

论基于 FAHP 法的医药物流供应商选择

李利华,胡正东^①,殷雄才^②

(长沙理工大学 交通运输工程学院,湖南 长沙 410004)

[摘要] 构建医药供应链联盟是降低医药产品流通成本的重要途径之一,而合理选择医药物流供应商是成功组建医药供应链联盟的重要环节。文章在分析医药物流特殊性的基础上,探讨了影响医药物流供应商选择的主要因素,构建了医药物流供应商选择的层次结构评价模型,提出了基于模糊层次分析法的医药物流供应商综合评价方法,通过该方法实现了对最终医药物流供应商的优选。实例分析表明该方法具有合理性与便捷性。

[关键词] 模糊层次分析法; 供应商选择; 供应链联盟; 医药物流企业

[中图分类号] F506 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2012)05-0054-05

医药是一种特殊的商品,它关系到人民群众的生命安全和健康保障。近年来,随着我国经济的发展,人们对医药的需求持续增长,医患矛盾也日益突出。普遍认为,药价高企是导致医患关系紧张的重要因素之一,药品降价已成为医药行业发展必须面临的主要问题。只有加强医药供应链企业之间的合作,建立医药供应链联盟,才能为进一步降低医药价格创造更大的空间。随着我国医改新政的实施,医药物流企业现已成为组成医药供应链的重要环节。

医药供应链联盟物流供应商是指为医药供应链提供物流服务的企业,一般是指第三方医药物流企业。而物流供应商的选择是影响医药供应链联盟效率的重要因素。因此,研究医药物流供应商的选择对构建高效的医药供应链联盟具有十分重要的意义。

一 医药物流的特殊性分析

医药产品不同于其它一般产品,它除了具有一般商品具有的性质外,还具有诸多特殊性。医药产品的特殊性也给医药物流提出了更高的要求。医药物流的特殊性主要体现在以下几个方面:

(一) 物流对象的特殊性

医药是一种特殊商品,属于准公共产品的范畴,其特殊性主要表现在三个方面。

第一,种类的复杂性。目前世界上有药物 2 万余种。我国有中药制剂 5100 多种,西药制剂 4000

多种,加起来有近万种;中药材 5000 余种,其中常用的有 500 余种。同一品种又有不同品规和剂型。如,药品的常用剂型有:丸剂、糖浆剂、口服液、颗粒剂、胶囊剂、片剂和茶剂等。整体看来,药品涉及的种类繁多,药品的复杂性可想而知。因此,医药产品对物流的专业性要求更高。

第二,质量要求的严格性。药品不同于其它产品,它与人民的生命安全联系紧密,因而对其质量的要求非常高,只有保证了质量,才能确保用药安全,才可以有效地防止药源性疾病的发生。《药品管理法》规定:所有不合格药品不准出厂、不准销售、不准使用。因此,国家食品药品监督管理局专门出台了《药品经营质量管理规范》,即 GSP 认证,对药品在经营过程(包括物流过程)中的质量安全作出了具体规定,以确保药品安全。

第三,效益的无价性。黄金有价药无价,药品是关系人类生死存亡和种族繁衍的特殊商品。有些药品,虽然质量轻,但价值大,影响深远。尤其是在遇到紧急情况时,其价值更是无法估量。因而,对物流的及时性提出更高的要求。

(二) 储存要求的特殊性

药品不同其它一般物品,其仓储条件与规则是有严格规定的,其具体的要求是按 GSP 条款执行。具体包括以下条款:

第一,药品应按规定的温度、湿度条件储存。药

[收稿日期] 2012-06-25

[基金项目] 湖南省教育厅科研项目资助(编号:11C1076);衡阳市社会科学基金项目资助(编号:2011B(F)020)

[作者简介] 李利华(1979-),男,湖北红安人,长沙理工大学交通运输工程学院讲师。

^①南华大学副教授;^②长沙理工大学交通运输工程学院学生。

品包装上标示具体储存条件的,按标示要求储存;没有标示的,按常温 2~30℃、阴凉 2~20℃、冷藏 2~8℃ 储存。储存药品相对湿度为 35%~75%。

第二,药品应按批号堆码,不同批号的药品不得混垛。垛间距不小于 5 厘米,与仓间墙、顶、温度调控设备及管道等设施间距不小于 30 厘米,与地面的间距不小于 10 厘米。

