

基于有向加权网络的设施管理综合服务商评选模型

曹吉鸣, 汤洪霞, 田 哲

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 提出基于有向加权网络的设施管理(FM)综合服务商评选模型。在对设施管理供应商进行分级处理的基础上,明晰多级供应商评价指标体系和企业合作性程度评价指标体系,并分别用于设施管理供应商网络点权和边权评价。通过基于层次分析法(AHP)的模糊综合评价法对设施管理供应商有向加权网络点权、边权进行赋值,构建设施管理多级供应商选择模型,并采用最短路径法对模型进行求解。最后,通过案例模拟验证了模型的实用性和可操作性。

关键词: 设施管理(FM);服务供应商;有向加权网络

中图分类号: F273.7

文献标志码: A

Evaluation and Selection Model of Facility Management Integrated Service Supplier Based on Directed Weighted Network

CAO Jiming, TANG Hongxia, TIAN Zhe

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: A supplier evaluation and selection model of facility management (FM) based on directed weighted network was proposed. Based on the hierarchical treatment of facility management suppliers, the multi-level supplier evaluation index system and the enterprise cooperation degree evaluation index system were clarified, and were used to evaluate the facility management supplier network point rights and border rights respectively. The fuzzy comprehensive evaluation method based on analytic hierarchy process (AHP) was used to assign the directed weighted network point weight and edge weight of facility management suppliers, then a multi-level facility management supplier selection model was constructed, and the shortest path method was adopted to solve the model. Finally, a case simulation was

analyzed to illustrate the practicability and operability of the proposed model.

Key words: facility management (FM); service supplier; directed weighted network

设施管理(FM)是指在建成环境中整合人员、空间和流程,以提高人们生活质量和核心业务生产率为目标的一项组织职能^[1]。在经济全球化推动下,国内外越来越多的企业选用整合设施管理(IFM)外包模式。IFM核心目标是提供高效的工作场所解决方案、控制服务复杂性、支持组织核心业务的目标实现和持续增长,并建立长期互惠互利的战略合作伙伴关系^[2]。设施管理供应商选择是建立战略合作伙伴关系的前提及核心,但供应商种类繁多、地域差异大,存在甲乙双方权责不清晰、服务水平差异大等问题,使得设施管理供应商体系的多级性、地域性和复杂性日益凸显。因此,采用IFM外包模式的企业亟需对错综复杂的供应商体系进行梳理并制定科学有效的设施管理综合服务商评选方法。

供应链中供应商选择是一种结合战略决策、标准制定、模型构建及实证的综合应用,对组织战略决策的成功实施至关重要,已引起众多研究者的关注^[3]。当前,针对供应商评价的研究聚焦于评价指标选取和权重分析,并主要针对制造业的供应商。随着供应链管理在组织管理中重要性的不断提升,供应商评价指标维度也不断深化。IFM服务外包过程中已不再简单地以成本为导向,而是更加重视设施管理在企业运营中的战略地位^[4]。尤筱玥等^[5]将外包供应商选择准则分为服务质量、价格与成本、沟通与协调以及研发和创新等四类,并运用区间二元语义多准则妥协解排序(VIKOR)模型对外包供应商进行评价及排序。

收稿日期: 2019-05-02

基金项目: 国家自然科学基金(71874123,71704162);教育部人文社会科学研究青年基金(17YJC630184)

第一作者: 曹吉鸣(1960—),男,教授,博士生导师,工学博士,主要研究方向为项目管理、设施管理。

E-mail: caojm@tongji.edu.cn

通信作者: 汤洪霞(1988—),女,博士生,主要研究方向为设施管理、工程项目管理。

E-mail: happy18023202@126.com



论文
拓展
介绍

Khalilzadeh等^[6]针对不确定环境下的绿色供应链网络,提出一种多目标供应商辨识模型。此外,部分学者探寻不同的研究方法用于供应商评价和选择。范琛等^[7]针对供应商选择问题,综合层次分析法(AHP)、主成分分析法(PCA)与数据包络法(DEA)等3种方法应用在供应商评价中。Matawale等^[8]检验和比较了模糊多级多目标决策方法与模糊理想解法(TOPSIS)和模糊比率分析多目标优化(MOORA)技术在供应商选择方面的潜在应用。毛人杰等^[9]针对第三方供应商可持续性评估模型的缺陷,提出采用随机AHP和三角模糊数理论对评估模型进行优化。目前国内外学者对供应商选择的研究集中于对定量方法的创新应用,并且有学者通过网络寻求最优路径的方法来解决供应商网络合作伙伴的选择问题。

在已有研究的基础上,基于供应商管理理论,提出设施管理供应商网络概念,并制定设施管理供应商分级方法。同时,引入有向加权网络应用于设施管理多级供应商网络的构建,并给出边权、点权的评价和计算方法。最后,提出了设施管理综合服务商评选模型。

