

Delphi 和 GAHP 集成的综合评价方法在电动汽车充电站 选址最优决策中的应用

冯超¹, 周步祥¹, 林楠², 李阳¹, 夏榆杭¹

(1. 四川大学 电气信息学院, 四川 成都 610065; 2. 四川电力职业技术学院, 四川 成都 610071)

摘要: 将德尔菲(Delphi)法和灰色层次分析(GAHP)法集成为一种新的综合评价方法,并将其运用于电动汽车充电站选址最优决策中。采用 Delphi 法建立电动汽车充电站站址综合评价指标体系。采用 GAHP 法量化定性影响因素,处理不确定性灰色因素,确定各指标的权重。在此基础上进一步确定候选站址的合理性综合评价价值,为充电站选址最优决策提供依据。实际算例证明了该方法具有良好的实用性。

关键词: 电动汽车; 充电站; 德尔菲法; 灰色层次分析法; 综合评价; 最优决策

中图分类号: TM 910.6

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2012)09-0025-05

0 引言

近年来,随着全球化石能源危机及环境恶化等问题的日益严重,各国均将目光投向新能源的开发与应用,对大规模电动汽车的探索和研究已成为一大热点。电动汽车充电站作为电动汽车的能量来源,是电动汽车行业发展的基础。建设高效、便捷、经济的充电站网络,成为电动汽车广泛应用的先决条件^[1-2]。充电站的选址则是充电站建设首先需要解决的问题。

文献[3]分析了电动汽车的充电需求及对充电技术的要求和影响电动汽车充电站规划的相关因素,对充电站布局规划仅提出了原则性建议。文献[4]对 3 种电动汽车充电模式的优缺点进行了对比分析,并从外部接入电能角度对充电站的建设进行了初步研究。文献[5]将模糊评价与层次分析(AHP)法相结合,建立火电厂工程模糊综合评价模型。文献[6]将灰色理论和 AHP 法应用在火电厂选址研究中,取得很好的效果。文献[7]通过建立模糊综合评价模型来评价变电站站址。目前,在电动汽车充电站站址规划与选择领域还没有成形的理论,有待进一步研究。

本文利用德尔菲(Delphi)法、灰色统计决策方法和 AHP 法在处理综合评价问题中的优势,结合 Delphi 法和灰色层次分析(GAHP)法对电动汽车充电站站址进行评价,为选址最优决策提供依据。

1 综合评价指标体系的建立

根据电动汽车充电站的具体情况,选取影响站址最优选择的相关因素,建立初始评价指标体系。采用 Delphi 法^[8],利用专家的知识、经验和个人观点对

初始评价指标体系进行匿名评选,提出相应的修改意见。各专家按预先制定好的评价指标重要程度等级及量值,对初始评价指标体系中的各个指标进行重要程度评价。采用专家意见集中度和离散度作为确定评价指标的标准。

假设初始评价指标体系中的某层有 H 个指标,由 V 个专家对其进行评选,指标重要程度等级级数为 N (一般取值为 5)。

专家意见集中度 \tilde{E}_i 和离散度 σ_i 分别采用加权平均法和标准差进行计算:

$$\tilde{E}_i = \frac{1}{V} \sum_{j=1}^N n_{ij} E_j \quad i=1, 2, \dots, H \quad (1)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{V} \sum_{j=1}^N n_{ij} (\tilde{E}_i - E_j)^2} \quad i=1, 2, \dots, H \quad (2)$$

其中, E_j 为指标的第 j 级重要程度的量值; n_{ij} 为将第 i 个指标评价为第 j 级重要程度的专家人数。

根据充电站的实际情况,将 $\tilde{E}_i \leq 3$ 和 $\sigma_i \leq 0.6$ 作为将指标纳入综合评价指标体系的条件,最终建立起充电站候选站址综合评价指标体系,如图 1 所示。

2 评价指标权重的确定

在综合评价指标体系中,各个指标对某目标的重要程度是不一样的,各个指标的权重需根据其对相应目标贡献的大小来确定。确定权重的方法很多,本文考虑到充电站选址的特点,选用 AHP 法^[9-18]来确定各指标的权重。

2.1 判断尺度

一般采用 1~9 级标度法^[10]将各要素的重要性进行数量化操作,以表示其对目标的重要程度,如表 1 所示,表中的判断尺度为因素 B_i 、 B_j 相比较的重要程度等级。

