

文章编号: 1005-8451(2005)04-0001-04

## 列车控制仿真系统中速度控制曲线的计算

王志莉<sup>1</sup>, 黄厚宽<sup>1</sup>, 王 涛<sup>2</sup>

1. 北京交通大学 计算机与信息技术学院, 北京 100044;

2. 北京全路通信信号研究设计院, 北京 100073

**摘 要:** 在介绍列车控制系统结构和列车速度控制模式的基础上, 重点阐述列车控制仿真中列车速度控制模式的曲线的计算方法。目前, 整个列车控制仿真系统已经投入运行, 并取得了预期的效果。

**关键词:** 列车控制; 速度控制模式; 速度控制曲线; 仿真

**中图分类号:** U260.14+U270.14 **文献标识码:** A

### Calculating on train speed control curve of Train Control Simulation System

WANG Zhi-li<sup>1</sup>, HUANG Hou-kuan<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>2</sup>

(1. School of Computer & Information Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. Research and Design Institute, China National Railway Signal and Communication Corporation, Beijing 100073, China)

**Abstract:** It was introduced the architecture of the simulation of Train Control System, and then described the method of calculating speed control curve in details. The whole Simulation System was operated and has acquired the desired results.

**Key words:** train control; speed control pattern; speed control curve; simulation

铁路调度系统是涉及运输组织、机车车辆、通信信号、供电和安全监控等多学科的系统工程。为了提高调度系统的效率, 根据铁道部跨越式发展总体思路, 借鉴国外铁路调度系统的特点并结合我国铁路的具体情况, 应建设列调、计划、机调和货调等有机结合的综合调度系统。

列车控制仿真系统是铁路综合调度仿真系统的一部分。它接收来自铁路综合调度各子仿真系统发出的信息, 并向各子仿真系统发送有关信号设备的各种状态以及列车位置信息。各子系统之间的关系如图 1。

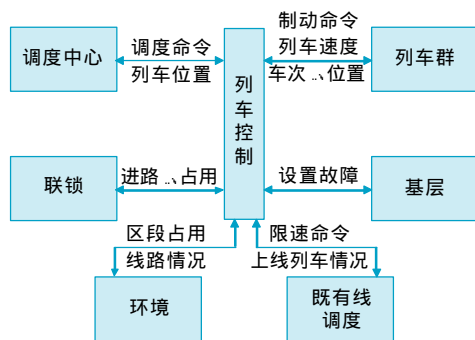


图 1 综合调度系统结构图

### 1 列车控制系统

列车控制系统主要是实现对列车运行的控制、列车的超速防护和防止冒进信号。其功能是根据轨道电路的空闲状态、线路曲线和坡道, 固定限速、临时限速以及进路的状态, 实时地为每个区段进行信息编码, 并根据编码计算出每个区段的限速曲线。其结构<sup>[2]</sup>如图 2。

