

备件库存结构分析研究

金锡万 方承武 包菊芳 丑纪岳 应竞文 张振东 陈铁祥
(华东冶金学院) (宝山钢铁集团公司)

摘要 本文对宝钢现存备件库存结构作了简要分析,并提出了备件结构比例的优化模型及其实现途径.

关键词 备件分类 库存结构 优化模型

中图法分类号: F253.4

Study of the Analysis for Spare Parts Inventory Structure

Jin Xiwan Fang Chenwu Bao Jufang Chou Jiyue
(ECIM)

Ying Jingwen Zhang Zhendong Chen Tiexiang
(BAOGANG Corporation company)

Abstract In this paper, the structure of BAOGANG preparatory inventory is briefly analyzed, optimum model of inventory structure and way of realized are pointed out.

Keywords: Preparatory classification; Inventory Structure; Optimum Model.

0 前言

宝钢备件储备资金,约占企业流动资金的20%~30%.长期以来,宝钢对备件采用了绝对保证供应的策略,因而占用了大量资金.现有备件品种规格达8万多种,装机量达数百万套,1993年库存资金近10亿元,库存资金周转期长达400天以上.因此,在市场经济条件下,经济合理地组织备件供应,压缩库存量,加快资金周转,是一个值得研究的具有理论与实践意义的大课题.对备件库存结构的分析研究,正是解决这一问题的重要组成部分.

本文,在借鉴国内外典型企业备件管理方面先进经验的基础上,通过对宝钢各类备件的划分、结构与比例计算,具体分析备件结构的比例状况,进而提出合理的库存结构模型及其实现方向,为完善宝钢整个备件管理系统提供决策基础.

1 备件库存结构比例初析

1.1 备件的划分

备件划分方法有10多种,结合宝钢实际,备件的分类主要有以下五种:

(1) 按进货渠道,可分为进口、国产和自制.

收稿日期: 1995-12-06

(2) 按使用目的,可分为维修备件和生产备件.其中,维修备件包括易损备件、事故备件、常用备件和大修备件.

(3) 按备件属性,可分为事故件、计划件、常用件和准计划件.这是采用日本新日铁的划分法.

(4) 按专业体系,可分为机械(M)、电气(E)、仪表(I)、计算机(J)、车辆(C)和通讯(T)等类别.这种划分便于组织采购、保管和分发使用.

(5) 按技术特性,可分为通用件、专业件和特制件.对企业而言,两个部门以上使用同一备件,才可列为通用件,它与市场上的通用件概念不仅一致.

1.2 备件结构比例

根据管理要求和分析目的,可以从不同的角度,研究企业各类工艺设备的备件比例、备件材质构成比例、备件进口和国产比例、生产备件与维修备件的储备量及占用资金的比例等.这里,仅以生产备件、事故件与其它备件的资金结构比例为例,来揭示各种备件的结构比例关系.

(1) 按使用目的,备件分为生产备件和维修备件

表1列出的是生产备件、事故件与其它备件的结构比例,以及生产备件和事故件内部各类主要项目的比例关系.

表1 生产备件和事故件库存结构比例

单位:万元

项 目	进 口 备 件		国 产 备 件		总 计	
	金 额	%	金 额	%	金 额	%
库存总金额	66726.0541	56.33	51729.5716	43.57	118455.6259	100
1 生产备件	1809.1712	47.66	1986.7857	52.34	3795.9369	3.21
2 事故件	8232.7262	55.57	6581.9671	44.43	14814.6933	12.51
其 ① 机械备件	3569.3	44.48	4454.7669	55.52	8024.0669	54.51
② 电气备件	2863.0926	71.90	1118.7419	28.10	3981.8345	26.88
中 ③ 仪表备件	1800.3336	64.10	1008.4583	35.90	2808.7919	18.96
3 其它备件	56684.1567	56.77	43160.8190	43.23	99844.9957	84.28

由表1可见,在总库存资金中,生产备件比例为3.21%(若含直供生产备件,其资金占用为7417.23万元,占总资金的7.95%);事故件资金比例为12.51%(若含临时库存件,则为36.29%);其余备件所占比例为84.28%.

事故件占用资金为14814.69万元(若含临时库存44949.95万元).其中,机械备件、电气备件、仪表备件占用资金分别为8024.07万元、3921.84万元和2808.29万元,对应的资金比例依次为54.16%,26.88%和18.96%.

(2) 按专业体系分类,在总库存资金中,机械备件比例高达45.96%,而电气备件、仪表备件的比例各为8.35%、3.81%.与此相对应,这三类备件中进口备件的资金比例分别是37.96%、73.04%和58.7%.可见,在电气备件中,进口备件资金的比例最高,约为3/4.

(3) 按备件通用程度划分,通用件占总库存资金比例为27.52%,专用件为55.54%.

(4) 按供货渠道统计,备件库存总金额中,进口件的资金比例高达56.33%.

