

成庄矿选煤厂流量限制点的分析及改造

赵平胜¹, 冯晋丽¹, 王然风²

(1. 晋城煤业集团 洗选加工处, 山西 晋城 048006;
2. 太原理工大学 矿业工程学院, 山西 太原 030024)

摘要:分析了影响成庄矿选煤厂生产效率的因素,提出实现选煤厂高效生产的关键在于从系统流量的最大化入手,找出限制系统流量的关键设备并进行改造。依据网络最大流理论,通过对选煤厂生产系统设备网络的分析,得到了成庄矿选煤厂的流量限制点,即主输送带和307、308、309、310筛分设备。通过更换3套900 kW的驱动装置及配套变频器,选用型号YK3052的307、308筛子,选用型号2ZK3052的309、310筛子等措施,提升了主井胶带输送机的生产能力和筛子的处理能力。最后对选煤厂改造效果进行了分析,成庄矿选煤厂改造完成后,网络最大流可达1500 t/h,生产能力由原先的400万t/a提高至目前的804万t/a,节电5386.8万kWh/a。在不增加其他设备投资的情况下,选煤厂发挥了设备的最大潜能,为其它选煤厂的扩能改造提供了理论基础。

关键词:流量限制点;网络最大流;主输送带;带载率;带载量

中图分类号:TD94

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2012)03-0026-03

Transformation of flow rate limiting devices in Chengzhuang coal preparation plant

ZHAO Ping-sheng¹, FENG Jin-li¹, WANG Ran-feng²

(1. Coal Preparation Department, Jincheng Anthracite Mining (Group) Co., Ltd., Jincheng 048006, China;

2. College of Mining Technology, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: The analysis of influencing factors of coal preparation system show that maximizing the flow rate could remarkably improve the production efficiency of Chengzhuang coal preparation plant. Based on the theory of network maximal flow and the analysis of production system composition, find that the main conveyor belt and 307, 308, 309, 310 screening equipments strongly influence the flow rate. Both conveying capacity of main belt conveyor and processing capacity of sieve are improved by adopting three sets of 900 kW driving devices and relative inverter and using YK3052 model for screen 307, 308, 2ZK3052 model for screen 309, 310. The results show that after transformation, the maximum flow in networks is improved to 1500 t/h, the production capacity is increased from 4.00 million tons per year to 8.04 million tons per year, and electricity power is saved 53.868 million kilowatt per year. Without introducing other auxiliary equipments, Chengzhuang coal preparation plant maximizes the current equipments and would provide theoretical reference for the transformation of other coal preparation plants.

Key words: flow rate control points; maximum flow in networks; main conveyor belt; loading ratio; loading amount

晋城煤业集团成庄矿选煤厂是一座大型现代化矿井选煤厂,块煤车间重介分选设备为斜轮分

选机,同时配以螺旋分选机分选粗煤泥,煤泥水系统采用浓缩机浓缩后,经压滤机成煤泥产品,全厂

收稿日期:2012-05-03 责任编辑:白娅娜

基金项目:山西省自然科学基金(2009011034)

作者简介:赵平胜(1971—)男,山西泽州人,主要从事洗选加工管理、煤质管理与战略研究工作。

引用格式:赵平胜,冯晋丽,王然风.成庄矿选煤厂流量限制点的分析及改造[J].洁净煤技术,2012,18(3):26-28.

实现了集中控制和洗水闭路循环。原设计选煤厂是与矿井配套的洗选能力为 400 万 t/a 的选煤厂,随着成庄矿开采量的增加,洗选量相应提高,原设计已无法满足矿井现有生产能力,因此依据网络最大流理论,找出制约选煤生产系统的设备并进行改造是成庄矿选煤厂现阶段的重要任务。

1 选煤生产效率影响因素分析

生产洁净煤,提高入选比例是选煤生产发展的趋势^[1-2],目前带载量和带载率是影响成庄矿选煤厂生产效率的主要因素。影响带载量的因素有井下生产不均衡,主井提升限制;影响带载率的因素有井下生产不均衡,全线停车次数较多,相互制约运行时间,井下原煤品种与外运品种不符合,来车的不均匀性或仓储品种产量的有限性,设备故障,信息沟通不及时^[3]。

