

矿井柔性连接运输系统可靠性的模拟研究^①

刘朝马 焦永斌 刘冬梅
(南方冶金学院, 赣州 341000)

刘廷陵
(淮南矿业学院, 淮南 232000)

摘 要 针对我国多水平开采矿井的实际情况, 建立了具有两级缓冲仓柔性连接运输系统可靠性的计算机模拟模型。通过对模型多次运行结果的统计分析, 得出若干有理论意义和实际价值的结论。

关键词 矿井运输 系统可靠性 模拟模型

矿井运输系统是一个大型复杂系统, 其系统可靠性是一个具有重要经济意义的现实问题, 它的分析与评定已成为矿井设计和改造过程中不可缺少的重要组成部分, 引起许多学者的重视^[1]。影响系统可靠性的因素有矿井的运输方式、提升与运输设备的配套、缓冲仓容量、生产组织管理与运输调度方式等。常规的解析法已不能完全解决系统可靠性的有关问题, 具体表现在:

(1) 矿井运输系统中除设有箕斗、罐笼、胶带机、列车等提升运输设备外, 还设有缓冲仓, 矿井运输系统为一柔性连接系统。

(2) 矿井运输系统中既存在负指数分布环节, 又有其它分布形式的环节。

(3) 运输大巷的矿流具有不均匀性: 一是各大巷在出矿班内的运输量表现为由低峰值到高峰值再到低峰值; 二是运输量大的大巷在单位时间内的运输量的方差较小, 反之较大。采用轨道运输的大巷, 到达井底车场的列车流是离散的, 为普阿松流^[2]。

随着计算机技术的发展, 用蒙特卡洛模拟方法研究这类复杂系统的可靠性已成为发展的主流和有效的手段。文献[3]用随机过程理论研究矿井采运系统的可靠性问题。文献[4]用数字仿真方法计算了半连续采矿工艺系统的可靠性问题。本文是在前人研究的基础上, 建立具有两级缓冲仓的矿井柔性连接运输系统可靠

性计算机模拟模型, 并结合实例对矿井运输系统可靠性做进一步的研究, 得出缓冲仓容量、系统可靠性和矿井生产能力的关系曲线。

1 编制模拟模型要点

1.1 矿井柔性连接运输系统

针对我国多水平开采矿井的特点, 模拟时选定下列典型的两级缓冲柔性连接运输系统: 上中段各矿点的矿流经阶段大巷列车(或胶带)运至井底车场缓冲仓 V_1 , 经主井提升至地面。下中段各矿点的矿流, 经阶段大巷运至井底车场缓冲仓 V_2 , 经暗井提升至上中段, 经转载胶带运至井底缓冲仓 V_1 , 同上下中段矿流汇合, 经主井提升至地面, 见图1。

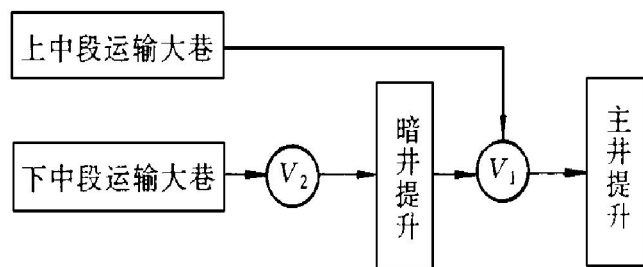


图1 矿井柔性连接运输系统的等效图

1.2 系统故障的分布规律及随机数产生

根据生产矿井运输系统故障的统计资料, 作出系统中各环节的工作时间和修复时间的频

① 收稿日期: 1995-11-08; 修回日期: 1996-07-08 刘朝马 男, 28岁, 讲师, 硕士

率直方图，拟合检验确定系统各环节的工作时间和修复时间分布类型及其参数。根据国内外的大量统计分析和本人的实测检验^[3]，矿井运输系统各环节的正常工作时间服从负指数分布，故障修复时间有负指数分布和正态分布两种情况。

