

文章编号：1005-8451(2011)06-0001-04

## 铁路超限货物运输条件辅助决策可视化仿真系统研究

陈柯添，冯向南，韩梅，陈书雨

(北京交通大学 交通运输学院，北京 100044)

**摘要：**本文分析了目前我国铁路超限货物运输管理现状，并在此基础上提出了应用计算机实现铁路超限货物运输仿真，开发铁路超限货物运输条件辅助决策系统。目的是通过仿真能够更直观的对超限货物运输条件进行决策，最终达到提高超限货物运输效率与安全性的目的。

**关键词：**超限货物；铁路运输；运输条件；辅助决策；仿真

中图分类号：U292.1 : TP39 文献标识码：A

### Study on Visual Simulation System of decision supporting for condition of railway transportation of out-of-gauge goods

CHEN Ke-tian, FENG Xiang-nan, HAN Mei, CHEN Shu-yu

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** This paper analyzed the current management condition for railway transportation of out-of-gauge goods transported in China. Base on this, the application of computer simulation for railway transportation of out-of-gauge goods was proposed to develop the Decision Supporting System on condition of railway transportation of out-of-gauge goods. The aim was that the decision for condition of railway transportation of out-of-gauge goods could be more intuitively by the simulation, and the efficiency and safety of out-of-gauge goods transportation could be improved.

**Key words:** out-of-gauge goods; rail transport; transport condition; decision supporting; simulation

超限货物是指货物装车后，在平直线上停留时，货物任何部位的高度或宽度超过机车车辆限界基本轮廓者，以及车辆在半径为300 m的曲线时，货物的计算宽度超出机车车辆限界基本轮廓者，其主要特点是外形复杂、尺寸和重量较大<sup>[1]</sup>。

随着我国经济的发展，冶金、电力、石化等事业呈现出了高速发展的新局面，一些大型设备的高效运输也发挥着越来越重要的作用，如发电设备、石油冶炼设备、化工机械、桥梁构件、大型车辆以及航天设备等<sup>[2]</sup>。

本系统基于现行的铁路超限货物运输理论及管理，通过计算机对超限货车运行进行可视化仿真，实现超限货物运输条件的辅助决策，从而达到提高超限货物运输效率和安全性的目的。

### 1 系统简介

本系统主要是基于现行的铁路超限货物运输

理论及管理，通过应用编程软件Visual Basic 对三维绘图软件SolidWorks进行二次开发，制作相关的实体模型，编写出计算相关参数的程序，将两者结合，研发铁路超限货物运输条件辅助决策系统。

建立仿真系统的核是构建货物模型、车辆模型、轨道及限界模型、货物与车辆装配体，将货物的特性、外形尺寸及装载方案可视化。通过建立数据库，存储模型的相关数据，并通过输入参数来选择构建货物的模型及尺寸，以达到仿真的目的，实现在直线及不同半径曲线线上货物各计算点超限情况的计算和直观显示，最后通过仿真运行及数据库间数据的处理，直观准确地了解货物的超限情况、判定超限货物运输条件，提高超限货车运行条件判定的准确性，从而提高铁路超限货物运输的安全性和效率。

### 2 设计原理

#### 2.1 设计工具介绍

SolidWorks是一个三维的CAD系统，通过

收稿日期：2010-08-03

基金项目：中央高校基本科研业务费专项资金资助（2009JB048）。

作者简介：陈柯添，在读本科生；冯向南，在读本科生。

SolidWorks, 可以实现对草图的绘制、实体模型的编辑以及装配体的配置等功能。通过运用SolidWorks的三维绘图功能来构建货物、货车以及限界环境的模型, 从而实现超限货物运输的仿真。

## 2.2 设计技术路线

本系统的主要研究技术路线是在对SolidWorks二次开发的基础上进行仿真, 通过Visual Basic与Microsoft Office Access数据库之间进行数据调用与处理。

### 2.2.1 图元建立

通过分析货物、车辆、限界及轨道的外形结构, 利用SolidWorks定义其相关图元, 并制作成相关插件。在程序运行的时候, 选择货物的外形、车辆的车型及限界种类, 系统可通过对图元的调用与组合, 得到所需要的货物、车辆、限界及轨道的模型。

### 2.2.2 二次开发

通过应用SolidWorks的API编程接口, SolidWorks将全部的ActiveX对象暴露给VB, 实现VB和SolidWorks之间的通信, 这样用户只需要提供货物的相关信息及装载方案, 在VB界面进行相关操作, VB就可以像使用自身的对象一样来操纵SolidWorks暴露给它的对象, 从而控制SolidWorks完成相关的工作, 达到通过VB界面进行直观显示与操作将SolidWorks复杂的建模工作简单化的目的。<sup>[3]</sup>

货物的模型建立完成后, 利用货物与车辆的坐标之间的关系, 可将货物按照装载方案要求的位置装载到货车上, 建立货物与车辆的装配体并实现在轨道上的仿真运行, 同时可以选择通过不同半径曲线的建筑限界环境。通过货车在轨道上的仿真运行, 用户可清晰地看出货物与限界之间的位置关系。