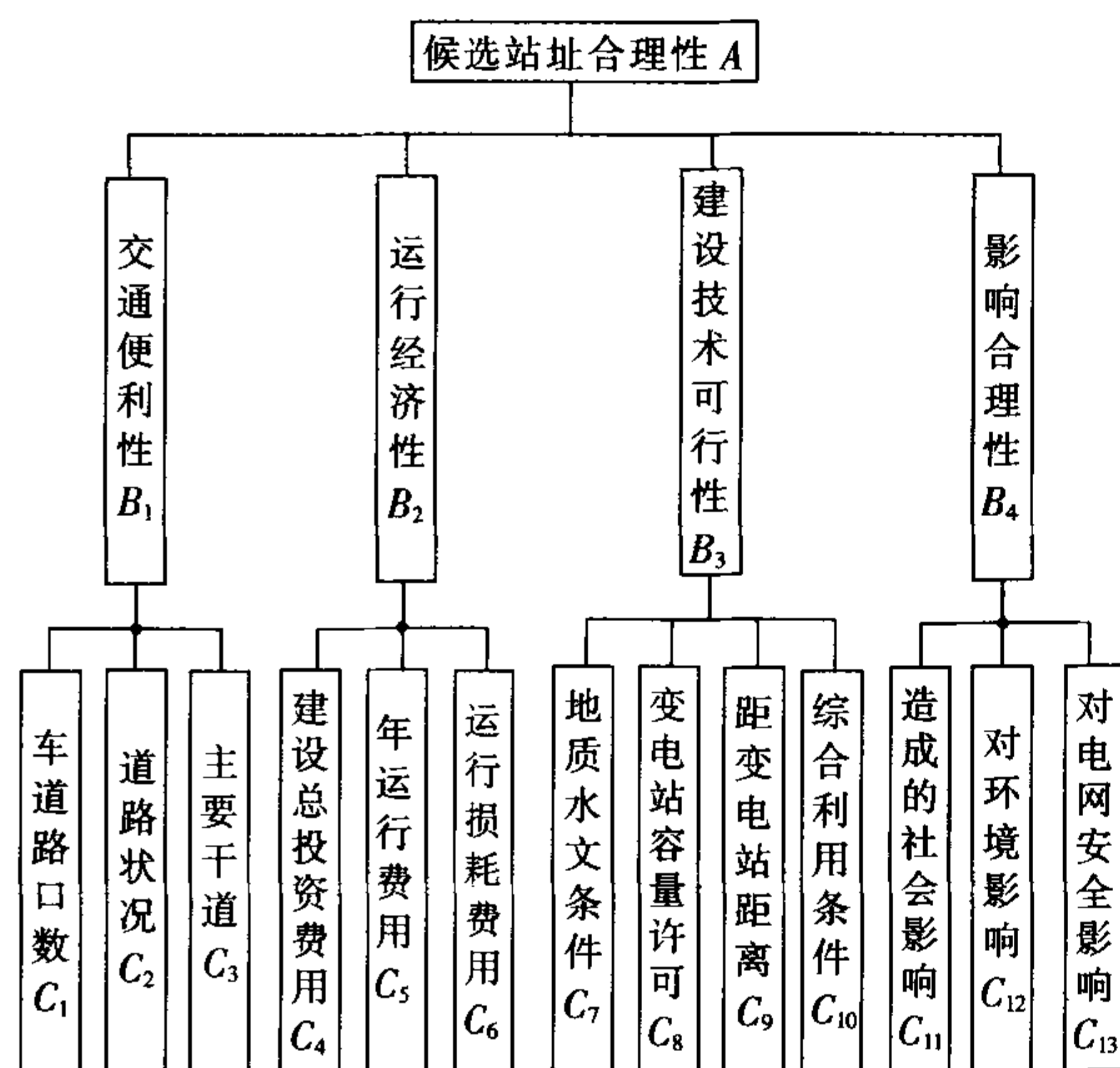


图 1 综合评价指标体系图

Fig.1 Architecture of comprehensive evaluation index system

表 1 1~9 级标度法

Tab.1 1~9 scaling method

判断尺度	定义
1	对上一级而言, B_i 和 B_j 同样重要
3	对上一级而言, B_i 比 B_j 稍微重要
5	对上一级而言, B_i 比 B_j 重要
7	对上一级而言, B_i 比 B_j 重要得多
9	对上一级而言, B_i 比 B_j 绝对重要
2, 4, 6, 8	其重要程度介于上述两相邻判断尺度之间