根据系统各环节的工作时间和修复时间分布，用逆变换法产生服从负指数分布随机数，用近似方法产生服从正态分布随机数。

1.3 大巷运输量的确定

大巷采用胶带运输时，在一个出矿班内，根据各大巷的低峰、高峰和低峰三个出矿期运输量的均值和方差，用正态分布模拟当前大巷运输量。

大巷采用轨道运输时，到达井底车场的列车流为普阿松流，可以按负指数分布，模拟当前大巷运输量^[5]。

1.4 模型主要特征

- (1) 矿井提升指的是主井提升，有竖井和斜井两种情况，分箕斗提升和胶带提升两种方式，每次模拟只选其中一种。
- (2) 大巷运输考虑轨道运输与胶带运输两种方式，每次模拟只选其中一种。
- (3) 暗井提升有暗立井和暗斜井两种情况，分箕斗提升和胶带提升两种方式，每次模拟只选其中一种。
- (4) 缓冲仓在矿井运输中起着均衡生产的作用。模拟中不限制缓冲仓容量，以便根据模拟出的缓冲仓容量与矿井生产能力、系统可靠性关系曲线，得出合理的缓冲仓容量。

2 模拟模型及实例分析

根据上述构造矿井柔性连接运输系统可靠性模拟模型的要点，采用时间步长法进行模拟的模型结构见图 2。该模型采用 FORTRAN 语言编写，可在任何一种计算机系统上运行。

某矿为一开采数十年的老矿，采用斜井开拓上部矿田。因生产接替需要，采用暗立井开拓新水平。预计新水平有三个采区同时生产，

生产能力分别为 300 t/班、500 t/班和 700 t/班，合计 1500t/班。新水平日产量 3000t。

矿井主要运输系统中，采区的矿流通过各自的胶带机运入新水平缓冲仓 V_2 ，经暗立井箕斗提升和上水平转载胶带，运入原水平缓冲仓 V_1 ，经主斜井胶带提升至地面。缓冲仓 V_1 和 V_2 容量的设计值分别为 70t 和 300t。

据测算：在一个出矿班内，低峰、高峰和低峰三个出矿期时长分别为 120, 180 和 120 min；各采区胶带机三个出矿期产量均值分别为 60, 180, 60, 100, 300, 100 和 140, 420, 140t；采区胶带机、下中段缓冲仓、暗井提升、转载胶带、上中段缓冲仓和主斜井胶带的有效度分别为 0.80、0.95、0.85、0.93、0.95 和 0.96；采区胶带机、暗井提升、转载带和主斜井胶带的额定运输能力分别为 63、39、40 和