### 2.2.3 数据处理

通过VB与Microsoft Office Access之间的通信, 在SolidWorks构建出货物以及货物与车辆的装配体的同时, 自动将货物的各个计算点相对于轨面中心的坐标存入数据库中。

仿真运行之后, 要对货物的超限情况进行检测, 系统根据数据库中已存入的各个计算点的坐标信息, 计算各超限部位的计算宽度, 与《铁路超

限超重货物运输规则》(以下简称《超规》)附件4进行比较, 通过相应计算, 自动确定货物各超限部位的超限情况, 并判定超限货车的运行条件。

## 2.3 设计流程图

本系统的设计流程如图1。

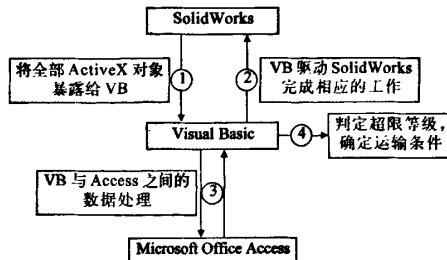


图1 设计流程图

## 2.4 主要功能

(1) 货物模型构造功能。根据货主提供的货物外形三视图及尺寸, 通过系统界面的货物外形选择以及尺寸输入等相关操作, 即可构造出所需货物模型; 货物模型确定后, 根据装载方案对货物添加相应尺寸的横垫木或鞍座。

(2) 仿真模拟运行功能。用户根据货物装载方案选择需要的车型以及货物的装载位置, 将货物与车辆进行装配, 建立装配体。装配体建立完毕, 即可让装配体在具有限界的轨道上仿真运行, 用户可以通过各个视角来对货物的超限情况进行观察。

(3) 超限等级判定功能。在构建货物以及装配体的同时, 系统自动将货物的各个计算点相对于轨面中心的坐标存入数据库中, 通过相关计算, 得出超限部位的计算宽度, 自动判定货物的超限等级。

(4) 运输条件辅助决策功能。根据货物的各计算点的超限情况以及仿真运行, 能够更直观地看到货物与限界之间的距离变化, 可以更直观地了解货物突出部位的超限情况, 从而对运输条件最终决策提供辅助作用。在自动优化方面, 可通过自动检测, 在一定程度上提供优化装载方案, 并可根据不同的装载方案对货物进行运行仿真和检测。

(5) 限界信息管理功能。通过数据的整理, 可通过系统直接查看《超规》附件4中相关限界数据。

(6) 车辆参数管理功能。用户可根据所需要的车种及车型, 进行货车相关参数的查询与管理。

(7) 规章管理功能。通过本系统可实现对《超规》的查询。

## 2.5 应用流程图

系统的应用流程图如图2。

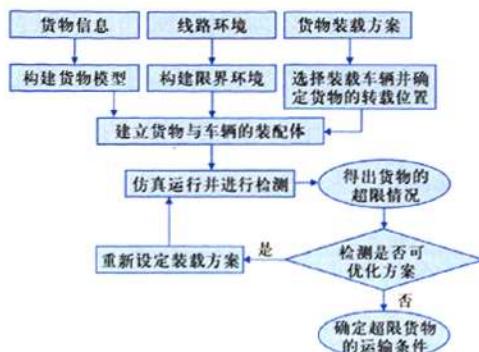


图2 系统应用流程图

## 3 仿真实现

### 3.1 仿真运行及检测

为了验证本系统的可靠性,本文以一件实体货物为例,如图3,通过对货物的仿真模拟运行及检测,分析其仿真结果。



图3 货物实体图

#### 3.1.1 构建货物

根据货物三视图以及货物各个部位的尺寸,选择货物外形为圆柱体并输入其尺寸,根据各法兰(已制作成图元)位置关系及尺寸,将其进行组合,实现货物模型的构建。构建的货物三视图。

#### 3.1.2 装载货物

货物装载方案如表1。

根据装载方案,为货物添加鞍座,选择所需

表1 货物装载方案

货物重量 58 t (货物的重心位于货物主体长度的中央);
准用货车 N <sub>17</sub> 型平车;
装载材料 鞍座(长度3 m, 宽度0.3 m, 高度0.37 m, 四部深度0.23 m);
每车装一件; 货物重心投影位于货车的纵、横中心线的交点上;
鞍座放置位于货车的纵、横中心线的交叉点纵向5 m处;

要的车辆,并根据装载方法,进行货物装载。系统通过调整货物重心与车辆中心间的坐标关系,将坐标拟合,实现货物与车辆装配体的构建。

#### 3.1.3 仿真运行

根据需要仿真的线路环境,设定线路的曲线半径及长度,选定限界种类,建立仿真的运行环境。

最后,将货物和车辆的装配体与运行环境相结合,并根据车辆轮对与轨道间配合条件的不断变化,使车辆相对于轨道以固定的速度向另一端移动,实现车辆在轨道上的仿真运行。仿真运行如图4。