2.2 判断矩阵

判断矩阵是将综合评价指标体系中某一层要素针对上层某个要素,相互之间按重要程度一一进行对比而产生的矩阵。例如,图 1 中 A 层有 1 个目标 A, B 层中有 n 个以 A 为目标的要素 $B_i (i=1, 2, \dots, n)$, 其判断矩阵为:

$$P = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中, b_{ij} 为针对目标 A, 要素 B_i 与 B_j 的重要性指标 w_i 与 w_j 的比值, 即:

$$b_{ij} = w_i / w_j \quad (4)$$

其中, $w_i (i=1, 2, \dots, n)$ 由领域专家结合表 1 采用 Delphi 法打分得到。

2.3 组合权重

采用 AHP 的根法计算权重。对 P 中每行元素求几何平均值得到向量:

$$M = [m_1, m_2, \dots, m_n]^T \quad (5)$$

其中, $m_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}} (i=1, 2, \dots, n)$ 。

对 M 进行归一化处理后求得相对权重向量:

$$w = [W_1, W_2, \dots, W_n]^T \quad (6)$$

其中, $W_i = m_i / \sum_{j=1}^n m_j$ 。

在求得相邻上、下 2 层中下层要素对上层要素的相对权重后, 采用 AHP 的组合权重计算方法得到底层要素对最顶层目标的组合权重 W 。

由于要素间重要性的比较是人为完成的, 结果不一定完全正确, 因此, 引入衡量判断矩阵准确性的一致性比例 r_c [9]。计算矩阵 P 特征值 λ 的近似公式为:

$$PW = \lambda W \quad (7)$$

令 $\lambda_{\max} = \max(\lambda_i) (i=1, 2, \dots, n)$, 一致性指标 $k_c = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, 一致性比例 $r_c = \frac{k_c}{k_r}$, 其中, k_r 为平均随机一致性指标, 由查表得到。如果 $r_c \leq 0.10$, 则认为判断矩阵正确, 否则需要对其进行调整。

3 评价指标值矩阵

假设参加充电站选址决策的专家编号为 $x (x=1, 2, \dots, m)$, 候选站址编号为 $y (y=1, 2, \dots, e)$, 评价指标编号为 $z (z=1, 2, \dots, f)$, 候选站址所属灰类编号为 $k (k=1, 2, \dots, s)$ 。

采用 Delphi 法, 在互不通信的情况下, 评价专家 x 针对评价指标 z 对候选站址 y 进行评价, 给出评价指标值 d_{xy}^z 。由评价指标值组成各评价指标的评价指标值矩阵:

$$D^z = \begin{bmatrix} d_{11}^z & d_{12}^z & \cdots & d_{1e}^z \\ d_{21}^z & d_{22}^z & \cdots & d_{2e}^z \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d_{m1}^z & d_{m2}^z & \cdots & d_{me}^z \end{bmatrix} \quad (8)$$

4 灰色评价过程

4.1 候选站址评价灰类

根据充电站建设的实际需求确定评价灰类的内容、灰类 k 和灰类的白化权函数 $f_k(d_{xy}^z)$ [8]。

4.2 灰色评价系数

由 D^z 和 $f_k(d_{xy}^z)$ 计算出候选站址 y 对评价指标 z 属于评价灰类 k 的灰色评价系数:

$$h_{yk}^z = \sum_{x=1}^m f_k(d_{xy}^z) \quad (9)$$

候选站址 y 对评价指标 z 的总灰色评价系数为:

$$h_y^z = \sum_{k=1}^s h_{yk}^z \quad (10)$$

4.3 灰色评价权向量和矩阵

由各灰色评价系数 h_{yk}^z 和总灰色评价系数 h_y^z 计算灰色评价权及其所需满足的条件:

$$r_{yk}^z = h_{yk}^z / h_y^z \quad (11)$$

$$\sum_{k=1}^s r_{yk}^z = 1 \quad (12)$$

由此得到候选站址 y 对评价指标 z 的灰色评价

权向量:

$$R_y^z = [r_{y1}^z, r_{y2}^z, \dots, r_{ys}^z] \quad (13)$$

由 R_y^z 得到灰色评价权矩阵:

$$R^z = \begin{bmatrix} R_1^z \\ R_2^z \\ \vdots \\ R_e^z \end{bmatrix} \quad (14)$$