第三,麻醉药品、第一类精神药品应专库(柜)存放,毒性中药材及中药饮片应设置专用仓库,均由双人双锁保管,专人管理,专账记录;第二类精神药品应专库(柜)存放,专人管理,专账记录。

第四,药品与非药品、外用药与其他药品分开存放;中药材和中药饮片与其他药品分库存放;名称易混的药品分别存放;性能相互影响的药品分别存放。

第五,储存药品应针对具体情况采取避光、遮光、通风、防潮、防虫、防鼠等措施,储存药品应避免阳光直射;等等。

(三) 配送要求的特殊性

GSP 对药品运输的相关规定主要有:

第一,企业运输药品应使用封闭式运输车辆。

第二,对有温度要求药品的运输,应采取相应的保温或冷藏措施。

第三,药品运输时,应针对运送药品的包装条件及道路、天气状况,采取相应措施,防止药品破损以及因天气异常情况对药品造成的影响。

二 影响医药物流供应商选择的主要因素

本文广泛调研和查阅相关研究文献^[1-2]的基础上,认为货损货差状况、及时配送状况、设施设备状况和单位物流成本等四个指标是影响医药物流供应商选择的主要因素。

(一) 单位物流成本

物流成本是指产品的空间移动或时间占有中所耗费的各种活劳动和物化劳动的货币表现。具体的说,它是产品在实物运动过程中,如包装、搬运装卸、运输、储存、流通加工等各个活动中所支出的人力、物力和财力的总和。单位物流成本是衡量物流效果好坏的重要指标之一,它也是企业获取物流收益的重要途径。单位物流成本可通过如下公式进行计算:

单位物流成本 = $\frac{\text{物流总成本}}{\text{物流总量}}$

(二) 及时配送状况

药品的及时配送是指医药物流企业将要求配送的药品在规定的时间内送到指定的地点。药品的及

时配送状况一般用及时配送率来表现,其常用的计算公式有两种:

及时配送率 = $\frac{\text{及时配送的药品箱数}}{\text{配送的药品总箱数}} \times 100\%$

及时配送率 = $\frac{\text{及时配送的药品价值}}{\text{配送的药品总价值}} \times 100\%$

(三) 设施设备状况

医药物流企业的设施设备包括医药物流中心的占地规模、配送车辆的数目、信息系统的配备、先进物流技术的使用等诸多内容。医药物流企业的设施设备状况好坏的评价方法有很多种,大体可分为定性评价和定量评价两大类。定性评价可采取聘请相关领域的专家,通过实地观察,根据经验进行评价的方法,该方法评价速度快,操作简单,但评价结果较为粗糙。定量的评价方法可通过设计相关评价指标,按照相应规则,逐项进行评分,并进行加权,评分高者,其设施状况好;反之亦然。

(四) 货损货差状况

医药物流企业的货损货差是指医药产品在物流过程中所造成的损失和差错,如在装卸、储存、运输等过程中造成的差错与损失,其中不包括在物流环节中由人力不可抗拒的自然灾害所造成的事故损失。医药物流企业的货损货差一般用货损货差率进行描述。其常用的计算公式有两种:

货损货差率 = $\frac{\text{出现货损货差的药品箱数}}{\text{物流药品的总箱数}} \times 100\%$

货损货差率 = $\frac{\text{出现货损货差的药品价值}}{\text{物流药品的总价值}} \times 100\%$

三 FAHP 基础理论

模糊层次分析法(Fuzzy Analytical Hierarchy Process, FAHP)是一种将定性分析与定量分析有机结合起来的系统分析方法,为我们解决难以完全用定量方法进行分析决策的问题,提供了一种有效的方法和手段,并在诸多领域得到了广泛的应用^[3-6]。由于医药供应链联盟物流供应商的选择是一个多目标、多因素、多层次的复杂系统,其决策过程也很难单独依靠定量方法加以解决。为此,本文将利用模糊层次分析法对这一问题进行研究,从而使整个决策过程变得更为简便和合理。

(一) 模糊互补判断矩阵权重的计算及权重矩阵的构建

若矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n} (i = 1, 2, L, n; j = 1, 2, L, n)$ 为模糊互补矩阵,则可通过式(1)求解其权重^[7]:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n r_{ij} + \frac{n}{2} - 1}{n(n-1)} \tag{1}$$