1 设施管理供应商网络构建

1.1 设施管理供应商分级

设施管理供应商网络是指由为甲方企业提供设施管理服务的所有存在着竞争和合作关系的服务供应商构成的网络结构,其核心为设施管理综合服务商。结合文献分析和实践研究,根据供应商提供的产品或服务对设施管理业务整体的影响程度,将设施管理供应商分为3个级别,即设施管理综合服务商、专业服务供应商(如安全、环境、工程改造、餐饮、班车等服务供应商),以及物资或劳务供应商(如各类专业设备和物料的供应商、专项检测等委外服务供应商、委外人员招聘服务供应商等)^[10]。设施管理供应商网络层级如图1所示。

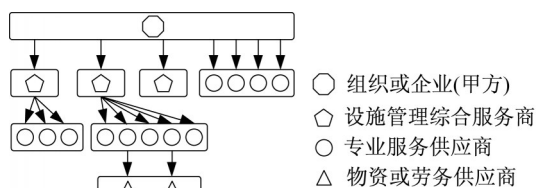


图1 设施管理供应商网络层级

Fig.1 Network hierarchy of facility management suppliers

1.2 设施管理供应商网络构型

对于设施管理供应商有向加权网络,主要构成

要素是节点、边、边权、连线方向等。其中,节点代表甲方企业及各类供应商企业,供应商的层级决定了节点之间的差异。边代表2个相连节点之间的关系,具体表现在2个层面:一是业务层面,即2个节点之间存在业务往来;二是关系层面,即节点之间存在竞争或合作关系。边权代表节点之间的关系紧密程度,权值越大,关系越紧密。对于节点连线方向,考虑现实场景,一般是上级供应商选择次级供应商,因此规定节点间的连线方向为上级供应商节点指向次级供应商节点。

在设施管理供应商网络中,点权值表示对设施管理各级供应商企业的评价结果,由供应商服务水平、企业资质、人事管理等因素综合决定。边权值代表互相连接的2个节点企业合作性程度的评价结果,是对服务需求方和供应商之间关系的度量,描述节点企业之间互相影响、互相作用的程度。设施管理供应商的多级性特征明显,故在对供应商评价时不宜采用统一标准,而应按分级进行评价,得到相应权值,进而构建设施管理多级供应商有向加权网络。设施管理多级供应商有向加权网络构建流程如图2所示。

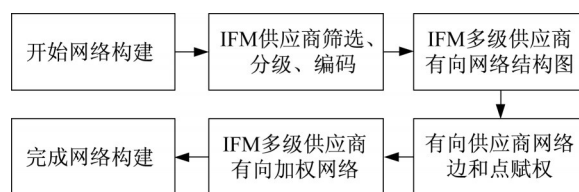


图2 设施管理多级供应商有向加权网络构建流程

Fig.2 Construction process of directed weighted network for facility management multi-level suppliers

2 多级供应商评价

2.1 点权、边权评价指标体系构建

2.1.1 多级供应商评价指标

通过对设施管理综合服务招标资料(技术标)、专业服务招标资料(技术标)及采购评分标准体系资料等的梳理,共选取设施管理供应商评价标准清晰完整、规则详尽的18份资料作为设施管理多级供应商评价指标的统计分析基础。其中,设施管理综合服务招标资料12份,专业服务招标资料6份。通过统计分析,筛选了15种设施管理供应商评价指标,并进行了重要性排序。设施管理多级供应商评价指标的统计结果如表1所示。

表 1 设施管理多级供应商评价指标的统计结果

Tab.1 Statistical results of evaluation indicators for facility management multi-level suppliers							
重要性 排序	评价指标	18份统计资料中评价指标					
		设施管理综合服务商 招标资料/份	占比/%	专业服务招标资料/份	占比/%	合计	合计占比/%
1	服务质量	12	100	6	100	18	100
2	供应商管理	10	83	5	83	15	83
3	应急预案	9	75	6	100	15	83
4	经营资质	10	83	3	50	13	72
5	人员管理	10	83	3	50	13	72
6	响应及时性	9	75	3	50	12	67
7	业绩水平	9	75	2	33	11	61
8	业务标准化	8	67	3	50	11	61
9	人员流失率	7	58	3	50	10	56
10	合规性	8	67	2	33	10	56
11	专项资质	3	25	6	100	9	50
12	创新能力	7	58	1	17	8	44
13	客户满意度	8	67	0	0	8	44
14	员工培训	7	58	1	17	8	44
15	投诉管理	5	42	2	33	7	39