4.4 最大灰色评价权向量和矩阵

根据灰色评价权向量 R_y^z 求得候选站址 y 对评价指标 z 的最大灰色评价权:

$$r_{y\max}^z = \max \{r_{y1}^z, r_{y2}^z, \dots, r_{ys}^z\} \quad (15)$$

由各候选站址对评价指标 z 的最大灰色评价权得到最大灰色评价权向量:

$$R_{\max}^z = [r_{1\max}^z, r_{2\max}^z, \dots, r_{e\max}^z] \quad (16)$$

同理得各候选站址针对所有评价指标的最大灰色评价权向量并组成最大灰色评价权矩阵:

$$R_{\max} = \begin{bmatrix} R_{\max}^1 \\ R_{\max}^2 \\ \vdots \\ R_{\max}^f \end{bmatrix} \quad (17)$$

4.5 合理性综合评价值和最优站址确定

记最大灰色评价权矩阵的列向量的转置向量 R_y 为综合评价权向量,它由专家组在考虑了所有指标的情况下对候选站址 y 作出综合评价得到。由前面计算所得的各评价指标对总目标的组合权重 W 和综合评价权向量 R_y 计算候选站址的合理性综合评价值 l_y :

$$l_y = R_y W \quad (18)$$

对所求出的 e 个候选站址的合理性综合评价值进行比较,最大者为规划建设充电站的最优站址。

5 某电动汽车充电站候选站址最优决策实例

采用 Delphi 法对某欲规划建设的电动汽车充电站的具体情况进行分析,根据专家意见得到候选站址合理性分析的综合评价指标体系(如图1所示),并由专家对体系中相邻上、下层各要素间的重要程度进行评估、打分。经专家评定,对于目标 A , B 层中的4个要素重要性大小依次为 $B_2 > B_3 > B_1 > B_4$ 。使用 AHP 法计算 B 层要素相对 A 层和 C 层要素对 B 层要素的权重,则判断矩阵 P_{B-A} 、 P_{C-B_1} 、 P_{C-B_2} 、 P_{C-B_3} 、 P_{C-B_4} 及相应的相对权重向量为:

$$P_{B-A} = \begin{bmatrix} 1 & 7/9 & 7/8 & 7/6 \\ 9/7 & 1 & 9/8 & 3/2 \\ 8/7 & 8/9 & 1 & 4/3 \\ 6/7 & 2/3 & 3/4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w_{B-A} = [0.233, 0.300, 0.267, 0.200]^T \quad (19)$$

$$P_{C-B_1} = \begin{bmatrix} 1 & 5/3 & 5/4 \\ 3/5 & 1 & 3/4 \\ 4/5 & 4/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w_{C-B_1} = [0.417, 0.250, 0.333]^T \quad (20)$$

$$P_{C-B_2} = \begin{bmatrix} 1 & 7/8 & 7/4 \\ 8/7 & 1 & 2 \\ 4/7 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w_{C-B_2} = [0.368, 0.421, 0.211]^T \quad (21)$$

$$P_{C-B_3} = \begin{bmatrix} 1 & 2/7 & 2/5 & 1/3 \\ 7/2 & 1 & 7/5 & 7/6 \\ 5/2 & 5/7 & 1 & 5/6 \\ 3 & 6/7 & 6/5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w_{C-B_3} = [0.100, 0.350, 0.250, 0.300]^T \quad (22)$$

$$P_{C-B_4} = \begin{bmatrix} 1 & 8/3 & 2 \\ 3/8 & 1 & 3/4 \\ 1/2 & 4/3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w_{C-B_4} = [0.533, 0.200, 0.267]^T \quad (23)$$

采用 AHP 的组合权重计算方法计算 C 层要素对目标 A 的组合权重 W_{C-A} 。令 $w_{C-B} = [w_{C-B_1}, w_{C-B_2}, w_{C-B_3}, w_{C-B_4}]$ 为 C 层要素对 B 层要素的相对权重矩阵:

$$w_{C-B} = \begin{bmatrix} 0.417 & 0 & 0 & 0 \\ 0.250 & 0 & 0 & 0 \\ 0.333 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.368 & 0 & 0 \\ 0 & 0.421 & 0 & 0 \\ 0 & 0.211 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.100 & 0 \\ 0 & 0 & 0.350 & 0 \\ 0 & 0 & 0.250 & 0 \\ 0 & 0 & 0.300 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.533 \\ 0 & 0 & 0 & 0.200 \\ 0 & 0 & 0 & 0.267 \end{bmatrix}$$