则称 $W = (w_1, w_2, L, w_n)^T$ 为模糊互补判断矩阵 R 的权重向量或称为排序向量,其中 $\sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0$ ($i = 1, 2, L, n$)。

若 $R(r_{ij})_{n \times n}$ 为模糊互补判断矩阵, $W = (w_1, w_2, L, w_n)^T$ 是 R 的权重向量, $i, j = 1, 2, L, n$, 则称 $W^* = (w_{ij})_{n \times n}$ 为 R 的权重矩阵^[8], 其中

$$w_{ij} = w_i - w_j + 0.5 \quad (2)$$

(二) 模糊互补判断矩阵的相容性与一致性检验

1、模糊互补判断矩阵的一致性检验

由式(1)计算出模糊互补判断矩阵 R 的权重值后,要对权重值的合理性进行一致性检验。陶春柳, 陆宗斌推导出一种计算模糊互补判断矩阵一致性指标的方法:若 R 是模糊互补矩阵, W 为 R 的权重矩阵, 则称 $CI(R, W)$ 为 R 的一致性指标^[5], 其中

$$CI(R, W) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |r_{ij} - w_{ij}| \quad (3)$$

若 $CI(R, W) \leq \alpha$ (α 为决策者的态度), 则认为矩阵 R 符合满意一致性。其中, α 值的大小表明决策者对模糊互补判断矩阵要求的高低, α 越小表明决策者对模糊互补判断矩阵的要求越高;反之,则表明决策者对模糊互补判断矩阵的要求越低。一般情况下,可取 $\alpha = 0.1$ 。如果检验的结果不能满足一致性要求,则表明此时将权向量的计算结果作为决策依据是不可靠的,需返回专家组进行重新评价,重新设置模糊互补判断矩阵。

2、模糊互补判断矩阵的相容性检验

在实际问题中,通常是由多个(设为 k 个, $k = 1, 2, \dots, m$) 专家分别给出模糊互补判断矩阵 R_k , 其中 $R_k = (r_{ij}^k)_{n \times n}, k = 1, 2, L, m$ 。这种情况下,除了要按如前所述计算出 W^k ($W^k = w_1^k, w_2^k, L, w_n^k, k = 1, 2, L, n$), 并检验判断矩阵 R_k 的满意一致性,还必须对判断矩阵间的相容性进行检验。

设 $R_k = (r_{ij}^k)_{n \times n}; R_l = (r_{ij}^l)_{n \times n}; k \neq l; k, l = 1, 2, L, m$, 若 R_k, R_l 都是模糊互补矩阵, 则称 $CI(R_k, R_l)$ 为 R_k, R_l 的相容性指标^[8], 其中

$$CI(R_k, R_l) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |r_{ij}^k - r_{ij}^l| \quad (4)$$

若 $CI(R_k, R_l) \leq \alpha$, 则认为矩阵 R_k, R_l 符合满意相容性。 α 的意义及取值原则同前所述。如果检验的结果不能满足相容性要求,也需返回专家组进行重新评价,重新设置模糊互补判断矩阵。

(三)FAHP 的一般步骤

1、根据决策要求,建立求解问题的层次递阶结

构模型

通过分析求解问题,确定求解问题的目标层、准则层(有必要时可考虑建立子准则层)和方案层,并建立求解问题的递阶层次结构模型。

2、构建模糊互补判断矩阵,进行层次单排序

分别建立各指标对各方案的模糊互补判断矩阵,运用公式(1)对权重进行计算,并对权重矩阵和指标矩阵进行相容性与一致性检验;若矩阵满足相容性与一致性要求时,则求出的权重系数,即为层次单排序结果。

