

文章编号: 1671- 251X(2010) 11- 0106- 04

事故树模型在煤矿安全量化管理中的应用

周军, 胡文涛, 陈小林, 王全国

(煤炭科学研究总院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015)

摘要: 针对某些煤矿生产管理手段相对滞后、管理无法量化、控制无法程序化、不能从整体上有效地预防事故发生等问题, 提出了一种基于事故树的煤矿安全量化管理系统的设计方案。该系统通过对涉及到煤矿安全的相关数据进行量化处理, 利用事故树分析模型, 实现煤矿所有地点的动态安全评估。多个煤矿的实际应用结果表明, 该系统能够全面有效地推进煤矿安全管理的规范化、信息化、标准化, 提升煤矿企业的安全管理水平。

关键词: 煤矿安全; 量化管理; 事故树; 动态安全评估

中图分类号: TD76 **文献标识码:** B

Application of FAT Model in Coal Mine Safety Quantitative Management

ZHOU Jun, HU Wen-tao, CHEN Xiao-lin, WANG Quan-guo

(Changzhou Automation Research Institute of CCRI, Changzhou 213015, China)

Abstract: In view of problems that production management methods in some coal mines are lagging behind, management cannot be quantified, control cannot be programmed and management cannot be effective in preventing overall accidents, a design scheme of safety quantitative management system based on FAT model was proposed. The system makes data to be quantified which involves mine safety and uses FAT analysis model to realize dynamic security assessment of all locations of coal mine. The actual application in a number of coal mines showed that the system can effectively promote standardization and informatization of coal mine safety management and improve coal mine safety management level.

Key words: coal mine safety, quantitative management, FAT model, dynamic security assessment

0 引言

煤矿安全在煤炭生产中占有重要地位, 一旦发生事故, 会造成巨大的人员伤亡和经济损失。而目前, 大部分煤矿的生产管理大多还停留在人管人的层面上, 管理手段相对滞后、管理无法量化、控制无法程序化、不能从整体上有效地预防事故的发生。要彻底改变这种状况, 必须实现管理从定性到定量的转变, 有效地控制住安全管理工作的每一个环节^[1]。如何使煤矿安全管理做到超前、及时、准确, 实现从管理的定性到定量的转变, 从而有效地预防事故的发生, 是一个值得研究的课题。

本文介绍的煤矿安全量化管理系统通过对涉及到煤矿安全的相关数据进行量化处理, 利用事故树分析模型, 实现煤矿所有地点的动态安全评估, 有效地预防了煤矿各地点事故的发生, 从而提升了煤矿的安全水平。

1 煤矿安全量化管理系统结构及功能

煤矿安全量化管理系统按功能划分可分为 3 个部分, 即基础系统部分、信息处理部分和评估建议部分, 系统结构如图 1 所示。

基础系统部分完成的主要功能是管理用户上网, 同时完成事故树所需相关初始数据的收集, 比如隐患数据、人员违章记录、人员考核情况、规程措施编制情况等。同时对这些数据进行量化, 处理成系统方便识别处理的数据格式。

信息处理部分对用户而言是不可见的, 它的功

收稿日期: 2010- 07- 10

作者简介: 周军(1984-), 男, 江苏泰兴人, 硕士, 2009 年毕业于合肥工业大学电子商务系, 现主要从事煤矿安全及信息化产品的开发工作。E-mail: hfut_zhoujun@163.com

