

能源企业煤炭采购及运输模型优化

申禄浩

(华北电力大学)

摘要:近年来,随着煤炭行业竞争者日益增多,单一的垄断市场逐步被打破,能源企业生存发展的压力日益增大。本文聚焦煤炭采购及运输环节,以最终煤炭销售利润最大化为目标,在煤炭库存能力和供销平衡的约束下,综合考虑包括煤炭需求量、供给量、销售价格、采购价格等煤炭采购指标,通过煤炭采购及运输建模,对煤炭采购运输计划进行优化。可以为整个煤炭采购运输领域的相关方案制定提供理论方法参考,对整个煤炭购运销行业和能源经济效益提升具有一定的意义。

关键词:能源企业;煤炭采购;运输模型优化

近年来,随着煤炭行业竞争者日益增多,单一的垄断市场逐步被打破,煤炭市场瞬息万变,能源企业生存发展的压力日益增大^[1]。目前能源企业煤炭输送主要从晋陕蒙等西部地区运输到东部地区,主要运输方式为公路、铁路和铁水联运三种。对此,优化解决企业供应链采购及运输方面存在的问题,提升采购运输计划的经济效益可提升企业在这方面的竞争力^[2]。能源企业现有的煤炭采购及运输决策方法一般为:收集煤炭需求、供应、价格、相关政策等数据资料后,结合煤炭库存、运力等因素,采购管理人员以上下游实际供需情况分析为切入点,再根据实时煤炭市场行情和以往经验来制定相应的煤炭采购运输计划^[3]。此方法虽然可以完成煤炭采购及运输方案的制定,但方案制定过程中影响因素错综复杂,方案完全依靠人工计算得出,难以制定出销售利润最大的采购运输决策方案。

因此,本文聚焦煤炭采购运输环节,以最终煤炭销售利润最大化为目标,在煤炭库存能力和供销平衡的约束下,综合考虑包括煤炭需求量、供给量、销售价格、采购价格等煤炭采购指标,对煤炭采购运输决策进行优化。

一、能源企业概述及采购运输业务介绍

(一)能源企业概述

本文所研究的能源企业是管理煤炭采购运输销售业务的煤炭运营公司,公司本身不消耗煤炭,而是作为集团煤炭采运销业务的“中转站”,其作为采运销一体化系统运营单位,通过开展煤炭采购销售业务,联接起了煤炭供应、运输线路、煤炭使用三个板块的众多单位。这类能源企业将煤矿、电力、铁路、港口、航运、煤制油

与煤化工集为一体,紧密连接上游煤矿和下游电厂;以铁路、陆路、港口为纽带,打通了煤炭物流全产业链,形成完善运输体系

(二)能源企业采购业务介绍

作为煤炭采运销业务的“中转站”,本文所研究的能源企业具体的采购运输业务是进行企业年度采购运输计划的编制,再对编制完成的计划进行分解执行,将煤炭运输到销售地点,其中既包括采购计划也包括运输销售计划。对于采购计划来说,每年年底,按照企业统一部署,启动来年采购计划编制工作。企业各子公司分头编制建议采购计划,企业管理部牵头,收集各下属单位本年采购计划完成情况、存在问题、来年建议安排及相关要求,汇总形成企业建议采购计划草案,经初步汇总、预平衡、调研、听取汇报等环节以及征求意见、领导审定后,企业经反复讨论修改年度采购计划,并据此形成财务预算方案,待各项会议审议通过后,于年末正式下发。年后集团公司印发采购计划,并进行计划分解,形成企业最终版采购运输计划。

采购运输计划具体编制依据为:

1. 通过所属矿站监装单位与煤炭资源单位对接;
2. 通过国铁协调单位沟通对接国铁运力;
3. 通过各港口办事处协调内外部港务公司;
4. 基于上一年完成量及本年客户、市场变化情况,企业统筹平衡各区域销售单位业务量;
5. 以企业整体效益最大化为原则,继续完善市场化采购定价机制,科学制定采购方案,提升电子交易成交率,进一步降低采购运输成本。

二、煤炭采购运输模型描述及构建

(一) 煤炭采购及运输模型参数确定

煤炭采购及运输计划模型以销售利润最大化为目标，基于供需平衡、销售需求、合同约定、运输能力、库存需求、客户供给需求等约束来构建模型，可采用微观经济学理论以及启发式算法对煤炭采购运输计划模型进行求解，最终得到利润最大的煤炭采购及运输方案，为能源企业煤炭采购运输计划提供科学的决策依据。

本模型以最终销售利润最大化为目标：

Max 利润 = 各煤种销售量 × 价格采购量 × 价格运输成本

模型通过输入已知参数来最终输出相应的煤炭采购运输计划，其中主要分为三种类型已知参数：

(1) 煤炭供应方：煤炭供应商 i （包括能源企业自有煤矿、外购煤矿公司）可供应煤种 j 的煤量 A_{ij} 、对应的供应商 i 的煤种 j 的采购价格 P_{jk}^{sale} 。

(2) 煤炭库存：包括中转站库存、铁路站点库存（库存点 t 煤种 j 的现有库存 C_{tj}^1 和理想库存 C_{tj}^2 ）。

(3) 煤炭需求方：煤炭客户 k （能源企业供应的电厂、公司等客户）所需煤种 j 的煤量 B_{kj} 、对应的客户 k 所需煤种 j 的销售价格 P_{ij}^{pur} 。

确定已知参数具体数据后，通过输入本文模型，最终输出相对应的采购运输方案，其中主要包括两部分：

(1) 煤炭采购方案：煤炭供应商（煤矿） i 的煤种 j 的煤量。

(2) 煤炭运输方案：销售给客户（电厂、公司） k 所需煤种 j 的煤量。

问题描述如图 1 所示。

变量设置如表 1。

(二) 相关约束

1. 采购煤量 + 库存点运输煤量与销售煤量相等：

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q b_{jk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q \sum_{t=1}^s (a_{ij} + c_{tj})$$