最大流问题是指在一定条件下,要求流过网络的物流、能量流、信息流等流量为最大^[4]。最大流问题是数学图论中网络理论的重要内容,在现实生活中有着极为广泛的应用。如何充分利用现有条件使网络具有最大的流通能力,这就是所谓的最大流问题^[5]。从上述影响生产效率的因素可以看出,提高生产效率关键要从系统流量的最大化入手,找出限制系统流量的关键设备并进行改造,从而提升选煤厂生产效率。

2 基于网络最大流理论的系统流量分析

网络最大流理论可应用于选煤厂流量分析,从而找出生产瓶颈。系统流量分析就是要测出整个生产系统的最大流量,考察其是否能达到选煤厂现有 800 万 t/a 的生产能力,选煤厂应用网络最大流理论计算出最大流,找出最小割集,即为流量限制点。

选煤厂生产系统设备网络如图 1 所示。图 1 中节点代表设备,为简化网络,有时用一个节点代表在同一条线路流程上的几台设备,如节点 1 代表主输送带 1011,101,106,107 共 4 台设备,处理能力最小的是主输送带 1011,处理能力为 1100 t/h,即节点 1 的处理能力为 1100 t/h,其它节点同理。确定节点后,根据设备图画出弧,弧代表设备间的关系,根据 2 个节点再确定弧的最大容量,如弧 1-2 的容量应为节点 1 与节点 2 中处理能力较小的值, $\min\{1100,1500\} = 1100 \text{ t/h}$,依此类推绘制选煤厂生产系统设备网络。

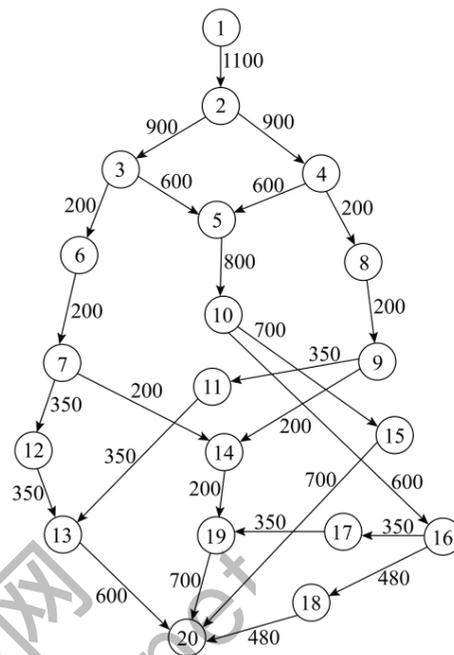


图 1 选煤厂生产系统设备网络
应用 QSB 软件求解,以最小值 1100 t/h 进行计算并汇总输入数据和解对比,结果见表 1。

表 1 最小网络输入数据和解对比 1

序号	弧编号	起点	终点	弧上容量/ (t·h ⁻¹)	弧上流量/ (t·h ⁻¹)	饱和弧
1	101301	1	2	1100	1100	0
2	301305	2	3	900	800	
3	301306	2	4	900	300	
4	305318	3	5	600	600	0
5	305307	3	6	200	200	0
6	307311	6	7	200	200	0
7	306318	4	5	600	200	
8	306308	4	8	200	100	
9	308312	8	9	200	100	
10	318316	5	10	800	800	0
11	311313	7	12	350	200	
12	311315	7	14	200	0	
13	313501	12	13	350	200	
14	312314	9	11	350	100	
15	312315	9	14	200	0	
16	314501	11	13	350	100	
17	316528	10	15	700	700	0
18	316302	10	16	600	100	
19	501000	13	20	600	300	
20	315601	14	19	200	0	
21	528000	15	20	700	700	0
22	302308	16	17	350	100	
23	302305	16	18	480	0	
24	308601	17	19	350	100	
25	305000	18	20	480	0	
26	601000	19	20	700	100	

