989.

- [4] 任正夫.应急救援专项审计工作的几点思考[J].水利水电技术,2013,44(3).
- [5] Ryuzo Sato. Transportation and economic development: a US-Japan comparison[J]. Japan and the World Economy, 2000, 12(1).
- [6] 张丽娜,史阳.避免重大事故的危险品道路运输网络研究[J].公路与汽运,2012(6).
- [7] 易峰峰.道路危险品运输事故应急决策支持系统研究[D].成都:西南交通大学,2008.

收稿日期:2017-02-08