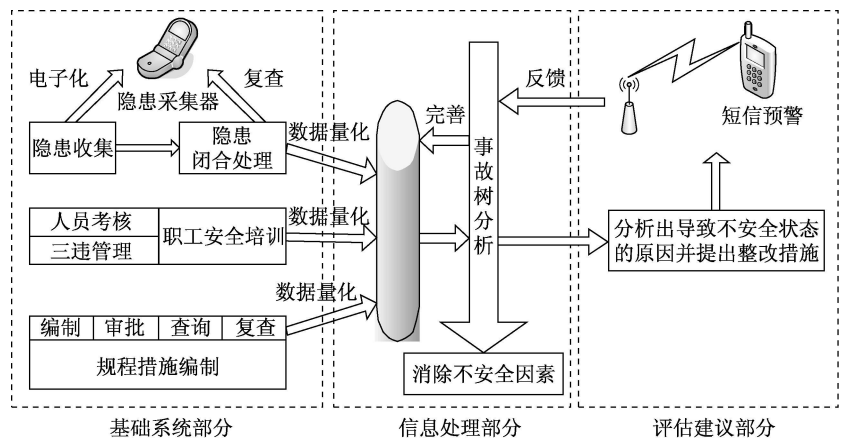


图1 煤矿安全量化管理系统结构

能是利用事故树对量化的数据进行分析, 从而对井下区域环境安全状况进行评估。通过对井下某一点在一定周期内所发生的隐患(通过量化的数据体现)进行统计, 利用事故树分析原理, 得出该地点的安全状态, 并且分析出导致不安全状态的因素, 从而消除不安全状态。

评估建议部分的功能是根据安全状态系统可以提供建议性的整改措施, 例如当评估的安全状态显示为不安全, 具体是由于瓦斯事故发生可能性大的时候, 系统会根据引起事故的具体原因给出加大风量、正确设置导风帘、加强现场监督力度、断电撤人等措施, 并且可以通过短信的方式实时地将评估结果以及建议的整改措施发到相关人员手中。

2 安全隐患库的编制

煤矿安全量化管理系统的核心是事故树预测, 而安全隐患库是事故树分析的基础, 它为事故树分析提供了数据准备, 它的完整性对事故树预测的结果有直接影响。所以, 安全隐患库的编制对整个系统来说是非常重要的。

笔者以各个煤矿近几年的隐患为样本, 并且参考其它煤矿发生的事故资料, 尽量把安全隐患库做完整且适合煤矿要求。最后按照系统要求标准化, 整理成标准的隐患库, 同时根据统计信息设置原因事件的统计发生概率。

安全隐患库是动态的, 需要不断完善, 当出现新的隐患时, 要将其添加到库中。安全隐患库完善的过程如图2所示。

3 事故树预测分析

3.1 事故树介绍

事故树分析 (Accident Tree Analysis, 简称

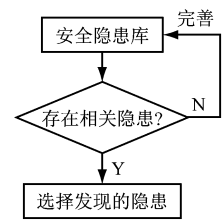


图2 安全隐患库完善过程

ATA) 方法起源于故障树分析(简称FTA), 是安全系统工程的重要分析方法之一, 它采用演绎推理的方法, 把系统已经发生的事故或者可能发生的某种事故, 与导致事故发生的各种原因之间的逻辑关系用一种称为事故树的树形图表示, 通过对事故树的定性分析与定量分析, 找出事故发生或者可能导致事故发生的主要原因, 并为确定安全对策提供可靠依据, 以达到预测与预防事故发生的目的^[2-3]。

事故树分析法可以对各种系统的危险性进行辨识和评价, 不仅能分析出事故的直接原因, 还能深入地揭示出事故的潜在原因。用它描述事故的因果关系直观、明了, 思路清晰, 逻辑性强, 既可定性分析, 又可定量分析。目前, 事故树分析已成为预测与预防事故的主要方法^[3]。

3.2 事故树的编制

事故树分析的核心是根据事故编制事故树, 具体步骤如下^[3-5]:

(1) 调查事故。以各矿发生的事故实例以及有关事故统计为基础, 尽量广泛地调查所能预想到的事故, 既包括已发生的事故也包括可能发生的事故。

(2) 确定顶上事件。顶上事件就是人们所要分析的对象事件。分析系统发生事故的损失和频率大小, 从中找出后果严重且较容易发生的事故作为分析的顶上事件。比如对煤矿来说, 后果非常严重的瓦斯爆炸事件就可以确定为顶上事件。