2. 运输给客户 k 的 j 煤种的煤量等于煤种 j 从各供应商和库存点运到客户 k 的煤量：

$$b_{jk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q \sum_{t=1}^s (X_{ijk} + X_{tjk})$$

3. 从供应商 i 采购的煤种 j 的煤量等于其运到各客户和库存点的煤种 j 的煤量：

$$a_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q (X_{ijk} + X_{ijt})$$

4. 各条线路到达客户的销量之和应该在到该客户的所有各条线路的运力范围内：

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q \sum_{t=1}^s (X_{ijk} + X_{tjk}) \leq \sum_{i=1}^r \sum_{k=1}^q d_i$$

5. 满足库存限制：

$$X_{ijt} + C_{tj}^1 \leq C_{tj}^2$$

$$X_{tjk} \leq C_{tj}^1$$

最终构建出煤炭采购运输优化模型：

$$\begin{aligned} \text{Max 利润} = & \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q b_{jk} P_{jk}^{sale} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} P_{ij}^{pur} - \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^s C_{tj}^1 P_{tj}^{pur} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q X_{ijk} U_{ijk} \\ & - \sum_{t=1}^s \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q X_{tjk} U_{tjk} \end{aligned}$$

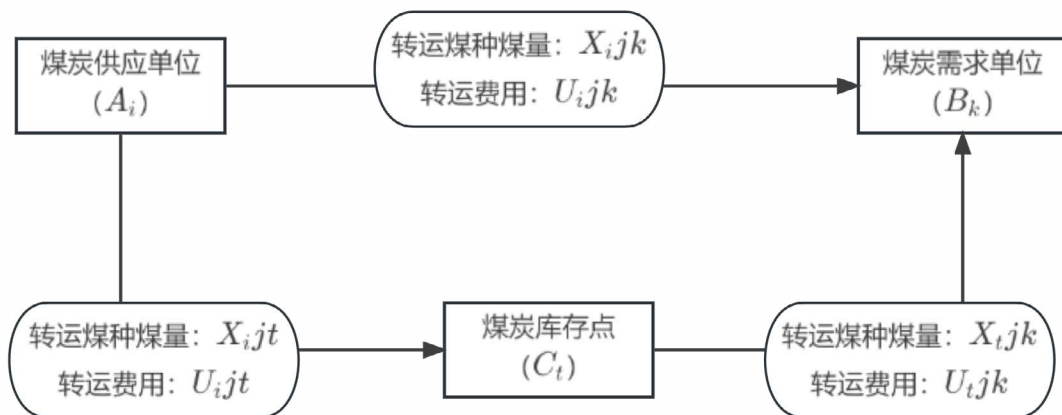


图 1

相关参数及变量	描述
$i = \{1,2,\dots,m\}$	煤炭供应商编号
$j = \{1,2,\dots,n\}$	煤种编号
$k = \{1,2,\dots,q\}$	客户编号
$l = \{1,2,\dots,r\}$	运输线路编号
$t = \{1,2,\dots,s\}$	仓库编号
a_{ij}	从供应商 i 采购的煤种 j 的煤量
p_{ij}^{pur}	从供应商 i 采购的煤种 j 的单位煤价
b_{jk}	销售给客户 k 的 j 煤种的煤量
p_{jk}^{sale}	销售给客户 k 的 j 煤种的价格
X_{ijk}	煤种 j 从供应商 i 运到客户 k 的煤量
U_{ijk}	煤种 j 从供应商 i 运到客户 k 的单位运输费用 (元 / 吨 * km)
d_l	路线 l 的运量
C_{tj}^1	库存点 t 煤种 j 的现有库存 C_j^1
C_{tj}^2	库存点 t 煤种 j 理想库存

表 1 模型相关变量参数及描述

$$\begin{cases}
 \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q b_{jk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^s (a_{ij} + C_{tj}^1) \\
 b_{jk} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q (X_{ijk} + X_{tjk}) \\
 a_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q X_{ijk} \\
 C_{tj}^1 = \sum_{t=1}^s \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q X_{tjk} \\
 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q X_{ijk} \leq d_{lk} \\
 a_{ij} \geq 0, \\
 b_{jk} \geq 0 \\
 C_{tj}^1 \geq 0 \\
 i = \{1,2,\dots,m\} \\
 j = \{1,2,\dots,n\} \\
 k = \{1,2,\dots,q\} \\
 l = \{1,2,\dots,r\} \\
 t = \{1,2,\dots,s\}
 \end{cases}$$

结束语

本文首先对我国当前煤炭相关企业现状及面临的困境进行了描述，然后对本文所研究的能源企业进行了概述及业务介绍，最终根据此类能源企业进行煤炭采购运输业务所需数据及约束，以销售利润最大化为目标建立了煤炭采购运输优化模型，以制定最优的煤炭采购运输决策方案。本文所建模型有利于能源企业发挥自有运力比较优势，减少社会运力限制，提升运输自主性，降低煤炭采购运输成本，助力企业经济效益提升。

参考文献：

- [1] 罗娜, 杨净茹. 《中国矿产资源报告 (2022)》发布 [N]. 中国有色金属报, 2022-09-27 (06).
- [2] 马瑞, 杨春艳. 强化供应链管控中的战略采购 [J]. 企业研究, 2014 (11) : 75-77.
- [3] 蒋琼瑶. 中国电煤运输模型优化 [J]. 现代商贸工业, 2017 (03) : 5-6.