

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101436345 B

(45) 授权公告日 2010.08.18

(21) 申请号 200810154298.6

G06F 17/50(2006.01)

(22) 申请日 2008.12.19

审查员 李子文

(73) 专利权人 天津市市政工程设计研究院

地址 300051 天津市和平区营口道 239 号

(72) 发明人 白子建 徐建平 赵建伟 王晓华

王新歧 刘润有 龚凤刚 赵巍

蹇峰 代茂华 王志华 王寅弘

赵伟 曾伟 杨越 田春林

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 李素兰

(51) Int. Cl.

G08G 1/00(2006.01)

G08G 1/01(2006.01)

G06F 17/30(2006.01)

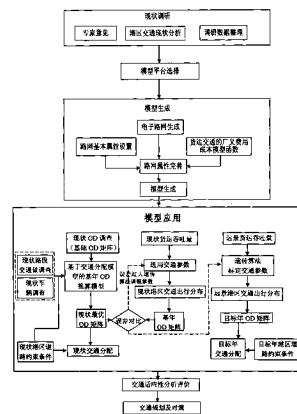
权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图 7 页

(54) 发明名称

基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统,用以获得目标年港区道路交通生成量,该预测系统至少包括:储存模块,用于储存提供对港区道路交通生成量预测的数据依据;港区路网模型,通过上述港区工程地理信息数据库向 TransCAD 模型平台输入港区工程地图,依据港区道路交通运行状况,建立港区路网模型;路网模型应用模块,利用遗传算法优化选用交通参数以获得港区目标年 OD 矩阵;路网加载分配单元,以获得整个路网的交通流分布情况和交通运行状态;分析评价模块,结合上述交通分配结果,对远景路网规划方案进行交通适应性分析评价;规划模块,用以最终提出对港区道路交通规划的指导性建议及总体对策。



1. 一种基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统,用以获得目标年港区道路交通生成量,其特征在于,该预测系统至少包括:

(1) 储存模块,用于储存提供对港区道路交通生成量预测的数据依据,至少包括:

(1-1) 港区工程地理信息数据库单元;

(1-2) 港区道路运行状况单元——存储现状道路客观存在的交通运行状态调研数据;

(1-3) 初步拟订的目标年交通需求数据;

(2) 港区路网模型,通过上述港区工程地理信息数据库向 TransCAD 模型平台输入港区工程地图,并依据港区道路交通运行状况,建立港区路网模型,该港区路网模型至少包括:

(2-1) 用以划分道路等级及路段类型的单元——将道路网中的每条路段划分为多个不同道路等级的路段,包括高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路、快速路、主干路、次主干路、支路、匝道、辅路、有公交专用道的道路、交通小区的质心连接线,对于上述道路等级都将分配一个道路等级划分和路段类型代码,用于识别不同路段的运行特征和交通适应性;

(2-2) 用以设置自由流速度的单元——自由流速度的计算依据各路段的观测速度、路段限速、所在区域的使用功能类型、道路等级、货场分布及交通设施情况来确定,并充分考虑道路交叉口的延误参数因素,将该道路交通延误因素添加到所对应的路段行程时间中,从而生成该路段的自由流速度;

(2-3) 用以估计加载速度 ELS 应用的单元——通过路段的自由流速度乘以 ELS 因子得出该路段的估计加载速度,用于计算路段交通运行速度;

(2-4) 用以设置各路段通行能力的单元——在上述港区路网中,对各路段(link)各方向的小时通行能力进行设置,依据路段车道数、区域使用类型和规模、道路等级、交通设施、货车禁行和单行道各因素,并结合港区道路交通运行状态调查数据库中的道路实际运行状况及交通分配结果,反检验实际通行能力的合理性,并进行校正;进而,对各路段(link)的通行能力进行设置,最终,依据规划道路或改造道路的实际条件,并在路网现有通行能力的基础上调整后得出目标年路网通行能力;

(2-5) 基于货运交通的广义费用成本模型,用以获得最优基年交通生成量;

(2-6) 划分交通小区的单元,根据堆场各服务区、码头分布位置情况划分交通小区;

(3) 上述路网模型应用模块,至少包括:

(3-1) 基于交通分配模型的港区基年 OD 推算单元,用以获得现状港区最优 OD 矩阵;

(3-2) 基于现状货运吞吐量的现状港区交通出行分布单元,用以获得港区基年 OD 矩阵;

(3-3) 交通参数修正单元,根据上述现状港区最优 OD 矩阵与基年 OD 矩阵的误差对比的结果,修正现状港区交通出行分布单元中的交通参数;

(3-4) 基于远景货运吞吐量的远景港区交通出行分布单元,根据上述修正后的交通参数利用遗传算法标定交通参数,用以获得港区目标年 OD 矩阵;

(3-5) 路网加载分配单元,根据上述港区基年 OD 矩阵和目标年 OD 矩阵,将现状交通生成量和目标年交通生成量分别加载分配在现状路网和目标年路网中,以获得整个路网的交通流分布情况和交通运行状态;

(4) 分析评价模块,结合上述交通分配结果,对远景路网规划方案进行交通适应性分析

评价；

(5) 规划模块,用以最终提出对港区道路交通规划的指导性建议及总体对策。

2. 根据权利要求1所述的基于TransCAD宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统,其特征在于,所述目标年OD矩阵中,考虑以下因素:港区的远景宏观经济、区域发展、生产能力建设。

3. 一种港区路网模型搭建模块,与具有港区工程地理信息的数据库及其具有港区道路交通运行状态调查数据的数据库连接,其特征在于,

在该模型搭建过程中,从上述港区工程地理信息数据库中导入需建立路网模型的港区工程地图,并依据港区道路交通运行状况和目标年需求建立该港区的路网模型,至少包括:

对道路等级及路段类型的划分,将道路网中的每条路段划分为多个不同道路等级的路段,包括高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路、快速路、主干路、次主干路、支路、匝道、辅路、有公交专用道的道路、交通小区的质心连接线,对于上述道路等级都将分配一个道路等级划分和路段类型代码,用于识别不同路段的运行特征和交通适应性;

对自由流速度的设置——自由流速度的计算依据各路段的观测速度、路段限速、所在区域的使用功能类型、道路等级、货场分布及交通设施情况来确定,并充分考虑道路交叉口的延误参数因素,将该道路交通延误因素添加到所对应的路段行程时间中,从而生成该路段的自由流速度;

估计加载速度 ELS 的应用——通过路段的自由流速度乘以 ELS 因子得出该路段的估计加载速度,用于计算路段交通运行速度;

对各路段通行能力的设置——在上述港区路网中,对各路段(link)各方向的小时通行能力进行设置,依据路段车道数、区域使用类型和规模、道路等级、交通设施、货车禁行和单行道各因素,并结合港区道路交通运行状态调查数据库中的道路实际运行状况及交通分配结果,反检验实际通行能力的合理性,并进行校正;进而,对各路段(link)的通行能力进行设置,最终,依据规划道路或改造道路的实际条件,并在路网现有通行能力的基础上调整后得出目标年路网通行能力;

根据基于货运交通的广义费用成本模型获得最优基年交通生成量;

用以对路网中的各路段、道路节点、匝道路段进行统一编码,并针对小区质心、质心连杆进行单独标识;

根据堆场各服务区、码头分布位置情况划分交通小区。

4. 一种基于TransCAD宏观仿真平台对港区道路交通需求的预测方法,用于生成港区目标年交通量,其特征在于,该预测方法至少包括以下步骤:

(1) 按照工作大纲进行任务分解和技术思路的修正;进行现状调研,至少包括听取专家意见、港区交通现状分析和对录象数据进行整理;

(2) 选用TransCAD模型平台,并向该平台输入港区工程地理信息和港区现状道路运行数据,根据上述港区工程地理信息、港区现状道路运行数据和目标年需求,建立港区路网模型,至少包括:

(2-1) 进行道路等级及路段类型划分——将道路网中的每条路段划分为多个不同道路等级的路段,包括高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路、快速路、主干路、次

主干路、支路、匝道、辅路、有公交专用道的道路、交通小区的质心连接线,对于上述道路等级都将分配一个道路等级划分和路段类型代码,用于识别不同路段的运行特征和交通适应性;

(2-2) 自由流速度的设置——自由流速度的计算依据各路段的观测速度、路段限速、所在区域的使用功能类型、道路等级、货场分布及交通设施情况来确定,并充分考虑道路交叉口的延误参数因素,将该道路交通延误因素添加到所对应的路段行程时间中,从而生成该路段的自由流速度;

(2-3) 估计加载速度 ELS 的应用——通过路段的自由流速度乘以 ELS 因子得出该路段的估计加载速度,用于计算路段交通运行速度;

(2-4) 各路段通行能力的设置——在上述港区路网中,对各路段(link)各方向的小时通行能力进行设置,依据路段车道数、区域使用类型和规模、道路等级、交通设施、货车禁行和单行道各因素,并结合港区道路交通运行状态调查数据库中的道路实际运行状况及交通分配结果,反检验实际通行能力的合理性,并进行校正;进而,对各路段(link)的通行能力进行设置,最终,依据规划道路或改造道路的实际条件,并在路网现有通行能力的基础上调整后得出目标年路网通行能力;

(2-5) 根据基于货运交通的广义费用成本模型,用以获得最优基年交通生成量,至少包括:建立基于货运交通的广义费用成本模型,并利用流量-延误函数生成时间成本因素,通过进出节点间费用矩阵和路段固定费率生成费用成本因素;

(2-6) 根据堆场各服务区、码头分布位置情况划分交通小区;

(3) 上述路网模型的应用,至少包括:

(3-1) 根据现状 OD 调查数据,利用基于交通分配模型的基年 OD 推算模型得出现状最优 OD 矩阵;

(3-2) 根据港口现状货运吞吐量选用交通参数,利用现状港区交通出行分布得出基年 OD 矩阵;

(3-3) 将上述现状最优 OD 矩阵和基年 OD 矩阵进行误差比较,若误差过大,则按照遗传算法调整参数,并返回上述步骤(3-2),否则,按照遗传算法标定交通参数,利用远景港区交通出行分布得出目标年 OD 矩阵;

(3-4) 根据上述得出的现状最优 OD 矩阵和目标年 OD 矩阵,并考虑现状港区道路约束条件和目标年港区道路约束条件分别对基年和目标年交通需求进行路网加载分配;

(4) 结合上述交通分配结果,对远景路网规划方案进行交通适应性分析评价;

