

# 基于贪心算法的露天矿卡车生产调度的应用研究<sup>\*</sup>

王 华<sup>1</sup>, 刘万军<sup>2</sup>

(1. 辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院, 辽宁 葫芦岛 125105;

2. 辽宁工程技术学院 软件学院, 辽宁 葫芦岛 125105)

**摘 要:** 通过对卡车调度理论系统地研究并结合大量的计算机模拟实验数据, 提出了一种基于贪心算法和线性规划建模相结合的解决卡车调度问题的方法, 该方法在一定程度上提高了车铲工作效率和资源的充分利用率。

**关键词:** 卡车调度; 算法; 线性规划

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

## The research and application of truck scheduling based on greedy algorithm in mine

WANG Hua<sup>1</sup>, LIU Wan Jun<sup>2</sup>

(1. The School of Electronics and Information Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China;

2. College of Software Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

**Abstract:** Through doing research systemically in truck scheduling theory and combining plentiful data of computer simulated experiment, a method is put forward based on greedy algorithm and linear modeling to resolve the problem of truck scheduling, which increases the work efficiency of excavators and availability of resources.

**Key words:** truck dispatching; algorithm; linear modeling

所谓调度, 就是为了实现某一目的而对共同使用的资源进行时间分配。车辆调度问题是指对一系列发货点或(和)收货点, 组织适当的行车路线, 使车辆有序地通过它们, 在满足一定的约束条件(如运输量、车流连续性、设备的利用率、班产量、系统均衡性、时间限制等)下, 达到一定的目标(如路程最短、费用极小、时间尽量少、使用车辆数尽量少等)。车辆调配是否合理, 将直接影响露天矿整个生产系统的生产效率和经济效益, 因此露天矿车辆调度在露天矿生产中占有非常重要的地位。

露天矿卡车运输过程就是卡车将电铲采出的矿石运到指定卸点再回到电铲位置进行装载的过程。在运输过程中, 难免会出现卡车分布不均匀导致卡车排队或者电铲闲置等多种情况, 为了避免此类现象的发生, 更加强了实时优化调度的重要性。

### 1 车辆调度过程

#### 1.1 调度过程的主要步骤

##### (1) 最佳路径的确定

最佳路径提供了运输系统的基本信息, 即载点与卸点两点之间的最短距离。最佳路径的确定主要以运行时间最小为主要目标, 在满足一定的约束条件下, 求出所有满足条件路线中最短的路径, 可以表示为:  $S = \min\{d_{ij}\}$  式中:  $S$  指两点之间的最短距离,  $d_{ij}$  指载点  $i$  与卸点  $j$  之间可通行的路线距离。

##### (2) 最佳车流的确定

制定车流规划, 通常采用数学规划、线性规划和多目标规划建模。在满足运输量、车流连续性、设备的利用率、班产量和系统均衡性等多方面的约束条件下, 对各个装卸点的车流进行合理优化分配, 实现最佳的车流运输计划。

##### (3) 实时调度

实时调度是卡车生产调度的核心问题。该过程是在车流规划的基础上, 应用适当的实时调度准则, 针对露天矿当前作业状态变化, 对即将进行分配作业的卡车进行实时优化调度决策, 将最佳卡车分配到最需车的电铲线路上去, 采用动态规划方法对卡车进行实时调度, 实

<sup>\*</sup> 基金项目: 辽宁省教育厅高等学校科研项目(2009A349)

现计划生产目标,从而提高设备的作业效率。国内外科技工作者根据实际情况,提出了多种实时调度准则。

### 1.2 实时调度准则

实时调度是一个动态变化的过程,结合露天矿作业状态变化的特点,为充分发挥各实时调度准则的优势,达到优化调度预期效果,在不同的条件使用不同的调度准则,较常用的调度准则如下<sup>[1]</sup>:

(1) 最早装车法(EL):将卡车派往预计能最早得以装车的那台电铲;

(2) 最大卡车法(Max Truck—MT):将卡车派往预计其等装时间最小的那台电铲;

(3) 最大电铲法(Max Shovel—MS):将卡车派往预计电铲等车时间最长的那台电铲;