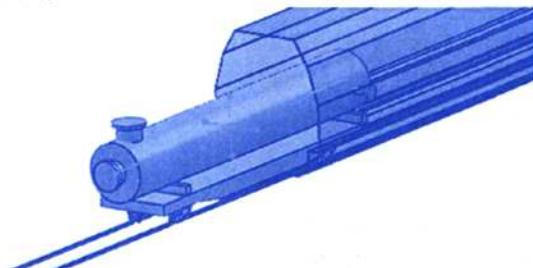


图4 仿真运行图

### 3.2 仿真分析

系统依据《超规》中宽度的计算方法,确定超限货物的计算宽度,判定货物超限等级。通过仿真运行,系统自动根据线路设定的曲线半径,实现超限货车在具有一定建筑限界的线路上运行的三维立体仿真,直观判断货物突出部位的超限情况、货物与限界间的距离。

最终,系统将得出该货物各超限部位的超限情况以及判定车辆运行条件,如表2。从检测的结果可以得出,此货物为超级超限货物,且在编组时禁止溜放。

该货物为圆柱体货物,系统通过自动检测判定货物旋转至一定的角度后可降低货物的超限等级,并根据新的装载方案,再次进行仿真与检测,

(下转P7)

RBC 应具有的主要功能。在仿真平台中实际应用表明,本文所述的 RBC 功能需求、信息流及外部接口等能够满足 CTCS-3 级列控系统仿真测试平台建设需求。

#### 参考文献:

- [1] 范丽君. ETCS 技术在列控系统中应用的探讨[J]. 中国铁道科学, 2003, 24 (3): 11-16.
- [2] Pasquale di Tommaso, Francesco Flammini, Armando Lazzaro, Raffaele Pellecchia, Angela Sanseviero, The Simulation of Anomalies in the Functional Testing of the ERTMS/ETCS Trackside System[C]. Proceedings of the Ninth IEEE International Symposium on High-Assurance Systems Engineering(HASE'05), 2005.
- [3] 宋沛东, 张勇. CTCS 3 仿真测试平台—RBC 仿真子系统的设计与实现[J]. 中国科技信息, 2008 (1): 100-101.
- [4] 王春花. 无线闭塞中心的测试方法研究[D]. 北京: 北京交通大学硕士论文, 2008, 6.
- [5] 章慧, 张勇. CTCS3 级列控系统车载设备测试方法研究[J]. 铁路计算机应用, 2008, 17 (4): 23-27.
- [6] 徐丽, 张勇. CTCS3 级列控系统车载设备仿真子系统的设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2008, 17 (5): 8-11.

责任编辑 杨利明

(上接 P3)

表 2 初次装载后仿真结果

计算点	高度	宽度	纵向位置	仿真判定结果			单位: (mm)		
				超限等级	机车车辆限界	一级超限限界			
中心高	4 649	600	6 000		720	1 025	1 138	1 910	1 310
第一侧高	3 049	2 100	-6 000*	超级超限	1 700	1 900	1 940	2 425	325
货物超限情况				货物超级超限					
列车限速情况				无限速要求					
其它				该货物编组时禁止溜放					

注: 纵向位置为“-”, 表示该计算点在长度方案位于货物重心右侧。

表 3 优化装载后仿真结果

计算点	高度	宽度	纵向位置	仿真判定结果			单位: (mm)		
				超限等级	机车车辆限界	一级超限限界			
中心高	4 350	1 007	-6 000*		1 260	1 392	1 450	2 044	997
第一侧高	3 993	1 490	-6 000*		1 505	1 654	1 704	2 150	660
第二侧高	3 613	-1 528*	6 000		1 695	1 796	1 846	2 261	733
第三侧高	3 130	-1 884*	6 000	一级超限	1 700	1 894	1 935	2 402	518
货物超限情况				货物超级超限					
列车限速情况				无限速要求					
其它				无					

注: 宽度为“-”, 表示该计算点在货物左视图上看货物重心所在纵向垂直平面左侧。

得到如表 3 所示仿真结果。通过对仿真结果的分析与对比, 可以看出通过优化装载方案后, 该货物的超限等级从原来的超级超限降为了一级超限, 从而实现了优化装载方案的目的。

## 4 结束语

随着我国经济及运输的不断发展, 铁路超限货物安全、经济、高效运输也将成为日益重要的问题。本系统的设计能够结合铁路线路实际, 根据不

同的线路情况, 对其进行仿真模拟并检测超限情况, 对于直观、准确地了解货物超限情况、判定超限货物运输条件、保证超限货物运输安全具有重要的实际意义。

本系统目前还处于实验室阶段, 铁路超限货物运输的工作较为复杂, 需对系统进一步完善, 提高系统的应用价值, 使得最终能够应用于现实的铁路超限货物运输安全技术与管理领域, 对超限

货物运输条件决策具有较大的辅助作用, 从而提高铁路超限货物运输安全性与效率。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国铁道部. 铁路超限超重货物运输规则[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2007.
- [2] 韩梅. 铁路货运技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
- [3] (美) SolidWorks 公司. Solid Works API 二次开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

责任编辑 徐侃春