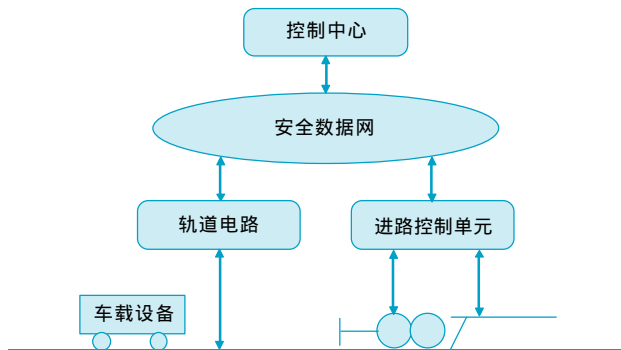


图 2 列车控制系统结构示意图

### 2 速度控制模式

列车超速防护系统的速度控制模式是指为了保证列车运行安全, 以安全信息为基础对列车的速度进行安全监控的方式。

收稿日期: 2004-10-15

作者简介: 王志莉, 在读硕士研究生; 黄厚宽, 教授。

文章编号: 1005-8451(2005)04-0004-03

# 铁路货车统计分析决策支持系统建设方案的研究

杨珂<sup>1</sup> 王刚<sup>2</sup> 崔炳谋<sup>1</sup>

1. 兰州交通大学 交通运输学院, 兰州 730070; 2. 上海卡斯柯信号有限公司, 上海 200070

**摘要:** 基于数据仓库技术的基础上, 提出了铁路货车统计分析决策支持系统的逻辑结构, 阐述了铁路货车统计信息的特征, 论述了建设铁路货车统计数据仓库的必要性。

**关键词:** 数据仓库; 数据挖掘; 统计分析; 决策支持

**中图分类号:** U291.51

**文献标识码:** A

## Research on project of Railway Freight Car Statistical Analysis Decision Support System

YANG Ke<sup>1</sup>, WANG Gang<sup>2</sup>, CUI Bing-mou<sup>1</sup>

(1. College of Transportation Management Engineering of Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;

2. Casco Signal Limited Company, Shanghai 200070, China)

**Abstract:** Based on data warehouse technique, the logic structure, information characteristics of Railway Freight Car Statistical Analysis Decision Support System was presented. The necessity of building the data warehouse was argued.

**Key words:** data warehouse; data mining; statistical analysis; decision support

货车统计分析决策支持系统是依据铁道部、铁路局、原铁路分局、站段的统计数据分类整理, 并

收稿日期: 2004-09-09

作者简介: 杨珂, 在读硕士研究生; 王刚, 助理工程师。

进行铁路货车运用情况全面分析, 做出预测, 形成一个面向部、局、原分局、站段4级管理部门的辅助决策支持系统。其需求主要有: 完成各种统计的汇总。例如: 分界站货车、现在车统计、货车停留

列车控制系统的要求, 从而达到了预期的效果。

分级连续速度控制曲线的计算根据区段编码中的速度编码来进行的。速度编码是指按照速度等级对区段进行编码。区段速度等级的确定是从列车运行前方的第1个禁止区段后的区段开始向后, 也就是与行车方向逆向进行的。大致分为两种情况:

(1) 在编码的区段中不包含限速区段, 行车方向为左。

速度等级依次为: 禁止区段的后的第1个区段为0—170, 第2个区段为170—200, 第3个区段以后都为200—200。

(2) 限速区段。限速区段的编码比较特殊, 限速区段的速度等级为限速值, 并且限速区段的前方一个区段为限速区段的保护区段, 其速度等级不超过限速值。限速值一般为80。

当禁止区段之后的第1个区段为限速, 限速一般是指80, 禁止区段后面的区段的速度等级依次为: 第1个区段为0—80, 第2个区段为80—170, 第3个区段为170—200, 以后的区段为200—200。

当禁止区段后的第2个区段为限速区段时, 速度等级依次为: 第1个区段为0—80, 保护区段, 第2个区段为80—80, 第3个区段为80—170, 第4个区段为170—200, 以后的区段为200—200。

依此类推。

## 5 结束语

本文介绍了列车控制仿真系统中速度控制模式的几种方法, 具体描述了分级连续速度控制模式曲线的计算方法。目前, 列车控制仿真系统运行良好, 实现了所设计的功能。

## 参考文献:

- [1] 钮泽全. 牵引计算学[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1985.
- [2] 铁道第三勘测设计院. 秦沈客运专线信号系统技术方案[S], 2003, 5.
- [3] 宋芹, 陈凯, 崔淑妮. 解学书. 城市轨道交通ATP车载设备超速防护功能的仿真实现[J]. 中国铁道科学, 2002, 4.