(4) 最小饱和度法(MSD):将卡车派往具有最小“饱和”程度的电铲。

具有代表性的最小饱和度法(MSD)的程序流程图如图1所示。

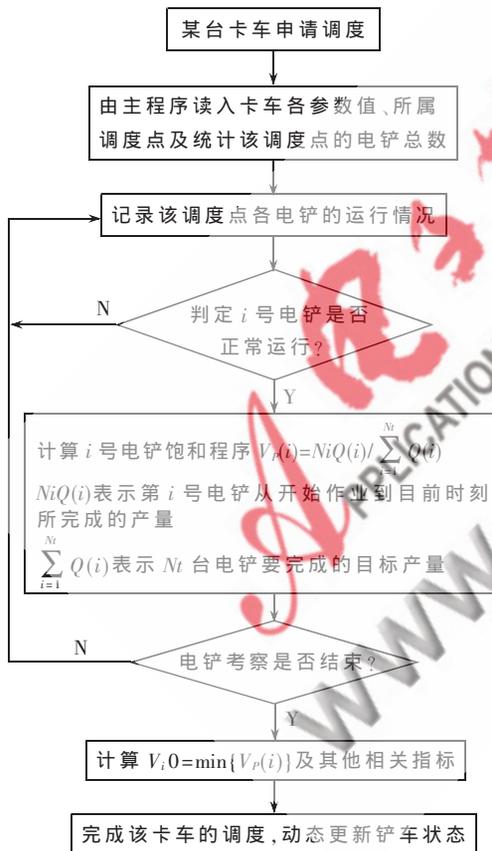


图1 最小饱和度法(MSD)算法流程图

### 1.3 算法

贪心算法(也叫贪婪算法)不是某种特定的算法,而是一类抽象的算法。对解空间进行搜索时,不是机械地搜索,而是对局部进行择优选取,在对问题求解时,总是做出在当前看来是最好的选择。也就是说该算法没有从整体最优的角度加以考虑,它所做出的仅是某种意义上

的局部最优解。贪心算法从问题的某一个初始解出发逐步逼近给定的目标,在尽可能短的时间内求得更好的解,当达到某算法中的某一步再继续前进时,该算法终止,常常用来解决最短路径问题。

在卡车生产调度中,贪心算法的基本思想是:每次选择当前最优的点,如不满足条件,再选择次优点,依此类推。通过分析,卡车在满足一定的约束条件后,应尽量选择距离最近的铲位才能以最小的运量获得足够的产量,若此铲位不满足一定的约束条件后,再选取次近的铲位,依此类推。经过一系列筛选后,再采用线性规划方法逐一建立模型求解。

## 2 实验分析

### 2.1 模型建立

用线性规划模型在满足一定的约束条件下,总运量(单位:吨公里)最小,同时出动最少的卡车,从而运输成本最小。目标函数:

$$\min Z = L \cdot \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q D_{ij} N_{ij}$$

其中:

$i$ : 卸点 ( $i=1, 2, \dots, p$ )

$j$ : 铲位 ( $j=1, 2, \dots, q$ )

$V$ : 卡车行驶速度 (20 km/h)

$L$ : 卡车满载重量 (135 吨)

$T$ : 一个班次的总时间 (8 h)

$T_a$ : 电铲的平均装车时间 (5 min)

$T_b$ : 卡车平均卸车时间 (3 min)

$D_{ij}$ : 卸点  $i$  与铲位  $j$  之间的距离

$N_{ij}$ : 铲位到卸点之间运行车次数

$T_{ij}$ : 从  $j$  号铲位到  $i$  号卸点一个周期平均所需时间

约束条件说明:

(1) 时间约束: 一个班次工作时间为 8 h。对于  $i$  卸点,从铲位  $j$  到卸点一次运输时间等于装车时间  $T_a$ ,卸车时间  $T_b$ ,及卡车在卸点与铲位间运行时间  $2D_{ij}/V$  之和。

(2) 卸点约束: 对于  $i$  卸点,所有铲位  $j$  运到卸点  $i$  的总吨数必须满足卸点的产量要求。卸点的最大吞吐量为每小时  $60/3=20$  次,最大产量为  $8 \times 20 \times 135$  (吨)。

(3) 电铲约束: 一台电铲不能同时为两辆卡车服务,所以一台电铲在一个班次中最大的可能产量为  $8 \times 20 \times 135$  (吨)。

(4) 道路约束: 铲位到卸点的道路都是专用双向车道,60 m 宽,不会出现堵车现象。卡车运行一个周期平均所需时间为  $T_{ij} = T_a + T_b + 2D_{ij} \times 60/V$ ,这条路线在卡车不等待条件下最多运行的卡车数为  $A_{ij} = [T_{ij}/5]$ ,一个班次中在这条路线上最多运行的次数为  $B_{ij} = [(8 \times 60 - (A_{ij} - 1))/T_{ij}]$ 。