则 $W_{C-A} = w_{C-B} w_{B-A} = [0.097, 0.058, 0.078, 0.111, 0.126, 0.063, 0.027, 0.093, 0.067, 0.080, 0.107, 0.040, 0.053]^T$ 。

实例中有3个候选站址,采用 Delphi 法,由5位专家按图1中的13个指标依次对3个候选站址进行打分,打分范围为1~20分,打分依据为欲规划建设的电动汽车充电站的实际情况及领域专家的经验 and 前瞻性估计。由专家的打分结果得到各评价指标的评价指标值矩阵 $D^z (z=1, 2, \dots, 13)$ 。例如,对评价指标 C_{13} (充电站建设对电网安全运行影响的可接受程度):候选站址1邻近一变电容量较大的变电站,能满足充电站的电需求并且对电网安全运行影响较小;候选站址2能可靠接入一变电容量较大的变电站,但距离稍远,线路损耗稍大;候选站址3通过接入邻近的2个容量较小的变电站来获取电能,供电可靠性较

高,线路损耗小,但充电站的高峰负荷可能对这 2 个变电站造成一定的负载压力。各专家根据 3 个候选站址的实际情况,结合自身的知识、经验和个人观点,在 1~20 分的范围内,针对评价指标 C_{13} 依次对各候选站址打分,得到评价指标 C_{13} 的评价指标值矩阵 D^{13} :

$$D^{13} = \begin{bmatrix} 16 & 14 & 14 \\ 14 & 17 & 18 \\ 8 & 12 & 11 \\ 12 & 9 & 11 \\ 11 & 15 & 8 \end{bmatrix}$$

此处的评价灰类选择决策灰类,设 3 个候选站址属于 3 个决策灰类:优方案、中方案和差方案。3 个灰类的白化权函数图像分别如图 2—4 所示。

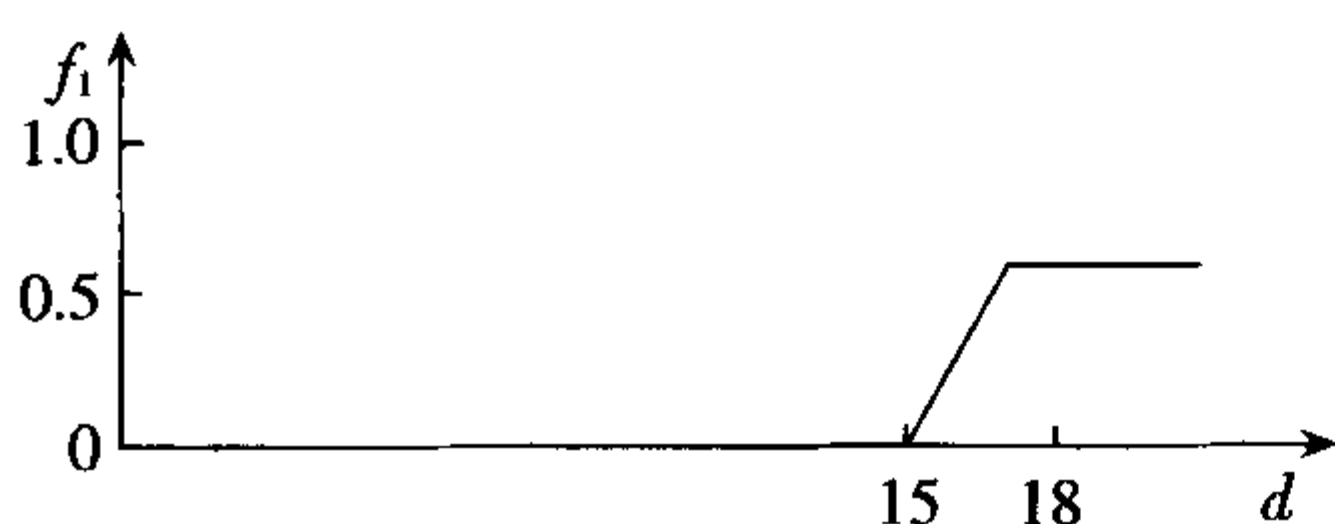


图 2 白化权函数 f_1

Fig.2 Whitening weight functions f_1

将评价指标值矩阵 D^{13} 中各元素依次代入相应白化权函数中,并计算得到 3 个候选站址对评价指标 C_{13} 的灰色评价权矩阵 R^{13} 和最大灰色评价权向量 R_{\max}^{13} 为:

$$R^{13} = \begin{bmatrix} 0.107 & 0.812 & 0.081 \\ 0.251 & 0.749 & 0 \\ 0.308 & 0.635 & 0.077 \end{bmatrix}$$

$$R_{\max}^{13} = [0.812, 0.749, 0.635]$$

同理得到 3 个候选站址对其他评价指标的最大灰色评价权向量,则针对所有评价指标的最大灰色评价权矩阵 R_{\max} 为:

$$R_{\max} = \begin{bmatrix} 0.744 & 0.713 & 0.721 \\ 0.676 & 0.703 & 0.671 \\ 0.717 & 0.718 & 0.625 \\ 0.685 & 0.651 & 0.724 \\ 0.711 & 0.699 & 0.689 \\ 0.806 & 0.666 & 0.654 \\ 0.728 & 0.745 & 0.675 \\ 0.697 & 0.721 & 0.683 \\ 0.747 & 0.689 & 0.685 \\ 0.812 & 0.711 & 0.729 \\ 0.741 & 0.652 & 0.638 \\ 0.833 & 0.677 & 0.644 \\ 0.812 & 0.749 & 0.635 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix}^T$$

由综合评价权向量 R_y ($y=1,2,3$) 与组合权重 W_{C-A} 计算候选站址 y 的合理性综合评价值 l_y : $l_1 = R_1 W_{C-A} = 0.739$, $l_2 = R_2 W_{C-A} = 0.695$, $l_3 = R_3 W_{C-A} = 0.680$ 。由计算结果可以看出候选站址 1 的合理性综合评价值最