1.3 备件比例分析

对宝钢备件的结构比例,我们有以下几点粗略看法:

(1) 事故件比例偏低,仅为 12.51%. 它表明 80% 以上的备件为计划件和常用件,即使包含临时库存,其比例也只有 36.29%. 这同国外同类企业相比,仍然偏低. 日本钢铁企业的事故件比例,一般在 50% 以上,有的高达 70%. 根据我国国情,至少也应在 40% 以上.

宝钢事故件偏低的原因之一,是由于事故件的价格标准,把一部分本应属于事故件的备件划入其它类别. 我们认为,把价值作为衡量事故件的必备标准之一,并不符合事故件本身的性质,因而值得探讨 (见另文).

(2) 备件的国产化率尚需进一步高. 企业采用国产或进口备件,依据的是最大效益原则. 因而,提高备件的国产化率,仍是企业应当努力坚持的方向.

(3) 机械备件占库存总资金的 46.99%, 这是库存控制的重点之一.

(4) 通用件比例偏低. 目前宝钢使用备件中,只有轴承和阀门两大类列入通用件,比例仅为 27.52%, 日本福山制铁所,电气备件中的 70% 列为通用件.

(5) 专用件比例为 55.54%, 比例偏高. 其中,包含一部分通用件.

(6) 库存总金额尚需进一步压缩. 一般不应超过设备原值总值的 4%. 而宝钢超过了 2 个百分点,较好指标应控制在 3% 以内.

2 库存备件结构的优化模型

优化库存结构的目的是使库存总费用最小. 在允许适度缺货的条件下,库存总费用是由进货、订货、保管和缺货损失等四项费用构成. 容易得到:

$$f(\theta, v) = \sum_{j=1}^n p_j R_j + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{\theta_j} C_j + \frac{\sum_{j=1}^n p_j h_j V_j^2}{2\theta_j} + \frac{\sum_{j=1}^n k_j (\theta_j - v_j)^2}{2\theta_j} \quad (1)$$

式中: p_j , R_j —分别表示第 j 种备件的单价与时期需求量;

C_j , θ_j —分别表示第 j 种备件的每次采购和进货量;

h_j , k_j —分别表示第 j 种备件的保管费用率和缺货损失;

V_j —表示第 j 种备件的最大库存量.

而在多品种存储问题中,常常受到资金、仓容、订购时间等条件约束. 于是,就转化为在一定限制条件下,寻求 $f(\theta, v)$ 最小的规划论问题.

设 n 种备件的库存总费用函数为 $f(\theta_j, v_j) (j=1, 2, \dots, n)$, d_1 为资金约束, d_2 为第 i 个仓库的容积约束, d_3 表示第 i 类备件的采购周期限制, w_j 为第 j 种单位备件的仓容占用量. 那么,则库存问题可具体表示为

$$\min f(\theta, v) = \sum_{j=1}^n p_j R_j + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{\theta_j} C_j + \sum_{j=1}^n \frac{p_j h_j v_j^2}{2\theta_j} + \sum_{j=1}^n \frac{k_j (\theta_j - v_j)^2}{2\theta_j}$$

受制于

$$g_1 = \sum_{j=1}^n p_j \theta_j / 2 \leq d_1$$

$$g_{2i} = \sum_{j=1}^{e_i} w_j \theta_j \leq d_{2i} \quad (i=1,2,\cdots,k; \quad \sum e_i = n) \quad (2)$$

$$g_{3i} = \sum_{j=1}^{L_i} R_j / \theta_j \geq d_{3i} \quad (i=1,2,\cdots,S; \quad \sum L_i = n)$$

$$\theta_j \geq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n)$$

显然,这是一个非线性规划问题.对于一般的库存问题,目标函数 f 和约束 g_i 往往是凸函数,所有函数均连续可微,利用 NLP 中的 $k_u h_n$ —Tucker 条件,可以把模型 (2) 写成下列形式:

$$\begin{cases} \nabla f(\theta, V) - \sum_{j=1}^m \lambda_j \nabla g_j(\theta) = 0 \\ g_j(\theta) \geq 0 \\ \lambda_j g_j(\theta) = 0 \quad (j=1,2,\cdots,m) \\ \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

也就是

$$\begin{cases} -\frac{R_j}{\theta_j^2} C_j - \frac{p_j h_j V_j^2}{2\theta_j^2} - \frac{k_j(\theta_j - r_j)^2}{2\theta_j^2} + \frac{k_j(\theta_j - r_j)}{\theta_j} + \frac{\lambda_1 p_j}{2} + \sum_{i=1}^k \lambda_{i+1} w_i - \sum_{i=1}^s \frac{\lambda_{i+k+1} R_j}{\theta_j^2} = 0 \\ \frac{p_j h_j r_j}{\theta_j} - \frac{k_j(\theta_j - r_j)}{\theta_j} = 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \\ d_1 - \sum_{j=1}^n \frac{p_j \theta_j}{2} \geq 0 \\ d_{2i} - \sum_{j=1}^{e_i} w_j \theta_j \geq 0 \quad (i=1,2,\cdots,k) \\ \sum_{j=1}^{L_i} \frac{R_j}{\theta_j} - d_{3i} \geq 0 \quad (i=1,2,\cdots,S) \\ \lambda_1 (d_1 - \sum_{j=1}^n \frac{p_j \theta_j}{2}) = 0 \\ \lambda_{i+1} (d_{2i} - \sum_{j=1}^{e_i} w_j \theta_j) = 0 \quad (i=1,2,\cdots,k) \\ \lambda_{i+k+1} (\sum_{j=1}^{L_i} \frac{R_j}{\theta_j} - d_{3i}) = 0 \quad (i=1,2,\cdots,S) \\ \lambda_\mu \geq 0 \quad (\mu=1,2,\cdots,(1+k+S)) \end{cases} \quad (4)$$