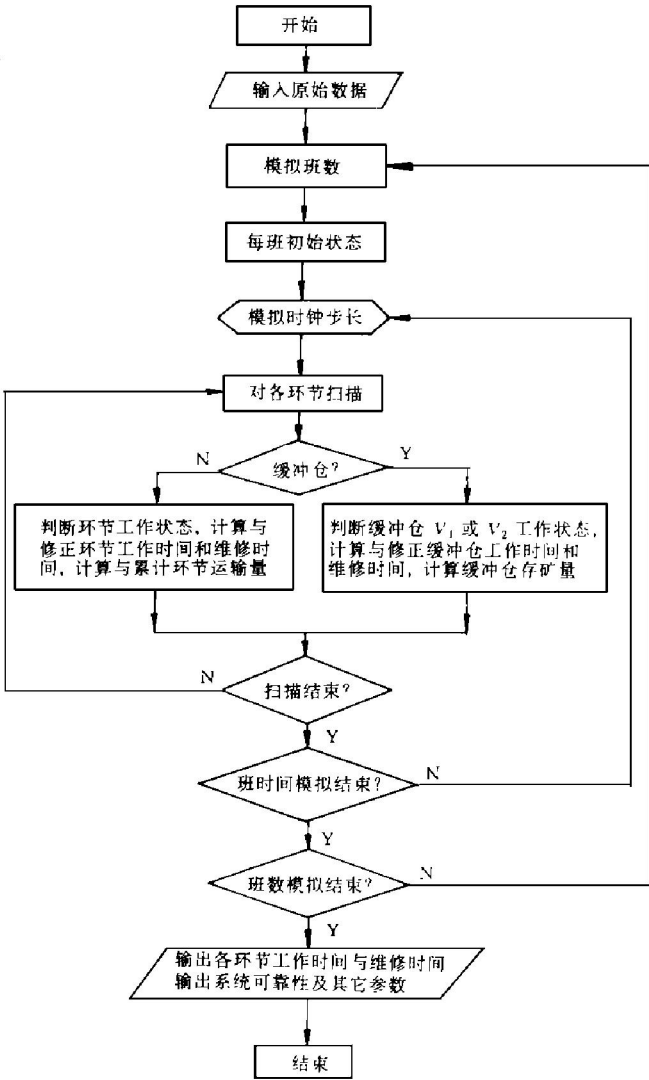


图 2 程序结构框图

40 t/10 min。时间步长为 10 min, 根据本文所提供的模拟程序对该矿新水平运输系统进行了多次模拟运行, 每次 200 个班。

模型的主要结果如下:

(1) 系统平均正常工作时间 $MTBF = 98$ min;

(2) 系统平均维修时间 $MTTR = 35$ min;

(3) 系统有效度, 即系统在平稳状态下的利用率 $A = 0.74$;

(4) 缓冲仓容量与生产能力的关系。

新水平缓冲仓 V_2 容量取设计值 300 t 时, 原生产水平缓冲仓 V_1 容量与矿井生产能力 P 的关系曲线如图 3(a) 所示。 V_1 容量取设计值 70 t 时, V_2 容量与矿井生产能力的关系曲线如图 3(b) 所示。

分析图 3 可得出两点结论: 一是该矿井合理的缓冲仓 V_1 和 V_2 容量分别为 150 t 和 400 t。比原设计的 70 t 和 300 t 大; 二是在系统各环节的可靠性指标不变的情况下, 继续增大缓冲仓 V_1 和 V_2 容量, 矿井生产能力 P 基本不变, 这说明系统生产能力不仅与缓冲仓容量有

关, 还受系统各环节影响。在系统各环节可靠性一定时, 靠继续增大缓冲仓容量来试图提高矿井生产能力已不可能。

(5) 系统可靠性与生产能力的关系

改变系统中各环节的可靠性指标, 得到系统有效度 A 与矿井生产能力 P 的关系曲线, 如图 4 所示。系统可靠性对矿井生产能力影响很大, 随着系统有效度的提高, 矿井生产能力增长迅速。