由表 1 的统计结果以及专家访谈得出,对供应商的评价体系应包含服务执行能力、人力执行能力和企业资质条件等 3 个方面。设施管理供应商评价指标分类如图 3 所示。

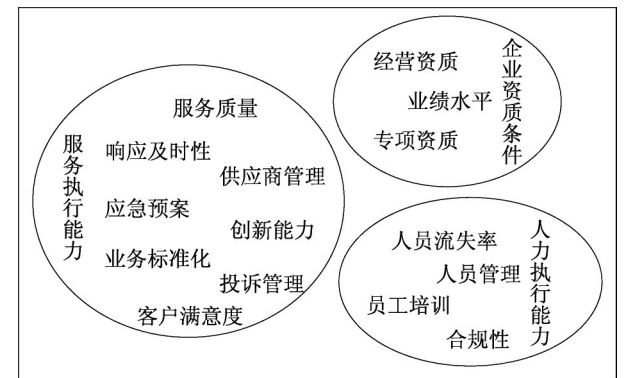


图 3 设施管理供应商评价指标分类
Fig.3 Classification of evaluation indicators for facility management suppliers

不同级别供应商设定评价指标时均应考虑这 3 个方面要素,并根据各级供应商的服务内容和企业性质等特征,结合设施管理综合服务招标文件(IFM RFP)资料库与专家访谈结果,对各级供应商评价指标进行相应调整和论证,选定 3 个级别供应商的一级评价指标和二级评价指标。设施管理各级供应商评价指标体系分别如图 4~6 所示。

2.1.2 企业合作性程度评价指标

企业合作性程度是甲方与设施管理综合服务商或上下级供应商之间的可能性合作程度。根据相关研究的综合分析得出 3 个一级指标,分别为供应商

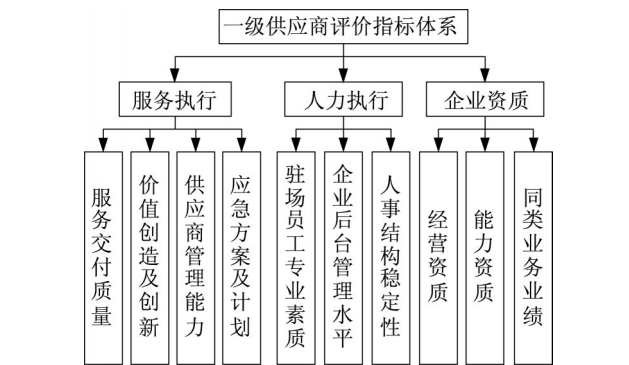


图 4 设施管理一级供应商评价指标体系
Fig.4 Evaluation index system for facility management first-level supplier

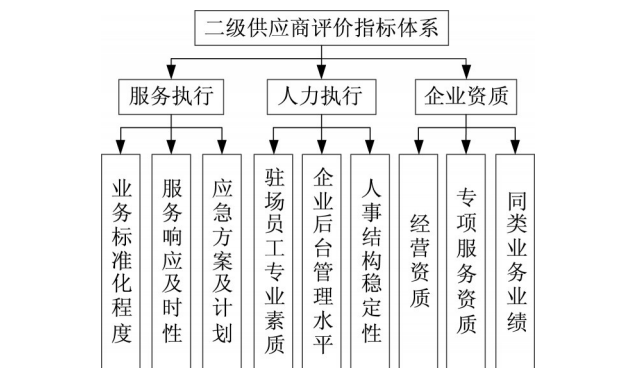


图 5 设施管理二级供应商评价指标体系
Fig.5 Evaluation index system for facility management second-level supplier

关系、合作风险和商务竞争力^[2-5,11]。IFM 外包合作中上下级之间的友好关系是影响 IFM 外包关系的重要因素,社会关系在管理服务外包关系过程中发挥着重要作用。在 IFM 项目实际操

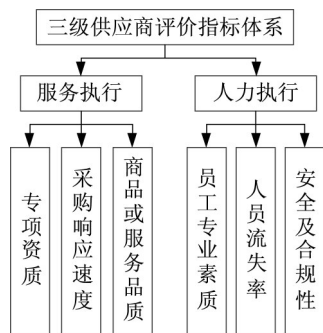


图6 设施管理三级供应商评价指标体系

Fig.6 Evaluation index system for facility management third-level supplier

作中,甲方与供应商均注重沟通的有效性。然而,企业文化具有强烈冲突的合作伙伴之间的合作关系往往潜藏着巨大危机。此外,合作者之间就合作内容有共同目标和共享价值亦至关重要。综上,“供应商关系”的二级指标设定为“沟通机制成熟度”、“目标一致性程度”和“企业文化匹配度”。

供应商网络的稳定且高效运转需要全部成员企业友好合作,但合作中的不确定性无法避免,这些不确定性带来的风险需要纳入考量。企业之间在合作中很少能做到完全信任,一旦信任失效将对合作关系和服务交付等产生不良影响。此外,信息沟通和激励的不确定性也会带来不可忽视的风险。因此,“合作风险”的二级指标设定为“信任风险”、“信息风险”和“激励风险”。