(3) 确定目标。根据以往的事故记录和同类系

统的事故资料进行统计分析, 求出事故发生的概率, 然后根据这一事故的严重程度, 确定要控制的事故发生概率的目标值。

(4) 调查原因事件。调查与事故有关的所有原因事件和各种因素, 包括设备故障、机械故障、操作者的失误、管理和指挥错误、环境因素等, 尽量详细查清原因和影响。该步骤是进行定量和定性分析的基础。原因事件应该划分成原子事件, 它是不可再分割的, 是最基本的事件。

(5) 画出事故树。根据上述资料, 从顶上事件起进行演绎分析, 逐级找出所有直接原因事件, 直到所要分析的深度, 按照其逻辑关系画出事故树。

(6) 定性分析。根据事故树结构进行化简, 求出最小割集和最小径集, 确定各基本事件的结构重要度排序。

(7) 计算顶上事件发生概率。首先根据所调查的情况和资料, 确定所有原因事件的发生概率, 并标在事故树上。根据这些基本数据, 求出顶上事件发生概率。

(8) 定量分析。定量分析包括下列 3 个方面的内容:

(a) 当事故发生概率超过预定的目标值时, 要研究降低事故发生概率的所有可能途径, 可从最小割集着手, 从中选出最佳方案。

(b) 利用最小径集, 找出根除事故的可能性, 从中选出最佳方案。

(c) 求各基本原因事件的临界重要度系数, 从而对需要治理的原因事件按临界重要度系数大小进行排队, 或编出安全检查表, 以求加强人为控制。

3.3 系统事故树模型的建立及应用

为了方便介绍系统对事故树模型的实现及应用, 定义如下:

预警概率: 即需要系统要控制的顶上事件发生概率的目标值, 即需要系统在什么概率之下发出报警。可以根据以往的事故记录和同类系统的事故资料进行统计分析, 求出事故发生的概率, 然后根据这一事故的严重程度, 结合各矿实际情况确定, 一般设定值比统计分析值低。

煤矿上可能发生的事类型是很多的, 为了预防相关事故的发生, 必须结合各矿实际对可能发生的各种事故建立事故树, 这就从整体上有效地预防了事故的发生, 为实现煤矿安全提供了保证。

瓦斯事故是煤矿上发生的非常严重的事, 这里以瓦斯事故为例。瓦斯事故树如图 3 所示。

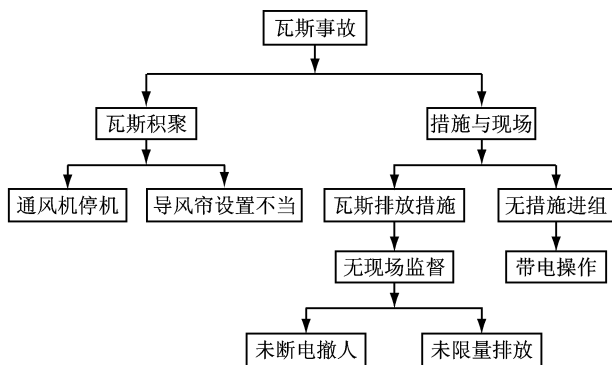


图 3 瓦斯事故树

图 3 中, 瓦斯事故为顶上事件, 导风帘设置不当、通风机停机、带电操作、未断电撤人、未限量排放、无措施进组、无现场监督为原因事件, 它们都取自安全隐患库。然后根据以往的瓦斯事故记录和事故资料进行统计分析, 在安全隐患库中设置相应隐患的发生概率, 系统根据事故树模型以及这些基本数据, 求出顶上事件发生概率。当顶上事件发生概率大于预警概率时, 发出警报。同时求出最小割集和最小径集, 确定各基本事件的结构重要度排序, 为处理相关隐患提供参考^[4-5]。

为了方便用户使用, 系统提供了友好的人机交互界面:

(1) 事故树模型画图工具化: 制作了专门的事故树绘制工具, 所有原因事件均选自安全隐患库, 使得工具和系统有机地统一起来。绘制时可通过控件的简单拖拉即可画出事故树, 解决了事故树难画的瓶颈。

(2) 定量定性分析可视化: 自动计算出最小割集和最小径集, 对各基本事件的结构重要度进行排序, 并以图形的方式展现, 从而方便了决策者选出最佳方案, 加强人为控制。