3、进行层次总排序

在层次单排序的基础上,求出各方案的优先次序,即进行层次总排序。

四 实例分析

某医药供应链联盟为了进一步降低医药流通成本,拟从四家医药物流企业中选择一家企业作为其物流供应商。

(一)建立医药物流供应商选择的层次递阶结构模型

如前所述,影响医药物流供应商选择的主要因素有四个:单位物流成本、及时配送状况、设施设备状况、货损货差状况,据此建立了医药物流供应商选择的层次结构模型,如图 1。

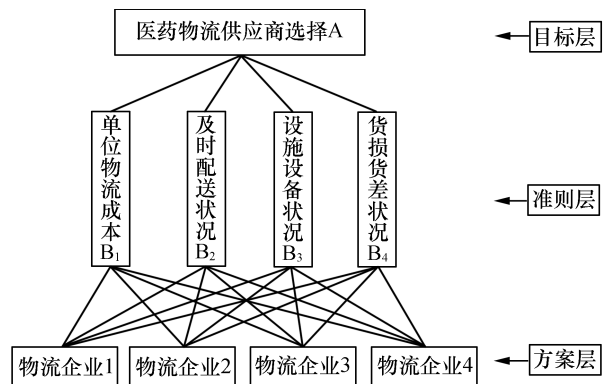


图 1 医药物流供应商选择的层次结构模型

(二)构建模糊互补判断矩阵,进行层次单排序

1、权重矩阵的确定

假设由两名该领域专家对图 1 中的 $B_1、B_2、B_3、B_4$ 四个指标作两两比较判断,得到权重模糊互补判断矩阵 A_1, A_2 。

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.6 & 0.6 \\ 0.6 & 0.5 & 0.7 & 0.7 \\ 0.4 & 0.3 & 0.5 & 0.5 \\ 0.4 & 0.3 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.6 & 0.5 \\ 0.7 & 0.5 & 0.8 & 0.7 \\ 0.4 & 0.2 & 0.5 & 0.4 \\ 0.5 & 0.3 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix}$$

根据式(1),分别计算得到两名专家确定的 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 四个指标的权重向量为

$$W_1 = (0.258 \quad 0.292 \quad 0.225 \quad 0.225)$$

$$W_2 = (0.242 \quad 0.308 \quad 0.208 \quad 0.242)$$

根据式(2),可计算出模糊互补矩阵的权重矩阵分别为:

$$W_1^* = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.467 & 0.533 & 0.533 \\ 0.533 & 0.5 & 0.567 & 0.567 \\ 0.467 & 0.433 & 0.5 & 0.5 \\ 0.467 & 0.433 & 0.433 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$W_2^* = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.434 & 0.534 & 0.5 \\ 0.566 & 0.5 & 0.6 & 0.566 \\ 0.466 & 0.4 & 0.5 & 0.466 \\ 0.5 & 0.434 & 0.534 & 0.5 \end{bmatrix}$$

根据式(3)和式(4),可分别算出上述模糊互补矩阵的一致性与相容性指标,并取 $\alpha = 0.1$,可得:

$$CI(A_1, A_2) = 0.05 < 0.1$$

$$CI(A_1, W_1^*) = 0.067 < 0.1$$

$$CI(A_2, W_2^*) = 0.075 < 0.1$$

由以上计算结果可知,两个判断矩阵均满足相容性和一致性要求,因此, B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 四个指标的权重向量值是可靠和有效的。

采取简单平均法综合两个专家的意见后,得到总权重向量:

$$W = (0.25 \quad 0.3 \quad 0.22 \quad 0.23)。$$

2、指标矩阵的确定

依次按 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 四个指标,对 4 个医药物流企业建立模糊互补判断矩阵。由专家经过两两比较得到模糊互补判断矩阵 A^* 。为论述简单,我们仅选一位专家进行评判。

价格水平 B_1 的模糊互补判断矩阵:

$$A_1^* = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.5 \\ 0.3 & 0.5 & 0.6 & 0.7 \\ 0.4 & 0.4 & 0.5 & 0.6 \\ 0.5 & 0.3 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

服务范围 B_2 的模糊互补判断矩阵

$$A_2^* = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.5 & 0.8 \\ 0.4 & 0.5 & 0.4 & 0.7 \\ 0.5 & 0.6 & 0.5 & 0.8 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix}$$

设施设备 B_3 的模糊互补判断矩阵

$$A_3^* = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.7 & 0.6 \\ 0.6 & 0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.4 \\ 0.4 & 0.7 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix}$$

人员素质 B_4 的模糊互补判断矩阵

$$A_4^* = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.4 & 0.6 \\ 0.6 & 0.5 & 0.5 & 0.7 \\ 0.6 & 0.5 & 0.5 & 0.7 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}$$