商务竞争力不仅限于商务报价这一单一因素,因为在IFM外包模式下会涉及到多项目跨区域的合作,所以除成本效益外,还需考虑规模效益。因此,“商务竞争力”的二级指标设定为“成本效益”和“规模效益”。综上,企业合作性程度评价指标体系如图7所示。

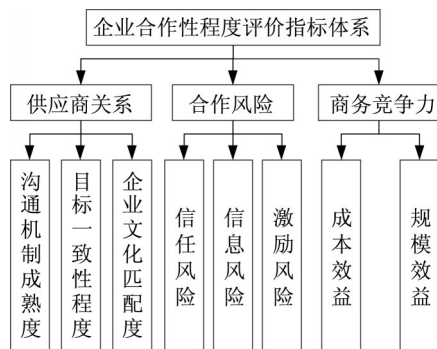


图7 企业合作性程度评价指标体系

Fig.7 Evaluation index system of enterprise cooperation degree

2.2 供应商网络点权、边权评价方法

采用基于AHP的模糊综合评价法进行边权、点权值的评价^[7,12]。具体评价步骤如下所示(以一级供应商评价为例):

(1) 确立评价指标体系

$$U = \{U_1, \dots, U_i, \dots, U_n; U_{11}, \dots, U_{ij}, \dots, U_{nm}\},$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n, j = 1, 2, 3, \dots, m$$

式中: U 代表一级供应商评价因素; U_i 代表一级指标评价因素; U_{ij} 代表二级指标评价因素。

(2) 基于AHP确定二级指标评价因素权重

$$A = (w_{11}, \dots, w_{ij}, \dots, w_{nm}), \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} = 1$$

式中: w_{ij} 表示二级指标评价因素权重。

(3) 确定评价等级

$$V = \{V_1, \dots, V_k, \dots, V_l\}, k = 1, 2, 3, \dots, l$$

式中: V_k 表示各指标因素所代表的供应商考评因素评价等级; l 表示评价等级总数。

(4) 确定评价因素隶属度

对二级指标评价因素逐个量化,得到模糊关系矩阵

$$R = \begin{bmatrix} R|u_1 \\ \vdots \\ R|u_x \\ \vdots \\ R|u_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1k} & \cdots & r_{1l} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{x1} & \cdots & r_{xk} & \cdots & r_{xl} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{p1} & \cdots & r_{pk} & \cdots & r_{pl} \end{bmatrix}$$

式中: r_{xk} 表示一级供应商从二级指标评价因素 u_x 来看对 V_k 等级模糊子集的隶属度; p 表示二级指标评价因素的总数,且 $x = 1, 2, 3, \dots, p$ 。

(5) 综合评价

利用各单因素评价结果所得的模糊评价矩阵 R 进行模糊综合评价: $B = AR$ (A 为权向量), 得到设施管理一级供应商的模糊综合评价结果。运用最大隶属原则, B 中最大值即为设施管理一级供应商模糊综合评价后所属等级。然后, 根据评价等级量化值进行加权平均, 可以算出该评价的量纲一数值。

3 设施管理综合服务商选择模型构建及求解

3.1 模型构建

3.1.1 问题分析

设施管理综合服务商选择问题分为2个步骤:

第一步为设施管理综合服务商的供应商整合方案选择,第二步为甲方企业对设施管理综合服务商的评选。首先,将设施管理综合服务商选择问题看作多阶段供应商选择问题,将供应商网络分成 K 个阶段,每个阶段定义为一个集合。供应商选择流程是从上级节点开始,沿有向连接边的方向依次向后经历各次级供应商节点,按最大点权值和边权值进行选择,依次找出每个供应商网络阶段最优的后续节点企业,构建最优供应商的多阶段组合。

每个多级供应商选择方案对应一个多级供应商有向加权网络的子网络。对于简单情况,每个供应商只会有唯一的上级供应商和唯一的次级供应商,则一个选择方案对应的子网络将会退化成原有网络中的一条路径。

然而,随着服务类别增加或服务范围扩大以及企业或项目规模变化,每级供应商的数量也会发生变化。将不同类别服务供应商进行分组,会得到多

个子网络。若考虑不同服务范畴互不影响,则子网络可视为有一部分公共边和公共点的多条路径集合。因此,只需将原问题按照服务类型划分成多个关注于不同类别服务的子问题,然后分别求解,最后相加便可在复杂的供应商有向加权网络中找到一条最优的供应商合作伙伴链条,即设施管理综合服务商最优的供应商整合方案。在得到供应商整合方案后,进行设施管理综合服务商的评价和选择。