(5) 提出港区道路交通规划指导性建议及总体对策。

5. 根据权利要求 4 所述基于 TransCAD 宏观仿真平台对于港区道路交通需求的预测方法,其中,建立基于货运交通的广义费用成本模型,考虑以下交通特征因素:

车辆类型,依据港口集疏货类和生活性用车进行划分;

道路性质,依据道路使用功能和等级划分;

道路通行费用,依据道路里程收费和桥梁收费标准进行区分;

道路行驶规则,对禁重货车、禁煤车、交通信号控制、施工封道交通规则细分;

上述基于货运交通的广义费用成本模型表达式如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} hf = \sum_{i \in k} \sum_{j \in s^i} \{VOT^i \times VDF(f_{BPR}, f_{Logit}) + F_l^i\} + \sum_{i \in k} \sum_{i \in M^i} M_j^i \\ f_{BPR} = f\left(t_l, c_l, i \sum PCU_i q_l^i, \alpha, \beta\right) \\ f_{Logit} = f\left(t_l, c_l, T_g C_g \sum PCU_i q_l^i, p_1, p_2, \dots\right) \end{array} \right. \quad (1)$$

其中:hf——车辆类型 i 起讫点间的广义费用;

i——车辆类型, k——车辆类型集合;

j——在里程收费方式中的费率集合中的路段;

l——路段;

s^i ——车辆类型 i 起讫点间最短路径的集合;

VOT^i ——车辆类型 i 的时间价值;

VDF——流量延误函数;

t_l ——路段 l 的自由行程时间, c_l ——路段 l 的通行能力;

T_g ——交叉口 g 的自由行程时间, C_g ——交叉口 g 的通行能力;

PCU_i ——车辆类型 i 的小汽车当量值;

q_l^i ——路段 l 上车辆类型 i 的自然量;

α, β ——BPR VDF 函数的参数,

p_1, p_2 ——Logit VDF 函数的参数;

F_l^i ——路段 l 上车辆类型 i 的固定费率;

M^i ——车辆类型 i 在起讫点节点间费率的集合;

M_j^i ——在里程收费率集合中的路段 j, 车辆类型 i 的费率。

6. 根据权利要求 4 所述基于 TransCAD 宏观仿真平台对于港区道路交通需求的预测方法, 其中, 在路网模型应用中得出基于货类反推的港区目标年交通生成量预测, 至少包括以下步骤:

(1) 构建交通生成量与各交通特征参数的关系图及各货类吞吐量引发交通量流程图, 采集所需要的现状交通特征参数, 包括: 现状集装箱的交通特征参数、现状货车的交通特征参数和现状港区货物堆场的交通特征参数;

所述现状集装箱的交通特征参数包括: 现状集装箱集疏量、月不均匀系数、周不均匀系数、高峰小时占用系数和方向不均匀系数; 需要进行标定的交通特征参数包括: 直接集港比例 q 、平均装载率 (TEU/车) p_1 和空载率 e_1 ;

所述现状货车的交通特征参数包括: 现状的散货和件杂货集疏运量、普通货车的周不均匀系数和普通货车的空载率; 需要进行标定的交通特征参数有: 普通货车的平均载重 (吨/车) p_2 、日高峰小时占用系数 k_2 、 k_3 和方向不均匀系数 d_3 ;

所述现状港区货物堆场的交通特征参数包括: 集装箱的集与疏、空车取箱的交通流、堆场拼箱的普通货车交通流、和与堆场拼箱量是成正比的客车流; 需要进行标定的交通特征参数有: 产地装箱比例 g_1 、产地装箱平均装载率 (TEU/车) p_4 、空车取箱比例 g_2 、二次集疏比例 g_1 、拆拼箱单位 TEU 吸引普通货车数 h_1 、集装箱堆场内拼箱单位 TEU 吸引客车量 h_1 、件杂货堆场单位普通货车吸引客车量 h_2 和散货物流中心单位普通货车吸引客车量 h_3 ;

月不均匀系数 $\alpha_i = \text{月日均交通量} / \text{年日均交通量}$; (2)

周不均匀系数 $r_i = \text{单日交通量} / \text{周日均交通量}$; (3)

高峰小时占用系数 $k_i = \text{各个小时交通流量} / \text{全天交通流量}$; (4)

方向不均匀系数 $d_i = \text{主要行车方向交通量} / \text{双向交通量}$; (5)

(2) 进行现状集装箱卡车、普通货车、客车交通生成量预测,至少包括计算:

年集装箱卡车总吸引和发生量 = $(1 + \text{集装箱卡车空载率 } e_1) \times \text{目标年集装箱吞吐量} / \text{集装箱卡车平均装载率 } p_1$; (6)

高峰小时单向集装箱卡车交通量 = $\text{月不均匀系数 } \alpha_1 \times \text{周不均匀系数 } r_1 \times \text{高峰小时占用系数 } k_1 \times \text{方向不均匀系数 } d_1 \times \text{年集装箱卡车总吸引和发生量} / \text{年工作天数}$ (7)

普通货车总吸引和发生量 = $(1 + \text{普通货车空载率 } e_2) \times \text{目标年件杂货或散杂货吞吐量} / \text{普通货车平均载重 } p_2$; (8)

高峰小时单向普通货车交通量 = $\text{周不均匀系数 } r_2 \times \text{高峰小时占用系数 } k_2 \times \text{普通货车方向不均匀系数 } d_2 \times \text{普通货车总吸引和发生量} / \text{年工作天数}$; (9)

现状客车交通生成量预测包括以下三种情形:

进出集装箱物流作业区的客运交通同货物堆场的拆拼箱量成正比关系,集装箱卡车与客车交通流量关系参数模型为:

$$w_{1j_1} = L_{i_1} \times h_1 \quad (10)$$

公式 (10) 中: w_{1j_1} 为第 j_1 个集装箱物流作业区的客车吸引量;

L_{i_1} 为第 i_1 个集装箱物流作业区内总拼箱数;

h_1 为单位 TEU 生成客车量;

件杂货和散货物流作业区的普通货车与客车交通流量关系参数模型为:

$$w_{2j_2} = y(2)_{j_2} \times h_2; w_{3j_3} = y(3)_{j_3} \times h_3 \quad (11)$$

公式 (11) 中: w_{2j_2} 为第 j_2 个件杂货物流作业区的客车吸引量;

$y(2)_{j_2}$ 为第 j_2 个件杂货物流作业区总吸引的普通货车数;

h_2 为单位件杂货普通货车生成客车数;

w_{3j_3} 为第 j_3 个散货物流作业区的客车吸引量;

$y(3)_{j_3}$ 为第 j_3 个散货物流作业区总普通货车数吸引量;

h_3 为散货物流园区单位普通货车生成客车数;

港区内工作人员的编制规模与通勤交通流量关系参数模型为:

$$\alpha_{1i} = \beta_i \times \gamma; \alpha_{2i} = \beta_i \times (1 - \gamma) / \delta \quad (12)$$

公式 (12) 中: α_{1i} , α_{2i} 分别为第 i 个办公地点的小汽车和客车出行生成量;

β_i 为人员编制规模;

γ 为私家车拥有率;

δ 为通勤客车平均载客量。

7. 根据权利要求 4 所述基于 TransCAD 宏观仿真平台对于港区道路交通需求的预测方法,其中,按照遗传算法标定交通参数中,需建立合理的数学规划模型,将优化问题简单表示成如下形式的优化问题:

$$\min f(S),$$

(13)

$$S = [s_1, s_2, \dots, s_l]^T, s_i \in [a_i, b_i], i = 1, 2, \dots, l.$$

公式 (13) 中 : l 为变量个数 ; $[a_i, b_i]$ 为各变量取值范围 ;应用遗传算法对该规划问题进行求解的步骤包括 :

(1) 置 $k = 0$, 确定群体规模 N , 交叉概率 p_c , 变异概率 p_m 及目标函数的适应值 $Fitness$; 第 j 个个体的目标函数适应值采用 $Fitness_j = f_{\max} - f_{ij}$ 的形式, 其中 f_{\max} 为第 i 代中目标函数的最大值, f_{ij} 为第 i 代中第 j 个个体的目标函数值 ;随机生成 N 个初始种群 ;

(2) 进行遗传算法的交叉、变异算子操作, 得到 N 个新的个体, 分别计算其适应值 ;

(3) 采用最优保存策略方法进行遗传算法的选择算子操作 ;

(4) 若达到最大迭代次数 K 或得到满意解, 则结束寻优过程 ;否则令 $k = k+1$, 返回上述步骤 (2)。

8. 根据权利要求 7 所述基于 TransCAD 宏观仿真平台对于港区道路交通需求的预测方法, 其中, 所述遗传算法的参数中, 种群数为 $N = 30$, 交叉概率 $p_c = 0.6$, 变异概率 $p_m = 0.1$, 迭代次数 $K = 200$ 。

基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用信息技术对港区道路交通需求进行预测的方法。

背景技术

[0002] 随着我国对外经济的发展,海港的规划建设受到越来越多的关注,要建设一流的国际大港,必须解决好港区的交通规划工作,而交通预测是交通规划的关键,交通预测是否科学和符合实际将直接影响到交通规划系统的效益。天津港是我国综合运输体系的重要枢纽和沿海主枢纽港之一,是我国北方第一个亿吨大港,在全国港口中名列前茅,并跻身世界大港行列。随着港口规模的扩大,港区功能的多样化,货物吞吐量的增加,使得港区交通需求增大。为了使港区道路交通系统能够有效支撑未来港口综合通过能力建设,进行道路交通需求预测非常有必要。

[0003] 而目前常用的交通预测方法主要有总量控制法、“四步骤法”等等。这些传统方法的出行生成机理与港口道路交通需求有较大差异,因此,需要设计新的交通需求预测系统以更好对港区道路交通需求进行预测和分析。

发明内容

[0004] 本发明主要是针对港区道路现状交通适应性及目标年交通需求进行预测分析,通过搭建基于货运交通的港区道路交通需求预测模型,预测目标年规划路网的交通流分布特征,从而评价港区道路网的集疏运服务能力,为港区内部及后方集疏运通道的整体规划及交通改善对策提供技术依据。以解决如下技术问题:

[0005] (1) 港区道路交通现状及交通需求影响因素分析。通过交通调查及港口集疏运运营情况调研,从现状交通运行特征及港口发展规划的角度,寻求港区交通需求影响因素及基于货物集疏运服务体系的道路交通约束条件。