验公式都采用单位阻力的形式,具体表示如下<sup>[1]</sup> :

$$q_0 = 1.65 + 0.00001v + 0.000179v^2 \quad (2)$$

(3) 坡道阻力<sup>[1]</sup>

$$q_1 = i$$

这里的*i*表示坡道的千分数。

曲线附加阻力和隧道附加阻力都已经折合进坡道阻力中。

(4) 单位制动力

*b* 表示单位制动力,通常,通过制动特性曲线图给出,它是速度的函数<sup>[2]</sup>。列车通常使用复合制动,为保证安全,采用最不利条件即纯空气制动的制动特性计算制动曲线。在紧急制动下列车的单位制动力具体表示为:

$$b = 118.3 \times \frac{2v + 150}{3v + 150} \text{ N / kN} \quad (3)$$

## 4 速度控制曲线计算方法

### 4.1 问题描述

计算线路上的某一区段的速度控制曲线,其中已知该区段的入口速度Entrance、出口速度Exit,坡度*i*和区段的长度Length(单位:米),并要求该曲线在行车方向上是不增曲线。

### 4.2 解决方案概要

(1) 曲线的表现形式为曲线数组;

(2) 根据微分的思想将整个区段划分成一系列小区段,计算每个小区段的端点的速度,并将计算结果记录到曲线数组中。综合考虑计算的复杂度和曲线的精确度,算法中选取的计算步长为10 m,即每个小区段的长度为10 m,可能最后遗留一个不够10 m的小区段;

(3) 计算的方向是从较低的速度到较高的速度,即从出口速度到入口速度;

(4) 为了达到分级连续速度控制模式的要求,进行完(2)中的计算后,根据计算情况可能会对曲线数组进行一定的修正。

### 4.3 解决方案详述

步骤1: 初始化

设Curve数组为初步计算后的曲线数组,Modified数组为修正后的曲线数组。VI和Vh分别为小区段的较低的速度(出口速度)和较高的速度(入口速度)。Count为曲线数组的容量,即Count为Length除以10取上界。

步骤2: 初步计算曲线数组

(1) VI = Exit 设*i*为计数器 *i* = 0

(2) 根据上述的公式(1)可以得到计算小区段入口速度的公式:

$$V_h = \sqrt{v_l^2 + (w + b) * (s_2 - s_1)}$$

将VI代入到公式(2)和(3),并联立(2)、(3)和上式即可得到小区段的入口速度Vh;

(3) Curve[*i*] = Vh; *i* = *i* + 1;

判断*i*是否超过了Count,如果超过,则步骤2结束;否则VI = Vh,并跳转到(2)。

步骤3: 修正曲线数组

比较Entrance和Vh的值,设*m* = Entrance - Vh。可以分为下述3种情况:

(1) |*m*| 在系统的误差范围之内,则Curve数组中的值即为所求得曲线数组;

(2) *m* 小于零(是指在误差范围之外小于零),说明制动力太大,为了满足分级连续式制动的要求,即需要每个区段曲线满足不增,并且两个端点的值不能超过系统给该轨道电路或者该区段的编码的值,所以,需要将Curve数组中所有大于Entrance的点置为Entrance即可;

(3) *m* 大于零(在误差范围之外),说明制动力太小,在实际应用时,需要增加制动力。由于需要增加制动力,这样曲线中每一个点的速度值都会相应地有所增加,所以算法将在原来每个点速度值的基础上对速度值进行修正: Modified[*i*] = Curve[*i*] + (*m* \* *i*) / Count。这时Modified数组即为所求的曲线数组。

### 4.4 问题的证明

证明在步骤3中的第3种情况下,曲线仍满足要求。即证明: Modified[*i*] >= Modified[*i* - 1]

根据上述修正算法,

$$\begin{aligned} & \text{Modified}[i] - \text{Modified}[i-1] \\ &= \text{Curve}[i] + (m * i) / \text{Count} - \text{Curve}[i-1] - \\ & \quad (m * (i-1)) / \text{Count} \\ &= \text{Curve}[i] - \text{Curve}[i-1] + m / \text{Count} \end{aligned}$$