(6) 缓冲仓容量与系统可靠性的关系

在系统各环节可靠性指标不变的情况下, 系统有效度 A 与缓冲仓容量 V 关系密切, 由图 5 所示。一是随着缓冲仓容量增大, 系统

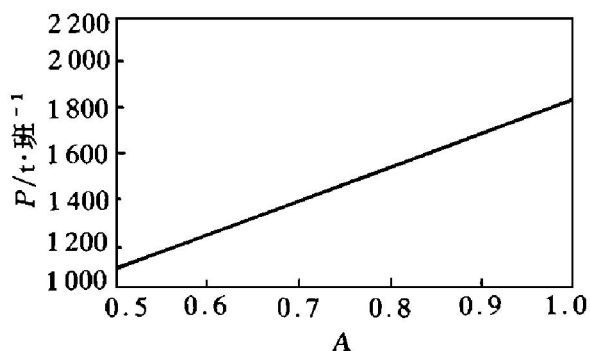


图 4 系统有效度 A 与矿井生产能力 P 的关系

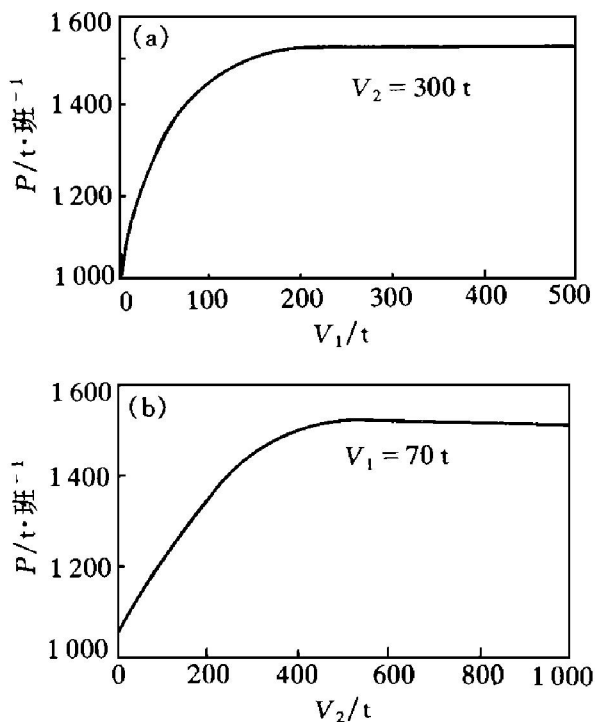


图 3 缓冲仓容量 V 与矿井生产能力 P 的关系

(a) — V_1 — P 曲线; (b) — V_2 — P 曲线

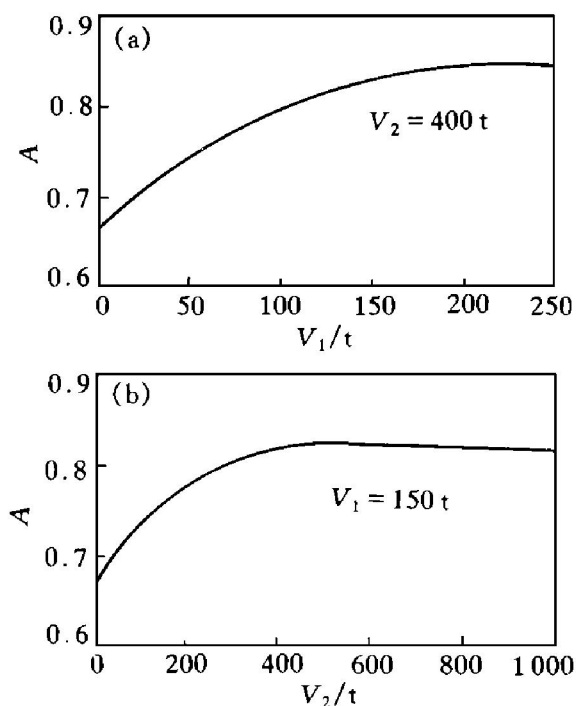


图 5 缓冲仓容量 V 与系统有效度 A 的关系

(a) — V_1 — A 曲线; (b) — V_2 — A 曲线

(To page 33)

THERMODYNAMIC CALCULATING MODELS FOR SLAG MELTS CONTAINING B_2O_3

Cheng Guoguang, Zhang Jian, Zhao Pei

Department of Metallurgy,

University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083

ABSTRACT Based on the coexistence theory of slag structure and phase diagrams, thermodynamic calculating models have been deduced for $CaO-B_2O_3$ and $FeO-Fe_2O_3-B_2O_3$ slag melts. It is shown from the calculated results that: (1) The calculated mass action concentrations of CaO , B_2O_3 are in good agreement with the measured activities of their units. (2) For the $FeO-Fe_2O_3-B_2O_3$ slag melt, the calculated N_{FeO} is consistent with the experimental a_{FeO} . Therefore, the above mentioned models are reasonable.

Key words coexistence theory slag activity mass action concentration

(编辑 李 军)

(From page 26)

有效度不断提高; 二是当缓冲仓容量继续增大, 超过一定值时($V_1 \geq 150t$, $V_2 \geq 400t$), 系统有效度基本不变($A = 0.82$)。

参考文献

1 才庆祥等. 世界煤炭技术, 1993, (4): 3- 8.

2 刘朝马. 南方冶金学院学报, 1995, 16(3): 1- 8.

3 刘廷陵, 刘朝马. 见: 煤矿系统工程学术讨论会论文集. 长春, 1988: 425- 436.

4 王喜富等. 金属矿山, 1994, (6): 10- 13.

5 刘朝马等. 南方冶金学院学报, 1996, 17(1): 8- 15.

RELIABILITY SIMULATION OF MINING HAULAGE SYSTEM WITH SOFT-LINK

Liu Chaoma, Jiao Yongbin, Liu Dongmei

The South Metallurgical Institute, Ganzhou 341000

Liu Tingling

Huainan Mining Institute, Huainan 232000

ABSTRACT In view of real situations in multi-level underground mines, a computer simulation model of reliability of mining haulage system with two ore bins has been established. Through the statistic analysis of the results of the model operations, some conclusions with theoretical and practical values were obtained.

Key words mining haulage system reliability simulation model

(编辑 何学锋)