

铁路运输安全管理决策支持系统

魏建民 (呼和浩特铁路局计算中心)

摘要:本文结合我局安全生产的实践,探讨计算机辅助安全管理系统的模式、内容、特征、功能及维护。

一、铁路安全决策支持系统的主要内容和结构

计算机辅助安全管理系统是一种利用系统工程的方法,以计算机科学和现代通信技术为基础的为安全管理决策服务的信息系统,归纳起来主要有四个功能:(1)存储信息;(2)管理信息;(3)辅助管理;(4)辅助决策。

系统分析是系统工程的重要内容,根据系统分析的基本程序给出本系统的结构和流程。

下面画出铁路运输业中的计算机辅助安全管理系统的体系结构图。

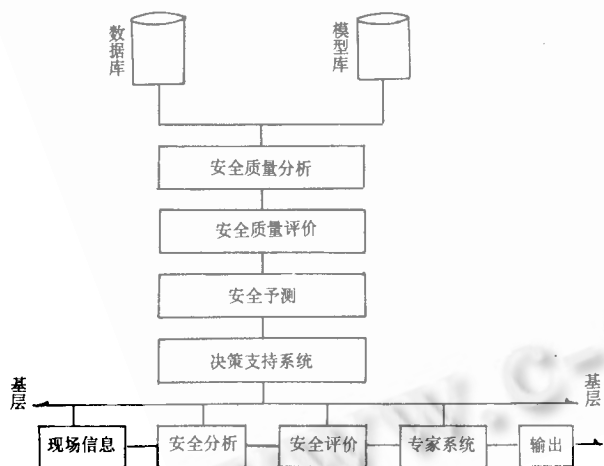


图1 体系结构图

该系统的决策分为2个层次:

1.战略决策

它是通过建立在安全数据库中的管理信息基础上,运用模型中的软件功能,作出面向全局、全分局的高层次的安全决策,这是从宏观上进行安全系统管理的。

2.战术决策

各基层单位根据上级提出的决策方针,进行具体的组织和计划,它是从微观上进行安全管理的。

本系统主要是通过人机对话的方式,进行数据和模型的存取,完成支持决策任务,它是面对结构化和半结构化的安全问题,面对非结构化的问题则需要专家系统来解决。

二、安全数据库是本系统的基础

全面质量管理的首要基本思想是用数据说话的思想,数据是全面质量管理的'细胞',这些数据必须经过科学加工,去粗取精,能透过现象看到本质的数据,才能起到'说话'的作用,因此,数据管理的好坏是全面质量管理的关键,也同样是建立本系统的'瓶颈'。

我局已建立起全局行车事故数据库,各部门的行车事故数据库,各行车单位的事故数据库,现已把建局以来的事故数据全部存入计算机的库中。下面给出行车事故数据库的数据结构,每件事由28项数据组成,即为:(1)事故顺号;(2)发生时间(年、月、日、时分);(3)中断时分;(4)地点(站别、区段、具体地点);(5)事故概况;(6)车次;(7)机车号;(8)原因;(9)性质;(10)类别;(11)责任部门;(12)责任单位;(13)责任者(姓名、性别、年龄、职称、政治面貌、奖惩);(14)损失(设备损失、直接损失金额、间接损失金额);(15)事故报告处理日期及号;(16)备注。

三、统计模块

统计模块是安全质量体系的重要内容之一,安全质量的控制是通过对安全数据调查研究,运用统计推理的办法推断出总体安全质量,即从子体的统计特征推出母体的统计特征来。

本模块是建立在数理统计学的基础上,常用的方法有17种,统计的对象就是安全数据库,我们在统计的基础上,采用多种分析方法来说明揭示事物内部的内在联系,

认识事物的本质和规律,主要有下面几种:

对比分析法:即是把事故资料的有关数据进行对比,以分析它们之间的数量对比及其原因,分别作出按单位、按部门、按责任者性别、年令、政治面貌、奖惩等方面作出对比图,揭示出事故责任者人员的内在规律。

分组分析:铁路行车事故的多样性和复杂性要在统计分析时,把复杂的现象区分为不同类型和范围,这要求助于分组分析法,按一定标志把事故总体分为不同部分。我们把行车事故发生的原因分为接发车作业、调车作业、行车设备故障、施工组织、其它作业、劳动纪律等六个方面,通过统计分析,得出主要与次要,以便抓住主要矛盾。

动态分析:对事故分析不仅要静态分析还要从动态上分析它的发展变化,对事故按时间顺序加以排列,即分别按年份、月份、旬计、时分的变化来统计,得出许多有价值的结论来。

比例分析:我们大量采用这种方法,即是总体内各组成部分之间的比例关系,在所有的分析图上都写出这个比例,并逐一打印在纸上,准确的分析数据及比例关系揭示出安全生产的内在规律。