3.1.2 模型参数

在模型求解过程中,根据所选方案对应的子网络的目标函数值大小来确定最终方案。对于目标函数所涉及的子网络点权、边权、各级供应商企业权值等多个模型参数,求解过程中需要对具体问题进行分析。根据每个供应商所提供的设施管理服务类型,将设施管理供应商网络拆解为多个不同类型的子网络,在各个子网络中求得最优结果。模型参数如表2所示。

表2 模型参数

Tab.2 Model parameters

参数	含义
e_{ab}	在多级供应商有向加权网络中点 a 到点 b 的边权值,如两点间没有边,权值为0
z_a	在多级供应商有向加权网络中点 a 的点权值
P_{ab}	上下级企业之间是否有联系的0-1变量,若上下级企业之间有联系则为1,若上下级企业之间没有联系则为0
α	不同级别供应商的权值参数,由实际管理需求决定,在不同案例中可能数值不同
l_c	不同级别供应商企业的级别
L	不同级别供应商企业的集合
G_s	一个选择方案对应的多级供应商有向加权网络的子网络
E_s	一个选择方案对应的多级供应商有向加权网络的子网络的边集合
N_s	一个选择方案对应的多级供应商有向加权网络的子网络的点集合
$f(G_s)$	设施管理综合服务商的供应商整合方案模型的目标函数。传入参数为某个代表一级供应商的点,函数值为选择此一级供应商整合方案的目标函数值
$F(G_s)$	甲方企业选择设施管理综合服务商的目标函数,即最终最优方案函数

3.1.3 目标函数

(1) 供应商整合方案

目标函数为设施管理多级供应商有向加权网络中选择的一部分子网络的点权和与边权和之和,表达式如下所示:

$$f(G_s) = f_E(G_s) + f_N(G_s)$$

式中: G_s 为选择方案对应的子网络, $G_s = \{E_s, N_s\}$; $f_N(G_s)$ 为计算点权部分, $f_N(G_s) = \sum_{a \in N_s} z_a \alpha_{l_c}$; $f_E(G_s)$ 为计算边权部分, $f_E(G_s) = \sum_{a, b \in N_s} P_{ab} e_{ab}$ 。

(2) 设施管理综合服务商评选

对设施管理综合服务商的评价包含3个部分:一是候选设施管理综合服务商的最优供应商整合方案评分,二是设施管理综合服务商自身评价价值,三是

甲方企业与各设施管理综合服务商间的合作性程度评价价值。设甲方企业为 X ,设施管理综合服务商为 A_q ,则设施管理综合服务商评分为

$$F(A_q) = f(A_q) + e_{XA_q} + z_{A_q}$$

比较各设施管理综合服务商的评分,可以决定最终选择哪个设施管理综合服务商及其多级供应商整合方案。

3.2 设施管理综合服务商选择模型求解

模型求解的难点在第一阶段,即设施管理综合服务商的供应商整合方案求解。最优供应商整合方案即为设施管理供应商有向加权网络中符合问题情况且目标函数值最大的子网络,将选用最短路径法进行求解。

最短路径法用于求解图结构中的一点到另一点

的最短路径^[13],但在供应商整合方案问题中,对目标函数值的期望越大越好。为了方便应用最短路径法,将对网络的边权做一个取相反数操作。同时,由于最短路径法只考虑边权,需要将点权和边权融合在一起。融合的方式是将每条有向边的边权改为原网络中边权与边终点的点权之和,记从 a 到 b 的边的新边权为 e'_{ab} ,即

$$e'_{ab} = (e_{ab} + z_b \alpha_b) P_{ab}$$

这样就可将原有网络中需单独考虑的供应商级别系数与点权、边权融合为一个值,视为新的边权进行计算。在采用最短路径法求解时,只需在包含新边权的有向网络中找出一条边权和最大的子网络。此时,目标函数中 $f_E(G_s)$ 和 $f_N(G_s)$ 两部分可合并成为一部分,即

$$f(G_s) = \sum_{a,b \in N_s} e'_{ab}$$

设施管理综合服务商评选模型框架如图8所示。

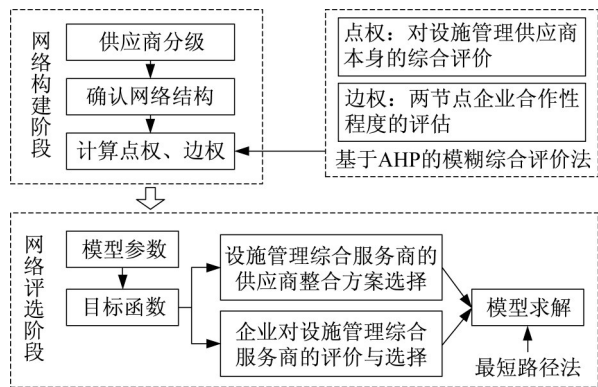


图8 设施管理综合服务商评选模型框架

Fig.8 Selection model framework of facility management integrated service supplier