[0006] (2) 建立基于货运交通的港区道路交通需求预测模型。依据港口道路交通的典型交通特征,建立基于货运交通的广义费用成本模型,以客观地定量描述港道路集疏运体系的交通分布及分配特征。

[0007] (3) 港区道路交通约束条件分析及远景交通需求预测。对港区集疏运道路交通的多重约束因素利用模型参数进行定量表达,在此基础上通过现状交通 OD 调查和基于道路断面交通量的现状 OD 反推,获取基年交通 OD;同时采用基于港口吞吐量的交通需求分析和预测模型,对现状交通 OD 和目标年交通 OD 进行推算,并依据两种不同的技术思路获取的现状交通 OD 进行校验,指导目标年交通 OD 预测。最后对基年和目标年交通 OD 进行交通分配及评价分析。

[0008] (4) 港区道路交通分析评价及对策研究。依据港内道路网络体系的交通分配结果及港区内外交通资源分布和使用状况,对港内道路、货运枢纽站场的现状和目标年的交通适应性进行初步分析评价,对不同的港区道路网规划方案在目标年交通需求条件下的交通

容量进行定量分析,为关键节点及相关微观交通组织方案的交通仿真评价研究提供基础数据的同时,提出合理性规划指导建议和对策。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统,用以获得目标年港区道路交通生成量,该预测系统至少包括:

[0010] (1) 储存模块,用于储存提供对港区道路交通生成量预测的数据依据,至少包括:

[0011] (1-1) 港区工程地理信息数据库单元;

[0012] (1-2) 港区道路运行状况单元——存储现状道路客观存在的交通运行状态调研数据;

[0013] (1-3) 初步拟订的目标年交通需求数据;

[0014] (2) 港区路网模型,通过上述港区工程地理信息数据库向 TransCAD 模型平台输入港区工程地图,并依据港区道路交通运行状况,建立港区路网模型,该港区路网模型至少包括:

[0015] (2-1) 路网的基本属性单元

[0016] (2-1-1) 用以划分道路等级及路段类型的单元——将道路网中的每条路段划分为多个不同道路等级的路段,包括高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路、快速路、主干路、次主干路、支路、匝道、辅路、有公交专用道的道路、交通小区的质心连接线,对于上述道路等级都将分配一个道路等级划分和路段类型代码,用于识别不同路段的运行特征和交通适应性;

[0017] (2-1-2) 用以设置自由流速度的单元——自由流速度的计算依据各路段的观测速度、路段限速、所在区域的使用功能类型、道路等级、货场分布及交通设施情况来确定,并充分考虑道路交叉口的延误参数因素,将该道路交通延误因素添加到所对应的路段行程时间中,从而生成该路段的自由流速度;

[0018] (2-1-3) 用以估计加载速度 (ELS) 应用的单元——通过路段的自由流速度乘以 ELS 因子得出该路段的估计加载速度,用于计算路段交通运行速度;

[0019] (2-1-4) 用以设置各路段通行能力的单元——在上述港区路网中,对各路段 (link) 各方向的小时通行能力进行设置,依据路段车道数、区域使用类型和规模、道路等级、交通设施、货车禁行和单行道各因素,并结合港区道路交通运行状态调查数据库中的道路实际运行状况及交通分配结果,反检验实际通行能力的合理性,并进行校正;进而,对各路段 (link) 的通行能力进行设置,最终,依据规划道路或改造道路的实际条件,并在路网现有通行能力的基础上调整后得出目标年路网通行能力;

[0020] (2-1-6) 划分交通小区的单元,根据堆场各服务区、码头分布位置情况划分交通小区;

[0021] (2-2) 基于货运交通的广义费用成本模型,用以获得最优基年交通生成量;

[0022] (3) 上述路网模型应用模块,至少包括:

[0023] (3-1) 基于交通分配模型的港区基年 OD 推算单元,获得现状港区最优 OD 矩阵;

[0024] (3-2) 基于现状货运吞吐量的现状港区交通出行分布单元,获得港区基年 OD 矩阵;

[0025] (3-3) 交通参数修正单元,根据上述现状港区最优 OD 矩阵与基年 OD 矩阵的误差对比的结果,修正现状港区交通出行分布单元中的交通参数;

[0026] (3-4) 基于远景货运吞吐量的远景港区交通出行分布单元,根据上述修正后的交通参数利用遗传算法标定交通参数,用以获得港区目标年 OD 矩阵;

[0027] (3-5) 路网加载分配单元,根据上述港区现状最优 OD 矩阵和目标年 OD 矩阵,将现状交通生成量和目标年交通生成量分别加载分配在现状路网和目标年路网中,以获得整个路网的交通流分布情况和交通运行状态;

[0028] (4) 分析评价模块,结合交通分配对远景路网规划方案进行交通适应性分析评价;

[0029] (5) 规划模块,用以最终提出对港区道路交通规划的指导性建议及总体对策。

[0030] 与现有技术相比,本发明所具有的有益效果是:

[0031] 利用本发明对港区道路交通需求进行预测分析,可以全面评价港区内部及外围路网的现状及目标年的交通服务水平,并对港区内部交通需求的分布情况和道路资源的分布情况进行了定量分析。其有益效果包括:

[0032] (1) 建立港区道路交通需求分析技术体系;

[0033] (2) 考虑利用港区外围公路和桥梁的收费优惠政策,对货车流进行诱导以便提高集疏的效率,尽量减少给城市交通带来的影响;

[0034] (3) 充分考虑港区的结构布局对道路交通带来的不利因素,在规划方案中可以全面考虑交通安全、交通应急组织、海上紧急营救处置等各种交通应急需求的需要;

[0035] (4) 加快铁路集疏运系统,以协调道路交通的正常运行和综合交通的可持续发展。

附图说明

[0036] 图 1 是本本发明基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统的总体构架流程图;

[0037] 图 2 是本发明中基于货类反推的港区目标年交通生成量预测流程图;

[0038] 图 3 是图 2 所示交通生成量预测的技术路线示意图;

[0039] 图 4 是利用图 2 所示流程中交通生成量与各交通特征参数关系图;

[0040] 图 5 是利用图 2 所示流程中集装箱吞吐量引发交通量流程图;

[0041] 图 6 是利用图 2 所示流程中散货、件杂货吞吐量引发交通量流程图;

[0042] 图 7 是图 2 所示交通生成量预测中对相关参数进行标定的流程图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图,并以天津港为具体实施例对本发明基于 TransCAD 宏观仿真平台的港区道路交通需求预测系统作进一步详细描述。

[0044] 针对天津港内道路交通系统进行分析研究,同时兼顾临港道路交通网络货流分布线路及其关键交通节点。由于港区道路交通主要以集疏港的货车流为主的日均进出港货车流量约占总流量的 60% (自然车型),生活交通流相对较少,且集疏港车流高峰周期主要与船期有关;港内道路交通在道路网特征、道路性能、交通流组成、货流 OD 产生、交通流稳定性特征等方面,很大程度上不同于通常的城市交通或公路交通;因此,仅采用通用的交通规划需求预测步骤(“四阶段”法)很难全面、真实地分析天津港港内道路交通系统的需求生成机理。为此,本发明将采用适于港区道路交通需求预测的技术思路和具体方法,设计如下

技术方案路线：

[0045] 步骤一：通过对现状道路客观存在的交通运行状态进行交通调查；

[0046] 步骤二：利用基于广义费用的交通 OD 反推法和小样本出行调查，获得最优基年交通 OD；

[0047] 步骤三：通过现状港口吞吐量以及港口货物集疏运特征，建立基于港口吞吐量的交通需求预测模型并推算现状交通 OD。

[0048] 步骤四：利用步骤三中的最优基年交通 OD 作为基准矩阵对步骤四结果进行校验，并修正基于港口吞吐量的交通需求预测模型，

[0049] 步骤五：考虑远景宏观经济、区域发展、生产能力建设等影响因素，预测目标年港区道路交通 OD。

[0050] 步骤六：对基年和目标年交通需求分别进行路网加载分配，结合交通分配结果对远景路网规划方案的交通适应性进行评价分析，提出港内道路交通规划指导建议及总体对策。

[0051] 下面结合图 1 对上述技术路线展开说明如下：

[0052] 一、现状调研：

[0053] 按照工作大纲进行任务分解和技术思路的修正，然后进行现状调研，至少包括听取专家意见、港区交通现状分析和对调研数据进行整理。

[0054] 二、路网模型的建立

[0055] 道路网是本专利技术实现的基础。在基础路网的搭建过程中，充分利用 TransCAD 模型平台对 GIS-T 的支持，将已有工程地图直接进行导入略做修改，并依据规划研究范围和港区道路交通流的实际运行特征，坚持“重点针对港内道路交通路网、兼顾临港区域货流分布特征”的原则，扩大路网区域。路网建立的基础主要工作主要包括：

[0056] (1) 路网基本属性设置

[0057] 道路等级及路段类型划分：道路网中的每条路段可以划分为多个不同道路等级的路段，这些道路等级包括高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路、快速路、主干路、次主干路、支路、匝道、辅路、有公交专用道的道路、交通小区的质心连接线等。这些道路等级都将分配一个道路等级划分和路段类型代码，用于识别不同路段的运行特征和交通适应性。

[0058] 自由流速度设置：自由流速度的计算依据各路段的观测速度、路段限速、所在区域的使用功能类型、道路等级、货场分布及交通设施情况来确定。在此充分考虑道路交叉口的延误参数因素。道路交通延误将添加到所对应的路段行程时间中，这样生成的速度作为路段的自由流速度。

[0059] 估计加载速度（拥堵时的路段速度）应用：估计加载速度 (ELS) 可以通过路段的自由流速度乘以 ELS 因子。ELS 因子在 TransCAD 中，主要通过延误函数以及交通分配算法来实现。依据实时交通量加载结果的进程，计算路段交通运行速度获得，这样可以充分表现拥堵情况下路网的真实情况。如果在交通分配中获得的速度不合理，估计加载速度将用作寻找最小行程时间路径的初始速度，不断地迭代循环，直至在交通分配程序中获得合理的速度。

[0060] 路段通行能力：在道路网中，对各路段各方向的小时通行能力进行设置。主要依据

路段车道数、区域使用类型和规模、道路等级、交通设施、货车禁行、单行道等相关因素,并结合近期交通调查的道路实际运行状况及交通分配结果,反检验实际通行能力的合理性,并进行校正。参考通行能力相关分析结论,对各路段(link)的通行能力进行设置。目标年路网通行能力主要依据规划道路或改造道路的实际条件,在路网现有通行能力的基础上进行调整。