以上各种统计和分析图表全是用计算机进行的,又快又准确。

四、事故树分析模块

多年来人们总想找出一个办法能够预测出事故发生规律,作出定性定量评价,安全系统工程应运而生,其核心是事故树形分析法,即 FTA 分析法。首先要确定被研究的系统,写出要分析的事故,即顶上事件,再找出造成事故的直接原因和间接原因,根据这些事件的内在连系,把它们用逻辑符号连接起来,构成一个因果关系逻辑图,它的形状类似一个倒置的树,称为 FT 图,即是事故模型,然后用系统工程的最优化的方法,求出此事故的直接原因和潜在危害,以此制定相应的措施。但是计算复杂,并要求计算者熟悉高等数学,而用计算机的高精度和高速度很容易完成这件工作。

本模块结构如下图:

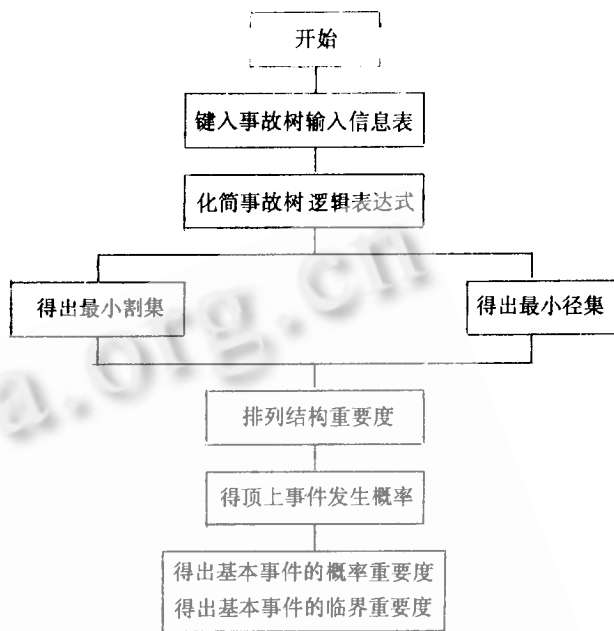


图2 模块结构图

五、安全质量评价模块

对基层站段、车间、工厂或设备都可进行安全质量评价,才能知道分析对象的安全状况,从数量上说明分析对象的安全性程度,以便采取有效措施,确保安全,根据用系统工程原理和方法制定出安全质量评价的4个步骤:

(1)制定安全质量评价的目标结构。要根据评价的专题,综合评价任务,明确评价内容和目标,收集能反映该项专题的信息,确定出安全质量评价目标结构。

(2)制定出安全质量评价指标体系。为某一专题进行安全质量评价,要搞清哪些指标才能确切地反映出分析对象的安全状况,评价因素权重系数,评价标准,评价等级等,要建立起一套所分析对象的评价指标体系。

(3)综合评价。应用系统工程的系统分析方法及现代数学工具,建立评价数学模型,输入安全质量数据,观察其相应的输出。

(4)根据结果作出决策。根据评价结果,加上其它可比因素,进行比较,作出安全决策,采取安全措施。

安全质量评价模块功能如下:

(1)利用层次分析法计算出评价指标体系的各层指

标的权重系数。

(2)对评价数据通过键盘输入到内存,存于数据库中,当一批数据输入完后,自动进行模糊综合统计,存于统计库中。

(3)利用线性加权法模型对数据进行计算,得出综合评价值。

(4)利用模糊综合评价模型对统计库中数据进行计算,得出模糊综合评价值。

整个模块的流程如下图:

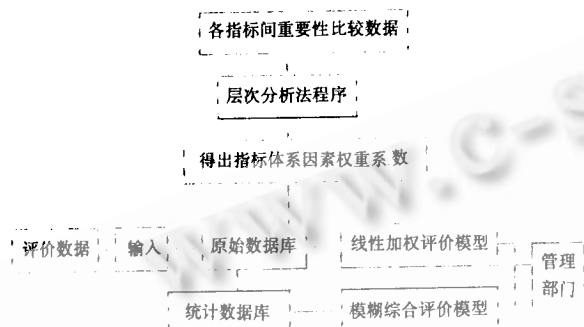


图3 模块流程图

层次分析法是70年代中期确定的一种实用的多准则的决策方法,它把一个复杂问题表示成一个有序的递阶层次结构,通过每一层次两两因素相比较,对其重要性给予判断,并用数字表示,通过计算得出各层次因素的权重系数,安全质量评价问题正好属于多目标的决策问题,完全适用于层次分析法来确定评价指标的权重。

线性加权评价模型为:

$$T = \sum_{i=1}^p \left\{ \sum_{k=1}^M \left[\left(\sum_{j=1}^N F_{jk} \cdot Q_j \right) / N \right] W_k \right\} \cdot X_i$$