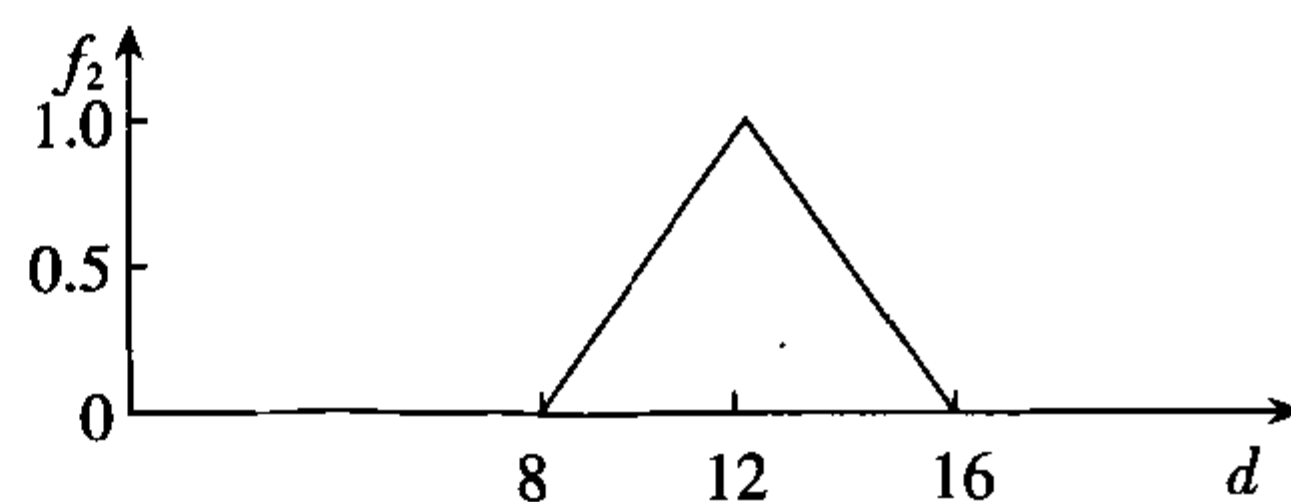


图 3 白化权函数 f_2

Fig.3 Whitening weight function f_2

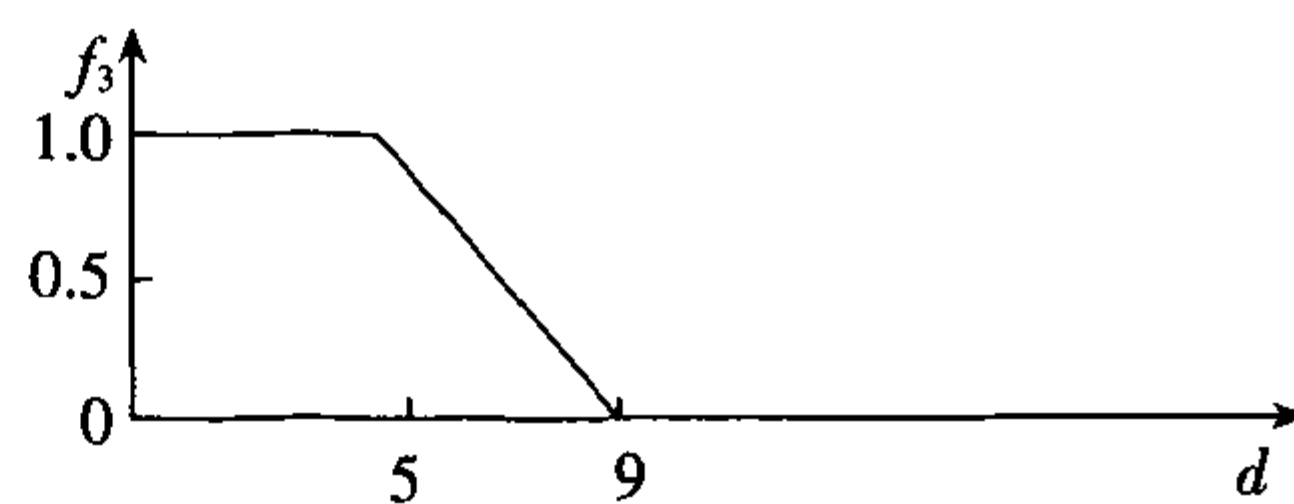


图 4 白化权函数 f_3

Fig.4 Whitening weight function f_3

大,故候选站址 1 为该欲规划建设充电站的最优站址。

6 结论

本文结合 Delphi 法和 GAHP 法形成一种新的综合评价方法,弥补了传统方法在解决信息灰色、非量化信息多以及受评价人员主观因素影响等问题时的不足,适用于单目标和多目标的大范围搜索空间的最优决策问题。该方法解决了电动汽车充电站站址评价中影响因素多、层次多、灰色信息多等问题,同时实现了理论与经验互补,具有很强的可操作性。实例证明该方法为电动汽车充电站站址最优规划及其他最优规划决策问题提供了新的实用性方法。

参考文献:

- [1] 周逢权,连湛伟,王晓雷,等. 电动汽车充电站运营模式探析[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(21):63-67.
ZHOU Fengquan, LIAN Zhanwei, WANG Xiaolei, et al. Discussion on operation mode to the electric vehicle charging station [J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 63-67.
- [2] 李瑞生,王晓雷,周逢权,等. 灵巧潮流控制的电动汽车智能化充电站[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(21):87-90.
LI Ruisheng, WANG Xiaolei, ZHOU Fengquan, et al. The system of electric vehicle intelligence charge station with smart power flow control [J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 87-90.
- [3] 徐帆,俞国勤,顾临峰,等. 电动汽车充电站布局规划浅析[J]. 华东电力,2009,37(10):1678-1682.
XU Fan, YU Guoqin, GU Linfeng, et al. Tentative analysis of layout of electrical vehicle charging stations [J]. East China Electric Power, 2009, 37(10): 1678-1682.
- [4] 康继光,卫振林,程丹明,等. 电动汽车充电模式与充电站建设研究[J]. 电力需求侧管理,2009,11(5):64-66.
KANG Jiguang, WEI Zhenlin, CHENG Danming, et al. Research on electric vehicle charging mode and charging stations construction [J]. Power Demand Side Management, 2009, 11(5): 64-66.
- [5] 陈坚红,盛德仁,李蔚,等. 火电厂工程多目标综合评价模型[J]. 中国电机工程学报,2002,22(12):152-155.
CHEN Jianhong, SHENG Deren, LI Wei, et al. A model of multi-objective comprehensive evaluation for power plant projects [J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(12): 152-155.