由于步骤2保证了Curve[*i*] - Curve[*i* - 1] 不小于零;而*m*和Count均大于零,因而*m*/Count大于零。所以Modified[*i*] > Modified[*i* - 1]。从而保证了修正之后的曲线在行车方向上仍满足不增的趋势。

### 4.5 实验结果

笔者使用Visual C++6.0实现了列车控制仿真系统。经调试和性能完善后,其运行结果基本上满足

文章编号: 1005-8451(2005)04-0004-03

# 铁路货车统计分析决策支持系统建设方案的研究

杨珂<sup>1</sup> 王刚<sup>2</sup> 崔炳谋<sup>1</sup>

1. 兰州交通大学 交通运输学院, 兰州 730070; 2. 上海卡斯柯信号有限公司, 上海 200070

**摘要:** 基于数据仓库技术的基础上, 提出了铁路货车统计分析决策支持系统的逻辑结构, 阐述了铁路货车统计信息的特征, 论述了建设铁路货车统计数据仓库的必要性。

**关键词:** 数据仓库; 数据挖掘; 统计分析; 决策支持

**中图分类号:** U291.51

**文献标识码:** A

## Research on project of Railway Freight Car Statistical Analysis Decision Support System

YANG Ke<sup>1</sup>, WANG Gang<sup>2</sup>, CUI Bing-mou<sup>1</sup>

(1. College of Transportation Management Engineering of Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China;

2. Casco Signal Limited Company, Shanghai 200070, China)

**Abstract:** Based on data warehouse technique, the logic structure, information characteristics of Railway Freight Car Statistical Analysis Decision Support System was presented. The necessity of building the data warehouse was argued.

**Key words:** data warehouse; data mining; statistical analysis; decision support

货车统计分析决策支持系统是依据铁道部、铁路局、原铁路分局、站段的统计数据分类整理, 并

收稿日期: 2004-09-09

作者简介: 杨珂, 在读硕士研究生; 王刚, 助理工程师。

进行铁路货车运用情况全面分析, 做出预测, 形成一个面向部、局、原分局、站段4级管理部门的辅助决策支持系统。其需求主要有: 完成各种统计的汇总。例如: 分界站货车、现在车统计、货车停留

列车控制系统的要求, 从而达到了预期的效果。

分级连续速度控制曲线的计算根据区段编码中的速度编码来进行的。速度编码是指按照速度等级对区段进行编码。区段速度等级的确定是从列车运行前方的第1个禁止区段后的区段开始向后, 也就是与行车方向逆向进行的。大致分为两种情况:

(1) 在编码的区段中不包含限速区段, 行车方向为左。

速度等级依次为: 禁止区段的后的第1个区段为0—170, 第2个区段为170—200, 第3个区段以后都为200—200。

(2) 限速区段。限速区段的编码比较特殊, 限速区段的速度等级为限速值, 并且限速区段的前方一个区段为限速区段的保护区段, 其速度等级不超过限速值。限速值一般为80。

当禁止区段之后的第1个区段为限速, 限速一般是指80, 禁止区段后面的区段的速度等级依次为: 第1个区段为0—80, 第2个区段为80—170, 第3个区段为170—200, 以后的区段为200—200。

当禁止区段后的第2个区段为限速区段时, 速度等级依次为: 第1个区段为0—80, 保护区段, 第2个区段为80—80, 第3个区段为80—170, 第4个区段为170—200, 以后的区段为200—200。

依此类推。

## 5 结束语

本文介绍了列车控制仿真系统中速度控制模式的几种方法, 具体描述了分级连续速度控制模式曲线的计算方法。目前, 列车控制仿真系统运行良好, 实现了所设计的功能。

## 参考文献:

- [1] 钮泽全. 牵引计算学[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1985.
- [2] 铁道第三勘测设计院. 秦沈客运专线信号系统技术方案[S], 2003, 5.
- [3] 宋芹, 陈凯, 崔淑妮. 解学书. 城市轨道交通ATP车载设备超速防护功能的仿真实现[J]. 中国铁道科学, 2002, 4.