其中:P为评价指标体系类别数目。

M为第i类评价指标的评价要素的个数。

N为参加评价的人员个数。

W_k为第i类第k个评价指标的权重系数。

F_j为第j个评价人员对第k项评价指标给出的评价分数。

Q_j为第j个评价人员第k个评价指标的权重。

X_i为第i类评价指标的权重系数。

还考虑参加评价的人员的经历、知识、掌握的技术的不同、思维方式的不同,会使评价分数出现误差,我们设

立了两项自我判断指标,要求评价人员实事求是地作出判断。

关于模糊评价模型,模糊数学是65年由美国数学家扎德提出来的,近20年来已应用到国民经济的各个领域。用于综合评价必须具备三个条件,(1)因素集:U={u₁,u₂,...,u_n},即是评价指标体系;(2)评判集:V={v₁,v₂,...,v_n};(3)单因素决断,使用模糊映射f:U→V,确定一个模糊关系:R_f,这样,(U,V,R_f)构成了综合评价模型,它的互不相容原理和最大—最小原则是模糊综合评价的灵魂。

六、安全预测模块

只有科学准确地预测事故或事件,采取相应的控制措施,才能防患于未然和有效地安全生产。预测的过程实际上是揭示事物内部变化趋势的过程,具体地说是建立事物随时间变化的动态模型并用来推算的过程,因此,预测的关键是建模。

关于预测模型我们使用了三种方法,(1)安全质量计量技术,即回归分析法,它是把安全质量信息参数的数据,写成某种数学表达式,再根据最小二乘法求表达式中的未知参数,再通过检验,在误差范围内便可;(2)时间序列预测法,我们使用的是指数外推法,又叫指数平滑法,它的基本思想是越近期的数据反映的信息越新,在预测中越受到重视,应加强近期数据对预测结果的作用,加大近期数据的权值;(3)灰色系统理论预测模型,和其它系统一样,安全质量系统也有三种系统形式:白色系统,即信息完全明确的系统,黑色系统,即信息完全不明确的系统,灰色系统,即信息部分明确,部分不明确的系统,对于白色安全质量系统,因信息完全清楚,不存在预测问题,而黑色安全质量系统,由于系统信息全然不知,也就无法进行预测,所以预测是指灰色安全质量预测技术,利用灰色系统理论预测的特点是通过一系列数据生成的方法,把根本无规律的杂乱无章的或规律性不强的一组原始数据序列变得有明显的规律性,解决了数学界一直认为不能解决的微分方程建模问题。

关于预测对象,我们用于年事故预报,事故责任人员职称预报,事故发生地点预报,为安全工作提供先行信息走在事故发生的前面,有效地预防事故,解决隐患。

(下转第10页)

(上接第4页)

关于安全预测基本程序如下:

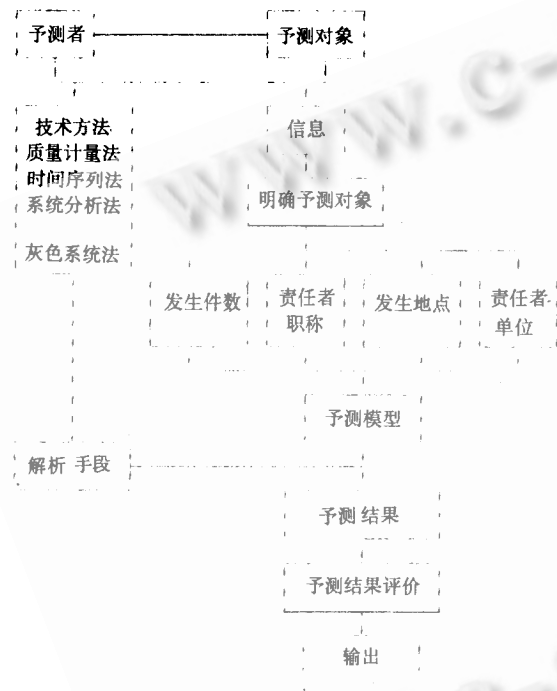


图4 安全予测程序图

七、体系维护

要使系统正常运行,必须进行维护工作,使数据和程序始终处于最新正确状态,没有一成不变的系统,要一直不断的改进,直到终止。

1.数据维护

本体系的基础是数据库,时时都要用到它,本体系采用对任何进入数据库的数据进行完整性的束和定期校验,来保护数据库的完整性和一致性。但在硬件或存储媒体故障或失效时,应能在最短时间内迅速恢复从而保证数据的一致性。在系统工作时,建立当前各种数据的后备备份,迁到意外故障时,能借助于最新后备盘迅速恢复现场,确保系统正常运行,如单位库破坏,可由总库迅速生成。

2.模型库的维护

模型是完成预定功能的程序单位,从运行逻辑上是一个子程序,通过调用而执行,并在调用中进行参数传递。