- [6] 牛东晓. 火电厂选址最优决策中的灰色层次分析法[J]. 电网技术, 1994, 18(6): 27-31.
NIU Dongxiao. The gray layer analysis method for optimal siting of thermal power plant[J]. Power System Technology, 1994, 18(6): 27-31.
- [7] 贾德峰, 许轶珊, 任群. 用模糊综合评判法评价变电所所址[J]. 河南科学, 2003, 21(3): 348-350.
JIA Defeng, XU Yishan, REN Qun. Application of fuzzy general evaluation in substation location[J]. Henan Science, 2003, 21(3): 348-350.
- [8] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1988: 279-317.
- [9] 王连芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990: 1-80.
- [10] 赵云飞, 陈金富, 郭文利. 层次分析法在电力行业决策问题中的应用[J]. 继电器, 2005, 33(3): 83-88.
ZHAO Yunfei, CHEN Jinfu, GUO Wenli. The analytic process and its application in power decision-making system[J]. Relay, 2005, 33(3): 83-88.
- [11] 吕蓬, 邢棉, 康怡. 火电厂选址最优规划中的层次分析法[J]. 华北电力学院学报, 1994, 21(4): 99-104.
LÜ Peng, XING Mian, KANG Yi. Analytic hierarchy process of optimum programming for sites of thermal power plants[J]. Journal of North China Inst of Electric Power, 1994, 21(4): 99-104.
- [12] HWANG C L, YOON K S. Multiple attribute decision making [M]. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1981: 36-45.
- [13] AI-HARBI K A. Application of the AHP in project management[J]. International Journal of Project Management, 2001 (19): 19-27.
- [14] CLARKE R R. Choosing an integrated resource plan for electric utilities: an analytic hierarchy approach[C]//Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference. Washington, USA: IEEE, 1996: 1592-1597.
- [15] CLARKE R R. Validation and legitimation of an analytic hierarchy approach to integrated resource planning for electric utilities[C]//Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference. Hawaii, USA: IEEE, 1997: 2197-2201.
- [16] 李晓辉, 张来, 李小宇, 等. 基于层次分析法的现状电网评估方法研究[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(14): 57-61.
LI Xiaohui, ZHANG Lai, LI Xiaoyu, et al. The research on the evaluation system for existing network based on analytic hierarchy process and Delphi method[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36(14): 57-61.
- [17] 董智, 韩明光, 许长青, 等. 层次分析法在城市电网入地改造中的应用[J]. 继电器, 2006, 34(22): 64-68.
DONG Zhi, HAN Mingguang, XU Changqing, et al. Application of the analytic hierarchy process in buried rebuilding of urban electrical network[J]. Relay, 2006, 34(22): 64-68.
- [18] 石征, 侯思祖. 光纤保护通道的可靠性综合评价研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(11): 91-94.
SHI Zheng, HOU Sizun. Reliability comprehensive evaluation for optical fiber protection channel[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(11): 91-94.

作者简介:

冯超(1987-), 男, 四川巴中人, 硕士研究生, 主要从事调度自动化及计算机信息处理方面的研究工作 (E-mail: 634521532@qq.com);

周步祥(1965-), 男, 江苏兴化人, 教授, 博士, 主要从事电力系统自动化、计算机应用等方面的研究工作;

林楠(1973-), 女, 四川成都人, 讲师, 硕士, 从事电力系统自动化、计算机应用方面的研究和教学工作;

李阳(1987-), 男, 湖北孝感人, 硕士研究生, 主要从事调度自动化及计算机信息处理方面的研究工作;

夏榆杭(1986-), 男, 四川简阳人, 硕士研究生, 主要从事调度自动化及计算机信息处理方面的研究工作。

Application of comprehensive evaluation method integrating Delphi and GAHP in optimal siting of electric vehicle charging station

FENG Chao¹, ZHOU Buxiang¹, LIN Nan², LI Yang¹, XIA Yuhang¹

(1. School of Electrical Engineering and Information, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Sichuan Electric Power College, Chengdu 610071, China)

Abstract: A comprehensive evaluation method integrating Delphi method and GAHP (Grey Analytic Hierarchy Process) method is applied in the optimal siting of electric vehicle charging station. The Delphi method is used to establish the comprehensive evaluation index system for the location of electric vehicle charging station while the GAHP method to quantify the qualitatively influencing factors, process the uncertain grey factors and define the weight of each index, based on which, the rationality of each optional location is comprehensively evaluated for the optimal siting of charging station. Case analysis shows the good practicability of the proposed method.

Key words: electric vehicles; charging station; Delphi method; grey analytic hierarchy process; comprehensive evaluation; optimal decision