由式(1),分别算出 4 个备选企业在各个因素上的权重,即排序向量,并进行规一化处理,可得:

$$W_1^* = (0.275 \quad 0.258 \quad 0.242 \quad 0.225)$$

$$W_2^* = (0.276 \quad 0.244 \quad 0.276 \quad 0.204)$$

$$W_3^* = (0.276 \quad 0.224 \quad 0.224 \quad 0.276)$$

$$W_4^* = (0.242 \quad 0.275 \quad 0.275 \quad 0.208)$$

参照前节相似的方法对以上四个矩阵进行一致性检验(相关计算略去),可以验证,将其作为决策的可靠性。

由以上计算可得出综合判断矩阵

$$W^* = \begin{bmatrix} 0.275 & 0.258 & 0.242 & 0.225 \\ 0.276 & 0.244 & 0.276 & 0.204 \\ 0.276 & 0.224 & 0.224 & 0.276 \\ 0.242 & 0.275 & 0.275 & 0.208 \end{bmatrix}$$

如果有多位专家参与评价,则可用加权平均法来求得综合判断矩阵,并进行相容性检验。

(三)层次总排序及物流供应商的选择

由以上计算可知,各因素权重矩阵及指标权重矩阵均符合一致性与相容性要求,综合考虑以上评价,可得出该医药供应链联盟物流供应商的综合评价结果

$$E = WW^* = (0.25 \quad 0.3 \quad 0.22 \quad 0.23)$$

$$g = \begin{bmatrix} 0.275 & 0.258 & 0.242 & 0.225 \\ 0.276 & 0.244 & 0.276 & 0.204 \\ 0.276 & 0.224 & 0.224 & 0.276 \\ 0.242 & 0.275 & 0.275 & 0.208 \end{bmatrix}$$

$$= (0.268 \quad 0.250 \quad 0.256 \quad 0.226)$$

根据以上计算结果可知,各备选医药物流企业的排序为:企业 1f 企业 3f 企业 2f 企业 4f。按照最大隶属度原则,该医药供应链联盟应选择第一家物流企业作为其物流供应商。

五 结语

本文结合医药物流的特点,构建了评价医药物流企业的层次结构模型,并运用模糊层次分析法对

各备选医药物流企业进行综合评价,得出了最优的选择方案。该方法能有效地将定性评估与定量分析结合起来,并在实际运用中取得较好效果。同时该方法还可广泛用于解决其它复杂的多目标评价和方案的优选。

[参考文献]

[1] 洪怡恬. 物流企业评价指标体系构建的探讨[J]. 物流技术, 2008(10):93-95.
[2] 陈发荣, 张怀胜. 物流企业竞争能力评价体系构建[J]. 商业时代, 2006(29): 12-13.
[3] 赵淑杰, 唐德善, 曹 静. FAHP 在农村小水电生态效益评价中的应用[J]. 水电能源科学, 2010, 28(1): 130-132.

[4] 姬东朝, 宋笔锋, 喻天翔. 模糊层次分析法及其在设计方案选优中的应用[J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(11): 1692-1694.
[5] 陶春柳, 陆宗斌. 基于模糊层次分析法的苏州港竞争力研究[J]. 宁夏大学学报:自然科学版, 2010, (3): 284-288.
[6] 桂黄宝, 赵付民. 基于模糊层次分析法(fuzzy)合作技术创新伙伴选择研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2007(9): 50-54.
[7] 徐泽水. 模糊互补判断矩阵排序的一种算法[J]. 系统工程学报, 2001, 16(4):311-314.
[8] 徐泽水. 模糊互补判断矩阵的相容性及一致性研究[J]. 解放军理工大学学报:自然科学版, 2002, 3(2): 94-97.

Pharmaceutical Logistics Provider Selection Based on FAHP

LI Li-hua, HU Zheng-dong, YIN Xiong-cai

(Changsha University of Science and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: Construction of the alliance of the pharmaceutical supply chain is an important way to reduce the cost of pharmaceutical products, while the reasonable choice of pharmaceutical logistics provider is an important part of the successful construction. On the basis of analyzing the particularity of the pharmaceutical logistics, this paper discusses the main influence factors of selecting pharmaceutical logistics providers, constructs the evaluation model for the hierarchical structure of pharmaceutical logistics providers, and puts forward comprehensive evaluation method for medicine-logistics enterprises based on fuzzy analytic hierarchy process (FAHP), which can realize the final optimization of pharmaceutical logistics provider selection. Empirical analysis shows rationality and convenience of this method.

Key words: fuzzy analytical hierarchy process; provider selection; supply chain alliance; pharmaceutical logistics enterprises