[0061] 根据堆场各服务区、码头分布位置情况划分交通小区;在建立道路网的过程中还要对路网中的各路段、道路节点、匝道路段进行统一编码,并针对小区质心、质心连杆进行单独标识。基础路网是交通需求预测工作的重点,也是开展港区道路交通研究的基础。

[0062] (2) 建立基于货运交通的广义费用成本模型函数

[0063] 港区内部及其外围集疏运道路网交通不仅具有典型的货车比例较高的特征,而且还与天津港的规划布局和功能设置紧密相关,其中“南散北集”发展模式对集装箱车流和散杂货车流交通分布的影响极为突出,另外不同货类车流对公路收费因素的敏感程度也直接影响到集疏车辆的行驶路线选择。因此,本发明中将建立基于货运交通的广义费用成本模型函数(以下简称“广义费用成本模型”),采用多方式多类型交通分配(MMA)模式。

[0064] 对于天津港区的道路交通运行特征,基于货运交通的广义费用成本函数模型主要包括时间成本因素及费用成本因素。时间成本因素可以利用流量-延误函数进行表达,费用成本因素主要通过进出节点间费用矩阵和路段固定费率路段(公路通行费用)进行表达。

[0065] (2-1) 流量-延误函数分析

[0066] 流量延误函数(VOLUME-DELAY,简称VDF)是一个用来计算车辆在路段上通行时间的函数模型,是交通分配与平衡分析的基础和前提。VDF体现了在交通分配过程中路段交通拥挤对路段通行时间的影响,直接决定着分配过程中车辆行驶路径的选择。

[0067] 常用的延误函数有:美国公路局的(BPR)函数、EMME/2锥形延误函数、logit延误函数、Akcelik延误函数、基于BPR延误曲线的广义费用函数。目前,我国公路交通及城市交通规划中较为广泛使用的流量-延误函数是美国公路局提出的BPR函数,反映了路段行驶时间和路段流量之间的关系,见下列公式

$$[0068] \quad t_i \cdot \left[1 + \alpha_i \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right]$$

[0069] 这里:

[0070] t_i = 路段 i 上的自由流行驶时间

[0071] C_i = 路段 i 的通行能力

[0072] x_i = 路段 i 的实际流量

[0073] α = 常量

[0074] β = 常量

[0075] 综合分析天津港集疏运及其港区内部交通微循环系统的特征,本技术采用BPR VDF函数对基于货运交通的广义费用成本函数分别进行校核,并依据交通调查数据及其天津市域城市交通特征,对BPR VDF函数中包含的参数 α 、 β 依据不同交通运行环境进行标定。

[0076] (2-2) 基于货运交通的广义费用成本模型建立

[0077] 基于货运交通的广义费用成本模型能够从港区货物交通流的角度对交通出行分布和分配进行定量描述和表达,同时兼顾生活交通流和港口货运集疏交通流。广义费用成本模型对研究区域内的港口交通系统可以考虑以下交通特征因素:

[0078] 车辆类型:依据港口集疏货类和生活性用车进行划分;

[0079] 道路性质:依据道路使用功能和等级划分;

[0080] 道路通行费用:依据道路里程收费和桥梁收费标准进行区分;

[0081] 道路行驶规则:对禁重货车、禁煤车、交通信号控制、施工封道等交通规则细分。

[0082] 对于天津港区的道路交通运行特征,基于货运交通的广义费用成本函数模型表达式如公式 2 所示:

$$[0083] \quad hf = \sum_{i \in k} \sum_{j \in s^i} \{VOT^i \times VDF(f_{BPR}, f_{Logit}) + F_1^i\} + \sum_{i \in k} \sum_{j \in M^i} M_j^i$$

$$[0084] \quad f_{BPR} = f\left(t_l, c_l, i \sum PCU_i q_l^i, \alpha, \beta\right)$$

[0085]

$$f_{Logit} = f\left(t_l, c_l, T_g C_g \sum PCU_i q_l^i, p_1, p_2, \dots\right) \quad (1)$$

[0086] 其中:hf— 车辆类型 i 起讫点间的广义费用

[0087] i— 车辆类型, k— 车辆类型集合;

[0088] j— 在里程收费方式中的费率集合中的路段;

[0089] l— 路段;

[0090] s^i — 车辆类型 i 起讫点间最短路径的集合;

[0091] VOT^i — 车辆类型 i 的时间价值;

[0092] VDF— 流量延误函数;

[0093] t_l — 路段 l 的自由行程时间, c_l — 路段 l 的通行能力;

[0094] T_g — 交叉口 g 的自由行程时间, C_g — 交叉口 g 的通行能力;

[0095] PCU_i — 车辆类型 i 的小汽车当量值;

[0096] q_l^i — 路段 l 上车辆类型 i 的自然量;

[0097] α, β — BPR VDF 函数的参数,

[0098] P_1, P_2, \dots — Logit VDF 函数的参数;

[0099] F_1^i — 路段 l 上车辆类型 i 的固定费率(本专题中设置为桥梁路段的通行费用);

[0100] M^i — 车辆类型 i 在起讫点节点间费率的集合;

[0101] M_j^i — 在里程收费率集合中的路段 j, 车辆类型 i 的费率;

[0102] 可见,广义费用成本模型克服了传统交通分配方法中难以分类型、分级别用户地将成本费用因素作为交通分配的优化参数值。

[0103] 三、路网模型的应用——最终得出目标年 OD 矩阵的生成

[0104] 路网模型应用的技术路线,如图 1 所示,根据现状 OD 调查数据,利用基于交通分配模型的基年 OD 推算模型得出现状最优 OD 矩阵;根据港口现状货运吞吐量选用交通参数,利

用现状港区交通出行分布得出基年 OD 矩阵；将上述现状最优 OD 矩阵和基年 OD 矩阵进行误差比较，若误差过大（如：某个 OD 点间交通量相差 10pcu/ 高峰小时，但具体可视情况而定），则按照遗传算法调整参数；否则，按照遗传算法标定交通参数，利用远景港区交通出行分布得出目标年 OD 矩阵。即：依据目标年天津港港区的分货类公路集疏运需求量预测结果和每种车型的平均装载率、年作业天数等系数，计算得到年日均交通出行生成量，从而生成目标年交通 OD 矩阵。

[0105] (1) 采用货类反推法得出港区目标年交通生成量预测，货类反推法以货物的集疏运系统为研究对象，以货物的流动为线索，对外部路网——外部堆场——港口各个产生交通流的环节进行全面的分析，为目标年交通生成量的预测提供了一套简便可行的方法。其技术路线如 3 所示，其实现过程如图 2 中的步骤 201-206 所示。

[0106] 构建交通生成量与各交通特征参数的关系图，如图 4 所示。

[0107] 构建各货类吞吐量引发交通量流程图。其中，集装箱吞吐量引发交通量流程图如图 5 所示，通过对集装箱集疏运物流系统调研发现，整个集疏运系统的交通量是由集装箱码头的集装箱吞吐量引起的，集装箱吞吐量引发了集疏运的集装箱卡车交通流，这部分交通流主要分为两部分：一部分发生在堆场和码头之间，一部分发生在码头和外部路网之间。堆场完成的集装箱集港量又分为产地装箱和堆场装箱两部分，产地装箱的部分主要的交通特征参数有产地装箱平均装载率、空车取箱比例和二次装箱比例，货车到堆场装箱会引发客车流和货车流，这部分主要的交通特征参数有单位 TEU 吸引货车量和单位 TEU 吸引客车量。散货、件杂货吞吐量引发交通量流程图如图 6 所示，散货、件杂货吞吐量引发了普通货车的交通流，散货、件杂货的集港全部由后方堆场完成，件杂货和散货很少有直接集港的情况发生，货物一般先运入件杂货和散货堆场然后再集港，因此会产生外部路网到件杂货和散货堆场的普通货车交通流，货主来堆场联系业务还会引发一定的客车交通流。

[0108] 采集所需要的现状交通特征参数，包括：现状集装箱的交通特征参数、现状货车的交通特征参数和现状港区货物堆场的交通特征参数；

[0109] 所述现状集装箱的交通特征参数包括：现状集装箱集疏量、月不均匀系数、周不均匀系数、高峰小时占用系数、方向不均匀系数；需要进行标定的交通特征参数包括：直接集港比例 (q)、平均装载率 (TEU/车) (p_1) 和空载率 (e_1)；

[0110] 所述现状货车的交通特征参数包括：现状的散货和件杂货集疏运量、普通货车的周不均匀系数、普通货车的空载率；需要进行标定的交通特征参数有：普通货车的平均载重 (吨/车) (p_2)、日高峰小时占用系数 (k_2 、 k_3) 和方向不均匀系数 (d_3)；

[0111] 所述现状港区货物堆场的交通特征参数包括：集装箱的集与疏、空车取箱的交通流、堆场拼箱的普通货车交通流、和与堆场拼箱量是成正比的客车流；需要进行标定的交通特征参数有：产地装箱比例 (g_1)、产地装箱平均装载率 (TEU/车) (p_4)、空车取箱比例 (g_2)、二次集疏比例 (g_1)、拆拼箱单位 TEU 吸引普通货车数 (h_1)、集装箱堆场内拼箱单位 TEU 吸引客车量 (h_1)、件杂货堆场单位普通货车吸引客车量 (h_2)；散货物流中心单位普通货车吸引客车量 (h_3)；

[0112] 月不均匀系数 (a_i) = 月日均交通量 / 年日均交通量； (2)

[0113] 周不均匀系数 (r_i) = 单日交通量 / 周日均交通量； (3)

[0114] 高峰小时占用系数 (k_i) = 各个小时交通流量 / 全天交通流量；(4)

[0115] 方向不均匀系数 (d_1) = 主要行车方向交通量 / 双向交通量 ; (5)

[0116] 对于一些不易标定的参数确定其取值范围,如各堆场的堆场内拼箱的比例、单位 TEU 吸引普通货车的数量、普通货车的平均载重等。

[0117] (2) 进行现状集装箱卡车、普通货车、客车交通生成量预测

[0118] 年集装箱卡车总吸引和发生量 = 目标年集装箱吞吐量 / 集装箱卡车平均装载率 (p_1) / (1 - 集装箱卡车空载率 (e_1)) ; (6)