通过联立求解上述方程, 得到 θ_j , λ_{μ} , 使得目标函数最小.

在此基础上, 设 β_{ij} 为第 i 种备件与第 j 种备件的数量结构比例, 即

$$\beta_{ij} = \frac{\theta_i}{\theta_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

从而, 得到备件品种结构比例矩阵

$$\beta = [\beta_{ij}]_{n \times n}$$

而备件资金结构比例矩阵为

$$\alpha = [\alpha_{ij}]_{n \times n}$$

$$\text{其中, } \alpha_{ij} = \frac{p_i \theta_i}{p_j \theta_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

如果需要计算各类备件的比例, 只要把各类备件的值合并, 如机械、电气备件分别合并, 即可算得各类备件之间的结构比例.

由以上模型算得的备件结构比例, 是最优的结构比例. 在实际计算时, 考虑品种繁多和计算机容量限制, 首先应把需要量相似的备件或需配套备件或性质相似备件合并为一小类, 采用加权平均法计算出此类备件的平均价 ($\bar{p}$), 这样, 即可大大减少备件的计算总量. 同时, 要考虑需求 R 与进货时间延迟 L 的状况. 此时, 由 R 与 L 构成的两次到货期间的需求量 $R_{(T+L)}$ 是一个复合随机变量. 根据 clark 推导^[4], 安全存量的算式为: $S = [(T+L)\sigma_R^2 + R^2\sigma_L^2]^{\frac{1}{2}}$. 若以 $\bar{L}_j, \sigma_{L_j}$ 表示 j 种备件的到货延迟期 L_j 的均值与标准差, σ_{R_j}, β_j 表示 j 种备件的需求标准差和安全系数, 并用 t_{2j} 表示允许适度缺货时间, 那么, 结合本文优化模型, S 的算式应修正为:

$$S_j = \bar{R}_j(\bar{L}_j - t_{2j}) + \beta_j \left[\left(\frac{R_j}{\theta_j} + \bar{L}_j - t_{2j} \right) \sigma_{R_j}^2 + R_j^2 \sigma_{L_j}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

其中:

$$t_{2j} = (\theta_j - V_j)/R_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

这是因为模型 (1) 中 $f(\theta, v)$ 函数, 包括允许适度缺货的部分, 故不允许缺货时间为 $(L_j - t_{2j})$, 并取 $\bar{L}_j - t_{2j} < 0$ 时为零.

不失一般性, 设几种备件均服从同一随机分布. 则模型 (2) 应作如下修正:

在 $f(\theta, v)$ 中加入一项: $\Sigma p_j S_j (1 + h_j)$; 在函数 g_1 和 g_{2i} 中, 分别加上 $p_j S_j$ 和 $\Sigma w_j S_j$, 并作相应变换即得到修正后的模型 (4).

3 加强管理, 促使备件结构合理化

备件结构的合理化, 还需要采取一系列管理措施, 主要有:

(1) 科学定义备件的各项属性, 正确划分备件的归属, 这是优化备件结构的前提条件.

(2) 加强对库存时限的控制研究.

(3) 把握库存控制的重点. ABC 分类法, 是实用有效的一种库存控制方法, 需要进一步的实践和研究, 使之更有效地应用于备件管理.

(4) 进一步探讨备件管理指标体系的设置. 为上级管理部门加强指导和改进管理提供依据.

(5) 深入研究备件管理的体制. 不同的模式则备件的供应、库存与结构也有所区别.

(6) 进一步研究和完善计算机辅助备件管理系统. 没有计算机, 要实现结构的优化是不可想象的. 它的开发、应用与完善, 乃是实现备件结构优化和备件管理现代化的必备条件, 也是管理现代化的重要内容之一.

参考文献

- 1 金锡 万等. 宝钢备件库存结构分析系统研究, 华东冶金学院, 宝钢备件库存结构分析系统课题组, 综合报告, 1995, 10.
- 2 王国章等. 冶金企业设备管理, 北京: 冶金工业出版社, 1983.6
- 3 Han S p etc. Exact penalty Functions in Non linear Programming. Math. programming, 1979, 17: 251-269
- 4 Clark C E. MathematicAl Analysis of an Inventory case. ops. Res. 1957, 1(5): 627-643