### 2.2 实例说明

某露天矿有 8 个铲位,4 个卸点,现有 5 台铲车,13 辆卡车。在卡车不等待的条件下满足各约束条件的要

## 软件天地 Software Technology

求,使总运量最小同时出动最少的卡车实现运输成本的节约。

铲位表示为(1,2,...,8),卸点表示为(I,II,III,IV),各铲位与各卸点之间的距离如表1所示,铲位和卸点对应的运输车次如表2所示。

表1 各铲位与各卸点之间的距离(km)

	1	2	3	4	5	6	7	8
I	3.28	4.29	3.87	4.50	3.26	0.85	5.00	2.78
II	4.59	5.05	3.80	3.50	2.10	4.00	5.50	2.80
III	3.20	1.58	3.25	4.85	3.40	4.25	2.90	5.10
IV	2.90	3.96	5.00	3.65	3.56	0.85	5.05	3.20

表2 铲位和卸点对应的运输车次

	1	2	3	4	5	6	7	8
I	23					27		
II			6				8	23
III			33				32	
IV	15					40		

(1) 以目标函数求解总运量最小,  $Z=68\ 463.9$  吨公里。

(2) 结合表1,利用  $T_{ij}$  和  $A_{ij}$ ,用具体的流量计算卡车在各个路线上一个班次最多可以运行的次数( $B_{ij}$ ),如表3所示。

表3 一个班次最多运行次数

	1	2	3	4	5	6	7	8
I	17	14	15	13	17	37	12	19
II	13	12	15	16	22	15	11	19
III	17	27	17	13	17	14	19	12
IV	19	15	12	16	16	37	12	17

根据最佳物流,计算各路线上需要的卡车数(卸点  $i$  与铲位  $j$  所需卡车数= $N_{ij}/B_{ij}$ ),如表4所示。

表4 各路线需卡车数

	1	2	3	4	5	6	7	8
I	1.353					0.730		
II			0.400				0.727	1.211
III			1.941				1.684	
IV	0.789					1.081		

铲位1、铲位3、铲位6、铲位7、铲位8各放置一台电铲。所有路线所需的卡车数的和为9.916,最少调用的卡车数为10辆。

(3) 制定派车方案。

由表4知,5辆卡车用于在固定路线上运输:卸点I至铲位1,卸点III至铲位3,卸点IV至铲位6,卸点III至铲位7,卸点II至铲位8。

其他5辆卡车用于联合派车。联合派车容易出现一辆卡车为2个以上路线服务,分为两种情况:共同铲位(或卸点)的联合派车和不同铲位且不同卸点之间的联合派车。

第1辆:卸点I至铲位1运输6次,剩余时间  $T-6 \times (T_a+T_b+2 \times D_{11}/V)=314$  min,可以继续卸点I至铲位6上运输24次,用时314.2 min,超时甚少,忽略。此时卸点I至铲位6线路上剩余车次为  $27-24=3$  次。

第2辆:卸点I至铲位6上运输3次,剩余时间440 min,卸点IV至铲位6运3次,剩余400 min,卸点IV至铲位1运行15次,此时此线路上无剩余车次。

按上述方法,即贪心算法和线性规划模型相结合计算剩余时间,即可得到具体的车辆安排。

第3辆:卸点II至铲位3运输6次,卸点II至铲位7运输7次。

第4辆:卸点II至铲位7运输1次,卸点II至铲位8运输4次,卸点III至铲位3运12次。

第5辆:卸点III至铲位3运4次,卸点III至铲位7运13次。

通过模拟实验分析,卡车生产调度过程中运用贪心算法可以快速求得铲车的可能位置,在基础约束条件的限制下,考虑到总运量最小建立一个线性规划模型,计算各条路径上的运输次数,再次利用贪心算法进行具体的车辆安排,能大大降低时间的复杂度,使模型简化,最大限度地发挥车铲的工效。但是在实际生产中,由于装车时间与运输时间不能按理论上严格把握等一些特殊情况,可在按计划实施的基础上做一些合理的随机调整。

参考文献

- [1] 张幼蒂,苏靖,李曙光.计算机控制卡车实时调度的系统研究[J].中国矿业大学学报,1995(2):46-48.
- [2] 张莹.运筹学基础[M].北京:清华大学出版社,1995.
- [3] WHITE J W, OLSON J P. Computer based dispatching in mines with concurrent operating objectives[J]. Mining Engineering, 1986, 183(11):301-302.
- [4] 赵勇,张莹,徐文立.基于流率饱和度的露天矿卡车实时调度模型[J].矿冶,2004,13(2):77-80.

(收稿日期:2010-01-20)

作者简介:

王华,女,1984年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机软件理论及应用和数据库。

刘万军,男,1959年生,教授,硕士研究生导师,主要研究方向:计算机软件理论及应用和网络技术。