[0119] 高峰小时单向集装箱卡车交通量 = 月不均匀系数 (α_1) × 周不均匀系数 (r_1) × 高峰小时占用系数 (k_1) × 方向不均匀系数 (d_1) × 年集装箱卡车总吸引和发生量 / 年工作天数 (7)

[0120] 普通货车总吸引和发生量 = 目标年件杂货或散杂货吞吐量 / 普通货车平均载重 (p_2) / (1 - 普通货车空载率 (e_2)) ; (8)

[0121] 高峰小时单向普通货车交通量 = 周不均匀系数 (r_2) × 高峰小时占用系数 (k_2) × 普通货车方向不均匀系数 (d_2) × 普通货车总吸引和发生量 / 年工作天数 ; (9)

[0122] 现状客车交通生成量预测包括以下三种情形 :

[0123] 进出集装箱物流作业区的客运交通同货物堆场的拆拼箱量成正比关系,集装箱卡车与客车交通流量关系参数模型为 :

[0124] $w_{1j_1} = L_{i_1} \times h_1$ (10)

[0125] 公式 (10) 中 : w_{1j_1} 为第 j_1 个集装箱物流作业区的客车吸引量 ;

[0126] L_{i_1} 为第 i_1 个集装箱物流作业区内总拼箱数 ;

[0127] h_1 为单位 TEU 生成客车量 ;

[0128] 件杂货和散货物流作业区的普通货车与客车交通量关系参数模型为 :

[0129] $w_{2j_2} = y(2)_{j_2} \times h_2 ; w_{3j_3} = y(3)_{j_3} \times h_3$ (11)

[0130] 公式 (11) 中 : w_{2j_2} 为第 j_2 个件杂物流作业区的客车吸引量 ;

[0131] $y(2)_{j_2}$ 为第 j_2 个件杂物流作业区总吸引的普通货车数 ;

[0132] h_2 为单位件杂货普通货车生成客车数 ;

[0133] w_{3j_3} 为第 j_3 个散货物流作业区的客车吸引量 ;

[0134] $y(3)_{j_3}$ 为第 j_3 个散货物流作业区总普通货车数吸引量 ;

[0135] h_3 为散货物流园区单位普通货车生成客车数 ;

[0136] 港区内工作人员的编制规模与通勤交通流量关系参数模型为 :

[0137] $\alpha_{1i} = \beta_i \times \gamma ; \alpha_{2i} = \beta_i \times (1 - \gamma) / \delta$ (12)

[0138] 公式 (12) 中 : α_{1i}, α_{2i} 分别为第 i 个办公地点的小汽车和客车出行生成量 ;

[0139] β_i 为人员编制规模 ;

[0140] γ 为私家车拥有率 ;

[0141] δ 为通勤客车平均载客量。

[0142] 上述预测现状交通生成量是基于现状交通调查得到的交通生成量为参考,通过调整基于货类反推方法中的相关参数,使之与基于现状交通调查得到的交通生成量误差达到极小,由此形成一个非线性数学规划问题。应用遗传算法对该规划问题进行求解,可以求得一组最优的参数值,从而完成相关的参数标定。数学规划问题如下 :

[0143] $\min f(S)$

$$[0144] \quad f(S) = \sum_{j_1=1}^{J_1} (\sum_{i_1=1}^{I_1} \Delta^2 y(1)_{i_1 j_1} + \Delta^2 w_{1j_1} + \Delta^2 m_{1j_1} + \Delta^2 Z_{1j_1}) + \sum_{j_2=1}^{J_2} (\sum_{i_2=1}^{I_2} \Delta^2 y(2)_{i_2 j_2} + \Delta^2 w_{2j_2})$$

$$[0145] \quad + \sum_{j_3=1}^{J_3} (\sum_{i_3=1}^{I_3} \Delta^2 y(3)_{i_3 j_3} + \Delta^2 w_{3j_3})$$

$$[0146] \quad S = (h_1 \quad l \quad g_1 \quad p_4 \quad g_2 \quad h_4 \quad q \quad p_1 \quad e_1 \quad p_2 \quad d_2 \quad k_2 \quad h_2 \quad p_3 \quad d_3 \quad r_3 \quad k_3)^T$$

[0147] $S \in \Omega$

$$[0148] \quad \Delta y(1)_{i_1 j_1} = x(1)_{i_1} d_1 (1-q)(1+e_1) r_1 k_1 a(1)_{i_1 j_1} / p_1 - y(1)_{i_1 j_1}$$

$$[0149] \quad \Delta y(2)_{i_2 j_2} = x(2)_{i_2} (1+e_2) r_2 k_2 d_2 a(2)_{i_2 j_2} / p_2 - y(2)_{i_2 j_2}$$

$$[0150] \quad \Delta y(3)_{i_3 j_3} = x(3)_{i_3} (1+e_3) r_3 k_3 d_3 a(3)_{i_3 j_3} / p_3 - y(3)_{i_3 j_3}$$

$$[0151] \quad \Delta w_{1j_1} = y(1)_{j_1} l p_1 h_1 - w_{1j_1}$$

$$[0152] \quad \Delta w_{2j_2} = y(2)_{j_2} h_2 - w_{2j_2}$$

$$[0153] \quad \Delta w_{3j_3} = y(3)_{j_3} h_3 - w_{3j_3}$$

$$[0154] \quad \Delta m_{1j_1} = y(1)_{j_1} l p_1 h_4 - m_{1j_1}$$

$$[0155] \quad \Delta Z_{1j_1} = y(1)_{j_1} (1-l_{j_1})(1+g_1)(1+g_2) / p_4 - Z_{1j_1}$$

$$[0156] \quad y(1)_{j_1} = \sum_{i_1=1}^{I_1} y(1)_{i_1 j_1}$$

$$[0157] \quad y(2)_{j_2} = \sum_{i_2=1}^{I_2} y(2)_{i_2 j_2}$$

$$[0158] \quad y(3)_{j_3} = \sum_{i_3=1}^{I_3} y(3)_{i_3 j_3}$$

[0159] 上述公式中的参数说明：

[0160] Ω :由相应参数范围形成的约束集 ; q :集装箱码头直接集港比例 ; p_1 :码头集港的集装箱卡车的集装箱平均装载率 ; e_1 :集装箱卡车的空载率 ; p_2 :运输件杂货的普通货车载重 ; d_2 :件杂货普通货车的方向不均匀系数 ; r_2 :件杂货普通货车周不均匀系数 ; p_3 :运输散货的普通货车载重 ; d_3 :运输散货的普通货车的方向不均匀系数 ; r_3 :运输散货的普通货车周不均匀系数 ; $x(1)_{i_1}$:第 i_1 个集装箱码头的吞吐量 ; $x(2)_{i_2}$:第 i_2 个件杂货码头的吞吐量 ; $x(3)_{i_3}$:第 i_3 个散货码头的吞吐量 ; d_1 :集装箱卡车的方向不均匀系数 ; $a(1)_{i_1 j_1}$:第 i_1 个集装箱码头吸引第 j_1 个集装箱堆场的交通量比例 ; $a(2)_{i_2 j_2}$:第 i_2 个件杂货码头吸引第 j_2 个件杂货堆场的交通量比例 ; $a(3)_{i_3 j_3}$:第 i_3 个散货码头吸引第 j_3 个散货堆场的交通量比例 ; p_4 :集装箱堆场产地装箱的集装箱卡车平均装载率 ; $y(1)_{i_1 j_1}$:第 i_1 个集装箱码头吸引第 j_1 个集装箱堆场的交通量 ; $y(2)_{i_2 j_2}$:第 i_2 个件杂货码头吸引第 j_2 个件杂货堆场的交通量 ; $y(3)_{i_3 j_3}$:第 i_3 个散货码头吸引第 j_3 个散货堆场的交通量 ; $\Delta y(1)_{i_1 j_1}$:第 i_1 个集装箱码头吸引第 j_1 个集装

箱堆场的交通量之差; $\Delta y(2)_{i_2 j_2}$:第 i_2 个件杂货码头吸引第 j_2 个件杂货堆场的交通量之差; $\Delta y(3)_{i_3 j_3}$:第 i_3 个散货码头吸引第 j_3 个散货堆场的交通量之差; $y(1)_{j_1}$:第 j_1 个集装箱堆场到各个集装箱码头的发生量之和; $y(2)_{j_2}$:第 j_2 个件杂货堆场到各个件杂货码头的发生量之和; $y(3)_{j_3}$:第 j_3 个散货堆场到各个散货码头的发生量之和; l_{j_1} :第 j_1 个集装箱堆场的堆场装箱比例; h_1 :集装箱堆场内拼箱单位 TEU 吸引客车量; h_2 :件杂货堆场单位普通货车吸引客车量; h_3 :散货物流中心单位普通货车吸引客车量; h_4 :集装箱堆场拼箱单位 TEU 吸引货车量; w_{1j_1} :第 j_1 个集装箱堆场总的客车吸引量; w_{2j_2} :第 j_2 个件杂货堆场总的客车吸引量; w_{3j_3} :第 j_3 个散货堆场总的客车吸引量; m_{1j_1} :第 j_1 个集装箱堆场总的普通货车吸引量; Δw_{1j_1} :第 j_1 个集装箱堆场总的普通货车吸引量之差; Δw_{2j_2} :第 j_2 个件杂货堆场总的客车吸引量之差; Δw_{3j_3} :第 j_3 个散货堆场总的客车吸引量之差; g_1 :产地装箱二次装箱比例; g_2 :集装箱卡车空车取箱比例; Z_{1j_1} :第 j_1 个集装箱堆场总的集装箱卡车吸引量; ΔZ_{1j_1} :第 j_1 个集装箱堆场总的集装箱卡车吸引量之差; Δm_{1j_1} :第 j_1 个集装箱堆场总的普通货车吸引量之差; e_2 :件杂货普通卡车的空载率; e_3 :散货普通卡车的空载率; r_1 :集装箱卡车周不均匀系数; k_1 :集装箱卡车高峰小时占用系数; k_2 :件杂货普通货车高峰小时占用系数; k_3 :散货普通货车高峰小时占用系数。

[0161] 将优化问题可以简单表示成如下述公式 (13) 形式的优化问题:

[0162] $\min f(S)$,

[0163]

(13)

[0164] $S = [s_1, s_2, \dots, s_l]^T, s_i \in [a_i, b_i], i = 1, 2, \dots, l$.

