

2003 高教社杯全国大学生数学建模竞赛题目

(请先阅读“对论文格式的统一要求”)

B 题 露天矿生产的车辆安排

钢铁工业是国家工业的基础之一,铁矿是钢铁工业的主要原料基地。许多现代化铁矿是露天开采的,它的生产主要是由电动铲车(以下简称电铲)装车、电动轮自卸卡车(以下简称卡车)运输来完成。提高这些大型设备的利用率是增加露天矿经济效益的首要任务。

露天矿里有若干个爆破生成的石料堆,每堆称为一个铲位,每个铲位已预先根据铁含量将石料分成矿石和岩石。一般来说,平均铁含量不低于 25%的为矿石,否则为岩石。每个铲位的矿石、岩石数量,以及矿石的平均铁含量(称为品位)都是已知的。每个铲位至多能安置一台电铲,电铲的平均装车时间为 5 分钟。

卸货地点(以下简称卸点)有卸矿石的矿石漏、2 个铁路倒装场(以下简称倒装场)和卸岩石的岩石漏、岩场等,每个卸点都有各自的产量要求。从保护国家资源的角度及矿山的经济效益考虑,应该尽量把矿石按矿石卸点需要的铁含量(假设要求都为 $29.5\% \pm 1\%$,称为品位限制)搭配起来送到卸点,搭配的量在一个班次(8 小时)内满足品位限制即可。从长远看,卸点可以移动,但一个班次内不变。卡车的平均卸车时间为 3 分钟。

所用卡车载重量为 154 吨,平均时速 28 km/h 。卡车的耗油量很大,每个班次每台车消耗近 1 吨柴油。发动机点火时需要消耗相当多的电瓶能量,故一个班次中只在开始工作时点火一次。卡车在等待时所耗费的能量也是相当可观的,原则上在安排时不应发生卡车等待的情况。电铲和卸点都不能同时为两辆及两辆以上卡车服务。卡车每次都是满载运输。

每个铲位到每个卸点的道路都是专用的宽 60 m 的双向车道,不会出现堵车现象,每段道路的里程都是已知的。

一个班次的生产计划应该包含以下内容:出动几台电铲,分别在哪些铲位上;出动几辆卡车,分别在哪些路线上各运输多少次(因为随机因素影响,装卸时间与运输时间都不精确,所以排时计划无效,只求出各条路线上的卡车数及安排即可)。一个合格的计划要在卡车不等待条件下满足产量和质量(品位)要求,而一

个好的计划还应该考虑下面两条原则之一：

1. 总运量（吨公里）最小，同时出动最少的卡车，从而运输成本最小；
2. 利用现有车辆运输，获得最大的产量（岩石产量优先；在产量相同的情况下，取总运量最小的解）。

请你就两条原则分别建立数学模型，并给出一个班次生产计划的快速算法。针对下面的实例，给出具体的生产计划、相应的总运量及岩石和矿石产量。

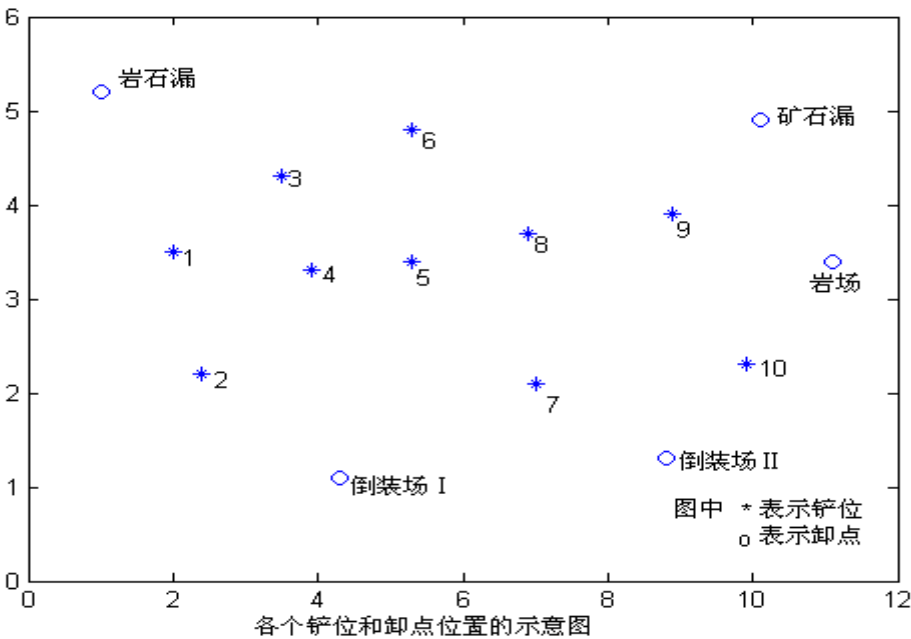
某露天矿有铲位 10 个，卸点 5 个，现有铲车 7 台，卡车 20 辆。各卸点一个班次的产量要求：矿石漏 1.2 万吨、倒装场 I 1.3 万吨、倒装场 II 1.3 万吨、岩石漏 1.9 万吨、岩场 1.3 万吨。

铲位和卸点位置的二维示意图如下，各铲位和各卸点之间的距离（公里）如下表：

	铲位 1	铲位 2	铲位 3	铲位 4	铲位 5	铲位 6	铲位 7	铲位 8	铲位 9	铲位 10
矿石漏	5.26	5.19	4.21	4.00	2.95	2.74	2.46	1.90	0.64	1.27
倒装场 I	1.90	0.99	1.90	1.13	1.27	2.25	1.48	2.04	3.09	3.51
岩场	5.89	5.61	5.61	4.56	3.51	3.65	2.46	2.46	1.06	0.57
岩石漏	0.64	1.76	1.27	1.83	2.74	2.60	4.21	3.72	5.05	6.10
倒装场 II	4.42	3.86	3.72	3.16	2.25	2.81	0.78	1.62	1.27	0.50

各铲位矿石、岩石数量(万吨)和矿石的平均铁含量如下表：

	铲位 1	铲位 2	铲位 3	铲位 4	铲位 5	铲位 6	铲位 7	铲位 8	铲位 9	铲位 10
矿石量	0.95	1.05	1.00	1.05	1.10	1.25	1.05	1.30	1.35	1.25
岩石量	1.25	1.10	1.35	1.05	1.15	1.35	1.05	1.15	1.35	1.25
铁含量	30%	28%	29%	32%	31%	33%	32%	31%	33%	31%





电动铲车



电动轮自卸卡车



某露天矿左俯瞰图



某露天矿右俯瞰图