最大流为 1100,最小割集={ (1 2) }

依据最大流最小割集理论可知,最小割集就是

网络中的瓶颈,即流量限制点。由表1可知:弧(1,2)上的流量代表节点1的设备处理能力,即主输送带的处理能力,因此需要对主输送带进行改造。

以最大值1500 t/h弧上容量进行计算并汇总输入数据和解对比,结果见表2。

表2 网络输入数据和解对比2

序号	弧编号	起点	终点	弧上容量/ ($t \cdot h^{-1}$)	弧上流量/ ($t \cdot h^{-1}$)	饱和弧
1	101301	1	2	1500	1200	
2	301305	2	3	900	800	
3	301306	2	4	900	400	
4	305318	3	5	600	600	0
5	305307	3	6	200	200	0
6	307311	6	7	200	200	0
7	306318	4	5	600	200	
8	306308	4	8	200	200	0
9	308312	8	9	200	200	0
10	318316	5	10	800	800	0
11	311313	7	12	350	200	
12	311315	7	14	200	0	
13	313501	12	13	350	200	
14	312314	9	11	350	200	
15	312315	9	14	200	0	
16	314501	11	13	350	200	
17	316528	10	15	700	700	0
18	316302	10	16	600	100	
19	501000	13	20	600	400	
20	315601	14	19	200	0	
21	528000	15	20	700	700	0
22	302308	16	17	350	100	
23	302305	16	18	480	0	
24	308601	17	19	350	100	
25	305000	18	20	480	0	
26	601000	19	20	700	100	

最大流为1200,最小割集= $\{(6,7), (8,9), (5,10)\}$

由表2可知,弧(6,7)上的流量代表节点6的设备处理能力,弧(8,9)上的流量代表节点8的设备处理能力,弧(5,10)上的流量代表节点10的设备处理能力,所以应对307,308,309,310筛子进行改造,对316输送带及转载点进行改造,以增大系统能力。

3 限制点改造措施

(1) 主井输送带

主井胶带输送机是选煤厂的一个流量限制点。主井胶带输送机于1995年7月投入正常运行,额定运量1350 t/h,实际提升量最大只能达到1100 t/h,近年来由于矿井生产能力的不断提高,成为影响矿井生产的瓶颈,且变频器经常出现故障,维护费用极高。经研究后,成庄矿选煤厂更换3套900 kW

的驱动装置及配套变频器用于提升主井胶带输送机的生产能力。

(2) 筛分设备

准备筛分设备是选煤系统的另一个流量限制点,准备筛分设备故障次数占车间设备故障次数的28.4%,故障时间占车间总生产时间的25.6%,故障率较高。考虑到新设备处理能力应与主选设备配套,选用型号YK3052的307,308筛,处理能力400~800 t/h,较旧设备增加了4倍;选用型号2ZK3052的309,310筛,处理能力200~400 t/h,较旧设备增加了2.4倍。

4 效果分析

成庄矿选煤厂经过限制点改造后,网络最大流可达1500 t/h,将生产天数调整为335 d,每天工作16 h,则年生产能力: $335 d \times 16 h/d \times 1500 t/h = 804$ 万t。改造前吨原煤耗电13.0 kWh,改造后吨原煤耗电降至6.3 kWh,则全年节电: 804 万t $\times(13.0 kWh/t - 6.3 kWh/t) = 5386.8$ 万kWh。在不增加其它设备投资的情况下,选煤厂生产能力由原先的400万t/a提高至目前的804万t/a,发挥了设备的最大潜能,经济效益显著。

5 结 语

依据网络最大流理论,分析了成庄矿选煤厂原工艺系统设备生产能力的效能,以此为依据,对成庄矿选煤厂主井输送带及筛分设备进行扩能改造后,实现了处理量从400万t/a到804万t/a的跨越。成庄矿选煤厂的成功扩能说明了网络最大流理论在扩能中的重要作用,为其它选煤厂的扩能改造提供了理论基础。

参考文献:

- [1] 韩恒旺, 訾涛, 鲁和德, 等. 梁北选煤厂的扩能改造[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 4-6.
- [2] 张雪光, 张春玲, 鲁杰. 增加洗煤能力可行性方案探讨[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(6): 119-122.
- [3] 赵平胜. 成庄矿洗选厂生产效益与效率研究[D]. 西安: 西安交通大学, 2006.
- [4] 胡雄鹰, 胡斌, 张金隆, 等. 基于Petri网求解网络最大流的并发仿真方法[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2010, 32(1): 27-30.
- [5] 刘琼英, 全华. 网络最大流模型在旅游管理中的应用[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(6): 158-162, 175.