[0165] 其中: l 为变量个数; $[a_i, b_i]$ 为各变量取值范围。

[0166] 用遗传算法求解此优化问题得到一组最优的参数值,从而完成现状的相关交通特征参数标定工作。算法的步骤如图 7 中的 701-706 所示,具体为:

[0167] 步骤 701,置 $k = 0$,确定群体规模 N ,交叉概率 p_c ,变异概率 p_m 及目标函数的适应值 Fitness。第 j 个个体的目标函数适应值采用 $\text{Fitness}_j = f_{\max} - f_{ij}$ 的形式,其中 f_{\max} 为第 i 代中目标函数的最大值, f_{ij} 为第 i 代中第 j 个个体的目标函数值。随机生成 N 个初始种群;

[0168] 步骤 702,进行遗传算法的交叉、变异算子操作,得到 N 个新的个体,分别计算其适应值;

[0169] 步骤 703,采用最优保存策略方法进行遗传算法的选择算子操作;

[0170] 步骤 704-706,若达到最大迭代次数 K 或得到满意解,则结束寻优过程;否则令 $k = k+1$,返回步骤 702。

[0171] 算法参数中,种群数为 $N = 30$,交叉概率 $p_c = 0.6$,变异概率 $p_m = 0.1$,迭代次数 $K = 200$ 。在 Matlab7.0 环境下编程实现,用以上算法步骤求得优化问题的近似最优解。

[0172] 另外对于不同港区所需要标定的参数可能不同,对能够给定的交通特征参数在模型中取为常值,而需要标定的参数设置为数学规划模型中的决策变量即可。

[0173] (3) 目标年 OD 矩阵的生成——包括目标年集装箱 OD 矩阵生成、目标年普通货车

OD 矩阵生成和目标年客车交通 OD 矩阵生成

[0174] 目标年集装箱 OD 矩阵生成

[0175] 依据目标年港区集装箱公路承运量得到港区年集装箱卡车总吸引和发生量,并结合港区内各集装箱码头的作业能力得到各码头的集装箱卡车总吸引和发生量,从而依据集装箱卡车的高峰小时占用系数和方向不均匀系数得到高峰小时单向集装箱卡车数,分为外部直接集港和堆场集港两部分。直接集港集装箱卡车按一定比例分别从外部路网各小区抵达码头。堆场完成的集装箱集港量又分为产地装箱和堆场装箱两部分,其中产地装箱的集装箱卡车按一定比例分别从外部路网各小区抵达各集装箱堆场。目标年集装箱吞吐量引发交通量流程如图 5 所示。其中:

[0176] 港区年集装箱卡车总吸引和发生量 = (1 + 集装箱卡车空载率) * 目标年港区集装箱公路承运量 / 集装箱卡车平均装载率;

[0177] 高峰小时单向集装箱卡车交通量 = 月不均匀系数 * 周不均匀系数 * 高峰小时占用系数 * 方向不均匀系数 * 港区年集装箱卡车总吸引和发生量 / 年工作天数。

[0178] 目标年普通货车 OD 矩阵生成

[0179] 依据目标年港区件杂货和散杂货的公路承运量得到港区普通货车总吸引和发生量,并结合港区内各件杂货或散杂货码头的作业能力得到各码头的普通货车的总吸引和发生量,从而依据普通货车的高峰小时占用系数和方向不均匀系数得到高峰小时单向普通货车数,件杂货码头主要由各自的后方堆场完成集疏港,散货码头由散货物流中心完成集疏港。件杂货堆场的货物按一定比例分别从外部路网各小区抵达堆场。同时集装箱堆场拼箱部分会产生普通货车集疏运需求,这部分普通货车按一定比例分别从外部路网各小区抵达集装箱堆场,流程图如图 6。其中:

[0180] 港区普通货车总吸引和发生量 = (1 + 普通货车空载率) * 目标年港区件杂货或散杂货公路承运量 / 普通货车平均载重;

[0181] 高峰小时单向普通货车交通量 = 周不均匀系数 * 高峰小时占用系数 * 普通货车方向不均匀系数 * 港区普通货车总吸引和发生量 / 年工作天数。

[0182] 目标年客车交通 OD 矩阵生成

[0183] 港区客运交通需求量由三部分组成,即港区岗位需求量,港区内居住人员所产生的通勤交通需求和旅游休闲人员及保税区和生活配套区吸引的人员需求量。目标年不同港区客车生成量计算方法与基年计算方法相同。

[0184] 目标年的客车交通主要分为四部分:货主到集装箱堆场监装引发的客车流,货主到件杂货堆场联系业务引发的客车流,通勤交通,客运交通和旅游交通,其中客运交通和旅游交通一般比较集中,这些客车流按一定比例分别从外部路网结点小区抵达各堆场、通勤小区和客运小区。其中:

[0185] 监装引发客车交通量 = 集装箱堆场拼箱总量 * 单位 TEU 吸引客车数;

[0186] 联系业务引发的客车交通量 = 港区外部到件杂货堆场的普通货车总量 * 单位普通货车吸引客车数。

[0187] 四、最终,提出港区道路规划指导性建议及总体对策。

[0188] 天津港基年交通 OD 和远景交通 OD 分别推算得到后,将其分别加载分配在现状路网和目标年路网中,以获得整个路网的交通流分布情况和交通运行状态,评价现状路网和

未来规划方案路网的交通运行质量,定量评价港区路网的现状和未来年的交通适应性和集疏服务水平,最终,提出天津港道路交通规划指导性建议及总体对策。

[0189] 五、在上述具体实施过程中特别强调:

[0190] 1. 交通量调查实施要点:

[0191] ●时间要求连续,至少 7×24 小时以上,且天气要求正常,避免雾雪冰冻,影响交通量调查效果;

[0192] ●地点覆盖天津港港区 60%以上路段,保证路段选取的代表性,真实充分反映天津港港区道路交通特点;

[0193] ●交通量调查组织和后勤工作保障充足,减少交通量调查数据的缺失和误差;

[0194] ●数据整理需用可靠方法,保障准确率在 95%以上

[0195] 2. 需求分析平台建立技术

[0196] 港区道路交通是以货车流为主的交通循环系统,除了具有常规城市交通、公路交通行为特征之外,还具有突出的以货流为主、货流需求快速增长的特征。建立或者选择本技术实现的模型平台时应具备以下条件:

[0197] ●满足以货流为主的交通流行为特征(例如货车禁行、散货车禁行等);

[0198] ●具有丰富、成熟的常规交通分布及分配算法,支持广义费用函数模型;

[0199] ●系统支持 GIS-T 表达方式;

[0200] ●已有算法模型参数易于标定和比较;

[0201] ●具有配套工具开展宏观、中观、微观交通分析的同步研究。

[0202] 尽管结合附图对本发明进行了上述描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨的情况下,还可以做出很多变形,这些均属于本发明的保护之列。