4 案例分析

某大型企业H公司是以视频为核心的物联网解决方案提供商,为全球提供安防、可视化管理和大数据服务。随着企业规模和业务范围的不断扩大,H公司的设施管理服务已经全面启动IFM外包采购模式。H公司新建园区设施管理服务采购范围包括设施管理综合服务商、工程交接咨询服务供应商、设施设备运行维护服务供应商、虫控服务供应商、绿植方案供应商、秩序维护服务供应商、环境维护服务供应商、餐饮服务供应商、班车服务供应商等。

4.1 设施管理供应商网络构型

根据H公司设施管理服务的业务范围和服务交付标准,在H公司供应商平台库中对符合标准的设

施管理综合服务商进行筛选,得出合格的可供选择的3个一级供应商。由候选一级供应商提报设施管理综合服务方案(含供应商整合方案),再对其他各级供应商进行分级和编码。二级和三级供应商根据不同专业服务类别进行分类。H公司(O)设施管理服务供应商分级及编码如表3所示。

表3 H公司设施管理服务供应商分级及编码

Tab.3 Classification and coding of facility management service supplier for H company

供应商级别	服务类别	供应商编码
一级供应商	设施管理综合服务	A_1, A_2, A_3
二级供应商	工程交接咨询服务	B_{11}, B_{12}
二级供应商	设施设备运行维护服务	B_{21}, B_{22}
二级供应商	虫控服务	B_{31}, B_{32}, B_{33}
二级供应商	绿植方案	B_{41}, B_{42}, B_{43}
二级供应商	秩序维护服务	B_{51}
二级供应商	环境维护服务	B_{61}, B_{62}, B_{63}
二级供应商	餐饮服务	B_{71}, B_{72}
二级供应商	班车服务	B_{81}, B_{82}
三级供应商	设施设备运行维护的人员招聘服务	C_{21}, C_{22}, C_{23}
三级供应商	绿植耗材供应	C_{41}, C_{42}, C_{43}
三级供应商	秩序维护服务的耗品耗材供应	C_{51}, C_{52}
三级供应商	环境维护服务的保洁耗品供应	C_{61}, C_{62}, C_{63}

根据上述供应商分级及编码,绘制设施管理多级供应商网络结构,如图9所示。

4.2 网络点权和边权计算

根据前述建立的各级供应商及节点企业合作性程度评价指标体系,基于AHP的模糊综合评价法运用Yaahp软件进行点权和边权计算,实现有向加权网络的构建。多级供应商网络点权赋值如图9所示,边权计算结果如表4所示。

表4 边权计算结果

Tab.4 Calculation results of edge weight

有向边	边权评价价值	有向边	边权评价价值
$O-A_1$	0.68	A_3-B_{22}	0.86
$O-A_2$	0.72	A_3-B_{31}	0.85
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_3-B_{12}	0.80	$B_{63}-C_{62}$	0.77
A_3-B_{21}	0.75	$B_{63}-C_{63}$	0.69

4.3 供应商整合方案评价

在模型求解过程中,首先根据边权点权融合方法计算新的边权。以 A_1 和 B_{11} 间的边权计算为例,根据案例背景可知供应商级别系数 $\alpha_{B_{11}}$ 为1.0,点权 $z_{B_{11}}$ 为0.74,边权 $e_{A_1-B_{11}}$ 为0.64, $P_{A_1-B_{11}}$ 为1.0,则根据公式计算新边权

$$e'_{A_1-B_{11}}=(0.64+1.0\times 0.74)\times 1.0=1.38$$

利用同样方法计算其他各边权,得到一个只有边权的设施管理多级供应商有向加权网络。在新的网络中,分别选择3个设施管理综合服务商作为起

$$f(A_1)=f(B_{11},B_{21},B_{31},B_{43},B_{51},B_{62},B_{71},B_{81},C_{22},C_{42},C_{51},C_{63})=17.95$$

$$f(A_2)=f(B_{11},B_{22},B_{31},B_{42},B_{51},B_{62},B_{72},B_{82},C_{21},C_{42},C_{51},C_{63})=18.28$$

$$f(A_3)=f(B_{12},B_{22},B_{31},B_{41},B_{51},B_{62},B_{72},B_{81},C_{21},C_{43},C_{51},C_{63})=18.16$$

点,通过最短路径法求解,最后得到3个候选设施管理综合服务商的最优供应商整合方案。3个候选设施管理综合服务商的最优供应商整合方案及其目标函数值分别如下所示:

甲方企业选择最优设施管理综合服务商的目标函数进行计算,得到以下结果:

$$F(A_1)=f(A_1)+e_{O-A_1}+z_{A_1}=19.37$$

$$F(A_2)=f(A_2)+e_{O-A_2}+z_{A_2}=19.64$$

$$F(A_3)=f(A_3)+e_{O-A_3}+z_{A_3}=19.44$$

由上可知, $F(A_2)>F(A_3)>F(A_1)$ 。因此,选择 A_2 及其供应商整合方案,如下所示:

$\{B_{11},B_{22},B_{31},B_{42},B_{51},B_{62},B_{72},B_{82},C_{21},C_{42},C_{51},C_{63}\}$
H公司设施管理多级供应商选择结果如图10所示。

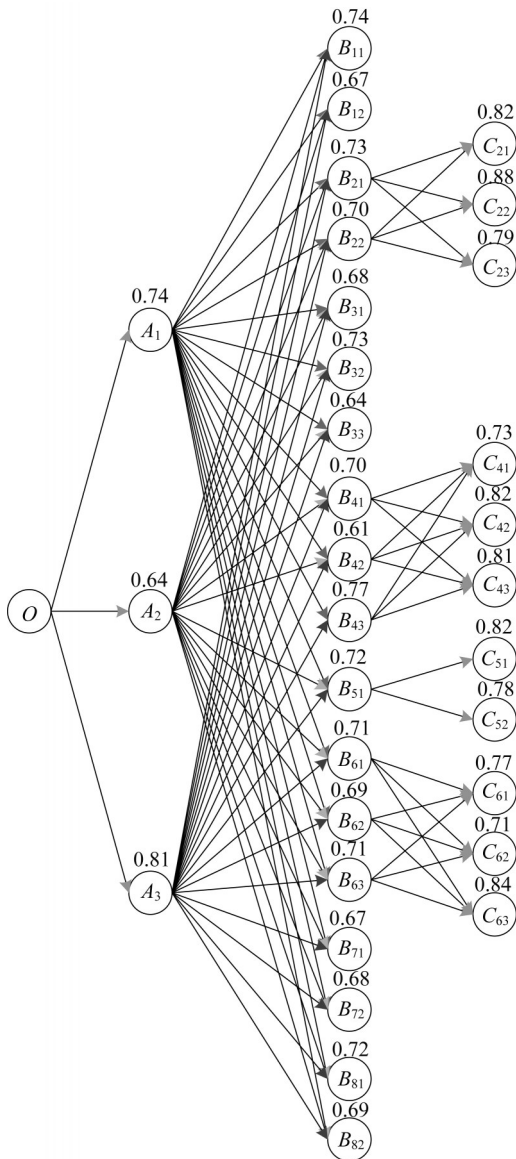


图9 多级供应商网络点权赋值

Fig.9 Node weight value of multi-level supplier network

4.4 设施管理综合服务商评选

根据点权、边权计算结果,一级供应商评价价值分别为: $z_{A_1}=0.74, z_{A_2}=0.64, z_{A_3}=0.61$ 。H公司与3个候选设施管理综合服务商企业合作性程度评价结果为 $e_{O-A_1}=0.68, e_{O-A_2}=0.72, e_{O-A_3}=0.67$ 。根据

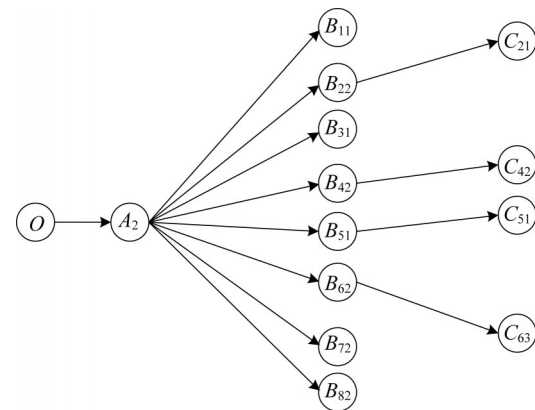


图10 H公司设施管理多级供应商选择结果

Fig.10 Selection results of H company facility management multi-level supplier

4.5 分析与建议

通过案例中H公司设施管理多级供应商网络构建过程可以看出,该网络能有效梳理H公司设施管理供应商体系,在开展供应商选择决策前更高效地厘清供应商资源。在梳理设施管理综合服务商的次级供应商资源过程中发现了值得关注的特殊节点,即二级供应商中的秩序维护供应商 B_{51} 。秩序维护供应商具有强烈的地域性及资质屏障,故在一些城市或区域内,符合供应资质的企业并不多,再结合供应商选拔标准,筛选后仅有 B_{51} 一个备选秩序维护供应商。