(3) 安全状态可视化: 以图形方式给出井下各个地点的安全状态, 并且可以查看各个地点的相关信息, 当某个区域的评价结果为不安全时, 可以查看引发不安全状态的原因, 并给出针对性的整改措施, 迅速提高该区域的安全系数。

(4) 事故预测自动化: 自动实时地计算出顶上事件的发生概率, 并且通过对比预警概率, 实时地提醒相关人员, 对可能发生的事故起到了很好的预防作用。

4 结语

针对煤矿的安全管理设计了煤矿安全量化管理系统。系统采用事故树分析方法, 可以快速地找出

文章编号: 1671- 251X(2010) 11- 0109- 04

基于 xPCTarget 的车辆自动变速箱数据采集系统

魏巍, 赵勇, 李洪人, 丛大成, 韩俊伟

(哈尔滨工业大学机电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 针对车辆自动变速器非实时数据采集系统无法对变速箱换挡过程中的数据实现真实重现的问题, 提出了一种基于 xPCTarget 的车辆自动变速箱数据采集系统的设计方案, 详细介绍了系统硬件和软件的设计。该系统采用上、下位机的方式进行数据采集, 上位机采用可视化的图形界面, 操作方便; 下位机使用 xPCTarget 下的实时操作系统, 能够以 2 ms 的采样时间对自动变速箱的电磁阀电流、温度、速度、压力等 26 路信号进行采集, 较好地满足了换挡过程的分析要求, 保证了采集过程的实时性。

关键词: 车辆变速器; 自动变速箱; 数据采集; 实时系统; xPCTarget

中图分类号: TP274 **文献标识码:** B

Data Acquisition System for Automatic Gear-box of Vehicle Based on xPCTarget

WEI Wei, ZHAO Yong, LI Hong-ren, CONG Da-cheng, HAN Jun-wei

(School of Mechatronics Engineering of Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: In view of the problem that nonrealtime data acquisition system of automatic gear-box of vehicle cannot really reproduce the data during shifting, the paper proposed a design scheme of data acquisition system for automatic gear-box of vehicle based on xPCTarget, and introduced hardware and software of the system in details. The system is built by upper-lower computer to collect data. The upper computer uses visualized graph interface and is operated easily. The lower computer uses a realtime operation system based on xPCTarget, which can collect 26 signals of the automtic gear-box of vehicle

收稿日期: 2010- 07- 20

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划子课题(2006BAF01B12- 03)

作者简介: 魏巍(1987-), 男, 江苏南通人, 2008 年毕业于吉林大学, 现为哈尔滨工业大学在读硕士研究生, 研究方向为液力自动变速机构的控制方法、电液伺服控制。E-mail: iamcoolweiwei@foxmail.com

“人为的有意、无意回避的”事故原因, 解决了煤矿安全管理过程中存在的隐患经常得不到及时有效处理、“三违”处理不到位、人员培训以及考核不到位、安全管理工作过多地依赖人等问题, 从而解决了煤矿安全生产中决定性过程点的管理难题, 大大提高了安全管理的效率。在一定的程度上, 该系统可以指导煤矿日常安全管理工作, 使煤矿安全管理做到超前、及时、准确, 实现从管理的定性到定量的转变, 从而有效地预防事故的发生。

参考文献:

[1] 侯江斌. 安全量化管理及评估信息化系统在安全管理

中的应用[J]. 工程管理, 2009(1): 66- 67.

[2] 孟昭君, 李希建, 李国祯. 事故树分析法在发耳煤矿安全评价中的应用[J]. 煤炭技术, 2009, 28(10): 66- 69.

[3] 景国勋, 施亮. 系统安全评价与预测[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009.

[4] 王厚军, 李治灵, 张玉明. 浅析低瓦斯煤矿瓦斯防治安全评价[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(5): 130- 133.

[5] 周西华, 耿晓伟, 黄太山. 安全系统事故树分析软件研究[J]. 辽宁工程技术大学学报: 自然科学版, 2002, 21(4): 460- 462.