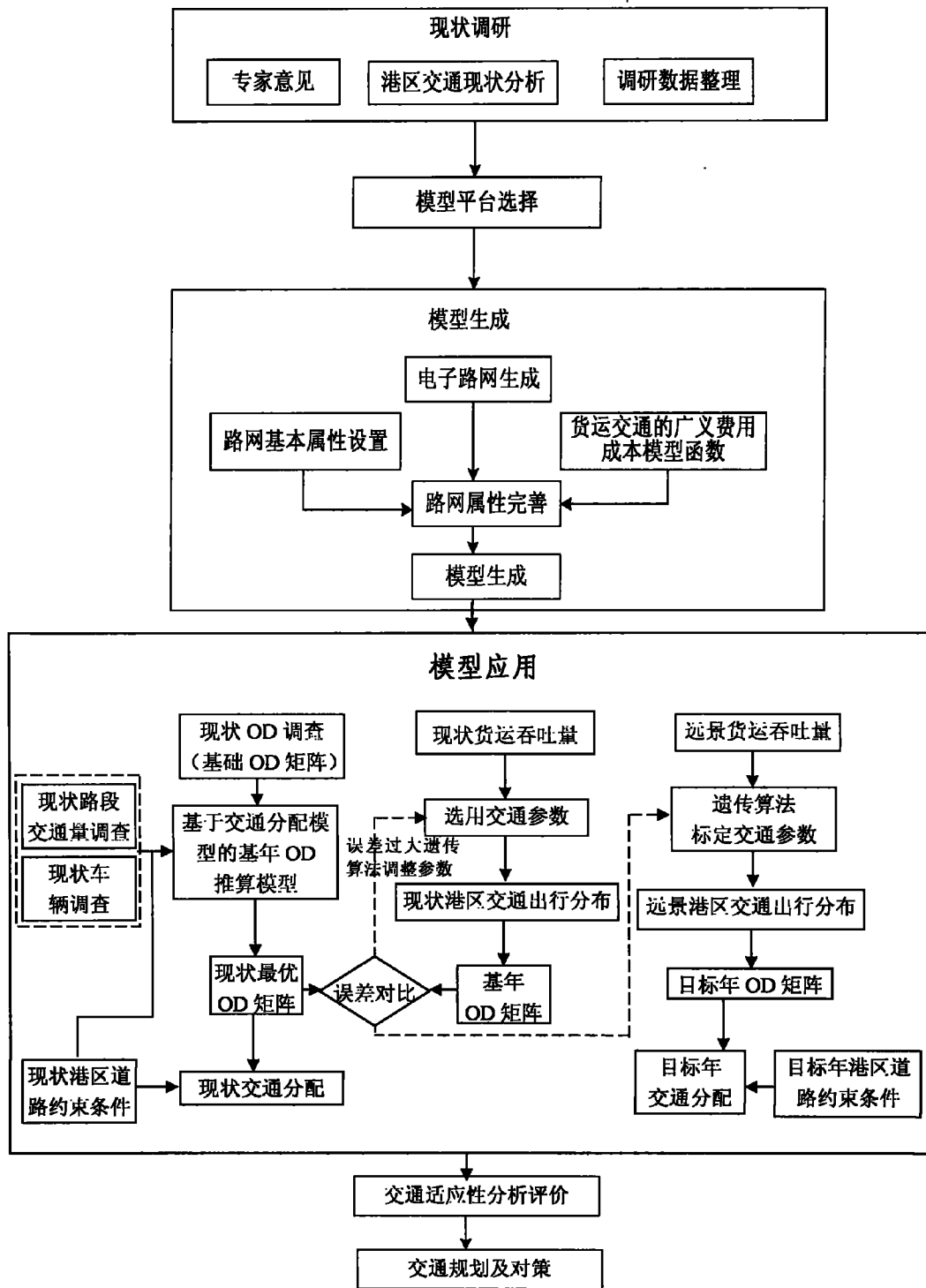


图 1

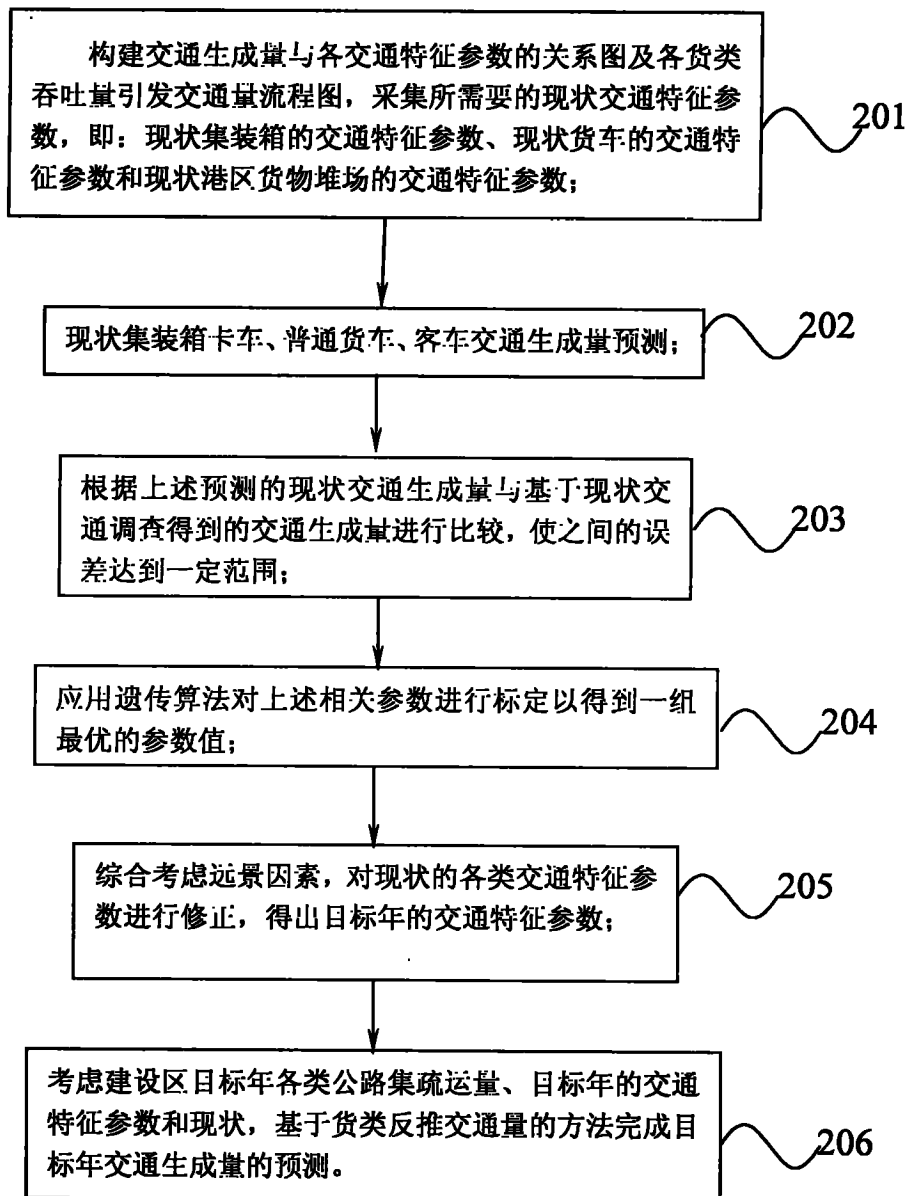


图 2

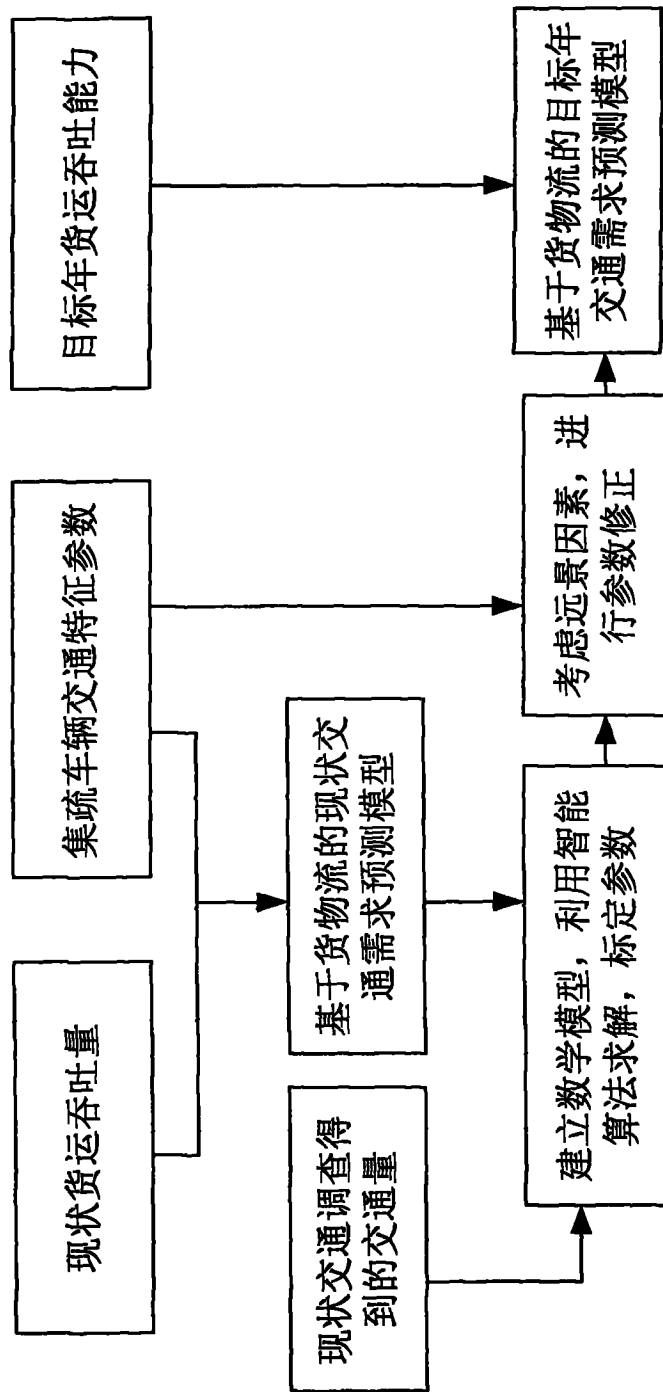


图 3

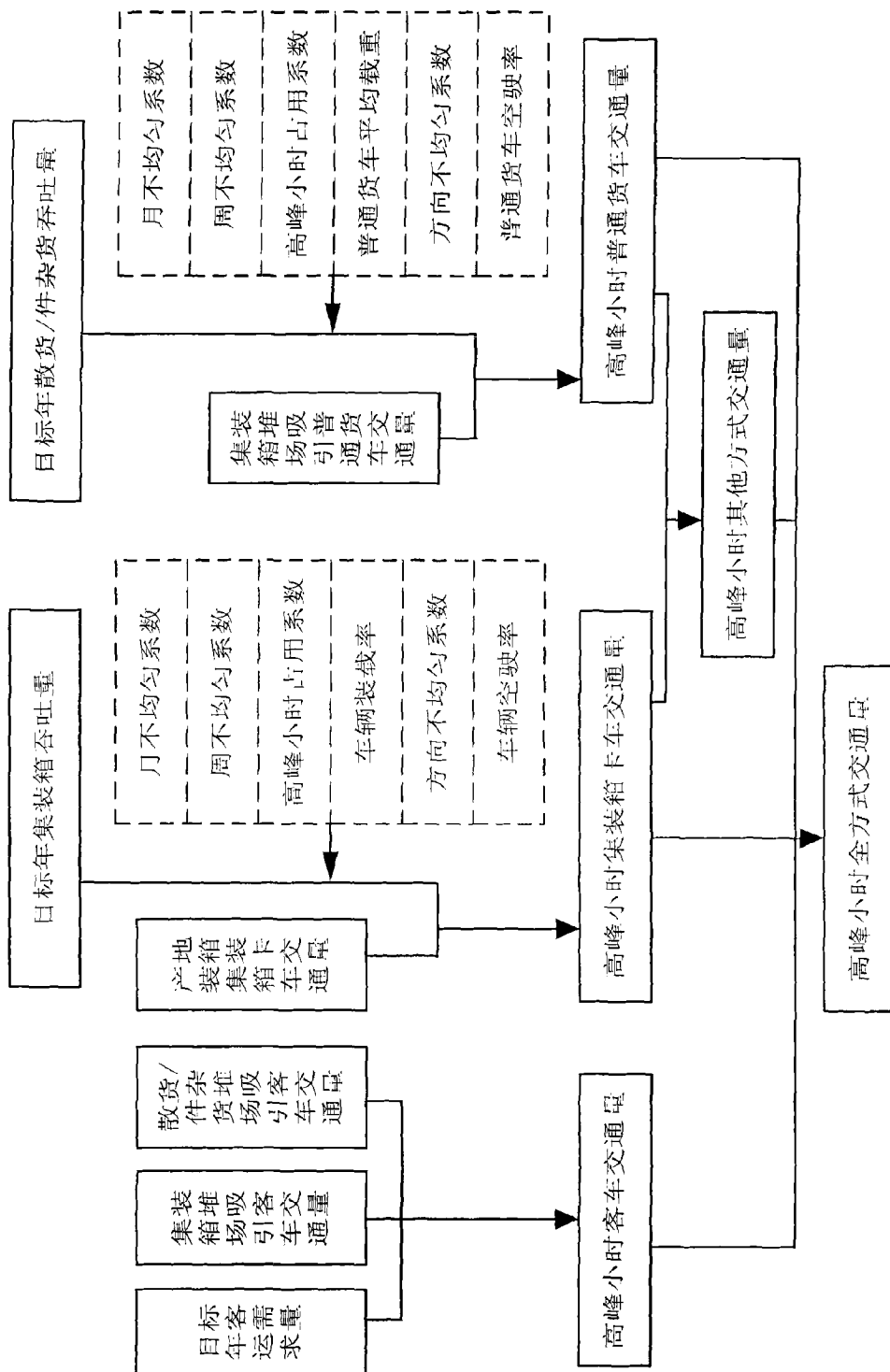