探究案例中得到的各级供应商和企业间合作性程度的指标权重发现,在各级供应商评价的一级指标中权重占比最大的均为服务执行类,可见对于服

务需求方而言,服务的执行和妥善交付是第一考评因素;企业间合作性程度的一级指标中权重占比最大的为商务竞争力,不难看出在采购过程中发包方对成本的敏感度很高。同时,在一级供应商的二级评价指标中,“供应商管理能力”成为仅次于“服务交付质量”的第二重要指标,可以看出一级供应商作为设施管理业务闭环中的核心,代表甲方对二、三级供应商执行的监督、考核、管理等职能愈发得到甲方企业关注。分析二级供应商的二级评价指标权重分布得出:“业务标准化程度”、“服务响应及时性”和“专项服务资质”是权重占比最高的3个二级指标,可见一级供应商在选择二级供应商时最为关注的是与其专项服务水准紧密相关的因素。在分析三级供应商的二级评价指标权重分布时,值得关注的是,在人力和物料的前线采购业务层面发包方对“安全及合规性”的重视程度较“员工专业素质”和“人员流失率”这2个指标而言更高。

模型计算结果发现,在3个设施管理综合服务商最优供应商整合方案中,虫控服务供应商和环境维护服务供应商均为 B_{31} 和 B_{61} 。究其原因,两者的个体评价分数均高于同类供应商,并且与3个上一级供应商合作性程度均表现良好。这类供应商对于H公司而言具有战略意义,应重点维护和管理。

5 结语

随着越来越多的大型企业采用IFM外包模式,设施管理服务外包供应商体系的多级性、地域性和复杂性也日益凸显。企业亟需对错综复杂的供应商体系进行梳理,同时服务需求方需要制定科学的设施管理综合服务商的评价和选择方法。为此,采用理论与实践、定性与定量相结合的方法,提出了供应商体系的网络梳理方法和设施管理综合服务商评选办法,为设施管理者提供供应商分类分析和评价选择的思路与方法。

参考文献:

- [1] ISO. Facility management, guidance on strategic sourcing and the development of agreements: ISO 41012: 2017 [S]. Geneva: ISO Central Secretariat, 2017.
- [2] KURDIA M K, ABDUL-THARIM A H, JAFFAR N, *et al.* Outsourcing in facilities management: a literature review [J]. *Procedia Engineering*, 2011, 20: 445.
- [3] MEMON M S, LEE Y H, MARI S I. Group multi-criteria supplier selection using combined grey systems theory and uncertainty theory [J]. *Expert Systems with Applications*, 2015, 42(21): 7951.
- [4] CUI Y Y, COENEN C. Relationship value in outsourced FM services: value dimensions and drivers [J]. *Facilities*, 2016, 34(1): 43.
- [5] 尤筱玥, 尤建新. 基于区间二元语义 VIKOR 的外包供应商选择模型 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2017, 45(9): 1407. YOU Xiaoyue, YOU Jianxin. Outsourcing supplier selection by interval 2-tuple linguistic VIKOR method [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2017, 45(9): 1407.
- [6] KHALILZADEH M, DERIKVAND H. A multi-objective supplier selection model for green supply chain network under uncertainty [J]. *Journal of Modelling in Management*, 2018, 13(3): 605.
- [7] 范琛, 王效俐. 一种综合的供应商评价方法 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2012, 40(12): 1899. FAN Chen, WANG Xiaoli. Supplier evaluation based on synthesis method of principal component analysis, data envelopment analysis and analytic hierarchy process [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2012, 40(12): 1899.
- [8] MATAWALE C R, DATTA S, MAHAPATRA S S. Supplier selection in agile supply chain: application potential of FMLMCDM approach in comparison with fuzzy-TOPSIS and fuzzy-MOORA [J]. *Benchmarking: An International Journal*, 2016, 23(7): 2027.
- [9] 毛人杰, 尤建新, 段春艳, 等. 基于模糊随机层次分析法的供应商可持续评估模型改进 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2018, 46(8): 1138. MAO Renjie, YOU Jianxin, DUAN Chunyan, *et al.* An improved sustainable supplier evaluation model based on stochastic analytical hierarchy process method and fuzzy set theory [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2018, 46(8): 1138.
- [10] 曹吉鸣, 缪莉莉. 综合设施管理理论与方法 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2018. CAO Jiming, MIAO Lili. Integrated facility management theory and method [M]. Shanghai: Tongji University Press, 2018.
- [11] 尤建新, 刘威, 杨迷影. 用于供应商风险评价的 FMEA 改进 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2019, 47(1): 130. YOU Jianxin, LIU Wei, YANG Miying. An improved FMEA for supplier risk assessment [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2019, 47(1): 130.
- [12] 雷星晖, 尤筱玥. 基于层次分析法支持决策的外包服务供应商绩效评价 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2014, 42(11): 1770. LEI Xinghui, YOU Xiaoyue. Evaluation of outsourcing service providers' performance on analytic hierarchy process to support decision-making [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2014, 42(11): 1770.
- [13] CIESIELSKI K C, FALCÃO A X, MIRANDA P A V. Path-value functions for which Dijkstra's algorithm returns optimal mapping [J]. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 2018, 60(7): 1025.