图 4

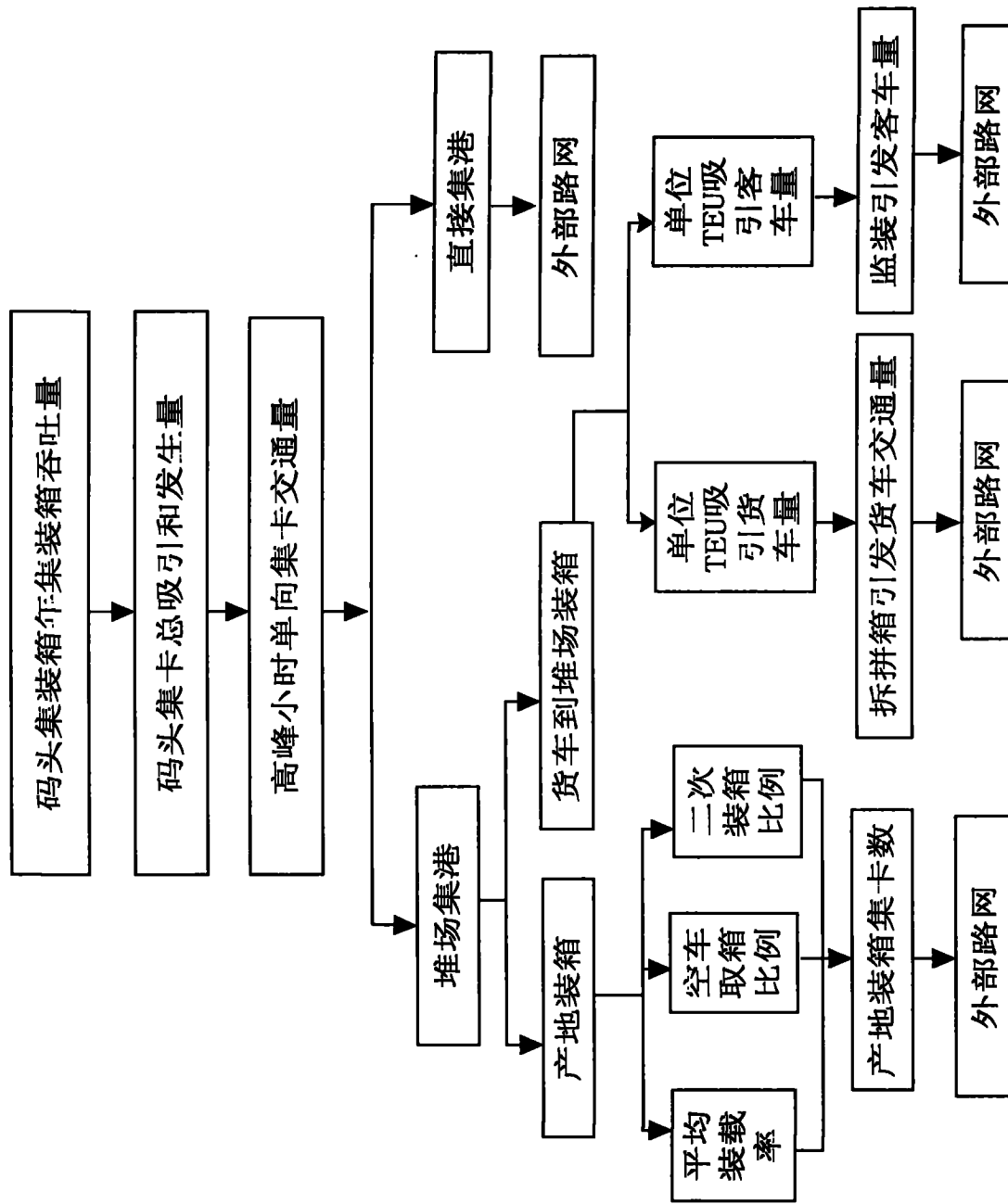


图 5

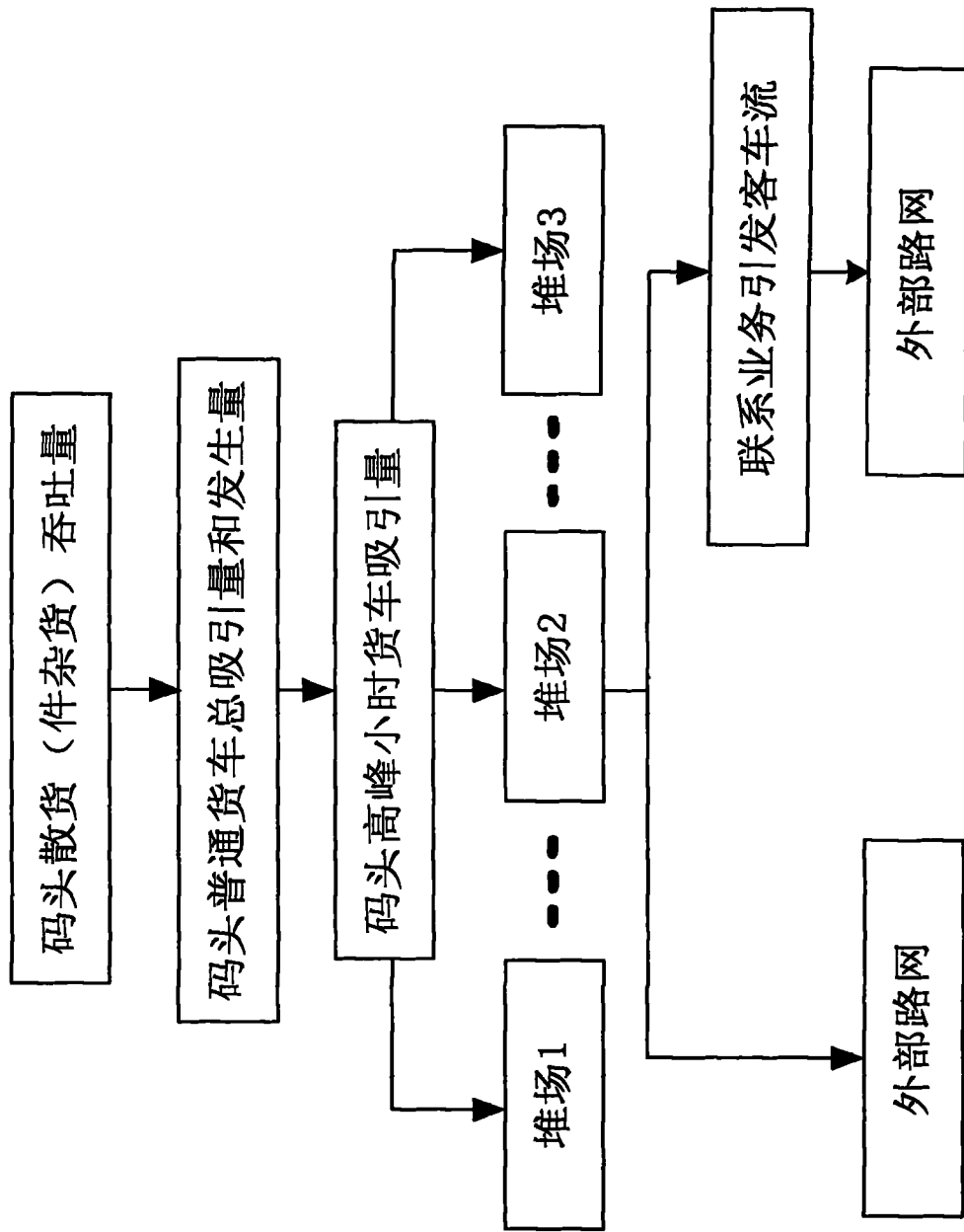


图6

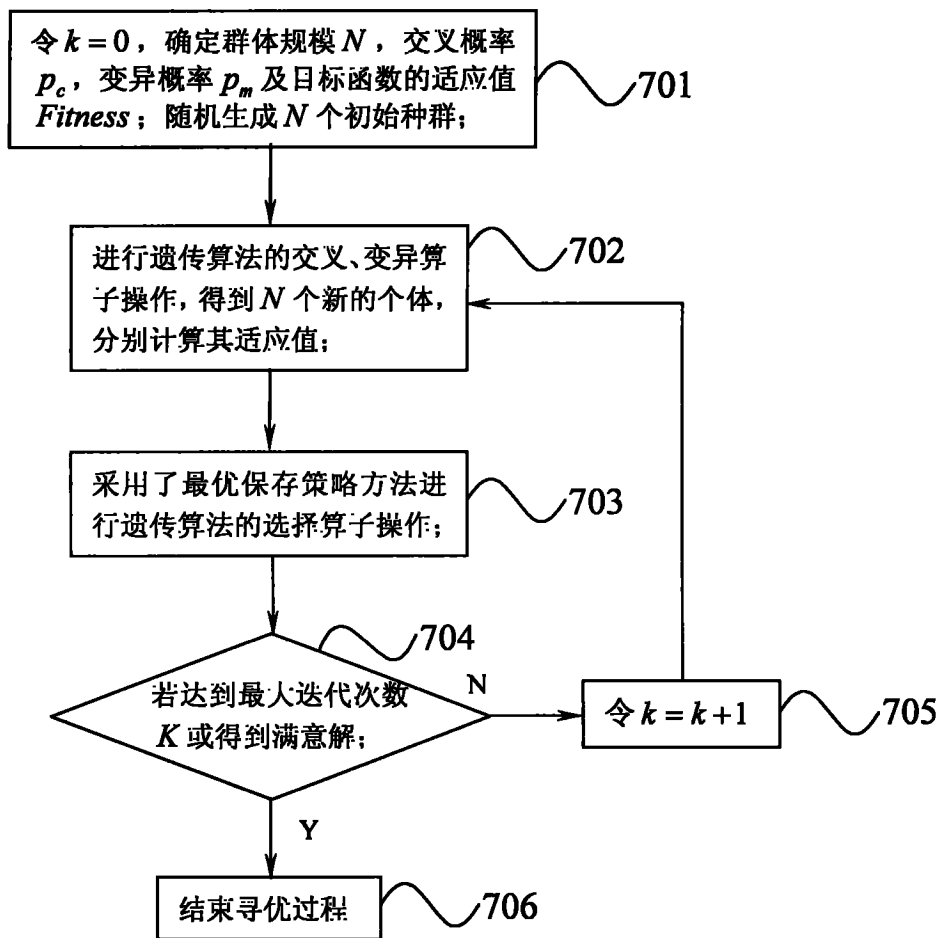


图 7